

# Projekt nosive konstrukcije obiteljske kuće u Omišu

---

Šaškor, Petra

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:123:308824>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-19**



*Repository / Repozitorij:*

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



UNIVERSITY OF SPLIT



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

# **ZAVRŠNI RAD**

**Petra Šaškor**

**Split, 2019.**

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

**Projekt nosive konstrukcije obiteljske  
kuće u Omišu**

**Završni rad**

**Split, 2019.**

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

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ: **PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**  
KANDIDAT: Petra Šaškor  
BROJ INDEKSA: 1686  
KATEDRA: **Katedra za betonske konstrukcije i mostove**  
PREDMET: Betonske konstrukcije 2

**ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD**

Tema: Projekt nosive konstrukcije obiteljske kuće

Opis zadatka:

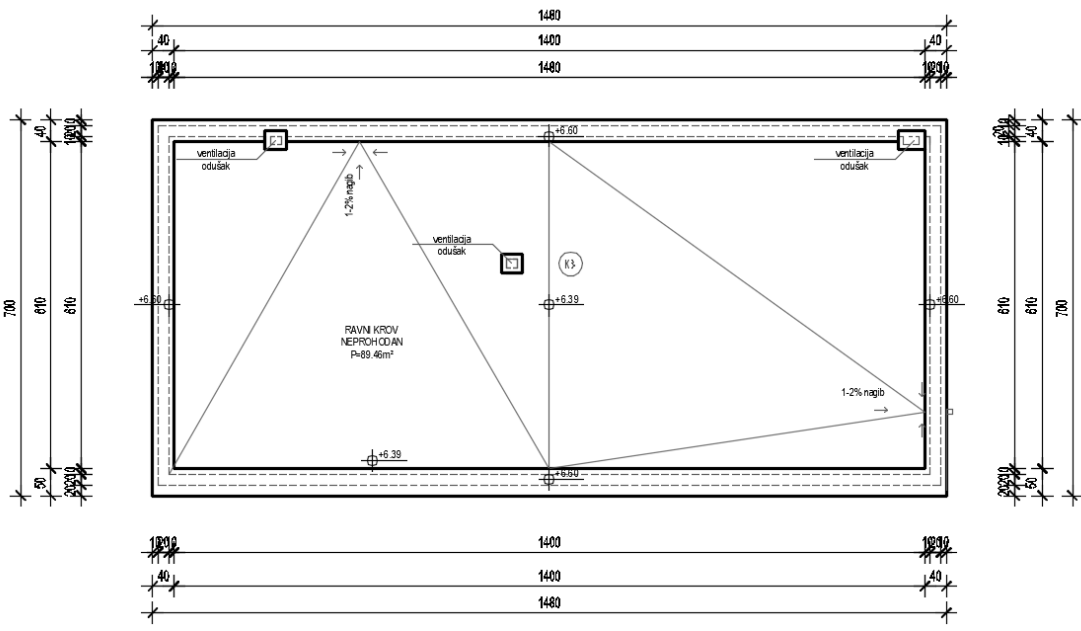
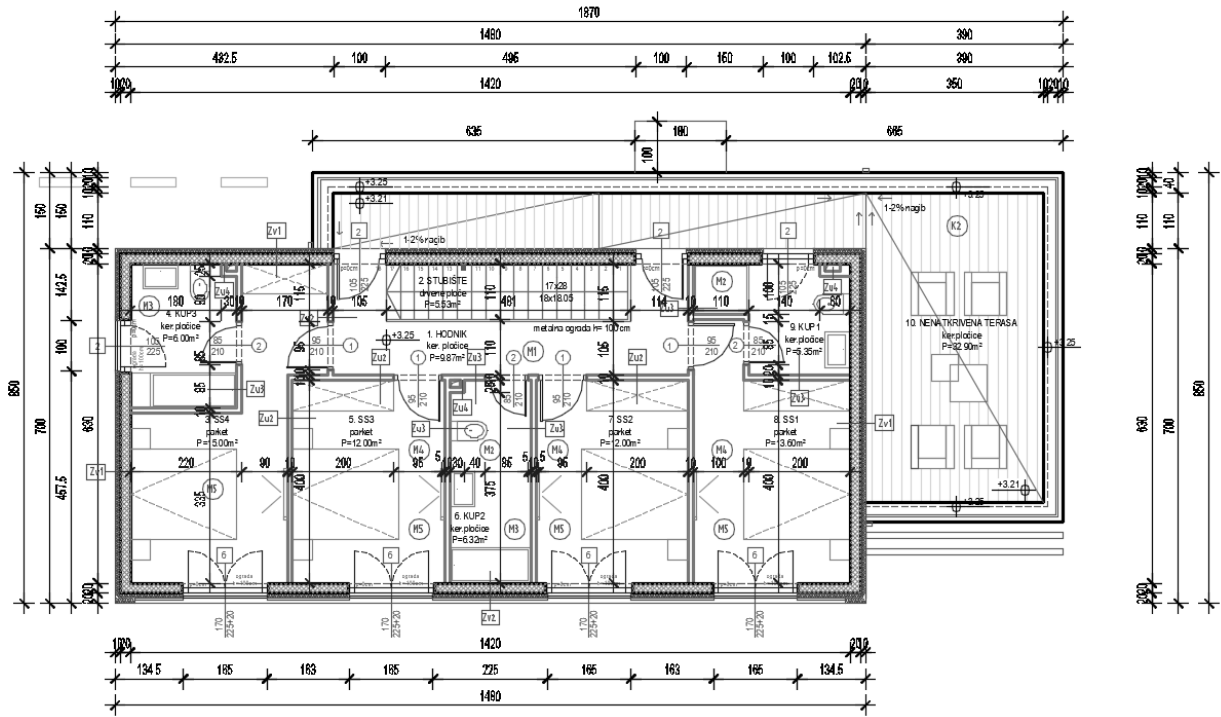
Potrebno je proračunati nosivu konstrukciju, te za neke elemente nacrtati planove armature. Zadatak sadržava tlocrtne dimenzije temelja, podruma i prizemlja, s detaljno označenim slojevima potrebnim za proračun armiranobetonske nosive konstrukcije obiteljske kuće. Uporabna promjenjiva opterećenja su zadana, a ostala opterećenja potrebno je odrediti. Proračun i armaturne planove izraditi sukladno propisima i pravilima struke.

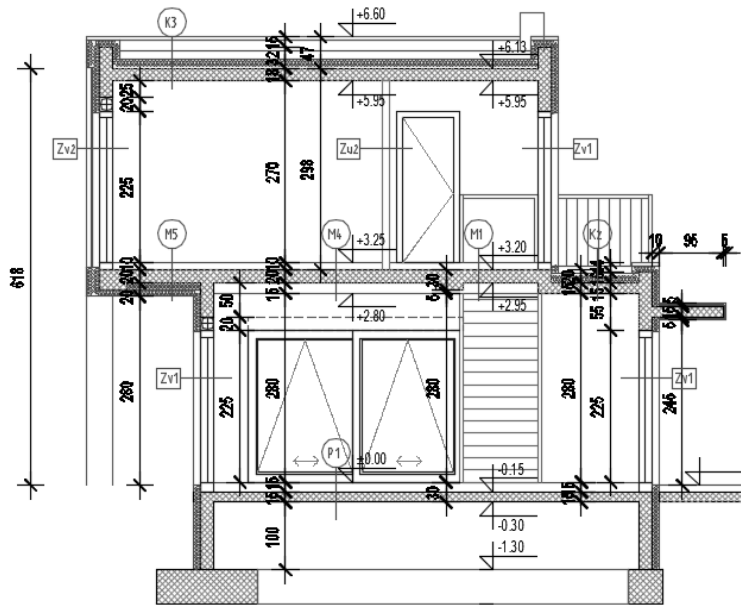
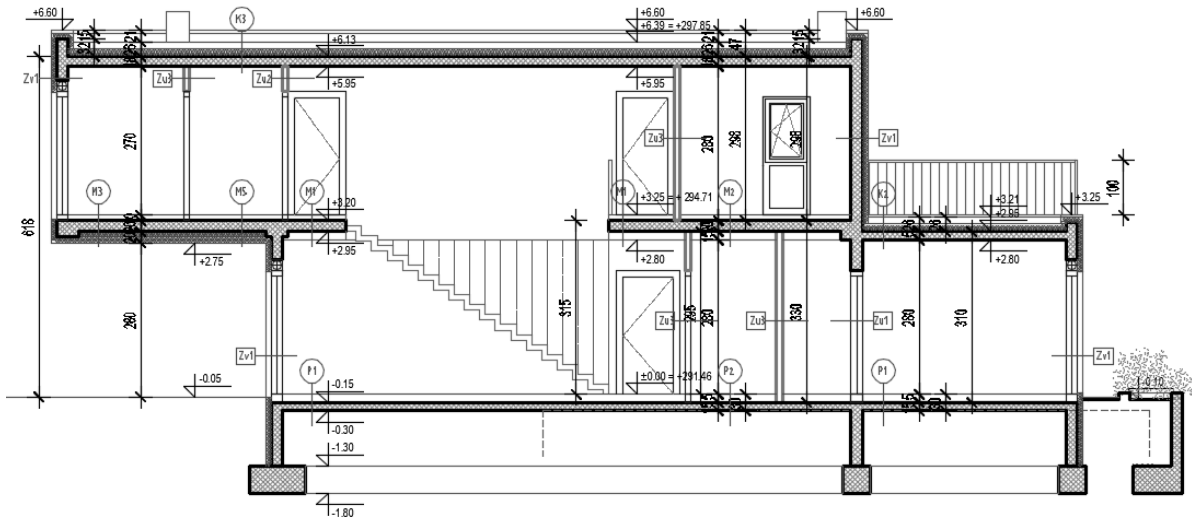
U Splitu, ožujak.2019.

Voditelj završnog rada:

Doc. dr.sc. Nikola Grgić







## SAŽETAK:

Predmet ovog završnog rada je izrada projekta konstrukcije jednostavne armiranobetonske građevine. Građevina je definirana nacrtima koji sadržavaju tlocrtne položaje temelja, podruma, prizemlja te ravnu ploču krova, s detaljno označenim slojevima potrebnim za proračun armiranobetonske nosive konstrukcije obiteljske kuće. U ovom radu su prvo određena opterećenja, zatim su provjerene preliminarno određene dimenzije nosivih elementa te je izračunata potrebna armatura. Izvršeni su potrebni proračuni nosive konstrukcije, te je za neke elemente nacrtan plan armature. Statički proračun i armaturene planovi izrađeni su u skladu s trenutno važećim propisima i pravilima struke.

## KLJUČNE RIJEČI:

Armiranobetonski objekt namijenjen stanovanju, numericki model, staticki proračun, plan armature.

## ABSTRACT:

The design of a simple reinforced concrete structure is presented in this paper. The properties of the building are defined by blueprints containing the floor plans of the foundations, basements, ground floors and a flat roof panel, with detailed layers required to calculate the reinforced concrete load-bearing structure. In this paper the loads were first determined, then the load bearing elements was checked and the required reinforcement was calculated. The necessary calculations of the load-bearing structure were made, and for some elements a plan of reinforcement was drawn. Calculations and reinforcement plans are made in accordance with the currently valid regulations and rules of the profession.

## KEYWORDS:

Reinforced concrete building, calculation, load-bearing, reinforcement plans



## Sadržaj

1. TEHNIČKI OPIS .....	1
2. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE NOSIVIH.....	2
3. ANALIZA OPTEREĆENJA .....	3
3.1. POZICIJA 200 – KROV .....	3
3.1.1. Stalno opterećenje.....	3
3.1.2. Uporabno opterećenje.....	4
3.2. POZICIJA 100 – etaža .....	5
3.2.1. Stalno opterećenje.....	5
3.2.2. Uporabno opterećenje.....	6
3.3. STUBIŠTE .....	7
3.3.1. Stalno opterećenje.....	7
3.3.2. Uporabno opterećenje.....	8
3.4. OPTEREĆENJE VJETROM .....	9
4. PRORAČUN PLOČE POZICIJE 200 – KROV .....	13
4.1. MOMENTI SAVIJANJA U PLOČI POZICIJE 200 .....	13
4.1.1. Vlastita težina.....	13
4.1.2. Dodatno stalno opterećenje .....	14
4.1.3. Uporabno opterećenje.....	15
4.1.4. Granično stanje nosivosti.....	16
4.2. DIMENZIONIRANJE PLOČE POZICIJE 200 .....	17
5. PRORAČUN PLOČE POZICIJE 101 .....	20
5.1. MOMENTI SAVIJANJA U PLOČI POZICIJE 101 .....	20
5.1.1. Vlastita težina.....	20
5.1.2. Dodatno stalno opterećenje .....	21
5.1.3. Uporabno opterećenje.....	22
5.1.4. Granično stanje nosivosti.....	23
5.2. DIMENZIONIRANJE PLOČE POZICIJE 101 .....	24
6. PRORAČUN PLOČE POZICIJE 102 .....	27
6.1. MOMENTI SAVIJANJA U PLOČI POZICIJE 102 .....	27
6.1.1. Vlastita težina.....	27
6.1.2. Dodatno stalno opterećenje .....	28

6.1.3. Uporabno opterećenje.....	29
6.1.4. Granično stanje nosivosti.....	30
6.2. DIMENZIONIRANJE PLOČE POZICIJE 102 .....	31
7. PRORAČUN KONTINUIRANOG NOSAČA .....	34
7.1. MOMENTI SAVIJANJA I POPREČNE SILE .....	34
7.1.1. Vlastita težina.....	34
7.1.2. Dodatno stalno opterećenje .....	35
7.1.3. Uporabno opterećenje.....	36
7.1.4. Granično stanje nosivosti.....	37
7.2. DIMENZIONIRANJE NA MOMENT SAVIJANJA.....	38
7.3. DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU.....	41
8. PRORAČUN STUBIŠTA.....	43
8.1. MOMENTI SAVIJANJA - Granično stanje nosivosti .....	43
8.2. DIMENZIONIRANJE STUBIŠTA .....	44
9. PRORAČUN ZIDOVA.....	45
9.1. PROSTORNI MODEL .....	45
9.2. MOMENTI SAVIJANJA I UZDUŽNE SILE ZIDOVA.....	45
9.3. DIMENZIONIRANJE ZIDOVA .....	47
10. PRORAČUN TEMELJA.....	48
10.1. DIMENZIONIRANJE TEMELJA SAMCA .....	48
10.2. KONTROLA NAPREZANJA NA DODIRNOJ PLOHI TEMELJ – TLO.....	49
11. PRILOZI .....	51
11.1. TLOCRT TEMELJA .....	51
11.2. TLOCRT PRIZEMLJA .....	51
11.3. TLOCRT KATA .....	51
11.4. TLOCRT KROVA .....	51
11.5. PRESJEK A-A .....	51
11.6. PRESJEK B-B .....	51
11.7. PLAN POZICIJA 100 .....	51
11.8. PLAN POZICIJA 200 .....	51
11.9. ARMATURA PLOČE POZICIJA 200 - DONJA ZONA.....	51
11.10. ARMATURA PLOČE POZICIJA 200 - GORNJA ZONA.....	51

11.11. ARMATURA PLOČE POZICIJA 100 - DONJA ZONA.....	51
11.12. ARMATURA PLOČE POZICIJA 100 – GORNJA ZONA.....	51
11.13. ARMATURNI PLAN GREDE .....	51
11.14. ARMATURNI PLAN STUBIŠTA.....	51
12.LITERATURA.....	52

# 1. TEHNIČKI OPIS

Predmet ovog rada je projekt armiranobetonske nosive konstrukcije obiteljske kuće. Stambena građevina projektirana je kao slobodnostojeća. Visinski se sastoji od prizemlja i 1. kata (P+1). Vertikalna nosiva konstrukcija sastoji se od armirano betonskih zidova debljine 20cm. Horizontalna nosiva konstrukcija sastoji se od monolitnih armirano-betonskih ravnih ploča debljine 15,18 i 20 cm, a u kombinaciji sa armirano-betonskim gredama širine 40 cm. Krakovi vanjskih stubišta također su monolitne armirano-betonske ploče debljine 15 cm. Temeljenje je projektirano na temeljima samcima i trakastim temeljima. Visina svih temelja je 50 cm. Podne ploče su debljine 15 cm.

Rezne sile u pločama i gredama dobivene su pomoću programa SCIA Engineer, a korišten je ravninski model. Izračunato stalno opterećenje za poziciju 200 (krov) iznosi  $3,53 \text{ kN/m}^2$ , a uporabno opterećenje (prema propisima) iznosi  $1,0 \text{ kN/m}^2$ . Zadano je uporabno opterećenje za poziciju 100 i iznosi  $3,50 \text{ kN/m}^2$ , stalno opterećenje je  $3,17 \text{ kN/m}^2$ .

Građevina se nalazi u III. vjetrovnoj zoni s osnovnom brzinom vjetra  $v_{b0} = 35 \text{ m/s}$ . Rezne sile u zidovima za različite kombinacije opterećenja dobivene su pomoću programa SCIA Engineer, a korišteni su ravninski i prostorni modeli.

Dozvoljeno naprezanje u tlu na dubini temeljenja iznosi  $\sigma_{dop} = 0.60 \text{ Mpa}$ .

Za nosivu armirano betonsku konstrukciju odabran je beton C 25/30 i čelik za armiranje B500B. 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, te odabranih mreža i šipki napravljeni su armaturni planovi za neke elemente konstrukcije. Svi nacrti i prikazi krojenja armaturnih mreža ploče, grede i stupova nacrtani su pomoću programa AutoCAD te su priloženi u radu.

Statički sustav i armaturni planovi izrađeni su sukladno propisima i pravilima struke, a za izradu ovog rada korištena je dopunska literatura navedena na zadnjim stranicama.

## 2. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE NOSIVIH ELEMENATA

-Visina ploče:

Ploča – pozicija 200 (krovna konstrukcija):

$$d_{pl} = \frac{Ly}{35} = \frac{630}{35} = 18 \text{ cm}$$

odabrano:  $d_{pl} = 18 \text{ cm}$

Ploča - pozicija 100 (međukatna konstrukcija):

$$\text{POZ 101: } d_{pl} = \frac{Lx}{35} = \frac{370}{35} = 10,57 \text{ cm}$$

Odabrano:  $d_{pl} = 15 \text{ cm}$

$$\text{POZ 102: } d_{pl} = \frac{Ly}{35} = \frac{640}{35} = 18,85 \text{ cm}$$

Odabrano:  $d_{pl} = 20 \text{ cm}$

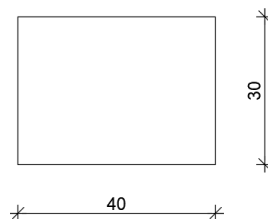
-Visina grede:

$$\frac{L_0}{12} = \frac{350}{12} = 29,17 \text{ cm}$$

-odabrano:  $h_G = 30 \text{ cm}$

-Širina grede:

-odabrano:  $b_G = 40 \text{ cm}$



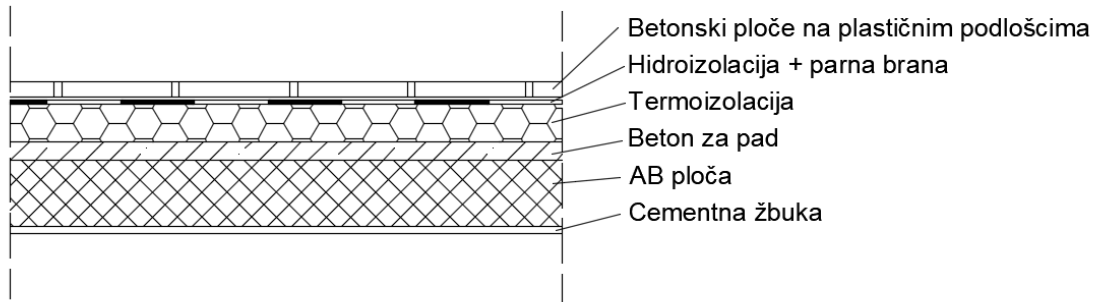
Slika 2.1. Poprečni presjek grede

- Za sve nosive elemente u x i y smjeru na pozicijama 100 i 200 odabran je isti presjek grede, dimenzija 30x40 cm.

# 3. ANALIZA OPTEREĆENJA

## 3.1. POZICIJA 200 – KROV

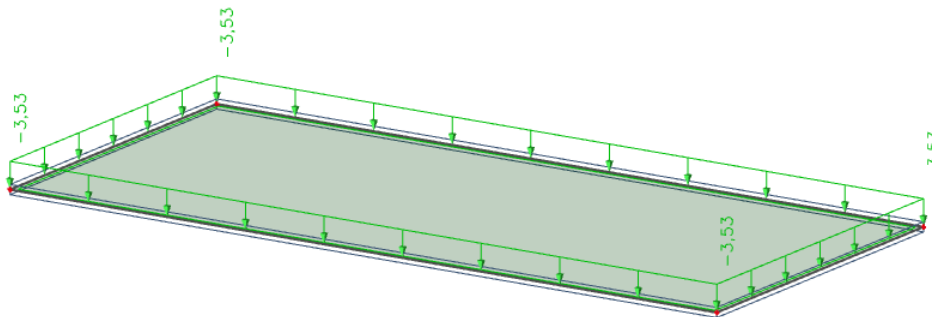
### 3.1.1. Stalno opterećenje



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	0.2
Termoizolacija	0.10	5.0	0.5
Beton za pad	0.05	24.0	1.2
<b>AB ploča</b>	<b>0.18</b>	<b>25.0</b>	<b>4.5</b>
Cementna žbuka	0.02	19.0	0.38

Ukupno stalno opterećenje:  $g_{200} = 8,03$  (kN/m<sup>2</sup>)

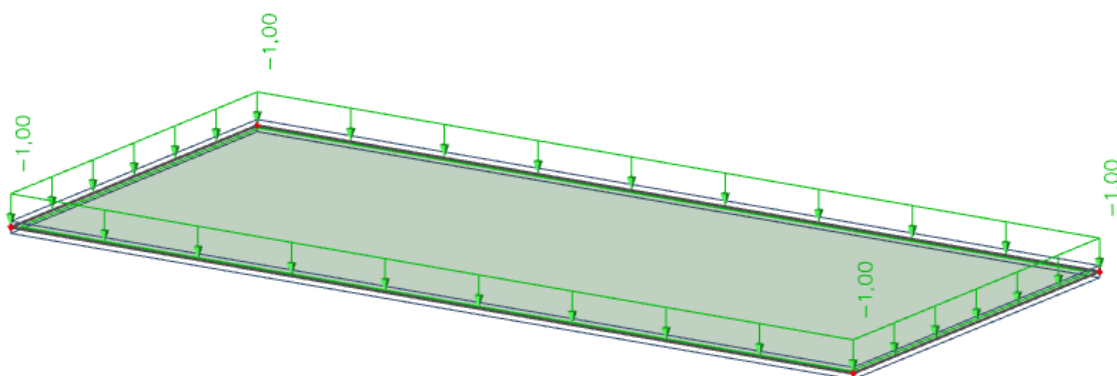


Slika3.1. Prikaz dodatnog stalnog opterećenja  $\Delta g_{200}$

### 3.1.2. Uporabno opterećenje

Za uporabno opterećenje uzima se opterećenje snijegom i vjetrom. Opterećenje snijegom za ravne krovove, u područjima gdje je snijeg rijedak (prema pravilniku) iznosi  $0.50 \text{ kN/m}^2$ , pa se za uporabno opterećenje neprohodnih ravnih krovova može uzeti zamjenjujuća vrijednosti:

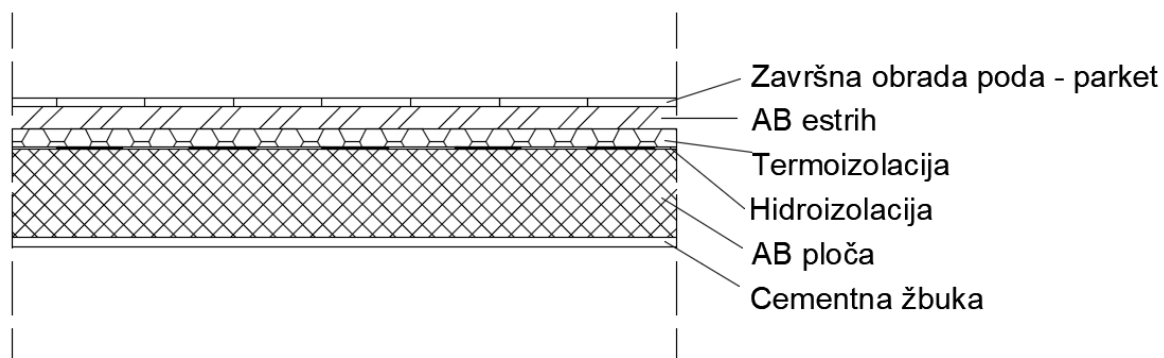
$$Q_{200} = s + w \approx 1.0 \text{ kN/m}^2$$



Slika 3.2. Prikaz uporabnog opterećenja  $q_{200}$

## 3.2. POZICIJA 100 – etaža

### 3.2.1. Stalno opterećenje

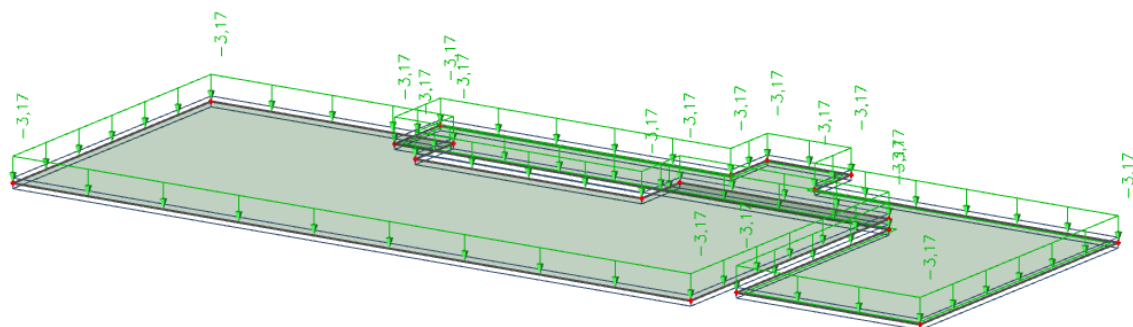


Tablica 3.2. Stalno opterećenje poz 100

	d (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	d · $\gamma$ (kN/m <sup>2</sup> )
Pregrade			1.0
Završna obrada poda - parket	0.02	12.0	0.24
AB estrih	0.05	25.0	1.25
Termoizolacija	0.04	5.0	0.2
Hidroizolacija	0.005	20.0	0.1
AB ploča	0.20	25.0	5.0
Pogled (vapnena žbuka)	0.02	19.0	0.38

Ukupno stalno opterećenje:  $g_{100} = 8,17$  (kN/m<sup>2</sup>)



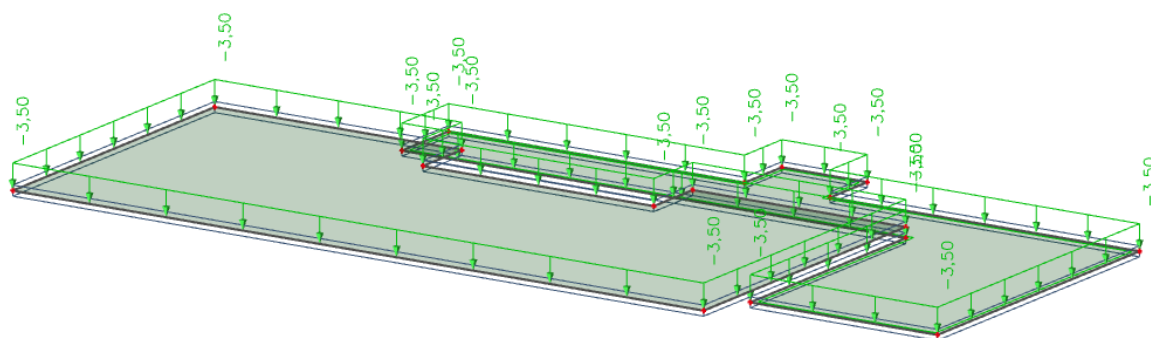


Slika3.3 Prikaz dodatnog stalnog opterećenja  $\Delta g_{100}$

### 3.2.2. Uporabno opterećenje

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

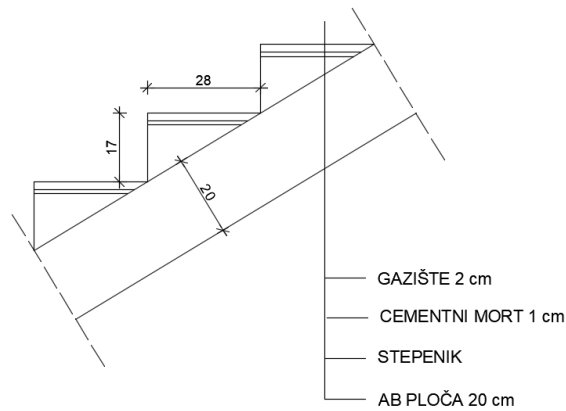
U našem slučaju, zadano je zadatkom  $q_{100} = 3,5 \text{ kN/m}^2$



Slika 3.4. Prikaz uporabnog opterećenja  $q_{100}$

### 3.3. STUBIŠTE

#### 3.3.1. Stalno opterećenje



Slika 3.5. Presjek stubišta

$$v_{st} = 17 \text{ cm}$$

$$\check{s}_{st} = 28 \text{ cm}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v_{st}}{\check{s}_{st}} = \frac{17}{28} = 0,60714$$

$$\alpha = 31,26^\circ$$

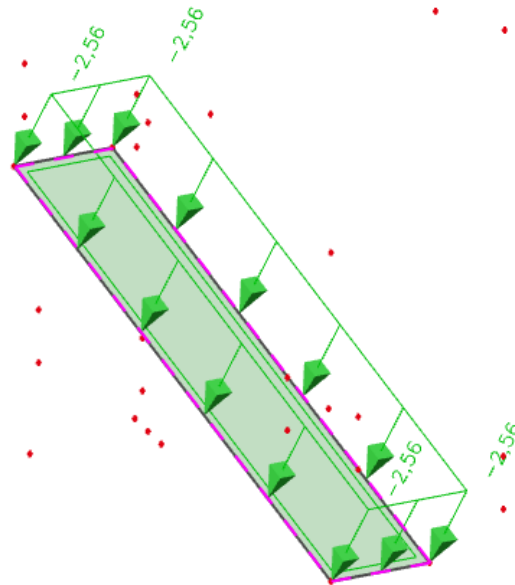
$$h' = \frac{h}{\cos \alpha} = \frac{17}{\cos 31,26^\circ} = 19,9 \text{ cm}$$

Tablica 3.3. Stalno opterećenje

	d (m)	g (kN/m <sup>3</sup> )	d x g
Završna obrada gazišta – kamena ploča	0,02	28,0	0,56
Cementni namaz	0,01	20,0	0,2
Stuba	0,075	24,0	1,8
AB ploča	0,199	25,0	4,975

Ukupno stalno opterećenje:  $g_{st} = 7,535 \text{ kN/m}^2$

$$L_k = \frac{h}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{3,3}{\operatorname{tg} 31,26^\circ} = 5,44 \text{ m}$$



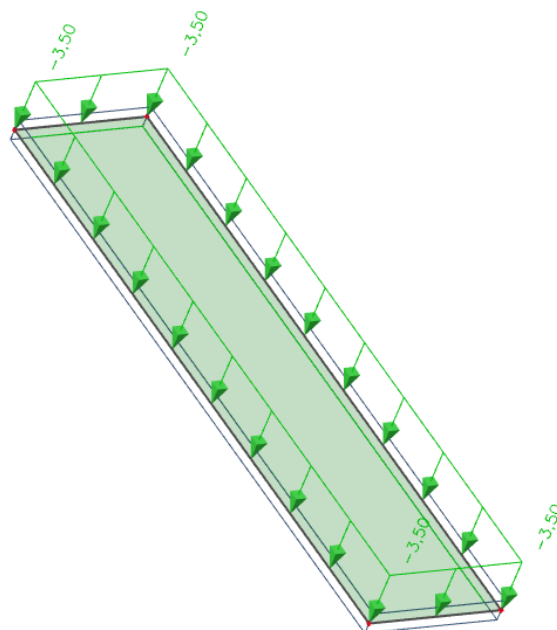
Slika3.6 Prikaz dodatnog stalnog opterećenja  $\Delta g$

### 3.3.2. Uporabno opterećenje

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

U našem slučaju, uzet ćemo jednako kao na pločama:

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



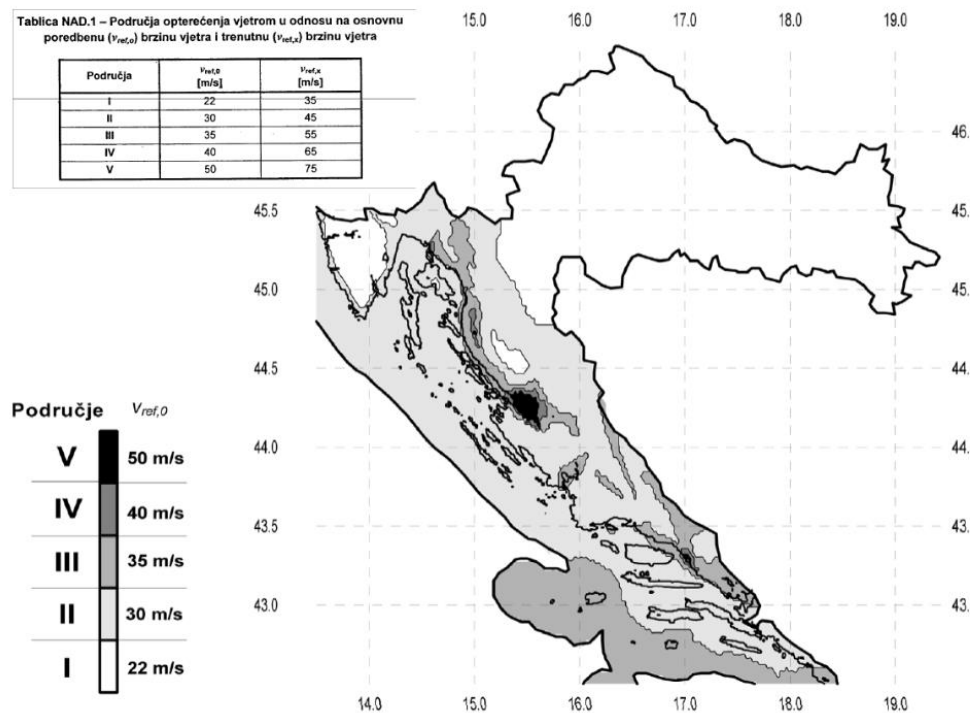
Slika 3.7. Prikaz uporabnog opterećenja  $q$

### 3.4. OPTEREĆENJE VJETROM

Dimenzije kuće su:  $D=14,80\text{m}$ ,  $\mathring{S}=7,0\text{m}$ ,  $H=6,60\text{m}$ .

Objekt se nalazi u III. vjetrovnoj zoni, na visini od 290 m.n.m

Osnovna brzina vjetra:  $v_{b,0}=35\text{ m/s}$  (za III. Zonu)



Slika 3.8. 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  $\rightarrow C_{ALT} = 1 + 0,001 \cdot a_s$

$$C_{ALT} = 1 + 0,0001 \cdot 290 = 1,029$$

$$v_b = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,029 \cdot 35 = 36,02\text{ m/s}$$

Kuća ima veću širinu od visine, a za mjerodavnu visinu uzimamo ukupnu visinu. Mjerodavna visina iznosi: 6,60 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 II. 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

$$k_r = 0.190 \rightarrow c_{r(z)} = 0,190 \cdot \ln(6,60/0,05) = 0,93$$

$$\text{srednja brzina vjetra tada iznosi : } V_{m(z)} = c_{r(z)} \cdot c_{0(z)} \cdot v_b$$

$c_0$  – koeficijent topografije (uglavnom se uzima 1.0)

$$V_m = 0,93 \cdot 1,0 \cdot 36,02 = 33,50 \text{ m/s}$$

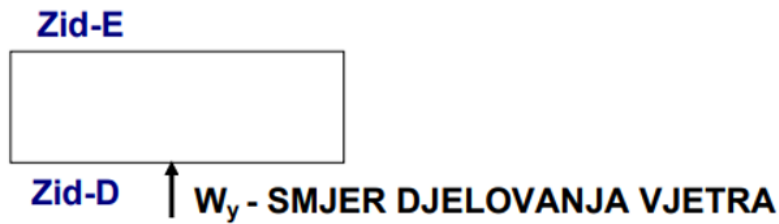
$$\text{Turbulencija: } I_{v(z)} = \frac{1}{c_{0(z)} \cdot \ln\left(\frac{z_e}{z_0}\right)} = \frac{1}{1,0 \cdot \ln\left(\frac{6,6}{0,05}\right)} = 0,20$$

Maksimalni tlak brzine vjetra  $q_p(z_e)$

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

$$q_{p(z)} = [1 + 7 \cdot I_{v(z)}] \cdot \frac{\rho_{zr}}{2} \cdot v_m^2 = c_{e(z)} \cdot v_b(z)$$

$$q_{p(z)} = [1 + 7 \cdot 0,20] \cdot \frac{1,25}{2} \cdot 33,50^2 = 1683,38 \text{ N/m}^2 = 1,68 \text{ kN/m}^2$$



Djelovanje na zgradu:

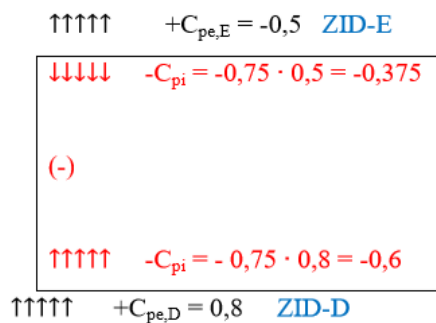
$$W_{e,D} = 0,8 \cdot q_{p(z)} = 0,8 \cdot 1,68 = 1,34 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{e,E} = 0,5 \cdot q_{p(z)} = 0,5 \cdot 1,68 = 0,84 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{i,D} = 0,6 \cdot q_{p(z)} = 0,6 \cdot 1,68 = 1,01 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{i,E} = 0,375 \cdot q_{p(z)} = 0,375 \cdot 1,68 = 0,63 \text{ kN/m}^2$$

Ukupni tlak vjetra ( $W_{uk}$ ) u [ $\text{kN/m}^2$ ]



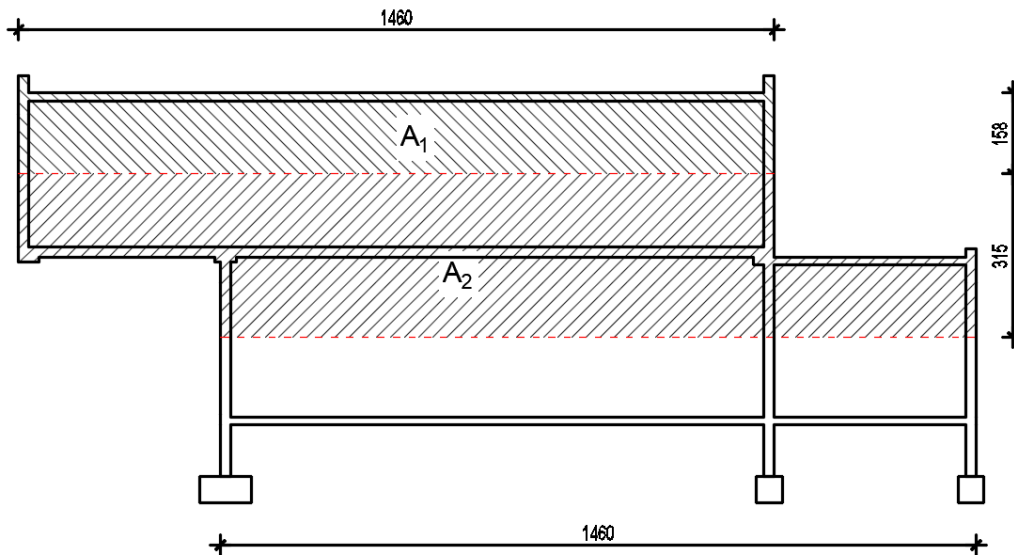
-Koeficijenti tlakova se zbrajaju vektorski

$$W_{uk} = q_{(zi)} \cdot C_{p(e+i)}$$

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

$$W_{uk} = 1,525 \cdot 1,68 = 2,56 \text{ ( kN/m}^2 \text{ )}$$

Silu vjetra zadajemo kao linijsko opterećenje. Određivanje sila vršimo prema utjecajnim površinama djelovanja vjetra.



Slika 3.9. Utjecajne površine djelovanja vjetra

→ Y-smjer

a) Prednja strana

Utjecajne površina djelovanja vjetra :

$$A_1 = 23,07 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 46,0 \text{ m}^2$$

$$W_{e,D} \cdot A_1 = 1,34 \cdot 1,58 = 2,12 \text{ kN/m}$$

$$W_{e,D} \cdot A_2 = 1,34 \cdot 3,15 = 4,22 \text{ kN/m}$$

b) Stražnja strana

Utjecajne površina djelovanja vjetra :

$$A_1 = 23,07 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 46,0 \text{ m}^2$$

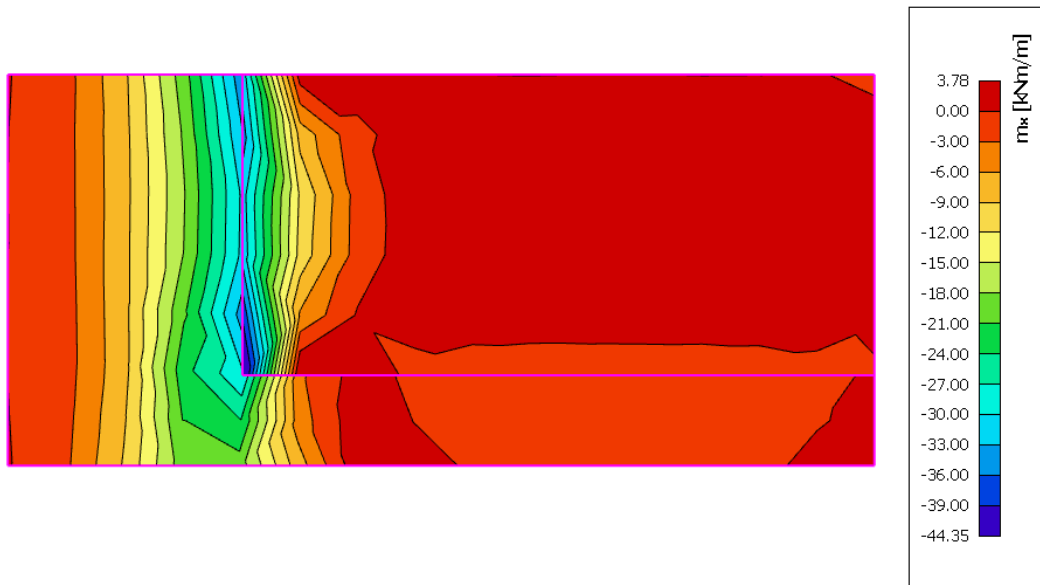
$$W_{e,E} \cdot A_1 = 0,84 \cdot 1,58 = 1,33 \text{ kN/3}$$

$$W_{e,E} \cdot A_2 = 0,84 \cdot 3,15 = 2,65 \text{ kN/m}$$

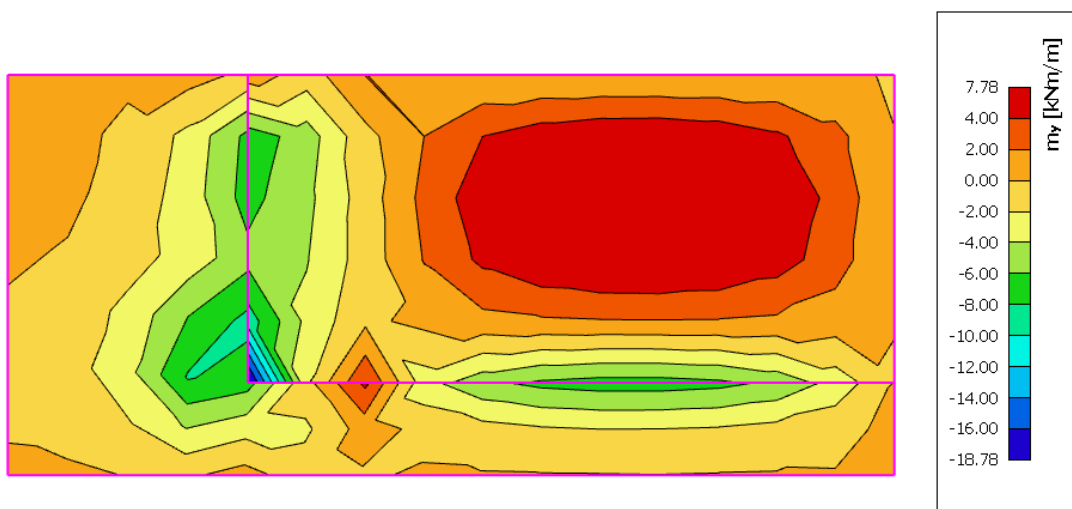
## 4. PRORAČUN PLOČE POZICIJE 200 – KROV

### 4.1. MOMENTI SAVIJANJA U PLOČI POZICIJE 200

#### 4.1.1. Vlastita težina



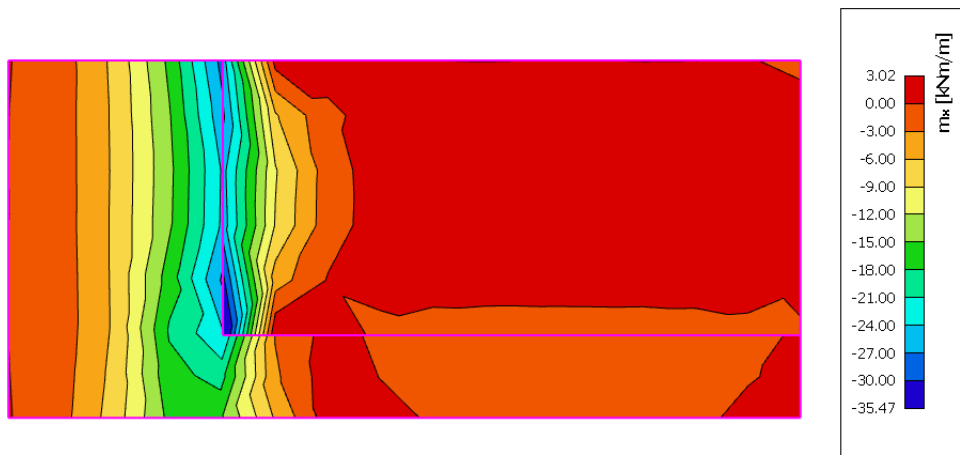
Slika 4.1. Momenti  $M_x$  (kNm)



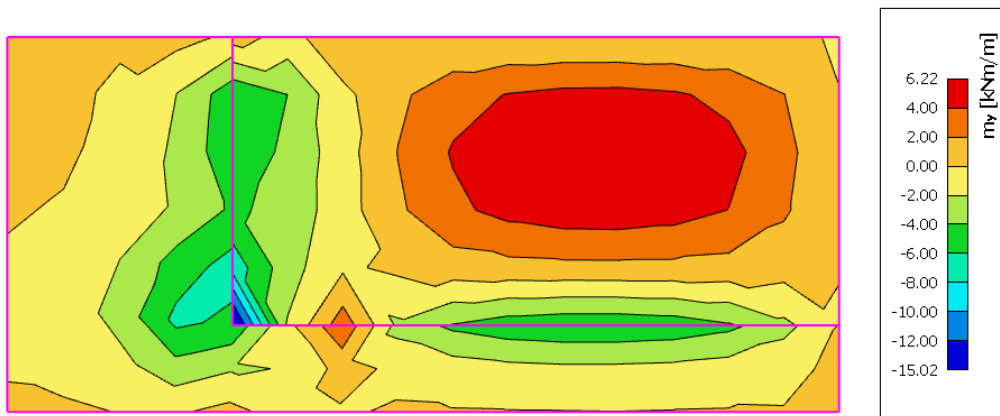
Slika 4.2. Momenti  $M_y$  (kNm)



#### 4.1.2. Dodatno stalno opterećenje

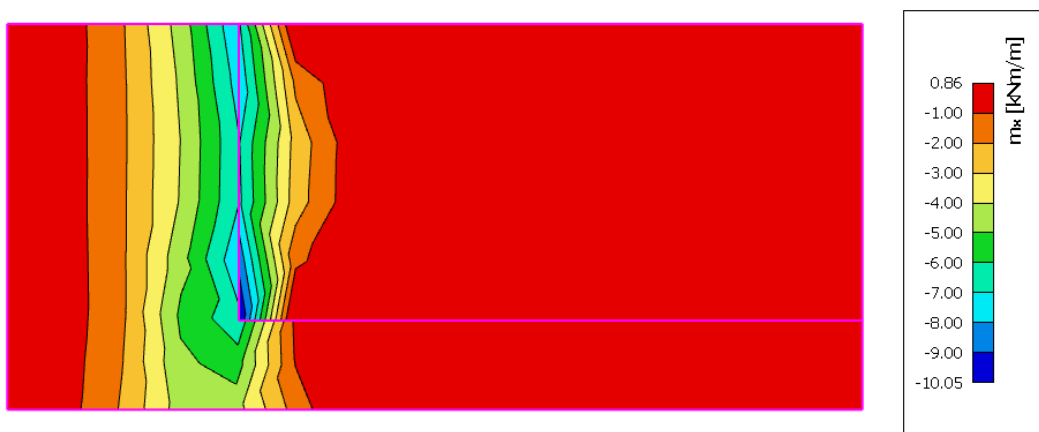


Slika 4.3. Momenti  $M_x$  (kNm)

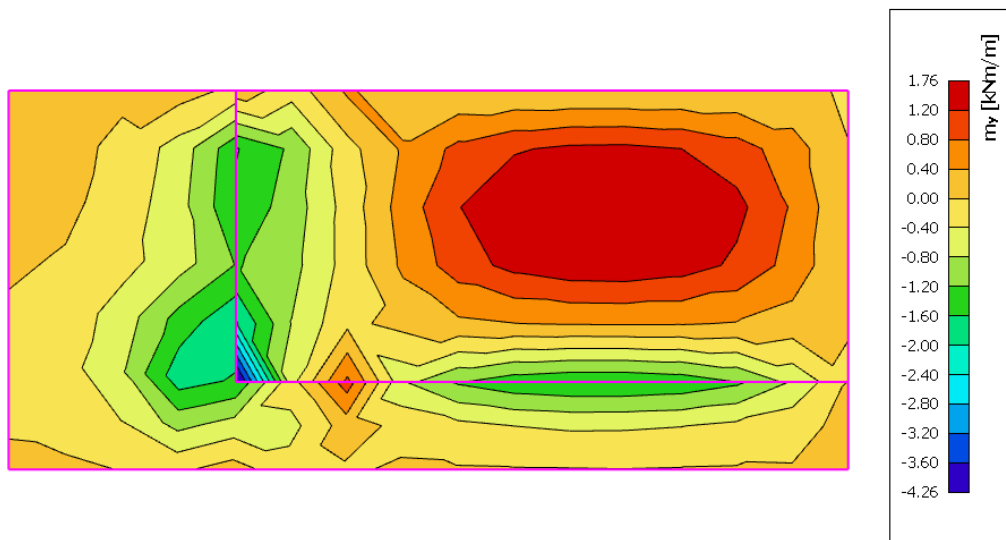


Slika 4.4. Momenti  $M_y$  (kNm)

### 4.1.3. Uporabno opterečenje



Slika 4.5. Momenti  $M_x$  (kNm)



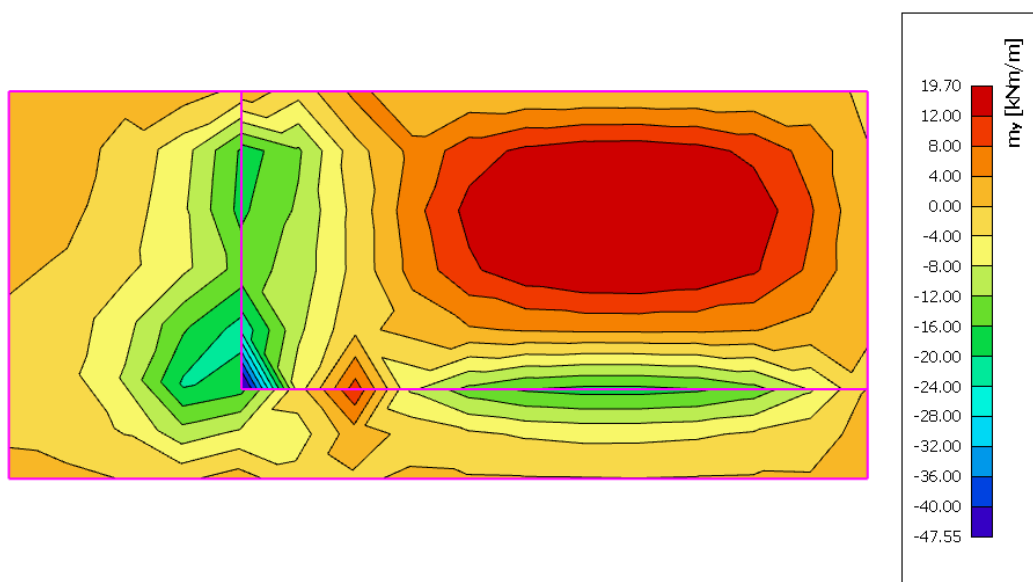
Slika 4.6. Momenti  $M_y$  (kNm)

#### 4.1.4. Granično stanje nosivosti

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



Slika 4.7. Momenti  $M_x$  (kNm)



Slika 4.8. Momenti  $M_y$  (kNm)

## 4.2. DIMENZIONIRANJE PLOČE POZICIJE 200

BETON: C 25/30

$$f_{ck} = 25,0 \text{ MPa}, = 25,0 \text{ N/mm}^2 ; \gamma_c = 1,5$$

$$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 25,0/1,5 = 16,67 \text{ N/mm}^2 = 1,67 \text{ kN/cm}^2$$

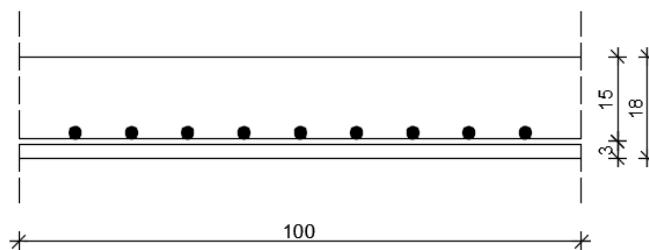
ARMATURA: B 500 B

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

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

DEBLJINA PLOČE:  $h = 18,0 \text{ cm}$

ZAŠTITINI SLOJ:  $c = 2,5 \text{ cm}$



Slika 4.9. Poprečni presjek ploče

STATIČKA VISINA PLOČE:

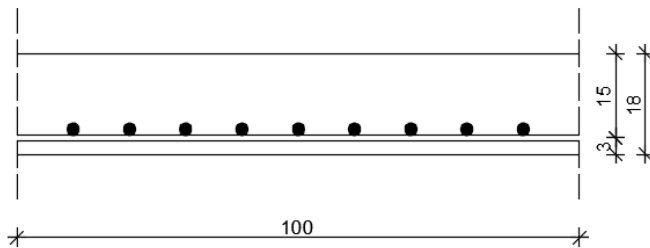
$$d = h - d_1$$

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

statička visina ploče:

$$d = 18,0 - 3,0 = 15,0 \text{ cm}$$

## Ploča – polje



$$M_{Ed} = 19,70 \text{ kNm}$$

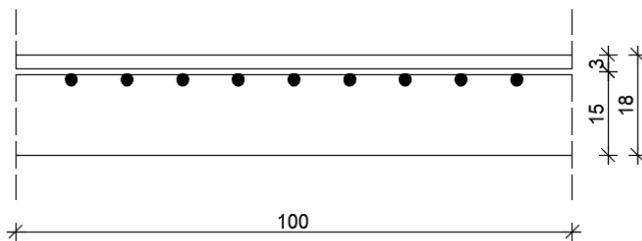
$$\mu_{sd} = M_{Ed} / b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 19,70 \cdot 100 / 100 \cdot 15^2 \cdot 1,67 = 0,052$$

$$\text{Očitano: } \mu_{sd}=0,054 \quad \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1,4 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,956 \quad \xi = 0,123$$

$$A_{S1} = M_{Ed} / \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = 19,70 \cdot 100 / 0,956 \cdot 15 \cdot 43,48 = 3,16 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrano: **Q385**

## Ploča – ležaj



$$M_{Ed} = -21,76 \text{ Nm}$$

$$\mu_{sd} = M_{Ed} / b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 21,76 \cdot 100 / 100 \cdot 15^2 \cdot 1,67 = 0,058$$

$$\text{Očitano: } \mu_{sd}=0,059 \quad \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1,5 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,953 \quad \xi = 0,130$$

$$A_{S1} = M_{Ed} / \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = 21,76 \cdot 100 / 0,953 \cdot 15 \cdot 43,48 = 3,50 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrano: **Q385**

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>)

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

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

( $f_{ct,m} = 2,2$  N/mm<sup>2</sup> za C20/25)

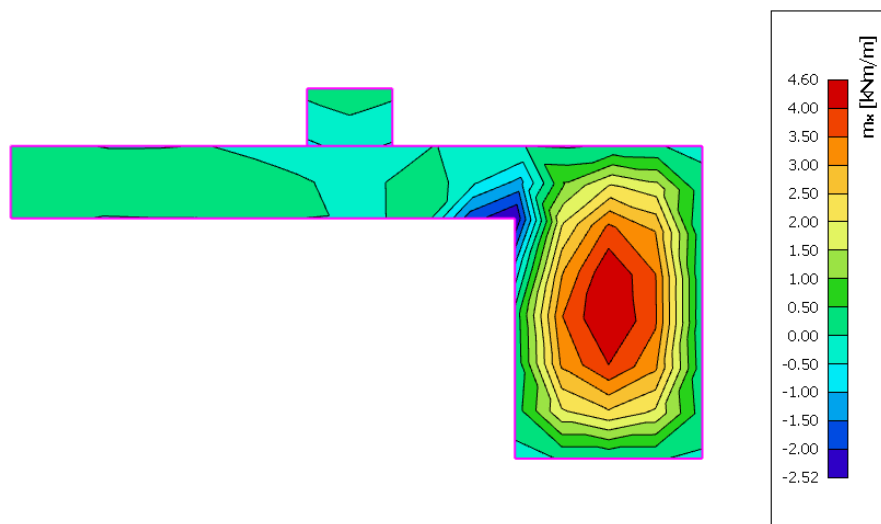
$$A_{s1, \min} \geq 0,26 \cdot 2,2 / 500 \cdot 100 \cdot 15 = 1,72 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1, \min} \geq 0,0013 \cdot b_t \cdot d = 0,0013 \cdot 100 \cdot 15 = 1,95 \text{ cm}^2/\text{m}$$

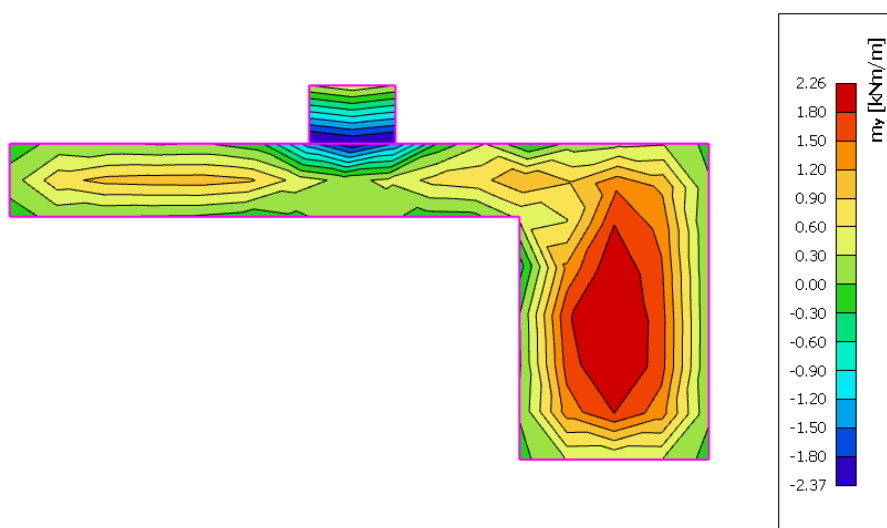
## 5. PRORAČUN PLOČE POZICIJE 101

### 5.1. MOMENTI SAVIJANJA U PLOČI POZICIJE 101

#### 5.1.1. Vlastita težina

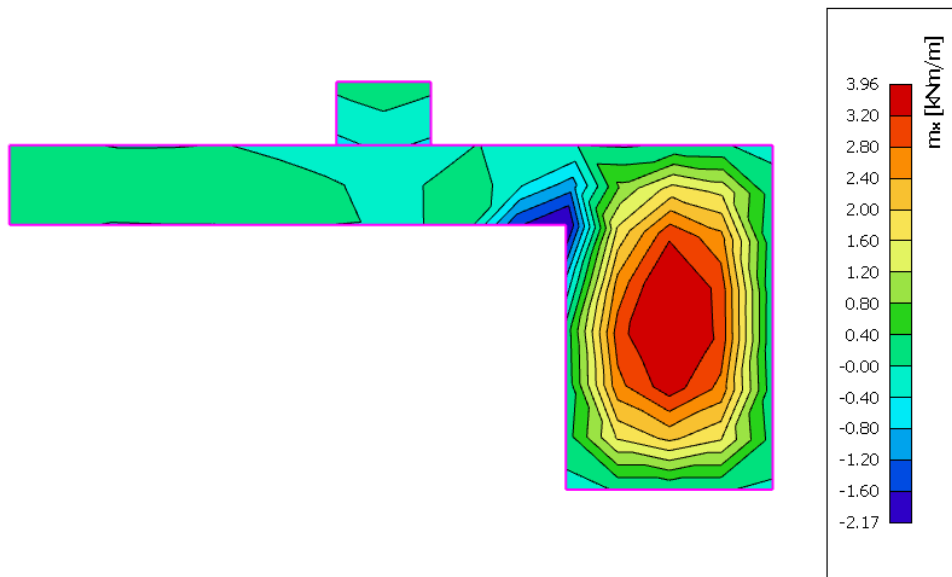


Slika 5.1. Momenti  $M_x$  (kNm)

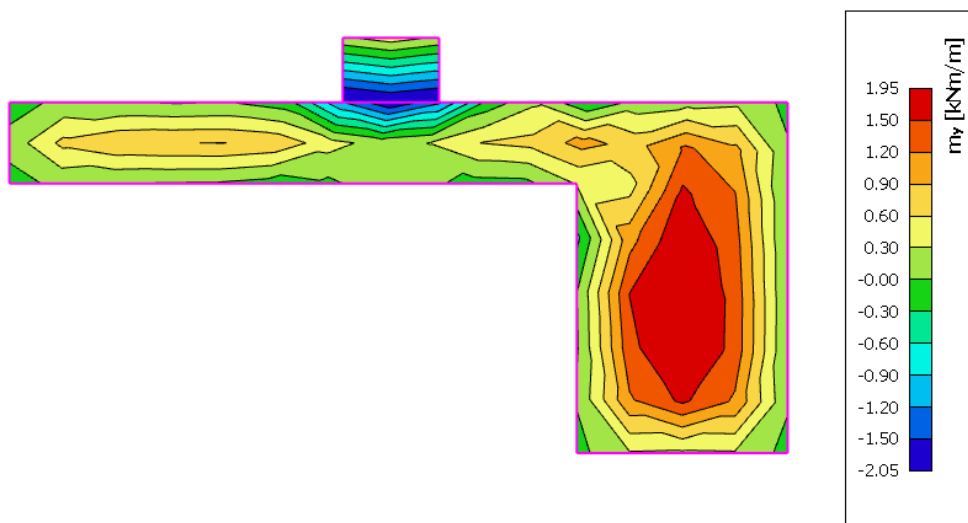


Slika 5.2. Momenti  $M_y$  (kNm)

### 5.1.2. Dodatno stalno opterećenje



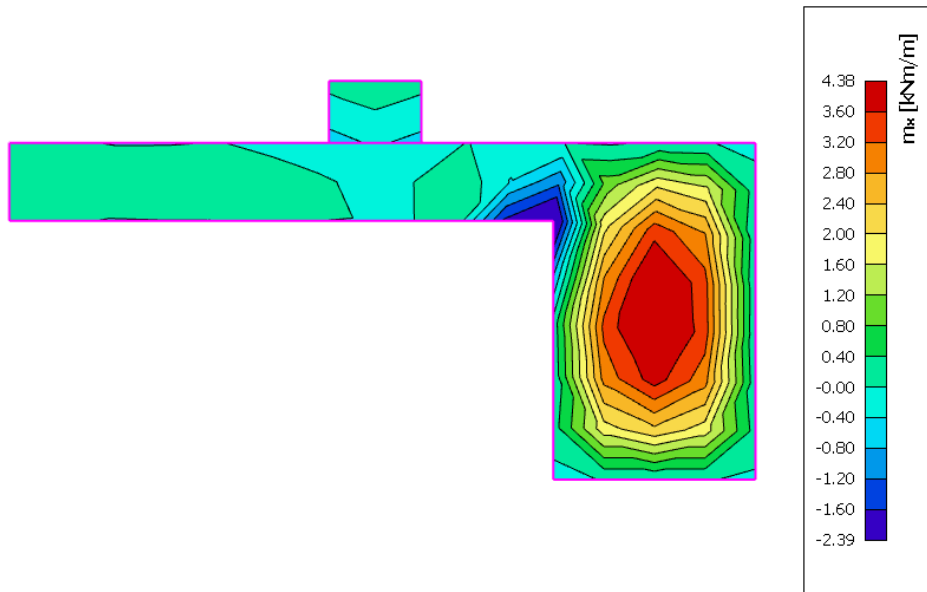
Slika 5.3. Momenti  $M_x$  (kNm)



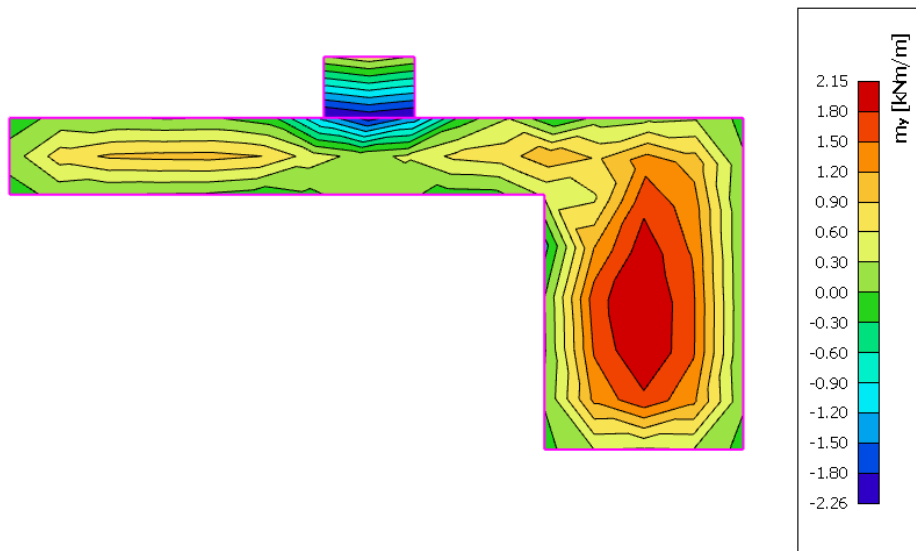
Slika 5.4. Momenti  $M_y$  (kNm)



### 5.1.3. Uporabno opterečenje



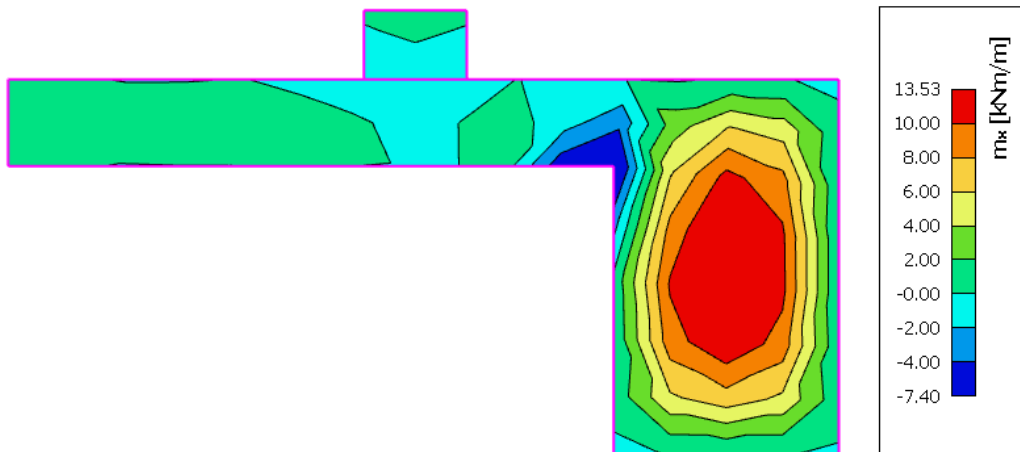
Slika 5.5. Momenti  $M_x$  (kNm)



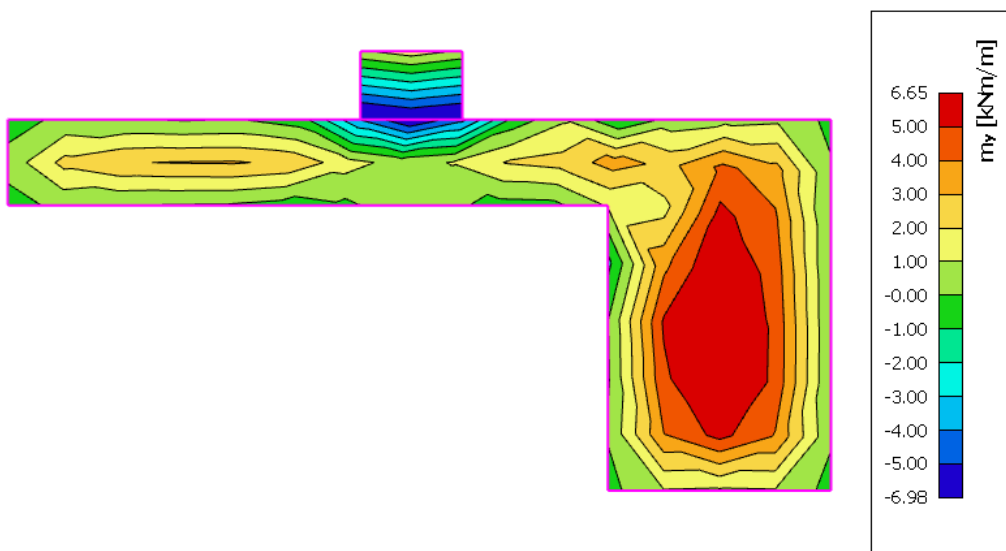
Slika 5.6. Momenti  $M_y$  (kNm)

#### 5.1.4. Granično stanje nosivosti

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



Slika 5.7. Momenti  $M_x$  (kNm)



Slika 5.8. Momenti  $M_y$  (kNm)

## 5.2. DIMENZIONIRANJE PLOČE POZICIJE 101

BETON: C 25/30

$$f_{ck} = 25,0 \text{ MPa}, = 25,0 \text{ N/mm}^2 ; \gamma_c = 1,5$$

$$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 25,0/1,5 = 16,67 \text{ N/mm}^2 = 1,67 \text{ kN/cm}^2$$

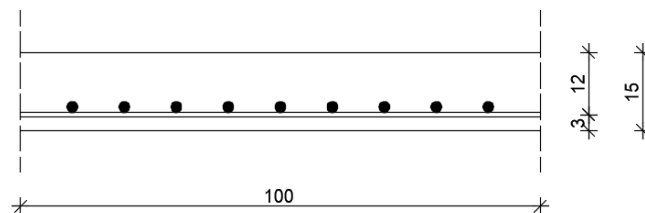
ARMATURA: B 500 B

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

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

DEBLJINA PLOČE:  $h = 15,0 \text{ cm}$

ZAŠTITINI SLOJ:  $c = 2,5 \text{ cm}$



Slika 5.9. Poprečni presjek ploče

STATIČKA VISINA PLOČE:

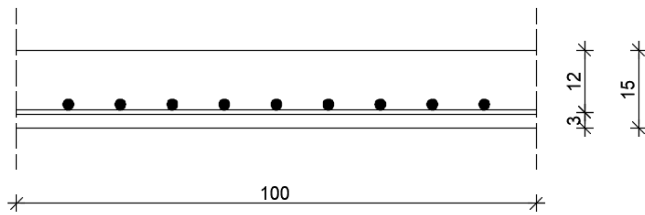
$$d = h - d_1$$

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

statička visina ploče:

$$d = 15,0 - 3,0 = 12,0 \text{ cm}$$

## Ploča – polje



$$M_{Ed} = 13,53 \text{ kNm}$$

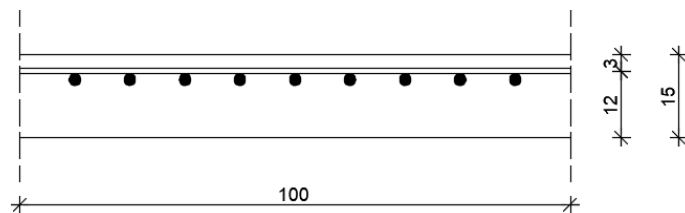
$$\mu_{sd} = M_{Ed} / b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 13,53 \cdot 100 / 100 \cdot 12^2 \cdot 1,67 = 0,056$$

$$\text{Očitano: } \mu_{sd} = 0,059 \quad \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1,5 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,953 \quad \xi = 0,130$$

$$A_{S1} = M_{Ed} / \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = 13,53 \cdot 100 / 0,953 \cdot 12 \cdot 43,48 = 2,72 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrano: **Q283**

## Ploča – ležaj



$$M_{Ed} = -7,40 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = M_{Ed} / b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 7,40 \cdot 100 / 100 \cdot 12^2 \cdot 1,67 = 0,031$$

$$\text{Očitano: } \mu_{sd} = 0,031 \quad \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1,0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,968 \quad \xi = 0,091$$

$$A_{S1} = M_{Ed} / \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = 7,40 \cdot 100 / 0,968 \cdot 12 \cdot 43,48 = 1,47 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrano: **Q283**

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>)

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

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

( $f_{ct,m} = 2,2$  N/mm<sup>2</sup> za C20/25)

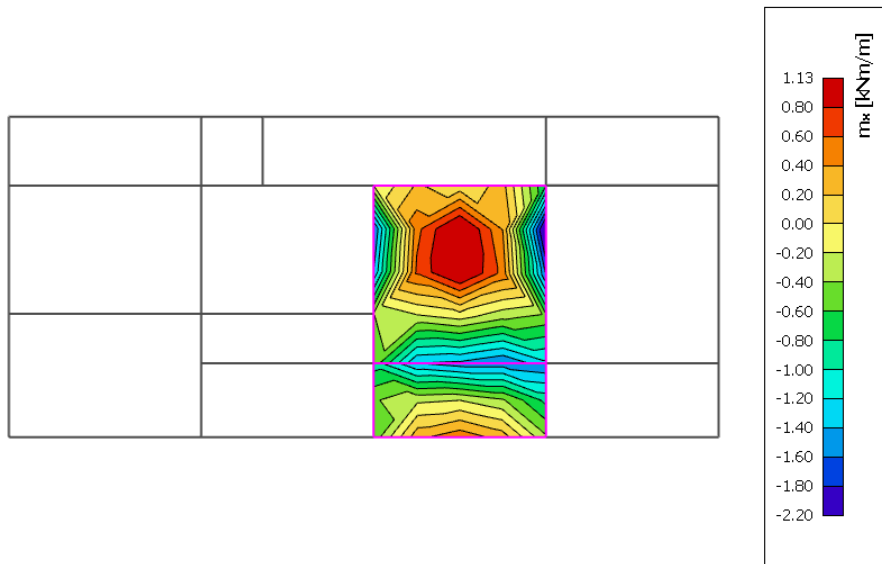
$$A_{s1,min} \geq 0,26 \cdot 2,2 / 500 \cdot 100 \cdot 12 = 1,37 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,min} \geq 0,0013 \cdot b_t \cdot d = 0,0013 \cdot 100 \cdot 12 = 1,56 \text{ cm}^2/\text{m}$$

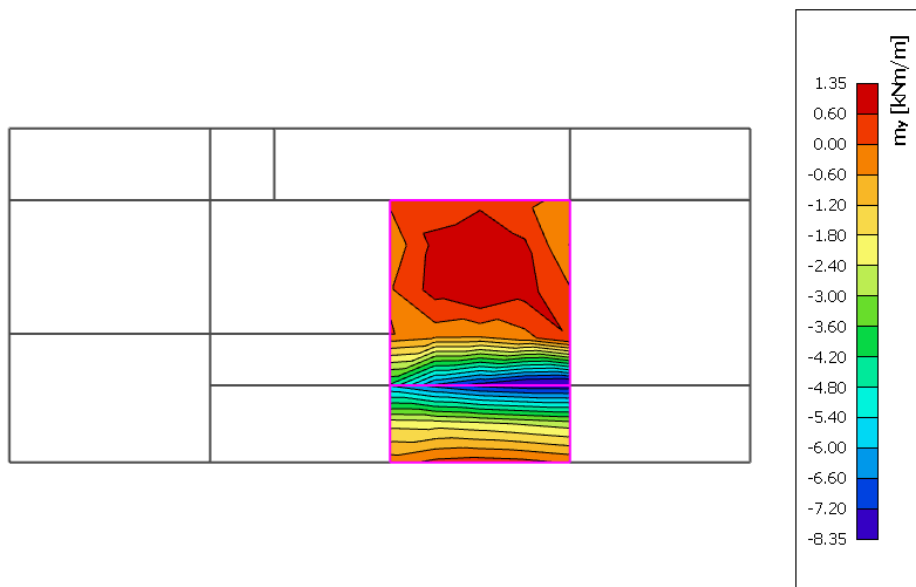
## 6. PRORAČUN PLOČE POZICIJE 102

### 6.1. MOMENTI SAVIJANJA U PLOČI POZICIJE 102

#### 6.1.1. Vlastita težina

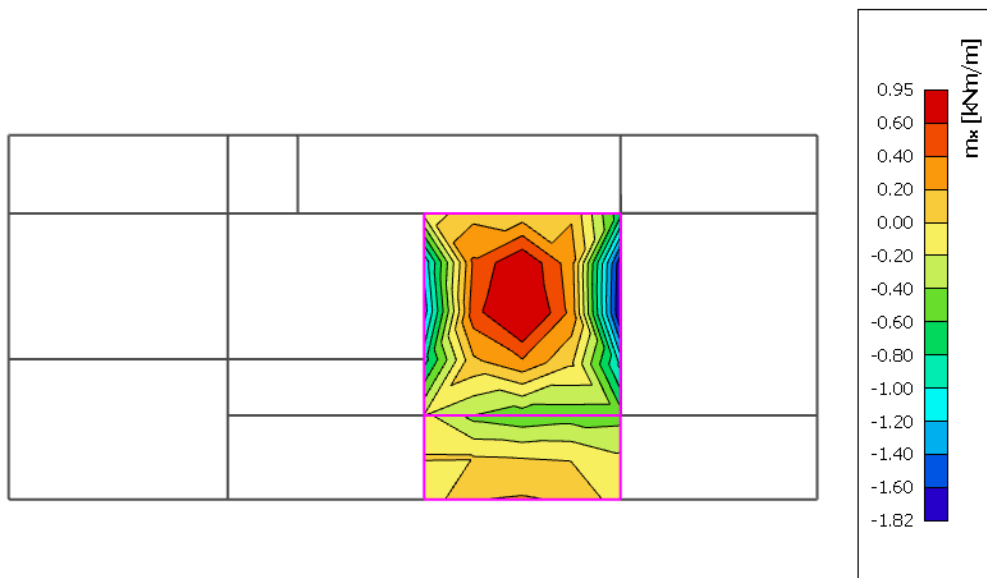


Slika 6.1. Momenti  $M_x$  (kNm)

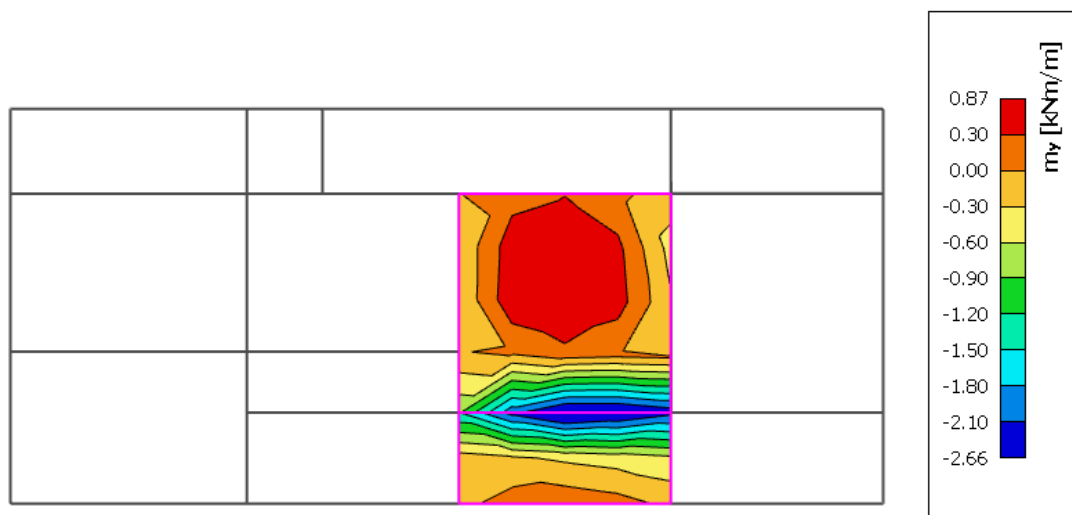


Slika 6.2. Momenti  $M_y$  (kNm)

### 6.1.2. Dodatno stalno opterećenje

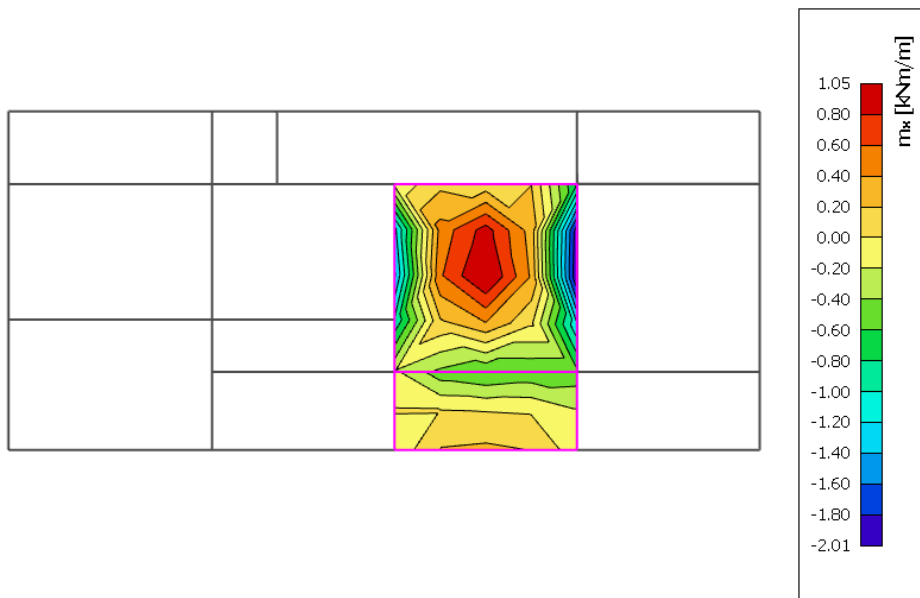


Slika 6.3. Momenti  $M_x$  (kNm)

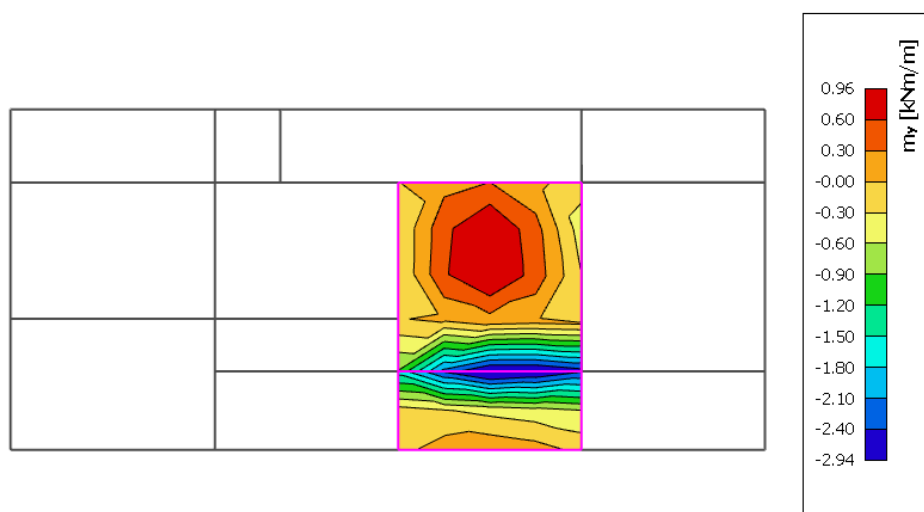


Slika 6.4. Momenti  $M_y$  (kNm)

### 6.1.3. Uporabno opterećenje



Slika 6.5. Momenti  $M_x$  (kNm)

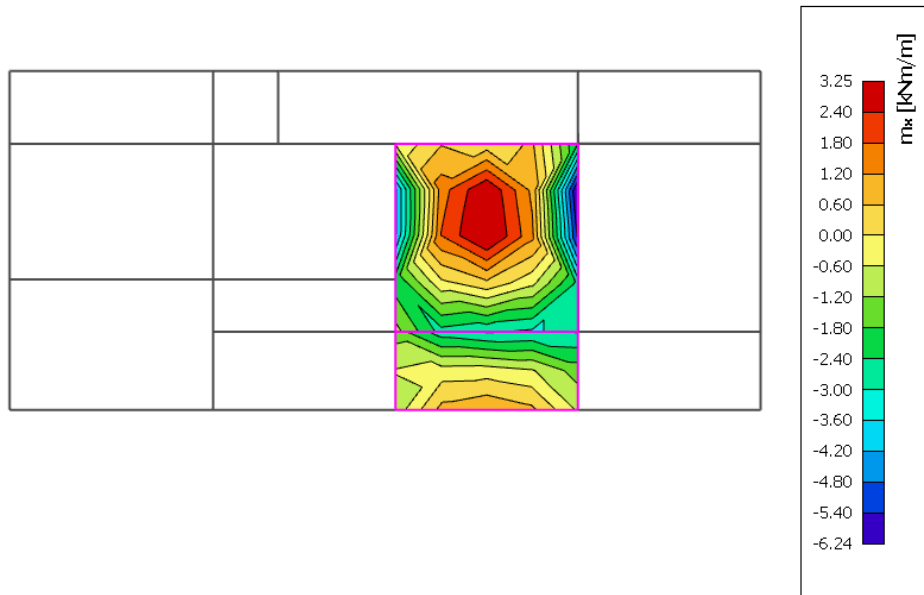


Slika 6.6. Momenti  $M_y$  (kNm)

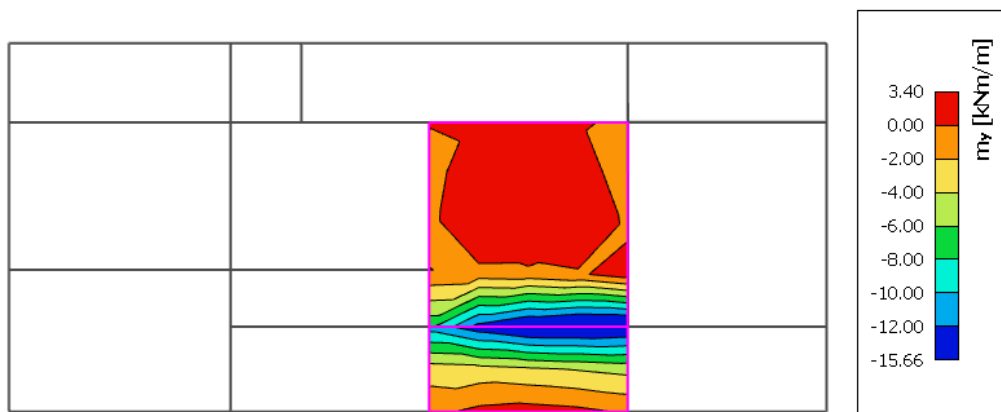


#### 6.1.4. Granično stanje nosivosti

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



Slika 6.7. Momenti  $M_x$  (kNm)



Slika 6.8. Momenti  $M_y$  (kNm)

## 6.2. DIMENZIONIRANJE PLOČE POZICIJE 102

BETON: C 25/30

$$f_{ck} = 25,0 \text{ MPa}, = 25,0 \text{ N/mm}^2 ; \gamma_c = 1,5$$

$$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 25,0/1,5 = 16,67 \text{ N/mm}^2 = 1,67 \text{ kN/cm}^2$$

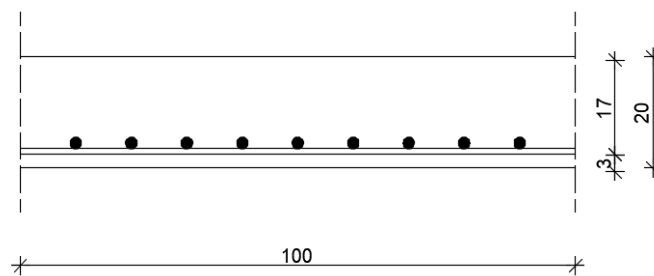
ARMATURA: B 500 B

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

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

DEBLJINA PLOČE:  $h = 20,0 \text{ cm}$

ZAŠTITINI SLOJ:  $c = 2,5 \text{ cm}$



Slika 6.9. Poprečni presjek ploče

STATIČKA VISINA PLOČE:

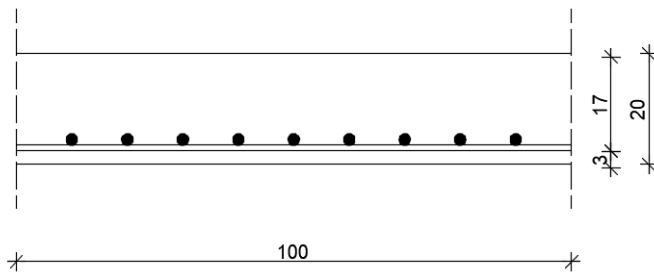
$$d = h - d_1$$

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

statička visina ploče:

$$d = 20,0 - 3,0 = 17,0 \text{ cm}$$

## Ploča – polje



$$M_{Ed} = 3,40 \text{ kNm}$$

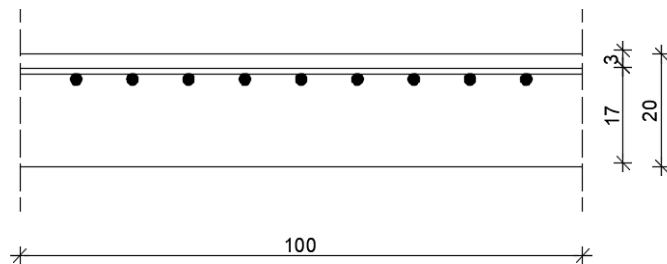
$$\mu_{sd} = M_{Ed} / b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 3,40 \cdot 100 / 100 \cdot 17^2 \cdot 1,67 = 0,007$$

$$\text{Očitano: } \mu_{sd} = 0,009 \quad \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 0,5 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,984 \quad \xi = 0,048$$

$$A_{s1} = M_{Ed} / \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = 3,40 \cdot 100 / 0,984 \cdot 17 \cdot 43,48 = 0,47 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrano: **Q283**

## Ploča – ležaj



$$M_{Ed} = -15,66 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = M_{Ed} / b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 15,66 \cdot 100 / 100 \cdot 17^2 \cdot 1,67 = 0,032$$

$$\text{Očitano: } \mu_{sd} = 0,037 \quad \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1,1 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,965 \quad \xi = 0,099$$

$$A_{s1} = M_{Ed} / \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = 15,66 \cdot 100 / 0,965 \cdot 17 \cdot 43,48 = 2,20 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrano: **Q385**

Minimalna armatura:

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

$b_t$  – 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)

( $f_{ct,m} = 2,2$  N/mm<sup>2</sup> za C20/25)

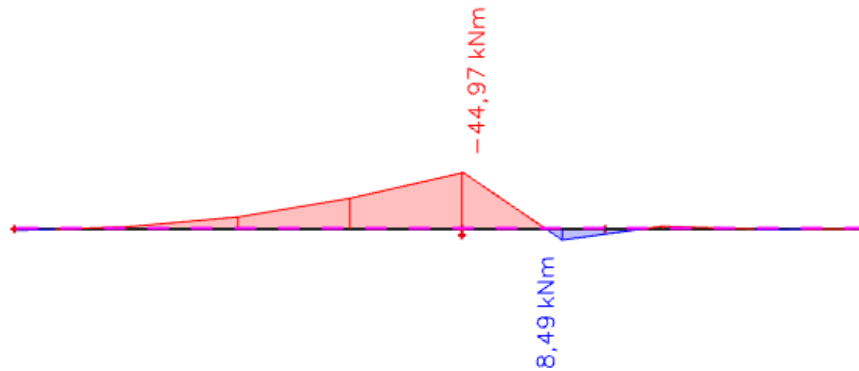
$$A_{s1,min} \geq 0,26 \cdot [2,2 / 500] \cdot 100 \cdot 17 = 1,94 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,min} \geq 0,0013 \cdot b_t \cdot d = 0,0013 \cdot 100 \cdot 17 = 2,21 \text{ cm}^2/\text{m}$$

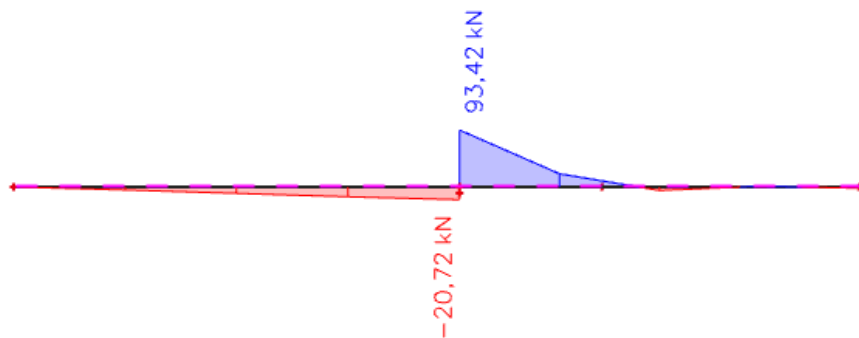
# 7. PRORAČUN KONTINUIRANOG NOSAČA

## 7.1. MOMENTI SAVIJANJA I POPREČNE SILE KONTINUIRANOG NOSAČA

### 7.1.1. Vlastita težina

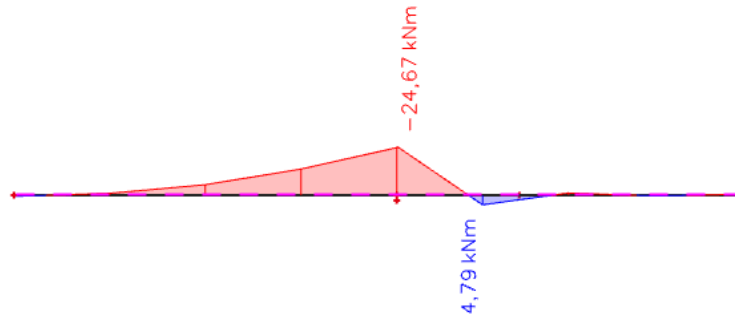


Slika 7.1. Momenti  $M_y$  (kNm)

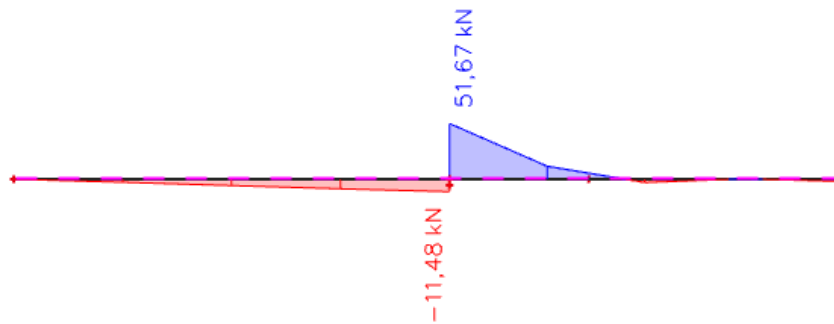


Slika 7.2. Poprečne sile  $T_z$  (kN)

### 7.1.2. Dodatno stalno opterećenje

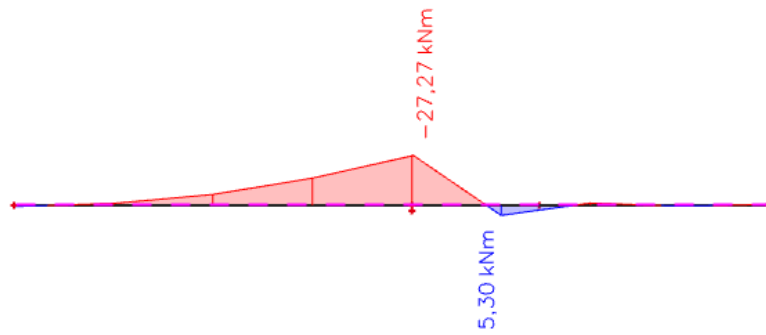


Slika 7.3. Momenti  $M_y$  (kNm)

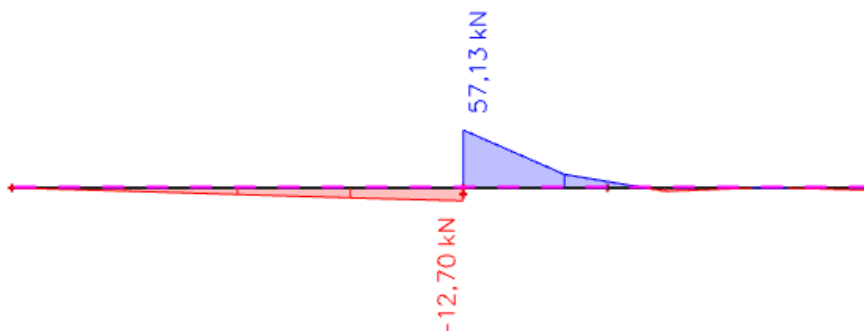


Slika 7.4. Poprečne sile  $T_z$  (kN)

### 7.1.3. Uporabno opterečenje



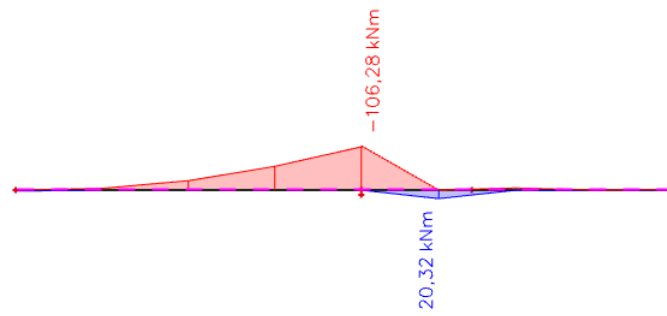
Slika 7.5. Momenti  $M_y$  (kNm)



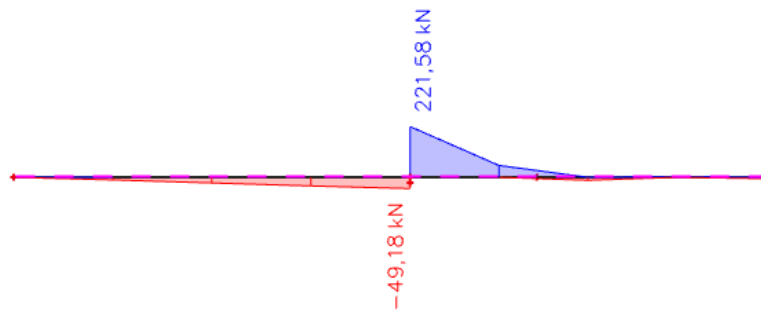
Slika 7.6. Poprečne sile  $T_z$  (kN)

#### 7.1.4. Granično stanje nosivosti

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



Slika 7.7. Momenti  $M_y$  (kNm)



Slika 7.8. Poprečne sile  $T_z$  (kN)



## 7.2. DIMENZIONIRANJE NA MOMENT SAVIJANJA

BETON: C 25/30

$$f_{ck} = 25,0 \text{ MPa}, = 25,0 \text{ N/mm}^2 ; \gamma_c = 1,5$$

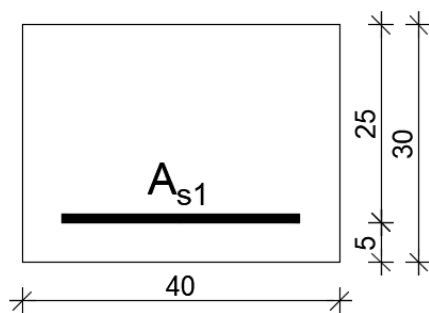
$$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 25,0/1,5 = 16,67 \text{ N/mm}^2 = 1,67 \text{ kN/cm}^2$$

ARMATURA: B 500 B

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

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

### Polje



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

$$d = h - d_1 = 30 - 5 = 25 \text{ cm}$$

$$M_{Ed} = 20,32 \text{ kNm}$$

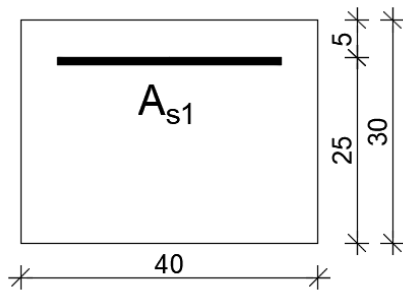
$$\mu_{sd} = M_{Ed} / b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 20,32 \cdot 100 / 40 \cdot 25^2 \cdot 1,67 = 0,049$$

$$\text{Očitano: } \mu_{sd} = 0,054 \quad \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1,4 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,956 \quad \xi = 0,123$$

$$A_{s1} = M_{Ed} / \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = 20,32 \cdot 100 / 0,956 \cdot 25 \cdot 43,48 = 1,96 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrano: **2Ø22 (As=7,60 cm<sup>2</sup>)**

## Ležaj



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

$$d = h - d_1 = 30 - 5 = 25 \text{ cm}$$

$$M_{Ed} = -105,21 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = M_{Ed} / b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 105,21 \cdot 100 / 40 \cdot 25^2 \cdot 1,67 = 0,252$$

$$Z_a \leq C30/37$$

$$\Rightarrow \mu_{sd,lim} = 0,252 \quad \varepsilon_{s1} = 4,278 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 3,5 \text{ ‰} \quad \zeta_{lim} = 0,813 \quad \xi_{lim} = 0,45$$

Granični moment nosivosti:

$$M_{Rd,lim} = \mu_{sd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0,252 \cdot 40 \cdot 25^2 \cdot 1,67 = 10521 \text{ kNcm} = 105,21 \text{ kNm}$$

Krak unutarnjih sila

$$z = \zeta_{lim} \cdot d = 0,813 \cdot 25 = 20,325 \text{ cm}$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Rd,lim}}{\zeta_{lim} \cdot d \cdot f_{yd}} + \frac{M_{Ed} - M_{Rd,lim}}{(d - d_2) \cdot f_{yd}} = \frac{10521}{20,325 \cdot 43,48} + \frac{10521 - 10521}{20 \cdot 43,48} = 11,91 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2} = \frac{M_{Ed} - M_{Rd,lim}}{(d - d_2) \cdot f_{yd}} = \frac{10521 - 10521}{20 \cdot 43,48} = 0$$

Odabrano: **4Ø22 (As=15,21 cm<sup>2</sup>)**

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>)

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

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

( $f_{ct,m} = 2,2$  N/mm<sup>2</sup> za C20/25)

$$A_{s1,min} \geq 0,26 \cdot 2,2 / 500 \cdot 40 \cdot 25 = 1,14 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,min} \geq 0,0013 \cdot b_t \cdot d = 0,0013 \cdot 40 \cdot 25 = 1,30 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 40 \cdot 30 = 48 \text{ cm}^2$$

### 7.3. DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU

$$V_{Ed} = 221,58 \text{ kN}$$

$$A_{s1} = 4\emptyset 12 \text{ (} A_s = 3,39 \text{ cm}^2 \text{)}$$

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

$$b_w = 40 \text{ cm ; } d = 25 \text{ cm}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{250}} = 1,89 \leq 2$$

$$k_l = 0,15$$

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

$$\Sigma A_s = 6\emptyset 22 = 22,81 \text{ cm}^2$$

$$\rho_l = \frac{\Sigma A_s}{A_c} = \frac{6\emptyset 22}{40 \cdot 30} = 0,019$$

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

$$V_{Rdc} = [ 0,12 \cdot 1,89 \cdot (100 \cdot 0,019 \cdot 25)^{\frac{1}{3}} ] \cdot 400 \cdot 250 = 82,14 \text{ kN}$$

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

$$v_{\min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,89^{\frac{3}{2}} \cdot 25^{\frac{1}{2}} = 0,455$$

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

$$V_{Rdc} \geq v_{\min} \cdot b_w \cdot d = 0,455 \cdot 400 \cdot 250 = 45,50 \text{ kN} \leq V_{Ed}$$

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

$$v = 0,6 \cdot [1 - \frac{f_{ck}}{250}] = 0,6 \cdot [1 - \frac{25}{250}] = 0,54$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot 0,54 \cdot 400 \cdot 250 \cdot 16,67 = 450,09 \text{ kN} > V_{Ed,max} = V_{Ed}$$

$$\frac{V_{Ed,max}}{V_{Rd,max}} = \frac{221,58}{450,09} = 0,492 \approx 0,5 \rightarrow V_{Ed} = 0,5 \cdot V_{Rd,max}$$

$$s_{\max} = \min \{0,55d; 30\text{cm}\} = \min \{13,75\text{cm}; 30\text{cm}\} \rightarrow s_{\max} = 30 \text{ cm}$$

$$P_{\min} = 0,0011$$

Minimalne površina armature:

$$A_{sw,min} = \frac{\rho_{min} \cdot s_w \cdot b_w}{m} = \frac{0,0011 \cdot 30,0 \cdot 40}{2} = 0,66 \text{ cm}^2$$

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

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

$$V_{Rd} = V_R$$

$$d_{s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{yw,d} \cdot m \cdot \text{ctg}\theta = \frac{0,79}{30} (0,9 \cdot 25) \cdot 43,48 \cdot 2 \cdot 1$$

$$V_{Rd} = 51,52 \text{ kN}$$

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

Na mjestu maksimalne poprečne sile:

$$S_w \leq \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{V_{Ed}} = \frac{2 \cdot 0,79 \cdot 43,48 \cdot 0,9 \cdot 25}{221,58} = 7 \text{ cm}$$

Na središnjem dijelu odabrane spone  $\emptyset 10/5\text{cm}$

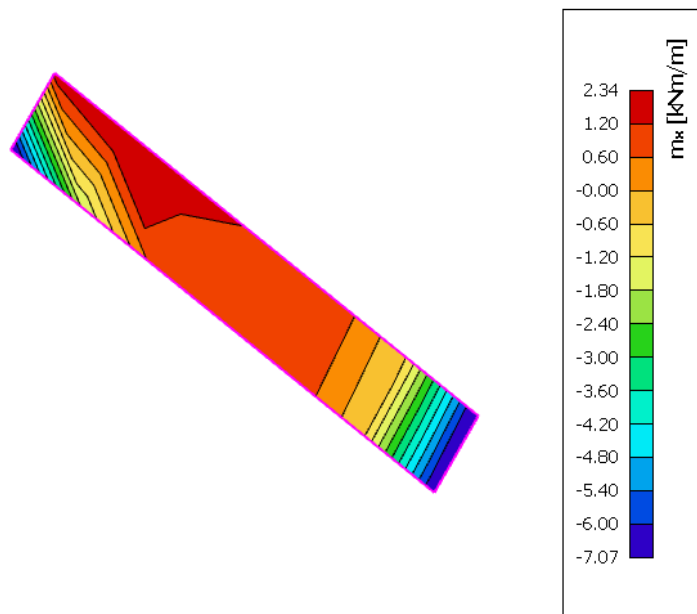
$$S_w \leq \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{V_{Ed}} = \frac{2 \cdot 0,79 \cdot 43,48 \cdot 0,9 \cdot 25}{150} = 10,30 \text{ cm}$$

Preostali dio grede (od sredine prema krajevima) odabrane spone  $\emptyset 10/10\text{cm}$

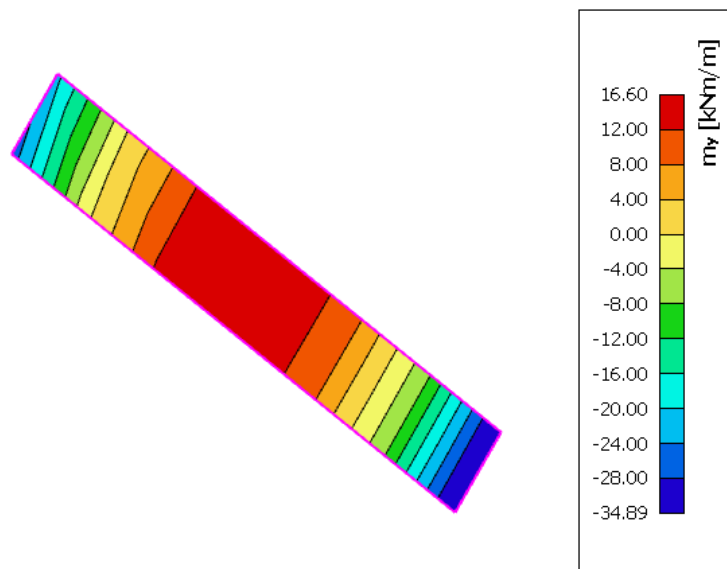
## 8. PRORAČUN STUBIŠTA

### 8.1. MOMENTI SAVIJANJA - Granično stanje nosivosti

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



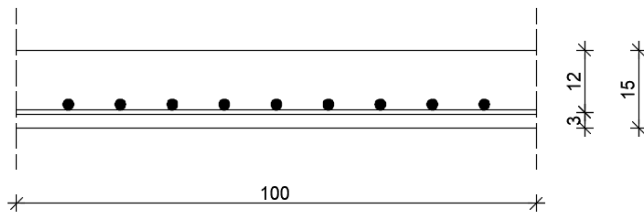
Slika 7.1. Moment Mx (kNm)



Slika 7.2. Moment My (kNm)

## 8.2. DIMENZIONIRANJE STUBIŠTA

### Ploča – polje



$$M_{Ed} = 16,60, \text{ kNm}$$

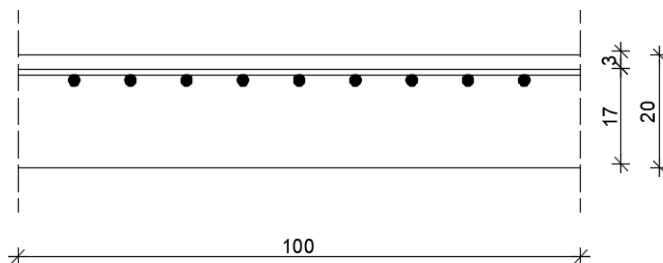
$$\mu_{sd} = M_{Ed} / b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 16,60 \cdot 100 / 100 \cdot 17^2 \cdot 1,67 = 0,034$$

$$\text{Očitano: } \mu_{sd} = 0,037 \quad \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1,1 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,965 \quad \xi = 0,099$$

$$A_{S1} = M_{Ed} / \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = 16,60 \cdot 100 / 0,965 \cdot 17 \cdot 43,48 = 2,33 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrano: **R257**

### Ploča – ležaj



$$M_{Ed} = -34,89 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = M_{Ed} / b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 34,89 \cdot 100 / 100 \cdot 17^2 \cdot 1,67 = 0,072$$

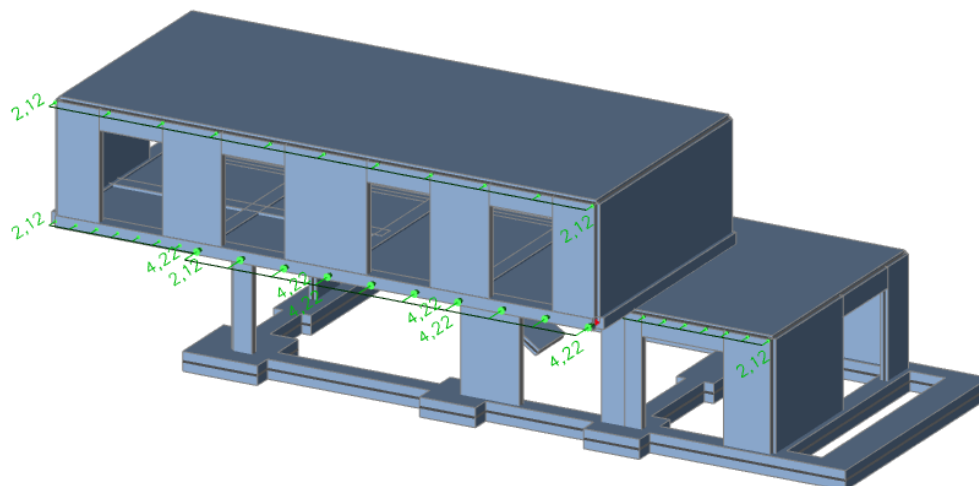
$$\text{Očitano: } \mu_{sd} = 0,077 \quad \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1,8 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,944 \quad \xi = 0,153$$

$$A_{S1} = M_{Ed} / \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = 34,89 \cdot 100 / 0,944 \cdot 17 \cdot 43,48 = 5,00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrano: **R503**

# 9. PRORAČUN ZIDOVA

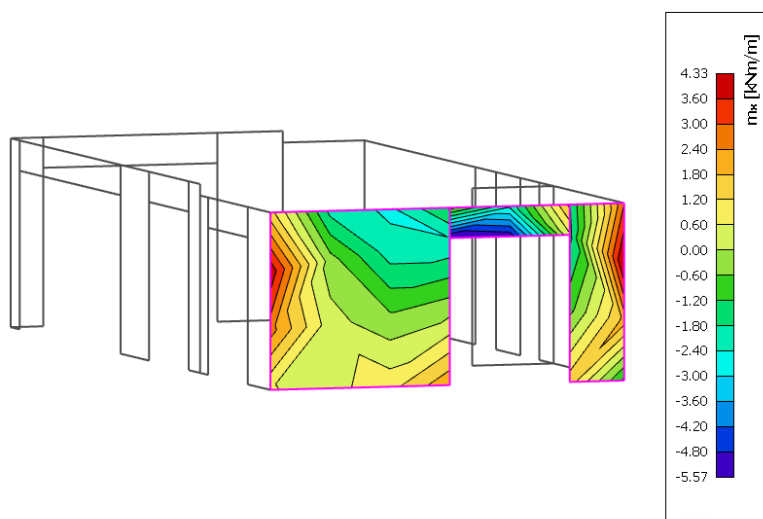
## 9.1. PROSTORNI MODEL



## 9.2. MOMENTI SAVIJANJA I UZDUŽNE SILE ZIDOVA

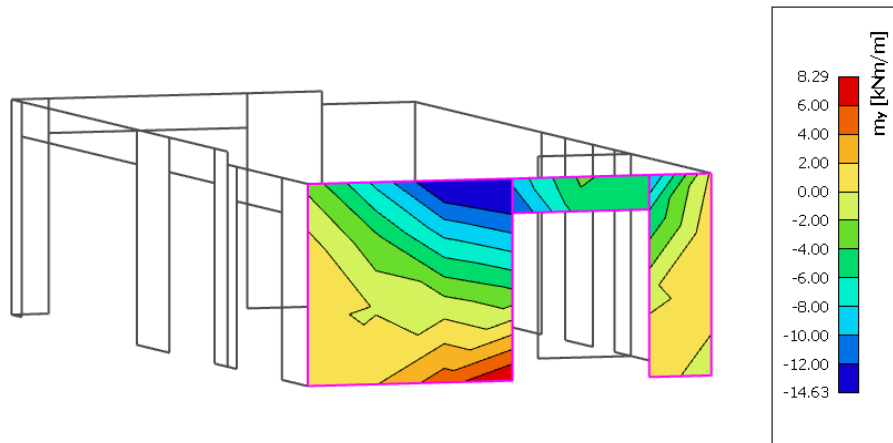
Kombinacije opterećenja s vjetrom (uobičajena kombinacija)

1.kombinacija opterećenja:  $1,35 \cdot (M_g + M_{\Delta g}) + 1,5 \cdot M_q + 1,5 \cdot W_x$

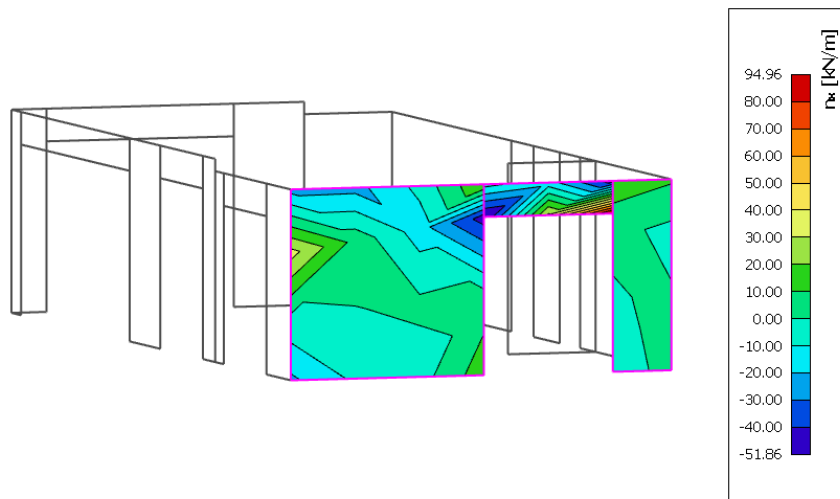


Slika 9.1. Dijagram momenta savijanja  $M_x$





Slika 9.2. Dijagram momenta savijanja  $M_y$



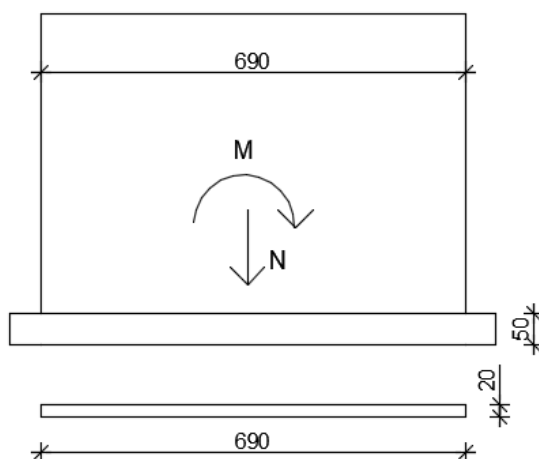
Slika 9.3. Dijagram uzdužnih sila

### 9.3. DIMENZIONIRANJE ZIDOVA

Rezne sile dobivene u programu SCIA Engineer po teoriji II. reda.

Tablica 9.1. Rezne sile u stupovima

M (kNm)	N (kN)
-14,63	94,96



$$M_{Eds} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot \frac{L_2}{2}$$

$$M_{Eds} = -14,63 + 94,96 \cdot \frac{690}{2}$$

$$M_{Eds} = 312,98 \text{ kNm}$$

$$A_{s1} = M_{Eds}/z \cdot f_{yd} - N_{ed}/f_{yd}$$

$$A_{s1} = \frac{312,98}{15 \cdot 43,48} - \frac{94,96}{43,48} = -1,71 \text{ cm}^2$$

Potrebna je samo konstruktivna armatura.

# 10. PRORAČUN TEMELJA

## 10.1. DIMENZIONIRANJE TEMELJA SAMCA

Proračunat je samo najopterećeniji dio temelja ispod djela gdje je zid zbog otvora skraćen na dimenzije stupa. Stoga je ovaj dio temelja tretiran kao temelj samac. Temelj je proračunat za granično stanje nosivosti. Za dobivanje mjerodavnih naprezanja na spoju zid – temelj korištene su slijedeće kombinacije opterećenja:

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

1. Kombinacija:  $N=1034,02 \text{ kN}$   $M=104,15 \text{ kNm}$

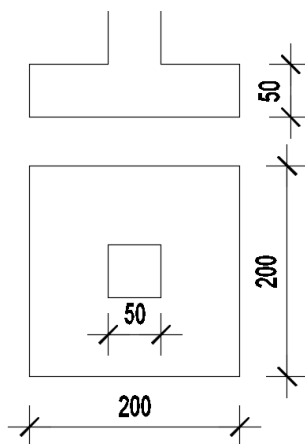
Dopuštena naprezanja u tlu (ovise o vrsti tla):  $\sigma_{dop}=0,6 \text{ MN/m}^2$

Širina temelja: 2,0 m

Duljina temelja: 2,0 m

Visina temelja: 0,50 m

Težina temelja:  $N_t=2,0 \cdot 2,0 \cdot 0,50 \cdot 25= 50,0 \text{ kN}$



Slika 10.1. Dimenzije temelja

## 10.2. KONTROLA NAPREZANJA NA DODIRNOJ PLOHI TEMELJ – TLO

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

$$A = 2,0 \cdot 2,0 = 4,0 \text{ m}^2$$

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{2,0 \cdot 2,0^2}{6} = 1,33 \text{ m}^3$$

- 1. Kombinacija

$$N = 1034,02 \text{ kN}$$

$$M = 640,68 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = N + N_t = 1034,02 + 50,0 = 1084,02 \text{ kN}$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{1084,02}{4,0} \pm \frac{104,15}{1,33} = 271,01 \pm 78,31$$

$$\sigma_1 = 349,32 \text{ kN/m}^2 < 600 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_2 = 192,70 \text{ kN/m}^2 < 600 \text{ kN/m}^2$$

## 10.3. PRORAČUN ARMATURE TEMELJA

Momenti u presjeku 1-1

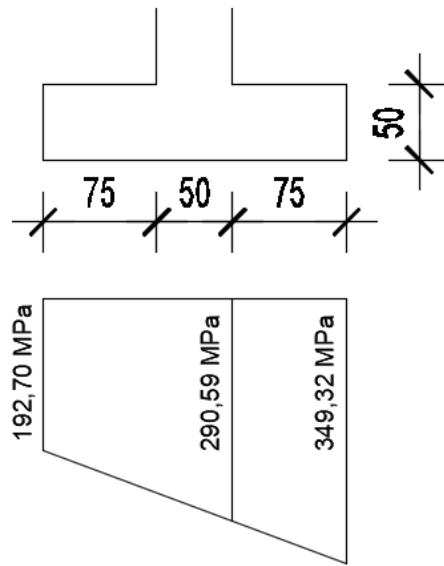
$$M_{1-1} = \sigma_{1-1} \cdot b_1 \cdot \frac{b_1}{2} + (\sigma_1 - \sigma_{1-1}) \cdot \frac{b_1}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot b_1$$

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

1. Kombinacija

$$\sigma_{1-1} = 349,32 - \frac{0,75}{2,0} \cdot (349,32 - 192,70) = 290,59 \text{ kPa}$$

$$M_{1-1} = 290,59 \cdot 0,75 \cdot \frac{0,75}{2} + (349,32 - 192,70) \cdot \frac{0,75}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot 0,75 = 140,96 \text{ kNm}$$



Slika 10.2. Naprezanje ispod temelja

Mjerodavni moment za proračun armature :

$$M_{sd}^{1-1} = 140,96 \text{ kNm}$$

$$\text{Klasa betona C 25/30} \rightarrow f_{ck} = 25 \text{ MPa} \rightarrow f_{cd} = \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa} = 1,67 \text{ kN/cm}^2$$

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

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{140,96 \cdot 100}{200 \cdot 45^2 \cdot 1,67} = 0,021$$

$$\text{Očitano: } \mu_{sd} = 0,021 \quad \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 0,8 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,974 \quad \xi = 0,074$$

$$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{f_{yd} \cdot \zeta \cdot d} = \frac{140,96 \cdot 100}{43,48 \cdot 0,974 \cdot 45} = 7,40 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = \frac{7,40}{2,0} = 3,70 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura:

U donju zonu temelja : Q385 ( $A_{s1} = 3,85 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

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

# 11. PRILOZI

11.1. TLOCRT TEMELJA

11.2. TLOCRT PRIZEMLJA

11.3. TLOCRT KATA

11.4. TLOCRT KROVA

11.5. PRESJEK A-A

11.6. PRESJEK B-B

11.7. PLAN POZICIJA 100

11.8. PLAN POZICIJA 200

11.9. ARMATURA PLOČE POZICIJA 200 - DONJA ZONA

11.10. ARMATURA PLOČE POZICIJA 200 - GORNJA ZONA

11.11. ARMATURA PLOČE POZICIJA 100 - DONJA ZONA

11.12. ARMATURA PLOČE POZICIJA 100 – GORNJA ZONA

11.13. ARMATURNI PLAN GREDE

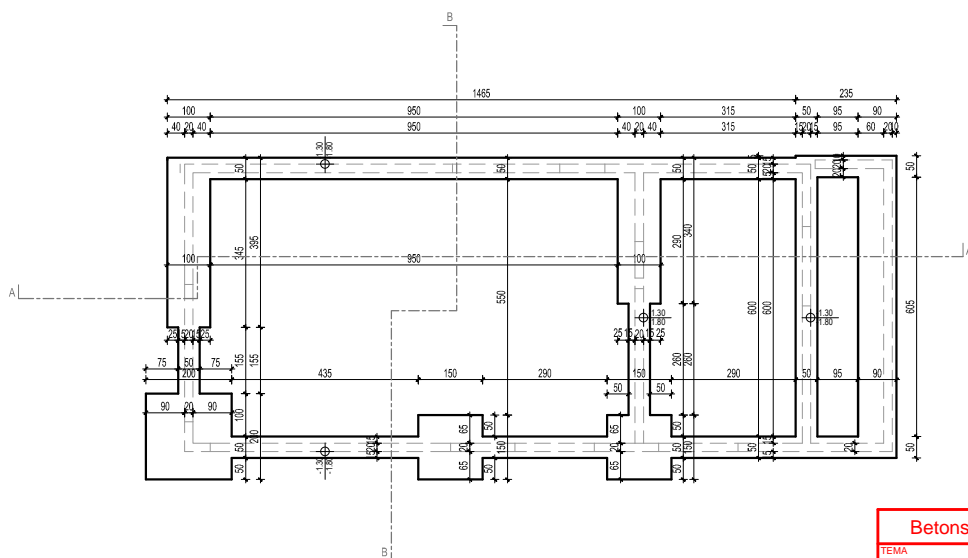
11.14. ARMATURNI PLAN STUBIŠTA

## 12.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.
- Eurocode 0, Basis of structural design, CEN European Committee for Standardization, Brussels, EN 1990: 2002.
- Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija – Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade (EN 1992-1-1:2004+AC:2010)
- Eurokod 8 – Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija – 1. dio: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade – Nacionalni dodatak, HRN EN 1998-1:2012/NA
- 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.
- Baloevic, Goran; Radnić, Jure; Grgić, Nikola. Numerical model for dynamic analysis of masonry- infilled steel and concrete frames. // Materialwissenschaft und Werkstofftechnik. 50 (2019) , 5; 519-532.
- 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.
- 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.
- Banović, Ivan; Radnić, Jure; Grgić, Nikola. Geotechnical Seismic Isolation System Based on Sliding Mechanism Using Stone Pebble Layer: Shake- Table Experiments. // Shock and Vibration. 2019 (2019) ; 1-26
- 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. // Composites Part B: Engineering. 162 (2019)
- Radnić, Jure; Markić, Radoslav; Grgić, Nikola; Čubela, Dragan. New approach for Ductility analysis of partially prestressed concrete girders. // Structural engineering and mechanics. 70 (2019) , 3; 257-267
- Banović, Ivan; Radnić, Jure; Grgić, Nikola. Shake Table Study on the Efficiency of Seismic Base Isolation Using Natural Stone Pebbles. // Advances in Materials Science and Engineering. 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
- 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“, International Journal of Architectural Heritage, 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 and composite structures, p.p 195-204, 2017.
- Baloević, G.; Radnić, J.; Grgić, N.; Matešan, D.: „Behavior of fiber reinforced mortar composites under impact load“, Latin American Journal of Solids and Structures, p.p. 1- 13, (15) 2018.
- Grgić, N.; Radnić, J.; Matešan, D.; Banović, I.: “Stirrups effect on the behavior of concrete columns during an earthquake“, Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, 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“, Composites. Part B, Engineering; 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“, Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, p.p. 483-494, 2016.
- Radnić, J.; Markić, R.; Glibić, M.; Čubela, D.; Grgić, N.: „Experimental testing of concrete beams with different levels of prestressing“, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part L: journal of materials: design and applications, p.p. 760-779, 2016.





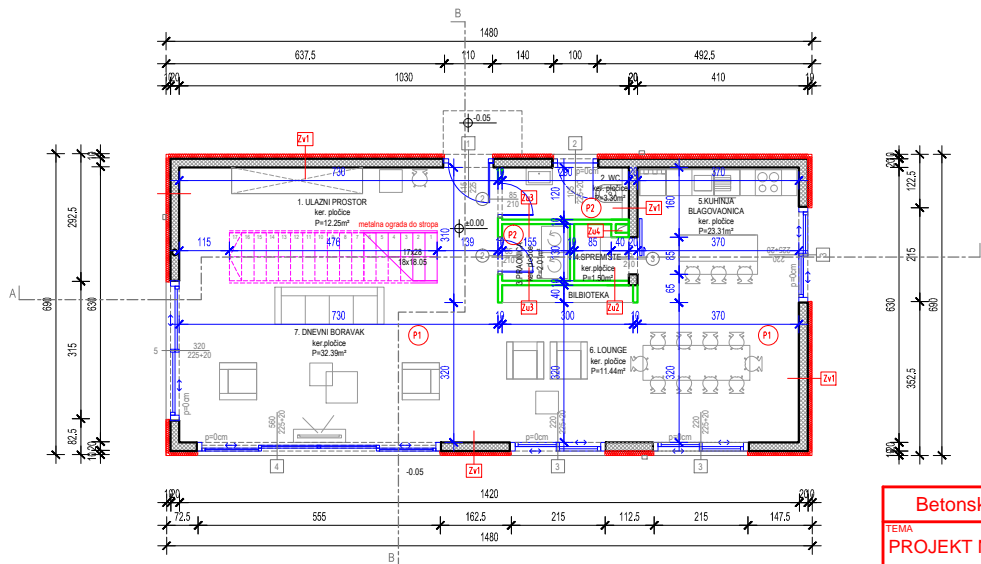
**Betonske konstrukcije II**

TEMA  
**PROJEKT NOSIVE KONSTR.  
 OBITELJSKE KUĆE U OMIŠU**

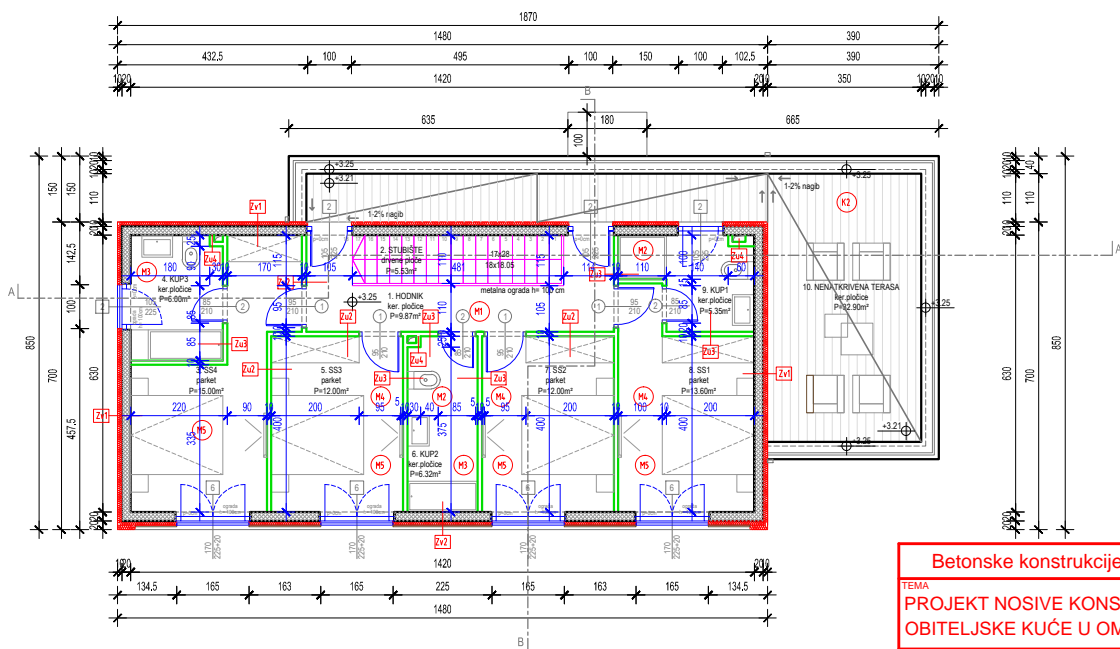
STUDENTICA  
**Petra Šaškor, 1686**

SADRŽAJ	MJERILO
TLOCRT	1:100
TEMELJA	BR. PRILOGA

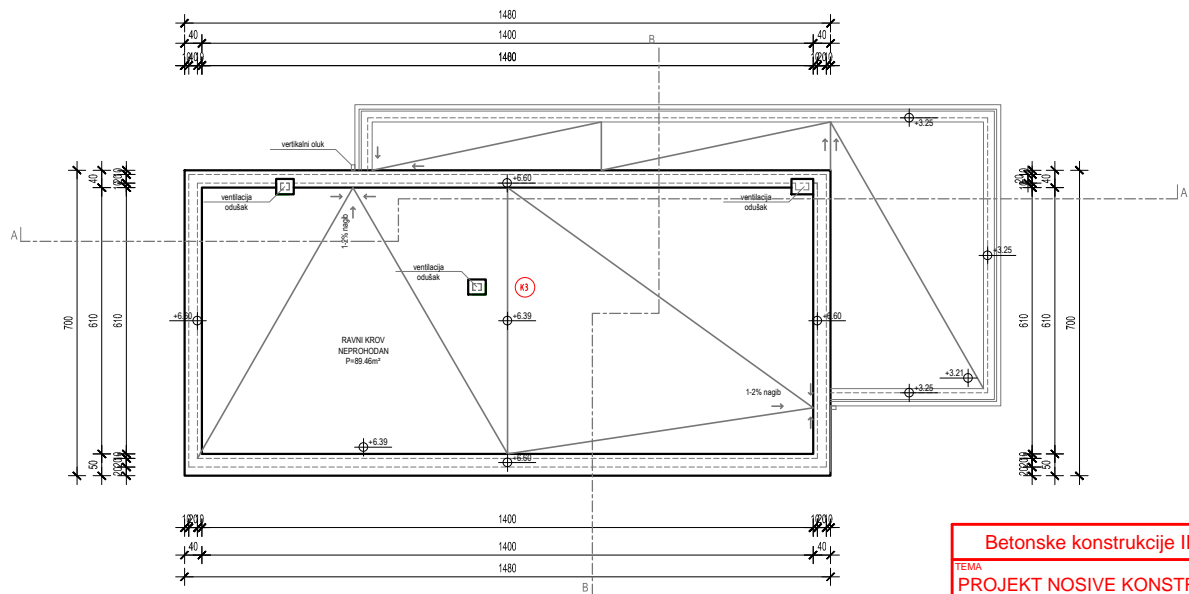
DATUM	11.1.
rujan 2019.	



<b>Betonske konstrukcije II</b>	
TEMA <b>PROJEKT NOSIVE KONSTR. OBITELJSKE KUĆE U OMIŠU</b>	
STUDENTICA <b>Petra Šaškor, 1686</b>	
SADRŽAJ TLOCRT PRIZEMLJA	MJERILO <b>1:100</b> BR. PRILOGA
DATUM rujan 2019.	<b>11.2.</b>



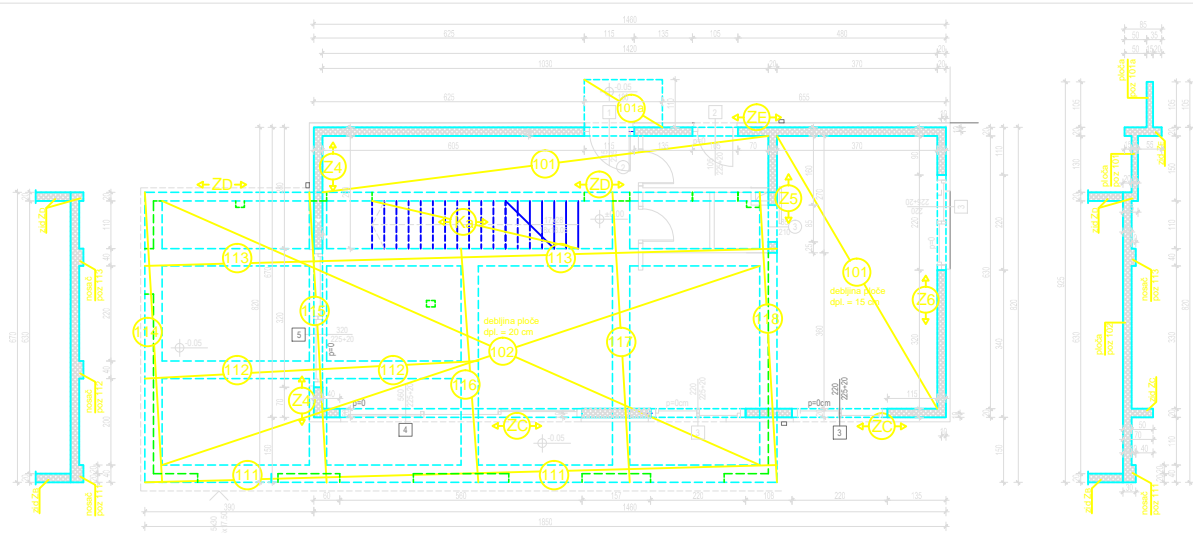
<b>Betonske konstrukcije II</b>	
TEMA <b>PROJEKT NOSIVE KONSTR. OBITELJSKE KUĆE U OMIŠU</b>	
STUDENTICA <b>Petra Šaškor, 1686</b>	
SADRŽAJ	MJERILO <b>1:100</b>
TLOCRT KATA	BR. PRILOGA <b>11.3.</b>
DATUM <b>rujan 2019.</b>	



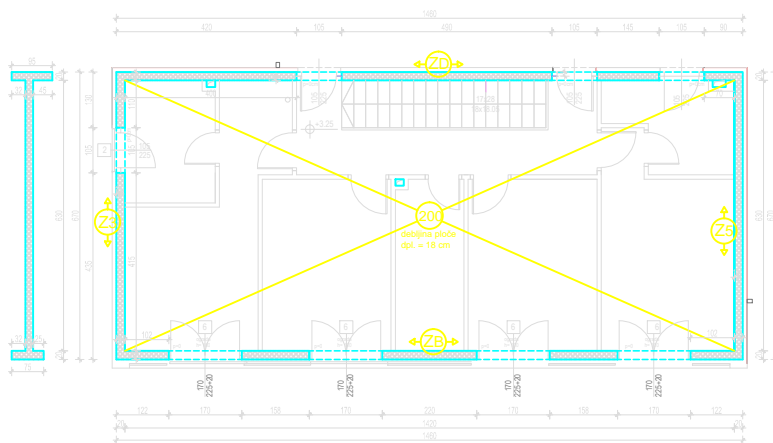
<b>Betonske konstrukcije II</b>	
TEMA <b>PROJEKT NOSIVE KONSTR. OBITELJSKE KUĆE U OMIŠU</b>	
STUDENTICA <b>Petra Šaškor, 1686</b>	
SADRŽAJ	MJERILO <b>1:100</b>
<b>TLOCRT KROVA</b>	BR. PRILOGA
DATUM <b>rujan 2019.</b>	<b>11.4.</b>







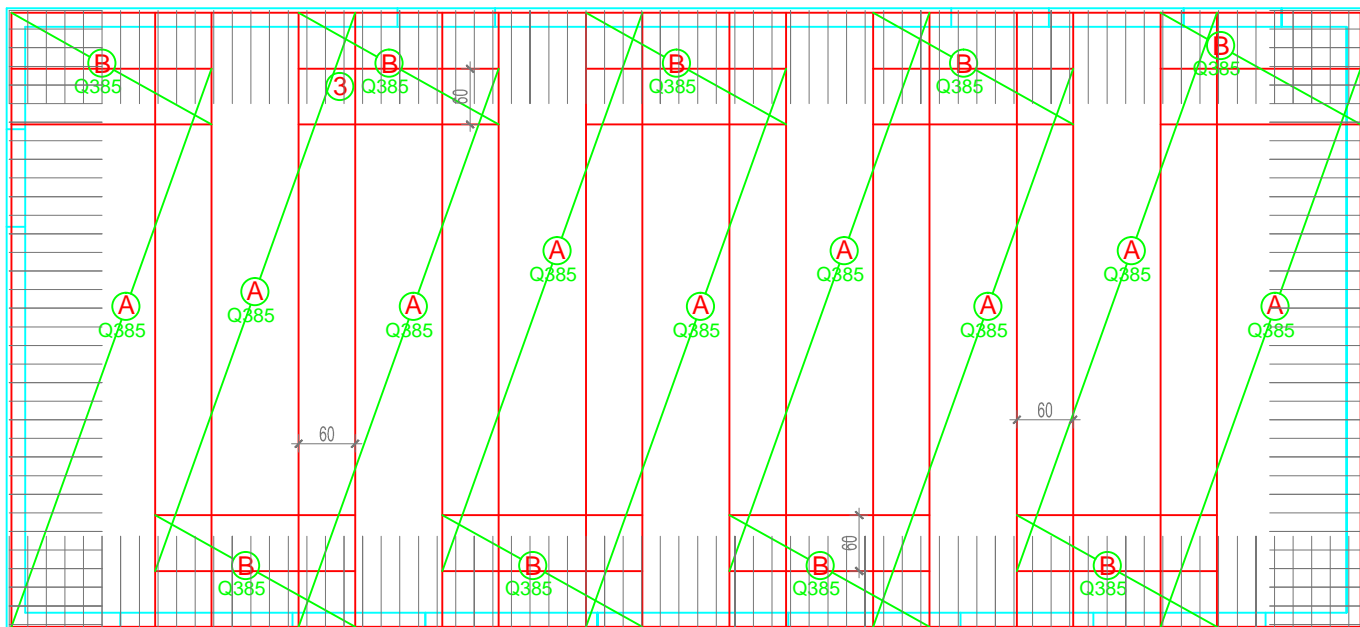
<b>Betonske konstrukcije II</b>	
TEMA <b>PROJEKT NOSIVE KONSTR. OBITELJSKE KUĆE U OMIŠU</b>	
STUDENTICA <b>Petra Šaškorić, 1686</b>	
SADRŽAJ PLAN POZICIJA 100	MJERILO <b>1:100</b> BR. PRILOGA
DATUM rujan 2019.	<b>11.7.</b>



<b>Betonske konstrukcije II</b>	
TEMA <b>PROJEKT NOSIVE KONSTR. OBITELJSKE KUĆE U OMIŠU</b>	
STUDENTICA <b>Petra Šaškor, 1686</b>	
SADRŽAJ PLAN POZICIJA 200	MJERILO <b>1:100</b> BR. PRILOGA
DATUM rujan 2019.	<b>11.8.</b>



armatura donje zone ploče poz 200:

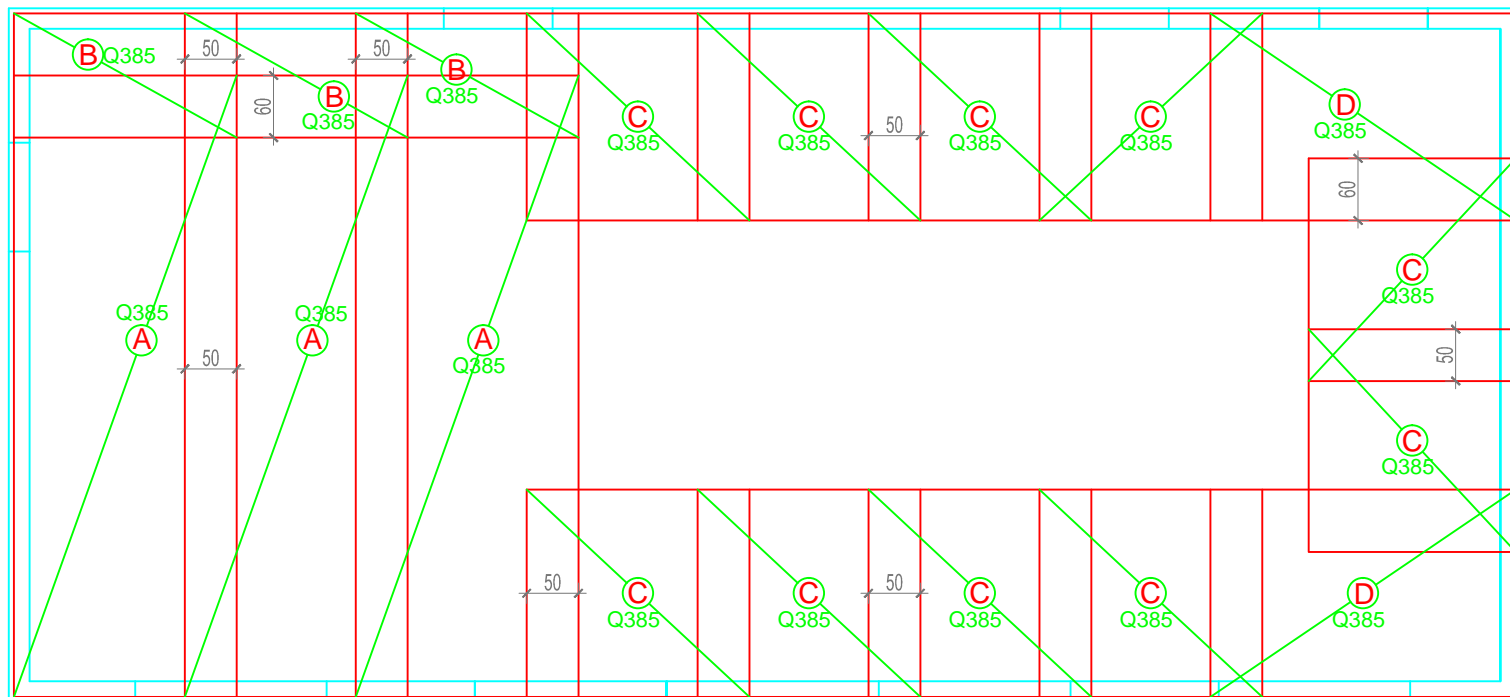


POZ	MREŽA	DIMENZIJE (cm)	kom.
A	Q385	215x600	9
B	Q385	215x120	9

POZ	Ø	OBLIK I VELIČINA (cm)	kom.
	10	100	212

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, GRADEVINSKO-ARHITEKTONSKI FAKULTET 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	Betonske konstrukcije II	
	TEMA PROJEKT NOSIVE KONSTR. OBITELJSKE KUĆE U OMIŠU	
	STUDENTICA Petra Šaškor, 1686	
	SADRŽAJ Armaturni plan POZ 200	MJERILO 1:50
	DATUM rujan 2019.	BR. PRILOGA 11.9.

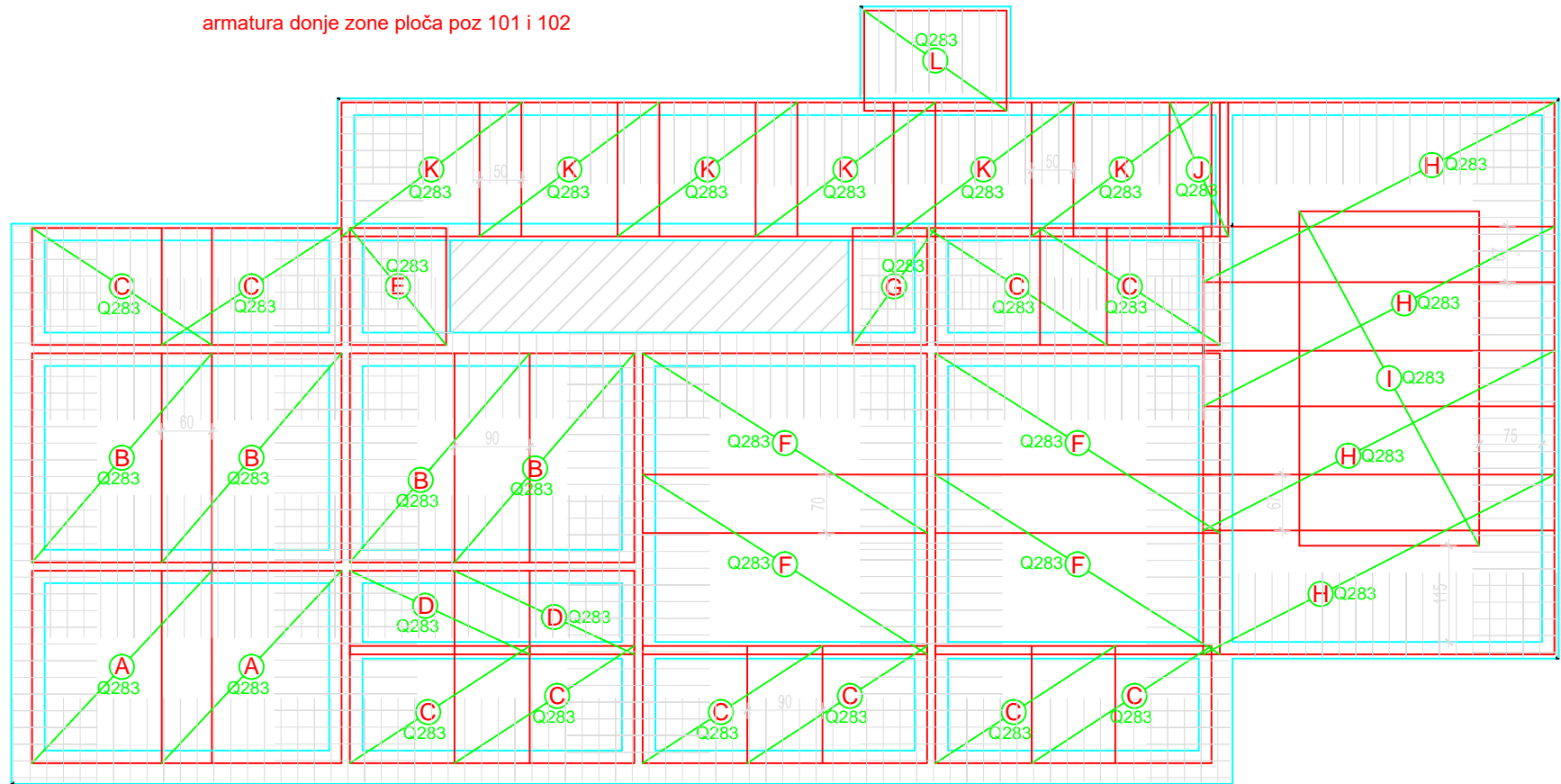
armatura gornje zone ploče poz 200:



POZ	MREŽA	DIMENZIJE (cm)	kom.
A	Q385	215x600	3
B	Q385	215x120	3
C	Q385	215x200	10
D	Q385	200x295	2

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, GRADEVINSKO-ARHITEKTONSKI FAKULTET 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	<b>Betonske konstrukcije II</b>	
	TEMA <b>PROJEKT NOSIVE KONSTR. OBITELJSKE KUĆE U OMIŠU</b>	
	STUDENTICA <b>Petra Šaškor, 1686</b>	
	SADRŽAJ Armaturni plan POZ 200	MJERILO 1:50 BR. PRILOGA
DATUM rujan 2019.	<b>11.10.</b>	

armatura donje zone ploča poz 101 i 102

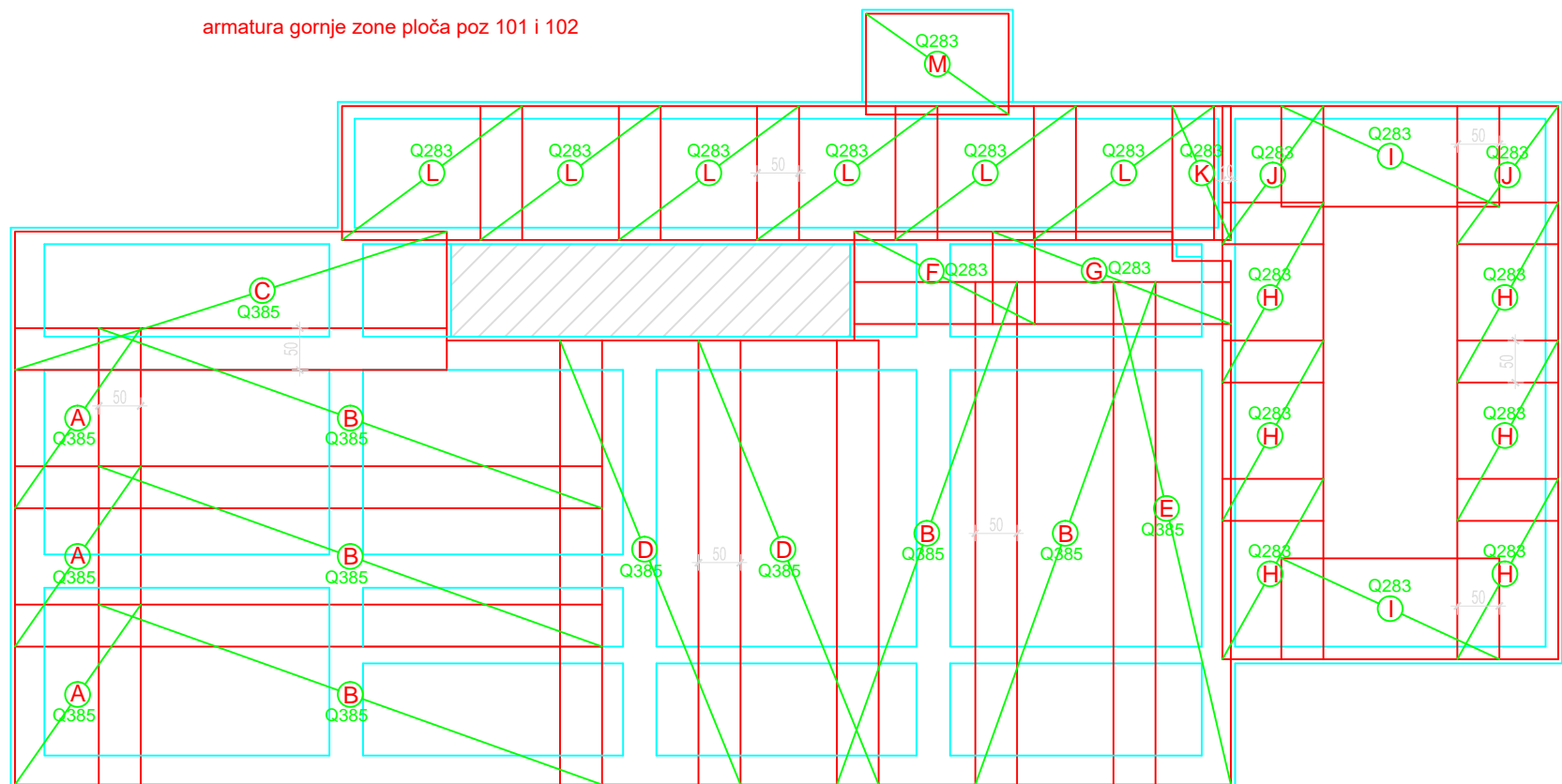


POZ	MREŽA	DIMENZIJE (cm)	kom.
A	Q283	215x230	2
B	Q283	215x250	4
C	Q283	215x140	10
D	Q283	215x100	2
E	Q283	115x140	1
F	Q283	215x340	4
G	Q283	90x140	1

POZ	MREŽA	DIMENZIJE (cm)	kom.
H	Q283	215x425	4
I	Q283	215x400	1
J	Q283	75x165	1
K	Q283	215x165	6
L	Q283	125x175	1

 SVEUČILIŠTE U SPLITU, GRADEVINSKO-ARHITEKTONSKI FAKULTET 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15	Betonske konstrukcije II	
	TEMA PROJEKT NOSIVE KONSTR. OBITELJSKE KUĆE U OMIŠU	
	STUDENTICA Petra Šaškor, 1686	
	SADRŽAJ Armaturni plan POZ 100	MJERILO 1:50 BR. PRILOGA 11.11.
DATUM rujan 2019.		

armatura gornje zone ploča poz 101 i 102

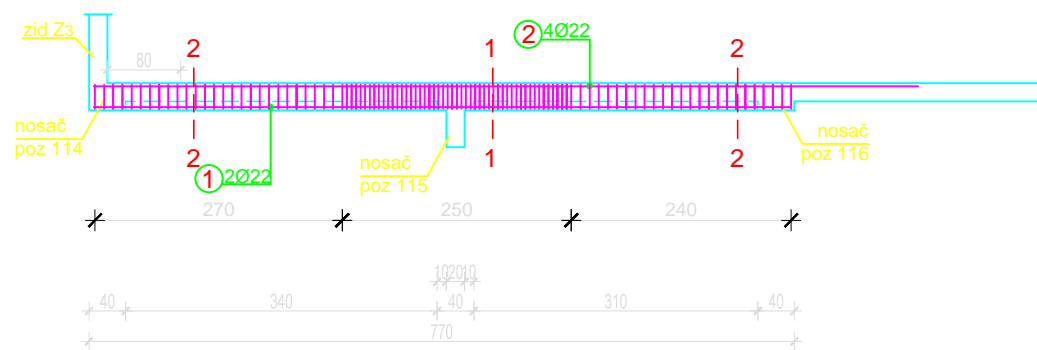


POZ	MREŽA	DIMENZIJE (cm)	kom.
A	Q385	215x150	3
B	Q385	215x600	5
C	Q385	170x520	1
D	Q385	215x530	2
E	Q385	150x600	1

POZ	MREŽA	DIMENZIJE (cm)	kom.
F	Q283	215x110	1
G	Q283	110x285	1
H	Q283	215x120	6
I	Q283	120x260	2
J	Q283	120x170	2
K	Q283	75x165	1
L	Q283	215x165	6
M	Q283	175x125	1

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, GRAĐEVINSKO-ARHITEKTONSKI FAKULTET 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	<p>Betonske konstrukcije II</p>	
	<p>TEMA PROJEKT NOSIVE KONSTR. OBITELJSKE KUĆE U OMIŠU</p>	
	<p>STUDENTICA Petra Šaškor, 1686</p>	
	<p>SADRŽAJ Armaturni plan POZ 100</p>	<p>MJERILO 1:50 BR. PRILOGA</p>
<p>DATUM rujan 2019.</p>		<p>11.12.</p>

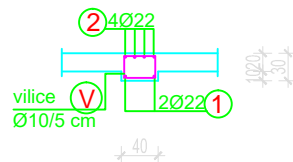
armatura nosača poz 112:



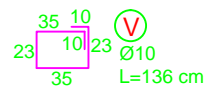
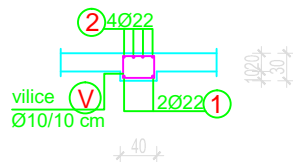
② Ø22; L=900 cm; 4 kom.

① Ø22; L=760 cm; 2 kom.

PRESJEK 1-1

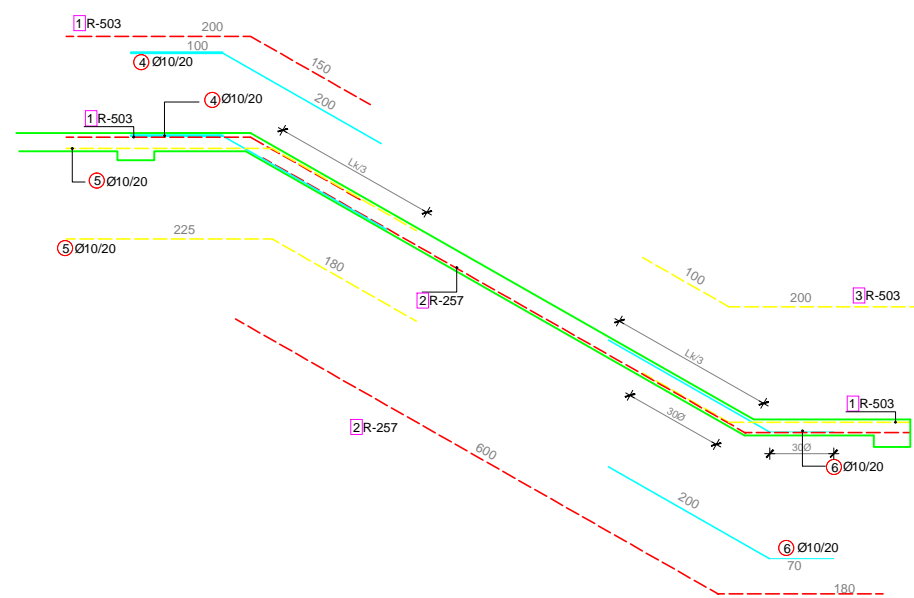


PRESJEK 2-2



 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU GRADEVINSKO-ARHITEKTONSKI FAKULTET 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	Betonske konstrukcije II	
	TEMA PROJEKT NOSIVE KONSTR. OBITELJSKE KUĆE U OMIŠU	
	STUDENTICA Petra Šaškor, 1686	
	SADRŽAJ Armaturni plan nosača	MJERILO 1:50 BR. PRILOGA
DATUM rujan 2019.	11.13.	

## ARMATURNI PLAN STUBIŠTA



POZ	MREŽA	DIMENZIJE (cm)	kom.
1	R503	350x120	1
2	R257	600x120	1
3	R503	300x120	1

POZ	Ø	OBLIK I VELIČINA (cm)	kom.
4	10	100 200 L=300	6
5	10	225 180 L=405	6
6	10	200 70 L=270	6

 SVEUČILIŠTE U SPLITU, GRADEVINSKO-ARHITEKTONSKI FAKULTET 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15	Betonske konstrukcije II	
	TEMA PROJEKT NOSIVE KONSTR. OBITELJSKE KUĆE U OMIŠU	
	STUDENTICA Petra Šaškor, 1686	
	SADRŽAJ Armaturni plan stubišta	MJERILO 1:50 BR. PRILOGA 11.14.
DATUM rujan 2019.		