Projekt nosive armiranobetonske konstrukcije obiteljske kuće

Kokeza, Tomislav

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

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:123:365574

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split







SVEUČILIŠTE U SPLITU

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

ZAVRŠNI RAD

Toimislav Kokeza

Split, 2017

SVEUČILIŠTE U SPLITU

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Projekt nosive armiranobetonske konstrukcije obiteljske kuće

Završni rad

Split, 2017.

SVEUČILIŠTE U SPLITU

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ: **STRUČNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: Tomislav Kokeza

BROJ INDEKSA: 1648

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

PREDMET: Betonske konstrukcije 2

ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Tema: Projekt nosive armiranobetonske konstrukcije obiteljske kuće

Opis zadatka:

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

U Splitu, 21.09.2017.

Voditelji Završnog rada:

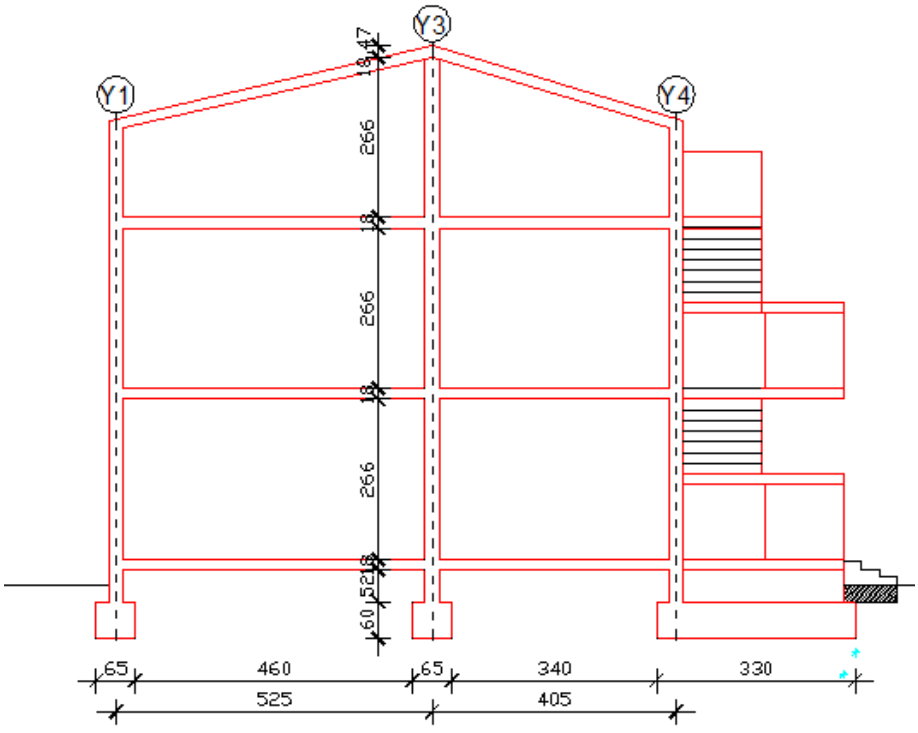
dr.sc. Nikola Grgić

PRILOG:

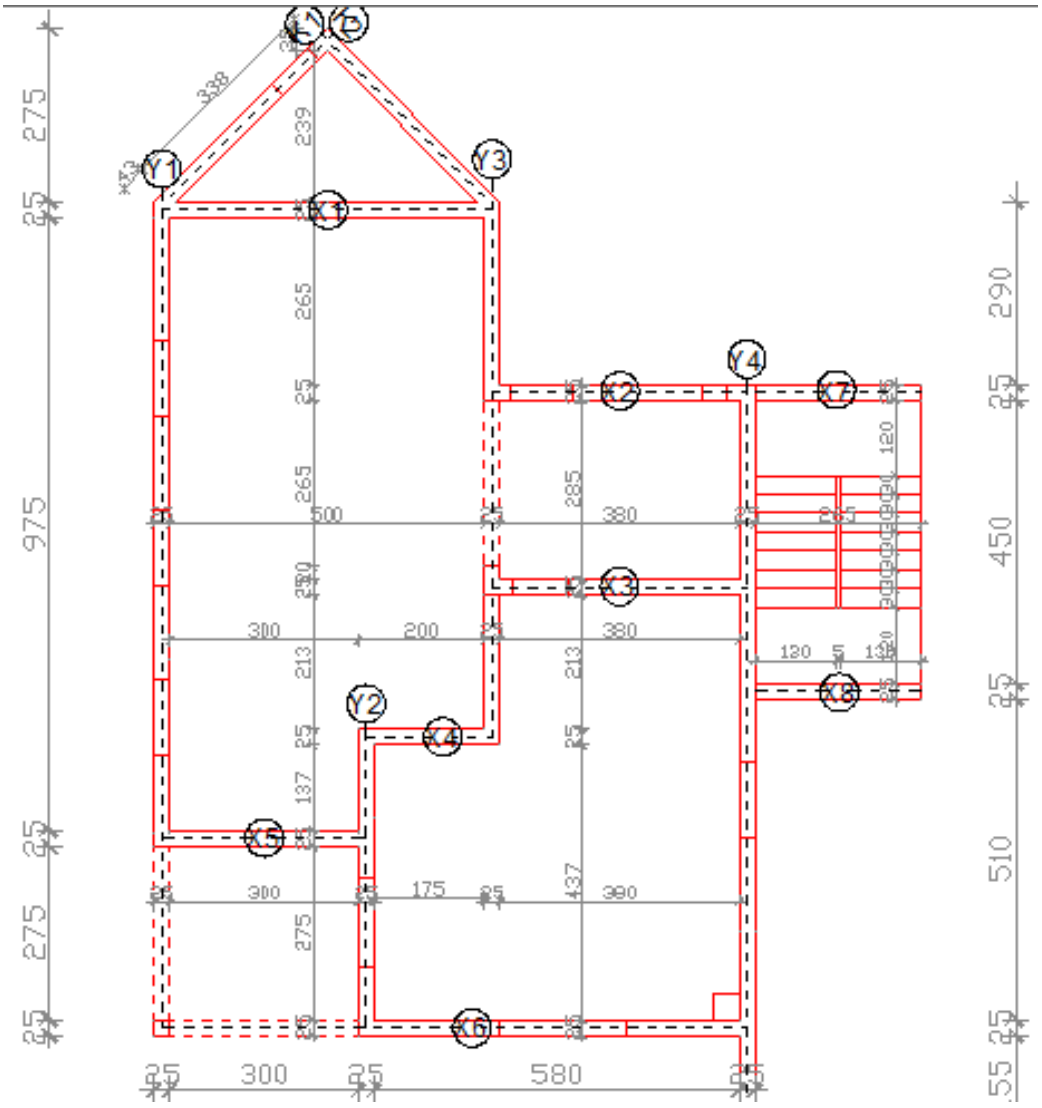
Na priloženim skicama dana je shema nosive armiranobetonske konstrukcije objekta. U tablici su zadane sve potrebne dimenzije i djelovanja na konstrukciju.(stepenice su zasebni statički sustav!)

Oznaka	Veličina	Jedinica	Opis
H	2,84	(m)	visina etaža
q	3,5	(kN/m^2)	uporabno opterećenje
Z_v	III		zona vjetra
a_g	0,50	(m/s^2)	proračunsko ubrzanje tla
S	B 500 B		armatura
C	C 30/37		klasa betona

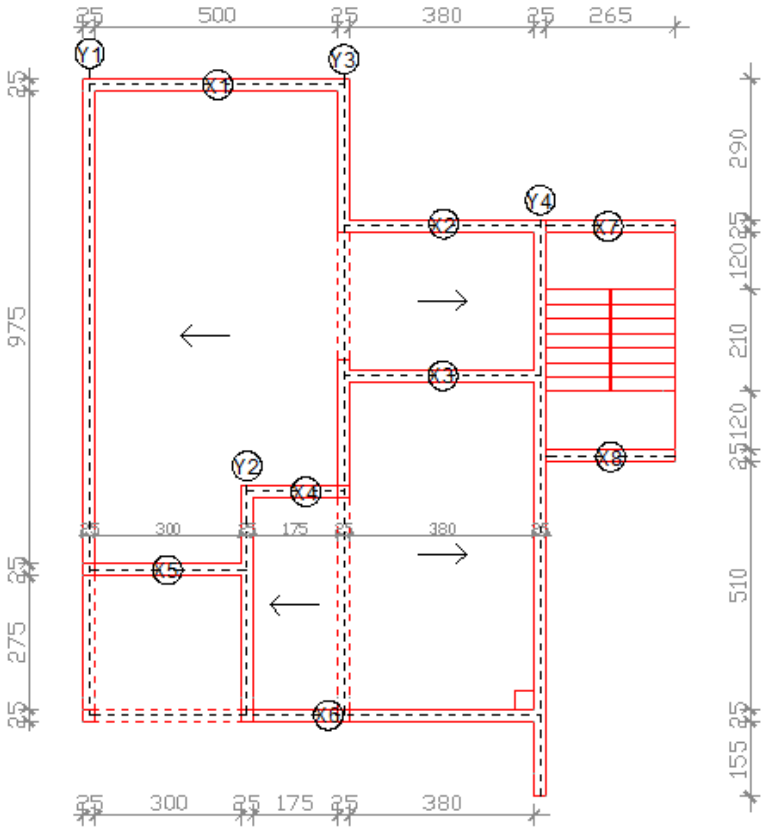
(I) Presjek



(II) Međuetaže



(III) Krovna konstrukcija



SAŽETAK:

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

KLJUČNE RIJEČI:

Armiranobetonska obiteljska kuća , numerički model, statički proracun, plan armature.

ABSTRACT:

The default scheme bearing structures reinforced concrete facility for family living, with all the required dimensions (Annex task). 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 family living, numerical model, static analysis, reinforcement plan

1. TEHNIČKI OPIS 1

2. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE NOSIVIH ELEMENATA 2

3. ANALIZA OPTEREĆENJA 4

3.1. POZICIJA 200 – KROV 4

3.1.1. Stalno opterećenje 4

3.1.2. Uporabno opterećenje 5

3.2. POZICIJA 100 – ETAŽE 6

3.2.1. Stalno opterećenje 6

3.2.2. Uporabno opterećenje 7

3.3. STUBIŠTE 8

3.3.1. Stalno opterećenje 9

3.3.2. Uporabno opterećenje 9

3.4. OPTEREĆENJE VJETROM 10

4. PRORAČUN PLOČA POZICIJE 200 16

4.1. MOMENTI SAVIJANJA U PLOČI POZICIJE 200 16

4.1.1. Vlastita težina 16

4.1.2. Dodatno stalno opterećenje 17

4.1.3. Uporabno opterećenje 18

4.1.4. Granično stanje nosivosti 19

4.2. DIMENZIONIRANJE PLOČA POZICIJE 200 (KROV) 20

5. PRORAČUN PLOČA POZICIJE 100 23

5.1. MOMENTI SAVIJANJA U PLOČI POZICIJE 100 23

5.1.1. Vlastita težina 23

5.1.2. Dodatno stalno opterećenje 24

5.1.3. Uporabno opterećenje 25

5.1.4. Granično stanje nosivosti 26

5.2. DIMENZIONIRANJE PLOČA POZICIJE 100 27

6. PRORAČUN GREDNOG NOSAČA POZICIJE 100 30

6.1. MOMENTI SAVIJANJA I POPREČNE SILE GREDE POZICIJE 100 30

6.1.1. Vlastita težina 30

6.1.2. Dodatno stalno opterećenje 31

6.1.3. Uporabno opterećenje 32

6.1.4. Granično stanje nosivosti 33

6.2. DIMENZIONIRANJE NA MOMENT SAVIJANJA 34
6.3. DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU 36
6.4. KONTROLA PUKOTINA GREDE POZICIJE 100 38
6.5. KONTROLA PROGIBA GREDE POZICIJE 100 41

7. PRORAČUN STUBIŠTA 44

7.1. MJERODAVNE REZNE SILE 44
7.2. DIMENZIONIRANJE STUBIŠTA 46

8. PRORAČUN ZIDOVA 47

8.2. MOMENTI SAVIJANJA I UZDUŽNE SILE ZIDOVA 48
8.2.1. Kombinacija 1 48
8.2.2. Kombinacija 2 50
8.3. DIMENZIONIRANJE ZIDOVA 52

9. PRORAČUN TEMELJA 53

9.1. DIMENZIONIRANJE TEMELJA 53
9.2. KONTROLA NAPREZANJA NA DODIRNOJ PLOHI TEMELJ – TLO 55
9.3. PRORAČUN ARMATURE TEMELJA 56

10. PRILOZI 59

10.1. ARMATURA PLOČE POZICIJA 100 .....
10.2. ARMATURA PLOČE POZICIJA 200 .....
10.3. ARMATURNI PLAN GREDE POZICIJE 100 .....
10.4. ARMATURNI PLAN STUBIŠTA .....

11. LITERATURA 60

1. TEHNIČKI OPIS

Predmet ovog rada je projekt armiranobetonske nosive konstrukcije stambenog objekta. Predmetna građevina sastoji se od prizemlja , 1. Kata i visokog potkrovlja.

Visina građevine iznosi 8,52 m, a tlocrtna površina građevine iznosi 9,55 x 12,25 m.

Nosiva konstrukcija objekta je monolitni AB gradnja, a čine je zidovi,stup i grede iznad koje je armiranobetonska ploča. Zidovi se oslanjaju na temeljne trake. Rezne sile u pločama i gredama dobivene su pomoću programa *AspalathosLinear,* a korišten je ravninski model. Sve armiranobetonske ploče su debljine d=18.0cm. Grede su dimenzija b/h 25/40. Rezne sile u stupovima za različite kombinacije opterećenja dobivene su pomoću programa *AspalathosLinear*, a korišten je prostorni model (pločasti i štapni). Stup je dimenzije 25/25 i oslanja se na nastavak temeljne trake od zida sjeverno. Za vertikalnu komunikaciju između katova predviđeno je armirano-betonsko stepenište debljine nosive ploče d=18.0 cm.

Izračunato stalno opterećenje za poziciju 200(krov) iznosi 7,48 kN/m2, a uporabno opterećenje (prema propisima) iznosi 1,0 kN/m2. Zadano je uporabno opterećenje za poziciju 100 i iznosi 3,5 kN/m2, stalno opterećenje je 7,70 kN/m2. Građevina se nalazi u III. vjetrovnoj zoni s dozvoljenom brzinom vjetra vb0= 35 m/s.

Dozvoljeno naprezanje u tlu na dubini temeljenja iznosi $б_{dop}$ = 0.50 Mpa.

Za nosivu armiranobetosnsku konstrukciju odabran je beton C 30/37 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, te odabranih mreža i šipaka napravljeni su 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 NOSIVIH ELEMENATA

-visina ploče:

$$d_{pl} = \frac{L_{max}}{35} = \frac{605}{35} = 17{,}29$$

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

visina grede:

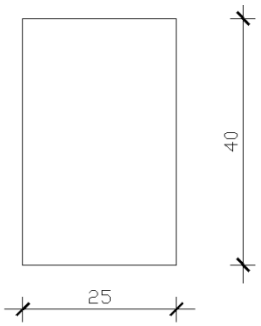
$$\frac{L_0}{12} = \frac{L_1}{12} = \frac{437}{12} = 36.41\text{cm}$$

$\text{odabrano}: h_{G1} = 40\text{cm}$

-širina grede:

Odabrana širina grede b=25 cm

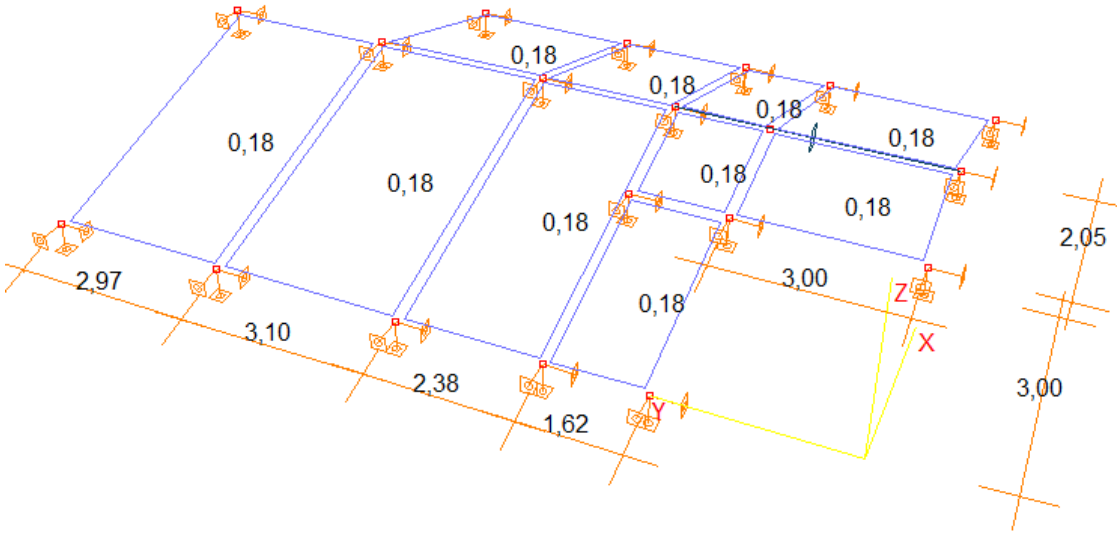
Parametri materijala		
E	32500	N/mm²
G	13541,6666666667	N/mm²
ν	0,2	
ρ	2,5E-5	N/mm³
α	1E-5	°C⁻¹



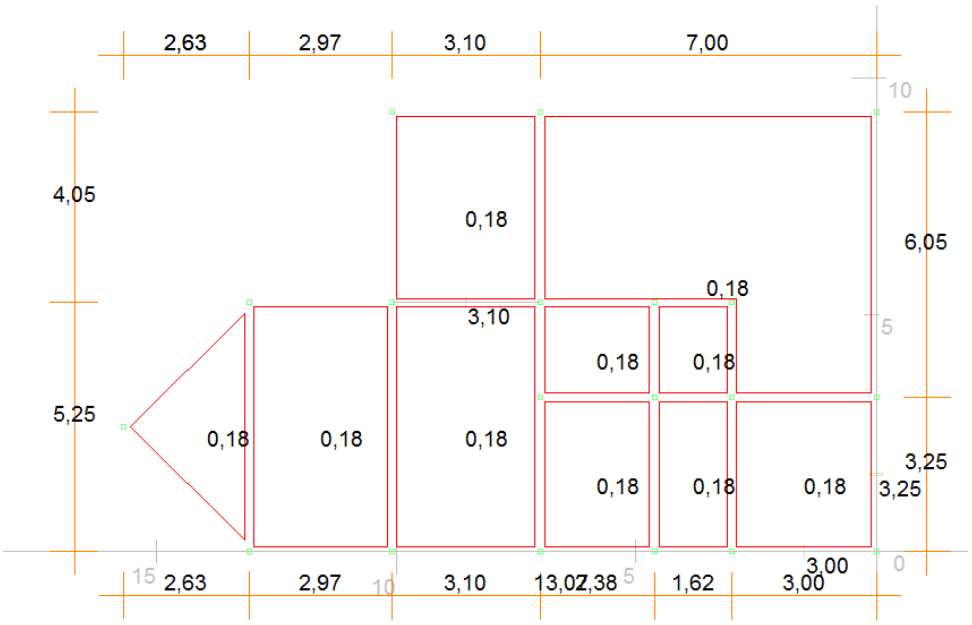
Ax = 1000.00 cm2
Ay = 1000.00 cm2
Az = 1000.00 cm2
Iz = 133333.33 cm4
Iy = 52083.33 cm4

Slika 2.1. Poprečni presjek grede

- Za sve nosive elemente u x i y smijeru na pozicijama 100 i 200 odabran je isti presjek grede, dimenzija 40x25 cm.



Slika 2.2. Prikaz dimenzija greda i ploča poz. 200

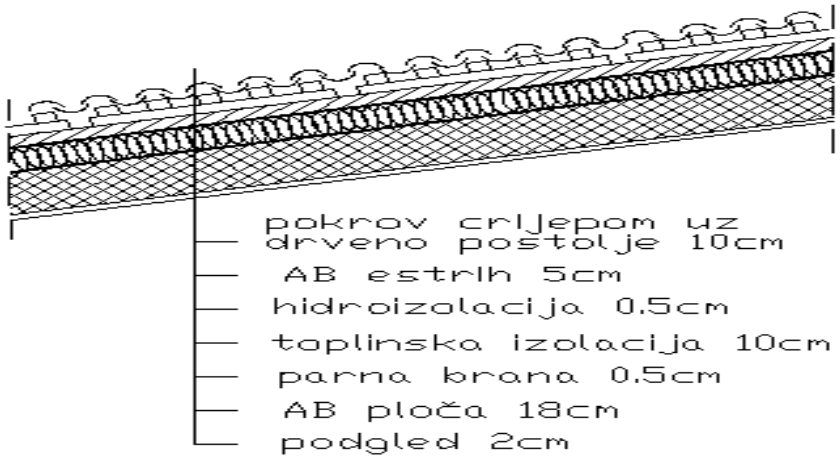


Slika 2.2. Prikaz dimenzija greda i ploča poz. 100

3. ANALIZA OPTEREĆENJA

3.1.**POZICIJA 200 – KROV**

3.1.1. Stalno opterećenje



Slika 3.1. Presjek ploče poz. 200

Tablica 3.1. Stanlno opterećenje poz.200

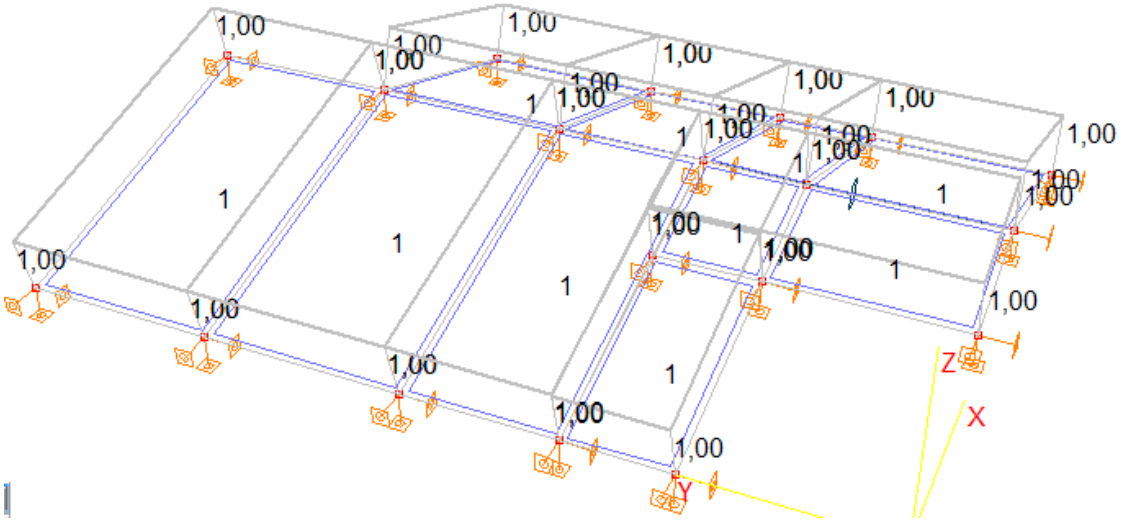
	d (m)	γ (kN/m^3)	d·γ (kN/m^2)
Pokrov crijepom uz drveno postolje			0.65
AB.estrih	0.05	25.0	1.25
Hidroizolacija + parna brana	0.01	20.0	0.20
Toplinska izolacija	0.10	5.0	0.50
AB ploča	0.18	25.0	4.5
Podgled	0.02	19.0	0.38

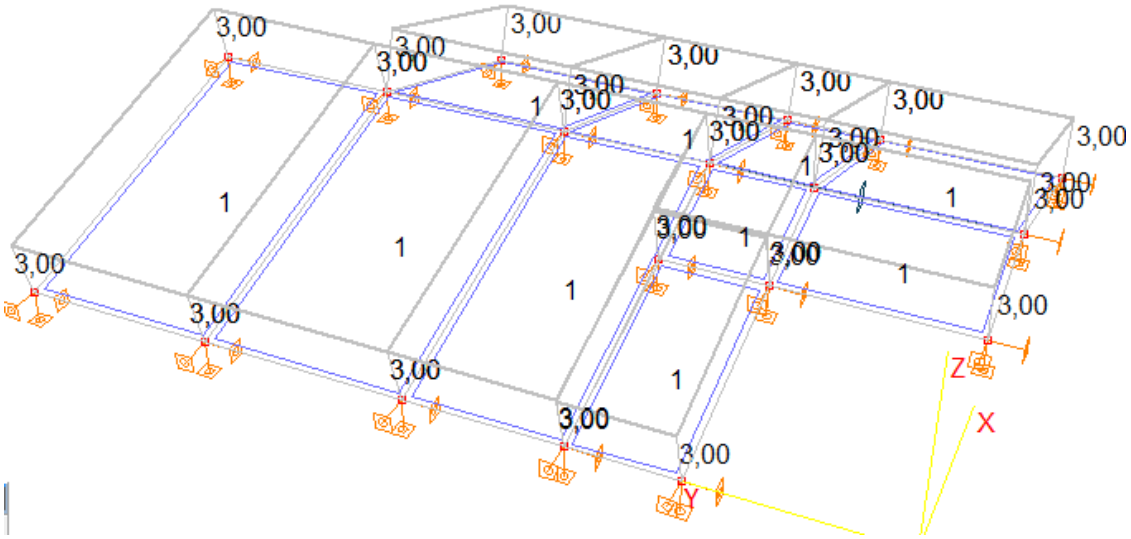
Ukupno stalno opterećenje: g_{200} = 7.48 (kN/m^2)

Krov je pod nagibom! Nagib krova je 13 lijevo od sljemena i 17 stupnjeva desno od sljemena. (gledano sa juga)

Uporabno opterećenje

q_{200}= s + w ≈ 1.0 kN/m^2

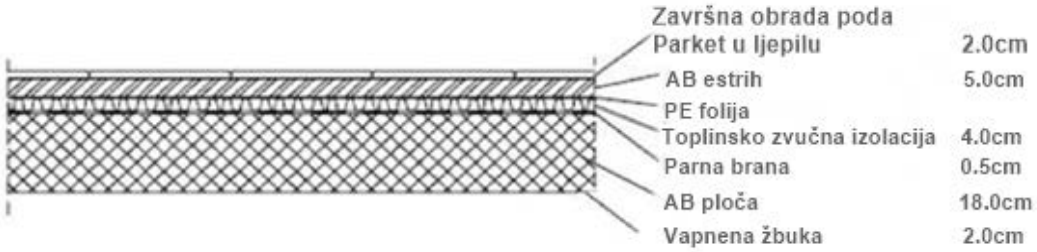




Slika 3.2. Prikaz korisnog opterećenja Q i dodatnog stalnog opterećenja G_0

3.2.**POZICIJA 100 – ETAŽE**

3.2.1. Stalno opterećenje



Slika 3.3. Presjek ploče poz. 100

Tablica 3.2. Stalno opterećenje poz. 100

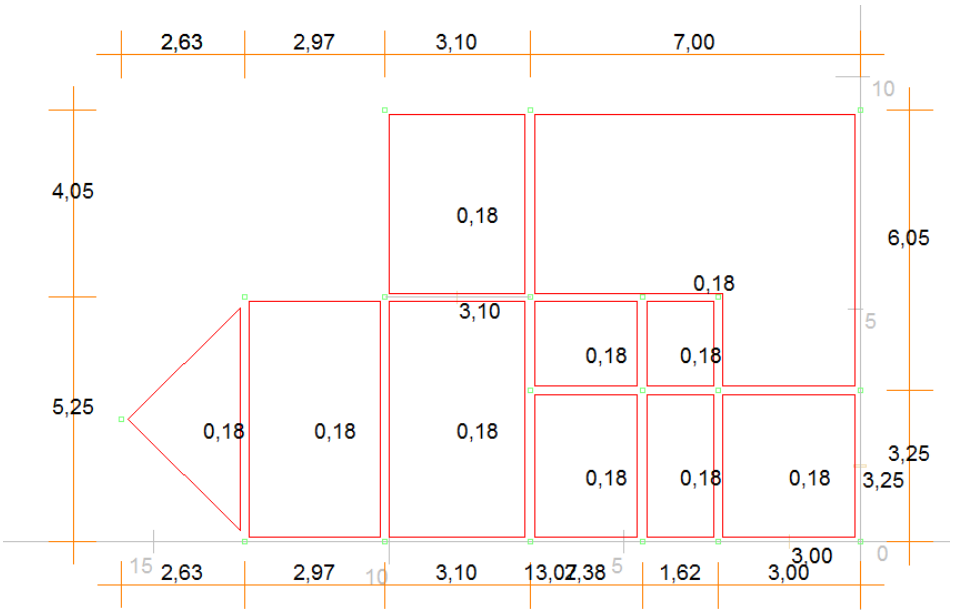
	d (m)	γ (kN/m^3)	d·γ (kN/m^2)
Pregrade			1.00
Završna obrada poda-parket	0.02	12.0	0.24
AB estrih	0.05	25.0	1.25
Toplinska izolacija	0.04	5.0	0.20
Hidroizolacija	0.005	20.0	0.10
AB. Ploča	0.18	25.0	4.50
Pogled (vapnena žbuka)	0,02	19,00	0,38

Ukupno stalno opterećenje g_{100}= 7,70 (kN/m^2)

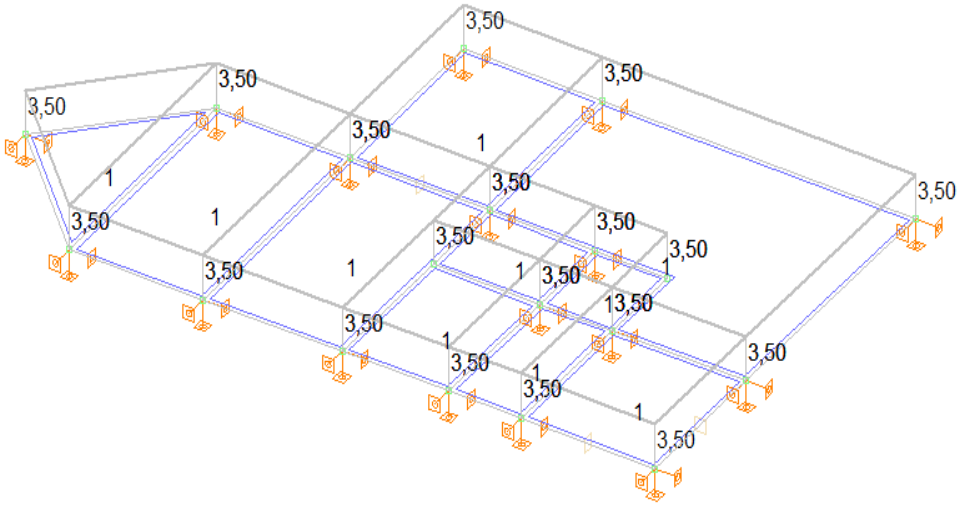
3.2.2. *Uporabno opterećenje*

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

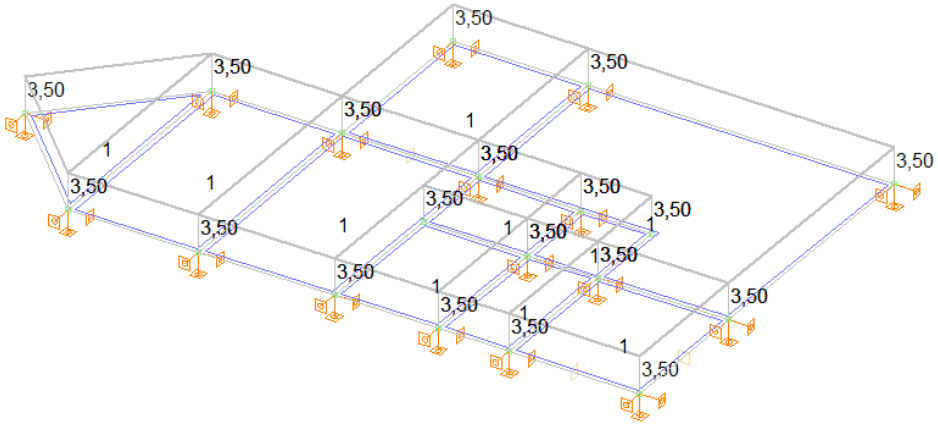
U našem slučaju, zadano je zadatkom q_{100}=3.5 kN/m^2



Slika 3.4. Geometrija etaže 100



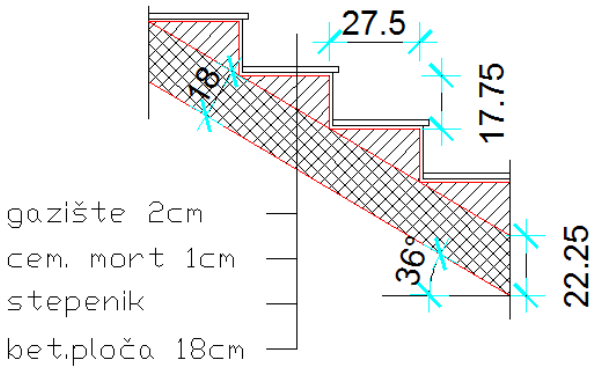
Slika3.5 Prikaz dodatnog stalnog opterećenja G_0



Slika 3.6 Prikaz uporabnog opterećenja Q

3.3.**STUBIŠTE**

3.3.1. Stalno opterećenje



Slika 3.12. Presjek stubišta

- Broj visina stuba (za jedan stubišni krak):

n v = H/2·v = 2,84/2·0,1775 = 8 visina ns=7

- Širina stube:

2·vs + šs = 63 ⇒šs = 63-2·17,75 = 27,5 cm

- Duljina kraka:

L k = ns·šs = 7 ·27,5 = 192.5 cm

- Kut α:

tgα = 0,5·H/Lk = 1,42 ·1,952 = 0,727 ⇒

α = 36,02°

- Odabrana duljina podesta:

$L_p \geq 1{,}20$ m $L_p = 1{,}2$m

$$h' = \frac{h}{\cos\alpha} = \frac{18}{\cos 36{,}02} = 22{,}25\text{cm}$$

Tablica 3.3. Stalno opterećenje stubišta

	d (m)	γ (kN/m^3)	$d \cdot \gamma$ (kN/m^2)
Završna obrada gazišta – kamena ploča	0.02	28.0	0.56
Cementni namaz (max. 1,0 cm)	0.01	20.0	0.20
Stuba	0.0887	24.0	2.13
AB ploča (h'=22,25 cm)	0.225	25.0	5,625

Ukupno stalno opterećenje : $g_{st} = 8{,}515$ (kN/m^2)

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 međukatnim pločama:

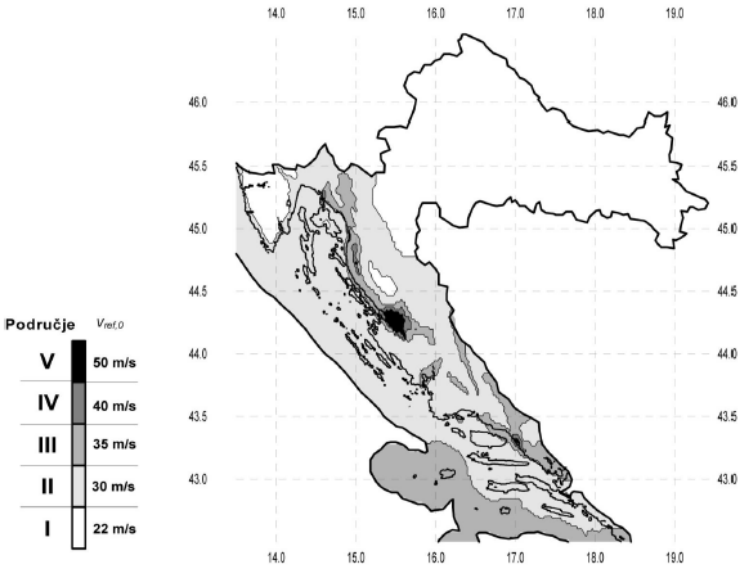
$q_{st} = 3{,}50$ (kN/m^2)

3.4. OPTEREĆENJE VJETROM

Dimenzije zgrade su: L_1=9,5m, L_2=16m, H =8,7m.

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

Osnovna brzina vjetra: $v_{b,0} = 35\ m/s$ (za III. 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 → $c_{DIR} = 1.0$

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

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

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

$v_b = 1{,}00 \cdot 1{,}00 \cdot 1{,}015 \cdot 35 = 35{,}525\ m/s$

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

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

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

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

$$k_r = 0{,}215 \rightarrow c_{r(z)} = 0{,}215 \cdot \ln\left(\frac{8{,}7}{0{,}30}\right) = 0{,}724$$

Srednja brzina vjetra tako iznosi:V_m(z)=C_r(z)· C_0(z)· V_b

C_0 - koeficijent topografije (uglavnom se uzima 1.0)

$$v_m = 0{,}724 \cdot 1{,}0 \cdot 35{,}525 = 25{,}72\ m/s$$

Turbulencija:

$$I_v(z) = \frac{1}{c_0(z) \cdot \ln\left({}^{z_e}/_{z_0}\right)} = \frac{1}{1{,}0 \cdot \ln\left({}^{8{,}7}/_{0{,}30}\right)} = 0{,}297$$

Maksimalni tlak brzine vjetra $q_p(z_e)$:

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

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

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot 0{,}297] \cdot \frac{1{,}25}{2} \cdot 25{,}72^2 = 1273\,\frac{N}{m^2} = 1{,}27\ \frac{kN}{m^2}$$

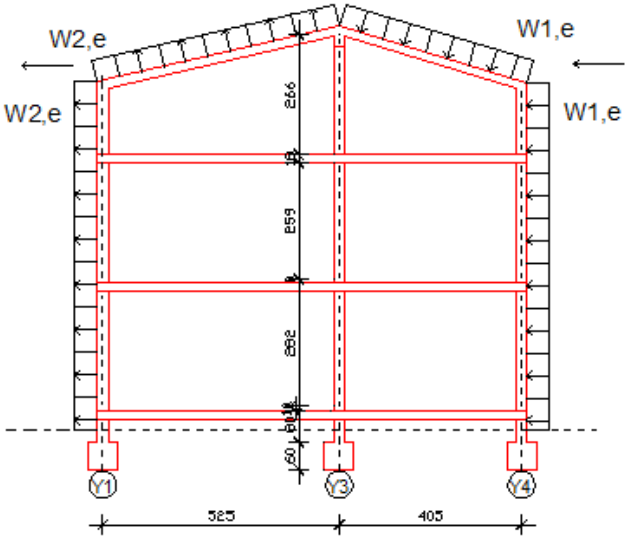
Djelovanje na zgradu:

$$w_{1,e} = 0{,}8 \cdot q_p(z) = 0{,}8 \cdot 1{,}27 = 1{,}016\ \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{2,e} = 0{,}5 \cdot q_p(z) = 0{,}5 \cdot 1{,}27 = 0{,}635\ \frac{kN}{m^2}$$

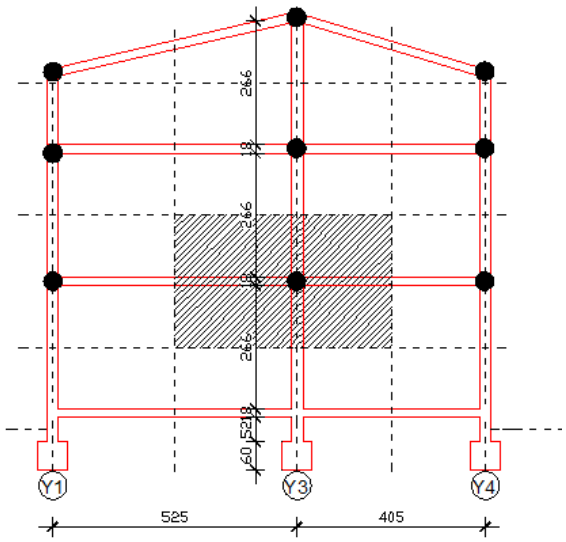
$$w_{1,I} = 0{,}75 \cdot w_{1,e} = 0{,}75 \cdot 1{,}016 = 0{,}762\ \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{2,I} = 0{,}75 \cdot w_{2,e} = 0{,}75 \cdot 0{,}635 = 0{,}476\ \frac{kN}{m^2}$$



Slika 3.14.Opterećenje vjetrom

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



Slika 3.15. Utjecajne površine djelovanja vjetra

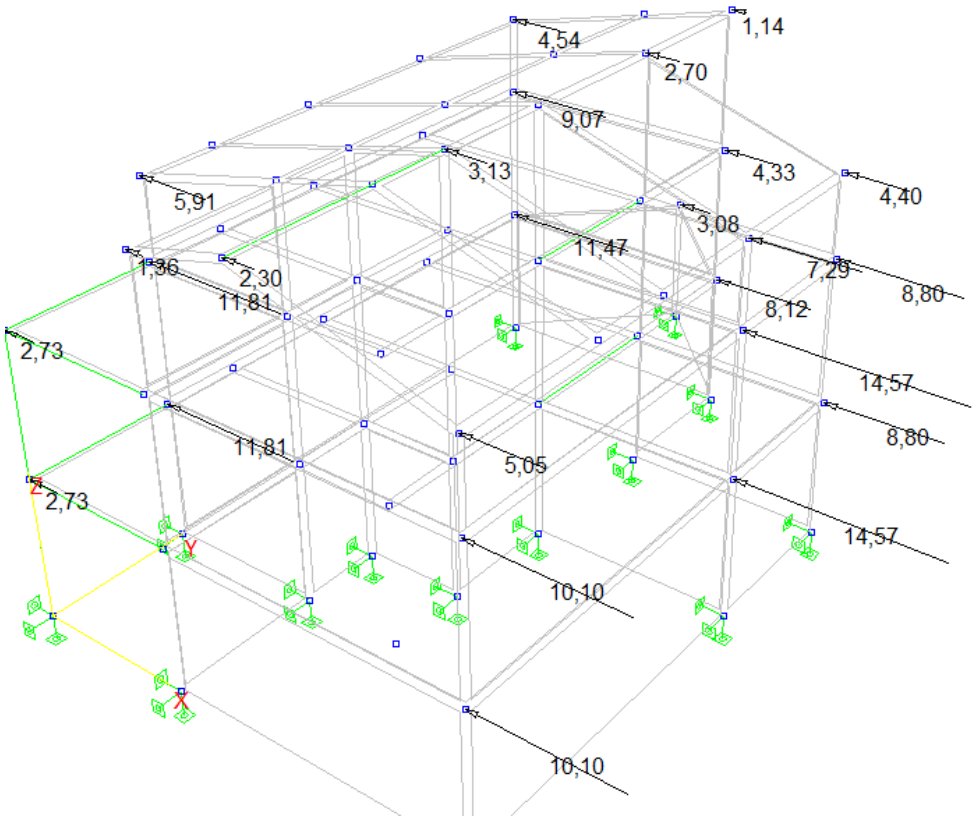
- **X smjer**

Tablica 3.5. Desni bok

Čvor	Utjecajna površina			Tlak vjetra(kN/m²)	Sila u čvoru(kN)
	Širina(m)	Visina(m)	Površina(m²)		
1	3.5	2.84	9.74	1.016	10.1
2	5.05	2.84	14.34	1.016	14.57
3	3.05	2.84	8.66	1.016	8.80
4	2.81	2.84	7.98	1.016	8.12
5	1.31	1.42	1.86	1.016	1.89
6	3.5	2.84	9.74	1.016	10.1
7	5.05	2.84	14.34	1.016	14.57
8	3.05	2.84	8.66	1.016	8.80
9	1.5	2.84	4.26	1.016	4.33
10	3.5	1.42	4.97	1.016	5.05
11	5.05	1.42	7.17	1.016	7.29
12	3.05	1.42	4.33	1.016	4.40
13	1.5	1.42	2.13	1.016	2.16

Tablica 3.6. Lijevi bok

Čvor	Utjecajna površina			Tlak vjetra(kN/m²)	Sila u čvoru(kN)
	Širina(m)	Visina(m)	Površina(m²)		
1	1.5	2.84	4.26	0.64	2.73
2	6.50	2.84	18.46	0.64	11.81
3	6.31	2.84	17.93	0.64	11.47
4	1.31	1.42	1.86	0.64	1.19
5	1.5	2.84	4.26	0.64	2.73
6	6.5	2.84	18.46	0.64	11.81
7	5	2.84	14.2	0.64	9.08
8	1.5	1.42	2.13	0.64	1.36
9	6.5	1.42	9.23	0.64	5.91
10	5	1.42	7.1	0.64	4.54



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

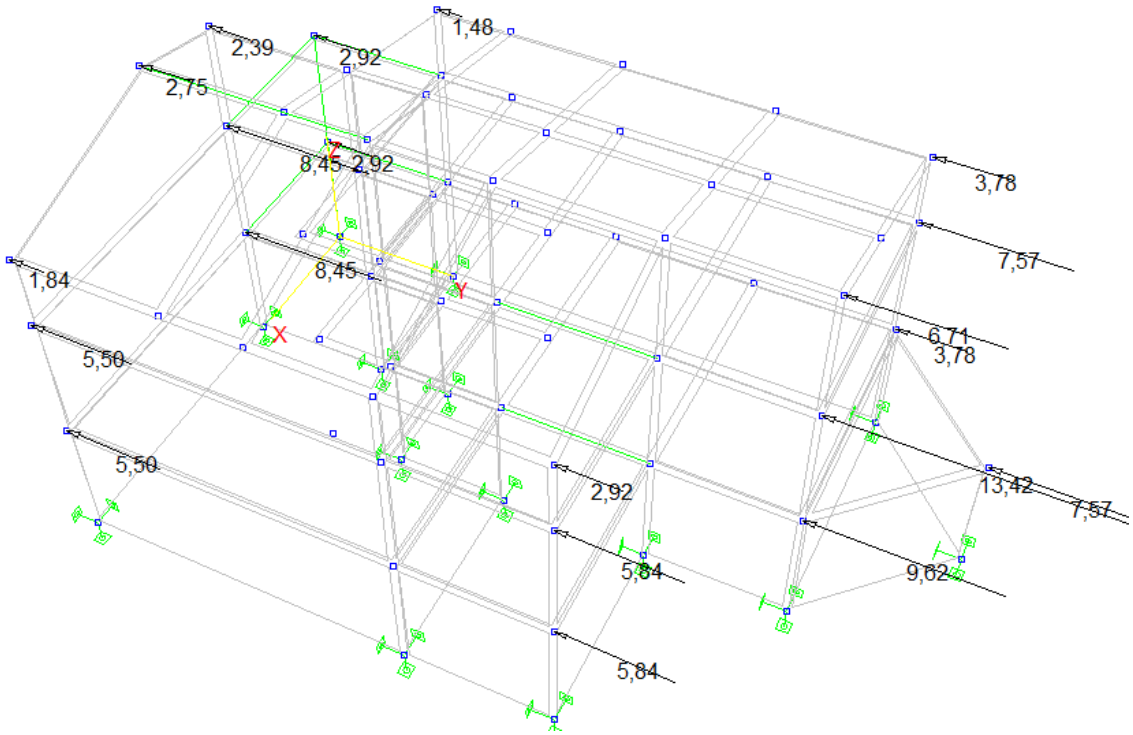
➢ **Y smjer**

Tablica 3.7. Prednja strana

Čvor	Utjecajna površina			Tlak vjetra(kN/m²)	Sila u čvoru(kN)
	Širina(m)	Visina(m)	Površina(m²)		
1	1.31	2.84	3.72	1.016	3.78
2	2.625	2.84	7.46	1.016	7.57
3	3.335	2.84	9.47	1.016	9.62
4	2.025	2.84	5.75	1.016	5.84
5	2.625	2.84	7.46	1.016	7.57
6	4.65	2.84	13.21	1.016	13.42
7	2.025	2.84	5.75	1.016	5.84
8	2.625	1.42	3.73	1.016	3.78
9	4.65	1.42	6.60	1.016	6.71
10	2.025	1.42	2.88	1.016	2.92

Tablica 3.8. Stražnja strana

Čvor	Utjecajna površina			Tlak vjetra(kN/m²)	Sila u čvoru(kN)
	Širina(m)	Visina(m)	Površina(m²)		
1	3.025	2.84	8.59	0.64	5.50
2	4.65	2.84	13.21	0.64	8.45
3	1.625	2.84	4.615	0.64	2.92
4	3.025	2.84	8.59	0.64	5.50
5	4.65	2.84	13.21	0.64	8.45
6	1.625	2.84	4.615	0.64	2.92
7	2.025	1.42	2.88	0.64	1.84
8	3.025	1.42	4.29	0.64	2.75
9	2.625	1.42	3.73	0.64	2.39
10	1.625	1.42	2.31	0.64	1.48



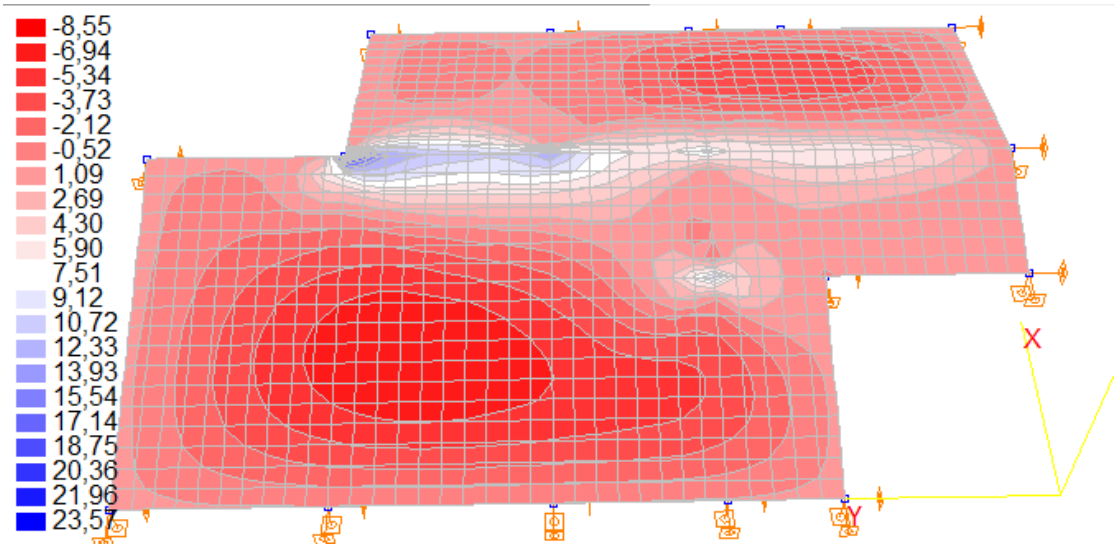
Slika 3.17.Djelovanje vjetra u Y smjeru (sile u kN)

4. PRORAČUN PLOČA POZICIJE 200

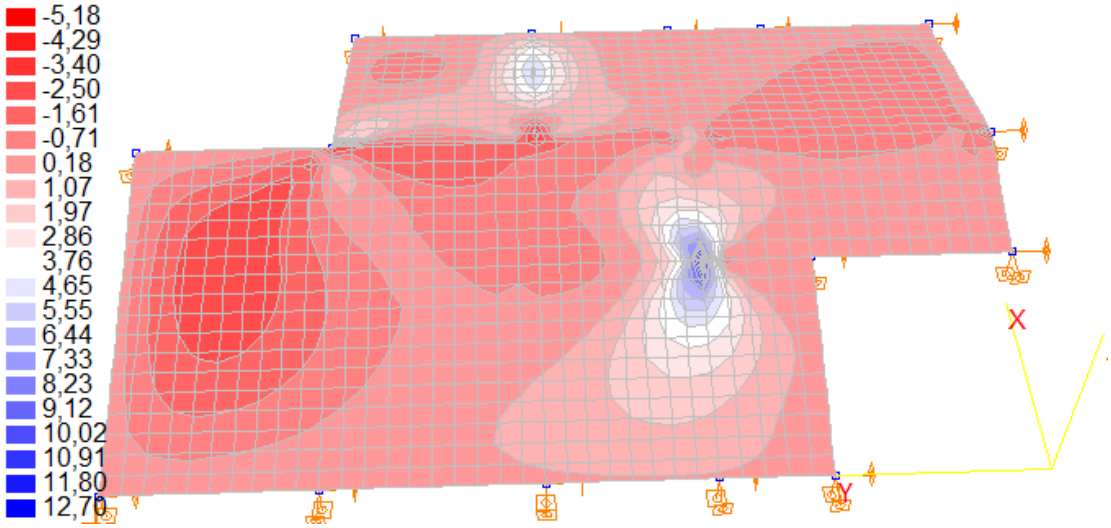
- Proračun reznih sila vršio se kompjuterskim programom *AspalathosLinear*. Prikaz rezultata dan je odvojeno za ploče i grede.

4.1.MOMENTI SAVIJANJA U PLOČI POZICIJE 200

4.1.1. Vlastita težina

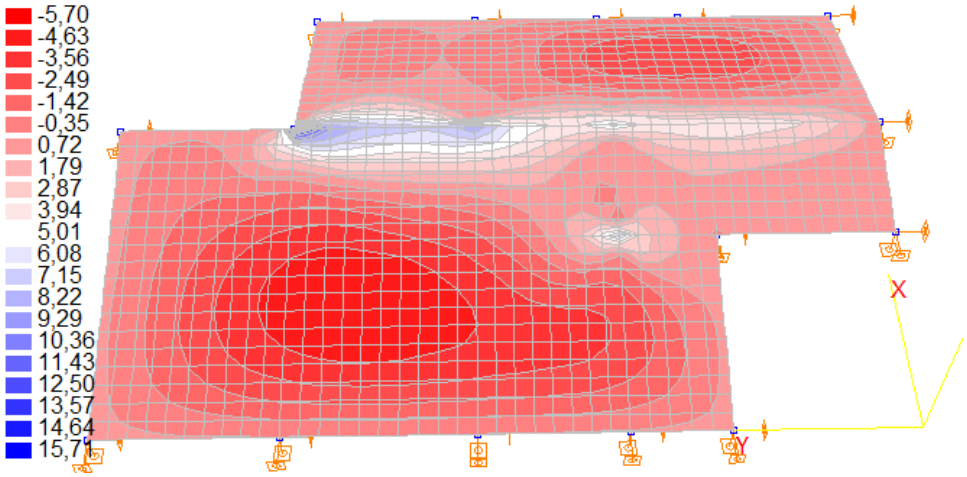


Slika 4.1. Momenti Mx (kNm)

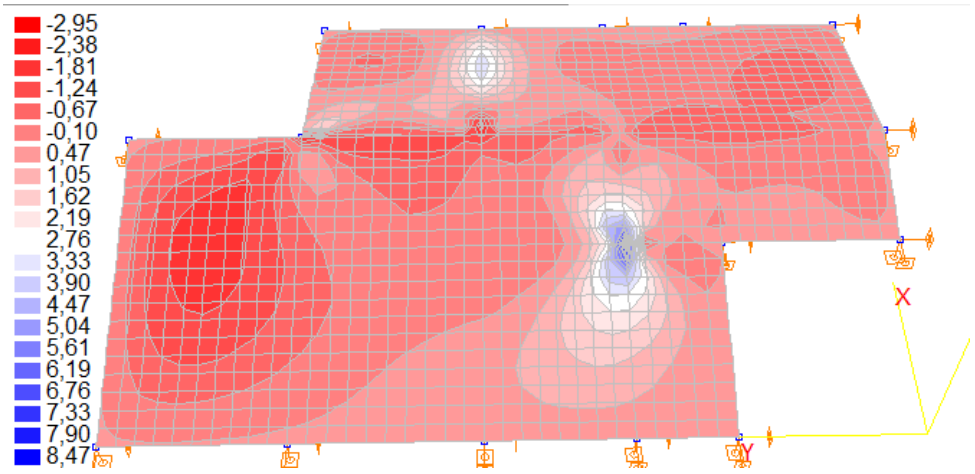


Slika 4.2. Momenti My (kNm)

4.1.2. Dodatno stalno opterećenje

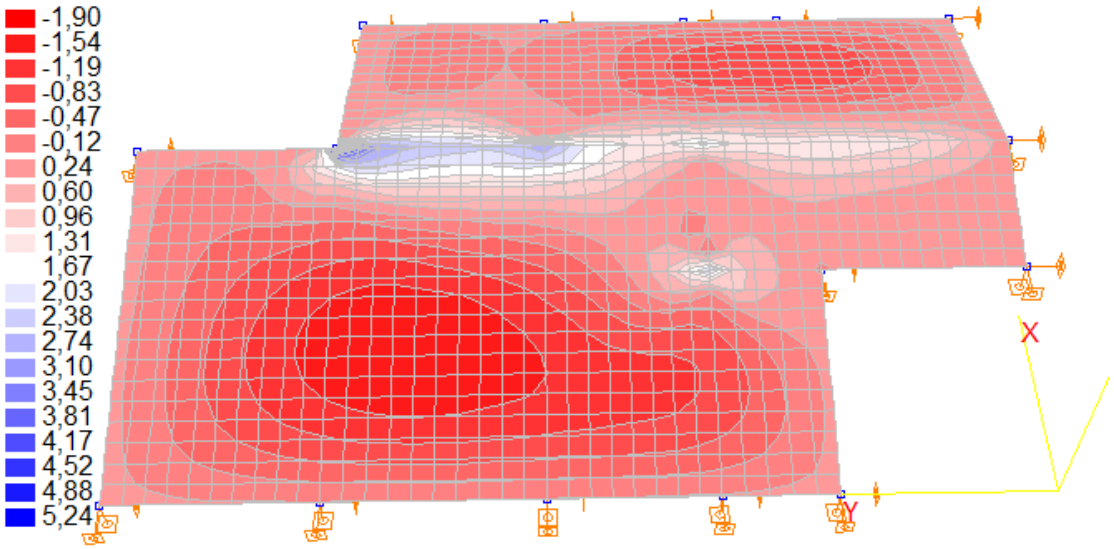


Slika 4.3. Momenti Mx (kNm)

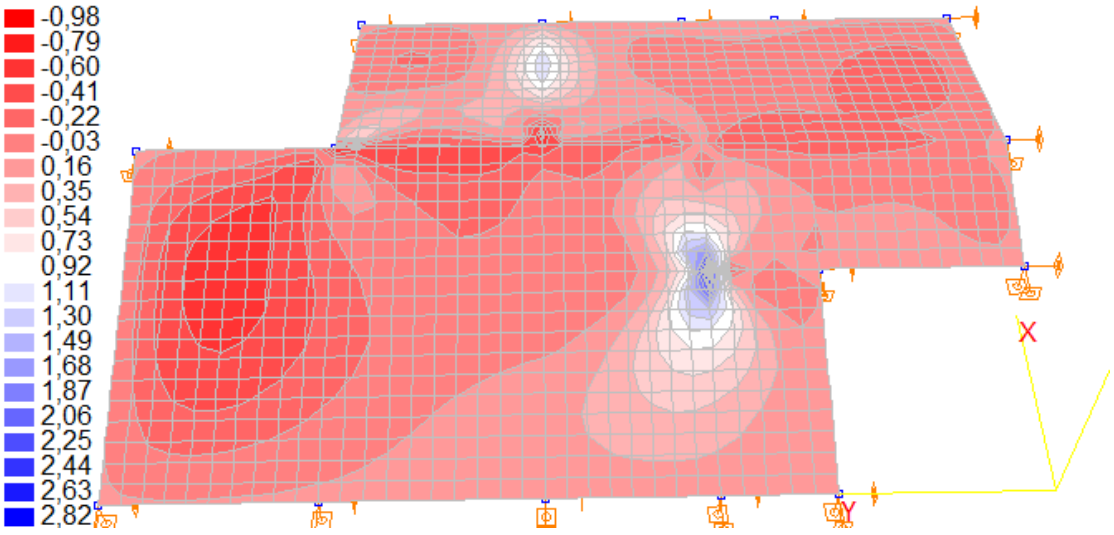


Slika 4.4. Momenti My(kNm)

4.1.3. Uporabno opterećenje



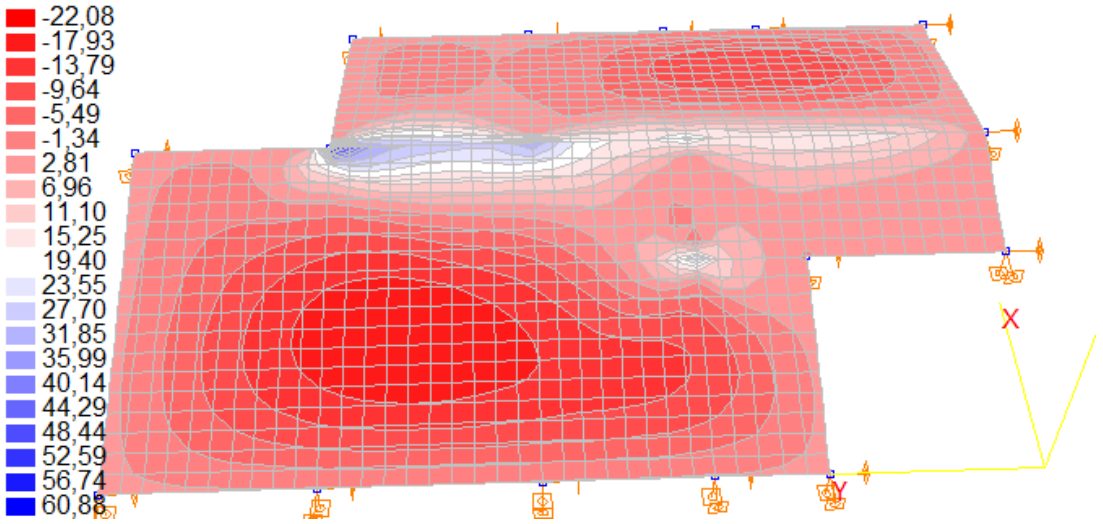
Slika 4.5. Momenti Mx (kNm)



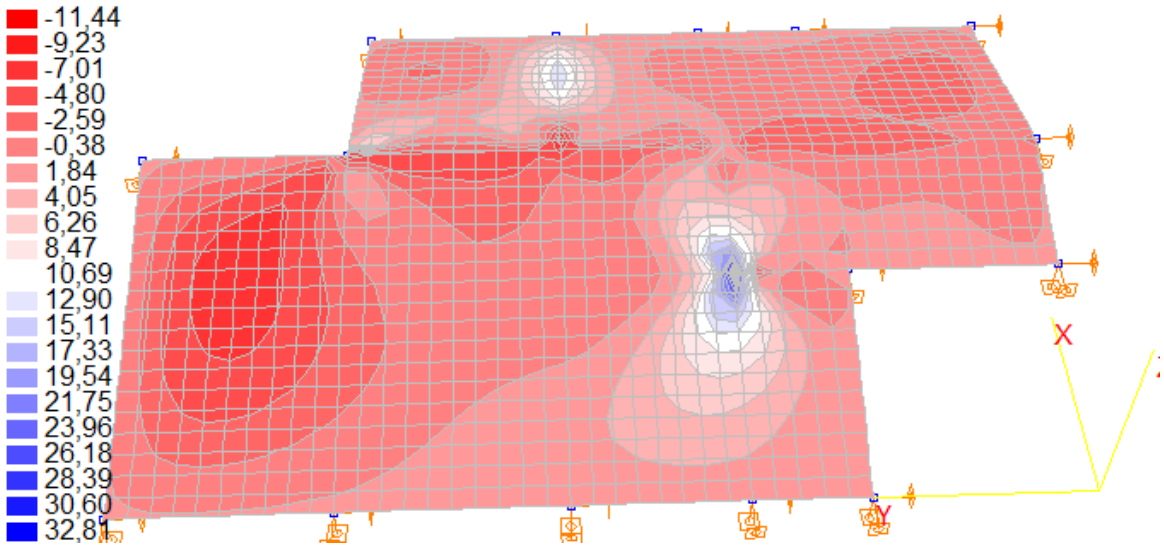
Slika 4.6. Momenti My (kNm)

4.1.4. Granično stanje nosivosti

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



Slika 4.7. Momenti Mx (kNm)



Slika 4.8. Momenti My (kNm)

4.2. **DIMENZIONIRANJE PLOČA POZICIJE 200 (krov)**

BETON: C 30/37;

$f_{ck} = 30{,}0$ MPa =30 N/mm^2 ; γ_c =1.5

$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 30{,}0/1{,}5 = 20{,}00$ MPa = 20.00 N/mm^2 =2,0 kN/cm^2

ARMATURA: B 500 B;

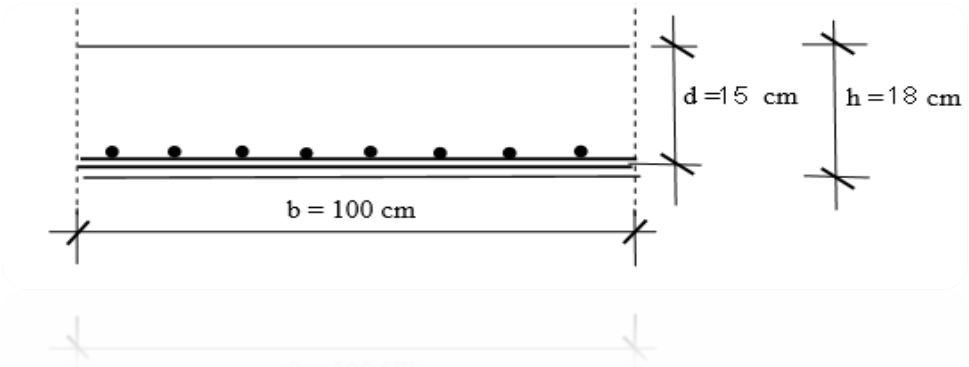
$f_{yk} = 500{,}0$ MPa = 500 N/mm^2 ; γ_s=1,15

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

DEBLJINA PLOČE: h=18 cm

ZAŠTITNI SLOJ: c=3 cm

STATIČKA VISINA PLOČE:



Slika 4.9. Poprečni presjek ploče

$d = h - d_1$

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

c → zaštitni sloj

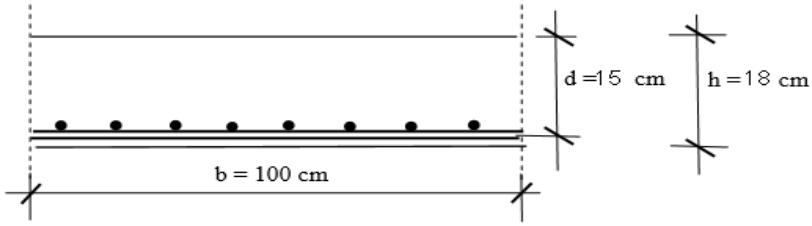
STATIČKA VISINA PLOČE:

d = 18 - 3 = 15cm

Za sve presjeke odabrana je statička visina ploče d=15 cm. Izvršen je proračun armature za kombinaciju :

1.35 × vl.težina + 1.35 × dodatno stalno + 1.5 × uporabno

Ploča – Polje



M_{sd}= 22,08kNm

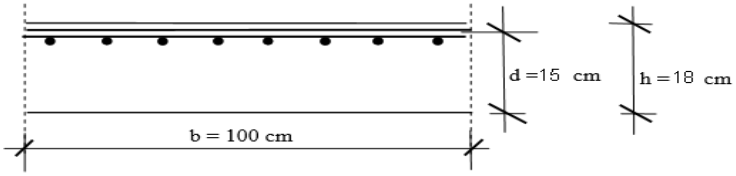
$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b_{eff} \cdot d^2 . f_{cd}} = \frac{2208}{100 * 15^2 * 2,00} = 0,049$$

Očitano: : ε_{s1} = 10,0 ‰ ε_{c2} = 1,4 ‰ ζ = 0,956 ξ = 0,123

$$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2208}{0,956 * 15 * 43,48} = 3,54\ cm^2$$

,ODABRANO: **Q-385**(As =3,85 cm^2)

Ležaj



M_{sd}= 60,88kNm

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b_{eff} \cdot d^2 . f_{cd}} = \frac{6088}{100 \cdot 15^2 \cdot 2,00} = 0,139$$

Očitano: : ε_{s1} = 10,0 ‰ ε_{c2} = 3,1‰ ζ = 0,904 ξ = 0,237

$$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{6088}{0,904 \cdot 15 \cdot 43,48} = 10,34\ cm^2$$

ODABRANO: **R-785** (As = 7,85 cm^2) + 3fi12 (As = 3,39 cm^2/m) = 11,24 cm^2/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/mm2

[$f_{yk} = 500$ N/mm2 za čelik B 500B]

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

[$f_{ctm} = 2{,}9$ N/mm2 za C 40/50]

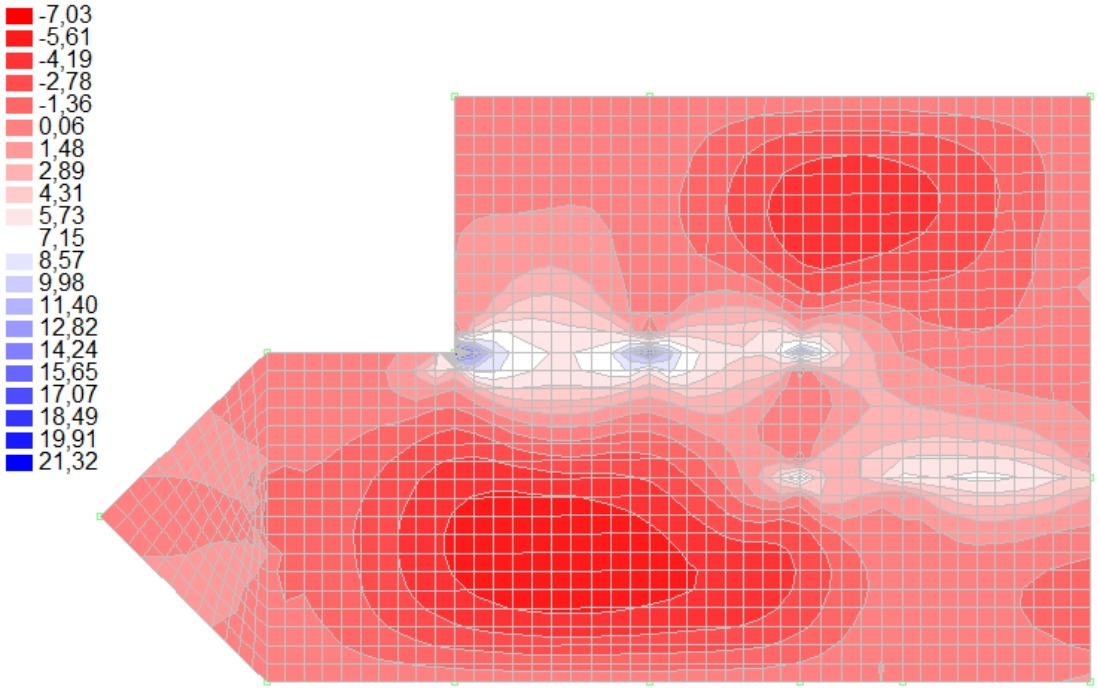
$A_{s1,min} \geq 0{,}26 \cdot 3{,}9 / 500 \cdot 100 \cdot 15{,}0 = 3.04$ cm2 /m

$A_{s1,min} \geq 0{,}0013 \cdot b_t \cdot d = 0{,}0013 \cdot 100 \cdot 15{,}0 = 1{,}95$ cm2 /m

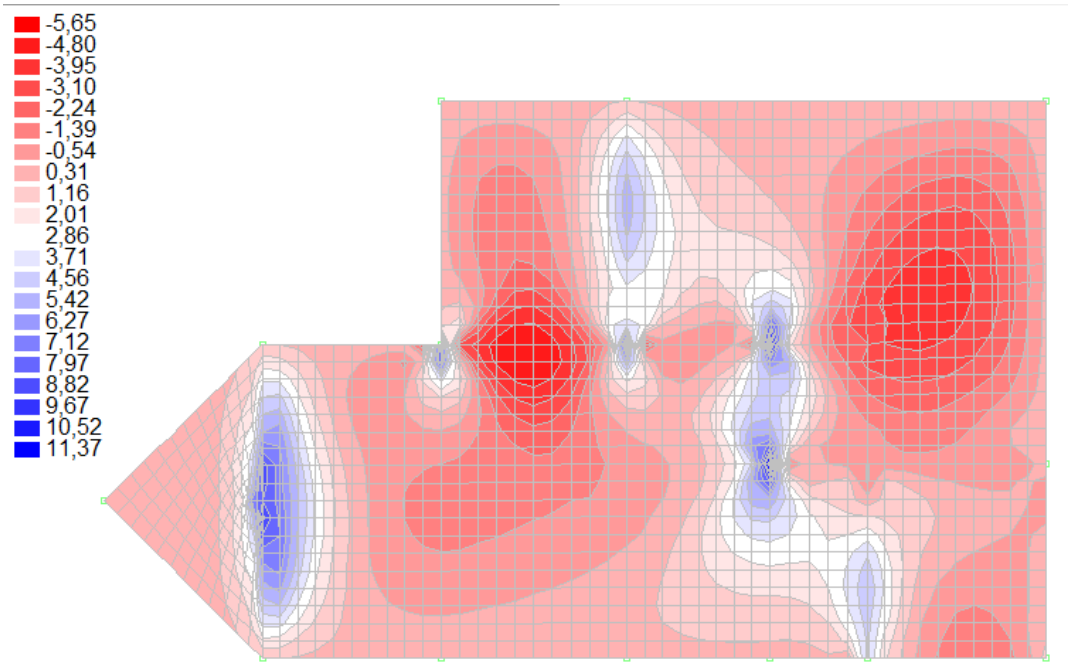
5. PRORAČUN PLOČA POZICIJE 100

5.1.MOMENTI SAVIJANJA U PLOČI POZICIJE 100

5.1.1. Vlastita težina

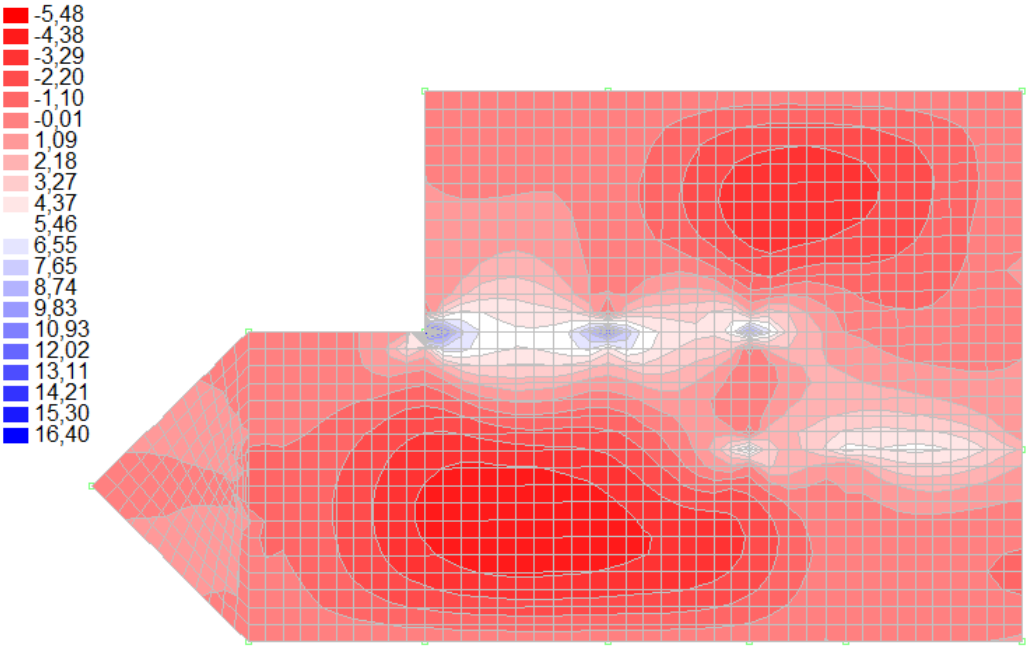


Slika 5.1. Momenti Mx (kNm)

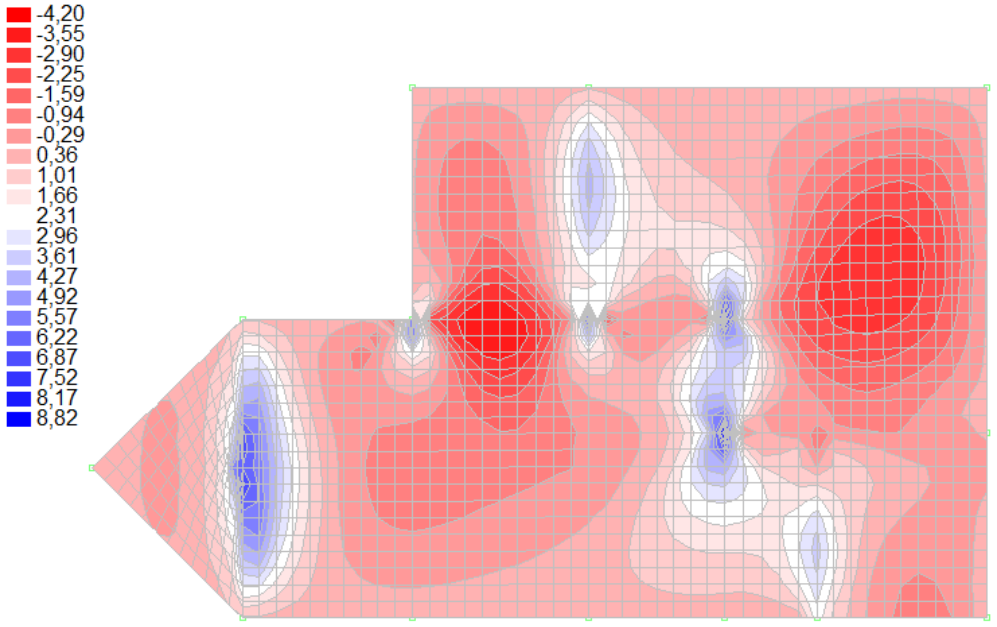


Slika 5.2. Momenti My (kNm)

5.1.2. Dodatno stalno opterećenje

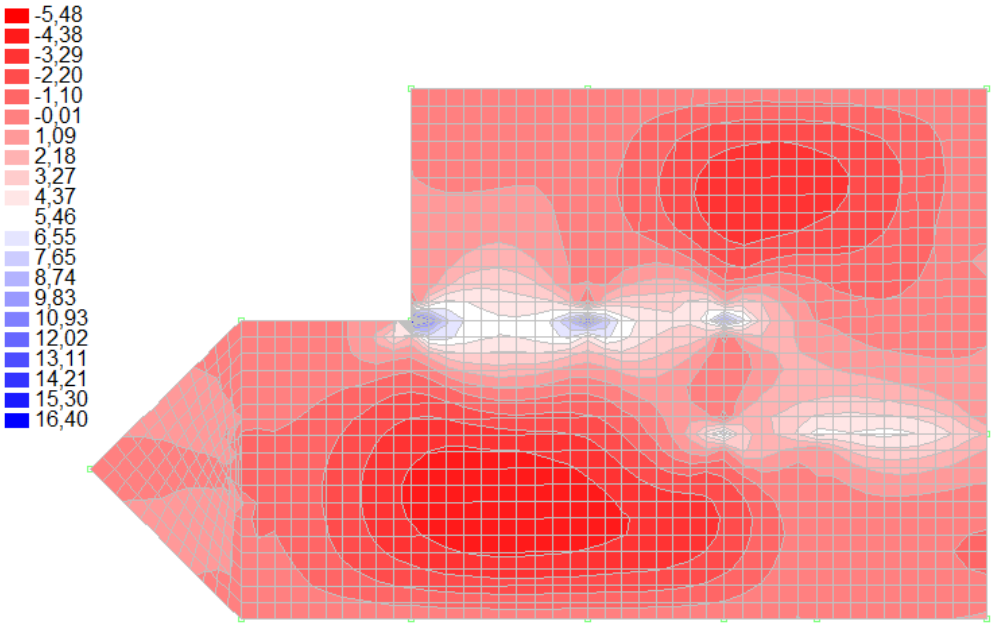


Slika 5.3. Momenti Mx (kNm)

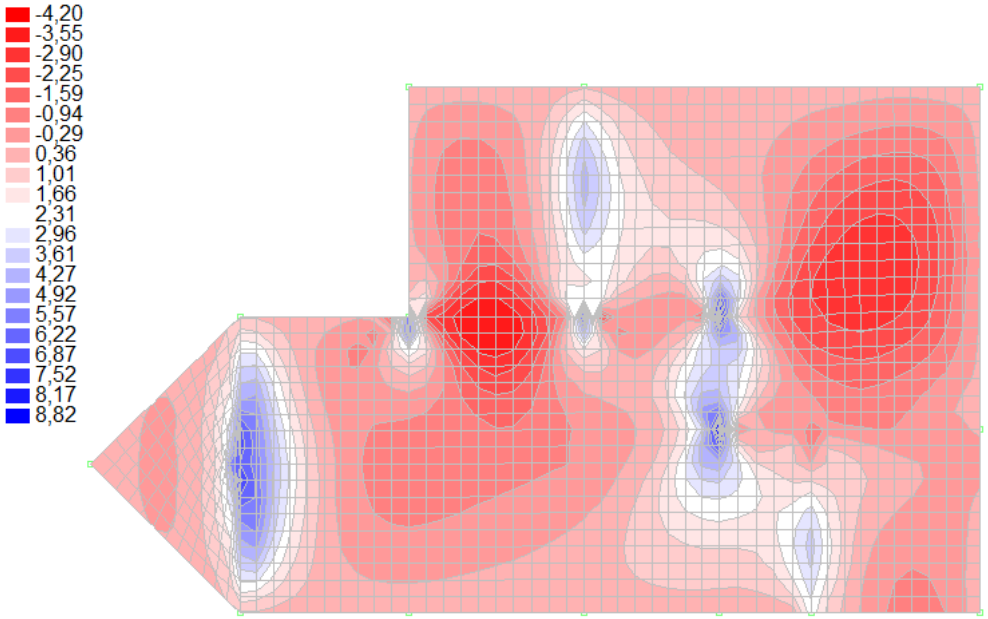


Slika 5.4. Momenti My (kNm)

5.1.3. Uporabno opterećenje



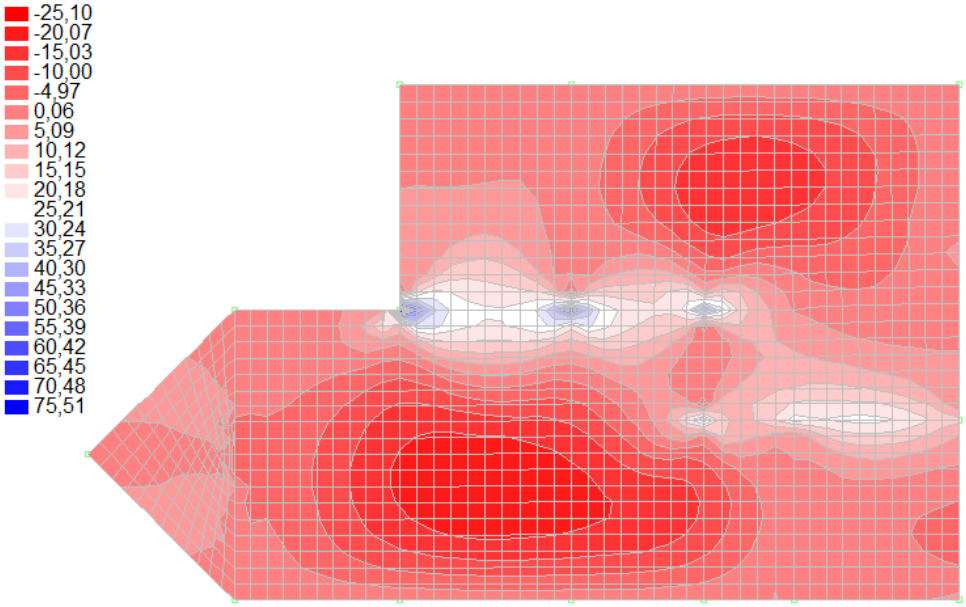
Slika 5.5. Momenti Mx (kNm)



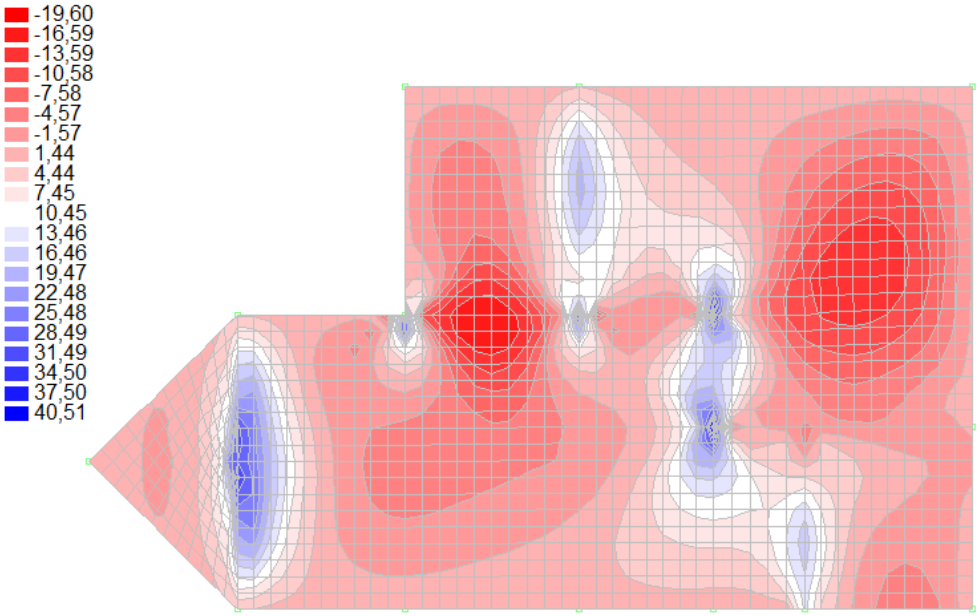
Slika 5.6. Momenti My (kNm)

5.1.4. Granično stanje nosivosti

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



Slika 5.11. Momenti Mx (kNm)



Slika 5.12. Momenti My (kNm)

5.2. **DIMENZIONIRANJE PLOČA POZICIJE 100**

BETON: C 30/37;

$f_{ck} = 30{,}0$ MPa= 30 N/mm^2 ; γ_c=1.5

$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 30{,}0/1{,}5 = 20{,}00$ MPa = 20,00 N/mm^2 = 2,00 kN/cm ^{2}

ARMATURA: B 500 B;

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

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

DEBLJINA PLOČE: h=18 cm

ZAŠTITNI SLOJ: c=2,5 cm

$d = h - d_1$

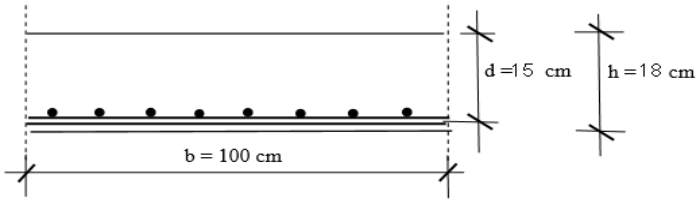
$d_1 = c + \frac{\emptyset}{2} = 2{,}5 + 0{,}5 = 3$ cm

c → zaštitni sloj

STATIČKA VISINA PLOČE:

d = 18 - 3 = 15cm

<u>Ploča – polje</u>



$M_{Ed} = 25{,}10\ kNm/m$

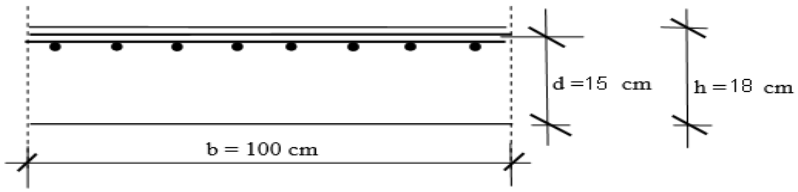
$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2510}{100 \cdot 15^2 \cdot 2.0} = 0.056$$

Očitano: $\varepsilon_{s1} = 10.0$ ‰ $\varepsilon_{c2} = 1.3$ ‰ $\xi = 0.115$ $\zeta = 0.959$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2510}{0.953 \cdot 15 \cdot 43.48} = 4{,}04\, cm^2/m$$

Odabrano za sve ploče: Q-424 (A_s=4,24 cm^2/m)

Ploča - ležaj



$$M_{Ed} = 75.51\,kNm/m$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{7551}{100 \cdot 15^2 \cdot 2.0} = 0.168$$

Moment Med= 75.51 kNm/m na ležajevima djeluje samo u pojedinim točkama. Zato , ćemo od momenta Med= 75.51 kNm/m odvojiti 30 % te s tim momentom ići u dimenzioniranje ležaja , na točkama gdje je moment Med= 75.51 kNm/m i dalje idemo u dimenzioniranje s tom vrijednošću.

75.51 – (75.51 * 30/100) = 75.51 -22.65 = 52.86

$$M_{Ed1} = 52.86\,kNm/m$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{5286}{100 \cdot 15^2 \cdot 2.0} = 0.117$$

Očitano: $\varepsilon_{s1} = 10.0\,‰ \quad \varepsilon_{c2} = 2.6\,‰ \quad \xi = 0.206 \quad \zeta = 0.919$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{5286}{0.919 \cdot 15 \cdot 43.48} = 8.82\,cm^2/m$$

Odabrano : R-785 + 2fi10 = 7.85 + 1.57 = 9.42cm^2/m

$$M_{Ed2} = 22{,}65\,kNm/m$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2265}{100 \cdot 15^2 \cdot 2.0} = 0.050$$

Očitano: $\varepsilon_{s1} = 10.0\,‰ \quad \varepsilon_{c2} = 1.4\,‰ \quad \xi = 0.123 \quad \zeta = 0.956$

$$A_{s2} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2265}{0.956 \cdot 15 \cdot 43.48} = 3.63\,cm^2/m$$

Odabrano : 4fi12 = 4.52cm^2/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/mm2

[f_{yk} = 500 N/mm2 za čelik B 500B]

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

[f_{ctm} = 2.9 N/mm2 za C 30/37]

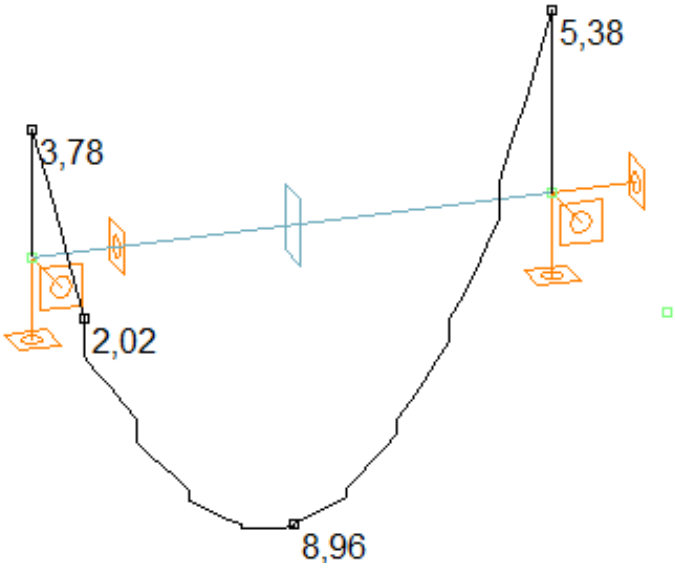
$A_{s1,min} \geq 0{,}26 \cdot 2.9 / 500 \cdot 100 \cdot 15{,}0 = 2.26$ cm2 /m

$A_{s1,min} \geq 0{,}0013 \cdot b_t \cdot d = 0{,}0013 \cdot 100 \cdot 15{,}0 = 1{,}95$ cm2 /m

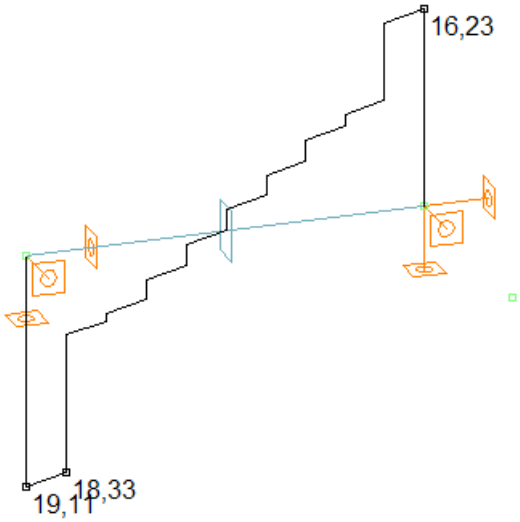
6. PRORAČUN GREDNOG NOSAČA POZICIJE 100

6.1. MOMENTI SAVIJANJA I POPREČNE SILE GREDE POZICIJE 100

6.1.1. Vlastita težina

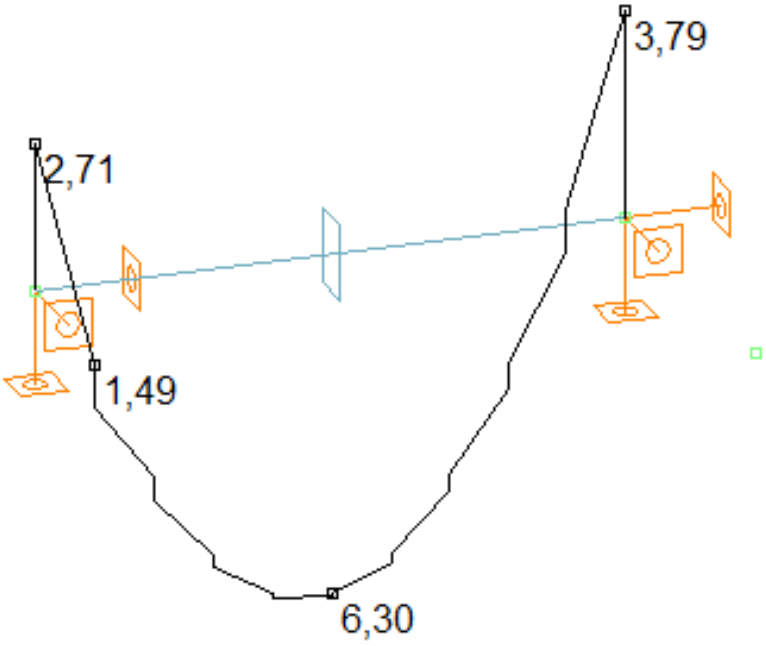


Slika 6.1. Momenti Mz (kNm)

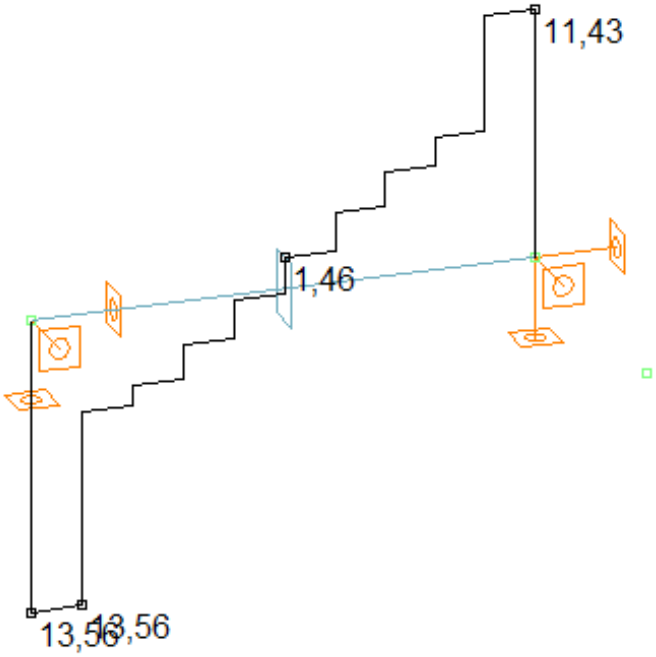


Slika 6.2. Poprečne sile Vy (kN)

6.1.2. Dodatno stalno opterećenje

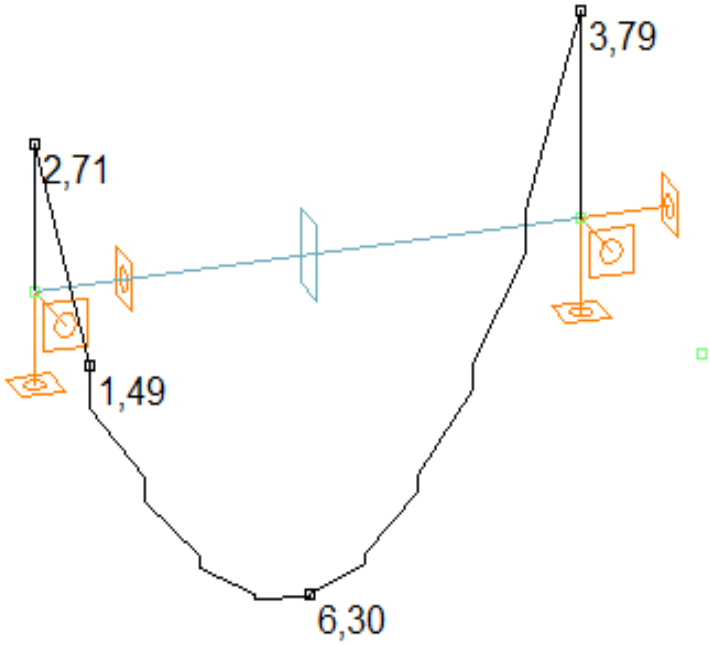


Slika 6.3. Momenti Mz (kNm)

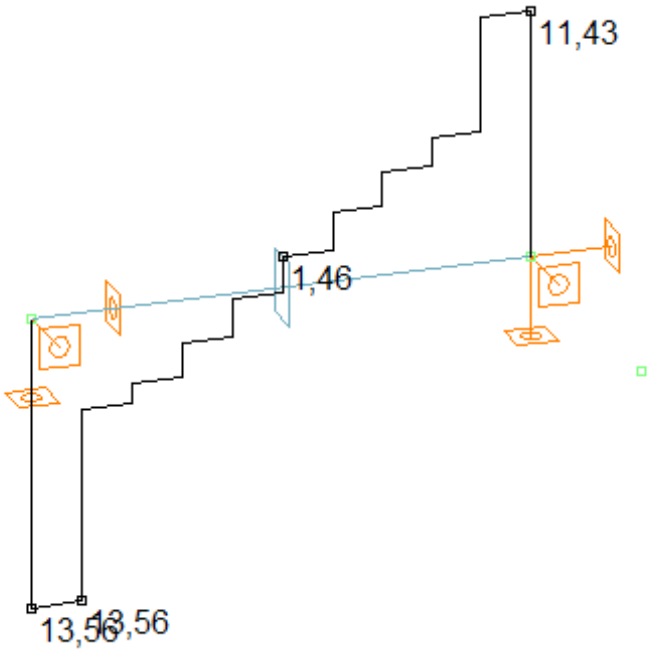


Slika 6.4. Poprečne sile Vy (kN)

6.1.3. Uporabno opterećenje



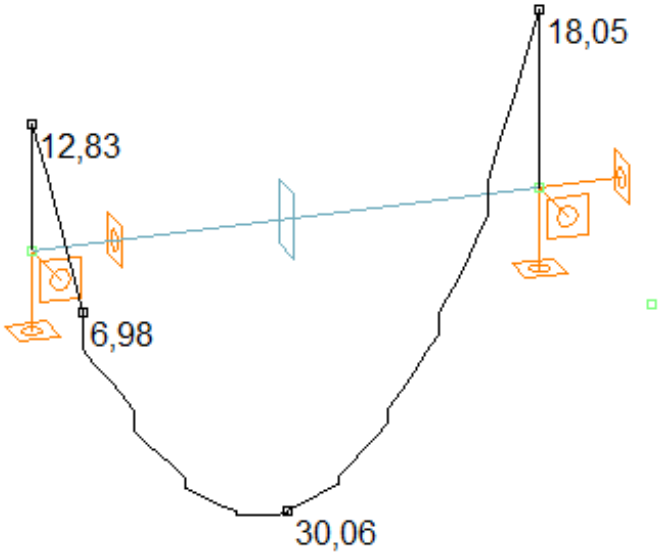
Slika 6.5. Momenti Mz (kNm)



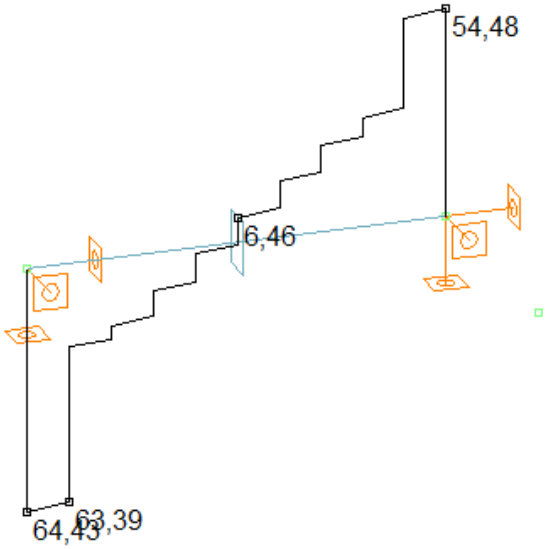
Slika 6.6. Poprečne sile Vy (kN)

6.1.4. Granično stanje nosivosti

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



Slika 6.7. Momenti Mz (kNm)



Slika 6.8. Poprečne sile Vy (kN)

6.2.**DIMENZIONIRANJE NA MOMENT SAVIJANJA**

BETON: C 40/50;

$f_{ck} = 30{,}0$ MPa= 30 N/mm^2 ; γ_c=1.5

$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 30{,}0/1{,}5 = 20{,}0$ MPa = 20.00 N/mm^2 = 2,00 kN/cm ^{2}

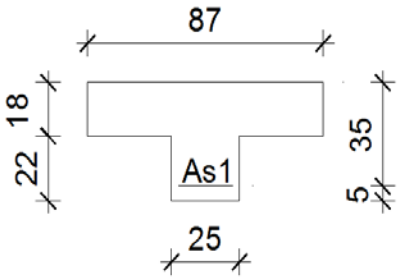
ARMATURA: B 500 B;

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

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

Polje :

Utjecajna širina: $b_{eff} = b_0 + \frac{l_0}{5} \Rightarrow b_{eff} = 25 + \frac{310}{5} = 87\ cm$



$d_1 = 5cm$

$d = h - d_1 = 40 - 5 = 35cm$

$M_{Ed} = 30.05\ kNm$

$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3005}{87 \cdot 35^2 \cdot 2.0} = 0.015$

Očitano:

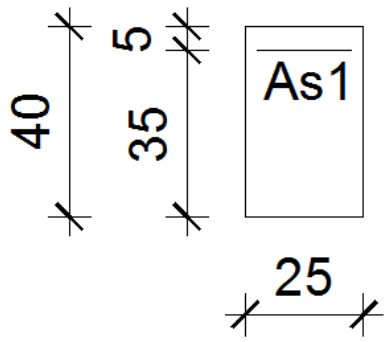
$\varepsilon_{s1} = 10.0\ ‰ \quad \varepsilon_{c2} = 0.7‰ \quad \xi = 0.065 \quad \zeta = 0.977$

$x = \xi \cdot d = 0.065 \cdot 35 = 2.28\ cm < h_{pl} = 18cm$

$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3005}{0.977 \cdot 35 \cdot 43.48} = 2.02\ cm^2$

Odabrano 3Ø10 (As=2.36 cm^2)

Ležaj:



$d_1 = 5cm$

$d = h - d_1 = 40 - 5 = 35cm$

$M_{Ed} = 18.05\ kNm$

$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1805}{25 \cdot 35^2 \cdot 2.0} = 0.029$

Očitano:

$\varepsilon_{s1} = 10.0\ ‰ \quad \varepsilon_{c2} = 1.0‰ \quad \xi = 0.091 \quad \zeta = 0.968$

$x = \xi \cdot d = 0.091 \cdot 35 = 3.185\ cm$

$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1805}{0.968 \cdot 35 \cdot 43.48} = 1.22\ cm^2$

Odabrano 3Ø8 (As=1.51 cm^2)

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/mm2

[$f_{yk} = 500$ N/mm2 za čelik B 500B]

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

[$f_{ctm} = 2.9$ N/mm2 za C 30/37]

$A_{s1,min} \geq 0{,}26 \cdot 2.9 / 500 \cdot 25 \cdot 35 = 1.31$ cm2

$A_{s1,min} \geq 0{,}0013 \cdot b_t \cdot d = 0{,}0013 \cdot 25 \cdot 35 = 1.13$ cm2

Maksimalna armatura:

$A_{s1,max} = 0.04 \cdot A_c = 0.04 \cdot 25 \cdot 40 = 40$ cm2

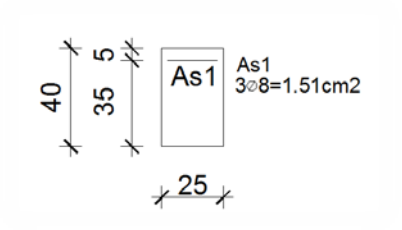
6.3.**DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU**

Ležaj

C 30/37

V_{Ed} =64.43kN

N_{Ed}=0.0 kN



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

$$b_w = 25\,cm \quad ; \quad d = 35\,cm$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{350}} = 1.76 \le 2$$

$$k_1 = 0.15$$

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

$$\Sigma A_s = 3\phi 10 + 3\phi 8 = 1.51cm^2 + 2.36cm^2$$

$$\rho_l = \frac{\Sigma A_s}{A_c} = \frac{3.87}{25 \cdot 35} = \frac{3.87}{875} = 0.004$$

$$C_{Rdc} = \frac{0.18}{\gamma_c} = \frac{0.18}{1.5} = 0.12$$

$$V_{Rdc} = \left[0.12 \cdot 1.76 \cdot (100 \cdot 0.004 \cdot 30)^{\frac{1}{3}} \right] \cdot 250 \cdot 350 = 42.31kN$$

$$V_{Rdc} \ge \left[\nu_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$$

$$\nu_{\min} = 0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}{}^{\frac{1}{2}} = 0.035 \cdot 1.76^{\frac{3}{2}} \cdot 30^{\frac{1}{2}} = 0.448$$

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

$$V_{Rdc} \ge \nu_{\min} \cdot b_w \cdot d = 0.448 \cdot 250 \cdot 350 = 42kN \le V_{Ed}$$

$$V_{Ed,\max} = V_{Ed} = 64.43kN$$

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

$$\nu = 0.6 \cdot \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0.6 \cdot \left[1 - \frac{30}{250} \right] = 0.528$$

$$V_{Rd,\max} = 0.5 \cdot 0.528 \cdot 250 \cdot 350 \cdot 20.0 = 462kN > V_{Ed,\max} = V_{Ed}$$

$$V_{Ed,\max} / V_{Rd,\max} = 64.43 / 462 = 0.140 \Rightarrow V_{Ed} = 0.140 V_{Rd,\max}$$

$$s_{\max} = \min\{0.55 \cdot d; 30\} = \min\{19.25; 30\} \Rightarrow s_{\max} = 30.0cm$$

$$\rho_{\min} = 0.0011$$

Površina minimalne armature:

$$A_{sw,\min} = \frac{\rho_{\min} \cdot s_w \cdot b_w}{m} = \frac{0.0011 \cdot 30 \cdot 25}{2} = 0.413cm^2$$

Odabrane minimalne spone: **Ø10/30** (A_{sw}=0.79 cm^2)

$$f_{yw,d} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}; B500B \Rightarrow f_{ywd} = \frac{500}{1.15} = 434.8MPa = 43.48kN / cm^2$$

$$V_{Rd} = V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot ctg\theta = \frac{0.79}{30} \cdot (0.9 \cdot 40) \cdot 43.48 \cdot 2 \cdot 1 = 82.43kl$$

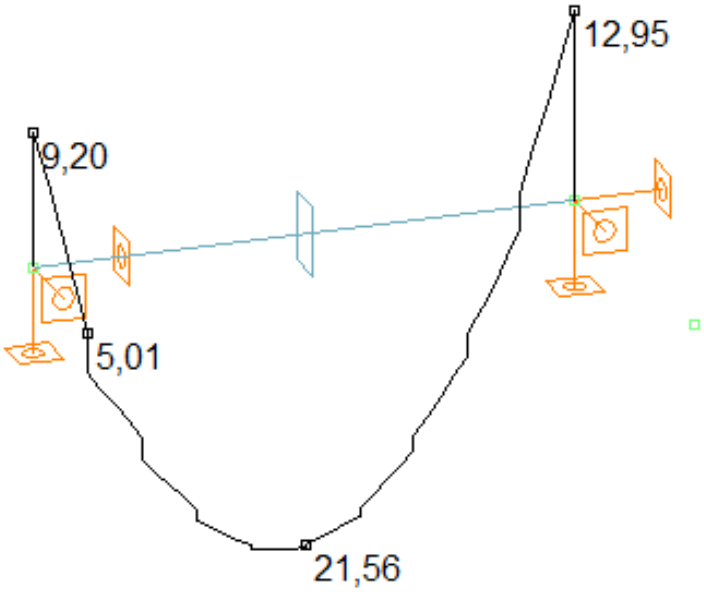
$$V_{Ed} \lhd V_{Rd}$$

Vidimo da i na mjestu maksimalne poprečne sile zadovoljavaju minimalne poprečne spone !

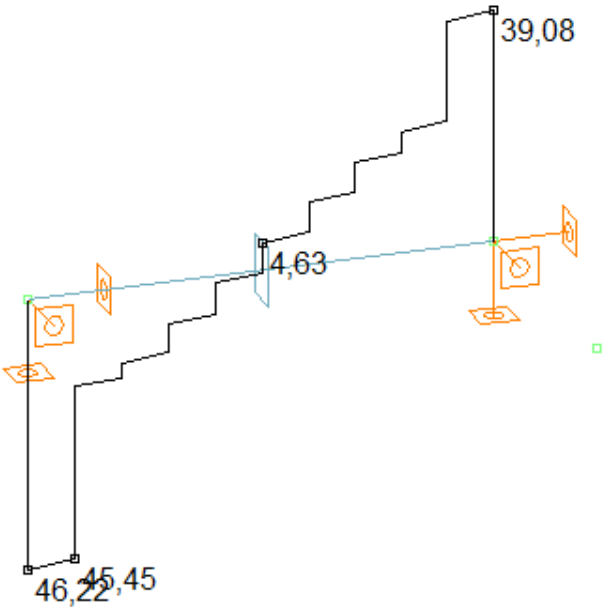
Postaviti spone **Ø10/30**(A_{sw}=0.79 cm^2) cijelom dužinom grede .

6.4.**KONTROLA PUKOTINA GREDE POZICIJE 100**

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



Slika 6.9.Moment (kNm)



Slika 6.10.Poprečna sila (kN)

Polje :

M_{Ed} = 21.56kNm

Prognoza širine pukotine:

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

Proračun srednje deformacije armature:

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

A_{s1} = 3Ø10 = 2.36 cm^2

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

E_s = 200.0 GPa = 200000.0 MPa – modul elastičnosti armature

$f_{ctm} = 2{,}9$ MPa - za betone klase C 30/37

$k_t = 0.4$ - dugotrajno opterećenje

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

$x = \frac{\alpha_e \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left(-1 + \sqrt{\frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_e \cdot A_{s1}}}\right) = \frac{5.71 \cdot 2.36}{25} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 25 \cdot 35}{5.71 \cdot 2.36}}\right) = 5.63$ cm

$\sigma_s = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{Ed}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_{s1}} = \frac{2156}{\left(35 - \frac{5.63}{3}\right) \cdot 2.36}$ =27.58 kN /cm^2 =275.80MPa

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_{s1}}{A_{c,eff}} = \frac{A_{s1}}{b \cdot 2.5 \cdot d_1} = \frac{2.36}{25 \cdot 2.5 \cdot 5.0} = 0.0076$$

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = \frac{275.8 - 0.4 \cdot \frac{2.9}{0.0076} \cdot (1 + 5.71 \cdot 0.0076)}{200000} \geq 0.6 \cdot \frac{275.80}{200000}$$

$$\frac{116.54}{200000} > \frac{165.48}{200000}$$

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0.00059$$

Neće doći do pojave pukotina.

Ležaj:

M_{Ed} = 12.95kNm

Prognoza širine pukotine:

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

Proračun srednje deformacije armature:

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

A_{s1} = 3Ø8 =1.51 cm^2

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

E_s = 200.0 GPa = 200000.0 MPa – modul elastičnosti armature

$f_{ctm} = 2.9$ MPa - za betone klase C 30/37

$k_t = 0.4$ - dugotrajno opterećenje

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

$$x = \frac{\alpha_e \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left(-1 + \sqrt{\frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_e \cdot A_{s1}}}\right) = \frac{5.71 \cdot 1.51}{25} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 25 \cdot 35}{5.71 \cdot 1.51}}\right) = 4.59 \text{ cm}$$

$$\sigma_s = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{Ed}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_{s1}} = \frac{1295}{\left(35 - \frac{4.59}{3}\right) \cdot 1.51} = 25.62 \text{ kN/cm}^2 = 256.20 \text{Mpa}$$

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_{s1}}{A_{c,eff}} = \frac{1.51}{b \cdot 2.5 \cdot d_1} = \frac{1.51}{25 \cdot 2.5 \cdot 5.0} = 0.0048$$

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = \frac{256.2 - 0.4 \cdot \frac{2.9}{0.0048} \cdot (1 + 5.71 \cdot 0.0048)}{200000} \geq 0.6 \cdot \frac{256.2}{200000}$$

$$\frac{7.91}{200000} > \frac{153.72}{200000}$$

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0.000040$$

Neće doći do pojave pukotina.

Ostale grede na poziciji 100 i 200 armirati će se istom armaturom kao i ova greda jer su istih dimenzija 25x40 , 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 :

Granični progib:

$$v_{\lim} = \frac{L}{250} = \frac{310}{250} = 1.24\,cm$$

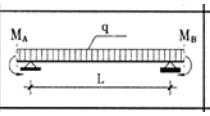
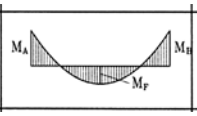
Beton: C 30/37; f_{ck}=30.0 MPa

$$E_{cm} = 35000MPa$$

$$f_{ctm} = 0.3 \cdot \left(f_{ck}\right)^{2/3} = 0.3 \cdot (30)^{2/3} = 2.9\ MPa$$

Čelik: B500B ; E_s= 200.0 GPa

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

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

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

$$\beta = \left|M_A + M_B\right| / \left|M_F\right| = \left|9.2 + 12.95\right| / \left|21.56\right| = 1.03$$

$$k = \frac{5}{48} \cdot \left(1 - 0.1 \cdot \beta\right) = 0.104 \cdot \left(1 - 0.1 \cdot 1.03\right) = 0.0933$$

Progib homogenog presjeka:

$A_{s1} = 3\varnothing 10 = 2.36\ cm^2$

$A_{s1} = 3\varnothing 8 = 1.51\ cm^2$

$$I_I = \frac{bh^3}{12} + \alpha_{eI} \cdot \left[A_{s1} \cdot \left(\frac{h}{2} - d_2 \right)^2 + A_{s2} \cdot \left(\frac{h}{2} - d_1 \right)^2 \right]$$

$$= \frac{25 \cdot 40^3}{12} + 5.71 \cdot \left[2.36 \cdot \left(\frac{40}{2} - 5 \right)^2 + 1.51 \cdot \left(\frac{40}{2} - 5 \right)^2 \right] =$$

$$= 138305.32\ cm^4$$

$$E_{c,eff} = E_{cm} = 35.0\ GN/m^2 = 3500.0\ kN/cm^2$$

$$\frac{1}{r_I} = \frac{M_{Ed}}{E_{c,eff} \cdot I_I} = \frac{2156}{3500 \cdot 138305.32} = 0.00000445\ \frac{1}{cm}$$

Progib potpuno raspucanog presjeka:

$x = 5.63\ cm$ (izračunato kod pukotina)

$$I_{II} = \frac{bx^3}{12} + bx \cdot \left(\frac{x}{2} \right)^2 + \alpha_{eI} \cdot \left[A_{s1} \cdot (d - x)^2 + A_{s2} \cdot (x - d_2)^2 \right]$$

$$= \frac{25 \cdot 5.63^3}{12} + (20 \cdot 5.63) \cdot \left(\frac{5.63}{2} \right)^2 + 5.71 \cdot \left[2.36 \cdot (35 - 5.63)^2 + 1.51 \cdot (5.63 - 5)^2 \right]$$

$$= 12915.24 cm^4$$

$$\frac{1}{r_{II}} = \frac{M_{Ed}}{E_{c,eff} \cdot I_{II}} = \frac{2156}{3500 \cdot 12915.24} = 0.0000477\ \frac{1}{cm}$$

$\sigma_s = 275.8MPa$

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

$$M_{cr} = f_{ctm} \cdot W = f_{ctm} \cdot \frac{b \cdot h^2}{6} = 0.29 \cdot \frac{25 \cdot 40^2}{6} = 1933.33kNcm$$

$$\sigma_{sr} = \frac{1933.33}{(35 - \frac{5.63}{3}) \cdot 2.36} = 24.73 \frac{kN}{cm^2} = 247.30MPa$$

$\beta_1 = 1.0$ - Rebrasta armatura

$\beta_2 = 0.5$ - Dugotrajno opterećenje

$$\zeta = 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 = 1 - 1.0 \cdot 0.5 \cdot \left(\frac{247.30}{275.80} \right)^2 = 0.598$$

$$\frac{1}{r_I} = 0.00000445 \frac{1}{cm}$$

$$\frac{1}{r_{II}} = 0.0000477 \frac{1}{cm}$$

$$\frac{1}{r_m} = (1 - \zeta) \cdot \frac{1}{r_I} + \zeta \cdot \frac{1}{r_{II}} = (1 - 0.598) \cdot 0.00000445 + 0.598 \cdot 0.0000477 = 0.000030 \frac{1}{cm}$$

$k = 0.0933$

$L = 310.0\ cm$

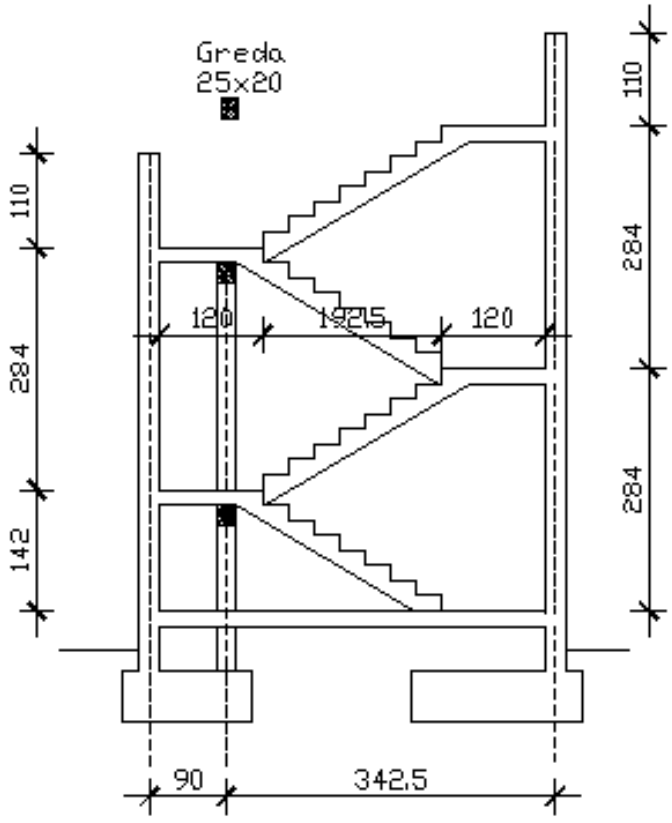
$$v_{tot,t=0} = k \cdot L^2 \cdot \frac{1}{r_{tot}} = 0.0933 \cdot 310^2 \cdot 0.000030 = 0.27\ cm < v_{\lim} = 1.24cm$$

Greda zadovoljava !

7. PRORAČUN STUBIŠTA

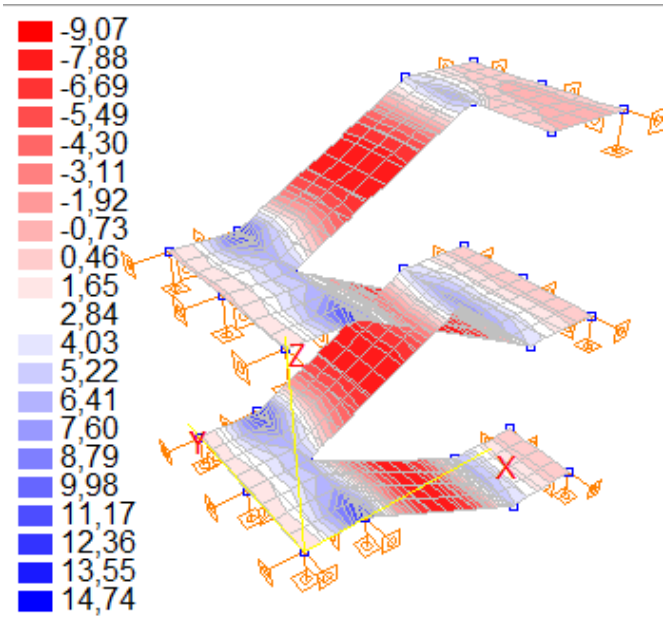
7.1.**MJERODAVNE REZNE SILE**

- Stubište je u ovom objektu predstavljeno kao zaseban objekt. Proračunavanje momenata na stubištu vršit će se kompjuterski kao i dosada programom Aspalathos.

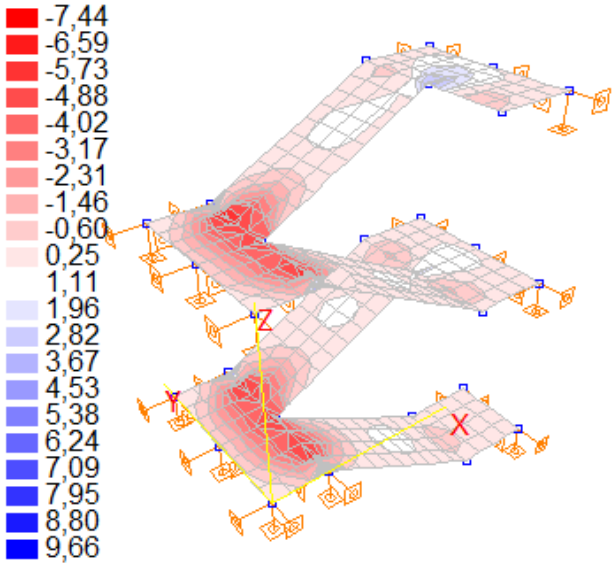


Slika 8.1. Poprečni presjek stubišta

Slika 8.2. Prikaz momenata Mx (GSN)

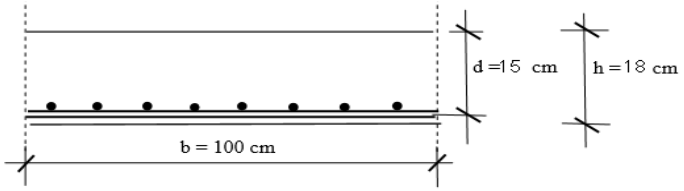


Slika 8.3. Prikaz momenata My (GSN)



7.2. **DIMENZIONIRANJE STUBIŠTA**

Polje



$M_{Ed} = 9{,}07\ kNm/m$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{907}{100 \cdot 15^2 \cdot 2.0} = 0.020$$

Očitano: $\varepsilon_{s1} = 10.0\ ‰ \quad \varepsilon_{c2} = 0.8\ ‰ \quad \xi = 0.074 \quad \zeta = 0.974$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{907}{0.974 \cdot 15 \cdot 43.48} = 1{,}42\ cm^2/m$$

Odabrana mreža: **Q-166** - As = 1,66 cm^2/m

Ležaj

$M_{Ed} = 14{,}74\ kNm/m$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1474}{100 \cdot 15^2 \cdot 2.0} = 0.033$$

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

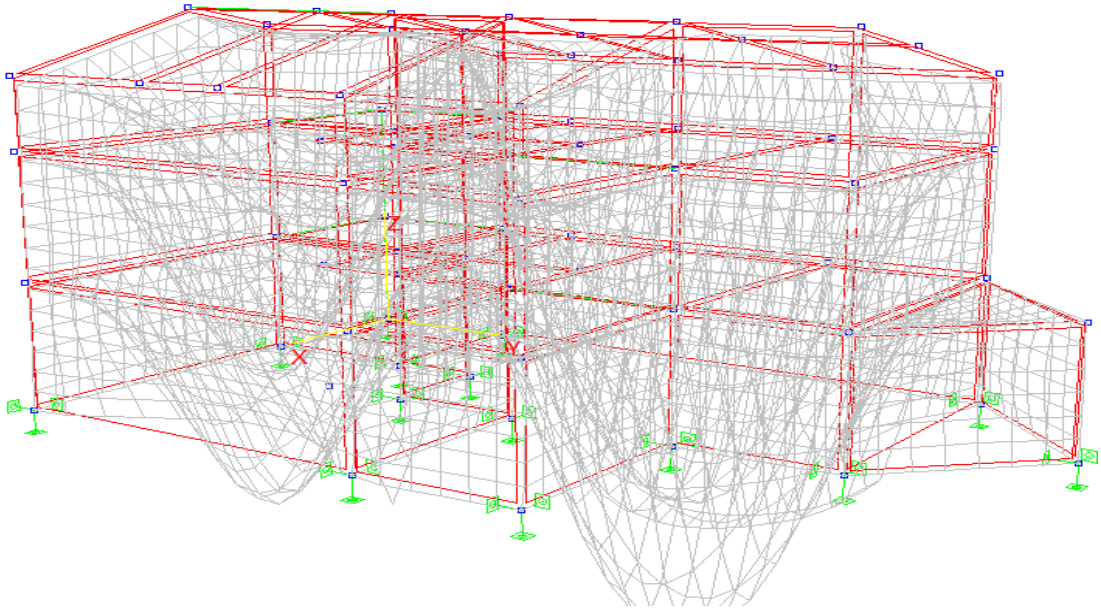
$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1474}{0.965 \cdot 15 \cdot 43.48} = 2.34\ cm^2/m$$

Odabrana armatura:**R-257** - As = 2,57 cm^2/m

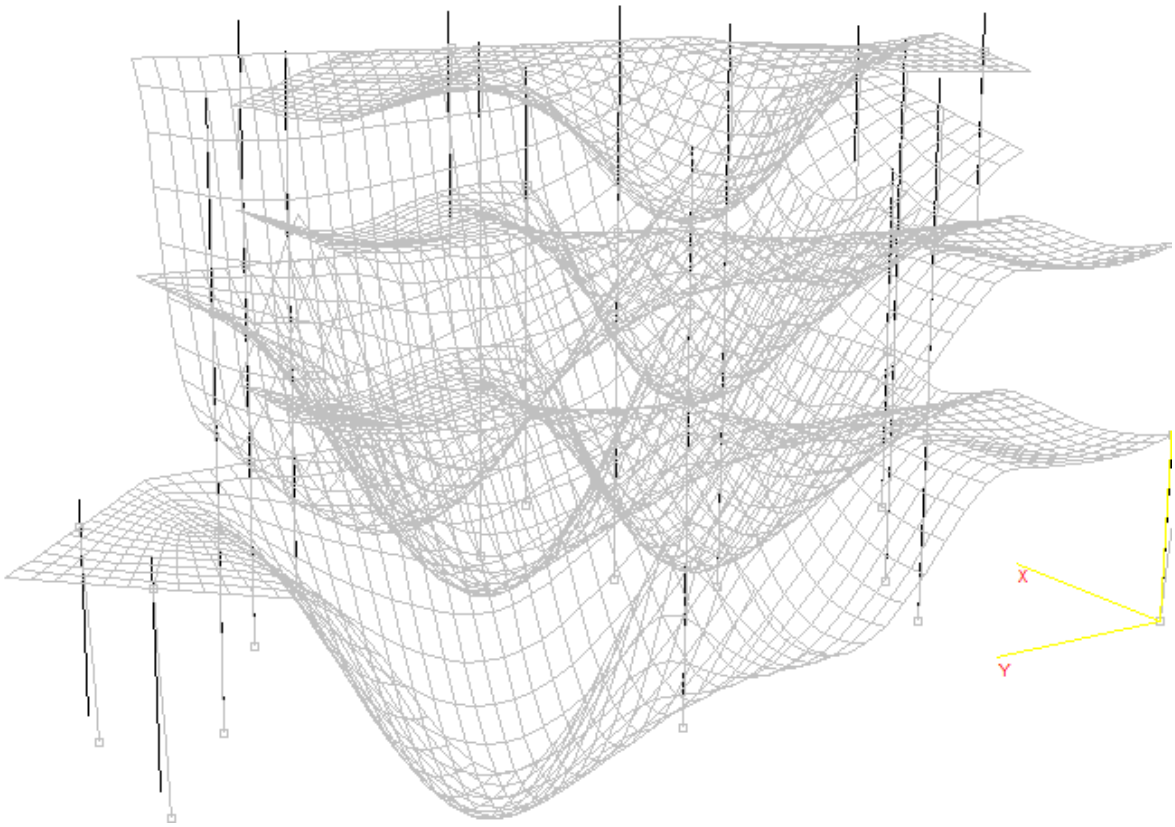
8. PRORAČUN ZIDOVA

8.1.**POMACI**

8.1.1. Prostorni model



8.1.2 Štapni model



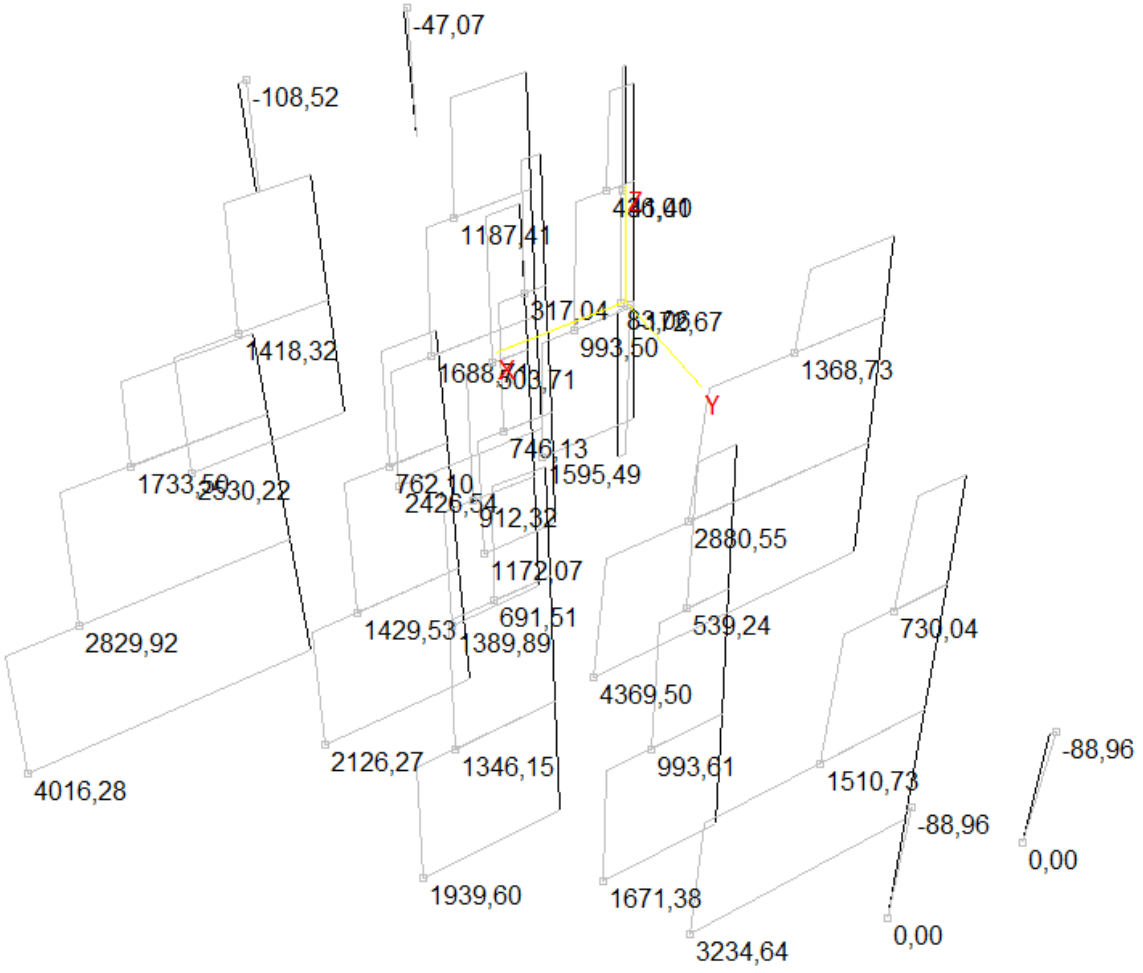
8.2. **MOMENTI SAVIJANJA I UZDUŽNE SILE ZIDOVA**

Kombinacije opterećenja s VJETROM (uobičajena kombinacija)

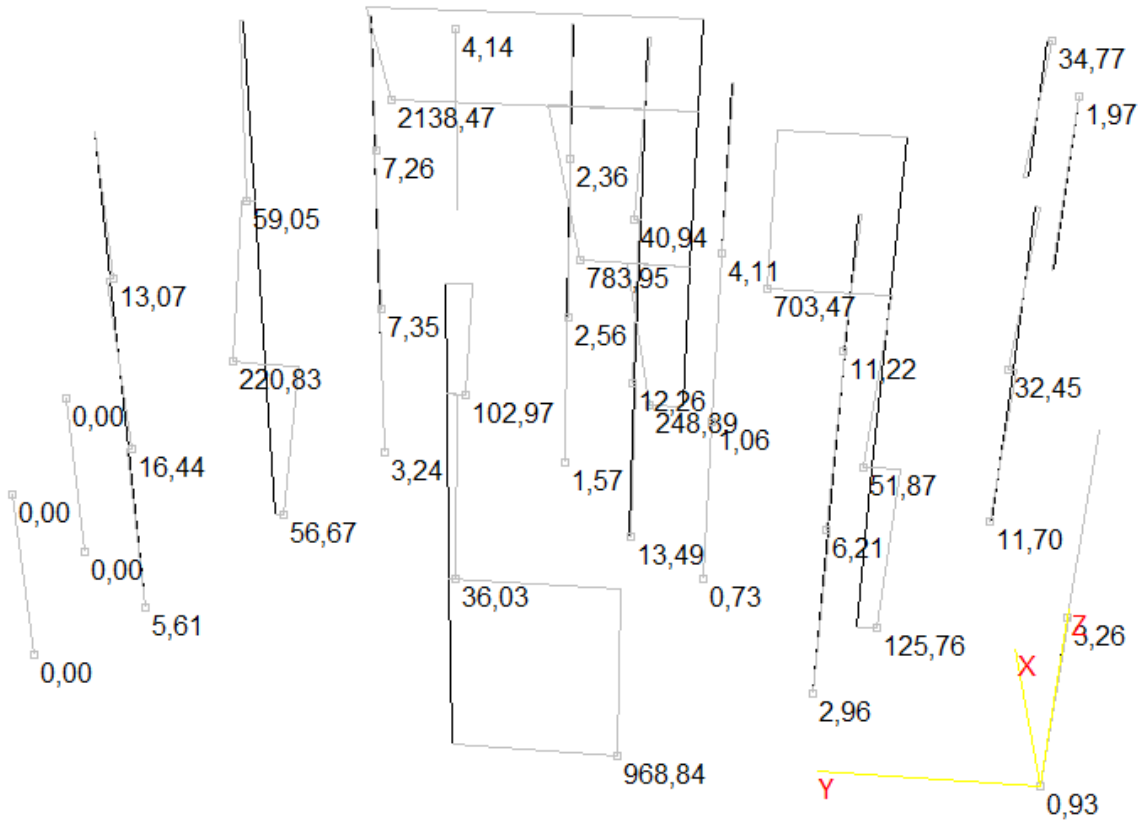
1. kombinacija opterećenja: $1{,}35 \cdot (g + \Delta g) + 1{,}5 \cdot q + 1{,}5 \cdot W_x$

2. kombinacija opterećenja: $1{,}35 \cdot (g + \Delta g) + 1{,}5 \cdot q + 1{,}5 \cdot W_y$

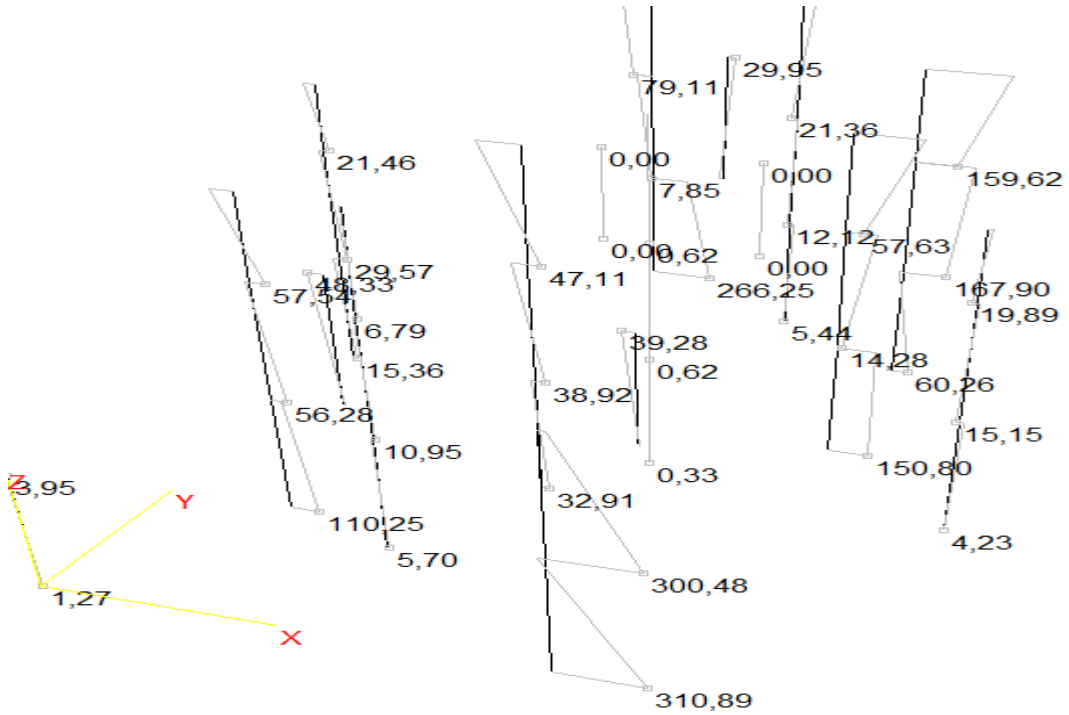
8.2.1. Kombinacija 1



Slika 8.1 Dijagram uzdužnih sila

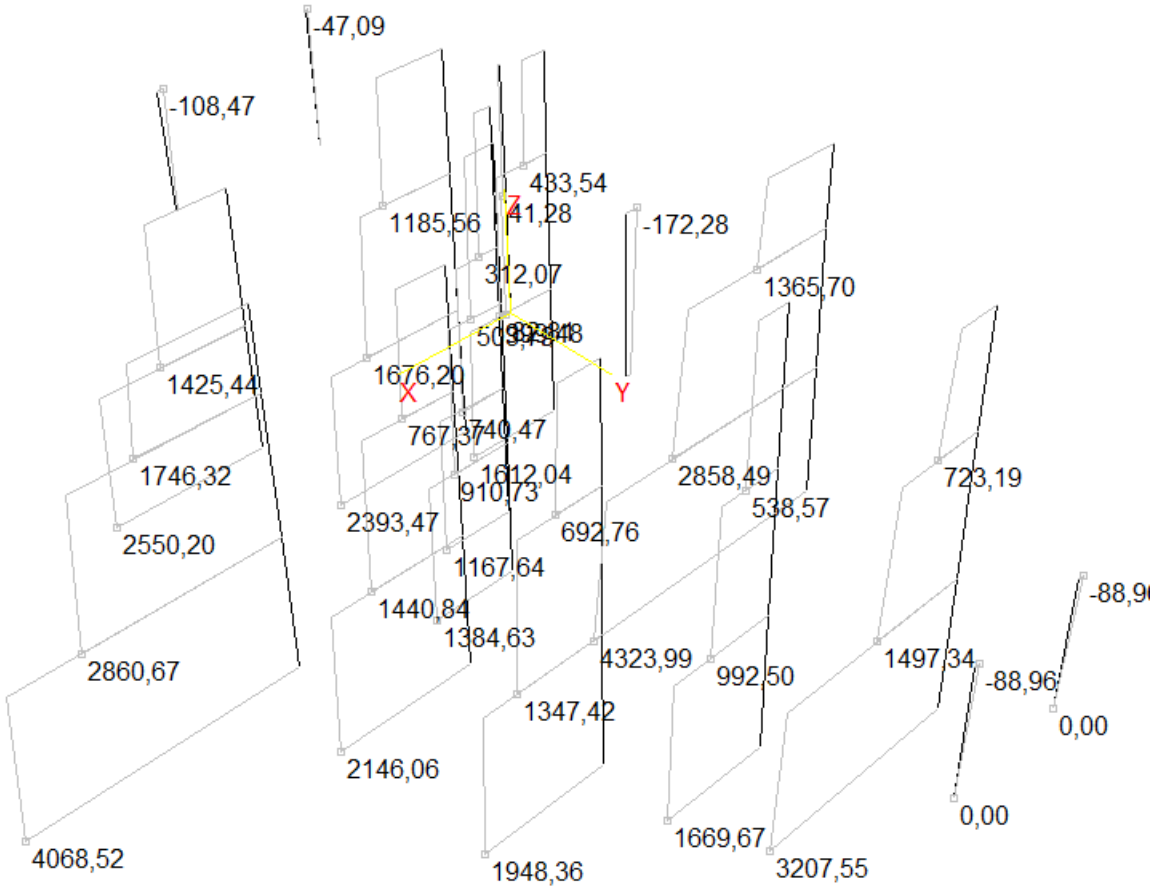


Slika 8.2 Dijagram momenata savijanja My

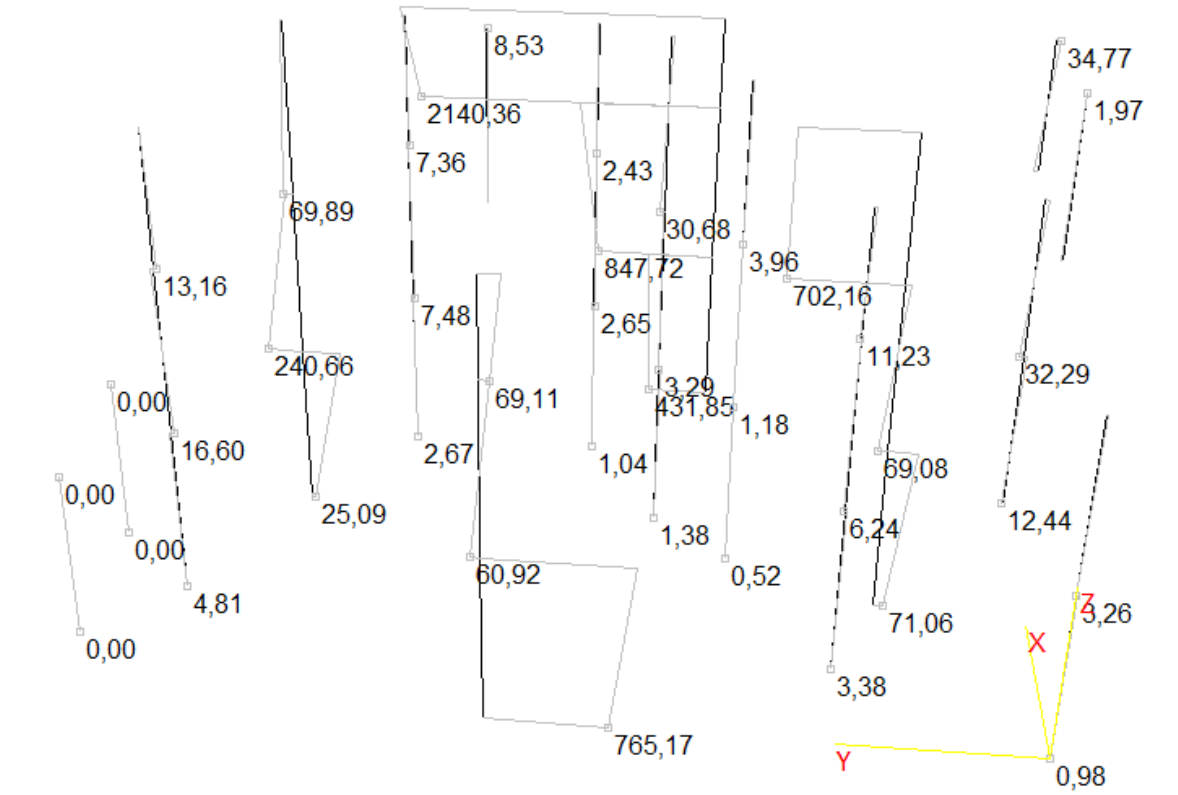


Slika 8.2 Dijagram momenata savijanja Mz

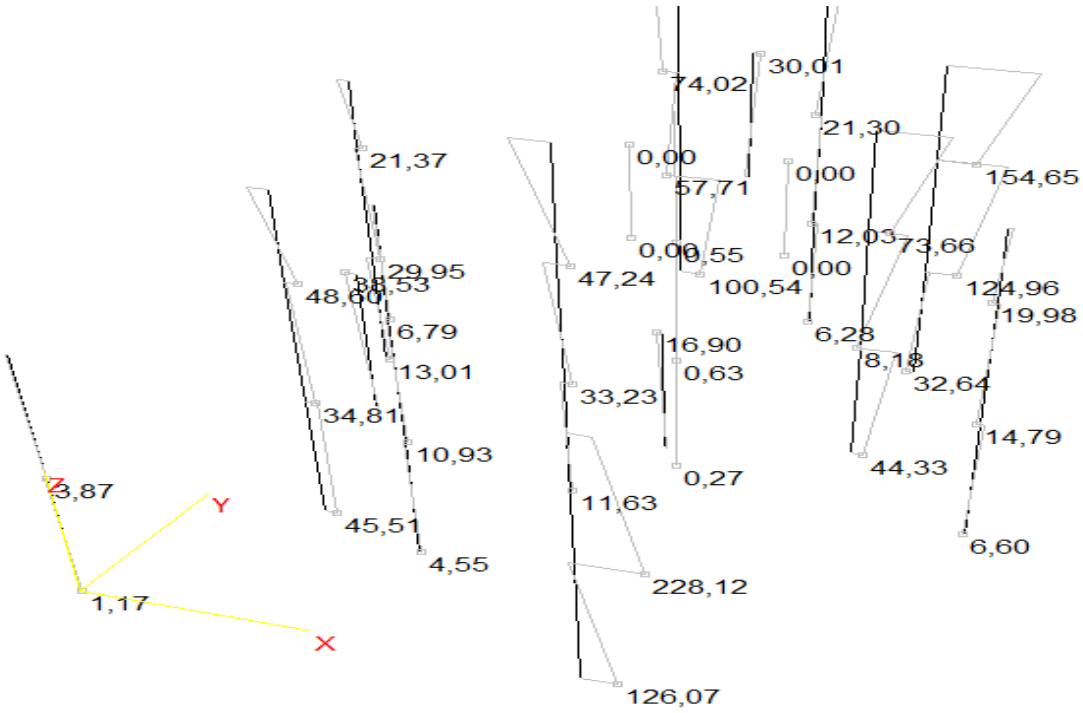
8.2.2. Kombinacija 2



Slika 8.3 Dijagram uzdužnih sila



Slika 8.4 Dijagram momenata savijanja My



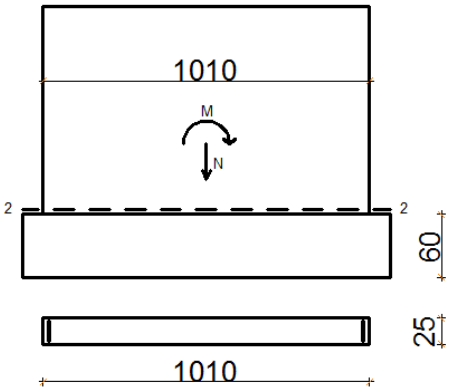
Slika 8.4 Dijagram momenata savijanja Mz

8.3.**DIMENZIONIRANJE ZIDOVA**

Rezne sile dobivene u programu *AspalathosLinear*su po teoriji I. reda.

Tablica 8.1. Rezne sile u stupovima

		M(kNm)	N(kN)
Kombinacija 1	MaxN	2138.47	-4016.28
Kombinacija 2	MaxN	2140.36	-4068.52



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

$M_{Eds} = 2140{,}36 + 4068{,}52 \cdot \frac{10{,}10}{2} = 22686{,}39$ kNm

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

$A_{s1} = \frac{22686{,}39}{22{,}5 \cdot 43.48} - \frac{4068{,}52}{43.48} = -70{,}38\ cm^2$

>Potrebna je samo konstruktivna armatura!

9. PRORAČUN TEMELJA

9.1. DIMENZIONIRANJE TEMELJA

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

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

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

- 1. kombinacija:N$= 4016{,}28$ kN M$= 2138{,}47$ kNm
- 2. kombinacija: N$= 4068{,}52$ kN M$= 2140{,}36$kNm

Dopuštena naprezanja u tlu (ovise o vrsti tla): $\sigma_{dop} = 0{,}5\ \text{MN/m}^2$

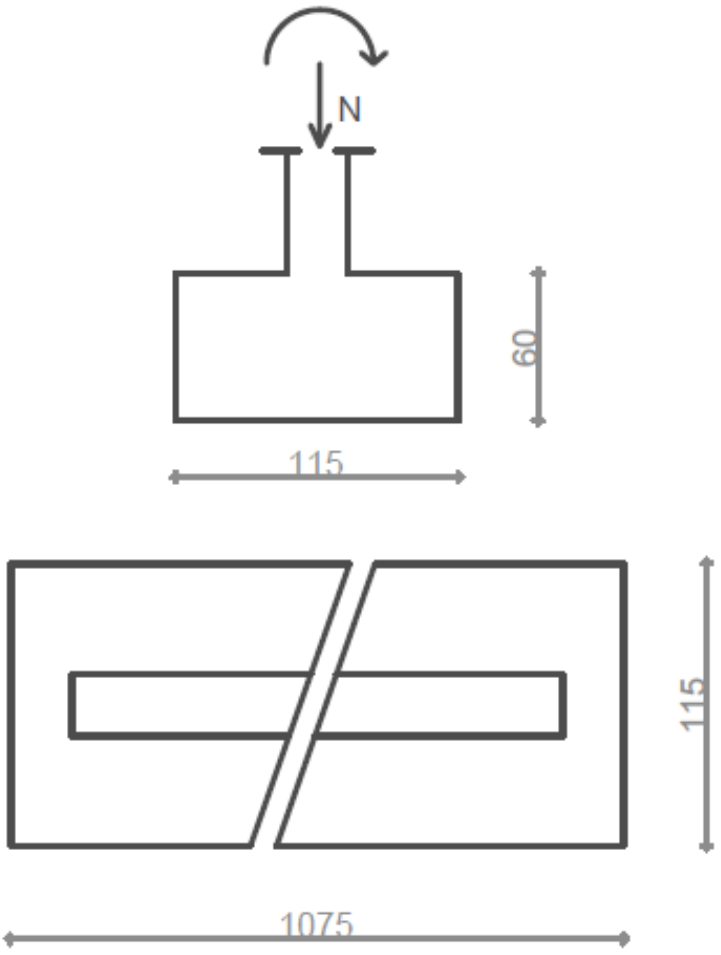
Širina temelja: 0,65 m

Širina temelja će se povečati zbog iznimno velikog momenta i uzdužne sile , 20 cm sa svake strane. Ukupna širina temelja iznosit će : 1,05m

Duljina temelja: 10,75 m

Visina temelja: 0,60 m

Težina temelja: N_t=10,75*1,05*0,6*25=169,31 kN



Slika 9.1.Dimenzije temelja

9.2KONTROLA NAPREZANJA NA DODIRNOJ PLOHI TEMELJ – TLO

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

$A=10,75*1,05=11,28 m^2$

$$W = \frac{bh^2}{6} = \frac{1,05 \cdot 10,75^2}{6} = 20,22\ m^3$$

- **1. kombinacija**

N=4016,28kN $>N_{Ed}=N+N_t=4016.28+169,31=4185,59$ kN

M=2140,36 kNm

$$\sigma_{1,2} = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W} = \frac{4185,59}{11,28} \pm \frac{2140,36}{20,22} = 368,67 \pm 105,85$$

$$\sigma_1 = 474,52\ kN/m^2 < \sigma_{dop,tlo} = 500\ kN/m^2$$

$$\sigma_2 = 262,82\ kN/m^2 < \sigma_{dop,tlo} = 500\ kN/m^2$$

- **2. Kombinacija**

N=4068,52kN $>N_{Ed}=N+N_t=4068,52+169,31=4237,83$ kN

M=2138,84 kNm

$$\sigma_{1,2} = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W} = \frac{4237,83}{11,28} \pm \frac{2138,84}{20,22} = 375,69 \pm 105,78$$

$$\sigma_1 = 481,47\ kN/m^2 < \sigma_{dop,tlo} = 500\ kN/m^2$$

$$\sigma_2 = 269,91\ kN/m^2 < \sigma_{dop,tlo} = 500\ kN/m^2$$

9.3.PRORAČUN ARMATURE TEMELJA

➢ **Momenti u presjeku 1-1**

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

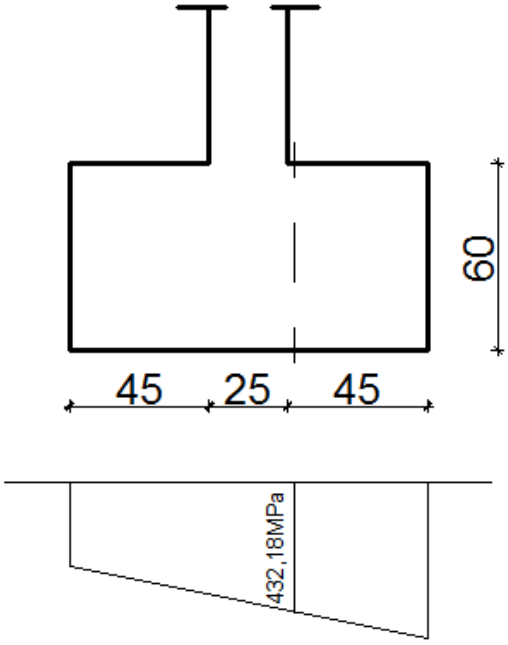
$$\sigma_{1-1} = \sigma_1 - \frac{b_1}{b} \cdot (\sigma_1 - \sigma_2)$$

- **1. kombinacija**

$$\sigma_{1-1} = 474{,}52 - \frac{0{,}4}{1{,}05} \cdot (474{,}52 - 262{,}82) = 432{,}18 \text{ kPa}$$

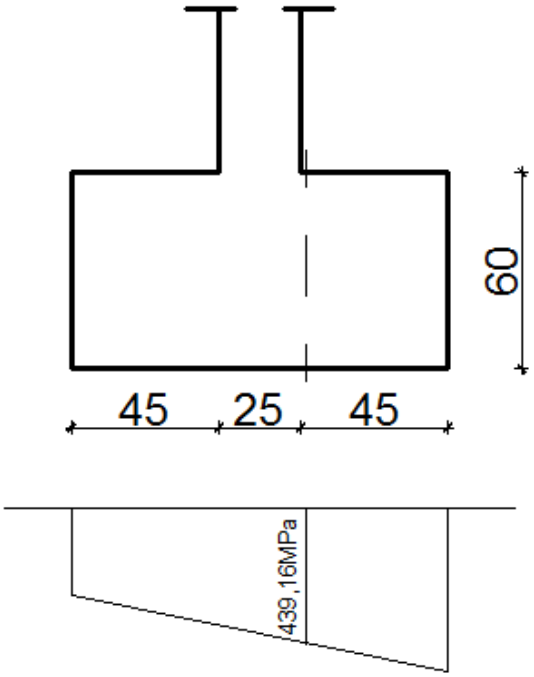
$$M_{1-1} = 432{,}18 \cdot 0{,}40 \cdot \frac{0{,}40}{2} + (474{,}52 - 432{,}18) \cdot \frac{0{,}40}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot 0{,}40$$

$$M_{1-1} = 39{,}66 \text{ kNm}$$



Slika 10.2. Naprezanje ispod temelja za kombinaciju 1

- **2. kombinacija**
- $\sigma_{1-1} = 481{,}47 - \frac{0{,}40}{1{,}05} \cdot (481{,}47 - 269{,}91) = 439{,}16\ \text{kPa}$
- $M_{1-1} = 439{,}16 \cdot 0{,}40 \cdot \frac{0{,}40}{2} + (481{,}47 - 439{,}16) \cdot \frac{0{,}40}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot 0{,}40$
- $M_{1-1} = 45{,}29\ \text{kNm}$



Slika 10.3. Naprezanje ispod temelja za kombinaciju 2

Mjerodavni moment za proračun armature:

$$M_{sd}^{1-1} = 45{,}29 \text{ kNm}$$

Klasa betona: C30/37 → $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ → $f_{cd} = \frac{30}{1{,}5} = 20{,}00 \text{ MPa} = 2{,}00 \text{ kN/cm}^2$

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

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{45{,}29 \cdot 100}{100 \cdot 55^2 \cdot 2{,}00} = 0{,}0075$$

Očitano: $\varepsilon_{s1} = 10.0$ ‰, $\varepsilon_{c2} = 0{,}5$ ‰, $\xi = 0{,}048$, ζ=0,984

$$A_{s1} = \frac{M_{sd,1-1}}{f_{yd} \cdot \zeta \cdot d} = \frac{45{,}29 \cdot 100}{43{,}48 \cdot 0{,}984 \cdot 55} = 1{,}92 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Odabrana armatura:

$$A_{s1,odabrano} = 1{,}92 \left(\frac{\text{cm}^2}{\text{m}'}\right)$$

U donju zonu temelja:

Odabrana armatura: mreža Q196 ($A_{s1} = 1{,}96 \text{ cm}^2/\text{m}'$)

Konstruktivna armatura u gornjoj zoni: mreža Q131 ($A_{s1} = 1{,}31 \text{ cm}^2/\text{m}$)

10. PRILOZI

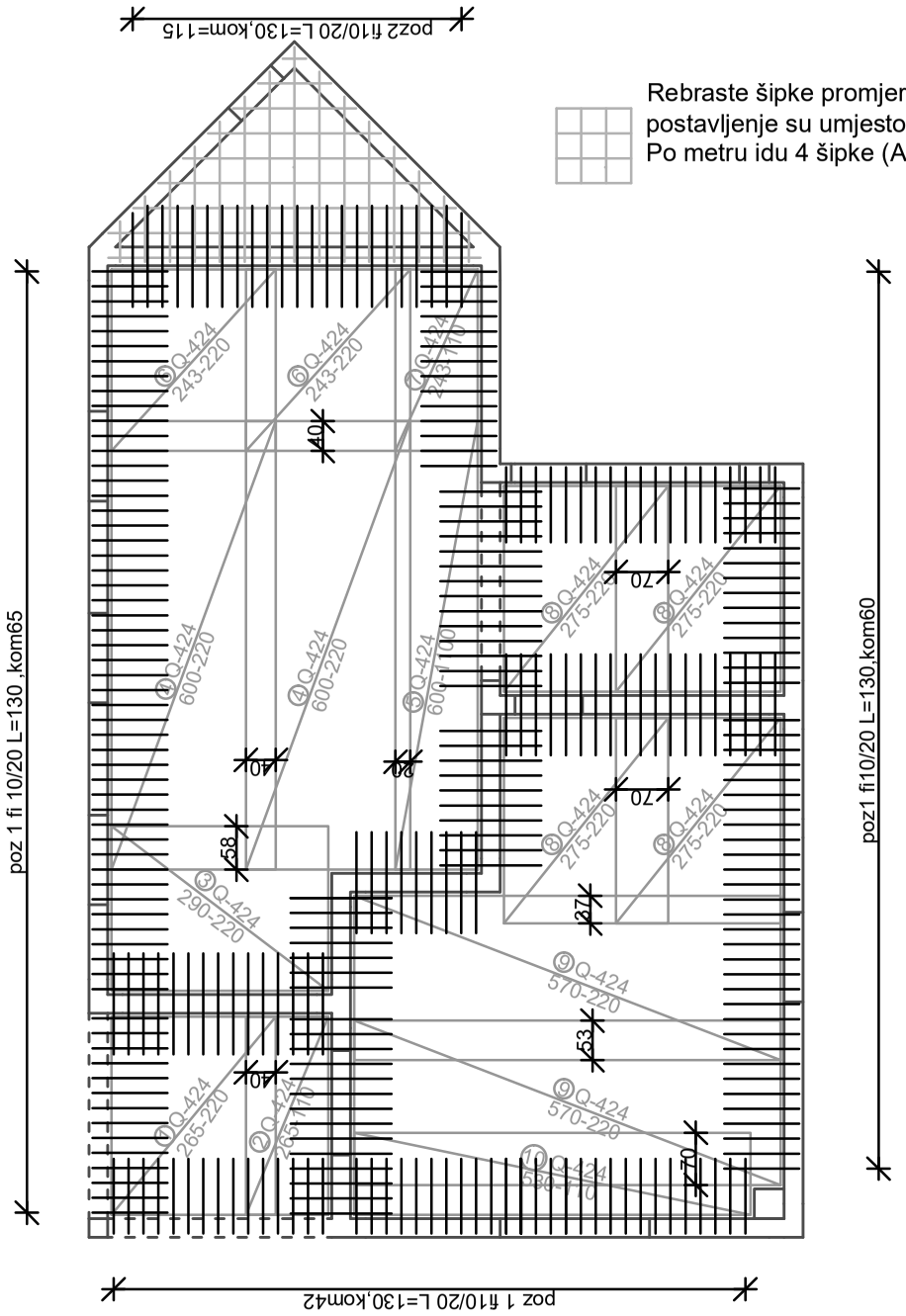
10.1. **ARMATURA PLOČE POZICIJA 100**

10.2. **ARMATURA PLOČE POZICIJA 200**

10.3. **ARMATURNI PLAN GREDE POZICIJE 100**

10.4. **ARMATURNI PLAN STUBIŠTA**

Armatura ploče pozicija 100 (međukatna) - donja zona
1:100



Rebraste šipke promjera fi12
postavljenje su umjesto mreže Q424.
Po metru idu 4 šipke (As = 4,52cm2)

ISKAZ MREŽASTE ARMATURE
Čelik B500B

POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m2)	UKUPNA MASA
1	Q424		265x220	1	6,81	39,70
2	Q424		265x110	1	6,81	19,85
3	Q424		290x220	1	6,81	43,45
4	Q424		600x220	2	6,81	179,78
5	Q424		600x110	1	6,81	44,95
6	Q424		243x220	2	6,81	72,81
7	Q424		243x110	1	6,81	18,20
8	Q424		275x220	4	6,81	164,80
9	Q424		570x220	2	6,81	170,79
10	Q424		530x110	1	6,81	39,70
11	Q785		600x220	6	12,46	986,83
12	R-131		100x220	7	1,50	23,1
13	R-131		100x200	1	1,50	3,0
12	R-131		100x110	2	1,50	3,30

UKUPNO: (KG) 1810,26

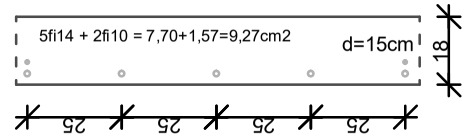
ISKAZ REBRASTE ARMATURE
Čelik B500B

POZ.	OBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m)	KOM.	L(cm)	MASA (kg)
1	20 140 100	10	0,617	167	130	133,95
2	130	10	0,617	115	130	92,24
3	L=5043	12	0,888		5043	44,78
4	245	12	0,888	20	245	43,51
5	245	10	0,617	38	245	57,44
6	245	14	1,208	20	245	59,19

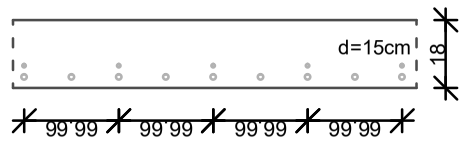
UKUPNO: (KG) 431,11

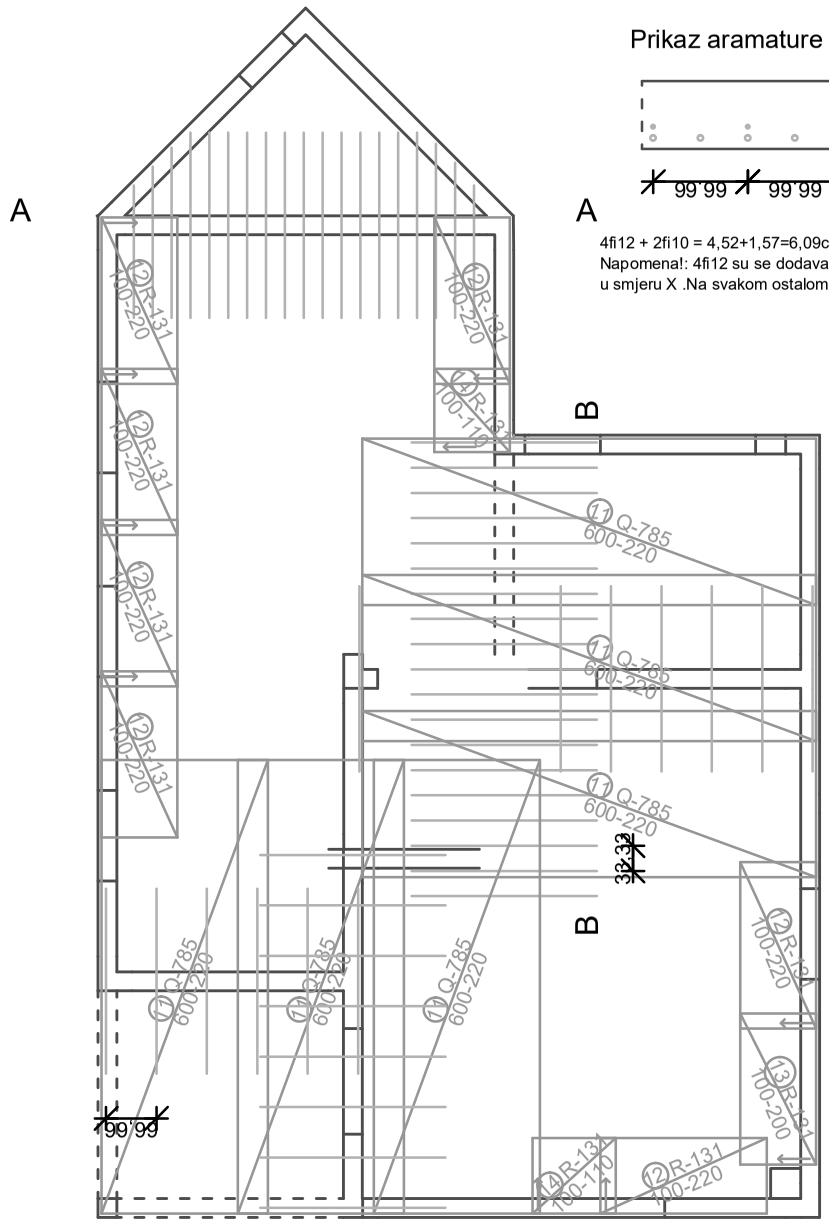
Armatura ploče pozicija 100 (međukatna) - gornja zona
1:100

Prikaz aramature po metru dužnom (A-A):



Prikaz aramature po metru dužnom (B-B):





4fi12 + 2fi10 = 4,52+1,57=6,09cm2
Napomena!: 4fi12 su se dodavale samo na ovoj dionici zbog koncentriranih momenata u smjeru X .Na svakom ostalom zidu dodaju se sipke promjera fi10 sa razmakom 66.66cm

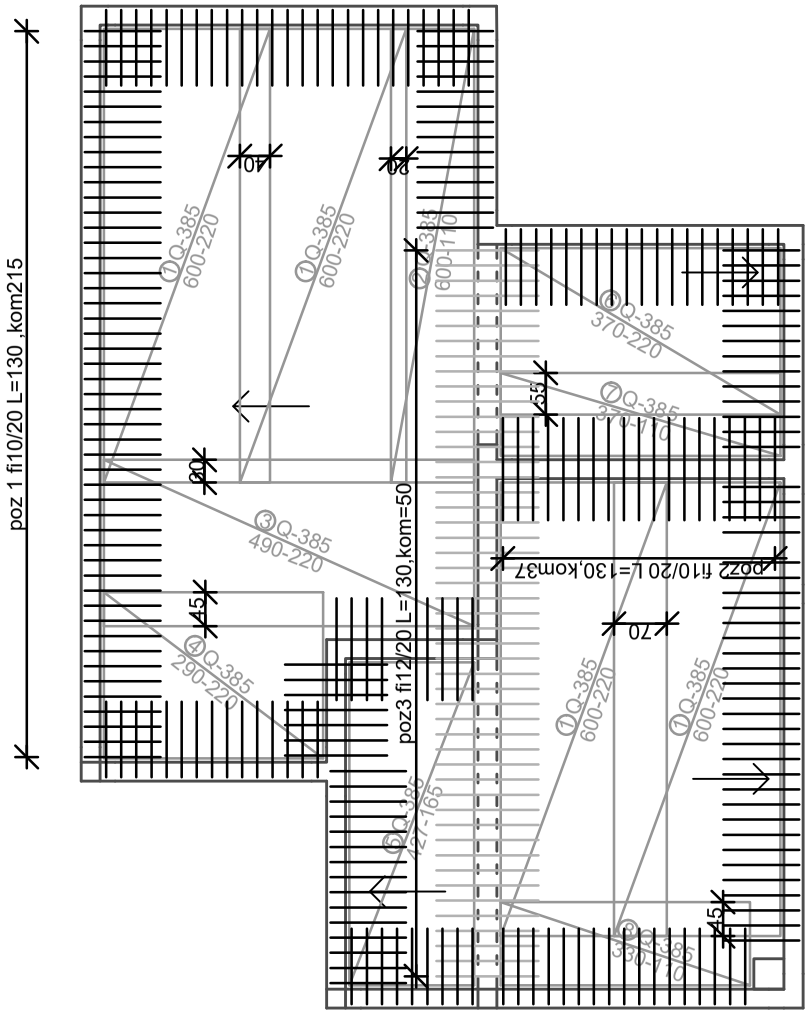
ARMATURA PLOČA POZICIJA 100
c = 5 cm C 30/37

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

	Betonske konstrukcije II.
TEMA	NOSIVA KONSTRUKCIJA OBITELJSKE KUĆE
STUDENT	Tomislav Kokeza; 1648
SADRŽAJ	ARMATURNI PLAN POZ100
MJERILO	1:100
BROJ PRILOGA	10.1
DATUM	rujan 2017.

Armatura ploče pozicija 200 (krov) - donja zona
1:100

Posebna pozicija iz razloga
što ove šipke imaju i ulogu nosivosti!



ISKAZ MREŽASTE ARMATURE
Čelik B500B

POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m2)	UKUPNA MASA
1	Q385		600x220	4	6,10	322,08
2	Q385		600x110	1	6,10	40,26
3	Q385		490x220	1	6,10	65,75
4	Q385		290x220	1	6,10	38,92
5	Q385		497x165	1	6,10	50,03
6	Q385		370x220	1	6,10	49,65
7	Q385		370x110	1	6,10	24,83
8	Q385		330x110	1	6,10	22,14
9	R785		300x220	2	7,35	97,02
10	Q785		300x220	2	12,46	164,47
11	R424		300x220	3	4,34	85,93
12	R424		300x110	1	4,34	14,32
13	Q385		300x110	1	6,1	20,13
14	R131		220x100	11	1,50	36,30
15	R131		110x100	1	1,50	1,65
16	Q131		220x100	4	2,12	18,66

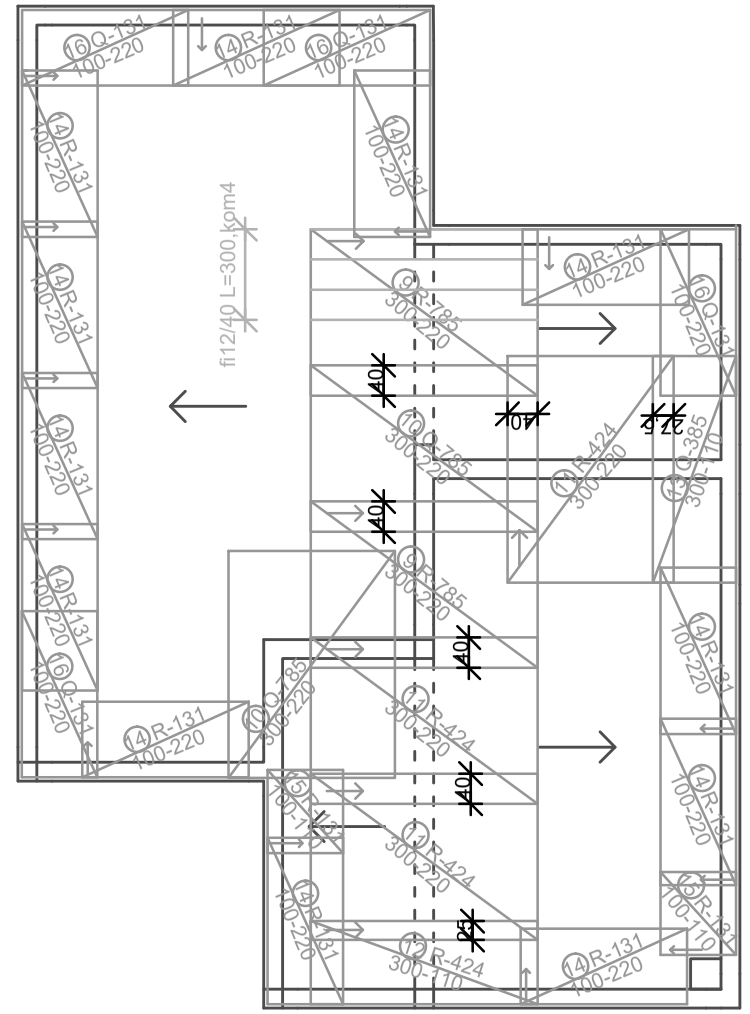
UKUPNO: (KG) 1051,06

ISKAZ REBRASTE ARMATURE
Čelik B500B

POZ.	OBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m)	KOM.	L(cm)	MASA (kg)
1	20 100	10	0,617	215	130	172,45
2	130	10	0,617	37	130	29,68
3	130	12	0,888	50	130	57,72
4	300	12	0,888	4	300	10,66

UKUPNO: (KG) 270,51

Armatura ploče pozicija 200 (krov) - gornja zona
1:100

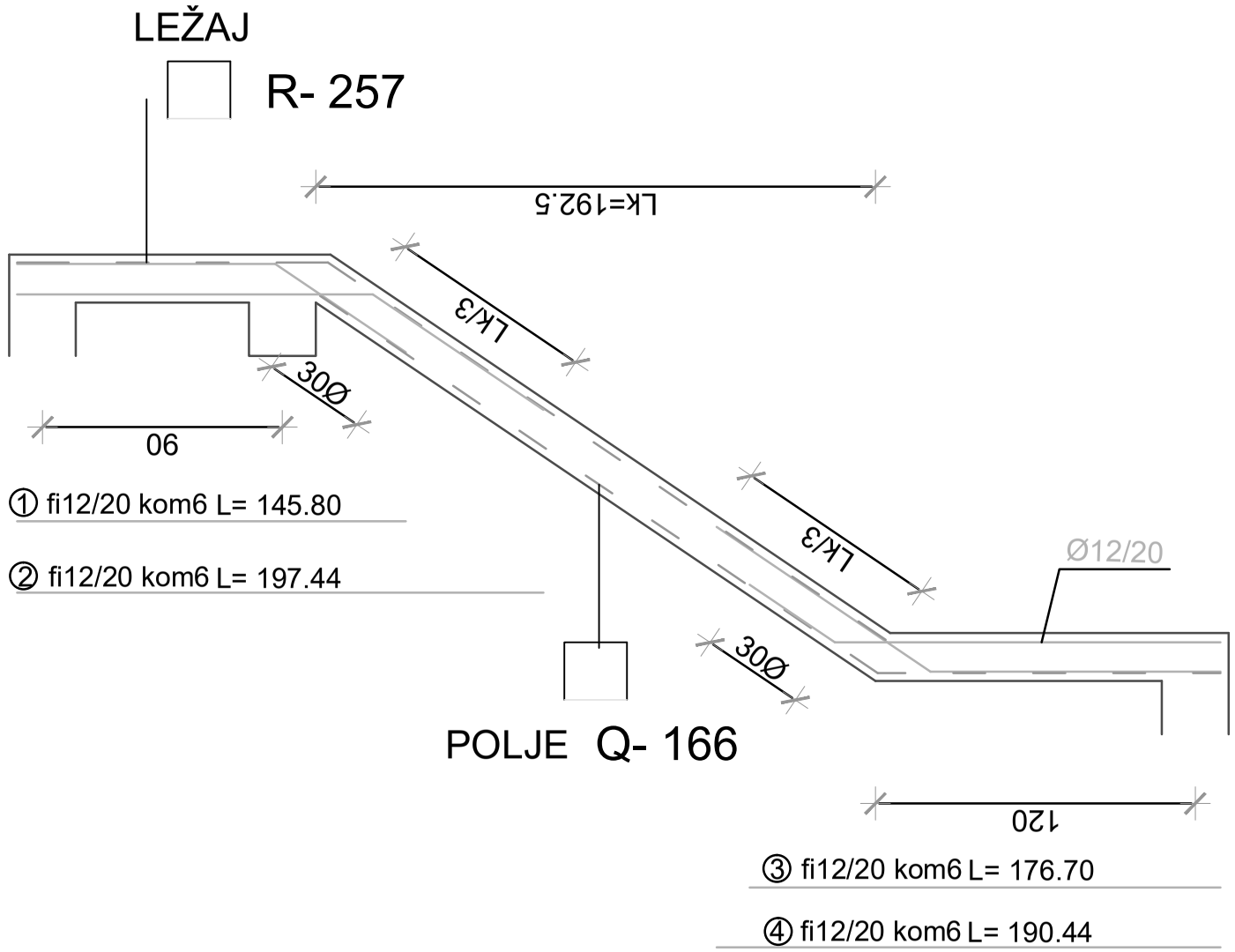


# ARMATURA PLOČA POZICIJA 100
c = 5 cm C 30/37

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

	Betonske konstrukcije II.
TEMA	NOSIVA KONSTRUKCIJA OBITELJSKE KUĆE
STUDENT	Tomislav Kokeza; 1648
SADRŽAJ	ARMATURNI PLAN POZ200
MJERILO	1:100
DATUM	rujan 2017.
BROJ PRILOGA	10.2

ARMATURNI PLAN STUBIŠTA MJ1:25



① fi12/20 kom6 L= 145.80

② fi12/20 kom6 L= 197.44

③ fi12/20 kom6 L= 176.70

④ fi12/20 kom6 L= 190.44

ISKAZ MREŽASTE ARMATURE
Čelik B500B

POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m2)	UKUPNA MASA
1	Q166	110 340	340x110	1	2,64	9,87
2	R257	110 325	325x110	1	2,72	9,72

UKUPNO: (KG) 19,60

ISKAZ REBRASTE ARMATURE
Čelik B500B

POZ.	OBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m)	KOM.	L(cm)	MASA (kg)
1	145.80	12	0,888	6	146	7,78
2	197.44	12	0,888	6	197	10,50
3	176.70	12	0,888	6	177	9,43
4	190.44	12	0,888	6	190	10,12

UKUPNO: (KG) 37,83

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

Betonske konstrukcije II.

TEMA: NOSIVA KONSTRUKCIJA OBITELJSKE KUĆE

STUDENT: Tomislav Kokeza; 1648

SADRŽAJ: ARMATURNI PLAN STUBIŠTA

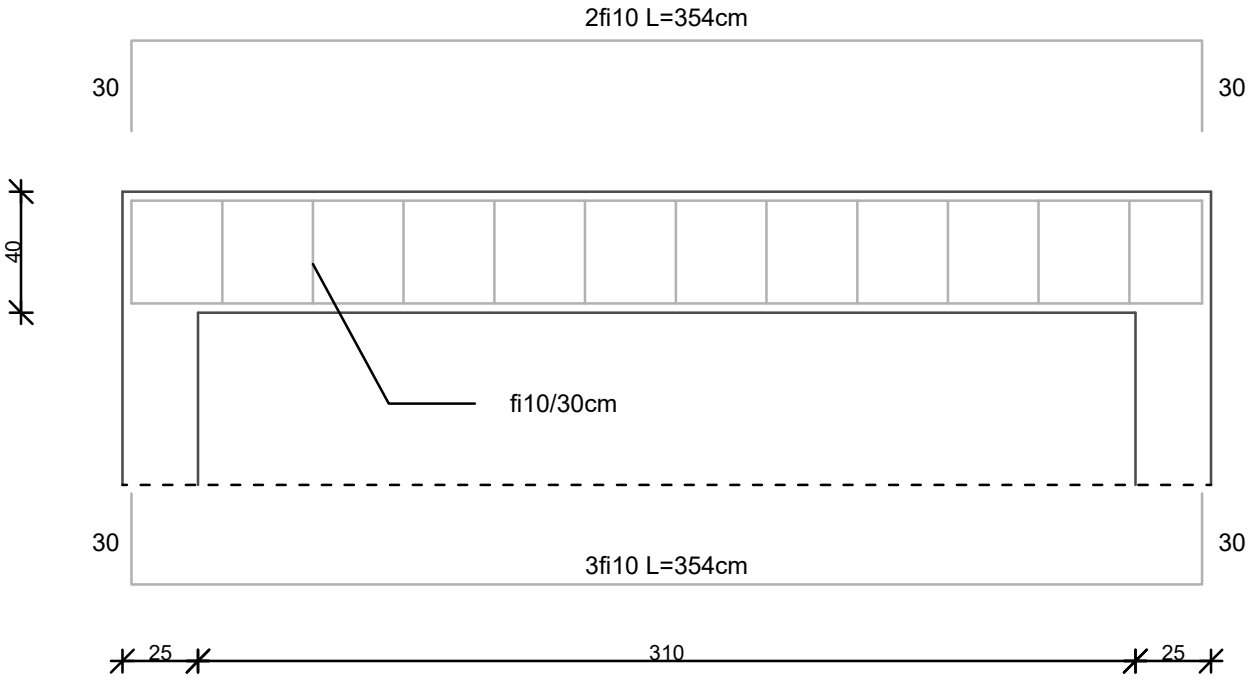
MJERILO: 1:25

BROJ PRILOGA: 10.4

DATUM: rujan 2017.

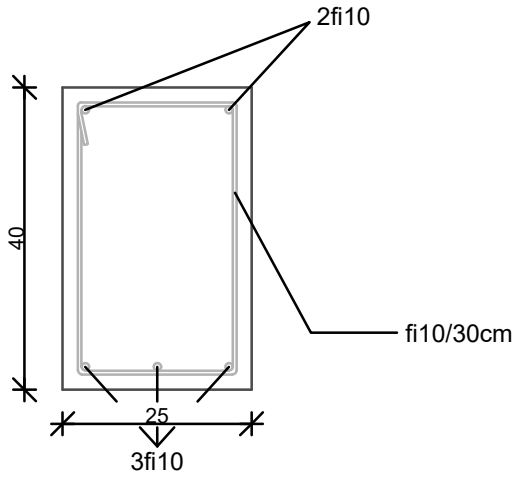
Armatura grede pozicija 100 (uzdužni presjek)

1:25



Poprečni presjek

1:10



ISKAZ REBRASTE ARMATURE
Čelik B500B

POZ.	OBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m)	KOM.	L(cm)	MASA (kg)
1	30 354 30	10	0,617	3	414	7,66
2	30	10	0,617	2	414	5,10
3	40 25 40 25 15	10	0,617	13	145	11,63
					UKUPNO: (KG)	24,39

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Betonske konstrukcije II.

TEMA: NOSIVA KONSTRUKCIJA OBITELJSKE KUĆE

STUDENT: Tomislav Kokeza; 1648

SADRŽAJ: ARMATURNI PLAN GREDE

MJERILO: 1:25/1:10

BROJ PRILOGA: 10.3

DATUM: rujan 2017.

11. LITERATURA

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