

# Proračun armiranobetonske stambeno-poslovne zgrade upotrebom računalnog programa temeljenog na metodi konačnih elemenata

---

**Drmić, Valentina**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2019**

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

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:331941>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-16**



*Repository / Repozitorij:*

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



UNIVERSITY OF SPLIT



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U SPLITU

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE SPLIT

# **ZAVRŠNI RAD**

Valentina Drmić

Split, 2019.

SVEUČILIŠTE U SPLITU

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE SPLIT

**Proračun armirano betonske stambeno poslovne zgrade  
upotrebom računalnog programa temeljenog na metodi konačnih  
elemenata**

Split, 2019.

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**

**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

Split, Matice hrvatske 15

**STUDIJ: STRUČNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: Valentina Drmić

BROJ INDEKSA: 1719

KATEDRA: **Katedra za betonske konstrukcije i mostove**

PREDMET: Betonske konstrukcije 2

## **ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD**

**Tema: Proračun armirano betonske stambeno poslovne zgrade upotrebom računalnog programa temeljenog na metodi konačnih elemenata**

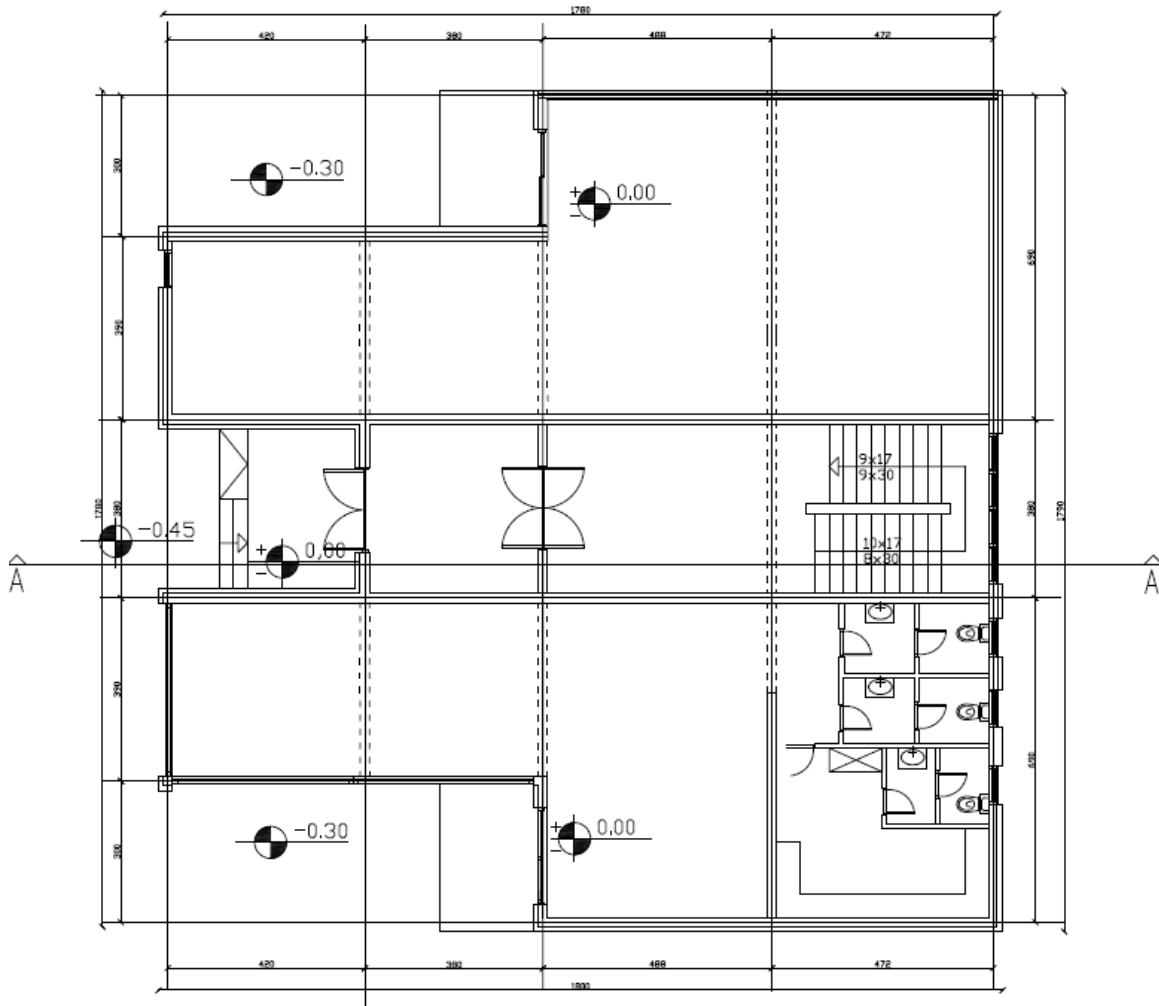
Potrebno je izraditi projekt konstrukcije stambeno poslovne zgrade. Zadani su tlocrti i presjeci zgrade sa svim potrebnim dimenzijama te sva djelovanja na konstrukciju. Potrebno je proračunati nosivu konstrukciju, izraditi plan armature te plan oplata za bitne dijelove konstrukcije. Sve proračune i planove armature izraditi sukladno propisima i pravilima struke.

U Splitu, 27. ožujka 2019.g.

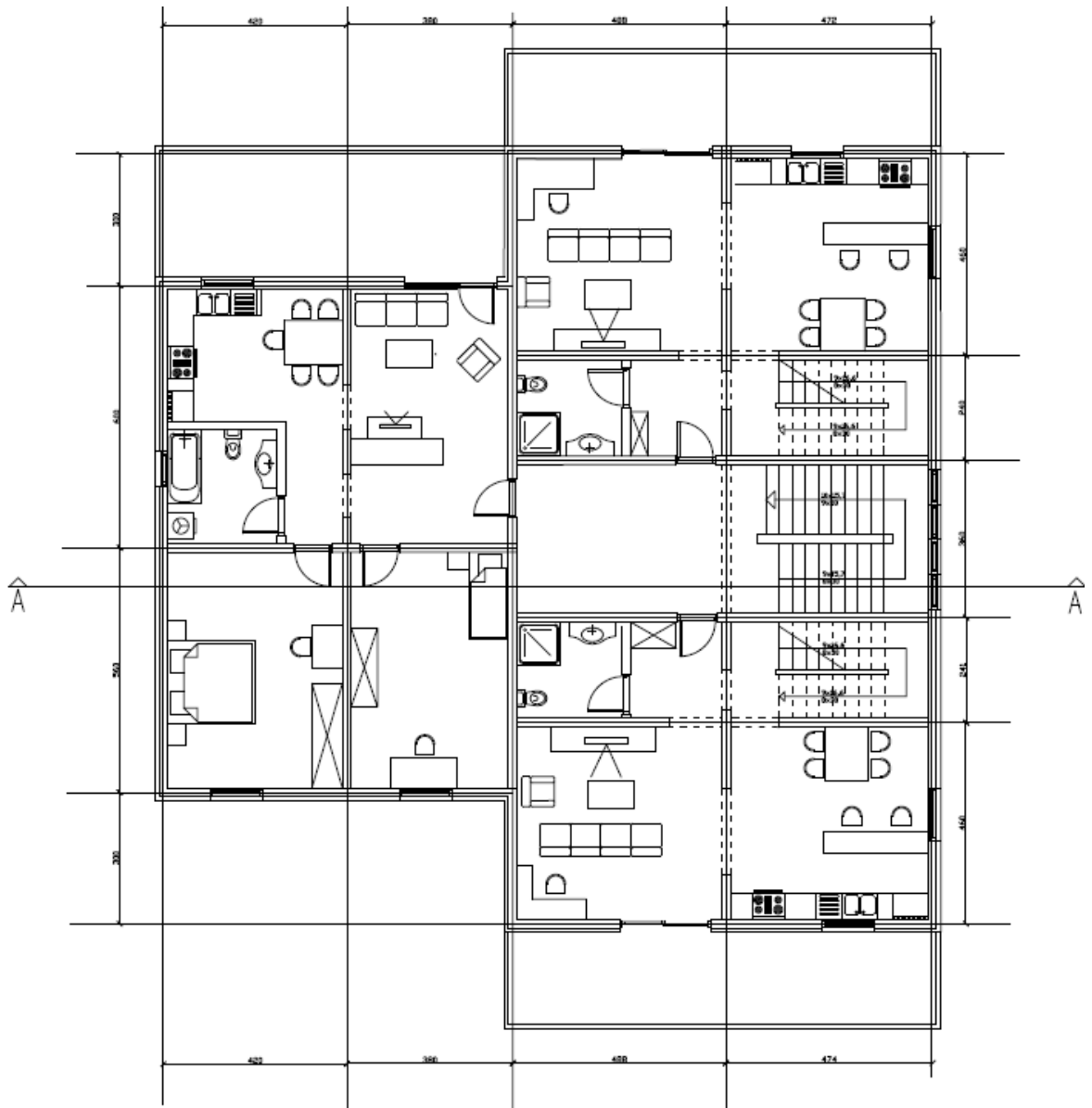
Mentor: Doc.dr.sc. Nikola Grgić

**PRILOG:**

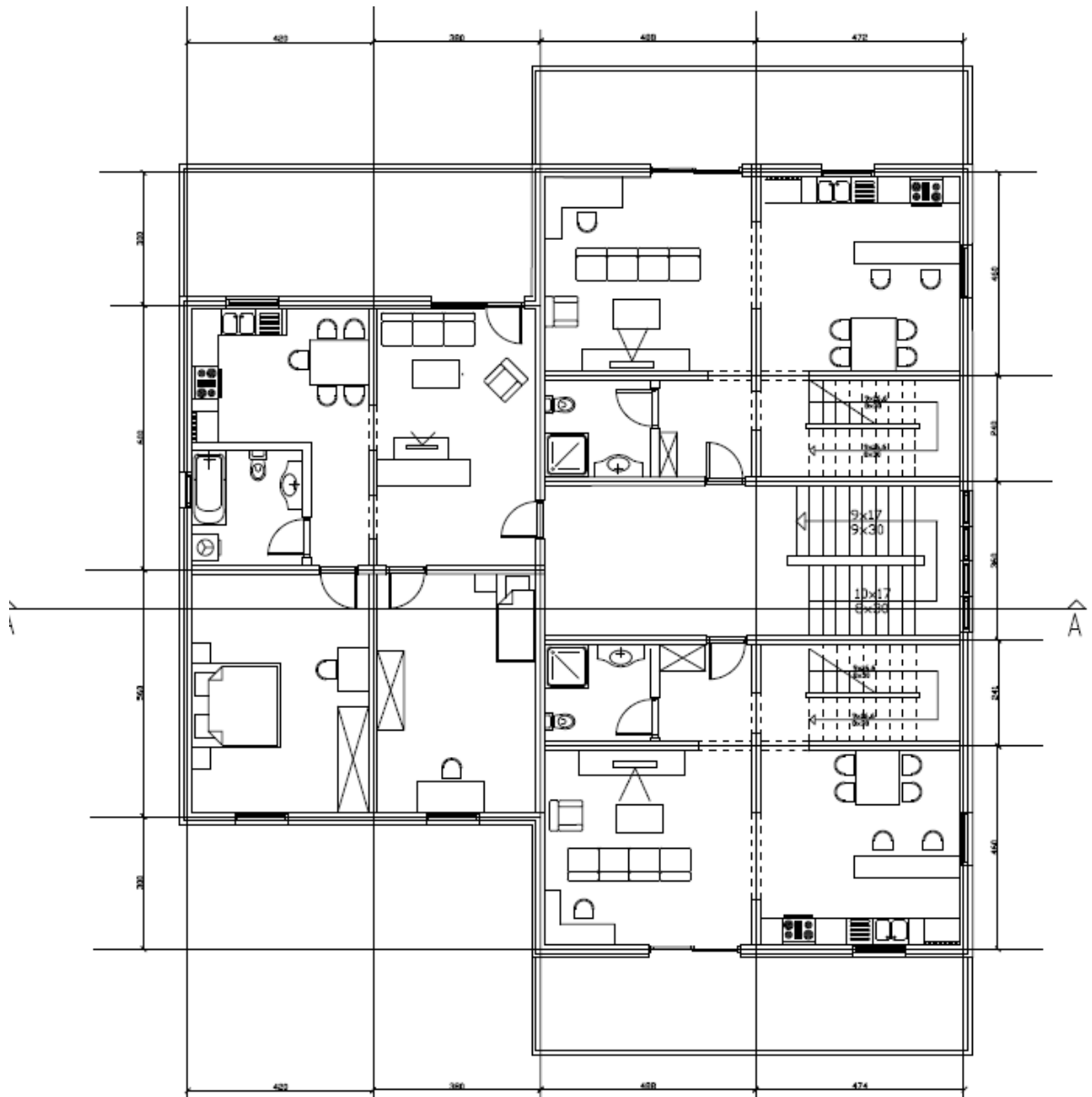
**Tloort prizemlja**



# Tlocrt 1. i 3. etaže



# Tlocrt 2. i 4. etaže



## **Sažetak:**

Tema završnog rada je statički proračun armirano betonske konstrukcije stambeno poslovne zgrade. Zadatom je definiran tlocrt prizemlja i tlocrt sve četiri etaže zgrade, kao i opterećenja koja djeluju na konstrukciju u vertikalnom i horizontalnom smjeru. Svi potrebni proračuni su napravljeni u skladu sa zakonima i pravilima struke.

**Ključne riječi:** beton, armatura, armirani beton, proračun

## **Calculation of reinforced concrete structure of residential and commercial building**

### **Abstract:**

Through this paper design of structure of reinforced concrete building is shown. A static calculation of the reinforced concrete construction of a residential and commercial building was made. Ground floor and floor plans of all four floors of the building, as well as the loads acting on the structure in the vertical and horizontal directions are defined by the task. All shown calculations and reinforcing plans are made in accordance with the code and rules of the profession.

**Keywords:** concrete, reinforcement bar, reinforced concrete, calculation



## SADRŽAJ:

<b>1. TEHNIČKI OPIS.....</b>	<b>1</b>
<b>2. ANALIZA OPTEREĆENJA.....</b>	<b>2</b>
2.1.Pozicija 300 – krovna konstrukcija.....	2
2.1.1. Stalno opterećenje.....	2
2.1.2. Pokretno opterećenje.....	3
2.2. Pozicija 200 – međukatna konstrukcija.....	4
2.2.1. Stalno opterećenje.....	4
2.2.2. Pokretno opterećenje.....	5
2.3.Pozicija 100 – međukatna konstrukcija iznad prizemlja.....	7
2.3.1. Stalno opterećenje.....	7
2.3.2. Pokretno opterećenje.....	8
<b>3. PRORAČUN PLOČA.....</b>	<b>10</b>
3.1. Proračun ploče 300.....	10
3.1.1. Momenti savijanja u ploči 300.....	10
3.1.2. Granično stanje nosivosti.....	13
3.1.3. Dimenzioniranje ploče pozicije 300.....	14
3.2. Proračun ploče 200.....	17
3.2.1. Momenti savijanja u ploči 200.....	17
3.2.2. Granično stanje nosivosti.....	22
3.2.3. Dimenzioniranje ploče pozicije 200.....	23
3.3. Proračun ploče 100	
3.3.1. Momenti savijanja u ploči 100.....	26
3.3.2. Granično stanje nosivosti.....	31
3.3.3. Dimenzioniranje ploče pozicije 100.....	32

<b>4. PRORAČUN GREDA.....</b>	<b>35</b>
4.1. Analiza opterećenja grede POZ 101.....	35
4.1.1. Proračun grede POZ 101.....	36
4.1.2. Dimenzioniranje na Ved.....	38
4.2. Analiza opterećenja grede POZ 102....	41
4.2.1. Proračun grede POZ 102.....	42
4.2.2. Dimenzioniranje na Ved.....	44
<b>5. PRORAČUN ZIDOVA.....</b>	<b>47</b>
5.1. Proračun untrašnjih sila.....	47
5.2. Dimenzioniranje zida.....	49
<b>6. PRORAČUN TEMELJA.....</b>	<b>50</b>
6.1. Karakteristike temelja.....	51
6.2. Kontrola naprezanja na dodirnoj plohi temelj-tlo.....	52
6.3. Dimenzioniranje temelja.....	52
<b>7. LITERATURA.....</b>	<b>53</b>
<b>8. NACRT</b>	

# 1. TEHNIČKI OPIS

Predmetna građevina je stambeno poslovne namjene i nalazi se u Splitu. Sastoji se od prizemlja i četiri etaže, završna ploča četvrte etaže je ujedno i ravni krov zgrade. Prizemlje je podijeljen na dva poslovna prostora i ulazni prostor u stambeni dio zgrade. Ulaz u zgradu je uvučen te se sastoji od vjetrobranskog prostora te hodnika kojim se pristupa vertikalnoj komunikaciji do gornjih etaža.

Poslovni prostori su otvoreni prostori koji su namijenjeni za kafić i trgovinu. Svaki poslovni prostor ima sanitarni čvor, za kupce i radnike. Stan na zapadnoj strani građevine je na svim etažama jednak, sastoji se od dnevnog boravka, kuhinje, blagovaonice, dvije spavaće sobe i kupaonice. Stanovi na sjevernoj i južnoj strani građevine su dvoetažni stanovi, koji se na prvoj etaži sastoje od dnevnog boravka, kuhinje, blagovaonice i WC-a, dok se na drugoj etaži stana nalaze dvije spavaće sobe i kupaonice.

Površina prizemlja je  $P_{\text{prizemlja}} = 253,72 \text{ m}^2$ . Površina svake etaže je  $P_{\text{etaža}} = 262,61 \text{ m}^2$ . Ukupna bruto površina zgrade je  $P_{\text{ukupno}} = 1304,20 \text{ m}^2$ . Tlocrtna dimenzija građevine su  $17,80 \times 22,20 \text{ m}$ . Konstruktivna visina svake etaže je  $3,20 \text{ m}$ , a ukupna visina građevine je  $16,57 \text{ m}$ . Sve međukatne konstrukcije su armiranobetonske ploče debljine  $h = 20 \text{ cm}$ . Nosivi zidovi su armiranobetonski debljine  $d = 20 \text{ cm}$ , a pregradni zidovi nisu uračunati u proračunsku otpornost konstrukcije već su uračunati kao dodatno stalno opterećenje kod ploča od  $1,0 \text{ kN/m}^2$ . Za temelje su odabrane temeljne trake koje se pružaju ispod nosivih zidova, a dopušteno naprezanje u tlu iznosi  $\sigma_{\text{dop}} = 0,40 \text{ MPa}$ .

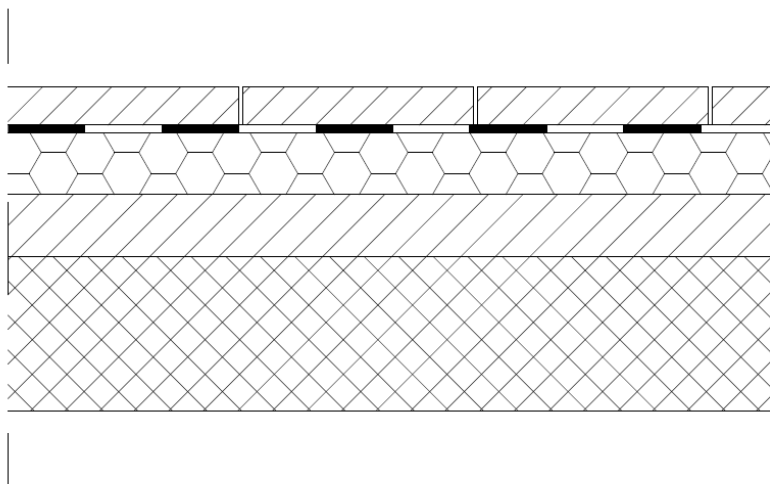
Materijal nosive armiranobetonske konstrukcije je beton klase C30/37, a predviđeno je da za armaturu bude korišten armaturni čelik B 500B. Za armiranje međukatnih konstruktivnih elemenata su predviđene R i Q zavarene mreže, dok su za sve ostale konstruktivne elemente predviđene rebraste šipke.

Konstrukcija je dimenzionirana za granično stanje nosivosti i granično stanje uporabljivosti. Svi proračuni i armaturni planovi su izrađeni u skladu s trenutno važećim propisima i pravilima struke te je pri tome korištena literatura navedena na kraju ovog rada.

## 2. ANALIZA OPTEREĆENJA

### 2.1. Pozicija 300 – krov

#### 2.1.1. Stalno opterećenje



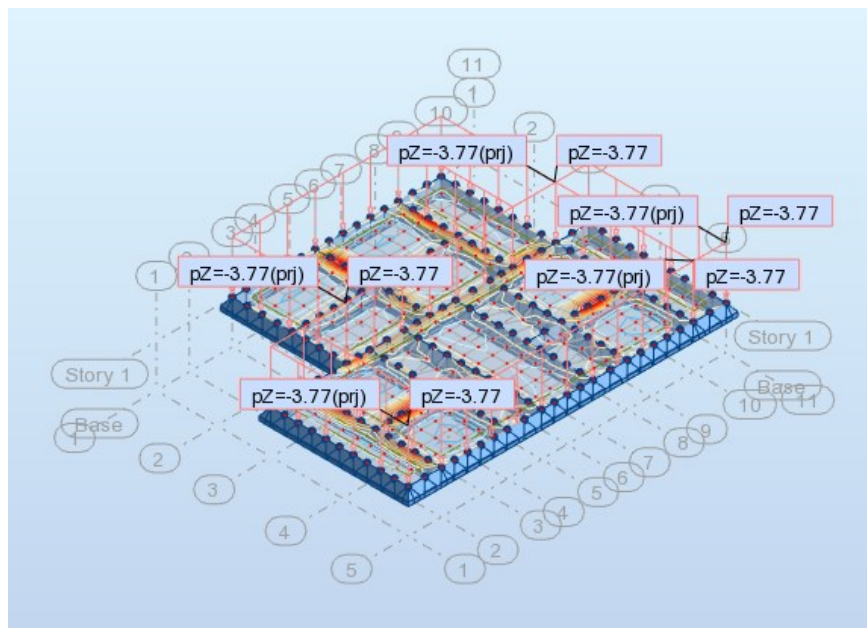
Slika 2.1. Presjek krovne ploče – prikaz slojeva

Tablica 2.1. Slojevi krovne ploče sa debljinama i jediničnim težinama

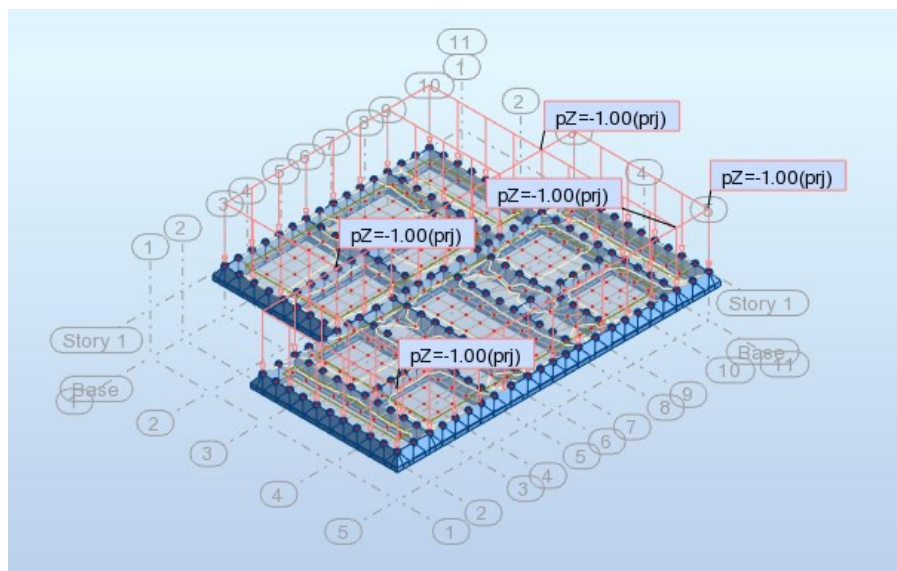
Vrsta	d (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	d · $\gamma$ (kN/m <sup>2</sup> )
Betonske ploče s plastičnim podloščima	0,05	25,00	1,25
Hidroizolacija + parna brana	0,01	20,00	0,20
TI	0,08	5,00	0,40
Beton za pad	0,08	24,00	1,92
AB ploča	0,20	25,00	5,0
UKUPNO $g_{300}$ =			8,77

## 2.1.2. Pokretno opterećenje

$$q_{300} = s + w = 1 \text{ kN/m}^2$$



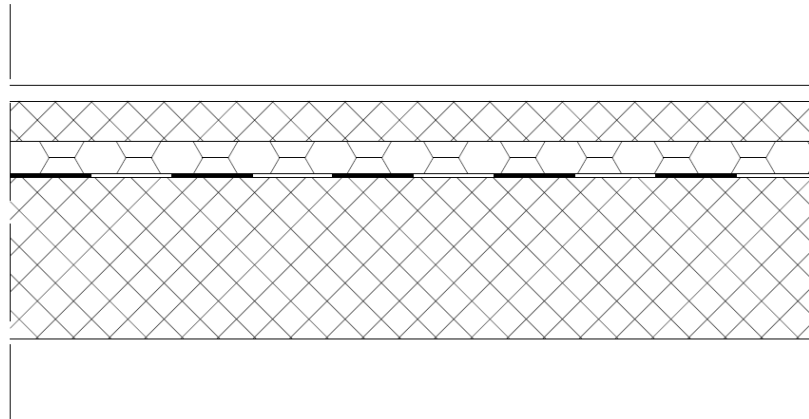
Slika 2.2. Dodatno stalno opterećenje POZ 300



Slika 2.3. Uporabno opterećenje POZ 300

## 2.2. Pozicija 200 – međukatna konstrukcija

### 2.2.1. Stalno opterećenje



Slika 2.4. Presjek međukatne ploče – prikaz slojeva

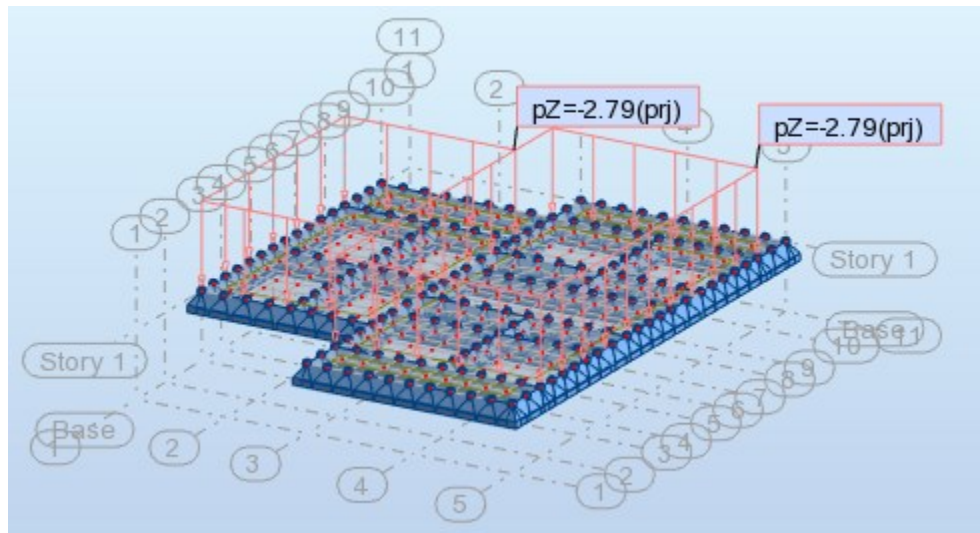
Tablica 2.2. Slojevi međukatne ploče sa debljinama i jediničnim težinama

	d (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	d· $\gamma$ (kN/m <sup>2</sup> )
Pregrade			1,00
Završna obrada poda-parket	0,02	12,00	0,24
AB estrih	0,05	25,00	1,25
Toplinska izolacija	0,04	5,00	0,20
Hidroizolacija	0,005	20,00	0,10
AB ploča	0,20	25,00	5,00
			UKUPNO $g_{100}=7,79$

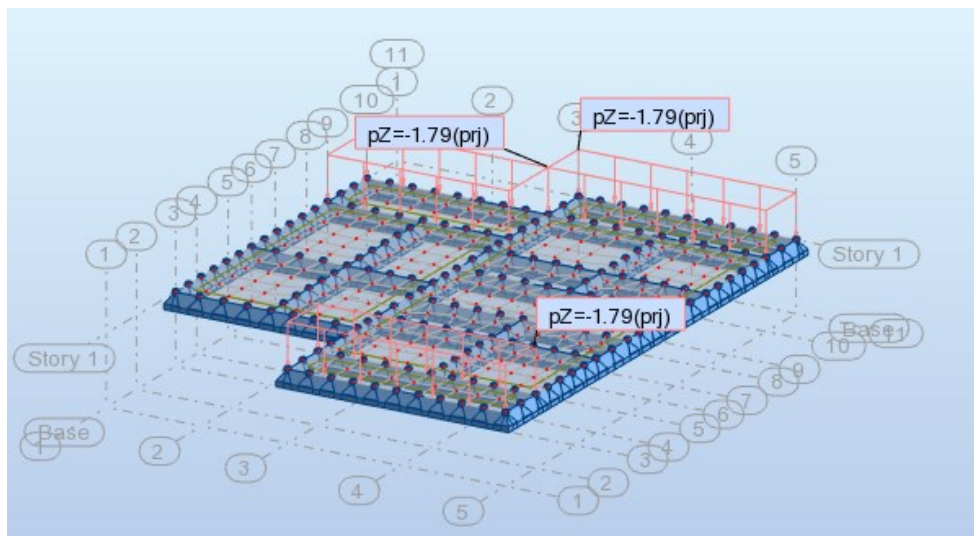
### 2.2.2. Pokretno opterećenje

$$q_{200}(\text{unutra})=3 \text{ kN/m}^2$$

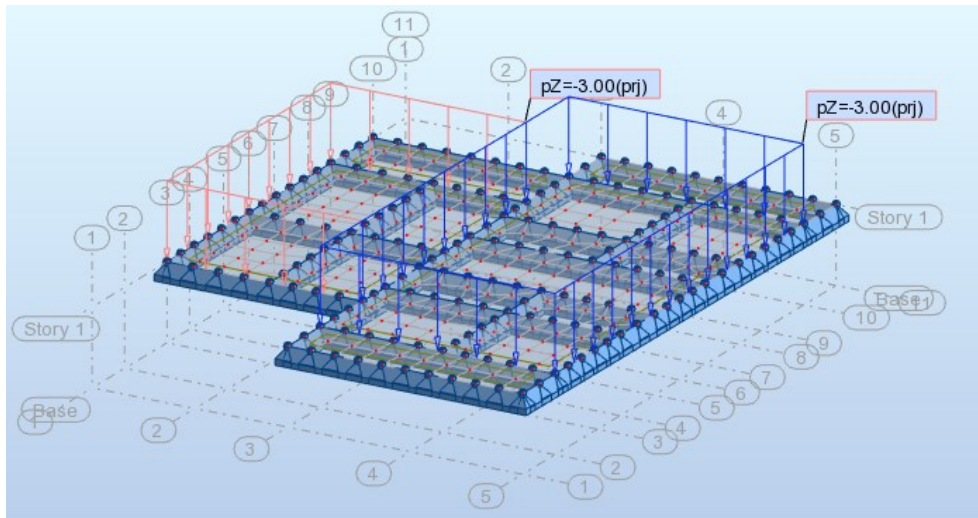
$$q_{200}(\text{balkoni})=4 \text{ kN/m}^2$$



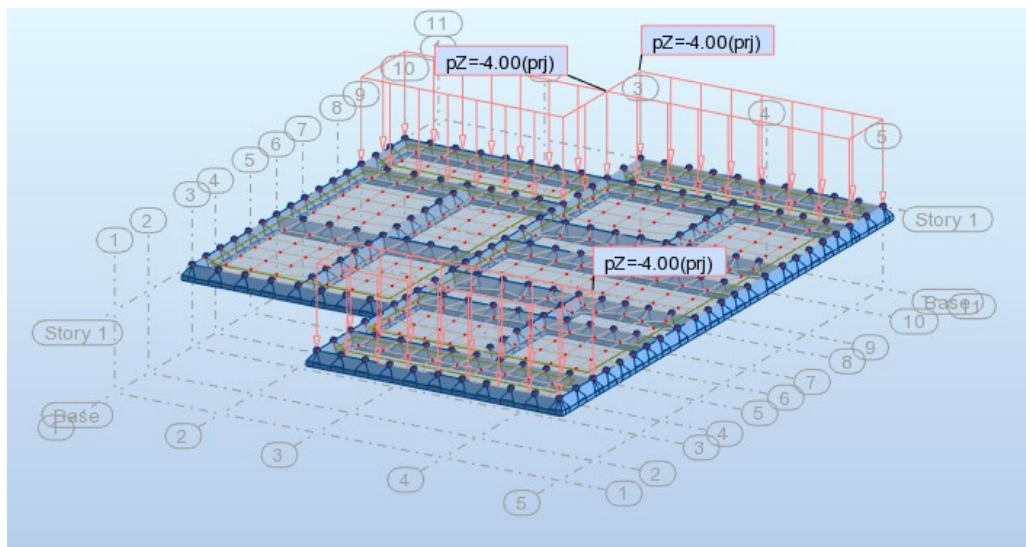
Slika 2.5. Dodatno stalno opterećenje unutra POZ 200



Slika 2.6. Dodatno stalno opterećenje balkona POZ 200



Slika 2.7. Promjenjivo opterećenje unutra POZ 200

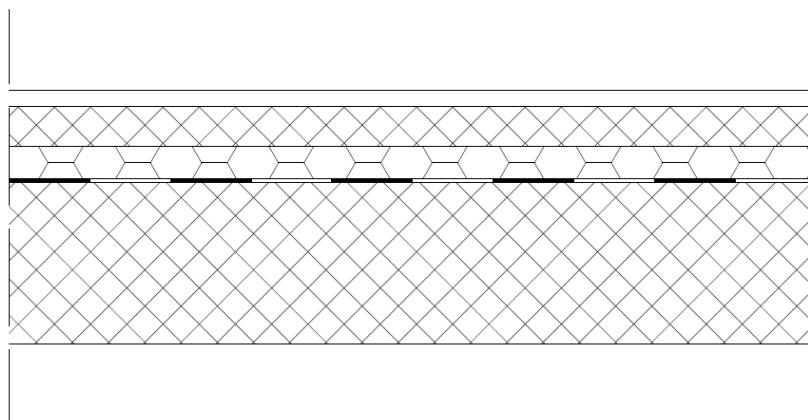


Slika 2.8. Promjenjivo opterećenje balkona POZ 200



## 2.3. Pozicija 100 – međukatna konstrukcija iznad prizemlja

### 2.3.1. Stalno opterećenje



Slika 2.9. Presjek međukatne ploče – prikaz slojeva

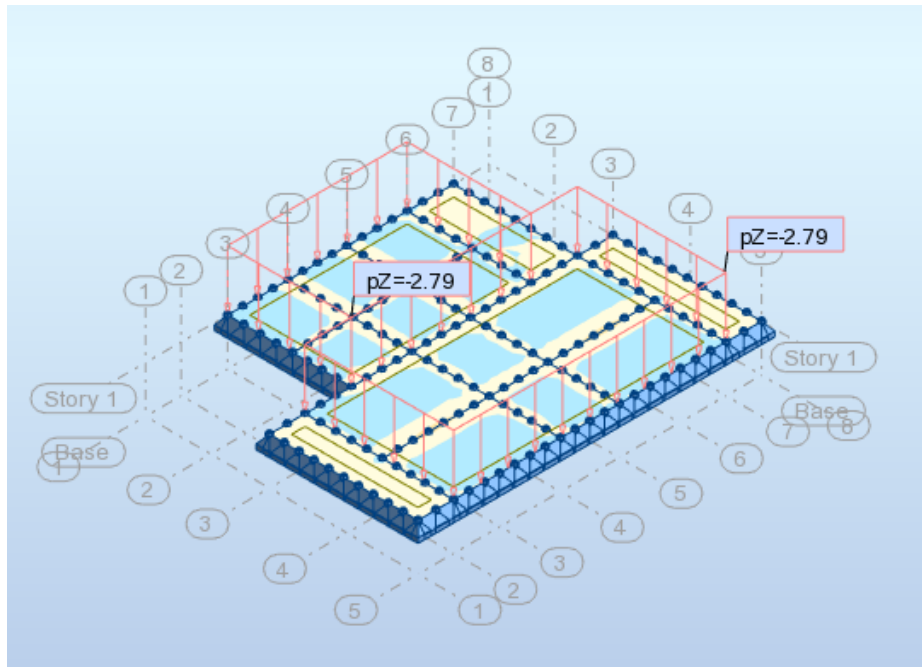
Tablica 2.3. Slojevi međukatne ploče sa debljinama i jediničnim težinama

	d (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	d· $\gamma$ (kN/m <sup>2</sup> )
Pregrade			1,00
Završna obrada poda-parket	0,02	12,00	0,24
AB estrih	0,05	25,00	1,25
Toplinska izolacija	0,04	5,00	0,20
Hidroizolacija	0,005	20,00	0,10
AB ploča	0,20	25,00	5,00
			UKUPNO $g_{100}=7,79$

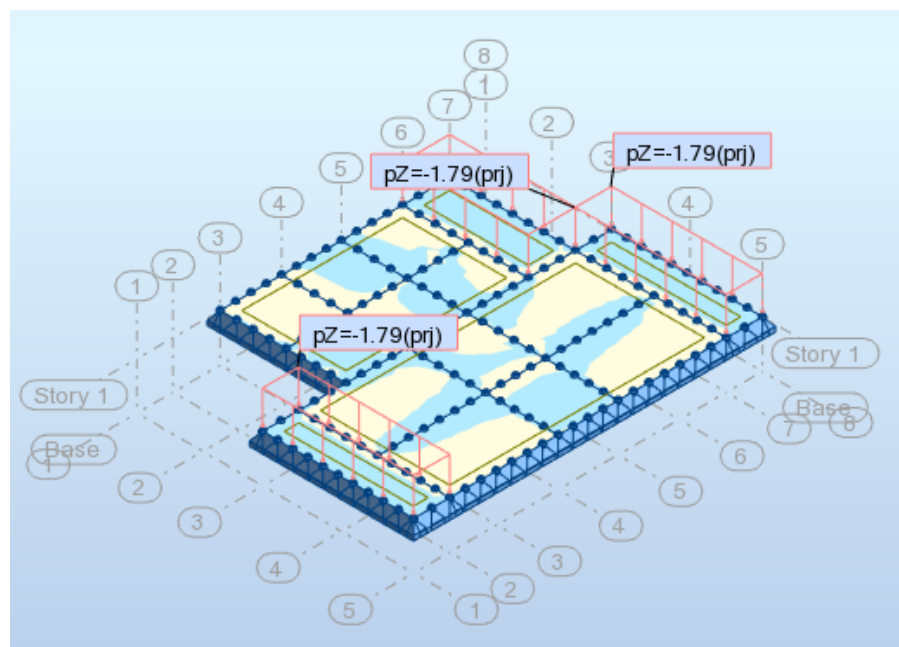
### 2.3.2. Pokretno opterećenje

$$q_{100}(\text{unutra})=3 \text{ kN/m}^2$$

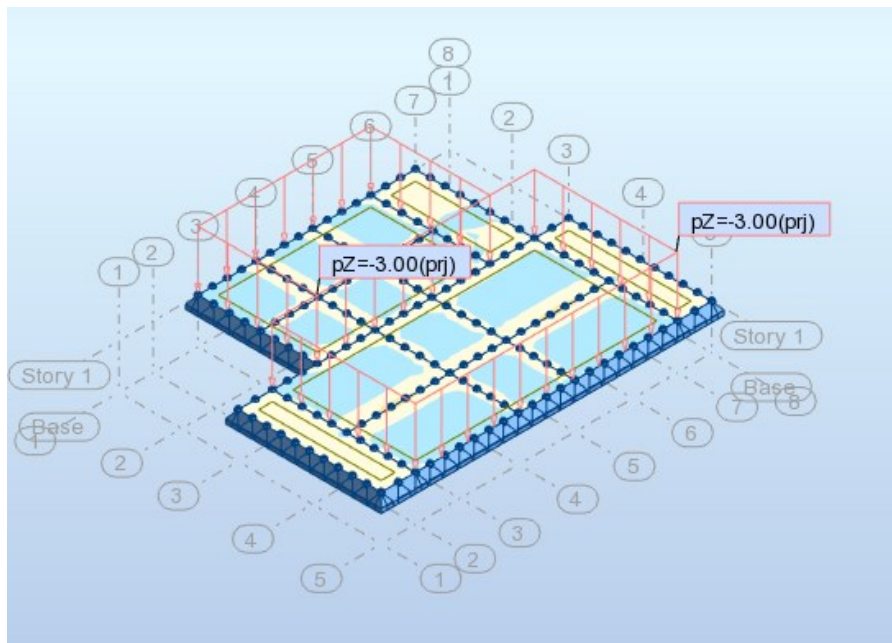
$$q_{100}(\text{balkoni})=4 \text{ kN/m}^2$$



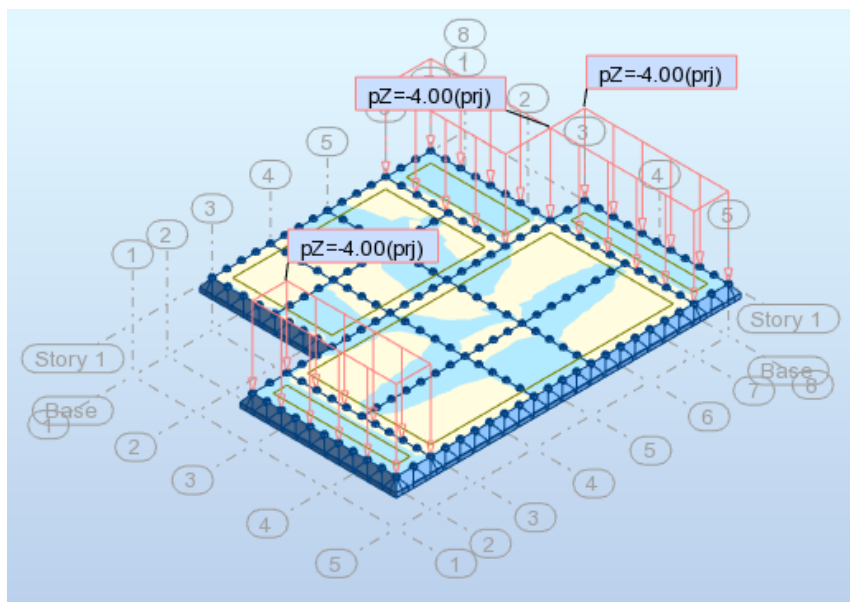
Slika 2.10. Dodatno stalno opterećenje unutra POZ 100



Slika 2.11. Dodatno stalno opterećenje balkona POZ 100

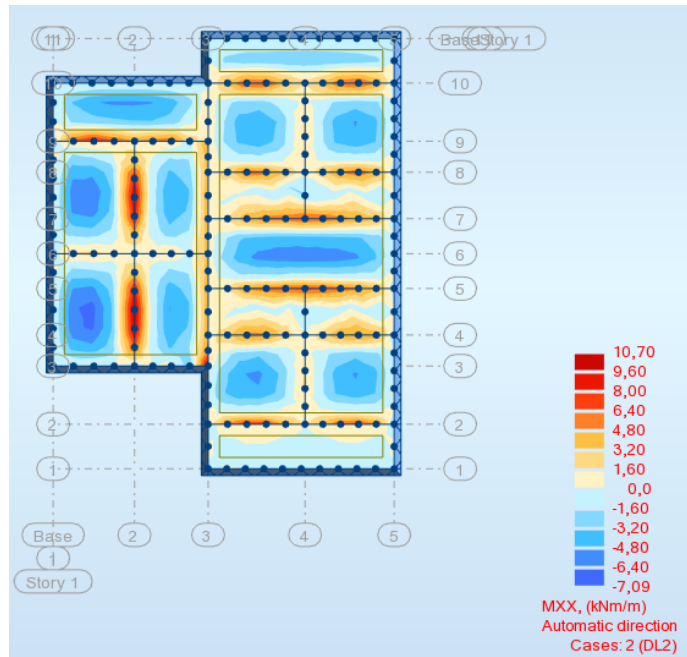


Slika 2.12. Promjenjivo opterećenje unutra POZ 100

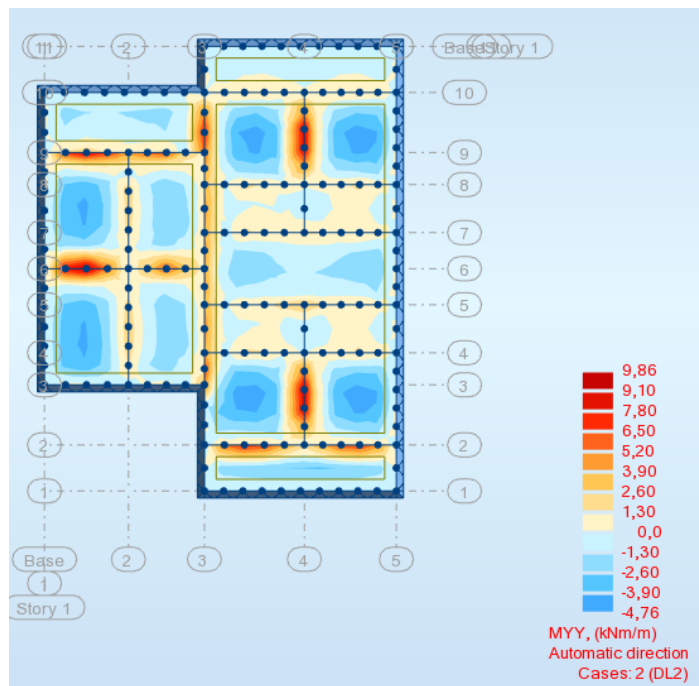


Slika 2.13. Promjenjivo opterećenje balkona POZ 100

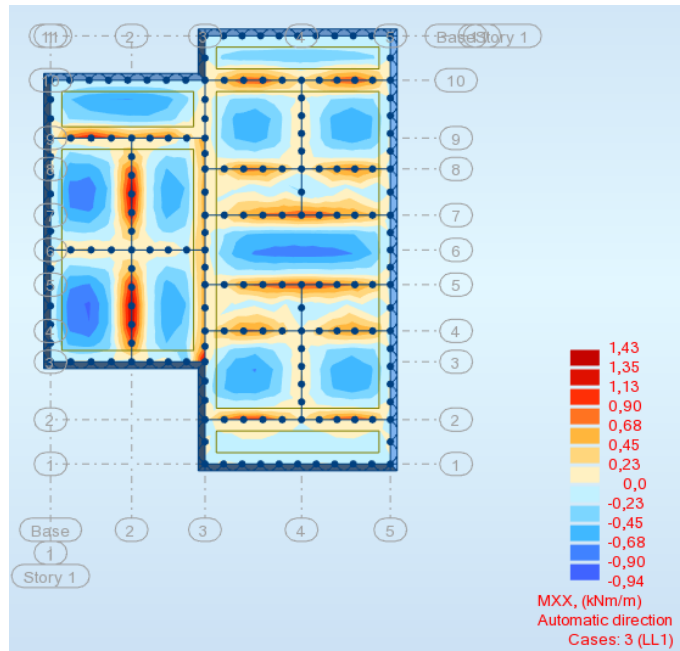




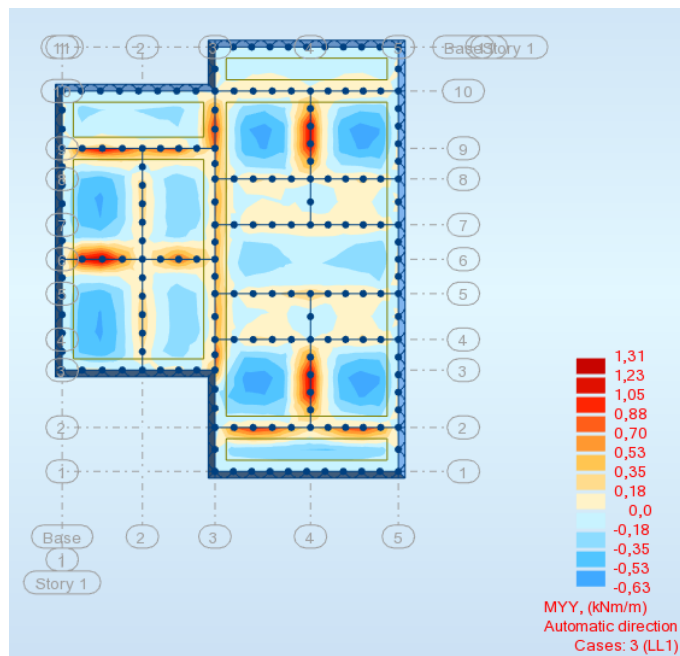
3.3. Momenti savijanja od dodatnog stalnog opterećenja u smjeru X



3.4. Momenti savijanja od dodatnog stalnog opterećenja u smjeru Y



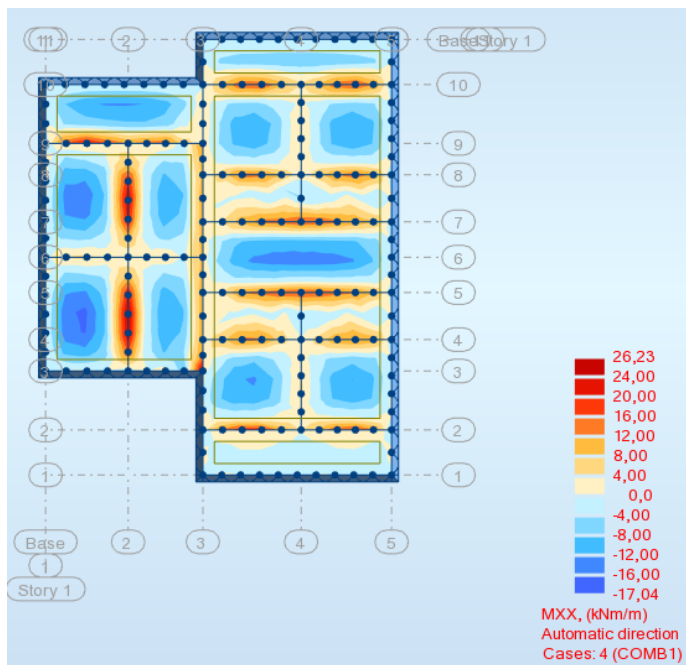
3.5. Momenti savijanja od promjenjivog opterećenja u smjeru X



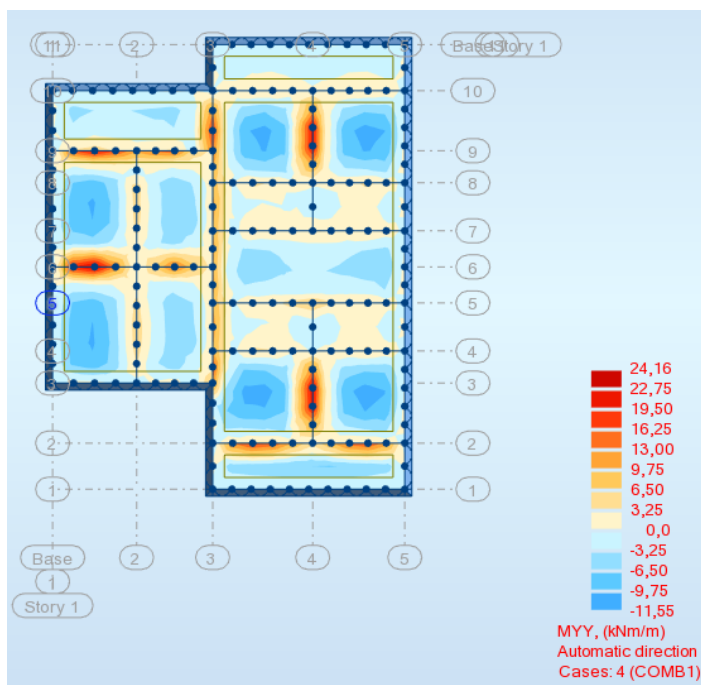
3.6. Momenti savijanja od promjenjivog opterećenja u smjeru Y

### 3.1.2. Granično stanje nosivosti

Mjerodavna kombinacija:  $M_{sd}=1,35 \cdot (M_g+M_{\Delta g})+1,5 \cdot M_q$



### 3.7. Momenti savijanja od mjerodavne kombinacije u smjeru X



### 3.7. Momenti savijanja od mjerodavne kombinacije u smjeru Y

### 3.1.3. Dimenzioniranje ploče pozicije 300

Beton: C 30/37;  $f_{ck}=30.0$  MPa  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30.0}{1.5} = 20.0$  MPa

Armatura: B 500B;  $f_{yk}=500.0$  MPa  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500.0}{1.15} = 434.8$  MPa

Debljina ploče:  $h=20$  cm

Zaštitni sloj:  $c=2,5$  cm

Statička visina ploče:  $d=h-c= 20 - 2,5 =17,50$  cm

#### Minimalna armatura:

$$A_{s,min} = 0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t d \geq 0.0013 \cdot b_t d$$

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

$$d=20 \text{ cm}$$

$$f_{yk}=500 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ct,m}=2,9 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{s,min} = 0.26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 100 \cdot 20 = 3,02 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s,min}=0,0013 \cdot 100 \cdot 20=2,6 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

**Mjerodavna minimalna armatura je  $A_{s,min}= 3,02 \text{ cm}^2/\text{m}'$**



### POZICIJA 300 - POLJE

$$M_{Ed,x}=17,04 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,y}=11,55 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 17,04 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1704}{100 \cdot 17,5^2 \cdot 2.0} = 0,02$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 0,8 \text{ ‰} \quad \xi = 0.074 \quad \zeta = 0.974$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1704}{0.974 \cdot 17,5 \cdot 43.48} = 2,29 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

**ODABRANA ARMATURA: MREŽA Q335 ( $A_{s1}=3,35 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )**

### POZICIJA 300 – LEŽAJ

$$M_{Ed,x}=26,23 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,y}=24,16 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 24,16 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2416}{100 \cdot 17,5^2 \cdot 2.0} = 0,03$$

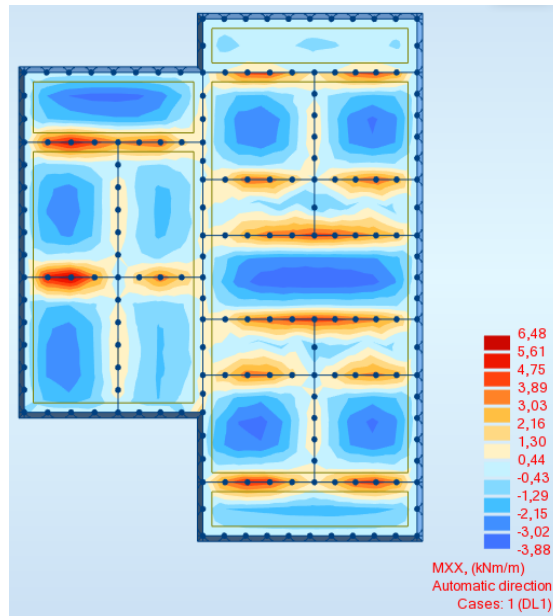
$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1,0 \text{ ‰} \quad \xi = 0.091 \quad \zeta = 0.968$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2416}{0.968 \cdot 17,5 \cdot 43.48} = 3,28 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

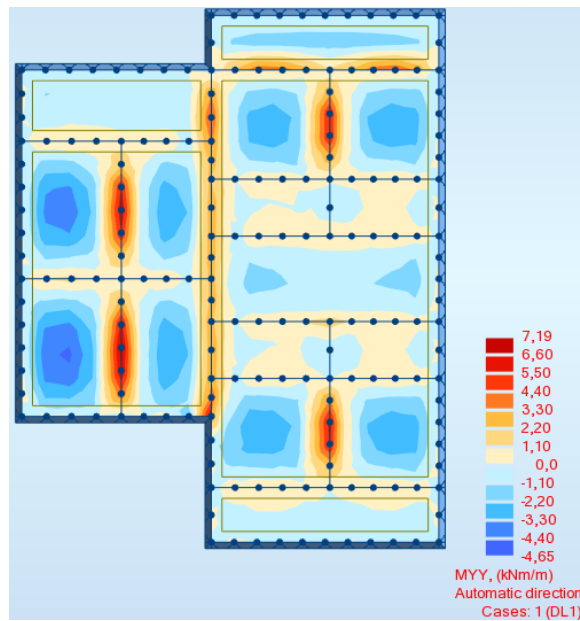
**ODABRANA ARMATURA: MREŽA R335 ( $A_{s1}=3,35 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )**

### 3.2. Proračun ploče 200

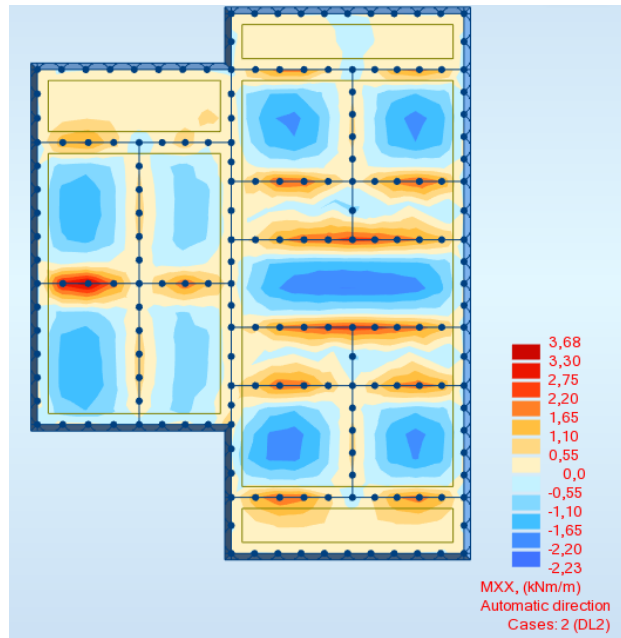
#### 3.2.1. Momenti savijanja u ploči 200



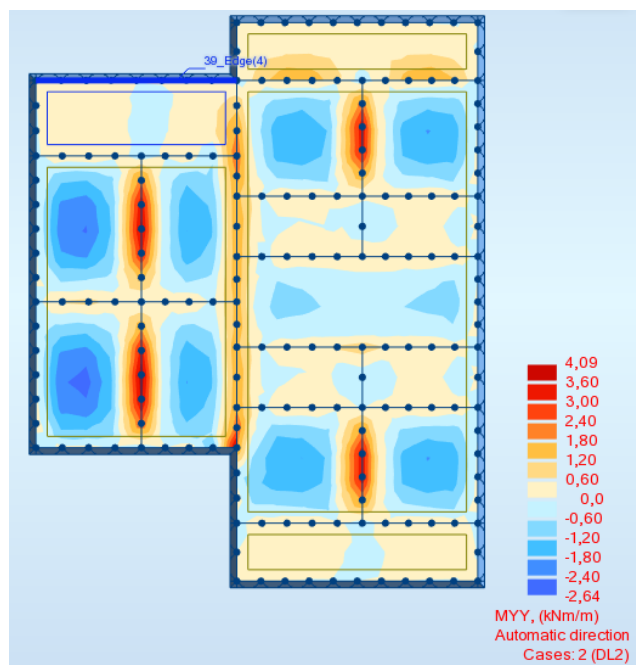
#### 3.8. Momenti savijanja od vlastite težine u smjeru X



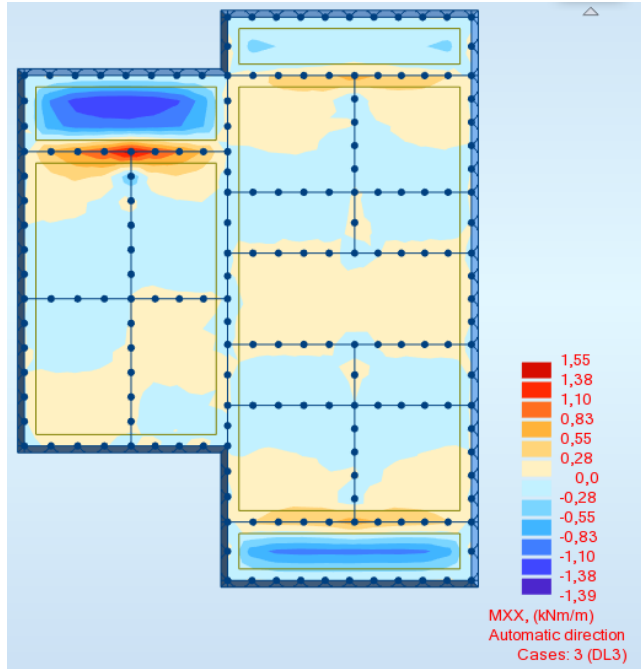
#### 3.9. Momenti savijanja od vlastite težine u smjeru Y



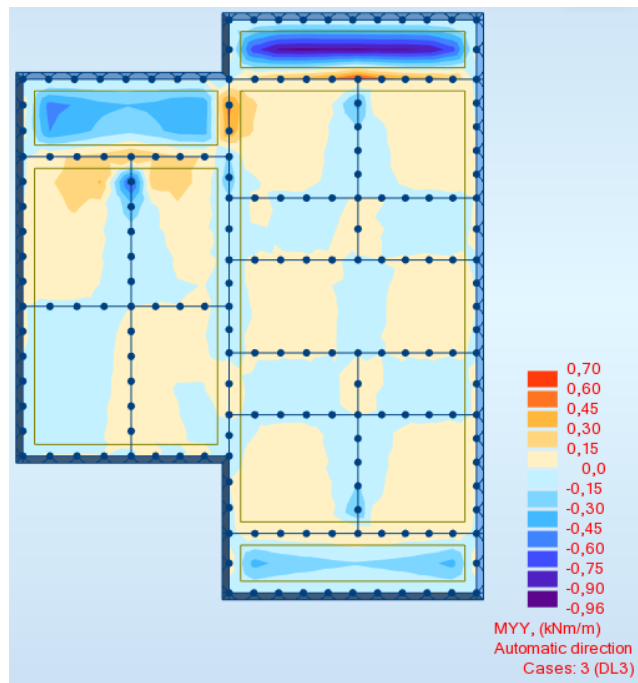
3.10. Momenti savijanja od dodatnog stalnog opterećenja unutra u smjeru X



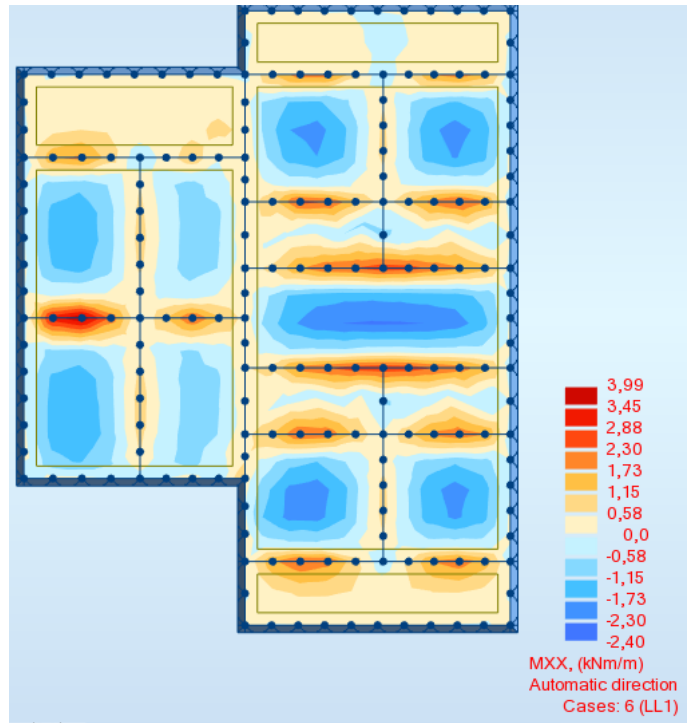
3.11. Momenti savijanja od dodatnog stalnog opterećenja unutra u smjeru Y



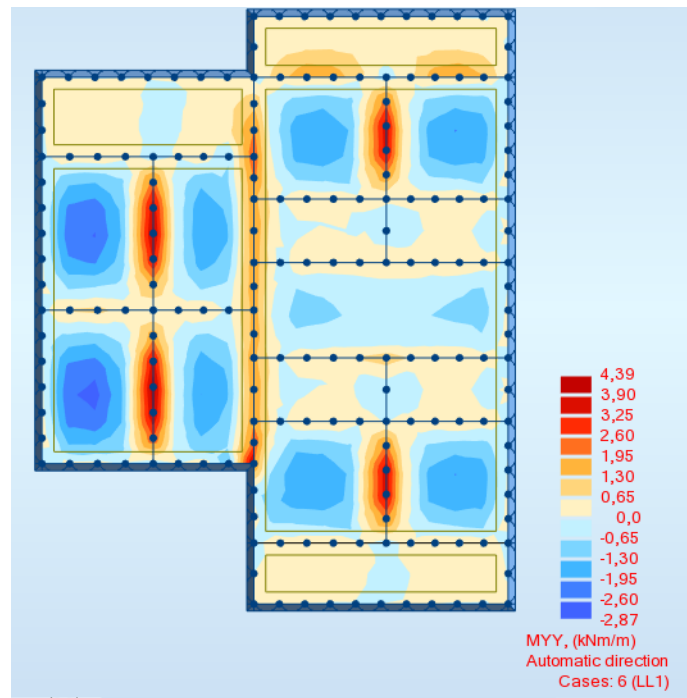
3.12. Momenti savijanja od dodatnog stalnog opterećenja balkona u smjeru X



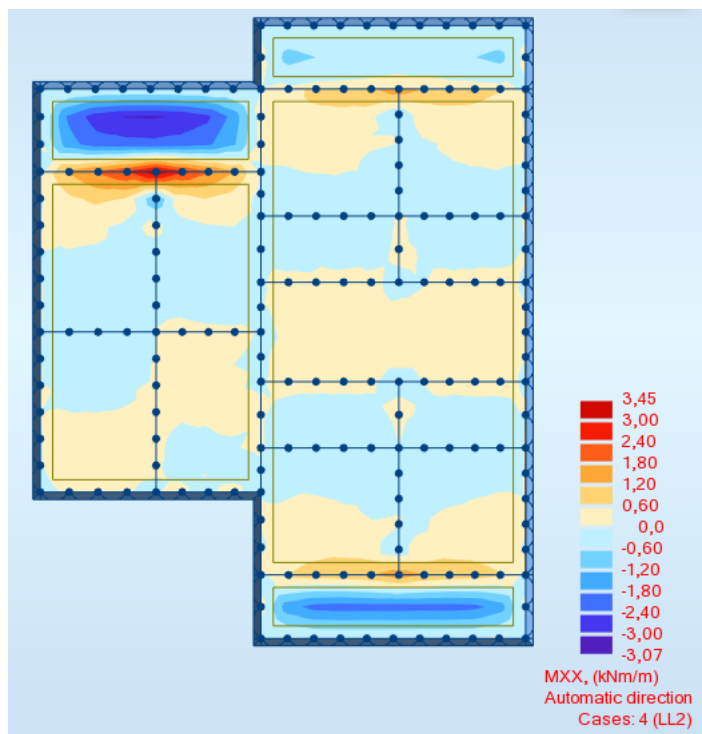
3.13. Momenti savijanja od dodatnog stalnog opterećenja balkona u smjeru Y



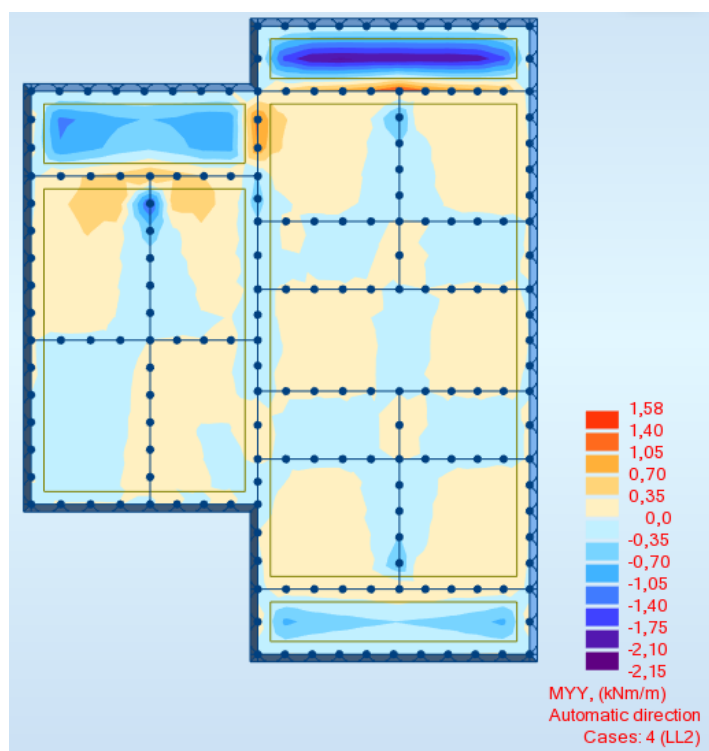
3.14. Momenti savijanja od promjenjivog opterećenja unutra u smjeru X



3.15. Momenti savijanja od promjenjivog opterećenja unutra u smjeru Y



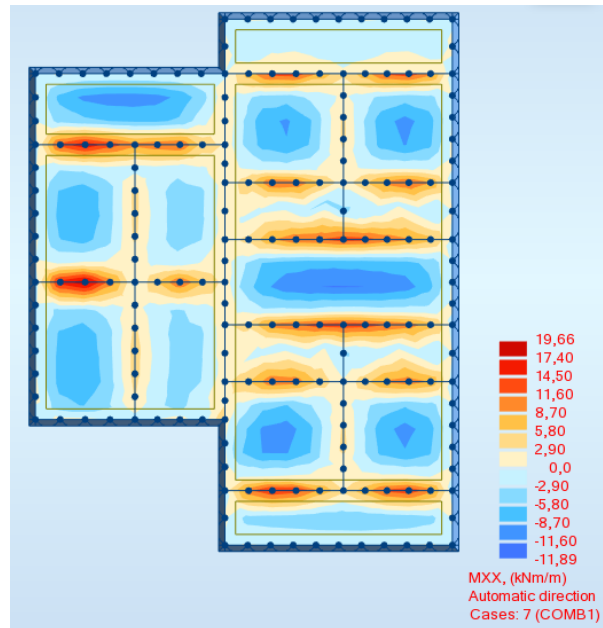
3.16. Momenti savijanja od promjenjivog opterećenja balkona u smjeru X



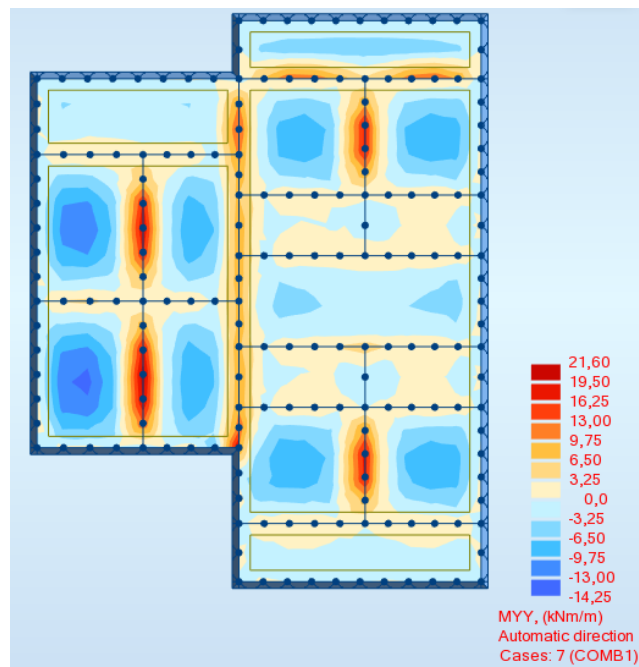
3.17. Momenti savijanja od promjenjivog opterećenja balkona u smjeru Y

### 3.2.2. Granično stanje nosivosti

Mjerodavna kombinacija:  $M_{sd}=1,35 \cdot (M_g+M_{\Delta g})+1,5 \cdot M_q$



3.18. Momenti savijanja od mjerodavne kombinacije u smjeru X



3.19. Momenti savijanja od mjerodavne kombinacije u smjeru Y



### 3.2.3. Dimenzioniranje ploče pozicije 200

Beton: C 30/37;  $f_{ck}=30.0$  MPa  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30.0}{1.5} = 20.0$  MPa

Armatura: B 500B;  $f_{yk}=500.0$  MPa  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500.0}{1.15} = 434.8$  MPa

Debljina ploče:  $h=20$  cm

Zaštitni sloj:  $c=2,5$  cm

Statička visina ploče:  $d=h-c= 20 - 2,5 =17,50$  cm

Minimalna armatura:

$$A_{s,min} = 0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t d \geq 0.0013 \cdot b_t d$$

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

$$d=17,5 \text{ m}$$

$$f_{yk}=500 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ct,m}=2,9 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{s,min} = 0.26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 100 \cdot 17,5 = 2,64 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s,min}=0,0013 \cdot 100 \cdot 17,5=2,28 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

**Mjerodavna minimalna armatura je  $A_{s,min}= 2,64 \text{ cm}^2/\text{m}'$**

## POZICIJA 200 - POLJE

$$M_{Ed,x}=19,66 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,y}=21,60 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 21,60 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2160}{100 \cdot 17,5^2 \cdot 2.0} = 0,04$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1,2 \text{ ‰} \quad \xi = 0.107 \quad \zeta = 0.962$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2160}{0.962 \cdot 17,5 \cdot 43.48} = 2,95 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

**ODABRANA ARMATURA: MREŽA Q335( $A_{s1}=3,35 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )**

## PLOČA 200 - LEŽAJ

$$M_{Ed,x}=26,23 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,y}=24,16 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 24,16 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2416}{100 \cdot 17,5^2 \cdot 2.0} = 0,039$$

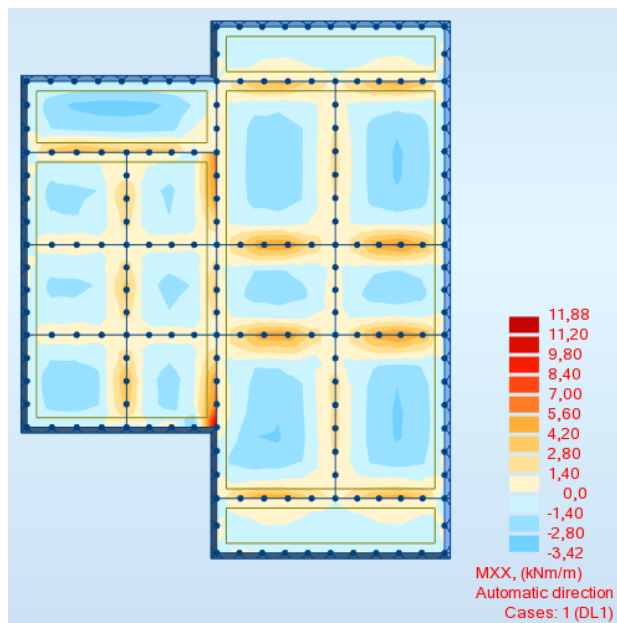
$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1,2 \text{ ‰} \quad \xi = 0.107 \quad \zeta = 0.962$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2416}{0.962 \cdot 17,5 \cdot 43.48} = 3,30 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

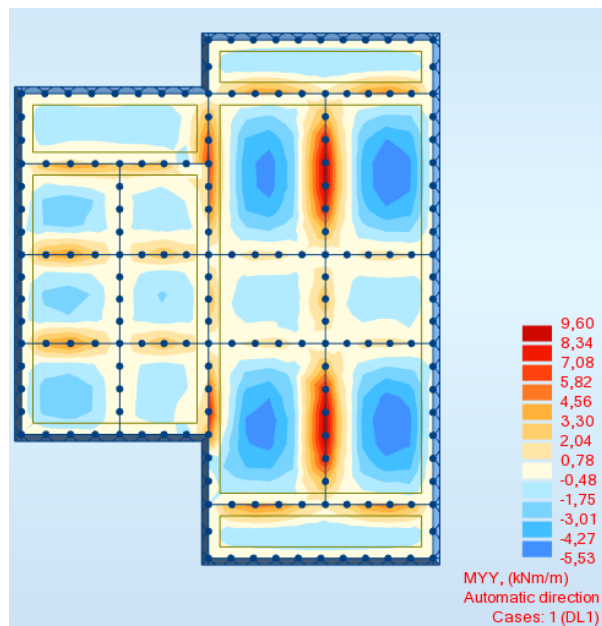
**ODABRANA ARMATURA: MREŽA R335 ( $A_{s1}=3,35 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )**

### 3.3. Proračun ploče 100

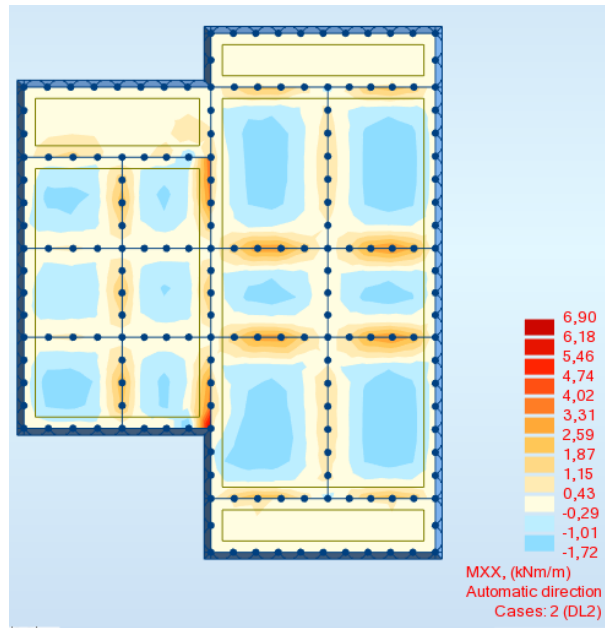
#### 3.3.1. Momenti savijanja u ploči 100



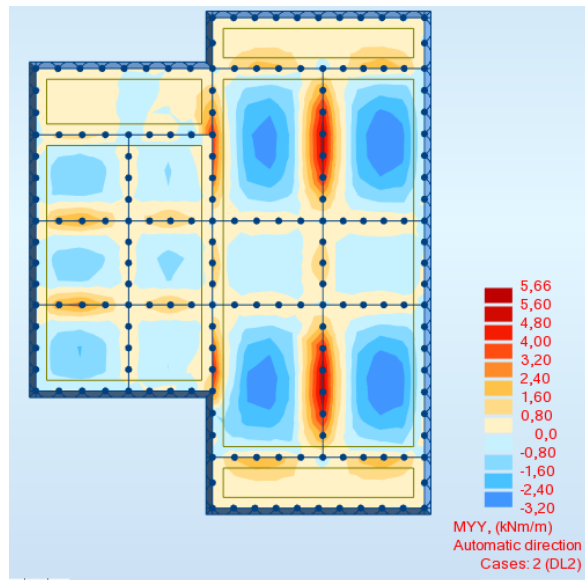
3.20. Momenti savijanja od vlastite težine u smjeru X



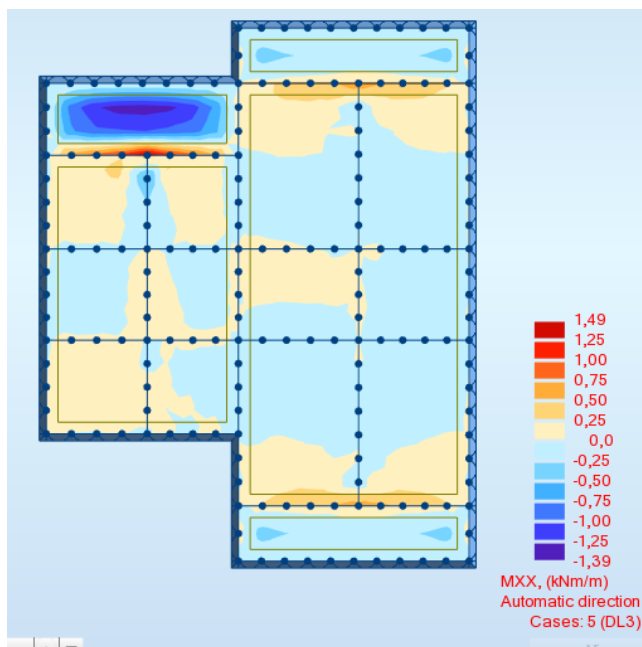
3.21. Momenti savijanja od vlastite težine u smjeru Y



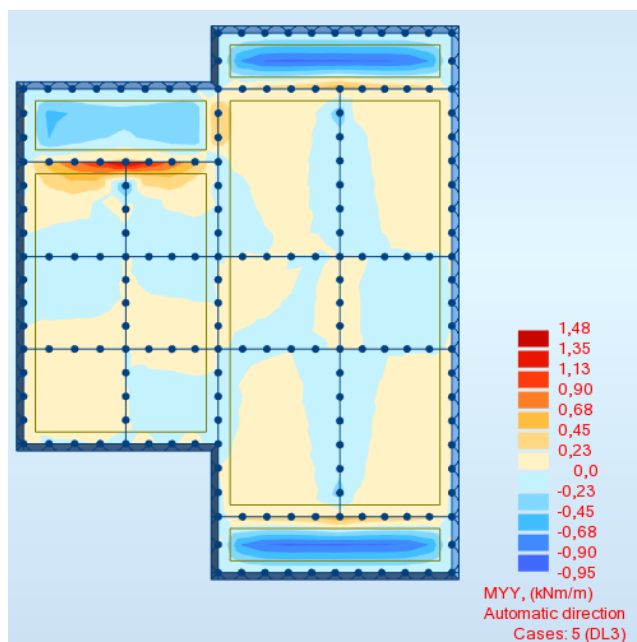
3.21. Momenti savijanja od dodatnog stalnog opterećenja unutra u smjeru X



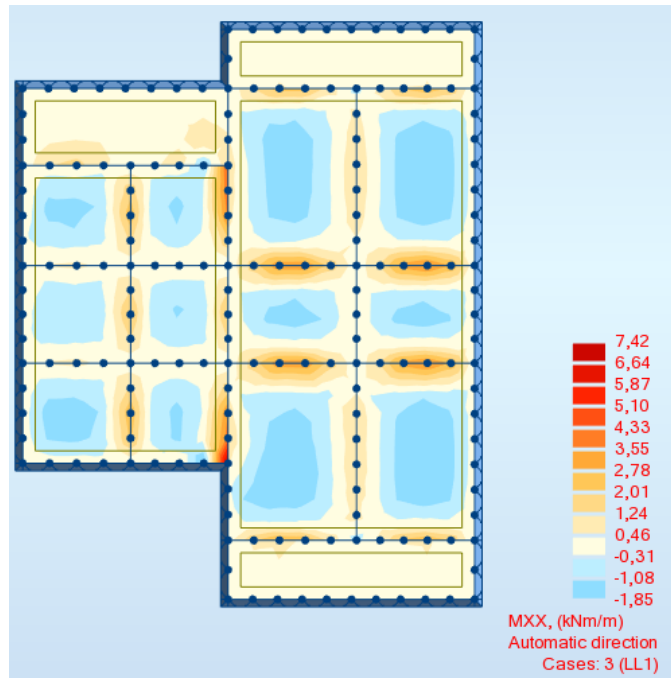
3.22. Momenti savijanja od dodatnog stalnog opterećenja unutra u smjeru Y



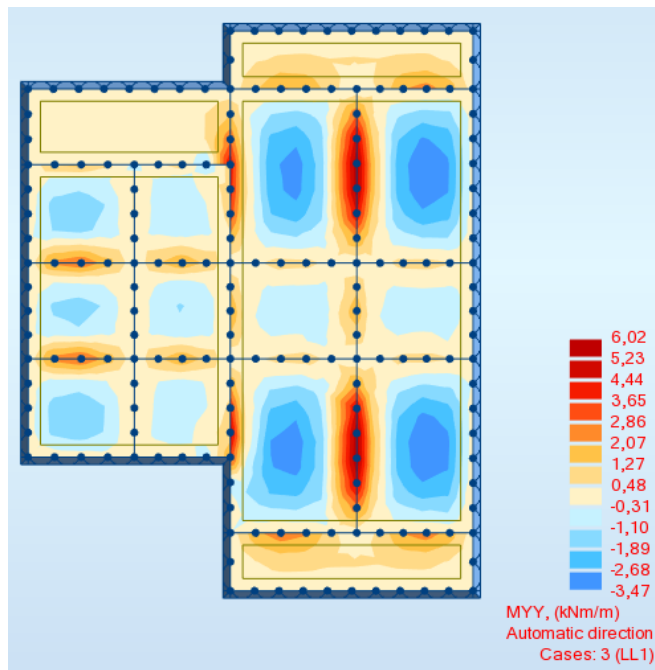
3.23. Momenti savijanja od dodatnog stalnog opterećenja balkona u smjeru X



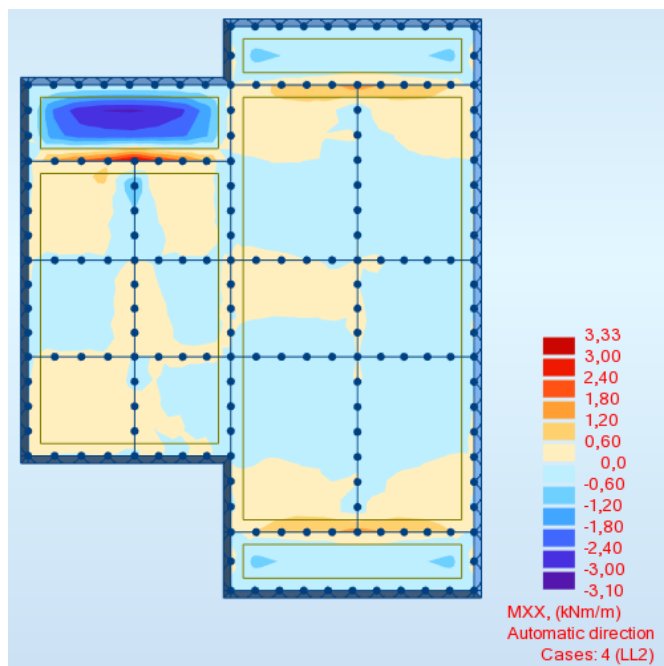
3.24. Momenti savijanja od dodatnog stalnog opterećenja balkona u smjeru Y



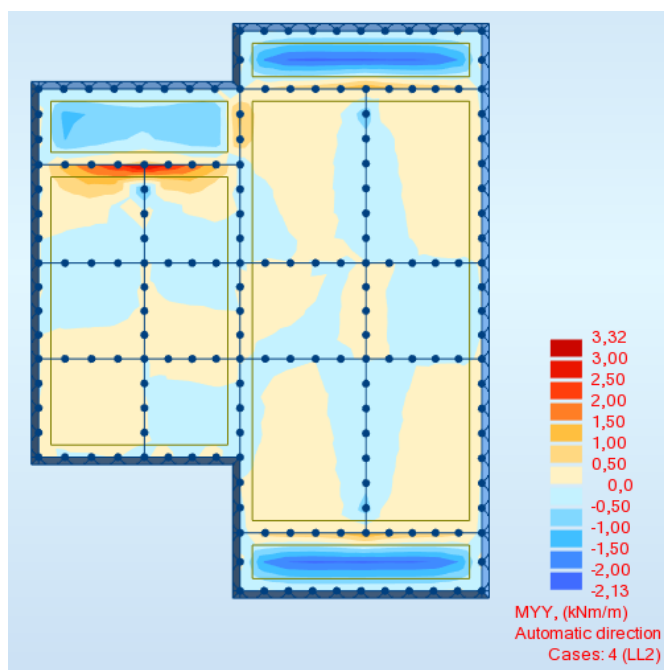
3.25. Momenti savijanja od promjenjivog opterećenja unutra u smjeru X



3.26. Momenti savijanja od promjenjivog opterećenja unutra u smjeru Y



3.27. Momenti savijanja od promjenjivog opterećenja balkona u smjeru X

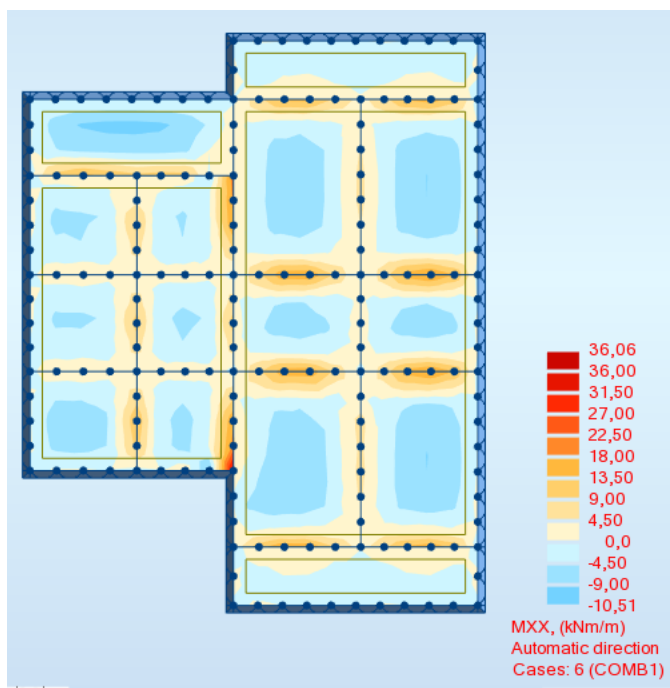


3.28. Momenti savijanja od promjenjivog opterećenja balkona u smjeru Y

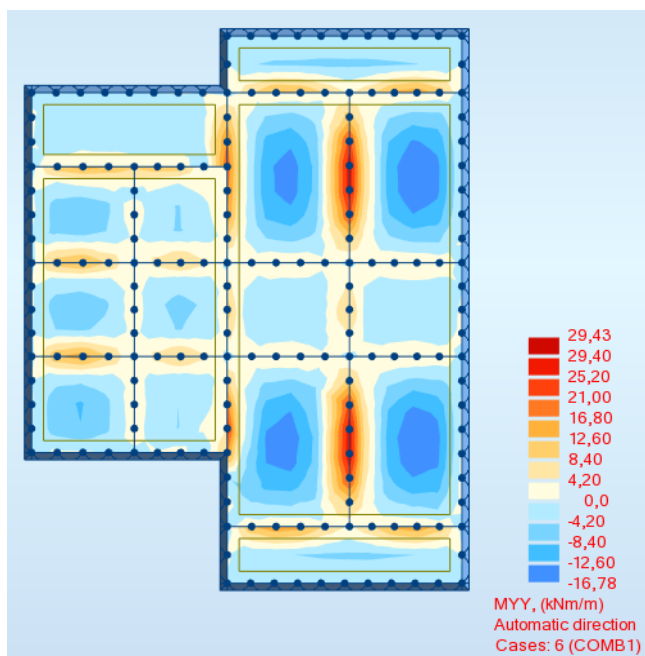


### 3.3.2. Granično stanje nosivosti

Mjerodavna kombinacija:  $M_{sd}=1,35 \cdot (M_g+M_{\Delta g})+1,5 \cdot M_q$



3.29. Momenti savijanja od mjerodavne kombinacije u smjeru X



3.30. Momenti savijanja od mjerodavne kombinacije u smjeru Y

### 3.3.3. Dimenzioniranje ploče pozicije 100

Beton: C 30/37;  $f_{ck}=30.0$  MPa  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30.0}{1.5} = 20.0$  MPa

Armatura: B 500B;  $f_{yk}=500.0$  MPa  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500.0}{1.15} = 434.8$  MPa

Debljina ploče:  $h=20$  cm

Zaštitni sloj:  $c=2,5$  cm

Statička visina ploče:  $d=h-c= 20 - 2,5 =17,50$  cm

Minimalna armatura:

$$A_{s,min} = 0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t d \geq 0.0013 \cdot b_t d$$

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

$$d=17,5 \text{ m}$$

$$f_{yk}=500 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ct,m}=2,9 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{s,min} = 0.26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 100 \cdot 17,5 = 2,64 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s,min}=0,0013 \cdot 100 \cdot 17,5=2,28 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

**Mjerodavna minimalna armatura je  $A_{s,min}= 2,64 \text{ cm}^2/\text{m}'$**

## POZICIJA 100 - POLJE

$$M_{Ed,x}=10,51 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,y}= 16,78 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 16,78\text{kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1678}{100 \cdot 17,5^2 \cdot 2.0} = 0,027$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1,0 \text{ ‰} \quad \xi = 0.091 \quad \zeta = 0.968$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1678}{0,968 \cdot 17,5 \cdot 43.48} = 2,28\text{cm}^2/\text{m}'$$

**ODABRANA ARMATURA: MREŽA Q335 ( $A_{s1}=3,35 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )**

## PLOČA 100 - LEŽAJ

$$M_{Ed,x} = 36,06 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,y} = 29,43 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 36,06 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3606}{100 \cdot 17,5^2 \cdot 2.0} = 0,059$$

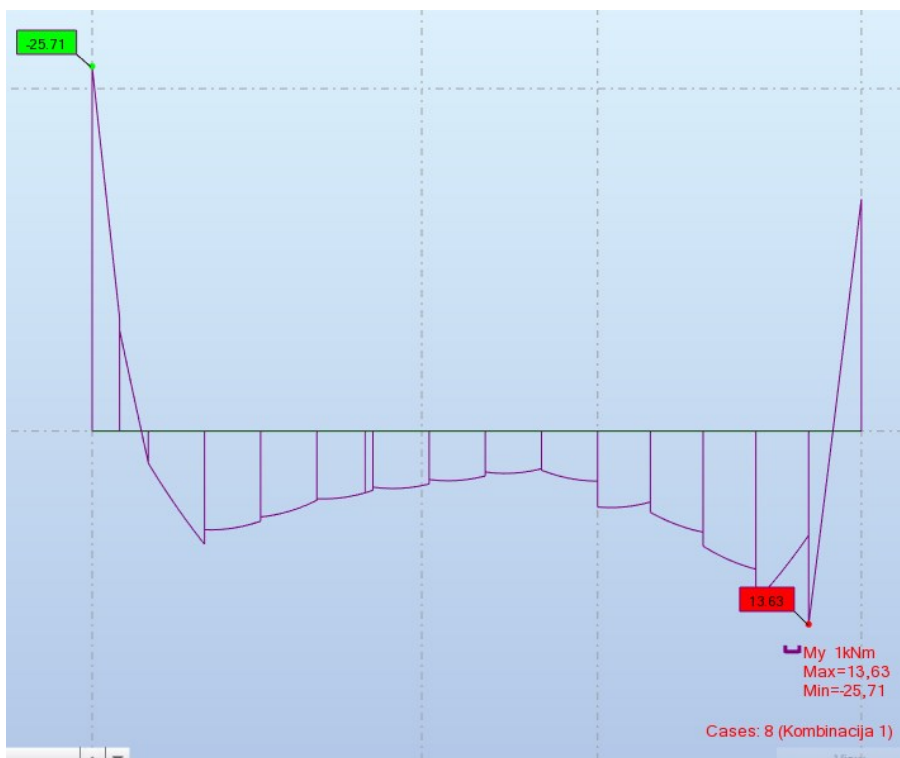
$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1,5 \text{ ‰} \quad \xi = 0.130 \quad \zeta = 0.953$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3606}{0.953 \cdot 17,5 \cdot 43.48} = 4,97 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

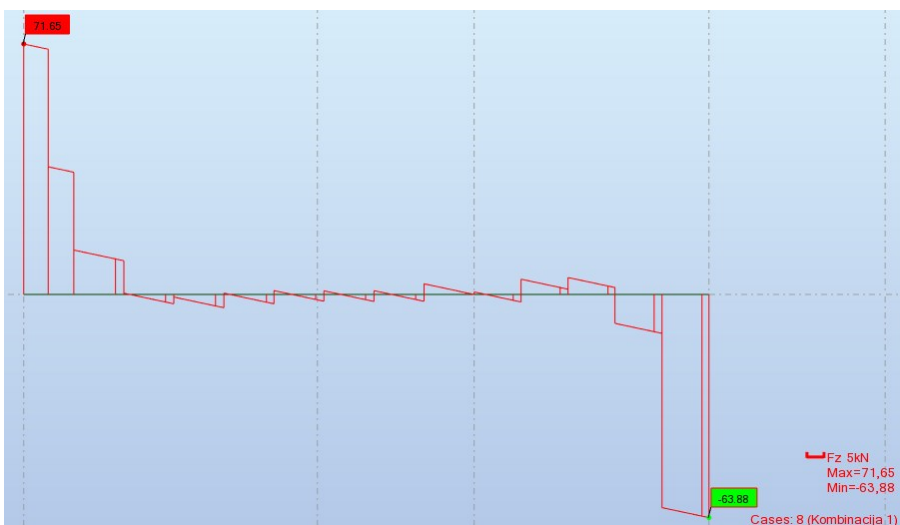
**ODABRANA ARMATURA: MREŽA R503 ( $A_{st}=5,03 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )**

## 4. PRORAČUN GREDA

### 4.1. Analiza opterećenja pozicije 101



Slika 4.1. Moment savijanja grede POZ 101



Slika 4.2. Poprečna sila grede POZ 101

#### 4.1.1 Proračun grede POZ 101

$$\text{Beton: C 30/37; } f_{ck}=30.0 \text{ MPa} \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30.0}{1.5} = 20.0 \text{ MPa}$$

$$\text{Armatura: B 500B; } f_{yk}=500.0 \text{ MPa} \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500.0}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}$$

$$h=60 \text{ cm}$$

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

$$d_1=3 \text{ cm}$$

$$d=h - d_1 = 60 - 3 = 57 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff}} = b + 0,85 \cdot L / 5 = 0,3 + 0,85 \cdot 6,9/5 = 1,47 \text{ m} = 147 \text{ cm}$$

#### 4.2.1. Proračun na moment savijanja

##### **POLJE:**

$$M_{Ed} = 13,63 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{\text{eff}} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1363}{147 \cdot 57^2 \cdot 2.0} = 0.00014$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0\text{‰} \quad \varepsilon_{c2} = 0,1\text{‰} \quad \xi = 0.010 \quad \zeta = 0.997$$

$$x = \xi \cdot d = 0.010 \cdot 57 = 0,57 \text{ cm} < h_{pl}$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1363}{0.997 \cdot 57 \cdot 43.48} = 0,55 \text{ cm}^2$$

**Odabrano 6Ø8 (As=3,02 cm<sup>2</sup>)**

**LEŽAJ:**

$$M_{Ed} = 25,71 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2571}{30 \cdot 57^2 \cdot 2.0} = 0.014$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0\text{‰} \quad \varepsilon_{c2} = 0,7\text{‰} \quad \xi = 0.065 \quad \zeta = 0.977$$

$$x = \xi \cdot d = 0,065 \cdot 57 = 3,71 \text{ m} < h_{pl}$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2571}{0.977 \cdot 57 \cdot 43.48} = 1,13 \text{ cm}^2$$

**Odabrano 6Ø8 (As=3,02 cm<sup>2</sup>)**

#### 4.1.2. Dimenzioniranje na $V_{ed}$

$$V_{Ed,max} = V_{Ed} = 71,65 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = 0.5 \cdot \nu \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$$

$$\nu = 0.6 \left[ 1.0 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0.6 \left[ 1.0 - \frac{30}{250} \right] = 0.528$$

$$V_{Rd,max} = 0.5 \cdot 0.528 \cdot 300 \cdot 570 \cdot 20.0 = 902880 \text{ N} = 902,88 \text{ kN} > V_{Ed,max} = V_{Ed}$$

$$V_{Ed,max} / V_{Rd,max} = 71,65 / 902,88 \approx 0.079 \Rightarrow V_{Ed} = 0.079 V_{Rd,max}$$

$$s_{max} = \min \{ 0.75 \cdot d; 30.0 \text{ cm} \} =$$

$$\min \{ 0.75 \cdot 57 = 42,75; 30.0 \} \Rightarrow s_{max} = 30 \text{ cm}$$

$$\rho_{min} = 0.0011$$

Potrebna računaska poprečna armatura

$$A_{sw,min} = \frac{\rho_{min} \cdot s_w \cdot b_w}{m} = \frac{0.0011 \cdot 30 \cdot 30}{2} = 0.24 \text{ cm}^2$$

**Odabrane minimalne spone: Ø6/30 ( $A_{sw}=0.28 \text{ cm}^2$ )**

$$f_{ywd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}; \quad B 500B \Rightarrow f_{ywd} = \frac{500}{1.15} = 434.8 \text{ MPa} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$$

$$V_{Rd} = V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot \text{ctg } \theta$$

$$V_{Rd,s} = \frac{0.38}{30} \cdot (0.9 \cdot 57) \cdot 43.48 \cdot 2 = 56,51 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} > V_{Rd}$$

Na mjestu maksimalne poprečne sile:

$$s_w \leq \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{V_{Ed}} = \frac{2 \cdot 0,38 \cdot 43.5 \cdot (0.9 \cdot 57)}{71,65} = 23,67 \text{ cm}$$

**Postaviti spone Ø6/30 ( $A_{sw}=0.28 \text{ cm}^2$ )**

Prognozna širina pukotine:

$$W_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$$

Vrijednost  $\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$  određuje se prema izrazu:



$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

$$x = \frac{\alpha_{el} \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_{el} \cdot A_{s1}}} \right) = \frac{6.25 \cdot 3.02}{30} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 30 \cdot 57}{6.25 \cdot 3.02}} \right) = 7.86 \text{ cm}$$

$$\sigma_s = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_s} \approx \frac{M_{Ed}}{\left( d - \frac{x}{3} \right) \cdot A_s} = \frac{1363}{\left( 57 - \frac{7.86}{3} \right) \cdot 0.28} = 89.515 \frac{kN}{cm^2} = 895.15 \text{ MPa}$$

Za C 30/37  $\Rightarrow f_{ct,eff} = 2.9 \text{ MPa}$

$A_{s1} = 6\emptyset 8$  ( $A_s = 3.02 \text{ cm}^2$ )

$E_{cm} = 33.0 \text{ GPa} = 33000.0 \text{ MPa}$  - modul elastičnosti betona

$E_s = 200.0 \text{ GPa} = 200000.0 \text{ MPa}$  - modul elastičnosti armature

$k_t = 0.4$  - Dugotrajno opterećenje

$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200}{33} = 6.06$  - Odnos modula elastičnosti

Djelotvorni koeficijent armiranja glavnim vlačnom armaturom:

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}} = \frac{3.02}{30 \cdot (2.5 \cdot 5)} = 0.008053$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{895.15 - 0.4 \frac{2.9}{0.008053} (1 + 6.06 \cdot 0.008053)}{200000.00} \geq 0.6 \cdot \frac{428.43}{200000.00}$$

$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0.000372037 > 0.00268545$

Srednji razmak pukotina:

$$s_{r,\max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi}{\rho_{p,\text{eff}}} \quad [\text{mm}]$$

$$\phi = 22 \text{ mm}$$

$c = 30 \text{ mm}$  - Zaštitni sloj uzdužne armature

$k_1 = 0.8$  - Rebrasta armatura

$k_2 = 0.5$  - Savijanje

$$k_3 = 3.4$$

$$k_4 = 0.425$$

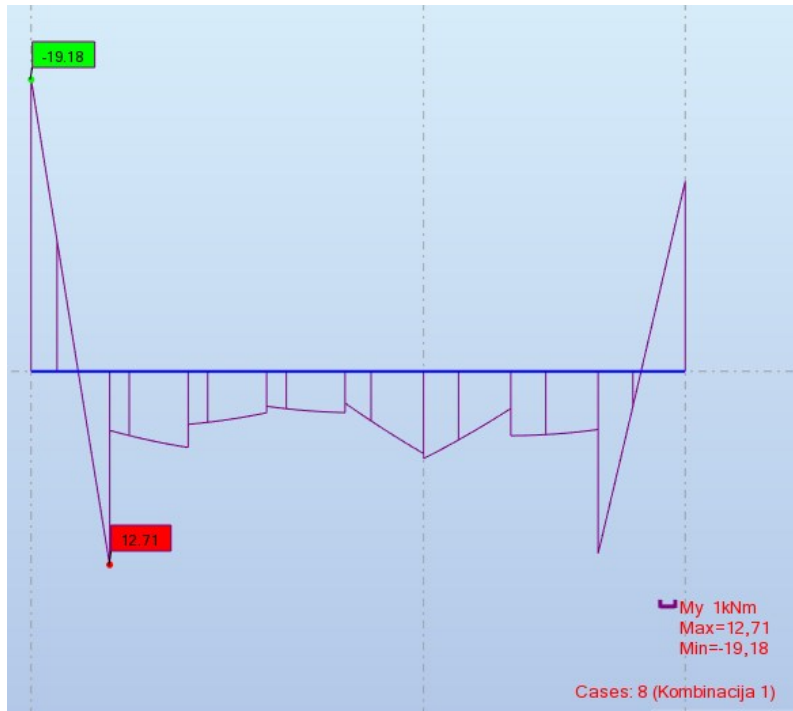
$$s_{r,\max} = 3.4 \cdot 30 + 0.8 \cdot 0.5 \cdot 0.425 \cdot \frac{22}{0.0406} = 194,12 \text{ mm}$$

Karakteristična širina pukotine:

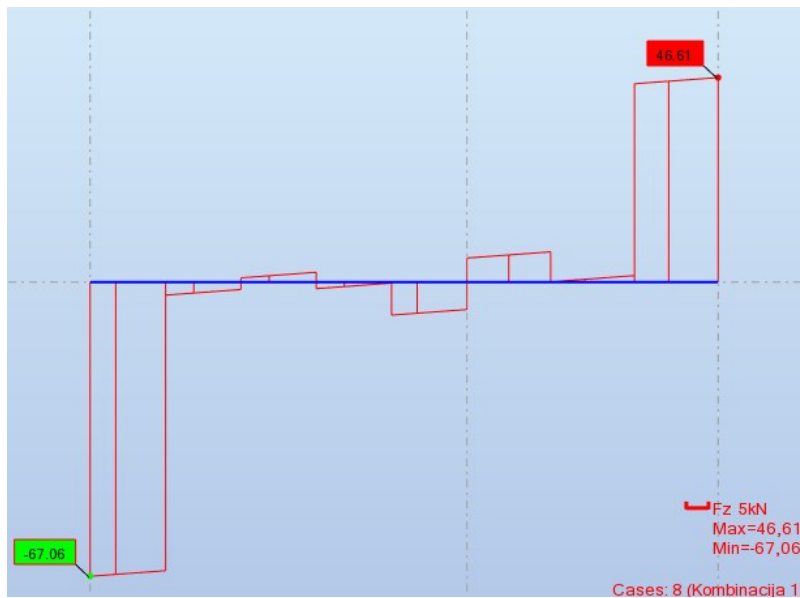
$$w_k = s_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 194,12 \cdot 0,000372037 = 0.07 \text{ mm} < w_g = 0.3 \text{ mm} - \text{Pukotine}$$

**zadovoljavaju!**

## 4.2. Analiza opterećenja grede POZ 102



Slika 4.3. Moment savijanja grede POZ 102



Slika 4.4. Poprečna sila grede POZ 102

#### 4.2.1. Proračun grede POZ 102

$$\text{Beton: C 30/37; } f_{ck}=30.0 \text{ MPa} \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30.0}{1.5} = 20.0 \text{ MPa}$$

$$\text{Armatura: B 500B; } f_{yk}=500.0 \text{ MPa} \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500.0}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}$$

$$h=40 \text{ cm}$$

$$b=20 \text{ cm}$$

$$d_1=3 \text{ cm}$$

$$d=h - d_1 = 40 - 3 = 37 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff}} = b + 0,85 \cdot L / 5 = 0,2 + 0,85 \cdot 3,9/5 = 0,863 \text{ m} = 86,3 \text{ cm}$$

#### 4.2.1. Proračun na moment savijanja

##### POLJE:

$$M_{Ed} = 12,71 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{\text{eff}} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1271}{86,3 \cdot 37^2 \cdot 2.0} = 0.0053$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 0,4 \text{ ‰} \quad \xi = 0.038 \quad \zeta = 0.987$$

$$x = \xi \cdot d = 0.038 \cdot 37 = 1,41 \text{ cm} < h_{pl}$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1271}{0.987 \cdot 37 \cdot 43.48} = 0,80 \text{ cm}^2$$

**Odabrano 5Ø8 (As=2,51 cm<sup>2</sup>)**

**LEŽAJ:**

$$M_{Ed} = 19,18 kNm$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1981}{20 \cdot 37^2 \cdot 2.0} = 0.035$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0\% \quad \varepsilon_{c2} = 1.1\% \quad \xi = 0.099 \quad \zeta = 0.965$$

$$x = \xi \cdot d = 0,099 \cdot 37 = 3,66m < h_{pl}$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1918}{0.965 \cdot 37 \cdot 43.48} = 1,234 \text{ cm}^2$$

**Odabrano 5Ø8 (As=2,51 cm<sup>2</sup>)**

#### 4.2.2. Dimenzioniranje na $V_{ed}$

$$V_{Ed,max} = V_{Ed} = 67,06 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$$

$$v = 0.6 \left[ 1.0 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0.6 \left[ 1.0 - \frac{30}{250} \right] = 0.528$$

$$V_{Rd,max} = 0.5 \cdot 0.528 \cdot 200 \cdot 370 \cdot 20.0 = 390720 \text{ N} = 390,72 \text{ kN} > V_{Ed,max} = V_{Ed}$$

$$V_{Ed,max} / V_{Rd,max} = 67,06 / 390,72 \approx 0.17 \Rightarrow V_{Ed} = 0.17 V_{Rd,max}$$

$$s_{max} = \min \{ 0.75 \cdot d; 30.0 \text{ cm} \} =$$

$$\min \{ 0.75 \cdot 37 = 27,75; 30.0 \} \Rightarrow s_{max} = 30 \text{ cm}$$

$$\rho_{min} = 0.0011$$

Potrebna računaska poprečna armatura

$$A_{sw,min} = \frac{\rho_{min} \cdot s_w \cdot b_w}{m} = \frac{0.0011 \cdot 30 \cdot 20}{2} = 0.33 \text{ cm}^2$$

**Odabrane minimalne spone: Ø8/30 ( $A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2$ )**

$$f_{ywd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}; \quad B 500B \Rightarrow f_{ywd} = \frac{500}{1.15} = 434.8 \text{ MPa} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$$

$$V_{Rd} = V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot \text{ctg } \theta$$

$$V_{Rd,s} = \frac{0.50}{30} \cdot (0.9 \cdot 37) \cdot 43.48 \cdot 2 = 48,26 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} > V_{Rd}$$

Na mjestu maksimalne poprečne sile:

$$s_w \leq \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{V_{Ed}} = \frac{2 \cdot 0,50 \cdot 43.5 \cdot (0.9 \cdot 37)}{67,06} = 21,59 \text{ cm}$$

**Postaviti spone Ø8/30 ( $A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2$ )**

Prognozna širina pukotine:

$$W_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$$

Vrijednost  $\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$  određuje se prema izrazu:

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

$$x = \frac{\alpha_{el} \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_{el} \cdot A_{s1}}} \right) = \frac{6.06 \cdot 2,51}{20} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 20 \cdot 37}{6.06 \cdot 2,51}} \right) = 6,78 \text{ cm}$$

$$\sigma_s = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_s} \approx \frac{M_{Ed}}{\left( d - \frac{x}{3} \right) \cdot A_s} = \frac{1271}{\left( 37 - \frac{6,78}{3} \right) \cdot 0,50} = 73,172 \frac{kN}{cm^2} = 731,72 \text{ MPa}$$

Za C 30/37  $\Rightarrow f_{ct,eff} = 2.9 \text{ MPa}$

$A_{s1} = 6\emptyset 8$  ( $A_s = 3,02 \text{ cm}^2$ )

$E_{cm} = 33,0 \text{ GPa} = 33000.0 \text{ MPa}$  - modul elastičnosti betona

$E_s = 200.0 \text{ GPa} = 200000.0 \text{ MPa}$  - modul elastičnosti armature

$k_t = 0.4$  - Dugotrajno opterećenje

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200}{33} = 6.06 \text{ - Odnos modula elatičnosti}$$

Djelotvorni koeficijent armiranja glavnom vlačnom armaturom:

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}} = \frac{2,51}{20 \cdot (2.5 \cdot 3)} = 0,01673$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{731,72 - 0.4 \frac{2.9}{0.01673} (1 + 6,06 \cdot 0.01673)}{200000.00} \geq 0.6 \cdot \frac{731,72}{200000.00}$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,00032767 > 0,0021951$$

Srednji razmak pukotina:

$$s_{r,\max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi}{\rho_{p,\text{eff}}} \quad [\text{mm}]$$

$$\phi = 8 \text{ mm}$$

$c = 30 \text{ mm}$  - Zaštitni sloj uzdužne armature

$k_1 = 0.8$  - Rebrasta armatura

$k_2 = 0.5$  - Savijanje

$$k_3 = 3.4$$

$$k_4 = 0.425$$

$$s_{r,\max} = 3.4 \cdot 30 + 0.8 \cdot 0.5 \cdot 0.425 \cdot \frac{8}{0.01673} = 183,29 \text{ mm}$$

Karakteristična širina pukotine:

$$w_k = s_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 183,29 \cdot 0,00032767 = 0.16 \text{ mm} < w_g = 0.3 \text{ mm}$$

**Pukotine zadovoljavaju!**



## 5. PRORAČUN ZIDOVA

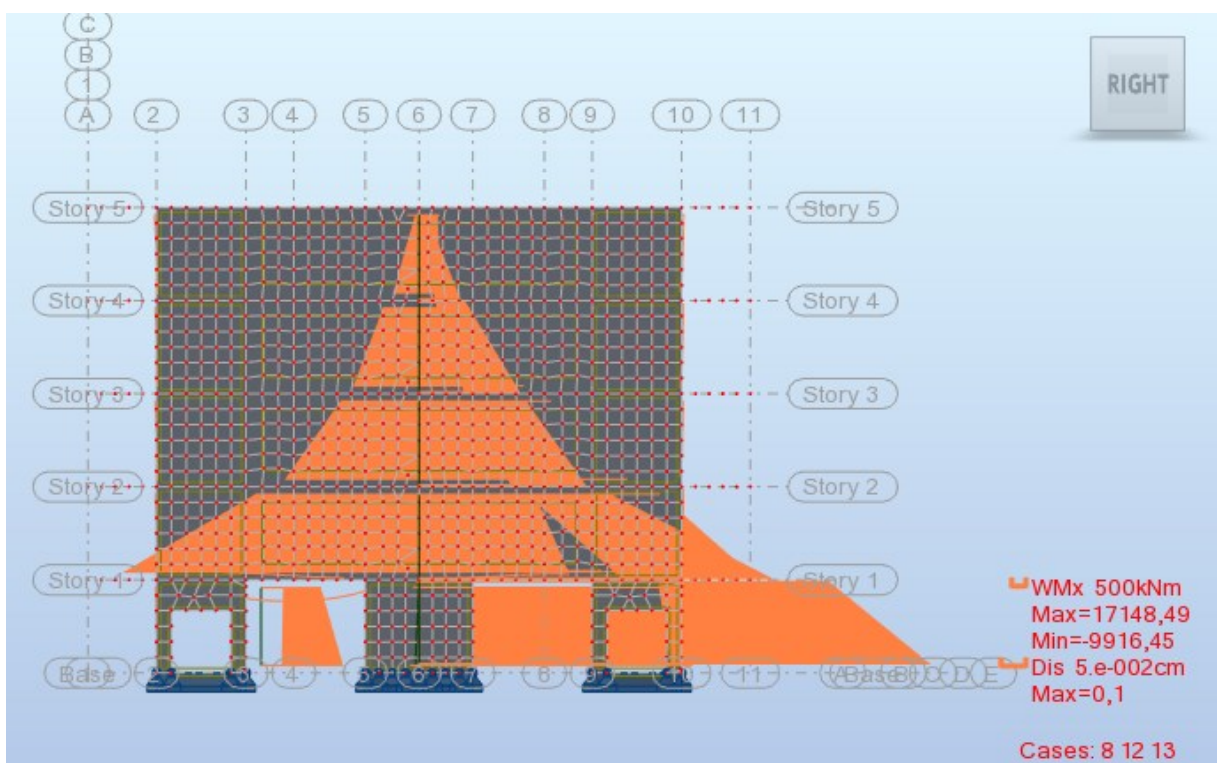
### 5.1. Proračun unutrašnjih sila zidova

Analiza opterećenja je izvršena u programu Autodesk Robot Structural Analysis. Odabran je karakteristični zid u osi C. Proračun je izvršen za granično stanje nosivosti i potresno djelovanje, pomoću anvelope smo dobili rezultate na slikama niže.

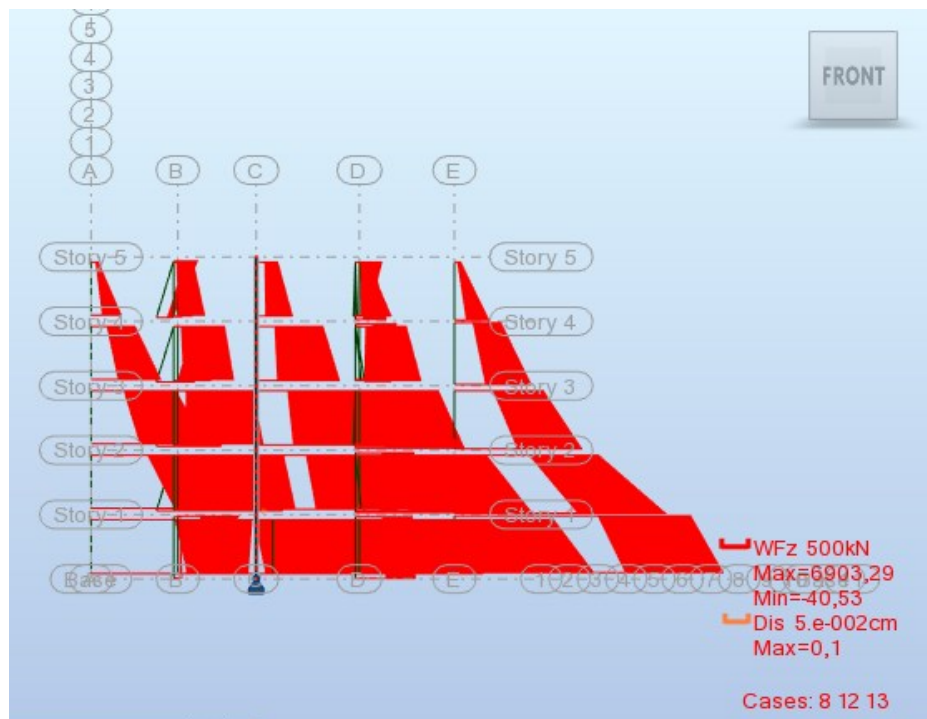
Granično stanje nosivosti :  $M_{sd} = 1.35 (M_g + M_{\Delta q}) + 1,5 M_q$

Izvanredna kombinacija 1:  $M = 1,0 (M_g + M_{\Delta q}) + 0,5 M_q + 1,0 E_x + 0,3 E_y$

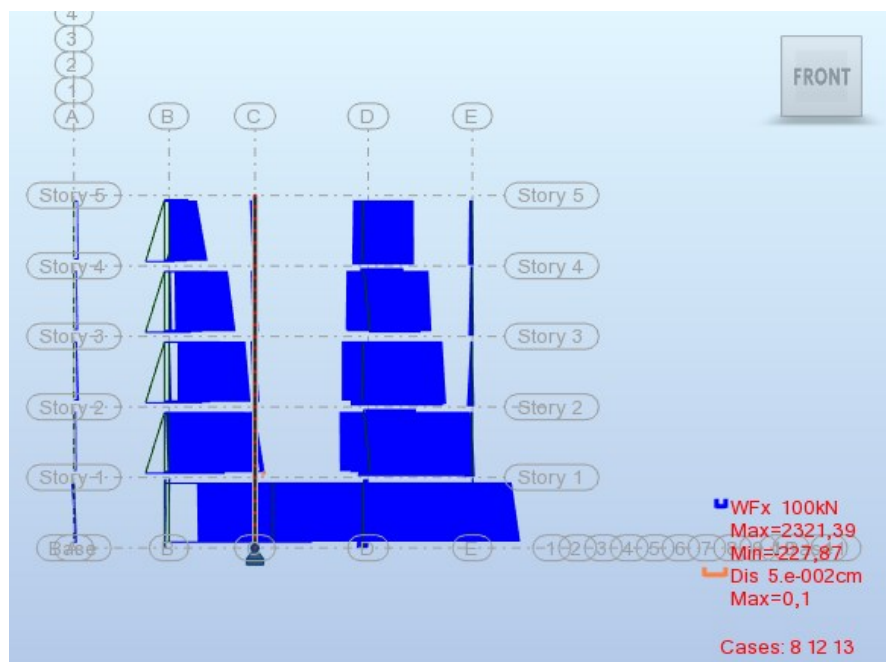
Izvanredna kombinacija 2:  $M = 1,0 (M_g + M_{\Delta q}) + 0,5 M_q + 0,3 E_x + 1,0 E_y$



Slika 5.1. Momenti savijanja u karakterističnom zidu



Slika 5.2. Poprečna sila u karakterističnom zidu



Slika 5.3. Uzdužna sila u karakterističnom zidu

## 5.2. Dimezioniranje zida

### Djelovanja na zid:

$$M = 17\,148,49 \text{ kNm}$$

$$F_z = 6\,903,29 \text{ kN}$$

### Geometrijske karakteristike zida:

$$L = 17,80 \text{ m} = 1780 \text{ cm}$$

$$d = 1780 - 6 = 1774 \text{ cm}$$

$$z = 0,9 d = 0,9 \cdot 1774 = 1596,6 \text{ cm}$$

### Proračun armature zida:

$\omega = 0,05$  - Mehanički obujamski omjer armiranja ovijenom armaturom

$$A_{s1} = \omega \cdot b \cdot h \cdot f_{cd}/f_{yd} = 0,05 \cdot 20 \cdot 1780 \cdot 2/43,48 = 81,876 \text{ cm}^2$$

## 6. PRORAČUN TEMELJA

Temelj je proračunat za granično stanje nosivosti i dvije izvanredne kombinacije, te smo pomoću anvelope dobili krajnji rezultat.

$$\text{Granično stanje nosivosti : } M_{sd} = 1.35 (M_g + M_{\Delta q}) + 1,5 M_q$$

$$\text{Izvanredna kombinacija 1: } M = 1,0 (M_g + M_{\Delta q}) + 0,5 M_q + 1,0 E_x + 0,3 E_y$$

$$\text{Izvanredna kombinacija 2: } M = 1,0 (M_g + M_{\Delta q}) + 0,5 M_q + 0,3 E_x + 1,0 E_y$$

$$M = 17\,148,49 \text{ kNm}$$

$$N = 2321,39 \text{ kN}$$

Za temelje su odabrani temeljne trake koje se pružaju ispod svih nosivih zidova. Dopušteno naprezanje tla je  $\sigma_{dop} = 0,40 \text{ MPa}$ .

## 6.1. Karakteristike temelja

Dopuštena naprezanja tla  $\sigma_{dop} = 0,40 \text{ MPa}$

Širina temelja: 1,00 m

Visina temelja: 0,7 m

Duljina temelja: 17,80 m

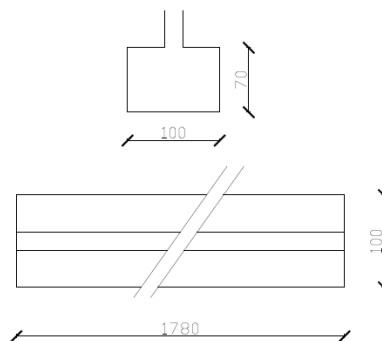
Površina plohe temelja =  $17,80 \cdot 0,7 = 12,46 \text{ m}^2$

Težina temelja:  $W = 1,00 \cdot 0,7 \cdot 17,80 \cdot 25,00 = 311,5 \text{ kN}$

$d_1 = 6 \text{ cm}$

$d = 70 - 6 = 64 \text{ cm}$

$z = 0,9 \cdot d = 57,6 \text{ cm}$



Slika 7.1. Tlocrt i presjek temeljne trake

## 6.2. Kontrola naprezanja na dodirnoj plohi temelj – tlo

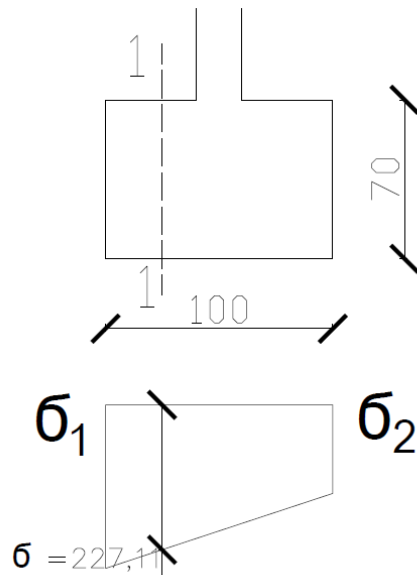
$$\sigma_{1,2} = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W}$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{2321,39}{12,46} \pm \frac{17148,49}{311,5}$$

$$\sigma_1 = 241,36 \text{ kN/m}^2 < \sigma_{\text{dop}} = 400 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_2 = 131,26 \text{ kN/m}^2 < \sigma_{\text{dop}} = 400 \text{ kN/m}^2$$

### Naprezanja u presjeku 1-1



Slika 7.2. Prikaz naprezanja u temelju

$$\sigma_{1-1} = 227,11 \text{ kN/m}^2$$

## 6.3. Dimenzioniranje temelja

$$M_{1-1} = \sigma_{1-1} \cdot 0,2 \cdot 0,1 = 227,11 \cdot 0,1 \cdot 0,2 = 4,54 \text{ kNm}$$

$$A_{s1} = \frac{M_{1-1}}{z \cdot f_{yd}} = \frac{454}{57,6 \cdot 4,48} = 0,18 \text{ cm}^2$$

## 7. LITERATURA

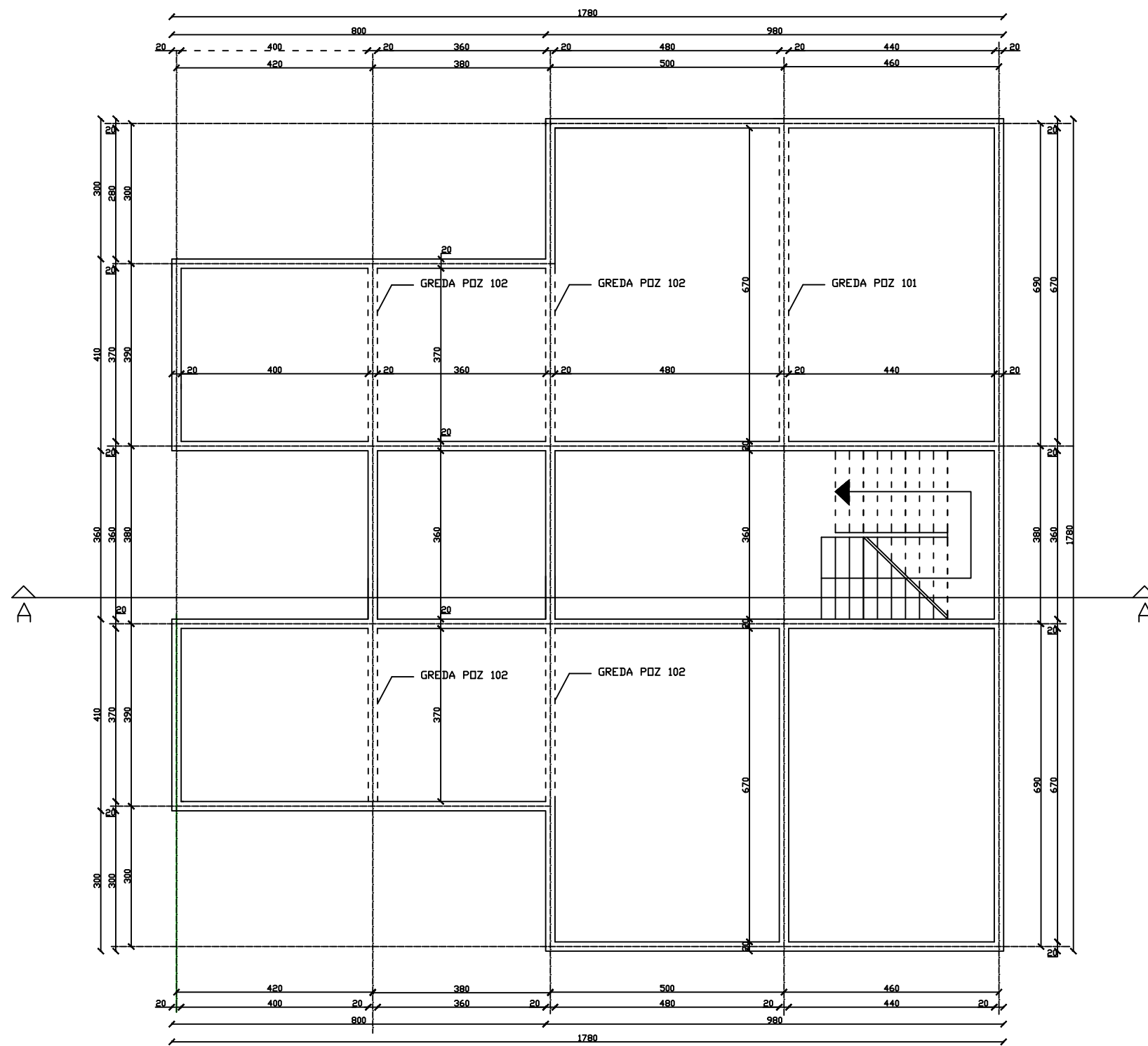
- V. Herak Marović: Betonske konstrukcije 2, nastavni tekst (predavanja, vježbe) na web stranici.
- V. Herak Marović: Betonske konstrukcije 1, nastavni tekst (predavanja, vježbe) na web stranici.
- Radnić J., Harapin A. Osnove betonskih konstrukcija, interna skripta. Fakultet građevinarstva arhitekture i geodezije Splitu, studeni 2013.
- Baloevic, Goran; Radnić, Jure; Grgić, Nikola. Numerical model for dynamic analysis of masonry- infilled steel and concrete frames. **MATERIALWISS WERKST.** 50 (2019) , 5; 519-532.
- Banović, Ivan; Radnić, Jure; Grgić, Nikola. Geotechnical Seismic Isolation System Based on Sliding Mechanism Using Stone Pebble Layer: Shake- Table Experiments. **SHOCK VIB.** 2019 (2019) ; 1-26.
- Baloević, G.; Radnić, J.; Grgić, N.; Matešan, D.: „Behavior of fiber reinforced mortar composites under impact load“, **LAT AM J SOLIDS STRU**, p.p. 1- 13, (15) 2018.
- Buzov, A.; Radnić, J.; Grgić, N. Effects of several bolt parameters on the bearing capacity of a composite multi-drum stone column under an earthquake. **COMPOS PART B-ENG.** 162 (2019)
- Grgić, N.; Radnić, J.; Matešan, D.; Banović, I.: “Stirrups effect on the behavior of concrete columns during an earthquake“, **MATERIALWISS WERKST**, p.p. 406- 419, 2017.
- Baloević, G.; Radnić, J.; Grgić, N.; Matešan, D.: „The application of a reinforced plaster mortar for seismic strengthening of masonry structures“, **COMPOS PART B-ENG**; p.p. 190-202, 2016.
- Grgić, N; Radnić, J; Matešan, D; Buzov, A.: „Effect of mass on the behavior of concrete columns under seismic load“, **MATERIALWISS WERKST**, p.p. 483-494, 2016.
- Radnić, Jure; Markić, Radoslav; Grgić, Nikola; Čubela, Dragan. New approach for Ductility analysis of partially prestressed concrete girders. **STRUCT ENG MECH.** 70 (2019) , 3; 257-267.
- Á Török, G Vlastelica, G Baloević, N Grgić, P Görög: [Comparative analysis of slope stability: seismic loading and engineering geology; examples from Croatia and Hungary](#). ISRM specialised conference-8. savjetovanje Hrvatskog geotehničkog društva
- A.Buzov, A.; Radnić, J.; Grgić, N.; Baloević, G.: „Effect of the joint type on the bearing capacity of a multi–drum column under static load“, **INT J ARCHIT HERIT**, p.p. 127-152, (12) 2018.
- Baloević, G; Radnić, J; Grgić, N; Matešan, D. „Shake-table study of plaster effects on the behavior of masonry-infilled steel frames“, **STEEL COMPOS STRUCT**, p.p 195-204, 2017.
- Radnić, J.; Markić, R.; Glibić, M.; Čubela, D.; Grgić, N.: „Experimental testing of concrete beams with different levels of prestressing“, **P I MECH ENG L-J MAT**, p.p. 760-779, 2016.
- Banović, Ivan; Radnić, Jure; Grgić, Nikola. Shake Table Study on the Efficiency of Seismic Base Isolation Using Natural Stone Pebbles. **ADV MATER SCI ENG.** 2018 (2018)
- Banović, Ivan; Radnić, Jure; Grgić, Nikola; Matešan, Domagoj. The Use of Limestone Sand for the Seismic Base Isolation of Structures. *Advances in Civil Engineering.* 2018 (2018) 64

- Radnić, J.; Smilović, M.; Grgić, N.; Buzov, A.: „The effect of vertical load on seismic response of masonry walls“ , Design and Computation of Modern Engineering Materials, Springer International Publishing Switzerland : Springer International Publishing, p.p. 17- 33., 2014.
- Sunara Kusić, Marina; Radnić, Jure; Grgić, Nikola; Harapin, Alen: Sloshing in medium size tanks caused by earthquake studied by SPH. Građevinar : časopis Hrvatskog saveza građevinskih inženjera. 70 (2018) , 08; 671-684.
- Sunara Kusić, Marina; Radnić, Jure; Grgić, Nikola; Harapin, Alen: Fluid Structure Interaction Analysis of Liquid Tanks by the Coupled SPH - FEM Method with Experimental Verification. Defect and Diffusion Forum. 391 (2019) ; 152-173.
- Vlastelica, G.; Mišćević, P.; Pavić, N.: Mjerenje posmične čvrstoće meke stijene u uvjetima laboratorijski simulirane rastrošbe. Građevinar : časopis Hrvatskog saveza građevinskih inženjera.
- Mišćević, Predrag; Vlastelica, Goran: Stabilnost u vremenu kosine iskopane u laporu. Građevinar : časopis Hrvatskog saveza građevinskih inženjera.

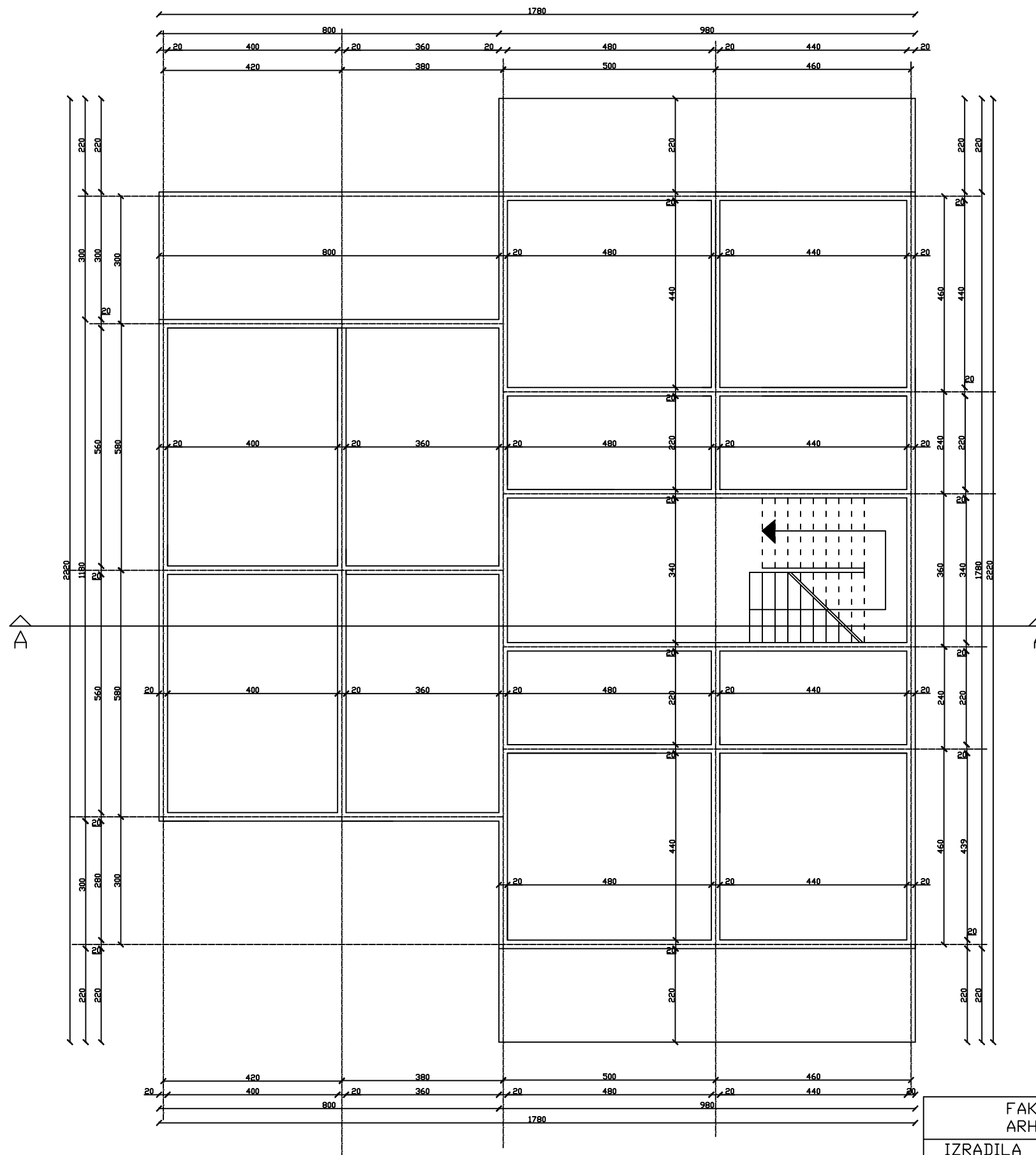


## **8. NACRTI**

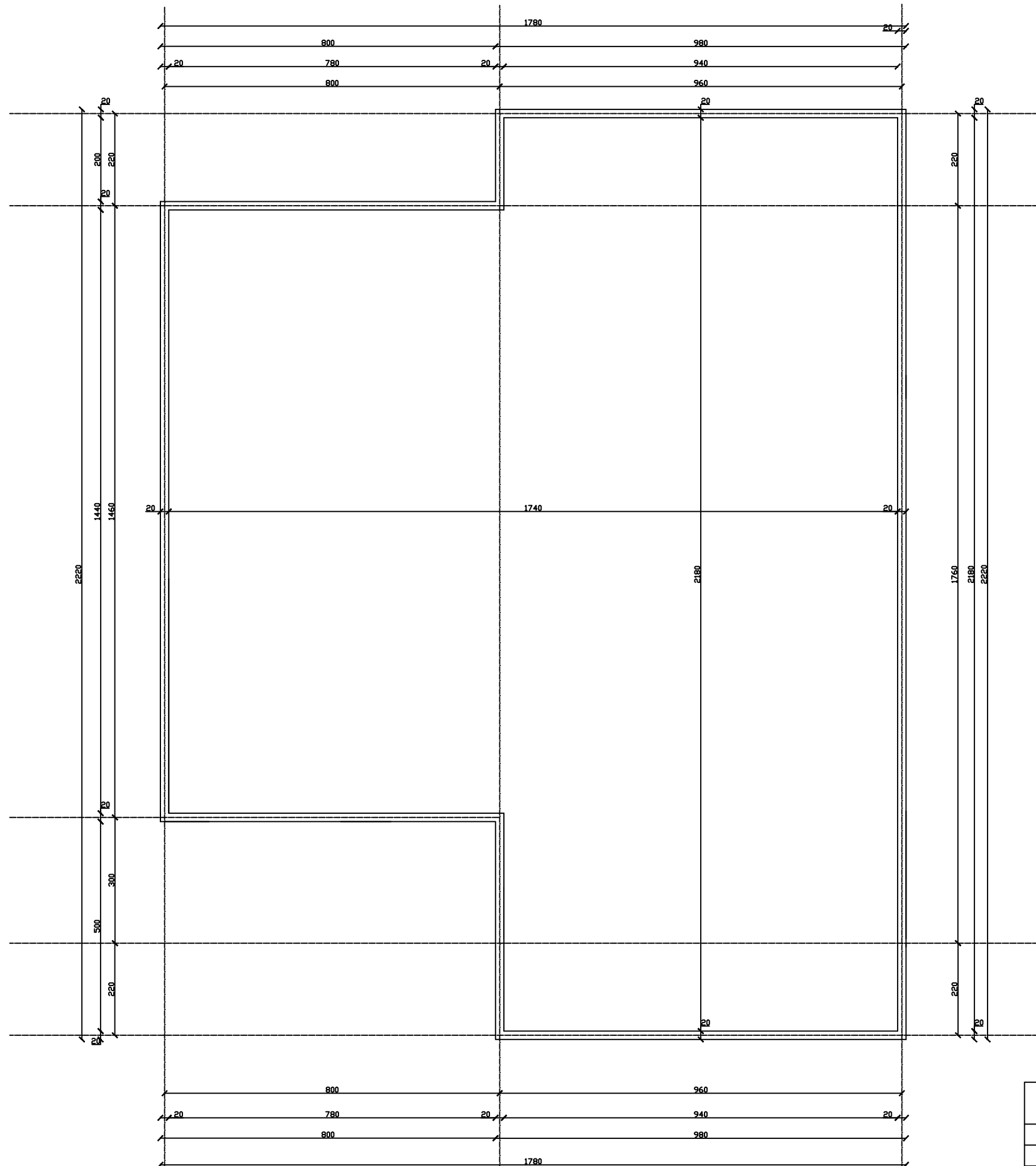
- 8.1. Tlocrt prizemlja – ploča POZ 100
- 8.2. Tlocrt 1.,2.,3.,4. etaže – ploča POZ 200
- 8.3. Tlocrt krova – ploča POZ 300
- 8.4. Presjek
- 8.5. Sjeverno pročelje
- 8.6. Južno pročelje
- 8.7. Istočno pročelje
- 8.8. Zapadno pročelje
- 8.9. Plan armature ploče pozicija 100
- 8.10. Plan armature ploče pozicija 200
- 8.11. Plan armature ploče pozicija 300
- 8.12. Plan armature grede pozicija 101 i pozicija 102



IZRADILA	VALENTINA DRMIĆ	1719
TLOCRT PRIZEMLJA- POZICIJA 100		
AK. GOD. 2018./2019.	MJERILO: 1:100	

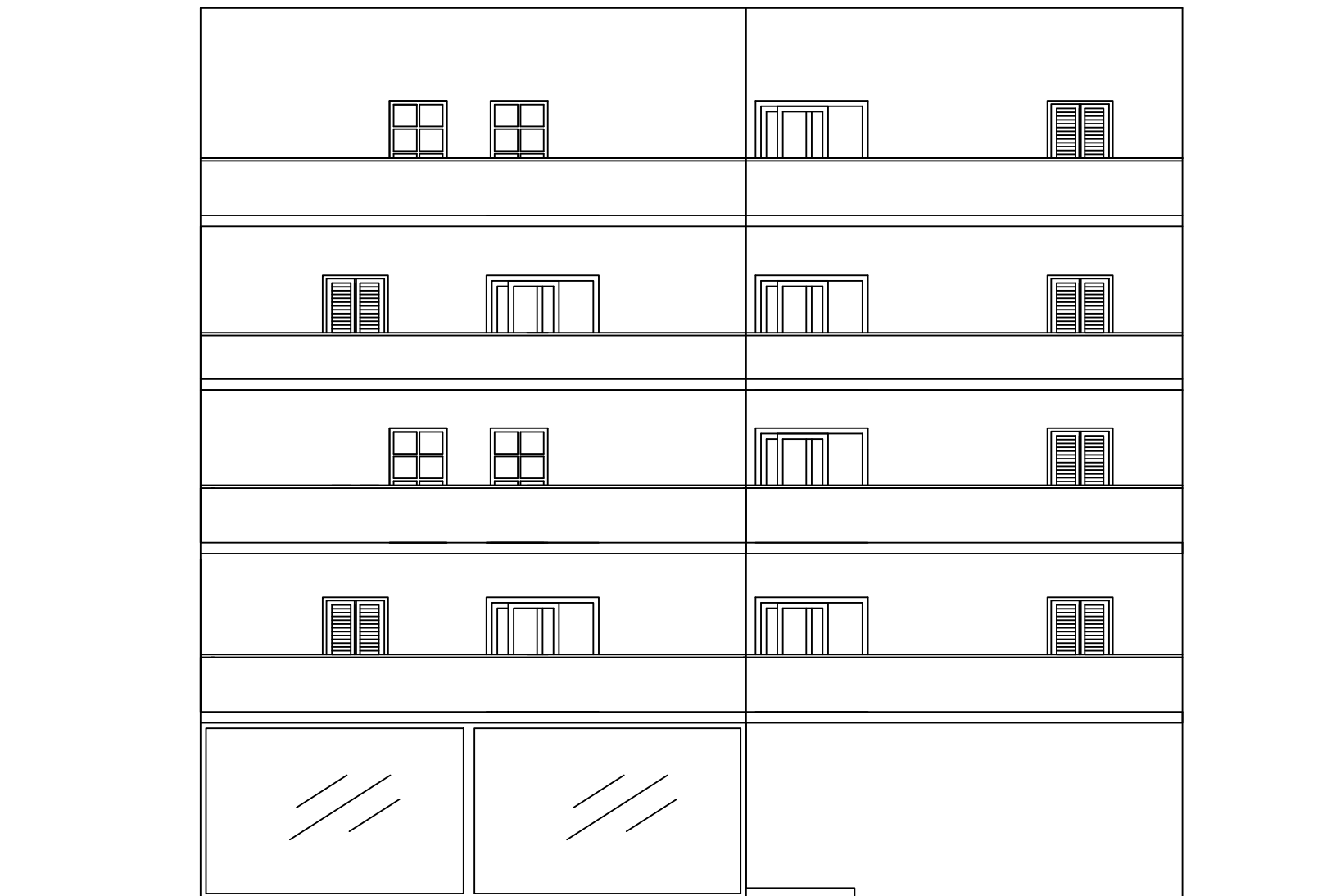


FAKULTET GRADEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE		
IZRADILA	VALENTINA DRMIĆ	1719
TLOCRT 1.,2.,3. I 4. ETAŽE- POZICIJA 200		
AK. GOD. 2018./2019.	MJERILO: 1:100	

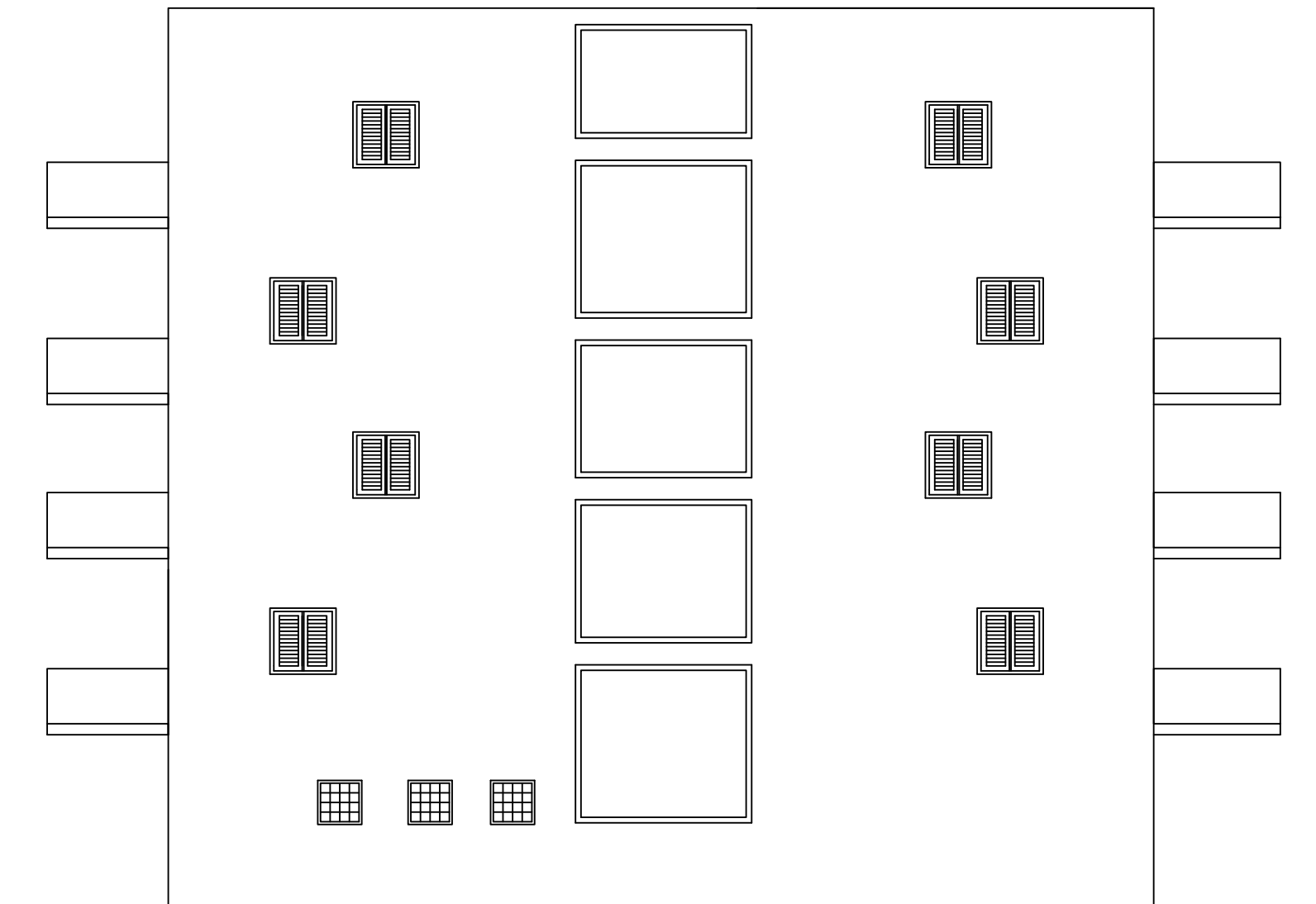


FAKULTET GRADEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE		
IZRADILA	VALENTINA DRMIĆ	1719
TLOCRT KROVA - POZICIJA 300		
AK. GOD. 2018./2019.	MJERILO: 1:100	





FAKULTET GRADEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE		
IZRADILA	VALENTINA DRMIĆ	1719
SJEVERNO PROČELJE		
AK. GOD. 2018./2019.	MJERILO: 1:100	

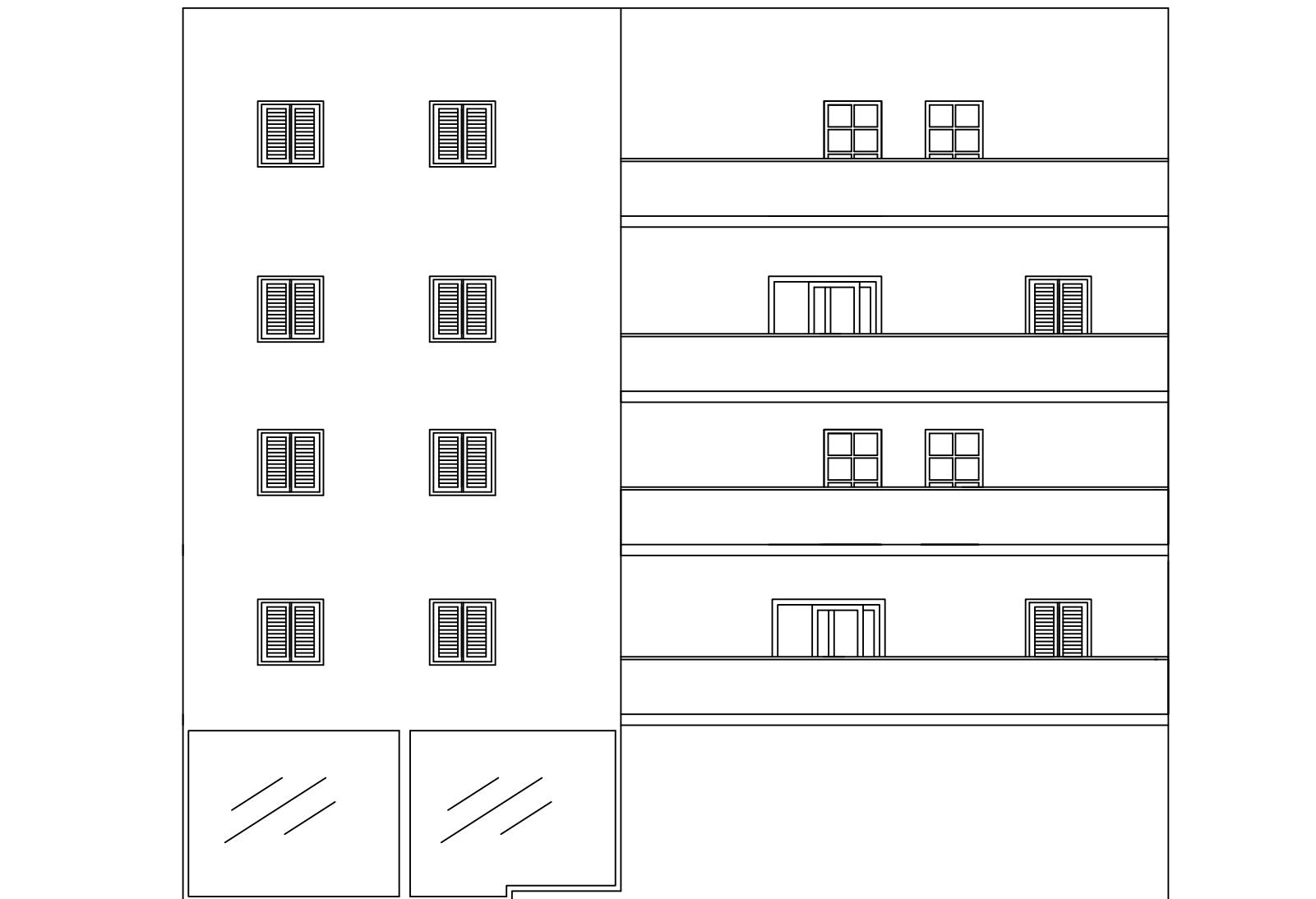


FAKULTET GRADEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE		
IZRADILA	VALENTINA DRMIĆ	1719
ISTOČNO PROČELJE		
AK. GOD. 2018./2019.	MJERILO: 1:100	



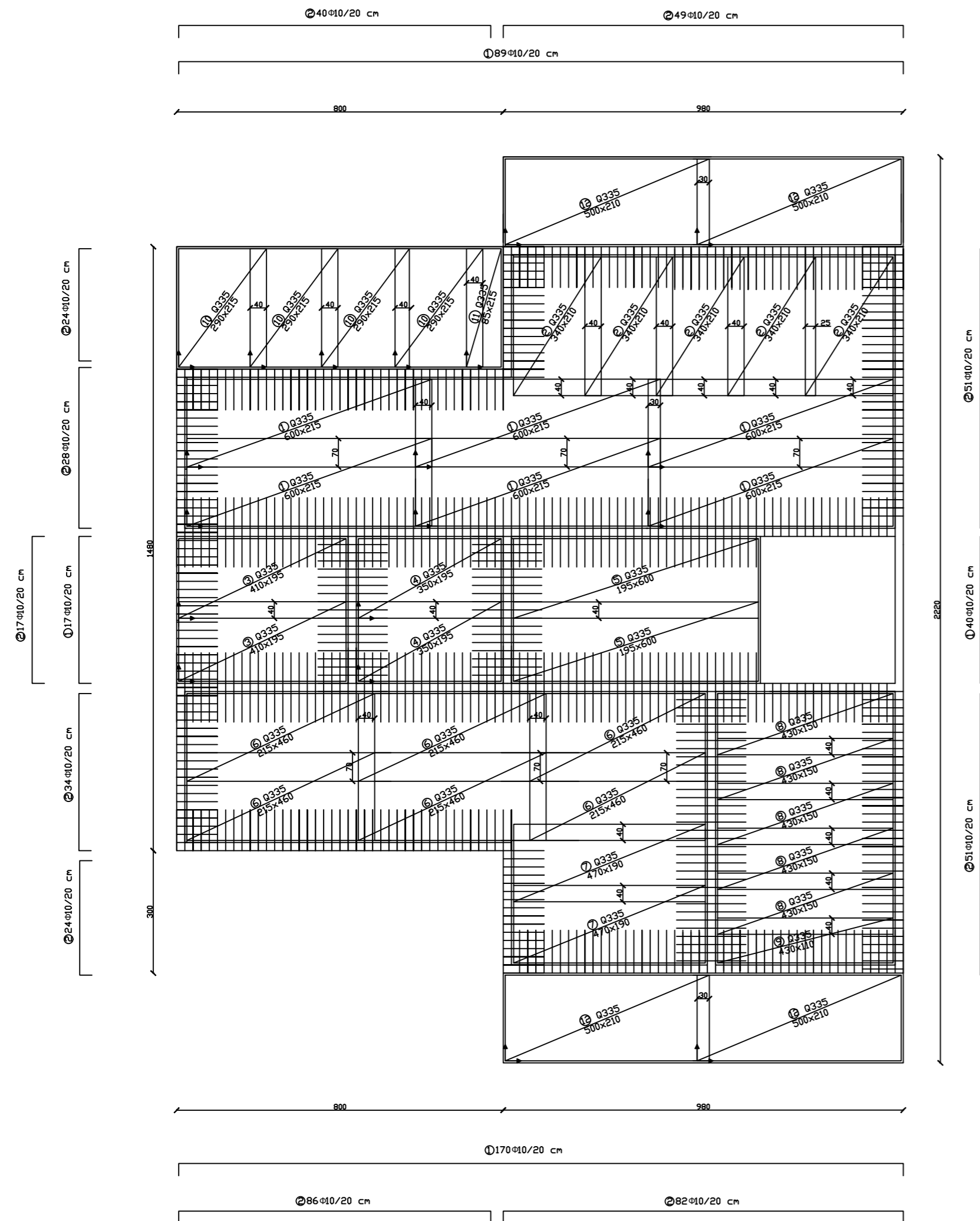
FAKULTET GRADEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE		
IZRADILA	VALENTINA DRMIĆ	1719
ZAPADNO PROČELJE		
AK. GOD. 2018./2019.	MJERILO: 1:100	





FAKULTET GRADEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE		
IZRADILA	VALENTINA DRMIĆ	1719
JUŽNO PROČELJE		
AK. GOD. 2018./2019.	MJERILO: 1:100	

PLAN ARMATURE POZICIJE 100 - DONJA ZONA



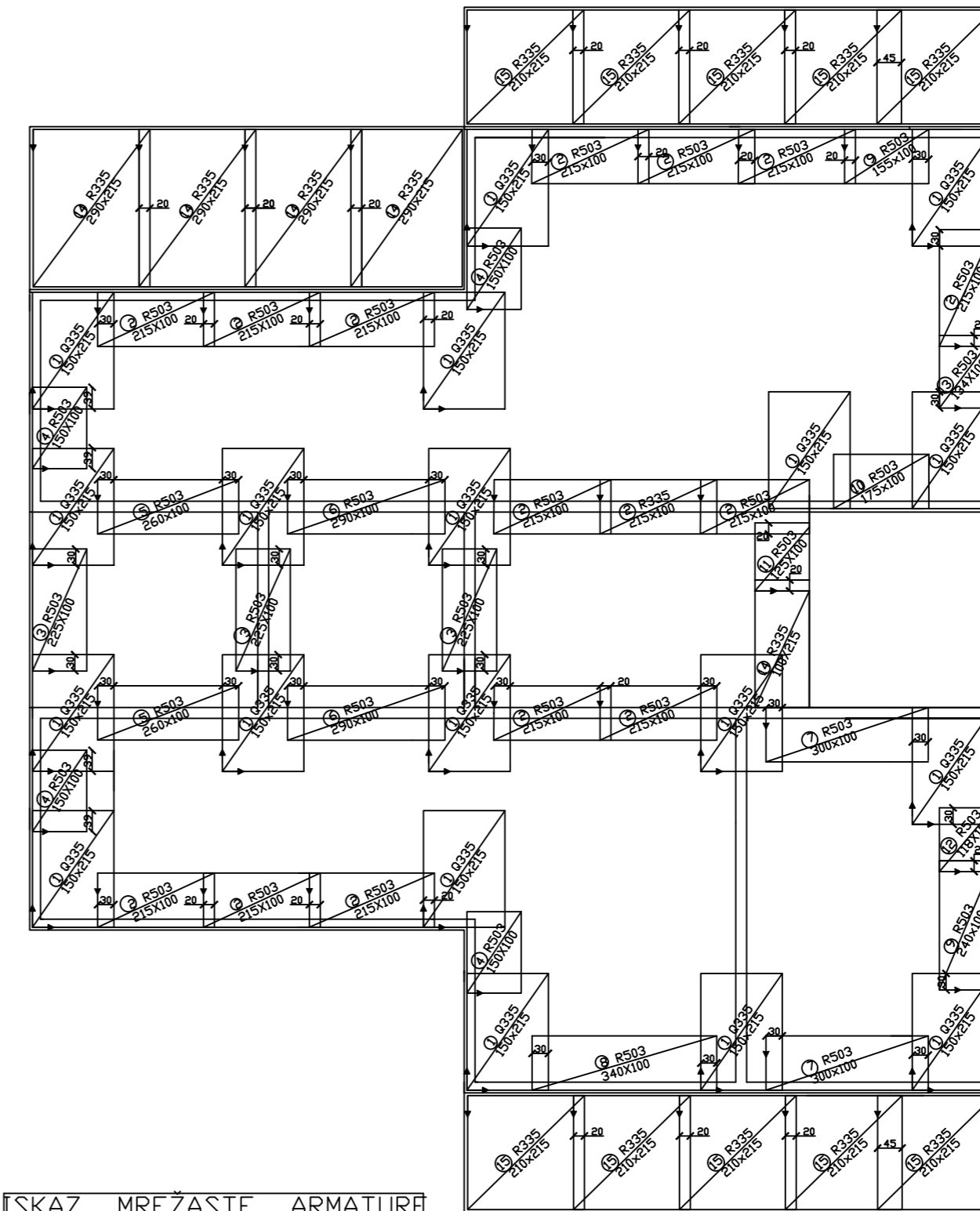
ISKAZ MREŽASTE ARMATURE  
Čelik B500B

POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KDM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q-335		600x215	6	5,45	490,5
2	Q-335		340x210	5	5,45	194,57
3	Q-335		410x195	2	5,45	84,91
4	Q-335		350x195	2	5,45	74,39
5	Q-335		195x600	2	5,45	124,26
6	Q-335		215x330	6	5,45	232,01
7	Q-335		215x460	2	5,45	107,80
8	Q-335		290x215	5	5,45	169,90
9	Q-335		430x110	1	5,45	25,78
10	Q-335		290x215	4	5,45	135,92
11	Q-335		85x215	1	5,45	9,96
12	Q-335		510x210	4	5,45	233,48
						UKUPNO: 1883,48 kg

ISKAZ REBRASTE ARMATURE  
Čelik B500B

POZ.	OBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m)	KDM.	L(cm)	MASA (kg)
1		10	0,617	316	210	409,44
2		10	0,617	486	180	539,75
						UKUPNO: 949,19kg

PLAN ARMATURE POZICIJE 100 - GORNJA ZONA



ISKAZ MREŽASTE ARMATURE  
Čelik B500B

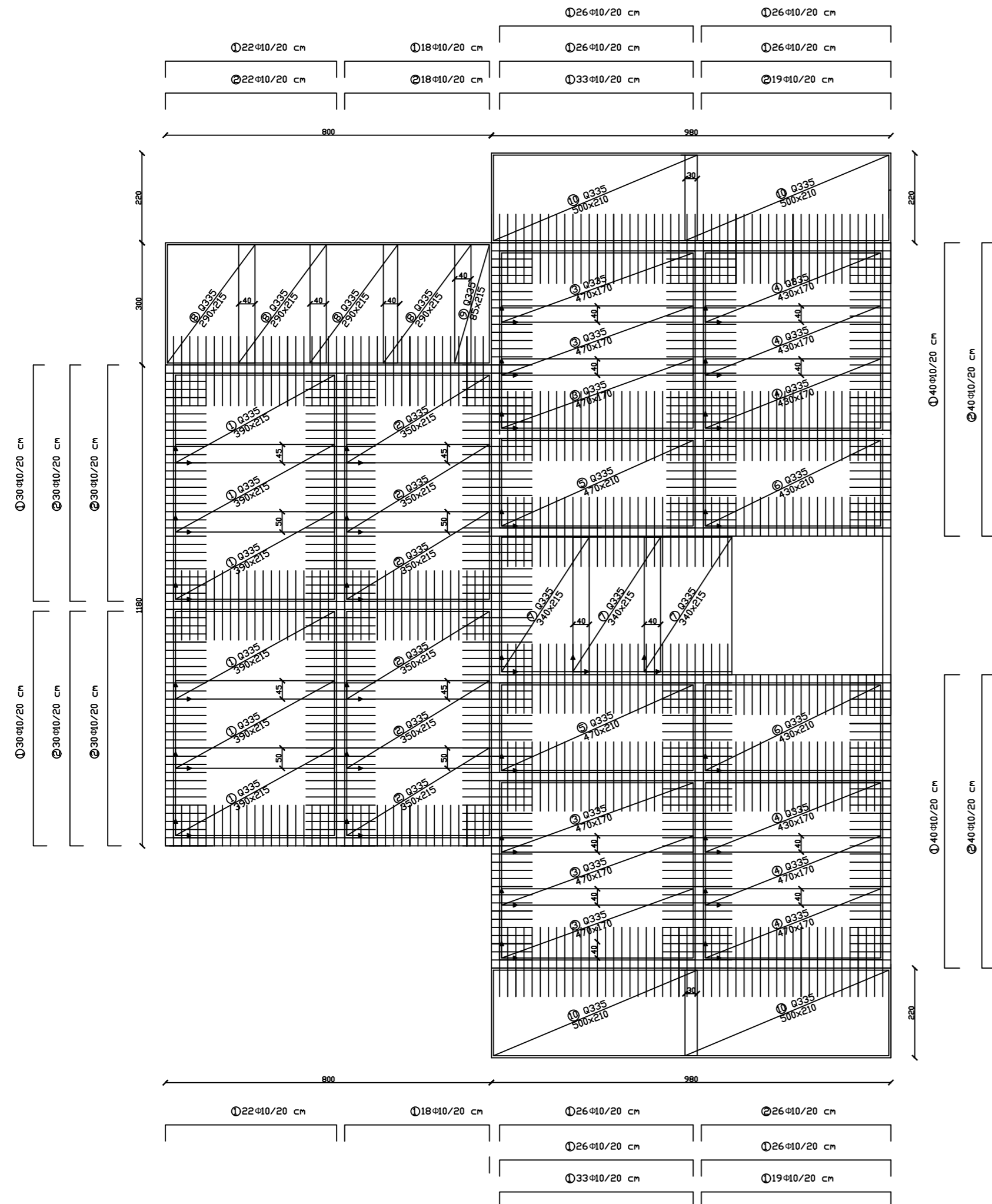
POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KDM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q-335		150x215	18	5,45	210,92
2	R-335		100x215	15	3,33	107,39
3	R-335		225x100	3	3,33	22,48
4	R-335		100x150	4	3,33	19,98
5	R-335		260x100	2	3,33	17,32
6	R-335		290x100	2	3,33	19,31
7	R-335		300x100	2	3,33	23,98
8	R-335		340x100	1	3,33	21,31
9	R-335		240x100	2	3,33	15,98
10	R-335		175x100	1	3,33	5,83
11	R-335		125x100	1	3,33	4,16
12	R-335		118x100	1	3,33	3,93
13	R-335		134x100	1	3,33	4,46
14	Q-335		290x215	4	5,45	135,92
15	Q-335		210x215	10	5,45	246,07
						UKUPNO: 859,04 kg

c=3 cm C 30/37

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEDEZIJE		
IZRADILA	VALENTINA DRMIĆ	1719
PLAN ARMATURE POZICIJE 100		
AK. GOD. 2018./2019.	MJERIL: 1:100	



PLAN ARMATURE POZICIJE 300 - DONJA ZONA



ISKAZ MREŽASTE ARMATURE  
Čelik B500B

POZ.	TIP MREŽE	DBLIK	DIMENZIJE (cm)	KDM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q-335		390x215	6	5,45	274,19
2	Q-335		315x215	6	5,45	221,46
3	Q-335		470x170	6	5,45	261,27
4	Q-335		430x170	6	5,45	239,04
5	Q-335		470x210	2	5,45	107,58
6	Q-335		430x210	2	5,45	98,43
7	Q-335		215x330	5	5,45	193,34
8	Q-335		290x215	5	5,45	169,90
9	Q-335		85x215	1	5,45	9,96
10	Q-335		510x210	4	5,45	233,48

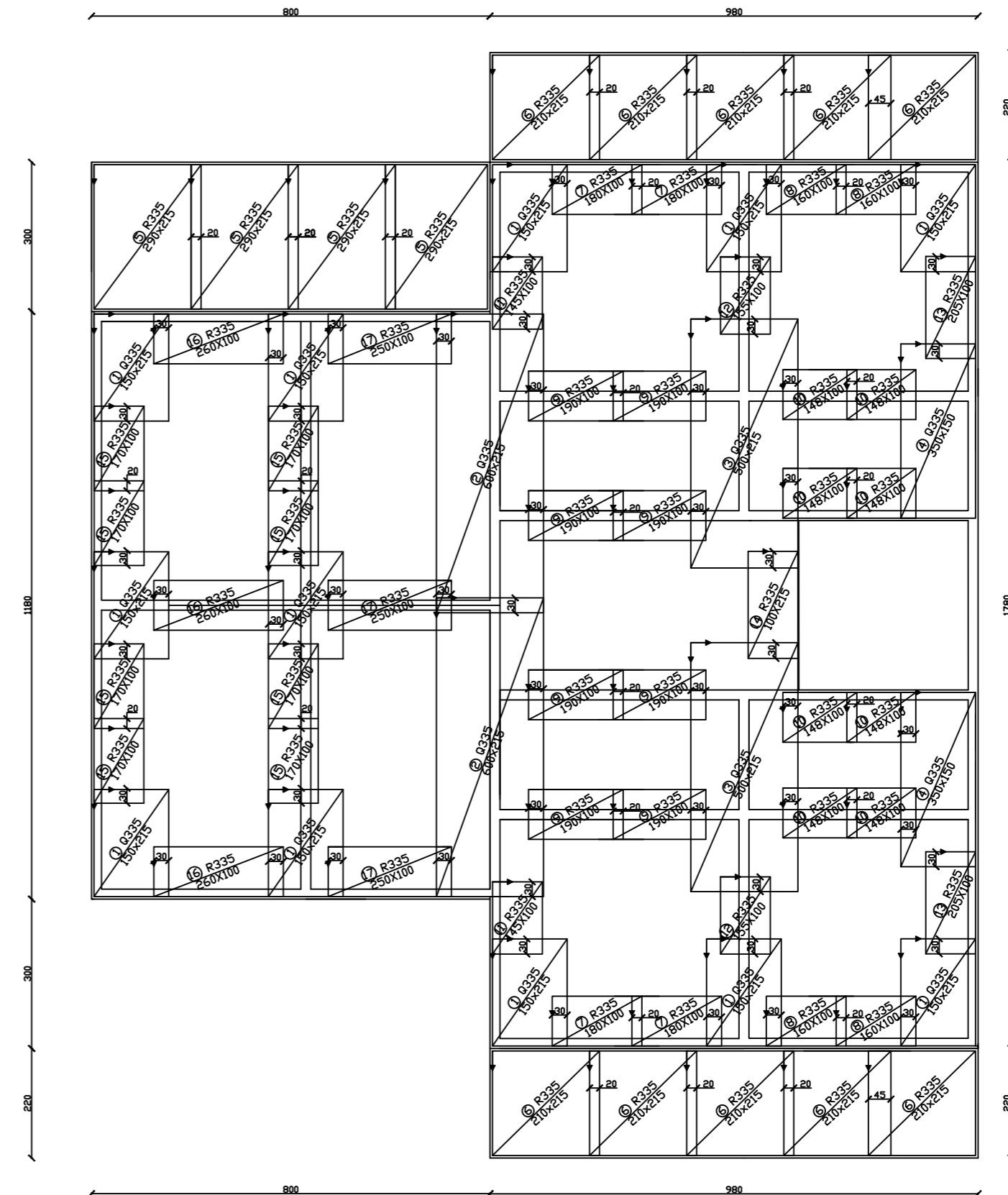
UKUPNO: 1808,65 kg

ISKAZ REBRASTE ARMATURE  
Čelik B500B

POZ.	DBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m)	KDM.	L (cm)	MASA (kg)
1		10	0,617	487	210	631,01
2		10	0,617	285	180	316,52

UKUPNO: 947,53kg

PLAN ARMATURE POZICIJE 300 - GORNJA ZONA



ISKAZ MREŽASTE ARMATURE  
Čelik B500B

POZ.	TIP MREŽE	DBLIK	DIMENZIJE (cm)	KDM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q-335		150x215	12	5,45	210,92
2	Q-335		600x215	2	5,45	140,61
3	Q-335		500x215	2	5,45	117,18
4	Q-335		350x150	2	5,45	49,05
5	Q-335		290x215	4	5,45	135,92
6	Q-335		210x215	10	5,45	246,07
7	R-335		180x100	4	3,33	23,98
8	R-335		160x100	4	3,33	21,31
9	R-335		190x100	8	3,33	50,62
10	R-335		148x100	8	3,33	39,43
11	R-335		145x100	2	3,33	9,66
12	R-335		155x100	2	3,33	10,32
13	R-335		205x100	2	3,33	13,65
14	R-335		100x215	1	3,33	7,16
15	R-335		170x100	8	3,33	45,29
16	R-335		260x100	3	3,33	25,97
17	R-335		250x100	3	3,33	24,98

UKUPNO: 1147,15 kg

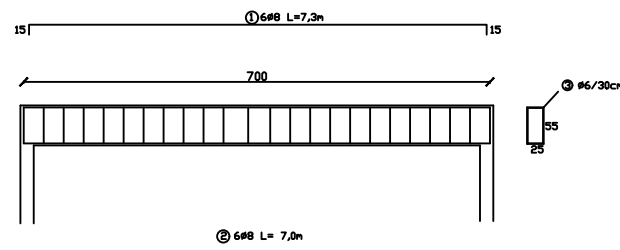
c=3 cm C 30/37

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE		
IZRADILA	VALENTINA DRMIĆ	1719
PLAN ARMATURE POZICIJE 300		
AK. GOD. 2018./2019.	MJERIL: 1:100	

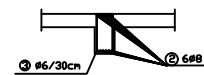
## PLAN ARMATURE GREDE POZICIJE 101

DIMENZIJE I KARAKTERISTIKE GREDE:  
 b= 30 cm C30 /37  
 h= 60 cm B500B  
 L=6,90 m  
 d=3 cm  
 d= 37 cm

UZDUŽNI PRESJEK - PRIKAZ ARMATURE



POPREČNI PRESJEK - PRIKAZ ARMATURE

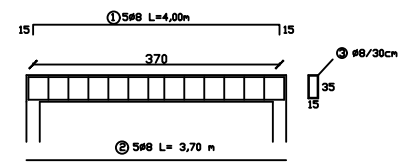


ISKAZ REBRASTE ARMATURE							
Čelik B500B							
POZ.	OBLIK I DIMENZIJE (cm)	Ø	JED. MASA (kg/m)	KDM.	L(m)	UKUPNA DULJINA L (m)	MASA (kg)
1	700	8	0,395	4	7,3	29,2	11,53
2	700	8	0,395	12	7,0	84,0	33,18
3	25 10 55	6	0,222	24	1,8	43,20	9,59
UKUPNA MASA:							54,30kg

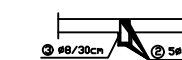
## PLAN ARMATURE GREDE POZICIJE 102

DIMENZIJE I KARAKTERISTIKE GREDE:  
 b= 20 cm C30 /37  
 h= 40 cm B500B  
 L=3,70 m  
 d=3 cm  
 d= 37 cm

UZDUŽNI PRESJEK - PRIKAZ ARMATURE



POPREČNI PRESJEK - PRIKAZ ARMATURE



ISKAZ REBRASTE ARMATURE							
Čelik B500B							
POZ.	OBLIK I DIMENZIJE (cm)	Ø	JED. MASA (kg/m)	KDM.	L(m)	UKUPNA DULJINA L (m)	MASA (kg)
1	400	8	0,395	4	4,0	16,0	6,32
2	370	8	0,395	10	3,7	37,0	14,62
3	15 10 35	8	0,395	14	1,2	16,8	6,34
UKUPNA MASA:							27,58kg

c=3 cm C 30/37

FAKULTET GRADEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE		
IZRADILA	VALENTINA DRMIĆ	1719
PLAN ARMATURE GREDE POZ 101, 102		
AK. GOD. 2018./2019.	MJERILO: 1:25	