

# **Glavni projekt stambene zgrade u naselju Vitrenjak, Zadar, Zgrada 1**

---

**Barać, Nikolina**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*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:123:245556>*

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

*Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-04***

*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**

**DIPLOMSKI RAD**

**Nikolina Barać**

**Split, 2022.**

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

**Nikolina Barać**

**Glavni projekt stambene zgrade u naselju Vitrenjak,  
Zadar, Zgrada 1**

**Diplomski rad**

**Split, 2022.**

# **Glavni projekt stambene zgrade u naselju Vitrenjak, Zadar, Zgrada 1**

## ***Sažetak:***

U radu je prikazan glavni projekt stambene zgrade u naselju Vitrenjak u Zadru. Predmetna građevina se sastoji od ukopane garaže , prizemlja i 3 kata te je predviđena na k.c. 1196/2, k.o. Zadar. Osnovnu nosivu konstrukciju čine armiranobetonski elementi: temeljne trake, zidovi, stupovi, visokostijeni nosači, međukatne ploče, krovne ploče te gredni nosači. Projekt sadrži: tehnički opis konstrukcije, proračun nosivih konstrukcijskih elemenata i karakteristične građevinske nacrte.

## ***Ključne riječi:***

glavni projekt, stambena zgrada

# **Main project of the residential building in settlement Vitrenjak, Zadar, Building 1**

## ***Abstract:***

Main design of the residential building in settlement Vitrenjak, Zadar is represented in this work. Subject building consists of an underground garage, ground floor and 3 floors and is planned on the construction particle cad. p. land 1196/2, Zadar. The basic load-bearing structure of building consists of reinforced concrete elements: foundation strips, walls, columns, high-wall girders, reinforced concrete plates and beams . The project contains a technical description of the construction, calculation of the main structural elements and characteristic structural plans.

## ***Keywords:***

main design, residential building



STUDIJ: **DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**  
SMJER: **KONSTRUKCIJE**  
KANDIDAT: **Nikolina Barać**  
JMBAG: **00832213777**  
KATEDRA: **Katedra za Betonske konstrukcije i mostove**  
PREDMET: **Betonske konstrukcije**

### **ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD**

Tema: **Glavni projekt stambene zgrade u naselju Vitrenjak, Zadar, Zgrada 1**

Opis Zadatka: Na temelju danih arhitektonskih podloga, potrebno je izraditi glavni projekt stambene zgrade. Izrađeni projekt mora sadržavati:

- tehnički opis
- plan kontrole i osiguranja kvalitete
- proračune
- građevinske nacrte

U Splitu, ožujak 2022.

Voditelj diplomskog rada:

Prof. dr. sc. Alen Harapin

Predsjednik povjerenstva za  
diplomske ispite

Doc. dr. sc. Ivo Andrić

## SADRŽAJ

1.	TEHNIČKI OPIS .....	1
1.1.	Općenito.....	1
1.2.	Nosiva konstrukcija .....	1
1.2.1.	Podaci o geotehničkim istražnim radovima .....	2
1.2.2.	Horizontalne nosive konstrukcije.....	2
1.2.3.	Vertikalne nosive konstrukcije.....	2
1.2.4.	Ostale nosive konstrukcije .....	2
1.2.5.	Otpornost AB konstrukcije na djelovanje požara .....	3
1.2.6.	Norme za proračun AB konstrukcija.....	3
1.3.	Materijali .....	3
1.3.1	Beton .....	3
1.3.2	Armatura.....	4
1.4.	Plan kontrole i osiguranja kvalitete .....	4
2.	ANALIZA OPTEREĆENJA.....	7
2.1	Stalno djelovanje .....	7
2.1.1	Vlastita težina .....	7
2.1.2	Dodatno stalno djelovanje .....	7
2.2	Promjenjivo djelovanje (Q) .....	9
2.2.1	Korisno opterećenje.....	9
2.2.2	Snijeg.....	9
2.2.3	Vjetar .....	11
3.	IZVANREDNO OPTEREĆENJE.....	25
3.1	Seizmičko opterećenje .....	25
4.	NUMERIČKI MODEL .....	33
5.	DIMENZIONIRANJE HORIZONTALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE .....	37
5.1.	Pozicija 600 .....	38
5.1.1.	PRORAČUN AB PLOČE POZICIJA 600.....	38
5.1.2	PRORAČUN AB GREDA POZICIJA 600 .....	43
5.2.	Pozicija 500 .....	45
5.2.1.	PRORAČUN AB PLOČE POZICIJA 500.....	45
5.2.2	PRORAČUN AB GREDA POZICIJA 500 .....	50
5.3.	Pozicija 400 .....	56
5.3.1.	PRORAČUN AB PLOČE POZICIJA 400.....	56
5.3.2.	PRORAČUN AB GREDA POZICIJA 400 .....	62

5.4.	Pozicija 300 .....	67
5.4.1.	PRORAČUN AB PLOČE POZICIJA 300.....	67
5.4.2.	PRORAČUN AB GREDA POZICIJA 300 .....	73
5.5.	Pozicija 200 .....	78
5.5.1.	PRORAČUN AB PLOČE POZICIJA 200.....	78
5.5.2.	PRORAČUN AB GREDA POZICIJA 200 .....	84
5.6.	Pozicija 100 .....	90
5.6.1.	PRORAČUN AB PLOČE POZICIJA 100.....	90
5.6.2.	PRORAČUN AB GREDA POZICIJA 100 .....	100
6.	PRORAČUN VERTIKALNIH KONSTRUKCIJA .....	108
6.1.	Zidovi i visokostijeni nosači.....	108
6.2.	Stupovi.....	151
7.	ZIDOVI ZASUTI TLOM.....	155
8.	DIMENZIONIRANJE STUBIŠTA .....	158
9.	TEMELJI.....	160
10.	GRAFIČKI PRILOZI.....	167
11.	LITERATURA.....	168

# 1. TEHNIČKI OPIS

## 1.1. Općenito

Predmet ovog rada je stambena zgrada u naselju Vitrenjak u Zadru. Prema planu na k.č. 1196/2, k.o. Zadar izvodi se 5 zgrada od kojih je u okviru ovog rada detaljno obrađena zgrada 1. Zgrada se temelji na temeljnim trakama, a nosivu konstrukciju čine armiranobetonski zidovi i ploče. Planirana katnost zgrade je podrum, prizemlje te 3 kata (P0-1, PR+3K).



Slika 1.1. Situacija – položaj zgrade u odnosu na okolno područje

## 1.2. Nosiva konstrukcija

Osnovna nosiva konstrukcija građevine su armiranobetonski elementi odnosno temeljne trake, zidovi, visokostijeni nosači, stupovi, grede, međukatne i krovne ploče.

### **1.2.1. Podaci o geotehničkim istražnim radovima**

Za predmetnu građevinu ne postoji IZVJEŠTAJ O GEOTEHNIČKIM ISTRAŽNIM RADOVIMA. Uvidom u vrstu nosivog tla na terenu utvrđeno je da je predmetna građevina temeljena na vapnenačkoj stijeni. Prepostavljena proračunska vertikalna otpornost temeljnog tla/stijene iznosi:

$$\sigma_{Rd} = 500 \text{ kPa}$$

Napomena: Sve elemente konstrukcije na tlu izvesti na podložnom betonu (debljine 10 cm).

U slučaju da se tokom izvođenja radova uspostavi da svojstva tla ne odgovaraju pretpostavljenim obavezno je konzultirati projektanta konstrukcije.

U proračunu je kao dopušteno naprezanje u tlu uzeto  $\sigma_{dop,tla} = 350 \text{ kPa}$

### **1.2.2. Horizontalne nosive konstrukcije**

Međukatna konstrukcija pozicija 100 će se izvesti kao AB ploča debljine 20 cm i 25 cm, pozicije 200, 300 i 400 će se izvesti kao AB ploča debljine 20 cm, pozicija 500 kao AB ploča debljine 25 cm te pozicija 600 s AB pločom debljine 15 cm. Ploče će se izraditi od betona C25/30 te armirati s B500B.

AB grede se trebaju izvesti s dimenzijama sukladno planu pozicija, izraditi od betona C25/30 te armirati B500B.

### **1.2.3. Vertikalne nosive konstrukcije**

Vertikalne nosive konstrukcije su: AB zidovi, AB stupovi i visokostijeni nosači. Dimenzije vertikalnih nosivih elemenata odraditi sukladno planu pozicija, izvesti od betona C25/30 i armirati armaturom B500B prema proračunu iz projekta.

### **1.2.4. Ostale nosive konstrukcije**

#### **STUBIŠTE**

AB krak i podeste izraditi od betona C25/30 i armirati s čelikom B500B prema proračunu. U proračunu su dane osnovne dimenzije i količine armature za pojedine konstruktivne elemente uglavnom kroz skice armature. Elementi koji nisu računati armiraju se konstruktivno ( $\geq 0.1\%$  površine betonskog presjeka).

### **1.2.5. Otpornost AB konstrukcije na djelovanje požara**

Požarna otpornost elemenata nosive AB konstrukcije postignuta je određivanjem minimalnih zaštitnih slojeva armature. Požarna otpornost betonske konstrukcije provedena je postupkom provjere elemenata koji udovoljava standardnim zahtjevima požarne otpornosti, a koji se svodi na provjeru minimalnih dimenzija pojedinih konstruktivnih elemenata odnosno njihovih osnih razmaka (razmak od osi šipke do lica zida).

### **1.2.6. Norme za proračun AB konstrukcija**

Cijeli rad u skladu je s važećim normama. Norme korištene u proračunu konstrukcije su:

*Tablica 1.1. Europske norme*

<b>E</b>	<b>Europske norme</b>	<b>Opis</b>
EC0	EN 1990	Osnove proračuna
EC1	EN 1991	Opterećenja (djelovanja)
EC2	EN 1992	Betonske konstrukcije
EC7	EN 1997	Geomehanika
EC8	EN 1998	Seizmika

## **1.3. Materijali**

### **1.3.1 Beton**

Za izvedbu nosive AB konstrukcije koristit će se sljedeće klase betona:

- Temeljne trake: C30/37  
Zaštitni sloj  $c = 50 \text{ mm}$ , razred izloženosti XC2
- Zidovi u dodiru s tlom: C25/30  
Zaštitni sloj  $c = 30 \text{ mm}$ , razred izloženosti XC1
- Unutarnji zidovi, visokostijeni nosači: C25/30  
Zaštitni sloj  $c = 20 \text{ mm}$ , razred izloženosti XC1
- Međukatne ploče: C25/30  
Zaštitni sloj  $c = 20 \text{ mm}$ , razred izloženosti XC1

Razred tlačne čvrstoće betona je C25/30 za slučaj DCM (Ductility Class Medium) i DCH (High ductility class)

### **1.3.2 Armatura**

Šipkasta armatura: rebrasta B500B

Mrežasta armatura: rebrasta B500B

## **1.4. Plan kontrole i osiguranja kvalitete**

Predmetni je projekt izrađen sukladno Zakonu o građenju (N.N. br. 173/03), kojim su propisana tehnička svojstva bitna za građevinu.

Sve radove trebaju obavljati za to stručno osposobljene osobe, uz stalni stručni nadzor. Prije prelaska na iduću fazu radova, nužno je odobrenje nadzornog inženjera. Za svako odstupanje od projekta, te u slučaju nepredviđenih okolnosti, potrebna je konzultacija Projektanta. Izvoditelj je dužan u potpunosti poštivati sve mjere osiguranja i kontrole kvalitete. Svi upotrijebljeni materijali i svi izvedeni radovi trebaju udovoljavati zahtjevima važećih normi, propisa i pravila struke. Za vrijeme izvođenja radova potrebna je stalna nazočnost nadzornog inženjera, kontinuirani geodetski nadzor, te povremeni projektantski nadzor.

Sve komponente betona (agregat, cement, voda, dodaci), te beton kao materijal, trebaju udovoljavati zahtjevima važećih normi, propisa i pravila struke. Izvoditelj je dužan izraditi projekt betona u skladu s projektom konstrukcije i dostaviti ga na suglasnost projektantu objekta.

Kontrola kvalitete betona sastoji se od kontrole proizvodnje i kontrole suglasnosti s uvjetima projekta konstrukcije i projekta betona.

Betonski radovi moraju se izvoditi prema projektu konstrukcije i projektu betona, a u svemu sukladno s: Tehnički propis za betonske konstrukcije, te svim pratećim normativima

Kod projektiranog betona u projektu mora biti specificiran razred tlačne čvrstoće (marka betona) i to kao karakteristična vrijednost 95%-tne vjerojatnosti s kriterijima sukladnosti prema normi HRN EN 206-1.

Sastavni materijali od kojih se beton proizvodi, ili koji mu se pri proizvodnji dodaju, moraju ispunjavati zahtjeve normi na koje upućuje norma HRN EN 206-1 i zahtjeve prema Tehničkom propisu za betonske konstrukcije.

Zahtjevi za isporuku betona i informacije proizvođača betona korisniku moraju sadržavati podatke prema normi HRN EN 206-1.

Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstava svježeg betona provodi se prema normama niza HRN EN 12350, a ispitivanje svojstava očvrsnulog betona prema normama niza HRN EN 12390.

Eventualna vremenski ubrzana proizvodnja betonskih elemenata, u cilju ubrzanja građenja, dopuštena je samo uz poseban projekt tehnologije izvođenja i dokaz zahtijevanih svojstava prethodnim ispitivanjima.

Za svako odstupanje od projekta, nadzorni inženjer je dužan izvjestiti Projektanta i Investitora.

Nužna je njega ugrađenog betona da se ne pojave štetne pukotine, a u svemu prema projektu betona, važećim propisima i pravilima struke.

Betonski čelik treba udovoljavati zahtjevima važećih propisa. Za čelik za armiranje primjenjuju se norme:

- nHRN EN 10080-1 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 1. dio:  
Opći zahtjevi (prEN 10080-1:1999)
- nHRN EN 10080-2 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 2. dio:  
Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda A (prEN 10080-2:1999)
- nHRNEN 10080-3 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 3. dio:  
Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda B (prEN 10080-3:1999)
- nHRN EN 10080-4 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 4. dio:  
Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda C (prEN 10080-4:1999)
- nHRN EN 10080-5 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 5. dio:  
Tehnički uvjeti isporuke zavarenih armaturnih mreža (prEN 10080-5:1999)

- nHRN EN 10080-6 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 6. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih rešetki za gredice (prEN 10080-6:1999).

Potvrđivanje sukladnosti čelika za armiranje provodi se prema odredbama Dodatka ZA norme nHRN EN 10080-1 i odredbama posebnog propisa.

Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstava čelika za armiranje odnosno čelika za prednapinjanje, provodi se prema normama nizova nHRN EN 10080, odnosno nHRN EN 10138, i prema normama niza HRN EN ISO 15630 i prema normi HRN EN 10002-1.

Preklopi se izvode prema odredbama priznatim tehničkim pravilima iz Priloga H Tehničkog propisa za betonske konstrukcije, odnosno prema normi HRN ENV 1992-1-1:2004.

Sva armatura je iz čelika B 500B u obliku šipki ili mreža. Osobito poštivati projektom predviđene razmake i zaštitne slojeve armature. Ni jedno betoniranje elementa ne može započeti bez prethodnog detaljnog pregleda armature od strane nadzornog inženjera i njegove dozvole.

Prekid i nastavci betoniranja konstrukcija moraju biti obrađeni projektom betona.

Svi materijali i proizvodi koji se ugrađuju u objekt trebaju biti kvalitetni i trajni, uz zadovoljenje svih važećih normi, propisa i pravila struke. Za sve se upotrijebljene materijale provode tekuća i kontrolna ispitivanja, odnosno prilažu atesti isporučitelja. Izvedba svih radova treba biti ispravna, kvalitetna i pod stalnim stručnim nadzorom. Za svako odstupanje primijenjenog gradiva ili gotovog proizvoda od projekta, potrebna je suglasnost Projektanta i Investitora.

Za vrijeme izvođenja radova potreban je stalni tehnički nadzor. Preporuča se stalni kvalificirani nadzor građevinske struke koji će moći realizirati sve postavke iz ovog proračuna.

## 2. ANALIZA OPTEREĆENJA

### 2.1 Stalno djelovanje

#### 2.1.1 Vlastita težina

Stalno opterećenje uključeno je na modelu u računalnom programu SCIA Engineer 20.0 preko specifične težine armiranog betona od  $\gamma=25.0 \text{ kN/m}^3$

Stalno opterećenje od vlastite težine elemenata ab konstrukcije zadaje se izravno u proračunskom modelu, sukladno dimenzijama poprečnih presjeka.

#### 2.1.2 Dodatno stalno djelovanje

Tablica 2.1. Karakterističan iznos opterećenja od slojeva poda (međukatne konstrukcije)

	d (m)	$\gamma (\text{kN/m}^3)$	$d \times \gamma (\text{kN/m}^2)$
Završni sloj poda	0.015	17.0	0.17
AB estrih	0.04	25.0	1.00
Termoizolacija	0,04	3,0	0,12
PC ljepilo	0.005	20.0	0.10
Pregradni zidovi			1.00
Instalacije, ostali stalni teret			0,15
UKUPNO:			2,54

Tablica 2.2. Karakterističan iznos opterećenja od slojeva poda, prohodni ravni krov (pozicija 500)

	d (m)	$\gamma (\text{kN/m}^3)$	$d \times \gamma (\text{kN/m}^2)$
Betonske ploče	0.04	25	1,00
Šljunak	0,06	18,0	1,08
Toplinska izolacija	0,04	3,0	0,12
Parna brana	0,005	20,0	0,1
Beton za pad	0.04	20.0	0.8
Instalacije, ostali stalni teret			0,15
UKUPNO:			3,25

*Tablica 2.3. Karakterističan iznos opterećenja od slojeva bazena*

	d (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	d x $\gamma$ (kN/m <sup>2</sup> )
Toplinska izolacija	0,05	3,0	0,15
AB stijenka bazena	0,12	25	3,0
Voda	1,00	10	10,00
<b>UKUPNO:</b>			<b>13,15</b>

*Tablica 2.4. Karakterističan iznos opterećenja od slojeva poda (neprohodni ravni krov)*

	d (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	d x $\gamma$ (kN/m <sup>2</sup> )
Šljunak	0,05	18,0	0,9
Toplinska izolacija	0,12	3,0	0,36
Beton za pad	0,04	20,0	0,8
<b>UKUPNO:</b>			<b>2,06</b>

*Tablica 2.5. Karakterističan iznos opterećenja (vanjski dio, pozicija 100)*

	d (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	d x $\gamma$ (kN/m <sup>2</sup> )
Zemljano tlo	0,25	17,00	4,25
<b>UKUPNO:</b>			<b>4,25</b>

*Tablica 2.6.. Karakterističan iznos opterećenja, stubište-podest*

	d (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	d x $\gamma$ (kN/m <sup>2</sup> )
Završni sloj poda			0,6
Cementni mort	0,04	25	0,9
Glet/žbuka			0,20
<b>UKUPNO:</b>			<b>1,70</b>

Tablica 2.7. Karakterističan iznos opterećenja, stubište-karak

	d (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$d \times \gamma$ (kN/m <sup>2</sup> )
Gazišta	0.065	26	1.7
Završni sloj poda			0,6
Cementni mort	0.04	25	0,9
Glet/žbuka			0,20
UKUPNO:			3,40

POZICIJA 100:

- Ploča pozicije 100 (d = 25 cm) opterećenja je zemljom i vozilima

Usvojeno opterećenje:

$$d_g = 4 \text{ kN/m}^2, q = 3 \text{ kN/m}^2$$

## 2.2 Promjenjivo djelovanje (Q)

### 2.2.1 Korisno opterećenje

Minimalno korisno opterećenje za zgrade definirano je u EC1991-1-1. Ovo korisno (pokretno) opterećenje je najmanje koje se smije primijeniti na zgradama. Na zahtjev investitora ili pri procjeni projektanta smije se koristiti i veće opterećenje. Za potrebe proračuna, a prema EC1991-1-1 korištena su opterećenja u Tablici 6.

Tablica 2.8. Korisna opterećenja korištena u modelu

Q1 – neprohodni krovovi	q=1.0 kN/m <sup>2</sup>
Q2 – prohodni krovovi	q=4.0 kN/m <sup>2</sup>
Q3 – stanovi	q=2.0 kN/m <sup>2</sup>
Q4 – stubište	q=3.0 kN/m <sup>2</sup>
Q5 – parking (tipsko vozilo; kategorija F)	q=2.5 kN/m <sup>2</sup>

### 2.2.2 Snijeg

Analiza opterećenja snijegom na konstrukciju provodi se prema HRN EN1991-1-3.

Opterećenje snijegom na krovove (gravitacijsko opterećenje) definira se izrazom:

$$s = \mu_i \cdot c_e \cdot c_i \cdot s_k [\text{kN/m}^2]$$

$\mu_i$  – koeficijent oblika opterećenja snijegom prema tipu i nagibu krova

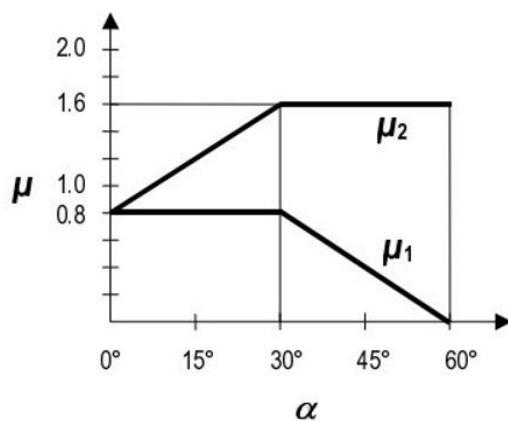
$s_k$  – karakteristična vrijednost opterećenja snijegom na tlu

$C_e$  – koeficijent izloženosti (obično se usvaja vrijednost 1,0)

$C_t$  – toplinski koeficijent (obično se usvaja vrijednost 1,0)

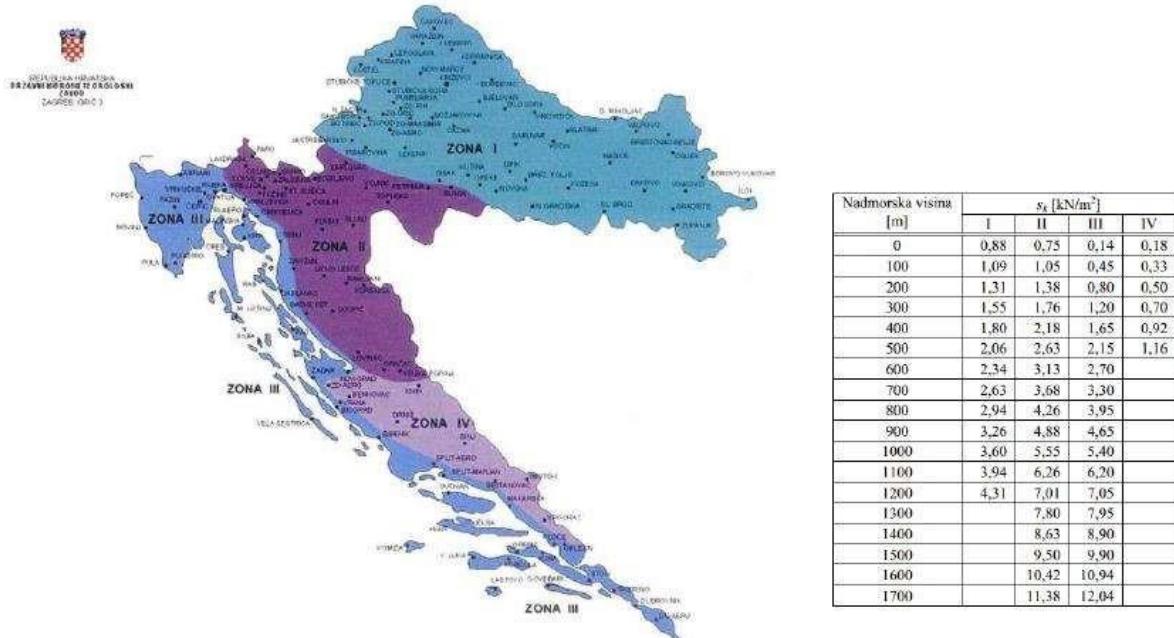
$s_k = 0,45 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{za Zadar, od } 0\text{-}100 \text{ m nadmorske visine}$

Utjecaj geometrije krova uzet je u obzir s koeficijentom oblika opterećenja snijegom  $\mu_i$ , u ovisnosti o nagibu krova.



Dijagram za određivanje koeficijenta oblika opterećenja snijegom na krovu u ovisnosti o kutu  $\alpha$

Za ravni krov očitano:  $\mu_i = 0,8$



Slika 2.1. Klimatske zone karakterističnog opterećenja snijegom  $s_k$  ( $\text{kN/m}^2$ )

Za područje Zadra, zona III. Nadmorske visine do 100 m očitano:

$$s_k = 0,45 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$s_k = 0,80 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 0,45 = 0,36 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

**Napomena:** Opterećenje krova snijegom uzeto je u obzir u sklopu pokretnog opterećenja na krovu (snijeg+ vjetar) u iznosu od 1.0 kN/m<sup>2</sup>.

### 2.2.3 Vjetar

Opterećenje vjetrom je promjenjivo slobodno djelovanje koje je definirano Eurokodom 1991-1-4 – Djelovanje vjetra

(Eurocode 1: Actions on structures - General actions - Part 1-4: Wind actions).  $v_{b,0}$  (ili  $v_{ref,0}$  - u prednormi) je osnovna poredbena brzina vjetra ovisna o geografskom položaju objekta (dana na mapi na sljedećoj stranici). Osnovna poredbena vrijednost brzine vjetra je karakteristična srednja 10-minutna vrijednost brzine vjetra, neovisna o smjeru vjetra, vremenu i godišnjem dobu, na 10 m iznad površine otvorenog terena, koji može biti obrastao travom i grmljem i manjim preprekama.

Vrijednost osnovne poredbene brzine vjetra  $v_{b,0}$  (na mapi) dodatno se korigira s obzirom na smjer vjetra, godišnje doba i nadmorskou visinu, te se tako dobiva poredbena (referentna) brzina vjetra:

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot c_{alt} \cdot v_{b,0} \text{ [m/s]}$$

$v_{b,0}$  – fundamentalna vrijednost osnovne brzine vjetra

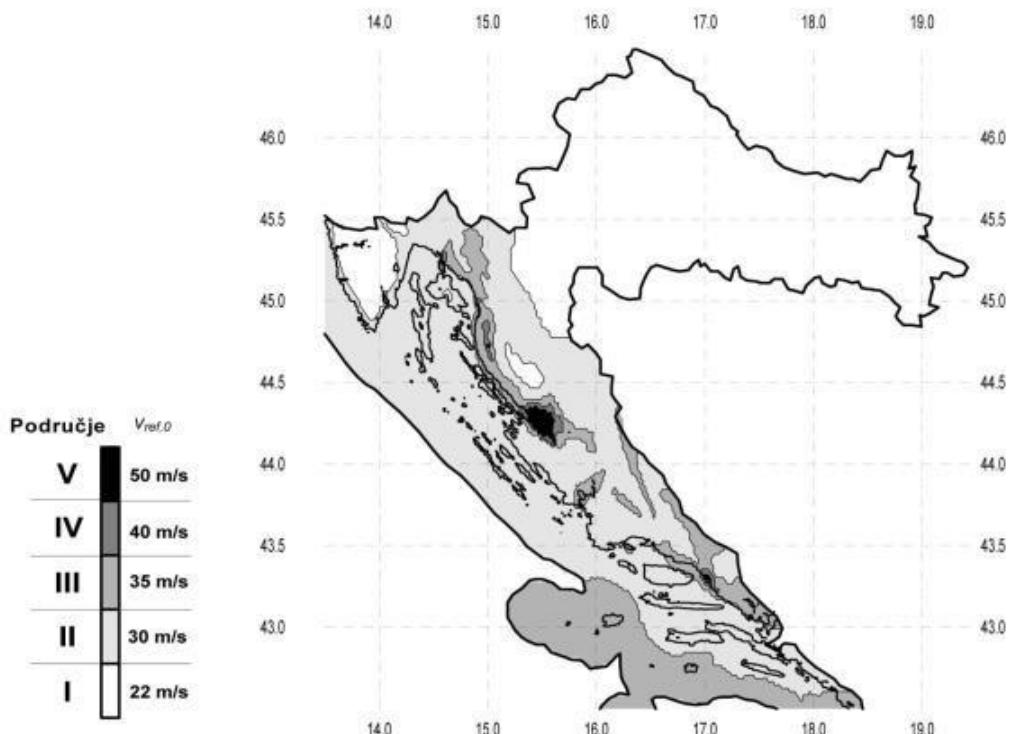
$c_{dir}$  – koeficijent smjera vjetra (uzima se za cijelo područje Hrvatske 1,0)

$c_{season}$  – koeficijent doba godine (uzima se za cijelo područje Hrvatske 1,0)

Koeficijent nadmorske visine ( $c_{alt}$ ) koji obuhvaća povećanje brzine vjetra s nadmorskou visinom, zbog ograničenog broja mjernih mjesta na planinskom području Republike Hrvatske nije moguće egzaktno odrediti te se koristi izraz  $c_{alt} = 1 + 0.0001 \cdot a_s$ , gdje je  $a_s$  nadmorska visina mjesta u izražena u metrima.

Tablica 2.9. Prikaz vrijednosti osnovne brzine vjetra u ovisnosti o području

Područja	$v_{b,0}$ [m/s]
I	22
II	30
III	35
IV	40
V	50



Slika 2.2. Karta vjetrovnih zona Republike Hrvatske

Objekt se nalazi na području grada Zadra gdje je uglavnom nezaštićen od djelovanja vjetra te je smješten na nadmorskoj visini od 6 m.n.m.

$$c_{alt} = 1 + 0.0001 \cdot a_s = 1 + 0.0001 \cdot 6 = 1,0006$$

Prema navedenim normama predmetna lokacija je smještena u III. vjetrovnoj zoni.

Osnovna poredbena vrijednost brzine vjetra u toj zoni iznosi:

$$v_{b,0} = 35 \text{ [m/s]}$$

$$v_b = 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0006 \cdot 35 = 37.021 \text{ [m/s]}$$

Srednja brzina vjetra na nekoj visini z:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b$$

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \rightarrow za z_{min} \leq z \leq z_{max}$$

$c_o(z)$  – koeficijent topografije (uzima se 1,0)

$c_r(z)$  – koeficijent hrapavosti terena

$k_r$  – koeficijent terena

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07}$$

Tablica 2.10. Kategorije terena i poredbene vrijednosti

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

Maksimalna visina  $z_{max}$  uobičajeno se uzima 200 m.

Prema navedenom, predmetna lokacija je smještena u kategoriju terena IV.

Turbulencija vjetra na visini z iznad terena dana je izrazom:

$$I_v(z) = \frac{k_I}{c_o(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1,0}{1,0 \cdot \ln\left(\frac{15,15}{1,0}\right)} = 0,368$$

$I_v(z)$  – intenzitet turbulencije

$k_I$  – faktor turbulencije (uzima se 1,0)

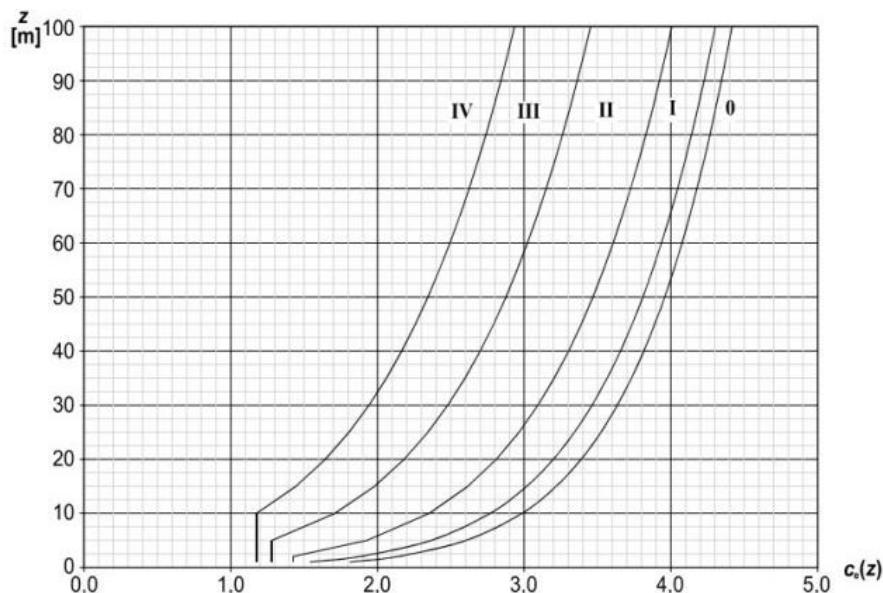
Pritisak brzine vjetra pri udaru:

$$q_p(z) = (1 + 7 \cdot I_v(z)) \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2 = (kN/m^2)$$

$$q_b(z) = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2$$

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

Faktor izloženosti  $c_e(z)$  određuje se iz dijagrama ovisnosti kategorije terena i visine iznad terena



Slika 2.3. Koeficijent položaja  $c_e(z)$  u ovisnosti o kategoriji terena i visini ( $z$ ) iznad terena

Rezultirajuća sila vjetra:

Pritisak vjetra na vanjske plohe:

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$$

$c_{pe}$  – koeficijent vanjskog tlaka

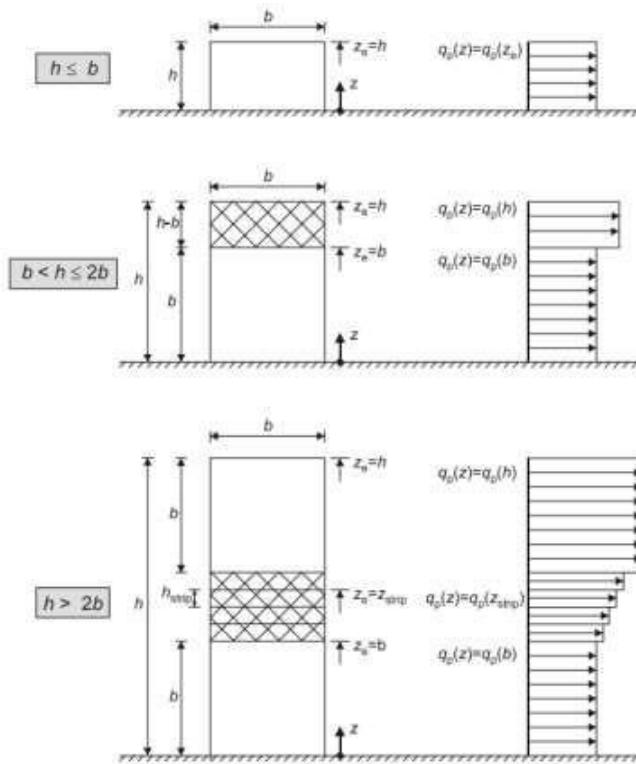
Pritisak vjetra na unutarnje plohe:

$$w_i = q_p(z_e) \cdot c_{pi}$$

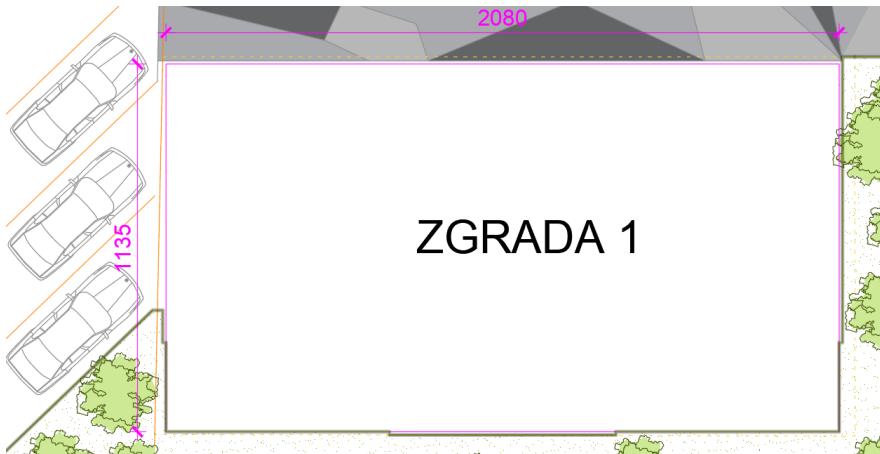
$c_{pi}$  – koeficijent unutarnjeg tlaka

$z_e$  – referentna visina objekta – određuje se prema odnosu h/b

(pri izračunu  $q_p(z_e)$ , za  $z$  koristit  $z_e$ )



Slika 2.4. Referentna visina  $z_e$  u ovisnosti  $h/b$  te odgovarajući profil pritiska



Slika 2.5. Tlocrtni prikaz predmetne građevine

Visina konstrukcije nad tlom 15.15 m

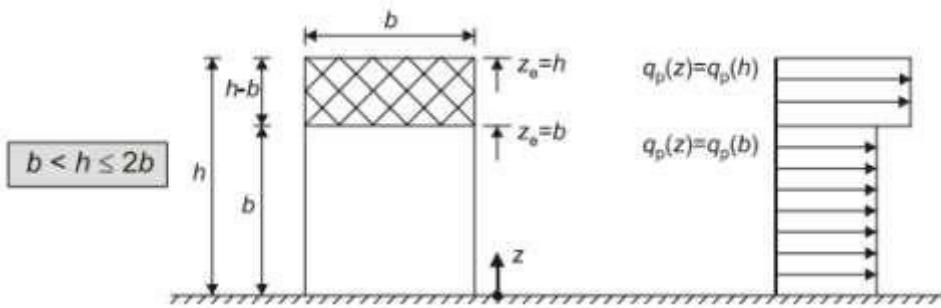
Širina konstrukcije na koju puše vjetar u x smjeru 20.8 m, a u y smjeru 11.35 m

Referentna visina:

Y smjer:

$$\frac{h}{b} = \frac{15.15}{11.35} = 1,33$$

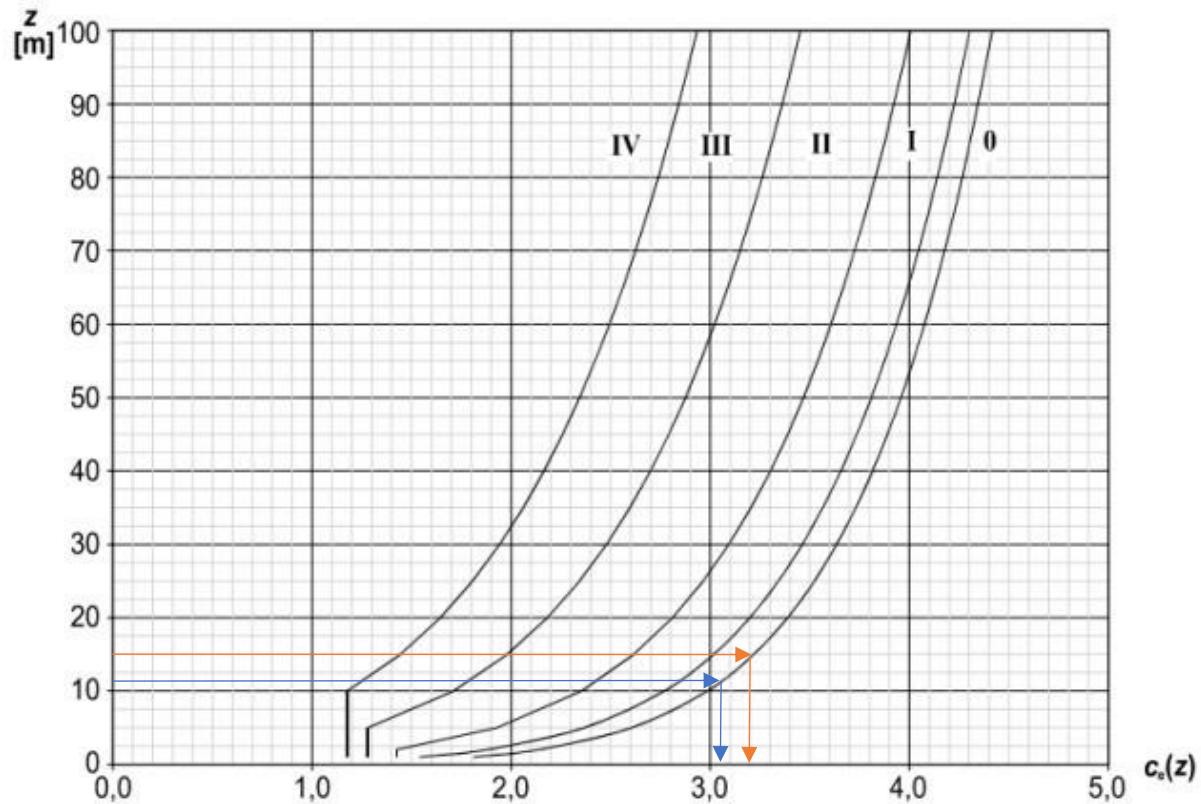
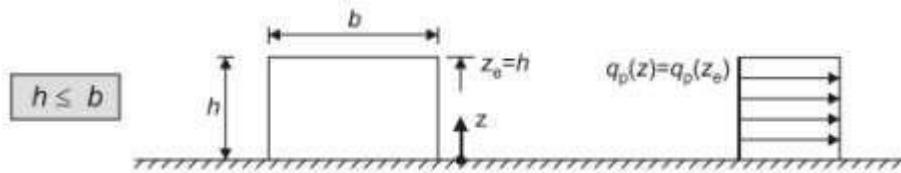
$$11.35 < 15.15 \leq 22.7$$



X smjer:

$$\frac{h}{b} = \frac{15.15}{20.8} = 0.73$$

$$15.15 \leq 20.8$$



Koefficijenti izloženosti:

X smjer:

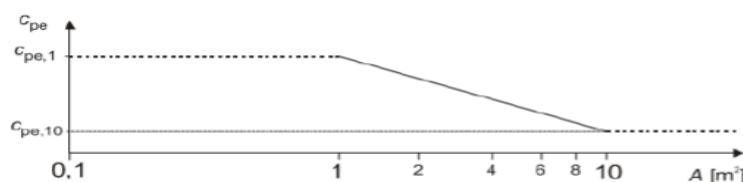
$$c_e(z_e) = 3,20 \text{ (do visine } 15,15 \text{ m)}$$

Y smjer:

$$c_e(z_e) = 3,05 \text{ (do visine } 11,35 \text{ m)}$$

$$c_e(z_e) = 3,20 \text{ (do visine } 15,15 \text{ m)}$$

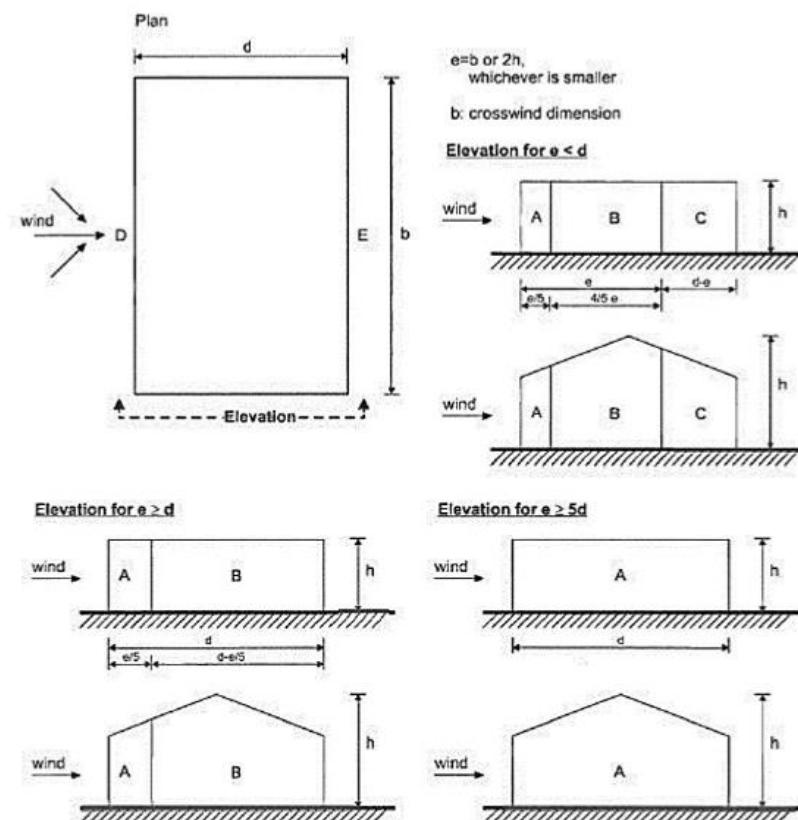
Rezultirajuća sila vjetra, tj. koeficijent rezultirajuće sile  $c_{pe}$ , ovisi i o površini na koju vjetar djeluje. Koeficijent rezultirajuće sile za predmetnu građevinu odabran je  $c_{pe,10}$



Slika 2.6. Koeficijent rezultirajuće  $c_{pe}$  sile u ovisnosti o površini na koju vjetar djeluje

Podjela predmetne zgrade na zone:

- Vertikalni zidovi



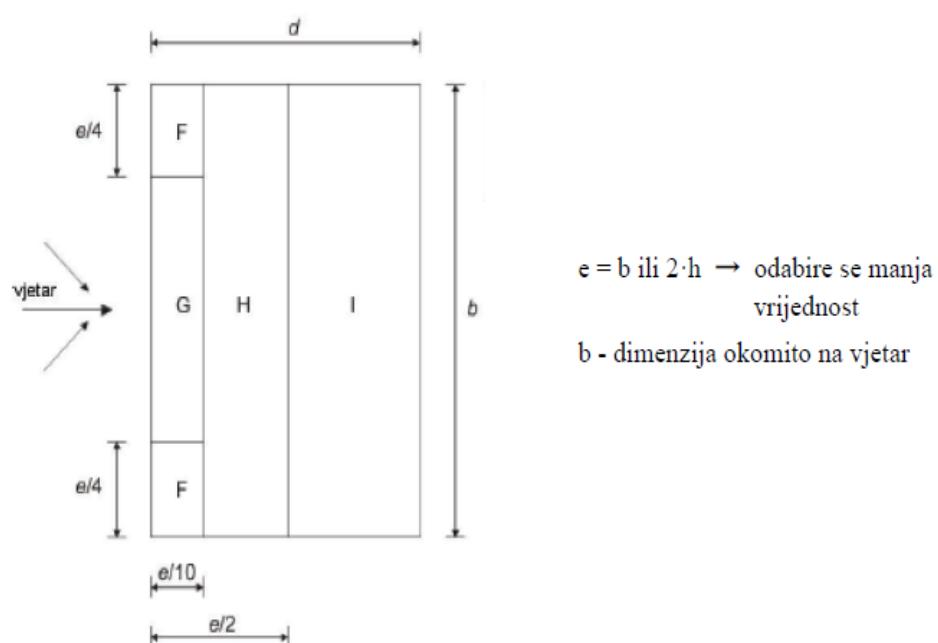
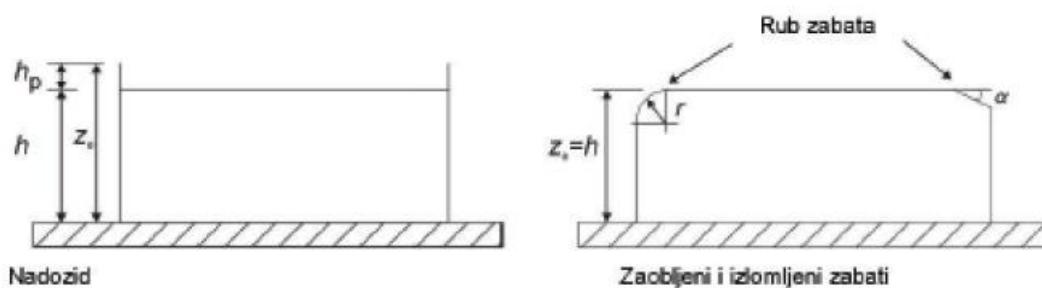
Slika 2.7. Podjela na zone u ovisnosti o odnosu  $e$  i  $d$

Tablica 2.11. Preporučene vrijednosti koeficijenata vanjskog pritiska na vertikalne zidove

Područje	A		B		C		D		E	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$								
$h/d \geq 5$	-1,4	-1,7	-0,8	-1,1	-0,5	-0,7	+0,8	+1,0	-0,5	-0,7
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	-0,5

NAPOMENA: Za pojedinačne zgrade na otvorenome terenu u područjima u zavjetriini mogu nastupiti i veće sile.  
Međuvrijednosti se smiju linearno interpolirati.  
Za zgrade čiji je omjer  $h/d > 5$ , ukupno opterećenje vjetrom smije se temeljiti na odredbama iz točaka od 7.6 do 7.8 i 7.9.2.

- Ravn krov



Slika 2.8. Područja djelovanja vanjskog tlaka za ravne krovove

Tablica 2.12. Vrijednosti koeficijenata vanjskog pritiska za područja ravnog krova

Vrsta krova		Područje							
		F		G		H		I	
		$c_{pe,10}$	$c_{pe,t}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,t}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,t}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,t}$
Oštiri zabati		-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	+ 0,2	
								- 0,2	
S nadozidima	$h_p/h = 0,025$	-1,6	-2,2	-1,1	-1,8	-0,7	-1,2	+ 0,2	
	$h_p/h = 0,05$	-1,4	-2,0	-0,9	-1,6	-0,7	-1,2	+ 0,2	
	$h_p/h = 0,10$	-1,2	-1,8	-0,8	-1,4	-0,7	-1,2	+ 0,2	
Zaobljeni zabati	$r/h = 0,05$	-1,0	-1,5	-1,2	-1,8	- 0,4		+ 0,2	
	$r/h = 0,10$	-0,7	-1,2	-0,8	-1,4	- 0,3		+ 0,2	
	$r/h = 0,20$	-0,5	-0,8	-0,5	-0,8	- 0,3		+ 0,2	
Izlomjeni zabati	$\alpha = 30^\circ$	-1,0	-1,5	-1,0	-1,5	- 0,3		+ 0,2	
	$\alpha = 45^\circ$	-1,2	-1,8	-1,3	-1,9	- 0,4		+ 0,2	
	$\alpha = 60^\circ$	-1,3	-1,9	-1,3	-1,9	- 0,5		+ 0,2	

NAPOMENA 1: Za krovove s nadozidima ili zaobljenim zabatima, smje se upotrebljavati linearna interpolacija za međuvrijednosti  $h_p/h$  i  $r/h$ .

NAPOMENA 2: Za krovove s izlomljenim zabatima, smje se upotrebljavati linearna interpolacija između  $\alpha = 30^\circ$ ,  $45^\circ$  i  $\alpha = 60^\circ$ . Za  $\alpha > 60^\circ$  smje se upotrebljavati linearna interpolacija između vrijednosti za  $\alpha = 60^\circ$  i vrijednosti za ravne krovove s oštirim (izlomljenim) zabatima.

NAPOMENA 3: U području I, gdje su dane i pozitivne i negativne vrijednosti, u obzir treba uzeti obje vrijednosti.

NAPOMENA 4: Za sami izlomljeni zataj, koeficijenti vanjskog taka dati su u tablici 7.4a „Koeficijenti vanjskog taka za dvostrešne krovove, smjer vjetra 0°”, područje F i G, ovisno o nagibu izlomljenog zataja.

NAPOMENA 5: Za sami zataj, koeficijent i vanjskog taka dati su linearom interpolacijom duž krivulje, između vrijednosti na zidu i na krovu.

NAPOMENA 6: Za mansardne strehe dje su horizontalne dimenzije manje od  $10\text{ cm}$  treba uzeti vrijednosti za oštire strehe. Za definiciju  $c$  vidjeti sliku 7.6

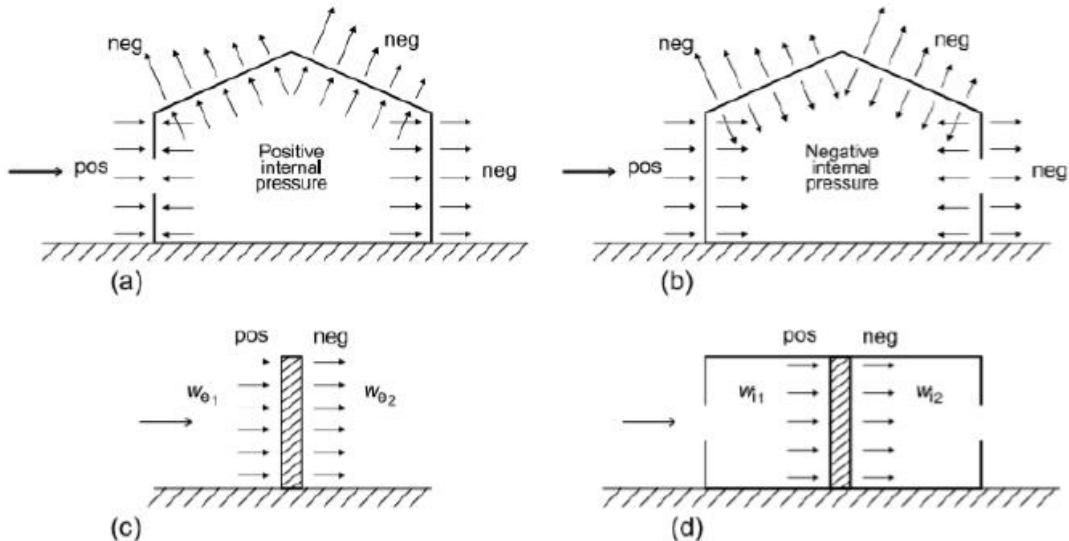
Određivanje koeficijenta unutarnjeg pritiska  $c_{pi}$ :

Maksimalni koeficijent unutarnjeg pritiska je 0.8, a minimalni koeficijent unutarnjeg pritiska (podtlak) je -0.5.

Koeficijent unutarnjeg pritiska se uzima:

$c_{pi} = 0.75 \cdot c_{pe}$  – kada je površina otvora na dominantnom zidu bar 2 puta veća od površine otvora na ostalim zidovima

$c_{pi} = 0.90 \cdot c_{pe}$  – kada je površina otvora na dominantnom zidu bar 3 puta veća od površine otvora na ostalim zidovima



Slika 2.9. Smjer djelovanja unutarnjeg i vanjskog pritiska

Rezultati proračuna:

$$v_{b,0} = 35 \frac{m}{s} - \text{očitano za grad Zadar (područje III)}$$

$$c_{DIR} = 1.0$$

$$c_{TEM} = 1.0$$

$$c_{alt} = 1 + 0.0001 \cdot a_s = 1 + 0.0001 \cdot 6 = 1,0006$$

$$v_b = c_{DIR} \cdot c_{TEM} \cdot c_{ALT} \cdot v_{b,0} = 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.006 \cdot 35 = 35.21 \text{ m/s}$$

Kako je zgrada veće širine od visine, mjerodavna visina joj je ukupna visina. Mjerodavna visina zgrade je 15.15 m. Mjerodavna visina je veća od minimalne (2.0 m) i manja od maksimalne (200 m), pa je:

$$c_r(z) = \left[ k_r \cdot \ln \left( \frac{z}{z_0} \right) \right] = 0.234 \cdot \ln \left( \frac{15.15}{1} \right) = 0.636$$

Srednja brzina vjetra:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 0.636 \cdot 1 \cdot 35.21 = 22.39 \text{ m/s}$$

Intezitet tubulencije:

$$I_v(z) = \frac{k_I}{c_o(z) \cdot \ln \left( \frac{z}{z_0} \right)} = \frac{1,0}{1,0 \cdot \ln \left( \frac{15,15}{1,0} \right)} = 0,368$$

Maksimalni pritisak brzine vjetra  $q_p(z)$ :

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

$$\rho_{\text{zr}} = 1.25 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot 0.368] \cdot \frac{1.25}{2} \cdot 22.39^2 = 3.576 \cdot 313.32 = 1120,43 \text{ N/m}^2 = 1.12 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

### Koeficijenti vanjskog vjetra

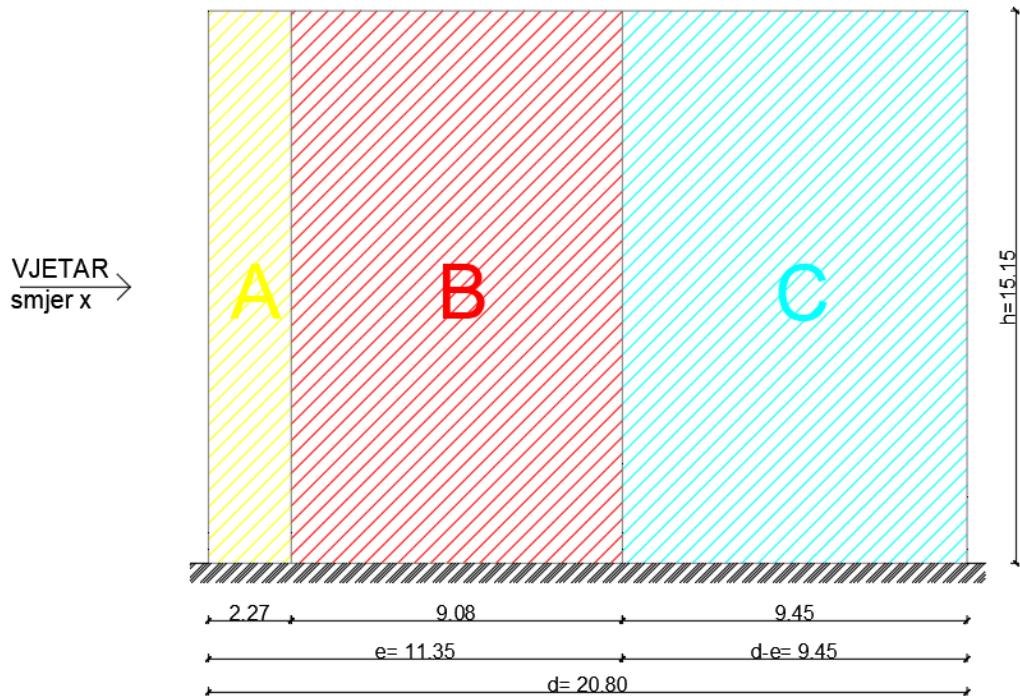
Smjer x

- Vertikalni zidovi

$$h = 15.15 \text{ m}$$

$$e = 2 \cdot h = 2 \cdot 15.15 = 30.3 \text{ m}$$

$$e = b = 11.35 \text{ m} < d = 20.80 \text{ m}$$



Slika 2.10. Područja A, B i C za vjetar u smjeru x

Vrijednosti  $c_{pe,10}$  iz tablice su linearno interpolirane za vrijednost  $\frac{h}{d} = \frac{15.15}{20.80} = 0.7284$

Tablica 2.13. Prikaz koeficijenata vanjskog pritiska na vertikalne zidove  $\frac{h}{d} = \frac{15.15}{20.80} = 0.7284$

Područje	A	B	C	D	E
$c_{pe}$	-1.2	-0.8	-0.5	+0.76	-0.43

- Ravn krov

Djelovanje vjetra na krov je zanemareno jer je krov ravni betonski.

- Koeficijenti unutarnjeg vjetra

$$c_{pi} = +0.8 \text{ i } c_{pe} = -0.5$$

$$q_p(z_e) = q_p(z) = 1.12 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$$

$$w_i = q_p(z_e) \cdot c_{pi}$$

Tablica 2.14. Rezultirajuće djelovanje vjetra u x smjeru

Područje	A	B	C	D	E
$c_{pe}$	-1.2	-0.8	-0.5	0	-0.43
	0	0	0	0.76	0
$c_{pi}$	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
$w_{e1} = q_p(z) \cdot c_{pe}$	-1.34	-0.90	-0.56	0	-0.48
$w_{e2} = q_p(z) \cdot c_{pe}$	0	0	0	0.85	0
$w_{i1} = q_p(z) \cdot c_{pi}$	-0.56	-0.56	-0.56	-0.56	-0.56
$w_{i2} = q_p(z) \cdot c_{pi}$	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
$w_1 = w_{e1} + w_{i1}$	-0.78	-0.34	0	0.56	0.08
$w_2 = w_{e2} + w_{i2}$	-2.24	-1.80	-1.46	-0.90	-1.38
$w_3 = w_{e2} + w_{i1}$	0.56	0.56	0.56	1.41	0.56
$w_4 = w_{e2} + w_{i2}$	-0.90	-0.90	-0.90	-0.05	-0.90

Tablica 2.15. Mjerodavno djelovanje vjetra u x smjeru

Područje	A	B	C	D	E
$w_{mjerodavno} \left[ \frac{kN}{m^2} \right]$	-2.24	-1.80	-1.46	1.41	-1.38

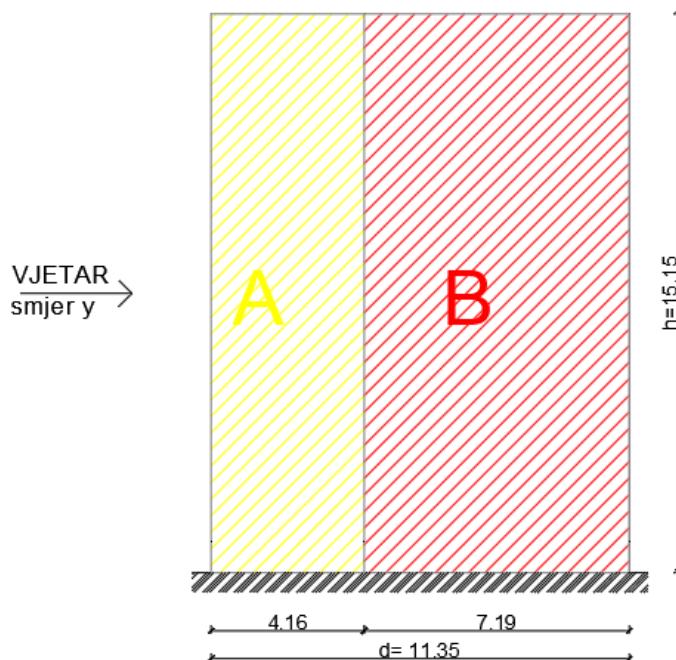
Smjer y

- Vertikalni zidovi

$$h = 15.15 \text{ m}$$

$$e = 2 \cdot h = 2 \cdot 15.15 = 30.3 \text{ m}$$

$$e = b = 20.80 \text{ m} > d = 11.35 \text{ m}$$



Slika 2.11. Područja A i B za vjetar u smjeru y

Vrijednosti  $c_{pe,10}$  iz tablice su linearno interpolirane za  $\frac{h}{d} = \frac{15.15}{11.35} = 1.33$

Tablica 2.16. Prikaz koeficijenata vanjskog pritiska na vertikalne zidove  $\frac{h}{d} = \frac{15.15}{11.35} = 1.33$

Područje	A	B	D	E
$c_{pe}$	-1.2	-0.8	+0.84	-0.59

- Ravni krov

Djelovanje vjetra na krov je zanemareno jer je krov ravni betonski.

- Koeficijenti unutarnjeg vjetra

$$c_{pi} = +0.8 \text{ i } c_{pe} = -0.5$$

$$q_p(z_e) = q_p(z) = 1.12 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$$

$$w_i = q_p(z_e) \cdot c_{pi}$$

Tablica 2.17. Rezultirajuće djelovanje vjetra u y smjeru

Područje	A	B	D	E
$c_{pe}$	-1.2	-0.8	0	-0.59
	0	0	0.84	0
$c_{pi}$	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
	0.8	0.8	0.8	0.8
$w_{e1} = q_p(z) \cdot c_{pe}$	-1.34	-0.90	0	-0.66
$w_{e2} = q_p(z) \cdot c_{pe}$	0	0	0.94	0
$w_{i1} = q_p(z) \cdot c_{pi}$	-0.56	-0.56	-0.56	-0.56
$w_{i2} = q_p(z) \cdot c_{pi}$	0.90	0.90	0.90	0.90
$\mathbf{w}_1 = w_{e1} + w_{i1}$	-0.78	-0.34	0.56	-0.1
$\mathbf{w}_2 = w_{e1} + w_{i2}$	-2.24	-1.80	-0.90	-1.56
$\mathbf{w}_3 = w_{e2} + w_{i1}$	0.56	0.56	1.50	0.56
$\mathbf{w}_4 = w_{e2} + w_{i2}$	-0.90	-0.90	-0.04	-0.90

Tablica 2.18. Mjerodavno djelovanje vjetra u y smjeru

Područje	A	B	D	E
$w_{mjerodavno} \left[ \frac{kN}{m^2} \right]$	-2.24	-1.80	1.50	-1.56

**Napomena:** Sile od vjetra su manje od potresnih sila, pa je za dimenzioniranje vertikalnih nosivih elemenata mjerodavna potresna kombinacija opterećenja.

### 3. IZVANREDNO OPTEREĆENJE

#### 3.1 Seizmičko opterećenje

Konstrukcije se u potresnim područjima moraju projektirati i graditi tako da ispune zahtjeve da ne smije doći do rušenja i zahtjev ograničenog stanja oštećenja. Kako bi to postigli ti zahtjevi moraju se provjeriti granična stanja nosivosti i granična stanja oštećenja.

Proračun potresnog opterećenja napravljen je koristeći prostorni model konstrukcije u računalnom programu Scia Engineer 20.0. Potresne sile su određene koristeći višemodalnu (spektralnu) analizu prema EC-8 sa SRSS metodom izračuna. Potresne sile uvelike ovise o unesenim parametrima kao što su klasa tla na kojoj će se nalaziti građevina, proračunsko ubrzanje tla na tom području, duktilnost konstrukcije itd. Neki od tih parametara direktno se unose na temelju normama definiranih vrijednosti dok se ostale vrijednosti parametara uzimaju u obzir kroz vrijednosti faktora ponašanja o kojemu će kasnije u tekstu biti riječ. Potresno djelovanje u nekoj točki na površini općenito se prikazuje elastičnim spektrom odziva.

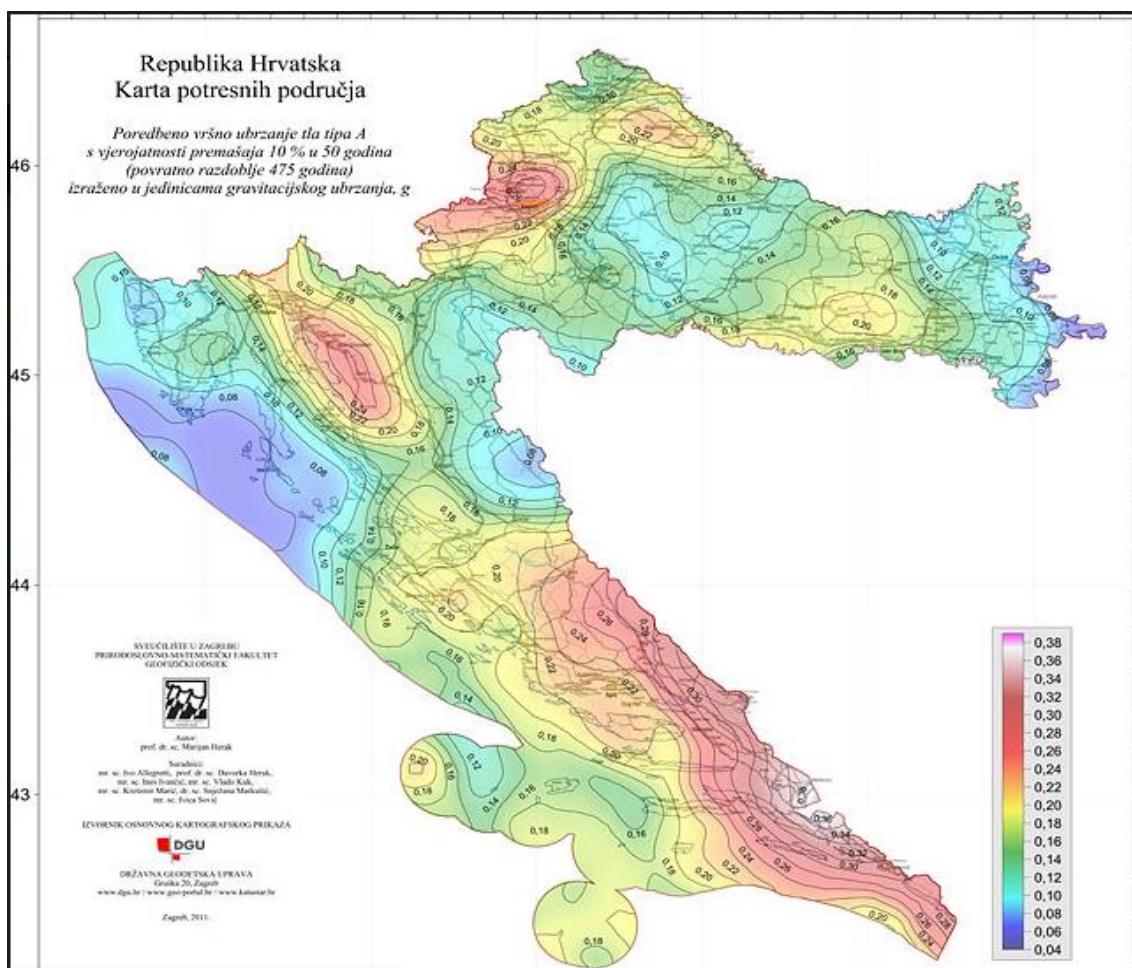
Razlikujemo dva tipa elastičnog spektra odziva o očekivanoj magnitudi površinskih poprečnih valova. Za magnitude veće od 5.5 odaberemo TIP 1, a za magnitude manje od 5.5 odaberemo TIP 2 elastičnog spektra odziva. Budući da se dio potresne energije u konstrukciji troši njenim deformiranjem ovisno o sklonosti deformiranju općenito se dopušta proračun na djelovanje sila koje su manje od onih u elastičnom spektru odziva. Da bi se izbjegao nelinearni proračun uzima se u obzir kapacitet konstrukcije trošenju energije. Taj kapacitet ovisi o duktilnosti konstrukcije tj. njenih elemenata. Duktilnije konstrukcije imaju veći kapacitet trošenja energije i smanjenja potresnog utjecaja. To smanjenje potresnih sila radi se na način da se elastični spektar odziva umanji odgovarajućim koeficijentom koji se naziva faktor ponašanja. Faktor ponašanja predstavlja omjer potresnih sila kojima bi građevina bila izložena kad bi njen odziv u cijelosti bio elastičan u odnosu na potresne sile koje bi se pojavile na promatranoj konstrukciji.

Predmetna građevina nalazi se u **Zadru**, koja se prema seizmičkoj rajonizaciji nalazi u poručju gdje je poredbeno vršno ubrzanje tla 0,182 g.

U nastavku su razrađene vrijednosti svih parametara mjerodavnih za potresni proračun koji su korišteni u analizi pomoću računalnog programa.

**Vrijednosti poredbenog horizontalnog vršnog ubrzanja** tla očitavaju se koristeći seizmološke karte Republike Hrvatske. Za traženo područje očita se ubrzanje tla za povratni period od 475 godina za GSN.

Za područje grada Zadra  $a_{gR,GSN}=0.182\text{ g}$



Slika 3.1. Seizmička karta Republike Hrvatske



Slika 3.2. Prikaz parametara za zadanu lokaciju

Objekt je temeljen, sukladno geotehničkom elaboratu, na čvrstom tlu klase A.

Parametar kojim u proračunu uzimamo u obzir vrstu i kvalitetu tla naziva se faktor tla (S).

*Tablica 3.1. Parametri elastičnog spektra ubrzanja*

Tip temeljnog tla	S	T <sub>B</sub> [s]	T <sub>C</sub> [s]	T <sub>D</sub> [s]
<b>A</b>	1.00	0.15	0.40	2.00
<b>B</b>	1.2	0.15	0.50	2.00
<b>C</b>	1.15	0.20	0.60	2.00
<b>D</b>	1.35	0.20	0.60	2.00
<b>E</b>	1.4	0.15	0.50	2.00

Za kategoriju tla A:  $S = 1.0, T_B = 0.15, T_C = 0.40, T_D = 2.00$

#### **Određivanje faktora ponašanja:**

Da bi se u proračunu izbjegao nelinearni proračun, uzima se u obzir kapacitet trošenja energije u konstrukciji putem duktilnog ponašanja njezinih elemenata i/ili drugih mehanizama te se provodi linearni proračun utemeljen na spektru odziva umanjenom u odnosu na elastični spektar. Taj se spektar naziva "proračunski spektar". To se umanjenje postiže uvođenjem faktora ponašanja q. Faktor ponašanja q približno je omjer potresnih sila kojima bi građevina bila izložena kad bi njezin odziv bio u cijelosti elastičan uz 5%-tno viskozno prigušenje i stvarnih potresnih sila koje bi se pojavile na promatranom sustavu

Faktor ponašanja q određen je sljedećim izrazom:

$$q = q_0 \cdot k_w \geq 1.5$$

gdje je:

**$q_0$**  osnovna vrijednost faktora ponašanja ovisna o vrsti konstrukcije, njezinoj duktilnosti i pravilnosti po visini (tablica 4.4.)

**$k_w$**  faktor prevladavajućeg oblika sloma konstrukcijskih sustava s zidovima (tablica 4.5.)

Pri određivanju faktora ponašanja  $q_0$  kvocijent  $\alpha_0 / \alpha_1$  (tablica 4.4.) predstavlja faktor uvećanja, gdje je:

$\alpha_1$  vrijednost kojom je proračunsko horizontalno potresno djelovanje uvećano pri prvom dostizanju nosivosti na savijanje u bilo kojem elementu konstrukcije (pojava plastifikacije zgloba)

$\alpha_u$  vrijednost kojom je proračunsko horizontalno potresno djelovanje uvećano pri prelasku konstrukcije u mehanizam (pojava dovoljnog broja plastičnih zglobova)

Tablica 3.2. Osnovne vrijednosti faktora ponašanja za konstrukcije koje zadovoljavaju uvjet pravilnosti po visini

Tip konstrukcije	Razred duktilnosti	
	DCM	DCH
Okvirni sustav, dvojni sustav, sustav povezanih zidova	3,0 $\alpha_u/\alpha_1$	4,5 $\alpha_u/\alpha_1$
Sustav nepovezanih zidova	3,0	4,0 $\alpha_u/\alpha_1$
Torzijski savitljiv sustav	2,0	3,0
Sustav obrnutog njihala	1,5	2,0

Tablica 3.3. Vrijednosti faktora kw

Vrsta konstrukcije	$k_w$
okvirne konstrukcije i njima istovrijedni dvojni sustavi	1,0
zidni sustavi sustavi istovrijedni zidnim sustavima torzijski savitljivi sustavi	$0,5 \leq (1 + \alpha_0) / 3 \leq 1,0$

$$q_0 = 3,0 \cdot \frac{\alpha_0}{\alpha_1}$$

$\frac{\alpha_0}{\alpha_1} = 1,0$  za tlocrtno nepravilne sustave

$$q_0 = 3,0 \cdot 1 = 3,0$$

Faktor prevladavajućeg sloma:  $k_w = \frac{\alpha_0 + 1}{3}$ , uz uvjet  $0,5 \leq k_w \geq 1; \alpha_0 = \frac{\sum h_{wi}}{\sum l_{wi}}$

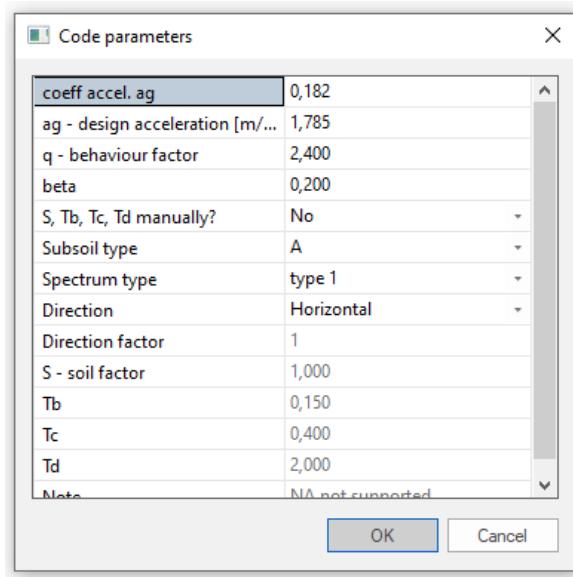
$$k_w = 1 \text{ za smjer } x \text{ i } y$$

Za zgrade nepravilne po visini faktor ponašanja se umanjuje za 20%

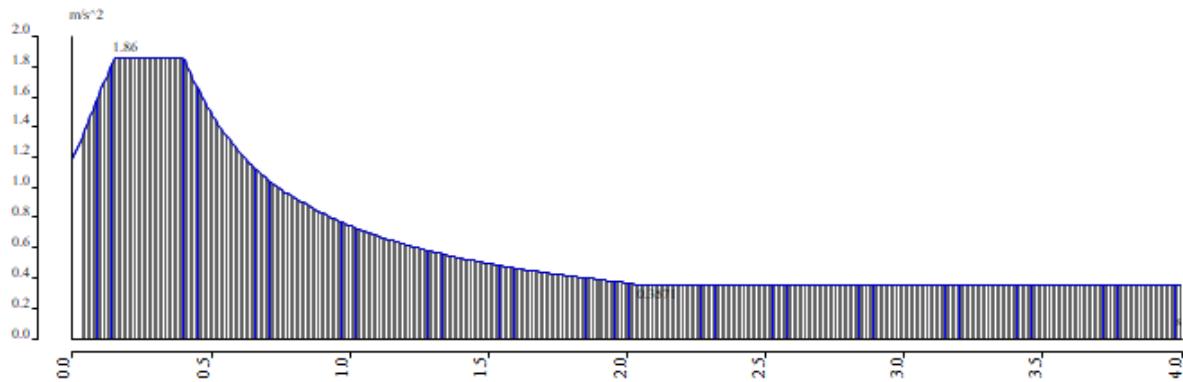
$$q = 0,8 \cdot q_0 \cdot k_w = 0,8 \cdot 3 \cdot 1 = 2,4$$

**Usvojeno: q=2.4**

Odgovor konstrukcije na seizmičko djelovanje analiziran je računalnim postupkom, u programskom paketu Scia Engineer 20.0. Za potrebe proračuna na potres u model su uključene sve etaže.



*Slika 3.3. Upotrijebljeni parametri u proračunu*



*Slika 3.4. Normalni računski spektar odziva*

## Calculation protocol

### Solution of free vibration

Number of 2D elements	53631
Number of 1D elements	2034
Number of mesh nodes	54992
Number of equations	329952
Combination of mass groups	MC1 CM1
Number of frequencies	40
Method	Lanczos
Bending theory	Mindlin
Type of analysis model	Standard using improved reduced system (IRS)
Start of calculation	29.06.2022 20:30
End of calculation	29.06.2022 20:33

### Sum of masses

	Mass type	X [kg]	Y [kg]	Z [kg]
1	Moving mass	1748126,1	1748969,2	1759207,0
1	Total mass	1763713,0	1763713,0	1763713,0

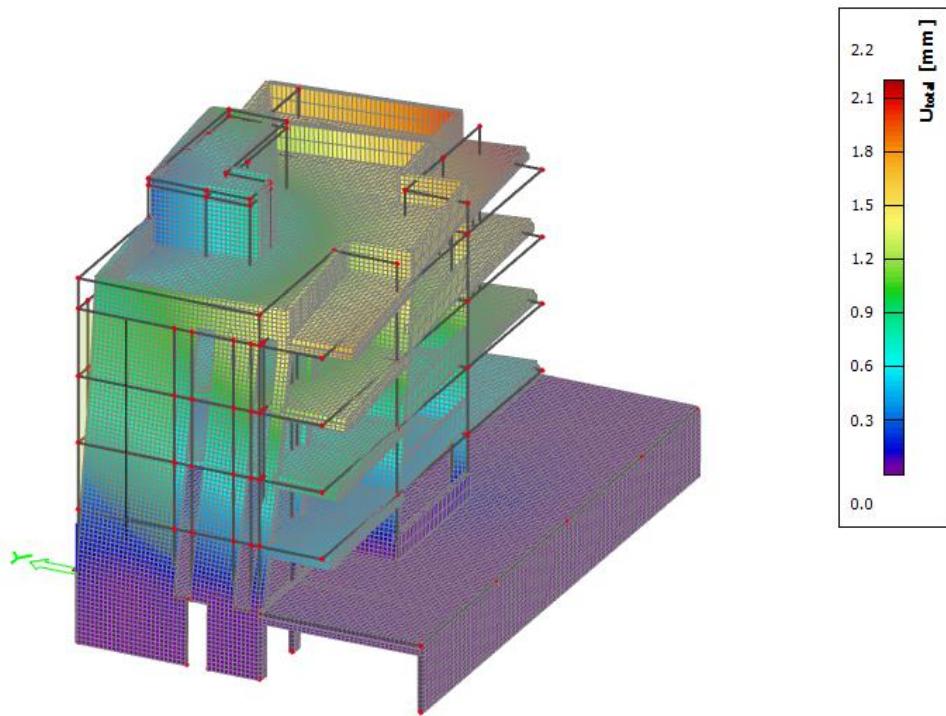
### Relative modal masses

Mode	omega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	Wx/Wtot	Wy/Wtot	Wz/Wtot	Nx,R/Wtot,R	Ny,R/Wtot,R	Nz,R/Wtot,R
1	18.6653	0,34	2,97	0,2557	0,0648	0,0001	0,0336	0,0567	0,1468
2	24.6249	0,26	3,92	0,2818	0,2067	0,0026	0,0983	0,0925	0,0848
3	36.1786	0,17	5,76	0,0455	0,2919	0,0038	0,1696	0,0281	0,2359
4	56.8751	0,11	9,05	0,0116	0,0299	0,0031	0,0286	0,0046	0,0274
5	62.3558	0,10	9,92	0,0007	0,0004	0,1798	0,0245	0,1999	0,0000
6	64.4331	0,10	10,25	0,0010	0,0002	0,0435	0,0294	0,0798	0,0001
7	66.6762	0,09	10,61	0,0015	0,0034	0,0632	0,0030	0,0001	0,0001
8	67.9022	0,09	10,81	0,0000	0,0038	0,0339	0,0063	0,0070	0,0015
9	69.5213	0,09	11,06	0,0030	0,0040	0,0120	0,0034	0,0795	0,0068
10	70.6168	0,09	11,24	0,0013	0,0024	0,0223	0,0092	0,0250	0,0007
11	76.5905	0,08	12,19	0,0195	0,0064	0,0618	0,0015	0,0012	0,0009
12	79.3206	0,08	12,62	0,0008	0,0007	0,0089	0,0014	0,0074	0,0007
13	80.8705	0,08	12,87	0,0284	0,0045	0,0755	0,0006	0,0385	0,0002
14	82.3329	0,08	13,10	0,0179	0,0013	0,0146	0,0025	0,0002	0,0006
15	83.8625	0,07	13,35	0,0055	0,0020	0,0010	0,0034	0,0203	0,0012
16	86.5998	0,07	13,78	0,0018	0,0023	0,0897	0,0573	0,0119	0,0000
17	89.6432	0,07	14,27	0,0008	0,0012	0,0111	0,0000	0,0021	0,0000
18	90.1287	0,07	14,34	0,0006	0,0001	0,0062	0,0003	0,0000	0,0000
19	92.6741	0,07	14,75	0,0002	0,0000	0,0256	0,0106	0,0061	0,0001
20	100.082	0,06	15,93	0,0001	0,0008	0,0388	0,0010	0,0025	0,0013
21	101.669	0,06	16,18	0,0005	0,0039	0,0063	0,0162	0,0006	0,0018
22	126.292	0,05	20,10	0,0214	0,0038	0,0005	0,0023	0,0028	0,0175
23	132.701	0,05	21,12	0,0000	0,0481	0,0031	0,0600	0,0000	0,0299
24	158.127	0,04	25,17	0,0035	0,0002	0,0002	0,0000	0,0035	0,0015
25	162.618	0,04	25,88	0,0010	0,0013	0,0004	0,0011	0,0005	0,0024
26	179.005	0,04	28,49	0,0000	0,0016	0,0467	0,0058	0,0000	0,0010
27	191.463	0,03	30,47	0,0000	0,0028	0,0020	0,0008	0,0008	0,0029
28	207.881	0,03	33,09	0,0000	0,0004	0,0005	0,0001	0,0065	0,0000
29	225.827	0,03	35,94	0,0028	0,0041	0,0006	0,0022	0,0028	0,0063
30	232.732	0,03	37,04	0,0001	0,0432	0,0023	0,0320	0,0000	0,0045
31	235.564	0,03	37,49	0,0001	0,0027	0,0015	0,0032	0,0000	0,0010
32	246.688	0,03	39,26	0,0000	0,0026	0,0109	0,0036	0,0002	0,0004
33	260.087	0,02	41,39	0,0011	0,0081	0,0004	0,0102	0,0001	0,0297
34	280.145	0,02	44,59	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0011	0,0000
35	297.599	0,02	47,36	0,0319	0,0003	0,0000	0,0003	0,0191	0,0012
36	317.409	0,02	50,52	0,0007	0,0035	0,0000	0,0033	0,0004	0,0035
37	393.06	0,02	62,56	0,1866	0,0006	0,0000	0,0003	0,0811	0,0227
38	442.122	0,01	70,37	0,0012	0,0663	0,0002	0,0418	0,0009	0,0002
39	479.798	0,01	76,36	0,0000	0,0160	0,0001	0,0087	0,0001	0,2248
40	777.239	0,01	123,70	0,0000	0,0000	0,1203	0,0140	0,0981	0,0000

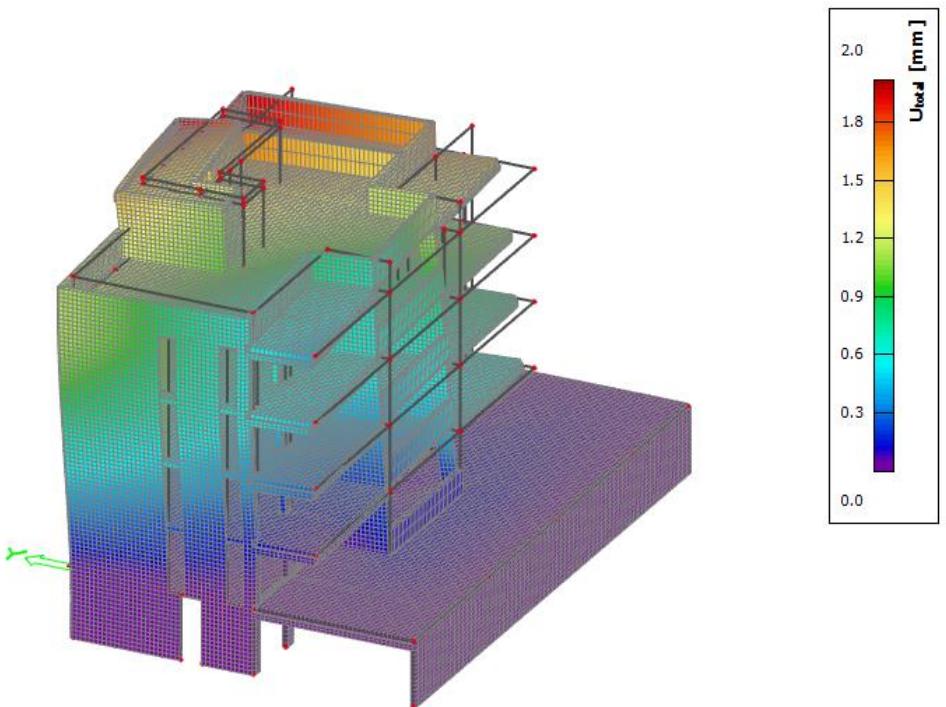
Slika 3.5. Prikaz vlastitih vektora iz računalnog programa SCIA Engineer 20.0

Možemo uočiti kako nije aktivirano 90 % mase u svim smjerovima. U x smjeru je aktivirano 92.78 % mase, a u y smjeru 83.30 % mase. Potrebno je sve rezne sile od potresnih kombinacija uvećati u odnosu postotka aktivirane mase. Za y smjer potrebno je uvećatirezne sile od potresnih kombinacija za vrijednost  $1/0.8330=1.20$ . Ovdje je to napravljeno na način da je u programu uključena opcija Missing mass in modes koja automatski uvećava sve sile na prethodno opisani način.

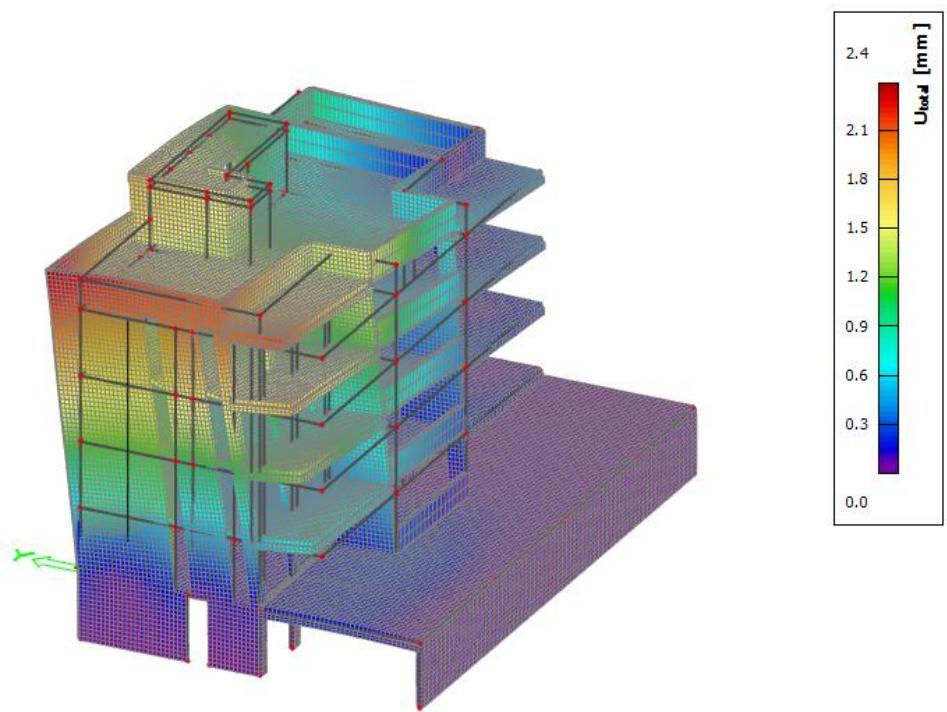
Na sljedećim grafičkim prilozima prikazano je nekoliko karakterističnih vlastitih oblika (modova), nastalih uslijed djelovanja potresa.



Slika 3.6. Prikaz prvog vlastitog vektora od djelovanja potresa za konstrukciju



Slika 3.7. Prikaz drugog vlastitog vektora od djelovanja potresa za konstrukciju



Slika 3.8. Prikaz trećeg vlastitog vektora od djelovanja potresa za konstrukciju

## 4. NUMERIČKI MODEL

Za potrebe proračuna nosivih elemenata konstrukcije, kako horizontalnih, tako i vertikalnih, izrađen je prostorni štapno-plošni model prikazan u nastavku. Modelom su obuhvaćene sve grede, ploče i zidovi. Za proračun vertikalnih elemenata na horizontalna djelovanja provedena je dinamička analiza.

Model je opterećen stalnim opterećenjem (vlastita težina konstrukcije i nekonstruktivnih elemenata), te korisnim opterećenjem. Vlastita težina je uključena u proračunski model, a dodatno stalno i korisno opterećenje je zadano kao plošno, po  $m^2$  ploče.

Opterećenja uz pomoć kojih se provodi dimenziniranje elemenata:

- Vlastita težina G
- Dodatno stalno opterećenje dG
- Korisno opterećenje Q
- Potres

Za unesena opterećenja napravljene su mjerodavne kombinacije opterećenja

$$1. \quad 1.0 \cdot G + 1.0 \cdot dG + 0,3 \cdot Q$$

$$2. \quad 1.35 \cdot G + 1.35 \cdot dG + 1.5 \cdot Q$$

Seizmičke kombinacije:

1.  $1.0 \cdot G + 1.0 \cdot Sx + 0.3 \cdot Sy + 0.3 \cdot Q \rightarrow smjer x$
2.  $1.0 \cdot G + 1.0 \cdot Sy + 0.3 \cdot Sx + 0.3 \cdot Q \rightarrow smjer y$

Korišten je beton klase C25/30

Čelik za amiranje: B500B

- AB ploče:

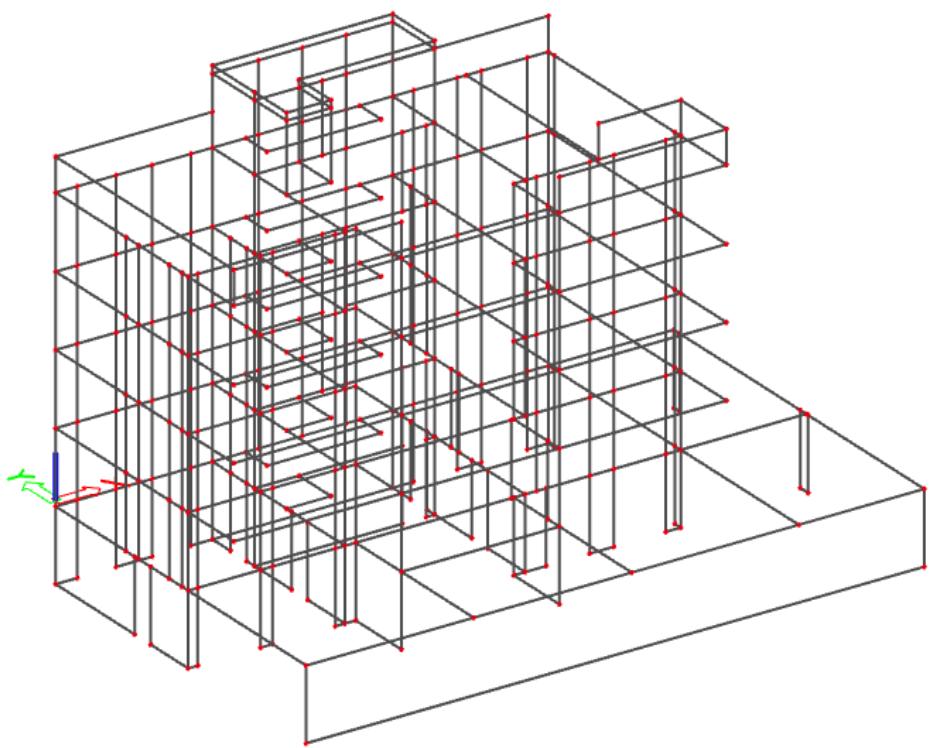
Pozicija 100: ploče debljine 20 cm i 25 cm

Pozicija 200, 300, 400: ploče debljine 20 cm

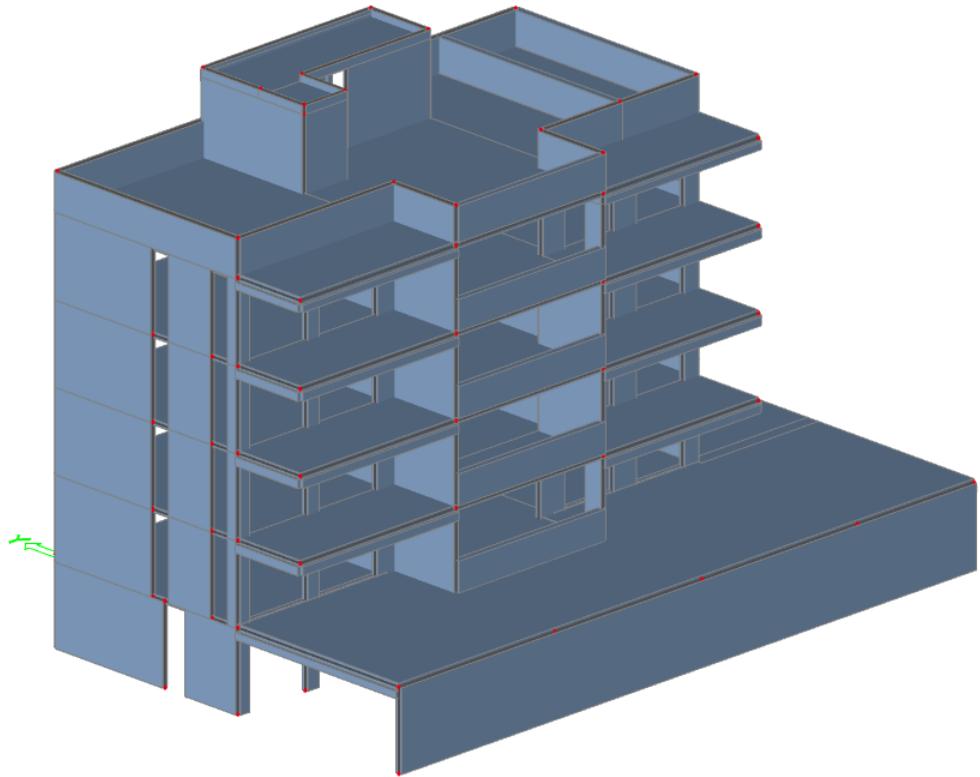
Pozicija 500: ploča debljine 25 cm

Pozicija 600: ploča debljine 15 cm

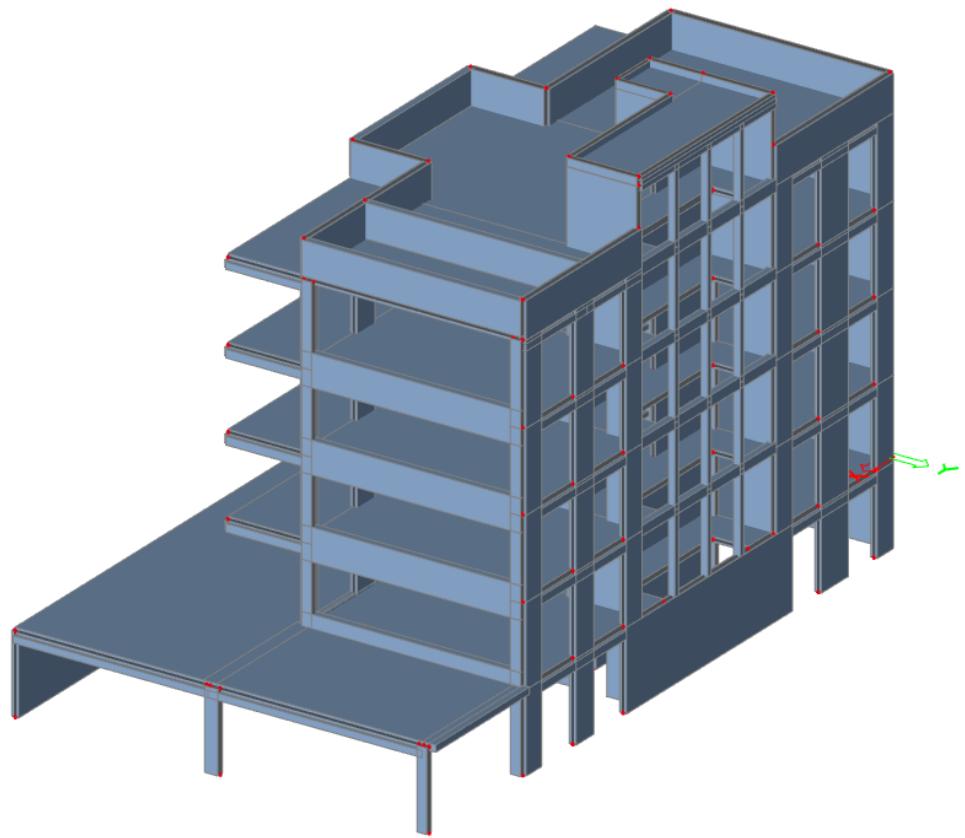
- AB grede: geometrijska svojstva greda su prikazana i detaljno obrađena u planu pozicija
- AB zidovi: Zidovi konstrukcije su debljine 20 cm i 25 cm



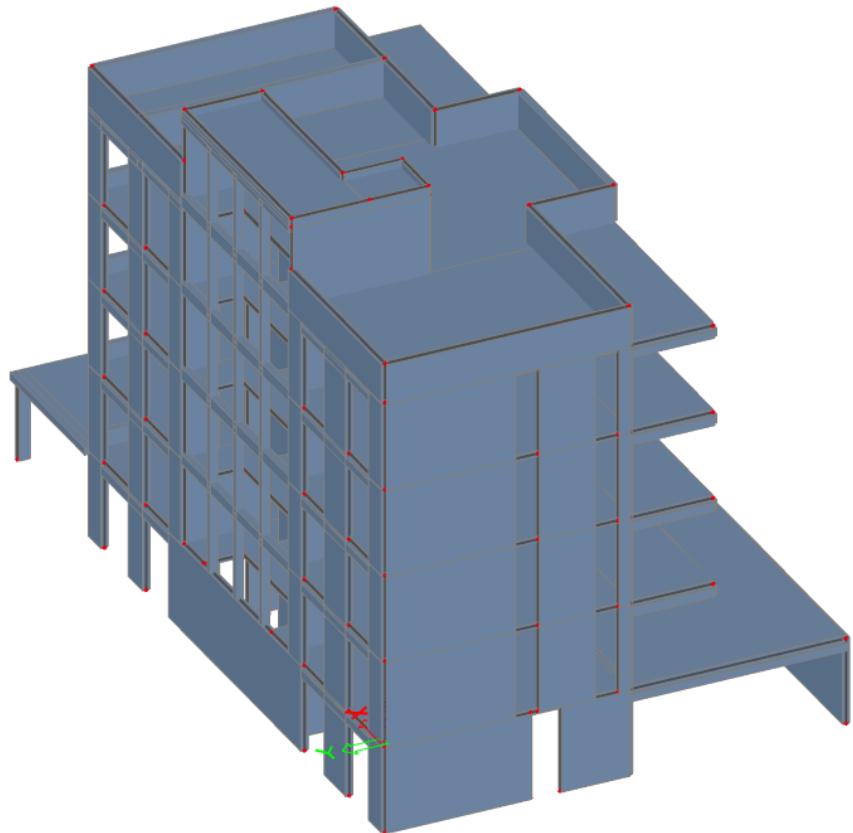
Slika 4.1. Prikaz štapnog modela konstrukcije



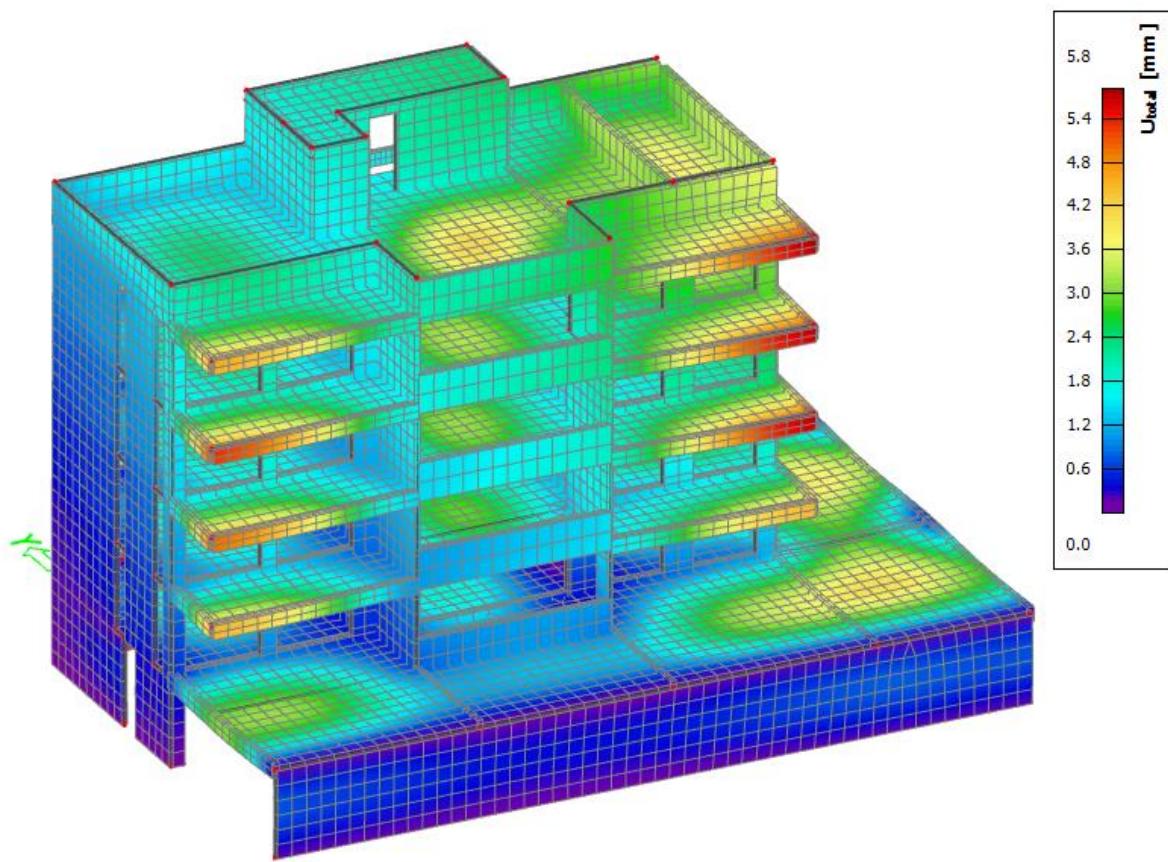
Slika 4.2. Prikaz modela zgrade – aksonometrija I



Slika 4.3. Prikaz modela zgrade – aksonometrija II



Slika 4.4. Prikaz modela zgrade – aksonometrija III



Slika 4.5. Prikaz progiba konstrukcije za GSU

## 5. DIMENZIONIRANJE HORIZONTALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE

Proračun AB ploča proveden je prema EC-2 (Eurokod 2 : Projektiranje betonskih konstrukcija). Za dimenzioniranje ploče upotrijebljene su mjerodavne kombinacije za granično stanje nosivosti dok su za kontrolu pukotina i progiba korištene kombinacije graničnog stanja uporabljivosti.

U nastavku su prikazani ulazni podaci, podaci o opterećenjima, podaci o materijalima, te relevantni rezultati proračuna, i na kraju dimenzioniranje promatranog nosivog elementa.

$$GSU: 1.0 G + 1.0dG + 0.3Q$$

$$\text{Granična vrijednost progiba ploče na rubu: } f_{p,dop} = \frac{l_g}{150}$$

$$\text{Granična vrijednost progiba ploče u polju: } f_{p,dop} = \frac{l_g}{300}$$

Minimalna potrebna armatura u pločama:

$$A_{s,min} = \frac{0,15}{100} \cdot b_c \cdot h_0$$

$$PLOČA d = 15.0 \text{ cm} \rightarrow A_{s,min} = 0.0015 \cdot 100 \cdot 12.5 = 1,88 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Odabrana je minimalna armatura Q-196

$$PLOČA d = 20.0 \text{ cm} \rightarrow A_{s,min} = 0.0015 \cdot 100 \cdot 17.5 = 2,63 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Odabrana je minimalna armatura Q-283

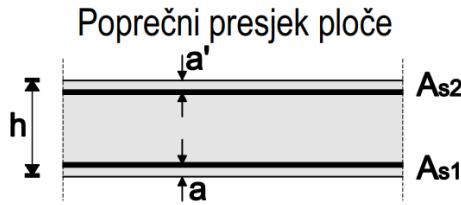
$$PLOČA d = 25.0 \text{ cm} \rightarrow A_{s,min} = 0.0015 \cdot 100 \cdot 22.5 = 3,38 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Odabrana je minimalna armatura Q-385

Sve armirano betonske elemente je potrebno izraditi od betona C25/3 te armirati s čelikom B500B

## 5.1. Pozicija 600

### 5.1.1. PRORAČUN AB PLOČE POZICIJA 600



$$h=15 \text{ cm}$$

$$\text{zaštitni sloj: } a=2.5 \text{ cm; } a'=2.5 \text{ cm}$$

$$d=12.0 \text{ cm}$$

$$\text{Beton: C 25/30; } f_{ck}=25.0 \text{ MPa } f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16,67 \text{ MPa}$$

$$\text{Armatura: B 500B; } f_{yk}=500.0 \text{ MPa } f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ MPa}$$

Limitirajući moment savijanja:

$$M_{Rd,lim}=0.159*(b_w*d^2)*f_{cd}$$

$$M_{Rd,lim}=0.159*(1.0*0.12^2)*(25/1.5)*1000=38.16 \text{ kNm}$$

Min. i max. % armature za ploče:

$$A_{s,min}=0.0015*b*d=0.0015*100*12.0=1.8 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min}=0.6*b*d/f_{yk}=0.6*100*12.0/500=1.44 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,max}=0.31*b*d*(f_{cd}/f_{yd})=0.31*100*12.0*(25/1.5)/(500/1.15)=10.78 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Za proračun armature ploča usvaja se  $\zeta \approx 0.9$ . Potrebna armatura:

$$A_{s1,s2}=M_{Sd}*100/(\zeta*d*f_{yd})=M_{Sd}*100/(0.9*12.0*(50/1.15))=$$

$$A_{s1,s2}=M_{Sd}*0.21$$

Napomena: Prethodni izrazi vrijede za moment  $M_{Sd}$  u [kNm] i armaturu  $A_{s1,s2}$  u [ $\text{cm}^2$ ].

**Dobivenu armaturu zbog preraspodjele umanjiti nad ležajem za 15 % i povećati u polju 25%.**

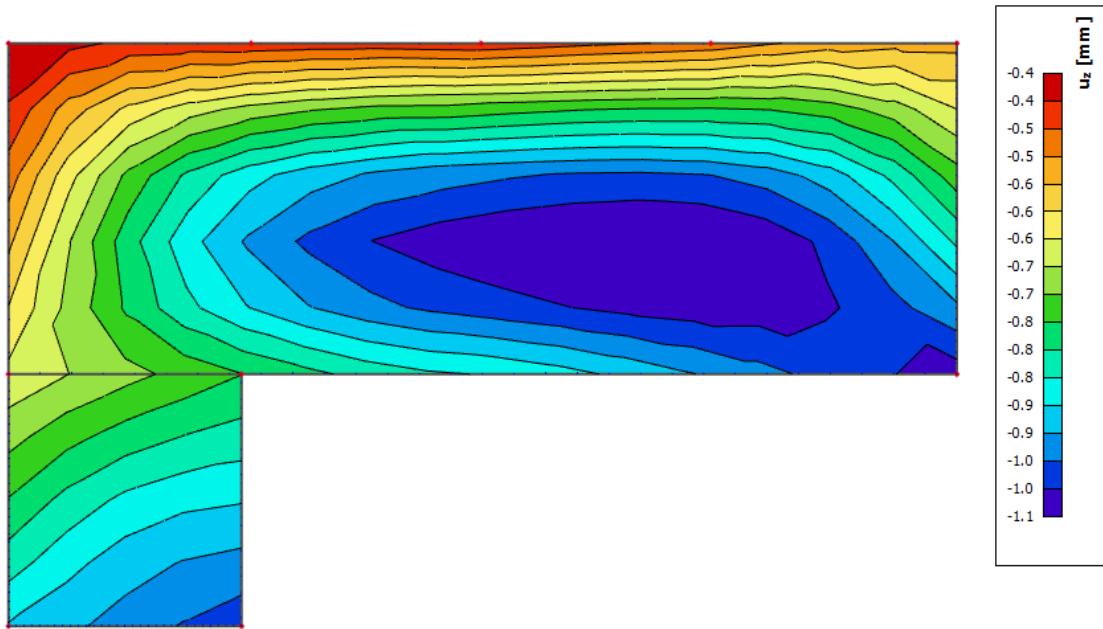
Dopušteni računski elastični progib:

$$GSU1 = 1.0 \cdot G + \psi_{2i} \cdot Q_i = 1.0 \cdot G + 0.3 \cdot Q_1$$

$$\text{Bez nadvišenja: } \delta_{max,RAC} \leq L/1250$$

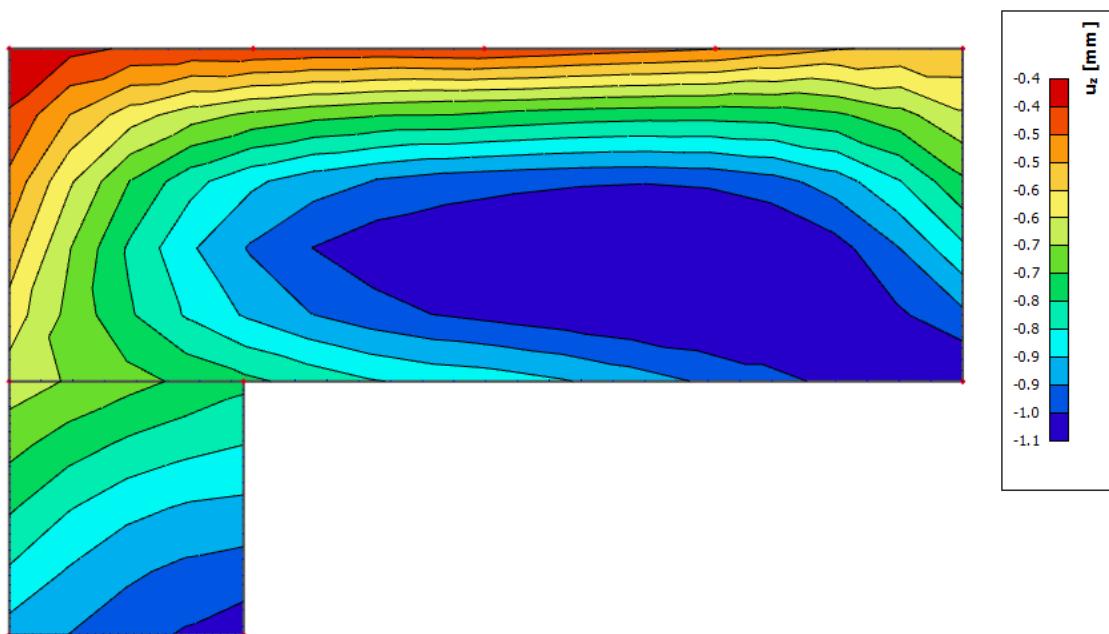
$$GSU2 = 1.0 \cdot G + \psi_{2i} \cdot Q_i = 1.0 \cdot G + 0.5 \cdot Q_1$$

$$\text{Bez nadvišenja: } \delta_{max,RAC} \leq L/1000$$



Slika 5.1. Elastični progibi [mm] za kombinaciju GSU1 =  $1.0 \cdot G + 0.3 \cdot Q$

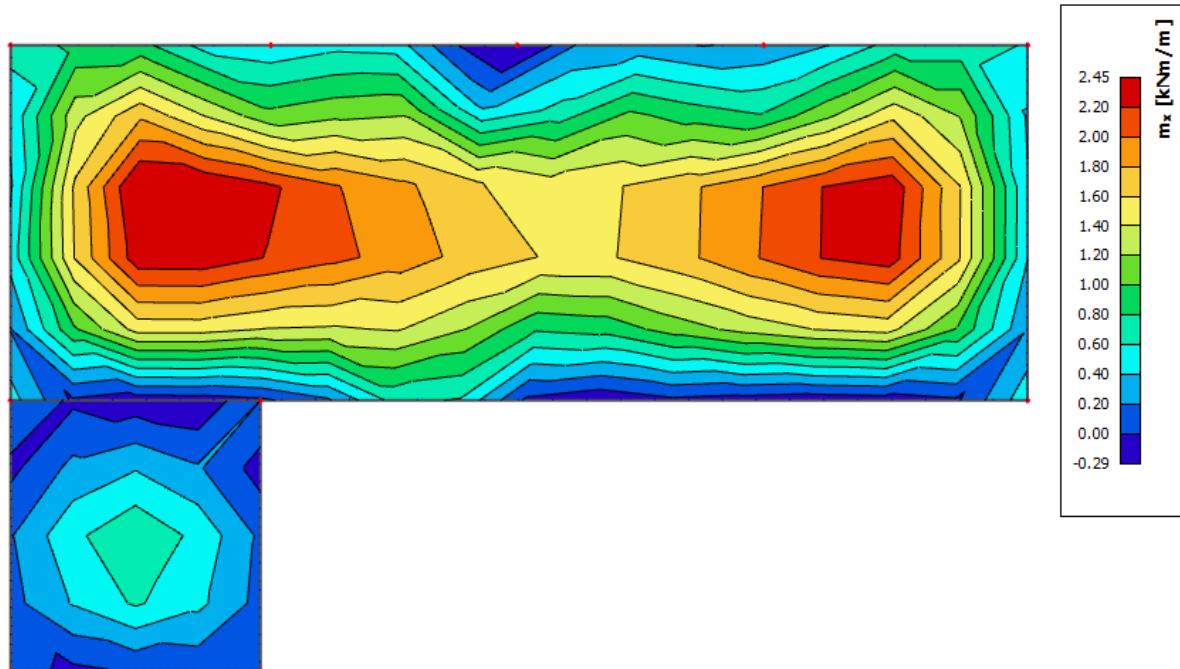
$$\delta_{elast,max} < \delta_{elast,dop} = L/1250$$



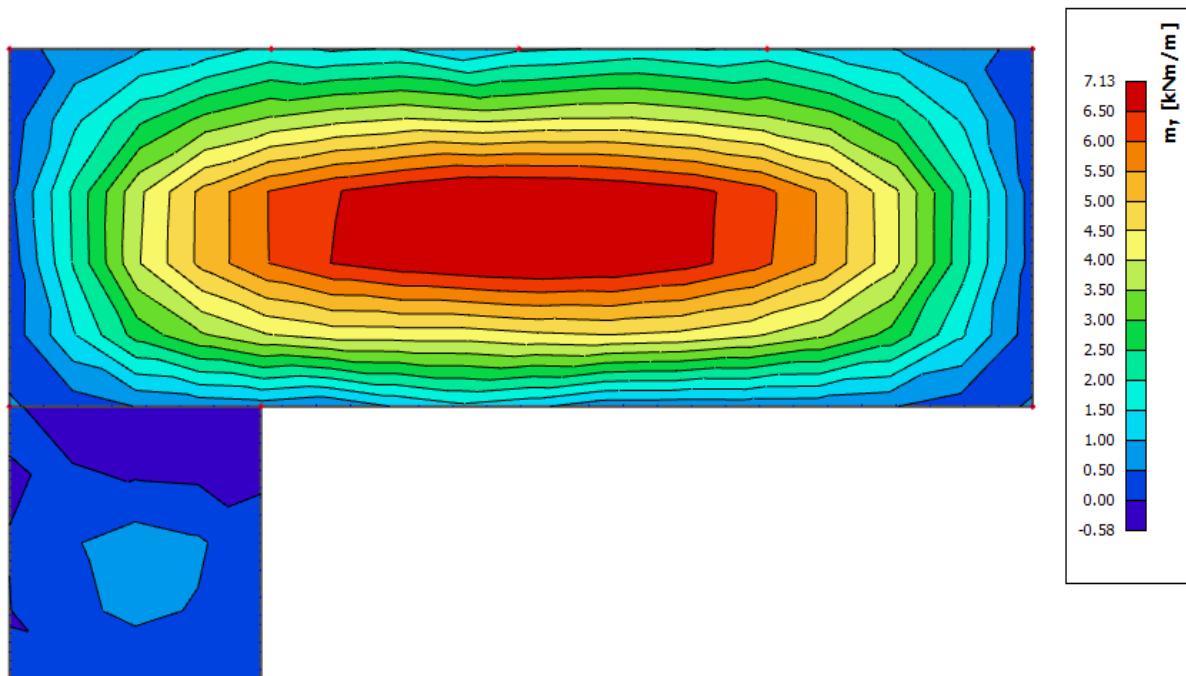
Slika 5.2. Elastični progibi [mm] za kombinaciju GSU2 =  $1.0 \cdot G + 0.5 \cdot Q$

$$\delta_{elast,max} < \delta_{elast,dop} = L/1000$$

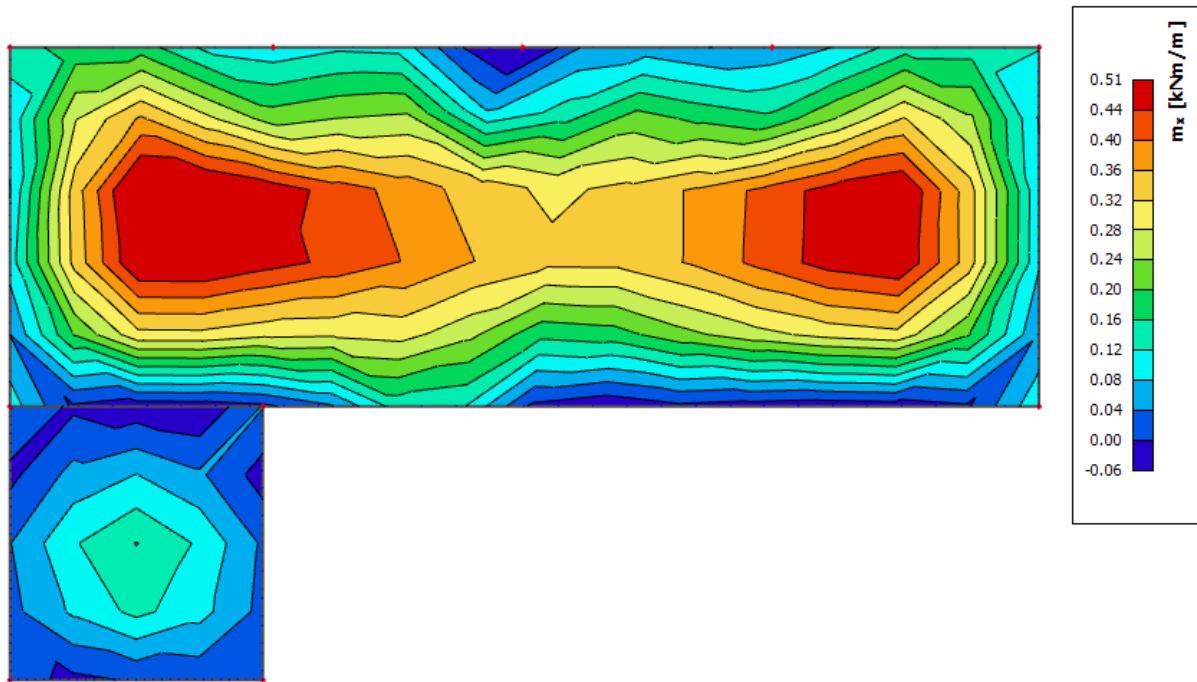
**Napomena:** Visoka koncentracija momenata javlja se uslijed proračunske netočnosti modela. U nastavku će biti prikazani momenti savijanja u dva okomita globalna smjera, smjer X i smjer Y:



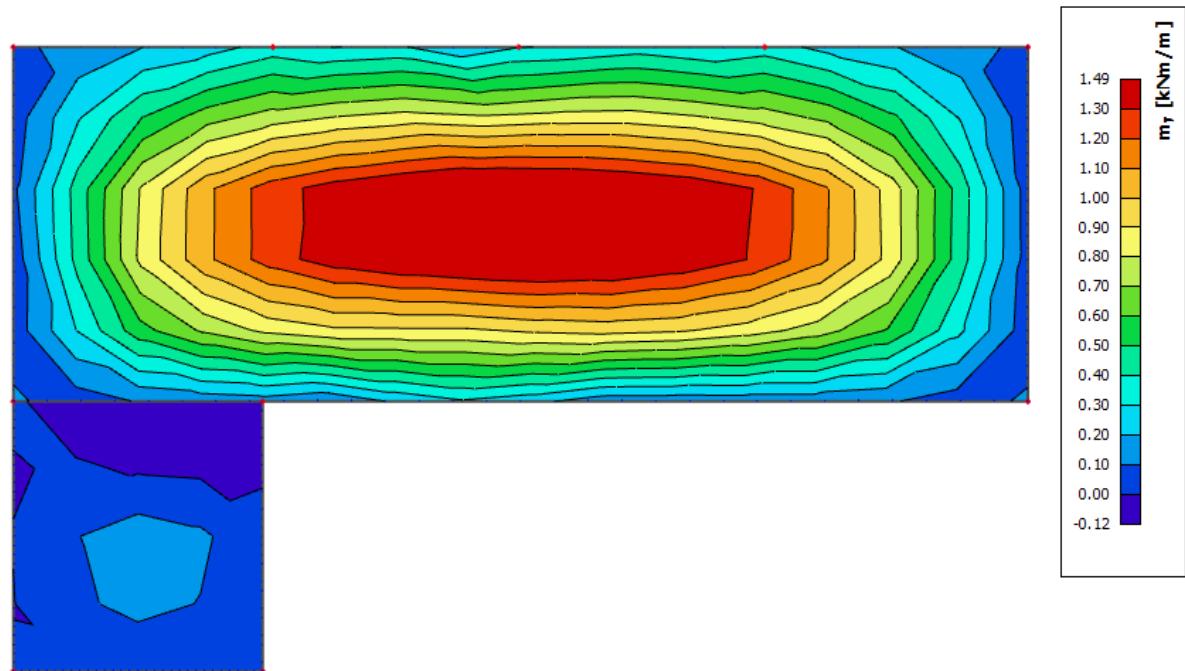
Slika 5.3. Momenti savijanja  $M_{Ed,x}$  [ $\text{kNm}/\text{m}$ ] za kombinaciju  $GSN = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$



Slika 5.4. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [ $\text{kNm}/\text{m}$ ] za kombinaciju  $GSN = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$



Slika 5.5. Potrebna armatura  $A_{s1,s2} [\text{cm}^2/\text{m}]$  u smjeru  $X$  za kombinaciju  $\text{GSN} = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

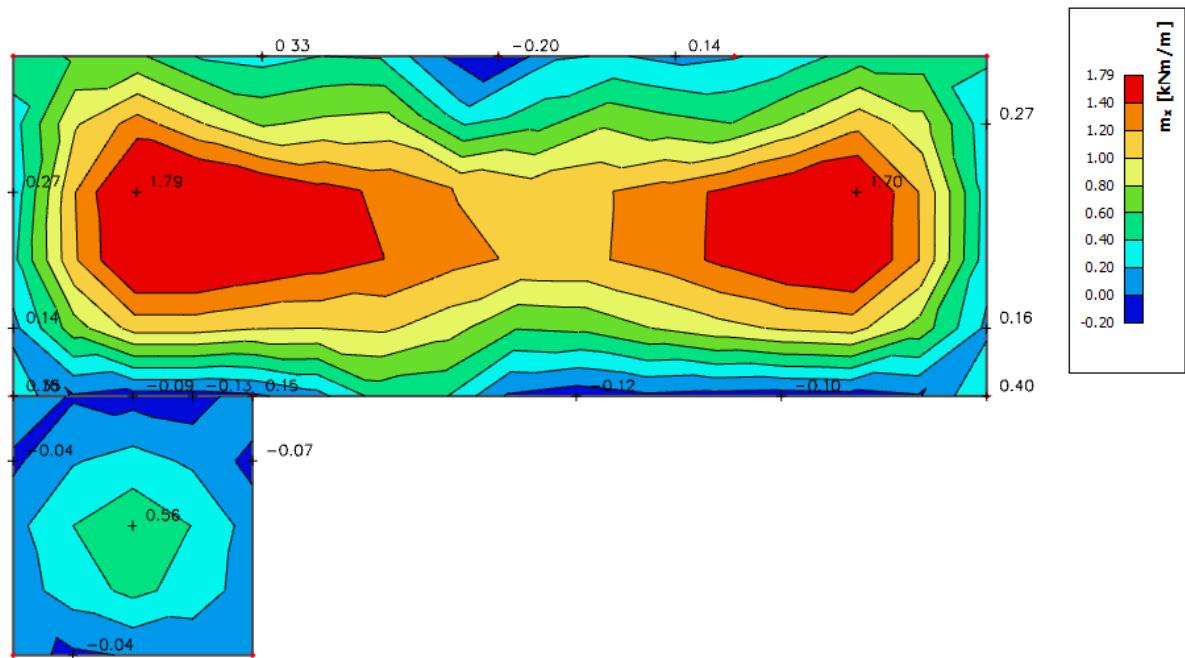


Slika 5.6. Potrebna armatura  $A_{s1,s2} [\text{cm}^2/\text{m}]$  u smjeru  $Y$  za kombinaciju  $\text{GSN} = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

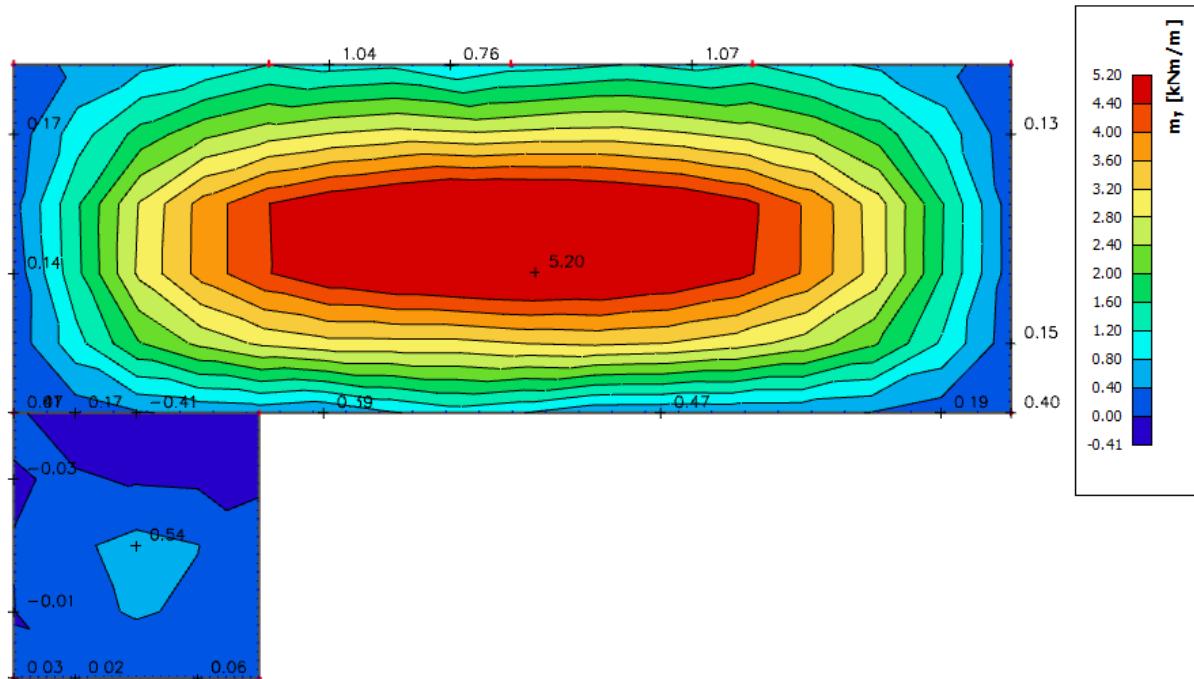
Poziciju P600 armirati mrežastom armaturom Q196 obostrano.

## KONTROLA PUKOTINA PLOČA POZICIJA 600 (d=15 cm)

Mjerodavni momenti u ploči su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja ( $e = 1.0 \cdot g + 1.0 \cdot p$ ).

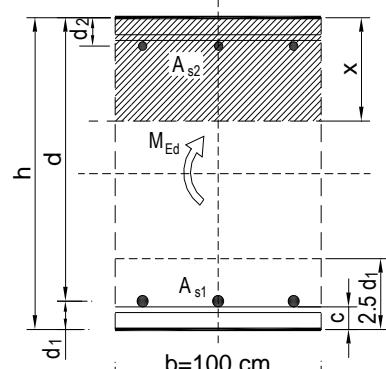


Slika 5.7. Momenti savijanja  $M_{Ed,x}$  [kNm/m] za GSU ( $1.0 \cdot G + 1.0 \cdot Q$ )

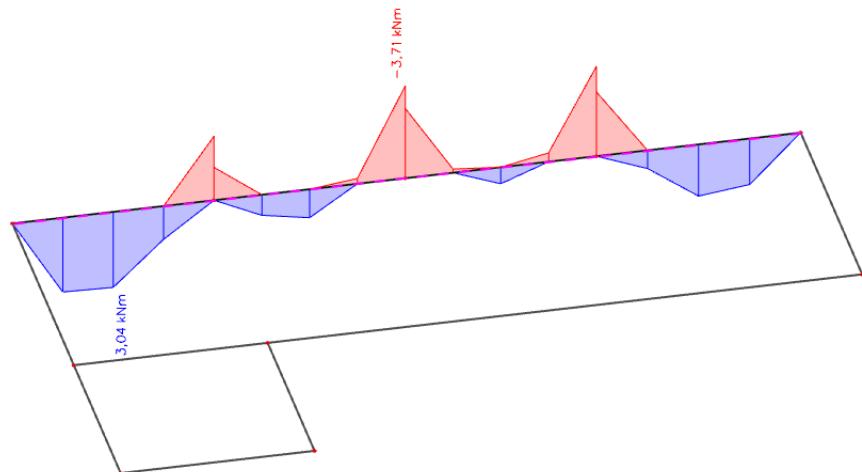


Slika 5.8. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [kNm/m] za GSU ( $1.0 \cdot G + 1.0 \cdot Q$ )

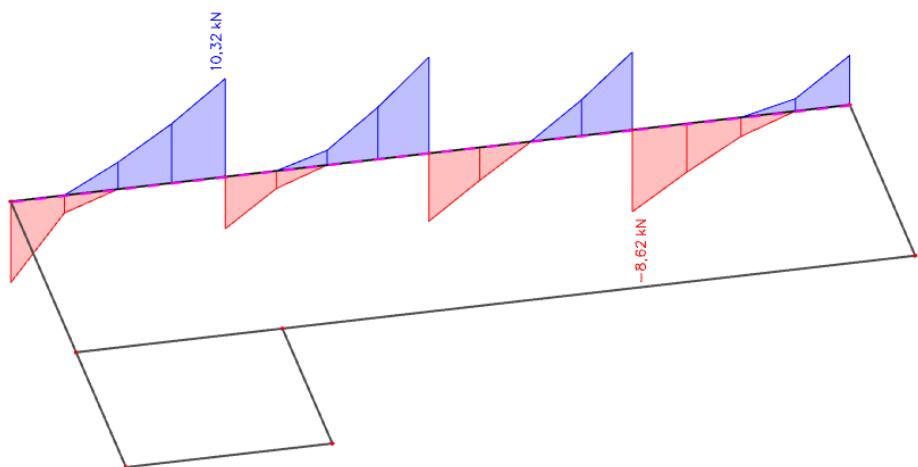
$b =$	100,0 cm	$d =$	12,0 cm	$h =$	15,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	2,83 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$\epsilon = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	5,2 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	161,69 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	1,91 cm	$r_{p,eff} =$	0,0038		
$(e_{sm}-e_{cm}) =$	-0,000584	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000485		
$\emptyset =$	6,0 mm	$c =$	2,50 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	355,32 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm}) =$	0,172 mm				



### 5.1.2 PRORAČUN AB GREDA POZICJA 600



Slika 5.9. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [kNm] za GSN\_I



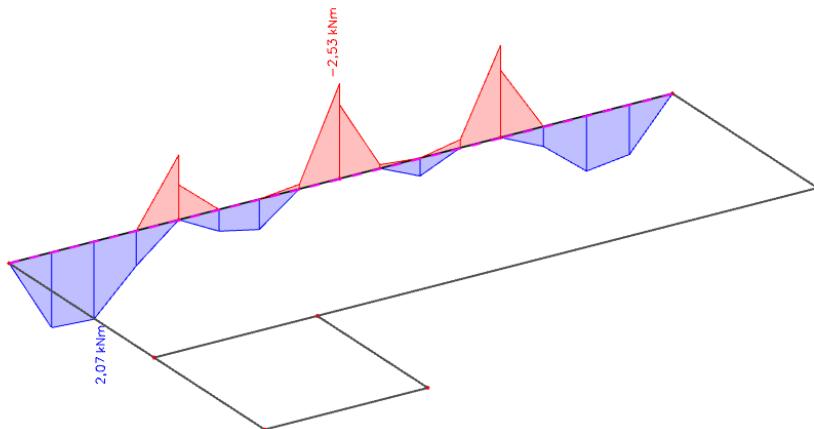
Slika 5.10. Poprečne sile  $V_{Ed,z}$  [kNm] za GSN\_I

Poprečni presjek	Materijal	Dimenziioniranje na $M_{sd}$	Armatura	$\rho (\%)$
b = 25,00 cm h = 35,00 cm $d_1 (d_2) = 5,00$ cm d = 30,00 cm	C25/30 B500B $f_{ck} = 25$ MPa $f_y = 500$ MPa $\gamma_c = 1,50$ $\gamma_s = 1,15$	POLJE: $M_{sd} = 3,04$ kNm LEŽAJ: $M_{sd} = 3,17$ kNm	$A_{s1} = 0,26$ cm <sup>2</sup> $A_{s2} = 0,00$ cm <sup>2</sup> $A_{s1} = 0,27$ cm <sup>2</sup> $A_{s2} = 0,00$ cm <sup>2</sup>	0,0348 % 0 % 0,0363 % 0 %
$f_{cd} = 1,67$ kN/cm <sup>2</sup> $f_{yd} = 43,48$ kN/cm <sup>2</sup>	Poprečna sila:	$V_{Rd,c} = 23,49$ kN $V_{Rd,max} = 337,5$ kN $v = 0,54$ $k = 1,82 (<2,0)$	$V_{sd} (kN)$ vilice $s_w$ (cm) m	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )
$M_{Rd,lim} = 59,625$ kNm $\mu_{sd} = 0,159$ $\varepsilon_{s1} = 10 \%$ $\varepsilon_{c2} = 3,5 \%$ $\xi = 0,259$ $\zeta = 0,892$ $A_{s,min} = 1,125$ cm <sup>2</sup> $A_{s,max} = 8,9125$ cm <sup>2</sup>		$V_{sd} < V_{Rd,c}$ - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu		$V_{Rd,s}$ (kN) $V_{Rd}$ (kN)
				52,174 52,174

Gredu armirati sa  $2\varnothing 12$  u donju i  $2\varnothing 12$  u gornju zonu, poprečno vilicama  $\varnothing 8/30$ .

Konstruktivno uzeti armaturu  $2\varnothing 10$ .

## KONTROLA ŠIRINE PUKOTINA GREDA POZICIJA 600

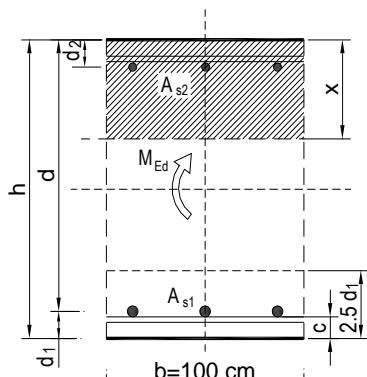


Slika 5.11. Momenți savijanja  $M_{Ed,y}$  [kNm] za GSU\_2

Greda b/h=25/35

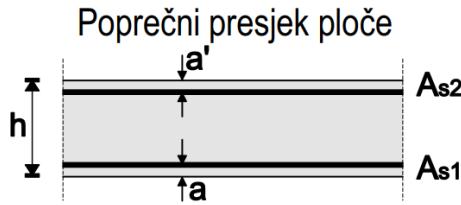
b =	25,0 cm	d =	32,0 cm	h =	35,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	2,26 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	2,1 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	30,37 MN/m <sup>2</sup>				
x =	5,52 cm	$r_{p,eff} =$	0,0121		
$(e_{sm}-e_{cm}) =$	-0,000306	<	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000091	
$\varnothing =$	12,0 mm	c =	2,50 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	254,25 mm				

$$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm}) = 0,023 \text{ mm} < w_g$$



## 5.2. Pozicija 500

### 5.2.1. PRORAČUN AB PLOČE POZICIJA 500



$h=20 \text{ cm}$

zaštitni sloj:  $a=2.5 \text{ cm}$ ;  $a'=2.5 \text{ cm}$

$d=17.0 \text{ cm}$

$$\text{Beton: C 25/30; } f_{ck}=25.0 \text{ MPa } f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16,67 \text{ MPa}$$

$$\text{Armatura: B 500B; } f_{yk}=500.0 \text{ MPa } f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ MPa}$$

Limitirajući moment savijanja:

$$M_{Rd,lim}=0.159*(b_w*d^2)*f_{cd}$$

$$M_{Rd,lim}=0.159*(1.0*0.17^2)*(25/1.5)*1000=76.59 \text{ kNm}$$

Min. i max. % armature za ploče:

$$A_{s,min}=0.0015*b*d=0.0015*100*17.0=2.55 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,max}=0.6*b*d/f_{yk}=0.6*100*17.0/500=2.04 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,max}=0.31*b*d*(f_{cd}/f_{yd})=0.31*100*17.0*(25/1.5)/(500/1.15)=20.20 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Za proračun armature ploča usvaja se  $\zeta \approx 0.9$ . Potrebna armatura:

$$A_{s1,s2}=M_{Sd}*100/(\zeta*d*f_{yd})=M_{Sd}*100/(0.9*17.0*(50/1.15))=$$

$$A_{s1,s2}=M_{Sd}*0.15$$

Napomena: Prethodni izrazi vrijede za moment  $M_{Sd}$  u [kNm] i armaturu  $A_{s1,s2}$  u [ $\text{cm}^2$ ].

**Dobivenu armaturu zbog preraspodjele umanjiti nad ležajem za 15 % i povećati u polju 25%.**

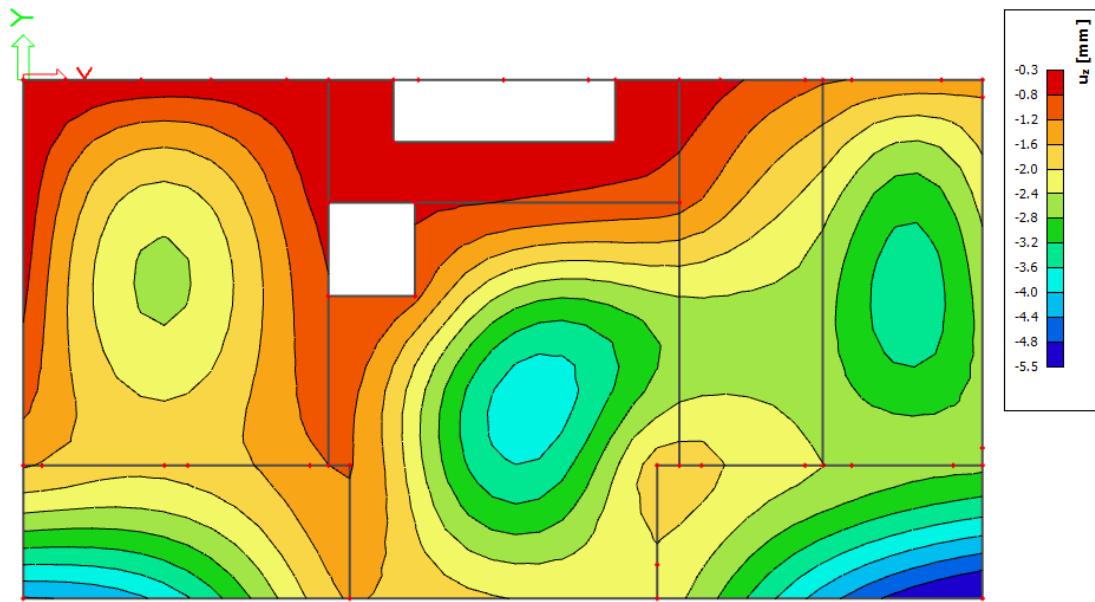
Dopušteni računski elastični progib:

$$GSU1 = 1.0 \cdot G + \psi_{2i} \cdot Q_i = 1.0 \cdot G + 0.3 \cdot Q_1$$

Bez nadvišenja:  $\delta_{max,RAC} \leq L/1250$

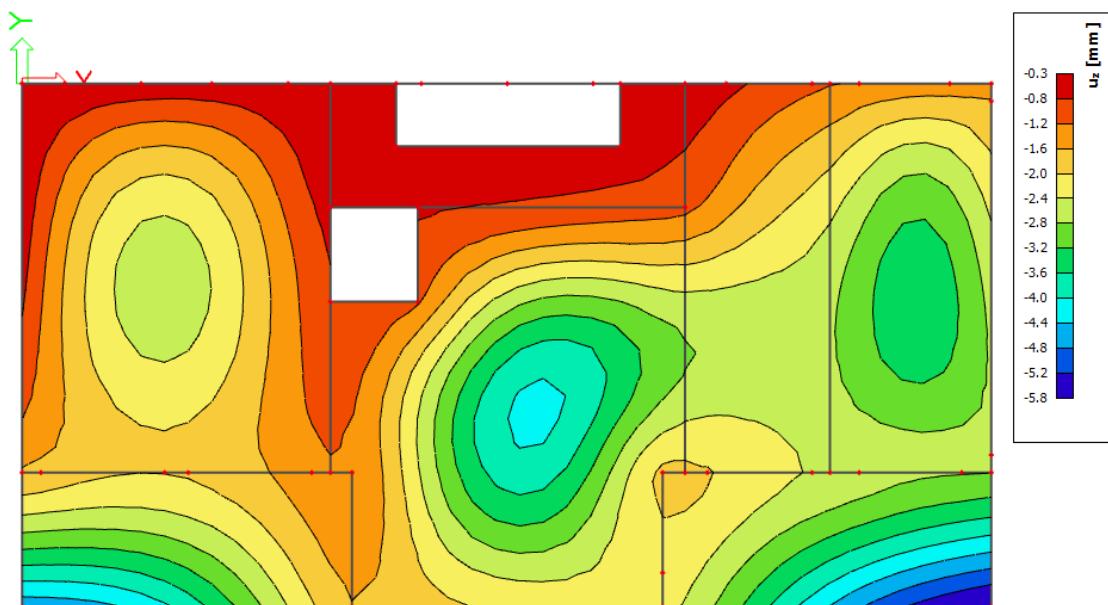
$$GSU2 = 1.0 \cdot G + \psi_{2i} \cdot Q_i = 1.0 \cdot G + 0.5 \cdot Q_1$$

Bez nadvišenja:  $\delta_{max,RAC} \leq L/1000$



Slika 5.12. Elastični progibi [mm] za kombinaciju GSU1 =  $1.0 \cdot G + 0.3 \cdot Q$

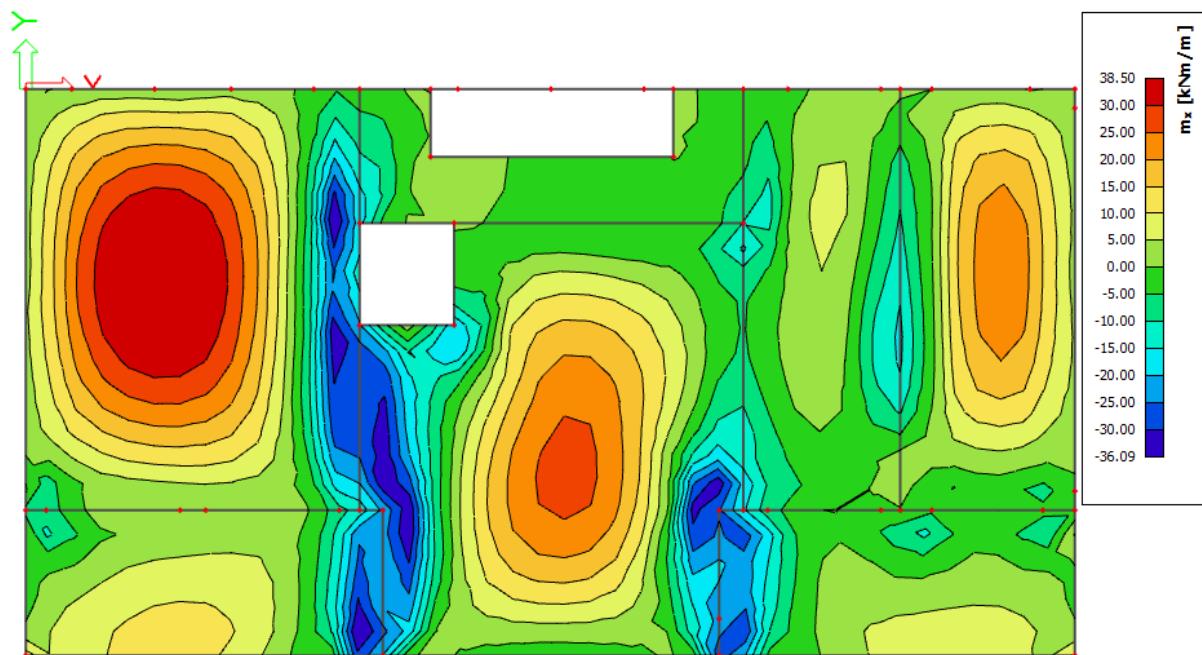
$$\delta_{elast,max} < \delta_{elast,dop} = L/1250$$



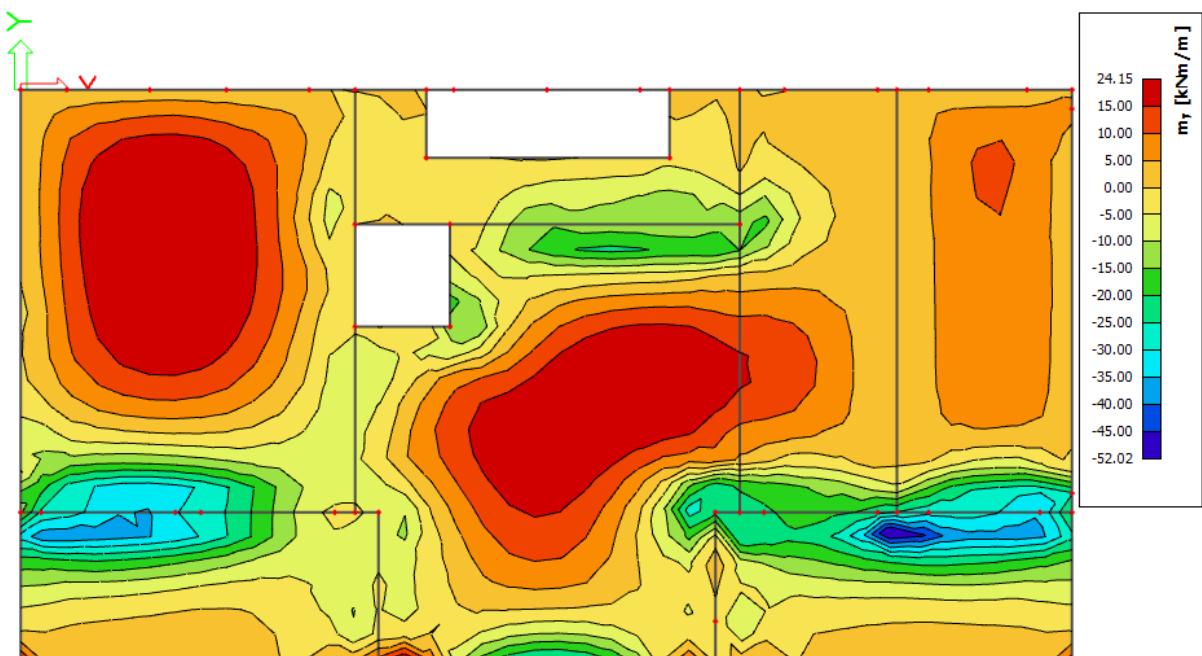
Slika 5.13. Elastični progibi [mm] za kombinaciju GSU2 =  $1.0 \cdot G + 0.5 \cdot Q$

$$\delta_{elast,max} < \delta_{elast,dop} = L/1000$$

**Napomena:** Visoka koncentracija momenata javlja se uslijed proračunske netočnosti modela. U nastavku će biti prikazani momenti savijanja u dva okomita globalna smjera, smjer X i smjer Y:

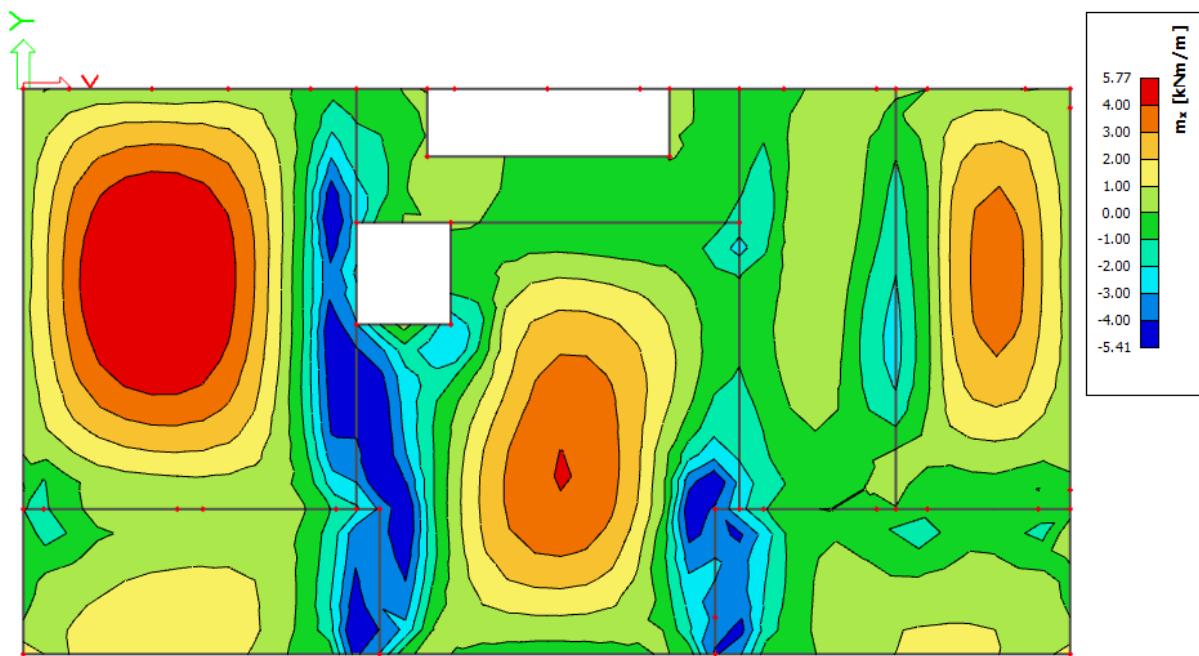


Slika 5.14. Momenti savijanja  $M_{Ed,x}$  [ $\text{kNm}/\text{m}$ ] za kombinaciju  $GSN = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

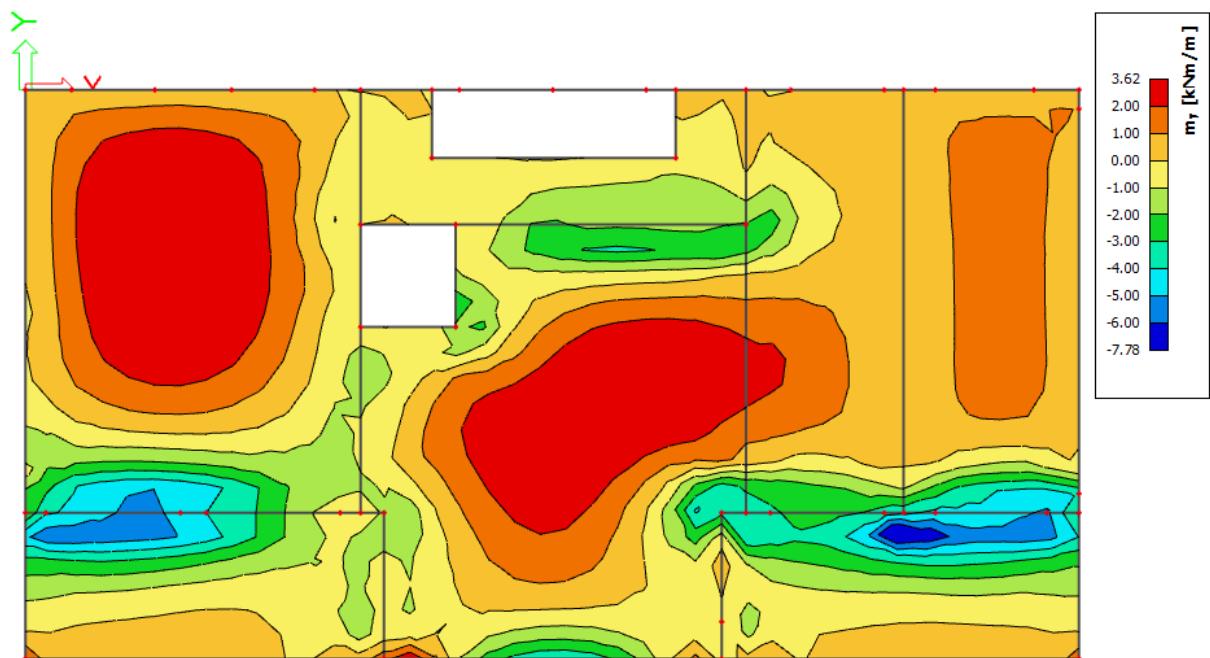


Slika 5.15. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [ $\text{kNm}/\text{m}$ ] za kombinaciju  $GSN = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

## ARMATURA



Slika 5.16. Potrebna armatura  $A_{s1,s2} [\text{cm}^2/\text{m}]$  u smjeru  $X$  za kombinaciju  $\text{GSN} = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

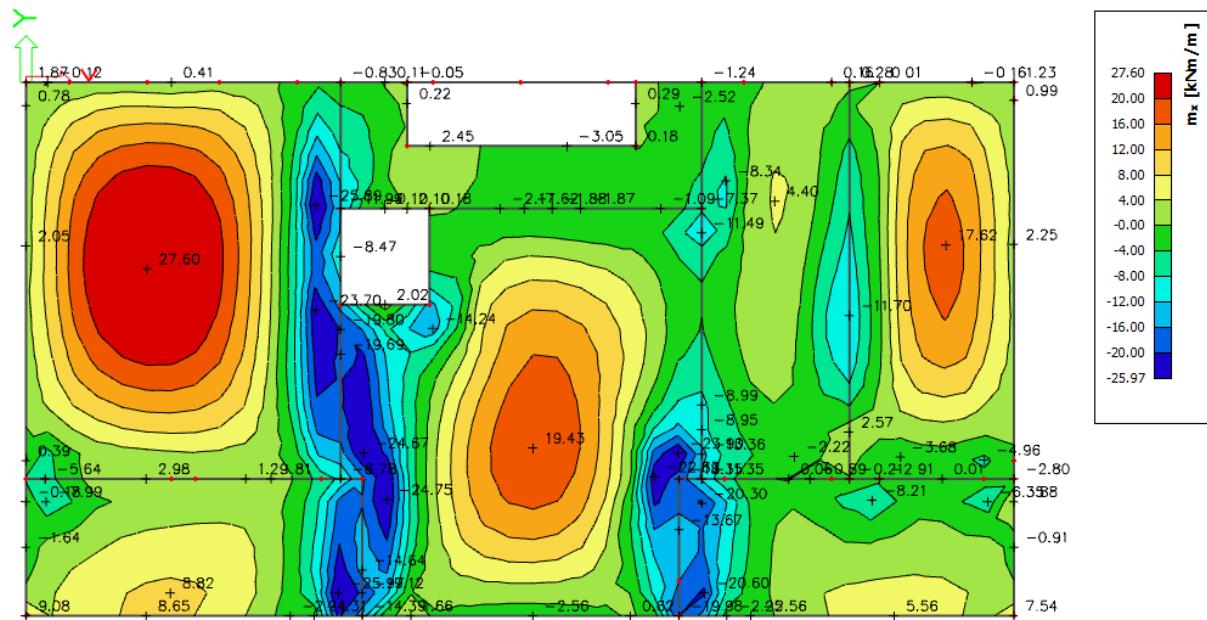


Slika 5.17. Potrebna armatura  $A_{s1,s2} [\text{cm}^2/\text{m}]$  u smjeru  $Y$  za kombinaciju  $\text{GSN} = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

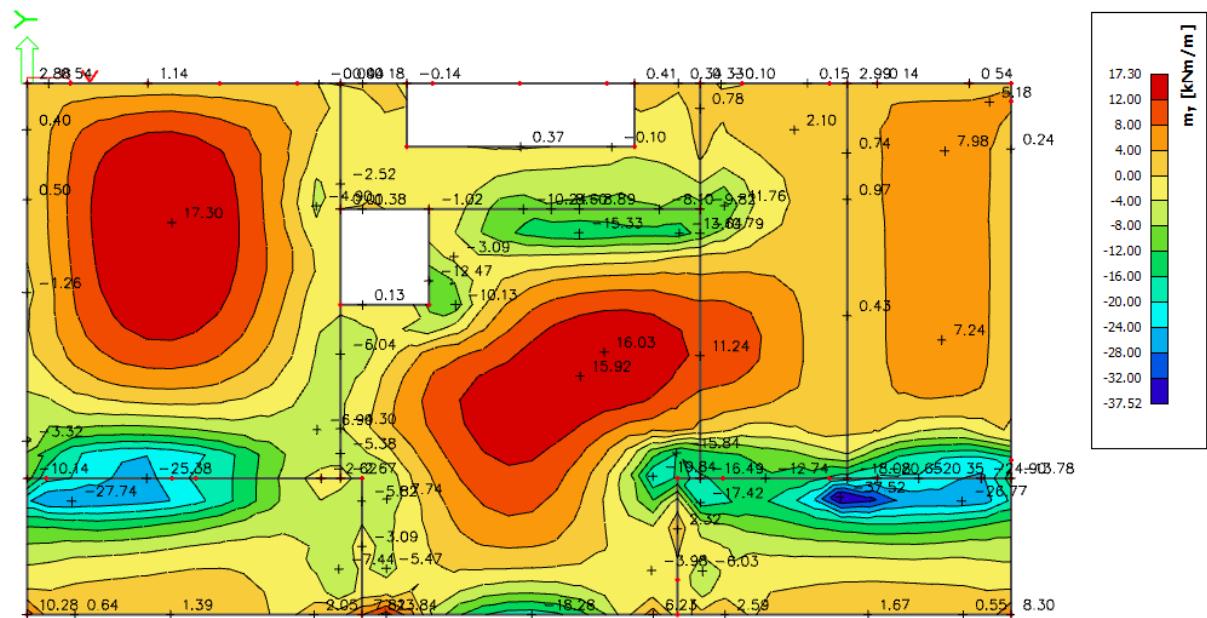
Poziciju P500 armirati sa mrežastom armaturom Q503 +  $\emptyset 10/20$  u donju zonu i Q196 u gornju zonu. Preko svih oslonaca u gornju zonu armirati mrežom Q503 +  $\emptyset 10/20$

## KONTROLA PUKOTINA PLOČA POZICIJA 500 (d=20 cm)

Mjerodavni momenti u ploči su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja ( $e = 1.0 \cdot g + 1.0 \cdot p$ ).



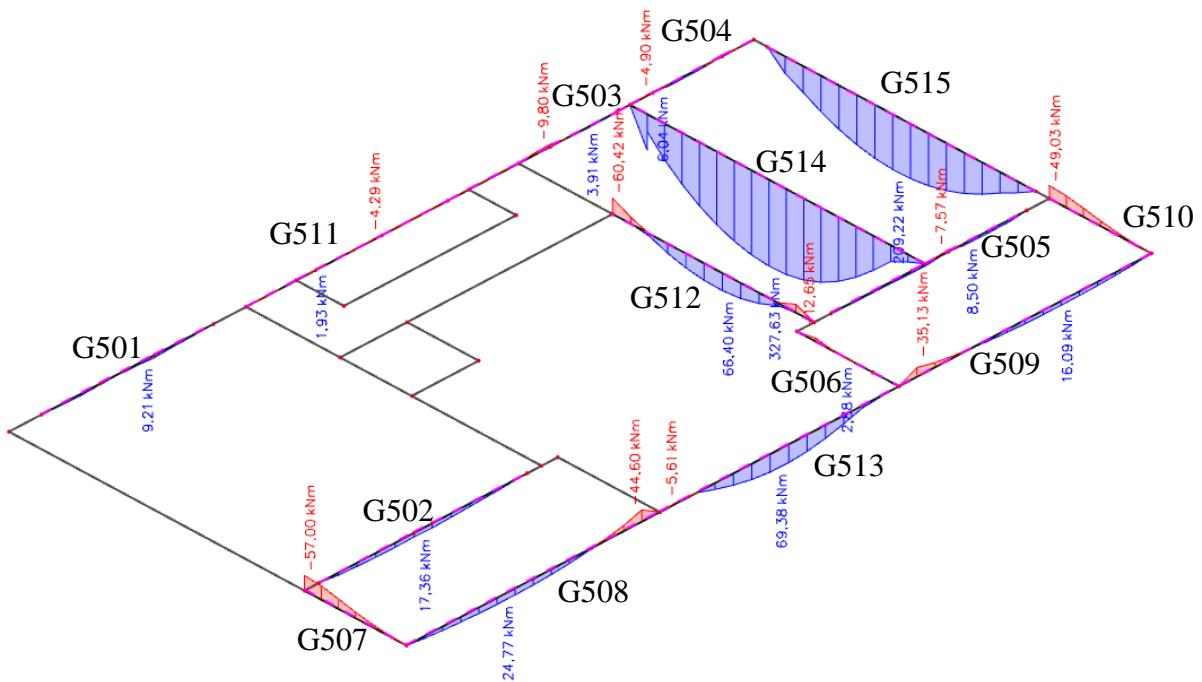
Slika 5.18. Momenti savijanja  $M_{Ed,x}$  [kNm/m] za GSU ( $1.0 \cdot G + 1.0 \cdot Q$ )



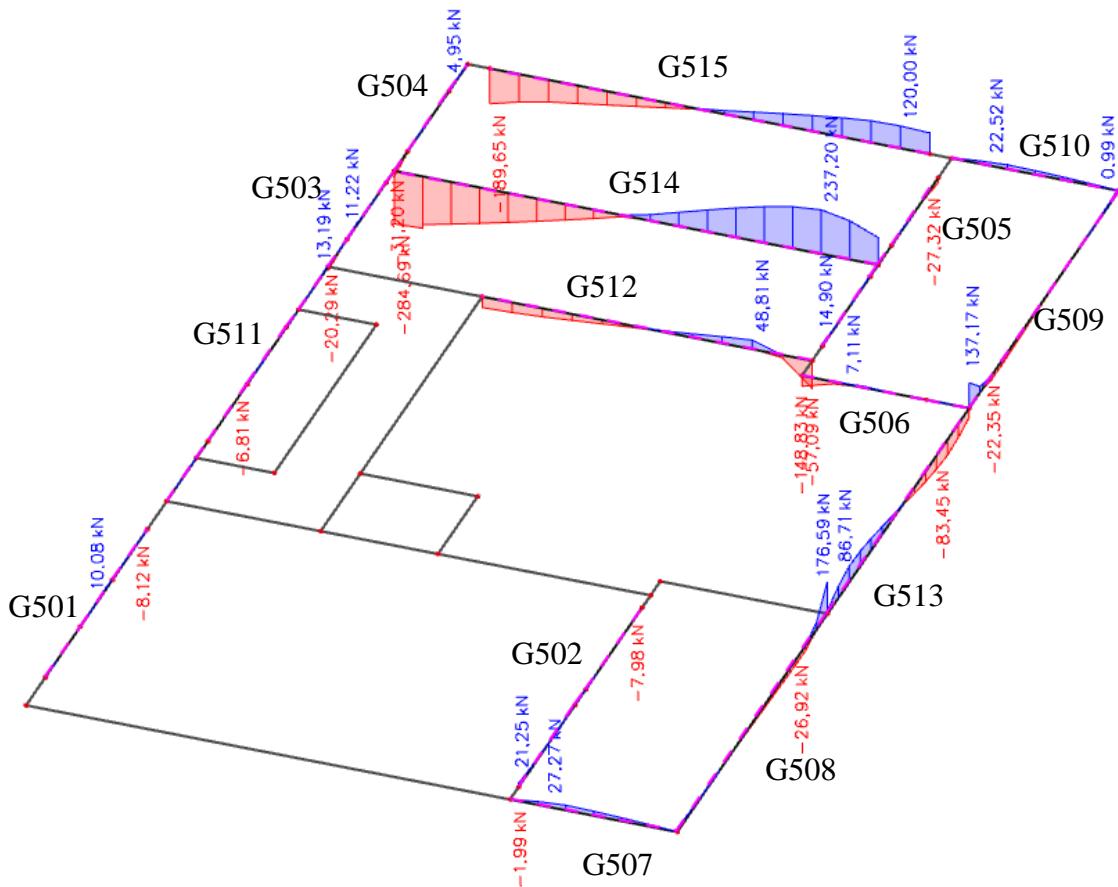
Slika 5.19. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [kNm/m] za GSU ( $1.0 \cdot G + 1.0 \cdot Q$ )

$b =$	100,0 cm	$d =$	22,0 cm	$h =$	25,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	5,03 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$\epsilon = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	27,6 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	263,16 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	3,45 cm	$r_{p,eff} =$	0,0067		
$(e_{sm}-e_{cm}) =$	0,000518 < $0,6 \cdot s_s/E_s = 0,000789$				
$\emptyset =$	8,0 mm	$c =$	2,50 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	287,78 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm}) =$	0,227 mm			$w_g$	

## 5.2.2 PRORAČUN AB GREDA POZICIJA 500



Slika 5.20. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [kNm] za GSN\_1



Slika 5.21. Poprečne sile  $V_{Ed,z}$  [kNm] za GSN\_I

GREDA 25/50 (G501, G502, G503, G504, G505, G506, G511)

Poprečni presjek	Materijal	Dimenziioniranje na $M_{sd}$	Armatura	$\rho$ (%)
b 25,00 cm h 50,00 cm $d_1 (d_2)$ 5,00 cm d 45,00 cm	C25/30 B500B $f_{ck} = 25$ MPa $f_y = 500$ MPa $\gamma_c = 1,50$ $\gamma_s = 1,15$	POLJE: $M_{sd} = 17,36$ kNm LEŽAJ: $M_{sd} = 9,80$ kNm	$A_{s1} = 0,99$ $cm^2$ $A_{s2} = 0,00$ $cm^2$ $A_{s1} = 0,56$ $cm^2$ $A_{s2} = 0,00$ $cm^2$	0,0884 % 0 % 0,0499 % 0 %
$f_{cd}$ 1,67 kN/cm <sup>2</sup> $f_{yd}$ 43,48 kN/cm <sup>2</sup>	Poprečna sila: $V_{Rd,c} = 49,54$ kN $V_{Rd,max} = 506,25$ kN	$V_{sd}$ (kN) vilice Sw (cm) m	$A_{sw}$ ( $cm^2$ )	$V_{Rd,s}$ (kN) $V_{Rd}$ (kN)
$M_{Rd,lim}$ 134,16 kNm $\mu_{sd}$ 0,159 $\varepsilon_{s1} = 10$ % $\varepsilon_{c2} = 3,5$ % $\xi$ 0,259 $\zeta$ 0,892 $A_{s,min} = 1,688$ $cm^2$ $A_{s,max} = 13,37$ $cm^2$	v= 0,54 k= 1,67 (<2,0) $s_{w,max} = 30$ cm $A_{sw,min} = 0,34$ $cm^2/s_w$	49,95 8 30 2	0,5	58,696 58,696

Grede armirati sa  $2\varnothing 12$  u donju i  $2\varnothing 12$  u gornju zonu, poprečno vilicama  $\varnothing 8/30$ .

Konstruktivno uzeti armaturu  $2\varnothing 10$ .

## GREDA 25/50 (G507, G510)

Poprečni presjek	Materijal	Dimenzioniranje na $M_{sd}$	Armatura	$\rho$ (%)
b 25,00 cm h 50,00 cm $d_1 (d_2)$ 5,00 cm d 45,00 cm	C25/30 B500B $\gamma_c=1,50$	f <sub>ck</sub> 25 Mpa f <sub>y</sub> 500 MPa $\gamma_s=1,15$	POLJE: $M_{sd}= 57,00$ kNm LEŽAJ: $M_{sd}= 0,00$ kNm	$A_{s1}= 3,27$ cm <sup>2</sup> $A_{s2}= 0,00$ cm <sup>2</sup> $A_{s1}= 0,00$ cm <sup>2</sup> $A_{s2}= 0,00$ cm <sup>2</sup>
$f_{cd}$ 1,67 kN/cm <sup>2</sup> $f_{yd}$ 43,48 kN/cm <sup>2</sup>	Poprečna sila: V <sub>Rd,c</sub> = 63,43 kN V <sub>Rd,max</sub> = 506,25 kN			0,2903 % 0 % 0 % 0 %
<b>M<sub>Rd,lim</sub> 134,16 kNm</b> $\mu_{sd}$ 0,159 $\epsilon_{s1}$ = 10 % $\epsilon_{c2}$ = 3,5 % $\xi$ 0,259 $\zeta$ 0,892	v= 0,54 k= 1,67 (<2,0) S <sub>w,max</sub> = 30 cm A <sub>sw,min</sub> = 0,34 cm <sup>2</sup> /s <sub>w</sub>			
A <sub>s,min</sub> = 1,688 cm <sup>2</sup> A <sub>s,max</sub> = 13,37 cm <sup>2</sup>			V <sub>sd</sub> (kN) vilice s <sub>w</sub> (cm) m A <sub>sw</sub> (cm <sup>2</sup> ) V <sub>Rd,s</sub> (kN) V <sub>Rd</sub> (kN)	27,27 8 30 2 0,5 58,696 58,696
				V <sub>sd</sub> <V <sub>Rd,c</sub> - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu

Grede admirati sa 4Ø12 u donju i 2Ø12 u gornju zonu, poprečno vilicama Ø8/30.

Konstruktivno uzeti armaturu 2Ø10.

## GREDA 25/50 (G508, G509)

Poprečni presjek	Materijal	Dimenzioniranje na $M_{sd}$	Armatura	$\rho$ (%)
b 25,00 cm h 50,00 cm $d_1 (d_2)$ 5,00 cm d 45,00 cm	C25/30 B500B $\gamma_c=1,50$	f <sub>ck</sub> 25 Mpa f <sub>y</sub> 500 MPa $\gamma_s=1,15$	POLJE: $M_{sd}= 24,77$ kNm LEŽAJ: $M_{sd}= 44,60$ kNm	$A_{s1}= 1,42$ cm <sup>2</sup> $A_{s2}= 0,00$ cm <sup>2</sup> $A_{s1}= 2,56$ cm <sup>2</sup> $A_{s2}= 0,00$ cm <sup>2</sup>
$f_{cd}$ 1,67 kN/cm <sup>2</sup> $f_{yd}$ 43,48 kN/cm <sup>2</sup>	Poprečna sila: V <sub>Rd,c</sub> = 67,72 kN V <sub>Rd,max</sub> = 506,25 kN			0,1262 % 0 % 0,2272 % 0 %
<b>M<sub>Rd,lim</sub> 134,16 kNm</b> $\mu_{sd}$ 0,159 $\epsilon_{s1}$ = 10 % $\epsilon_{c2}$ = 3,5 % $\xi$ 0,259 $\zeta$ 0,892	v= 0,54 k= 1,67 (<2,0) S <sub>w,max</sub> = 30 cm A <sub>sw,min</sub> = 0,34 cm <sup>2</sup> /s <sub>w</sub>			
A <sub>s,min</sub> = 1,688 cm <sup>2</sup> A <sub>s,max</sub> = 13,37 cm <sup>2</sup>			V <sub>sd</sub> (kN) vilice s <sub>w</sub> (cm) m A <sub>sw</sub> (cm <sup>2</sup> ) V <sub>Rd,s</sub> (kN) V <sub>Rd</sub> (kN)	176,59 8 10 2 0,5 58,696 58,696
				V <sub>sd</sub> >V <sub>Rd,c</sub> - potrebna računska poprečna armatura

Grede admirati sa 2Ø12 u donju i 3Ø12 u gornju zonu, poprečno vilicama Ø8/30 u polju te Ø8/10 uz ležajeve. Konstruktivno uzeti armaturu 2Ø10.

## GREDA 25/50 (G512)

Poprečni presjek		Materijal		Dimenzioniranje na $M_{sd}$		Armatura		$\rho (%)$
b	25,00 cm	C25/30	$f_{ck}$ 25 Mpa	POLJE: $M_{sd}=$	79,05 kNm	$A_{s1}=$	4,53 cm <sup>2</sup>	0,4026 %
h	50,00 cm	B500B	$f_y$ 500 MPa	LEŽAJ: $M_{sd}=$	60,42 kNm	$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
$d_1 (d_2)$	5,00 cm		$\gamma_c=1,50$			$A_{s1}=$	3,46 cm <sup>2</sup>	0,3077 %
d	45,00 cm		$\gamma_s=1,15$			$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
$f_{cd}$	1,67 kN/cm <sup>2</sup>	Poprečna sila:		Dimenzioniranje na $V_{sd}$				
$f_{yd}$	43,48 kN/cm <sup>2</sup>	$V_{Rd,c}=$	85,47 kN	$V_{sd} (kN)$	vilice	$s_w$ (cm)	m	$A_{sw} (cm^2)$
		$V_{Rd,max}=$	506,25 kN	148,83	8	12	2	0,5
$M_{Rd,lim}$	134,16 kNm	$v=$	0,54	$V_{Rd,s} (kN)$ $V_{Rd} (kN)$				
$\mu_{sd}$	0,159	$k=$	1,67 (<2,0)	58,696	58,696			
$\varepsilon_{s1}=$	10 %	$s_{w,max}=$	30 cm					
$\varepsilon_{c2}=$	3,5 %	$A_{sw,min}=$	0,34 cm <sup>2</sup> /s <sub>w</sub>					
$\xi$	0,259							
$\zeta$	0,892							
$A_{s,min}=$	1,688 cm <sup>2</sup>							
$A_{s,max}=$	13,37 cm <sup>2</sup>							

Grede armirati sa 4Ø14 u donju i 3Ø14 u gornju zonu, poprečno vilicama Ø8/30 u polju te Ø8/10 uz ležajeve. Konstruktivno uzeti armaturu 2Ø10.

## GREDA 25/150 (G513)

Poprečni presjek		Materijal		Dimenzioniranje na $M_{sd}$		Armatura		$\rho (%)$
b	25,00 cm	C25/30	$f_{ck}$ 25 Mpa	POLJE: $M_{sd}=$	74,99 kNm	$A_{s1}=$	1,33 cm <sup>2</sup>	0,0368 %
h	150,00 cm	B500B	$f_y$ 500 MPa	LEŽAJ: $M_{sd}=$	60,42 kNm	$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
$d_1 (d_2)$	5,00 cm		$\gamma_c=1,50$			$A_{s1}=$	1,07 cm <sup>2</sup>	0,0296 %
d	145,00 cm		$\gamma_s=1,15$			$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
$f_{cd}$	1,67 kN/cm <sup>2</sup>	Poprečna sila:		Dimenzioniranje na $V_{sd}$				
$f_{yd}$	43,48 kN/cm <sup>2</sup>	$V_{Rd,c}=$	203,99 kN	$V_{sd} (kN)$	vilice	$s_w$ (cm)	m	$A_{sw} (cm^2)$
		$V_{Rd,max}=$	1631,25 kN	86,71	8	30	2	0,5
$M_{Rd,lim}$	1392,906 kNm	$v=$	0,54	$V_{Rd,s} (kN)$ $V_{Rd} (kN)$				
$\mu_{sd}$	0,159	$k=$	1,37 (<2,0)	189,130	189,13			
$\varepsilon_{s1}=$	10 %	$s_{w,max}=$	30 cm					
$\varepsilon_{c2}=$	3,5 %	$A_{sw,min}=$	0,34 cm <sup>2</sup> /s <sub>w</sub>					
$\xi$	0,259							
$\zeta$	0,892							
$A_{s,min}=$	5,4375 cm <sup>2</sup>							
$A_{s,max}=$	43,0771 cm <sup>2</sup>							

Grede armirati sa 4Ø14 u donju i 4Ø14 u gornju zonu, poprečno vilicama Ø8/30.

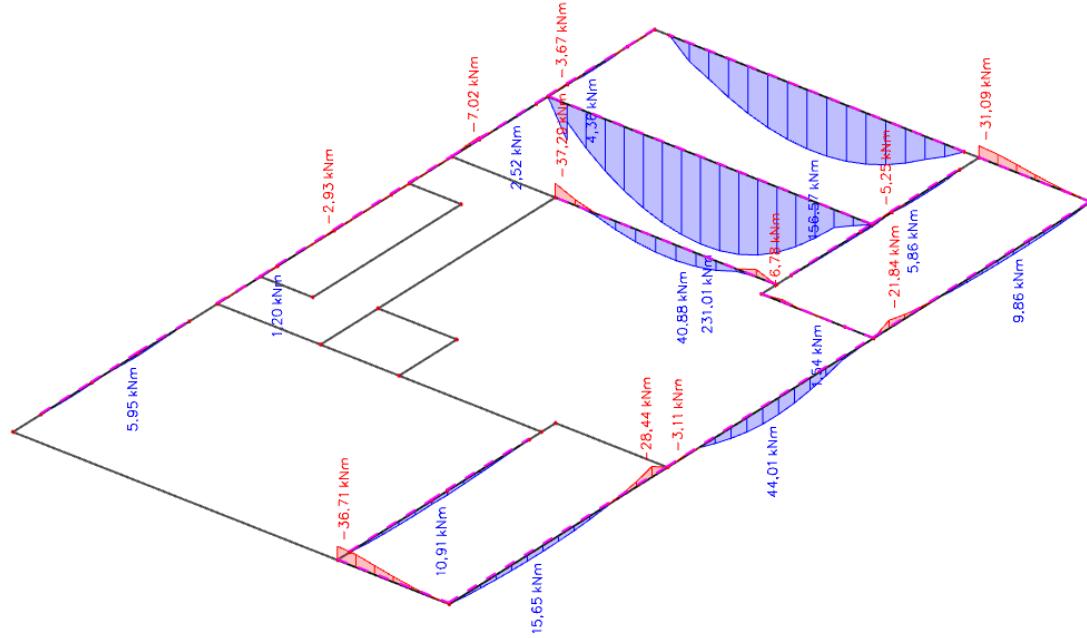
Konstruktivno uzeti armaturu 6x2Ø10.

## GREDA 25/150 (G514, G515)

Poprečni presjek		Materijal		Dimenzioniranje na $M_{sd}$		Armatura		$\rho$ (%)					
b	25,00 cm	C25/30	$f_{ck}$ 25 MPa	POLJE: $M_{sd}=$	327,63 kNm	$A_{s1}=$	5,83 cm <sup>2</sup>	0,1607 %					
h	150,00 cm	B500B	$f_y$ 500 MPa	LEŽAJ: $M_{sd}=$	0,00 kNm	$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %					
$d_1 (d_2)$	5,00 cm		$\gamma_c=1,50$			$A_{s1}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %					
d	145,00 cm		$\gamma_s=1,15$			$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %					
$f_{cd}$	1,67 kN/cm <sup>2</sup>	Poprečna sila:		Dimenzioniranje na $V_{sd}$									
$f_{yd}$	43,48 kN/cm <sup>2</sup>	$V_{Rd,c}=$	273,86 kN	$V_{sd}$ (kN)	vilice	$s_w$ (cm)	m	$V_{Rd,s}$ (kN) $V_{Rd}$ (kN)					
		$V_{Rd,max}=$	1631,25 kN	284,69	8	20	2	189,130 189,13					
$M_{Rd,lim}$	1392,906 kNm	$v=$	0,54	$V_{sd} > V_{Rd,c}$ - potrebna računska poprečna armatura									
$\mu_{sd}$	0,159	$k=$	1,37 (<2,0)										
$\varepsilon_{s1}=$	10 %	$s_w,max=$	30 cm										
$\varepsilon_{c2}=$	3,5 %	$A_{sw,min}=$	0,34 cm <sup>2</sup> /s <sub>w</sub>										
$\xi$	0,259												
$\zeta$	0,892												
$A_{s,min}=$	5,4375 cm <sup>2</sup>												
$A_{s,max}=$	43,0771 cm <sup>2</sup>												

Grede admirati sa 4Ø14 u donju i 4Ø14 u gornju zonu, poprečno vilicama Ø8/30 u polju te Ø8/20 uz ležajeve. Konstruktivno uzeti armaturu 6x2Ø10.

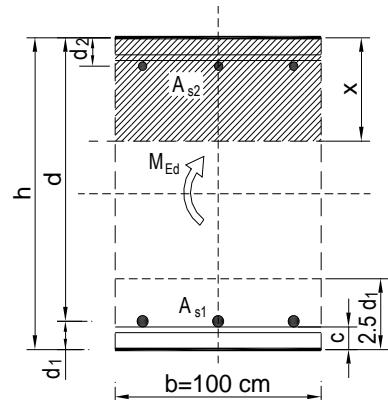
## KONTROLA ŠIRINE PUKOTINA GREDA POZICIJA 500



Slika 5.22. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [kNm] za GSU\_2

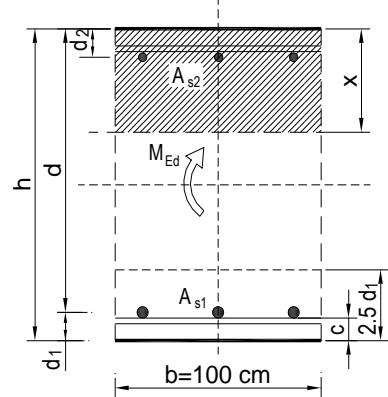
Kao greda mjerodavna za proračun pukotina uzeta je greda G512 (b/h=25/50)

$b =$	25,0 cm	$d =$	47,0 cm	$h =$	50,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	6,16 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$\epsilon = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	40,9 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	152,77 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	10,68 cm	$r_{p,eff} =$	0,0329		
$(e_{sm}-e_{cm}) =$	0,000575	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000458		
$\emptyset =$	14,0 mm	$c =$	2,50 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	157,44 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm}) =$	0,091 mm			$<$	$w_g$



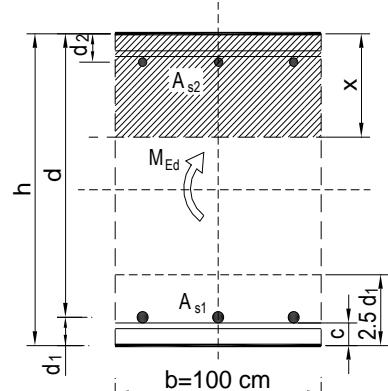
PARAPETNA GREDA G514 (zid bazena, b/h=25/150)

$b =$	25,0 cm	$d =$	147 cm	$h =$	150,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	6,16 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$\epsilon = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	231,0 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	267,21 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	19,97 cm	$r_{p,eff} =$	0,0329		
$(e_{sm}-e_{cm}) =$	0,001147	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000802		
$\emptyset =$	14,0 mm	$c =$	2,50 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	157,44 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm}) =$	0,181 mm			$<$	$w_g$



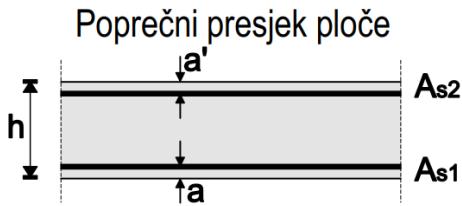
## PARAPETNA GREDA G513 (b/h=25/150)

$b =$	25,0 cm	$d =$	147 cm	$h =$	150,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	6,16 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$\epsilon = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	44,0 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	50,91 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	19,97 cm	$r_{p,eff} =$	0,0329		
$(e_{sm}-e_{cm}) =$	0,000066	$<$	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000153	
$\emptyset =$	14,0 mm	$c =$	2,50 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	157,44 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm}) =$	0,024 mm	$<$	$w_g$		



### 5.3. Pozicija 400

#### 5.3.1. PRORAČUN AB PLOČE POZICIJA 400



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

zaštitni sloj:  $a=2.5 \text{ cm}$ ;  $a'=2.5 \text{ cm}$

$$d=17.0 \text{ cm}$$

$$\text{Beton: C 25/30; } f_{ck}=25.0 \text{ MPa } f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16,67 \text{ MPa}$$

$$\text{Armatura: B 500B; } f_{yk}=500.0 \text{ MPa } f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ MPa}$$

Limitirajući moment savijanja:

$$M_{Rd,lim}=0.159*(b_w*d^2)*f_{cd}$$

$$M_{Rd,lim}=0.159*(1.0*0.17^2)*(25/1.5)*1000=76.59 \text{ kNm}$$

Min. i max. % armature za ploče:

$$A_{s,min}=0.0015*b*d=0.0015*100*17.0=2.55 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,max}=0.6*b*d/f_{yk}=0.6*100*17.0/500=2.04 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,max} = 0.31 * b * d * (f_{cd}/f_{yd}) = 0.31 * 100 * 17.0 * (25/1.5) / (500/1.15) = 20.20 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Za proračun armature ploča usvaja se  $\zeta \approx 0.9$ . Potrebna armatura:

$$A_{s1,s2} = M_{Sd} * 100 / (\zeta * d * f_{yd}) = M_{Sd} * 100 / (0.9 * 17.0 * (50/1.15)) =$$

$$A_{s1,s2} = M_{Sd} * 0.15$$

Napomena: Prethodni izrazi vrijede za moment  $M_{Sd}$  u [kNm] i armaturu  $A_{s1,s2}$  u [ $\text{cm}^2$ ].

**Dobivenu armaturu zbog preraspodjele umanjiti nad ležajem za 15 % i povećati u polju 25%.**

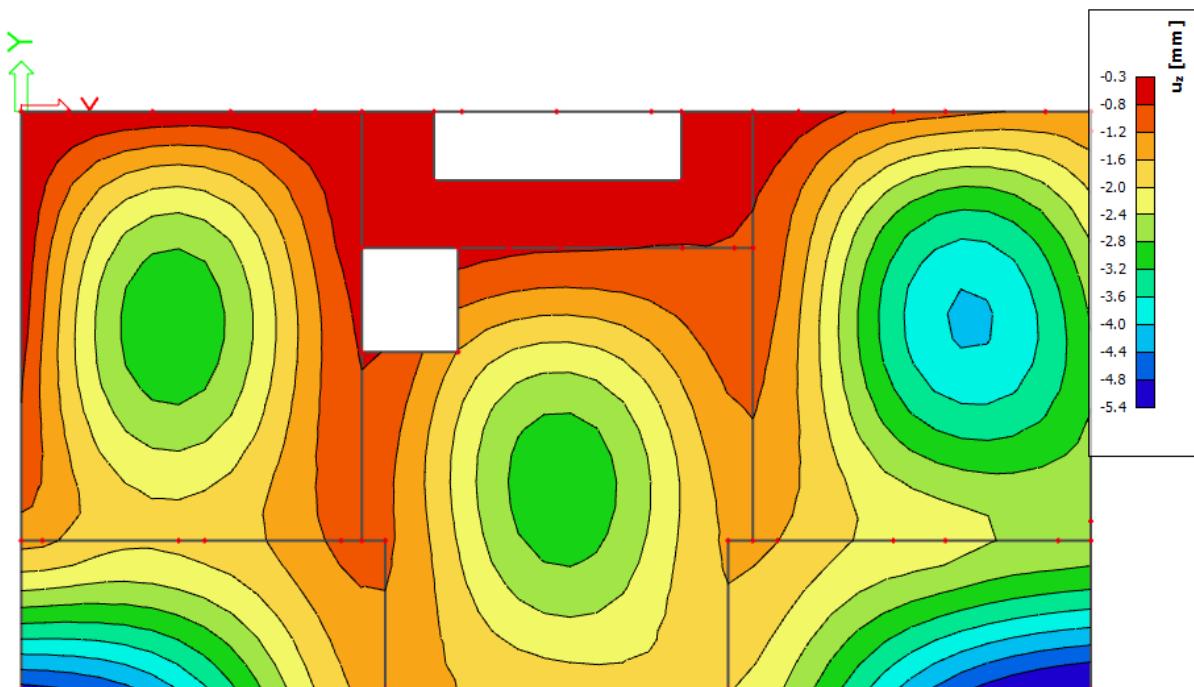
Dopušteni računski elastični progib:

$$GSU1 = 1.0 \cdot G + \psi_{2i} \cdot Q_i = 1.0 \cdot G + 0.3 \cdot Q_1$$

Bez nadvišenja:  $\delta_{max,RAC} \leq L/1250$

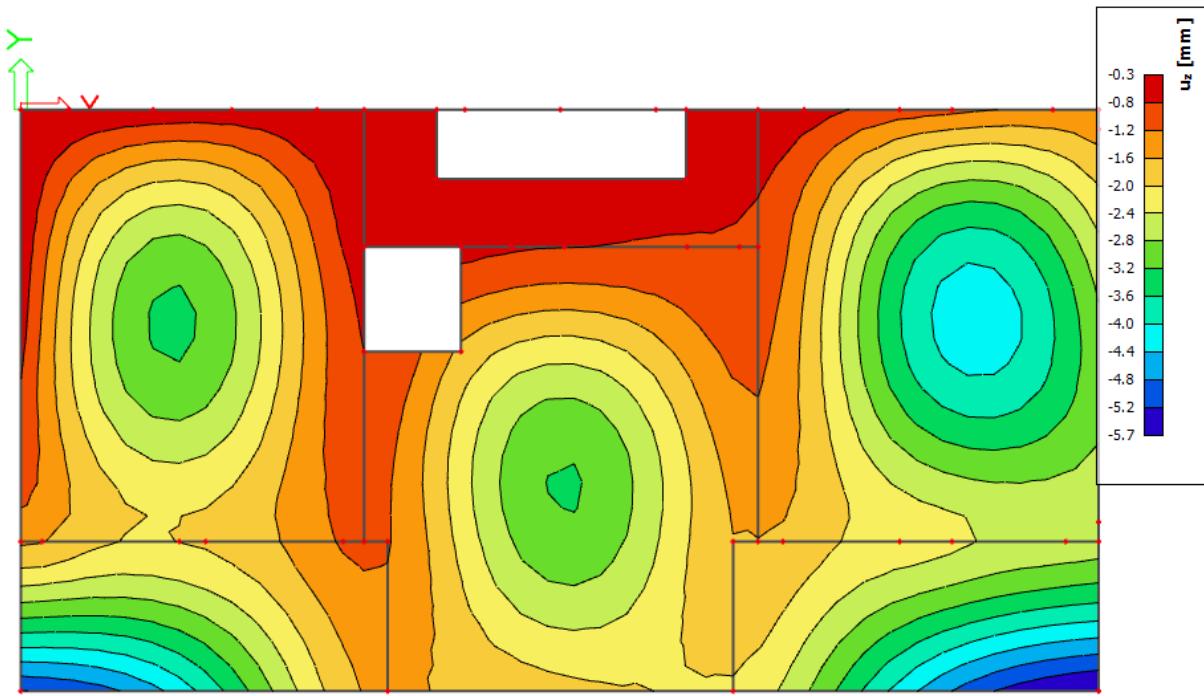
$$GSU2 = 1.0 \cdot G + \psi_{2i} \cdot Q_i = 1.0 \cdot G + 0.5 \cdot Q_1$$

Bez nadvišenja:  $\delta_{max,RAC} \leq L/1000$



Slika 5.23. Elastični progibi [mm] za kombinaciju  $GSU1 = 1.0 \cdot G + 0.3 \cdot Q$

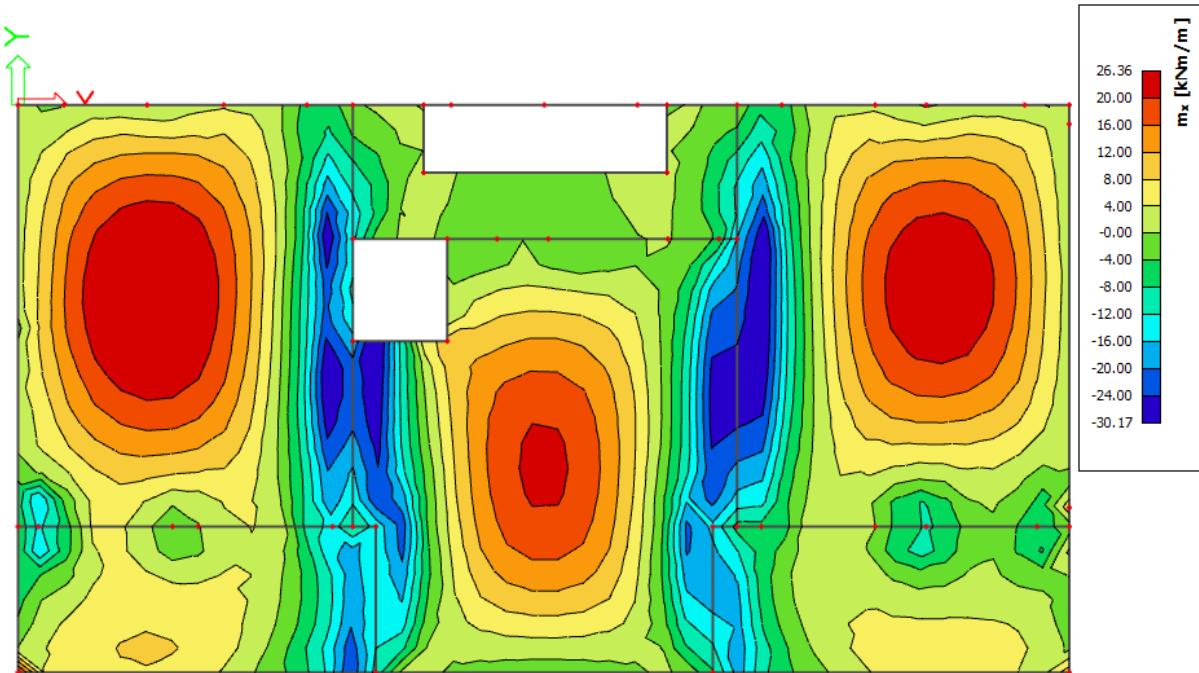
$$\delta_{elast,max} < \delta_{elast,dop} = L/1250$$



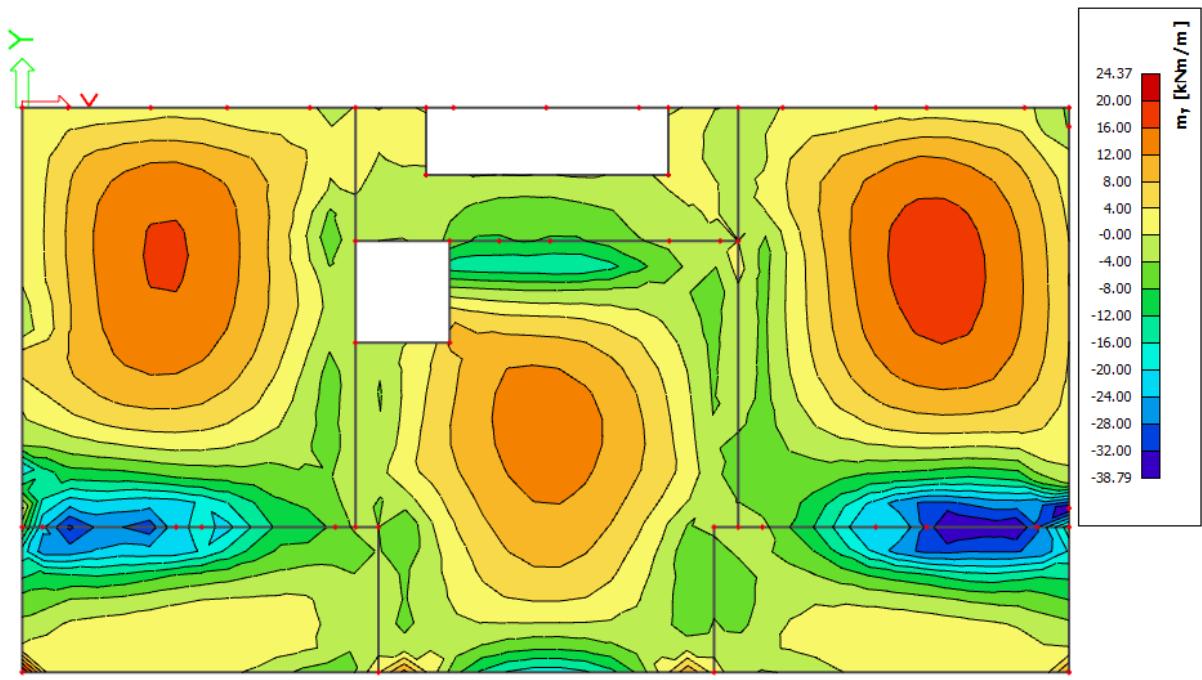
Slika 5.24. Elastični progibi [mm] za kombinaciju GSU2 =  $1.0 \cdot G + 0.5 \cdot Q$

$$\delta_{elast,max} < \delta_{elast,dop} = L/1000$$

**Napomena:** Visoka koncentracija momenata javlja se uslijed proračunske netočnosti modela. U nastavku će biti prikazani momenti savijanja u dva okomita globalna smjera, smjer X i smjer Y:

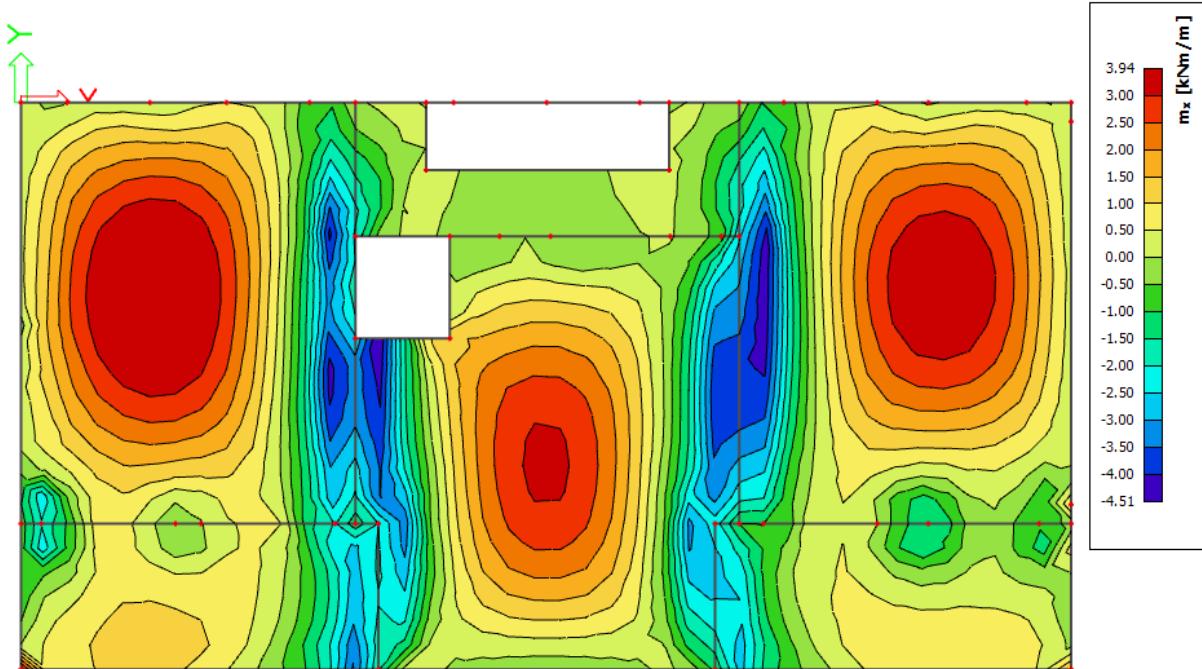


Slika 5.25. Momenti savijanja  $M_{Ed,x}$  [kNm/m] za kombinaciju GSN =  $1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

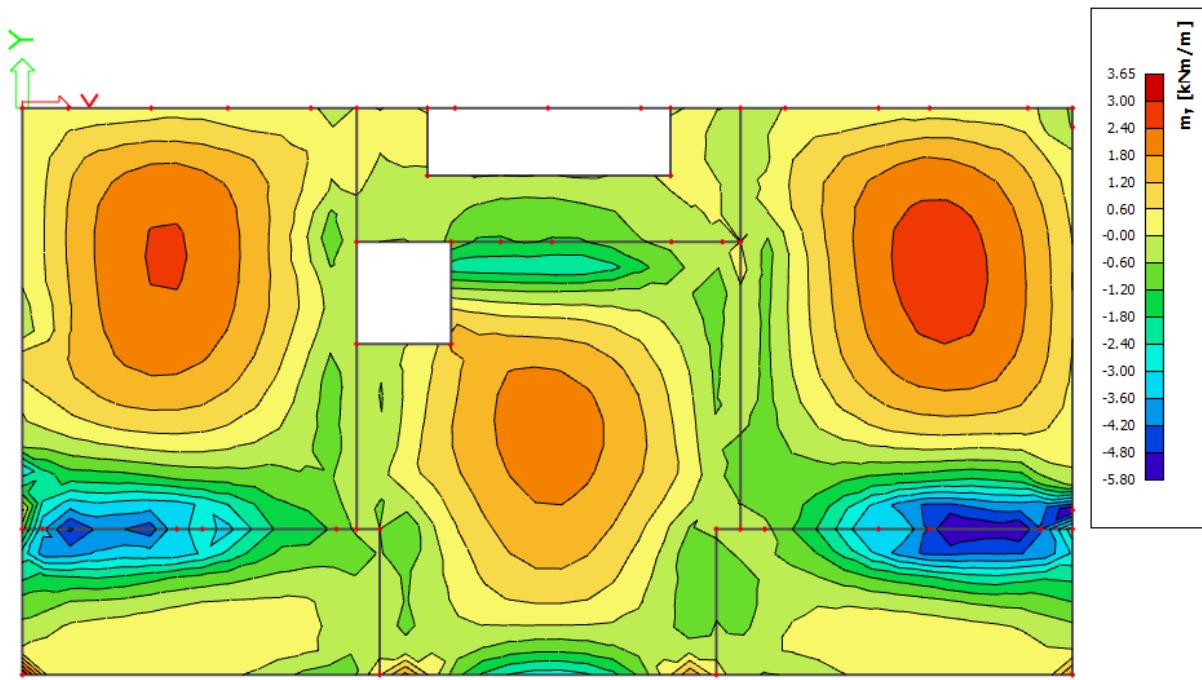


Slika 5.26. Momenti savijanja  $M_{Ed,y} [\text{kNm}/\text{m}]$  za kombinaciju  $GSN = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

## ARMATURA



Slika 5.27. Potrebna armatura  $A_{s1,s2} [\text{cm}^2/\text{m}]$  u smjeru  $X$  za kombinaciju  $GSN = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

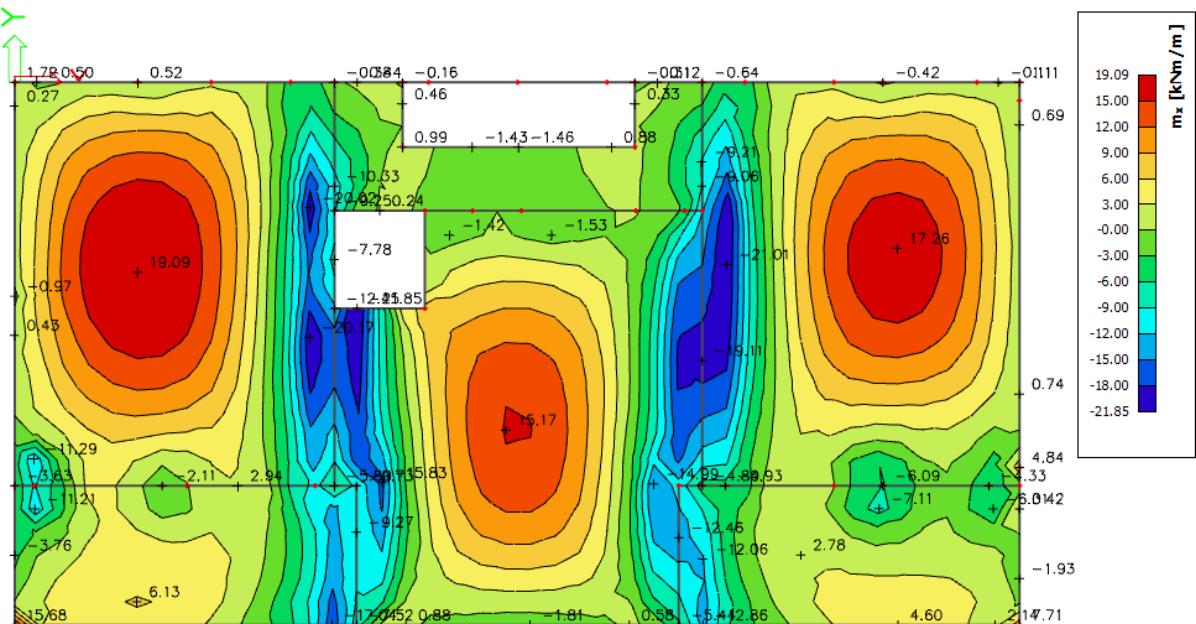


Slika 5.28. Potrebna armatura  $A_{s1,s2} [\text{cm}^2/\text{m}]$  u smjeru Y za kombinaciju  $GSN = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

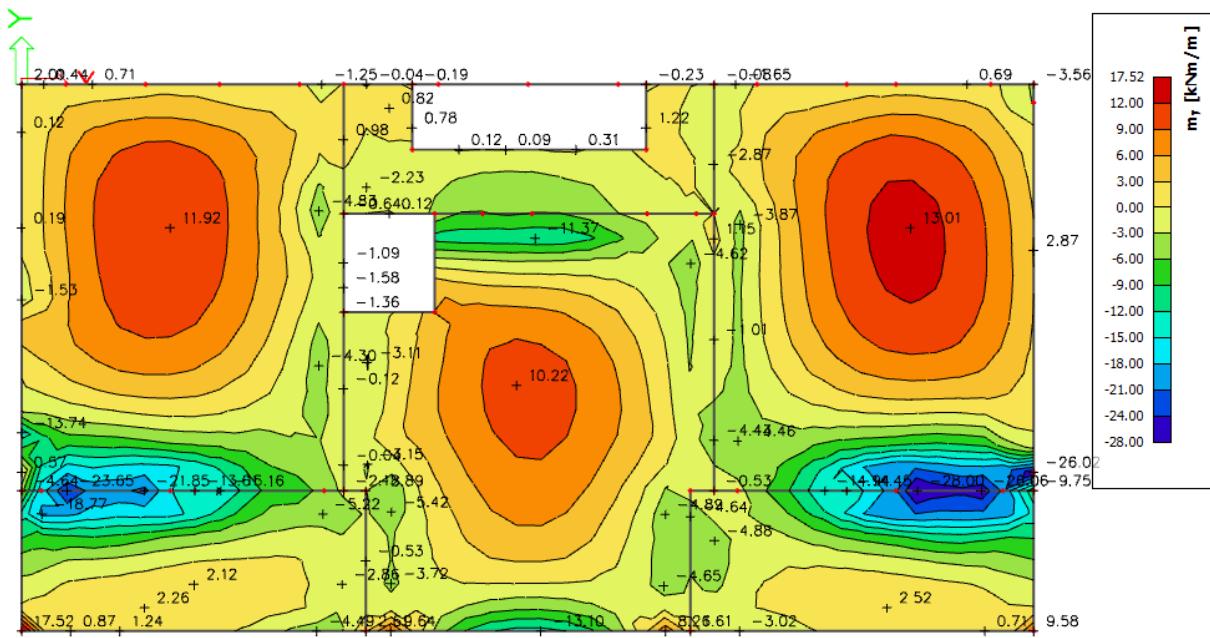
Poziciju P400 armirati sa mrežastom armaturom Q503 u donju zonu i Q196 u gornju zonu.  
Preko svih oslonaca u gornju zonu armirati mrežom Q503

### KONTROLA PUKOTINA PLOČA POZICIJA 400 (d=20 cm)

Mjerodavni momenti u ploči su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja ( $e = 1.0 \cdot g + 1.0 \cdot p$ ).

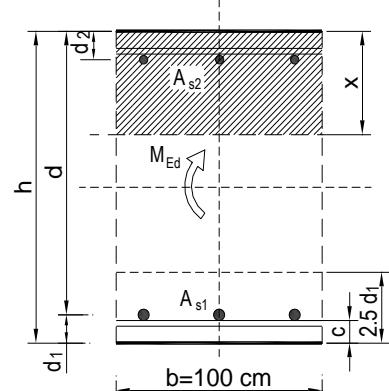


Slika 5.29. Momenti savijanja  $M_{Ed,x} [\text{kNm}/\text{m}]$  za  $GSU (1.0 \cdot G + 1.0 \cdot Q)$

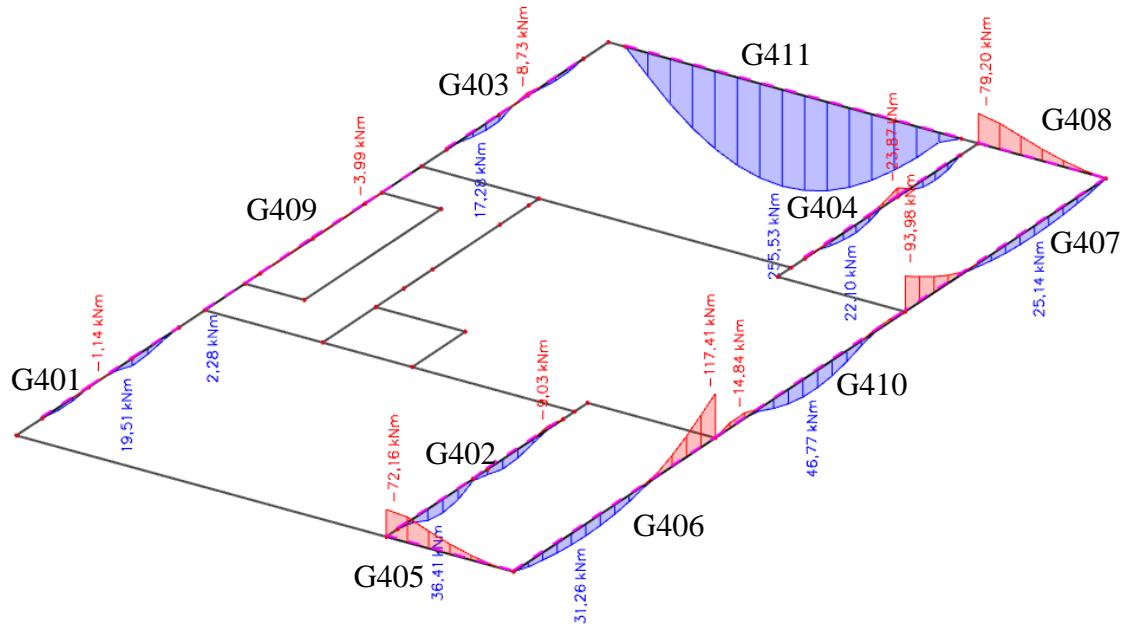


Slika 5.30. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [kNm/m] za GSU ( $1.0 \cdot G + 1.0 \cdot Q$ )

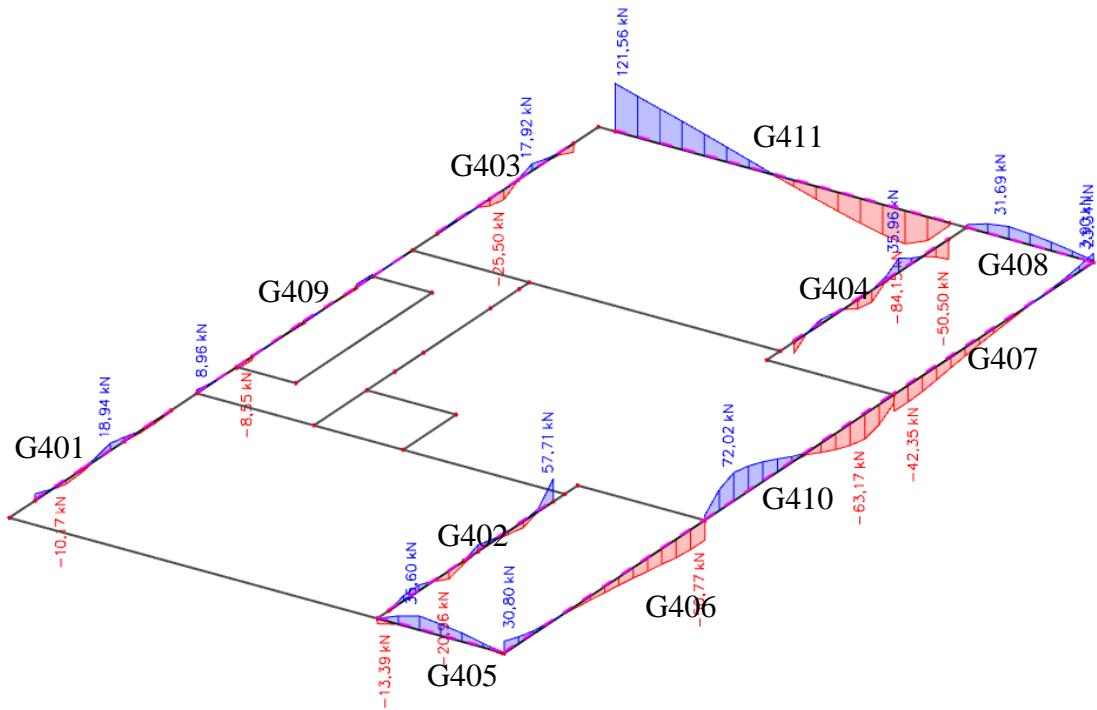
$b =$	100,0 cm	$d =$	17,0 cm	$h =$	20,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	5,03 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	19,1 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	237,18 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	3,00 cm	$r_{p,eff} =$	0,0067		
$(e_{sm}-e_{cm}) =$	0,000388	$<$	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000712	
$\emptyset =$	8,0 mm	$c =$	2,50 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	287,78 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm}) =$	0,205 mm	$<$	$w_g$		



### 5.3.2. PRORAČUN AB GREDA POZICIJA 400



Slika 5.31. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [kNm] za GSN\_1



Slika 5.32. Poprečne sile  $V_{Ed,z}$  [kNm] za GSN\_1

### GREDE 25/50 (G401, G402, G403, G404, G409)

Poprečni presjek		Materijal			Dimenzioniranje na $M_{sd}$		Armatura	$\rho$ (%)
b	25,00 cm	C25/30	$f_{ck}$	25 MPa	POLJE: $M_{sd}=$	36,41 kNm	$A_{s1}=$	2,09 $cm^2$ 0,1854 %
h	50,00 cm	B500B	$f_y$	500 MPa	LEŽAJ: $M_{sd}=$	23,87 kNm	$A_{s2}=$	0,00 $cm^2$ 0 %
$d_1 (d_2)$	5,00 cm		$\gamma_c=1,50$				$A_{s1}=$	1,37 $cm^2$ 0,1216 %
d	45,00 cm						$A_{s2}=$	0,00 $cm^2$ 0 %
$f_{cd}$	1,67 kN/cm <sup>2</sup>	Poprečna sila:						
$f_{yd}$	43,48 kN/cm <sup>2</sup>	$V_{Rd,c}=$	64,62 kN					
		$V_{Rd,max}=$	506,25 kN					
$M_{Rd,lim}$	134,16 kNm	v=	0,54					
$\mu_{sd}$	0,159	k=	1,67 (<2,0)					
$\epsilon_{s1}=$	10 %	$s_{w,max}=$	30 cm					
$\epsilon_{c2}=$	3,5 %	$A_{sw,min}=$	0,34 $cm^2/s_w$					
$\xi$	0,259							
$\zeta$	0,892							
$A_{s,min}=$	1,688 $cm^2$							
$A_{s,max}=$	13,37 $cm^2$							

Grede armirati sa 2Ø12 u donju i 2Ø12 u gornju zonu, poprečno vilicama Ø8/30.

Konstruktivno uzeti armaturu 2Ø10.

### GREDA 25/50 (G405, G408)

Poprečni presjek		Materijal			Dimenzioniranje na $M_{sd}$		Armatura	$\rho$ (%)
b	25,00 cm	C25/30	$f_{ck}$	25 MPa	POLJE: $M_{sd}=$	0,00 kNm	$A_{s1}=$	0,00 $cm^2$ 0 %
h	50,00 cm	B500B	$f_y$	500 MPa	LEŽAJ: $M_{sd}=$	79,20 kNm	$A_{s2}=$	0,00 $cm^2$ 0 %
$d_1 (d_2)$	5,00 cm		$\gamma_c=1,50$				$A_{s1}=$	4,54 $cm^2$ 0,4034 %
d	45,00 cm						$A_{s2}=$	0,00 $cm^2$ 0 %
$f_{cd}$	1,67 kN/cm <sup>2</sup>	Poprečna sila:						
$f_{yd}$	43,48 kN/cm <sup>2</sup>	$V_{Rd,c}=$	70,78 kN					
		$V_{Rd,max}=$	506,25 kN					
$M_{Rd,lim}$	134,16 kNm	v=	0,54					
$\mu_{sd}$	0,159	k=	1,67 (<2,0)					
$\epsilon_{s1}=$	10 %	$s_{w,max}=$	30 cm					
$\epsilon_{c2}=$	3,5 %	$A_{sw,min}=$	0,34 $cm^2/s_w$					
$\xi$	0,259							
$\zeta$	0,892							
$A_{s,min}=$	1,688 $cm^2$							
$A_{s,max}=$	13,37 $cm^2$							

Grede armirati sa 2Ø12 u donju i 3Ø14 u gornju zonu, poprečno vilicama Ø8/30.

Konstruktivno uzeti armaturu 2Ø10.

## GREDA 25/50 (G406, G407)

Poprečni presjek		Materijal		Dimenzioniranje na $M_{sd}$		Armatura		$\rho (\%)$
b	25,00 cm	C25/30	$f_{ck}$ 25 MPa	POLJE: $M_{sd}=$	31,26 kNm	$A_{s1}=$	1,79 cm <sup>2</sup>	0,1592 %
h	50,00 cm	B500B	$f_y$ 500 MPa	LEŽAJ: $M_{sd}=$	117,41 kNm	$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
$d_1 (d_2)$	5,00 cm		$\gamma_c=1,50$			$A_{s1}=$	6,73 cm <sup>2</sup>	0,598 %
d	45,00 cm		$\gamma_s=1,15$			$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
$f_{cd}$	1,67 kN/cm <sup>2</sup>							
$f_{yd}$	43,48 kN/cm <sup>2</sup>							
$M_{Rd,lim}$	134,16 kNm							
$\mu_{sd}$	0,159							
$\varepsilon_{s1}=$	10 %							
$\varepsilon_{c2}=$	3,5 %							
$\xi$	0,259							
$\zeta$	0,892							
$A_{s,min}$	1,688 cm <sup>2</sup>							
$A_{s,max}$	13,37 cm <sup>2</sup>							
Poprečna sila:		$V_{Rd,c}=$		$V_{Rd,max}=$		$A_{sw} (cm^2)$		$V_{Rd,s} (kN) \quad V_{Rd} (kN)$
			87,31 kN		506,25 kN			58,696 58,696
			v= 0,54		k= 1,67 (<2,0)			
			$s_w,max=$ 30 cm					
			$A_{sw,min}=$ 0,34 cm <sup>2</sup> /s <sub>w</sub>					
Vs <sub>d</sub> <VR <sub>d,c</sub> - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu								

Grede armirati sa 2Ø12 u donju i 4Ø16 u gornju zonu, poprečno vilicama Ø8/30.

Konstruktivno uzeti armaturu 2Ø10.

## GREDA 25/130 (G410)

Poprečni presjek		Materijal		Dimenzioniranje na $M_{sd}$		Armatura		$\rho (\%)$
b	25,00 cm	C25/30	$f_{ck}$ 25 MPa	POLJE: $M_{sd}=$	61,61 kNm	$A_{s1}=$	1,27 cm <sup>2</sup>	0,0407 %
h	130,00 cm	B500B	$f_y$ 500 MPa	LEŽAJ: $M_{sd}=$	0,00 kNm	$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
$d_1 (d_2)$	5,00 cm		$\gamma_c=1,50$			$A_{s1}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
d	125,00 cm		$\gamma_s=1,15$			$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
$f_{cd}$	1,67 kN/cm <sup>2</sup>							
$f_{yd}$	43,48 kN/cm <sup>2</sup>							
$M_{Rd,lim}$	1035,156 kNm							
$\mu_{sd}$	0,159							
$\varepsilon_{s1}=$	10 %							
$\varepsilon_{c2}=$	3,5 %							
$\xi$	0,259							
$\zeta$	0,892							
$A_{s,min}$	4,6875 cm <sup>2</sup>							
$A_{s,max}$	37,1354 cm <sup>2</sup>							
Poprečna sila:		$V_{Rd,c}=$		$V_{Rd,max}=$		$A_{sw} (cm^2)$		$V_{Rd,s} (kN) \quad V_{Rd} (kN)$
			139,06 kN		1406,25 kN			163,043 163,04
			v= 0,54		k= 1,40 (<2,0)			
			$s_w,max=$ 30 cm					
			$A_{sw,min}=$ 0,34 cm <sup>2</sup> /s <sub>w</sub>					
Vs <sub>d</sub> <VR <sub>d,c</sub> - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu								

Grede armirati sa 4Ø14 u donju i 4Ø14 u gornju zonu, poprečno vilicama Ø8/30.

Konstruktivno uzeti armaturu 5xØ10.

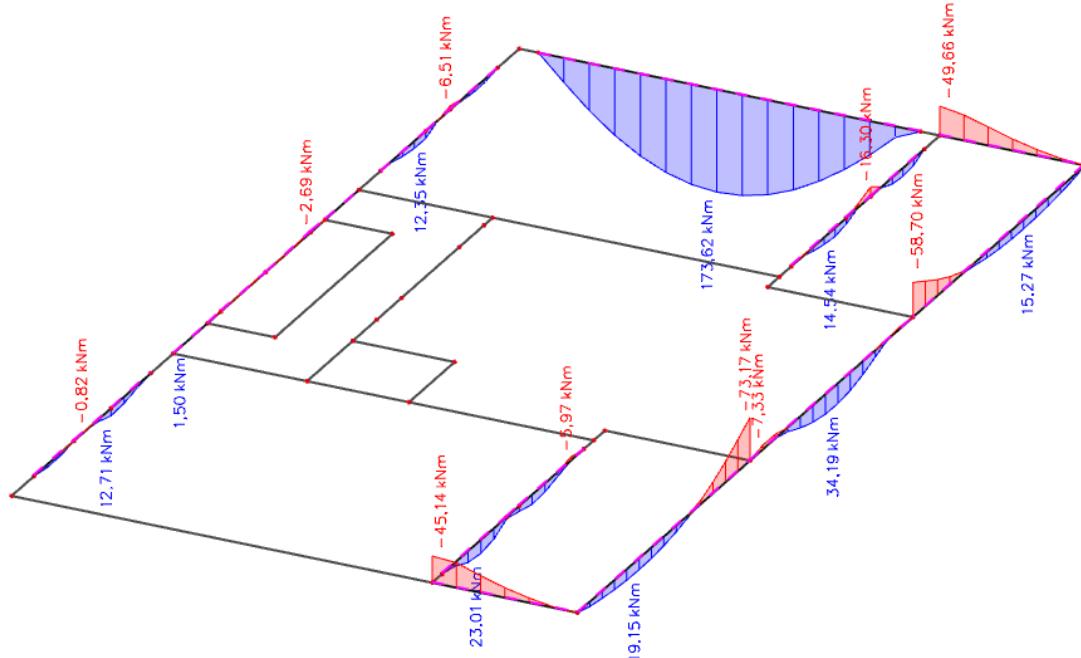
## GREDA 25/120 (G411)

Poprečni presjek		Materijal		Dimenziioniranje na $M_{sd}$		Armatura		$\rho$ (%)
b	25,00 cm	C25/30	$f_{ck}$ 25 MPa	POLJE: $M_{sd}=$	255,53 kNm	$A_{s1}=$	5,73 cm <sup>2</sup>	0,1993 %
h	120,00 cm	B500B	$f_y$ 500 MPa	LEŽAJ: $M_{sd}=$	0,00 kNm	$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
$d_1 (d_2)$	5,00 cm		$\gamma_c=1,50$			$A_{s1}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
d	115,00 cm		$\gamma_s=1,15$			$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
$f_{cd}$	1,67 kN/cm <sup>2</sup>	Poprečna sila:						
$f_{yd}$	43,48 kN/cm <sup>2</sup>	$V_{Rd,c}=$	208,98 kN					
		$V_{Rd,max}=$	1293,75 kN					
$M_{Rd,lim}$	876,156 kNm	v=	0,54					
$\mu_{sd}$	0,159	k=	1,42 (<2,0)					
$\varepsilon_{s1}=$	10 %	$s_{w,max}=$	30 cm					
$\varepsilon_{c2}=$	3,5 %	$A_{sw,min}=$	0,34 cm <sup>2</sup> /s <sub>w</sub>					
$\xi$	0,259							
$\zeta$	0,892							
$A_{s,min}=$	4,3125 cm <sup>2</sup>							
$A_{s,max}=$	34,1646 cm <sup>2</sup>							

Grede admirati sa 4Ø14 u donju i 4Ø14 u gornju zonu, poprečno vilicama Ø8/30.

Konstruktivno uzeti armaturu 4x2Ø10.

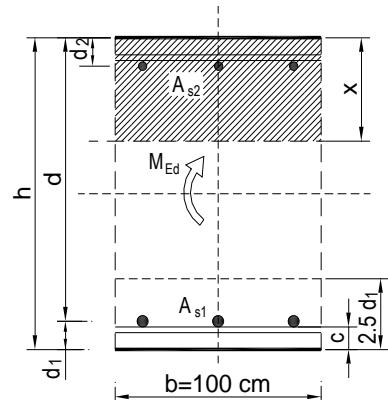
## KONTROLA ŠIRINE PUKOTINA GREDA POZICIJA 400



Slika 5.33. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [kNm] za GSU\_2

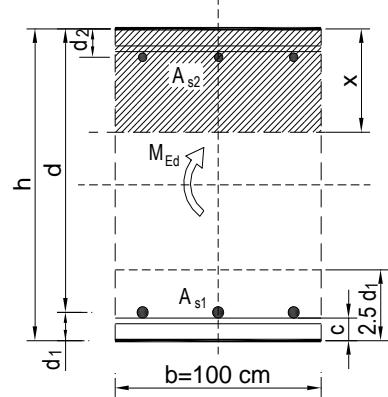
Kao greda mjerodavna za proračun pukotina uzeta je greda G402 (b/h=25/50)

$b =$	25,0 cm	$d =$	47,0 cm	$h =$	50,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	2,26 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$\epsilon = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	23,0 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	227,61 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	6,80 cm	$r_{p,eff} =$	0,0121		
$(e_{sm}-e_{cm}) =$	0,000680	$<$	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000683	
$\emptyset =$	14,0 mm	$c =$	2,50 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	282,46 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm}) =$	0,193 mm	$<$	$w_g$		



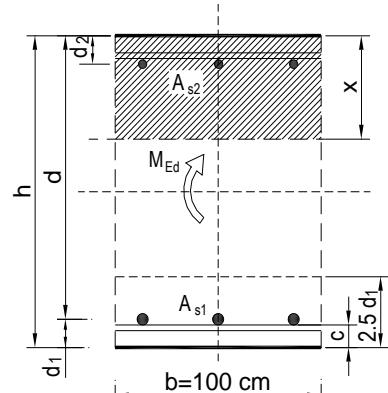
PARAPETNA GREDA G411 (b/h=25/120)

$b =$	25,0 cm	$d =$	117 cm	$h =$	120,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	6,16 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$\epsilon = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	173,6 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	253,66 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	17,66 cm	$r_{p,eff} =$	0,0329		
$(e_{sm}-e_{cm}) =$	0,001079	$>$	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000761	
$\emptyset =$	14,0 mm	$c =$	2,50 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	157,44 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm}) =$	0,170 mm	$<$	$w_g$		



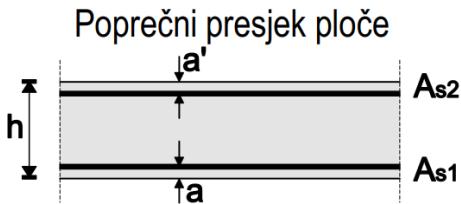
## PARAPETNA GREDA G410 (b/h=25/130)

$b =$	25,0 cm	$d =$	127 cm	$h =$	130,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	6,16 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$\epsilon = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	34,2 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	45,93 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	18,46 cm	$r_{p,eff} =$	0,0329		
$(e_{sm}-e_{cm}) =$	0,000041	$<$	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000138	
$\emptyset =$	14,0 mm	$c =$	2,50 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	157,44 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm}) =$	0,022 mm	$<$	$w_g$		



## 5.4. Pozicija 300

### 5.4.1. PRORAČUN AB PLOČE POZICIJA 300



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

$$\text{zaštitni sloj: } a=2.5 \text{ cm; } a'=2.5 \text{ cm}$$

$$d=17.0 \text{ cm}$$

$$\text{Beton: C 25/30; } f_{ck}=25.0 \text{ MPa } f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16,67 \text{ MPa}$$

$$\text{Armatura: B 500B; } f_{yk}=500.0 \text{ MPa } f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ MPa}$$

Limitirajući moment savijanja:

$$M_{Rd,lim}=0.159*(b_w*d^2)*f_{cd}$$

$$M_{Rd,lim}=0.159*(1.0*0.17^2)*(25/1.5)*1000=76.59 \text{ kNm}$$

Min. i max. % armature za ploče:

$$A_{s,min}=0.0015*b*d=0.0015*100*17.0=2.55 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,max}=0.6*b*d/f_{yk}=0.6*100*17.0/500=2.04 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,\max} = 0.31 \cdot b \cdot d \cdot (f_{cd}/f_{yd}) = 0.31 \cdot 100 \cdot 17.0 \cdot (25/1.5)/(500/1.15) = 20.20 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Za proračun armature ploča usvaja se  $\zeta \approx 0.9$ . Potrebna armatura:

$$A_{s1,s2} = M_{Sd} \cdot 100 / (\zeta \cdot d \cdot f_{yd}) = M_{Sd} \cdot 100 / (0.9 \cdot 17.0 \cdot (50/1.15)) =$$

$$A_{s1,s2} = M_{Sd} \cdot 0.15$$

Napomena: Prethodni izrazi vrijede za moment  $M_{Sd}$  u [kNm] i armaturu  $A_{s1,s2}$  u [ $\text{cm}^2$ ].

**Dobivenu armaturu zbog preraspodjele umanjiti nad ležajem za 15 % i povećati u polju 25%.**

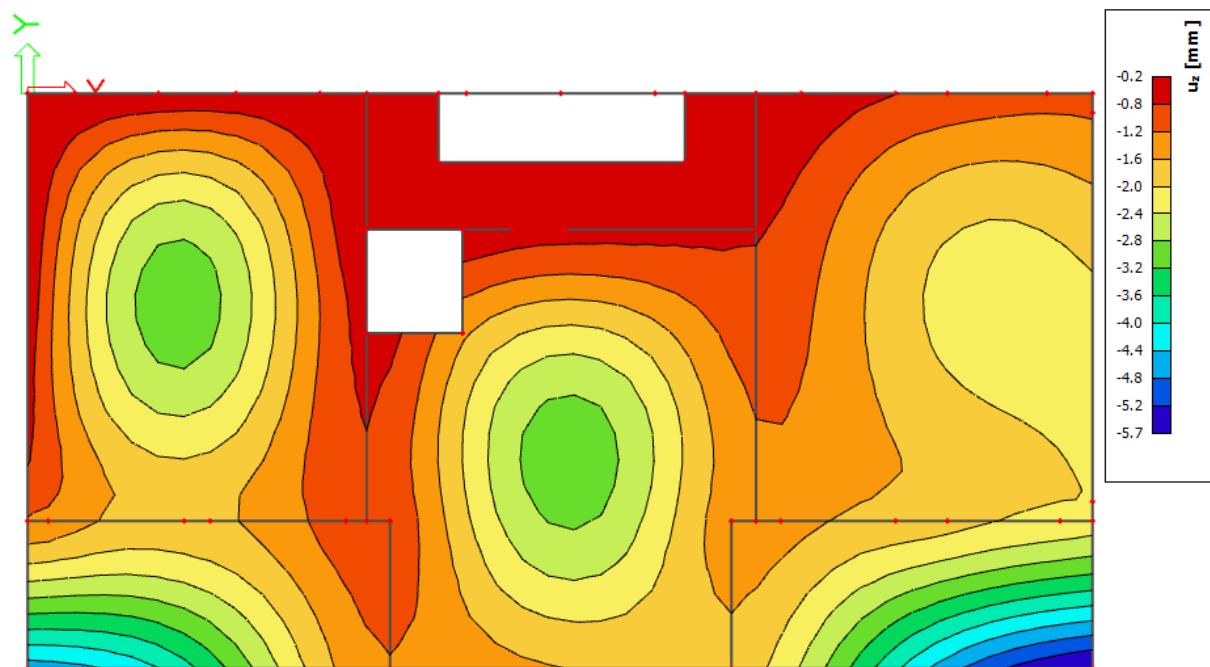
Dopušteni računski elastični progib:

$$GSU1 = 1.0 \cdot G + \psi_{2i} \cdot Q_i = 1.0 \cdot G + 0.3 \cdot Q_1$$

Bez nadvišenja:  $\delta_{max,RAC} \leq L/1250$

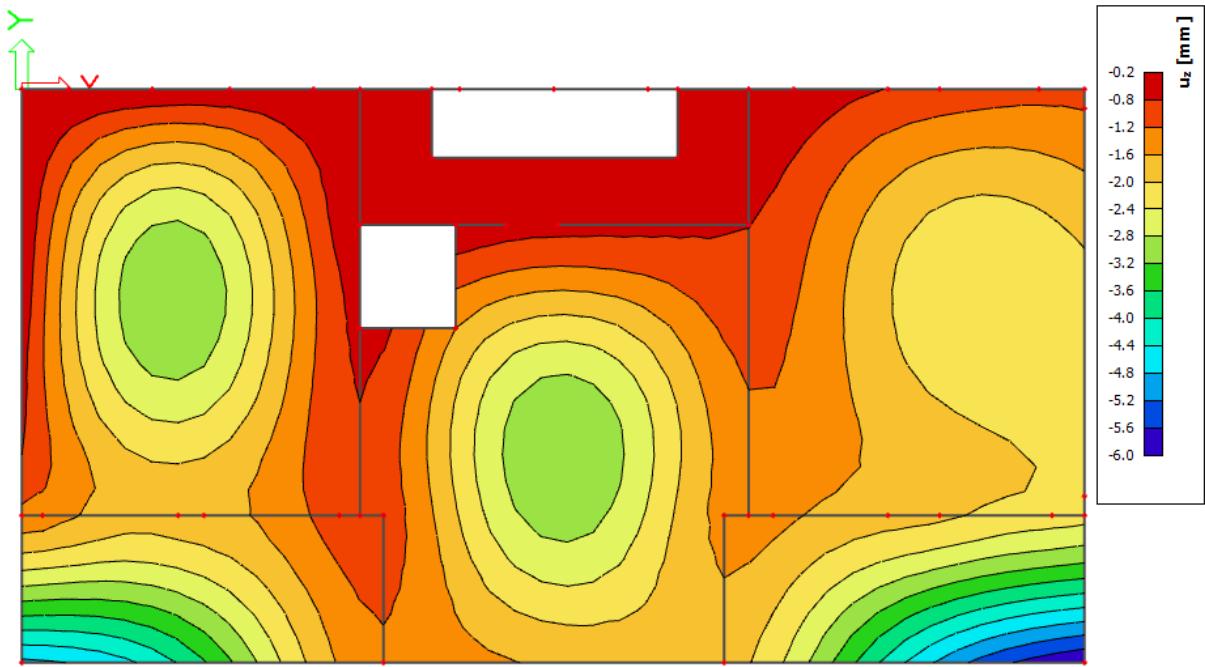
$$GSU2 = 1.0 \cdot G + \psi_{2i} \cdot Q_i = 1.0 \cdot G + 0.5 \cdot Q_1$$

Bez nadvišenja:  $\delta_{max,RAC} \leq L/1000$



Slika 5.34. Elastični progibi [mm] za kombinaciju  $GSU1 = 1.0 \cdot G + 0.3 \cdot Q$

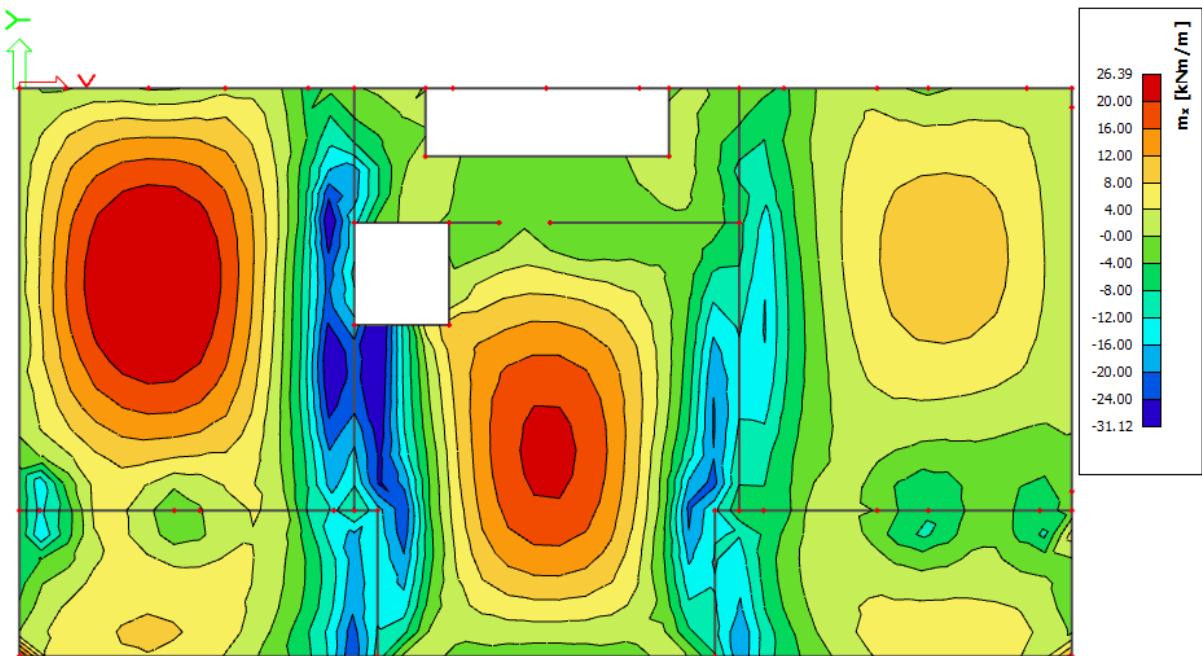
$$\delta_{elast,max} < \delta_{elast,dop} = L/1250$$



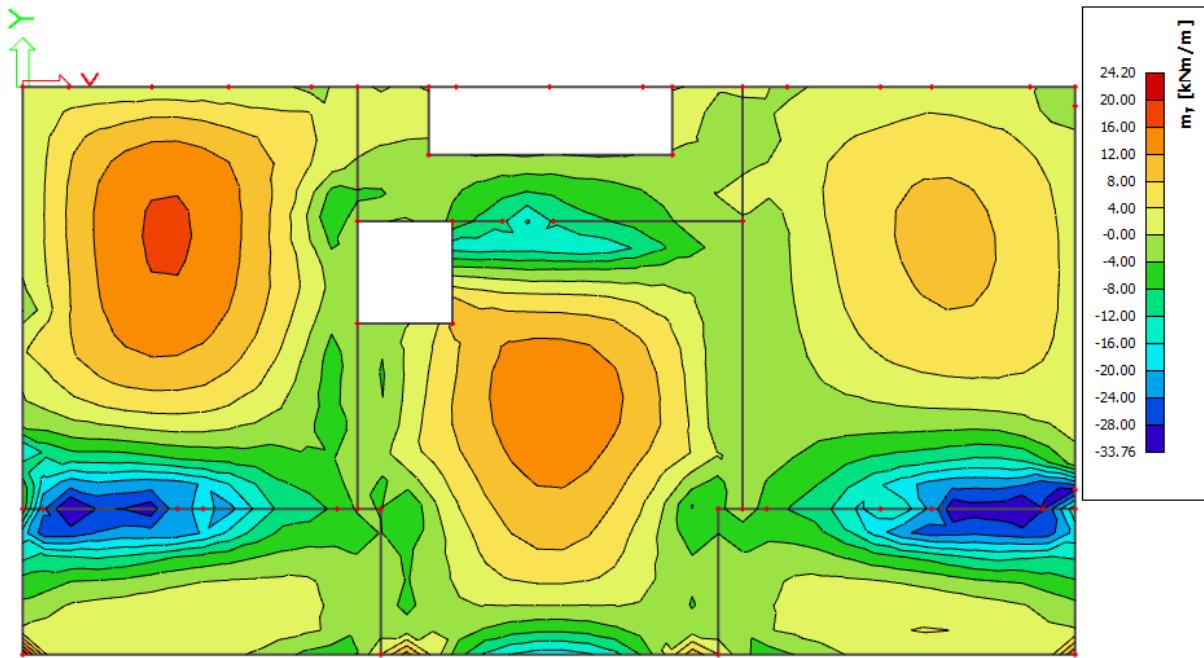
Slika 5.35. Elastični progibi [mm] za kombinaciju GSU2 =  $1.0 \cdot G + 0.5 \cdot Q$

$$\delta_{elast,max} < \delta_{elast,dop} = L/1000$$

**Napomena:** Visoka koncentracija momenata javlja se uslijed proračunske netočnosti modela. U nastavku će biti prikazani momenti savijanja u dva okomita globalna smjera, smjer X i smjer Y:

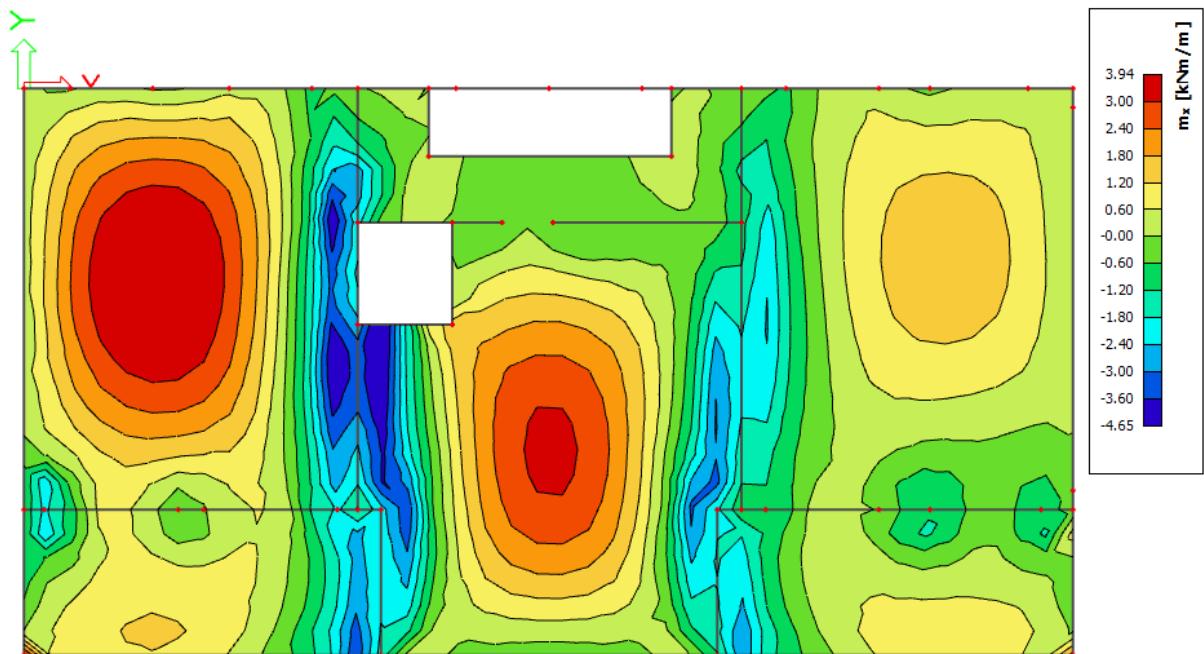


Slika 5.36. Momenti savijanja  $M_{Ed,x}$  [kNm/m] za kombinaciju  $GSN = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

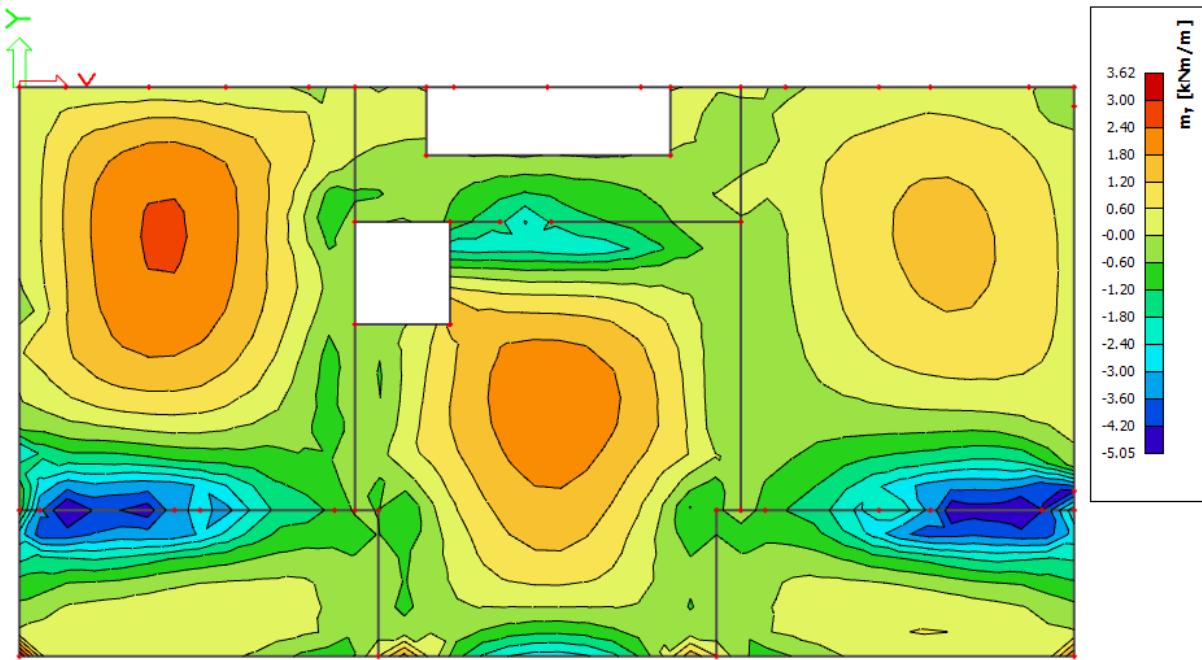


Slika 5.37. Momenti savijanja  $M_{Ed,y} [\text{kNm}/\text{m}]$  za kombinaciju  $GSN = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

## ARMATURA



Slika 5.38 Potrebna armatura  $A_{s1,s2} [\text{cm}^2/\text{m}]$  u smjeru  $X$  za kombinaciju  $GSN = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

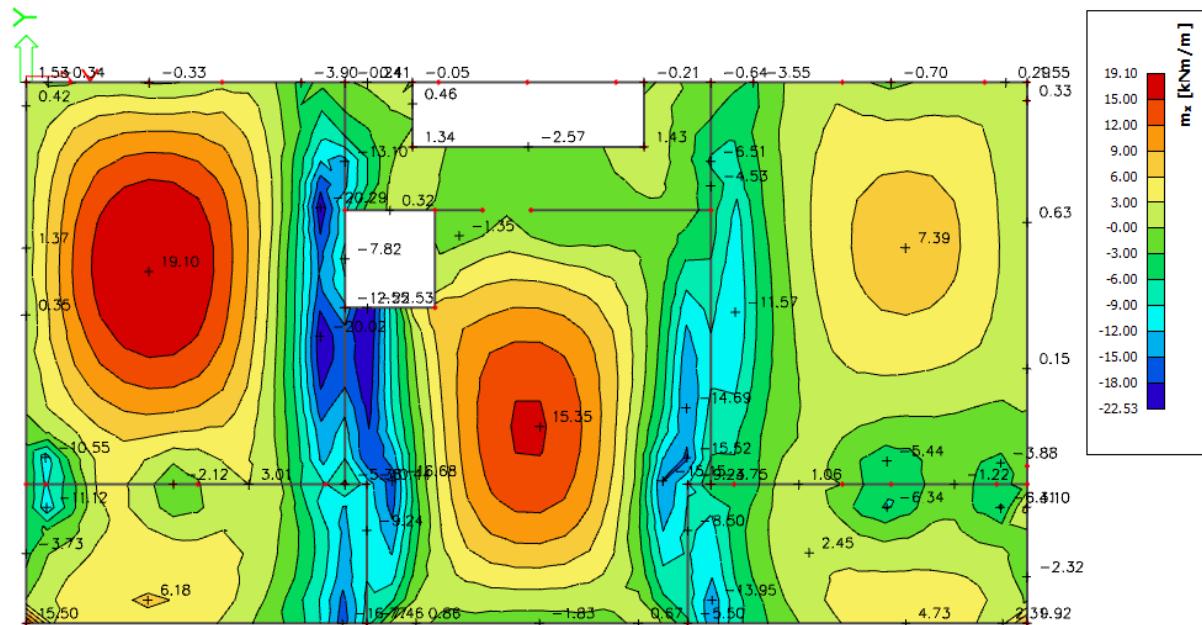


Slika 5.39. Potrebna armatura  $A_{S1,S2} [\text{cm}^2/\text{m}]$  u smjeru  $Y$  za kombinaciju  $GSN = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

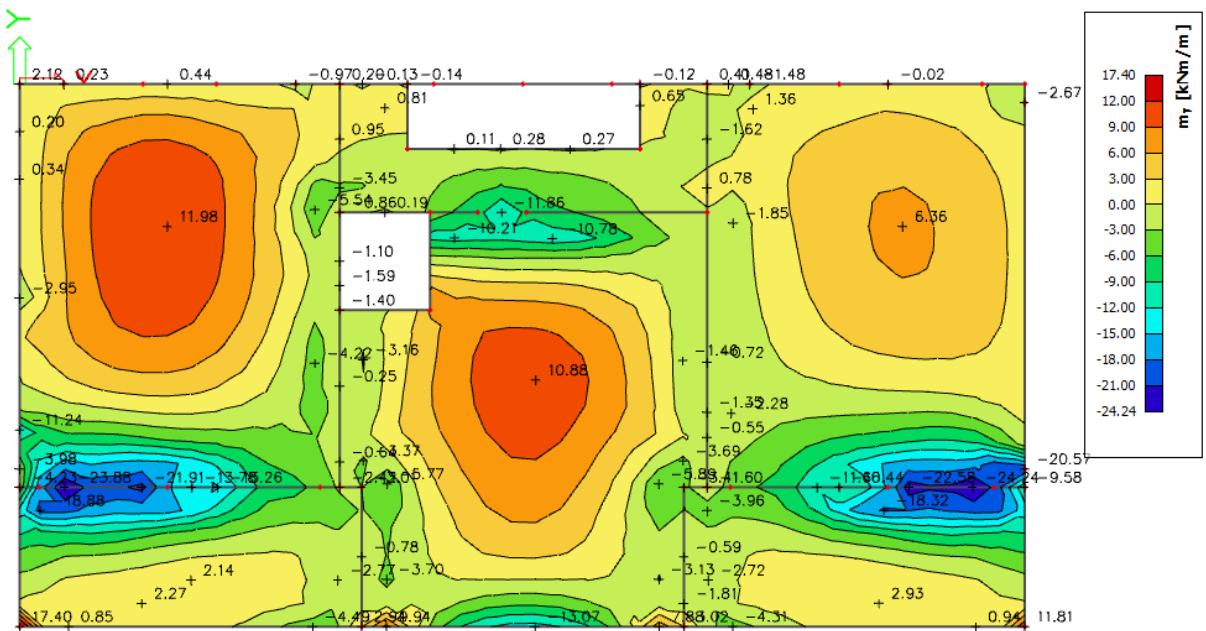
Poziciju P300 armirati sa mrežastom armaturom Q503 u donju zonu i Q196 u gornju zonu.  
Preko svih oslonaca u gornju zonu armirati mrežom Q503

### KONTROLA PUKOTINA PLOČA POZICIJA 300 (d=20 cm)

Mjerodavni momenti u ploči su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja ( $e = 1,0 \cdot g + 1,0 \cdot p$ ).

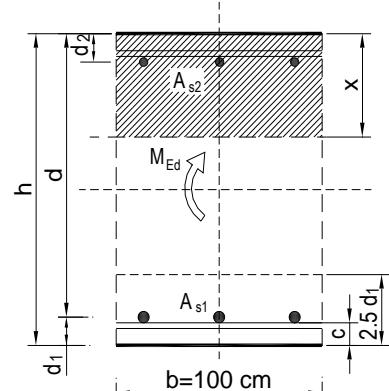


Slika 5.40. Momenti savijanja  $M_{Ed,x} [\text{kNm}/\text{m}]$  za  $GSU (1.0 \cdot G + 1.0 \cdot Q)$

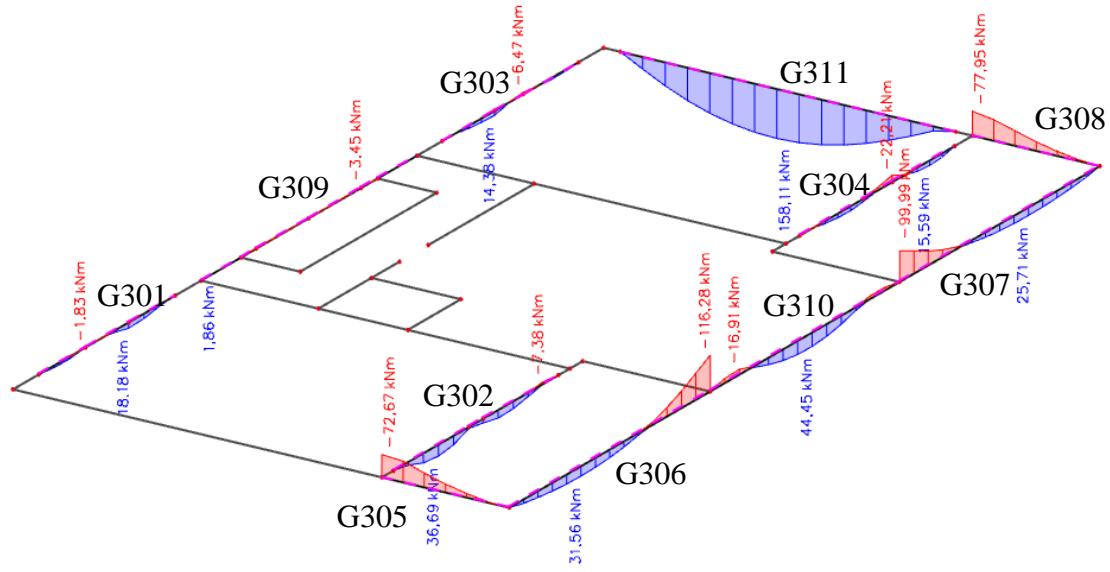


Slika 5.41. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [kNm/m] za GSU ( $1.0 \cdot G + 1.0 \cdot Q$ )

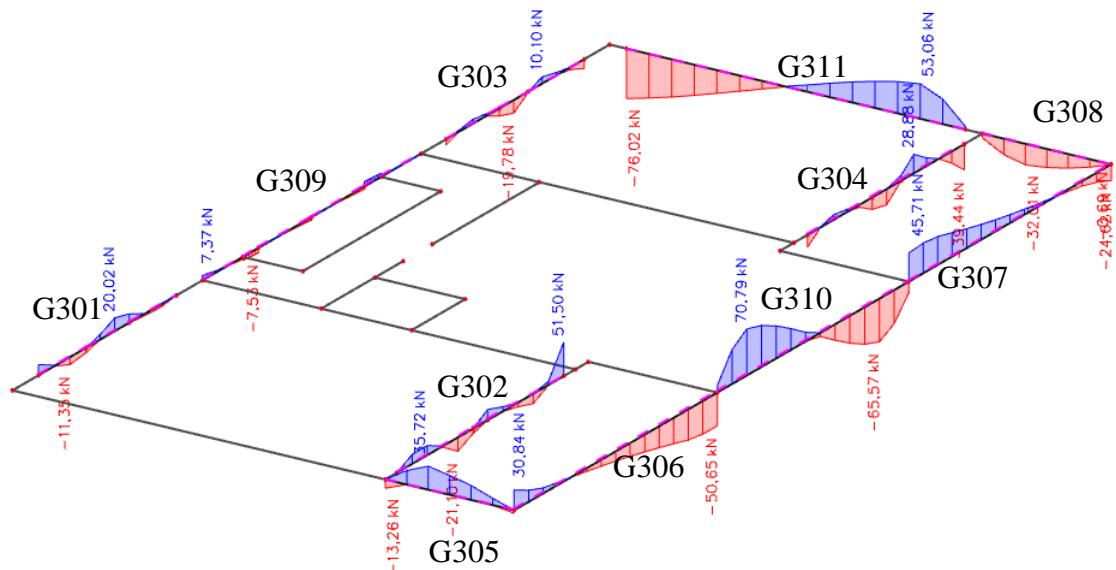
$b =$	100,0 cm	$d =$	17,0 cm	$h =$	20,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	5,03 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	19,1 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	237,30 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	3,00 cm	$r_{p,eff} =$	0,0067		
$(e_{sm}-e_{cm}) =$	0,000389	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000712		
$\emptyset =$	8,0 mm	$c =$	2,50 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	287,78 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm}) =$	0,205 mm				
				$w_g <$	



## 5.4.2. PRORAČUN AB GREDA POZICIJA 300



Slika 5.42. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [kNm] za GSN\_1



Slika 5.43. Poprečne sile  $V_{Ed,z}$  [kNm] za GSN\_1

## GREDA 25/50 (G301, G302, G303, G304, G309)

Poprečni presjek	Materijal	Dimenzioniranje na $M_{sd}$	Armatura	$\rho$ (%)
b 25,00 cm h 50,00 cm $d_1 (d_2)$ 5,00 cm d 45,00 cm	C25/30 B500B $\gamma_c=1,50$	f <sub>ck</sub> 25 Mpa f <sub>y</sub> 500 MPa $\gamma_s=1,15$	POLJE: $M_{sd}=36,69$ kNm LEŽAJ: $M_{sd}=22,21$ kNm	A <sub>s1</sub> = 2,10 cm <sup>2</sup> A <sub>s2</sub> = 0,00 cm <sup>2</sup> A <sub>s1</sub> = 1,27 cm <sup>2</sup> A <sub>s2</sub> = 0,00 cm <sup>2</sup>
$f_{cd}$ 1,67 kN/cm <sup>2</sup> $f_{yd}$ 43,48 kN/cm <sup>2</sup>	Poprečna sila: V <sub>Rd,c</sub> = 64,12 kN V <sub>Rd,max</sub> = 506,25 kN			0,1869 % 0 % 0,1131 % 0 %
$M_{Rd,lim}$ 134,16 kNm $\mu_{sd}$ 0,159 $\varepsilon_{s1}$ = 10 % $\varepsilon_{c2}$ = 3,5 % $\xi$ 0,259 $\zeta$ 0,892	v= 0,54 k= 1,67 (<2,0) S <sub>w,max</sub> = 30 cm A <sub>sw,min</sub> = 0,34 cm <sup>2</sup> /s <sub>w</sub>			
A <sub>s,min</sub> = 1,688 cm <sup>2</sup> A <sub>s,max</sub> = 13,37 cm <sup>2</sup>			V <sub>sd</sub> (kN) vilice s <sub>w</sub> (cm) m A <sub>sw</sub> (cm <sup>2</sup> ) V <sub>Rd,s</sub> (kN) V <sub>Rd</sub> (kN)	51,5 8 30 2 0,5 58,696 58,696
				V <sub>sd</sub> <V <sub>Rd,c</sub> - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu

Grede armirati sa 2Ø12 u donju i 2Ø12 u gornju zonu, poprečno vilicama Ø8/30.

Konstruktivno uzeti armaturu 2Ø10.

## GREDA 25/50 (G305, G308)

Poprečni presjek	Materijal	Dimenzioniranje na $M_{sd}$	Armatura	$\rho$ (%)
b 25,00 cm h 50,00 cm $d_1 (d_2)$ 5,00 cm d 45,00 cm	C25/30 B500B $\gamma_c=1,50$	f <sub>ck</sub> 25 Mpa f <sub>y</sub> 500 MPa $\gamma_s=1,15$	POLJE: $M_{sd}=0,00$ kNm LEŽAJ: $M_{sd}=77,95$ kNm	A <sub>s1</sub> = 0,00 cm <sup>2</sup> A <sub>s2</sub> = 0,00 cm <sup>2</sup> A <sub>s1</sub> = 4,47 cm <sup>2</sup> A <sub>s2</sub> = 0,00 cm <sup>2</sup>
$f_{cd}$ 1,67 kN/cm <sup>2</sup> $f_{yd}$ 43,48 kN/cm <sup>2</sup>	Poprečna sila: V <sub>Rd,c</sub> = 70,40 kN V <sub>Rd,max</sub> = 506,25 kN			0 % 0 % 0,397 % 0 %
$M_{Rd,lim}$ 134,16 kNm $\mu_{sd}$ 0,159 $\varepsilon_{s1}$ = 10 % $\varepsilon_{c2}$ = 3,5 % $\xi$ 0,259 $\zeta$ 0,892	v= 0,54 k= 1,67 (<2,0) S <sub>w,max</sub> = 30 cm A <sub>sw,min</sub> = 0,34 cm <sup>2</sup> /s <sub>w</sub>			
A <sub>s,min</sub> = 1,688 cm <sup>2</sup> A <sub>s,max</sub> = 13,37 cm <sup>2</sup>			V <sub>sd</sub> (kN) vilice s <sub>w</sub> (cm) m A <sub>sw</sub> (cm <sup>2</sup> ) V <sub>Rd,s</sub> (kN) V <sub>Rd</sub> (kN)	24 8 30 2 0,5 58,696 58,696
				V <sub>sd</sub> <V <sub>Rd,c</sub> - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu

Grede armirati sa 2Ø12 u donju i 3Ø14 u gornju zonu, poprečno vilicama Ø8/30.

Konstruktivno uzeti armaturu 2Ø10.

## GREDA 25/50 (G306, G307)

Poprečni presjek		Materijal		Dimenzioniranje na $M_{sd}$		Armatura		$\rho (\%)$
b	25,00 cm	C25/30	$f_{ck}$ 25 MPa	POLJE: $M_{sd}=$	31,56 kNm	$A_{s1}=$	1,81 cm <sup>2</sup>	0,1607 %
h	50,00 cm	B500B	$f_y$ 500 MPa	LEŽAJ: $M_{sd}=$	116,28 kNm	$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
$d_1 (d_2)$	5,00 cm		$\gamma_c=1,50$			$A_{s1}=$	6,66 cm <sup>2</sup>	0,5922 %
d	45,00 cm		$\gamma_s=1,15$			$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
$f_{cd}$	1,67 kN/cm <sup>2</sup>	Poprečna sila:		Dimenzioniranje na $V_{sd}$		Armatura		
$f_{yd}$	43,48 kN/cm <sup>2</sup>	$V_{Rd,c}=$	87,15 kN	$V_{sd} (kN)$	vilice	$s_w (cm)$	$m$	$V_{Rd,s} (kN)$ $V_{Rd} (kN)$
		$V_{Rd,max}=$	506,25 kN	50,65	8	30	2	58,696 58,696
$M_{Rd,lim}$	134,16 kNm		$v=$	0,54				
$\mu_{sd}$	0,159		$k=$	1,67 (<2,0)				
$\varepsilon_{s1}=$	10 %		$s_w,max=$	30 cm				
$\varepsilon_{c2}=$	3,5 %		$A_{sw,min}=$	0,34 cm <sup>2</sup> /s <sub>w</sub>				
$\xi$	0,259							
$\zeta$	0,892							
$A_{s,min}=$	1,688 cm <sup>2</sup>							
$A_{s,max}=$	13,37 cm <sup>2</sup>							

Grede armirati sa 2Ø12 u donju i 4Ø16 u gornju zonu, poprečno vilicama Ø8/30.

Konstruktivno uzeti armaturu 2Ø10.

## GREDA 25/130 (G310)

Poprečni presjek		Materijal		Dimenzioniranje na $M_{sd}$		Armatura		$\rho (\%)$
b	25,00 cm	C25/30	$f_{ck}$ 25 MPa	POLJE: $M_{sd}=$	61,36 kNm	$A_{s1}=$	1,27 cm <sup>2</sup>	0,0405 %
h	130,00 cm	B500B	$f_y$ 500 MPa	LEŽAJ: $M_{sd}=$	0,00 kNm	$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
$d_1 (d_2)$	5,00 cm		$\gamma_c=1,50$			$A_{s1}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
d	125,00 cm		$\gamma_s=1,15$			$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
$f_{cd}$	1,67 kN/cm <sup>2</sup>	Poprečna sila:		Dimenzioniranje na $V_{sd}$		Armatura		
$f_{yd}$	43,48 kN/cm <sup>2</sup>	$V_{Rd,c}=$	138,87 kN	$V_{sd} (kN)$	vilice	$s_w (cm)$	$m$	$V_{Rd,s} (kN)$ $V_{Rd} (kN)$
		$V_{Rd,max}=$	1406,25 kN	70	8	30	2	163,043 163,04
$M_{Rd,lim}$	1035,156 kNm		$v=$	0,54				
$\mu_{sd}$	0,159		$k=$	1,40 (<2,0)				
$\varepsilon_{s1}=$	10 %		$s_w,max=$	30 cm				
$\varepsilon_{c2}=$	3,5 %		$A_{sw,min}=$	0,34 cm <sup>2</sup> /s <sub>w</sub>				
$\xi$	0,259							
$\zeta$	0,892							
$A_{s,min}=$	4,6875 cm <sup>2</sup>							
$A_{s,max}=$	37,1354 cm <sup>2</sup>							

Grede armirati sa 4Ø14 u donju i 4Ø14 u gornju zonu, poprečno vilicama Ø8/30.

Konstruktivno uzeti armaturu 5xØ10.

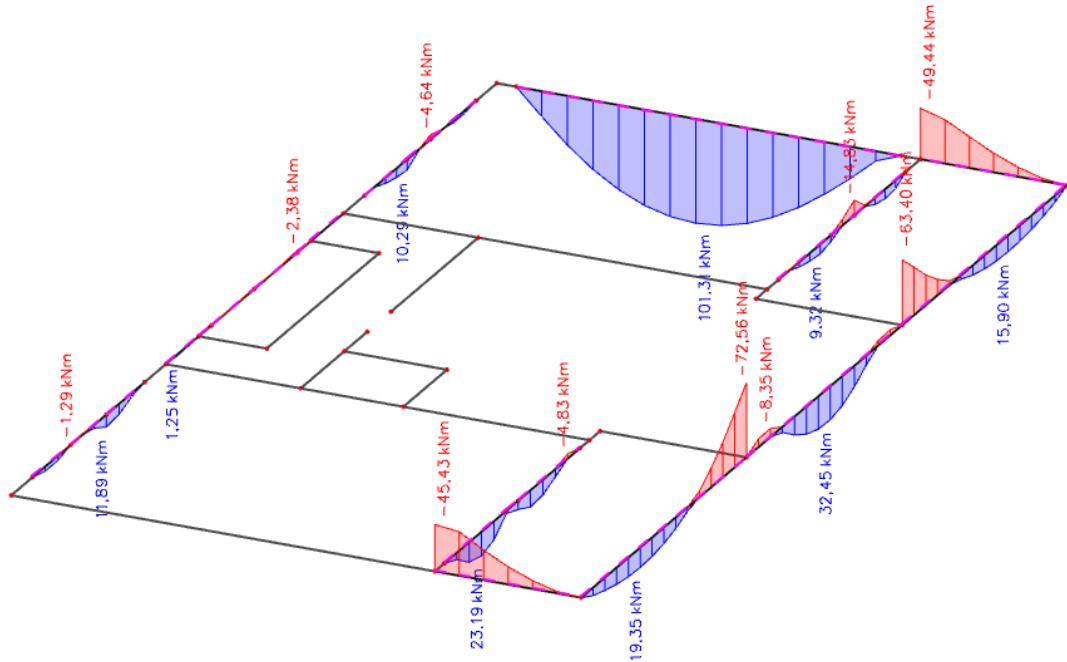
## GREDA 25/120 (G311)

Poprečni presjek	Materijal	Dimenziioniranje na $M_{sd}$	Armatura	$\rho$ (%)
b 25,00 cm h 130,00 cm $d_1 (d_2)$ 5,00 cm d 125,00 cm	C25/30 B500B $\gamma_c=1,50$ $\gamma_s=1,15$	$f_{ck}$ 25 MPa $f_y$ 500 MPa	POLJE: $M_{sd}=158,11 \text{ kNm}$ LEŽAJ: $M_{sd}=0,00 \text{ kNm}$	$A_{s1}=3,26 \text{ cm}^2$ $A_{s2}=0,00 \text{ cm}^2$ $A_{s1}=0,00 \text{ cm}^2$ $A_{s2}=0,00 \text{ cm}^2$
$f_{cd}$ 1,67 kN/cm <sup>2</sup> $f_{yd}$ 43,48 kN/cm <sup>2</sup>	Poprečna sila: $V_{Rd,c}=190,39 \text{ kN}$ $V_{Rd,max}=1406,25 \text{ kN}$	v= 0,54 k= 1,40 (<2,0)	$V_{sd} (\text{kN})$ vilice sw (cm) m	$A_{sw} (\text{cm}^2)$
$M_{Rd,lim}$ 1035,156 kNm $\mu_{sd}$ 0,159 $\varepsilon_{s1}=10\%$ $\varepsilon_{c2}=3,5\%$ $\xi$ 0,259 $\zeta$ 0,892 $A_{s,min}=4,6875 \text{ cm}^2$ $A_{s,max}=37,1354 \text{ cm}^2$	$s_{w,max}=30 \text{ cm}$ $A_{sw,min}=0,34 \text{ cm}^2/s_w$	76,02 8 30 2	0,5	$V_{Rd,s} (\text{kN})$ $V_{Rd} (\text{kN})$
				163,043 163,04

Grede admirati sa 4Ø14 u donju i 4Ø14 u gornju zonu, poprečno vilicama Ø8/30.

Konstruktivno uzeti armaturu 4x2Ø10.

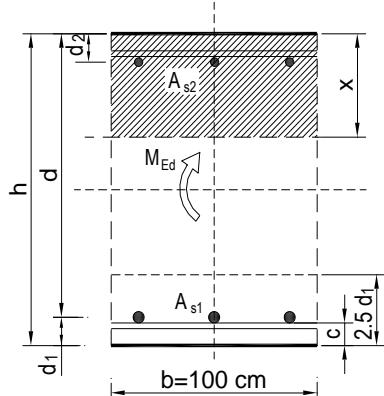
## KONTROLA ŠIRINE PUKOTINA GREDA POZICIJA 300



Slika 5.44. Momenti savijanja  $M_{Ed,y} [\text{kNm}]$  za GSU\_2

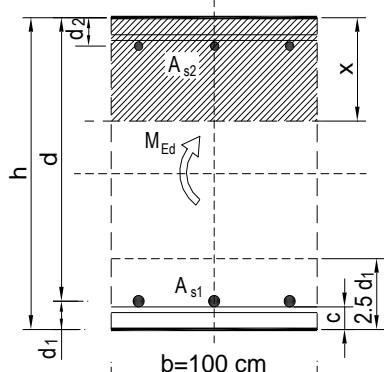
Kao greda mjerodavna za proračun pukotina uzeta je greda G302 (b/h=25/50)

$b =$	25,0 cm	$d =$	47,0 cm	$h =$	50,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	2,26 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$\epsilon = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	23,2 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	229,39 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	6,80 cm	$r_{p,eff} =$	0,0121		
$(e_{sm}-e_{cm}) =$	0,000689	$0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000688		
$\emptyset =$	14,0 mm	$c =$	2,50 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	282,46 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm}) =$	0,195 mm			$<$	$w_g$



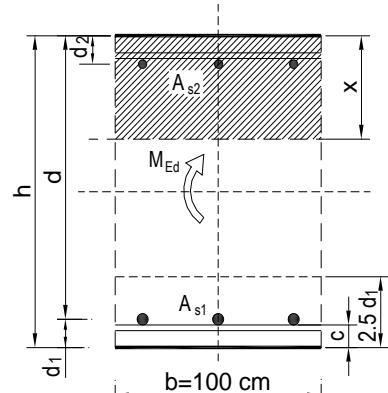
PARAPETNA GREDA G311 (b/h=25/120)

$b =$	25,0 cm	$d =$	117 cm	$h =$	120,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	6,16 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$\epsilon = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	101,3 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	148,01 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	17,66 cm	$r_{p,eff} =$	0,0329		
$(e_{sm}-e_{cm}) =$	0,000551	$0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000444		
$\emptyset =$	14,0 mm	$c =$	2,50 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	157,44 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm}) =$	0,087 mm			$<$	$w_g$



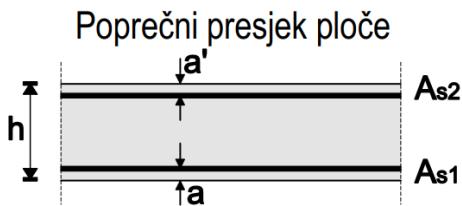
## PARAPETNA GREDA G310 (b/h=25/130)

$b =$	25,0 cm	$d =$	127 cm	$h =$	130,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	6,16 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$\epsilon = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	32,5 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	43,59 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	18,46 cm	$r_{p,eff} =$	0,0329		
$(e_{sm}-e_{cm}) =$	0,000029	$<$	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000131	
$\emptyset =$	14,0 mm	$c =$	2,50 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	157,44 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm}) =$	0,021 mm	$<$	$w_g$		



## 5.5. Pozicija 200

### 5.5.1. PRORAČUN AB PLOČE POZICIJA 200



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

$$\text{zaštitni sloj: } a=2.5 \text{ cm; } a'=2.5 \text{ cm}$$

$$d=17.0 \text{ cm}$$

$$\text{Beton: C 25/30; } f_{ck}=25.0 \text{ MPa } f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16,67 \text{ MPa}$$

$$\text{Armatura: B 500B; } f_{yk}=500.0 \text{ MPa } f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ MPa}$$

Limitirajući moment savijanja:

$$M_{Rd,lim}=0.159*(b_w*d^2)*f_{cd}$$

$$M_{Rd,lim}=0.159*(1.0*0.17^2)*(25/1.5)*1000=76.59 \text{ kNm}$$

Min. i max. % armature za ploče:

$$A_{s,min}=0.0015*b*d=0.0015*100*17.0=2.55 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,max}=0.6*b*d/f_{yk}=0.6*100*17.0/500=2.04 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,\max} = 0.31 \cdot b \cdot d \cdot (f_{cd}/f_{yd}) = 0.31 \cdot 100 \cdot 17.0 \cdot (25/1.5) / (500/1.15) = 20.20 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Za proračun armature ploča usvaja se  $\zeta \approx 0.9$ . Potrebna armatura:

$$A_{s1,s2} = M_{Sd} \cdot 100 / (\zeta \cdot d \cdot f_{yd}) = M_{Sd} \cdot 100 / (0.9 \cdot 17.0 \cdot (50/1.15)) =$$

$$A_{s1,s2} = M_{Sd} \cdot 0.15$$

Napomena: Prethodni izrazi vrijede za moment  $M_{Sd}$  u [kNm] i armaturu  $A_{s1,s2}$  u [ $\text{cm}^2$ ].

**Dobivenu armaturu zbog preraspodjele umanjiti nad ležajem za 15 % i povećati u polju 25%.**

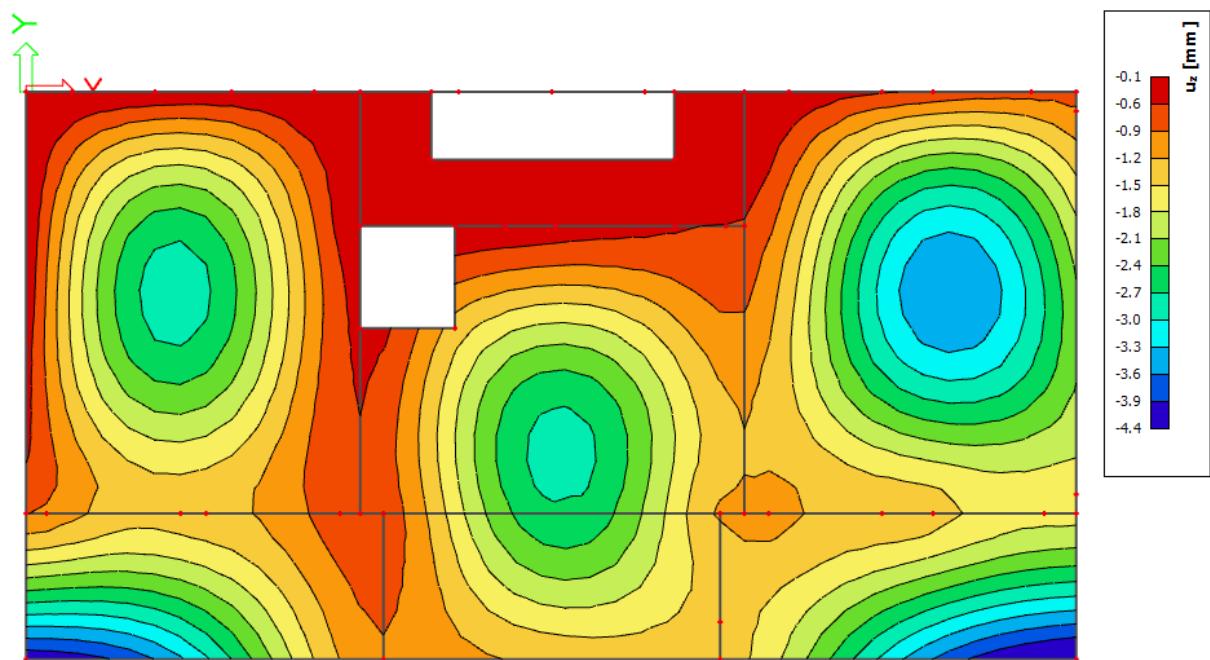
Dopušteni računski elastični progib:

$$GSU1 = 1.0 \cdot G + \psi_{2i} \cdot Q_i = 1.0 \cdot G + 0.3 \cdot Q_1$$

Bez nadvišenja:  $\delta_{max,RAC} \leq L/1250$

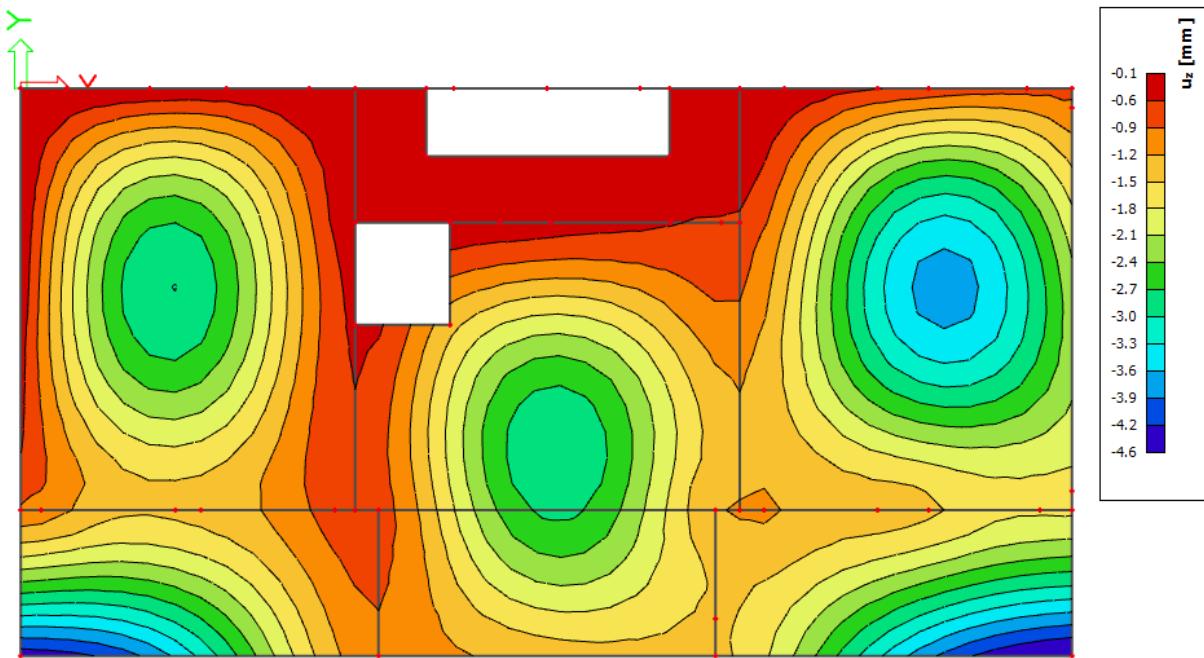
$$GSU2 = 1.0 \cdot G + \psi_{2i} \cdot Q_i = 1.0 \cdot G + 0.5 \cdot Q_1$$

Bez nadvišenja:  $\delta_{max,RAC} \leq L/1000$



Slika 5.45. Elastični progibi [mm] za kombinaciju  $GSU1 = 1.0 \cdot G + 0.3 \cdot Q$

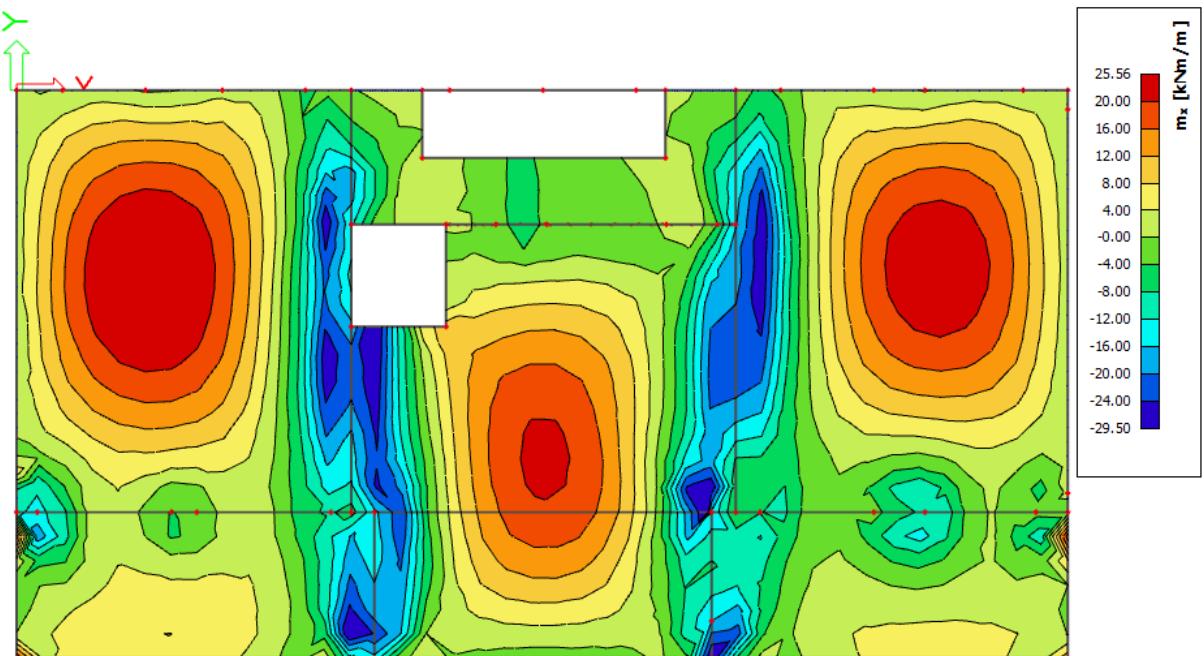
$$\delta_{elast,max} < \delta_{elast,dop} = L/1250$$



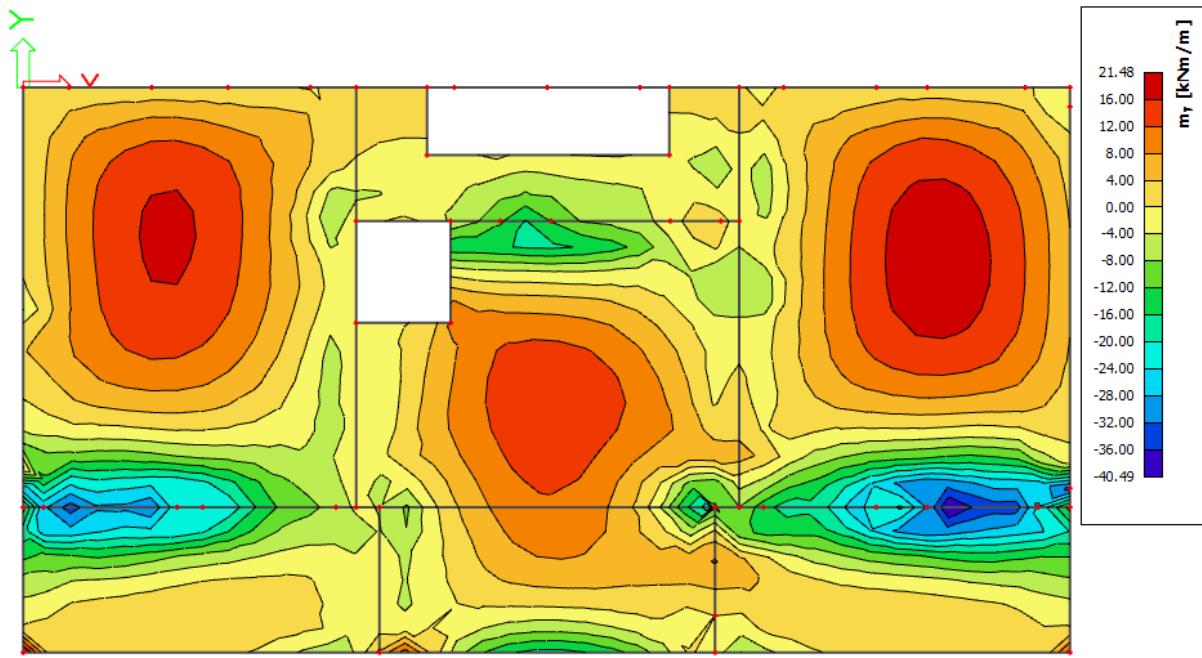
Slika 5.46. Elastični progibi [mm] za kombinaciju GSU2 =  $1.0 \cdot G + 0.5 \cdot Q$

$$\delta_{elast,max} < \delta_{elast,dop} = L/1000$$

**Napomena:** Visoka koncentracija momenata javlja se uslijed proračunske netočnosti modela. U nastavku će biti prikazani momenti savijanja u dva okomita globalna smjera, smjer X i smjer Y:

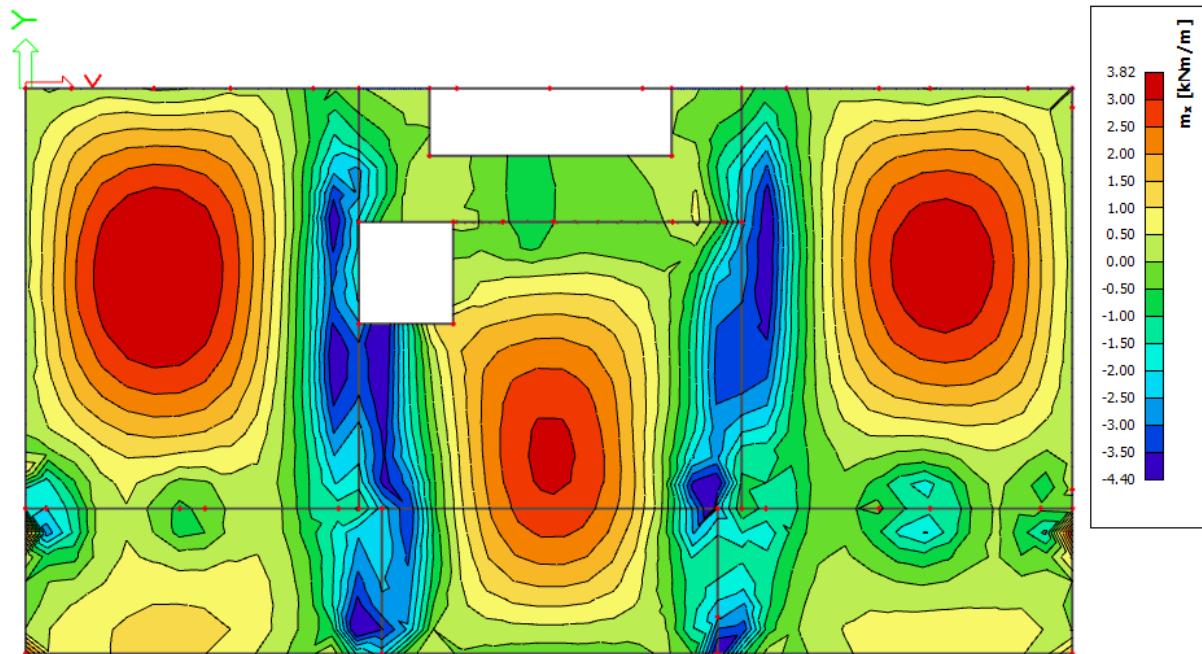


Slika 5.47. Momenti savijanja  $M_{Ed,x}$  [kNm/m] za kombinaciju GSN =  $1,35 \cdot G + 1.5 \cdot Q$

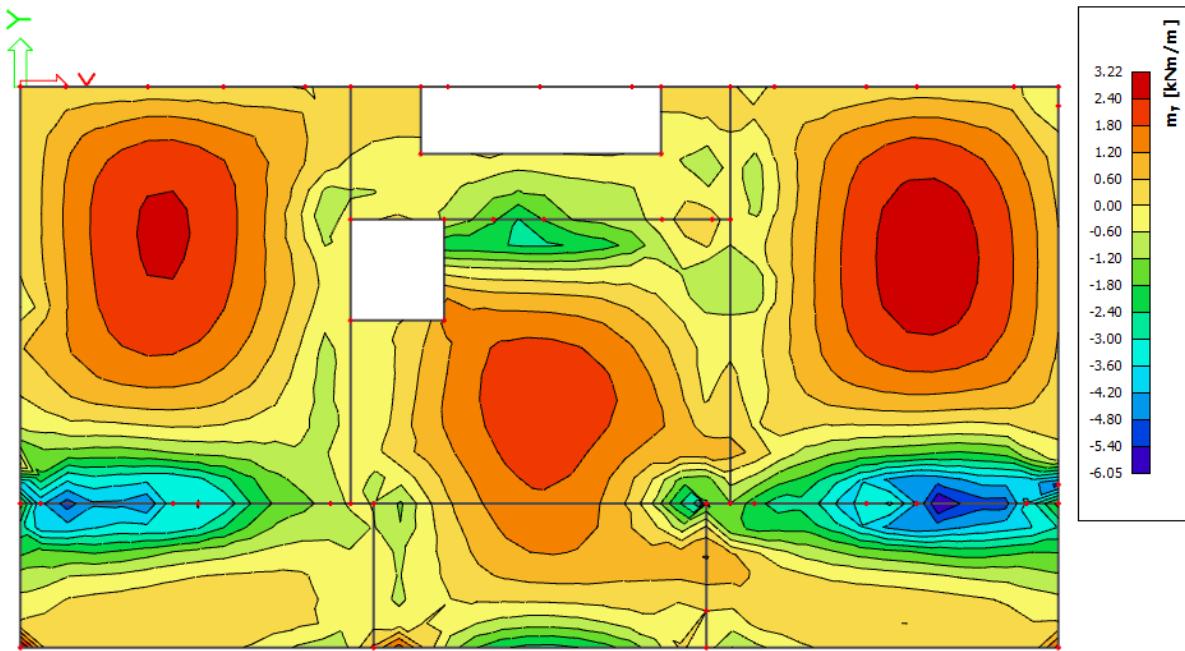


Slika 5.48. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [kNm/m] za kombinaciju  $GSN = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

#### ARMATURA



Slika 5.49. Potrebna armatura  $A_{s1,s2}$  [ $\text{cm}^2/\text{m}$ ] u smjeru X za kombinaciju  $GSN = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

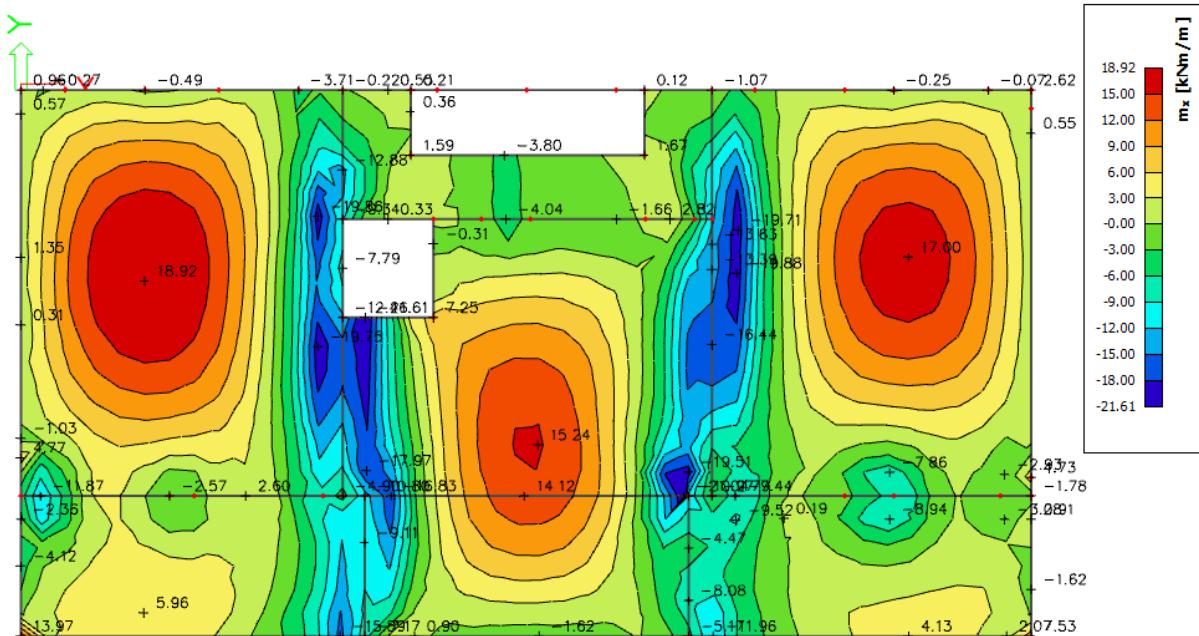


Slika 5.50. Potrebna armatura  $A_{s1,s2} [\text{cm}^2/\text{m}]$  u smjeru  $Y$  za kombinaciju  $GSN = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

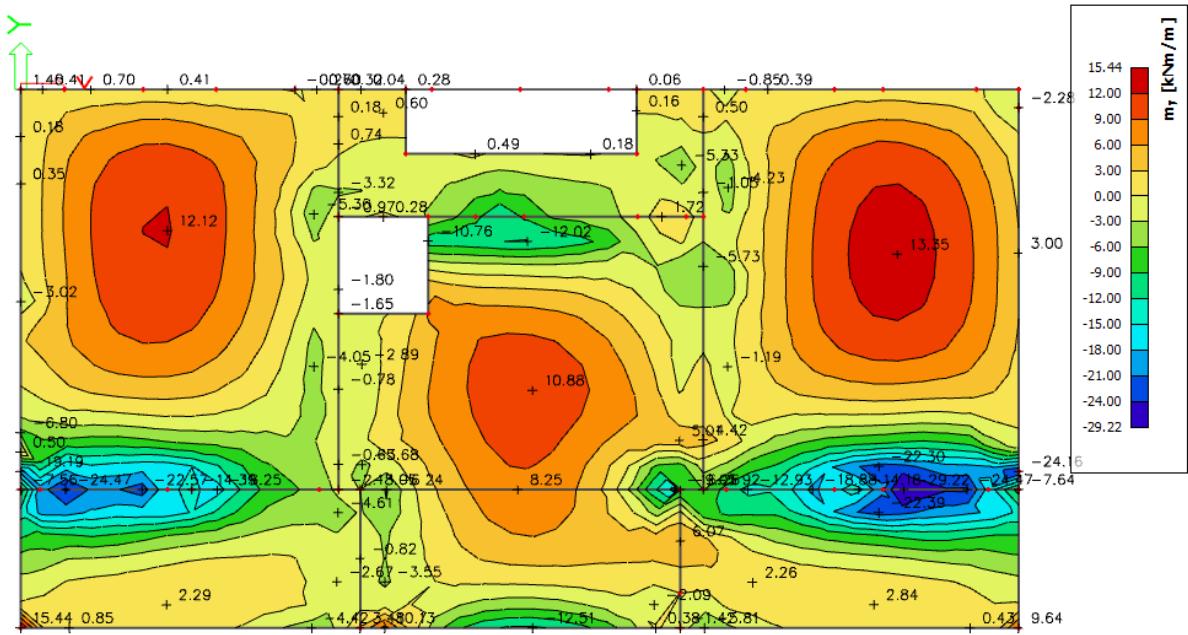
Poziciju P200 armirati sa mrežastom armaturom Q503 u donju zonu i Q196 u gornju zonu.  
Preko svih oslonaca u gornju zonu armirati mrežom Q503 +  $\emptyset 10/20$

### KONTROLA PUKOTINA PLOČA POZICIJA 200 (d=20 cm)

Mjerodavni momenti u ploči su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja ( $e = 1.0 \cdot g + 1.0 \cdot p$ ).

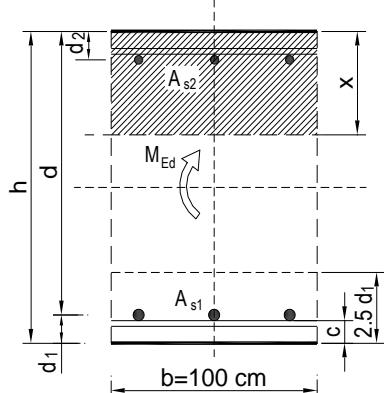


Slika 5.51. Momenti savijanja  $M_{Ed,x} [\text{kNm}/\text{m}]$  za  $GSU (1.0 \cdot G + 1.0 \cdot Q)$

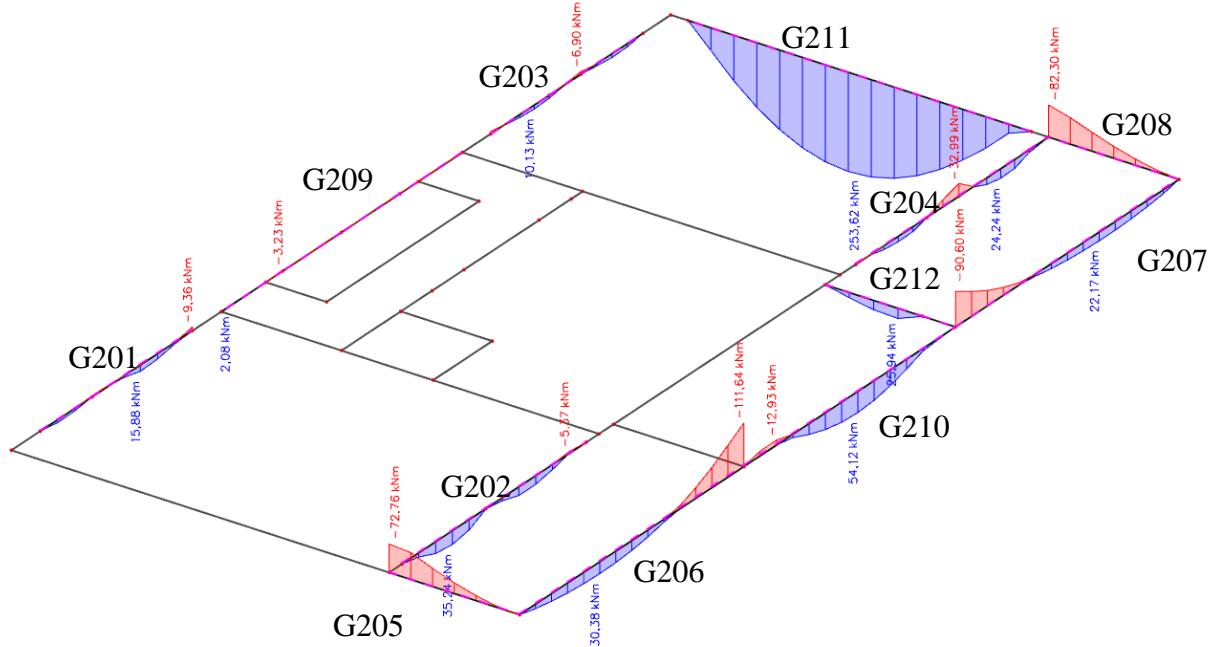


Slika 5.52. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [kNm/m] za GSU ( $1.0 \cdot G + 1.0 \cdot Q$ )

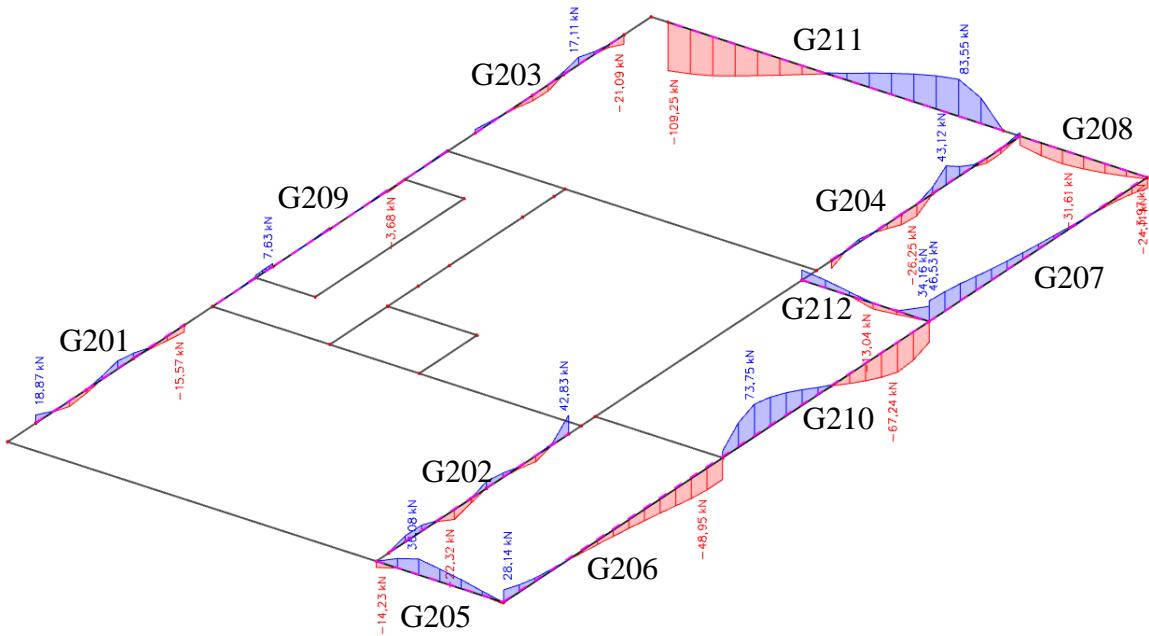
$b =$	100,0 cm	$d =$	17,0 cm	$h =$	20,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	5,03 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	18,9 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	235,07 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	3,00 cm	$r_{p,eff} =$	0,0067		
$(e_{sm}-e_{cm}) =$	0,000378	$<$	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000705	
$\emptyset =$	8,0 mm	$c =$	2,50 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	287,78 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm}) =$	0,203 mm	$<$	$w_g$		



## 5.5.2. PRORAČUN AB GREDA POZICIJA 200



Slika 5.53. *Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [kNm] za GSN\_1*



Slika 5.54. *Poprečne sile  $V_{Ed,z}$  [kNm] za GSN\_1*

### GREDA 25/50 (G201, G202, G203, G204, G209)

Poprečni presjek	Materijal	Dimenzioniranje na $M_{sd}$	Armatura	$\rho$ (%)
b 25,00 cm h 50,00 cm $d_1 (d_2)$ 5,00 cm d 45,00 cm	C25/30 B500B $\gamma_c=1,50$	f <sub>ck</sub> 25 Mpa f <sub>y</sub> 500 MPa $\gamma_s=1,15$	POLJE: $M_{sd}=24,24$ kNm LEŽAJ: $M_{sd}=32,99$ kNm	$A_{s1}=1,39$ cm <sup>2</sup> $A_{s2}=0,00$ cm <sup>2</sup> $A_{s1}=1,89$ cm <sup>2</sup> $A_{s2}=0,00$ cm <sup>2</sup>
$f_{cd}$ 1,67 kN/cm <sup>2</sup> $f_{yd}$ 43,48 kN/cm <sup>2</sup>	Poprečna sila: $V_{Rd,c}=63,51$ kN $V_{Rd,max}=506,25$ kN			0,1235 % 0 % 0,168 % 0 %
$M_{Rd,lim}$ 134,16 kNm $\mu_{sd}$ 0,159 $\varepsilon_{s1}=10\%$ $\varepsilon_{c2}=3,5\%$ $\xi=0,259$ $\zeta=0,892$	v= 0,54 k= 1,67 (<2,0) $s_w,max=30$ cm $A_{sw,min}=0,34$ cm <sup>2</sup> / $s_w$			
$A_{s,min}=1,688$ cm <sup>2</sup> $A_{s,max}=13,37$ cm <sup>2</sup>				
		Dimenzioniranje na $V_{sd}$		
		$V_{sd}$ (kN) vilice $s_w$ (cm) m $A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )		$V_{Rd,s}$ (kN) $V_{Rd}$ (kN)
		26,25 8 30 2 0,5		58,696 58,696
		Vs <sub>d</sub> <VR <sub>d,c</sub> - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu		

Grede armirati sa 2Ø12 u donju i 2Ø12 u gornju zonu, poprečno vilicama Ø8/30.

Konstruktivno uzeti armaturu 2Ø10.

### GREDA 25/50 (G205, G208)

Poprečni presjek	Materijal	Dimenzioniranje na $M_{sd}$	Armatura	$\rho$ (%)
b 25,00 cm h 50,00 cm $d_1 (d_2)$ 5,00 cm d 45,00 cm	C25/30 B500B $\gamma_c=1,50$	f <sub>ck</sub> 25 Mpa f <sub>y</sub> 500 MPa $\gamma_s=1,15$	POLJE: $M_{sd}=0,00$ kNm LEŽAJ: $M_{sd}=82,30$ kNm	$A_{s1}=0,00$ cm <sup>2</sup> $A_{s2}=0,00$ cm <sup>2</sup> $A_{s1}=4,72$ cm <sup>2</sup> $A_{s2}=0,00$ cm <sup>2</sup>
$f_{cd}$ 1,67 kN/cm <sup>2</sup> $f_{yd}$ 43,48 kN/cm <sup>2</sup>	Poprečna sila: $V_{Rd,c}=71,69$ kN $V_{Rd,max}=506,25$ kN			0 % 0 % 0,4192 % 0 %
$M_{Rd,lim}$ 134,16 kNm $\mu_{sd}$ 0,159 $\varepsilon_{s1}=10\%$ $\varepsilon_{c2}=3,5\%$ $\xi=0,259$ $\zeta=0,892$	v= 0,54 k= 1,67 (<2,0) $s_w,max=30$ cm $A_{sw,min}=0,34$ cm <sup>2</sup> / $s_w$			
$A_{s,min}=1,688$ cm <sup>2</sup> $A_{s,max}=13,37$ cm <sup>2</sup>		Dimenzioniranje na $V_{sd}$		
		$V_{sd}$ (kN) vilice $s_w$ (cm) m $A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )		$V_{Rd,s}$ (kN) $V_{Rd}$ (kN)
		36,08 8 30 2 0,5		58,696 58,696
		Vs <sub>d</sub> <VR <sub>d,c</sub> - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu		

Grede armirati sa 2Ø12 u donju i 4Ø14 u gornju zonu, poprečno vilicama Ø8/30.

Konstruktivno uzeti armaturu 2Ø10.

## GREDA 25/50 (G206, G207)

Poprečni presjek		Materijal			Dimenzioniranje na $M_{sd}$		Armatura	$\rho$ (%)
b	25,00 cm	C25/30	$f_{ck}$	25 Mpa	POLJE: $M_{sd}=$	30,38 kNm	$A_{s1}=$	1,74 cm <sup>2</sup> 0,1547 %
h	50,00 cm	B500B	$f_y$	500 MPa	LEŽAJ: $M_{sd}=$	111,64 kNm	$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup> 0 %
$d_1 (d_2)$	5,00 cm		$\gamma_c=1,50$	$\gamma_s=1,15$			$A_{s1}=$	6,40 cm <sup>2</sup> 0,5686 %
d	45,00 cm						$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup> 0 %
$f_{cd}$	1,67 kN/cm <sup>2</sup>	Poprečna sila:						
$f_{yd}$	43,48 kN/cm <sup>2</sup>	$V_{Rd,c}=$	85,99 kN					
		$V_{Rd,max}=$	506,25 kN					
$M_{Rd,lim}$	134,16 kNm	v=	0,54					
$\mu_{sd}$	0,159	k=	1,67 (<2,0)					
$\epsilon_{s1}=$	10 %	$s_w,max=$	30 cm					
$\epsilon_{c2}=$	3,5 %	$A_{sw,min}=$	0,34 cm <sup>2</sup> /s <sub>w</sub>					
$\xi$	0,259							
$\zeta$	0,892							
$A_{s,min}=$	1,688 cm <sup>2</sup>							
$A_{s,max}=$	13,37 cm <sup>2</sup>							

Grede armirati sa 2Ø12 u donju i 4Ø16 u gornju zonu, poprečno vilicama Ø8/30.

Konstruktivno uzeti armaturu 2Ø10.

## GREDA 25/130 (G210)

Poprečni presjek		Materijal			Dimenzioniranje na $M_{sd}$		Armatura	$\rho$ (%)
b	25,00 cm	C25/30	$f_{ck}$	25 Mpa	POLJE: $M_{sd}=$	67,05 kNm	$A_{s1}=$	1,38 cm <sup>2</sup> 0,0443 %
h	130,00 cm	B500B	$f_y$	500 MPa	LEŽAJ: $M_{sd}=$	0,00 kNm	$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup> 0 %
$d_1 (d_2)$	5,00 cm		$\gamma_c=1,50$	$\gamma_s=1,15$			$A_{s1}=$	0,00 cm <sup>2</sup> 0 %
d	125,00 cm						$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup> 0 %
$f_{cd}$	1,67 kN/cm <sup>2</sup>	Poprečna sila:						
$f_{yd}$	43,48 kN/cm <sup>2</sup>	$V_{Rd,c}=$	143,04 kN					
		$V_{Rd,max}=$	1406,25 kN					
$M_{Rd,lim}$	1035,156 kNm	v=	0,54					
$\mu_{sd}$	0,159	k=	1,40 (<2,0)					
$\epsilon_{s1}=$	10 %	$s_w,max=$	30 cm					
$\epsilon_{c2}=$	3,5 %	$A_{sw,min}=$	0,34 cm <sup>2</sup> /s <sub>w</sub>					
$\xi$	0,259							
$\zeta$	0,892							
$A_{s,min}=$	4,6875 cm <sup>2</sup>							
$A_{s,max}=$	37,1354 cm <sup>2</sup>							

Grede armirati sa 4Ø14 u donju i 4Ø14 u gornju zonu, poprečno vilicama Ø8/30.

Konstruktivno uzeti armaturu 5x2Ø10.

## GREDA 25/120 (G211)

Poprečni presjek		Materijal		Dimenziioniranje na $M_{sd}$		Armatura		$\rho (\%)$					
b	25,00 cm	C25/30	$f_{ck}$ 25 Mpa	POLJE: $M_{sd}=$	253,62 kNm	$A_{s1}=$	5,69 cm <sup>2</sup>	0,1978 %					
h	120,00 cm	B500B	$f_y$ 500 MPa	LEŽAJ: $M_{sd}=$	0,00 kNm	$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %					
$d_1 (d_2)$	5,00 cm		$\gamma_c=1,50$			$A_{s1}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %					
d	115,00 cm					$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %					
$f_{cd}$	1,67 kN/cm <sup>2</sup>	Poprečna sila:		Dimenziioniranje na $V_{sd}$									
$f_{yd}$	43,48 kN/cm <sup>2</sup>	$V_{Rd,c}=$	208,46 kN	$V_{sd} (kN)$	vilice	$s_w$ (cm)	$m$	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )					
		$V_{Rd,max}=$	1293,75 kN	109,25	8	30	2	0,5					
$M_{Rd,lim}$	876,156 kNm	v=	0,54	$V_{sd} < V_{Rd,c}$ - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu									
$\mu_{sd}$	0,159	k=	1,42 (<2,0)										
$\varepsilon_{s1}=$	10 %	$s_{w,max}=$	30 cm										
$\varepsilon_{c2}=$	3,5 %	$A_{sw,min}=$	0,34 cm <sup>2</sup> /s <sub>w</sub>										
$\xi$	0,259												
$\zeta$	0,892												
$A_{s,min}=$	4,3125 cm <sup>2</sup>												
$A_{s,max}=$	34,1646 cm <sup>2</sup>												

Grede admirati sa 4Ø16 u donju i 4Ø14 u gornju zonu, poprečno vilicama Ø8/30.

Konstruktivno uzeti armaturu 4x2Ø10.

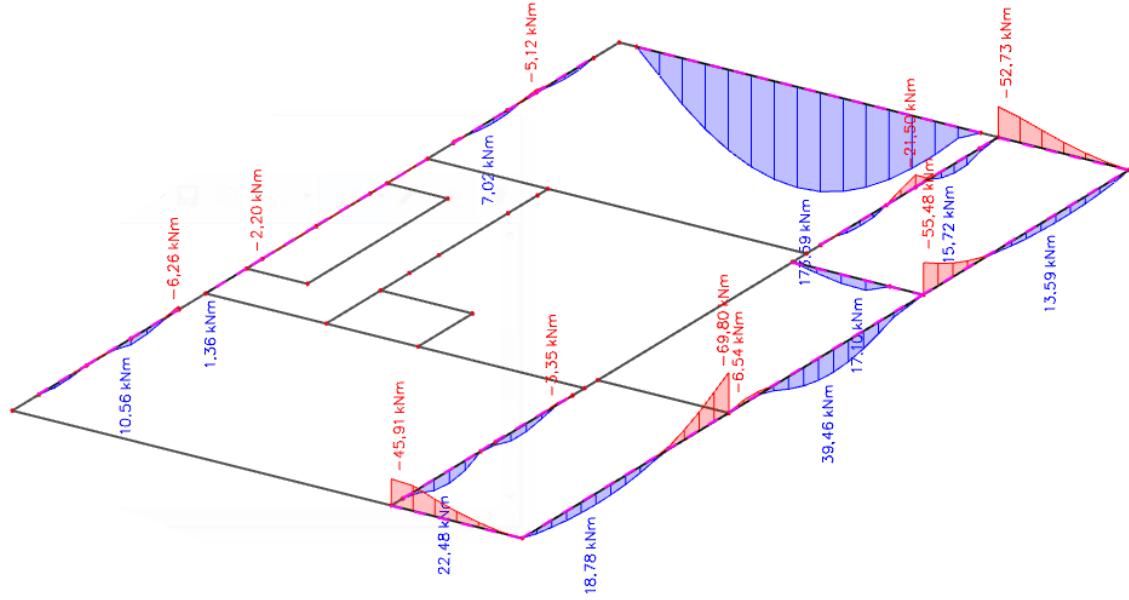
## GREDA 25/50 (G212)

Poprečni presjek		Materijal		Dimenziioniranje na $M_{sd}$		Armatura		$\rho (\%)$					
b	25,00 cm	C25/30	$f_{ck}$ 25 Mpa	POLJE: $M_{sd}=$	25,94 kNm	$A_{s1}=$	1,49 cm <sup>2</sup>	0,1321 %					
h	50,00 cm	B500B	$f_y$ 500 MPa	LEŽAJ: $M_{sd}=$	0,00 kNm	$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %					
$d_1 (d_2)$	5,00 cm		$\gamma_c=1,50$			$A_{s1}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %					
d	45,00 cm					$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %					
$f_{cd}$	1,67 kN/cm <sup>2</sup>	Poprečna sila:		Dimenziioniranje na $V_{sd}$									
$f_{yd}$	43,48 kN/cm <sup>2</sup>	$V_{Rd,c}=$	48,79 kN	$V_{sd} (kN)$	vilice	$s_w$ (cm)	$m$	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )					
		$V_{Rd,max}=$	506,25 kN	34,16	8	30	2	0,5					
$M_{Rd,lim}$	134,156 kNm	v=	0,54	$V_{sd} < V_{Rd,c}$ - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu									
$\mu_{sd}$	0,159	k=	1,67 (<2,0)										
$\varepsilon_{s1}=$	10 %	$s_{w,max}=$	30 cm										
$\varepsilon_{c2}=$	3,5 %	$A_{sw,min}=$	0,34 cm <sup>2</sup> /s <sub>w</sub>										
$\xi$	0,259												
$\zeta$	0,892												
$A_{s,min}=$	1,6875 cm <sup>2</sup>												
$A_{s,max}=$	13,3688 cm <sup>2</sup>												

Grede admirati sa 2Ø12 u donju i 2Ø12 u gornju zonu, poprečno vilicama Ø8/30.

Konstruktivno uzeti armaturu 2Ø10.

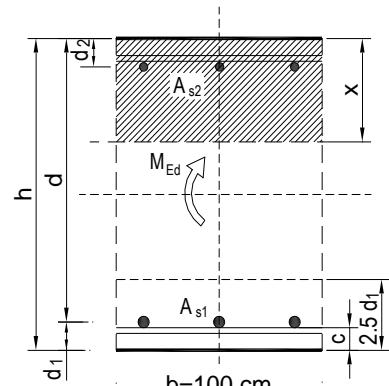
## KONTROLA ŠIRINE PUKOTINA GREDA POZICIJA 200



Slika 5.55. Momenti savijanja  $M_{Ed,y} [\text{kNm}]$  za GSU\_2

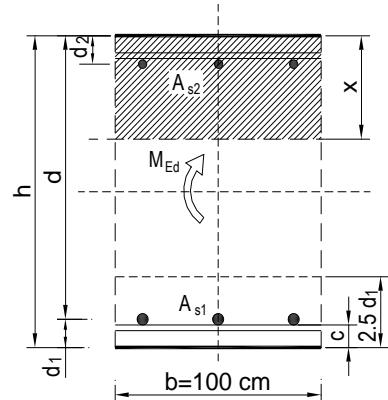
Kao greda mjerodavna za proračun pukotina uzeta je greda G206 ( $b/h=25/50$ )

$b =$	25,0 cm	$d =$	47,0 cm	$h =$	50,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	2,26 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	22,5 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	222,37 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	6,80 cm	$r_{p,eff} =$	0,0121		
$(e_{sm}-e_{cm}) =$	0,000654 <	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000667		
$\varnothing =$	14,0 mm	$c =$	2,50 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	282,46 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm}) =$	0,188 mm	<	$w_g$		



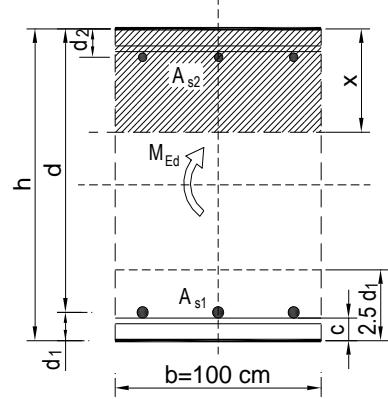
### PARAPETNA GREDA G211 (b/h=25/120)

$b =$	25,0 cm	$d =$	117 cm	$h =$	120,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	8,04 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$\epsilon = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	173,6 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	195,65 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	19,94 cm	$r_{p,eff} =$	0,0429		
$(e_{sm}-e_{cm}) =$	0,000826	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000587		
$\emptyset =$	14,0 mm	$c =$	2,50 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	140,50 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm}) =$	0,116 mm			$<$	$w_g$



### PARAPETNA GREDA G210 (b/h=25/130)

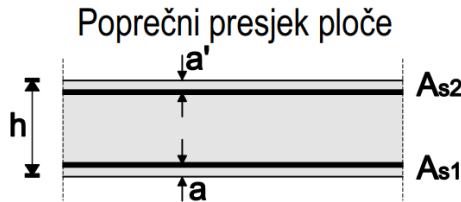
$b =$	25,0 cm	$d =$	127 cm	$h =$	130,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	6,16 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$\epsilon = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	39,5 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	53,01 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	18,46 cm	$r_{p,eff} =$	0,0329		
$(e_{sm}-e_{cm}) =$	0,000076	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000159		
$\emptyset =$	14,0 mm	$c =$	2,50 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	157,44 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm}) =$	0,025 mm			$<$	$w_g$



## 5.6. Pozicija 100

### 5.6.1. PRORAČUN AB PLOČE POZICIJA 100

Ploča pozicija 100, d=25 cm



h=25 cm

zaštitni sloj: a=2.5 cm; a'=2.5 cm

d=12.0 cm

$$\text{Beton: C 25/30; } f_{ck}=25.0 \text{ MPa } f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16,67 \text{ MPa}$$

$$\text{Armatura: B 500B; } f_{yk}=500.0 \text{ MPa } f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ MPa}$$

Limitirajući moment savijanja:

$$M_{Rd,lim}=0.159*(b_w*d^2)*f_{cd}$$

$$M_{Rd,lim}=0.159*(1.0*0.22^2)*(25/1.5)*1000=128,26 \text{ kNm}$$

Min. i max. % armature za ploče:

$$A_{s,min}=0.0015*b*d=0.0015*100*22.0=3.30 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,max}=0.6*b*d/f_{yk}=0.6*100*22.0/500=2.64 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,max}=0.31*b*d*(f_{cd}/f_{yd})=0.31*100*22.0*(25/1.5)/(500/1.15)=26.14 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Za proračun armature ploča usvaja se  $\zeta \approx 0.9$ . Potrebna armatura:

$$A_{s1,s2}=M_{Sd}*100/(\zeta*d*f_{yd})=M_{Sd}*100/(0.9*22.0*(50/1.15))=$$

$$A_{s1,s2}=M_{Sd}*0.12$$

Napomena: Prethodni izrazi vrijede za moment  $M_{Sd}$  u [kNm] i armaturu  $A_{s1,s2}$  u [ $\text{cm}^2$ ].

**Dobivenu armaturu zbog preraspodjele umanjiti nad ležajem za 15 % i povećati u polju 25%.**

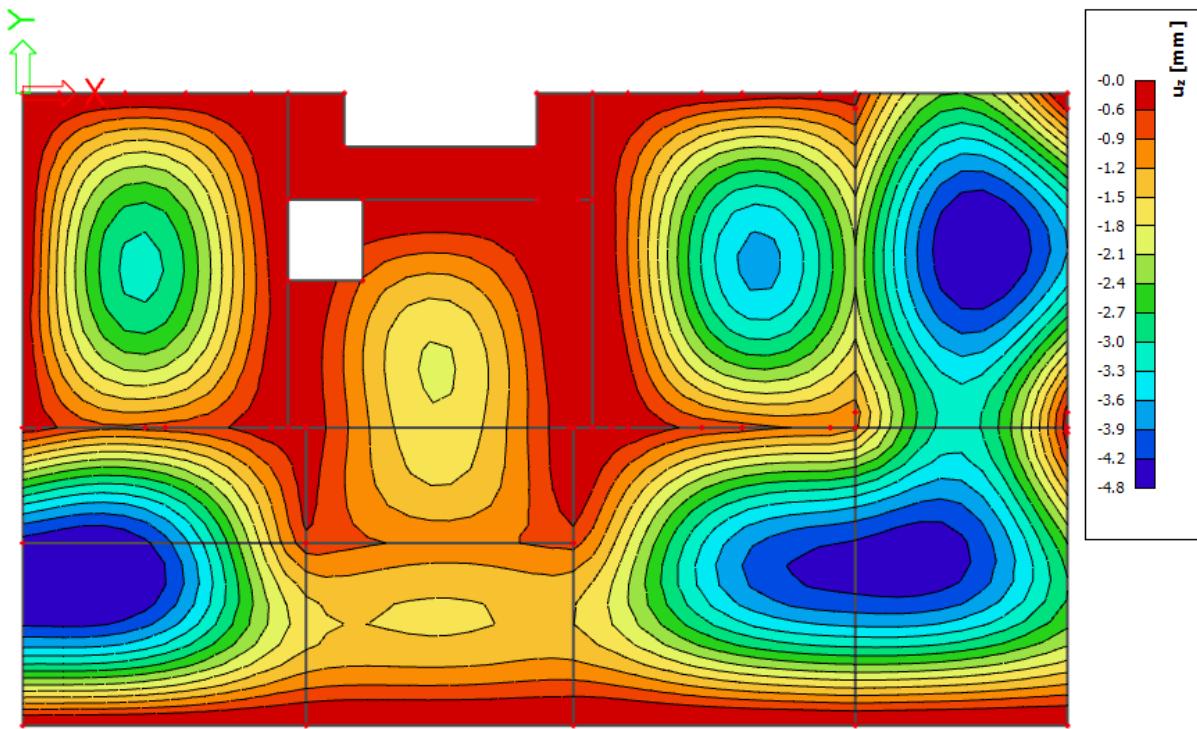
Dopušteni računski elastični progib:

$$GSU1 = 1.0 \cdot G + \psi_{2i} \cdot Q_i = 1.0 \cdot G + 0.3 \cdot Q_1$$

Bez nadvišenja:  $\delta_{max,RAC} \leq L/1250$

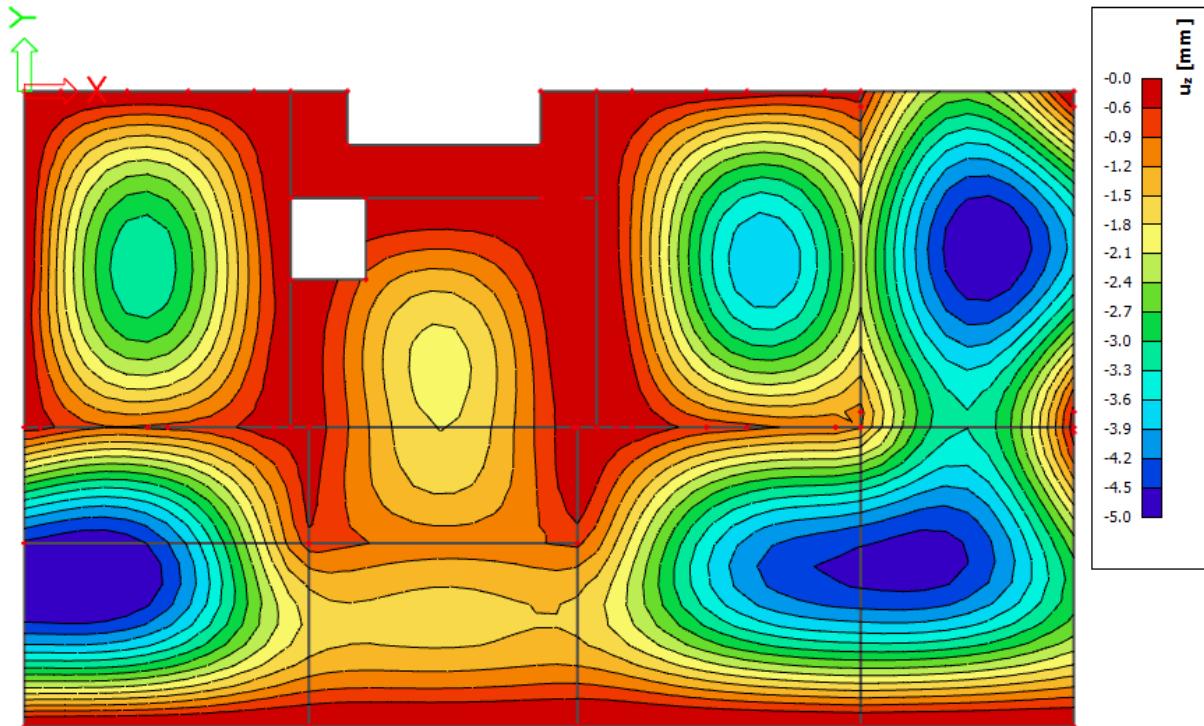
$$GSU2 = 1.0 \cdot G + \psi_{2i} \cdot Q_i = 1.0 \cdot G + 0.5 \cdot Q_1$$

Bez nadvišenja:  $\delta_{max,RAC} \leq L/1000$



Slika 5.56. Elastični progibi [mm] za kombinaciju GSU1 =  $1.0 \cdot G + 0.3 \cdot Q$

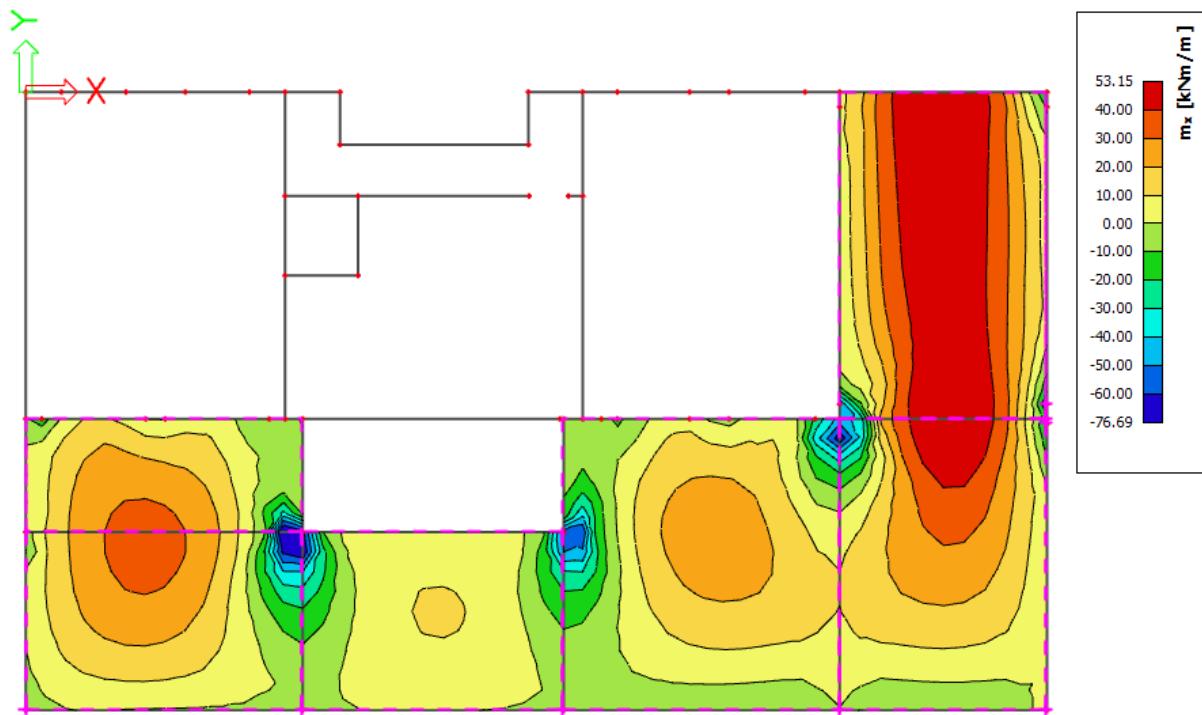
$$\delta_{elast,max} < \delta_{elast,dop} = L/1250$$



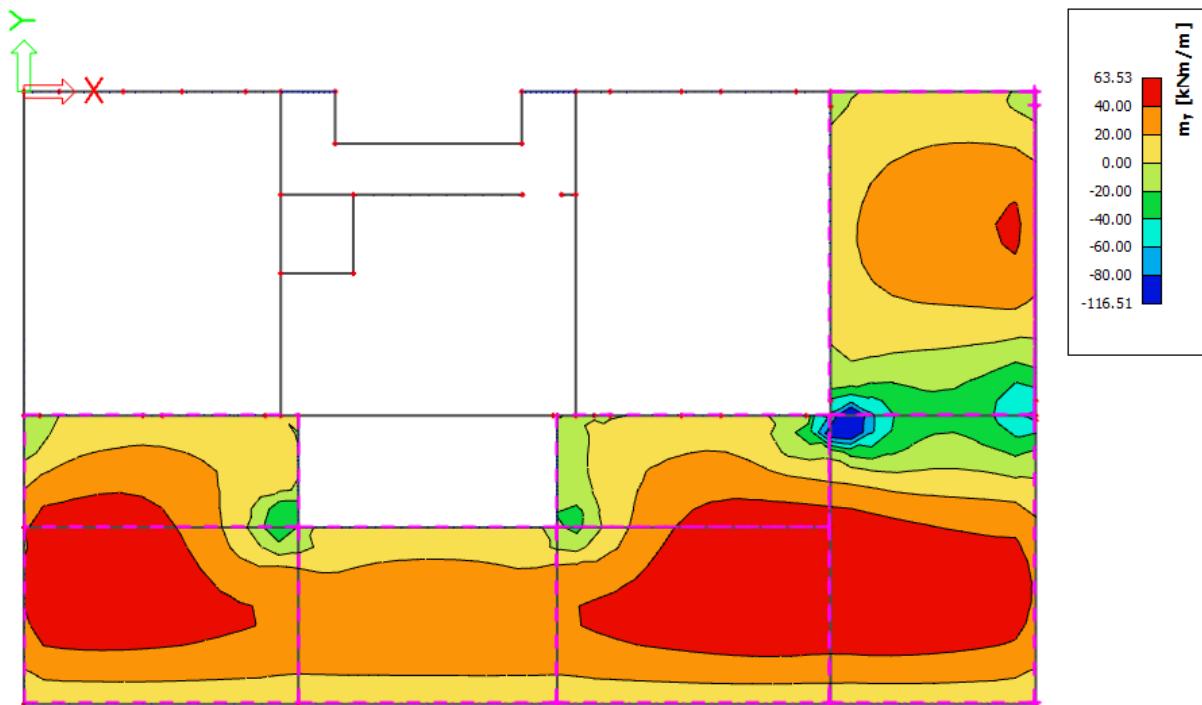
Slika 5.57. Elastični progibi [mm] za kombinaciju GSU2 =  $1.0 \cdot G + 0.5 \cdot Q$

$$\delta_{elast,max} < \delta_{elast,dop} = L/1000$$

**Napomena:** Visoka koncentracija momenata javlja se uslijed proračunske netočnosti modela. U nastavku će biti prikazani momenti savijanja u dva okomita globalna smjera, smjer X i smjer Y:

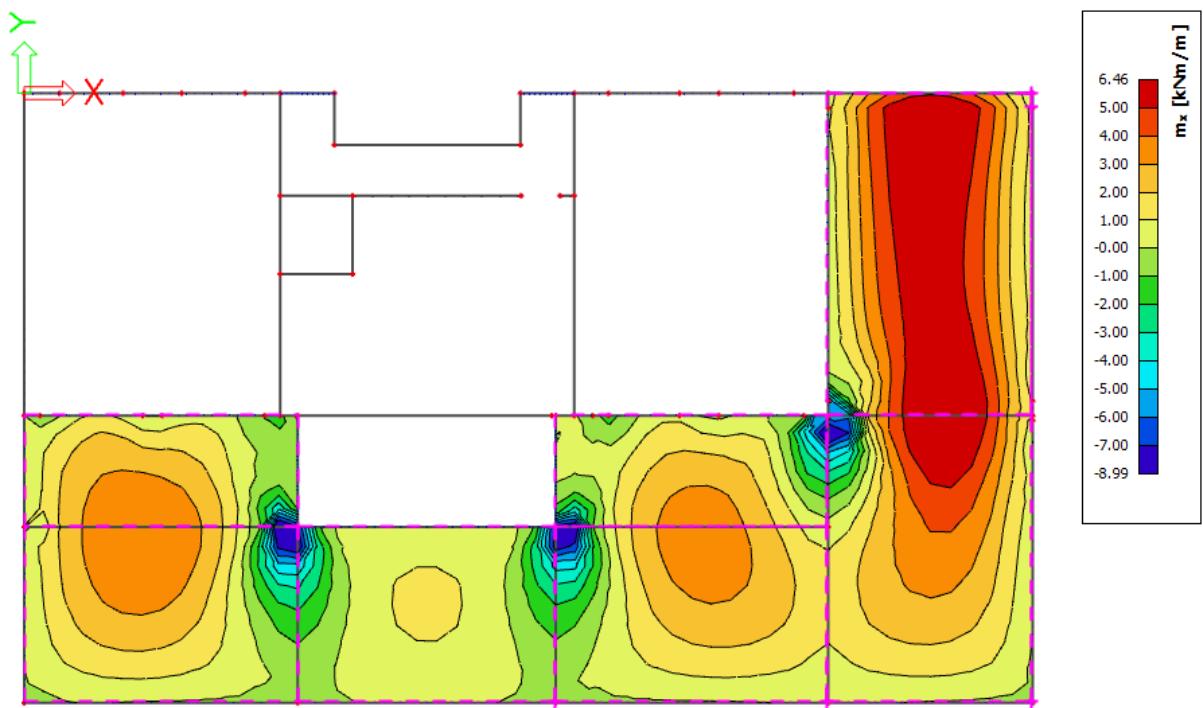


Slika 5.58. Momenti savijanja  $M_{Ed,x}$  [kNm/m] za kombinaciju  $GSN = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

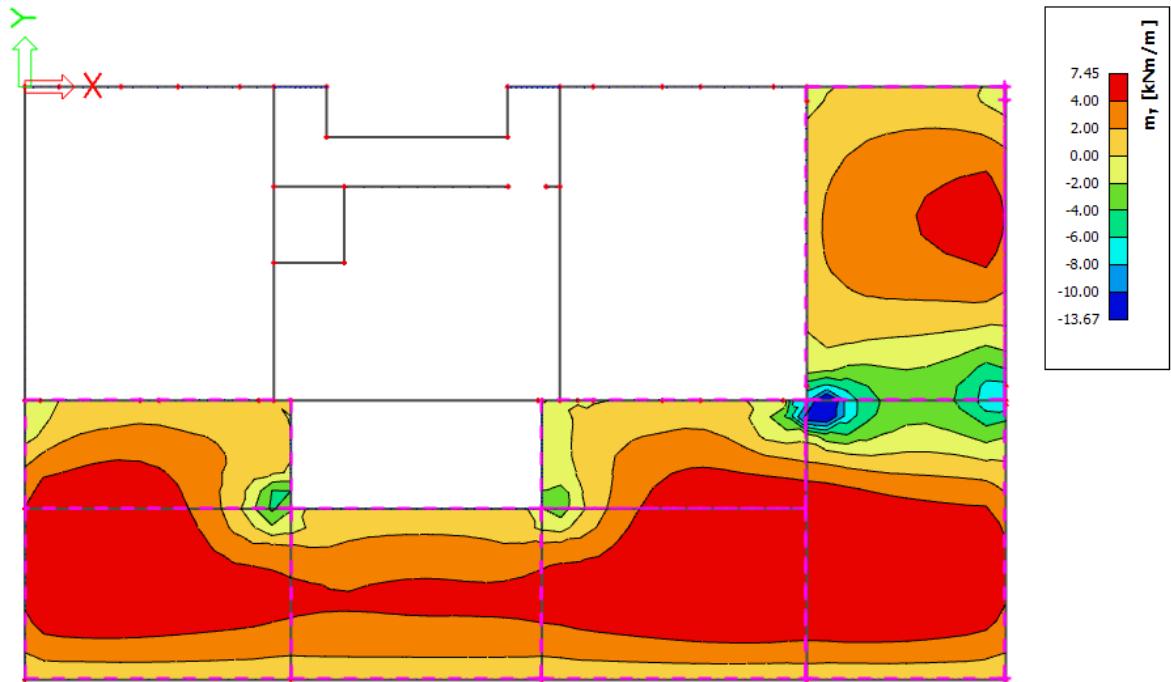


Slika 5.59. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [kNm/m] za kombinaciju  $GSN = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

## ARMATURA



Slika 5.60. Potrebna armatura  $A_{s1,s2} [\text{cm}^2/\text{m}]$  u smjeru X za kombinaciju  $\text{GSN} = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

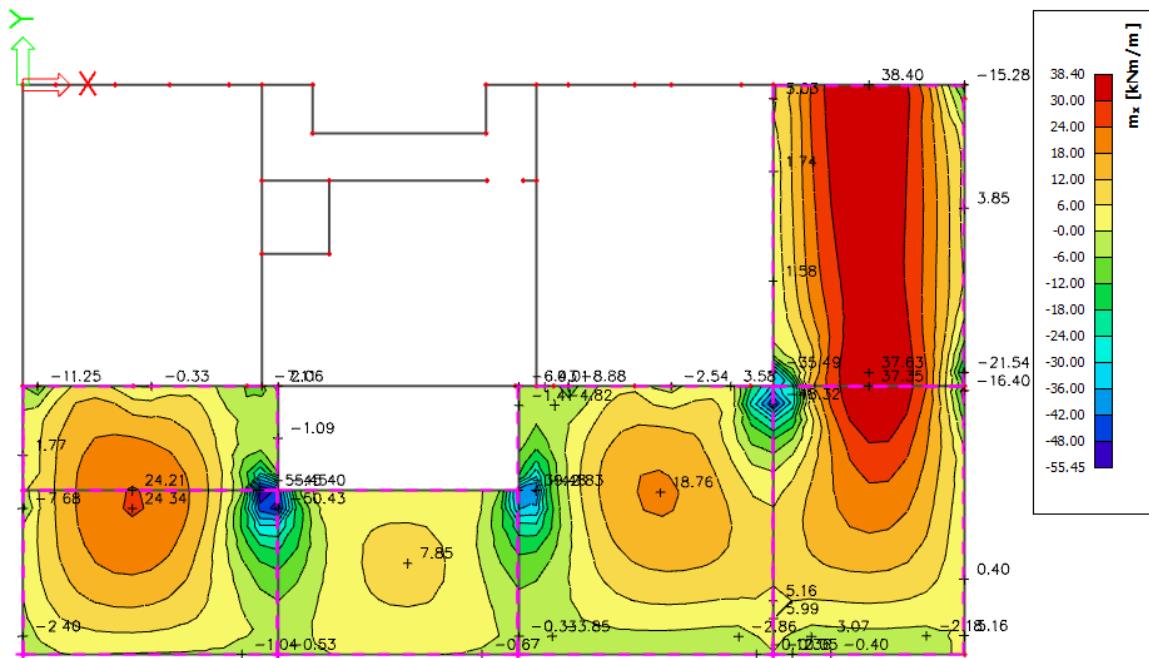


Slika 5.61. Potrebna armatura  $A_{s1,s2} [\text{cm}^2/\text{m}]$  u smjeru Y za kombinaciju  $\text{GSN} = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

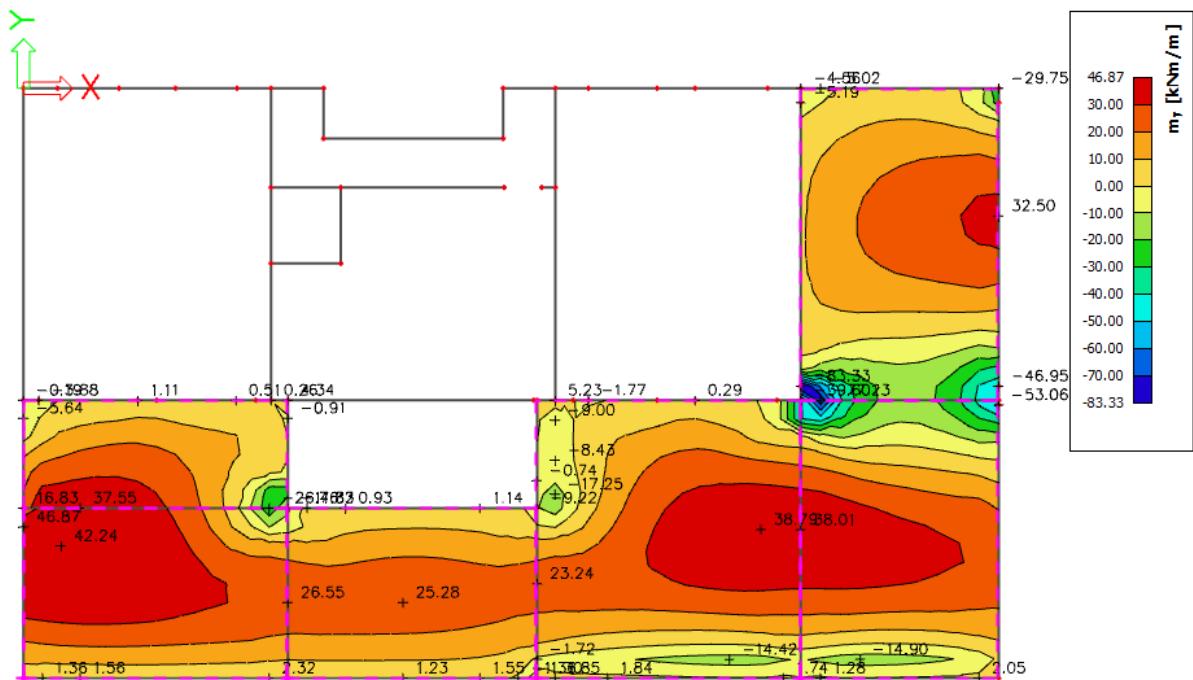
Poziciju P100 ( $d=25$  cm) armirati sa mrežastom armaturom Q785 +  $\emptyset 10/30$  u donju zonu i Q196 u gornju zonu. Preko svih oslonaca u gornju zonu armirati mrežom Q503 +  $\emptyset 10/20$

## KONTROLA PUKOTINA PLOČA POZICIJA 100 (d=25 cm)

Mjerodavni momenti u ploči su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja ( $e = 1.0 \cdot g + 1.0 \cdot p$ ).

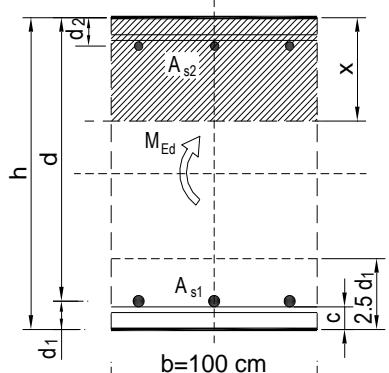


Slika 5.62. Momenti savijanja  $M_{Ed,x}$  [ $\text{kNm}/\text{m}$ ] za GSU ( $1.0 \cdot G + 1.0 \cdot Q$ )

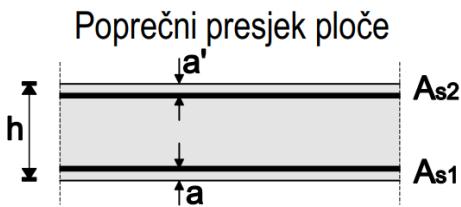


Slika 5.63. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [ $\text{kNm}/\text{m}$ ] za GSU ( $1.0 \cdot G + 1.0 \cdot Q$ )

$b =$	100,0 cm	$d =$	22,0 cm	$h =$	25,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	7,85 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	42,2 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	261,28 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	4,22 cm	$r_{p,eff} =$	0,0105		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000784 <	$0,6 \cdot s_s / E_s =$	0,000784		
$\emptyset =$	10,0 mm	$c =$	2,50 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	247,42 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,194 mm			$w_g$	



## Ploča pozicija 100, d=20 cm



$h=20$  cm

zaštitni sloj:  $a=2.5$  cm;  $a'=2.5$  cm

d=17.0 cm

Beton: C 25/30;  $f_{ck} = 25.0 \text{ MPa}$   $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16,67 \text{ MPa}$

$$\text{Armatura: B 500B; } f_{yk}=500.0 \text{ MPa } f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ MPa}$$

Limitirajući moment savijanja:

$$M_{Rd,lim}=0.159*(b_w*d^2)*f_{cd}$$

$$M_{Rd,lim} = 0.159 * (1.0 * 0.17^2) * (25 / 1.5) * 1000 = 76.59 \text{ kNm}$$

Min. i max. % armature za ploče:

$$A_{s,min} = 0.0015 * b * d = 0.0015 * 100 * 17.0 = 2.55 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = 0.6 * b * d / f_y k = 0.6 * 100 * 17.0 / 500 = 2.04 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,\max} = 0.31 * b * d * (f_{cd}/f_{yd}) = 0.31 * 100 * 17.0 * (25/1.5) / (500/1.15) = 20.20 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Za proračun armature ploča usvaja se  $\zeta \approx 0.9$ . Potrebna armatura:

$$A_{s1,s2} = M_{Sd} * 100 / (\zeta * d * f_{yd}) = M_{Sd} * 100 / (0.9 * 17.0 * (50 / 1.15)) =$$

$$A_{s1,s2} = M_{sd} * 0.15$$

Napomena: Prethodni izrazi vrijede za moment  $M_{sd}$  u [kNm] i armaturu  $A_{s1,s2}$  u [ $\text{cm}^2$ ].

**Dobivenu armaturu zbog preraspodjele umanjiti nad ležajem za 15 % i povećati u polju 25%.**

Dopušteni računski elastični progib:

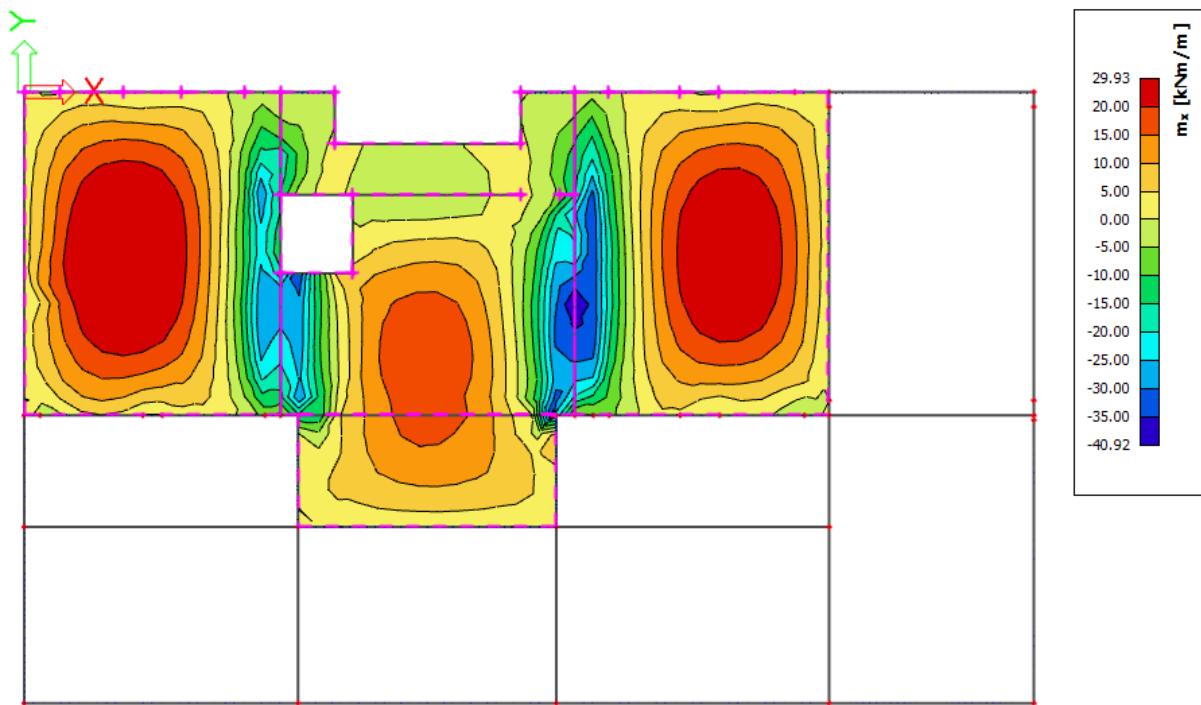
$$GSU1 = 1.0 \cdot G + \psi_{2i} \cdot Q_i = 1.0 \cdot G + 0.3 \cdot Q_1$$

Bez nadvišenja:  $\delta_{max,RAC} \leq L/1250$

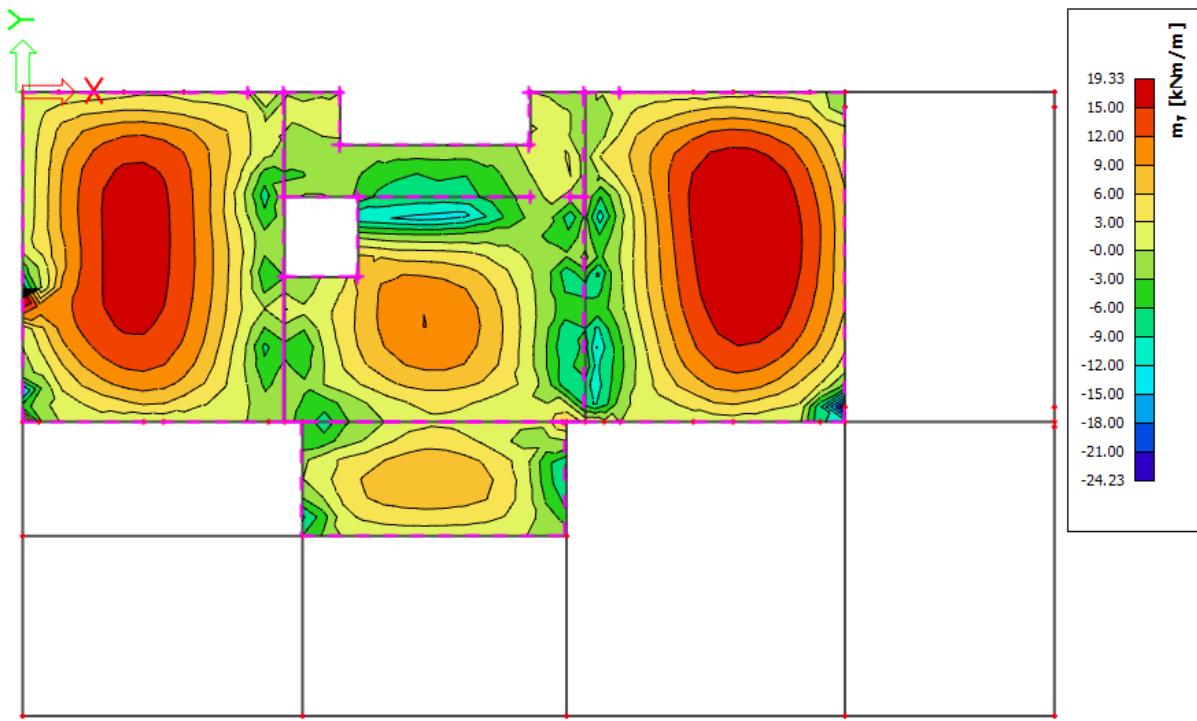
$$GSU2 = 1.0 \cdot G + \psi_{2i} \cdot Q_i = 1.0 \cdot G + 0.5 \cdot Q_1$$

Bez nadvišenja:  $\delta_{max,RAC} \leq L/1000$

**Napomena:** Visoka koncentracija momenata javlja se uslijed proračunske netočnosti modela. U nastavku će biti prikazani momenti savijanja u dva okomita globalna smjera, smjer X i smjer Y:

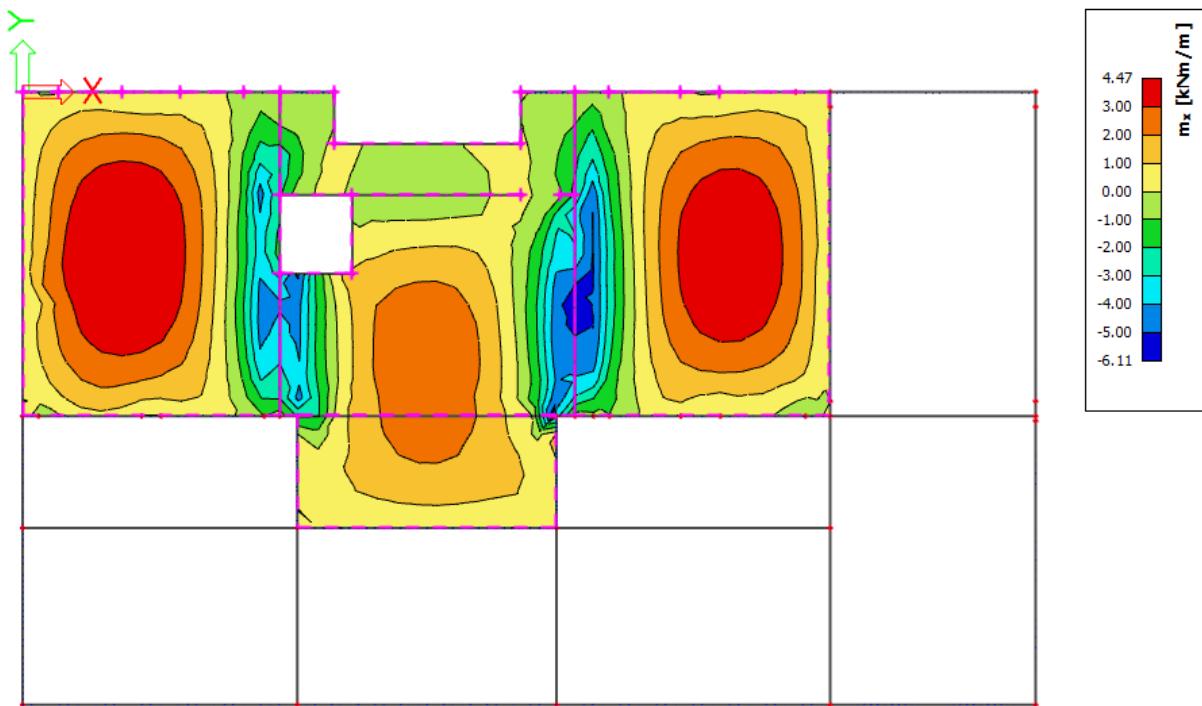


Slika 5.64. Momenti savijanja  $M_{Ed,x}$  [kNm/m] za kombinaciju  $GSN = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

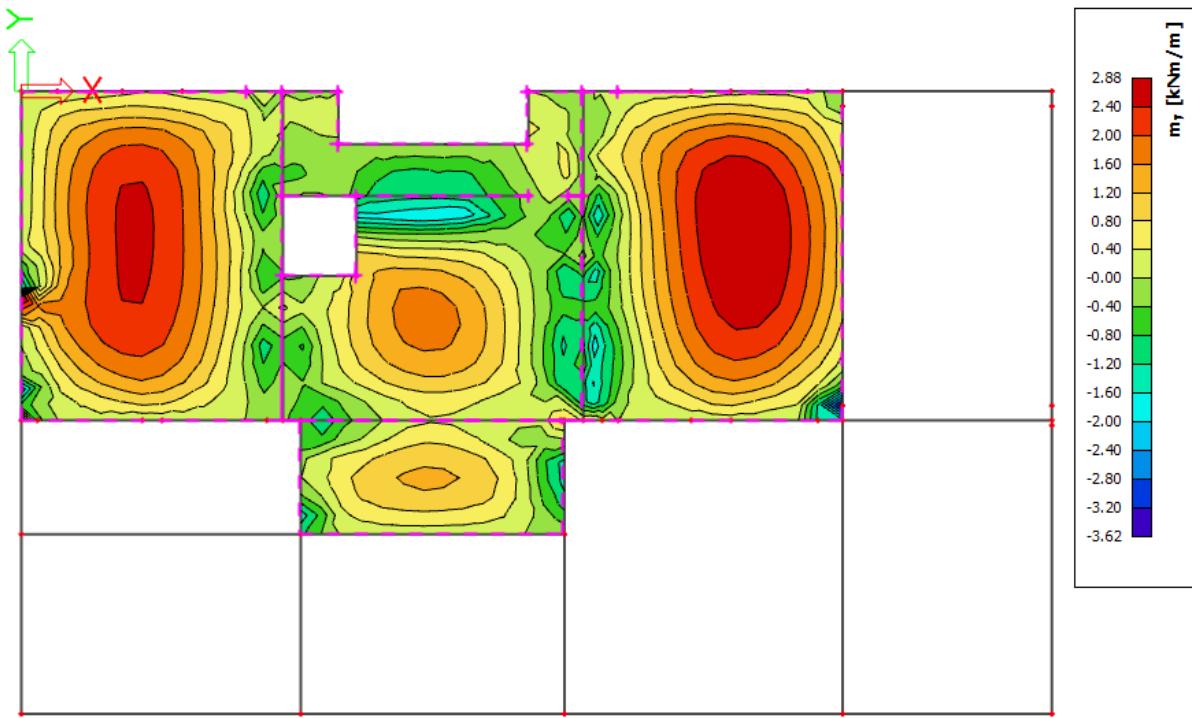


Slika 5.65. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [ $\text{kNm}/\text{m}$ ] za kombinaciju  $GSN = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

## ARMATURA



Slika 5.66. Potrebna armatura  $A_{s1,s2}$  [ $\text{cm}^2/\text{m}$ ] u smjeru  $X$  za kombinaciju  $GSN = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

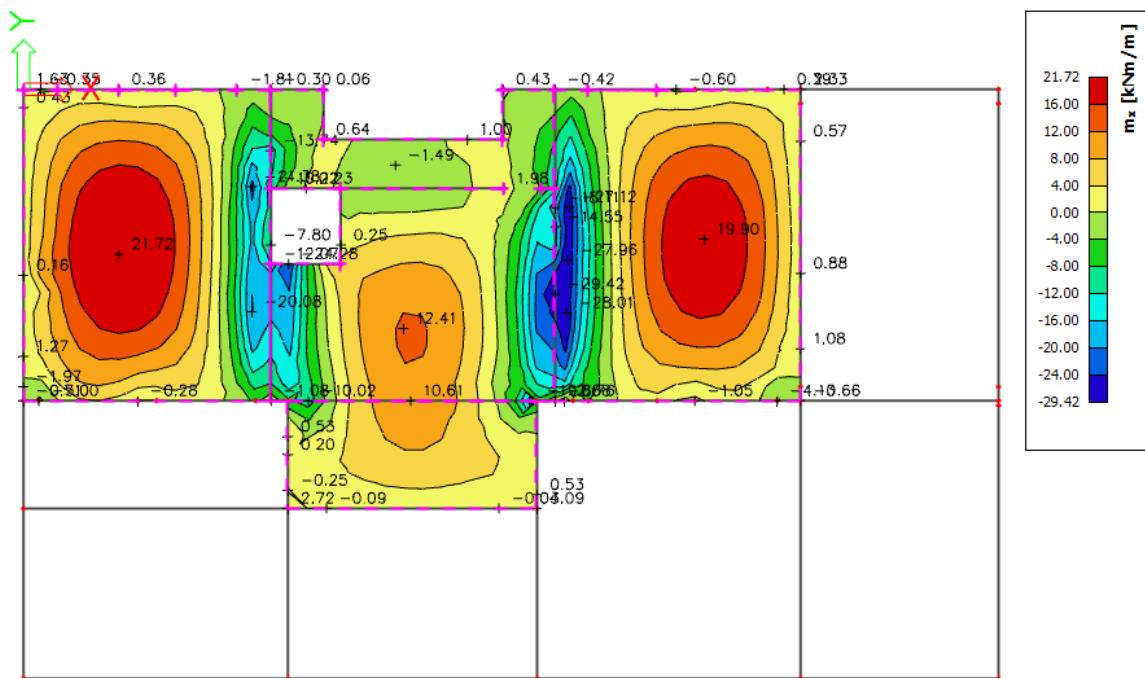


Slika 5.67. Potrebna armatura  $A_{s1,s2} [\text{cm}^2/\text{m}]$  u smjeru  $Y$  za kombinaciju  $\text{GSN} = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

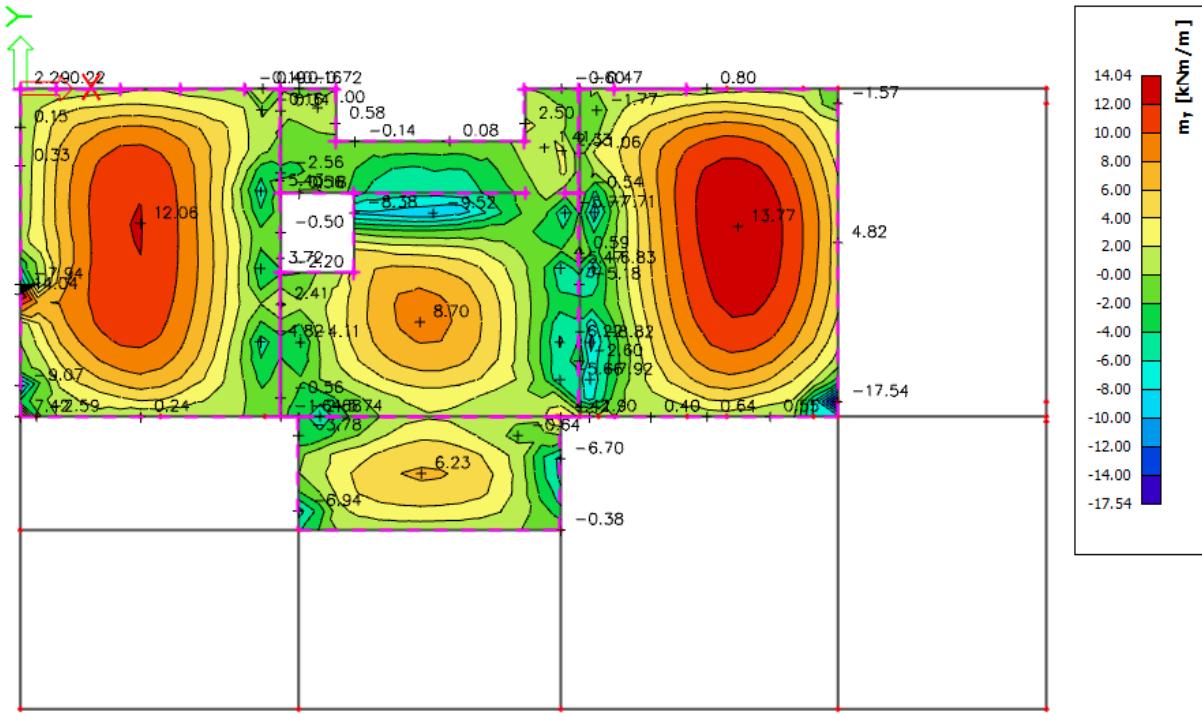
Poziciju P100 ( $d=20$  cm) armirati sa mrežastom armaturom Q503+ Ø10/30 u donju zonu i Q196 u gornju zonu. Preko svih oslonaca u gornju zonu armirati mrežom Q503

### KONTROLA PUKOTINA PLOČA POZICIJA 100 (d=20 cm)

Mjerodavni momenti u ploči su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja ( $e = 1.0 \cdot g + 1.0 \cdot p$ ).

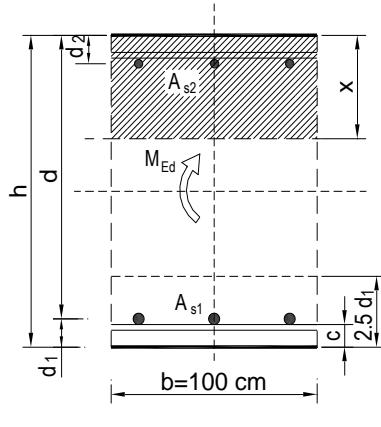


Slika 5.68. Momenti savijanja  $M_{Ed,x} [\text{kNm}/\text{m}]$  za  $\text{GSU} (1.0 \cdot G + 1.0 \cdot Q)$

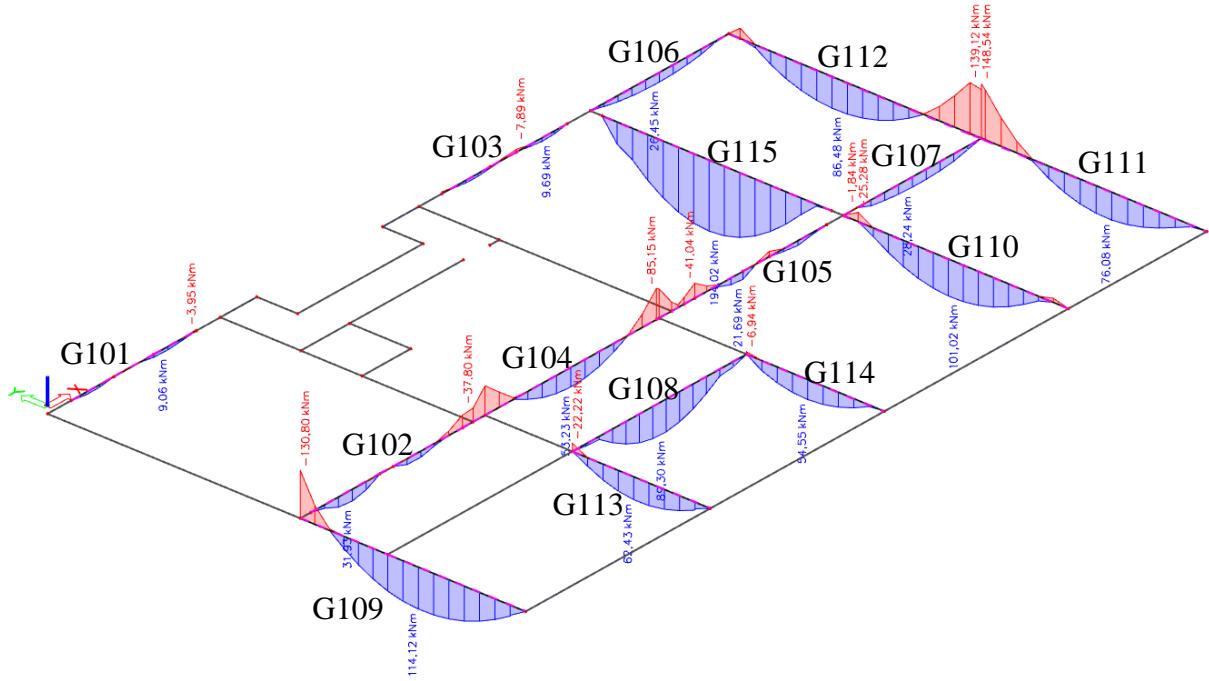


Slika 5.69. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [kNm/m] za GSU ( $1.0 \cdot G + 1.0 \cdot Q$ )

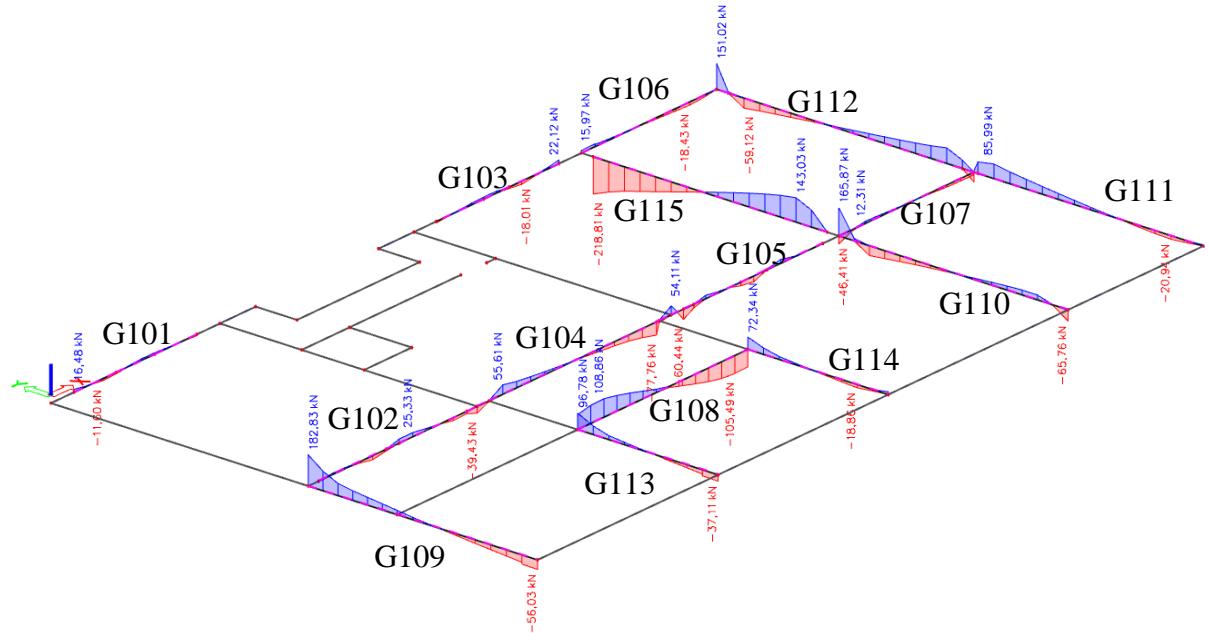
$$\begin{aligned}
 b &= 100,0 \text{ cm} & d &= 17,0 \text{ cm} & h &= 20,0 \text{ cm} \\
 f_{ck} &= 25,0 \text{ MN/m}^2 & f_{ctm} &= 2,56 \text{ MN/m}^2 & w_g &= 0,30 \text{ mm} \\
 A_{s1} &= 5,03 \text{ cm}^2 & A_{s2} &= 0,00 \text{ cm}^2 & d_1 = d_2 &= 3,0 \text{ cm} \\
 E_s &= 200,00 \text{ GN/m}^2 & E_{cm} &= 31,40 \text{ GN/m}^2 & e = E_s/E_{cm} &= 6,37 \\
 M_{Ed} &= 21,7 \text{ kNm} & k_t &= 0,40 \\
 s_s &= 269,11 \text{ MN/m}^2 & r_{p,eff} &= 0,0067 \\
 x &= 3,00 \text{ cm} & c &= 2,50 \text{ cm} \\
 (e_{sm}-e_{cm}) &= 0,000548 & k_2 &= 0,50 \\
 \varnothing &= 8,0 \text{ mm} & k_4 &= 0,43 \\
 k_1 &= 0,8 & k_3 &= 3,4 \\
 s_{r,max} &= 287,78 \text{ mm} & & & & \\
 w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm}) &= 0,232 \text{ mm} & & & & < w_g
 \end{aligned}$$



## 5.6.2. PRORAČUN AB GREDA POZICIJA 100



Slika 5.70. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [kNm] za GSN\_1



Slika 5.71. Poprečne sile  $V_{Ed,z}$  [kNm] za GSN\_1

### GREDE 25/50 (G101, G103)

Poprečni presjek		Materijal		Dimenzioniranje na $M_{sd}$		Armatura		$\rho$ (%)
b	25,00 cm	C25/30	$f_{ck}$ 25 Mpa	POLJE: $M_{sd}=$	9,69 kNm	$A_{s1}=$	0,56 cm <sup>2</sup>	0,0494 %
h	50,00 cm	B500B	$f_y$ 500 MPa	LEŽAJ: $M_{sd}=$	7,89 kNm	$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
$d_1 (d_2)$	5,00 cm		$\gamma_c=1,50$			$A_{s1}=$	0,45 cm <sup>2</sup>	0,0402 %
d	45,00 cm		$\gamma_s=1,15$			$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
$f_{cd}$	1,67 kN/cm <sup>2</sup>	Poprečna sila:		Dimenzioniranje na $V_{sd}$		Armatura		
$f_{yd}$	43,48 kN/cm <sup>2</sup>	$V_{Rd,c}=$	42,85 kN	Vsd (kN)	vilice	$s_w$ (cm)	m	
		$V_{Rd,max}=$	506,25 kN	22,12	8	30	2	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )
$M_{Rd,lim}$	134,16 kNm	$v=$	0,54					$V_{Rd,s}$ (kN) $V_{Rd}$ (kN)
$\mu_{sd}$	0,159	$k=$	1,67 (<2,0)					58,696 58,696
$\varepsilon_{s1}=$	10 %	$s_{w,max}=$	30 cm	Vs <sub>d</sub> <VR <sub>d,c</sub> - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu				
$\varepsilon_{c2}=$	3,5 %	$A_{sw,min}=$	0,34 cm <sup>2</sup> /s <sub>w</sub>					
$\xi$	0,259							
$\zeta$	0,892							
$A_{s,min}=$	1,688 cm <sup>2</sup>							
$A_{s,max}=$	13,37 cm <sup>2</sup>							

Grede armirati sa 2Ø12 u donju i 2Ø12 u gornju zonu, poprečno vilicama Ø8/30.

Konstruktivno uzeti armaturu 2Ø10.

### GREDE 25/45 (G102, G104, G105)

Poprečni presjek		Materijal		Dimenzioniranje na $M_{sd}$		Armatura		$\rho$ (%)
b	25,00 cm	C25/30	$f_{ck}$ 25 Mpa	POLJE: $M_{sd}=$	63,23 kNm	$A_{s1}=$	4,08 cm <sup>2</sup>	0,4076 %
h	45,00 cm	B500B	$f_y$ 500 MPa	LEŽAJ: $M_{sd}=$	85,15 kNm	$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
$d_1 (d_2)$	5,00 cm		$\gamma_c=1,50$			$A_{s1}=$	5,49 cm <sup>2</sup>	0,5489 %
d	40,00 cm		$\gamma_s=1,15$			$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
$f_{cd}$	1,67 kN/cm <sup>2</sup>	Poprečna sila:		Dimenzioniranje na $V_{sd}$		Armatura		
$f_{yd}$	43,48 kN/cm <sup>2</sup>	$V_{Rd,c}=$	80,77 kN	Vsd (kN)	vilice	$s_w$ (cm)	m	
		$V_{Rd,max}=$	450 kN	55,61	8	28	2	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )
$M_{Rd,lim}$	106,00 kNm	$v=$	0,54					$V_{Rd,s}$ (kN) $V_{Rd}$ (kN)
$\mu_{sd}$	0,159	$k=$	1,71 (<2,0)					52,174 52,174
$\varepsilon_{s1}=$	10 %	$s_{w,max}=$	30 cm	Vs <sub>d</sub> <VR <sub>d,c</sub> - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu				
$\varepsilon_{c2}=$	3,5 %	$A_{sw,min}=$	0,34 cm <sup>2</sup> /s <sub>w</sub>					
$\xi$	0,259							
$\zeta$	0,892							
$A_{s,min}=$	1,5 cm <sup>2</sup>							
$A_{s,max}=$	11,88 cm <sup>2</sup>							

Grede armirati sa 3Ø14 u donju i 4Ø14 u gornju zonu, poprečno vilicama Ø8/30.

Konstruktivno uzeti armaturu 2Ø10.

## GREDE 50/25 (G106,107)

Poprečni presjek		Materijal		Dimenzioniranje na $M_{sd}$		Armatura		$\rho$ (%)
b	50,00 cm	C25/30	$f_{ck}$ 25 Mpa	POLJE: $M_{sd}=$	28,24 kNm	$A_{s1}=$	3,64 cm <sup>2</sup>	0,3641 %
h	25,00 cm	B500B	$f_y$ 500 MPa	LEŽAJ: $M_{sd}=$	0,00 kNm	$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
$d_1 (d_2)$	5,00 cm		$\gamma_c=1,50$			$A_{s1}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
d	20,00 cm		$\gamma_s=1,15$			$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
$f_{cd}$	1,67 kN/cm <sup>2</sup>	Poprečna sila:		Dimenzioniranje na $V_{sd}$				
$f_{yd}$	43,48 kN/cm <sup>2</sup>	$V_{Rd,c}=$	49,72 kN	$V_{sd}$ (kN)	vilice	$s_w$ (cm)	m	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )
$M_{Rd,lim}$	53,00 kNm	$V_{Rd,max}=$	450 kN	15,97	8	30	2	0,5
$\mu_{sd}$	0,159	v=	0,54	V <sub>sd</sub> <VR <sub>d,c</sub> - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu				
$\varepsilon_{s1}=$	10 %	k=	2,00 (<2,0)					
$\varepsilon_{c2}=$	3,5 %	$s_{w,max}=$	15 cm					
$\xi$	0,259	$A_{sw,min}=$	0,34 cm <sup>2</sup> /s <sub>w</sub>					
$\zeta$	0,892							
$A_{s,min}=$	1,5 cm <sup>2</sup>							
$A_{s,max}=$	11,88 cm <sup>2</sup>							

Grede armirati sa 3Ø14 u donju i 2Ø12 u gornju zonu, poprečno vilicama Ø8/30.

## GREDA 25/155 (G108)

Poprečni presjek		Materijal		Dimenzioniranje na $M_{sd}$		Armatura		$\rho$ (%)
b	25,00 cm	C25/30	$f_{ck}$ 25 Mpa	POLJE: $M_{sd}=$	89,30 kNm	$A_{s1}=$	1,54 cm <sup>2</sup>	0,0409 %
h	155,00 cm	B500B	$f_y$ 500 MPa	LEŽAJ: $M_{sd}=$	0,00 kNm	$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
$d_1 (d_2)$	5,00 cm		$\gamma_c=1,50$			$A_{s1}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
d	150,00 cm		$\gamma_s=1,15$			$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
$f_{cd}$	1,67 kN/cm <sup>2</sup>	Poprečna sila:		Dimenzioniranje na $V_{sd}$				
$f_{yd}$	43,48 kN/cm <sup>2</sup>	$V_{Rd,c}=$	182,58 kN	$V_{sd}$ (kN)	vilice	$s_w$ (cm)	m	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )
$M_{Rd,lim}$	1490,625 kNm	$V_{Rd,max}=$	1687,5 kN	108,86	8	30	2	0,5
$\mu_{sd}$	0,159	v=	0,54	V <sub>sd</sub> <VR <sub>d,c</sub> - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu				
$\varepsilon_{s1}=$	10 %	k=	1,37 (<2,0)					
$\varepsilon_{c2}=$	3,5 %	$s_{w,max}=$	30 cm					
$\xi$	0,259	$A_{sw,min}=$	0,34 cm <sup>2</sup> /s <sub>w</sub>					
$\zeta$	0,892							
$A_{s,min}=$	5,625 cm <sup>2</sup>							
$A_{s,max}=$	44,5625 cm <sup>2</sup>							

Grede armirati sa 4Ø14 u donju i 3Ø14 u gornju zonu, poprečno vilicama Ø8/30.

Konstruktivno uzeti armaturu 5x2Ø10.

## GREDA 25/50 (G109)

Poprečni presjek		Materijal		Dimenzioniranje na $M_{sd}$		Armatura		$\rho (\%)$
b	25,00 cm	C25/30	$f_{ck}$ 25 Mpa	POLJE: $M_{sd}=$	114,12 kNm	$A_{s1}=$	6,54 cm <sup>2</sup>	0,5812 %
h	50,00 cm	B500B	$f_y$ 500 MPa	LEŽAJ: $M_{sd}=$	130,80 kNm	$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
$d_1 (d_2)$	5,00 cm		$\gamma_c=1,50$			$A_{s1}=$	7,49 cm <sup>2</sup>	0,6662 %
d	45,00 cm		$\gamma_s=1,15$			$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
$f_{cd}$	1,67 kN/cm <sup>2</sup>	Poprečna sila:		Dimenzioniranje na $V_{sd}$				
$f_{yd}$	43,48 kN/cm <sup>2</sup>	$V_{Rd,c}=$	103,11 kN	$V_{sd} (kN)$	vilice	$s_w (cm)$	$m$	$A_{sw} (cm^2)$
		$V_{Rd,max}=$	506,25 kN	182,83	8	10	2	0,5
$M_{Rd,lim}$	134,16 kNm	$v=$	0,54	V <sub>sd</sub> >VR <sub>d,c</sub> - potrebna računska poprečna armatura				
$\mu_{sd}$	0,159	$k=$	1,67 (<2,0)					
$\epsilon_{s1}=$	10 %	$s_{w,max}=$	30 cm					
$\epsilon_{c2}=$	3,5 %	$A_{sw,min}=$	0,34 cm <sup>2</sup> /s <sub>w</sub>					
$\xi$	0,259							
$\zeta$	0,892							
$A_{s,min}=$	1,688 cm <sup>2</sup>							
$A_{s,max}=$	13,37 cm <sup>2</sup>							

Grede armirati sa 4Ø16 u donju i 4Ø16 u gornju zonu, poprečno vilicama Ø8/30 u polju te Ø8/10 uz ležajeve. Konstruktivno uzeti armaturu 2Ø12.

## GREDA 25/50 (G110)

Poprečni presjek		Materijal		Dimenzioniranje na $M_{sd}$		Armatura		$\rho (\%)$
b	25,00 cm	C25/30	$f_{ck}$ 25 Mpa	POLJE: $M_{sd}=$	126,30 kNm	$A_{s1}=$	7,24 cm <sup>2</sup>	0,6433 %
h	50,00 cm	B500B	$f_y$ 500 MPa	LEŽAJ: $M_{sd}=$	0,00 kNm	$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
$d_1 (d_2)$	5,00 cm		$\gamma_c=1,50$			$A_{s1}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
d	45,00 cm		$\gamma_s=1,15$			$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
$f_{cd}$	1,67 kN/cm <sup>2</sup>	Poprečna sila:		Dimenzioniranje na $V_{sd}$				
$f_{yd}$	43,48 kN/cm <sup>2</sup>	$V_{Rd,c}=$	82,69 kN	$V_{sd} (kN)$	vilice	$s_w (cm)$	$m$	$A_{sw} (cm^2)$
		$V_{Rd,max}=$	506,25 kN	65,76	8	27	2	0,5
$M_{Rd,lim}$	134,16 kNm	$v=$	0,54	V <sub>sd</sub> <VR <sub>d,c</sub> - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu				
$\mu_{sd}$	0,159	$k=$	1,67 (<2,0)					
$\epsilon_{s1}=$	10 %	$s_{w,max}=$	30 cm					
$\epsilon_{c2}=$	3,5 %	$A_{sw,min}=$	0,34 cm <sup>2</sup> /s <sub>w</sub>					
$\xi$	0,259							
$\zeta$	0,892							
$A_{s,min}=$	1,688 cm <sup>2</sup>							
$A_{s,max}=$	13,37 cm <sup>2</sup>							

Grede armirati sa 4Ø16 u donju i 2Ø12 u gornju zonu, poprečno vilicama Ø8/30. Konstruktivno uzeti armaturu 2Ø10.

## GREDE 25/50 (G111, G112)

Poprečni presjek		Materijal		Dimenzioniranje na $M_{sd}$		Armatura		$\rho$ (%)
b	25,00 cm	C25/30	$f_{ck}$ 25 Mpa	POLJE: $M_{sd}=$	86,48 kNm	$A_{s1}=$	5,33 cm <sup>2</sup>	0,4739 %
h	50,00 cm	B500B	$f_y$ 500 MPa	LEŽAJ: $M_{sd}=$	148,54 kNm	$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
$d_1 (d_2)$	5,00 cm		$\gamma_c=1,50$			$A_{s1}=$	9,16 cm <sup>2</sup>	0,8141 %
d	45,00 cm		$\gamma_s=1,15$			$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
$f_{cd}$	1,67 kN/cm <sup>2</sup>	Poprečna sila:		Dimenzioniranje na $V_{sd}$		Armatura		
$f_{yd}$	43,48 kN/cm <sup>2</sup>	$V_{Rd,c}=$	104,22 kN	$V_{sd} (kN)$	vilice	$s_w$ (cm)	$m$	$V_{Rd,s} (kN)$ $V_{Rd} (kN)$
		$V_{Rd,max}=$	506,25 kN	85,99	8	20	2	58,696 58,696
$M_{Rd,lim}$	198,28 kNm	$v=$	0,54	V <sub>sd</sub> <VR <sub>d,c</sub> - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu		$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )		
$\mu_{sd}$	0,235	$k=$	1,67 (<2,0)					
$\varepsilon_{s1}=$	5 %	$s_w,max=$	30 cm					
$\varepsilon_{c2}=$	3,5 %	$A_{sw,min}=$	0,34 cm <sup>2</sup> /s <sub>w</sub>					
$\xi$	0,412							
$\zeta$	0,829							
$A_{s,min}=$	1,688 cm <sup>2</sup>							
$A_{s,max}=$	13,37 cm <sup>2</sup>							

Grede admirati sa 4Ø14 u donju i 4Ø18 u gornju zonu, poprečno vilicama Ø8/30 u polju te Ø8/20 uz ležajeve. Konstruktivno uzeti armaturu 2Ø12.

## GREDE 20/50 (G113, G114)

Poprečni presjek		Materijal		Dimenzioniranje na $M_{sd}$		Armatura		$\rho$ (%)
b	20,00 cm	C25/30	$f_{ck}$ 25 Mpa	POLJE: $M_{sd}=$	54,55 kNm	$A_{s1}=$	3,13 cm <sup>2</sup>	0,3473 %
h	50,00 cm	B500B	$f_y$ 500 MPa	LEŽAJ: $M_{sd}=$	22,22 kNm	$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
$d_1 (d_2)$	5,00 cm		$\gamma_c=1,50$			$A_{s1}=$	1,27 cm <sup>2</sup>	0,1415 %
d	45,00 cm		$\gamma_s=1,15$			$A_{s2}=$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %
$f_{cd}$	1,67 kN/cm <sup>2</sup>	Poprečna sila:		Dimenzioniranje na $V_{sd}$		Armatura		
$f_{yd}$	43,48 kN/cm <sup>2</sup>	$V_{Rd,c}=$	60,36 kN	$V_{sd} (kN)$	vilice	$s_w$ (cm)	$m$	$V_{Rd,s} (kN)$ $V_{Rd} (kN)$
		$V_{Rd,max}=$	405 kN	96,78	8	18	2	58,696 58,696
$M_{Rd,lim}$	107,33 kNm	$v=$	0,54	V <sub>sd</sub> >VR <sub>d,c</sub> - potrebna računska poprečna armatura		$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )		
$\mu_{sd}$	0,159	$k=$	1,67 (<2,0)					
$\varepsilon_{s1}=$	10 %	$s_w,max=$	30 cm					
$\varepsilon_{c2}=$	3,5 %	$A_{sw,min}=$	0,27 cm <sup>2</sup> /s <sub>w</sub>					
$\xi$	0,259							
$\zeta$	0,892							
$A_{s,min}=$	1,35 cm <sup>2</sup>							
$A_{s,max}=$	10,7 cm <sup>2</sup>							

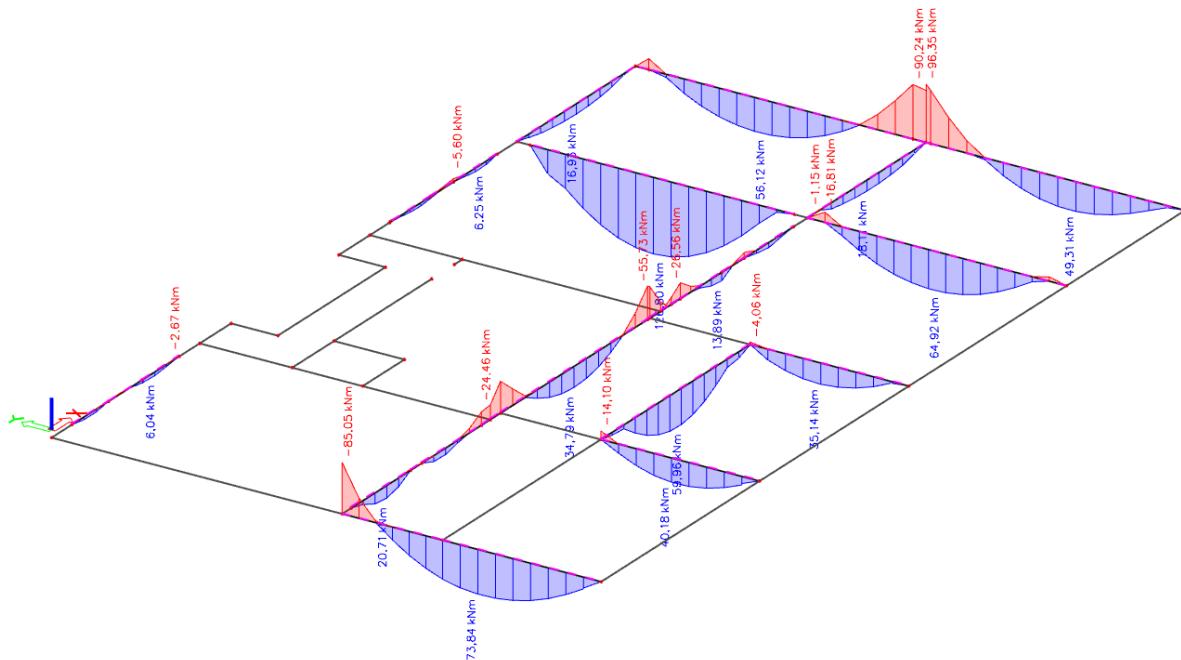
Grede admirati sa 3Ø12 u donju i 2Ø12 u gornju zonu, poprečno vilicama Ø8/30 u polju te Ø8/15 uz ležajeve. Konstruktivno uzeti armaturu 2Ø10.

## GREDA 25/95 (G115)

Poprečni presjek	Materijal	Dimenzioniranje na $M_{sd}$	Armatura	$\rho (%)$
b 25,00 cm h 95,00 cm $d_1 (d_2) 5,00 \text{ cm}$ d 90,00 cm	C25/30 B500B $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ $f_y = 500 \text{ MPa}$ $\gamma_c = 1,50$ $\gamma_s = 1,15$	POLJE: $M_{sd} = 194,02 \text{ kNm}$ LEŽAJ: $M_{sd} = 0,00 \text{ kNm}$	$A_{s1} = 5,56 \text{ cm}^2$ $A_{s2} = 0,00 \text{ cm}^2$ $A_{s1} = 0,00 \text{ cm}^2$ $A_{s2} = 0,00 \text{ cm}^2$	0,247 % 0 % 0 % 0 %
$f_{cd} = 1,67 \text{ kN/cm}^2$ $f_{yd} = 43,48 \text{ kN/cm}^2$	Poprečna sila: $V_{Rd,c} = 157,33 \text{ kN}$ $V_{Rd,max} = 1012,5 \text{ kN}$			
$M_{Rd,lim} = 536,63 \text{ kNm}$ $\mu_{sd} = 0,159$ $\varepsilon_{s1} = 10 \%$ $\varepsilon_{c2} = 3,5 \%$ $\xi = 0,259$ $\zeta = 0,892$	$v = 0,54$ $k = 1,47 (<2,0)$ $s_{w,max} = 30 \text{ cm}$ $A_{sw,min} = 0,34 \text{ cm}^2 / s_w$			
$A_{s,min} = 3,375 \text{ cm}^2$ $A_{s,max} = 26,74 \text{ cm}^2$				

Grede admirati sa  $4\varnothing 14$  u donju i  $3\varnothing 14$  u gornju zonu, poprečno vilicama  $\varnothing 8/30$  u polju te  $\varnothing 8/15$  uz ležajeve. Konstruktivno uzeti armaturu  $3x2\varnothing 10$ .

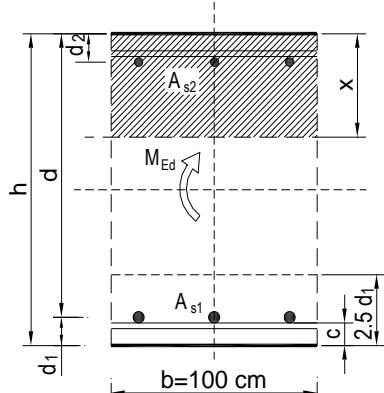
## KONTROLA ŠIRINE PUKOTINA GREDA POZICIJA 100



Slika 5.72. Momenti savijanja  $M_{Ed,y} [\text{kNm}]$  za GSU\_2

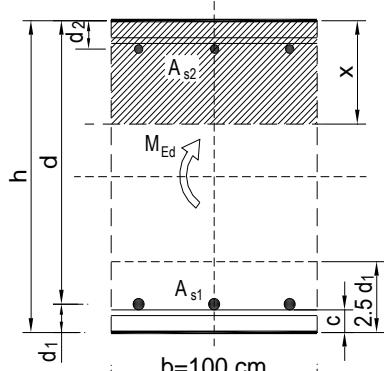
Kao greda mjerodavna za proračun pukotina uzeta je greda G109 (b/h=25/50)

$b =$	25,0 cm	$d =$	47,0 cm	$h =$	50,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	8,04 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$\epsilon = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	73,8 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	213,55 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	11,98 cm	$r_{p,eff} =$	0,0429		
$(e_{sm}-e_{cm}) =$	0,000915	$0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000641		
$\emptyset =$	18,0 mm	$c =$	2,50 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	156,36 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm}) =$	0,143 mm			$<$	$w_g$



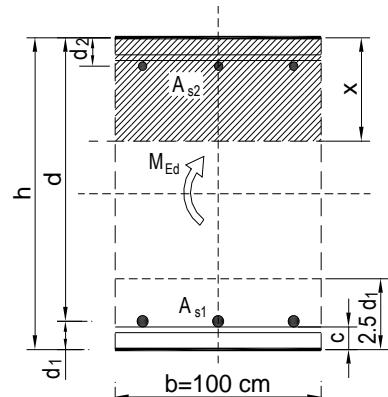
PARAPETNA GREDA G115 (b/h=25/95)

$b =$	25,0 cm	$d =$	92 cm	$h =$	95,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	6,16 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$\epsilon = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	128,8 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	240,79 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	15,50 cm	$r_{p,eff} =$	0,0329		
$(e_{sm}-e_{cm}) =$	0,001015	$0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000722		
$\emptyset =$	14,0 mm	$c =$	2,50 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	157,44 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm}) =$	0,160 mm			$<$	$w_g$



### PARAPETNA GREDA G108 (b/h=25/130)

$b =$	25,0 cm	$d =$	127 cm	$h =$	130,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	6,16 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$\epsilon = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	60,0 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	80,55 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	18,46 cm	$r_{p,eff} =$	0,0329		
$(e_{sm}-e_{cm}) =$	0,000214 <	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000242		
$\varnothing =$	14,0 mm	$c =$	2,50 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	157,44 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm}) =$	0,038 mm				



## 6. PRORAČUN VERTIKALNIH KONSTRUKCIJA

### 6.1. Zidovi i visokostijeni nosači

U nastavku su prikazani rezultati proračuna na Prostornom modelu - proračun na potres, za zidove (označeno po osima). Dokaz nosivosti zidova i proračun potrebne armature provodi se prema sljedećem:

- 1/ Kontroliraju se tlačna naprezanja u zidu za nazovistalnu kombinaciju  $1.0G + \Psi 2i \cdot Q_i$   
**za beton C25/30, GSU** ( $1.0G + 0.30Q$ )  $\leq 0.45 \cdot f_{ck} = 0.45 \cdot 25 = 11.25 \text{ Mpa}$
- 2/ Kontroliraju se tlačna naprezanja u zidu za mjerodavnu potresnu kombinaciju
- 3/ Proračunava se potrebna armatura:

Potrebna površina se određuje prema sljedećem:  $A_s = \frac{n_{Ed}}{f_{yd}}$  [ $\text{cm}^2/\text{m}$ ] – vertikalna armatura

- 4/ Provjerava se računska nosivost na poprečnu silu:

Debljina zida prema EC-8 treba biti:

$$b_{w0} \geq \max(0,15; \frac{h_s}{20})$$

Visina kritičnog područja

$$h_{kr} = \max(2 * l_w, h_w / 6) < h_s$$

Proračunska ovojnica poprečnih sila  $V_{sd}$  izvodi se iz  $V_{Ed} = \varepsilon \cdot V'_{Ed}$

gdje je  $V_{Ed}$  poprečna sila po visini zida dobivena proračunom, a  $\varepsilon$  faktor uvećanja te za klasu duktilnosti DCM vrijedi  $\varepsilon=1,5$

#### -Slom tlačne dijagonale

U kritičnom području:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max} = 0,3 \cdot (1 - f_{ck} / 250) \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \cdot \sin 2\theta, \text{ gdje je } 1 \leq \operatorname{ctg} \theta \leq 2,5$$

Izvan kritičnog područja:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_{w0} \cdot v_1 \cdot z \cdot f_{cd}}{\operatorname{ctg} \theta + \operatorname{tg} \theta}$$

#### -Slom vlačne dijagonale

Postupak ovisi o koeficijentu  $\alpha_s$

Ako zid nosi izrazito posmično potrebno je da je:

$$V_{Ed} \leq [\rho_h \cdot f_{yd,h} \cdot (\alpha_s - 0,3) + \rho_v \cdot f_{yd,v} \cdot (1,3 - \alpha_s)] \cdot b_{w0} \cdot z$$

### Minimalna armatura zida iznosi:

Za visoke zidove (za koje je  $H/L > 2$ ):

$$\text{po duljini zida: } A_{s,\text{sred,min}} = 0.002 \cdot t / 2 \text{ [cm}^2/\text{m]} \text{ (obostrano)}$$

$$\text{za zid debljine } t=20 \text{ cm: } A_{s,\text{sred,min}} = 0.002 \cdot 20 \cdot 100 / 2 = 2.0 \text{ [cm}^2/\text{m]} - Q-283 \text{ (obostrano)}$$

$$\text{za zid debljine } t=25 \text{ cm: } A_{s,\text{sred,min}} = 0.002 \cdot 25 \cdot 100 / 2 = 2.5 \text{ [cm}^2/\text{m]} - Q-283 \text{ (obostrano)}$$

$$\text{na krajevima zida: } A_{s,\text{kraj,min}} = 0.001 \cdot t \cdot L \text{ [cm}^2/\text{m]} \text{ (obostrano)}$$

Za niske zidove (za koje je  $H/L < 2$ )

$$\text{samo po duljini zida: } A_{s,\text{sred,min}} = 0.002 \cdot t / 2 \text{ [cm}^2/\text{m]} \text{ (obostrano)}$$

Za izrazito visoke zidove - stupove

Minimalna armatura stupa iznosi:  $A_{a,\text{min}} = (1/100) A_c$

Razmak vilica je  $e_w = 15 \text{ cm}$

Za zidove koji se dominantno deformiraju savojno određuje se minimalna armatura:

*Kritično područje:*

$\min \{2L_w, h_s\} \geq h_{cr} \geq \max \{L_w, h_w/6\}$ , ( $L_w$ =duljina zida,  $h_w$ =ukupna visina zida,  $h_s$ =svijetla katna visina)

*Minimalno armiranje:*

*na krajevima zida:*

vertikalno:  $\rho_{min} = 0.5\%$  od površine  $A_c = L_c \cdot b_w$  ( $L_c = \max \{0.15 L_w, 1.5 b_w\}$ )

spone: min  $\varnothing 6$ ; max. razmak: min  $\{8dbL, bo/2, 175 \text{ mm}\}$  ( $dbL$ =promjer vert. šipki;  $bo$ =širina jezgre)

*ostali dio zida:*

vertikalno:  $\rho_{min} = 0.2\%$

horizontalno:  $\rho_{min} = 0.2\%$

spone: min  $4\varnothing 6/m^2$

Za zidove koji se dominantno deformiraju posmično određuje se minimalna armatura:

- Lagano armirani zidovi  $L_w \geq \min \{4 \text{ m}, 2/3 h_w\}$

- Najmanji omjer poprečne armature  $\rho_{w,min}$  velikih slabo armiranih betonskih zidova:  
 $\rho_{w,min} = 0.15 \cdot (f_{ct,m}/f_{yd})$ .

$C 25/30$  ( $f_{ct,m}=2.6 \text{ MPa}$ );  $B 500B$  ( $f_y=500 \text{ MPa}$ );  $\rho_{w,min} = 0.15 \cdot (2.6/435) = 0.0009$

$b=20 \text{ cm}$ ;  $A_{s,min} = 0.0009 \cdot 20 \cdot 100 / 2 = 0.90 \text{ cm}^2/\text{m}$  obostrano

$b=25 \text{ cm}$ ;  $A_{s,min} = 0.0009 \cdot 25 \cdot 100 / 2 = 1.13 \text{ cm}^2/\text{m}$  obostrano

Napomene uz rezultate na zidovima:

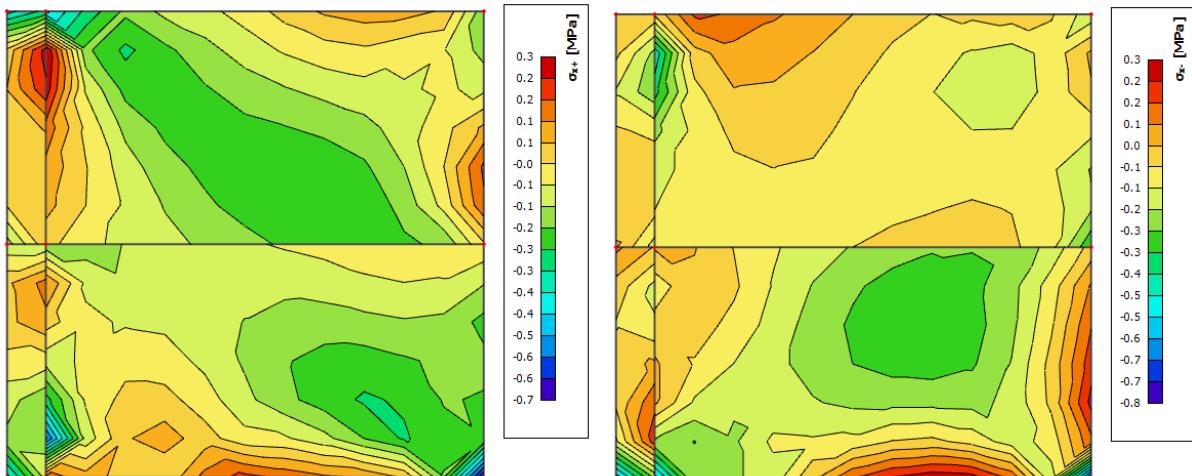
- Zidovi su modelirani plošnim elementima na kojima se naprezanja prikazuju na donjoj i gornjoj plohi.
- U određenim dijelovima zida (npr. na spojevima zidova) javljaju se numeričke pogreške te će se te veličine po potrebi na odgovarajući način reducirati.
- 

### **Sve zidove armirati minimalnom armaturom Q-283.**

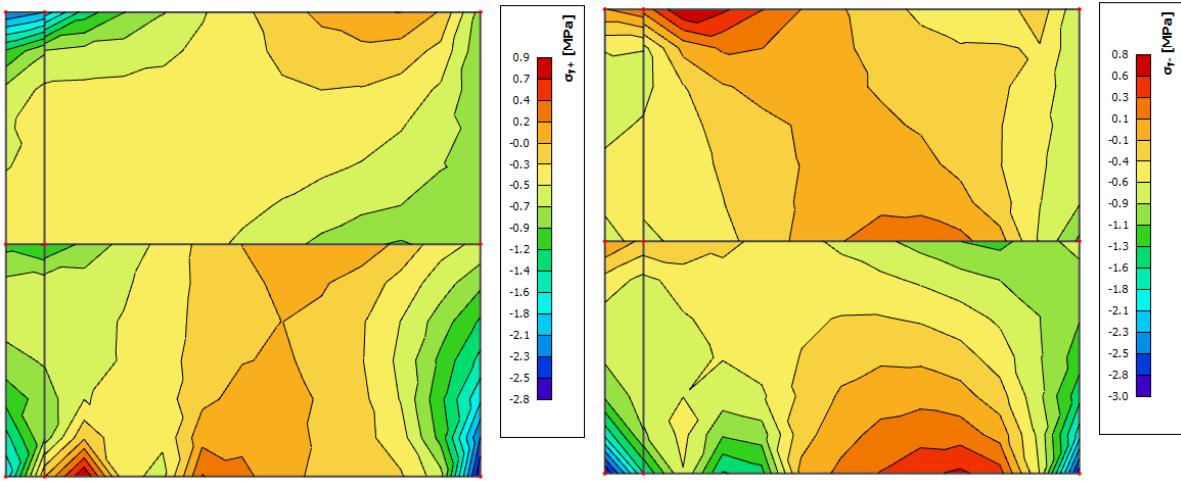
**Napomena:** Visokostijene nosače i ploču ispod nosača potrebno neprekidno držati poduprtu sve do očvršćenja visokostijenih nosača kroz sve etaže, ukoliko nije naglašeno drugačije ispod proračuna pojedine pozicije. Relevantni rezultati za proračun visokostijenih nosača i zidova izvađeni su iz proračunskog modela.

#### VISOKOSTIJENI NOSAČ (u osi 5)

Kontrola tlačnih naprezanja za nazovistalnu kombinaciju  $GSU: 1,0 \cdot G + 0,3 \cdot Q$

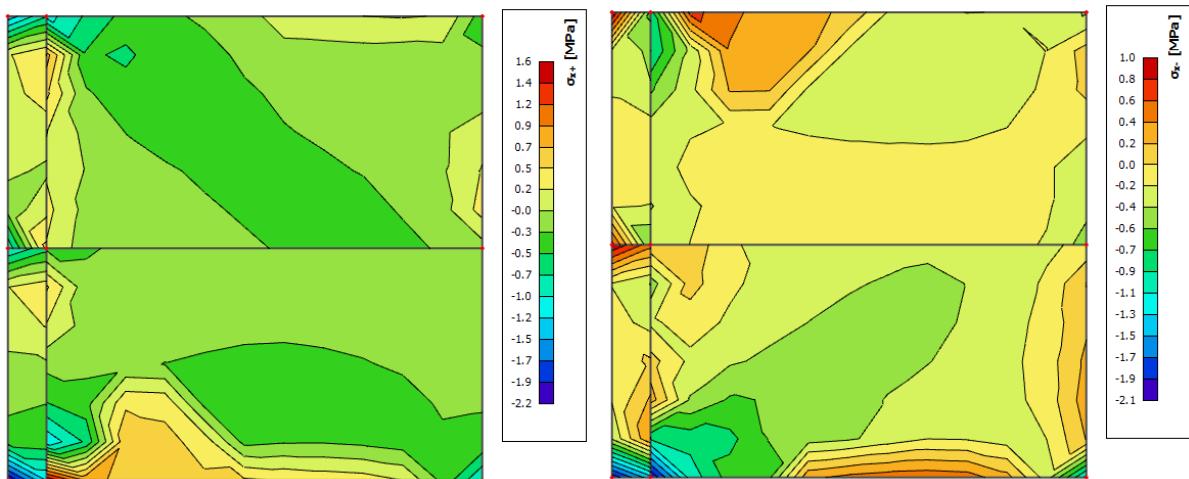


*Slika 6.1. Naprezanja u x smjeru  
za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$*

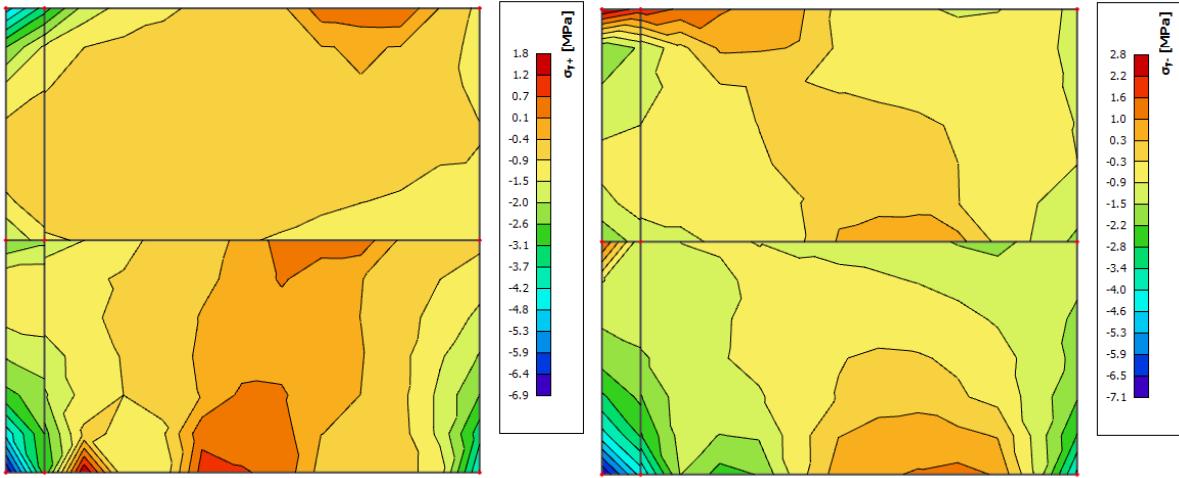


Slika 6.2. Naprezanja u y smjeru  
(za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$ )

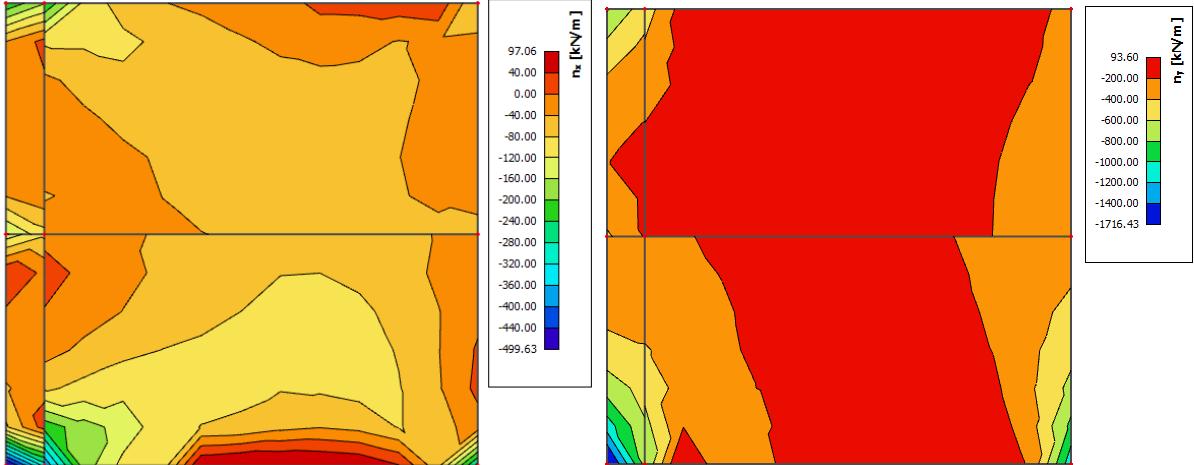
Naprezanja u zidu za anvelopu potresnih kombinacija (GSN\_Sx, GSN\_Sy)



Slika 6.3. Naprezanja u x smjeru  
ograničenje srednjeg tlačnog naprezanja za C25/30;  $\sigma_{c,srednje} \leq 0,40 \cdot f_{cd} = 6,7 \text{ MPa}$   
lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30;  $\sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$



*Slika 6.4. Naprezanja u y smjeru*  
*ograničenje srednjeg tlačnog naprezanja za C25/30;  $\sigma_{c,srednje} \leq 0,40 \cdot f_{cd} = 6,7 \text{ MPa}$*   
*lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30;  $\sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1.5} = 16,67 \text{ MPa}$*



*Slika 6.5. Prikaz uzdužnih sila  $nx$  i  $ny$  za anvelopu*

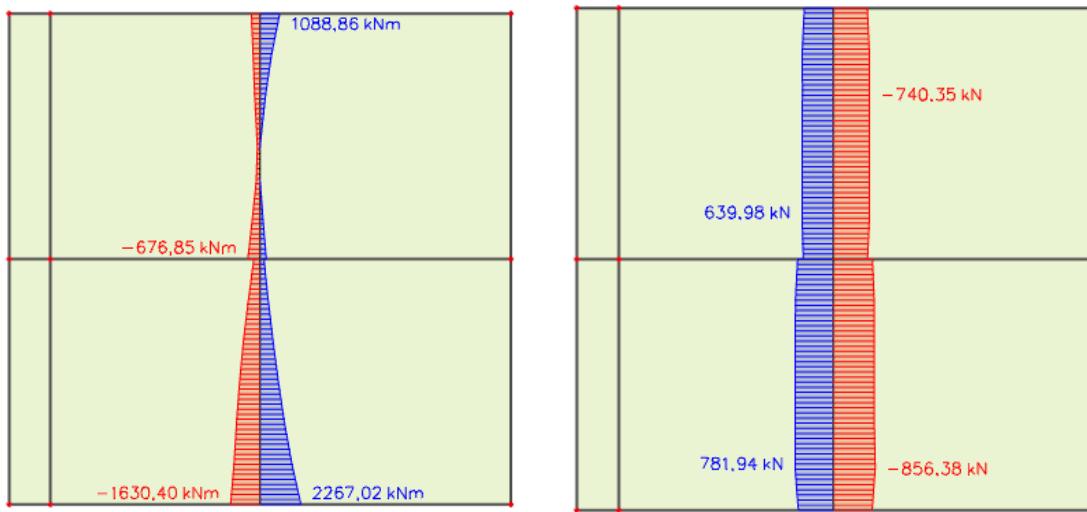
$$A_{s1} = \frac{F_{sd}}{f_{yd}}$$

$$A_{s1} = \frac{97,06}{43,48} = 2,23 \text{ cm}^2$$

**VISOKOSTIJENI NOSAČ VN1 ARMIRATI ŠIPKAMA: ODABRANO 4Ø14 U DNU I  
2Ø14 U VRHU NOSAČA.**

$$A_{s1} = \frac{F_{sd}}{f_{yd}}$$

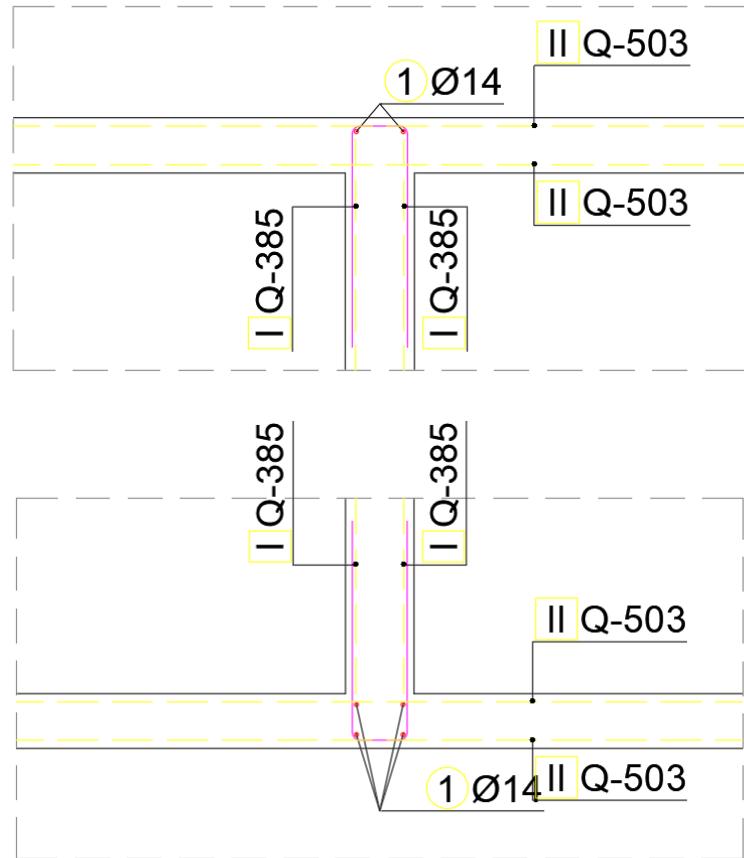
$$A_{s1} = \frac{93,60}{43,48} / 2 = 1,08 \text{ cm}^2 \text{ obostrano } Q283 \text{ cm}^2/\text{m}$$



Slika 6.6. Prikaz  $M_{Ed,z}$ [kNm] i  $V_{Ed,y}$ [kN] za anvelopu

Kritična poprečna sila Pričadni moment	$V_{sd,max}$	1284,57	kN
Slom kritične tlačne dijagonale u kritičnom području	$M_{sd}$	2267,02	kNm
Minimalni koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_{h,min}$	4302	kN
Minimalni koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_{v,min}$	0,002	zadovoljava
Odobrana armatura mreža	obostrano Q385	0,001	
Koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_h$	7,7	$cm^2/m'$
Koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_v$	0,003	> 0,002
Nosivost betona na poprečnu silu	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = [c_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_t \cdot f_{ck})^{1/3} + k \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$	0,003	> 0,001
Posmični smjer	$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{sd} \cdot l_w}$	1639,24	kN
za $\alpha_s < 2$	$V_{Rd,s} = b_w \cdot (0,8 \cdot l_w) \cdot \rho_h \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta$	0,29	kN
		1640,43	kN
Poprečni presjek	Materijal		
b 25 cm	C25/30	$f_{ck}$ 25	Mpa
h 600 cm	B500B	$f_y$ 500	MPa
$d_1 (d_2)$ 2,5 cm		$\gamma_c=1,50$	$\gamma_s=1,15$
d 597,5 cm		v=	0,54
$l_w$ 612,5 cm		k=	1,18 (<2,0)
$f_{cd}$ 1,6667 kN/cm <sup>2</sup>		$\rho_t$ =	184,8
$f_{yd}$ 43,478 kN/cm <sup>2</sup>		$b_{w0}=$	25 cm

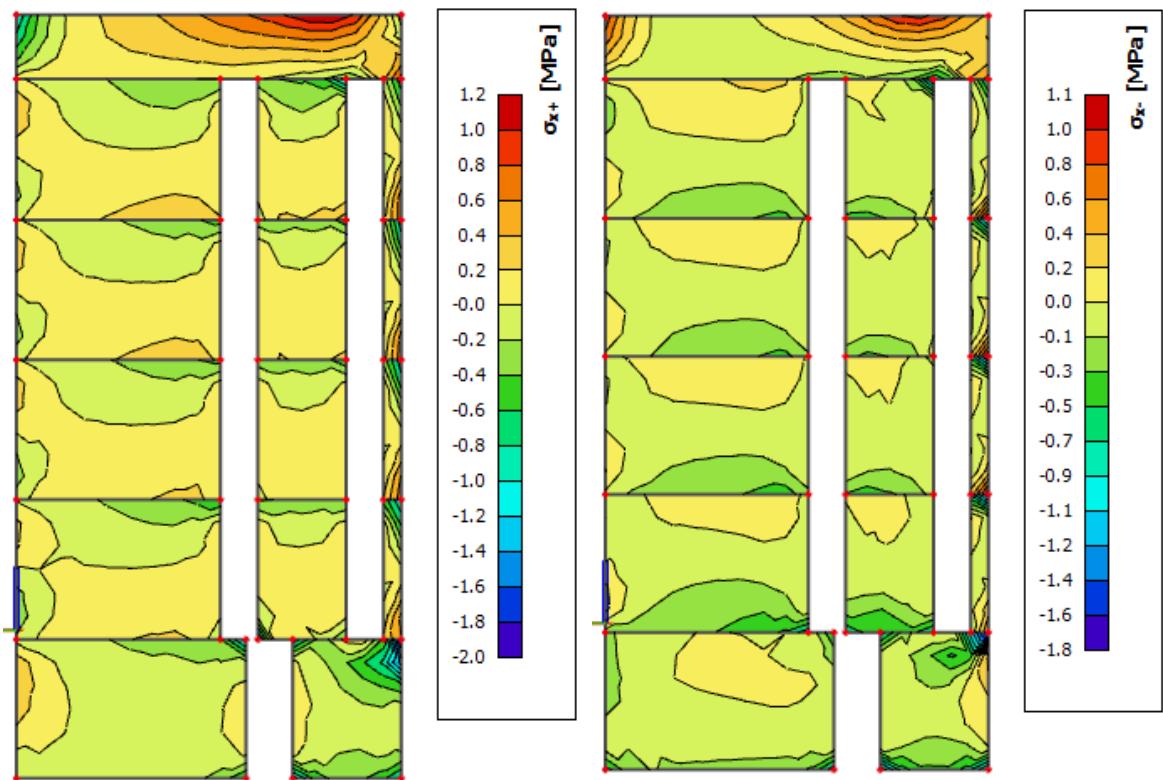
## ARMIRATI OBOSTRANO SA MREŽAMA Q-385



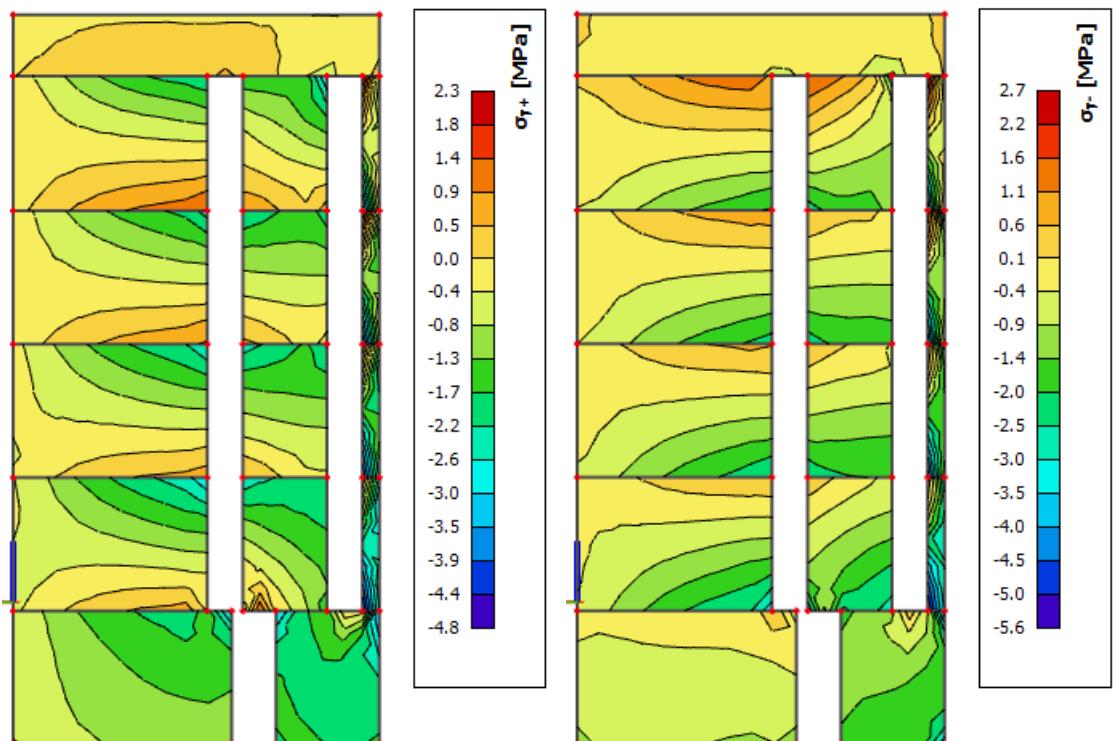
Slika 6.7. Shema armiranja visokostijenog nosača

ZID U OSI 1:

Kontrola tlačnih naprezanja za nazovistalnu kombinaciju  $GSU: 1,0 \cdot G + 0,3 \cdot Q$

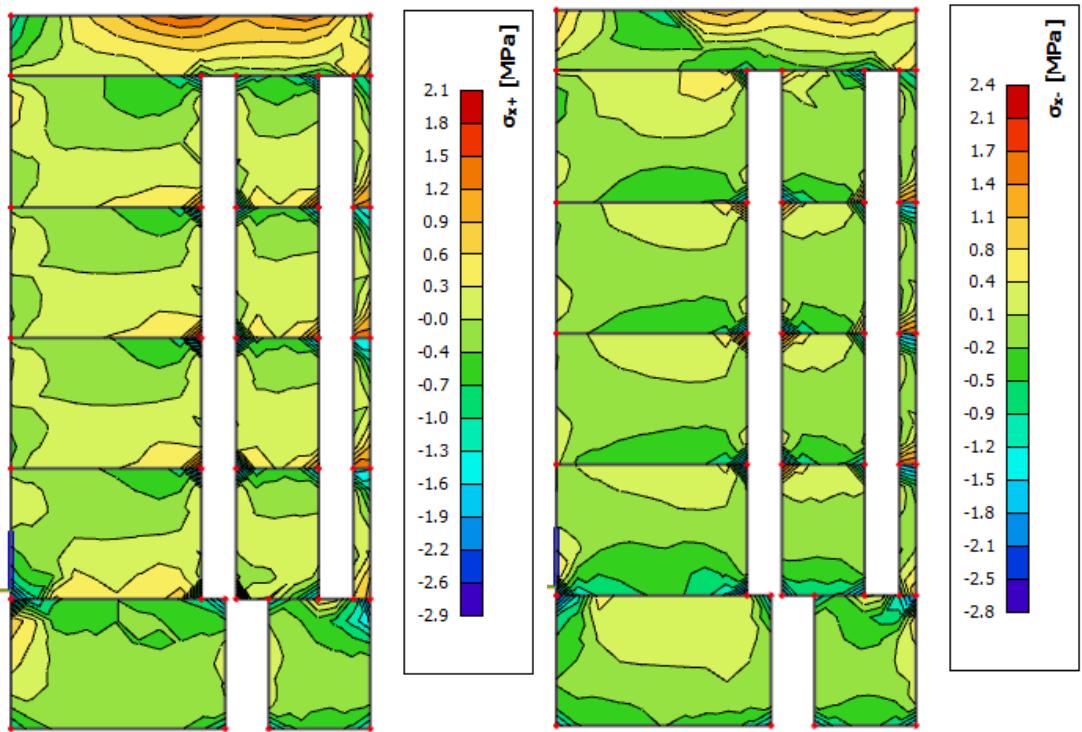


Slika 6.8. Naprezanja u x smjeru  
za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$



Slika 6.9. Naprezanja u y smjeru  
(za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$ )

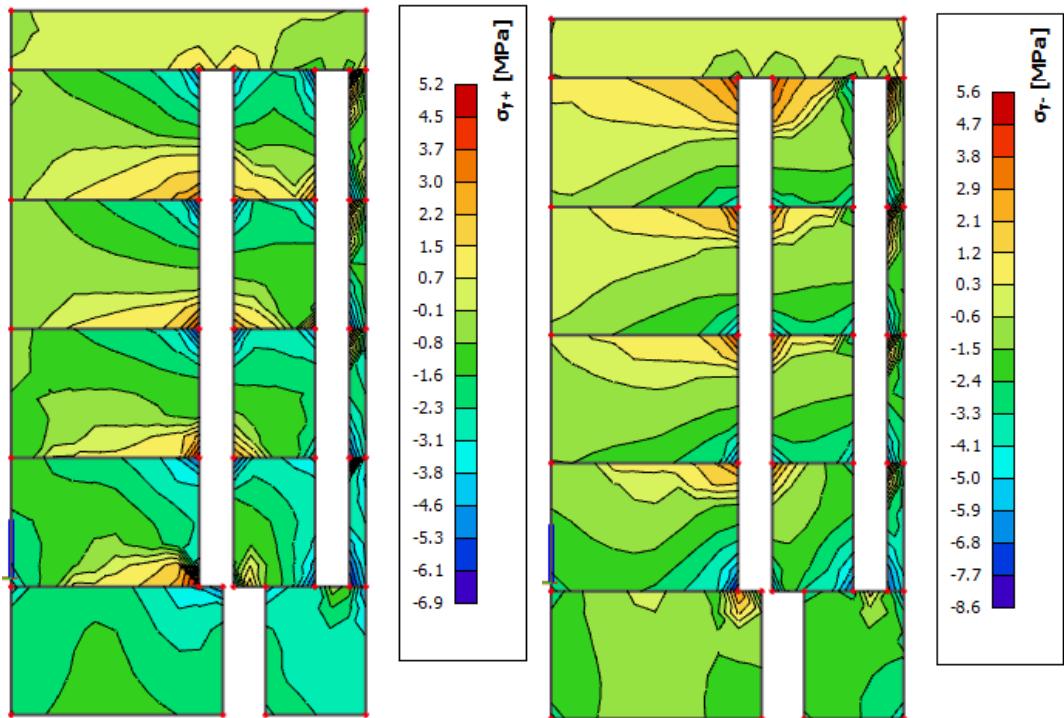
Naprezanja u zidu za anvelopu potresnih kombinacija (GSN\_Sx, GSN\_Sy)



Slika 6.10. Naprezanja u x smjeru

ograničenje srednjeg tlačnog naprezanja za C25/30;  $\sigma_{c,srednje} \leq 0,40 \cdot f_{cd} = 6,7 \text{ MPa}$

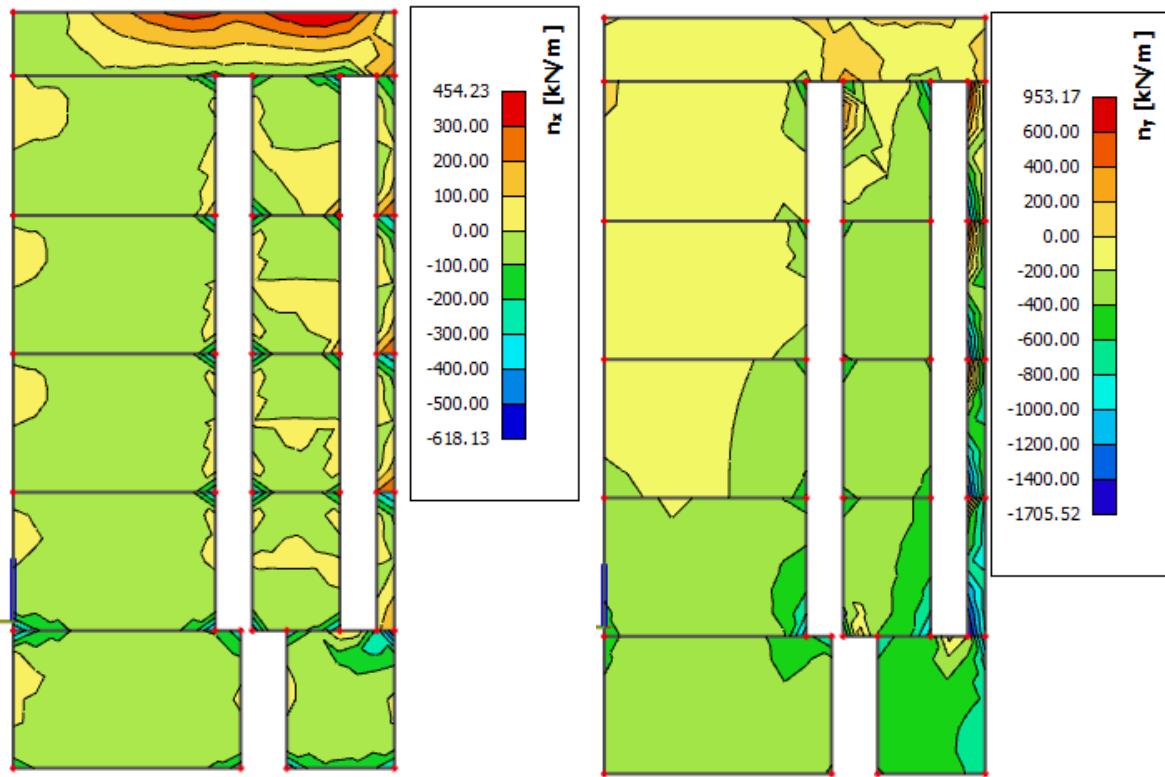
$$\text{lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30; } \sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1.5} = 16,67 \text{ MPa}$$



Slika 6.11. Naprezanja u y smjeru

ograničenje srednjeg tlačnog naprezanja za C25/30;  $\sigma_{c,srednje} \leq 0,40 \cdot f_{cd} = 6,7 \text{ MPa}$

$$\text{lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30; } \sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1.5} = 16,67 \text{ MPa}$$



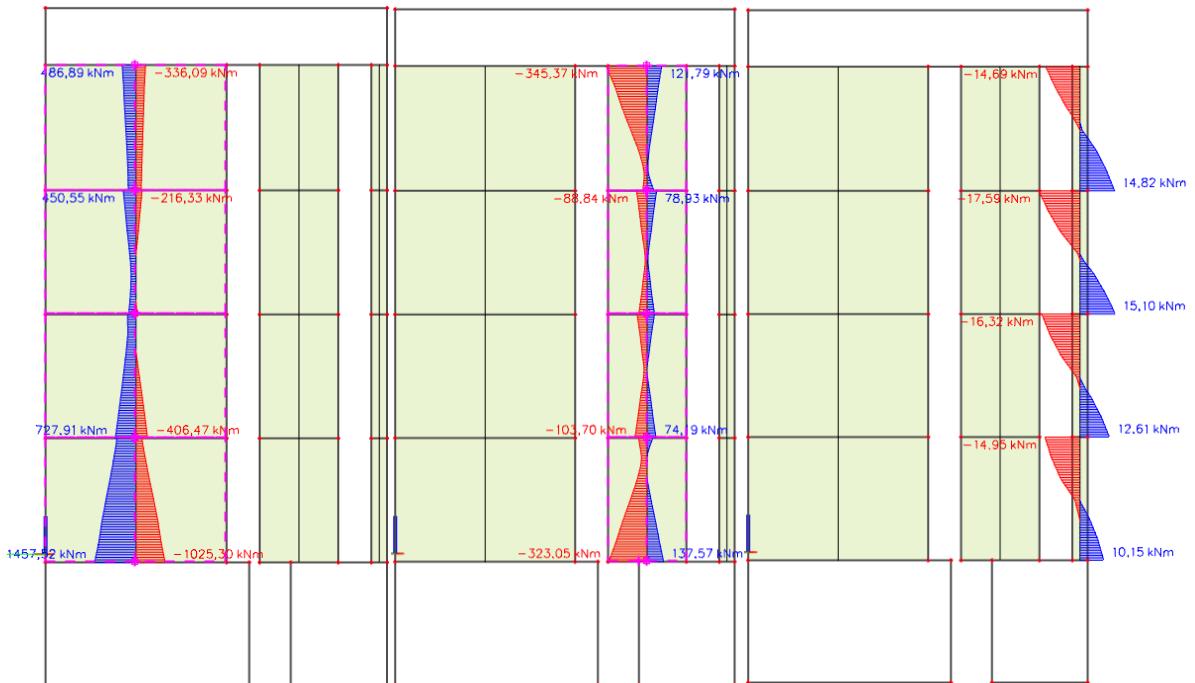
Slika 6.12. Prikaz uzdužnih sila  $n_x$  i  $n_y$  za anvelopu

$$455 \frac{kN}{m} < n_{Ed} < 953,17 \frac{kN}{m} \rightarrow A_c = \left( \frac{953,17}{\frac{50}{1.15}} \right) / 2 \\ = 10,96 \text{ cm}^2/\text{m}, \text{lokalno, obostrano } \varnothing 12/10$$

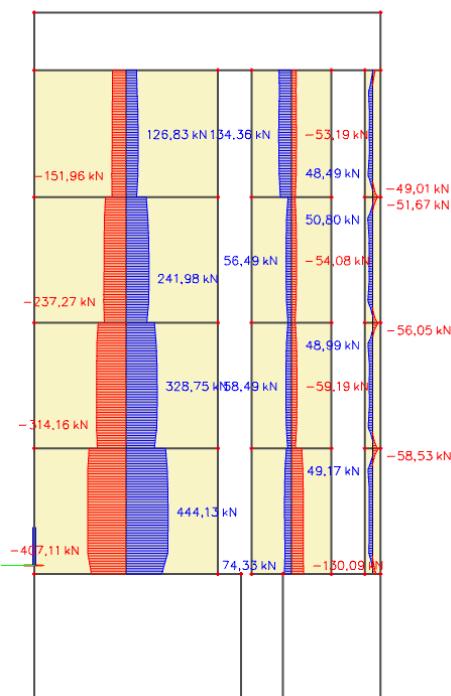
$$200 \frac{kN}{m} < n_{Ed} < 455 \frac{kN}{m} \rightarrow A_c = \left( \frac{455}{\frac{50}{1.15}} \right) / 2 = 5,23 \text{ cm}^2/\text{m}, \text{lokalno, obostrano } \varnothing 12/20 \\ n_{Ed} < 200 \frac{kN}{m} \rightarrow A_c = \left( \frac{200}{\frac{50}{1.15}} \right) / 2 = 2.3 \text{ cm}^2/\text{m}, \text{obostrano Q283}$$

Na krajevima zida ugraditi po 4Ø14, spone Ø8/20

Oko otvora ugraditi po 2Ø14, spone Ø8/20



Slika 6.13. Prikaz  $M_{Ed,z} [kNm]$  za anvelopu



Slika 6.14. Prikaz  $V_{Ed,y} [kN]$  za anvelopu

Kritična poprečna sila	$V_{sd,max}$	666,2	kN
Pripadni moment	$M_{sd}$	1457,52	kNm
Slom kritične tlačne dijagonale u kritičnom području	$V_{Rd2} = 0,4 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot (0,8 \cdot d)$	1713,6	kN
Minimalni koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_{h,min}$	0,002	zadovoljava
Minimalni koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_{v,min}$	0,001	
Odabrana armatura mreža	obostrano Q283	5,66	$cm^2/m'$
Koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_h$	0,003	> 0,002
Koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_v$	0,003	> 0,001
Nosivost betona na poprečnu silu	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = [c_{rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$	536,34	kN
Posmični smjer	$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{sd} \cdot l_w}$	0,50	kN
za $\alpha_s < 2$	$V_{Rd,s} = b_{w0} \cdot (0,8 \cdot I_w) \cdot \rho_h \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta$	861,30	kN

Poprečni presjek	Materijal
b 20 cm	C25/30 $f_{ck} 25$ Mpa
h 300 cm	B500B $f_y 500$ MPa
$d_1 (d_2) 2,5$ cm	$\gamma_c=1,50$
d 297,5 cm	$\gamma_s=1,15$
l <sub>w</sub> 437,5 cm	v= 0,54
$f_{cd} 1,6667$ kN/cm <sup>2</sup>	k= 1,26 (<2,0)
$f_{yd} 43,478$ kN/cm <sup>2</sup>	$\rho_l = 84,9$
	$b_{w0}= 20$ cm

Kritična poprečna sila	$V_{sd,max}$	195,14	kN
Pripadni moment	$M_{sd}$	323,05	kNm
Slom kritične tlačne dijagonale u kritičnom području	$V_{Rd2} = 0,4 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot (0,8 \cdot d)$	1713,6	kN
Minimalni koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_{h,min}$	0,002	zadovoljava
Minimalni koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_{v,min}$	0,001	
Odabrana armatura mreža	obostrano Q283	5,66	$cm^2/m'$
Koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_h$	0,003	> 0,002
Koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_v$	0,003	> 0,001
Nosivost betona na poprečnu silu	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = [c_{rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$	536,34	kN
Posmični smjer	$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{sd} \cdot l_w}$	0,87	kN
za $\alpha_s < 2$	$V_{Rd,s} = b_{w0} \cdot (0,8 \cdot I_w) \cdot \rho_h \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta$	374,05	kN

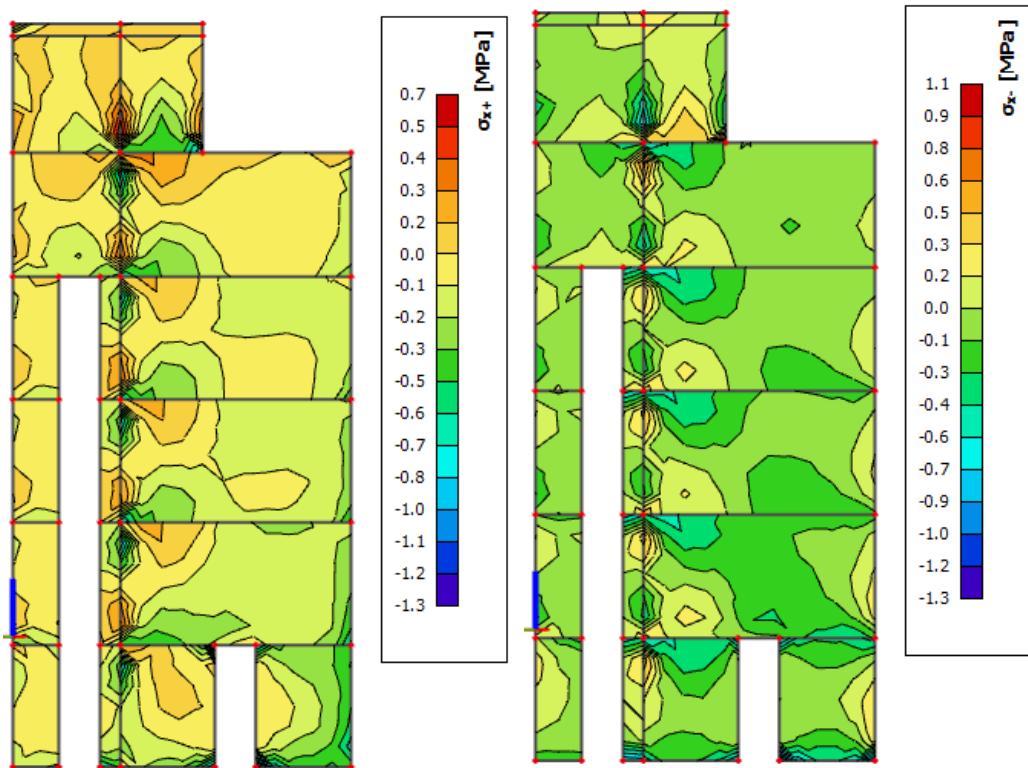
Poprečni presjek	Materijal
b 20 cm	C25/30 $f_{ck} 25$ Mpa
h 300 cm	B500B $f_y 500$ MPa
$d_1 (d_2) 2,5$ cm	$\gamma_c=1,50$
d 297,5 cm	$\gamma_s=1,15$
l <sub>w</sub> 190 cm	v= 0,54
$f_{cd} 1,6667$ kN/cm <sup>2</sup>	k= 1,26 (<2,0)
$f_{yd} 43,478$ kN/cm <sup>2</sup>	$\rho_l = 84,9$
	$b_{w0}= 20$ cm

Kritična poprečna sila	$V_{sd,max}$	73,76	kN
Pripadni moment	$M_{sd}$	10,15	kNm
Slom kritične tlačne dijagonale u kritičnom području	$V_{Rd2} = 0,4 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot (0,8 \cdot d)$	1713,6	kN
Minimalni koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_{h,min}$	0,002	zadovoljava
Minimalni koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_{v,min}$	0,001	
Odabrana armatura mreža	obostrano Q283	5,66	$cm^2/m'$
Koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_h$	0,003	> 0,002
Koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_v$	0,003	> 0,001
Nosivost betona na poprečnu silu	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = [c_{rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$	536,34	kN
Posmični smjer	$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{sd} \cdot l_w}$	0,37	kN
za $\alpha_s < 2$	$V_{Rd,s} = b_{w0} \cdot (0,8 \cdot I_w) \cdot \rho_h \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta$	73,83	kN

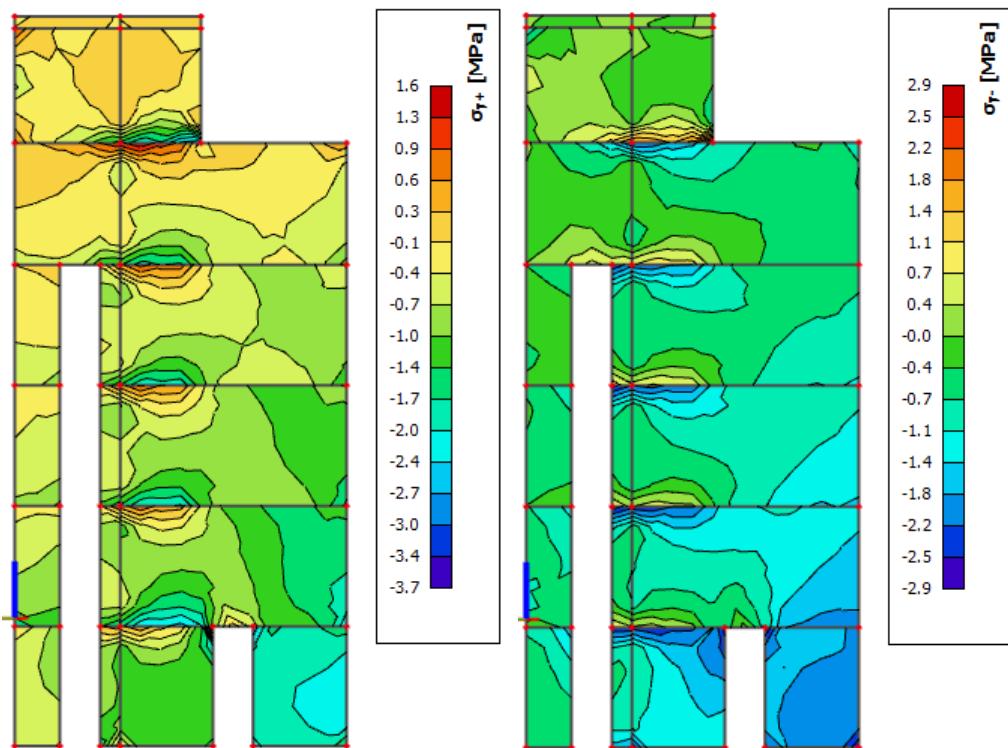
Poprečni presjek	Materijal
b 20 cm	C25/30 $f_{ck} 25$ Mpa
h 300 cm	B500B $f_y 500$ MPa
$d_1 (d_2) 2,5$ cm	$\gamma_c=1,50$
d 297,5 cm	$\gamma_s=1,15$
l <sub>w</sub> 37,5 cm	v= 0,54
$f_{cd} 1,6667$ kN/cm <sup>2</sup>	k= 1,26 (<2,0)
$f_{yd} 43,478$ kN/cm <sup>2</sup>	$\rho_l = 84,9$
	$b_{w0}= 20$ cm

ZID U OSI 2:

Kontrola tlačnih naprezanja za nazovistalnu kombinaciju  $GSU: 1,0 \cdot G + 0,3 \cdot Q$

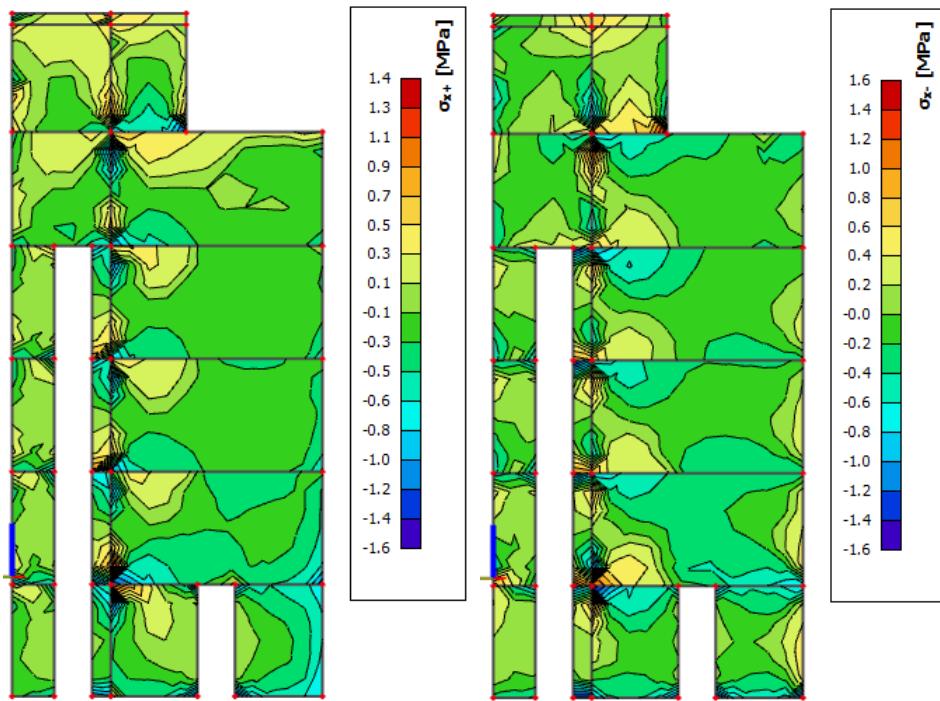


Slika 6.15. Naprezanja u x smjeru  
za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$



Slika 6.6. Naprezanja u y smjeru  
(za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$ )

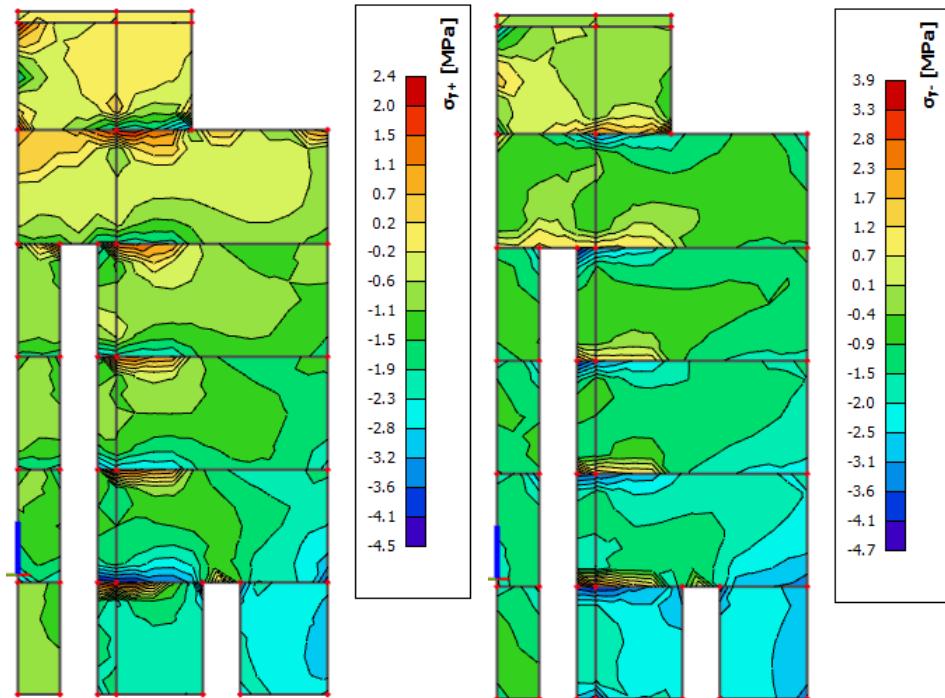
Naprezanja u zidu za anvelopu potresnih kombinacija (GSN\_Sx, GSN\_Sy)



Slika 6.17. Naprezanja u x smjeru

ograničenje srednjeg tlačnog naprezanja za C25/30;  $\sigma_{c,srednje} \leq 0,40 \cdot f_{cd} = 6,7 \text{ MPa}$

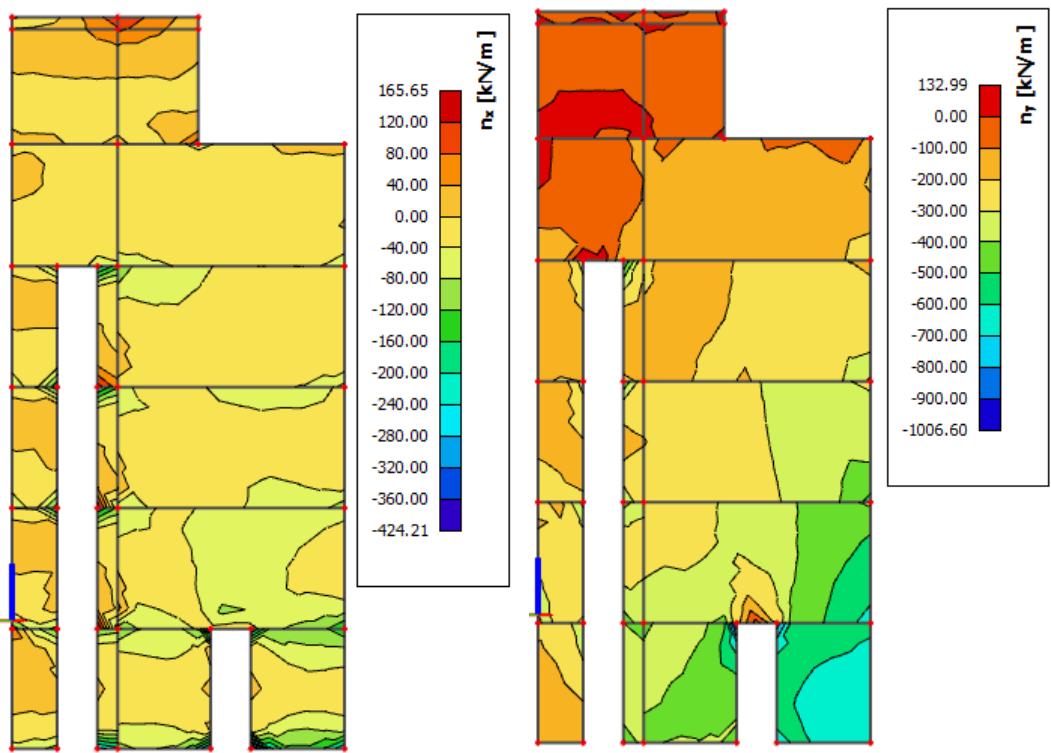
$$\text{lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30; } \sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1.5} = 16,67 \text{ MPa}$$



Slika 6.18. Naprezanja u y smjeru

ograničenje srednjeg tlačnog naprezanja za C25/30;  $\sigma_{c,srednje} \leq 0,40 \cdot f_{cd} = 6,7 \text{ MPa}$

$$\text{lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30; } \sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1.5} = 16,67 \text{ MPa}$$

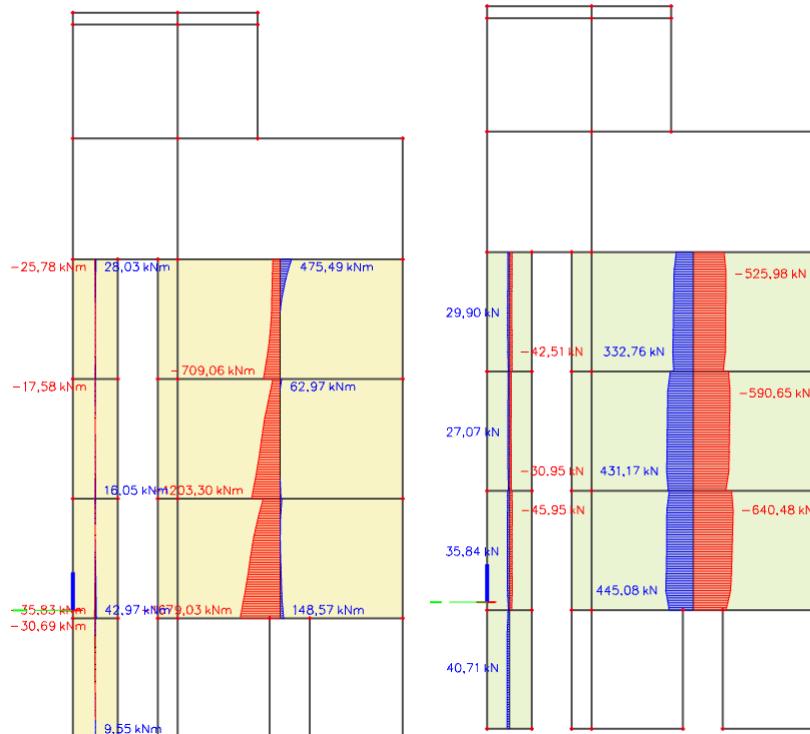


Slika 6.19. Prikaz uzdužnih sila  $n_x$  i  $n_y$  za anvelopu

$$n_{Ed} < 165 \frac{kN}{m} \rightarrow A_c = \left( \frac{165}{50} \right) / 2 = 1,89 \text{ cm}^2/\text{m}, \text{ obostrano Q283} \\ \frac{1.15}{}$$

Na krajevima zida ugraditi po  $4\phi 14$ , spone  $\phi 8/20$

Oko otvora ugraditi po  $2\phi 14$ , spone  $\phi 8/20$



Slika 6.20. Prikaz  $M_{Ed,z} [\text{kNm}]$  i  $V_{Ed,y} [\text{kN}]$  za anvelopu

Kritična poprečna sila	$V_{sd,max}$	68,93	kN
Pričinjeni moment	$M_{sd}$	42,97	kNm
Slom kritične tlačne dijagonale u kritičnom području	$V_{Rd2} = 0,4 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot (0,8 \cdot d)$	810	kN
Minimalni koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_{h,min}$	0,002	zadovoljava
Minimalni koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_{v,min}$	0,001	
Odabранa armatura mreža	obostrano Q283	5,66	$cm^2/m'$
Koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_h$	0,002	> 0,002
Koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_v$	0,002	> 0,001
Nosivost betona na poprečnu silu	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = [c_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$	265,69	kN
Posmični smjer	$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{sd} \cdot l_w}$	0,14	kN
za $\alpha_s < 2$	$V_{Rd,s} = b_{w0} \cdot (0,8 \cdot l_w) \cdot \rho_h \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta$	861,30	kN
			zadovoljava

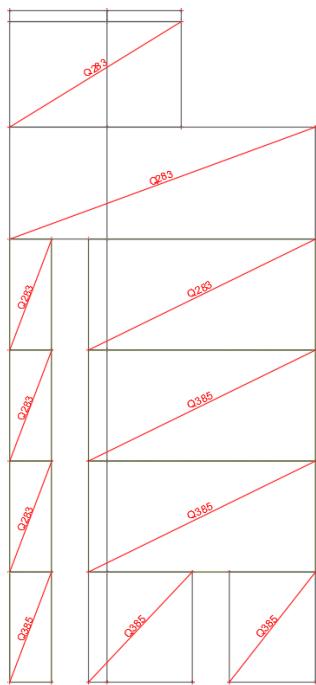
Poprečni presjek	Materijal
b 25 cm	C25/30 $f_{ck} = 25$ MPa
h 300 cm	B500B $f_y = 500$ MPa
$d_1 (d_2) 2,5$ cm	$\gamma_c = 1,50$
d 112,5 cm	$\gamma_s = 1,15$
l <sub>w</sub> 437,5 cm	
$f_{cd} 1,6667$ kN/cm <sup>2</sup>	v= 0,54
$f_{yd} 43,478$ kN/cm <sup>2</sup>	k= 1,42 (<2,0)
	$\rho_l = 67,92$
	$b_{w0}= 25$ cm

Kritična poprečna sila	$V_{sd,max}$	960,72	kN
Pričinjeni moment	$M_{sd}$	1679,03	kNm
Slom kritične tlačne dijagonale u kritičnom području	$V_{Rd2} = 0,4 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot (0,8 \cdot d)$	4410	kN
Minimalni koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_{h,min}$	0,002	zadovoljava
Minimalni koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_{v,min}$	0,001	
Odabranata armatura mreža	obostrano Q385	7,7	$cm^2/m'$
Koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_h$	0,003	> 0,002
Koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_v$	0,003	> 0,001
Nosivost betona na poprečnu silu	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = [c_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$	1331,18	kN
Posmični smjer	$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{sd} \cdot l_w}$	0,40	kN
za $\alpha_s < 2$	$V_{Rd,s} = b_{w0} \cdot (0,8 \cdot l_w) \cdot \rho_h \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta$	1171,74	kN
			zadovoljava

Poprečni presjek	Materijal
b 25 cm	C25/30 $f_{ck} = 25$ MPa
h 300 cm	B500B $f_y = 500$ MPa
$d_1 (d_2) 2,5$ cm	$\gamma_c = 1,50$
d 612,5 cm	$\gamma_s = 1,15$
l <sub>w</sub> 437,5 cm	v= 0,54
$f_{cd} 1,6667$ kN/cm <sup>2</sup>	k= 1,18 (<2,0)
$f_{yd} 43,478$ kN/cm <sup>2</sup>	$\rho_l = 92,4$
	$b_{w0}= 25$ cm

Kritična poprečna sila	$V_{sd,max}$	788,97	kN
Pričinjeni moment	$M_{sd}$	709,06	kNm
Slom kritične tlačne dijagonale u kritičnom području	$V_{Rd2} = 0,4 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot (0,8 \cdot d)$	4410	kN
Minimalni koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_{h,min}$	0,002	zadovoljava
Minimalni koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_{v,min}$	0,001	
Odabranata armatura mreža	obostrano Q283	5,66	$cm^2/m'$
Koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_h$	0,002	> 0,002
Koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_v$	0,002	> 0,001
Nosivost betona na poprečnu silu	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = [c_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$	1201,38	kN
Posmični smjer	$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{sd} \cdot l_w}$	0,21	kN
za $\alpha_s < 2$	$V_{Rd,s} = b_{w0} \cdot (0,8 \cdot l_w) \cdot \rho_h \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta$	861,30	kN
			zadovoljava

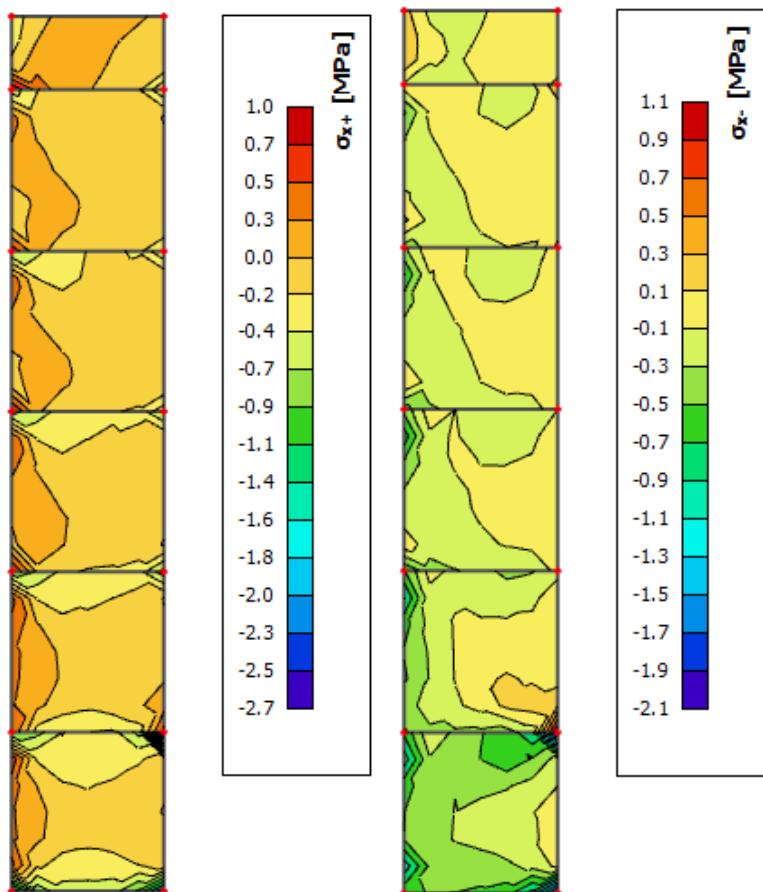
Poprečni presjek	Materijal
b 25 cm	C25/30 $f_{ck} = 25$ MPa
h 300 cm	B500B $f_y = 500$ MPa
$d_1 (d_2) 2,5$ cm	$\gamma_c = 1,50$
d 612,5 cm	$\gamma_s = 1,15$
l <sub>w</sub> 437,5 cm	v= 0,54
$f_{cd} 1,6667$ kN/cm <sup>2</sup>	k= 1,18 (<2,0)
$f_{yd} 43,478$ kN/cm <sup>2</sup>	$\rho_l = 67,92$
	$b_{w0}= 25$ cm



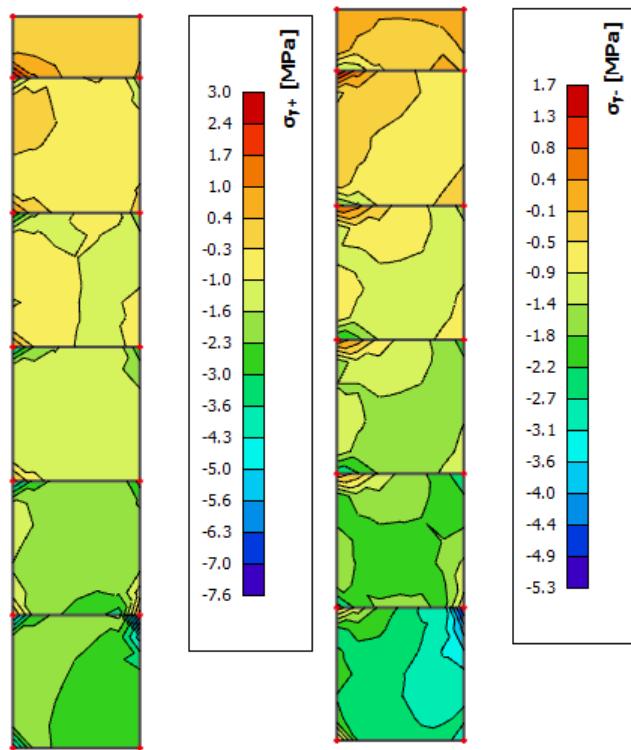
Slika 6.21. Shematski prikaz potrebne armature

ZID U OSI 3:

Kontrola tlačnih naprezanja za nazovistalnu kombinaciju  $GSU: 1,0 \cdot G + 0,3 \cdot Q$



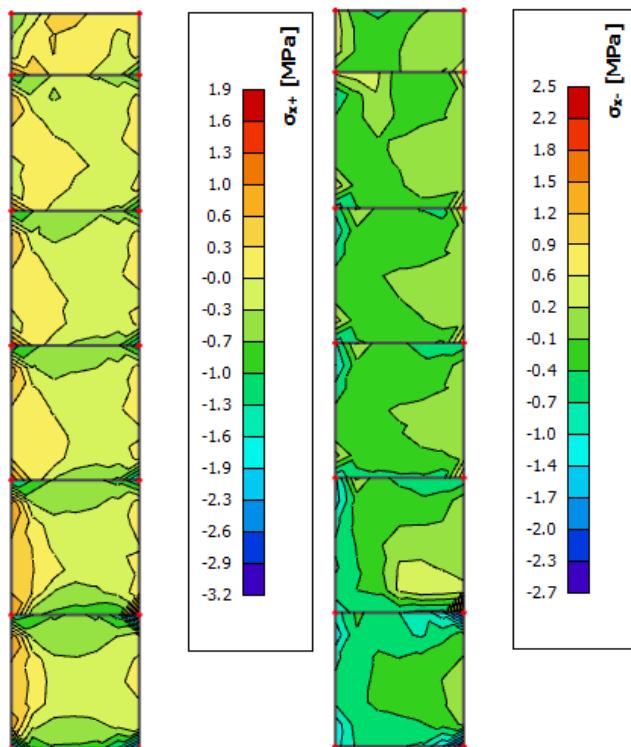
Slika 6.22. Naprezanja u x smjeru  
za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$



Slika 6.23. Naprezanja u y smjeru

(za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$ )

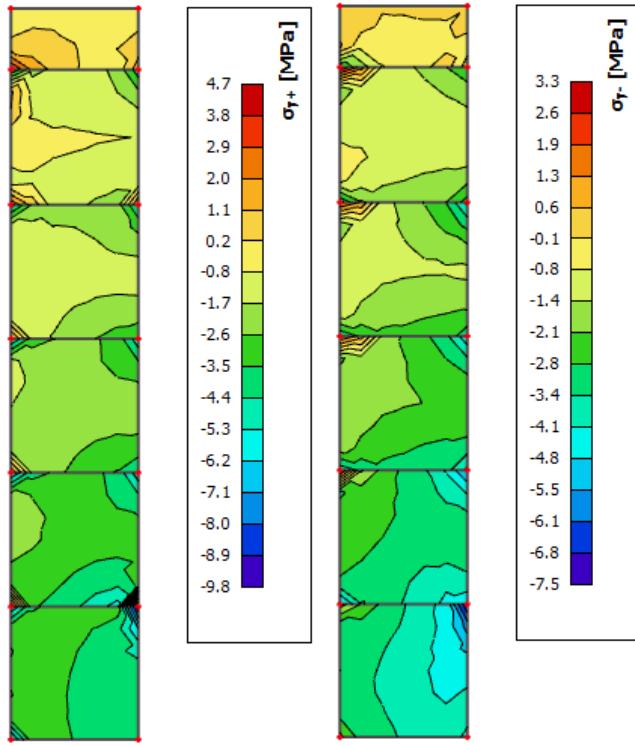
Naprezanja u zidu za anvelopu potresnih kombinacija (GSN\_Sx, GSN\_Sy)



Slika 6.24. Naprezanja u x smjeru

ograničenje srednjeg tlačnog naprezanja za C25/30;  $\sigma_{c,srednje} \leq 0,40 \cdot f_{cd} = 6,7 \text{ MPa}$

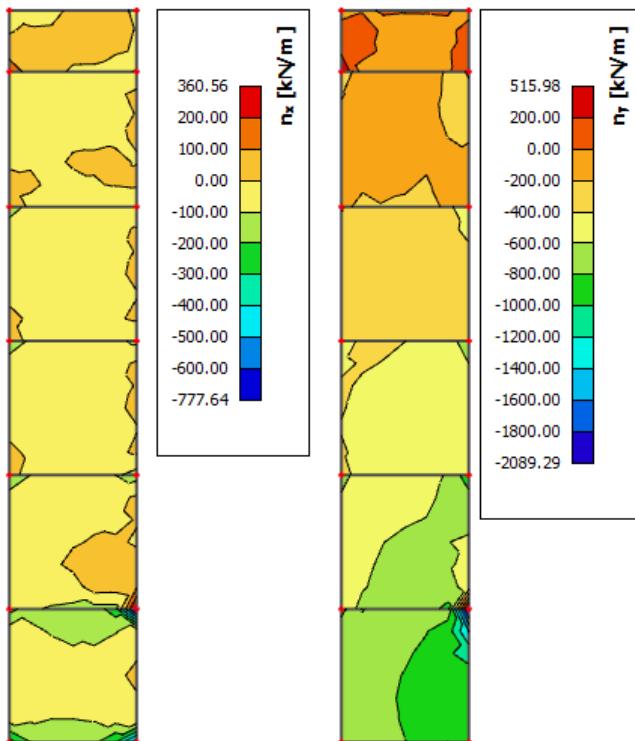
$$\text{lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30; } \sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1.5} = 16,67 \text{ MPa}$$



Slika 6.25. Naprezanja u y smjeru

ograničenje srednjeg tlačnog naprezanja za C25/30;  $\sigma_{c,srednje} \leq 0,40 \cdot f_{cd} = 6,7 \text{ MPa}$

$$\text{lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30; } \sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1.5} = 16,67 \text{ MPa}$$



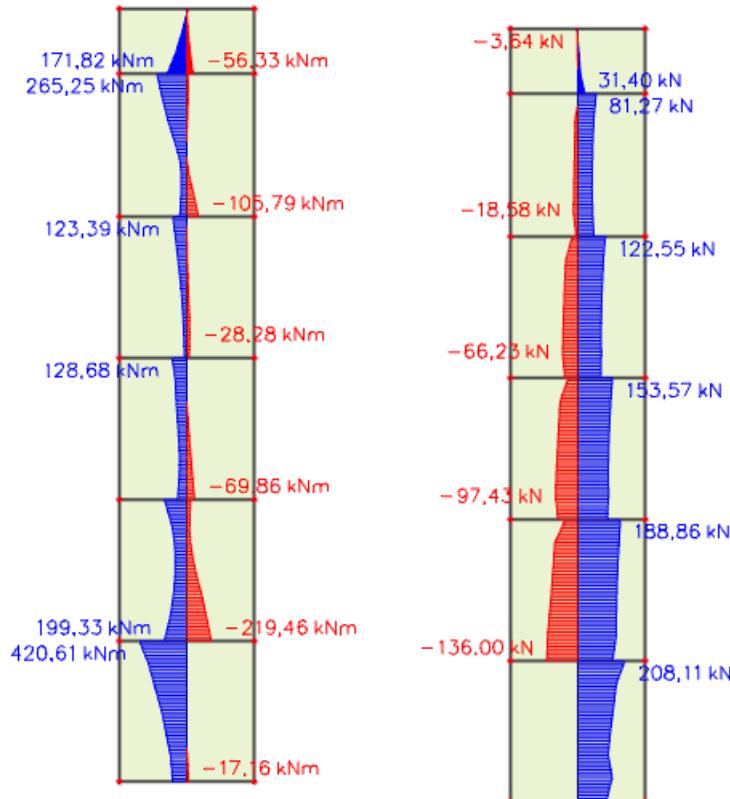
Slika 6.26. Prikaz uzdužnih sila  $n_x$  i  $n_y$  za anvelopu

$$200 \frac{kN}{m} < n_{Ed} < 516 \frac{kN}{m} \rightarrow A_c = (\frac{516}{50})/2 = 5,93 \text{ cm}^2/m, \text{ lokalno, obostrano } \emptyset 12/20$$

$$n_{Ed} < 200 \frac{kN}{m} \rightarrow A_c = (\frac{200}{50})/2 = 2.3 \text{ cm}^2/m, \text{ obostrano Q283}$$

Na krajevima zida ugraditi po 4∅14, spone ∅8/20

Oko otvora ugraditi po 2∅14, spone ∅8/20

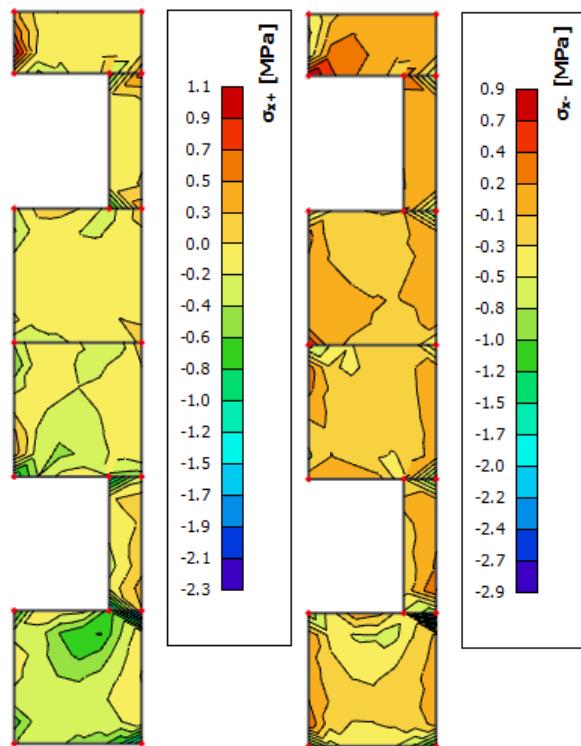


Slika 6.27. Prikaz  $M_{Ed,z}[\text{kNm}]$  i  $V_{Ed,y}[\text{kN}]$  za anvelopu

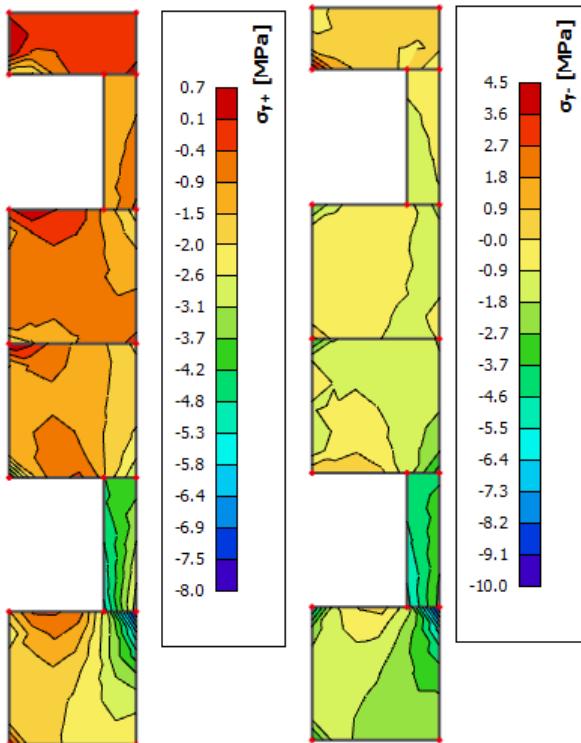
Kritična poprečna sila Pripadni moment	$V_{Sd,max}$	204	kN
Slom kritične tlačne dijagonale u kritičnom području	$M_{Sd}$	219,46	kNm
Minimalni koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_{h,min}$	3528	kN
Minimalni koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_{v,min}$	0,002	zadovoljava
Odabранa armatura mreža	obostrano Q283	0,001	
Koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_h$	5,66	$\text{cm}^2/\text{m}'$
Koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_v$	0,003	> 0,002
Nosivost betona na poprečnu silu	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = [c_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$	0,003	> 0,001
Posmični smjer	$\alpha_s = \frac{M_{Sd}}{V_{Sd} \cdot l_w}$	1035,32	kN
za $\alpha_s < 2$	$V_{Rd,s} = b_{wo} \cdot (0,8 \cdot l_w) \cdot \rho_h \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$	0,38	kN
		561,08	kN
			zadovoljava
<b>Poprečni presjek</b>			
b <span style="background-color: #f0e68c;">20</span> cm	C25/30	$f_{ck}$ <span style="background-color: #f0e68c;">25</span> Mpa	
h <span style="background-color: #f0e68c;">300</span> cm	B500B	$f_y$ <span style="background-color: #f0e68c;">500</span> MPa	
$d_1 (d_2)$ <span style="background-color: #f0e68c;">2,5</span> cm	$\gamma_c = 1,50$	$\gamma_s = 1,15$	
d <span style="background-color: #f0e68c;">612,5</span> cm	v=	0,54	
l <sub>w</sub> <span style="background-color: #f0e68c;">285</span> cm	k=	1,18 (<2,0)	
$f_{cd}$ 1,6667 kN/cm <sup>2</sup>	$\rho_l$ =	84,9	
$f_{yd}$ 43,478 kN/cm <sup>2</sup>	$b_{wo}$ =	20 cm	

ZID U OSI 4:

Kontrola tlačnih naprezanja za nazovistalnu kombinaciju  $GSU: 1,0 \cdot G + 0,3 \cdot Q$

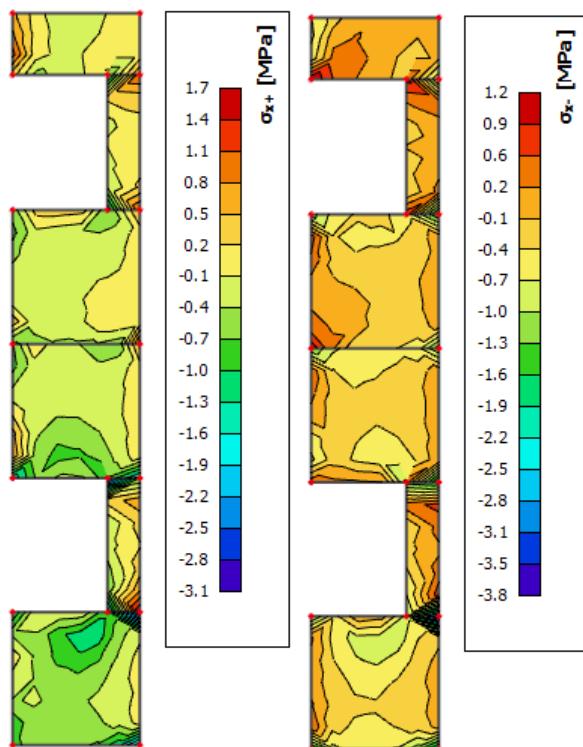


Slika 6.28. Naprezanja u x smjeru  
za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$



Slika 6.29. Naprezanja u y smjeru  
(za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$ )

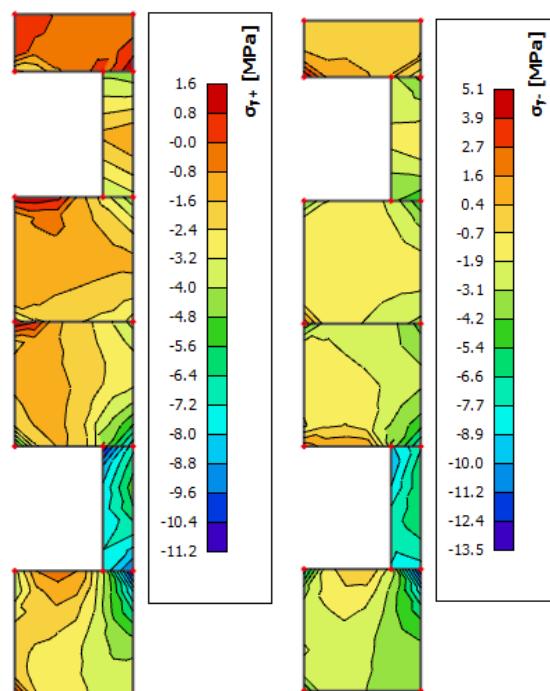
Naprezanja u zidu za anvelopu potresnih kombinacija (GSN\_Sx, GSN\_Sy)



Slika 6.30. Naprezanja u x smjeru

ograničenje srednjeg tlačnog naprezanja za C25/30;  $\sigma_{c,srednje} \leq 0,40 \cdot f_{cd} = 6,7 \text{ MPa}$

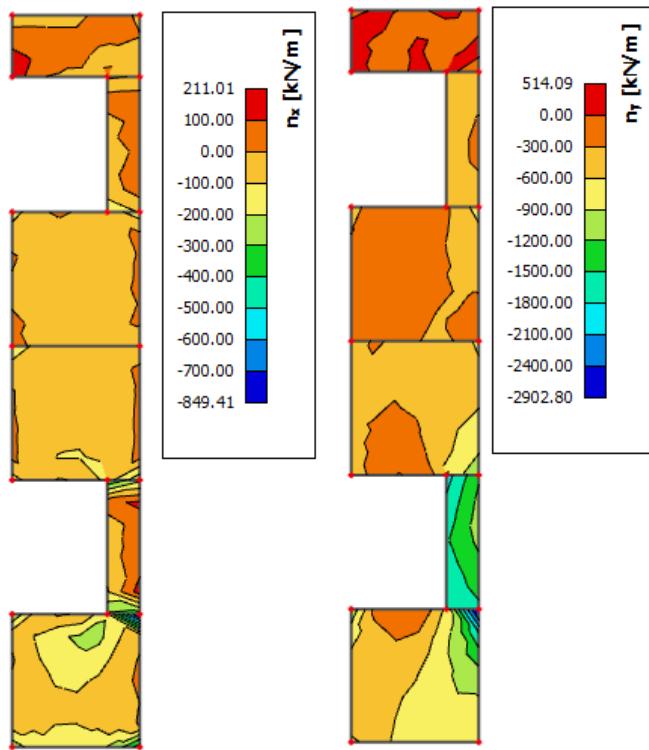
$$\text{lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30; } \sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1.5} = 16,67 \text{ MPa}$$



Slika 6.31. Naprezanja u y smjeru

ograničenje srednjeg tlačnog naprezanja za C25/30;  $\sigma_{c,srednje} \leq 0,40 \cdot f_{cd} = 6,7 \text{ MPa}$

$$\text{lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30; } \sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1.5} = 16,67 \text{ MPa}$$



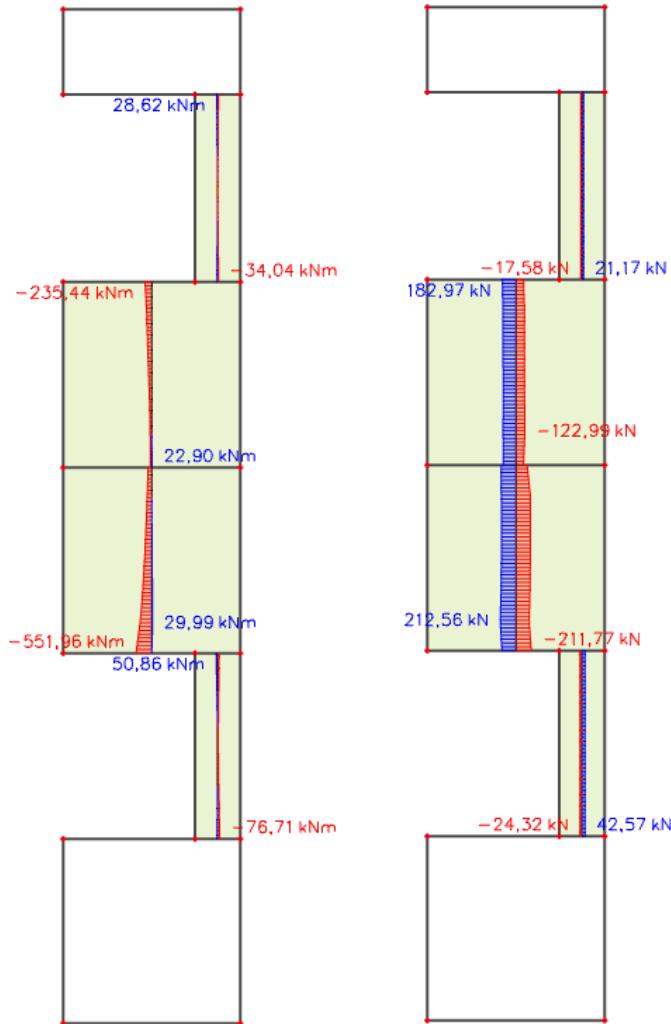
Slika 6.32. Prikaz uzdužnih sila  $n_x$  i  $n_y$  za anvelopu

$$200 \frac{kN}{m} < n_{Ed} < 515 \frac{kN}{m} \rightarrow A_c = \left( \frac{515}{\frac{50}{1.15}} \right) / 2 = 5,92 \text{ cm}^2/\text{m}, \text{lokalno } \emptyset 12/20$$

$$n_{Ed} < 200 \frac{kN}{m} \rightarrow A_c = \left( \frac{200}{\frac{50}{1.15}} \right) / 2 = 2.3 \text{ cm}^2/\text{m}, \text{obostrano Q283}$$

Na krajevima zida ugraditi po 4∅14, spone ∅8/20

Oko otvora ugraditi po 2∅14, spone ∅8/20

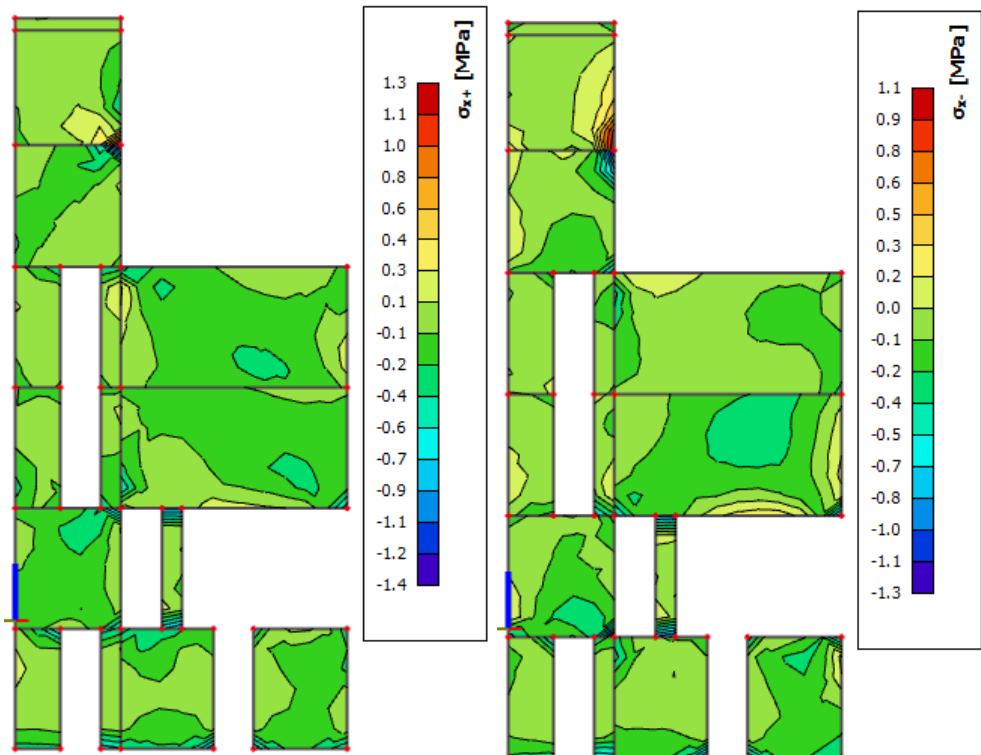


Slika 6.33. Prikaz  $M_{Ed,z}[\text{kNm}]$  i  $V_{Ed,y}[\text{kN}]$  za anvelopu

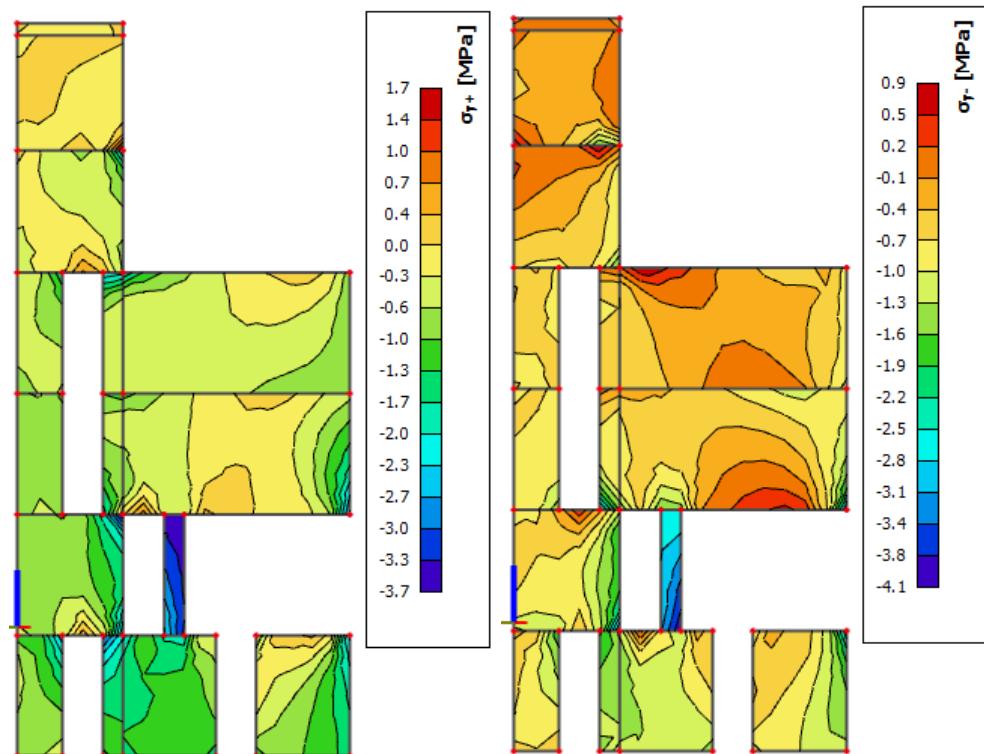
Kritična poprečna sila	$V_{sd,max}$	317,66	kN
Pripadni moment	$M_{sd}$	551,96	kNm
Slom kritične tlačne dijagonale u kritičnom području	$\rho_{h,min}$	3528	kN
Minimalni koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_{v,min}$	0,002	zadovoljava
Minimalni koeficijent armiranja hrpta uzdužno	obostrano Q283	0,001	
Odabранa armatura mreža	$\rho_h$	5,66	$\text{cm}^2/\text{m}'$
Koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_v$	0,003	> 0,002
Koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$V_{Ed} \leq V_{rd,c} = [c_{rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$	0,003	> 0,001
Nosivost betona na poprečnu silu	$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{sd} \cdot l_w}$	1035,32	kN
Posmični smjer		0,61	kN
za $\alpha_s < 2$	$V_{rd,s} = b_{w0} \cdot (0,8 \cdot l_w) \cdot \rho_h \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta$	561,08	kN
			zadovoljava
<b>Poprečni presjek</b>			
b	20 cm	C25/30	$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$
h	300 cm	B500B	$f_y = 500 \text{ MPa}$
$d_1 (d_2)$	2,5 cm		$\gamma_c = 1,50$
d	612,5 cm		$\gamma_s = 1,15$
$l_w$	285 cm		
$f_{cd}$	1,6667 $\text{kN/cm}^2$	v =	0,54
$f_{yd}$	43,478 $\text{kN/cm}^2$	k =	1,18 (<2,0)
		$\rho_l =$	84,9
		$b_{w0} =$	20 cm

ZID U OSI 5:

Kontrola tlačnih naprezanja za nazovistalnu kombinaciju  $GSU: 1,0 \cdot G + 0,3 \cdot Q$

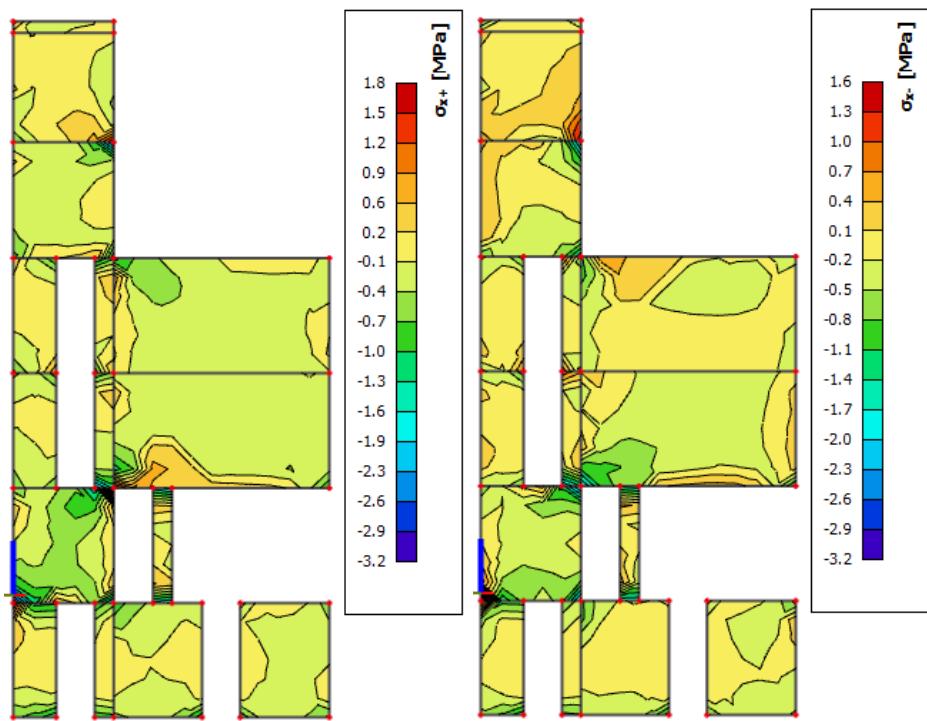


Slika 6.34. Naprezanja u x smjeru  
za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$



Slika 6.35. Naprezanja u y smjeru  
(za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$ )

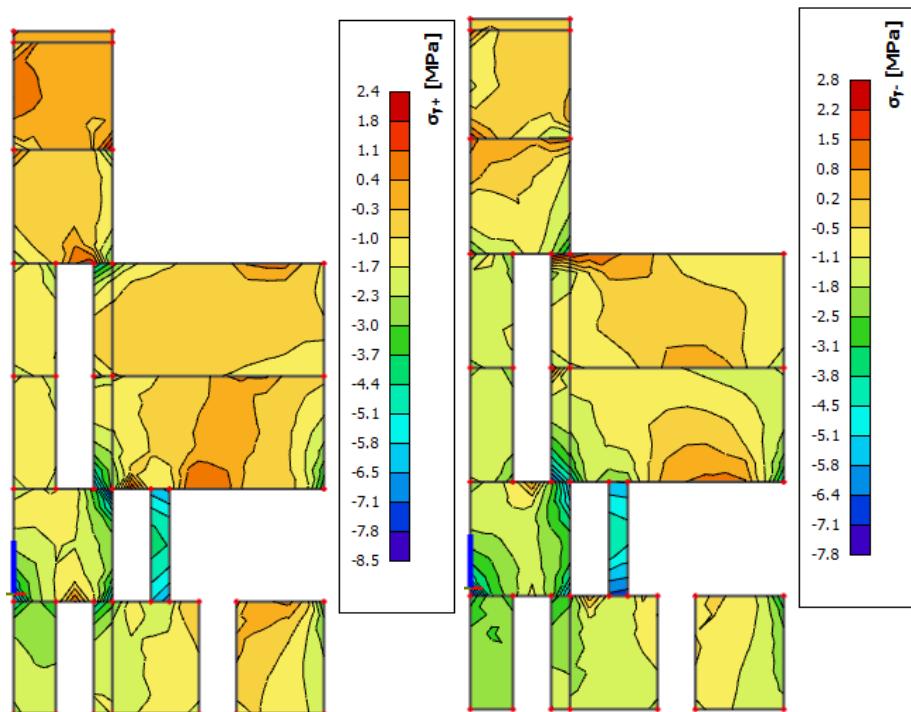
Naprezanja u zidu za anvelopu potresnih kombinacija (GSN\_Sx, GSN\_Sy)



Slika 6.36. Naprezanja u x smjeru

ograničenje srednjeg tlačnog naprezanja za C25/30;  $\sigma_{c,srednje} \leq 0,40 \cdot f_{cd} = 6,7 \text{ MPa}$

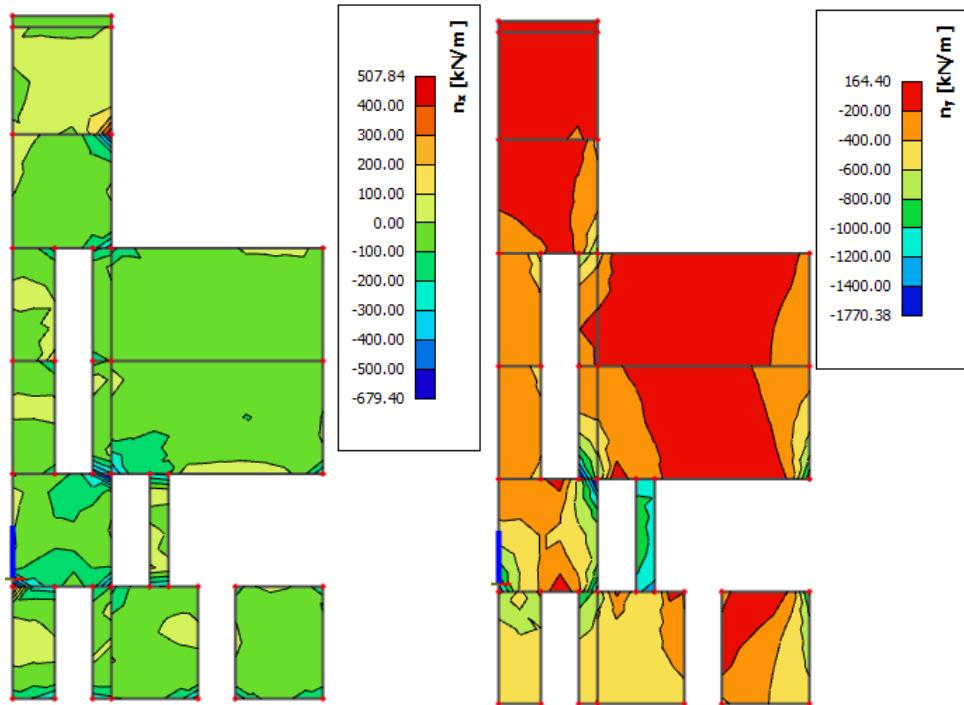
$$\text{lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30; } \sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1.5} = 16,67 \text{ MPa}$$



Slika 6.37. Naprezanja u y smjeru

ograničenje srednjeg tlačnog naprezanja za C25/30;  $\sigma_{c,srednje} \leq 0,40 \cdot f_{cd} = 6,7 \text{ MPa}$

$$\text{lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30; } \sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1.5} = 16,67 \text{ MPa}$$

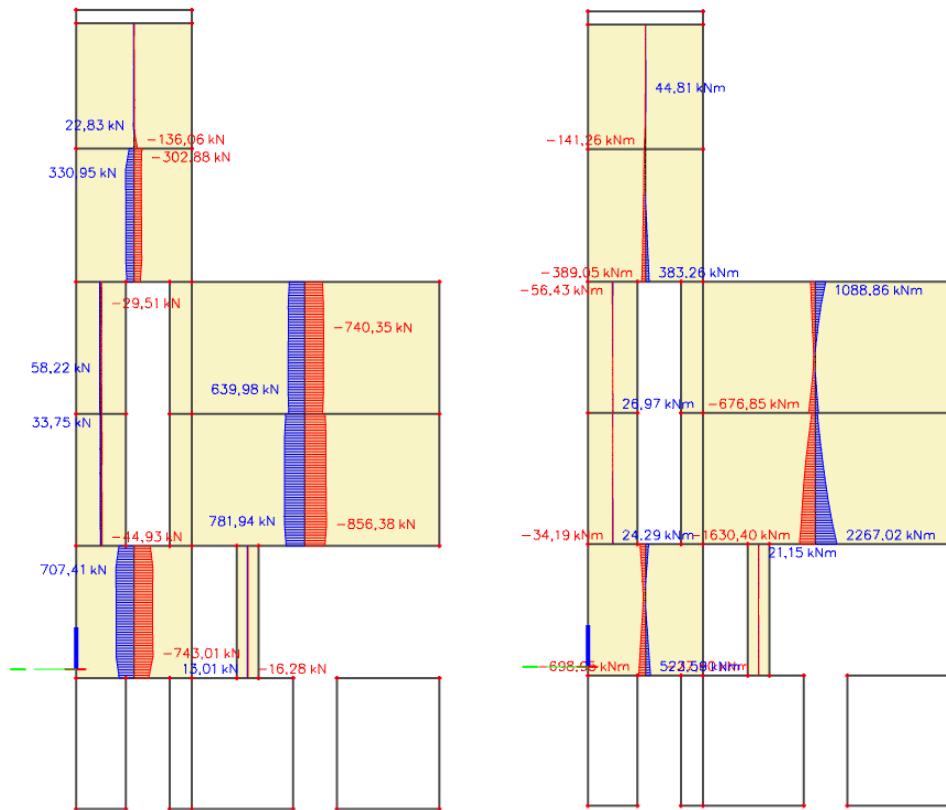


Slika 6.38. Prikaz uzdužnih sila  $n_x$  i  $n_y$  za anvelopu

$$n_{Ed} < 200 \frac{kN}{m} \rightarrow A_c = \left( \frac{200}{\frac{50}{1.15}} \right) / 2 = 2.3 \text{ cm}^2/\text{m}, \text{ obostrano Q283}$$

Na krajevima zida ugraditi po  $4\phi 14$ , spone  $\phi 8/20$

Oko otvora ugraditi po  $2\phi 14$ , spone  $\phi 8/20$



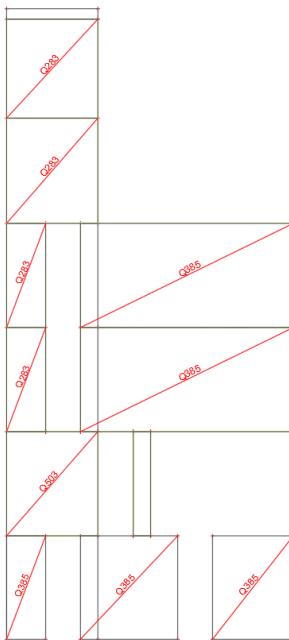
Slika 6.39. Prikaz  $M_{Ed,z}[kNm]$  i  $V_{Ed,y}[kN]$  za anvelopu

Kritična poprečna sila	$V_{sd,max}$	496,43	kN
Pripadni moment	$M_{sd}$	389,05	kNm
Slom kritične tlače dijagonale u kritičnom području	$V_{Rd2} = 0,4 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot (0,8 \cdot d)$	1890	kN zadovoljava
Minimalni koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_{h,min}$	0,002	
Minimalni koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_{v,min}$	0,001	
Odarbana armatura mreža	obotstrano Q283	5,66	$cm^2/m'$
Koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_h$	0,002	> 0,002
Koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_v$	0,002	> 0,001
Nosivost betona na poprečnu silu	$V_{ed} \leq V_{Rd,c} = [c_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_t \cdot f_{ck})^{1/3} + k \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$	556,45	kN
Posmični smjer	$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{sd-hw}}$	0,27	kN
za $\alpha_s < 2$	$V_{Rd,s} = b_{wo} \cdot (0,8 \cdot l_w) \cdot \rho_h \cdot f_{yw,d} \cdot \cot\theta$	561,08	kN zadovoljava

Poprečni presjek	Materijal
b <span style="background-color: #e0c0a0;">25</span> cm	C25/30 <span style="background-color: #e0c0a0;">f<sub>ck</sub></span> <span style="background-color: #e0c0a0;">25</span> MPa
h <span style="background-color: #e0c0a0;">300</span> cm	B500B <span style="background-color: #e0c0a0;">f<sub>y</sub></span> <span style="background-color: #e0c0a0;">500</span> MPa
d <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> ) <span style="background-color: #e0c0a0;">2,5</span> cm	$\gamma_c = 1,50$
d <span style="background-color: #e0c0a0;">262,5</span> cm	$\gamma_s = 1,15$
l <sub>w</sub> <span style="background-color: #e0c0a0;">285</span> cm	v= 0,54
f <sub>cd</sub> 1,6667 kN/cm <sup>2</sup>	k= 1,28 (<2,0)
f <sub>yd</sub> 43,478 kN/cm <sup>2</sup>	$\rho_i = 67,92$
	b <sub>wo</sub> = 25 cm

Kritična poprečna sila	$V_{sd,max}$	1114,52	kN
Pripadni moment	$M_{sd}$	698,95	kNm
Slom kritične tlačne dijagonale u kritičnom području	$V_{Rd2} = 0,4 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot (0,8 \cdot d)$	1890	kN zadovoljava
Minimalni koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_{h,min}$	0,002	
Minimalni koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_{v,min}$	0,001	
Odabrana armatura mreža	obostrano Q503	10,06	$cm^2/m'$
Koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_h$	0,004	> 0,002
Koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_v$	0,004	> 0,001
Nosivost betona na poprečnu silu	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[ c_{rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_t \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$	674,04	kN
Posmični smjer	$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{sd-hw}}$	0,22	kN
za $\alpha_s < 2$	$V_{Rd,s} = b_{wo} \cdot (0,8 \cdot I_w) \cdot \rho_h \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$	997,25	kN ne zadovoljava

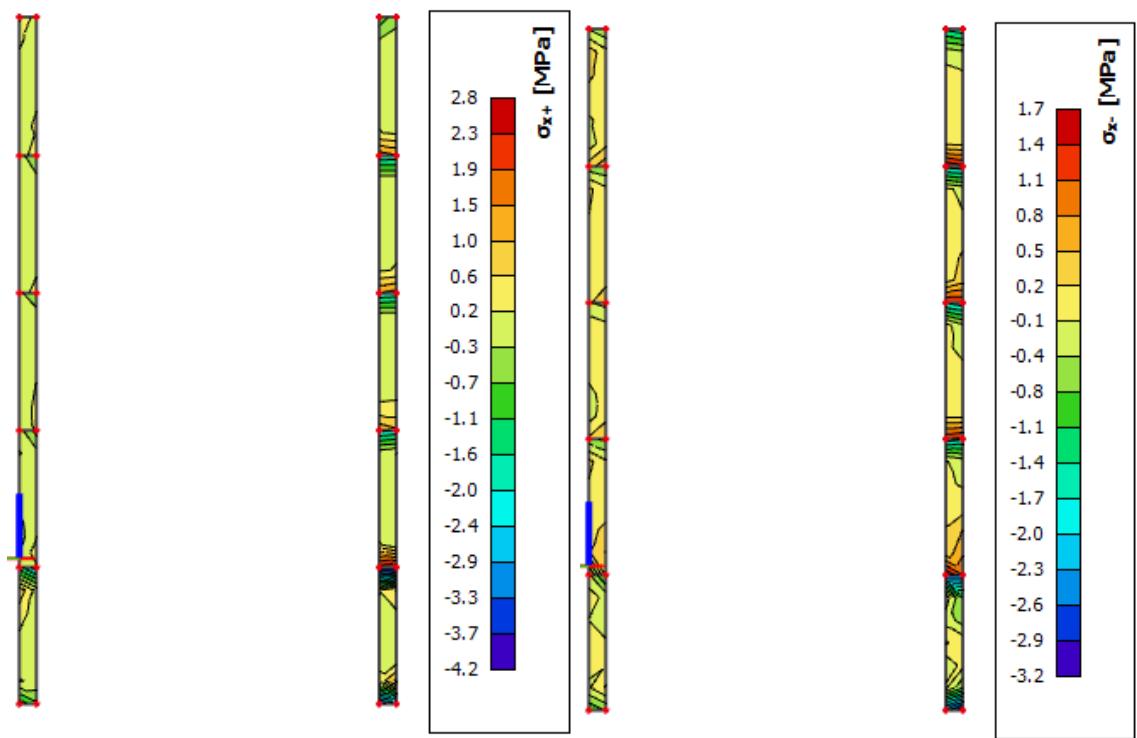
Poprečni presjek	Materijal
b <span style="background-color: #e0c0a0;">25</span> cm	C25/30 <span style="background-color: #e0c0a0;">f<sub>ck</sub></span> 25 Mpa
h <span style="background-color: #e0c0a0;">300</span> cm	B500B <span style="background-color: #e0c0a0;">f<sub>y</sub></span> 500 MPa
d <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> ) <span style="background-color: #e0c0a0;">2,5</span> cm	$\gamma_c = 1,50$
d <span style="background-color: #e0c0a0;">262,5</span> cm	$\gamma_s = 1,15$
l <sub>w</sub> <span style="background-color: #e0c0a0;">285</span> cm	v= 0,54
f <sub>cd</sub> 1,6667 kN/cm <sup>2</sup>	k= 1,28 (<2,0)
f <sub>yd</sub> 43,478 kN/cm <sup>2</sup>	$\rho_i = 120,72$
	b <sub>wo</sub> = 25 cm



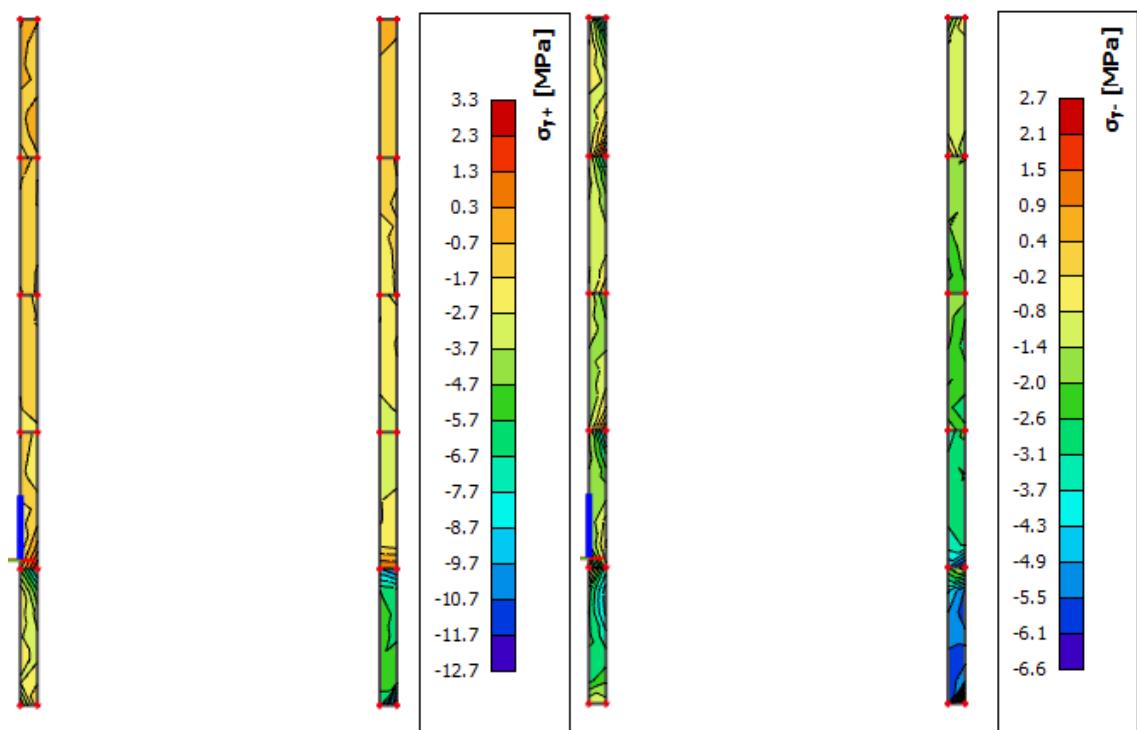
Slika 6.40. Shematski prikaz potrebne armature

ZID U OSI 6:

Kontrola tlačnih naprezanja za nazovistalnu kombinaciju  $GSU: 1,0 \cdot G + 0,3 \cdot Q$

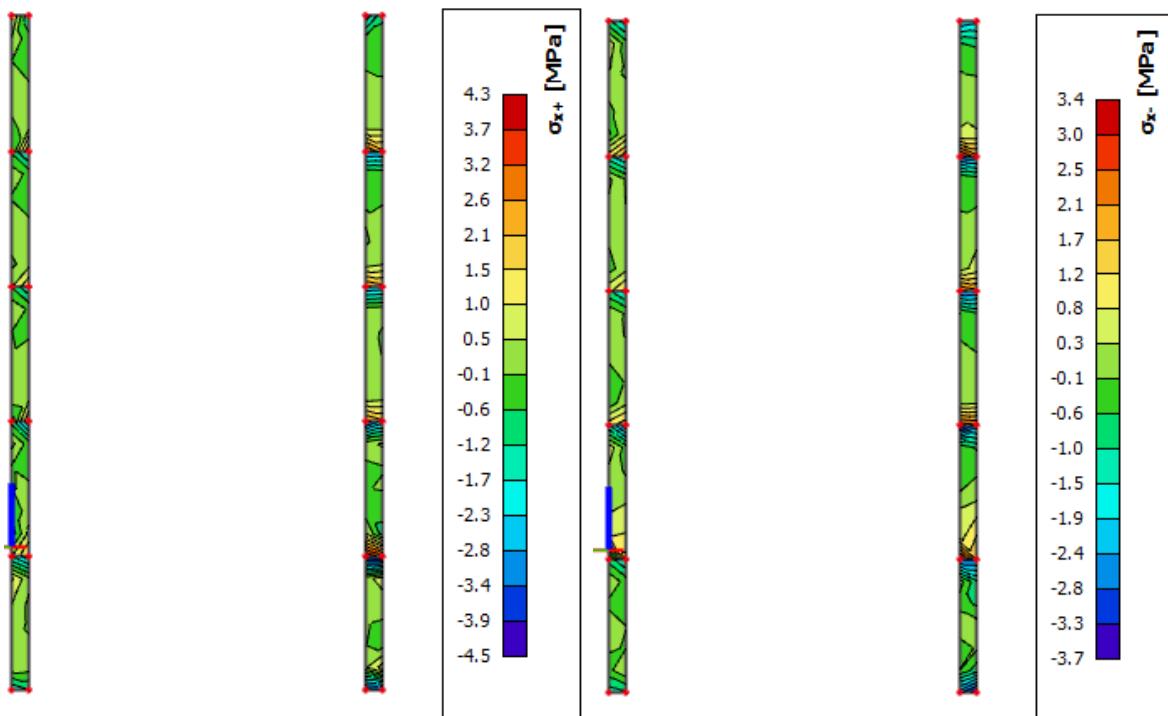


*Slika 6.41. Naprezanja u x smjeru  
za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$*



*Slika 6.42. Naprezanja u y smjeru  
(za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$ )*

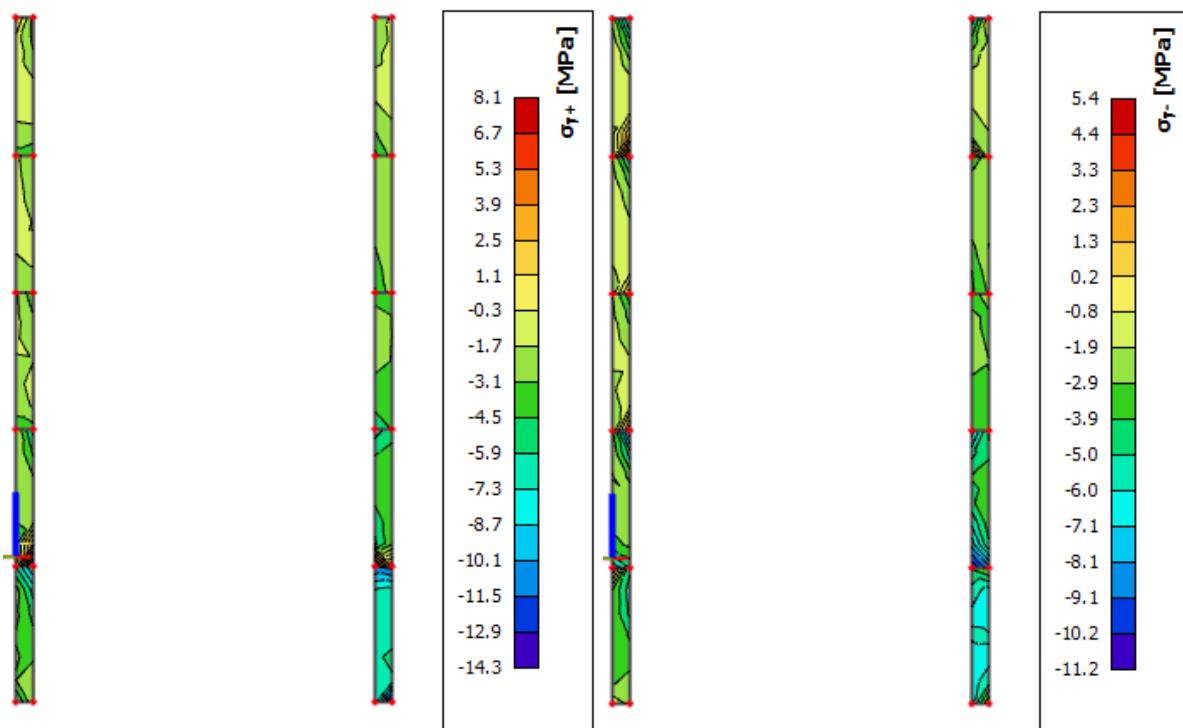
Naprezanja u zidu za anvelopu potresnih kombinacija (GSN\_Sx, GSN\_Sy)



Slika 6.43. Naprezanja u x smjeru

ograničenje srednjeg tlačnog naprezanja za C25/30;  $\sigma_{c,srednje} \leq 0,40 \cdot f_{cd} = 6,7 \text{ MPa}$

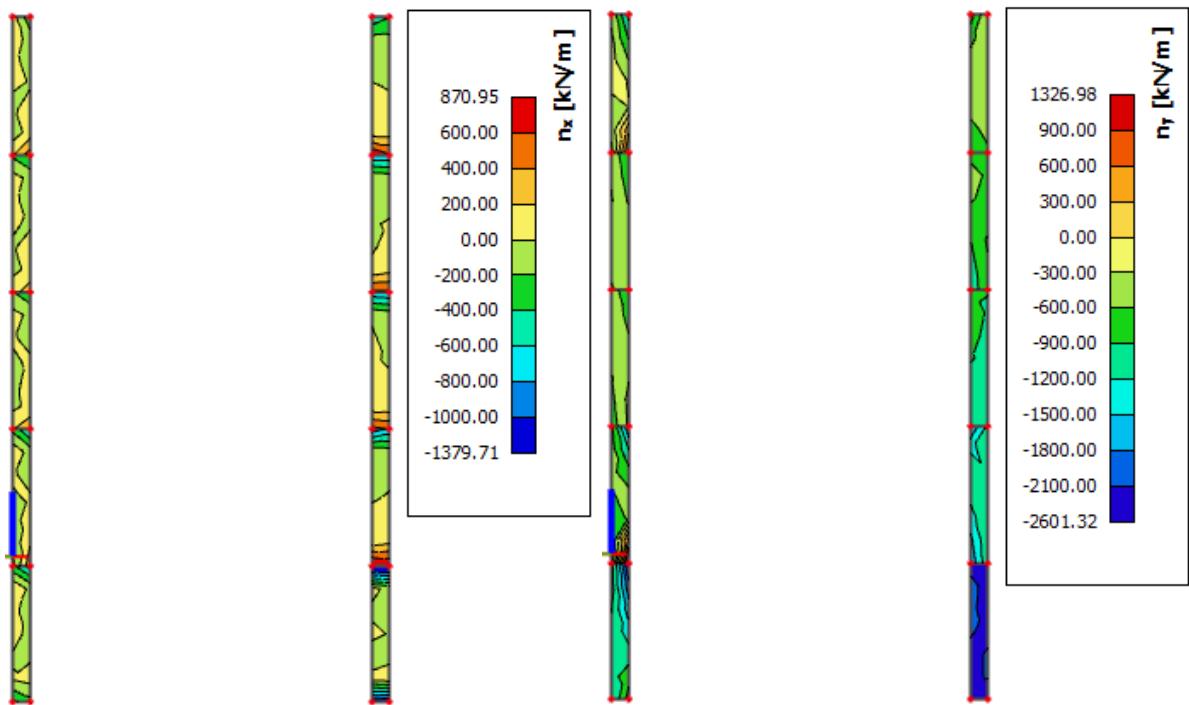
$$\text{lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30; } \sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1.5} = 16,67 \text{ MPa}$$



Slika 6.44. Naprezanja u y smjeru

ograničenje srednjeg tlačnog naprezanja za C25/30;  $\sigma_{c,srednje} \leq 0,40 \cdot f_{cd} = 6,7 \text{ MPa}$

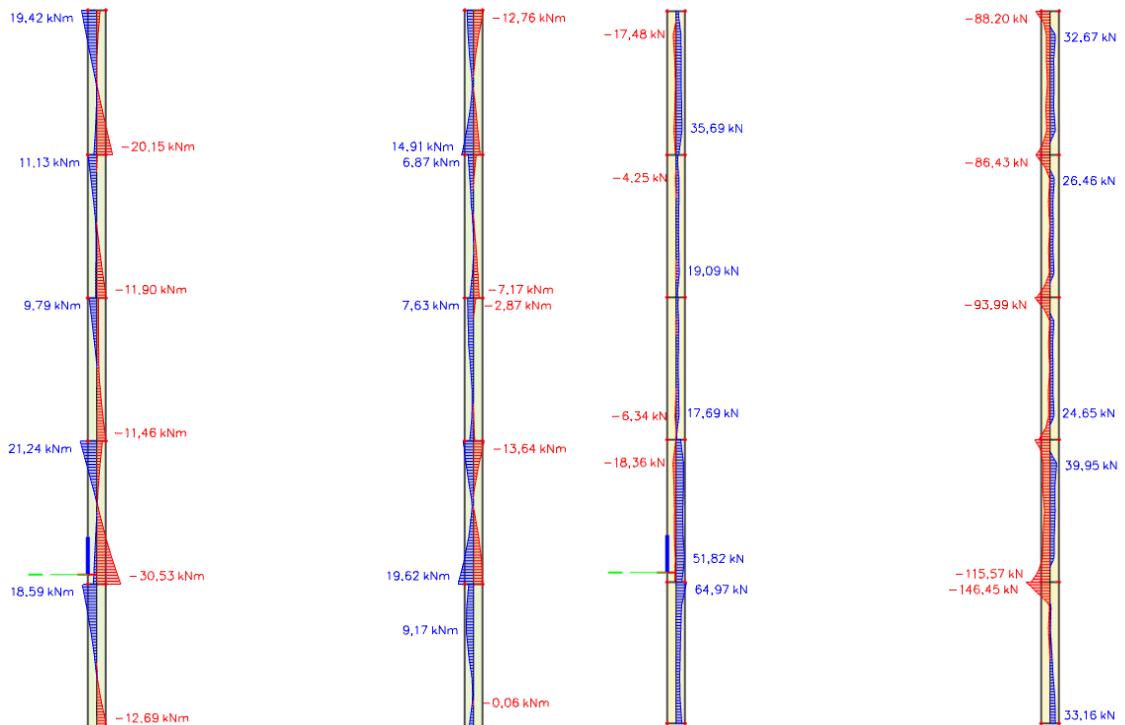
$$\text{lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30; } \sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1.5} = 16,67 \text{ MPa}$$



Slika 6.45. Prikaz uzdužnih sila  $n_x$  i  $n_y$  za anvelopu

$$n_{Ed} < 200 \frac{kN}{m} \rightarrow A_c = \left( \frac{200}{\frac{50}{1.15}} \right) / 2 = 2.3 \text{ cm}^2/\text{m}, \text{ obostrano } 3\varnothing 14$$

Ugraditi spone  $\varnothing 8/20$



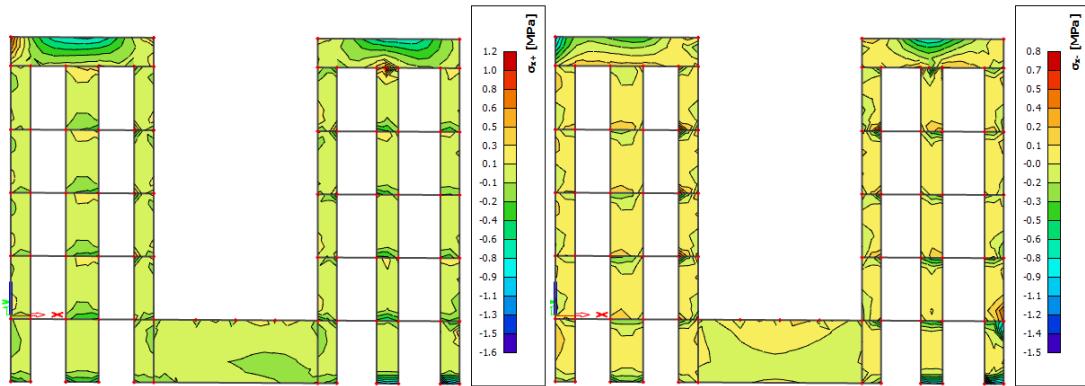
Slika 6.46. Prikaz  $M_{Ed,z}$  [kNm] i  $V_{Ed,y}$  [kN] za anvelopu

Kritična poprečna sila	$V_{sd,max}$	219,68	kN
Pripadni moment	$M_{sd}$	19,62	kNm
Slom kritične tlačne dijagonale u kritičnom području	$V_{Rd2} = 0,4 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot (0,8 \cdot d)$	1890	kN
Minimalni koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_{h,min}$	0,002	zadovoljava
Minimalni koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_{v,min}$	0,001	
Odabrana armatura mreža	obostroano 3014	9,24	$cm^2/m'$
Koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_h$	0,004	> 0,002
Koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_v$	0,004	> 0,001
Nosivost betona na poprečnu silu	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = [c_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_t \cdot f_{ck})^{1/3} + k \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$	655,20	kN
Posmični smjer za $\alpha_s < 2$	$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{sd} \cdot h}$	0,03	kN
	$V_{Rd,s} = b_{w0} \cdot (0,8 \cdot I_w) \cdot \rho_h \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta$	915,97	kN
			zadovoljava

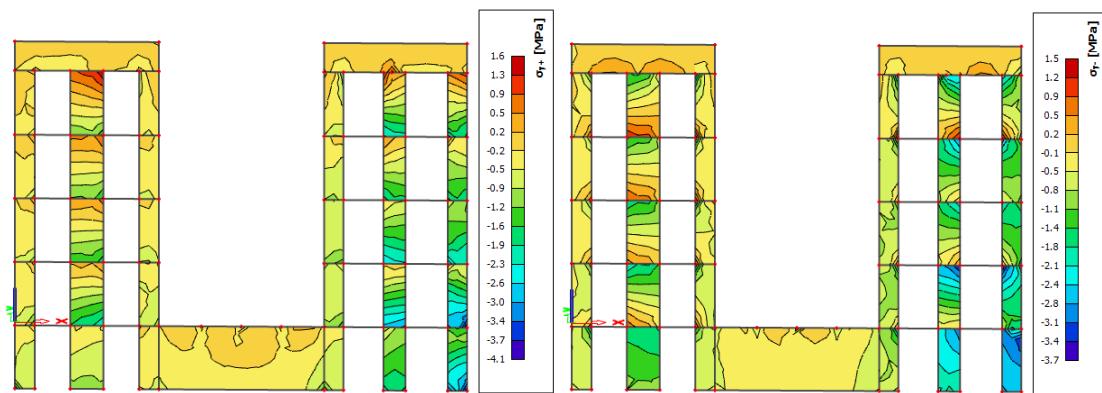
Poprečni presjek	Materijal
b 25 cm	C25/30 $f_{ck} = 25$ MPa
h 300 cm	B500B $f_y = 500$ MPa
$d_1 (d_2) 2,5$ cm	$\gamma_c = 1,50$
d 262,5 cm	$\gamma_s = 1,15$
Iw 285 cm	
$f_{cd} 1,6667$ kN/cm <sup>2</sup>	v= 0,54
$f_{yd} 43,478$ kN/cm <sup>2</sup>	k= 1,28 (<2,0)
	$\rho_l = 110,88$
	$b_{w0}= 25$ cm

### ZID U OSI A:

Kontrola tlačnih naprezanja za nazovistalnu kombinaciju  $GSU: 1,0 \cdot G + 0,3 \cdot Q$

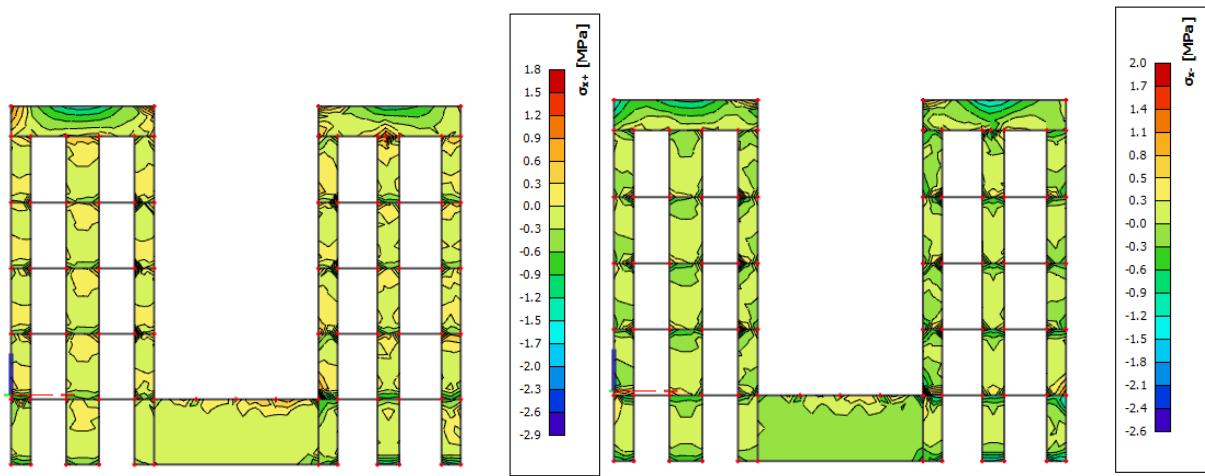


Slika 6.47. Naprezanja u x smjeru  
za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25$  MPa



Slika 6.48. Naprezanja u y smjeru  
(za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25$  MPa)

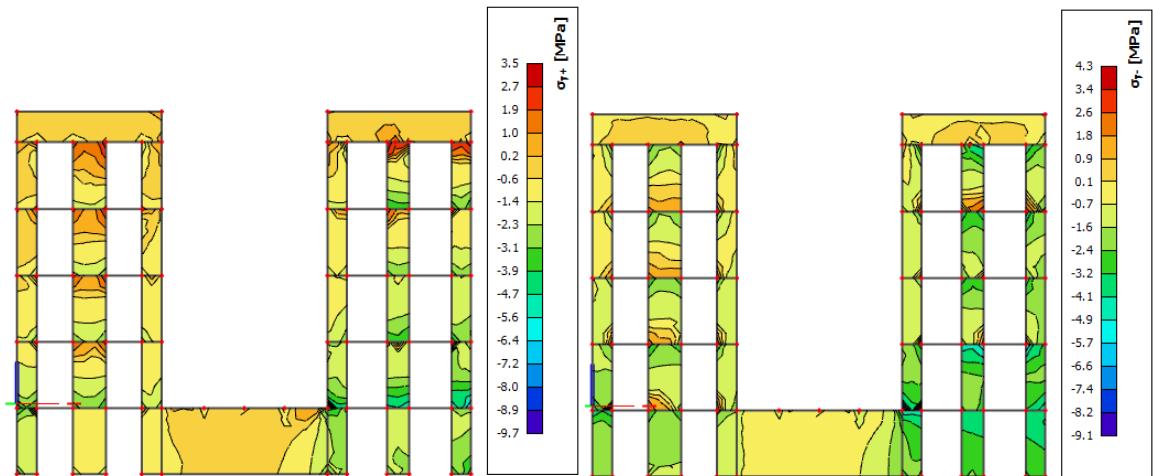
### Naprezanja u zidu za anvelopu potresnih kombinacija (GSN\_Sx, GSN\_Sy)



Slika 6.49. Naprezanja u x smjeru

ograničenje srednjeg tlačnog naprezanja za C25/30;  $\sigma_{c,srednje} \leq 0,40 \cdot f_{cd} = 6,7 \text{ MPa}$

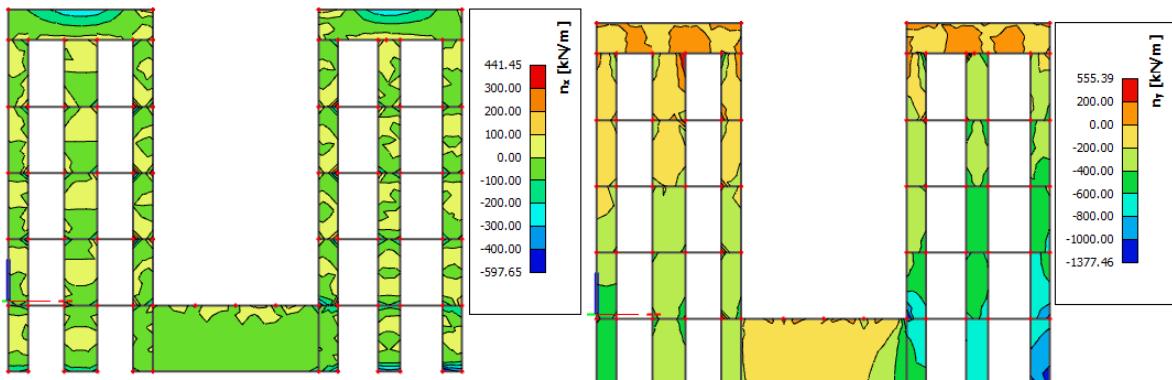
$$\text{lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30; } \sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1.5} = 16,67 \text{ MPa}$$



Slika 6.50. Naprezanja u y smjeru

ograničenje srednjeg tlačnog naprezanja za C25/30;  $\sigma_{c,srednje} \leq 0,40 \cdot f_{cd} = 6,7 \text{ MPa}$

$$\text{lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30; } \sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1.5} = 16,67 \text{ MPa}$$



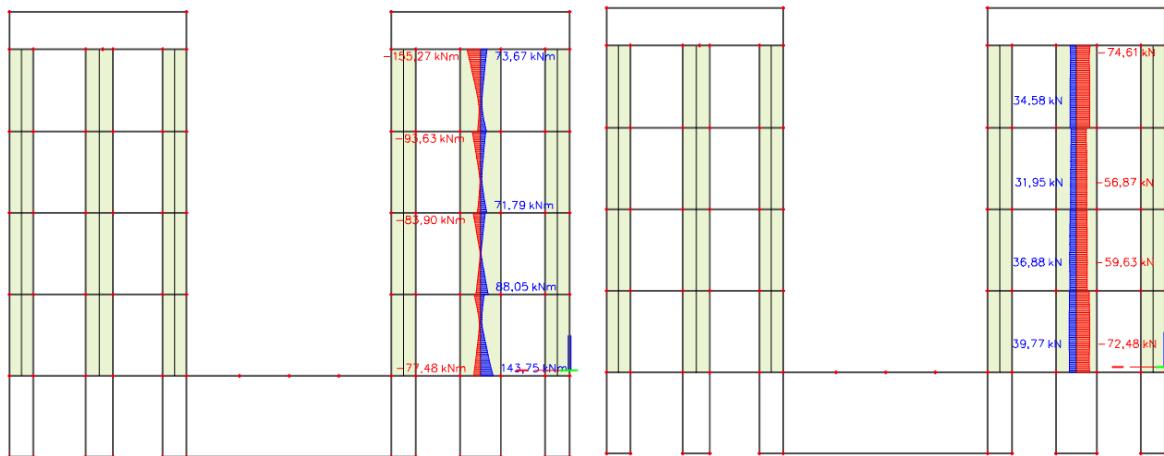
Slika 6.51. Prikaz uzdužnih sila  $n_x$  i  $n_y$  za anvelopu

$$200 \frac{kN}{m} < n_{Ed} < 555 \frac{kN}{m} \rightarrow A_c = (\frac{555}{50})/2 \frac{1.15}{1.15} = 6.4 \text{ cm}^2/\text{m}, \text{ lokalno, obostrano } \emptyset 12/15 \text{ cm}$$

$$n_{Ed} < 200 \frac{kN}{m} \rightarrow A_c = (\frac{200}{50})/2 = 2.3 \text{ cm}^2/\text{m}, \text{ obostrano Q283}$$

Na krajevima zida ugraditi po 4∅14, spone ∅8/20

Oko otvora ugraditi po 2∅14, spone ∅8/20



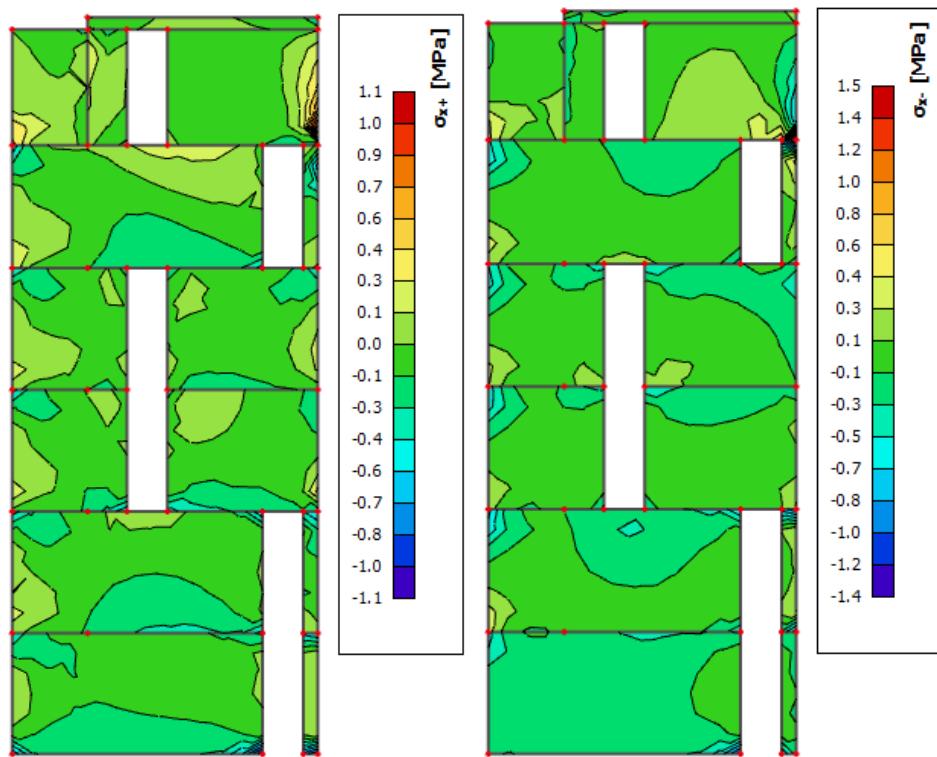
Slika 6.52. Prikaz  $M_{Ed,z}[\text{kNm}]$  i  $V_{Ed,y}[\text{kN}]$  za anvelopu

Kritična poprečna sila Pripadni moment	$V_{sd,max}$	108,72	kN
Slom kritične tlačne dijagonale u kritičnom području	$M_{sd}$	143,75	kNm
Minimalni koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_{h,min}$	1890	kN
Minimalni koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_{v,min}$	0,002	zadovoljava
Odabранa armatura mreža	obostrano Q283	0,001	
Koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_h$	5,66	$\text{cm}^2/\text{m}'$
Koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_v$	0,002	> 0,002
Nosivost betona na poprečnu silu	$V_{Ed} \leq V_{rd,c}$	0,002	> 0,001
Posmični smjer	$V_{rd,c} = [c_{rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_t \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$	556,45	kN
za $\alpha_s < 2$	$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{sd} \cdot l_w}$	0,88	kN
	$V_{rd,s} = b_w \cdot (0,8 \cdot l_w) \cdot \rho_h \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta$	295,30	kN
			zadovoljava

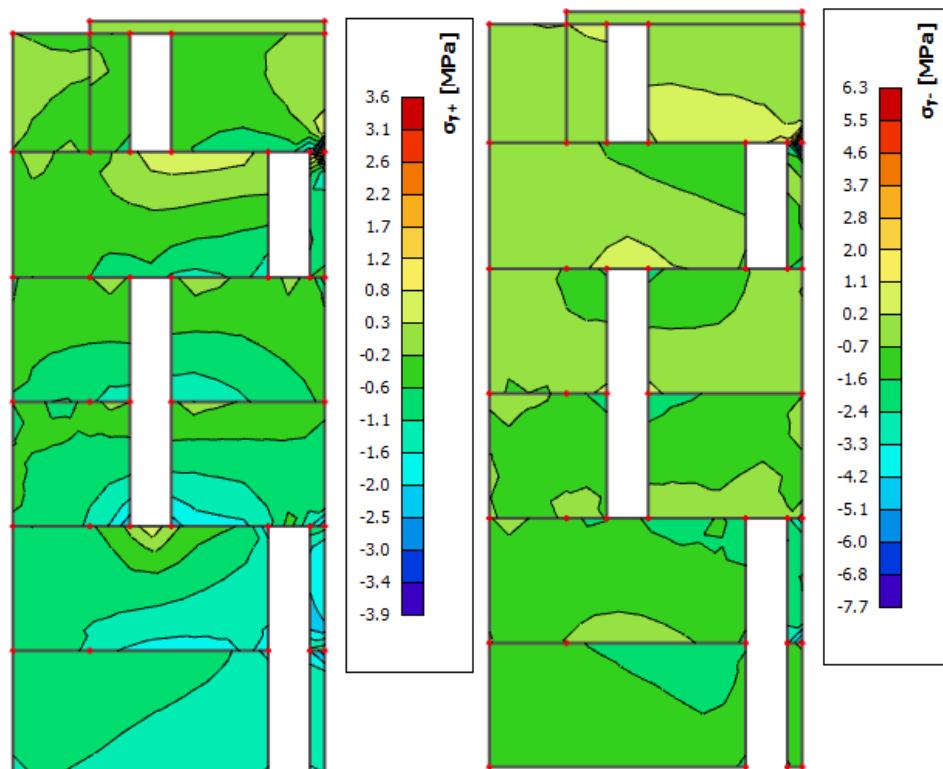
Poprečni presjek	Materijal
$b \quad 25 \text{ cm}$	$f_{ck} \quad 25 \text{ MPa}$
$h \quad 300 \text{ cm}$	$f_y \quad 500 \text{ MPa}$
$d_1 (d_2) \quad 2,5 \text{ cm}$	$\gamma_c = 1,50$
$d \quad 262,5 \text{ cm}$	$\gamma_s = 1,15$
$l_w \quad 150 \text{ cm}$	
$f_{cd} \quad 1,6667 \text{ kN/cm}^2$	$v = \quad 0,54$
$f_{yd} \quad 43,478 \text{ kN/cm}^2$	$k = \quad 1,28 (< 2,0)$
	$\rho_t = \quad 67,92$
	$b_{wo} = \quad 25 \text{ cm}$

ZID U OSI B:

Kontrola tlačnih naprezanja za nazovistalnu kombinaciju  $GSU: 1,0 \cdot G + 0,3 \cdot Q$

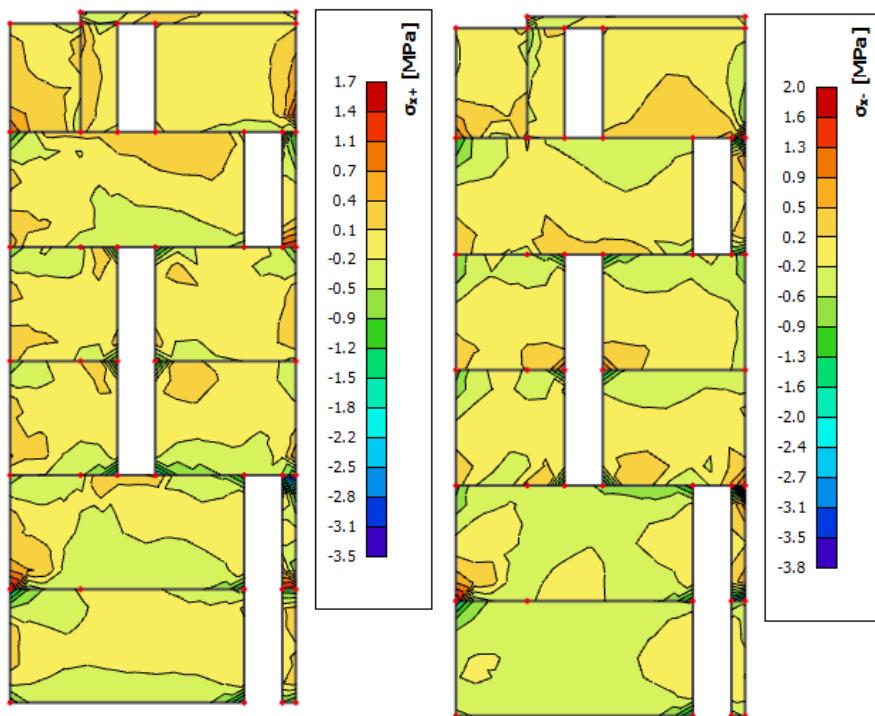


Slika 6.53. Naprezanja u x smjeru  
za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$



Slika 6.54. Naprezanja u y smjeru  
(za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$ )

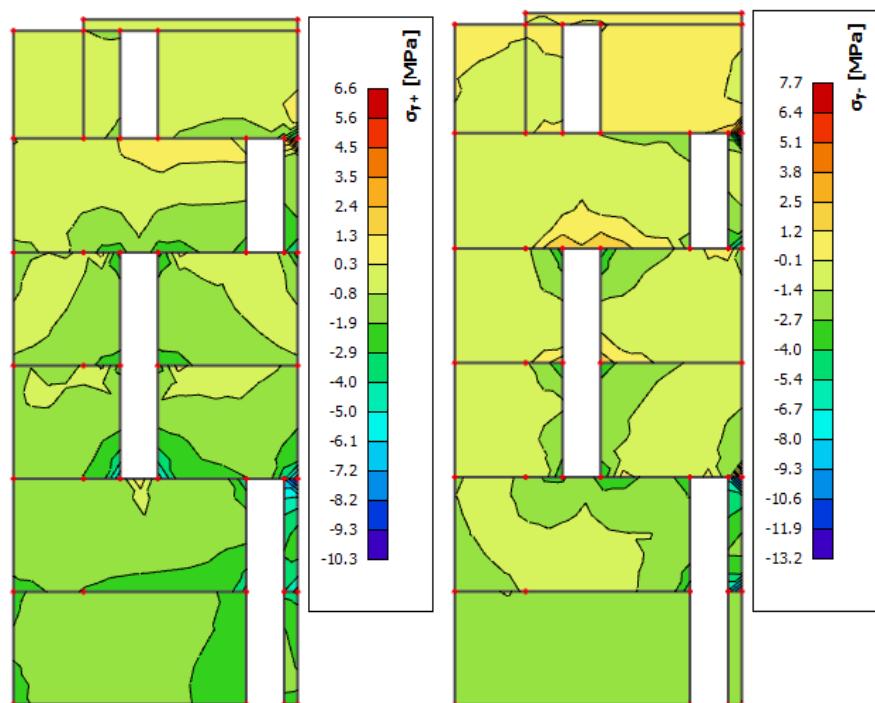
Naprezanja u zidu za anvelopu potresnih kombinacija (GSN\_Sx, GSN\_Sy)



Slika 6.55. Naprezanja u x smjeru

ograničenje srednjeg tlačnog naprezanja za C25/30;  $\sigma_{c,srednje} \leq 0,40 \cdot f_{cd} = 6,7 \text{ MPa}$

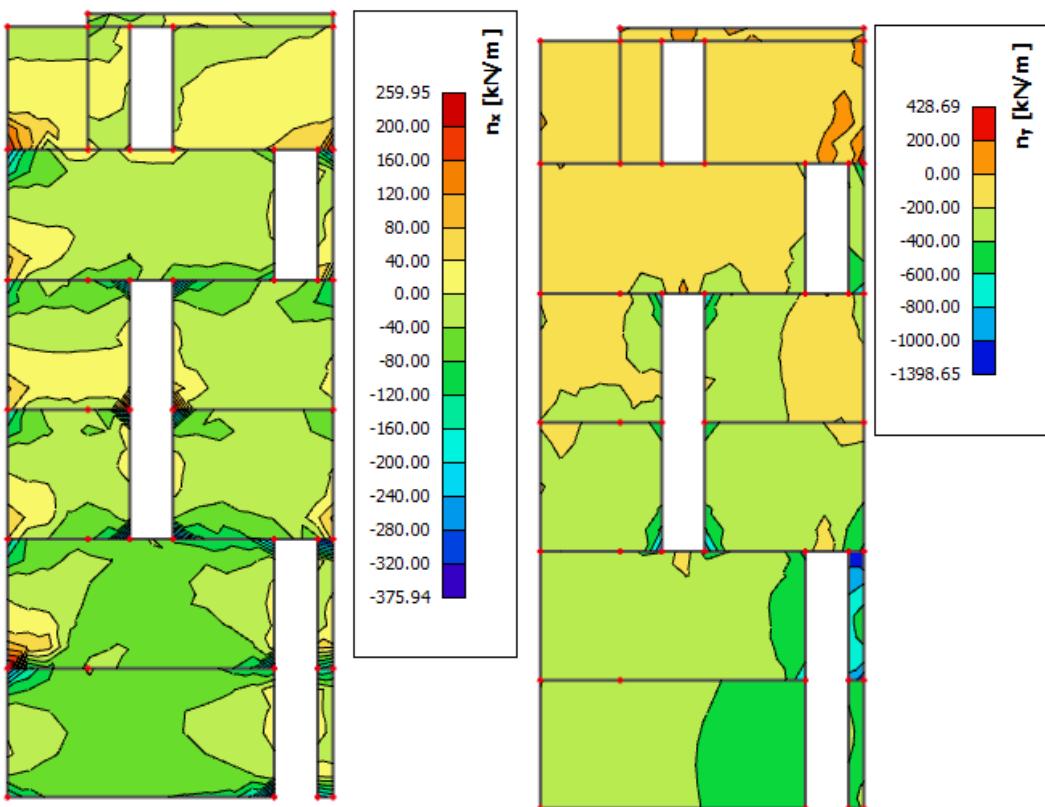
$$\text{lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30; } \sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1.5} = 16,67 \text{ MPa}$$



Slika 6.56. Naprezanja u y smjeru

ograničenje srednjeg tlačnog naprezanja za C25/30;  $\sigma_{c,srednje} \leq 0,40 \cdot f_{cd} = 6,7 \text{ MPa}$

$$\text{lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30; } \sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1.5} = 16,67 \text{ MPa}$$



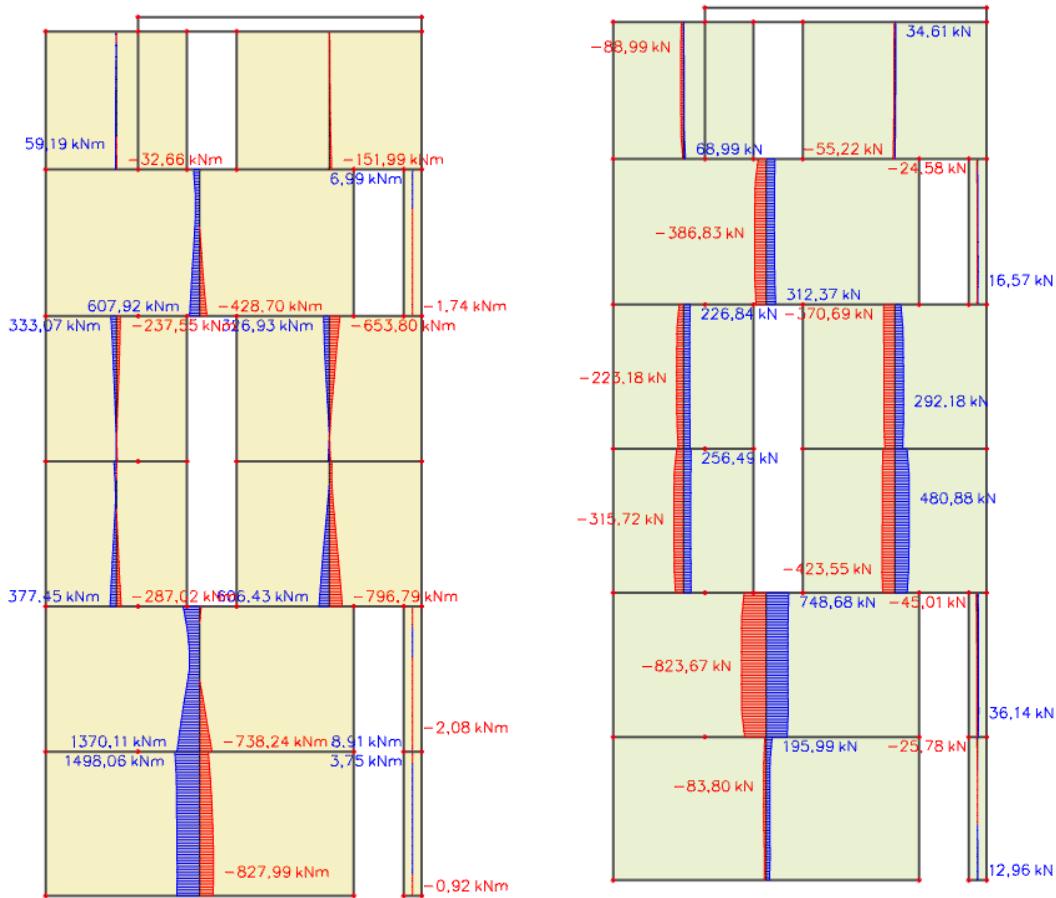
Slika 6.57. Prikaz uzdužnih sila  $n_x$  i  $n_y$  za anvelopu

$$200 \frac{kN}{m} < n_{Ed} < 430 \frac{kN}{m} \rightarrow A_c = \left( \frac{430}{\frac{50}{1.15}} \right) / 2 \\ = 4,95 \text{ cm}^2/\text{m}, \text{ lokalno, obostrano } \varnothing 12/20 \text{ cm}$$

$$n_{Ed} < 200 \frac{kN}{m} \rightarrow A_c = \left( \frac{200}{\frac{50}{1.15}} \right) / 2 = 2.3 \text{ cm}^2/\text{m}, \text{ obostrano Q283}$$

Na krajevima zida ugraditi po 4Ø14, spone Ø8/20

Oko otvora ugraditi po 2Ø14, spone Ø8/20



Slika 6.58. Prikaz  $M_{Ed,z}[\text{kNm}]$  i  $V_{Ed,y}[\text{kN}]$  za anvelopu

Kritična poprečna sila Pričinjeni moment	$V_{sd,max}$	1235,51	kN
Slom kritične tlačne dijagonale u kritičnom području	$M_{sd}$	1370,11	kNm
Minimalni koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_{h,min}$	1512	kN
Minimalni koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_{v,min}$	0,002	zadovoljava
Odabранa armatura mreža	obostrano Q385		
Koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_h$	7,7	$\text{cm}^2/\text{m}'$
Koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_v$	0,004	> 0,002
Nosivost betona na poprečnu silu	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = [c_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$		
Posmični smjer	$c_{Rdc}$	531,34	kN
za $\alpha_s < 2$	$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{sd} \cdot I_W}$	0,18	kN
	$V_{Rd,s} = b_{wo} \cdot (0,8 \cdot I_W) \cdot \rho_h \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta$	1651,68	kN
			zadovoljava
<b>Poprečni presjek</b>			
b [20] cm	C25/30	$f_{ck}$ [25] Mpa	
h [300] cm	B500B	$f_y$ [500] MPa	
$d_1 (d_2)$ [2,5] cm	$\gamma_c=1,50$	$\gamma_s=1,15$	
d [262,5] cm			
$I_w$ [616,7] cm <sup>4</sup>		v= 0,54	
$f_{cd}$ 1,6667 kN/cm <sup>2</sup>		k= 1,28 (<2,0)	
$f_{yd}$ 43,478 kN/cm <sup>2</sup>		$\rho_l$ = 115,5	
		$b_{wo}$ = 20 cm	
<b>Materijal</b>			

Kritična poprečna sila	$V_{sd,max}$	721,32	kN
Pričadni moment	$M_{sd}$	796,79	kNm
Slom kritične tlačne dijagonale u kritičnom području	$V_{Rd2} = 0,4 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot (0,8 \cdot d)$	1512	kN
Minimalni koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_{h,min}$	0,002	
Minimalni koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_{v,min}$	0,001	
Odabранa armatura mreža	obostrano Q283	5,66	$cm^2/m'$
Koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_h$	0,003	> 0,002
Koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_v$	0,003	> 0,001
Nosivost betona na poprečnu silu	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = [c_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$	479,53	kN
Posmični smjer	$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{sd} \cdot l_w}$	0,30	kN
za $\alpha_s < 2$	$V_{Rd,s} = b_{wo} \cdot (0,8 \cdot I_w) \cdot \rho_h \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta$	728,42	kN
			zadovoljava

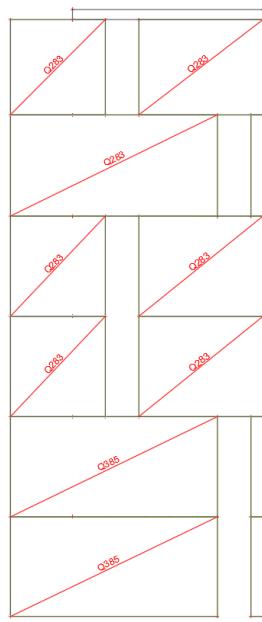
Poprečni presjek	Materijal
b 20 cm	C25/30 $f_{ck} 25$ MPa
h 300 cm	B500B $f_y 500$ MPa
$d_1 (d_2) 2,5$ cm	$\gamma_c = 1,50$
d 262,5 cm	$\gamma_s = 1,15$
l <sub>w</sub> 370 cm	
$f_{cd} 1,6667$ kN/cm <sup>2</sup>	v= 0,54
$f_{yd} 43,478$ kN/cm <sup>2</sup>	k= 1,28 (<2,0)
	$\rho_l = 84,9$
	$b_{wo}= 20$ cm

Kritična poprečna sila	$V_{sd,max}$	473,58	kN
Pričadni moment	$M_{sd}$	377,45	kNm
Slom kritične tlačne dijagonale u kritičnom području	$V_{Rd2} = 0,4 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot (0,8 \cdot d)$	1512	kN
Minimalni koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_{h,min}$	0,002	
Minimalni koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_{v,min}$	0,001	
Odabran a armatura mreža	obostrano Q283	5,66	$cm^2/m'$
Koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_h$	0,003	> 0,002
Koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_v$	0,003	> 0,001
Nosivost betona na poprečnu silu	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = [c_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$	479,53	kN
Posmični smjer	$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{sd} \cdot l_w}$	0,28	kN
za $\alpha_s < 2$	$V_{Rd,s} = b_{wo} \cdot (0,8 \cdot I_w) \cdot \rho_h \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta$	556,16	kN
			zadovoljava

Poprečni presjek	Materijal
b 20 cm	C25/30 $f_{ck} 25$ MPa
h 300 cm	B500B $f_y 500$ MPa
$d_1 (d_2) 2,5$ cm	$\gamma_c = 1,50$
d 262,5 cm	$\gamma_s = 1,15$
l <sub>w</sub> 282,5 cm	
$f_{cd} 1,6667$ kN/cm <sup>2</sup>	v= 0,54
$f_{yd} 43,478$ kN/cm <sup>2</sup>	k= 1,28 (<2,0)
	$\rho_l = 84,9$
	$b_{wo}= 20$ cm

Kritična poprečna sila	$V_{sd,max}$	580,25	kN
Pričadni moment	$M_{sd}$	607,92	kNm
Slom kritične tlačne dijagonale u kritičnom području	$V_{Rd2} = 0,4 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot (0,8 \cdot d)$	1512	kN
Minimalni koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_{h,min}$	0,002	
Minimalni koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_{v,min}$	0,001	
Odabran a armatura mreža	obostrano Q283	5,66	$cm^2/m'$
Koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_h$	0,003	> 0,002
Koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_v$	0,003	> 0,001
Nosivost betona na poprečnu silu	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = [c_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$	479,53	kN
Posmični smjer	$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{sd} \cdot l_w}$	0,17	kN
za $\alpha_s < 2$	$V_{Rd,s} = b_{wo} \cdot (0,8 \cdot I_w) \cdot \rho_h \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta$	1214,09	kN
			zadovoljava

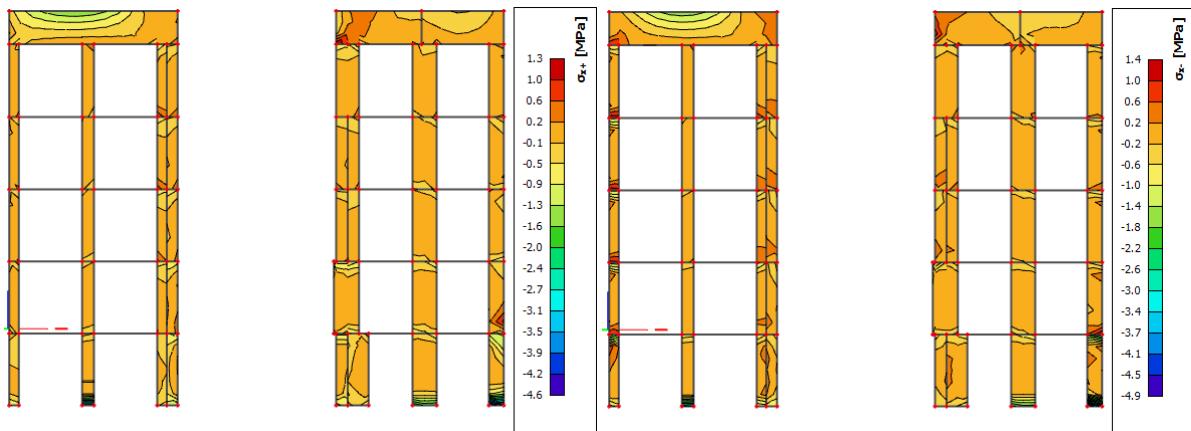
Poprečni presjek	Materijal
b 20 cm	C25/30 $f_{ck} 25$ MPa
h 300 cm	B500B $f_y 500$ MPa
$d_1 (d_2) 2,5$ cm	$\gamma_c = 1,50$
d 262,5 cm	$\gamma_s = 1,15$
l <sub>w</sub> 616,7 cm	
$f_{cd} 1,6667$ kN/cm <sup>2</sup>	v= 0,54
$f_{yd} 43,478$ kN/cm <sup>2</sup>	k= 1,28 (<2,0)
	$\rho_l = 84,9$
	$b_{wo}= 20$ cm



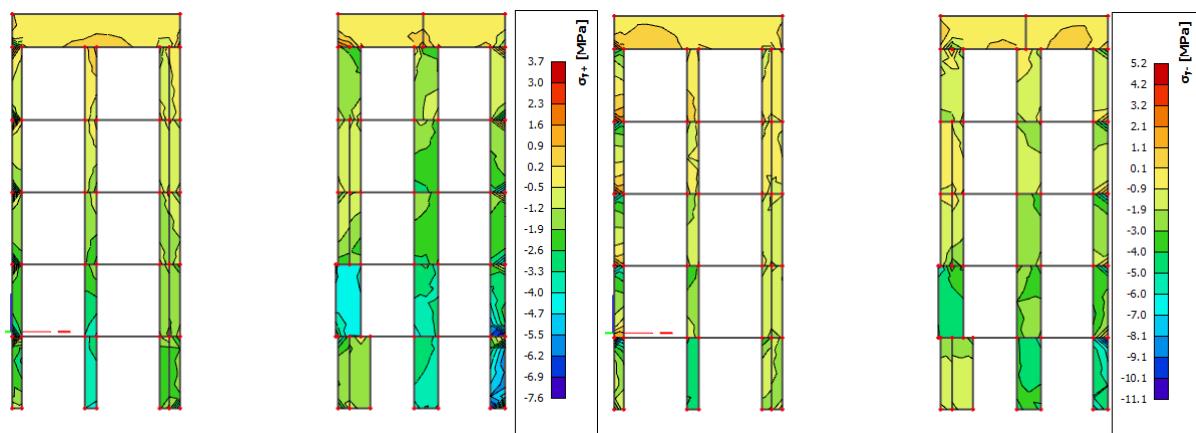
Slika 6.59. Shematski prikaz potrebne armature

ZID U OSI C:

Kontrola tlačnih naprezanja za nazovistalnu kombinaciju  $GSU: 1,0 \cdot G + 0,3 \cdot Q$

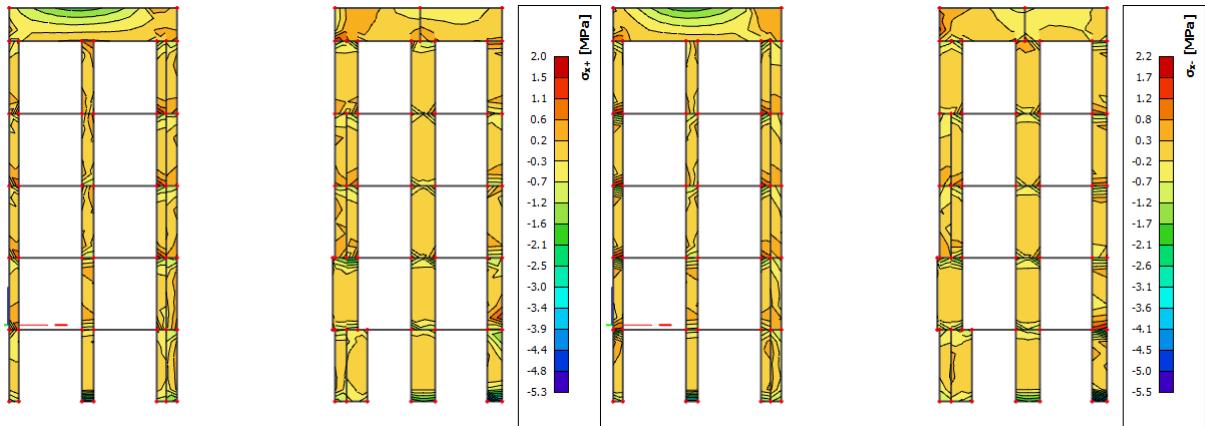


Slika 6.60. Naprezanja u x smjeru  
za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$



Slika 6.61. Naprezanja u y smjeru  
(za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$ )

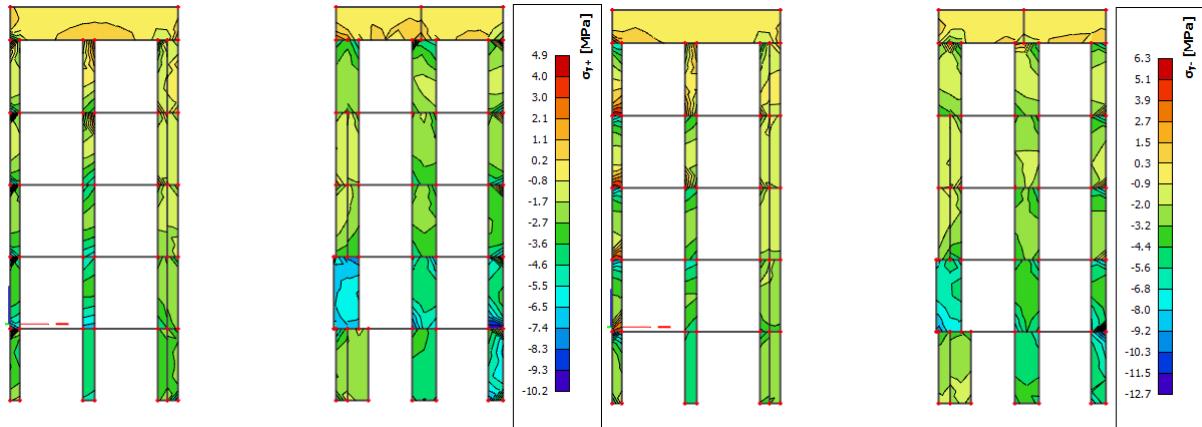
### Naprezanja u zidu za anvelopu potresnih kombinacija (GSN\_Sx, GSN\_Sy)



Slika 6.62. Naprezanja u x smjeru

ograničenje srednjeg tlačnog naprezanja za C25/30;  $\sigma_{c,srednje} \leq 0,40 \cdot f_{cd} = 6,7 \text{ MPa}$

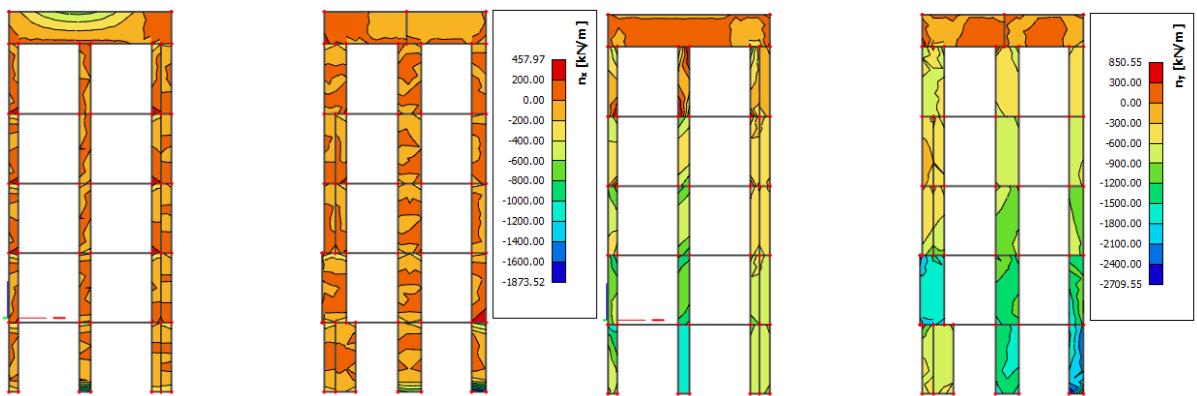
$$\text{lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30; } \sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1.5} = 16,67 \text{ MPa}$$



Slika 6.63. Naprezanja u y smjeru

ograničenje srednjeg tlačnog naprezanja za C25/30;  $\sigma_{c,srednje} \leq 0,40 \cdot f_{cd} = 6,7 \text{ MPa}$

$$\text{lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30; } \sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1.5} = 16,67 \text{ MPa}$$



Slika 6.64. Prikaz uzdužnih sila  $n_x$  i  $n_y$  za anvelopu

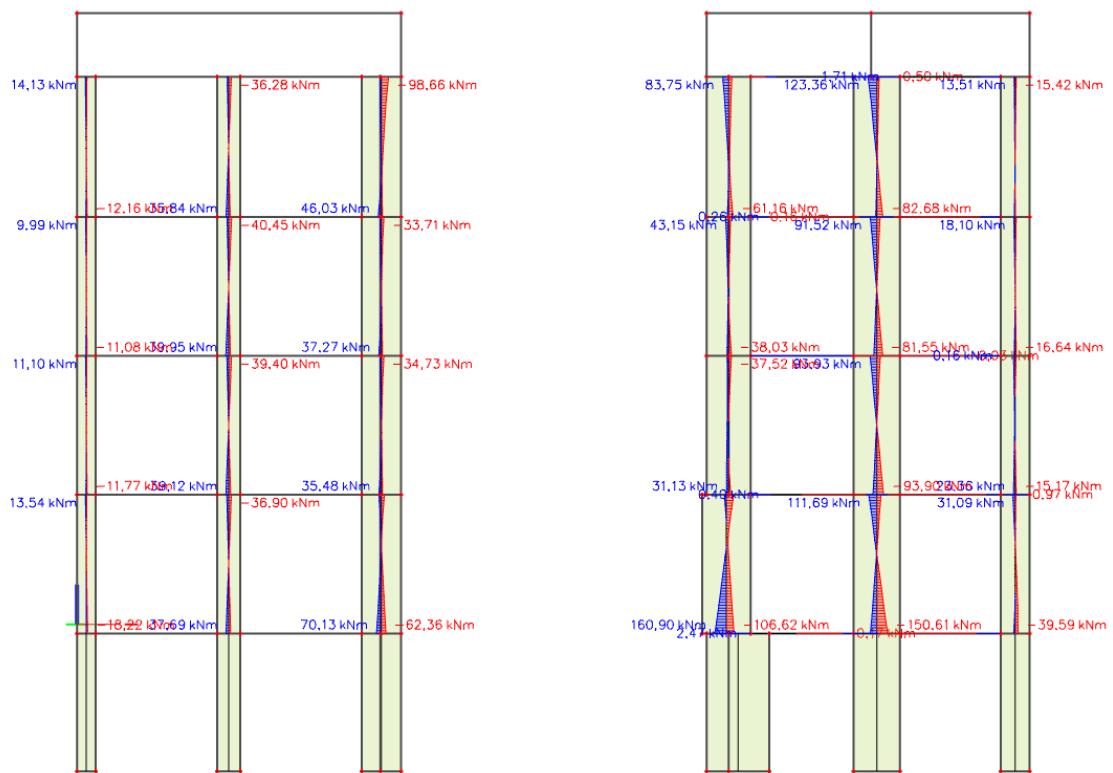
$$300 \frac{kN}{m} < n_{Ed} < 850,55 \frac{kN}{m} \rightarrow A_c = (\frac{850,55}{\frac{50}{1.15}})/2 \\ = 9,78 \text{ cm}^2/\text{m}, \text{ lokalno, obostrano } 5\varnothing 16$$

$$200 \frac{kN}{m} < n_{Ed} < 300 \frac{kN}{m} \rightarrow A_c = (\frac{300}{\frac{50}{1.15}})/2 = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m}, \text{ obostrano Q385}$$

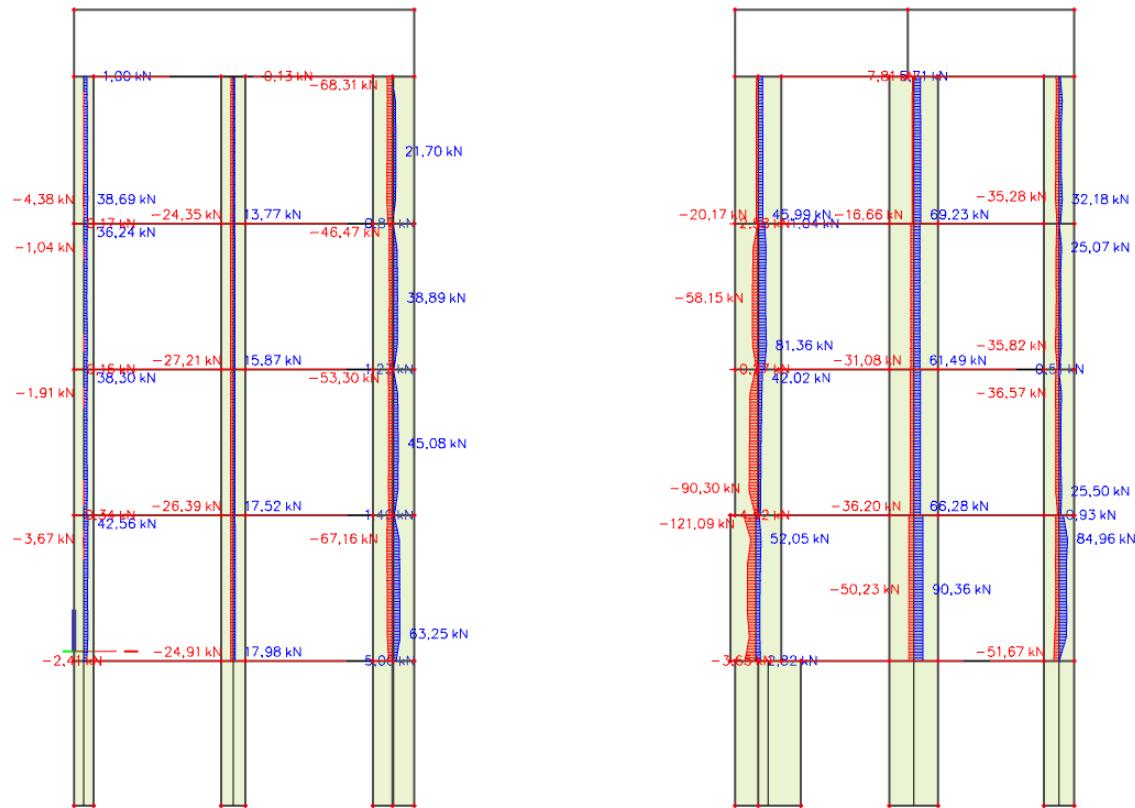
$$n_{Ed} < 200 \frac{kN}{m} \rightarrow A_c = (\frac{200}{\frac{50}{1.15}})/2 = 2.3 \text{ cm}^2/\text{m}, \text{ obostrano Q283}$$

Na krajevima zida ugraditi po 4 $\varnothing 14$ , spone  $\varnothing 8/20$

Oko otvora ugraditi po 2 $\varnothing 14$ , spone  $\varnothing 8/20$



Slika 6.65. Prikaz  $M_{Ed,z}[\text{kNm}]$  za anvelopu

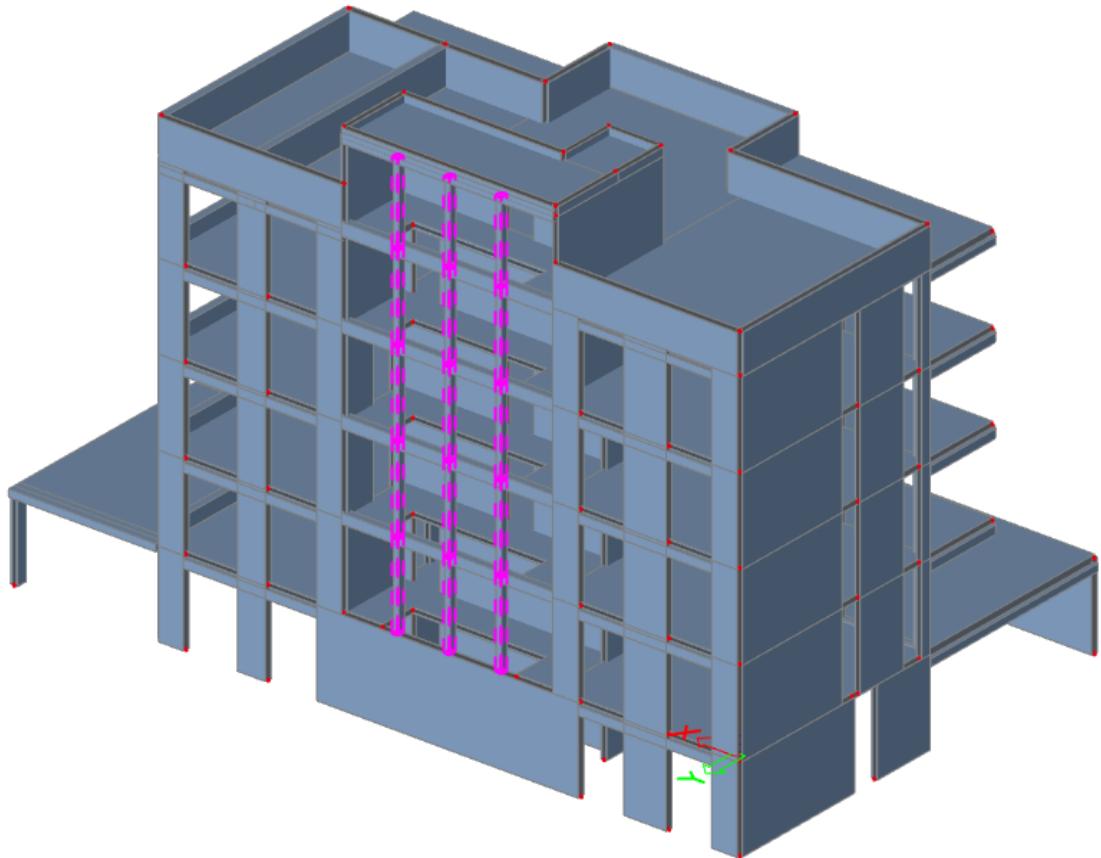


Slika 6.66. Prikaz  $V_{Ed,y}$ [kN] za anvelopu

Kritična poprečna sila	$V_{sd,max}$	181,64	kN
Pripadni moment	$M_{sd}$	160,9	kNm
Slom kritične tlačne dijagonale u kritičnom području	$V_{Rd2} = 0,4 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot (0,8 \cdot d)$	1890	kN
Minimalni koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_{h,min}$	0,002	zadovoljava
Minimalni koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_{v,min}$	0,001	
Odabранa armatura mreža	obostroano Q283		
Koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_h$	5,66	$cm^2/m'$
Koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_v$	0,002	> 0,002
Nosivost betona na poprečnu silu	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = [c_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$	556,45	kN
Posmični smjer	$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{sd} \cdot b_w}$	0,84	kN
za $\alpha_s < 2$	$V_{Rd,s} = b_{w0} \cdot (0,8 \cdot I_w) \cdot \rho_h \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$	206,71	kN
			zadovoljava
<b>Poprečni presjek</b>			
b 25 cm	C25/30	$f_{ck}$ 25	Mpa
h 300 cm	B500B	$f_y$ 500	MPa
$d_1 (d_2)$ 2,5 cm	$\gamma_c = 1,50$	$\gamma_s = 1,15$	
d 262,5 cm			
$l_w$ 105 cm		v= 0,54	
$f_{cd}$ 1,6667 kN/cm <sup>2</sup>		k= 1,28 (<2,0)	
$f_{yd}$ 43,478 kN/cm <sup>2</sup>		$\rho_l = 67,92$	
		$b_{w0}= 25$ cm	

## 6.2. Stupovi

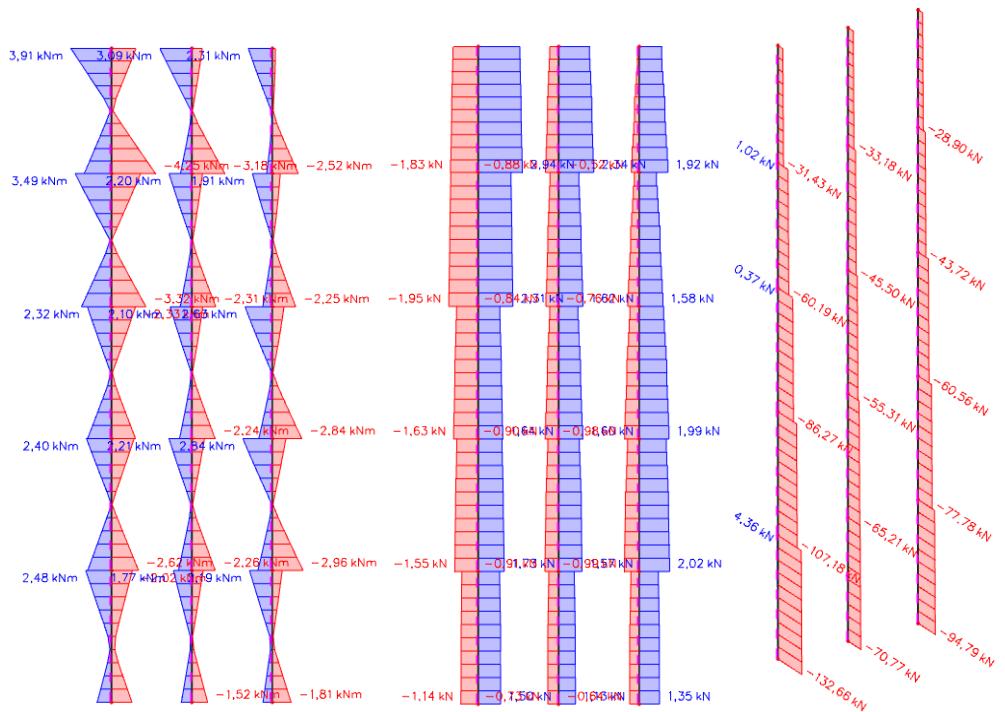
Proračun stupova napravljen je na temelju prostornog modela predmetne građevine u numeričkom programu „Scia Engineer 20.0“. Stupovi su napravljeni kao štapni elementi. Prikaz položaja stupova prikazan je u nastavku.



Slika 6.67. Renderirani prikaz stupova i njihovih pozicija u zgradama

Dimenziije svih stupova jednaki su po katnosti te se uzima jedinstvena pozicija S1

## PRORAČUN AB STUPOVA (20x25)



Slika 6.68. Prikaz  $M_{Ed}$ [kNm],  $V_{Ed}$ [kN],  $N$ [kN] za anvelopu opterećenja

Dimenzije elementa:

- Širina presjeka stupa: 20 cm
- Visina presjeka stupa: 25 cm
- Visina stupa: 3,0 m
- Ukupna visina: 12,03 m

Djelovanja na stup:

$$N_{Sd} = 132,66 \text{ kN (tlak)}$$

$$M_{Sd} = 1,99 \text{ kNm}$$

BETON:

$$\text{Beton: C 20/25; } f_{ck} = 25.0 \text{ MPa } f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25.0}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}$$

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

Vitkost stupa:

$$\lambda_y = \frac{3,0}{0,289 \cdot 0,25} = 41,52 > \lambda_{lim} = 25$$

Geometrijski odnosi:

$$\frac{d}{h} \approx 0,20$$

Uzdužna armatura:

$$A_s = 0,15 \cdot \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} \geq 0,003 \cdot A_c$$

$$A_s = 0,15 \cdot \frac{132,66}{43,48} = 0,46 \text{ cm}^2 \geq 0,003 \cdot 25 \cdot 20 = 1,5 \text{ cm}^2$$

Odabrana uzdužna armatura: **8Ø12 cm**

Poprečna armatura:

$$A_{sw,min} = 0,0011 \cdot 20 \cdot 25 = 0,55 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Odabrana armatura: **Ø10/15 cm**

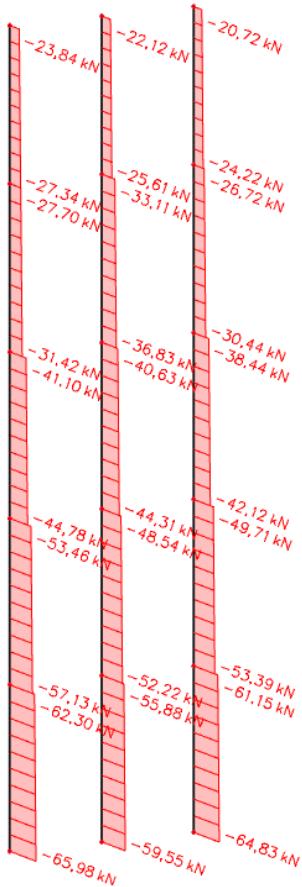
**Maksimalni ekscentricitet:**

$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{1,99 \cdot 100}{132,66} = 1,5 \text{ cm} < \frac{b}{6} = \frac{20}{6} = 3,33 \text{ cm}$$

Kontrola maksimalnog centričnog pritiska:

$$s_c = \frac{N}{A_c} = \frac{132,66}{25 \cdot 20} = 0,27 \text{ kN/cm}^2 < 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ kN/cm}^2$$

## PRORAČUN AB STUPOVA ZA GSU



Slika 6.69. Prikaz maksimalne uzdužne sile  $N$  (kN) stupa za GSU

Kombinacija opterećenja GSU:

$$N_{Ed} = 65,98 \text{ kN}$$

Granično stanje naprezanja:

$$\sigma_c \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 0,45 \cdot 25 = 11,25 \text{ kN/cm}^2$$

Narezanje u betonu:

$$\sigma_c = \frac{N_{Ed,max}}{A_C} = \frac{65,98}{20 \cdot 25} = 0,13 \text{ kN/cm}^2$$

## 7. ZIDOVI ZASUTI TLOM

Zidovi podrumskih etaža (podruma -1) opterećeni su dodatno aktivnim tlakom tla  $p_a$  te dodatnim tlakom  $p_0$ . Prema geotehničkim izvještaju nivo podzemne vode je niži od dna temeljenja te se ne računa dodatni tlak vode na zidove.

Koeficijent aktivnog tlaka:  $K_A \cong 0.40$

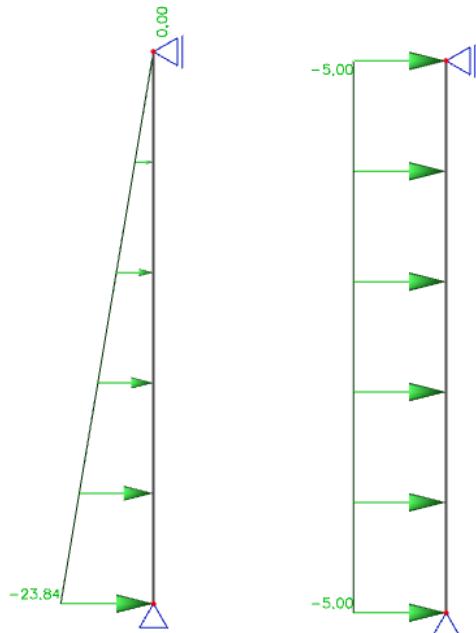
Specifična težina zasipa:  $\gamma_z = 20.0 \frac{kN}{m^3}$

$h$  = visina zasipa

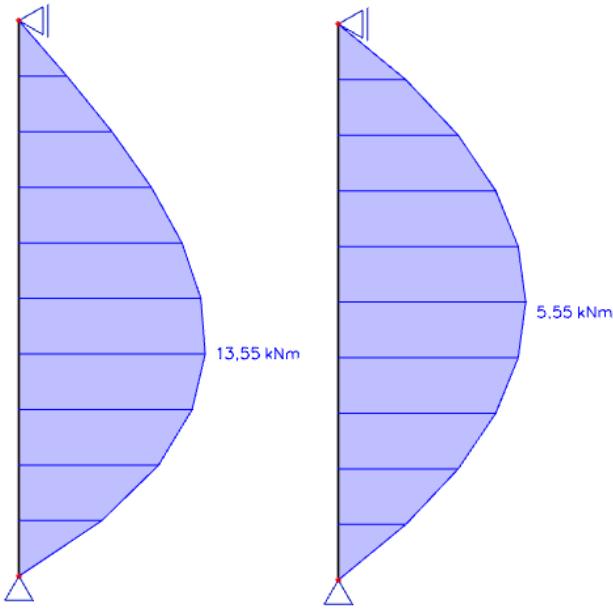
Horizontalni tlak zasipa:  $p_a = \gamma_z \cdot h \cdot K_A$

Za  $h=2,98 \rightarrow p_a = 20.0 \cdot 2.98 \cdot 0.40 = 23.84 \text{ kN/m}^2$

Dodatni tlak:  $p_0 = 5 \text{ kN/m}^2$



Slika 7.1. Prikaz opterećenja na obodni zid garaže



Slika 7.2. Prikaz rezultata na obodni zid garaže

$$M_{Ed} = 1,5 \cdot 13,55 + 1,5 \cdot 5,55 = 28,65 \text{ kNm/m'}$$

Beton: C25/30, Armatura: B500B

Limitirajući moment savijanja:

$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 17^2 \cdot 1.67 = 76.59 \text{ kNm}$$

Potrebna armatura:

$$A_{s1,s2} = M_{Ed} \cdot 100 / (\zeta \cdot d \cdot f_{yd})$$

$$A_{s,min} = \frac{0.15}{100} \cdot d \cdot b = 0.0015 \cdot 17 \cdot 100 = 2.55 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Potrebna armatura:

$$\text{Zid } h=20 \text{ cm} \rightarrow A_{s2} = (14.07 \cdot 0.85) \cdot \frac{100}{0.9 \cdot 17 \cdot \left(\frac{50}{1.15}\right)} = 1.8 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

DIMENZIONIRANJE:

$$\text{Beton: C 25/30; } f_{ck}=25.0 \text{ MPa } f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16,67 \text{ MPa}$$

$$\text{Armatura: B 500B; } f_{yk}=500.0 \text{ MPa } f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned}
 M_{Ed} &= 28,65 \text{ kNm/m'} \\
 \mu_{Rd,lim} &= 0,159, \zeta = 0,892 \\
 M_{Rd,c,lim} &= \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0,159 \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} \\
 M_{Rd,s,lim} &= A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} \\
 A_{s1,min} &= 0,1\% \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 100 \cdot 20 = 2,0 \text{ cm}^2 \\
 A_{s1,max} &= 4,0\% \cdot b \cdot h = 0,040 \cdot 100 \cdot 20 = 80,0 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Bezdimenzionalni moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{28,65 \cdot 100}{100 \cdot 20^2 \cdot 1,67} = 0,043$$

$$\zeta = 0,959$$

$$\xi = 0,115$$

Potrebna površina armature:

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot s \cdot f_{yd}} = \frac{28,65 \cdot 100}{0,959 \cdot 20 \cdot 43,48} = 3,44 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

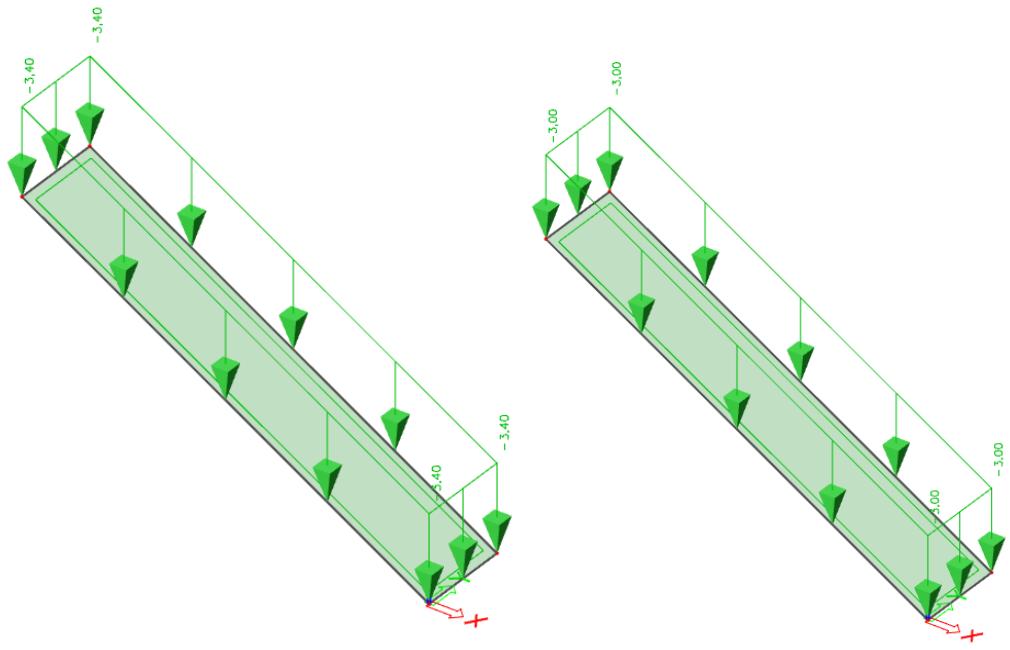
Odarvana armatura: **Q-385** ( $A_{s1} = 3,85 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

## 8. DIMENZIONIRANJE STUBIŠTA

$d=20 \text{ cm}$ , beton: C25/30, armatura: B500B

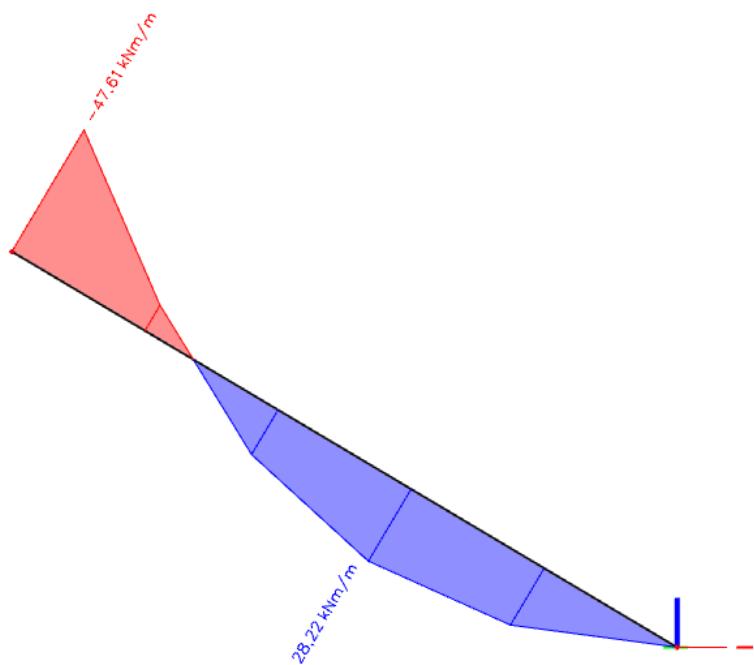
- a) Prikaz opterećenja zadanih proračunskim modelom

Vlastita težina zadana u računalnom modelu.



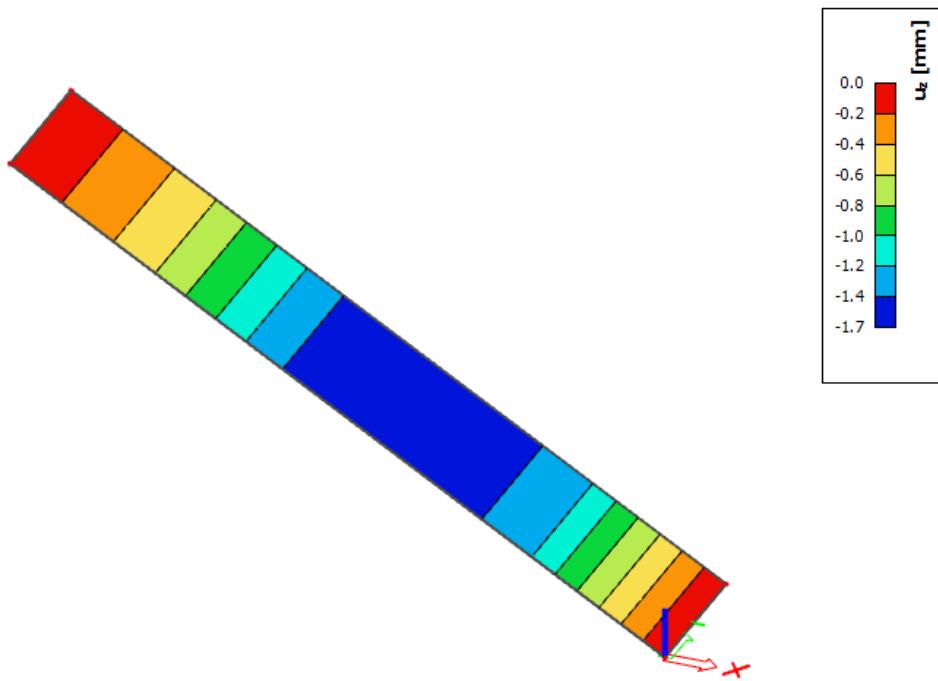
Slika 8.1. Dodatno stalno i pokretno opterećenje ( $\text{kN}/\text{m}^2$ )

- b) Rezultati proračuna



Slika 8.2. Moment savijanje

Minimalna armatura:  $A_{s,MIN} \geq 0.6 \cdot b_t \cdot d / f_{yk} \geq 0.0015 \cdot b_t \cdot d$ ,  $\rightarrow 0.0015 \cdot 100 \cdot 17 = 2.55 \text{ cm}^2/\text{m}'$



Slika 8.3. Prikaz progiba

#### Napomena:

Progibi se odnose na homogeno stanje naprezanja u a-b ploči. Rezultati su prikazani za KOMB0=1.0(G0+G1)+0.3Q.

#### -Proračun armature u polju i na ležaju

$$\text{Beton: C 20/25; } f_{ck} = 25.0 \text{ MPa } f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25.0}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}$$

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

Usvojen je veći moment i u polju i na ležaju.

$$M_{Ed} = 47.61 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{4761}{100 \cdot 17^2 \cdot 1.67} = 0.097$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0\% \quad \varepsilon_{c2} = 2.2\% \quad \zeta = 0.931$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{4761}{0.931 \cdot 17 \cdot 43.48} = 6.92 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

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

## 9. TEMELJI

### PRORAČUN TEMELJA

Proračun temelja je proveden klasičnom metodom dopuštenih naprezanja. Zadano dopušteno naprezanje ispod objekta iznosi  $\sigma_{dop,tla} = 350 \text{ kPa}$

$$\sigma_{1,2} = \frac{N_{Ed}}{A} \pm \frac{M_{Ed}}{W}$$

Mjerodavne sile se nisu uvećavale faktorima sigurnosti jer za proračun pomoću metode dopuštenih naprezanja to nije potrebno.

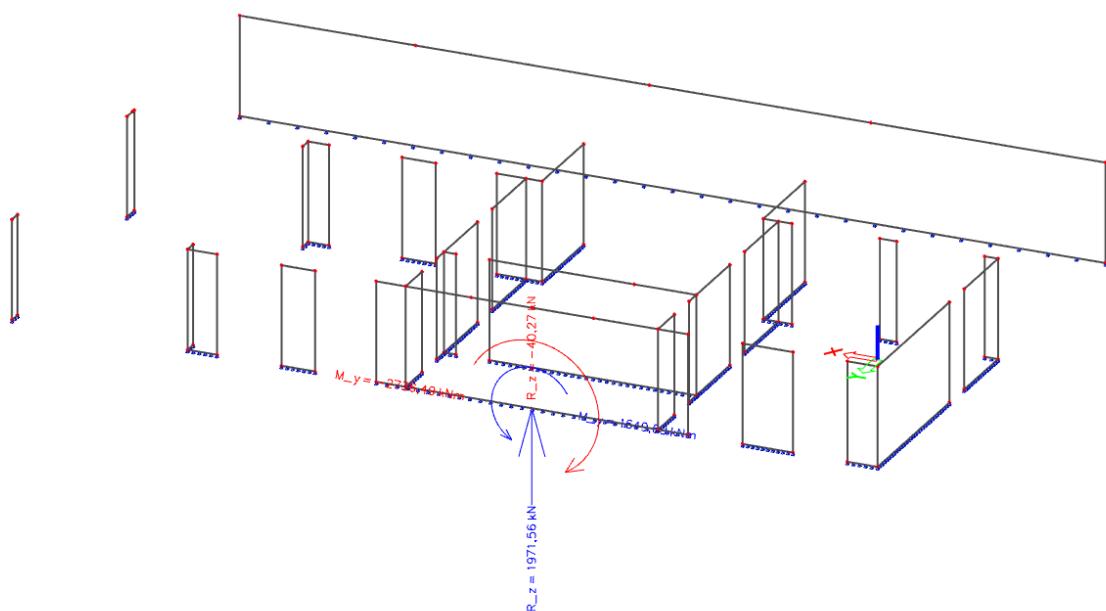
Materijal:

Beton: C 30/37;  $f_{ck}=30.0 \text{ MPa}$ ;  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1.5} = 20,0 \text{ MPa}$

Armatura: B 500B;  $f_{yk}=500.0 \text{ MPa}$ ;  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ MPa}$

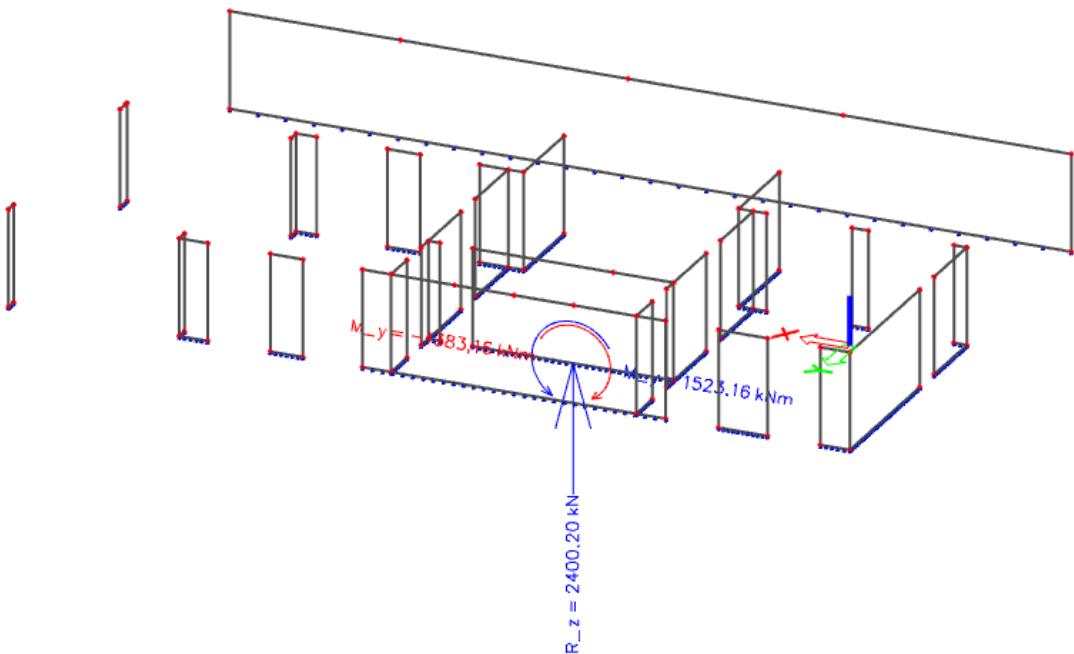
### PRORAČUN AB TEMELJNE TRAKE UNUTARNJIH I VANJSKIH ZIDOVА

Armirano betonske temeljne trake su predviđene ispod zidova predmetne građevine. Zbog različitog dodirnog pritiska temelj-tlo imaju različitu širinu. S tim značajno utječemo na sprječavanje negativnog utjecaja diferencijalnog slijeganja tla.



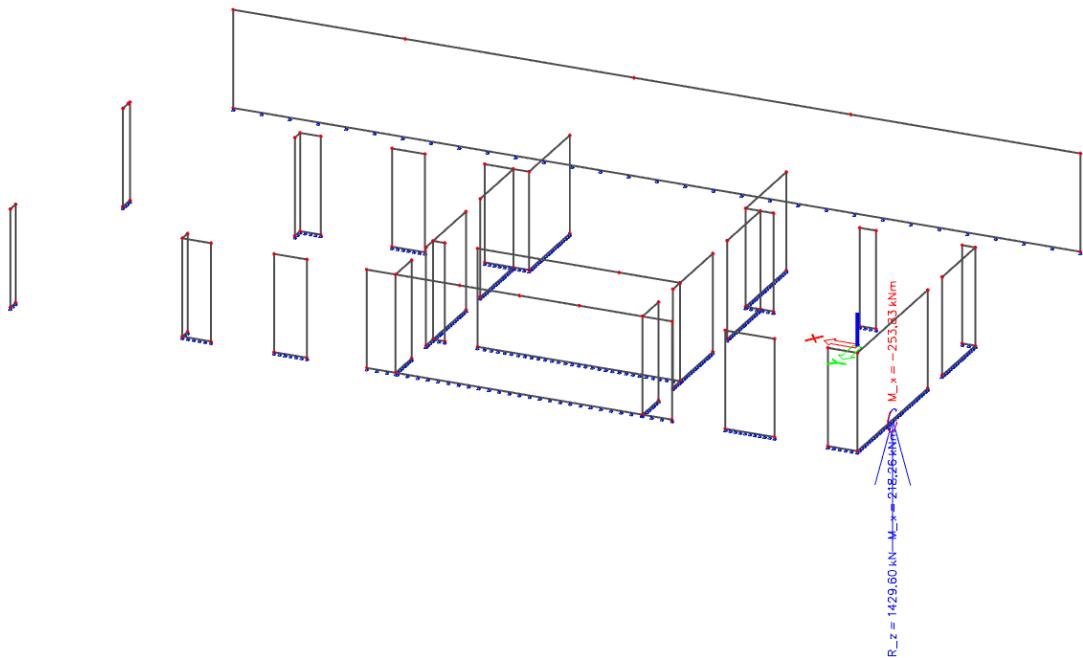
Slika 9.1. Prikaz djelovanja za anvelopu

Ned,max=	1971,56 kN	Naprezanja ispod temelja	$\sigma_{1,2} \leq \sigma_{dop,tla}$
Med=	2736,4 kNm	$\sigma_{1-1} = \frac{N_{Ed}}{A} \pm \frac{M_{Ed}}{W} =$	189,16 ± 158,19
htem=	0,5 m	$\sigma_1 = 347,3548 \text{ kN/m}^2$	< $\sigma_{dop,tla}$
$\sigma_{dop,tla}=$	350 kN/m <sup>2</sup>	$\sigma_2 = 30,97138 \text{ kN/m}^2$	< $\sigma_{dop,tla}$
b usvojeno	1,2 m		
I-duljina temelja	9,3 m		
$\gamma_b$ težina betona	25 kN/m <sup>3</sup>		
debljina zida=	0,25 m		
b1=	0,475 m		
Težina temelja:			
$N_t = b \cdot l \cdot h \cdot \gamma_B =$	139,5 kN		
$N_{Ed} = N_{Ed,max} + N_t =$	2111,06 kN		
Površina: A=	11,16 m <sup>2</sup>	Moment u presjeku 1-1:	
moment otpora: W =	$\frac{b \cdot l}{6} = 17,298 \text{ m}^3$	$M_{1-1} = (2 \cdot \sigma_1 + \sigma_{1-1}) \cdot \frac{b_1^2}{6} = 34,48 \text{ kNm/m'}$	
BETON: C30/37		Proračun armature	
$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$		$A_{1-1} = \frac{M_{Ed}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,96 \text{ cm}^2/\text{m'}$	
$f_{cd} = 20 \text{ MPa}$		Odarbrana armatura: 8 Ø 12	$A_{s1} = 9,04 \text{ cm}^2/\text{m'}$
Minimalna armatura:	$A_{s,min} = 0,022 \cdot \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 7,128 \text{ cm}^2$		
	$A_{s,min} = 0,6 \cdot b \cdot \frac{d}{f_{yk}} = 6,48 \text{ cm}^2$		
Maksimalna armatura	$A_{s,max} = 0,4 \cdot \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 129,6 \text{ cm}^2$		
	$A_{s,max} = 0,310 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d = 77,004 \text{ cm}^2$		



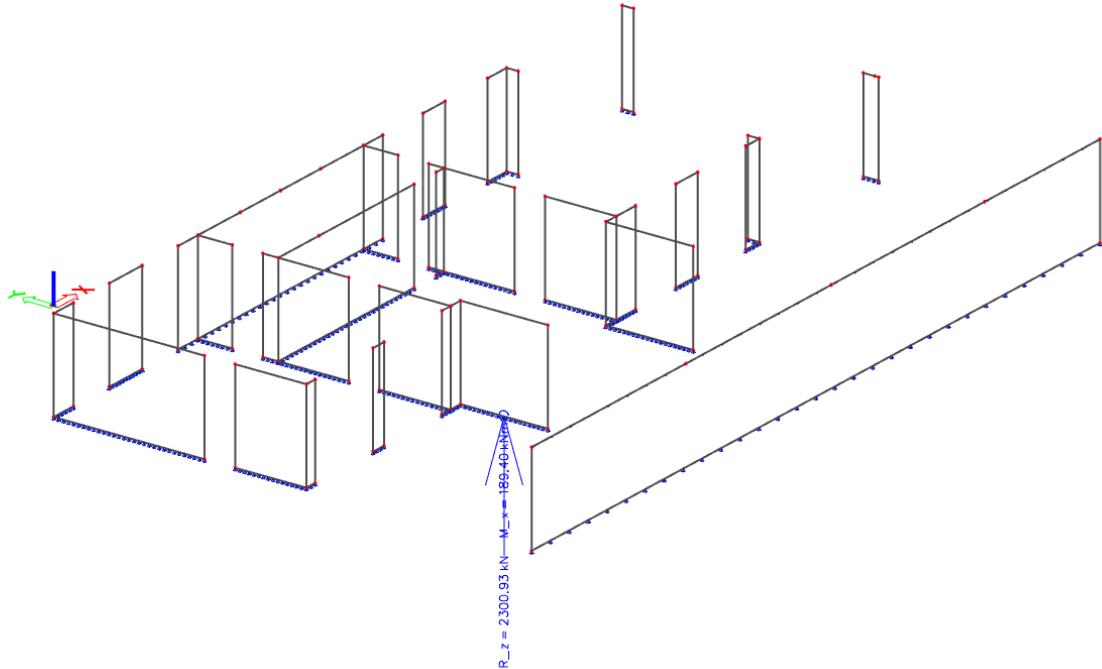
Slika 9.2. Prikaz djelovanja za anvelopu

Ned,max=	2400,2 kN	Naprezanja ispod temelja	$\sigma_{1,2} \leq \sigma_{dop,tla}$
Med=	1383,16 kNm	$\sigma_{1-1} = \frac{N_{Ed}}{A} \pm \frac{M_{Ed}}{W} =$	233,72 ± 98,69
htem=	0,5 m	$\sigma_1 = 332,4109 \text{ kN/m}^2$	< $\sigma_{dop,tla}$
$\sigma_{dop,tla}=$	350 kN/m <sup>2</sup>	$\sigma_2 = 135,0223 \text{ kN/m}^2$	< $\sigma_{dop,tla}$
b usvojeno	1,4 m		
I-duljina temelja	7,75 m		
$\gamma_b$ težina betona	25 kN/m <sup>3</sup>		
debljina zida=	0,2 m		
b1=	0,6 m		
Težina temelja:			
$N_t = b \cdot l \cdot h \cdot \gamma_B =$	135,625 kN		
$N_{Ed} = N_{Ed,max} + N_t =$	2535,825 kN		
Površina: A=	10,85 m <sup>2</sup>	Moment u presjeku 1-1:	
moment otpora: W =	$\frac{b \cdot l}{6} = 14,01458 \text{ m}^3$	$M_{1-1} = (2 \cdot \sigma_1 + \sigma_{1-1}) \cdot \frac{b_1^2}{6} =$	54,76 kNm/m'
BETON: C30/37		Proračun armature	
$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$		$A_{1-1} = \frac{M_{Ed}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} =$	3,11 cm <sup>2</sup> /m'
$f_{cd} = 20 \text{ MPa}$		Odabrana armatura:	Ø 8 Ø 12
Minimalna armatura:	$A_{s,min} = 0,022 \cdot \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 8,316 \text{ cm}^2$	$A_{s1} = 9,04 \text{ cm}^2/\text{m}'$	
	$A_{s,min} = 0,6 \cdot b \cdot \frac{d}{f_{yk}} = 7,56 \text{ cm}^2$		
Maksimalna armatura	$A_{s,max} = 0,4 \cdot \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 151,2 \text{ cm}^2$		
	$A_{s,max} = 0,310 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d = 89,838 \text{ cm}^2$		



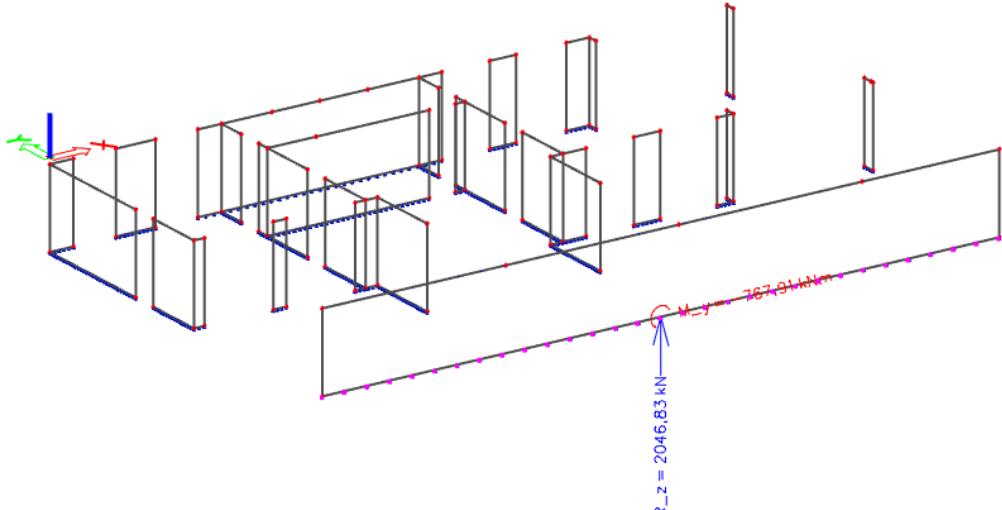
Slika 9.3. Prikaz djelovanja za anvelopu

Ned,max=	<b>1429,6 kN</b>	Naprezanja ispod temelja	$\sigma_{1,2} \leq \sigma_{dop,tla}$
Med=	<b>253,83 kNm</b>	$\sigma_{1-1} = \frac{N_{Ed}}{A} \pm \frac{M_{Ed}}{W} =$	$248,41 \pm 49,77$
htem=	<b>0,5 m</b>	$\sigma_1 = 298,1733 \text{ kN/m}^2$	$< \sigma_{dop,tla}$
$\sigma_{dop,tla}=$	<b>350 kN/m<sup>2</sup></b>	$\sigma_2 = 198,6419 \text{ kN/m}^2$	$< \sigma_{dop,tla}$
b usvojeno	<b>1,2 m</b>		
I-duljina temelja	<b>5,05 m</b>		
$\gamma_b$ težina betona	<b>25 kN/m<sup>3</sup></b>		
debljina zida=	<b>0,25 m</b>		
b1=	<b>0,475 m</b>		
Težina temelja:			
$N_t = b \cdot l \cdot h \cdot \gamma_B =$	<b>75,75 kN</b>		
$N_{Ed} = N_{Ed,max} + N_t =$	<b>1505,35 kN</b>		
Površina: A=	<b>6,06 m<sup>2</sup></b>	Moment u presjeku 1-1:	
moment otpora: W =	<b><math>\frac{b \cdot l}{6} 5,1005 \text{ m}^3</math></b>	$M_{1-1} = (2 \cdot \sigma_1 + \sigma_{1-1}) \cdot \frac{b_1^2}{6} =$	<b>32,16 kNm/m'</b>
BETON: C30/37		Proračun armature	
$f_{ck} =$	<b>30 MPa</b>	$A_{1-1} = \frac{M_{Ed}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} =$	<b>1,83 cm<sup>2</sup>/m'</b>
$f_{cd} =$	<b>20 MPa</b>	Odabrana armatura:	
Minimalna armatura:		<b>8</b>	<b>Ø 12</b>
	$A_{s,min} = 0,022 \cdot \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d =$	$A_{s1} = 9,04 \text{ cm}^2/\text{m'}$	
	$A_{s,min} = 0,6 \cdot b \cdot \frac{d}{f_{yk}} =$		
Maksimalna armatura	$A_{s,max} = 0,4 \cdot \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d =$		
	$A_{s,max} = 0,310 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d =$		



Slika 9.4. Prikaz djelovanja za anvelopu

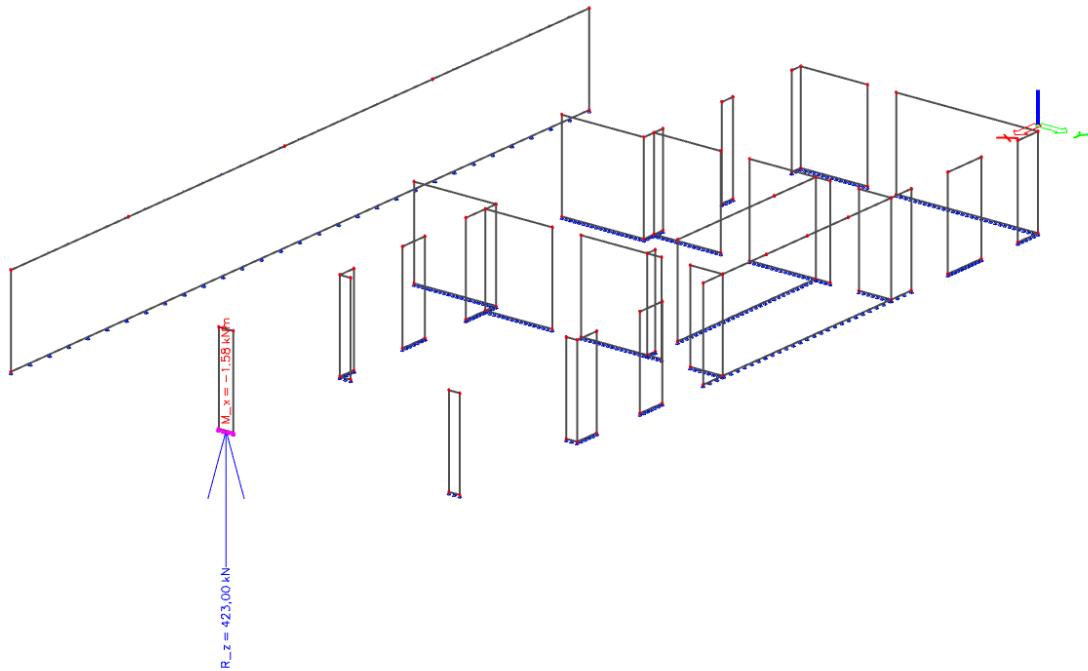
Ned,max=	2300,93	kN	Naprezanja ispod temelja	$\sigma_{1,2} \leq \sigma_{dop,tla}$
Med=	189,4	kNm	$\sigma_{1-1} = \frac{N_{Ed}}{A} \pm \frac{M_{Ed}}{W} =$	$315,25 \pm 19,67$
htem=	0,5	m	$\sigma_1 = 334,9285 \text{ kN/m}^2$	$< \sigma_{dop,tla}$
$\sigma_{dop,tla}=$	350	$\text{kN/m}^2$	$\sigma_2 = 295,5794 \text{ kN/m}^2$	$< \sigma_{dop,tla}$
b usvojeno	1	m		
l-duljina temelja	7,6	m		
$\gamma_b$ težina betona	25	$\text{kN/m}^3$	Naprezanja u presjeku 1-1:	
debljina zida=	0,2	m		
b1=	0,4	m	$\sigma_{1-1} = \sigma_1 - \frac{b_1}{b} (\sigma_1 - \sigma_2) =$	$319,19 \text{ kN/m}^2$
Težina temelja:				
$N_t = b \cdot l \cdot h \cdot \gamma_B =$	95	kN	Moment u presjeku 1-1:	
$N_{Ed} = N_{Ed,max} + N_t =$	2395,93	kN	$M_{1-1} = (2 \cdot \sigma_1 + \sigma_{1-1}) \cdot \frac{b_1^2}{6} =$	$26,37 \text{ kNm/m'}$
Površina: A=	7,6	$\text{m}^2$	Proračun armature	
moment otpora: $W = \frac{b \cdot l}{6}$	9,626667	$\text{m}^3$	$A_{1-1} = \frac{M_{Ed}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} =$	1,50 $\text{cm}^2/\text{m'}$
BETON: C30/37			Odabrana armatura:	6 $\phi 12$
$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$				$A_{s1} = 6,78 \text{ cm}^2/\text{m'}$
$f_{cd} = 20 \text{ MPa}$				
Minimalna armatura:	$A_{s,min} = 0,022 \cdot \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d =$	5,94 $\text{cm}^2$		
	$A_{s,min} = 0,6 \cdot b \cdot \frac{d}{f_{yk}} =$	5,4 $\text{cm}^2$		
Maksimalna armatura	$A_{s,max} = 0,4 \cdot \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d =$	108 $\text{cm}^2$		
	$A_{s,max} = 0,310 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d =$	64,17 $\text{cm}^2$		



Slika 9.5. Prikaz djelovanja za anvelopu

Ned,max=	2046,83	kN	Naprezanja ispod temelja	$\sigma_{1,2} \leq \sigma_{dop,tla}$
Med=	767,91	kNm	$\sigma_{1-1} = \frac{N_{Ed}}{A} \pm \frac{M_{Ed}}{W} =$	110,75 $\pm$ 8,49
htem=	0,5	m	$\sigma_1 = 119,2477$	$<$ $\sigma_{dop,tla}$
$\sigma_{dop,tla}=$	350	$kN/m^2$	$\sigma_2 = 102,2606$	$<$ $\sigma_{dop,tla}$
b usvojeno	0,8	m		
I-duljina temelja	26,04	m		
$\gamma_b$ težina betona	25	$kN/m^3$		
debljina zida=	0,25	m		
b1=	0,275	m		
Težina temelja:				
$N_t = b \cdot l \cdot h \cdot \gamma_B =$	260,4	kN		
$N_{Ed} = N_{Ed,max} + N_t =$	2307,23	kN		
Površina: A=	20,832	$m^2$	Moment u presjeku 1-1:	
moment otpora: $W = \frac{b \cdot l}{6}$	90,41088	$m^3$	$M_{1-1} = (2 \cdot \sigma_1 + \sigma_{1-1}) \cdot \frac{b_1^2}{6} =$	4,44 kNm/m'
BETON: C30/37			Proračun armature	
$f_{ck} =$	30	MPa	$A_{1-1} = \frac{M_{Ed}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} =$	0,25 $cm^2/m'$
$f_{cd} =$	20	MPa	Odabrana armatura:	6 $\phi 12$
Minimalna armatura:	$A_{s,min} = 0,022 \cdot \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d =$	4,752 $cm^2$	$A_{s1} = 6,78$ $cm^2/m'$	
	$A_{s,min} = 0,6 \cdot b \cdot \frac{d}{f_{yk}} =$	4,32 $cm^2$		
Maksimalna armatura	$A_{s,max} = 0,4 \cdot \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d =$	86,4 $cm^2$		
	$A_{s,max} = 0,310 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d =$	51,336 $cm^2$		

## PRORAČUN AB TEMELJA SAMCA



Slika 9.6. Prikaz djelovanja za anvelopu

Ned,max=	423	kN
Med=	1,58	kNm
htem=	0,8	m
$\sigma_{dop,tla}=$	350	kN/m <sup>2</sup>
širina temelja: $a =$	$\sqrt{\frac{N_{Ed,max}}{\sigma_{dop,tla}}} =$	1,09935 m
l-duljina temelja	1,4	m
$\gamma_b$ težina betona	25	kN/m <sup>3</sup>
debljina zida=	0,25	m
b1=	0,575	m

Težina temelja:  
 $N_t = b \cdot l \cdot h \cdot \gamma_b =$  39,2 kN

$N_{Ed} = N_{Ed,max} + N_t =$  462,2 kN

Površina: A= 1,96 m<sup>2</sup>

moment otpora:  $W = \frac{b \cdot l}{6}$  0,457333 m<sup>3</sup>

BETON: C30/37  
 $f_{ck} =$  30 MPa  
 $f_{cd} =$  20 MPa

ARMATURA: B 500B  
 $f_{yk} =$  500 MPa  
 $f_{yd} =$  434,8 MPa

Minimalna armatura:  $A_{s,min} = 0,022 \cdot \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d =$  13,86 cm<sup>2</sup>  
 $A_{s,min} = 0,6 \cdot b \cdot \frac{d}{f_{yk}} =$  12,6 cm<sup>2</sup>

Maksimalna armatura  $A_{s,max} = 0,4 \cdot \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d =$  252 cm<sup>2</sup>  
 $A_{s,max} = 0,310 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d =$  149,73 cm<sup>2</sup>

Naprezanja ispod temelja  $\sigma_{1,2} \leq \sigma_{dop,tla}$

$$\sigma_{1-1} = \frac{N_{Ed}}{A} \pm \frac{M_{Ed}}{W} = 235,82 \pm 3,45$$

$$\sigma_1 = 239,2711 \text{ kN/m}^2 < \sigma_{dop,tla}$$

$$\sigma_2 = 232,3615 \text{ kN/m}^2 < \sigma_{dop,tla}$$

Naprezanja u presjeku 1-1:

$$\sigma_{1-1} = \sigma_1 - \frac{b_1}{b} (\sigma_1 - \sigma_2) = 236,43 \text{ kN/m}^2$$

Moment u presjeku 1-1:

$$M_{1-1} = (2 \cdot \sigma_1 + \sigma_{1-1}) \cdot \frac{b_1^2}{6} = 39,40 \text{ kNm/m'}$$

Proračun armature

$$A_{1-1} = \frac{M_{Ed}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,34 \text{ cm}^2/\text{m'}$$

Odabрана armatura: 10  $\varnothing 14$   $A_{s1} = 15,4 \text{ cm}^2/\text{m'}$

## **10. GRAFIČKI PRILOZI**

## **11. LITERATURA**

*Knjige i skripte:*

- (1) A. Harapin, J. Radnić: *Osnove betonskih konstrukcija, interna skripta - zapisi s predavanja; Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Split*
- (2) EN 1990:2008 Eurokod- osnove projektiranja konstrukcija (EN 1990:2008+A1:2005+AC:2008)
- (3) EN 1991: Eurokod 1 – Djelovanja na konstrukciju
- (4) EN 1992-1-1:2008 Eurokod 2 – Projektiranje betonskih konstrukcija –Dio 1-1 :Opća pravila i pravila za zgrade
- (5) EN 1998:2008 Eurokod 8 –Projektiranje konstrukcija otpornih na potres-1.dio
- (6) J. Radić i suradnici: *Betonske konstrukcije – Priručnik*, Zagreb 2006.
- (7) J. Radić i suradnici: *Betonske konstrukcije – Riješeni primjeri*, Zagreb 2006.

*Korišteni računalni programi:*

- (1) AutoCAD 2021.
- (2) Scia Engineer 20.0
- (3) Microsoft Word
- (4) Microsoft Excel
- (5) ArmCAD 2005.



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

INVESTITOR:

FAZA: GLAVNI PROJEKT  
T.D.: 42/21

STUDENT:  
Nikolina Barać

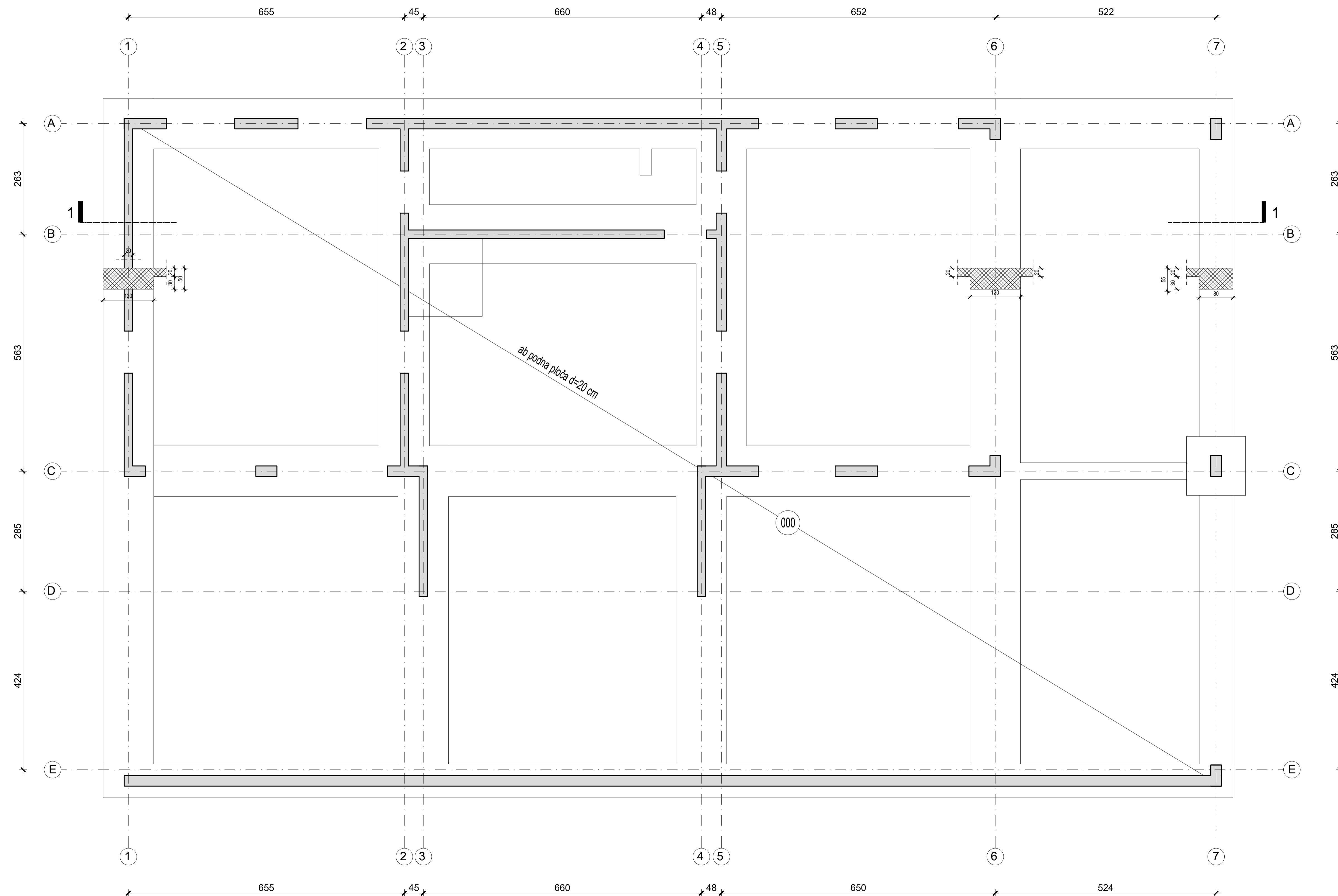
MENTOR:  
Prof. dr. sc. Alen Harapin

M= 1:200

datum: srpanj, 2022.

list 01.

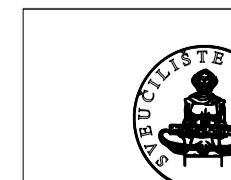
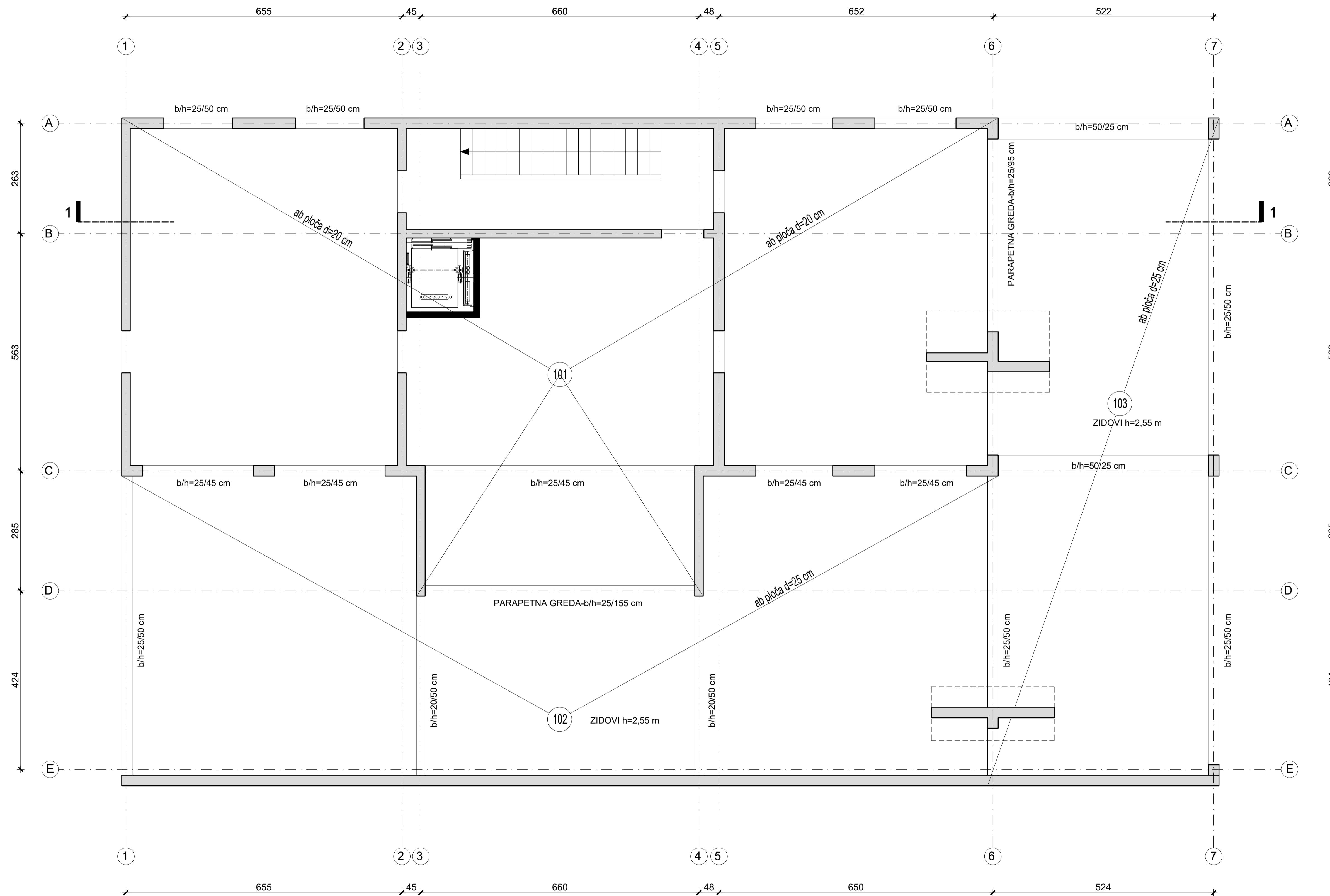
Tlocrt temelja - plan pozicija  
mj 1:50



	INVESTITOR:	GRAĐEVINA: STAMBENA ZGRADA U NASELJU VITRENJAK, ZADAR, zgrada 1	STUDENT: Nikolina Barać
SADRŽAJ: TLOCRT TEMELJA - PLAN POZICIA	FAZA: GLAVNI PROJEKT	MENTOR: Prof. dr. sc. Alen Harapin	
	T.D.: 42/21		
	M= 1:50	datum: srpanj, 2022.	list 02.

# Tlocrt podruma - plan pozicija

## mj 1:50



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

**INVESTITOR:**

**GRAĐEVINA:  
STAMBENA ZGRADA U  
NASELJU VITRENJAK, ZADAR,  
zgrada 1**

**STUDENT:**  
**Nikolina Barać**

SADRŽAJ:  
ILOCRT PODRUMA - PLAN  
FAZA: GLAV

NI PROJEKT

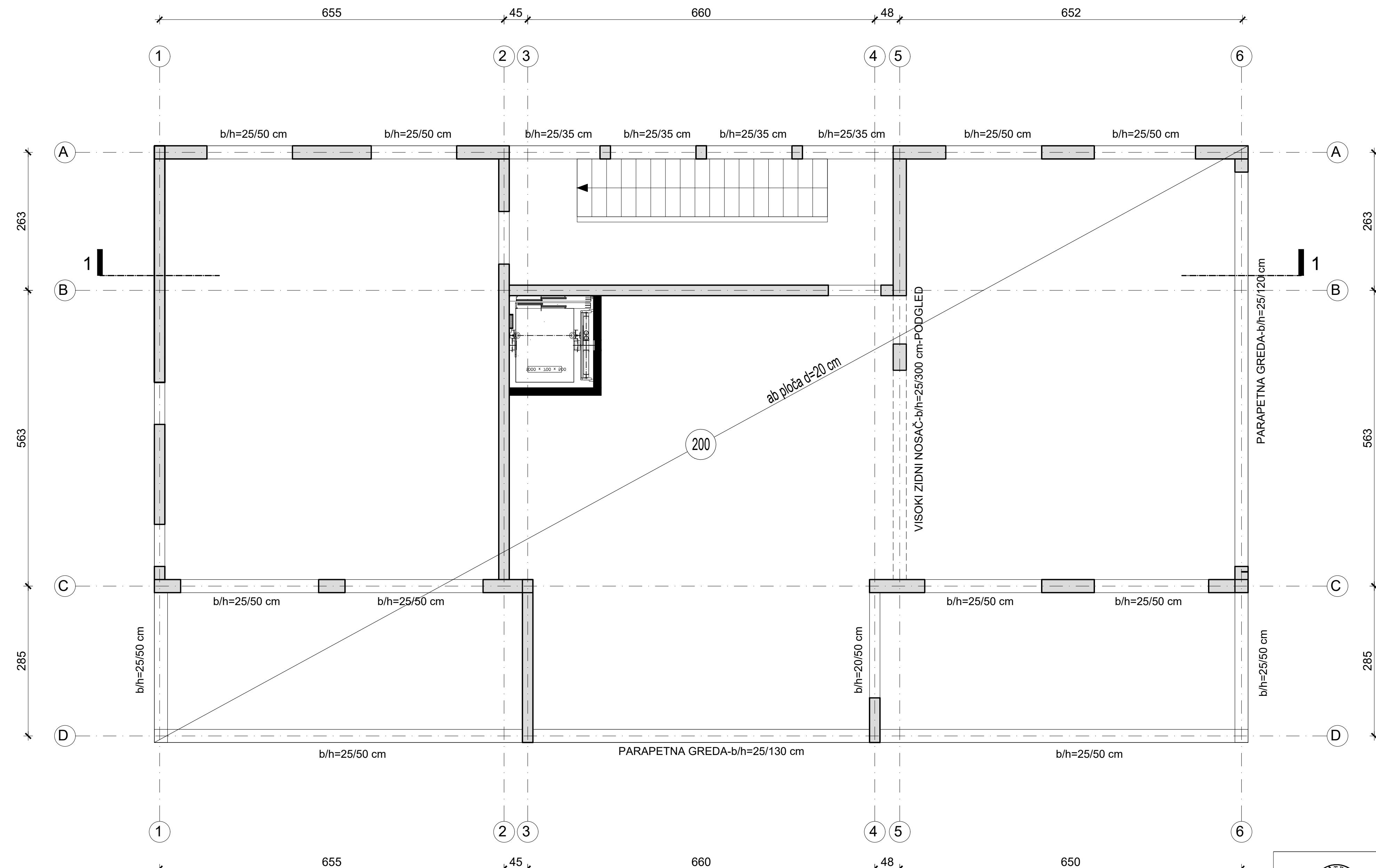
**MENTOR:**

## POZICIJA

T.D.: 42/21

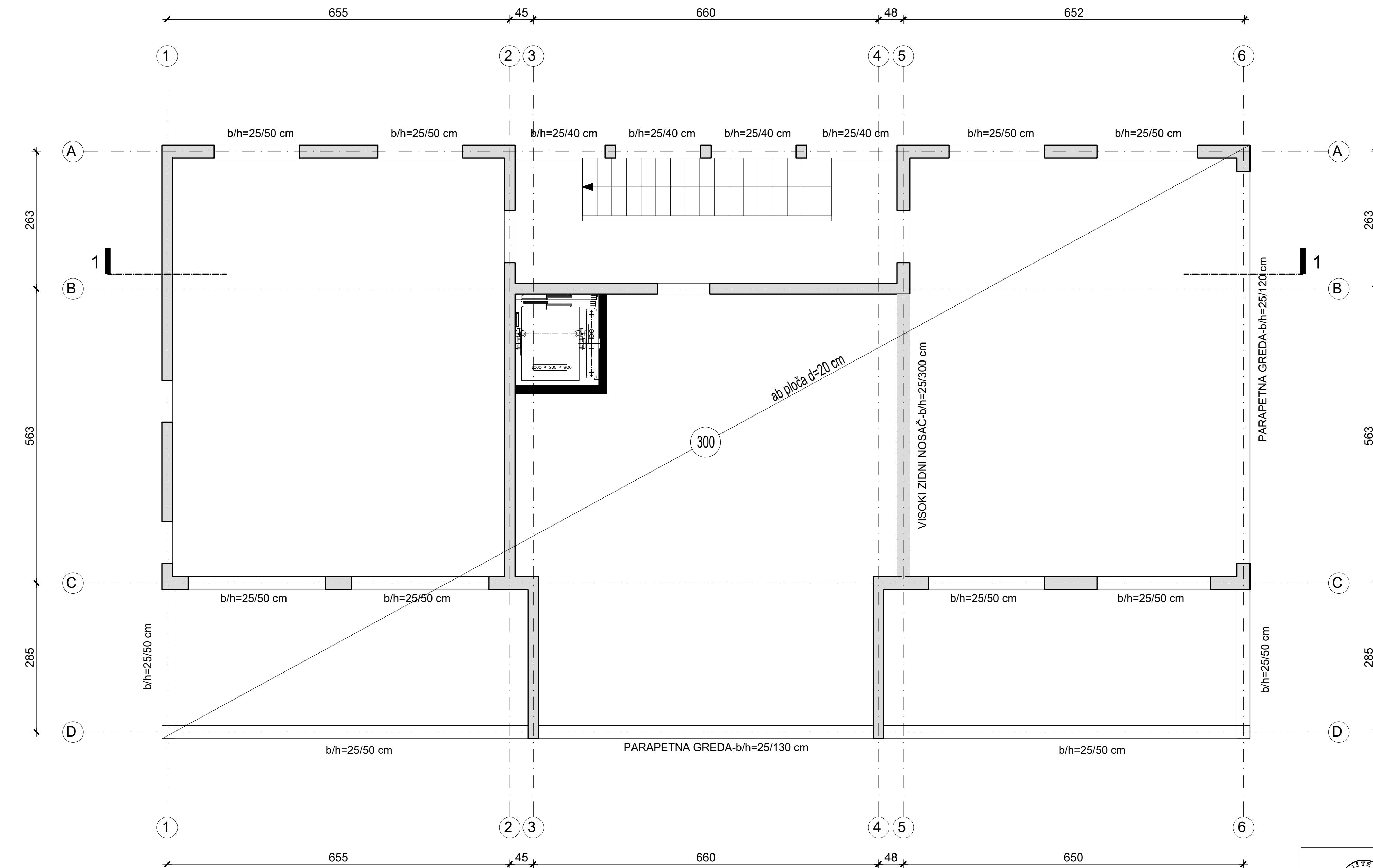
PROL. DR. SC. A.

Tlocrt prizemlja - plan pozicija  
mj 1:50



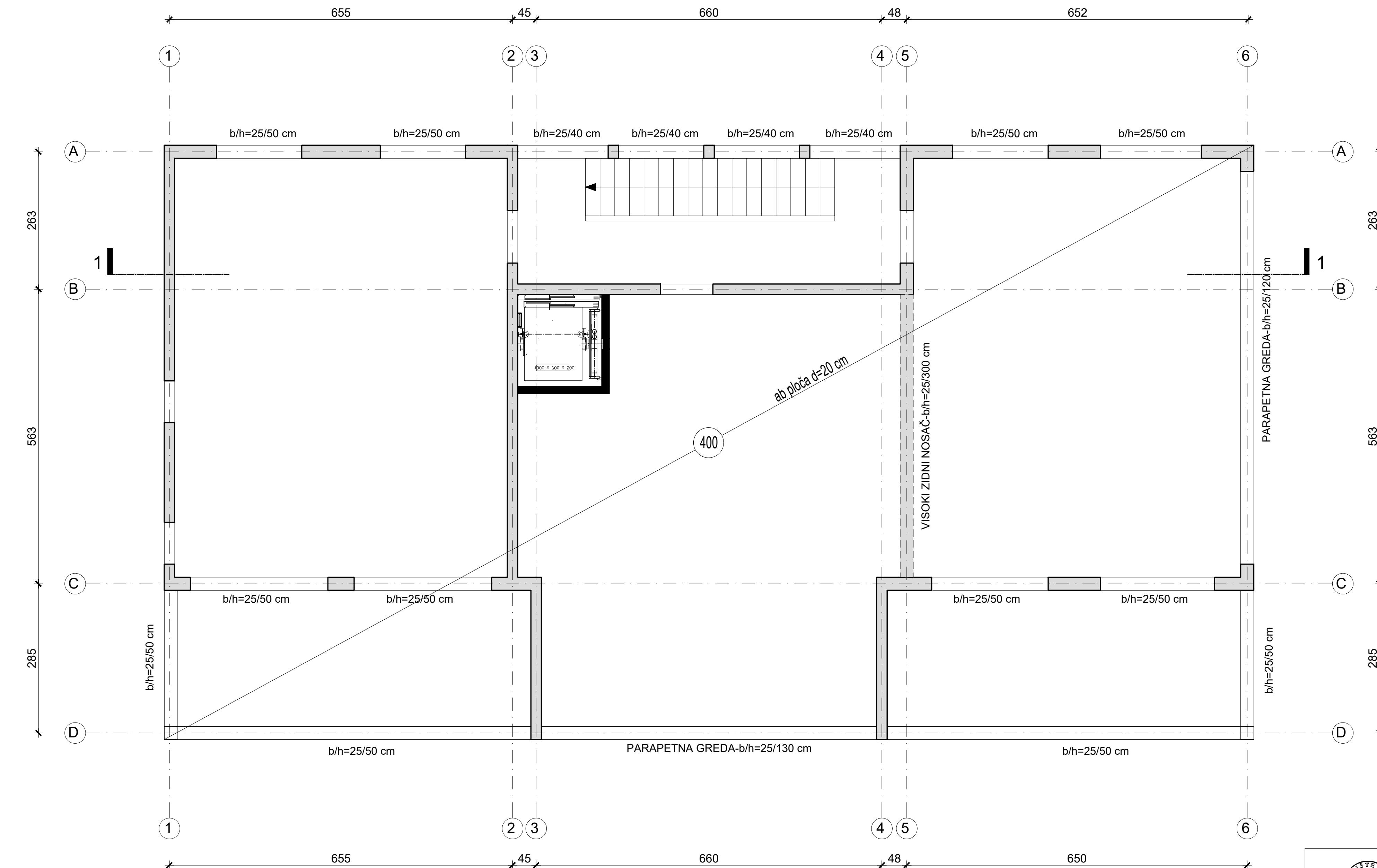
<p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	INVESTITOR:	GRADEVINA: STAMBENA ZGRADA U NASELJU VITRENJAK, ZADAR, zgrada 1	STUDENT: Nikolina Barać
	SADRŽAJ:	FAZA: GLAVNI PROJEKT	MENTOR: Prof. dr. sc. Alen Harapin
	TLOCRT PRIZEMLJA - PLAN POZICIJA	T.D.: 42/21	
	M: 1:50	datum: srpanj, 2022.	list 04.

Tlocrt prvog kata - plan pozicija  
mj 1:50



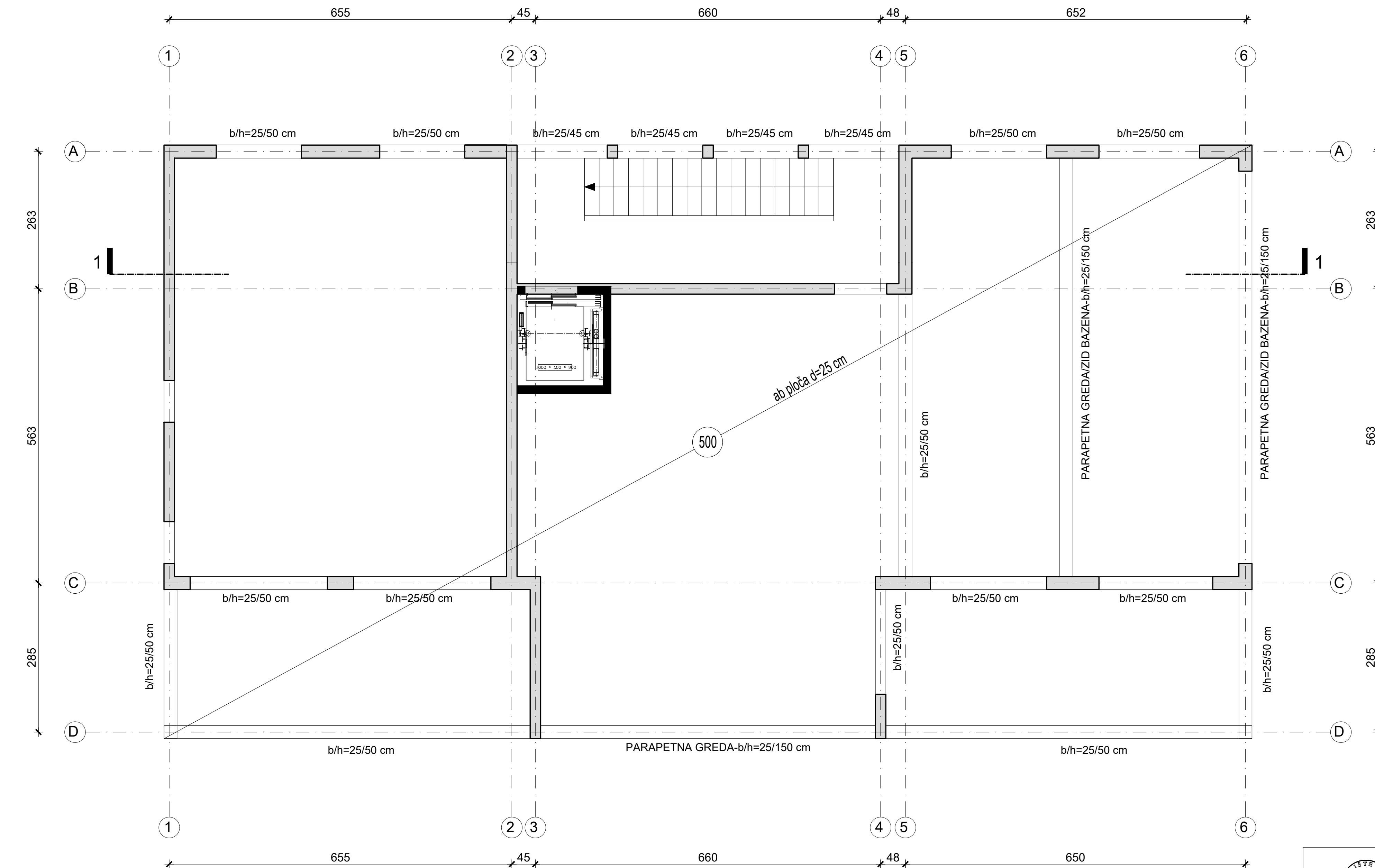
	INVESTITOR:	GRADEVINA: STAMBENA ZGRADA U NASELJU VITRENJAK, ZADAR, zgrada 1	STUDENT: Nikolina Barać
SADRŽAJ:	FAZA: GLAVNI PROJEKT	MENTOR:	
TLOCRT PRVOG KATA - PLAN POZICIJA	T.D.: 42/21	Prof. dr. sc. Alen Harapin	
M: 1:50	datum: srpanj, 2022.		list 05.

Tlocrt drugog kata - plan pozicija  
mj 1:50



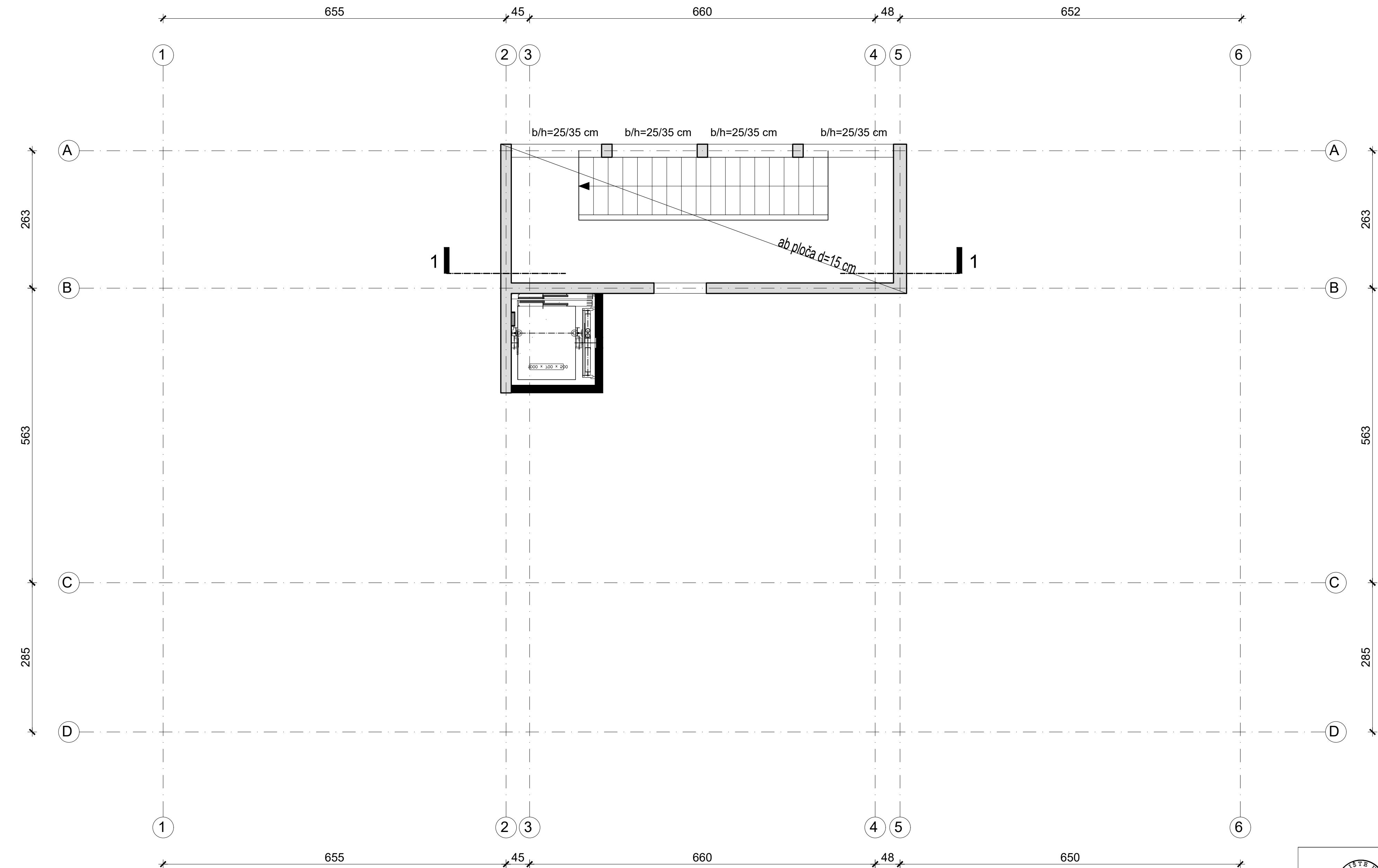
 SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15	INVESTITOR:	GRADEVINA: STAMBENA ZGRADA U NASELJU VITRENJAK, ZADAR, zgrada 1	STUDENT: Nikolina Barać
	SADRŽAJ: <b>TLOCRT DRUGOG KATA - PLAN POZICIJA</b>	FAZA: GLAVNI PROJEKT	MENTOR: Prof. dr. sc. Alen Harapin
	T.D.: 42/21	M: 1:50	datum: srpanj, 2022.

Tlocrt trećeg kata - plan pozicija  
mj 1:50

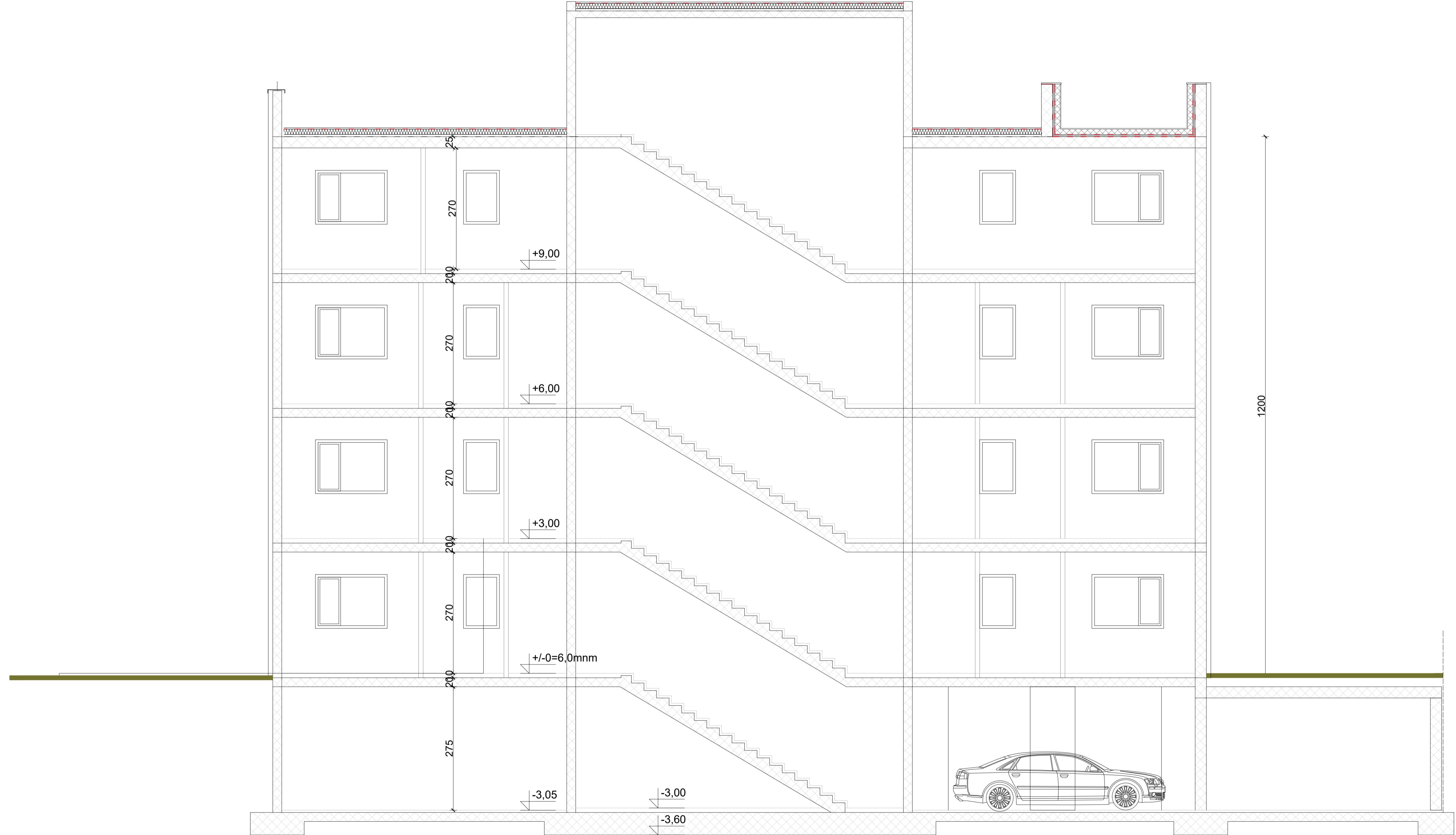


	INVESTITOR:	GRADEVINA: STAMBENA ZGRADA U NASELJU VITRENJAK, ZADAR, zgrada 1	STUDENT: Nikolina Barać
SADRŽAJ: TLOCRT TREĆEG KATA - PLAN POZICIJA	FAZA: GLAVNI PROJEKT	MENTOR: Prof. dr. sc. Alen Harapin	
T.D.: 42/21			
M: 1:50	datum: srpanj, 2022.		list 07.

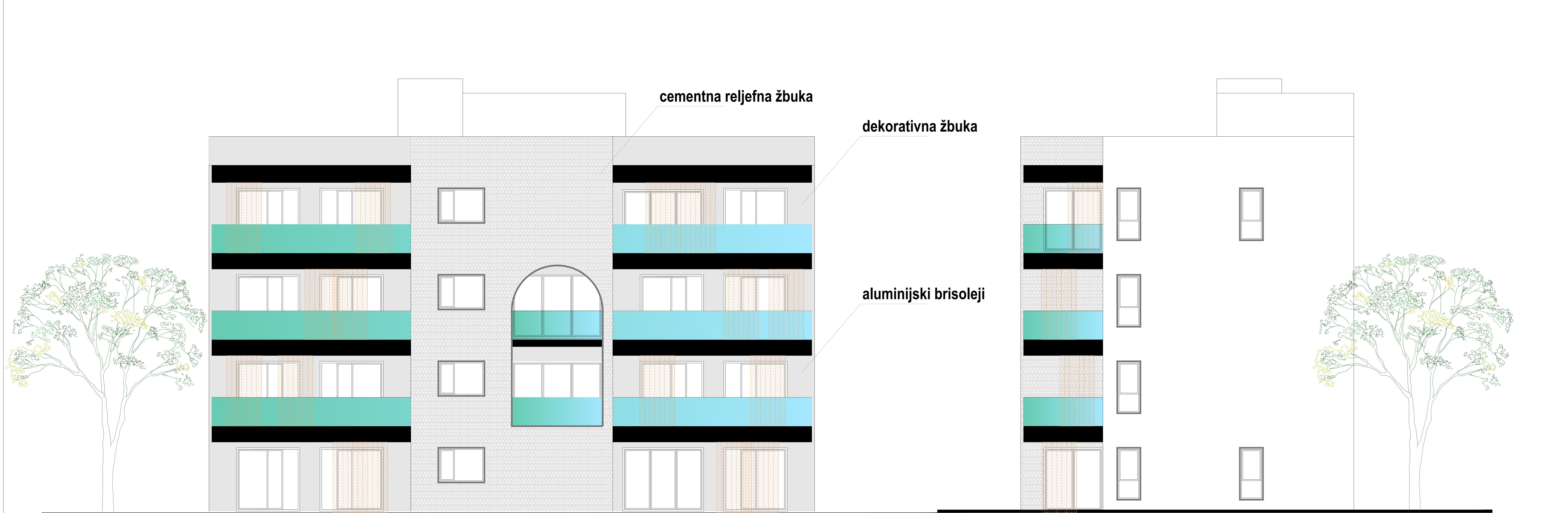
Tlocrt krovne terase - plan pozicija  
mj 1:50



	INVESTITOR:	GRADEVINA: STAMBENA ZGRADA U NASELJU VITRENJAK, ZADAR, zgrada 1	STUDENT: Nikolina Barać
SADRŽAJ:	FAZA: GLAVNI PROJEKT	MENTOR:	
TLOCRT KROVNE TERASE - PLAN POZICIJA	T.D.: 42/21	Prof. dr. sc. Alen Harapin	
M: 1:50	datum: srpanj, 2022.		list 08.



	INVESTITOR:	GRADIVNA STAMBEHA ZGRADA U NASELJU VITRENJAK, ZADAR, zgrada 1	STUDENT: Nikolina Barać
SADRŽAJ: FAZA: GLAVNI PROJEKT PRESJEK 1-1 T.D.: 42/21		FAZA: GLAVNI PROJEKT PRESJEK 1-1 T.D.: 42/21	MENTOR: Prof. dr. sc. Alen Harapin
M= 1:50		datum: srpanj, 2022.	list: 09.



**SOUTH-WEST**

FACULTET GRAĐEVINARSTVA  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
JUGOZAPADNO PROČELJE  
JUGOISTOČNO PROČELJE

42/21

15

M= 1:50

list 10.

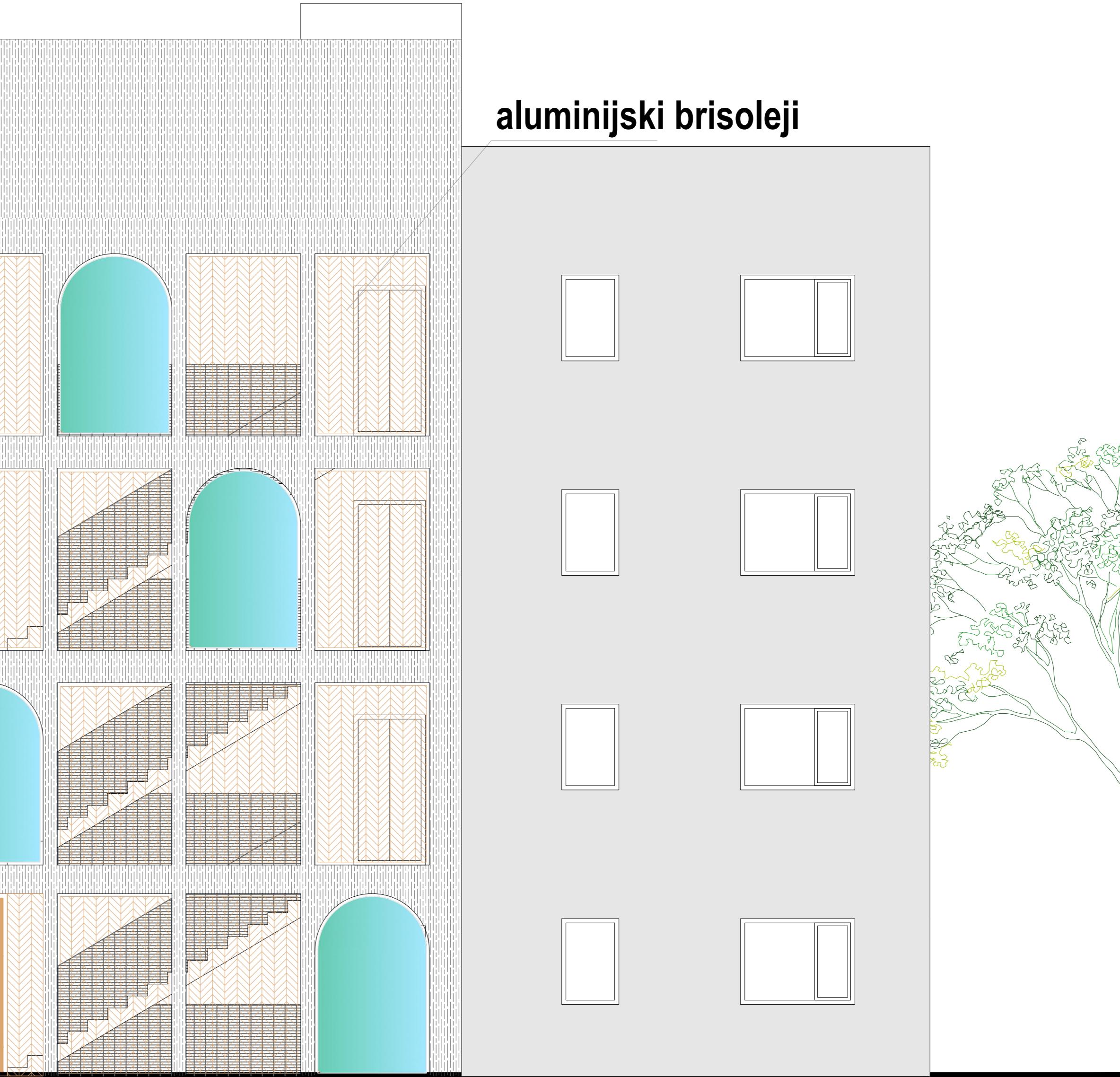
	INVESTITOR:	GRAĐEVINA: STAMBENA ZGRADA U NASELJU VITRENJAK, ZADAR, zgrada 1	STUDENT: Nikolina Barać
SADRŽAJ: JUGOZAPADNO PROČELJE JUGOISTOČNO PROČELJE	FAZA: GLAVNI PROJEKT		MENTOR: Prof. dr. sc. Alen Harapin
	T.D.: 42/21		
	M= 1:50	datum: srpanj, 2022.	



NORTH-WEST

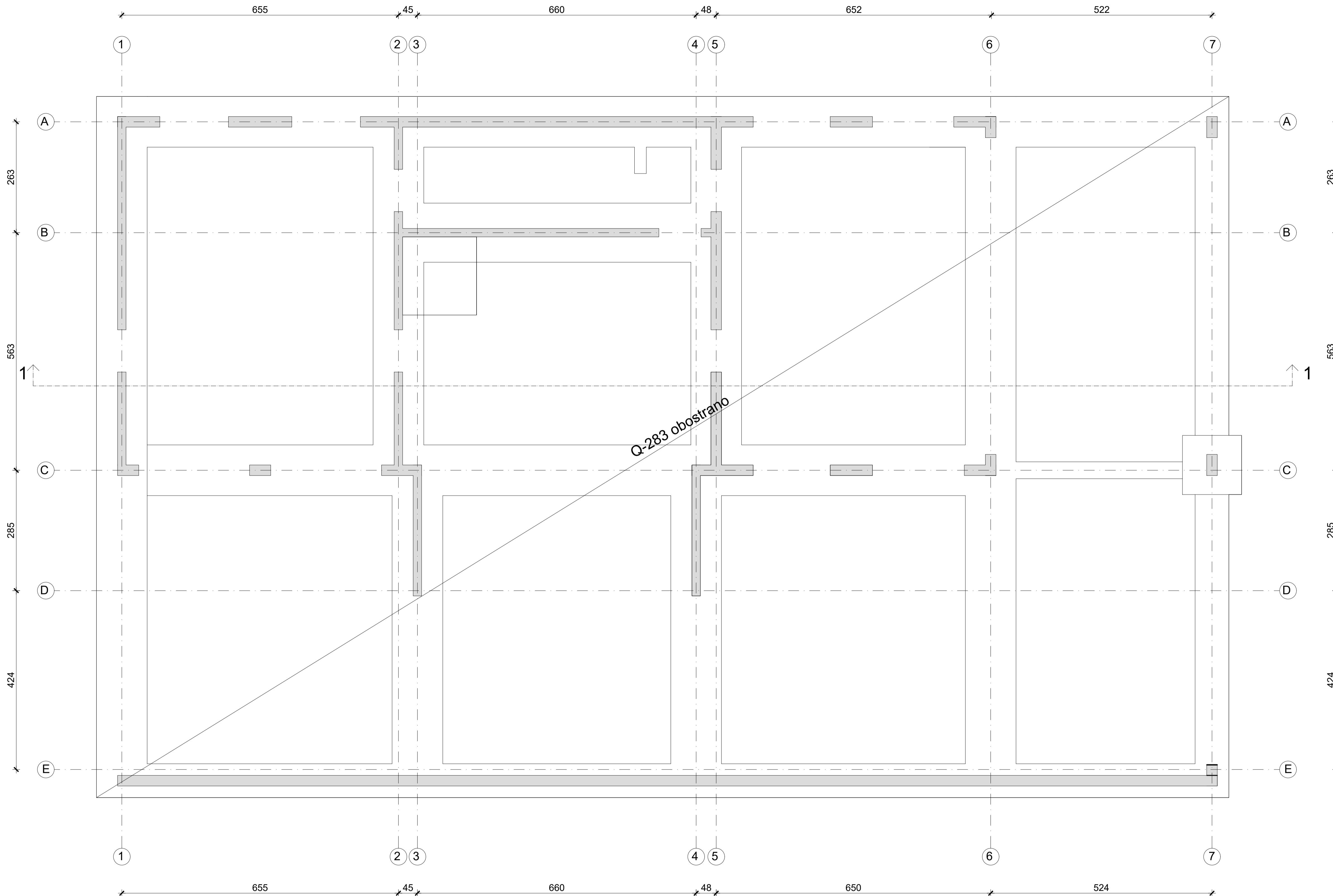


NORTH-EAST

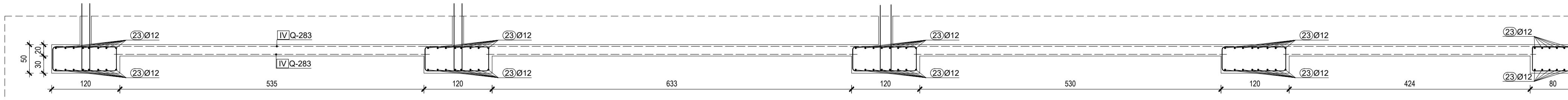


aluminijski brisoleji

## DONJA I GORNJA ZONA



## PRESJEK 1-1



	INVESTITOR:	GRAĐEVINA: STAMBENA ZGRADA U NASELJU VITRENJAK, ZADAR, zgrada 1	STUDENT: Nikolina Barać
SADRŽAJ:	FAZA: GLAVNI PROJEKT		MENTOR: Prof. dr. sc. Alen Harapin
SKICA ARMATURE - PLAN POZICIJA	000	T.D.: 42/21	
M=1:50	datum: srpanj, 2022.	list 12.	

# DONJA ZONA

**DONJA ZONA**

655 660 652 522

1 2 3 4 5 6 7

A B C D E

Q-503 Ø10/30

Q-503 Ø10/30

Q-785 Ø10/40

Q-785 Ø10/40

Q-785 Ø10/30

Ø10/40

Ø10/40

The diagram shows a bridge deck cross-section with a central girder supported by piers. The top slab has a thickness of 45 cm. The deck is divided into sections A, B, C, D, and E. Section A includes a transition with a height of 45 cm. Sections B, C, and D feature vertical stiffeners. The bottom slab has a thickness of 60 cm. Reinforcement details include diagonal bars labeled Q-503 and Q-785, and horizontal bars labeled Ø10/30 and Ø10/40.

This diagram illustrates a floor plan with various structural details and dimensions. The top horizontal line shows points 1 through 7, with distances between them: 655, 45, 660, 48, 650, and 524. Below this, a central horizontal beam is supported by columns labeled 2, 3, 4, 5, and 6. The beam has a total length of 600 cm, with spans of 580 cm on either side of the central support. The central support is 100 cm wide. The beam is reinforced with four 4Ø14 bars at the top and two 7Ø14 bars at the bottom. A vertical column at point 1 has a thickness of 20 cm and contains a 10Ø8 bar. A vertical column at point 7 has a thickness of 20 cm and contains a 13Ø70 bar. The floor slab thickness is 25 cm, indicated by a dashed line. The overall width of the structure is 2080 cm. The bottom part of the diagram shows a grid of columns with widths of 50, 263, 50, 263, 95, 640, 145, 183, 100, 218, and 75 cm. Reinforcement for these columns includes 7Ø14, 9Ø20, 7Ø30, 14Ø14, 8Ø20, 13Ø14, 10Ø70, 8Ø30, and 9Ø20. The bottom edge features a 300 cm thick base with 9Ø20 bars and a 60 cm thick top slab with 8Ø20 bars. A vertical column on the right has a thickness of 95 cm and contains a 13Ø47 bar.

# GORNJA ZONA

This architectural floor plan illustrates a building section with the following key features and dimensions:

- Dimensions:** The plan includes horizontal dimensions at the top: 655, 45, 660, 48, 652, and 522. Vertical dimensions on the left are 263, 563, 285, 424, and 124. Vertical dimensions on the right are 263, 563, 285, and 424.
- Rooms and Areas:** The plan shows several rooms and areas, some with specific labels:
  - Area A (top left): Contains points 1, 2, 3, 4, 5, 6, and 7.
  - Area B (middle left): Contains point 2 and 3.
  - Area C (middle right): Contains point 6 and 7.
  - Area D (bottom left): Contains point 1.
  - Area E (bottom right): Contains point 1.
- Structural Details:** The plan features multiple vertical columns and beams. Key structural elements include:
  - A central vertical column with a height of 563 units, containing points 2, 3, 4, 5, 6, and 7.
  - Vertical columns on the far left and right labeled A, B, C, D, and E.
  - Vertical columns labeled 1, 2, 3, 4, 5, 6, and 7.
  - Diagonal lines representing structural supports or beams.
  - Labels for specific sections: L-1 Q-385 300 cm x 215 cm.
  - A label Q-196 near the center.
  - Two '1' labels with arrows pointing upwards.
- Annotations:** The plan includes several annotations:
  - Point 1 is located at the bottom left corner.
  - Point 2 is located in the middle left area.
  - Point 3 is located in the middle left area, below point 2.
  - Point 4 is located in the middle right area.
  - Point 5 is located in the middle right area, below point 4.
  - Point 6 is located in the middle right area.
  - Point 7 is located in the middle right area, above point 6.
  - Point A is located at the top left corner.
  - Point B is located in the middle left area.
  - Point C is located in the middle right area.
  - Point D is located at the bottom right corner.
  - Point E is located at the bottom right corner.

The diagram illustrates a concrete column connection. A vertical grey column is shown with a horizontal dashed line representing the top edge. At the top of the column, there are two sets of bolt holes: one set labeled (29) Ø10/20 and another set labeled ① Ø14. To the right of the column, a horizontal steel plate is attached. Four anchor details are labeled: II Q-503 at the top and bottom of the plate, and IV Q-283 on both sides of the plate. The number 25 is written above the column.

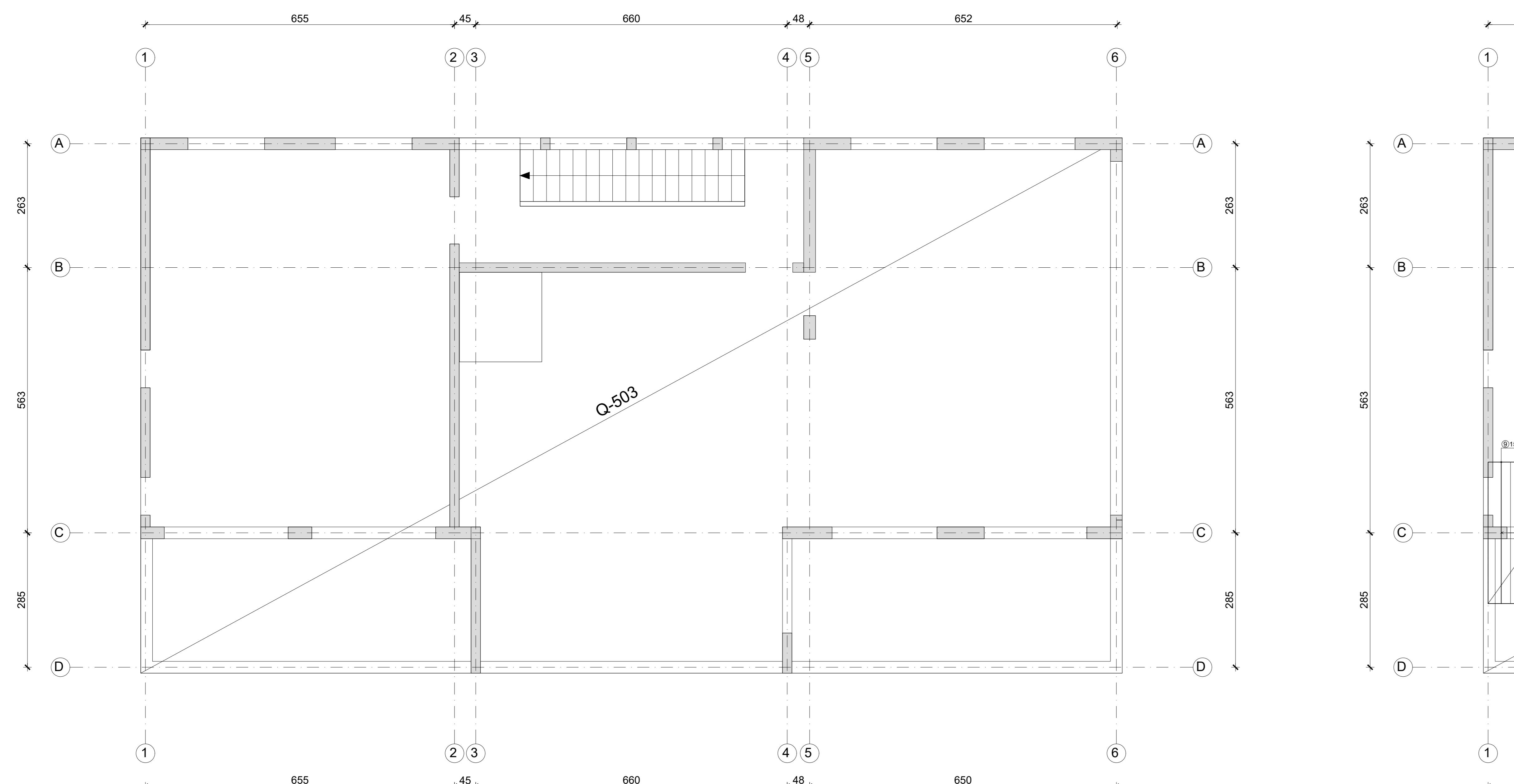
EVINA:  
SENA ZGRADA U  
JU VITRENJAK, ZADAR,  
1

STUDENT:  
**Nikolina Barać**

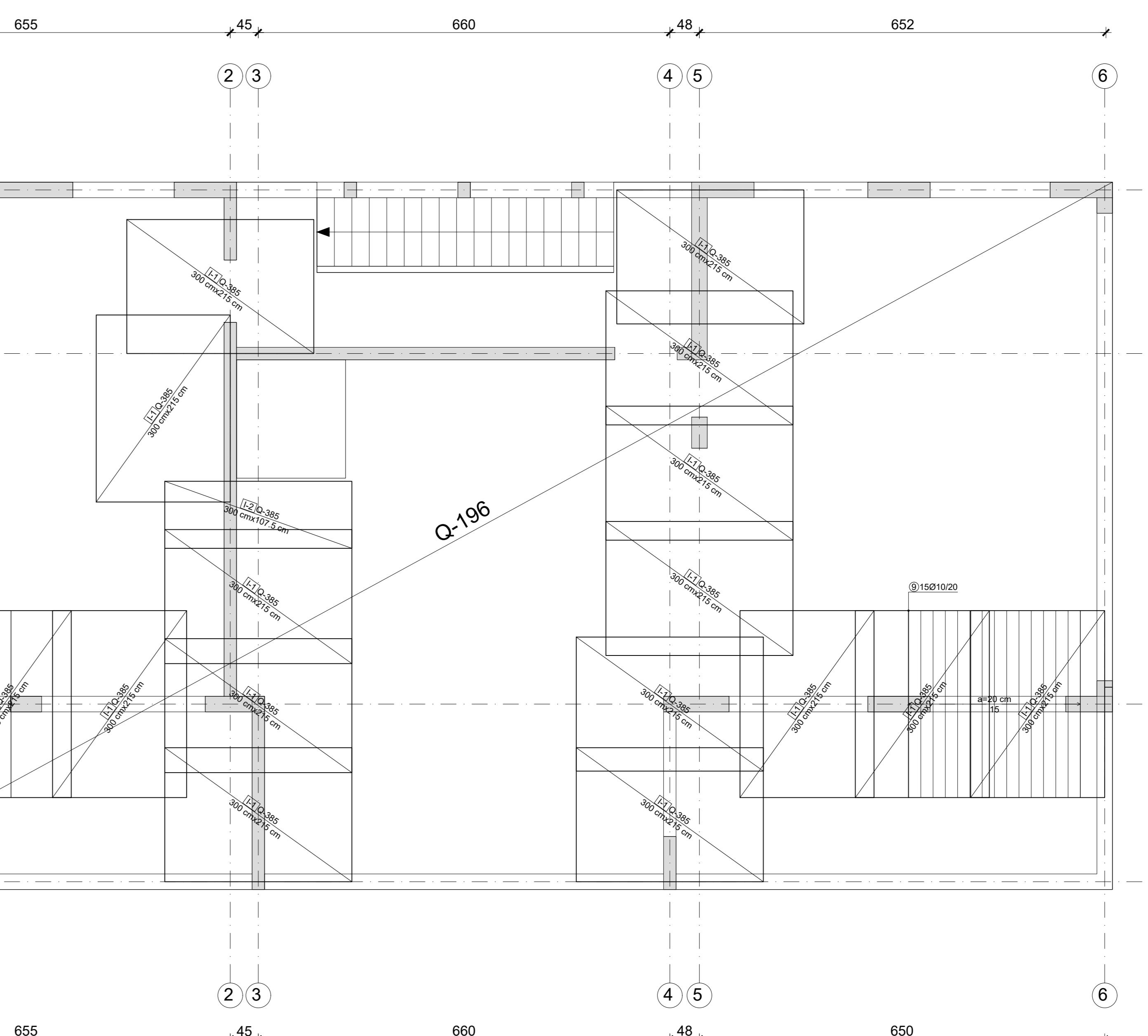
GLAVNI PROJEKT	MENTOR:
42/21	Prof. dr. sc. Ale

n Harapin

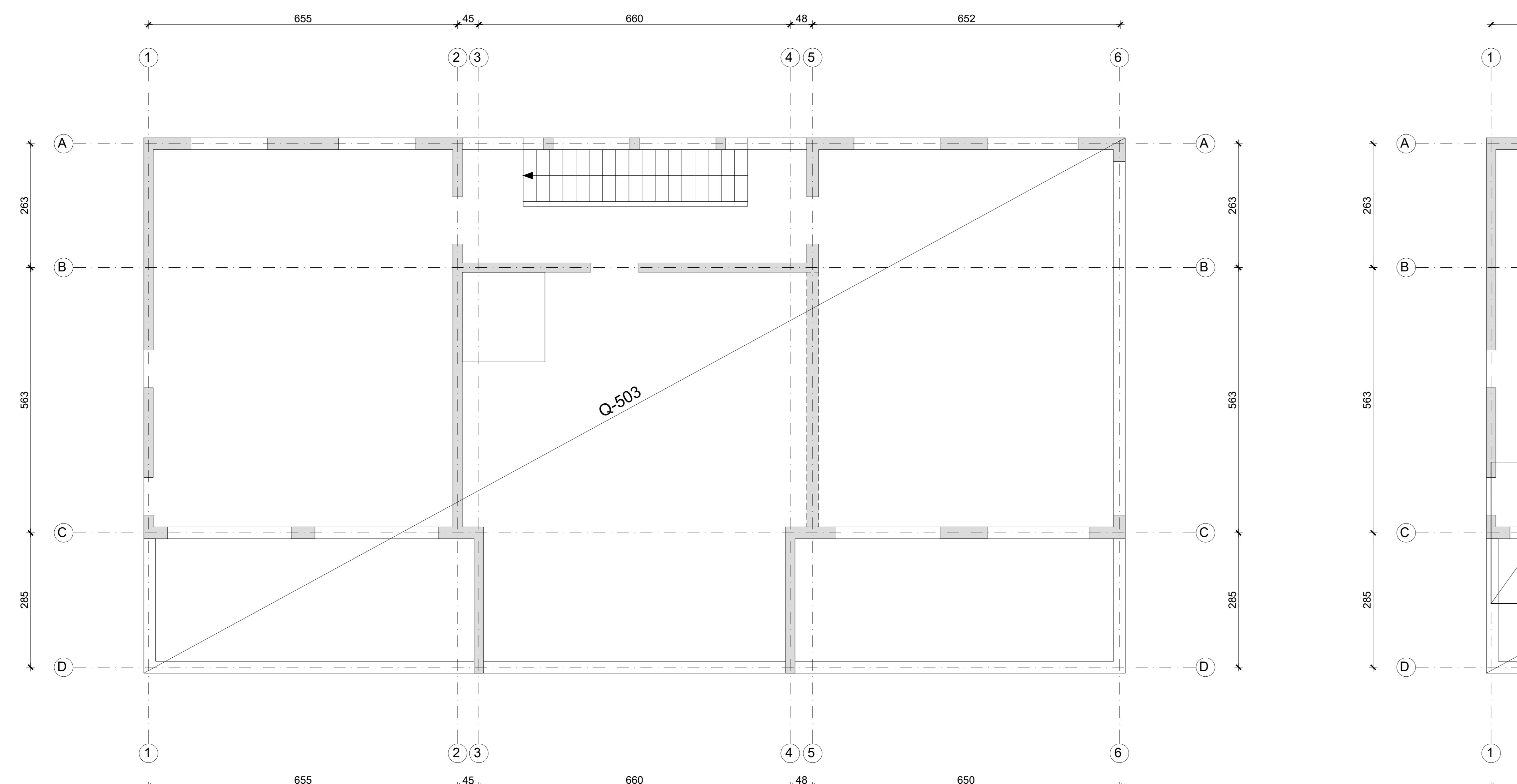
## DONJA ZONA



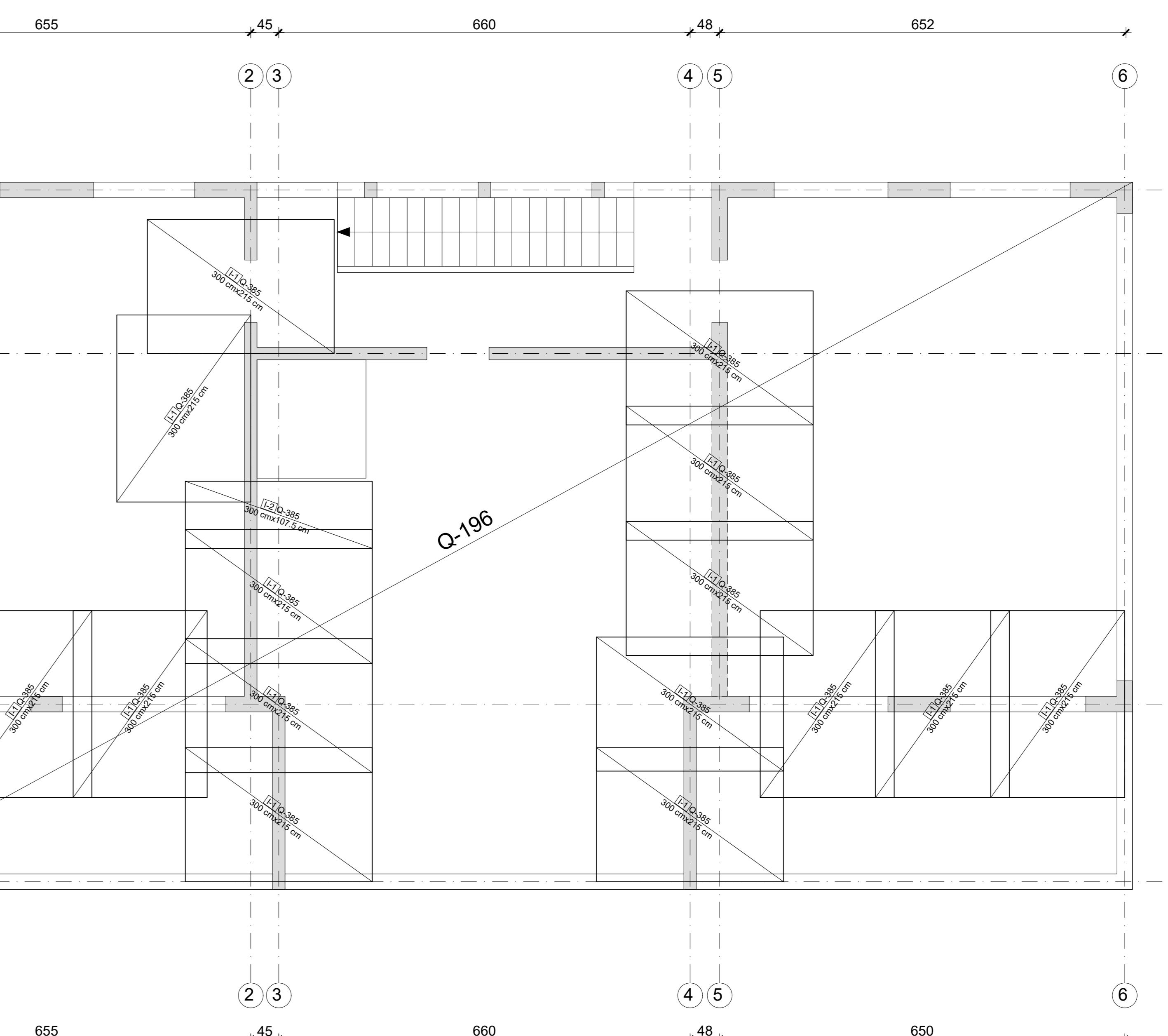
## GORNJA ZONA



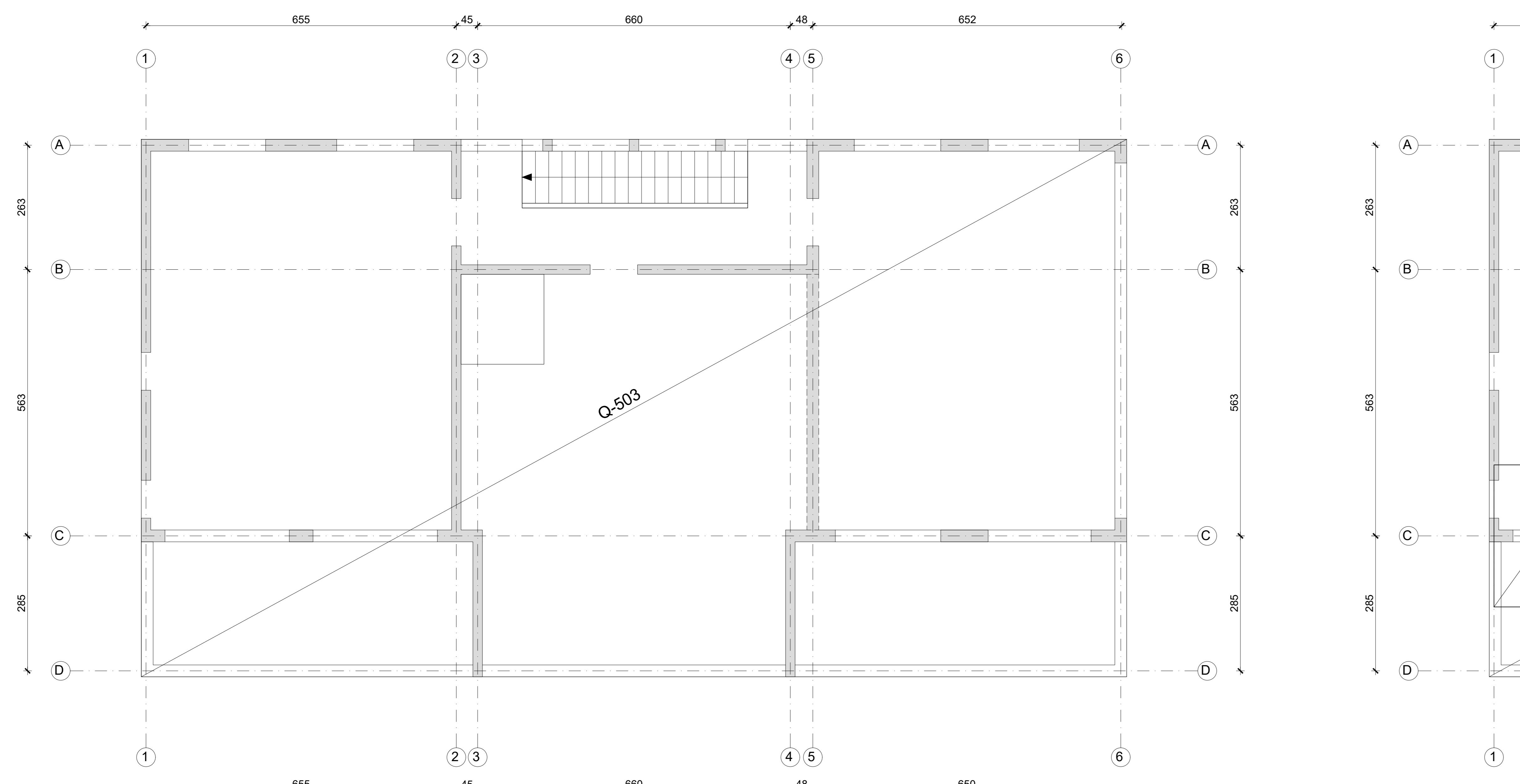
## DONJA ZONA



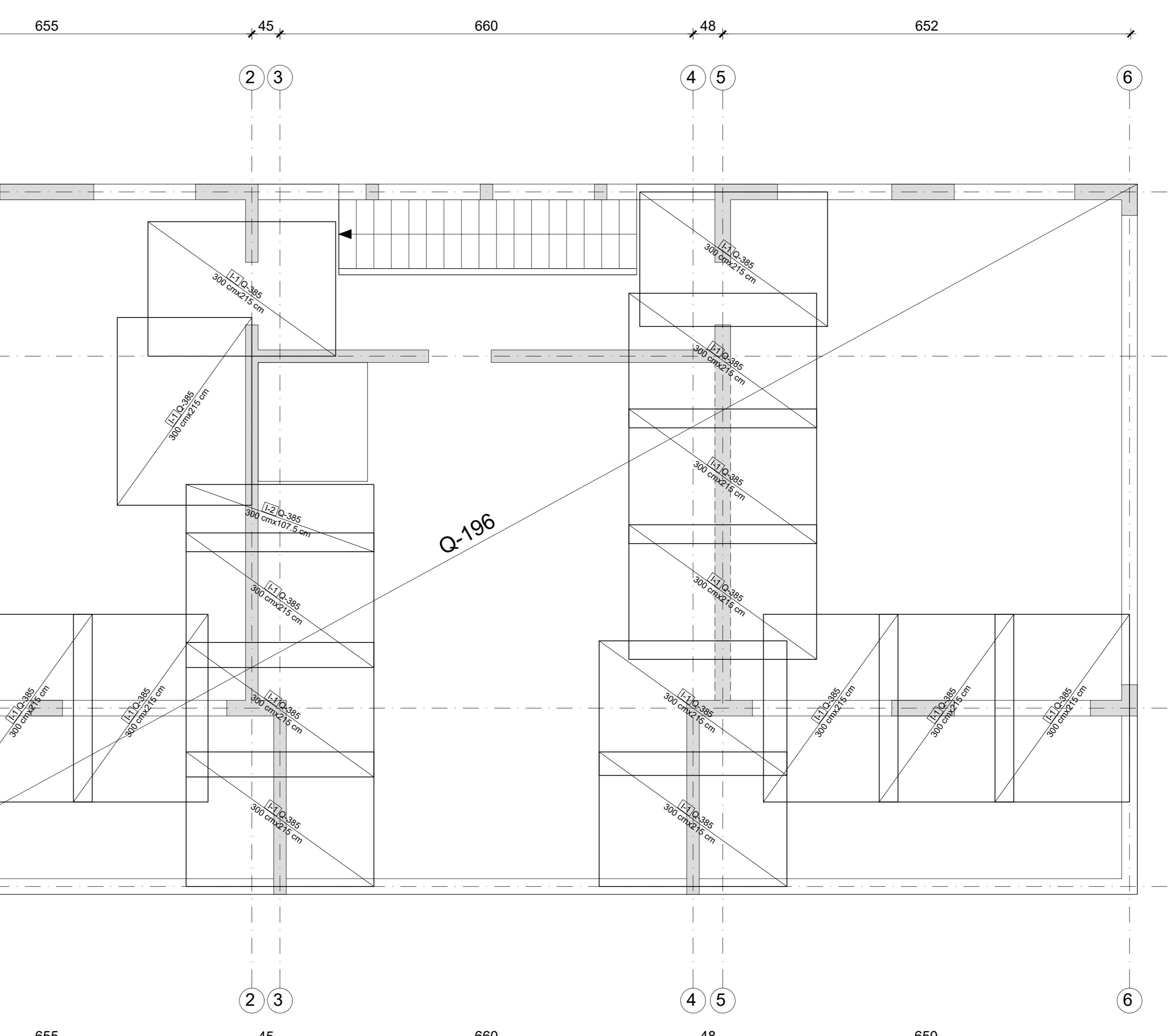
## GORNJA ZONA



## DONJA ZONA



## GORNJA ZONA



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARMAMENTIČKI DEO  
SADRŽAJ:  
SKICA ARMATURE - PLAN POZICIJA  
T.D. 4221

FAZA: GLAVNI PROJEKT  
MENTOR:  
Prof. dr. sc. Alen Harapin

STUDENT:  
Nikolina Barać

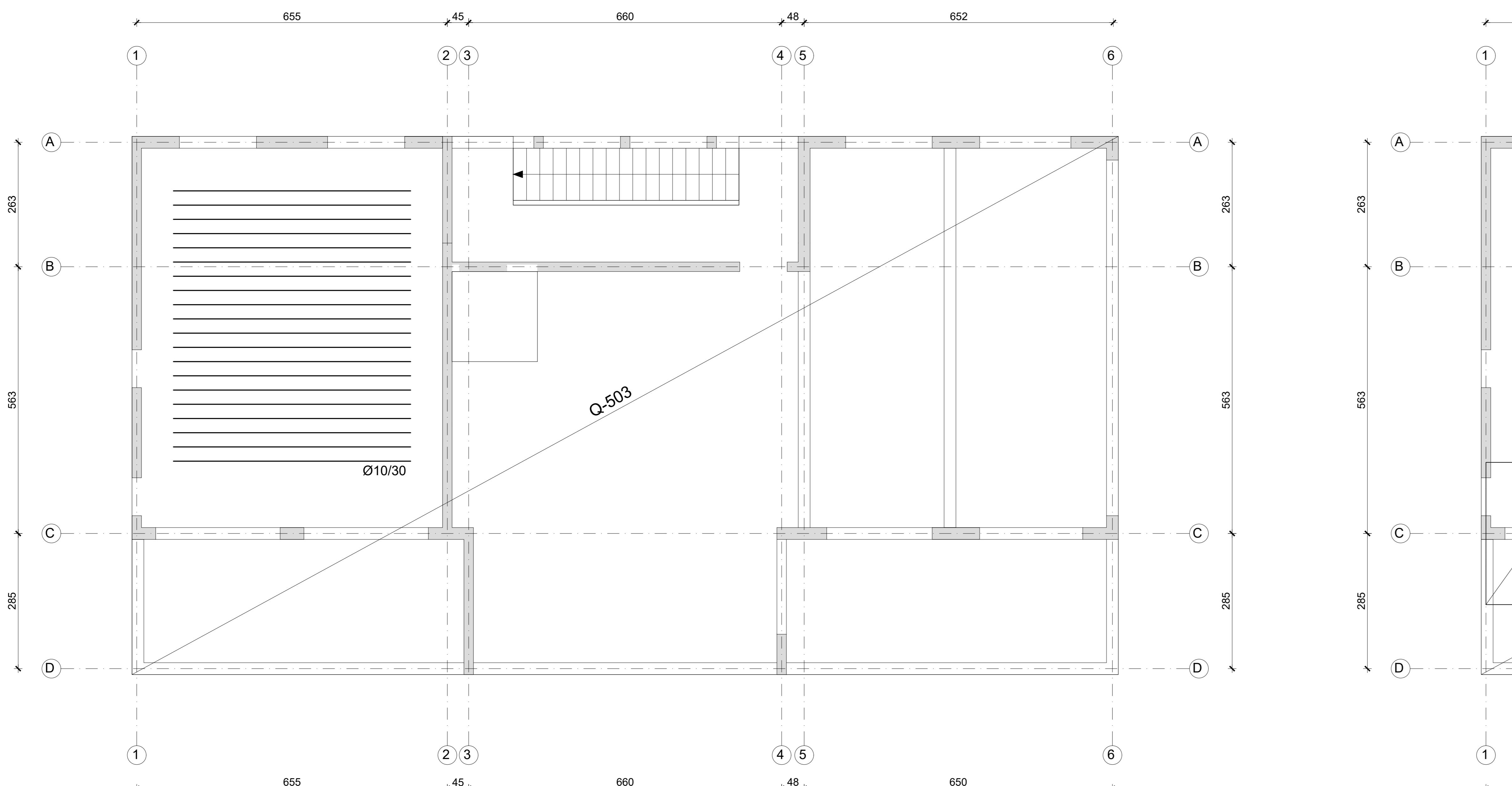
GRAĐEVINA:  
STAMBENA ZGRADA U  
NASELJU VITRENJAK, ZADAR,  
zgrada 1

list 16.

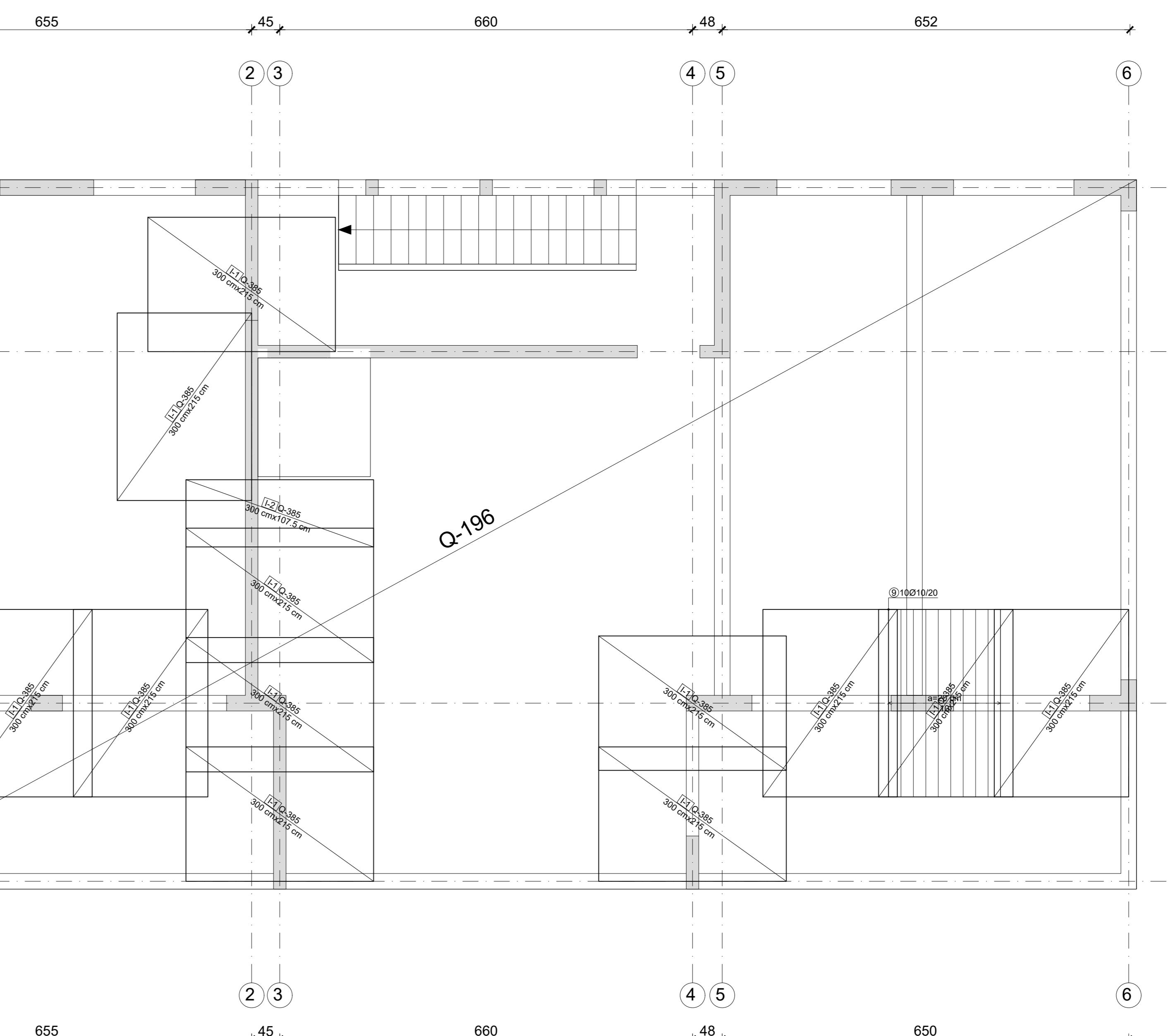
M= 1:50

datum: srpanj, 2022.

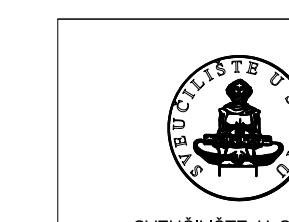
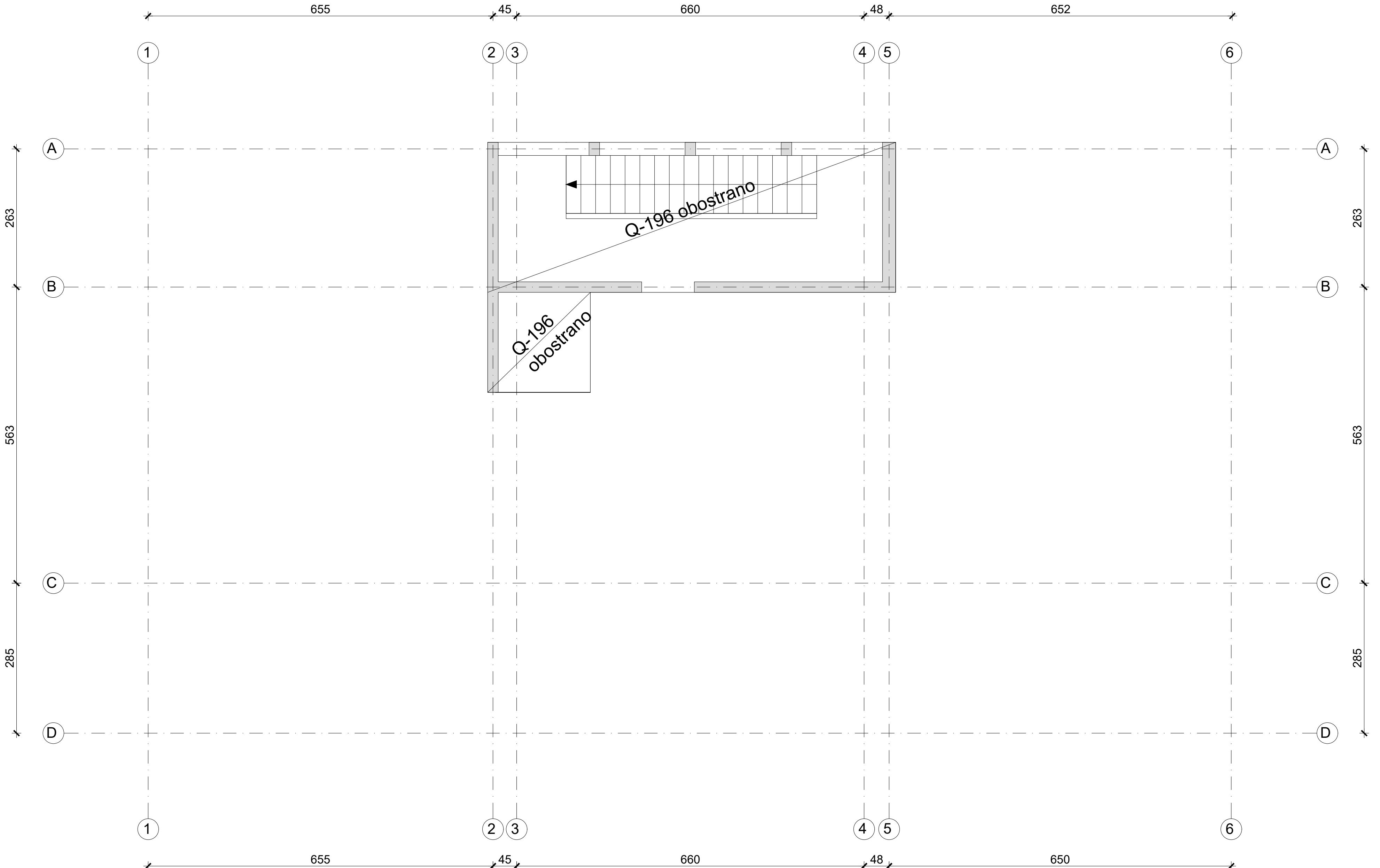
## DONJA ZONA



## GORNJA ZONA



# DONJA I GORNJA ZONA



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

INVESTITOR:

SADRŽAJ:

M= 1:50

GRADEVINA:  
STAMBENA ZGRADA U  
NASELJU VITRENJAK, ZADAR,  
zgrada 1

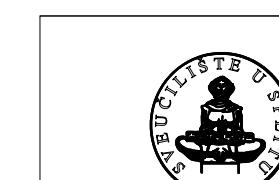
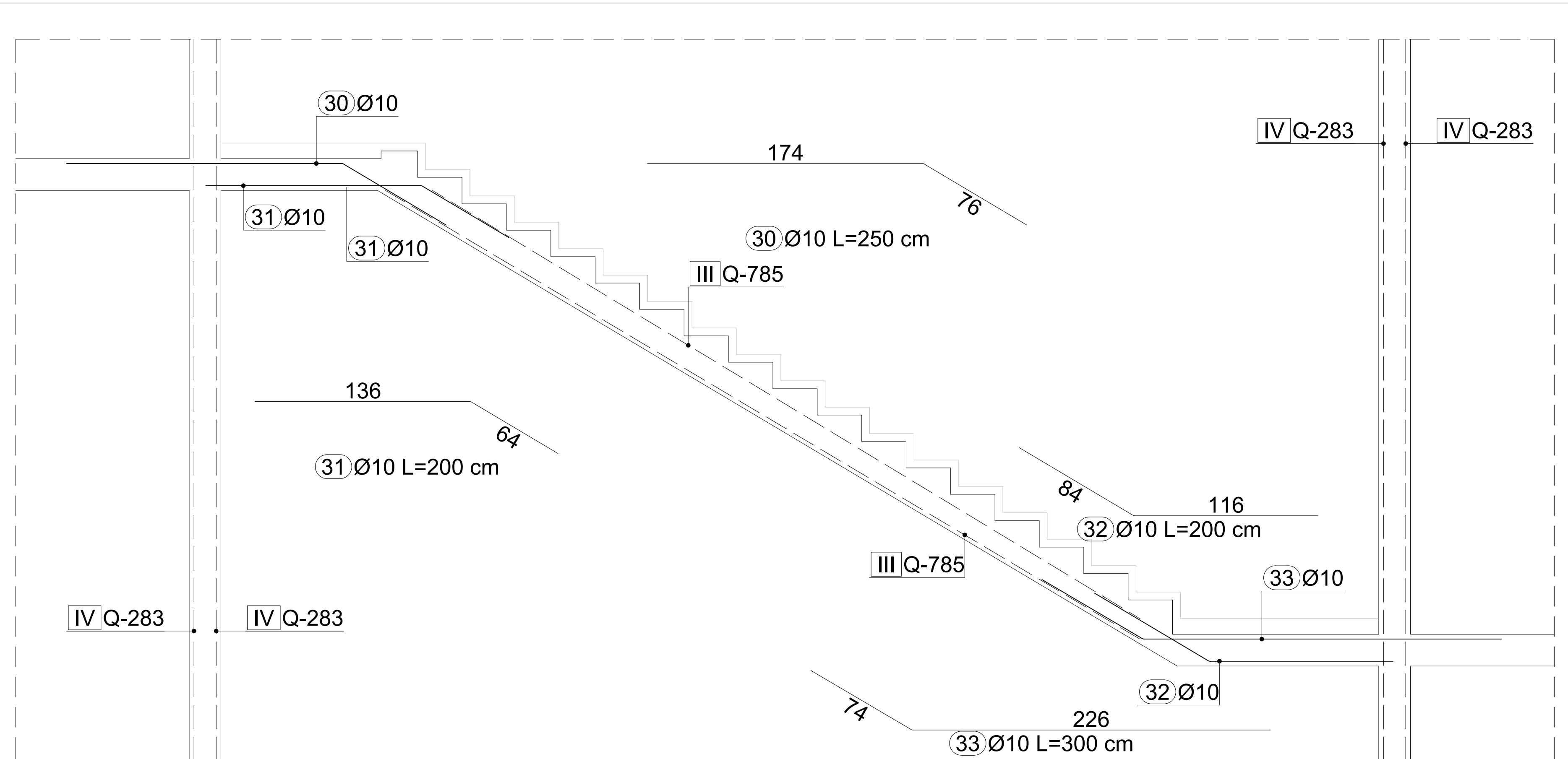
FAZA: GLAVNI PROJEKT

T.D.: 42/21

STUDENT:  
Nikolina Barać

MENTOR:

Prof. dr. sc. Alen Harapin



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

INVESTITOR:

GRAĐEVINA:  
STAMBENA ZGRADA U  
NASELJU VITRENJAK, ZADAR,  
zgrada 1

STUDENT:  
Nikolina Barać

SADRŽAJ:  
SKICA ARMATURE STUBIŠTA

FAZA: GLAVNI PROJEKT  
T.D.: 42/21

MENTOR:  
Prof. dr. sc. Alen Harapin

M= 1:200

datum: srpanj, 2022.

list 19.