

# Projekt nosive armiranobetonske konstrukcije poslovnog objekta

---

**Mandić, Ante**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2018**

*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:123:018910>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-05**



*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**

# **ZAVRŠNI RAD**

**Ante Mandić**

**Split, 2018**

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

**Projekt nosive armiranobetonske konstrukcije  
poslovnog objekta**

**Završni rad**

**Ante Mandić**

**Split, 2018.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**

**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ: **STRUČNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: Ante Mandić

BROJ INDEKSA: 1707

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

PREDMET: Betonske konstrukcije 2

### **ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD**

Tema: Projekt nosive armiranobetonske konstrukcije poslovnog objekta

Opis zadatka:

Zadana je shema nosive konstrukcije armiranobetonskog objekta poslovne namjene, sa svim potrebnim dimenzijama (prilog zadatku). Također su zadana djelovanja na konstrukciju. Potrebno je proračunati nosivu konstrukciju, te za neke elemente nacrtati planove oplata i armature. Statički proračun i armaturne planove izraditi sukladno propisima i pravilima struke.

U Splitu, 20. 9. 2018.

Voditelj Završnog rada:

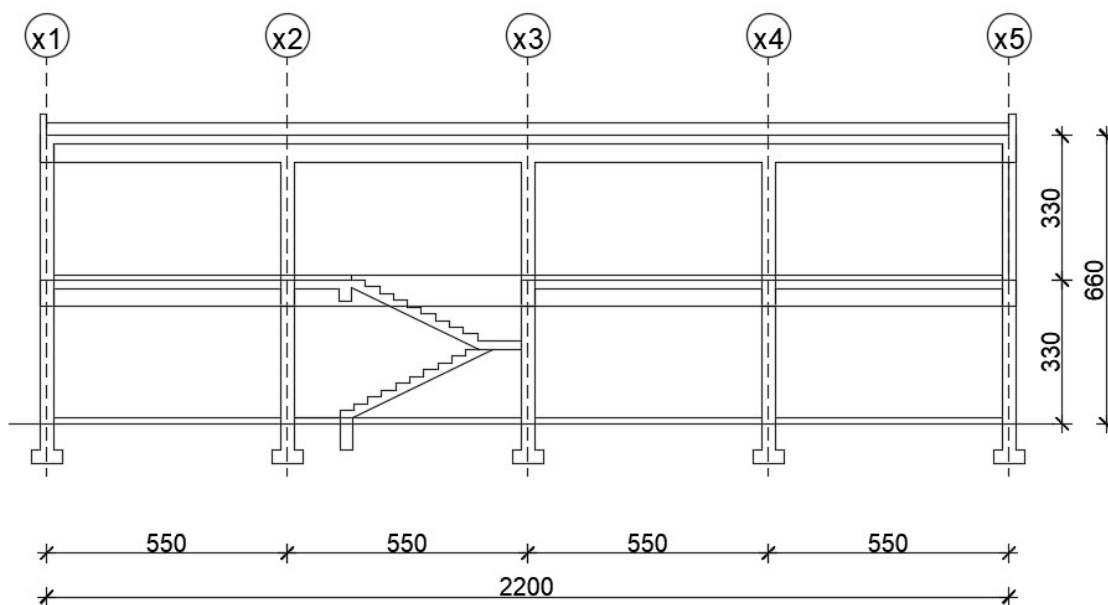
dr.sc. Nikola Grgić

## PRILOG:

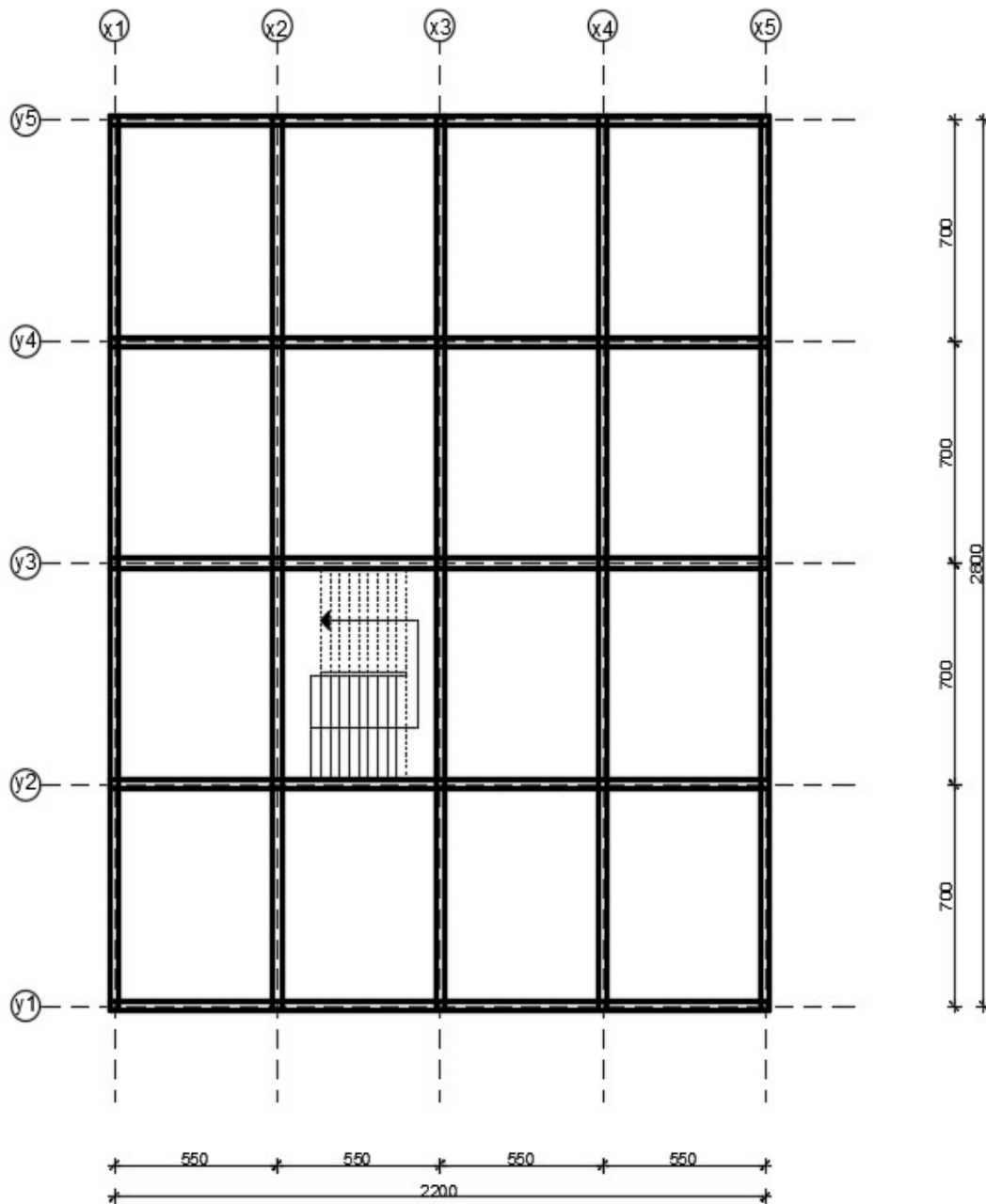
Na priloženim skicama dana je shema nosive armiranobetonske konstrukcije objekta. U tablici su zadane sve potrebne dimenzije i djelovanja na konstrukciju.

Oznaka	Veličina	Jedinica	Opis
$L_1$	5,5	(m)	„raster“ u uzdužnom smjeru
$L_2$	7,0	(m)	„raster“ u poprečnom smjeru
H	3,3	(m)	visina etaža
q	3,5	(kN/m <sup>2</sup> )	uporabno opterećenje
$\sigma_{tla,dop}$	0,54	(MN/m <sup>2</sup> )	dopušteno naprezanje u tlu
$Z_v$	I		zona vjetra
$Z_p$	8		Zona potresa
S	B 500 B		armatura
C	C 40/50		klasa betona

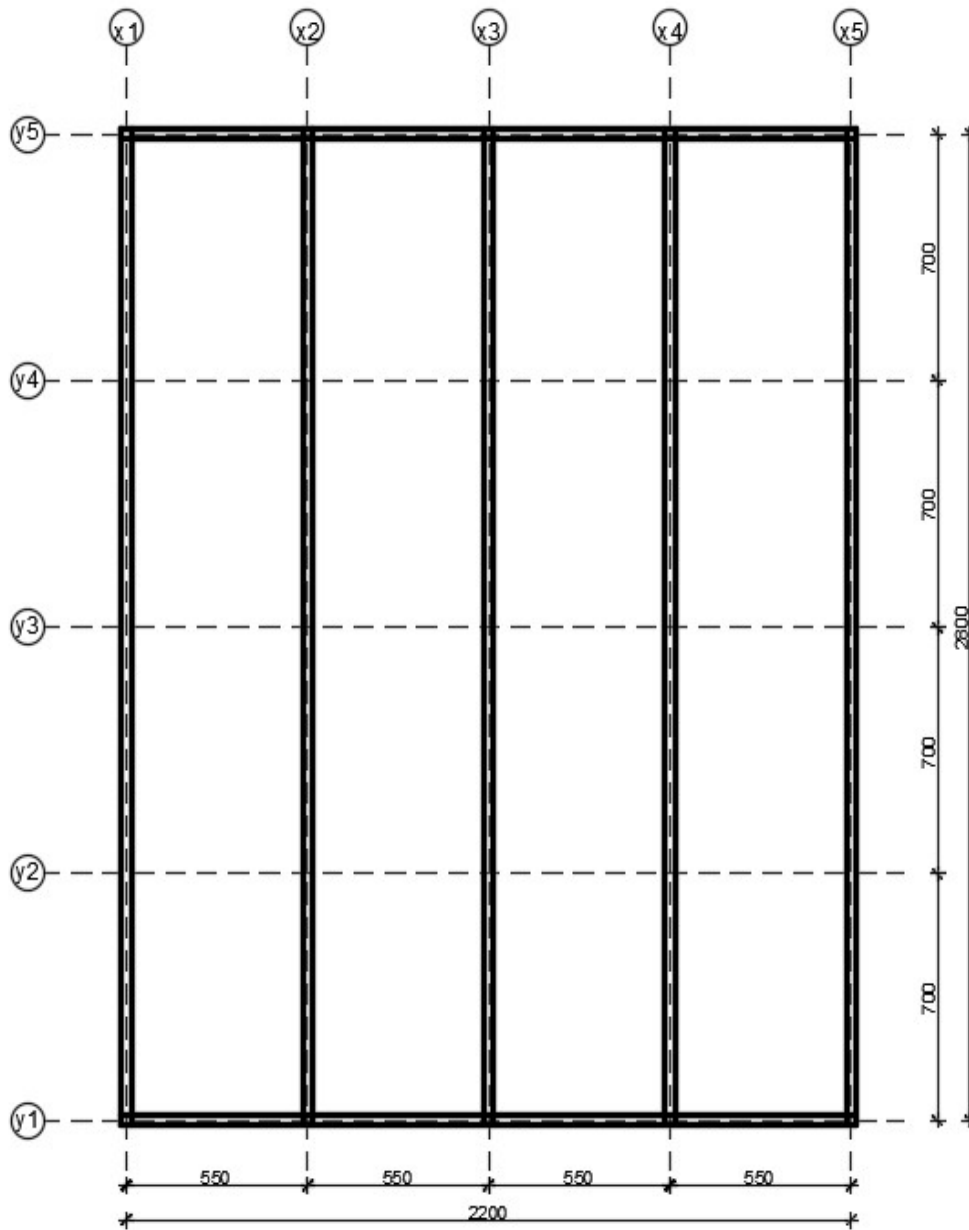
(1) Presjek



(2) Međuetaja



(3) Krovíšte



#### SAŽETAK:

Zadana je shema nosive konstrukcije armiranobetonskog objekta poslovne namjene sa svim potrebnim dimenzijama (prilog zadatku). Također su zadana djelovanja na konstrukciju, te za neke elemente nacrtati planove oplata i armature. Statički proračun i armaturne planove izraditi sukladno propisima i pravilima struke.

#### KLJUČNE RIJEČI:

Armiranobetonski objekt poslovne namjene, numerički model, statički proračun, plan armature

#### ABSTRACT:

The default scheme bearing structures reinforced concrete facility for business purposes, with all there quired dimensions (annextask). Also the default action on the structure, and for some elements draw plans and reinforcement. Structural analysis and reinforcement plans develop in accordance with the regulations and rules of the profession.

#### KEYWORDS:

Reinforced concrete building for business purposes, numerical model, static analysis, reinforcement plan



<b>1. TEHNIČKI OPIS.....</b>	<b>1</b>
<b>2. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE NOSIVIH ELEMENATA .....</b>	<b>2</b>
<b>3. ANALIZA OPTEREĆENJA .....</b>	<b>4</b>
3.1. POZICIJA 200 – KROV.....	4
3.1.1. <i>Stalno opterećenje</i> .....	4
3.1.2. <i>Uporabno opterećenje</i> .....	4
3.2. POZICIJA 100 – ETAŽA.....	6
3.2.1. <i>Stalno opterećenje</i> .....	6
3.2.2. <i>Uporabno opterećenje</i> .....	6
3.3. STUBIŠTE.....	8
3.3.1. <i>Stalno opterećenje</i> .....	8
3.3.2. <i>Uporabno opterećenje</i> .....	9
3.4. OPTEREĆENJE VJETROM .....	10
<b>4. PRORAČUN PLOČE POZICIJE 200 .....</b>	<b>15</b>
4.1. MOMENTI SAVIJANJA U PLOČI POZICIJE 200 .....	15
4.1.1. <i>Vlastita težina</i> .....	15
4.1.2. <i>Dodatno stalno opterećenje</i> .....	17
4.1.3. <i>Uporabno opterećenje</i> .....	19
4.1.4. <i>Granično stanje nosivosti</i> .....	21
4.2. DIMENZIONIRANJE PLOČE POZICIJE 200 (KROV) .....	23
<b>5. PRORAČUN PLOČE POZICIJE 100 .....</b>	<b>26</b>
5.1. MOMENTI SAVIJANJA U PLOČI POZICIJE 100 .....	26
5.1.1. <i>Vlastita težina</i> .....	26
5.1.2. <i>Dodatno stalno opterećenje</i> .....	28
5.1.3. <i>Uporabno opterećenje</i> .....	30
5.1.4. <i>Granično stanje nosivosti</i> .....	32
5.2. DIMENZIONIRANJE PLOČE POZICIJE 100 .....	34
<b>6. PRORAČUN KONTINUIRANOG NOSAČA .....</b>	<b>37</b>
6.1. MOMENTI SAVIJANJA I POPREČNE SILE GREDE .....	37
6.1.1. <i>Vlastita težina</i> .....	37
6.1.2. <i>Dodatno stalno opterećenje</i> .....	38
6.1.3. <i>Uporabno opterećenje</i> .....	39
6.1.4. <i>Granično stanje nosivosti</i> .....	40
6.2. DIMENZIONIRANJE GREDE NA MOMENT SAVIJANJA .....	41
6.3. DIMENZIONIRANJE GREDE NA POPREČNU SILU .....	50
6.4. KONTROLA PUKOTINA GREDE .....	60
6.5. KONTROLA PROGIBA GREDE .....	64

<b>7.</b>	<b>PRORAČUN STUBIŠTA.....</b>	<b>66</b>
7.1.	MJERODAVNE REZNE SILE.....	66
7.2.	DIMENZIONIRANJE STUBIŠTA .....	67
<b>8.</b>	<b>PRORAČUN STUPOVA .....</b>	<b>69</b>
8.1.	MOMENTI SAVIJANJA I UZDUŽNE SILE STUPOVA.....	69
8.2.	DIMENZIONIRANJE STUPA.....	70
8.2.1.	<i>Određivanje dimenzija stupova.....</i>	<i>70</i>
8.2.2.	<i>Dimenzioniranje pomoću dijagrama interakcije.....</i>	<i>71</i>
8.2.3.	<i>Proračun poprečne armature stupa .....</i>	<i>71</i>
<b>9.</b>	<b>PRORAČUN TEMELJA SAMCA ISPOD STUPA .....</b>	<b>72</b>
9.1.	DIMENZIONIRANJE TEMELJA.....	72
9.1.1.	<i>Preliminarno određivanje dimenzija temelja .....</i>	<i>72</i>
9.2.	NAPREZANJA NA DODIRNOJ PLOHI TEMELJ – TLO .....	74
9.3.	PRORAČUN ARMATURE TEMELJA .....	74
<b>10.</b>	<b>PRILOZI.....</b>	<b>76</b>
10.1.	ARMATURA PLOČE POZICIJA 100- DONJA ZONA .....	76
10.2.	ARMATURA PLOČE POZICIJA 100- GORNJA ZONA .....	76
10.3.	ARMATURA PLOČE POZICIJA 200- DONJA ZONA .....	76
10.4.	ARMATURA PLOČE POZICIJA 200- GORNJA ZONA .....	76
10.5.	ARMATURNI PLAN GREDE .....	76
10.6.	ARMATURNI PLAN STUBIŠTA.....	76
<b>11.</b>	<b>LITERATURA .....</b>	<b>77</b>

## 1. TEHNIČKI OPIS

Predmet ovog rada je projekt armiranobetonske nosive konstrukcije poslovnog objekta. Predmetna građevina sastoji se od prizemlja i kata. Završna ploča kata je ujedno i ravni krov građevine.

Visina građevine iznosi 6,60 m, a tlocrtna površina građevine iznosi 22,0 x 28,0 m.

Nosiva konstrukcija objekta je okvirna, a čine je stupovi i grede iznad koje su armiranobetonske ploče. Stupovi se oslanjaju na temelje samce. Rezne sile u pločama i gredama dobivene su pomoću programa *AspalathosLinear*, a korišten je ravninski model. Sve armiranobetonske ploče su debljine  $d=16.0\text{ cm}$ . Poprečne grede su dimenzija  $b/h=30/60\text{ cm}$ , a uzdužne grede dimenzija  $b/h=30/60\text{ cm}$ . Rezne sile u stupovima za različite kombinacije opterećenja dobivene su pomoću programa *AspalathosLinear*, a korišten je prostorni model (okvir). Odabrane su dimenzije stupova  $30/30\text{ cm}$  i temelji samci  $173 \times 173 \times 60\text{ cm}$ . Za vertikalnu komunikaciju između katova predviđeno je armiranobetonsko stepenište debljine nosive ploče  $d=16.0\text{ cm}$ .

Izračunato stalno opterećenje za poziciju 200(krov) iznosi  $7,05\text{ kN/m}^2$ , a uporabno opterećenje (prema propisima) iznosi  $1,0\text{ kN/m}^2$ . Zadano je uporabno opterećenje za poziciju 100 (međukatne konstrukcije) i iznosi  $3,5\text{ kN/m}^2$ , a stalno opterećenje je  $7,17\text{ kN/m}^2$ . Građevina se nalazi u I. vjetrovnoj zoni s osnovnom brzinom vjetra  $v_{b0}=22\text{ m/s}$ .

Dozvoljeno naprezanje u tlu na dubini temeljenja iznosi  $\sigma_{dop}=0.54(\text{MN/m}^2)$

Za nosivu armiranobetonsku konstrukciju odabran je beton C 40/50 i čelik za armiranje B 500B.

Za sve armiranobetonske nosive elemente izvršen je proračun za granično stanje nosivosti, a za neke elemente izvršena je provjera graničnog stanja uporabljivosti. Na osnovi proračunskih vrijednosti momenata i dobivenih površina armature, odabrana je armatura (mreže i šipki) te su napravljeni armaturni planovi za neke elemente konstrukcije. Svi nacrti i prikazi krojenja armaturnih mreža ploče, grede i stupova nacrtani su pomoću programa AutoCAD priloženi su u radu.

Statički sustav i armaturni planovi izrađeni su sukladno propisima i pravilima struke.

## 2. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE NOSIVIHELEMENATA

### PRESJEK 1

-Visina ploče:

$$D_{pl} = \frac{Lx}{35} = \frac{550}{35} = 15,71$$

-odabrano :  $d_{pl} = 16$  cm

Visina grede:

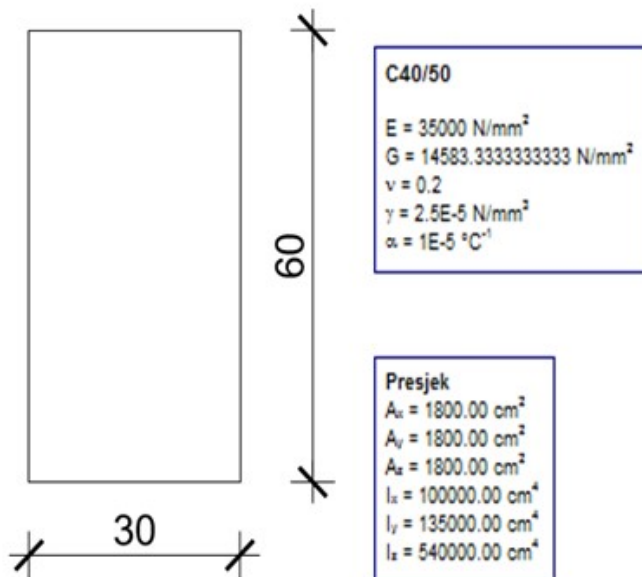
$$\frac{L_o}{12} = \frac{700}{12} = 58,33$$

-odabrano:  $h_G = 60$  cm

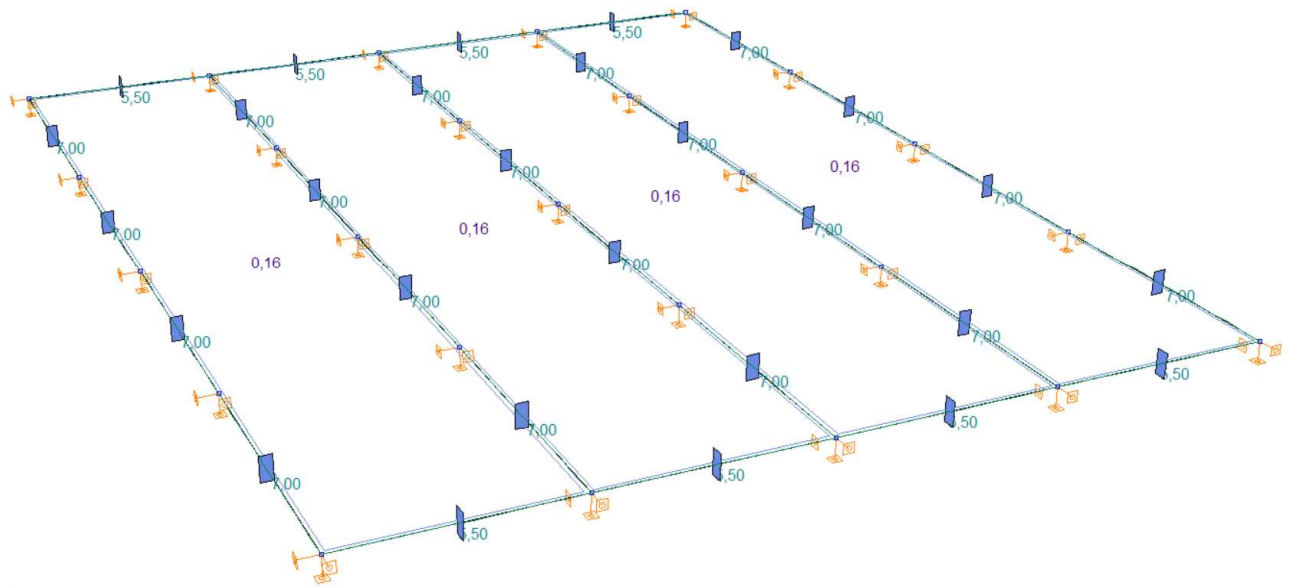
-Širina grede:

$$\frac{h_G}{2} = \frac{60}{2} = 30$$

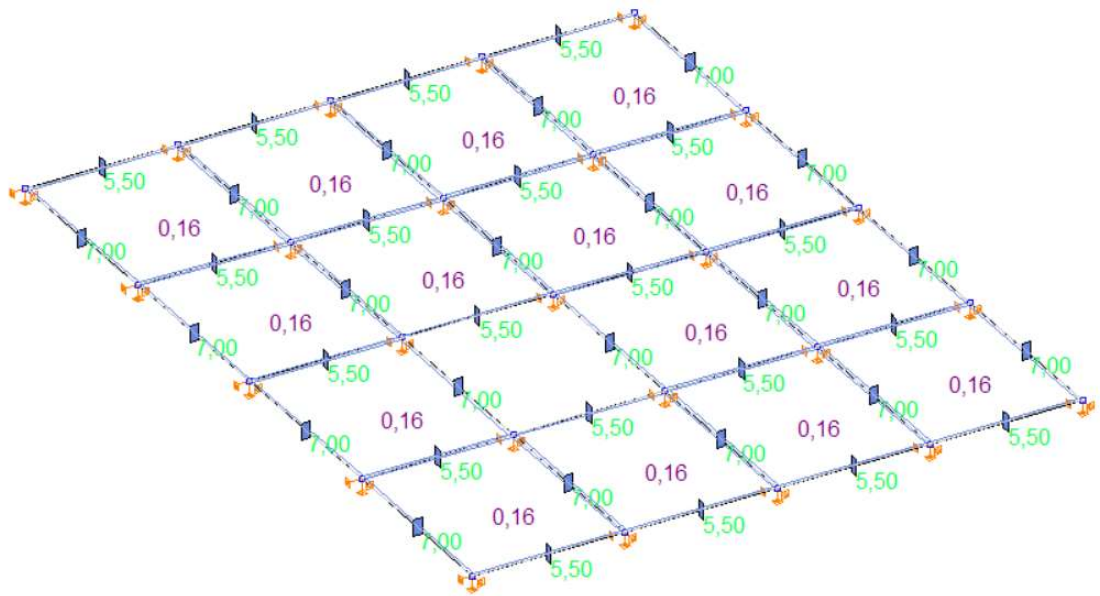
-odabrano:  $b_G = 30$  cm



- Za sve nosive elemente u x i y smjeru na pozicijama 100 i 200 odabran je isti presjek grede, dimenzija 60x30 cm.



Slika 2.2. Prikaz dimenzija greda i pločaz. 200

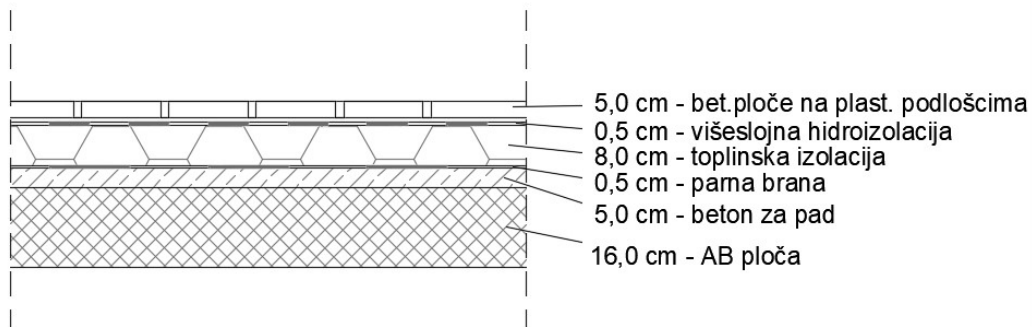


Slika 2.3. Prikaz dimenzija greda i ploča poz. 100

### 3. ANALIZA OPTEREĆENJA

#### 3.1. POZICIJA 200 – KROV

##### 3.1.1. Stalno opterećenje



Slika 3.1. Presjek ploče poz. 200

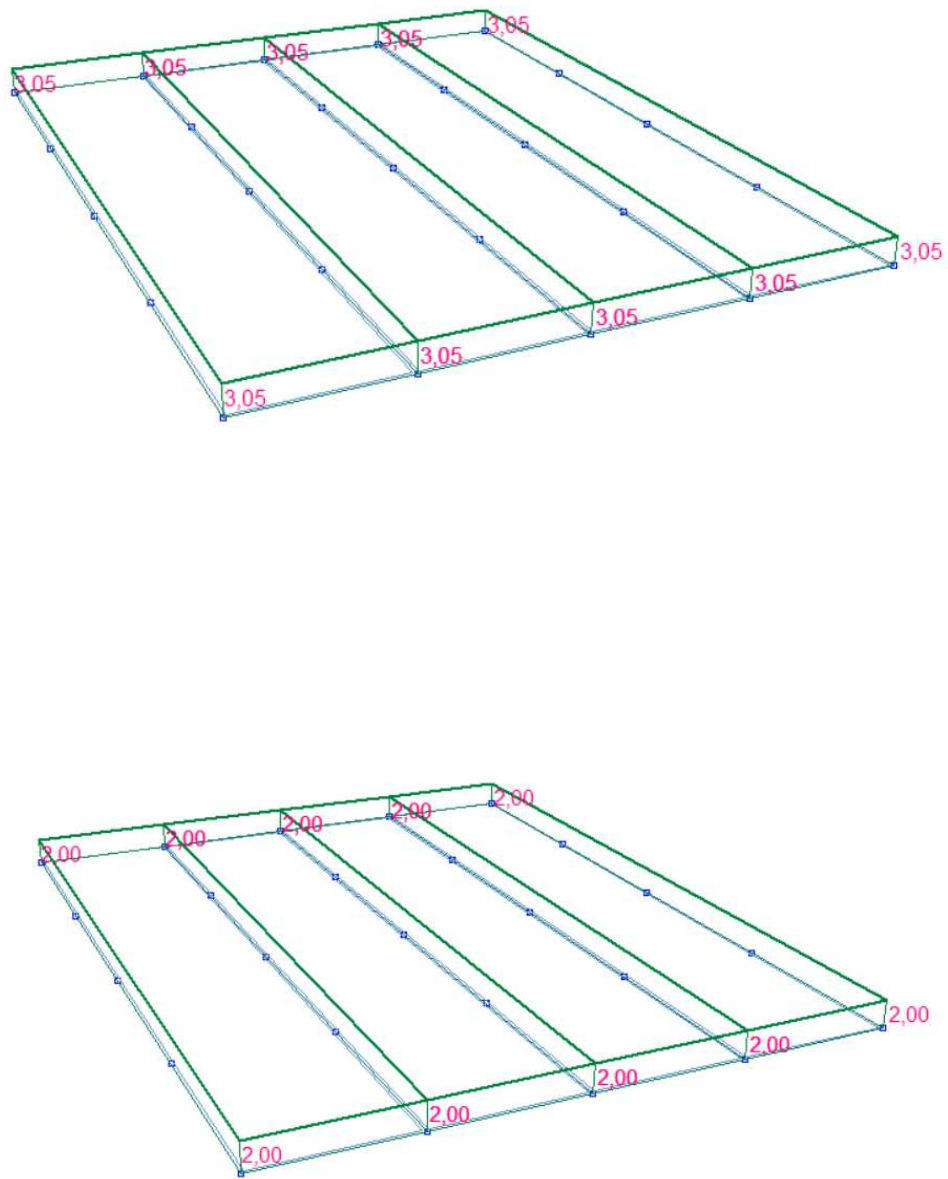
Tablica 3.1. Stalno opterećenje poz.200

	d (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	d· $\gamma$ (kN/m <sup>2</sup> )
Betonske ploče na plastičnim podloščima	0.05	25.0	1.25
Hidroizolacija + parna brana	0.01	20.0	0.20
Toplinska izolacija	0.08	5.0	0.40
Beton za pad	0.05	24.0	1.20
AB ploča	0.16	25.0	4.00

Ukupno stalno opterećenje:  $g_{200} = 7,05$  (kN/m<sup>2</sup>)

##### 3.1.2. Uporabno opterećenje

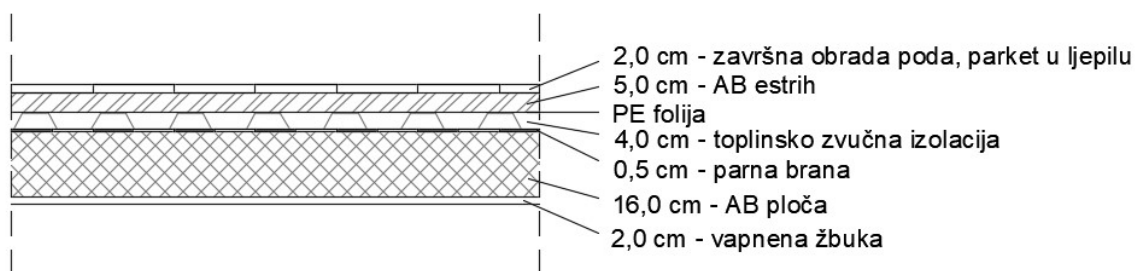
Za uporabno opterećenje uzima se opterećenje snijegom i vjetrom. Opterećenje snijegom za ravnekrovove, u područjima gdje je snijeg rijedak (prema pravilniku) iznosi 0.50 kN/m<sup>2</sup>, pa se za uporabno opterećenje neprohodnih ravnih krovova može uzeti zamjenjujuća vrijednost:  $q_{200} = s + w \approx 2,0$  kN/m<sup>2</sup>



Slika 3.2. Prikaz dodatnog stalnog opterećenja  $G_0$  i uporabnog opterećenja  $Q$

### 3.2. POZICIJA 100 – ETAŽE

#### 3.2.1. Stalno opterećenje



Slika 3.3. Presjek ploče poz. 100

Tablica 3.2. Stalno opterećenje poz. 100

	d (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$d \cdot \gamma$ (kN/m <sup>2</sup> )
Pregrade			1.00
Završna obrada poda-parket	0.02	12.0	0.24
AB estrih	0.05	25.0	1.25
Toplinska izolacija	0.04	5.0	0.20
Hidroizolacija	0.005	20.0	0.10
AB. Ploča	0.16	25.0	4.00
Pogled (vapnena žbuka)	0,02	19,00	0,38

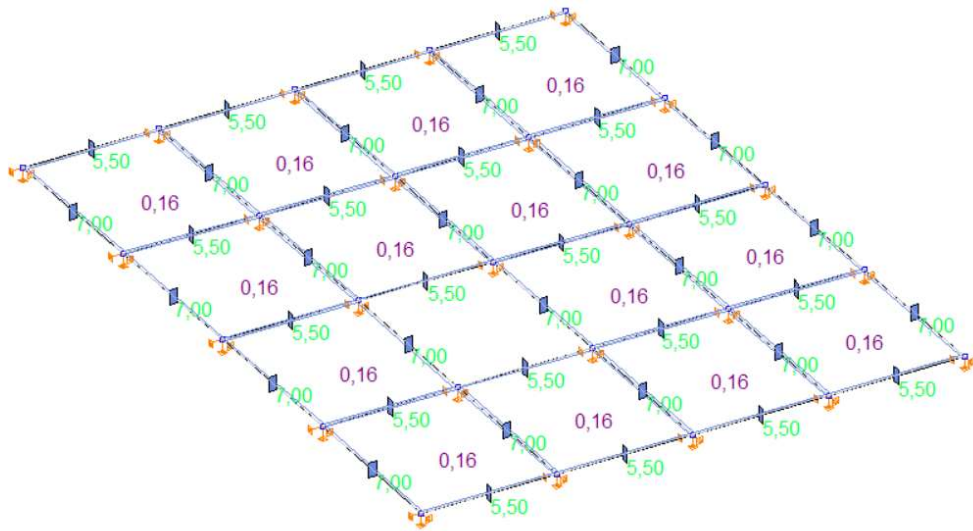
Ukupno stalno opterećenje  $g_{100} = 7,17$  (kN/m<sup>2</sup>)

#### 3.2.2. Uporabno opterećenje

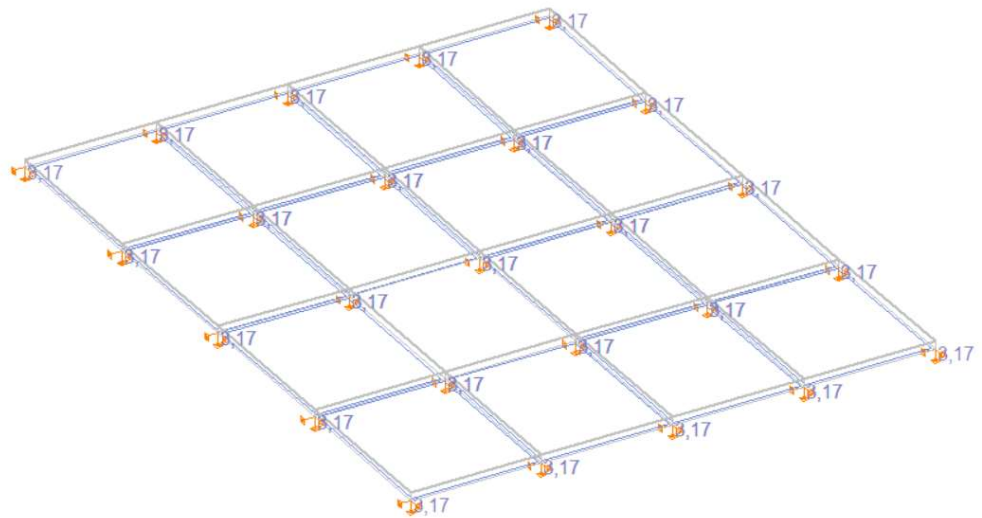
Uporabno opterećenje se uzima prema pravilniku: HRN EN 1991-2-1.

U našem slučaju, zadano je zadatkom  $q_{100} = 3.5$  kN/m<sup>2</sup>





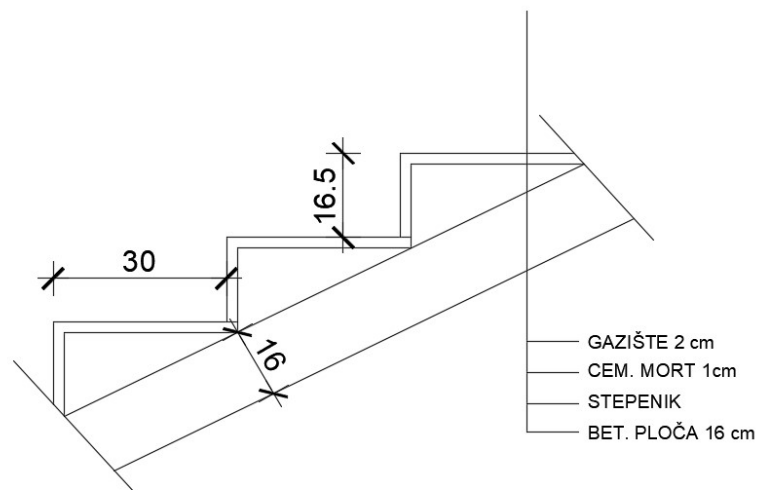
Slika 3.4. Geometrija etaže 100



Slika 3.5 Prikaz dodatnog stalnog opterećenja  $G_0$

### 3.3. STUBIŠTE

#### 3.3.1 Stalno opterećenje



Slika 3.12. Presjek stubišta

- Broj stuba (za jedan stubišni krak):

$$n_s = H/2 \cdot v = 3,30/2 \cdot 0,165 = 10 \text{ stuba}$$

- Širina stuba:

$$2 \cdot v_s + \text{šs} = 63 \Rightarrow \text{šs} = 63 - 2 \cdot 16,5 = 30 \text{ cm}$$

- Duljina kraka:

$$L_k = n_s \cdot \text{šs} = 10 \cdot 30 = 300 \text{ cm}$$

- Kut  $\alpha$ :

$$\text{tg} \alpha = 0,5 \cdot H/L_k = 1,65 / 3,0 = 0,55 \Rightarrow$$

$$\alpha = 28,8^\circ$$

- Odabrana duljina podesta:

$$L_p \geq 1,20 \text{ m} \quad L_p = (L - L_k)/2 = (5,5 - 3,0)/2 = 2,0 \text{ m}$$

$$h' = \frac{h}{\cos \alpha} = \frac{16}{\cos 28,8} = 18,26 \text{ cm}$$

Tablica 3.3. Stalno opterećenje stubišta

	d (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	d· $\gamma$ (kN/m <sup>2</sup> )
Završna obrada gazišta – kamena ploča	0.02	28.0	0.56
Cementni namaz (max. 1,0 cm)	0.01	20.0	0.20
Stuba	0.075	24.0	1.80
AB ploča (h'=18,26 cm)	0.1826	25.0	4,57

Ukupno stalno opterećenje :  $g_{st} = 7,13$  (kN/m<sup>2</sup>)

### 3.3.2 Uporabno opterećenje

Uporabno opterećenje se uzima prema pravilniku: HRN EN 1991-2-1.

U našem slučaju, uzet ćemo ga jednako kao na pločama:

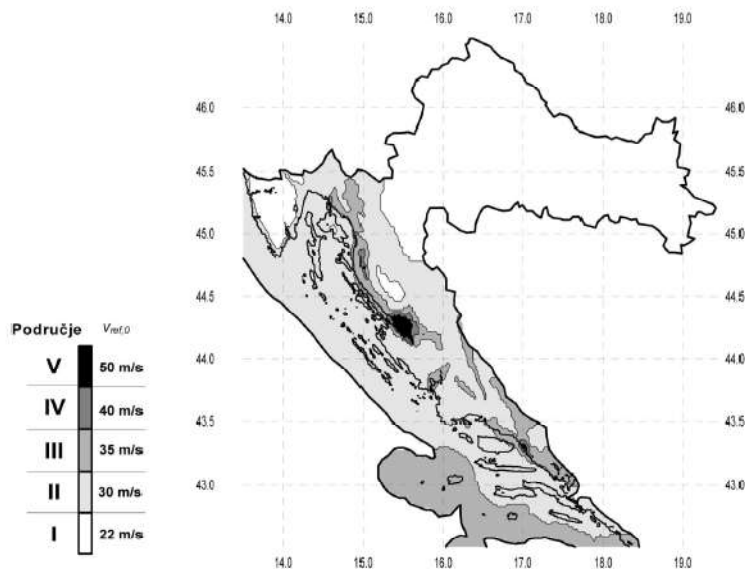
$$q_{st} = 3,5 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

### 3.4 OPTEREĆENJE VJETROM

Dimenzije zgrade su:  $L_1=5,5$  m,  $L_2=7,0$  m,  $H=3,3$  m.

Objekt se nalazi u I. vjetrovnoj zoni, na visini od 150 m.n.m

Osnovna brzina vjetra:  $v_{b,0} = 22$  m/s (za I. Zonu)



Slika 3.13. Zemljovid područja opterećenja vjetrom

Referentna brzina vjetra:  $v_b = c_{DIR} \cdot c_{TEM} \cdot c_{ALT} \cdot v_{b,0}$

$c_{DIR}$  - koeficijent smjera vjetra  $\rightarrow c_{DIR} = 1.0$

$c_{TEM}$  - koeficijent ovisan o godišnjem dobu  $\rightarrow c_{TEM} = 1.0$

$c_{ALT}$  - koeficijent nadmorske visine  $\rightarrow c_{ALT} = 1 + 0,0001 \cdot a_s$

$$c_{ALT} = 1 + 0,0001 \cdot 150 = 1,015$$

$$v_b = 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,015 \cdot 22 = 22,33 \text{ m/s}$$

Zgrada ima veću širinu od visine, a za mjerodavnu visinu uzimamo ukupnu visinu.

Pretpostavimo da je na vrhu izgrađen AB parapet visine 0,5 m, mjerodavna visina tada iznosi:

$$z_e = 2 \cdot 3,3 + 0,5 = 7,1 \text{ m}$$

Mjerodavna visina je veća od minimalne (2,00 m), pa je koeficijent hrapavosti:

$$c_{r(z)} = k_r \cdot \ln \left( \frac{z_e}{z_0} \right)$$

Koeficijent terena  $k_r$  određuje se iz odgovarajuće tablice ovisno o kategoriji zemljišta.

Odabiremo III. kategoriju zemljišta.

Tablica 3.4. Kategorije terena i pripadni parametri

Kategorija terena	Opis	$K_r$	$z_0$ [m]	$Z_{min}$ [m]
0	More ili područje uz more otvoreno prema moru	0.156	0.003	1
I	Uzburkano otvoreno more ili jezero, s najmanje 5 km dužine navjetrine i gladak ravan teren bez prepreka	0.170	0.01	1
II	Poljoprivredno zemljište s ogradama, povremenim malim poljoprivrednim objektima, kućama ili drvećem	0.190	0.05	2
III	Predgrađa ili industrijske zone i stalne šume	0.215	0.30	5
IV	Urbane zone u kojima je najmanje 15% površine pokriveno zgradama čija je srednja visina veća od 15 m	0.234	1.00	10

$$k_r = 0,215 \rightarrow c_{r(z)} = 0,215 \cdot \ln\left(\frac{7,1}{0,30}\right) = 0,68$$

Srednja brzina vjetra tako iznosi:  $V_m(z) = C_r(z) \cdot C_0(z) \cdot V_b$

$C_0$  - koeficijent topografije (uglavnom se uzima 1.0)

$$v_m = 0,68 \cdot 1,0 \cdot 22,33 = 15,18 \text{ m/s}$$

Turbulencija:

$$I_v(z) = \frac{1}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z_e}{z_0}\right)} = \frac{1}{1,0 \cdot \ln\left(\frac{7,1}{0,30}\right)} = 0,316$$

Maksimalni tlak pri vršnoj brzini  $q_p(z_e)$ :

$$\rho_{zr} = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{\rho_{zr}}{2} \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot v_b(z)$$

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot 0,316] \cdot \frac{1,25}{2} \cdot 15,18^2 = 462,59 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 0,46 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

## ZID-E

ZID-D ↑ W<sub>γ</sub>- SMJER DJELOVANJA VJETRA

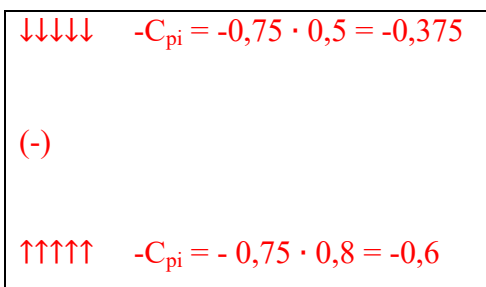
Djelovanje na zgradu:

$$w_{e,D} = 0,8 \cdot q_p(z) = 0,8 \cdot 0,46 = 0,38 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e,E} = 0,5 \cdot q_p(z) = 0,5 \cdot 0,46 = 0,23 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{i,D} = 0,6 \cdot q_p(z) = 0,6 \cdot 0,46 = 0,28 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{i,E} = 0,375 \cdot q_p(z) = 0,375 \cdot 0,46 = 0,17 \frac{kN}{m^2}$$

Ukupni tlak vjetra (W<sub>UK</sub>) u [kN/m<sup>2</sup>]↑↑↑↑↑ +C<sub>pe,E</sub> = -0,5 ZID-E↑↑↑↑↑ +C<sub>pe,D</sub> = 0,8 ZID-D

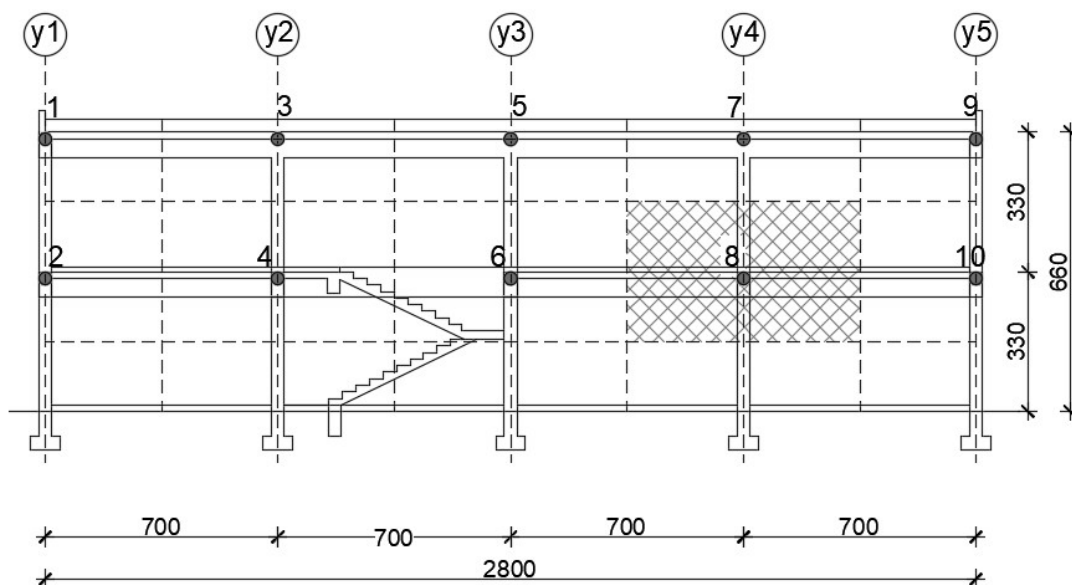
-Koeficijenti tlakova se zbrajaju vektorski

$$W_{uk} = q_p(z_i) \cdot C_{p(e+i)}$$

$$C_{p(e+i)} = (0,8+0,5)+(0,6-0,375) = 1,3+0,225 = 1,525$$

$$W_{uk} = 0,46 \cdot 1,525 = 0,70 \text{ ( kN/m}^2 \text{ )}$$

Silu vjetra zadajemo u čvorovima modela. Određivanje sila u čvorovima modela vršimo prema utjecajnim površinama djelovanja vjetra.



Slika 3.14. Utjecajne površine djelovanja vjetra

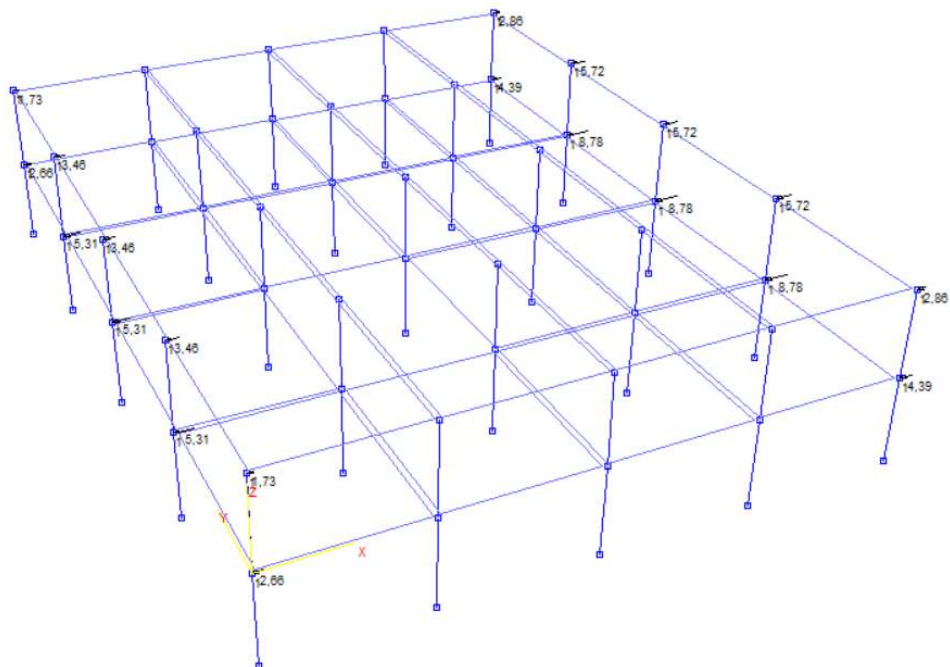
➤ **X smjer**

Tablica 3.5. Prednja strana

Čvor	Utjecajna površina		Tlak vjetra(kN/m <sup>2</sup> )		Sila u čvoru(kN)
	Širina(m)	Visina(m)	Površina(m <sup>2</sup> )		
1	3.50	2.15	7.53	0.38	2.86
2	3.50	3.30	11.55	0.38	4.39
3	7.00	2.15	15.05	0.38	5.72
4	7.00	3.30	23.10	0.38	8.78
5	7.00	2.15	15.05	0.38	5.72
6	7.00	3.30	23.10	0.38	8.78
7	7.00	2.15	15.05	0.38	5.72
8	7.00	3.30	23.10	0.38	8.78
9	3.50	2.15	7.53	0.38	2.86
10	3.50	3.30	11.55	0.38	4.39

Tablica 3.7. Stražnja strana

Čvor	Utjecajna površina		Tlak vjetra(kN/m <sup>2</sup> )		Sila u čvoru(kN)
	Širina(m)	Visina(m)	Površina(m <sup>2</sup> )		
1	3.50	2.15	7.53	0.23	1.73
2	3.50	3.30	11.55	0.23	2.66
3	7.00	2.15	15.05	0.23	3.46
4	7.00	3.30	23.10	0.23	5.31
5	7.00	2.15	15.05	0.23	3.46
6	7.00	3.30	23.10	0.23	5.31
7	7.00	2.15	15.05	0.23	3.46
8	7.00	3.30	23.10	0.23	5.31
9	3.50	2.15	7.53	0.23	1.73
10	3.50	3.30	11.55	0.23	2.66



Slika 3.16. Djelovanje vjetra u X smjeru (sile u kN)

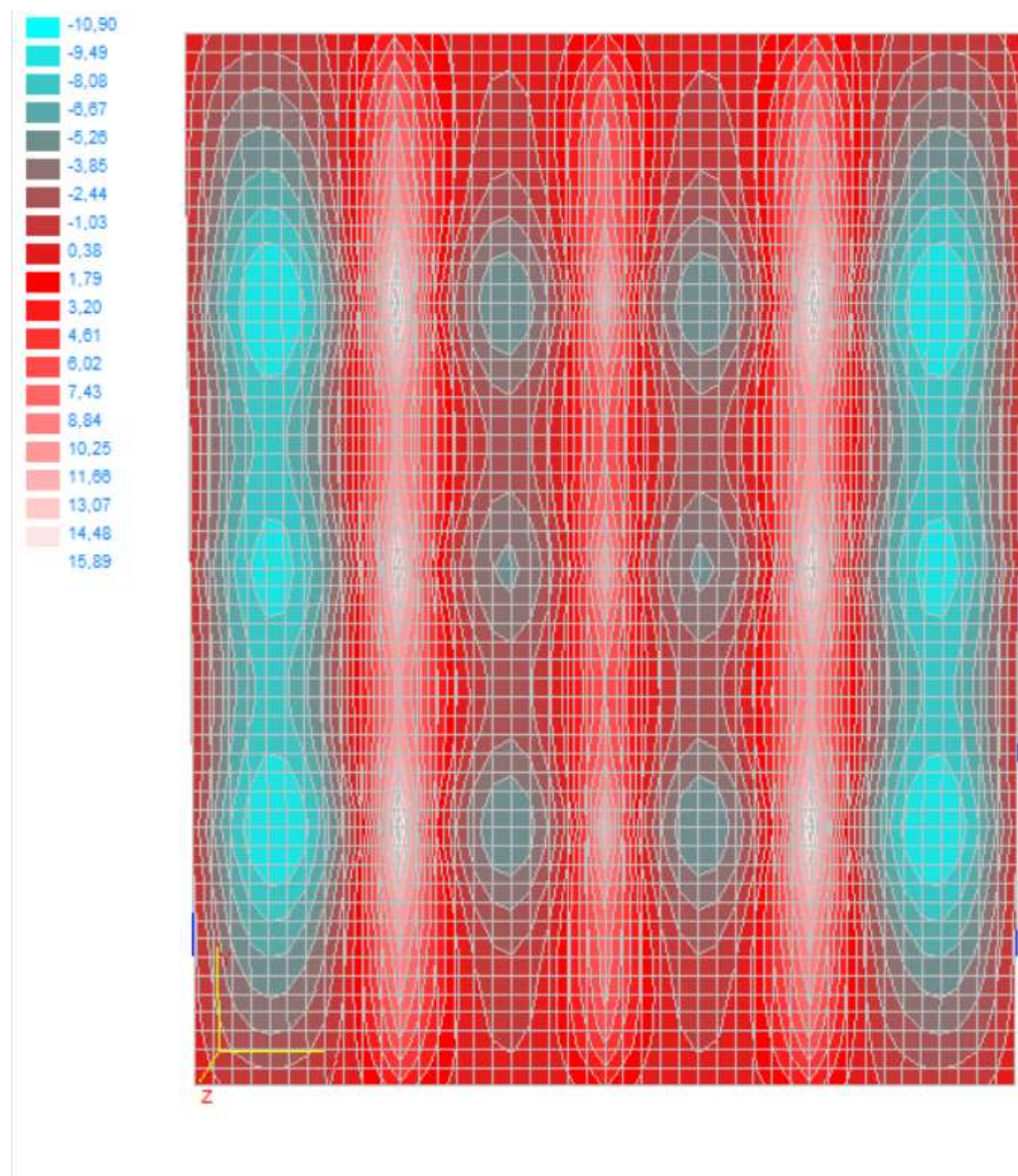


#### 4. PRORAČUN PLOČA POZICIJE 200

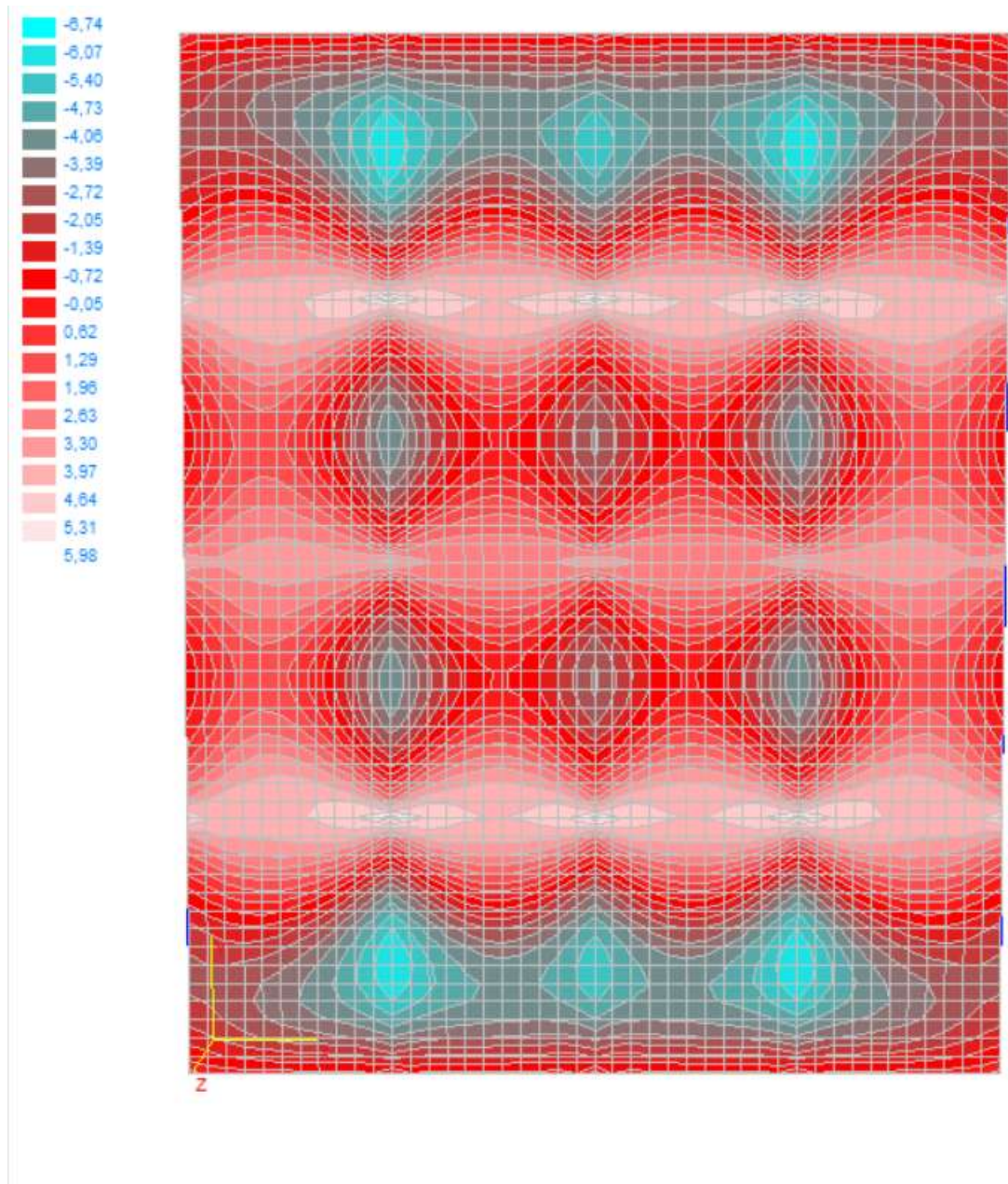
- Proračun reznih sila vršio se kompjuterskim programom *AspalathosLinear*. Prikaz rezultata dan je odvojeno za ploče i grede.

##### 4.1.MOMENTI SAVIJANJA U PLOČI POZICIJE 200

###### 4.1.1. Vlastita težina



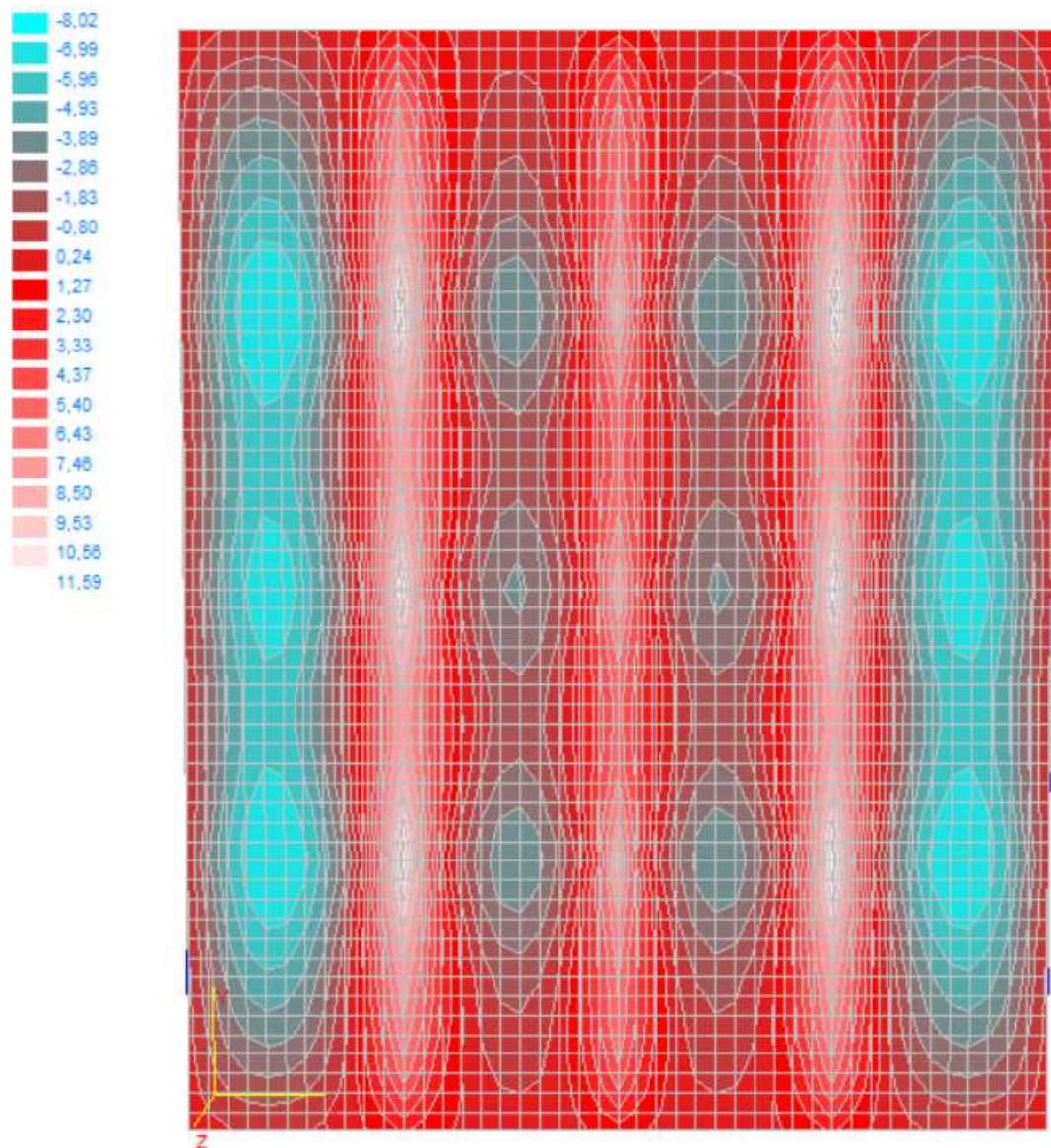
Slika 4.1. Momenti  $M_x$  (kNm)

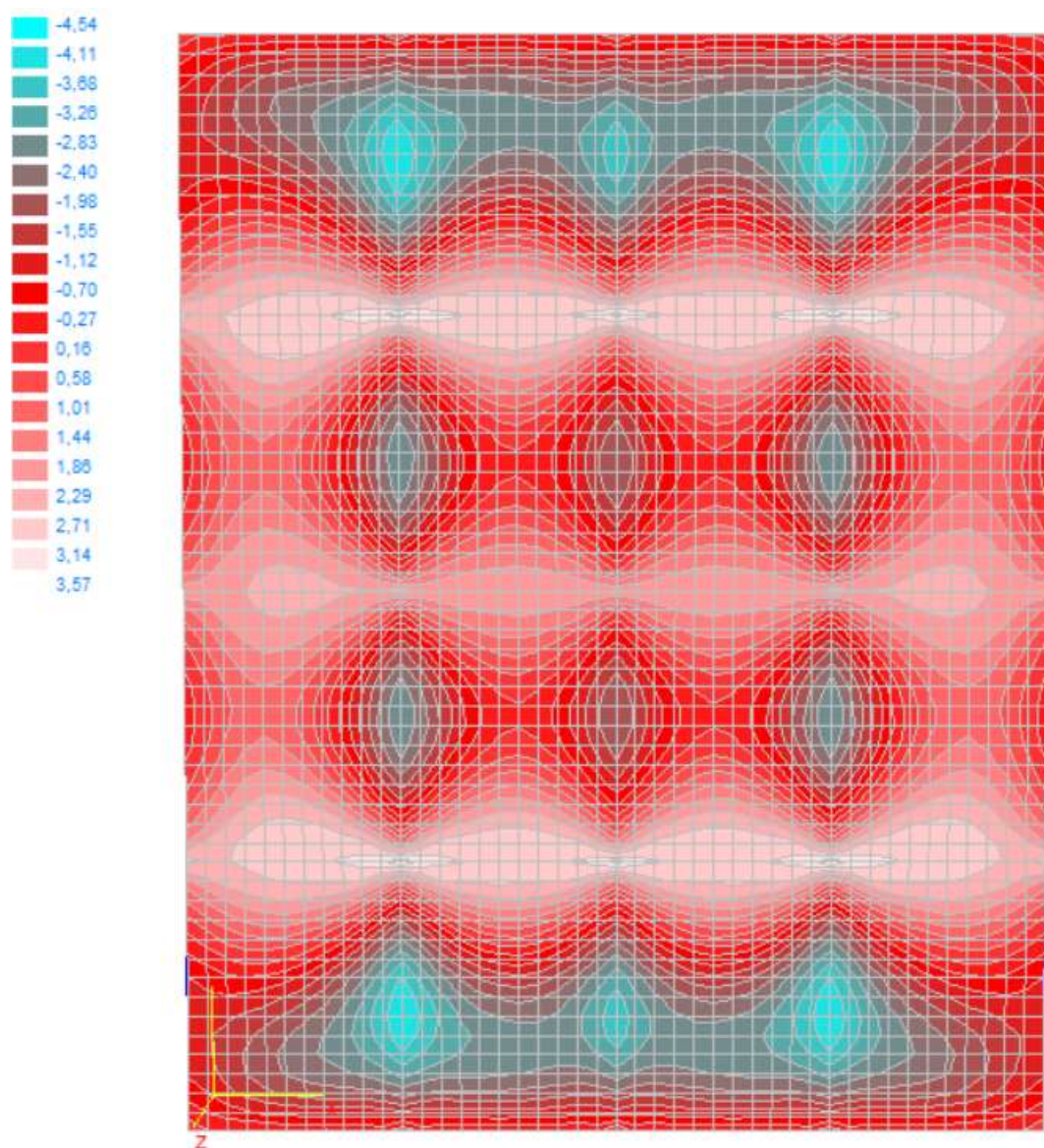


Slika 4.2. Momenti  $M_y$  (kNm)



## 4.1.2. Dodatno stalno opterećenje

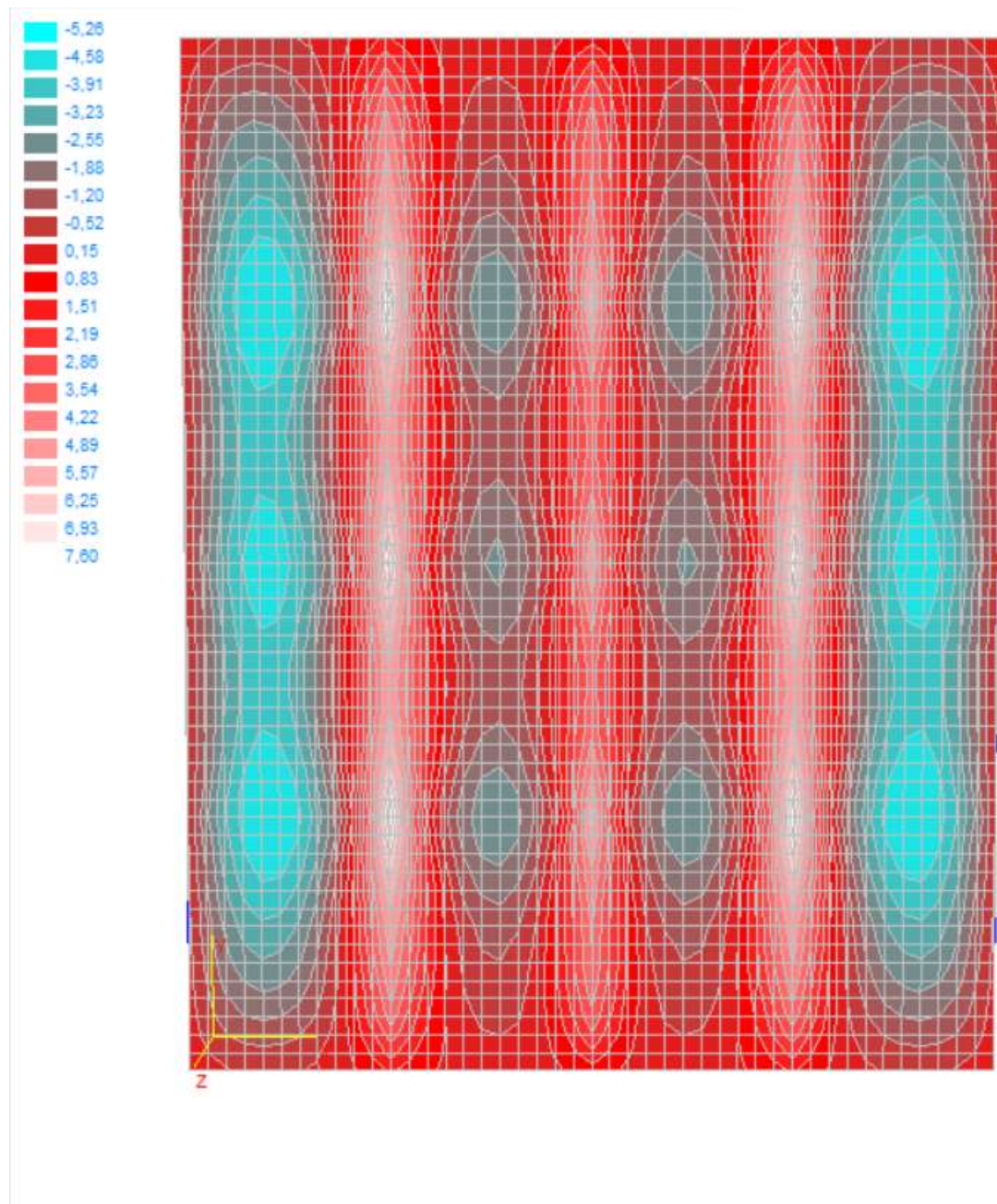
Slika 4.3. Momenti  $M_x$  (kNm)

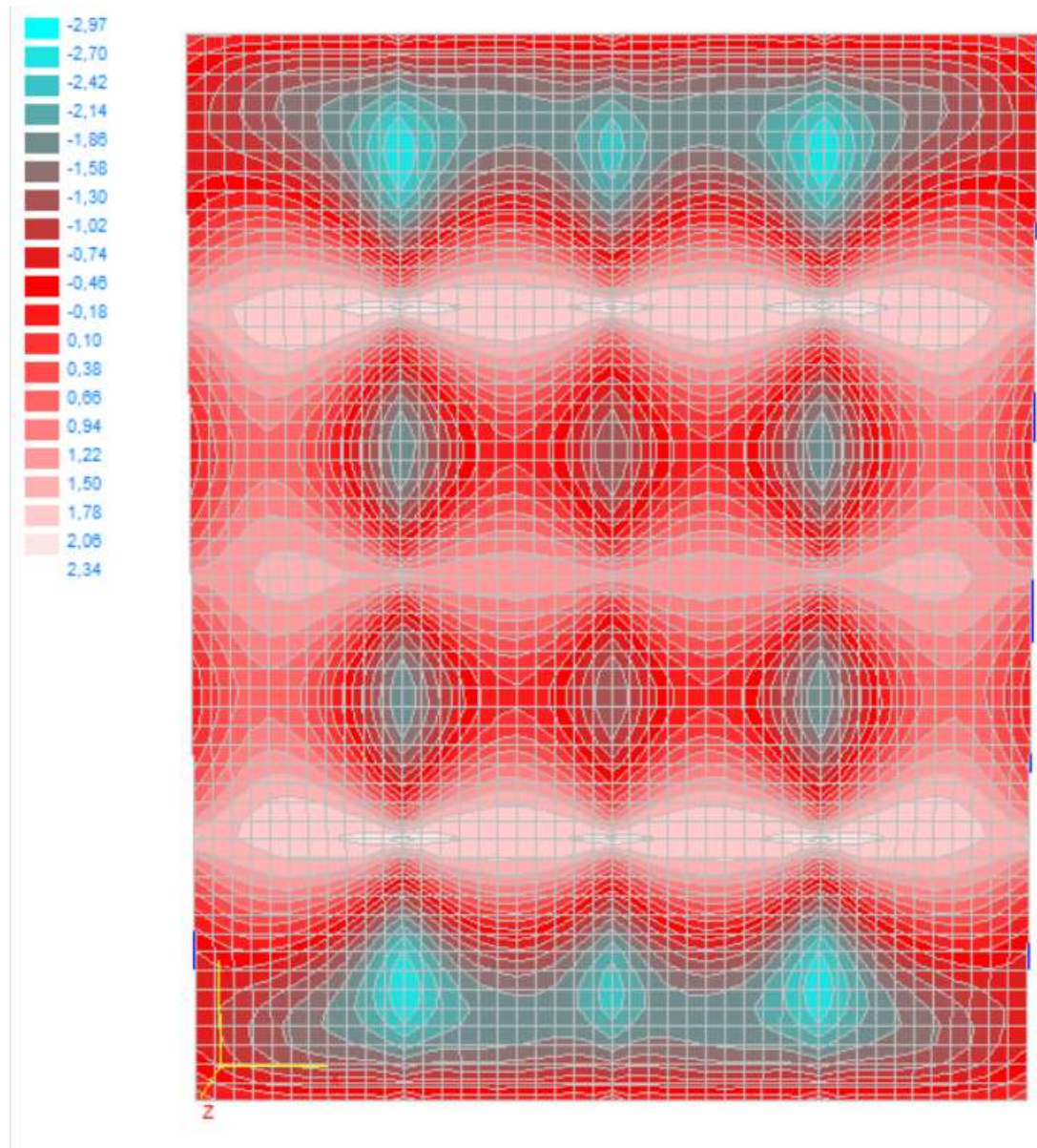


Slika 4.4. Momenti  $M_y$ (kNm)



## 4.1.3. Uporabnoopterećenje

Slika 4.5. Momenti  $M_x$  (kNm)

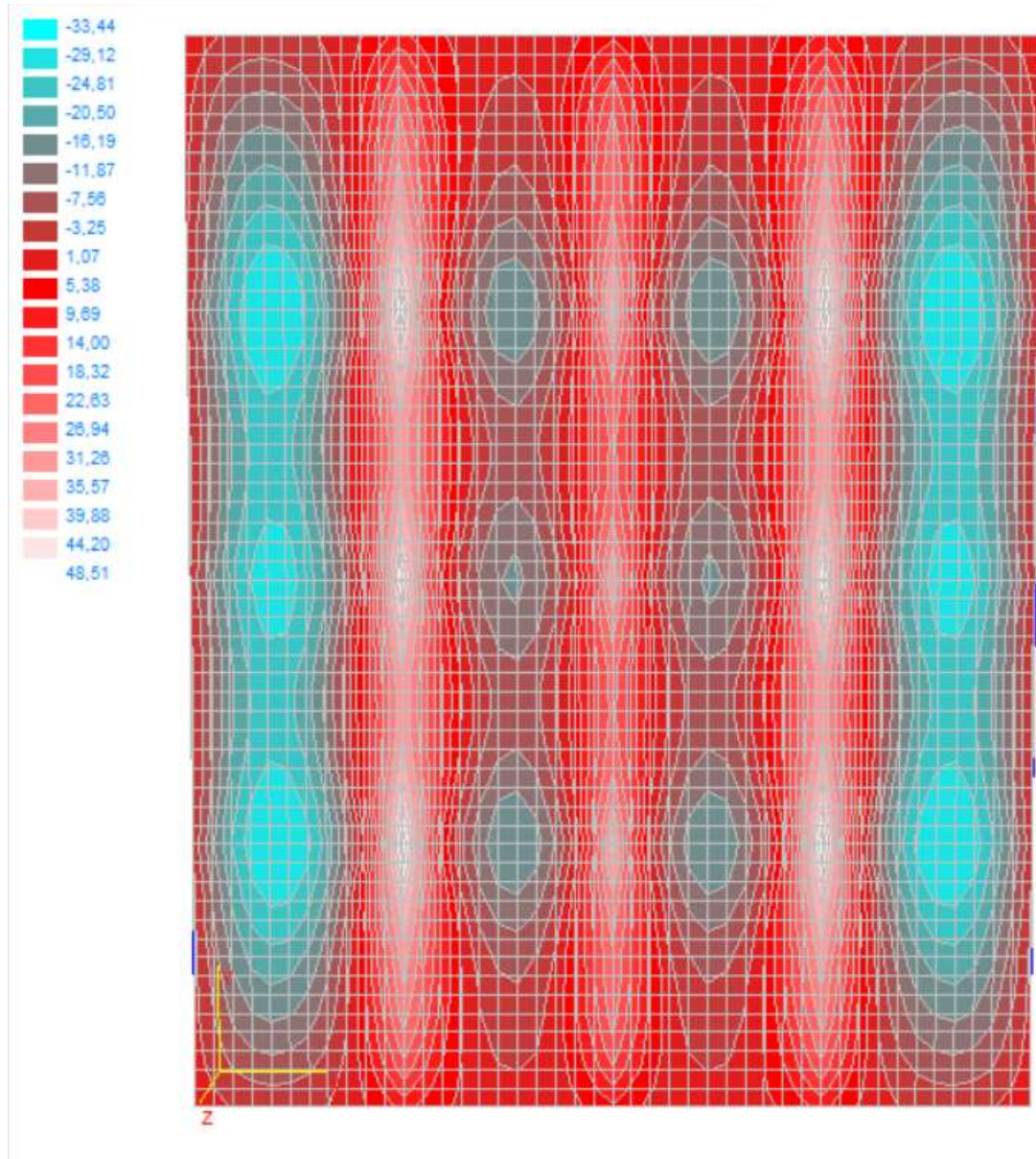


Slika 4.6. Momenti  $M_y$  (kNm)

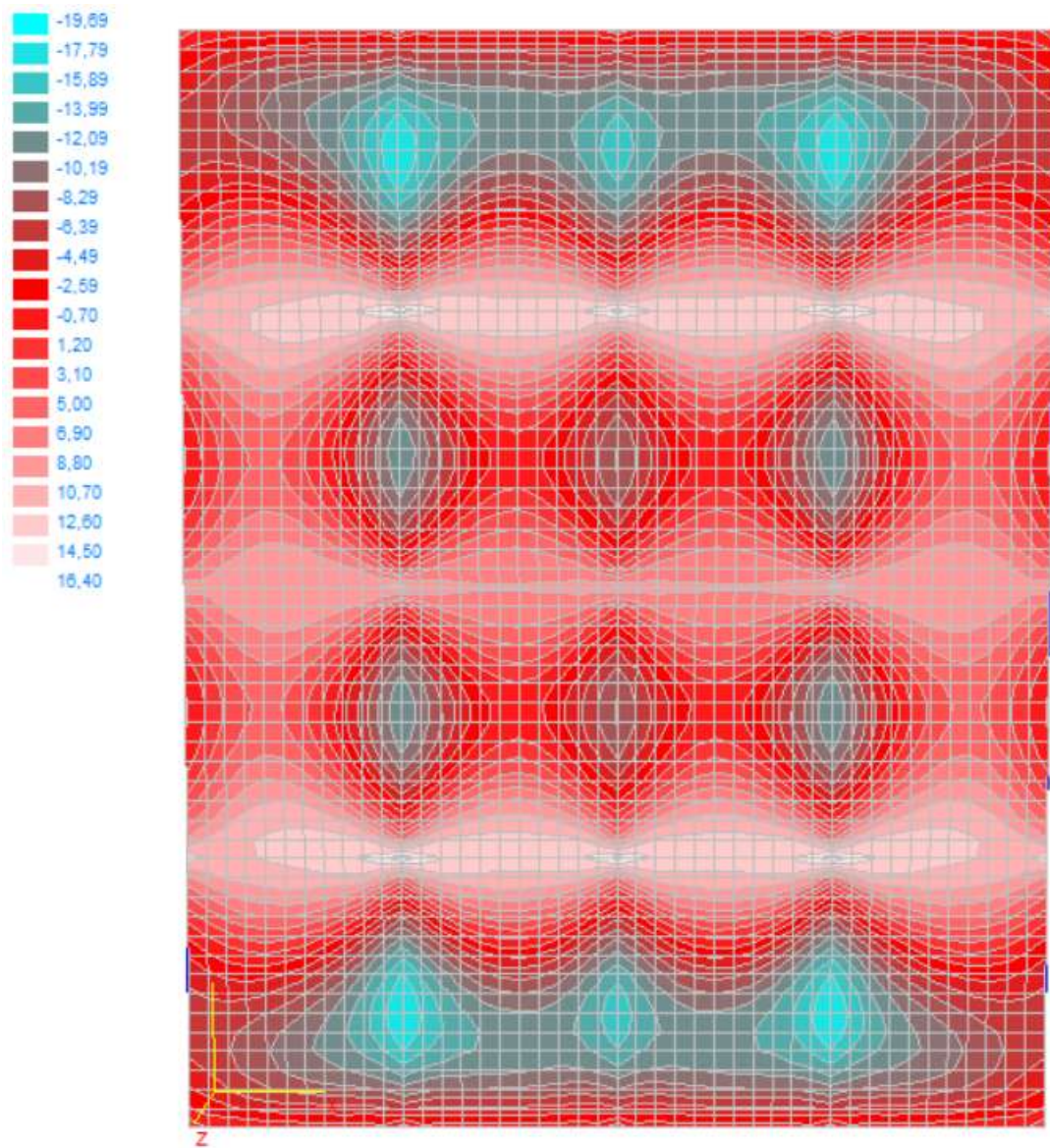


#### 4.1.4. Granično stanje nosivosti

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



Slika 4.7. Momenti  $M_x$  (kNm)



Slika 4.8. Momenti  $M_y$  (kNm)



## 4.2.DIMENZIONIRANJE PLOČA POZICIJE 200

BETON:C 40/50;

$$f_{ck} = 40,0 \text{ MPa} = 40 \text{ N/mm}^2 ; \gamma_c = 1,5$$

$$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 40,0/1,5 = 26,67 \text{ MPa} = 26.67 \text{ N/mm}^2 = 2,67 \text{ kN/cm}^2$$

ARMATURA:B 500 B;

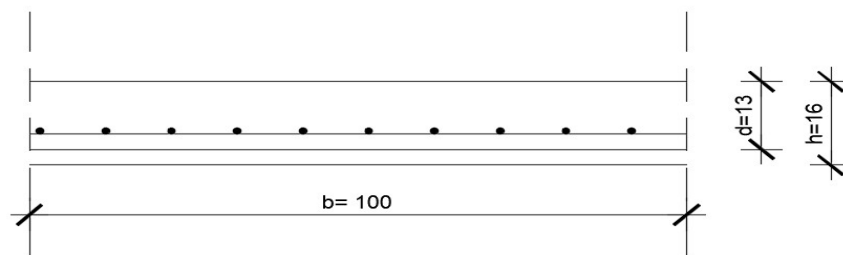
$$f_{yk} = 500,0 \text{ MPa} = 500 \text{ N/mm}^2 ; \gamma_s = 1,15$$

$$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 500,0/1,15 = 434,78 \text{ MPa} = 434.78 \text{ N/mm}^2 = 43.48 \text{ kN/cm}^2$$

DEBLJINA PLOČE:  $h=16 \text{ cm}$

ZAŠTITNI SLOJ:  $c=3 \text{ cm}$

STATIČKA VISINA PLOČE:



Slika 4.9. Poprečni presjek ploče

$$d = h - d_1$$

$$d_1 = 3 + \frac{\emptyset}{2} = 3,0 + 0,5 = 3,5 \text{ cm}$$

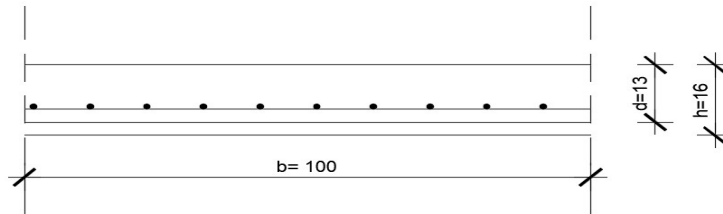
$c \rightarrow$  zaštitni sloj

STATIČKA VISINA PLOČE:

$$d = 16 - 3,5 = 12,5 \text{ cm}$$

Za sve presjeke odabrana je statička visina ploče  $d=16 \text{ cm}$ . Izvršen je proračun armature za kombinaciju :

$$1.35 \times \text{vl.težina} + 1.35 \times \text{dodatno stalno} + 1.5 \times \text{uporabno}$$

**Ploča – Polje**

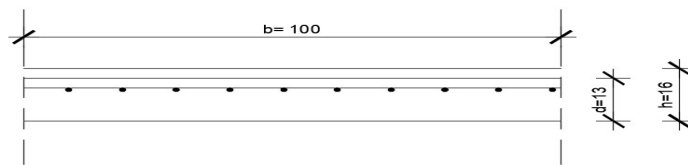
$$M_{ed} = 33,44 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3344}{100 \cdot 12,5^2 \cdot 2,67} = 0,08$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1,9 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,941 \quad \xi = 0,160$$

$$A_{s1} = \frac{M_{ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3344}{0,941 \cdot 12,5 \cdot 43,48} = 6,54 \text{ cm}^2/\text{m}$$

ODABRANO: **Q-785** ( $A_s = 7,85 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

**Ploča-Ležaj**

$$M_{ed} = 44,20 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{4420}{100 \cdot 12,5^2 \cdot 2,67} = 0,106$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 2,4 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,925 \quad \xi = 0,194$$

$$A_{s1} = \frac{M_{ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{4420}{0,925 \cdot 12,5 \cdot 43,48} = 8,79 \text{ cm}^2/\text{m}$$

ODABRANO: **R-785** ( $A_s = 7,85 \text{ cm}^2/\text{m}$ ) + preklop povećan na 40 cm

$$A'_{s1} = A_{s1} \cdot \frac{\check{s}_m + p_m}{\check{s}_m} = 7,85 \cdot \frac{215 + 40}{215} = 9,31 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Minimalna armatura:

$$A_{s1, \min} \geq 0,26 \cdot [f_{ct,m} / f_{yk}] \cdot b_t \cdot d \geq 0,0013 \cdot b_t \cdot d$$

$b_t$  – širina vlačne zone

$d$  – statička visina presjeka

$f_{yk}$  – karakt. granica popuštanja čelika u N/mm<sup>2</sup>

[ $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$  za čelik B 500B]

$f_{ct,m}$  - srednja vlačna čvrstoća betona (iz tablice)

[ $f_{ct,m} = 356 \text{ N/mm}^2$  za C 40/50]

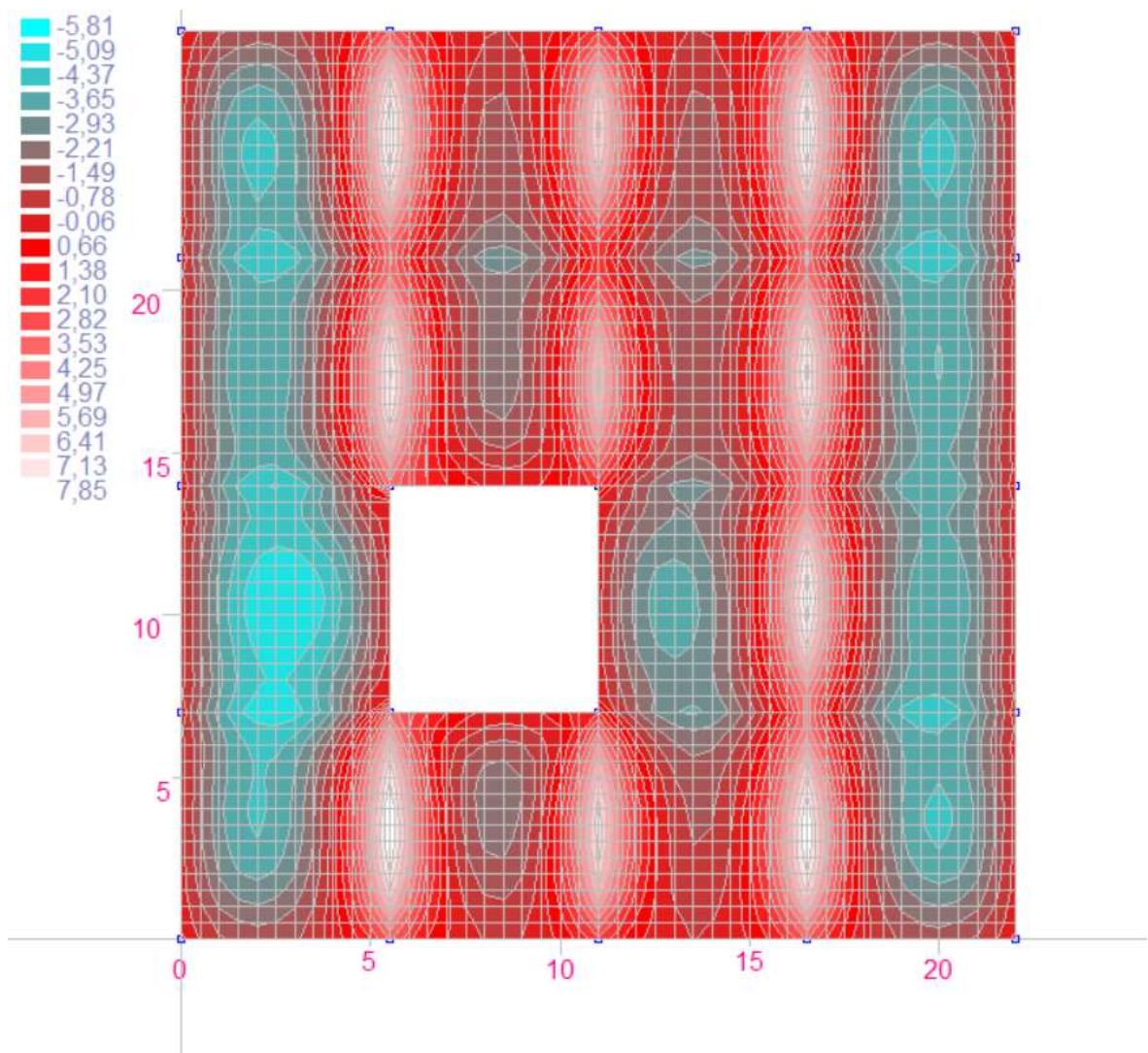
$$A_{s1, \min} \geq 0,26 \cdot 3,5 / 500 \cdot 100 \cdot 12,5 = 2,275 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$A_{s1, \min} \geq 0,0013 \cdot b_t \cdot d = 0,0013 \cdot 100 \cdot 12,5 = 1,625 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

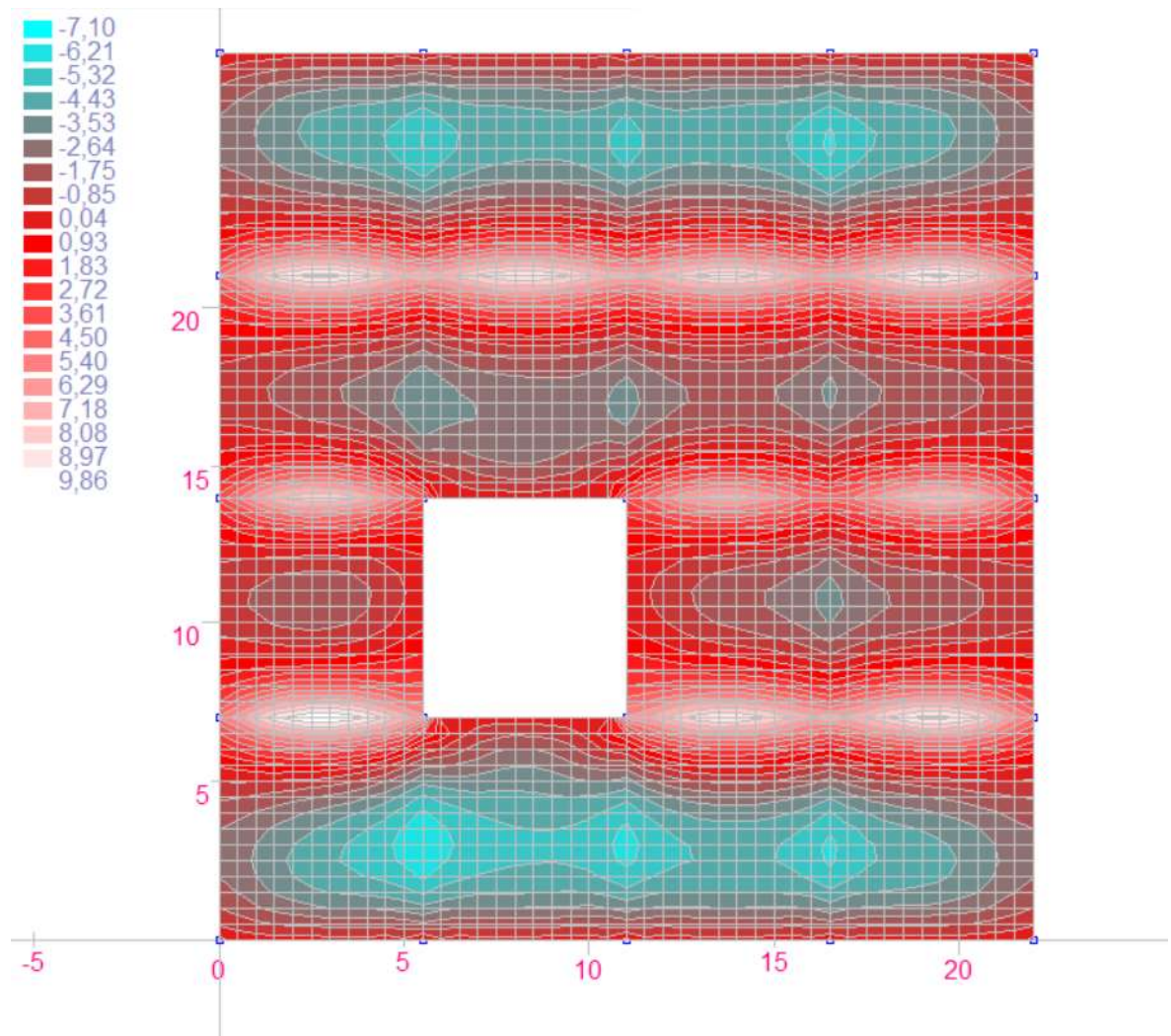
## 5. PRORAČUN PLOČA POZICIJE 100

### 5.1. MOMENTI SAVIJANJA U PLOČI POZICIJE 100

#### 5.1.1. Vlastita težina



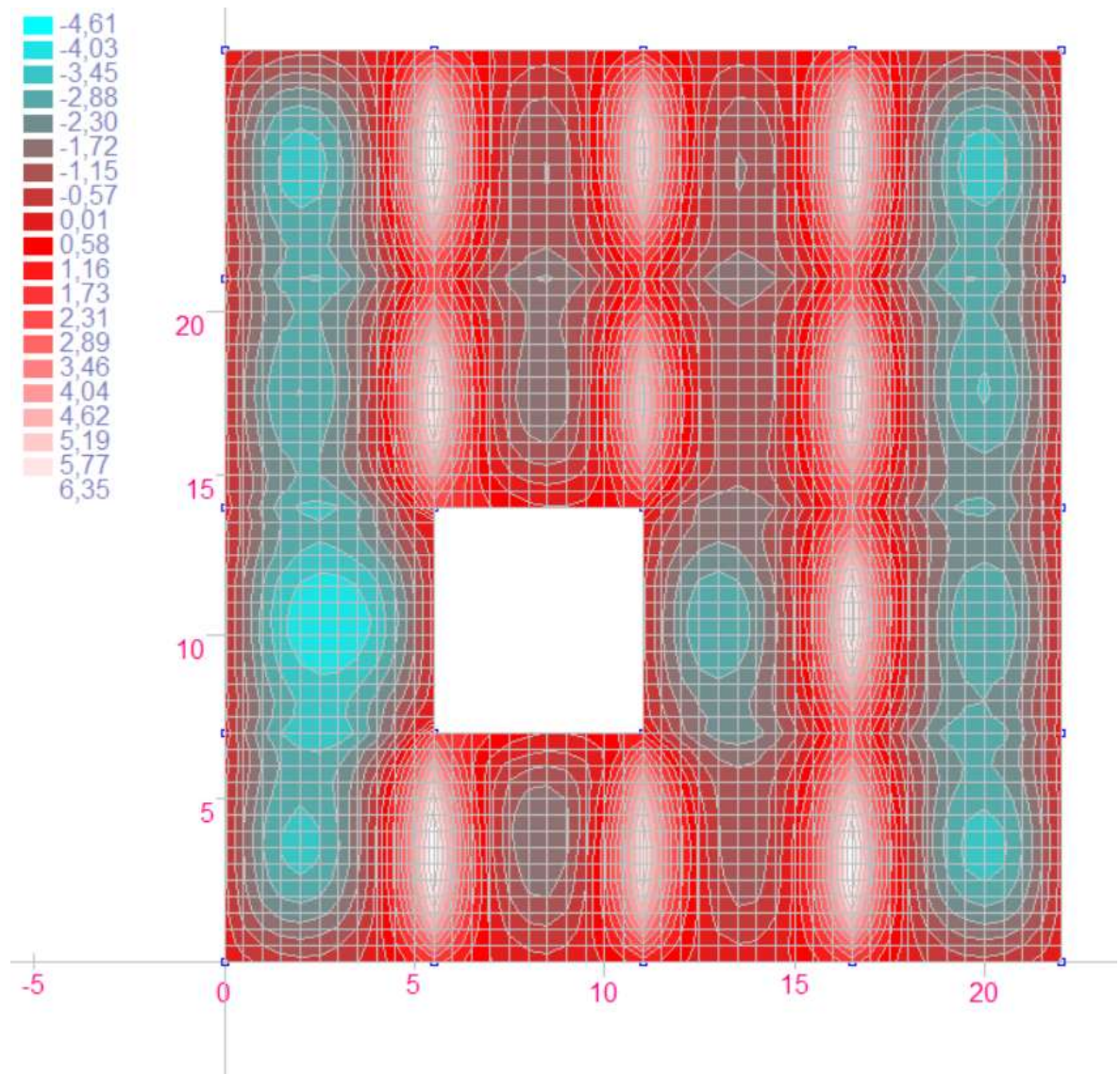
Slika 5.1. Momenti  $M_x$  (kNm)



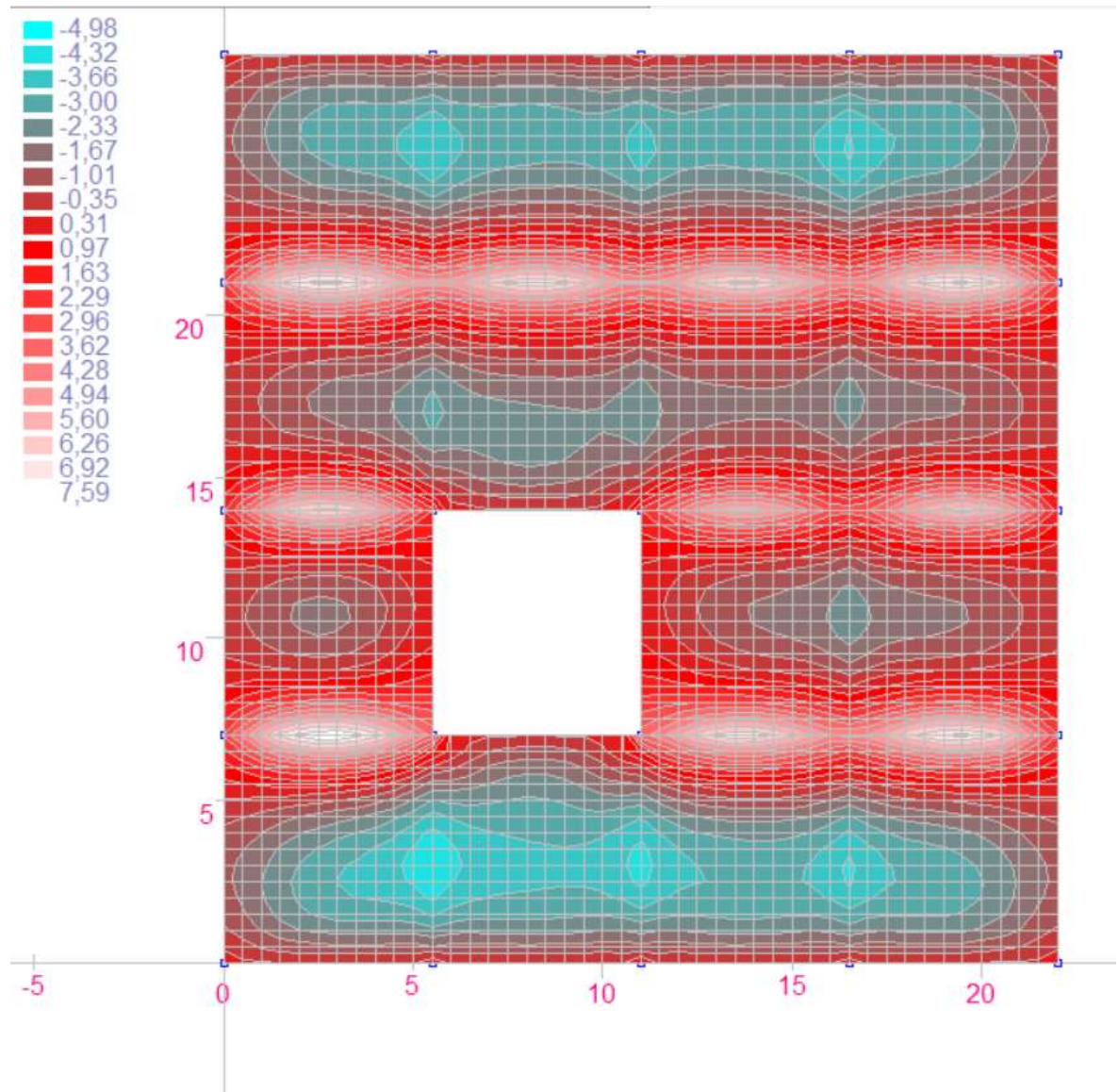
Slika 5.2. Momenti  $M_y$  (kNm)



### 5.1.2. Dodatno stalno opterećenje



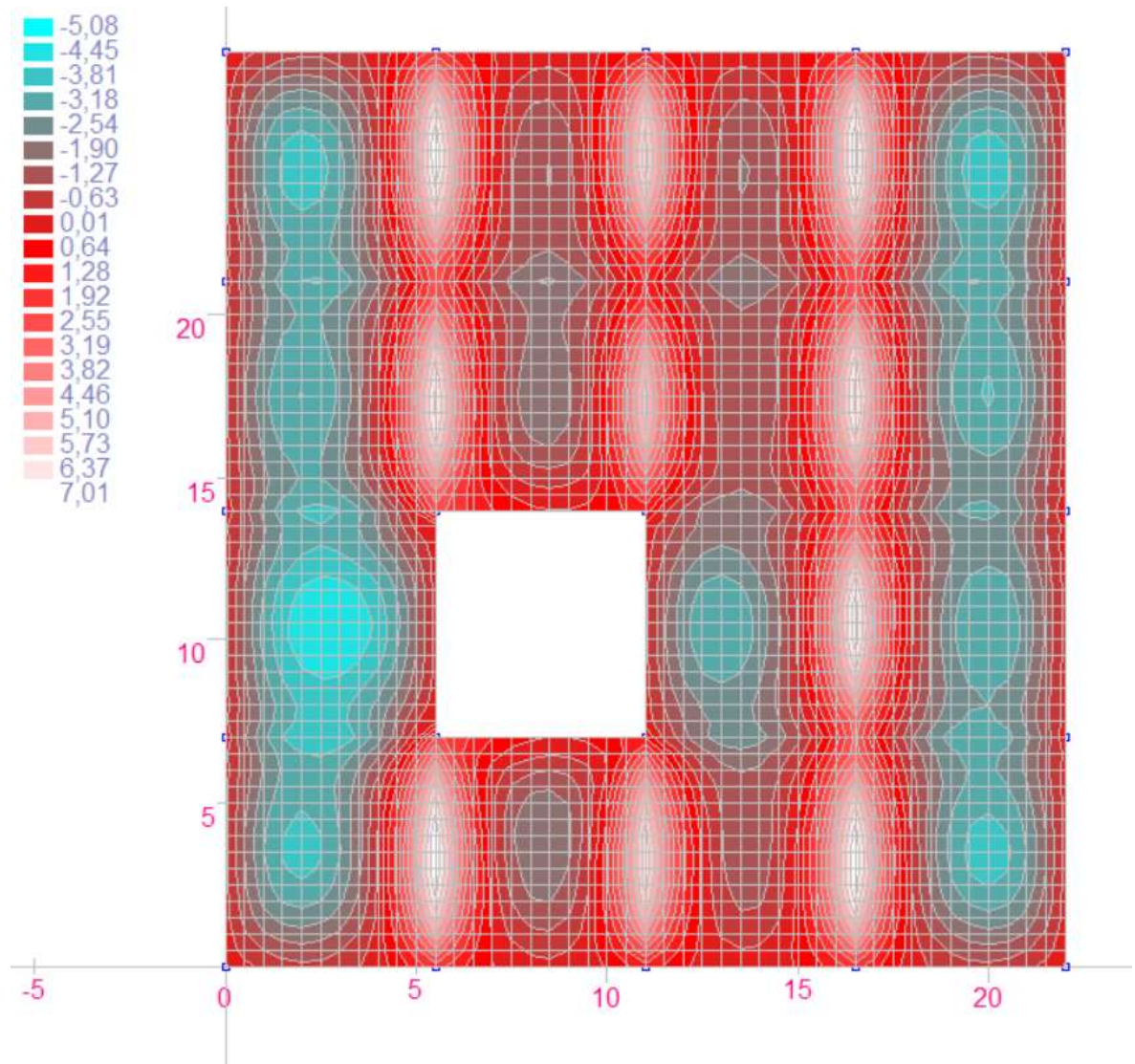
Slika 5.3. Momenti  $M_x$  (kNm)



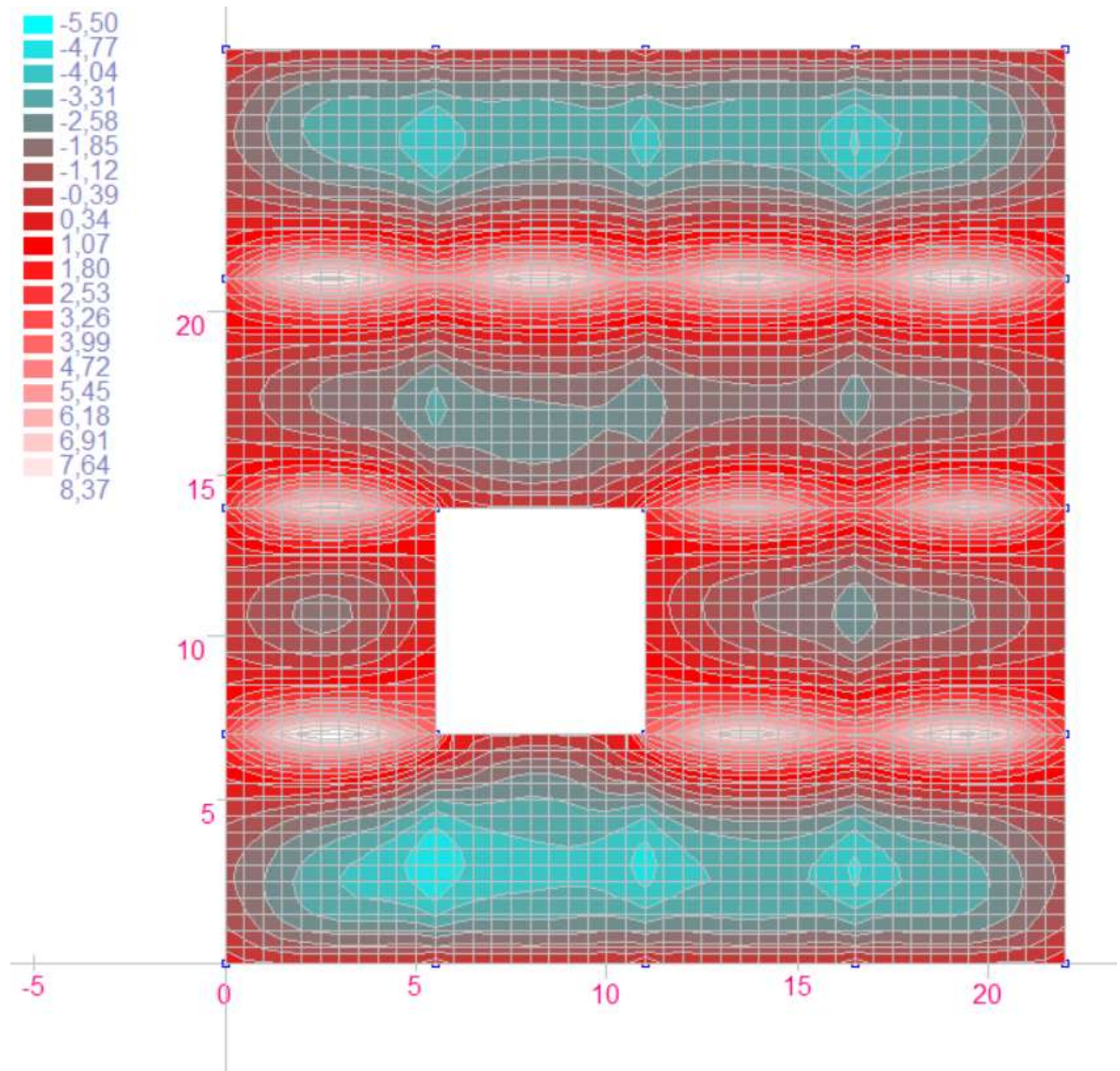
Slika 5.4. Momenti  $M_y$  (kNm)



## 5.1.3. Uporabno opterećenje

Slika 5.5. Momenti  $M_x$  (kNm)

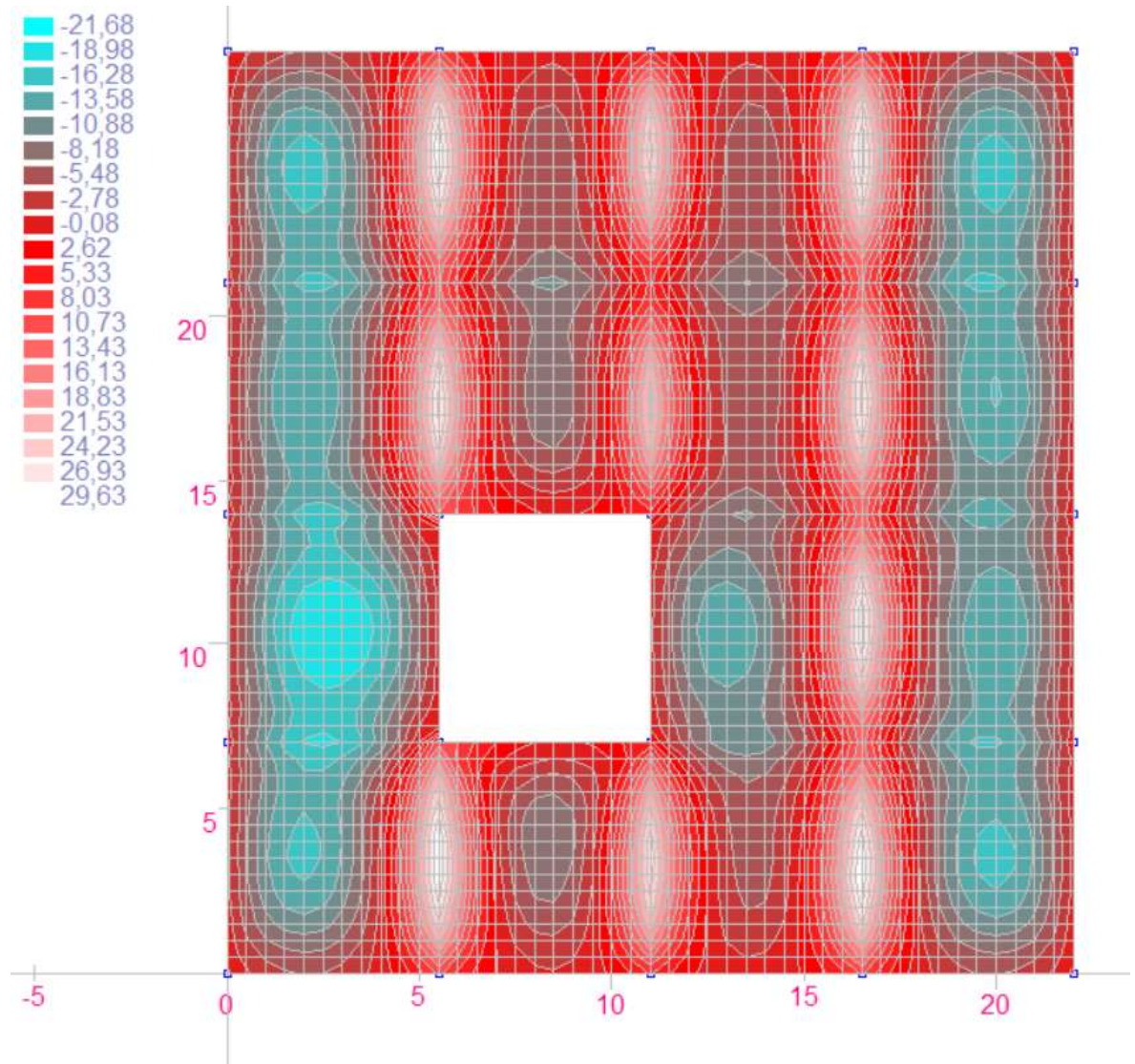




Slika 5.6. Momenti  $M_y$  (kNm)

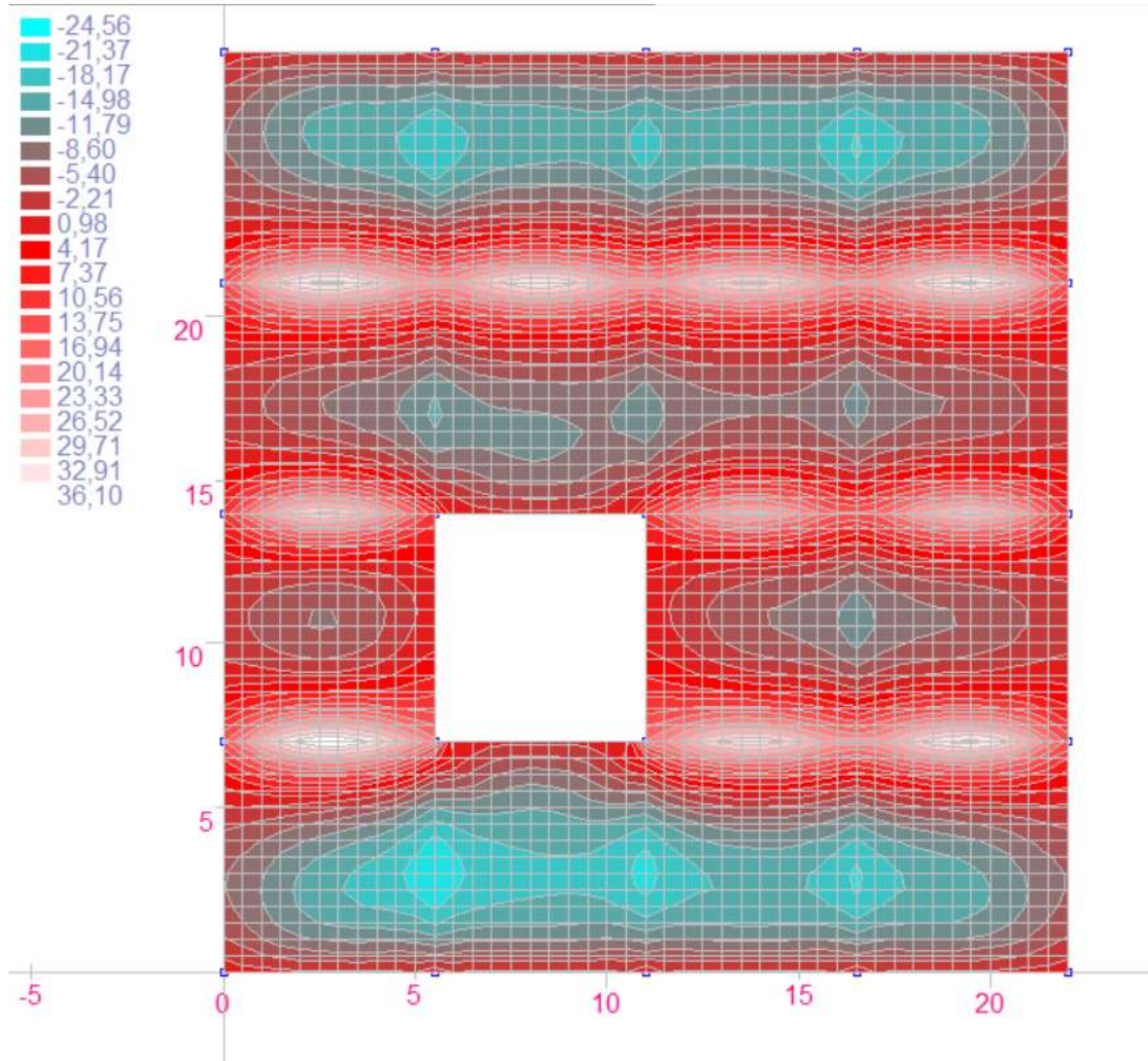
### 5.1.4. Granično stanje nosivosti

Mjerodavna kombinacija za proračun GSN:  $M_{ed}=1,35*(M_g+M_{\Delta g})+1,5*M_q$



Slika 5.11. Momenti  $M_x$  (kNm)





Slika 5.12. Momenti  $M_y$  (kNm)

## 5.2.DIMENZIONIRANJE PLOČA POZICIJE 100

BETON: C 40/50;

$$f_{ck} = 40,0 \text{ MPa} = 40 \text{ N/mm}^2 ; \gamma_c = 1,5$$

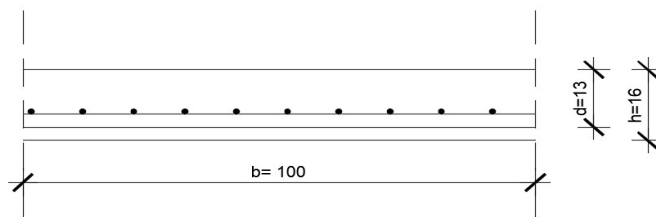
$$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 40,0/1,5 = 26,67 \text{ MPa} = 26.67 \text{ N/mm}^2 = 2,67 \text{ kN/cm}^2$$

ARMATURA: B 500 B;

$$f_{yk} = 500,0 \text{ MPa} = 500 \text{ N/mm}^2 ; \gamma_s = 1,15$$

$$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 500,0/1,15 = 434,78 \text{ MPa} = 434.78 \text{ N/mm}^2 = 43.48 \text{ kN/cm}^2$$

### Ploča – polje



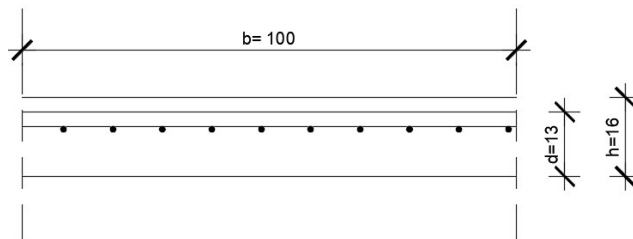
$$M_{Ed} = 24,56 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = M_{Ed}/b*d^2*f_{cd} = 2456/100 * 12,5^2 * 2,67 = 0,058$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10\text{‰} , \varepsilon_{c2} = 1,5\text{‰} , \zeta = 0,953 , \xi = 0,130$$

$$A_{s1} = M_{Ed}/\zeta*d*f_{yd} = 2456/0,953*12,5*43,48 = 4,74 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrano za sve ploče: Q-503 (  $A_{s1} = 5,03 \text{ cm}^2/\text{m}$  )

**Ploča – ležaj**

$$M_{Ed} = 36,10 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = M_{Ed} / b * d^2 * f_{cd} = 3610 / 100 * 12,5^2 * 2,67 = 0,086$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10\% , \varepsilon_{c2} = 2,0 \% , \zeta = 0,938 , \xi = 0,167$$

$$A_{s1} = M_{Ed} / \zeta * d * f_{yd} = 3610 / 0,938 * 12,5 * 43,48 = 7,08 \text{ cm}^2/\text{m}$$

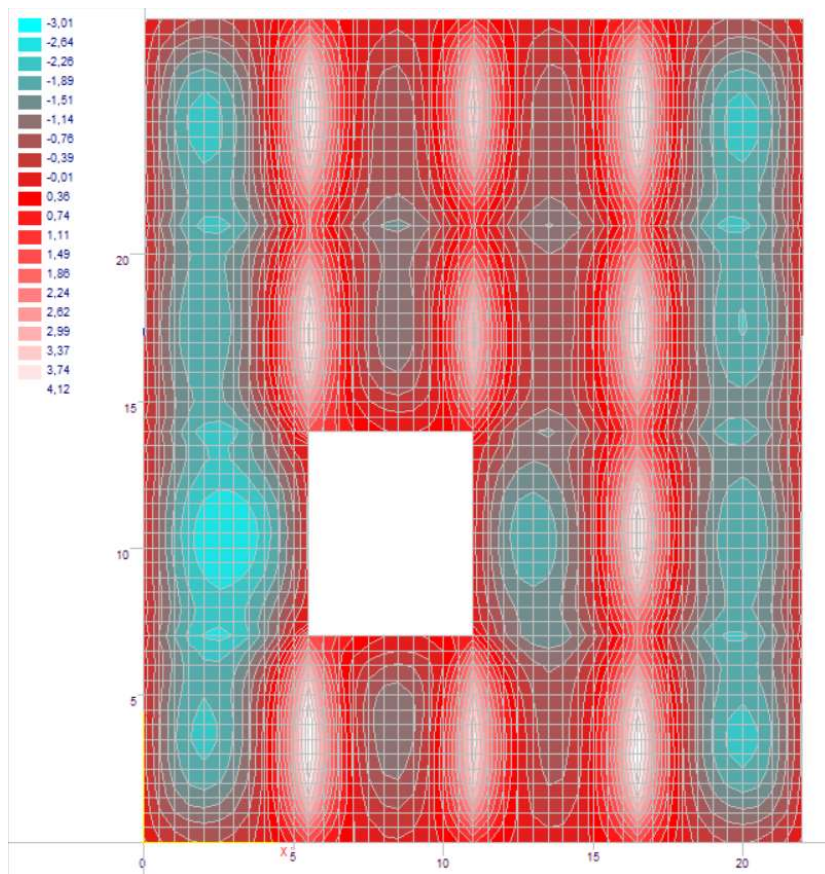
Odabrana mreža: R-785 ( $A_{s1} = 7,85 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Koeficijenti za proračun potrebne površine armature za ploču:

$$A_{S1} = \frac{Med}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{Med}{0,9 \cdot 12,5 \cdot 43,48} = 0,003 \cdot M_{Ed}$$

koef. za stalno opterećenje:  $1,35 \cdot 0,002 = 0,003$

koef. za promjenjivo opterećenje:  $1,5 \cdot 0,002 = 0,003$



Minimalna armatura:

$$A_{s1, \min} \geq 0,26 \cdot [f_{ct,m} / f_{yk}] \cdot b \cdot t \cdot d \geq 0,0013 \cdot b \cdot t \cdot d$$

$b \cdot t$  – širina vlačne zone

$d$  – statička visina presjeka

$f_{yk}$  – karakt. granica popuštanja čelika u N/mm<sup>2</sup>

[ $f_{yk} = 500$  N/mm<sup>2</sup> za čelik B 500B]

$f_{ct,m}$  - srednja vlačna čvrstoća betona (iz tablice)

[ $f_{ct,m} = 3,5$  N/mm<sup>2</sup> za C 40/50]

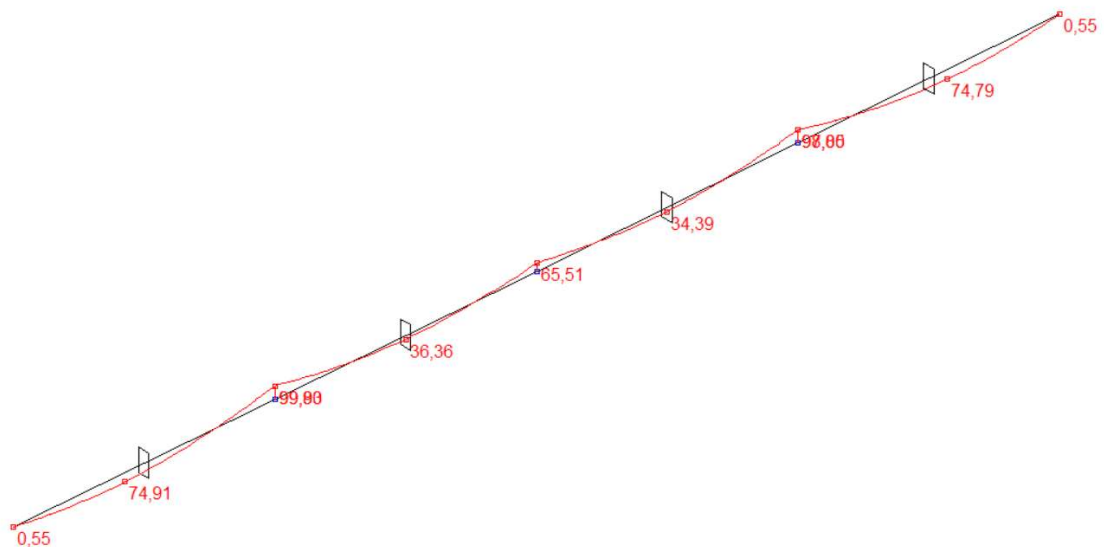
$$A_{s1, \min} \geq 0,26 \cdot 3,5 / 500 \cdot 100 \cdot 12,5 = 2,275 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$A_{s1, \min} \geq 0,0013 \cdot b \cdot t \cdot d = 0,0013 \cdot 100 \cdot 12,5 = 1,625 \text{ cm}^2$$

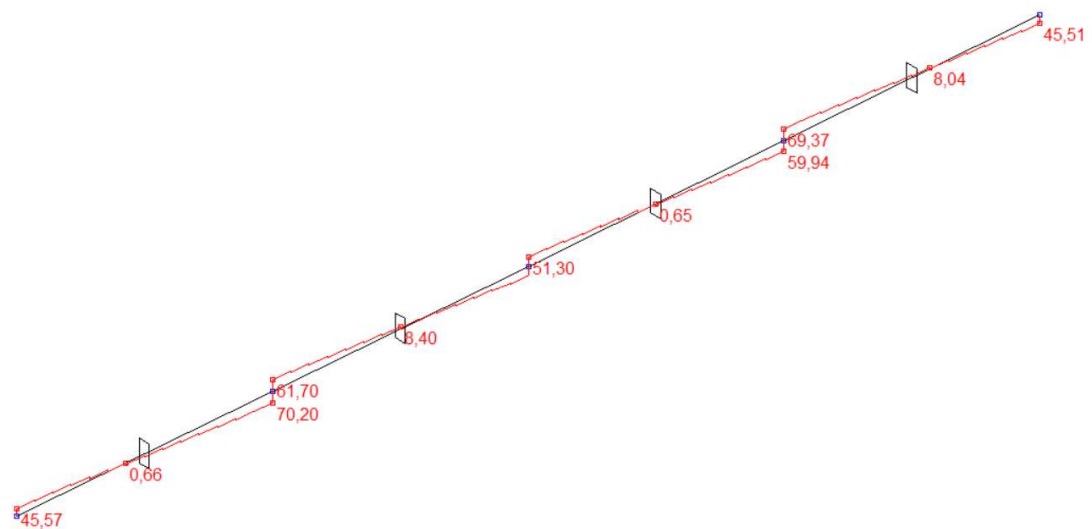
## 6. PRORAČUN KONTINUIRANOG NOSAČA POZICIJE 100

### 6.1. MOMENTI SAVIJANJA I POPREČNE SILE GREDE POZICIJE 100

#### 6.1.1. Vlastita težina

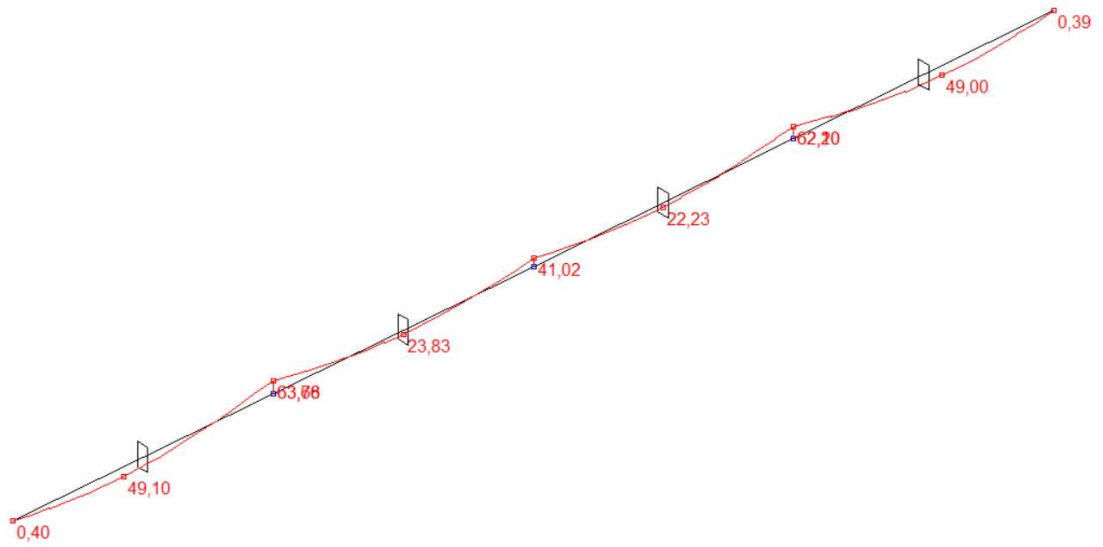


Slika 6.1. Momenti  $M_z$  (kNm)

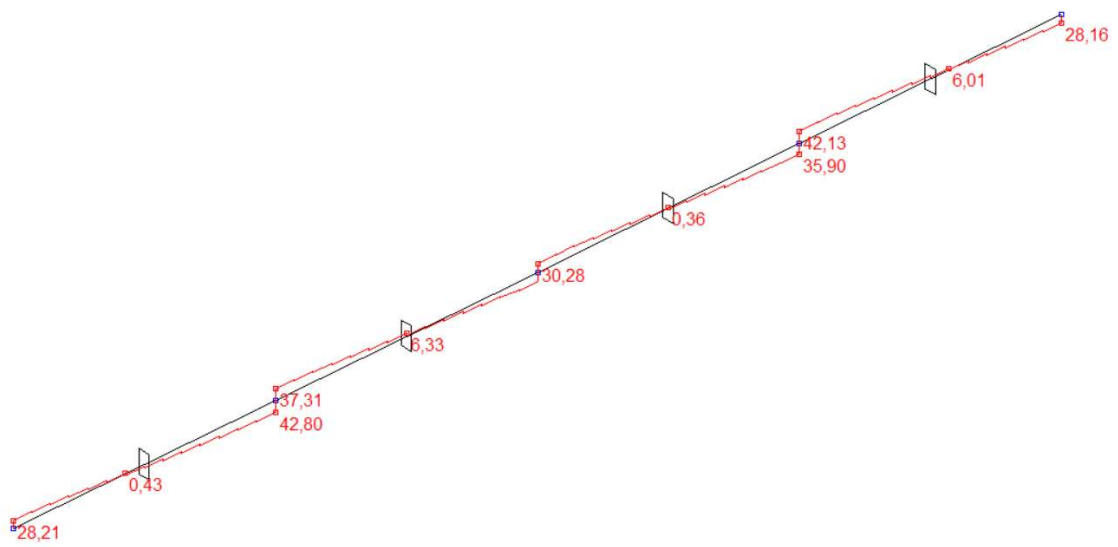


Slika 6.2. Poprečne sile  $T_y$  (kN)

6.1.2. Dodatno stalno opterećenje



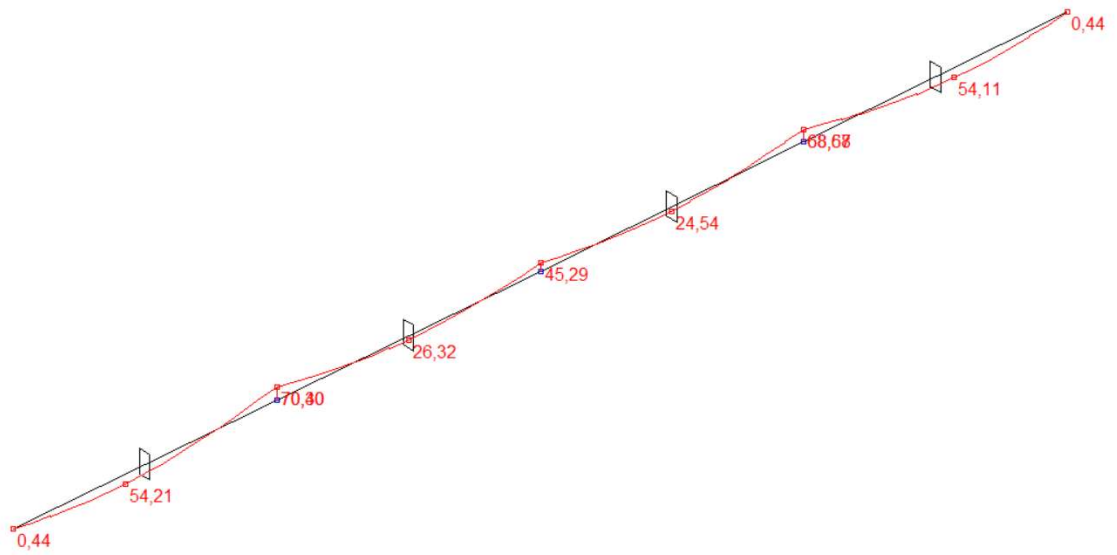
Slika 6.3. Momenti  $M_z$  (kNm)



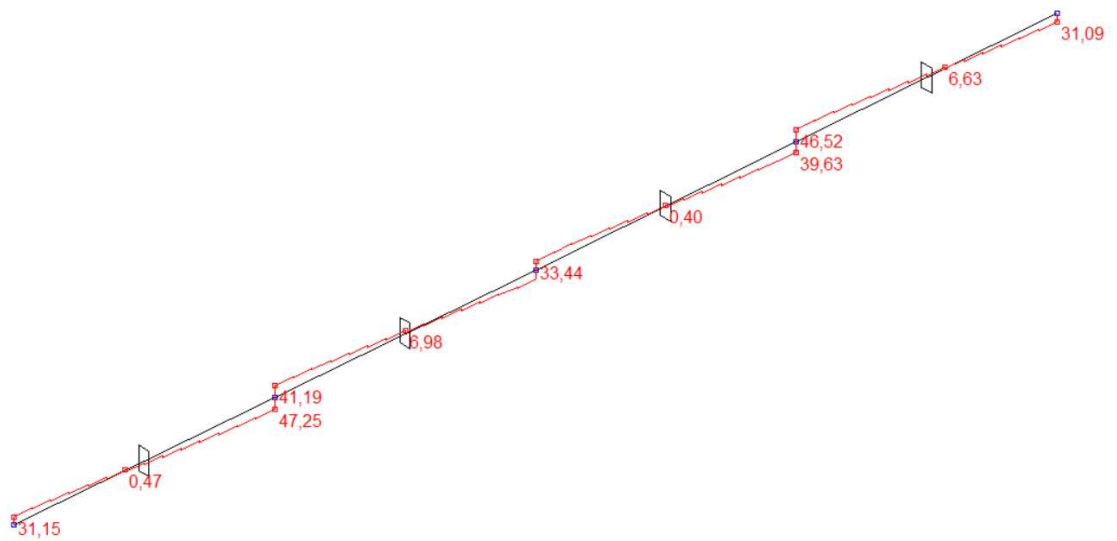
Slika 6.4. Poprečne sile  $T_y$  (kN)



### 6.1.3. Uporabnoopterećenje



Slika 6.5. Momenti  $M_z$  (kNm)



Slika 6.6. Poprečne sile  $T_y$  (kN)

### 6.1.4. Granično stanje nosivosti

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

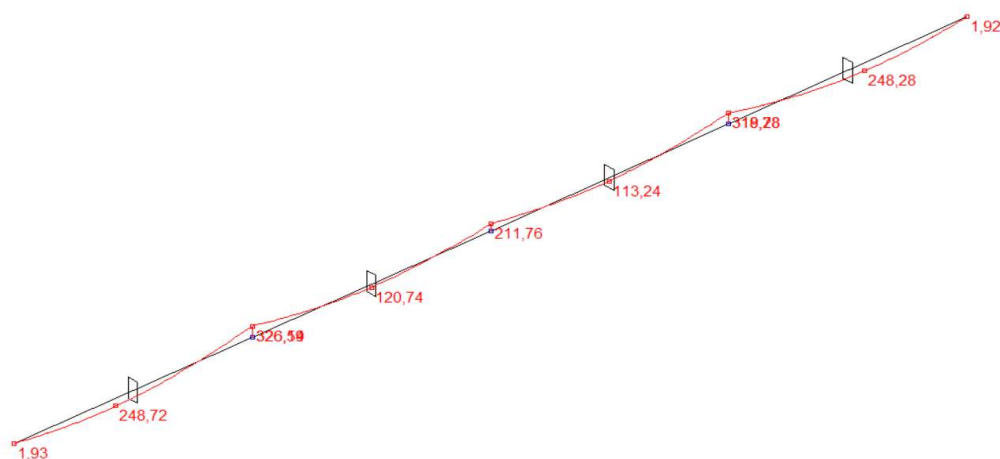
Momenti:

$M_{Ed, polje\ 1} = 248,72\text{ kNm}$  ;  $M_{Ed, polje\ 2} = 120,74\text{ kNm}$  ;  $M_{Ed, polje\ 3} = 113,24\text{ kNm}$  ;

$M_{Ed, polje\ 4} = 248,28\text{ kNm}$

$M_{Ed, ležaj\ 0} = 1,93\text{ kNm}$  ;  $M_{Ed, ležaj\ 1} = -326,59\text{ kNm}$  ;  $M_{Ed, ležaj\ 2} = -211,76\text{ kNm}$  ;

$M_{Ed, ležaj\ 3} = -319,28\text{ kNm}$  ;  $M_{Ed, ležaj\ 4} = 1,92\text{ kNm}$



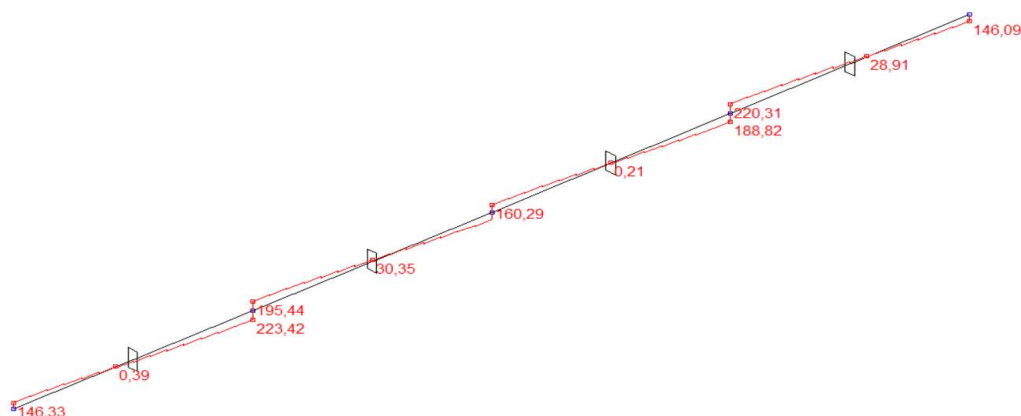
Slika 6.7. Momenti  $M_z$  (kNm)

Poprečne sile:

$V_{Ed, ležaj\ 0} = 146,33\text{ kN}$  ;  $V_{Ed, ležaj\ 1} = 223,42\text{ kN}$  ;  $V_{Ed, ležaj\ 2} = 160,29\text{ kN}$  ;

$V_{Ed, ležaj\ 3} = 220,31\text{ kN}$  ;  $V_{Ed, ležaj\ 4} = 146,09\text{ kN}$

$V_{Ed, polje\ 1} = 0,39\text{ kN}$  ;  $V_{Ed, polje\ 2} = 30,35\text{ kN}$  ;  $V_{Ed, polje\ 3} = 0,21\text{ kN}$  ;  $V_{Ed, polje\ 4} = 28,91\text{ kN}$



Slika 6.8. Poprečne sile  $V_y$  (kN)

## 6.2.DIMENZIONIRANJE GREDE NA MOMENT SAVIJANJA

BETON: C 40/50;

$$f_{ck} = 40,0 \text{ MPa} = 40 \text{ N/mm}^2 ; \gamma_c = 1,5$$

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 40,0 / 1,5 = 26,67 \text{ MPa} = 26,67 \text{ N/mm}^2 = 2,67 \text{ kN/cm}^2$$

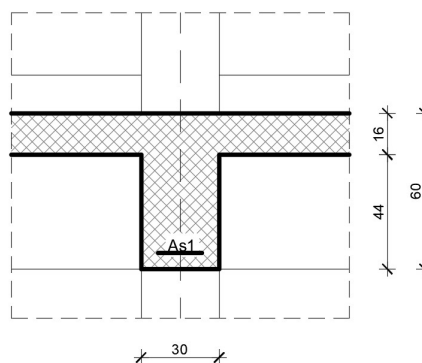
ARMATURA: B 500 B;

$$f_{yk} = 500,0 \text{ MPa} = 500 \text{ N/mm}^2 ; \gamma_s = 1,15$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500,0 / 1,15 = 434,78 \text{ MPa} = 434,78 \text{ N/mm}^2 = 43,48 \text{ kN/cm}^2$$

### Polje 1:

Utjecajna širina:  $b_{eff} = b_0 + l_0 / 5 = 30 + 0,85 * 700 / 5 = 144 \text{ cm}$



$$M_{Ed} = 248,72 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} * d^2 * f_{cd}} = \frac{24872}{144 * 55^2 * 2,67} = 0,021$$

Očitano:  $\epsilon_{s1} = 10,0\%$  ;  $\epsilon_{c2} = 0,8\%$  ;  $\xi = 0,074$  ;  $\zeta = 0,974$

$$X = \xi * d = 0,074 * 55 = 4,07 < h_{pl} = 16 \text{ cm}$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta * d * f_{yd}} = \frac{24872}{0,974 * 55 * 43,48} = 10,67 \text{ cm}^2$$

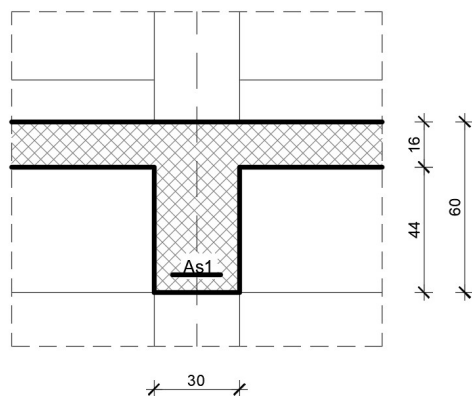
$$d_1 = 5 \text{ cm}$$

$$d = h - d_1 = 60 - 5 = 55 \text{ cm}$$

Odabrano : 4Ø20 (  $A_s = 12,57 \text{ cm}^2$  )

**Polje 2:**

Utjecajna širina:  $b_{\text{eff}} = b_0 + l_0/5 = 30 + 0,85 \cdot 700/5 = 144 \text{ cm}$



$$M_{Ed} = 120,74 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{12074}{144 \cdot 55^2 \cdot 2,67} = 0,0103$$

Očitano:  $\varepsilon_{s1} = 10,0\text{‰}$  ;  $\varepsilon_{c2} = 0,6\text{‰}$  ;  $\xi = 0,057$  ;  $\zeta = 0,981$

$$x = \xi \cdot d = 0,057 \cdot 55 = 3,135 < h_{pl} = 16 \text{ cm}$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{12074}{0,981 \cdot 55 \cdot 43,48} = 5,15 \text{ cm}^2$$

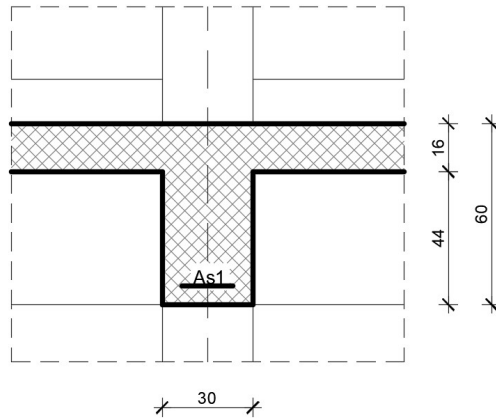
$$d_1 = 5 \text{ cm}$$

$$d = h - d_1 = 60 - 5 = 55 \text{ cm}$$

Oabrano : 2Ø20 (  $A_S = 6,28 \text{ cm}^2$  )

**Polje 3:**

Utjecajna širina:  $b_{\text{eff}} = b_0 + l_0/5 = 30 + 0,85 \cdot 700/5 = 144 \text{ cm}$



$$M_{Ed} = 113,24 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{11324}{144 \cdot 55^2 \cdot 2,67} = 0,0097$$

Očitano:  $\varepsilon_{s1} = 10,0\text{‰}$ ;  $\varepsilon_{c2} = 0,6\text{‰}$ ;  $\xi = 0,057$ ;  $\zeta = 0,981$

$$x = \xi \cdot d = 0,057 \cdot 55 = 3,135 < h_{pl} = 16 \text{ cm}$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{11324}{0,981 \cdot 55 \cdot 43,48} = 4,83 \text{ cm}^2$$

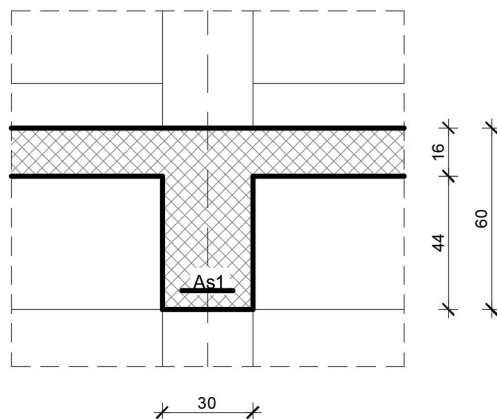
$$d_1 = 5 \text{ cm}$$

$$d = h - d_1 = 60 - 5 = 55 \text{ cm}$$

Odabrano : 2Ø20 (  $A_S = 6,28 \text{ cm}^2$  )

**Polje 4:**

Utjecajna širina:  $b_{\text{eff}} = b_0 + l_0/5 = 30 + 0,85 \cdot 700/5 = 144 \text{ cm}$



$$M_{Ed} = 248,28 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{24828}{144 \cdot 55^2 \cdot 2,67} = 0,0213$$

Očitano:  $\varepsilon_{s1} = 10,0\%$ ;  $\varepsilon_{c2} = 0,9\%$ ;  $\xi = 0,083$ ;  $\zeta = 0,971$

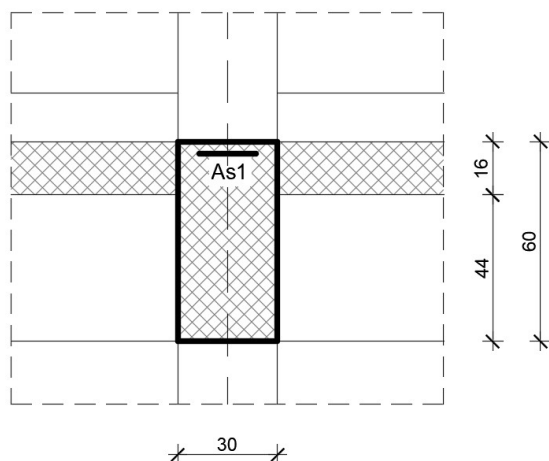
$$x = \xi \cdot d = 0,083 \cdot 55 = 4,565 < h_{pl} = 16 \text{ cm}$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{24828}{0,971 \cdot 55 \cdot 43,48} = 10,69 \text{ cm}^2$$

$$d_1 = 5 \text{ cm}$$

$$d = h - d_1 = 60 - 5 = 55 \text{ cm}$$

Odabrano : 4Ø20 ( $A_S = 12,57 \text{ cm}^2$ )

**Ležaj 0 :**

$$M_{Ed} = 1,93 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_w * d^2 * f_{cd}} = \frac{193}{30 * 55^2 * 2,67} = 0,00079$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0\text{‰} ; \varepsilon_{c2} = 0,1\text{‰} ; \xi = 0,010 ; \zeta = 0,997$$

Površina armature:

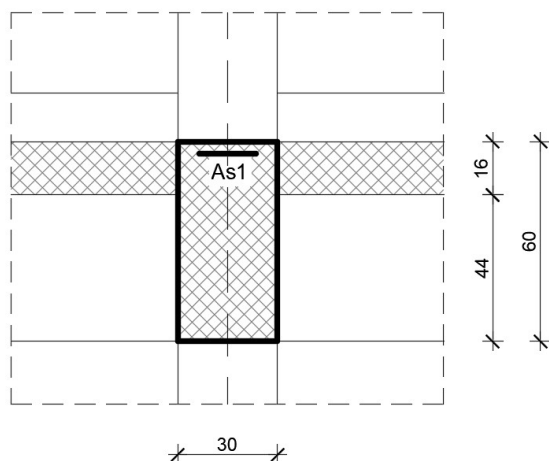
$$x = \xi * d = 0,010 * 55 = 0,55 < h_{pl} = 16 \text{ cm}$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta * d * f_{yd}} = \frac{193}{0,997 * 55 * 43,48} = 0,08 \text{ cm}^2$$

$$d_1 = 5 \text{ cm}$$

$$d = h - d_1 = 60 - 5 = 55 \text{ cm}$$

Odabrano : 2Ø22 (  $A_s = 6,28 \text{ cm}^2$  )

**LEŽAJ 1:**

$$M_{Ed} = 326,59 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_w * d^2 * f_{cd}} = \frac{32659}{30 * 55^2 * 2,67} = 0,135$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0\text{‰} ; \varepsilon_{c2} = 3,0\text{‰} ; \xi = 0,231 ; \zeta = 0,907$$

Površina armature:

$$x = \xi * d = 0,231 * 55 = 12,71 < h_{pl} = 16 \text{ cm}$$

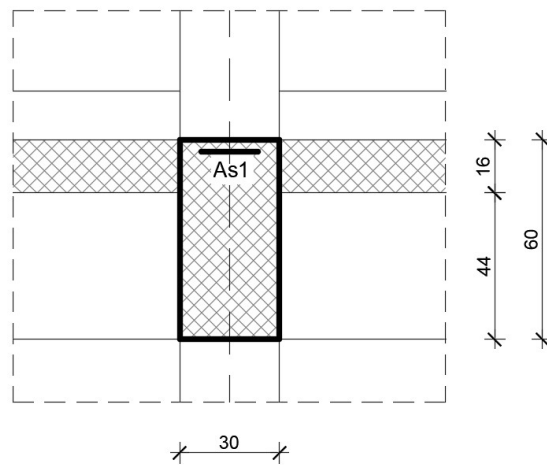
$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta * d * f_{yd}} = \frac{32659}{0,907 * 55 * 43,48} = 15,06 \text{ cm}^2$$

$$d_1 = 5 \text{ cm}$$

$$d = h - d_1 = 60 - 5 = 55 \text{ cm}$$

Odabrano : 4Ø22 (  $A_s = 15,21 \text{ cm}^2$  )



**LEŽAJ 2 :**

$$M_{Ed} = 211,76 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_w * d^2 * f_{cd}} = \frac{21176}{30 * 55^2 * 2,67} = 0,087$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0\text{‰} ; \varepsilon_{c2} = 2,0\text{‰} ; \xi = 0,167 ; \zeta = 0,938$$

Površina armature:

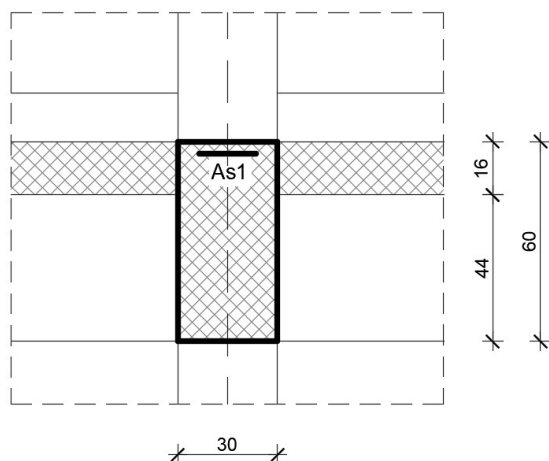
$$x = \xi * d = 0,167 * 55 = 9,185 < h_{pl} = 16 \text{ cm}$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta * d * f_{yd}} = \frac{21176}{0,938 * 55 * 43,48} = 9,44 \text{ cm}^2$$

$$d_1 = 5 \text{ cm}$$

$$d = h - d_1 = 60 - 5 = 55 \text{ cm}$$

Odabrano : 3Ø22 (  $A_s = 11,40 \text{ cm}^2$  )

**LEŽAJ 3 :**

$$M_{Ed} = 319,28 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_w * d^2 * f_{cd}} = \frac{31928}{30 * 55^2 * 2,67} = 0,132$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0\text{‰} ; \varepsilon_{c2} = 2,9\text{‰} ; \xi = 0,225 ; \zeta = 0,910$$

Površina armature:

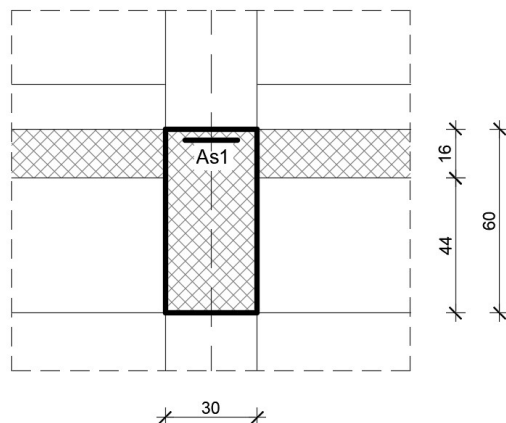
$$x = \xi * d = 0,225 * 55 = 12,375 < h_{pl} = 16 \text{ cm}$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta * d * f_{yd}} = \frac{31928}{0,910 * 55 * 43,48} = 14,67 \text{ cm}^2$$

$$d_1 = 5 \text{ cm}$$

$$d = h - d_1 = 60 - 5 = 55 \text{ cm}$$

Odabrano : 4Ø22 (  $A_S = 15,21 \text{ cm}^2$  )

**LEŽAJ 4 :**

$$M_{Ed} = 1,92 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{192}{30 \cdot 55^2 \cdot 2,67} = 0,00079$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0\text{‰} ; \varepsilon_{c2} = 0,1\text{‰} ; \xi = 0,010 ; \zeta = 0,997$$

Površina armature:

$$x = \xi \cdot d = 0,010 \cdot 55 = 0,55 < h_{pl} = 16 \text{ cm}$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{192}{0,997 \cdot 55 \cdot 43,48} = 0,08 \text{ cm}^2$$

$$d_1 = 5 \text{ cm}$$

$$d = h - d_1 = 60 - 5 = 55 \text{ cm}$$

Odabrano : 2Ø22 (  $A_s = 6,28 \text{ cm}^2$  )

Minimalna armatura:

$$A_{s1, \min} \geq 0,26 \cdot [f_{ct,m} / f_{yk}] \cdot b \cdot d \geq 0,0013 \cdot b \cdot d$$

$b$  – širina vlačne zone

$d$  – statička visina presjeka

$f_{yk}$  – karakt. granica popuštanja čelika u N/mm<sup>2</sup>

[ $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$  za čelik B 500B]

$f_{ct,m}$  - srednja vlačna čvrstoća betona (iz tablice)

[ $f_{ct,m} = 3,5 \text{ N/mm}^2$  za C 40/50]

$$A_{s1, \min} \geq 0,26 \cdot 3,5 / 500 \cdot 30 \cdot 55 = 3,00 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1, \min} \geq 0,0013 \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 30 \cdot 55 = 2,145 \text{ cm}^2$$

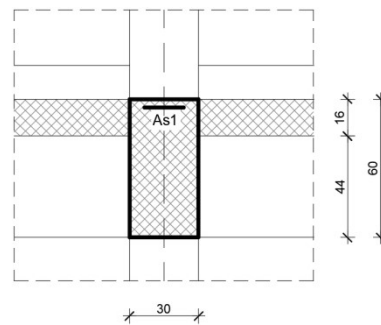
Maksimalna armatura:

$$A_{s1, \max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 30 \cdot 60 = 72 \text{ cm}^2$$

### 6.3.DIMENZIONIRANJE GREDE NA POPREČNU SILU

#### Ležaj 0

C 40/50

 $V_{Ed}$   
 $=146,33\text{kN}$ 
 $N_{Ed}=0.0\text{ kN}$ 


$$A_{s1} = 2\emptyset 22 = 6,28\text{ cm}^2$$

$$V_{Rdc} = \left[ C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck}) \frac{1}{3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$$

$$b_w = 30\text{ cm} ; d = 55\text{ cm}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{550}} = 1,6 < 2,0$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{sd}}{A_c} = 0.0$$

$$\Sigma A_s = 2\emptyset 22 = 6,28\text{ cm}^2$$

$$\rho_l = \frac{\Sigma A_s}{A_c} = \frac{2\emptyset 22}{30 \cdot 55} = \frac{6,28}{1650} = 0,003806$$

$$C_{Rdc} = \frac{0.18}{\gamma_c} = \frac{0.18}{1.5} = 0,12$$

$$V_{Rdc} = \left[ 0,12 \cdot 1,6 \cdot (100 \cdot 0,003806 \cdot 40) \frac{1}{3} \right] \cdot 300 \cdot 550 = 78,52\text{ kN}$$

$$V_{Rdc} \geq [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck} \frac{1}{2} = 0,035 \cdot 1,6^{\frac{3}{2}} \cdot 40 \frac{1}{2} = 0,448$$

$$V_{Rdc} \geq v_{min} \cdot b_w \cdot d = 0,448 \cdot 300 \cdot 550 = 73,92\text{ kN} < V_{Ed}$$

$$V_{Ed,max} = V_{Ed} = 146,33\text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$$

$$v = 0,6 \cdot \left[ 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[ 1 - \frac{40}{250} \right] = 0,504$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot 0,504 \cdot 300 \cdot 550 \cdot 26,67 = 1108,94 \text{ kN} > V_{Ed,max} = V_{Ed}$$

$$V_{Ed,max} / V_{Rd,max} = 146,33/1108,94 = 0,13 \Rightarrow V_{Ed} = 0,13 V_{Rd,max}$$

$$s_{max} = \min(0,75 \cdot d ; 30) = \min(41,25 ; 30) \Rightarrow s_{max} = 30 \text{ cm}$$

$$\rho_{min} = 0,0013$$

Površina minimalne armature :

$$A_{sw,min} = \frac{\rho_{min} \cdot s_w \cdot b_w}{m} = \frac{0,0013 \cdot 30 \cdot 30}{2} = 0,585 \text{ cm}^2$$

Odabrane minimalne spone : Ø10 / 30 (  $A_{sw} = 0,79 \text{ cm}^2$  )

$$f_{yw,d} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} ; \text{B500B} , f_{yw,d} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ Mpa} = 43,48 \text{ kN/cm}^2$$

$$V_{Rd} = V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{yw,d} \cdot m \cdot \text{ctg}\Theta = \frac{0,79}{30} \cdot (0,9 \cdot 55) \cdot 43,48 \cdot 2 \cdot 1$$

$$V_{Rd} = 56,68 \text{ kN}$$

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

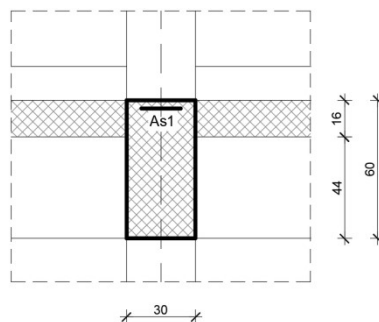
Na mjestu maksimalne poprečne sile:

$$s_w \leq \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{V_{Ed}} = \frac{2 \cdot 0,585 \cdot 43,48 \cdot (0,9 \cdot 55)}{146,33} = 17,2 \text{ cm}$$

Postaviti spone Ø10/15 (  $A_{sw} = 0,79 \text{ cm}^2$  )

**Ležaj 1**

C 40/50

 $V_{Ed} = 223,42 \text{ kN}$  $N_{Ed} = 0.0 \text{ kN}$ 

$$A_{s1} = 4\emptyset 22 = 15,21 \text{ cm}^2$$

$$V_{Rdc} = \left[ C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$$

$$b_w = 30 \text{ cm} ; d = 55 \text{ cm}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{550}} = 1,6 < 2,0$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{sd}}{A_c} = 0.0$$

$$\Sigma A_s = 4\emptyset 22 = 15,21 \text{ cm}^2$$

$$\rho_l = \frac{\Sigma A_s}{A_c} = \frac{4\emptyset 22}{30 \cdot 55} = \frac{15,21}{1650} = 0,00921$$

$$C_{Rdc} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$V_{Rdc} = \left[ 0,12 \cdot 1,6 \cdot (100 \cdot 0,00921 \cdot 40)^{\frac{1}{3}} \right] \cdot 300 \cdot 550 = 105,4 \text{ kN}$$

$$V_{Rdc} \geq [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,6^{\frac{3}{2}} \cdot 40^{\frac{1}{2}} = 0,448$$

$$V_{Rdc} \geq v_{min} \cdot b_w \cdot d = 0,448 \cdot 300 \cdot 550 = 73,92 \text{ kN} < V_{Ed}$$

$$V_{Ed, \max} = V_{Ed} = 223,42 \text{ kN}$$

$$V_{Rd, \max} = 0,5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$$

$$v = 0,6 \cdot \left[ 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[ 1 - \frac{40}{250} \right] = 0,504$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot 0,504 \cdot 300 \cdot 550 \cdot 26,67 = 1108,94 \text{ kN} > V_{Ed,max} = V_{Ed}$$

$$V_{Ed,max} / V_{Rd,max} = 223,42/1108,94 = 0,201 \Rightarrow V_{Ed} = 0,201 V_{Rd,max}$$

$$s_{max} = \min(0,75 \cdot d ; 30) = \min(41,25 ; 30) \Rightarrow s_{max} = 30 \text{ cm}$$

$$\rho_{min} = 0,0013$$

Površina minimalne armature :

$$A_{sw,min} = \frac{\rho_{min} \cdot s_w \cdot b_w}{m} = \frac{0,0013 \cdot 30 \cdot 30}{2} = 0,585 \text{ cm}^2$$

Odabrane minimalne spone : Ø10 / 30 (  $A_{sw} = 0,79 \text{ cm}^2$  )

$$f_{yw,d} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} ; \text{B500B} , f_{yw,d} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ Mpa} = 43,48 \text{ kN/cm}^2$$

$$V_{Rd} = V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{yw,d} \cdot m \cdot \text{ctg}\Theta = \frac{0,79}{30} \cdot (0,9 \cdot 55) \cdot 43,48 \cdot 2 \cdot 1$$

$$V_{Rd} = 56,68 \text{ kN}$$

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

Na mjestu maksimalne poprečne si

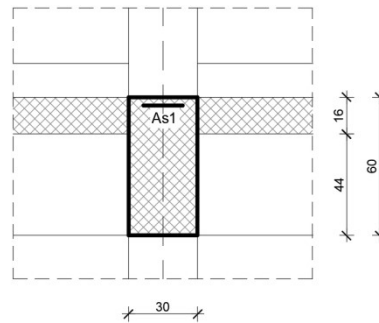
$$s_w \leq \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{V_{Ed}} = \frac{2 \cdot 0,585 \cdot 43,48 \cdot (0,9 \cdot 55)}{223,42} = 11,27 \text{ cm}$$

Postaviti spone Ø10/10 (  $A_{sw} = 0,79 \text{ cm}^2$  )



**Ležaj 2**

C 40/50

 $V_{Ed} = 160,29 \text{ kN}$  $N_{Ed} = 0.0 \text{ kN}$ 

$$A_{s1} = 3\emptyset 22 = 11,40 \text{ cm}^2$$

$$V_{Rdc} = \left[ C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$$

$$b_w = 30 \text{ cm} ; d = 55 \text{ cm}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{550}} = 1,6 < 2,0$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{sd}}{A_c} = 0.0$$

$$\Sigma A_s = 3\emptyset 22 = 11,40 \text{ cm}^2$$

$$\rho_l = \frac{\Sigma A_s}{A_c} = \frac{3\emptyset 22}{30 \cdot 55} = \frac{11,40}{1650} = 0,006909$$

$$C_{Rdc} = \frac{0.18}{\gamma_c} = \frac{0.18}{1.5} = 0,12$$

$$V_{Rdc} = \left[ 0,12 \cdot 1,6 \cdot (100 \cdot 0,006909 \cdot 40)^{\frac{1}{3}} \right] \cdot 300 \cdot 550 = 95,78 \text{ kN}$$

$$V_{Rdc} \geq [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,6^{\frac{3}{2}} \cdot 40^{\frac{1}{2}} = 0,448$$

$$V_{Rdc} \geq v_{min} \cdot b_w \cdot d = 0,448 \cdot 300 \cdot 550 = 73,92 \text{ kN} < V_{Ed}$$

$$V_{Ed, \max} = V_{Ed} = 160,29 \text{ kN}$$

$$V_{Rd, \max} = 0,5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$$

$$v = 0,6 \cdot \left[ 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[ 1 - \frac{40}{250} \right] = 0,504$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot 0,504 \cdot 300 \cdot 550 \cdot 26,67 = 1108,94 \text{ kN} > V_{Ed,max} = V_{Ed}$$

$$V_{Ed,max} / V_{Rd,max} = 160,29/1108,94 = 0,14 \Rightarrow V_{Ed} = 0,14 V_{Rd,max}$$

$$s_{max} = \min(0,75 \cdot d ; 30) = \min(41,25 ; 30) \Rightarrow s_{max} = 30 \text{ cm}$$

$$\rho_{min} = 0,0013$$

Površina minimalne armature :

$$A_{sw,min} = \frac{\rho_{min} \cdot s_w \cdot b_w}{m} = \frac{0,0013 \cdot 30 \cdot 30}{2} = 0,585 \text{ cm}^2$$

Odabrane minimalne spone :  $\emptyset 10 / 30$  ( $A_{sw} = 0,79 \text{ cm}^2$ )

$$f_{yw,d} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} ; \text{B500B} , f_{yw,d} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ Mpa} = 43,48 \text{ kN/cm}^2$$

$$V_{Rd} = V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{yw,d} \cdot m \cdot \text{ctg}\Theta = \frac{0,79}{30} \cdot (0,9 \cdot 55) \cdot 43,48 \cdot 2 \cdot 1$$

$$V_{Rd} = 56,68 \text{ kN}$$

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

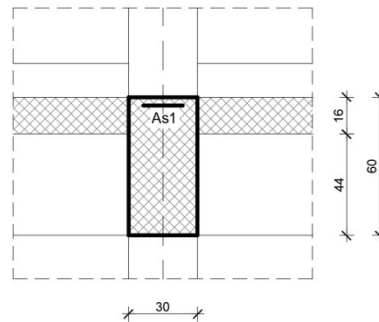
Na mjestu maksimalne poprečne si

$$s_w \leq \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{V_{Ed}} = \frac{2 \cdot 0,585 \cdot 43,48 \cdot (0,9 \cdot 55)}{160,29} = 15,71 \text{ cm}$$

Postaviti spone  $\emptyset 10/15$  ( $A_{sw} = 0,79 \text{ cm}^2$ )

**Ležaj 3**

C 40/50

 $V_{Ed} = 220,31 \text{ kN}$  $N_{Ed} = 0.0 \text{ kN}$ 

$$A_{s1} = 4\emptyset 22 = 15,21 \text{ cm}^2$$

$$V_{Rdc} = \left[ C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$$

$$b_w = 30 \text{ cm} ; d = 55 \text{ cm}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{550}} = 1,6 < 2,0$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{sd}}{A_c} = 0.0$$

$$\Sigma A_s = 4\emptyset 22 = 15,21 \text{ cm}^2$$

$$\rho_l = \frac{\Sigma A_s}{A_c} = \frac{4\emptyset 22}{30 \cdot 55} = \frac{15,21}{1650} = 0,00921$$

$$C_{Rdc} = \frac{0.18}{\gamma_c} = \frac{0.18}{1.5} = 0,12$$

$$V_{Rdc} = \left[ 0,12 \cdot 1,6 \cdot (100 \cdot 0,00921 \cdot 40)^{\frac{1}{3}} \right] \cdot 300 \cdot 550 = 105,4 \text{ kN}$$

$$V_{Rdc} \geq [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,6^{\frac{3}{2}} \cdot 40^{\frac{1}{2}} = 0,448$$

$$V_{Rdc} \geq v_{min} \cdot b_w \cdot d = 0,448 \cdot 300 \cdot 550 = 73,92 \text{ kN} < V_{Ed}$$

$$V_{Ed,max} = V_{Ed} = 220,31 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$$

$$v = 0,6 \cdot \left[ 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[ 1 - \frac{40}{250} \right] = 0,504$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot 0,504 \cdot 300 \cdot 550 \cdot 26,67 = 1108,94 \text{ kN} > V_{Ed,max} = V_{Ed}$$

$$V_{Ed,max} / V_{Rd,max} = 220,31/1108,94 = 0,198 \Rightarrow V_{Ed} = 0,198 V_{Rd,max}$$

$$s_{max} = \min(0,75 \cdot d ; 30) = \min(41,25 ; 30) \Rightarrow s_{max} = 30 \text{ cm}$$

$$\rho_{min} = 0,0013$$

Površina minimalne armature :

$$A_{sw,min} = \frac{\rho_{min} \cdot s_w \cdot b_w}{m} = \frac{0,0013 \cdot 30 \cdot 30}{2} = 0,585 \text{ cm}^2$$

Odabrane minimalne spone : Ø10 / 30 (  $A_{sw} = 0,79 \text{ cm}^2$  )

$$f_{yw,d} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} ; \text{B500B} , f_{yw,d} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ Mpa} = 43,48 \text{ kN/cm}^2$$

$$V_{Rd} = V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{yw,d} \cdot m \cdot \text{ctg}\Theta = \frac{0,79}{30} \cdot (0,9 \cdot 55) \cdot 43,48 \cdot 2 \cdot 1$$

$$V_{Rd} = 56,68 \text{ kN}$$

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

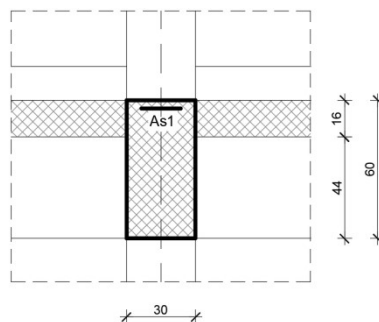
Na mjestu maksimalne poprečne si

$$s_w \leq \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{V_{Ed}} = \frac{2 \cdot 0,585 \cdot 43,48 \cdot (0,9 \cdot 55)}{220,31} = 11,43 \text{ cm}$$

Postaviti spone Ø10/10 (  $A_{sw} = 0,79 \text{ cm}^2$  )

**Ležaj 4**

C 40/50

 $V_{Ed} = 146,09 \text{ kN}$  $N_{Ed} = 0,0 \text{ kN}$ 

$$A_{s1} = 2\emptyset 22 = 6,28 \text{ cm}^2$$

$$V_{Rdc} = \left[ C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck}) \frac{1}{3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$$

$$b_w = 30 \text{ cm} ; d = 55 \text{ cm}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{550}} = 1,6 < 2,0$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{sd}}{A_c} = 0,0$$

$$\Sigma A_s = 2\emptyset 22 = 6,28 \text{ cm}^2$$

$$\rho_l = \frac{\Sigma A_s}{A_c} = \frac{2\emptyset 22}{30 \cdot 55} = \frac{6,28}{1650} = 0,003806$$

$$C_{Rdc} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$V_{Rdc} = \left[ 0,12 \cdot 1,6 \cdot (100 \cdot 0,003806 \cdot 40) \frac{1}{3} \right] \cdot 300 \cdot 550 = 78,52 \text{ kN}$$

$$V_{Rdc} \geq [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,6^{\frac{3}{2}} \cdot 40^{\frac{1}{2}} = 0,448$$

$$V_{Rdc} \geq v_{min} \cdot b_w \cdot d = 0,448 \cdot 300 \cdot 550 = 73,92 \text{ kN} < V_{Ed}$$

$$V_{Ed, \max} = V_{Ed} = 146,09 \text{ kN}$$

$$V_{Rd, \max} = 0,5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$$

$$v = 0,6 \cdot \left[ 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[ 1 - \frac{40}{250} \right] = 0,504$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot 0,504 \cdot 300 \cdot 550 \cdot 26,67 = 1108,94 \text{ kN} > V_{Ed,max} = V_{Ed}$$

$$V_{Ed,max} / V_{Rd,max} = 146,09/1108,94 = 0,13 \Rightarrow V_{Ed} = 0,13 V_{Rd,max}$$

$$S_{max} = \min(0,75 \cdot d ; 30) = \min(41,25 ; 30) \Rightarrow s_{max} = 30 \text{ cm}$$

$$\rho_{min} = 0,0013$$

Površina minimalne armature :

$$A_{sw,min} = \frac{\rho_{min} \cdot S_w \cdot b_w}{m} = \frac{0,0013 \cdot 30 \cdot 30}{2} = 0,585 \text{ cm}^2$$

Odabrane minimalne spone : Ø10 / 30 (  $A_{sw} = 0,79 \text{ cm}^2$  )

$$f_{yw,d} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} ; \text{B500B} , f_{yw,d} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ Mpa} = 43,48 \text{ kN/cm}^2$$

$$V_{Rd} = V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{yw,d} \cdot m \cdot \text{ctg}\Theta = \frac{0,79}{30} \cdot (0,9 \cdot 55) \cdot 43,48 \cdot 2 \cdot 1$$

$$V_{Rd} = 56,68 \text{ kN}$$

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

Na mjestu maksimalne poprečne si

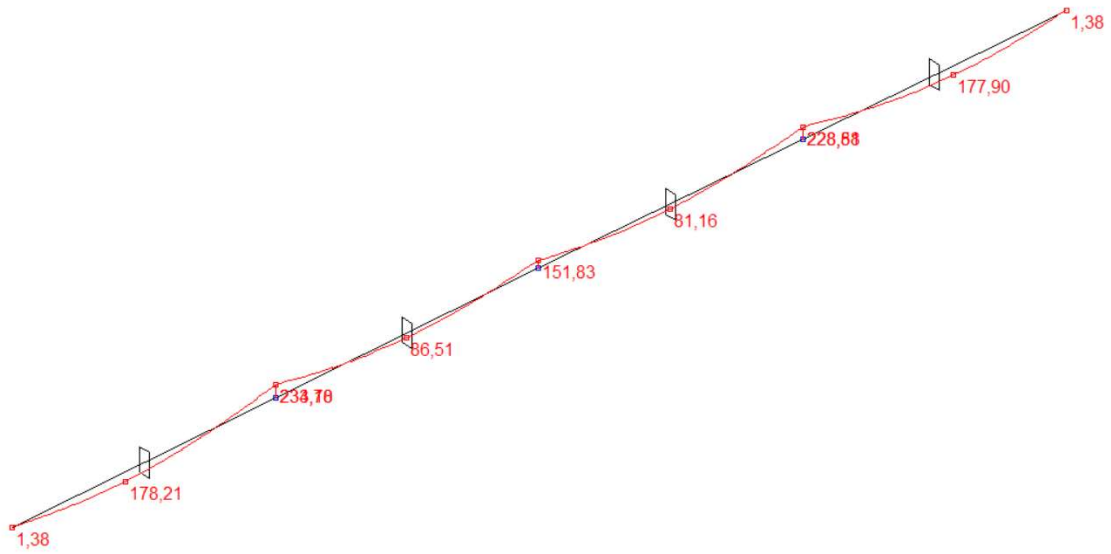
$$s_w \leq \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{V_{Ed}} = \frac{2 \cdot 0,585 \cdot 43,48 \cdot (0,9 \cdot 55)}{146,09} = 17,24 \text{ cm}$$

Postaviti spone Ø10/15 (  $A_{sw} = 0,79 \text{ cm}^2$  )

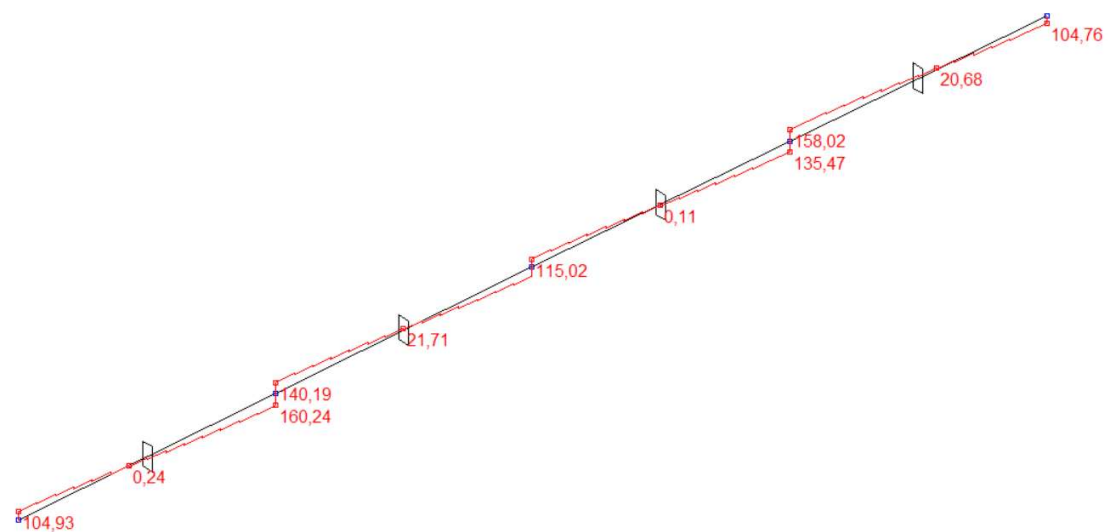


## 6.4.KONTROLA PUKOTINA GREDE POZICIJE 100

- Kontrola pukotina i progib grede proračunava se na granično stanje uporabljivosti. Mjerodavna kombinacija djelovanja za proračun graničnog stanja uporabljivosti je: 1.0 vlastita težina "+" 1.0 dodatno stalno "+" 1.0 uporabno



Slika 6.9.Moment (kNm)



Slika 6.10.Poprečna sila (kN)

**Polje:**

$$M_{Ed} = 178,21 \text{ kNm}$$

Prognoza širine pukotine:

$$w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{s,m} - \varepsilon_{c,m})$$

Proračun srednje deformacije armature:

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

$$E_{cm} = 35.00 \text{ GPa} = 35000 \text{ MPa} - \text{modul elastičnosti betona}$$

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

$$f_{ctm} = 3.5 \text{ MPa} - \text{za betone klase C 40/50}$$

$$k_t = 0.4 - \text{dugotrajno opterećenje}$$

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200}{35,0} = 5.71$$

$$x = \frac{\alpha_e \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_e \cdot A_{s1}}} \right) = \frac{5.71 \cdot 12,57}{30} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 30 \cdot 55}{5.71 \cdot 12,57}} \right) = 14,00 \text{ cm}$$

$$\sigma_s = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{Ed}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_{s1}} = \frac{17821}{\left(55 - \frac{14,00}{3}\right) \cdot 12,57} = 28,167 \text{ kN/cm}^2 = 281,67 \text{ MPa}$$

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_{s1}}{A_{c,eff}} = \frac{A_{s1}}{b \cdot 2.5 \cdot d_1} = \frac{12,57}{30 \cdot 2.5 \cdot 5.0} = 0.0335$$

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = \frac{281,67 - 0.4 \cdot \frac{3.5}{0.0335} \cdot (1 + 5.71 \cdot 0.021)}{200000} \geq 0.6 \cdot \frac{281,67}{200000}$$

$$\frac{231,88}{200000} > \frac{169,00}{200000}$$

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0.0011$$

Proračun srednjeg razmaka pukotina:

$$S_{r,max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi}{\rho_{p,eff}}$$

$\phi = 22 \text{ mm}$  – promjer najdeblje šipke

$k_1 = 0.8$  - Rebrasta armatura

$k_2 = 0.5$  – Savijanje

$k_3 = 3.4$

$k_4 = 0.425$

$c = d_1 - \frac{\phi}{2} = 50 - \frac{22}{2} = 39 \text{ mm}$  - zaštitni sloj uzdužne armature

$$S_{r,max} = 3.4 \cdot 39 + 0.8 \cdot 0.5 \cdot 0.425 \cdot \frac{22}{0.0335} = 124,90 \text{ mm}$$

$$W_k = w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{s,m} - \varepsilon_{c,m}) = 124,90 \cdot 0.0011 = 0.14 \text{ mm} \leq 0.300 \text{ mm}$$

→ pukotine zadovoljavaju

### Ležaj:

$$M_{Ed} = 234,10 \text{ kNm}$$

Prognoza širine pukotine:

$$w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{s,m} - \varepsilon_{c,m})$$

Proračun srednje deformacije armature:

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

$E_{cm} = 35.00 \text{ GPa} = 35000 \text{ MPa}$  – modul elastičnosti betona

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

$f_{ctm} = 3.5 \text{ MPa}$  - za betone klase C 40/50

$k_t = 0.4$  - dugotrajno opterećenje

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200}{35,0} = 5.71$$

$$x = \frac{\alpha_e \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_e \cdot A_{s1}}} \right) = \frac{5.71 \cdot 15,21}{30} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 30 \cdot 55}{5.71 \cdot 15,21}} \right) = 15,18 \text{ cm}$$

$$\sigma_s = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{Ed}}{\left( d - \frac{x}{3} \right) \cdot A_{s1}} = \frac{22410}{\left( 55 - \frac{15,18}{3} \right) \cdot 15,21} = 29,50 \text{ kN/cm}^2 = 295,0 \text{ Mpa}$$

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_{s1}}{A_{c,eff}} = \frac{A_{s1}}{b \cdot 2.5 \cdot d_1} = \frac{15,21}{30 \cdot 2.5 \cdot 5.0} = 0.04$$

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = \frac{295,0 - 0.4 \cdot \frac{3.5}{0.04} \cdot (1 + 5.71 \cdot 0.04)}{200000} \geq 0.6 \cdot \frac{295,0}{200000}$$

$$\frac{252,0}{200000} > \frac{177,0}{200000}$$

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0.00126$$

Proračun srednjeg razmaka pukotina:

$$S_{r,max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi}{\rho_{p,eff}}$$

$\phi = 22$  mm – promjer najdeblje šipke

$k_1 = 0.8$  - Rebrasta armatura

$k_2 = 0.5$  – Savijanje

$k_3 = 3.4$

$k_4 = 0.425$

$c = d_1 - \frac{\phi}{2} = 50 - \frac{22}{2} = 39$  mm - zaštitni sloj uzdužne armature

$$S_{r,max} = 3.4 \cdot 3,9 + 0.8 \cdot 0.5 \cdot 0.425 \cdot \frac{22}{0.04} = 106,76 \text{ mm}$$

$$W_k = w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{s,m} - \varepsilon_{c,m}) = 106,76 \cdot 0.00126 = 0.134 \text{ mm} \leq 0.300 \text{ mm}$$

→ pukotine zadovoljavaju

Ostale grede na poziciji 100 armirati će se istom armaturom kao i ova greda jer su istih dimenzija 30x60, relativno istih raspona i manjih momenata i poprečnih sila.

## 6.5.KONTROLA PROGIBA GREDE POZICIJE 100

Progib kontroliramo za nefaktorizirano opterećenje i bez utjecaja puzanja.

Kontrola progiba za Polje 1:

Granični progib:

$$v_{\text{lim}} = \frac{L}{250} = \frac{700}{250} = 2,8 \text{ cm}$$

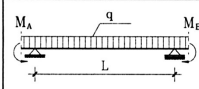

Beton: C 40/50;  $f_{ck}=40.0 \text{ MPa}$

$$E_{cm} = 9500 \cdot \sqrt[3]{f_{ck} + 8} = 9500 \cdot \sqrt[3]{40 + 8} \approx 35000 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3} = 0.3 \cdot (40.0)^{2/3} = 3.5 \text{ MPa}$$

Čelik: B500B ;  $E_s = 200.0 \text{ GPa}$

$$\alpha_{el} = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200.0}{35} = 5.71$$

Red	Tip opterećenja	Dijagram momenata savijanja	Koeficijent $k$ iz izraza (5.131)
7			$k = \frac{5}{48} (1 - 0,1\beta)$ $\beta =  M_A + M_B  /  M_F $

$$v_{\text{tot}} = k \cdot L^2 \cdot \frac{1}{r_{\text{tot}}}$$

$$\beta = |M_A + M_B| / |M_F| = |234,10 + 151,83| / |86,51|$$

$$\beta = 4,46$$

$$k = \frac{5}{48} \cdot (1 - 0,1 \cdot \beta) = 0,104 \cdot (1 - 0,1 \cdot 4,46) = 0,0576$$

Progib homogenog presjeka:

$$A_{s1} = 2\emptyset 20 = 6,28 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2} = 4\emptyset 22 = 15,21 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{b \cdot h^3}{12} + \alpha_{el} \cdot \left[ A_{s1} \cdot \left( \frac{h}{2} - d_2 \right)^2 + A_{s2} \cdot \left( \frac{h}{2} - d_1 \right)^2 \right] = \\ &= \frac{30 \cdot 60^3}{12} + 5,71 \cdot \left[ 6,28 \cdot \left( \frac{60}{2} - 5 \right)^2 + 15,21 \cdot \left( \frac{60}{2} - 5 \right)^2 \right] = \\ &= 616692,44 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$E_{c,\text{eff}} = E_{cm} = 35,0 \text{ GN/m}^2 = 3500.0 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{I}{r_l} = \frac{M_{Ed}}{E_{c,\text{eff}} \cdot I_1} = \frac{8651}{3500 \cdot 616692,44} = 0,000004 \frac{1}{\text{cm}}$$

Progib potpuno raspucanog presjeka:

$x = 14,00 \text{ cm}$  (izračunato kod pukotina)

$$\begin{aligned} I_{II} &= \frac{b \cdot x^3}{12} + b_x \cdot \left(\frac{x}{2}\right)^2 + \alpha_{el} \cdot [A_{s1} \cdot (d - x)^2 + A_{s2} \cdot (x - d_2)^2] \\ &= \frac{30 \cdot 14^3}{12} + (30 \cdot 14) \cdot \left(\frac{14}{2}\right)^2 + 5,71 \cdot [6,28 \cdot (55 - 14)^2] = \\ &= 87718,64 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\frac{I}{r_{II}} = \frac{M_{Ed}}{E_{c,eff} \cdot I_{II}} = \frac{8651}{3500 \cdot 87718,64} = 0,0000282 \frac{1}{\text{cm}}$$

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{cr}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_{s1}}$$

$$M_{cr} = f_{ctm} \cdot W = f_{ctm} \cdot \frac{b \cdot h^2}{6} = 0,35 \cdot \frac{30 \cdot 60^2}{6} = 6300 \text{ kNcm}$$

$$\sigma_{sr} = \frac{6300}{\left(55 - \frac{14}{3}\right) \cdot 15,21} = 8,23 \text{ kN/cm}^2 = 82,3 \text{ MPa}$$

$\beta_1 = 1,0$  – Rebrasta armatura

$\beta_2 = 0,5$  – Dugotrajno opterećenje

$$\zeta = 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2 = 1 - 1,0 \cdot 0,5 \cdot \left(\frac{82,3}{295,0}\right)^2 = 0,961$$

$$\frac{I}{r_m} = (1 - \zeta) \cdot \frac{I}{r_l} + \zeta \cdot \frac{I}{r_{II}} = (1 - 0,961) \cdot 0,000004 + 0,961 \cdot 0,0000282 = 0,000027 \frac{1}{\text{cm}}$$

$k = 0,0576$

$L = 700,0 \text{ cm}$

$$V_{tot,t=0} = k \cdot L^2 \cdot \frac{1}{r_{tot}} = 0,0576 \cdot 700^2 \cdot 0,000027 = 0,76 \text{ cm} < V_{lim} = 2,8 \text{ cm}$$

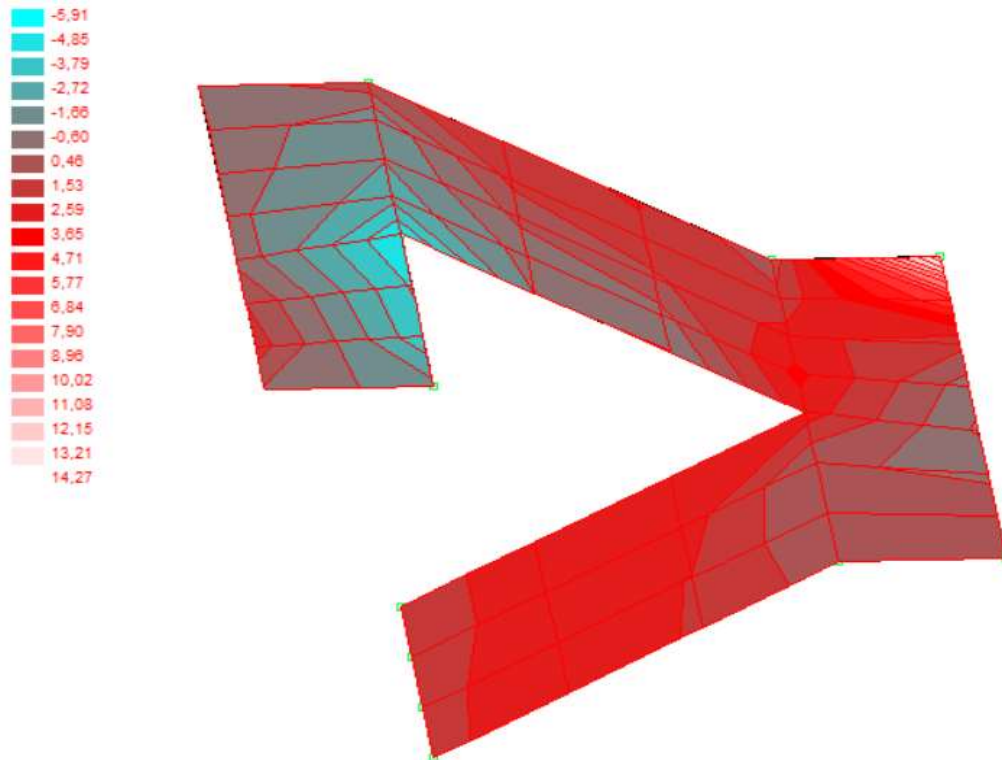
Greda zadovoljava !

## 7. PRORAČUN STUBIŠTA

### 7.1. MJERODAVNE REZNE SILE

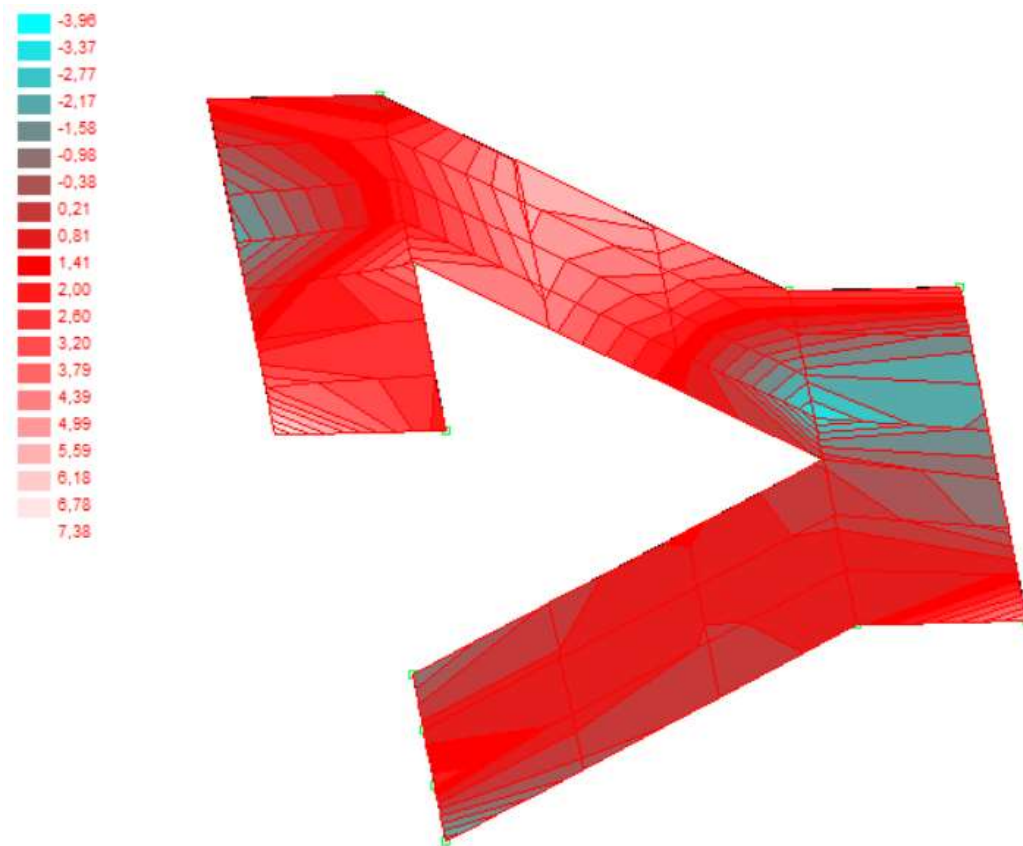
-Granično stanje nosivosti

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



Slika 7.1. Moment  $M_x$  (kNm)

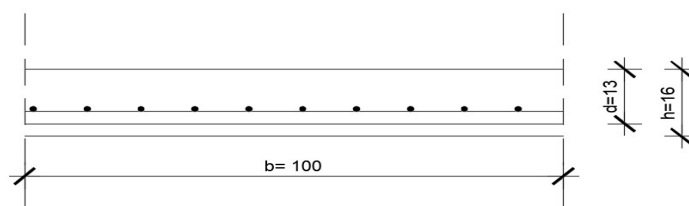




Slika 7.2. Momenti My (kNm)

## 7.2.DIMENZIONIRANJE STUBIŠTA

### Polje



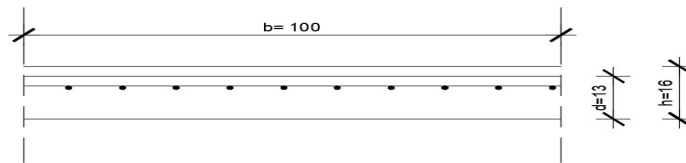
$$M_{Ed} = 10.02 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1002}{100 \cdot 13^2 \cdot 2,67} = 0,0222$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10\text{‰} , \varepsilon_{c2} = 0,9\text{‰} , \zeta = 0,971 , \xi = 0,083$$

$$A_{s1} = M_{Ed} / \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = 1002 / 0,971 \cdot 13 \cdot 43,48 = 1,83 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrano za sve ploče: R-196 (  $A_{s1} = 1,96 \text{ cm}^2/\text{m}$  )

**Ležaj**

$$M_{Ed} = 14,27 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1427}{100 \cdot 13^2 \cdot 2,67} = 0,0316$$

Očitano:  $\varepsilon_{s1} = 10\text{‰}$  ,  $\varepsilon_{c2} = 1,1\text{‰}$  ,  $\zeta = 0,965$  ,  $\xi = 0,099$

$$A_{s1} = M_{Ed} / \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = 1427 / 0,965 \cdot 13 \cdot 43,48 = 2,62 \text{ cm}^2/\text{m}$$

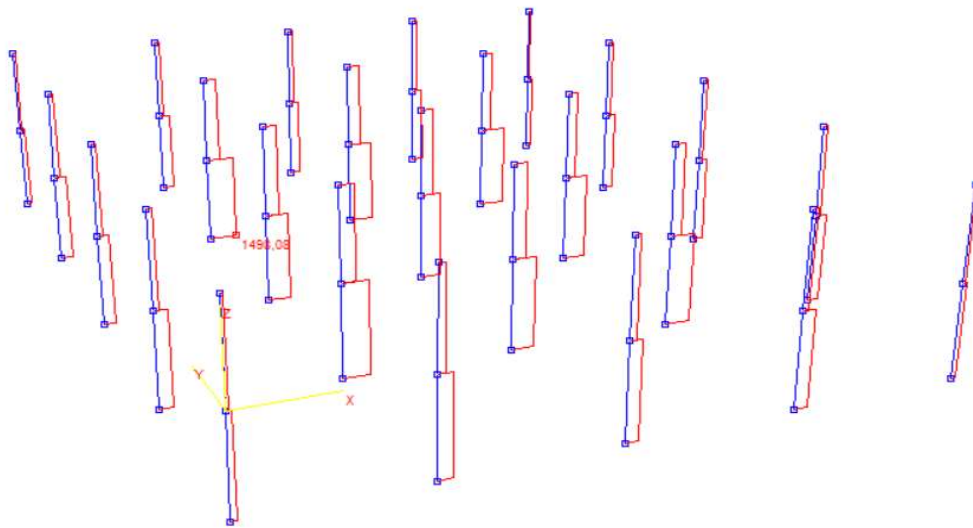
Odabrano za sve ploče: R-283 (  $A_{s1} = 2,83 \text{ cm}^2/\text{m}$  )

## 8. PRORAČUN STUPOVA

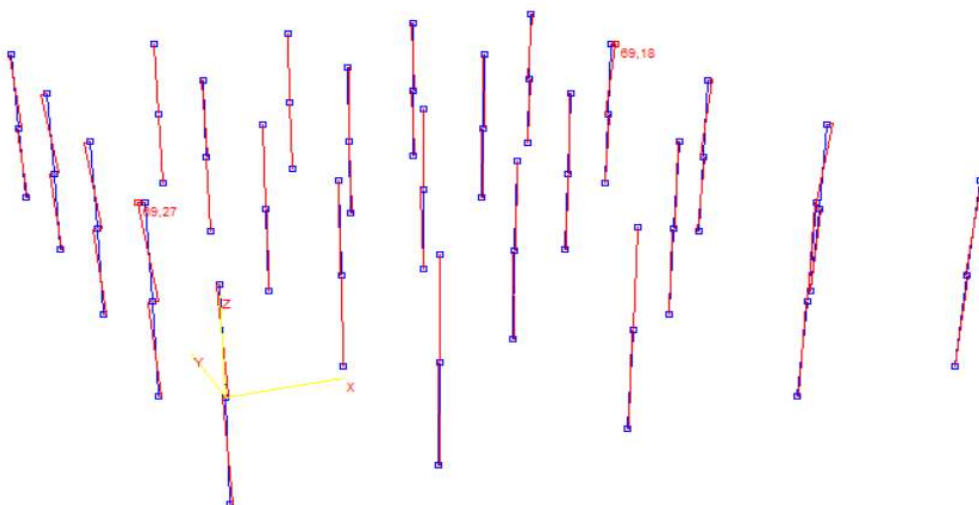
### 8.1. MOMENTI SAVIJANJA I UZDUŽNE SILE STUPOVA

Kombinacija opterećenja s VJETROM:

$$1,35 \cdot (g + \Delta g) + 1,5 \cdot q + 1,5 \cdot W_x$$



Slika 9.1. Dijagram uzdužnih sila



Slika 9.2. Dijagram momenta savijanja

Tablica 9.1. Rezne sile u stupovima

		M(kNm)	N(kN)
1. Kombinacija	MaxN	69,18	-1498.08

## 8.2.DIMENZIONIRANJE STUPA

### 8.2.1.Određivanje dimenzija stupova

Najnepovoljniji utjecaj je na srednji stup. Vanjske stupove na koje otpada nešto manje vertikalno opterećenje nećemo razmatrati posebno već ćemo sve stupove tretirati kao da su središnji.

$$N_{100} = (\gamma_g \cdot (g_{100} + \Delta g_{100}) + \gamma_q \cdot q_{100}) \cdot L_1 \cdot L_2$$

$$N_{100} = (1.35 \cdot 7.17 + 1.5 \cdot 3.5) \cdot 5,5 \cdot 7,0$$

$$N_{100} = 574,78 \text{ kN}$$

$$N_{200} = (\gamma_g \cdot (g_{200} + \Delta g_{200}) + \gamma_q \cdot q_{200}) \cdot L_1 \cdot L_2$$

$$N_{200} = (1.35 \cdot 7,05 + 1.5 \cdot 2,0) \cdot 5,5 \cdot 7,0$$

$$N_{200} = 481,92 \text{ kN}$$

$$N = 1056,7 \text{ kN}$$

$$\text{Klasa betona: C40/50} \rightarrow f_{cd} = \frac{40}{1.5} = 26.67 \text{ MPa}$$

Radi puzanja naprezanja u betonu ograničavamo na 45% tlačne čvrstoće betona.

$$A_{c,potr} = b \cdot h > (1,35 \cdot NG + 1,5 \cdot NQ) / 0,45 \cdot f_{cd} = 1056,7 / 0,45 \cdot 26,67 = 879,48 \text{ cm}^2$$

Zbog simetričnosti konstrukcije, a uzimajući u obzir da je stup centrično opterećen, odabiremo kvadratni presjek stupa.

$$a = \sqrt{A} = \sqrt{879,48} = 0.2965 \text{ m} = 29,65 \text{ cm}$$

odabrano:  $a = 30 \text{ cm}$

### 8.2.2. Dimenzioniranje pomoću dijagrama interakcije

Rezne sile dobivene u programu *AspalathosLinearsu* po teoriji I. reda.

Tablica 9.2. Rezne sile u stupovima

N (kN)	M (kNm)
-1498,08	69,18

Pretpostavljamo:

(za  $\alpha=1,0$  –simetrična armatura;  $\beta=d1/h = d2/h =0,1$ )

$$v_{sd} = \frac{N_{Ed}}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = \frac{-1498,08}{30 \cdot 30 \cdot 2.67} = -0,62$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} = \frac{69,18 \cdot 100}{30 \cdot 30^2 \cdot 2.67} = 0,10$$

mehanički koeficijent armiranja  $\omega_1 = 0,05$

$$\omega_2 = 0,05$$

$$A_{s1} = A_{s2} = \omega \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot b \cdot h = 0,05 \cdot \frac{2.67}{43.48} \cdot 30 \cdot 30 = 2.76 \text{ cm}^2$$

Ukupna površina armature za simetrično armiranje

$$A_{s1} + A_{s2} = 2.76 \cdot 2 = 5.52 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,\min} = 0,1 \cdot N_{Ed} / f_{yd} = 0,1 \cdot 1498,08 / 43,48 = 3,45 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,\min} = 0,002 \cdot A_c = 0,002 \cdot 879,48 = 1.76 \text{ cm}^2$$

Odabrane šipke: 4Ø14+4Ø14 ( $A_s=6,16+6,16=12.32 \text{ cm}^2$ )

### 8.2.3. Proračun poprečne armature stupa

Površinu poprečne armature uzima se kao kod greda  $\phi 10$  ( $A_s = 0.79 \text{ cm}^2$ )

Razmak spona:

$$S = \min (b = 30 \text{ cm} ; 15 \times \phi = 15 \times 1.0 = 15 \text{ cm})$$

ODABRANO:

Spone  $\phi 10/15 \text{ cm}$

U blizini ležaja razmak spona umanjivamo faktorom 0.6 i razmak iznosi 10 cm.

## 9. PRORAČUN TEMELJA SAMCA ISPOD STUPA

### 9.1. DIMENZIONIRANJE TEMELJA

Temelj je proračunat za granično stanje nosivosti. Za dobivanje mjerodavnih naprezanja na spoju stup – temelj korištene su slijedeće kombinacije opterećenja:

$$1,35 \cdot g_{vl.težina} + 1,35 \cdot g_{dodatno\ stalno} + 1,5 \cdot q + 1,5 \cdot w_x$$

Iz navedene kombinacije dobivena je maksimalna uzdužna sila i pripadni moment.

Odabrane mjerodavne sile na spoju:

$$1. \text{ kombinacija: } N_{\max} = 1498,08 \text{ kN}$$

$$M_{\text{pripadno}} = 69,18 \text{ kNm}$$

#### 9.1.1. Preliminarno određivanje dimenzija temelja

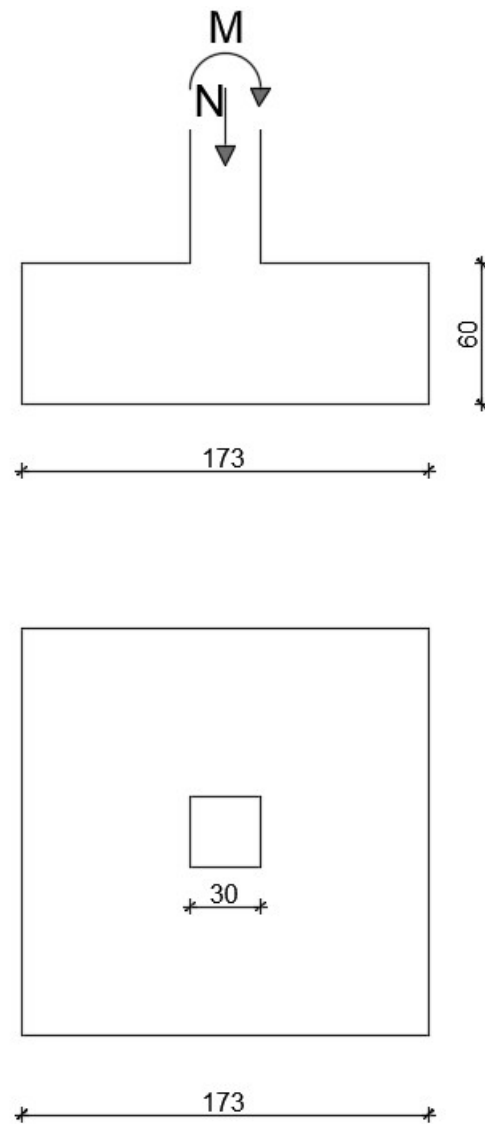
Temelj je centrično opterećen zbog čega odabiremo kvadratni poprečni presjek.

Dopuštena naprezanja u tlu (ovise o vrsti tla):  $\sigma_{\text{dop}} = 0,54 \text{ MN/m}^2$

$$\begin{aligned} \text{Širina i duljina temelja: } d = \check{s} = b &= a_{\text{stup}} \cdot \sqrt{\frac{f_{\text{cd}}^*}{\sigma_{\text{t,dop}}}} = a_{\text{stup}} \cdot \sqrt{\frac{0,45f_{\text{ck}}}{\sigma_{\text{t,dop}}}} = \\ &= 0,30 \cdot \sqrt{\frac{0,45 \cdot 40}{0,54}} = 1,73 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Visina temelja: } v = 2 \cdot a_{\text{stup}} = 2 \cdot 0,30 = 0,60 \text{ m} = 60 \text{ cm}$$

$$\text{Težina temelja: } N_t = 1,73 \cdot 1,73 \cdot 0,60 \cdot 25 = 44,90 \text{ kN}$$



Slika 10.1.Preliminarne dimenzije temelja



## 9.2. NAPREZANJA NA DODIRNOJ PLOHI TEMELJ – TLO

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

$$A = 1,73 \cdot 1,73 = 2,99 \text{ m}^2$$

$$W = \frac{bh^2}{6} = \frac{1,73 \cdot 1,73^2}{6} = 0,86 \text{ m}^3$$

1. kombinacija

$$N_{\max} = 1498,08 \text{ kN} \quad \rightarrow N_{\text{Ed}} = N_{\max} + N_t = 1498,08 + 44,90 = 1542,98 \text{ kN}$$

$$M_{\text{pripadno}} = 69,18 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W} = \frac{1542,98}{2,99} \pm \frac{69,18}{0,86} = 416,04 \pm 80,44$$

$$\sigma_1 = 496,48 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_2 = 335,6 \text{ kN/m}^2$$

## 9.3. PRORAČUN ARMATURE TEMELJA

➤ **Momenti u presjeku 1-1**

$$M_{1-1} = \sigma_{1-1} \cdot b_1 \cdot \frac{b_1}{2} + (\sigma_1 - \sigma_{1-1}) \cdot \frac{b_1}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot b_1$$

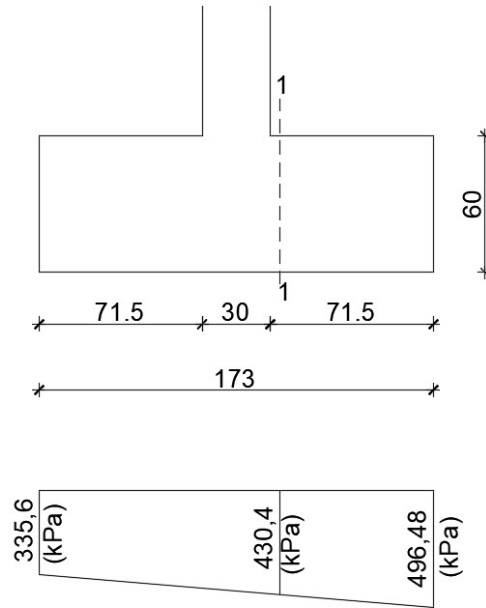
$$\sigma_{1-1} = \sigma_1 - \frac{b_1}{b} \cdot (\sigma_1 - \sigma_2)$$

**1. kombinacija**

$$\sigma_{1-1} = 496,48 - \frac{0,715}{1,73} \cdot (496,48 - 335,6) = 430,4 \text{ kPa}$$

$$M_{1-1} = 430,4 \cdot 0,715 \cdot \frac{0,715}{2} + (496,48 - 335,6) \cdot \frac{0,715}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot 0,715$$

$$M_{1-1} = 137,43 \text{ kNm}$$



Slika 10.2. Naprezanje ispod temelja

Mjerodavni moment za proračun armature:

$$M_{sd}^{1-1} = 137.43 \text{ kNm}$$

$$\text{Klasa betona: C40/50} \rightarrow f_{ck} = 40 \text{ MPa} \rightarrow f_{cd} = \frac{40}{1,5} = 26,67 \text{ MPa} = 2,67 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Zadana armatura: B500B} \rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa} \rightarrow f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa} = 43,48 \text{ kN/cm}^2$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{137,43 \cdot 100}{100 \cdot 55^2 \cdot 2,67} = 0,017$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰, } \varepsilon_{c2} = 0,7 \text{ ‰, } \xi = 0,065, \zeta = 0,977$$

$$A_{s1} = \frac{M_{ed,1-1}}{f_{yd} \cdot \zeta \cdot d} = \frac{137,43 \cdot 100}{43,48 \cdot 0,977 \cdot 55} = 5,88 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s1} = \frac{5,88}{1,73} = 3,40 \left( \frac{\text{cm}^2}{\text{m}'} \right)$$

Odabrana armatura:

$$A_{s1, \text{potrebno}} = 3,40 \left( \frac{\text{cm}^2}{\text{m}'} \right)$$

U donju zonu temelja:

$$\text{Odabrana armatura: mreža Q385 } (A_{s1} = 3,85 \text{ cm}^2/\text{m}')$$

$$\text{Konstruktivna armatura u gornjoj zoni: mreža Q226 } (A_{s1} = 2,26 \text{ cm}^2/\text{m}')$$

## ***10. PRILOZI***

**10.1. ARMATURA PLOČE POZICIJA 100- DONJA ZONA**

**10.2. ARMATURA PLOČE POZICIJA 100- GORNJA ZONA**

**10.3. ARMATURA PLOČE POZICIJA 200- DONJA ZONA**

**10.4. ARMATURA PLOČE POZICIJA 200- GORNJA ZONA**

**10.5. ARMATURNI PLAN GREDE**

**10.6. ARMATURNI PLAN STUBIŠTA**

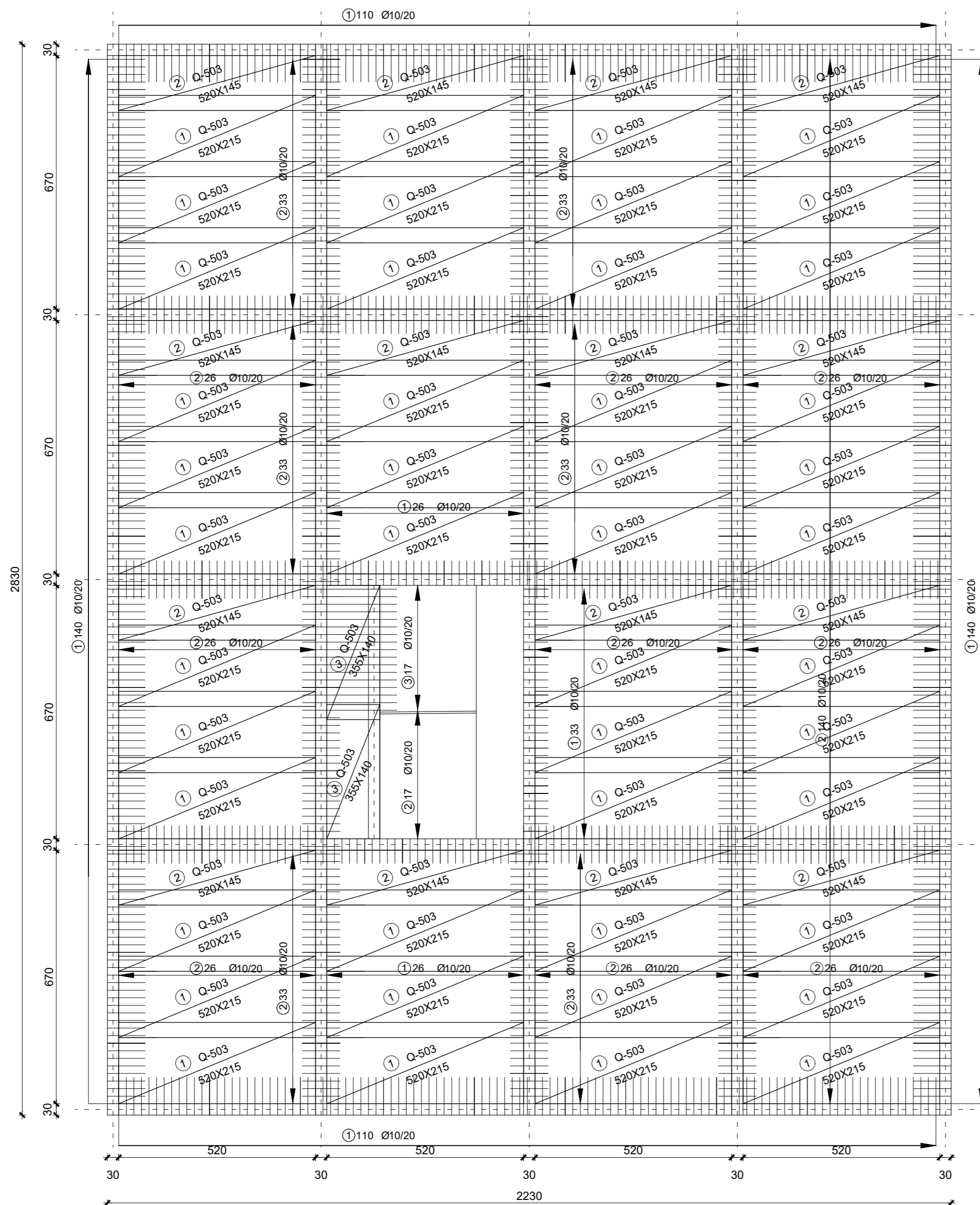
## **11. *LITERATURA***

Radnić J., Harapin A. Osnove betonskih konstrukcija, interna skripta.  
Fakultet građevinarstva arhitekture i geodezije Splitu, studeni 2013.

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

# ARMATURA PLOČA POZICIJE 100 (DONJA ZONA) M 1:100



**ISKAZ MREŽASTE ARMATURE**  
Čelik B500B

POZ	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q-503		520x215	48	8,03	4309,2
2	Q-503		520x145	16	8,03	968,7
3	Q-503		355x140	2	8,03	79,8
UKUPNO: (KG)...						5357,7

**ISKAZ REBRASTE ARMATURE**  
Čelik B500B

POZ.	OBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m)	KOM.	L(cm)	MASA (kg)
1		10	0,617	585	130	469,2
2		10	0,617	598	170	627,2
3		10	0,617	17	350	22,6
UKUPNO: (KG)...						1118,9

## Betonske konstrukcije II

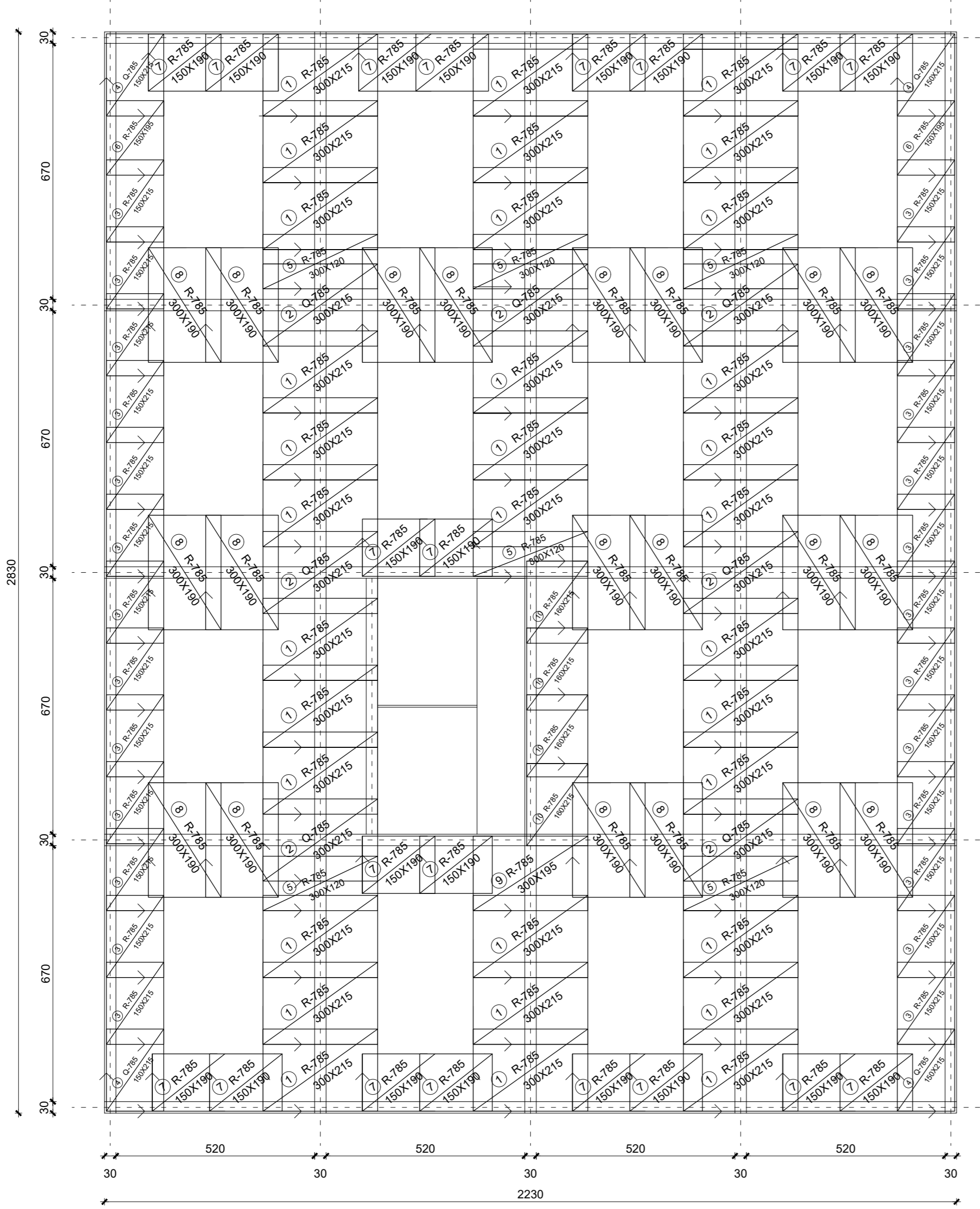
TEMA ARMIRANO BETONSKA KONSTRUKCIJA

STUDENT Ante Mandić ; 1707

SADRŽAJ ARMATURNI PLAN POZ 100 MJERILO 1:100

DATUM rujan,2018. BR. PRILOGA 10.1

# ARMATURA PLOČA POZICIJE 100 (GORNJA ZONA) M 1:100

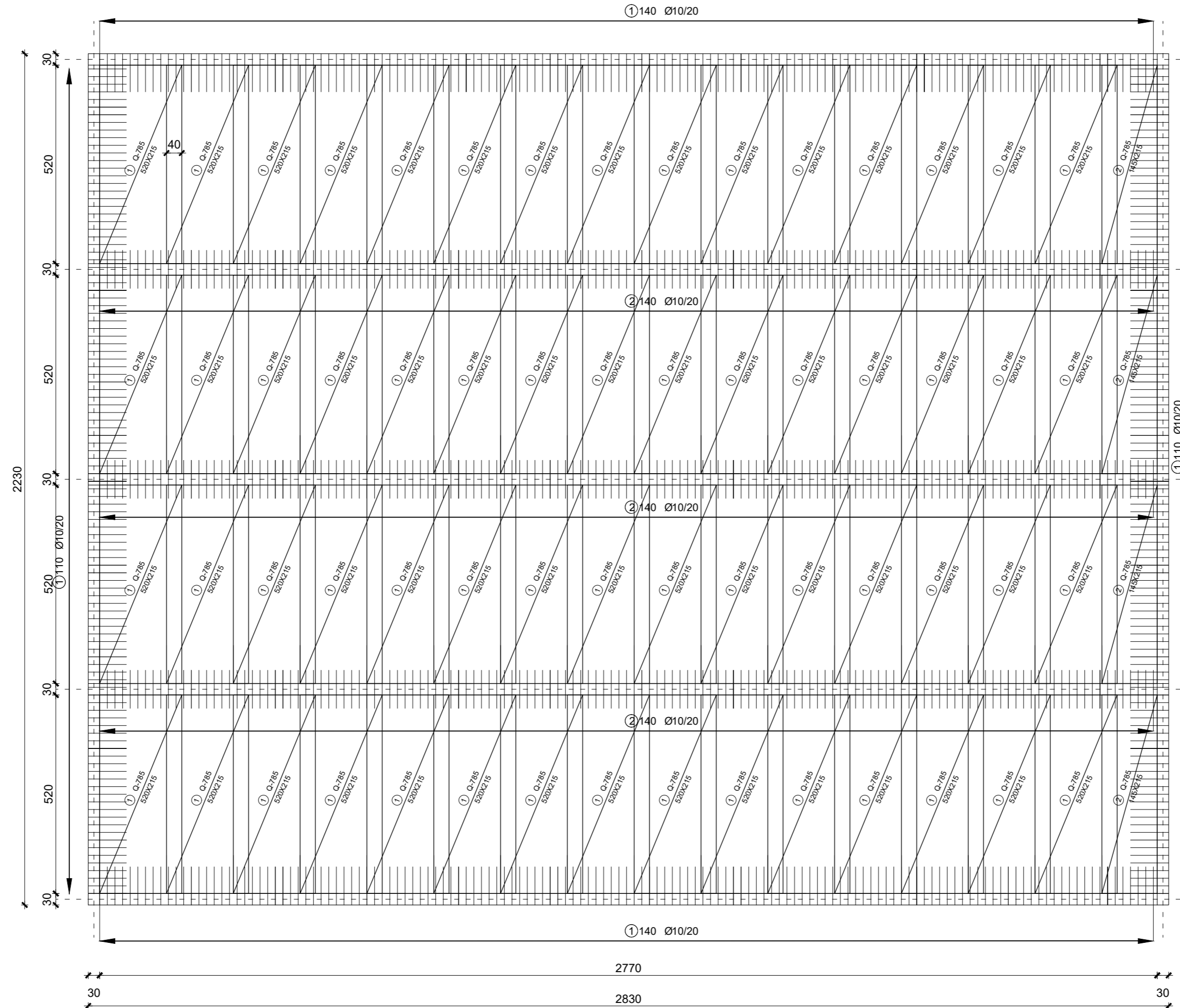


POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	R-785		300x215	33	7,35	1564,4
2	Q-785		300x215	7	12,46	562,5
3	R-785		150x215	26	7,35	616,3
4	Q-785		150x215	4	12,46	160,7
5	R-785		300x120	6	7,35	158,7
6	R-785		195x150	2	7,35	42,9
7	R-283		190x150	19	7,35	398,0
8	R-283		300x190	20	7,35	837,9
9	R-283		300x195	1	7,35	42,9
10	R-283		215x180	4	7,35	101,1
UKUPNO: (KG)...						4485,4

## Betonske konstrukcije II

TEMA	ARMIRANO BETONSKA KONSTRUKCIJA		
STUDENT	Ante Mandić ; 1707		
SADRŽAJ	ARMATURNI PLAN POZ 100	MJERILO	1:100
DATUM	rujan,2018.	BR. PRILOGA	10.2

# ARMATURA PLOČA POZICIJE 200 (DONJA ZONA) M 1:100



**ISKAZ MREŽASTE ARMATURE**  
Čelik B500B

POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZUJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q-785		520x215	60	12,46	8358,17
2	Q-785		520x145	4	12,46	375,79
UKUPNO: (KG)...						8733,96

**ISKAZ REBRASTE ARMATURE**  
Čelik B500B

POZ.	OBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m)	KOM.	L(cm)	MASA (kg)
1		10	0,617	500	130	401,1
2		10	0,617	420	170	440,54
UKUPNO: (KG)...						841,64

## Betonske konstrukcije II

TEMA ARMIRANO BETONSKA KONSTRUKCIJA

STUDENT Ante Mandić ; 1707

SADRŽAJ ARMATURNI PLAN POZ 200

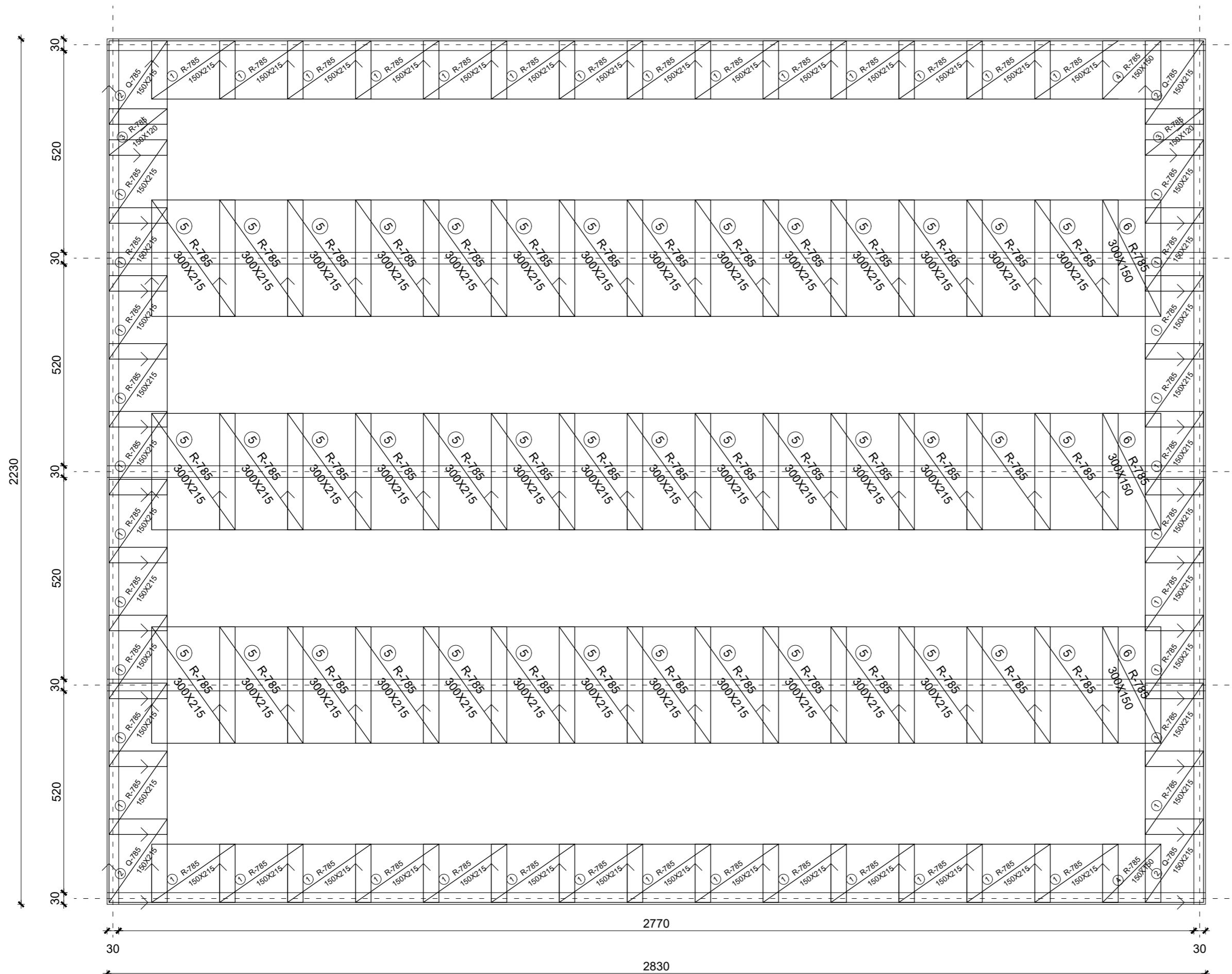
DATUM rujan,2018.

MJERILO 1:100

BR. PRILOGA 10.3



# ARMATURA PLOČA POZICIJE 200 (GORNJA ZONA) M 1:100



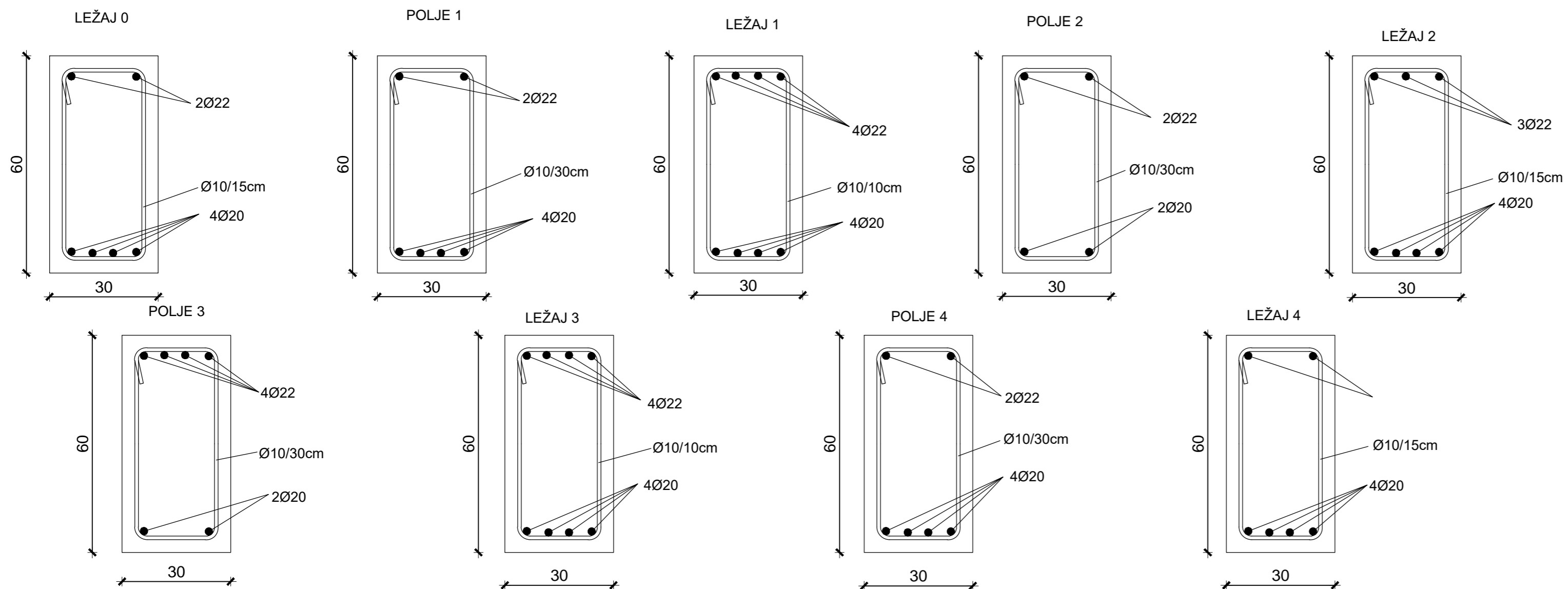
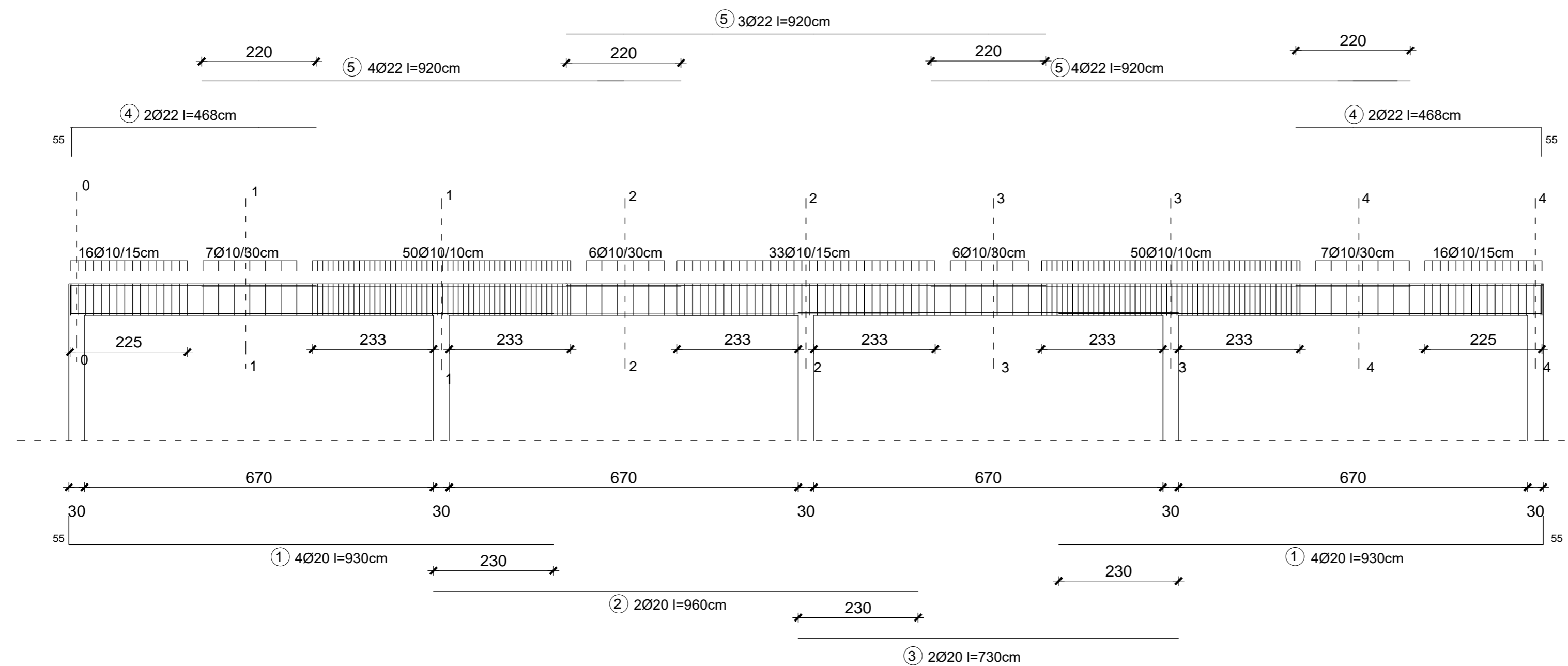
ISKAZ MREŽASTE ARMATURE Čelik B500B						
POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZUJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	R-785		150x215	48	7,35	1137,78
2	Q-785		150x215	4	12,46	160,7
3	R-785		150x120	2	7,35	24,46
4	R-785		150x150	2	7,35	33,1
5	R-785		300x215	42	7,35	1991,1
6	R-785		300x150	3	7,35	99,22
UKUPNO: (KG)...					3446,36	

<b>Betonske konstrukcije II</b>	
TEMA	ARMIRANO BETONSKA KONSTRUKCIJA
STUDENT	Ante Mandić ; 1707
SADRŽAJ	ARMATURNI PLAN POZ 200
DATUM	rujan,2018.
MJERILO	1:100
BR. PRILOGA	10.4

# ARMATURA KONTINUIRANOG NOSAČA M 1:75

## ISKAZ REBRASTE ARMATURE Čelik B500B

POZ.	OBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m)	KOM.	L(cm)	MASA (kg)
1		20	2,466	8	985	194,3
2		20	2,466	2	960	47,3
3		20	2,466	2	730	36,0
4		22	2,984	4	523	62,4
5		22	2,984	11	920	301,9
6		10	0,617	191	162	190,9
UKUPNO: (KG)...						832,8



## Betonske konstrukcije II

TEMA ARMIRANO BETONSKA KONSTRUKCIJA

STUDENT Ante Mandić ; 1707

SADRŽAJ ARMATURNI PLAN POZ 100

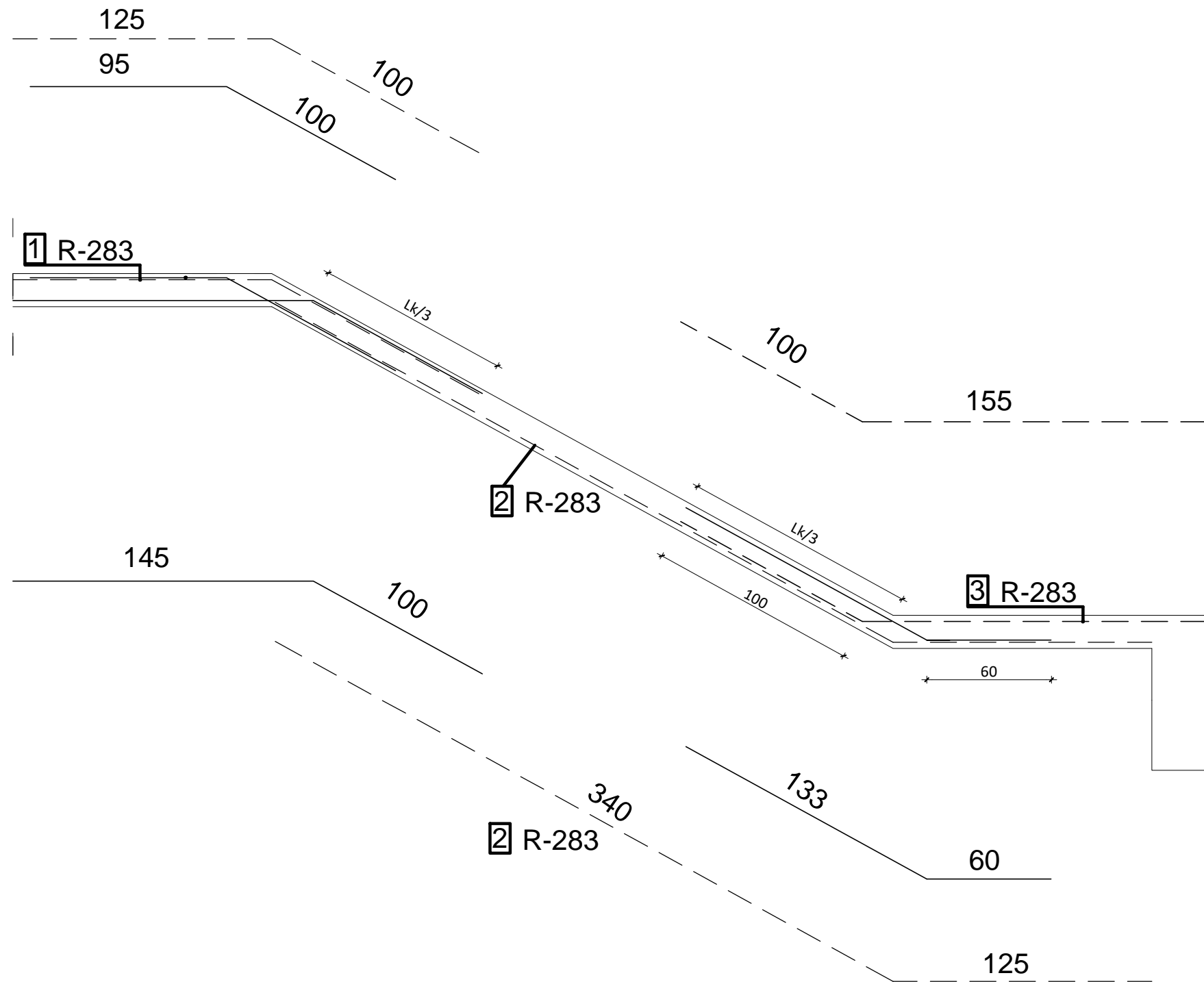
MJERILO 1:75

DATUM rujan, 2018.

BR. PRILOGA

10.5

# ARMATURNI PLAN STUBIŠTA M 1:25



OBLIK I DIMENZIJE (cm)	PROFIL (mm)	DULJINA (m)	KOM.	UKUPNA DULJINA	MASA (kg/m)	UKUPNA MASA (kg)
ŠIPKE - SPECIFIKACIJA						
	Φ10	1,95	18	19,0	0,617	11,72
	Φ10	2,45	13	31,8	0,617	19,62
	Φ10	1,63	10	16,3	0,617	10,06

UKUPNA MASA = 41,4 kg

POZ.	OBLIK MREŽE	TIP MREŽE	DIMENZIJE (cm)	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	BROJ MREŽA	UKUPNA MASA (kg)
MREŽE - SPECIFIKACIJA						
1.		R-283	220x225	2,77	2	27,4
2.		R-283	220x465	2,77	2	56,67
3.		R-283	220x255	2,77	2	31,1

UKUPNA MASA = 115,17 kg

RAZRED BETONA: C40/50  
 ARMATURA: B500B  
 ZAŠTITNI SLOJ BETONA: C=3 cm