

# 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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:123:245556>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-10-02**



*Repository / Repozitorij:*

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



UNIVERSITY OF SPLIT



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

# **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.č. 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 nacрте.

## ***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 nacрте

U Splitu, ožujak 2022.

Voditelj diplomskog rada:

Predsjednik povjerenstva za  
diplomske ispite

Prof. dr. sc. Alen Harapin

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. Pretpostavljena 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 očvrslulog 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 izvijestiti 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)
- nHRN EN 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)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	d x $\gamma$ (kN/m <sup>2</sup> )
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)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	d x $\gamma$ (kN/m <sup>2</sup> )
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
UKUPNO:			13,15

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
UKUPNO:			2,06

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
UKUPNO:			4,25

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
UKUPNO:			1.70

Tablica 2.7. Karakterističan iznos opterećenja, stubište-krak

	d (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	d x $\gamma$ (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:

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



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

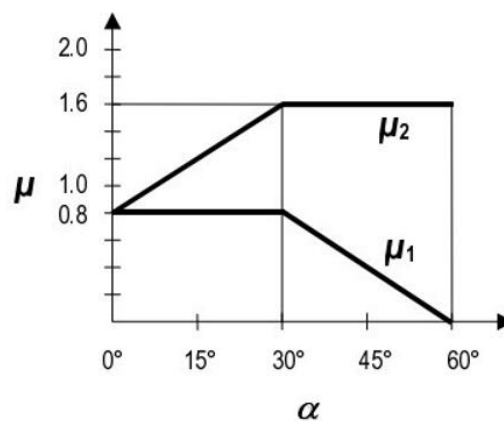
$s_k$  – karakteristična vrijednost opterećenja snijegom na tlu

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

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

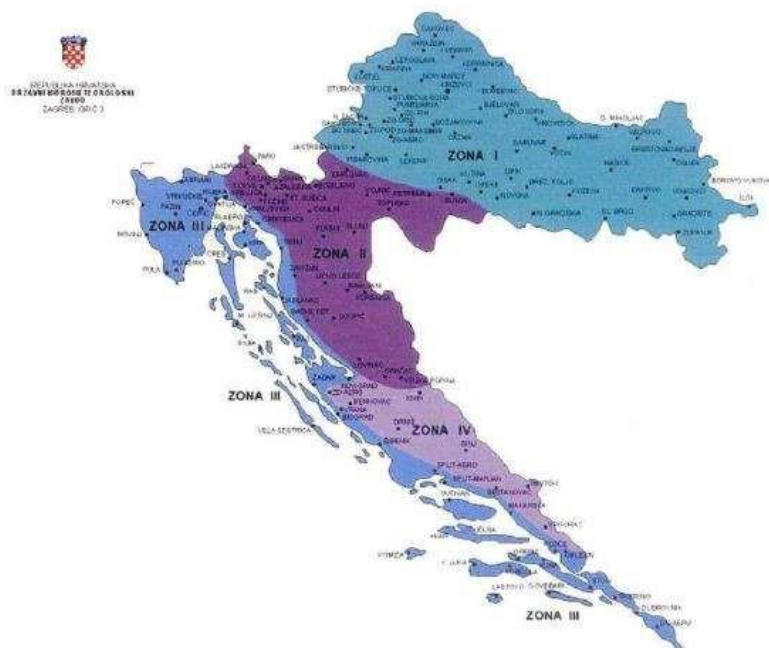
$s_k = 0,45 \text{ kN/m}^2 \rightarrow$  za Zadar, od 0-100 m nadmorske visine

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:  $\mu_i = 0,8$



Nadmorska visina [m]	$s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]			
	I	II	III	IV
0	0,88	0,75	0,14	0,18
100	1,09	1,05	0,45	0,33
200	1,31	1,38	0,80	0,50
300	1,55	1,76	1,20	0,70
400	1,80	2,18	1,65	0,92
500	2,06	2,63	2,15	1,16
600	2,34	3,13	2,70	
700	2,63	3,68	3,30	
800	2,94	4,26	3,95	
900	3,26	4,88	4,65	
1000	3,60	5,55	5,40	
1100	3,94	6,26	6,20	
1200	4,31	7,01	7,05	
1300		7,80	7,95	
1400		8,63	8,90	
1500		9,50	9,90	
1600		10,42	10,94	
1700		11,38	12,04	

Slika 2.1. Klimatske zone karakterističnog opterećenja snijegom  $s_k$  (kN/m<sup>2</sup>)

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 nadmorsku 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

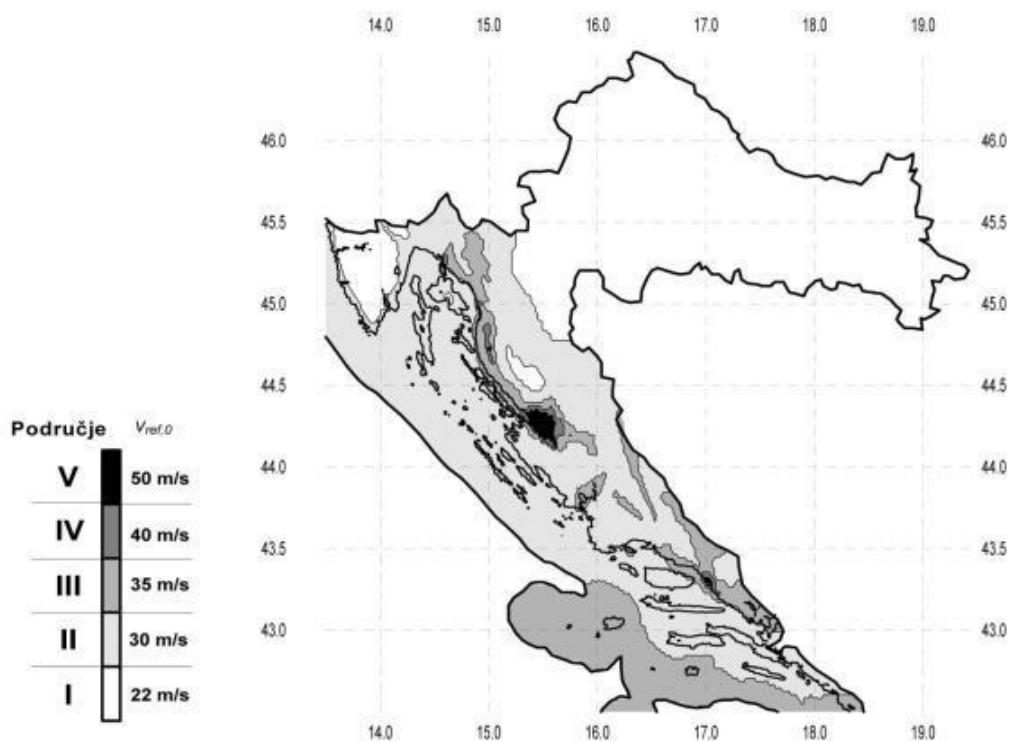
$c_{dir}$  – koeficijent smjera vjetra (uzima se za cijelo područje Hrvatske 1,0)

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

Koeficijent nadmorske visine ( $c_{alt}$ ) koji obuhvaća povećanje brzine vjetra s nadmorskom 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:

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

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

$c_o(z)$  – 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)

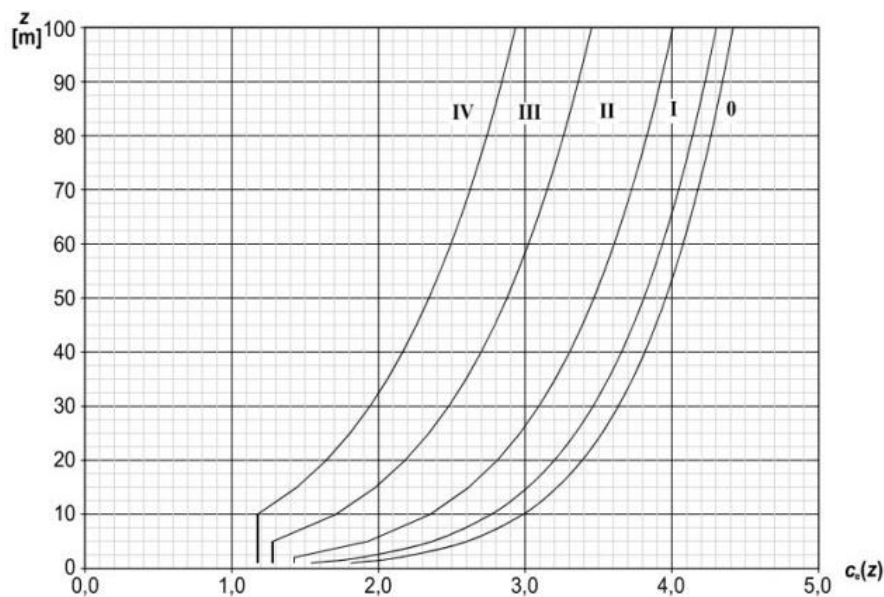
Pritisak brzine vjetra pri udaru:

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

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

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

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

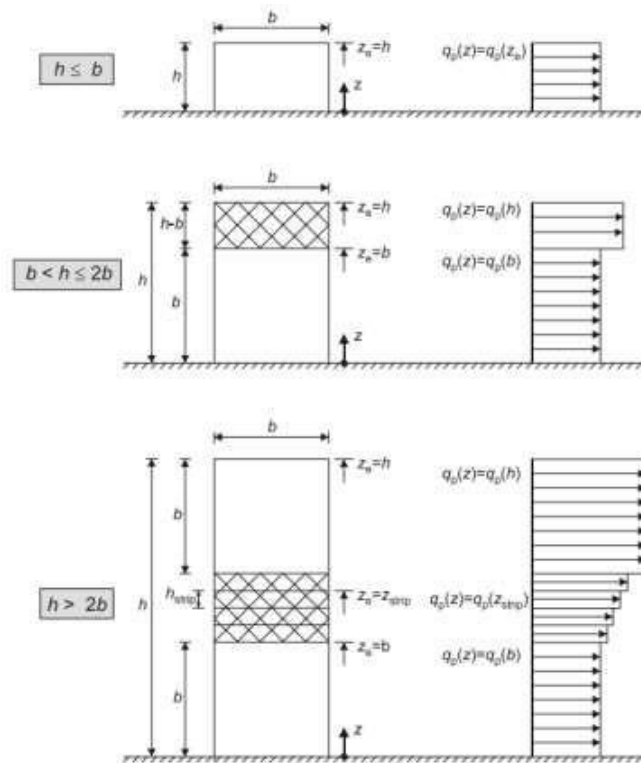
Pritisak vjetra na unutarnje plohe:

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

$c_{pi}$  – 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

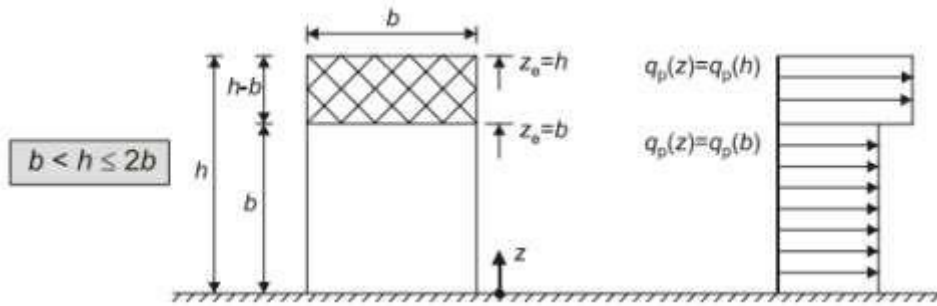
Širina konstrukcije na koju puše vjetar u x smjeru 20.8 m, a u y smjeru 11.35 m

Referentna visina:

Y smjer:

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

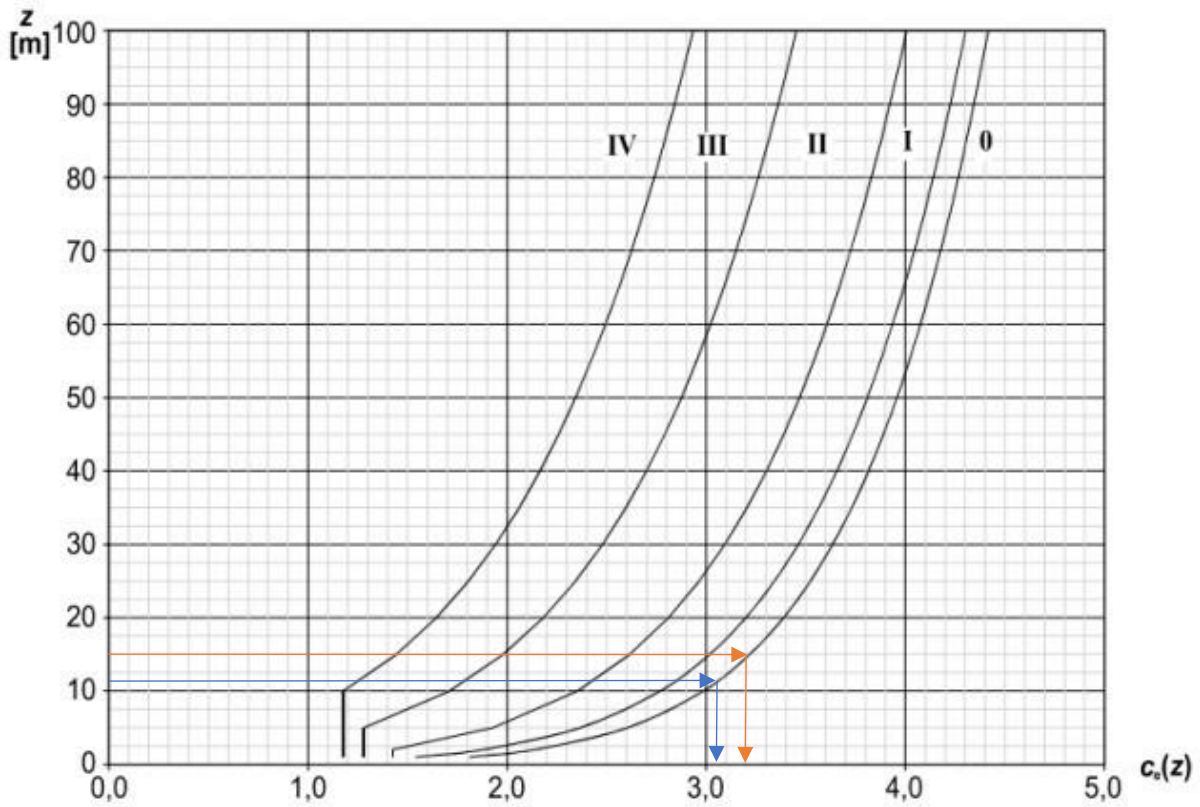
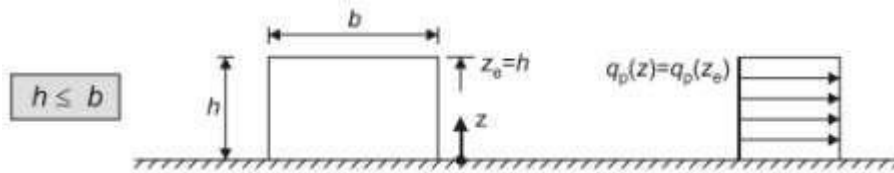
$$11.35 < 15.15 \leq 22.7$$



X smjer:

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

$$15.15 \leq 20.8$$



Koeficijenti izloženosti:

X smjer:

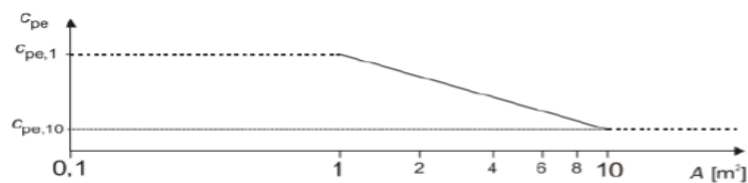
$$c_e(z_e) = 3,20 \text{ (do visine 15,15 m)}$$

Y smjer:

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

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

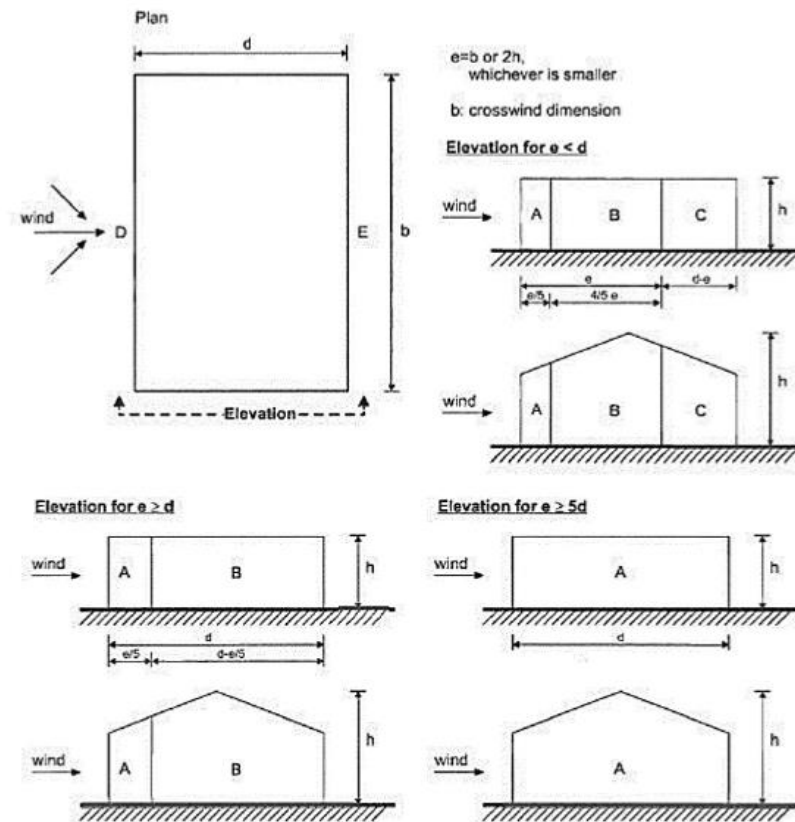
Rezultirajuća sila vjetra, tj. koeficijent rezultirajuće sile  $c_{pe}$ , ovisi i o površini na koju vjetar djeluje. Koeficijent rezultirajuće sile za predmetnu građevinu odabran je  $c_{pe,10}$



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  $d$

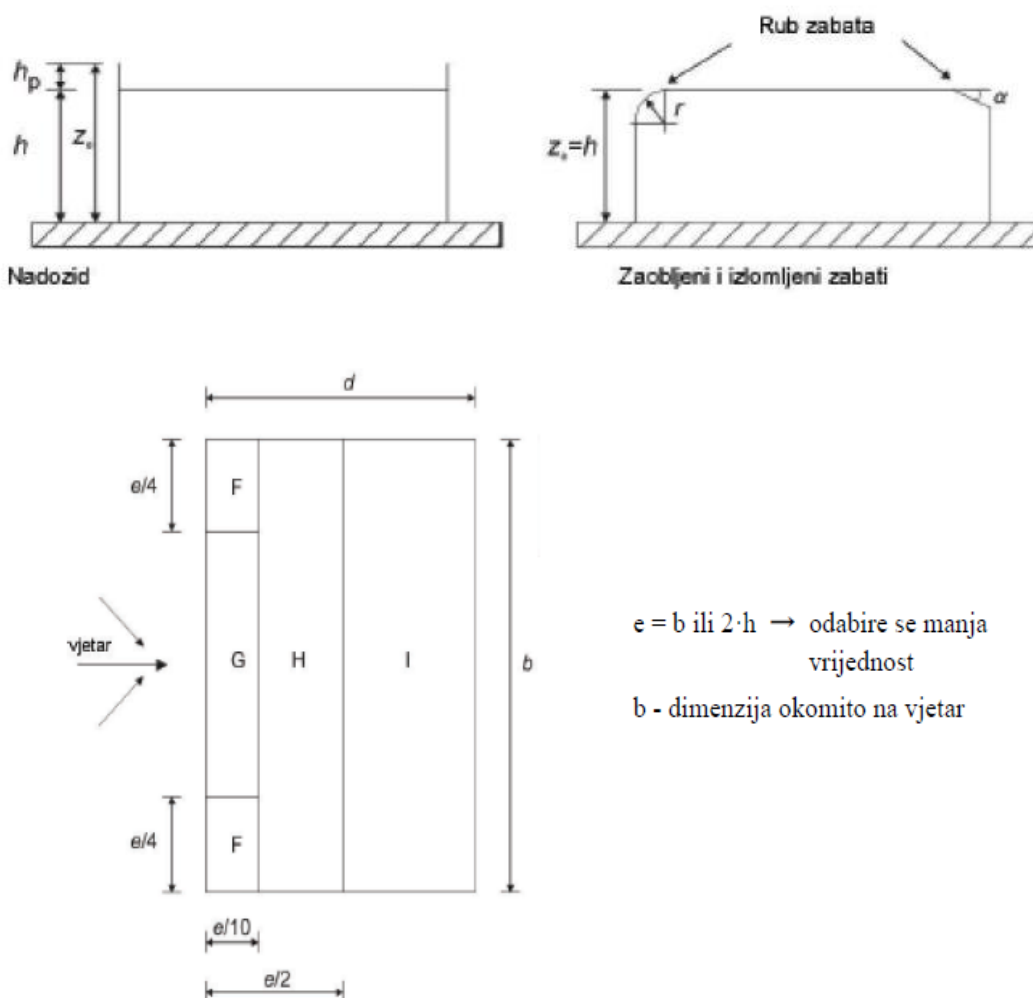


Tablica 2.11. Preporučene vrijednosti koeficijenata vanjskog pritiska na vertikalne zidove

Područje	A		B		C		D		E	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
$h/d \geq 5$	-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	
$h/d \leq 0,25$	-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 zavjetrini 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.

- Ravni krov



Slika 2.8. Područja djelovanja vanjskog tlaka za ravne krovove

Tablica 2.12. Vrijednosti koeficijentata vanjskog pritiska za područja ravnog krova

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

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

NAPOMENA 2: Za krovove s izlomljenim zabatima, smije se upotrebljavati linearna interpolacija između  $\alpha = 30^\circ$ ,  $45^\circ$  i  $\alpha = 60^\circ$ . Za  $\alpha > 60^\circ$  smije se upotrebljavati linearna interpolacija između vrijednosti za  $\alpha = 60^\circ$  i vrijednosti za ravne krovove s oštrim (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 zabat, koeficijenti vanjskog tiska dani su u tablici 7.4a „Koeficijenti vanjskog tiska za dvostrešne krovove; smjer vjetra 0°“, područje F i G, ovisno o nagibu izlomljenog zabata.

NAPOMENA 5: Za sami zaobljeni zabat, koeficijent i vanjskog tiska dani su linearnom interpolacijom duž krivulje, između vrijednosti na zidu i na krovu.

Ⓜ) NAPOMENA 6: Za mansardne strehe čije su horizontalne dimenzije manje od  $e/10$  treba uzeti vrijednosti za oštre strehe. Za definiciju  $e$  vidjeti sliku 7.6 Ⓜ)

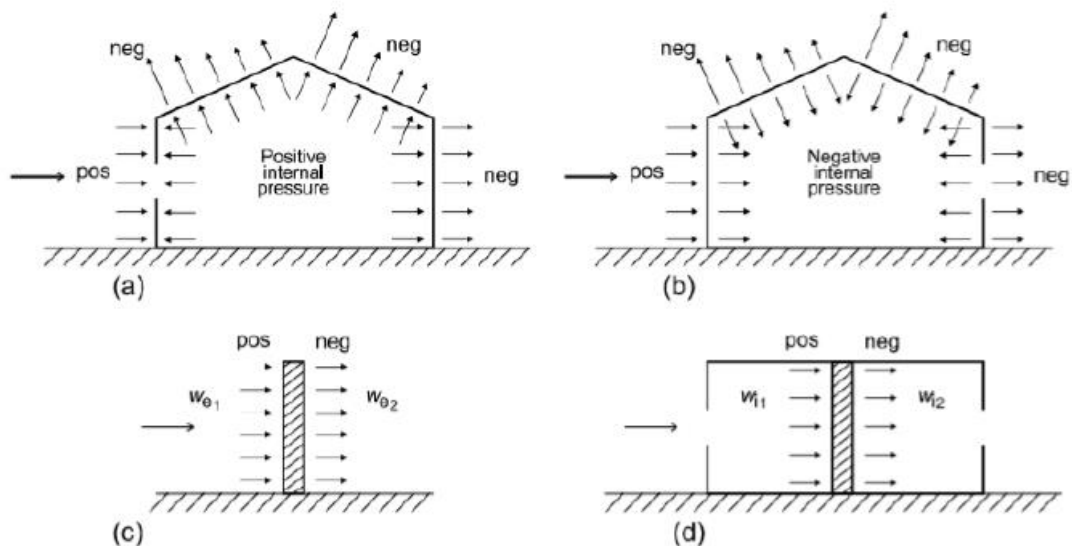
Određivanje koeficijenta unutarnjeg pritiska  $c_{pi}$ :

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

Koeficijent unutarnjeg pritiska se uzima:

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

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



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  $q_p(z)$ :

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

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

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

### Koeficijenti vanjskog vjetra

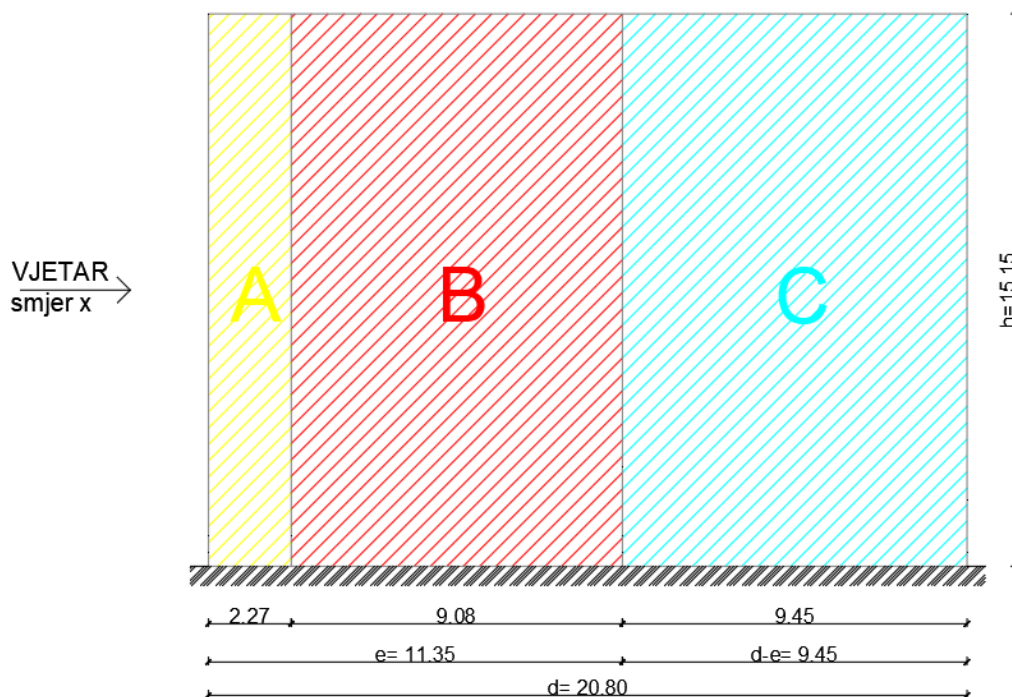
Smjer  $x$

- 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 koeficijenta 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

- 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 2.14. 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
$w_2 = w_{e1} + w_{i2}$	-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

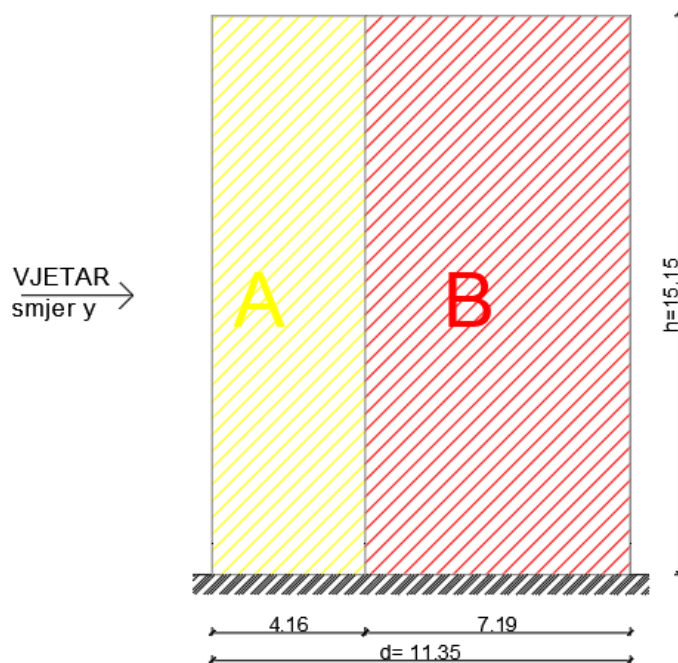
Smjer y

- 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 koeficijena 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
$w_1 = w_{e1} + w_{i1}$	-0.78	-0.34	0.56	-0.1
$w_2 = w_{e1} + w_{i2}$	-2.24	-1.80	-0.90	-1.56
$w_3 = w_{e2} + w_{i1}$	0.56	0.56	1.50	0.56
$w_4 = w_{e2} + w_{i2}$	-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 umanju 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.

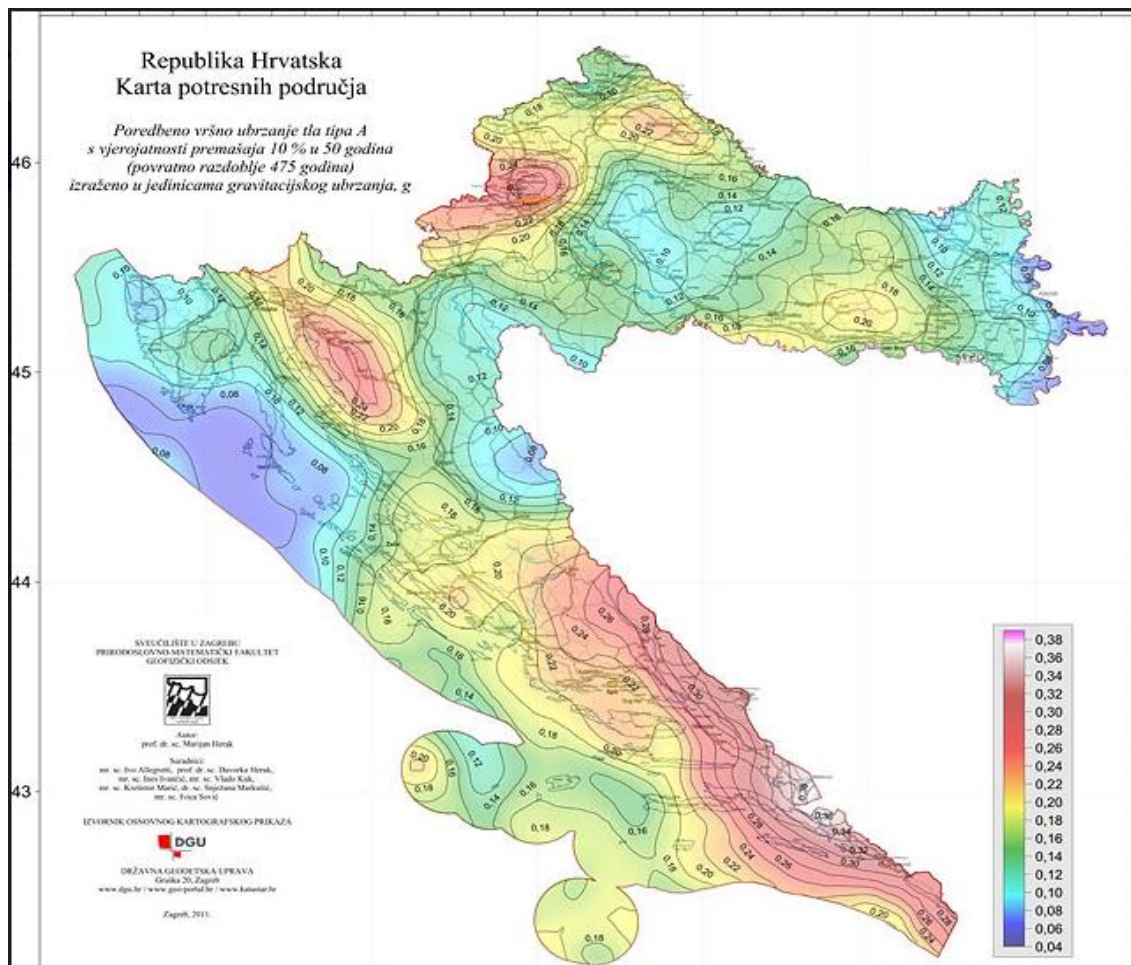
Predmetna građevina nalazi se u **Zadru**, koja se prema seizmičkoj rajonizaciji nalazi u poručju gdje je poredbeno vršno ubrzanje tla 0,182 g.

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]
A	1.00	0.15	0.40	2.00
B	1.2	0.15	0.50	2.00
C	1.15	0.20	0.60	2.00
D	1.35	0.20	0.60	2.00
E	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 umanjenomu 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  $\alpha_u / \alpha_1$  (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 $\alpha_2/\alpha_1$	4,5 $\alpha_2/\alpha_1$
Sustav nepovezanih zidova	3,0	4,0 $\alpha_2/\alpha_1$
Torzijski savitljiv sustav	2,0	3,0
Sustav obrnutog njihala	1,5	2,0

Tablica 3.3. Vrijednosti faktora  $k_w$

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

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

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

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

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

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

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**

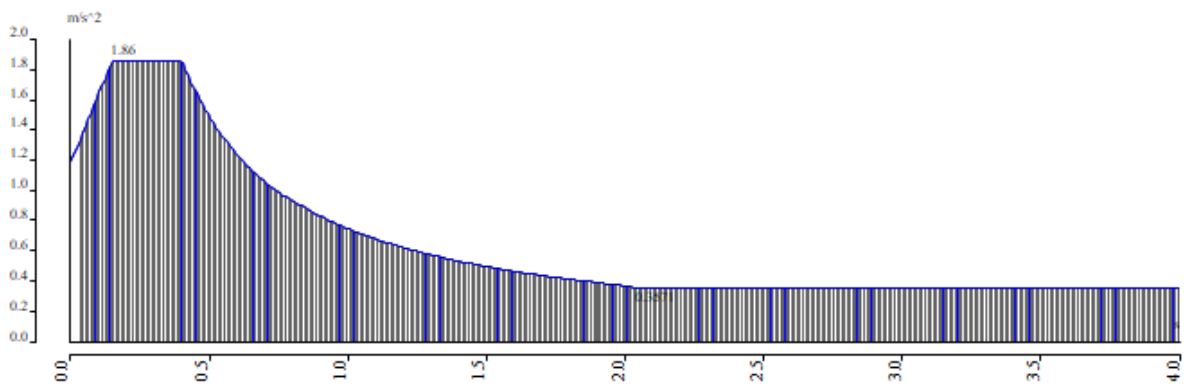
Odgovor konstrukcije na seizmičko djelovanje analiziran je računalnim postupkom, u programskom paketu Scia Engineer 20.0. Za potrebe proračuna na potres u model su uključene sve etaže.

Code parameters

coeff accel. ag	0,182
ag - design acceleration [m/...	1,785
q - behaviour factor	2,400
beta	0,200
S, Tb, Tc, Td manually?	No
Subsoil type	A
Spectrum type	type 1
Direction	Horizontal
Direction factor	1
S - soil factor	1,000
Tb	0,150
Tc	0,400
Td	2,000
Note	NA not supported

OK Cancel

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

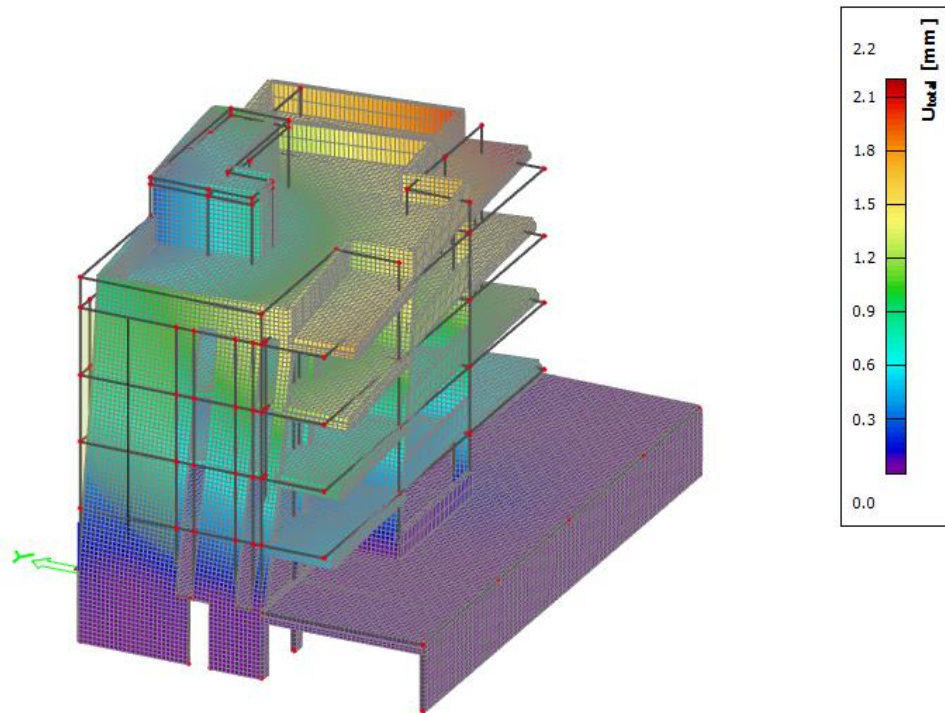
### Relative modal masses

Mode	omega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	$W_{x1}/W_{total}$	$W_{y1}/W_{total}$	$W_{z1}/W_{total}$	$N_{x1, B1}/W_{total, 1}$	$W_{y1, B1}/W_{total, 1}$	$W_{z1, B1}/W_{total, 1}$
1	18.6853	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	0,0016	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	0,0026	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
				0,9289	0,8361	0,8937	0,6906	0,8820	0,8605

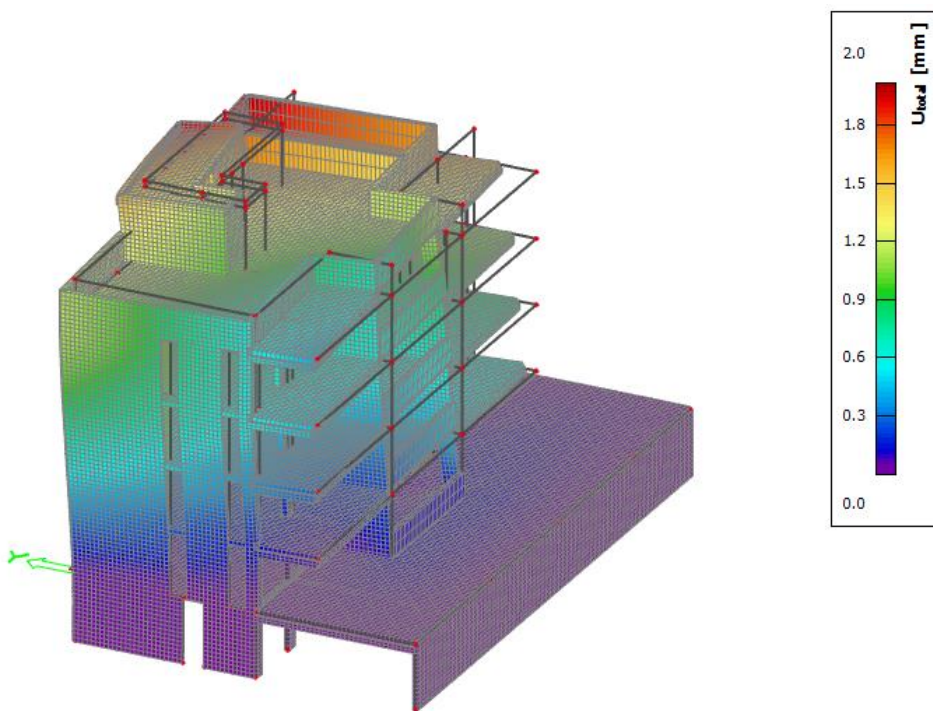
Slika 3.5. Prikaz vlastitih vektora iz računalnog programa SCIA Engineer 20.0

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 uvećati rezne 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.

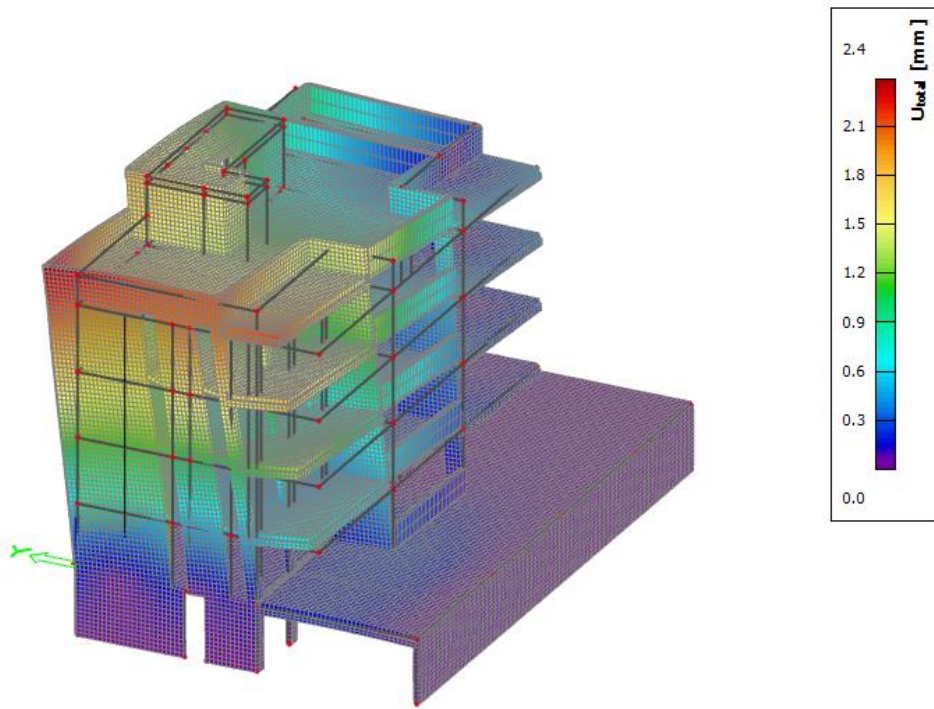
Na sljedećim grafičkim priložima prikazano je nekoliko karakterističnih vlastitih oblika (modova), nastalih uslijed djelovanja potresa.



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<sup>2</sup> 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.  $1.0 \cdot G + 1.0 \cdot dG + 0,3 \cdot Q$
2.  $1.35 \cdot G + 1.35 \cdot dG + 1.5 \cdot Q$

Seizmičke kombinacije:

1.  $1.0 \cdot G + 1.0 \cdot S_x + 0.3 \cdot S_y + 0.3 \cdot Q \rightarrow smjer x$
2.  $1.0 \cdot G + 1.0 \cdot S_y + 0.3 \cdot S_x + 0.3 \cdot Q \rightarrow smjer y$

Korišten je beton klase C25/30

Čelik za amiranje: B500B

- AB ploče:

Pozicija 100: ploče debljine 20 cm i 25 cm

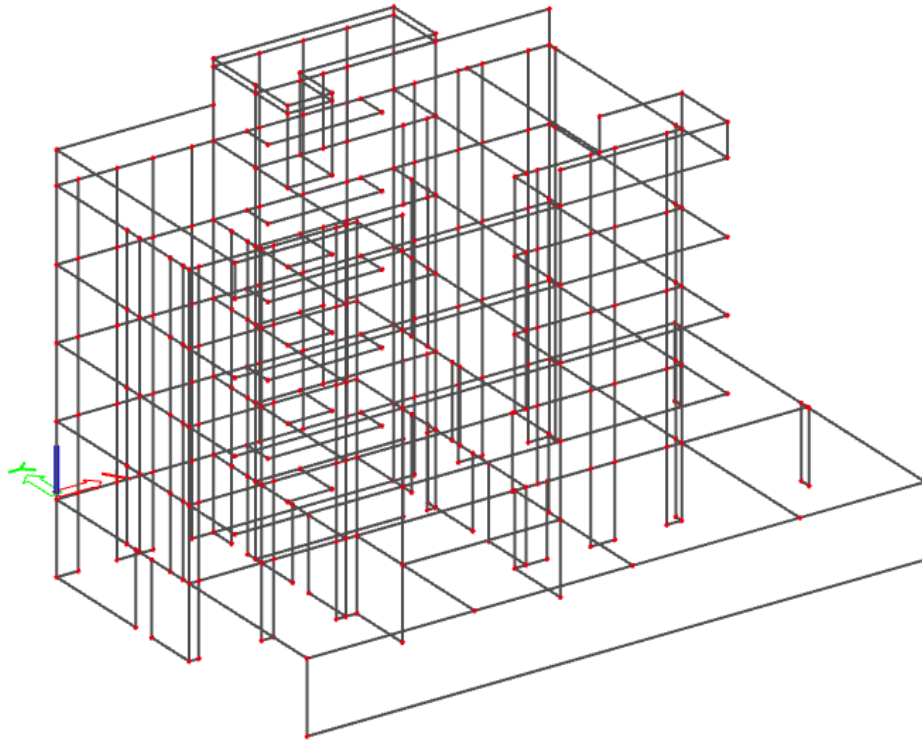
Pozicija 200, 300, 400: ploče debljine 20 cm

Pozicija 500: ploča debljine 25 cm

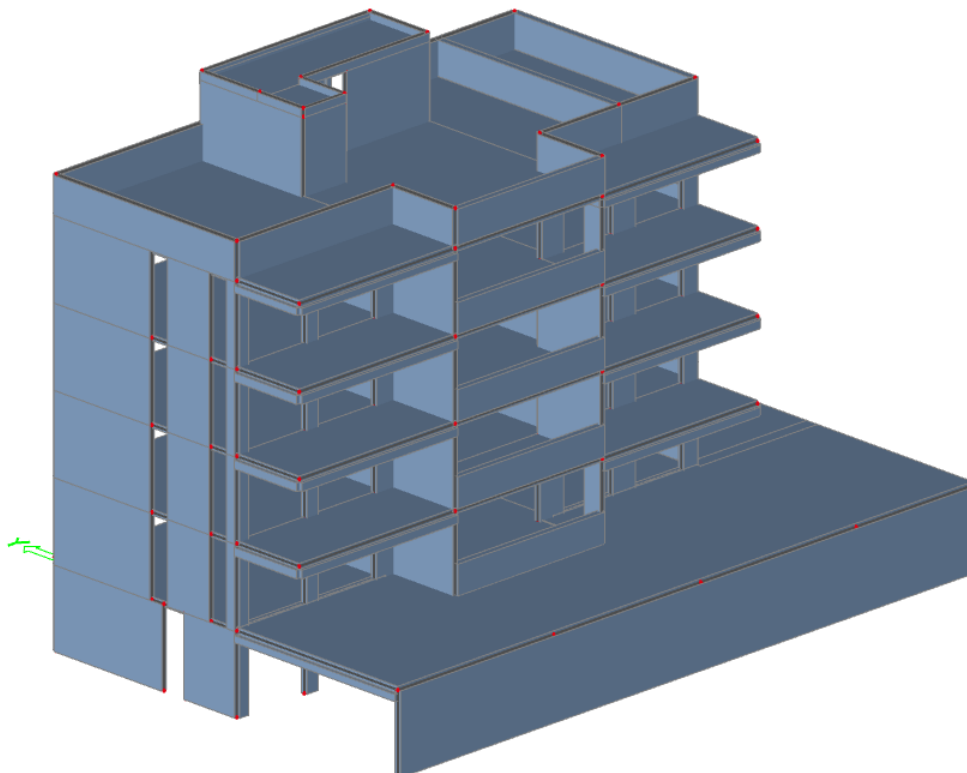
Pozicija 600: ploča debljine 15 cm

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

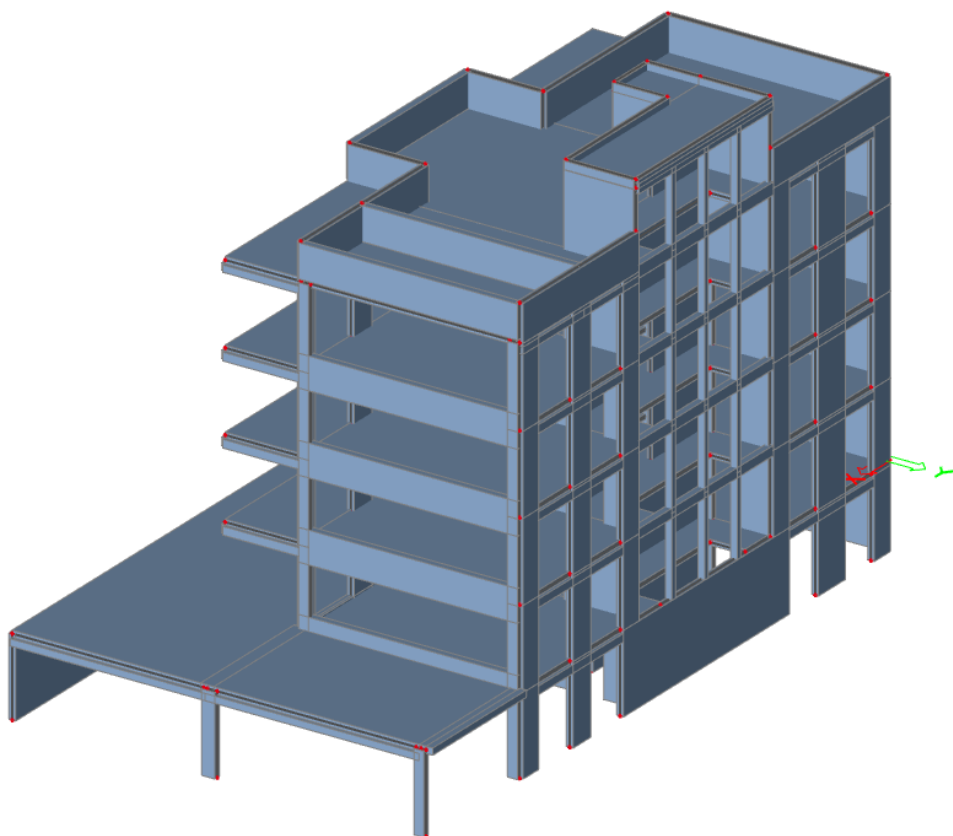




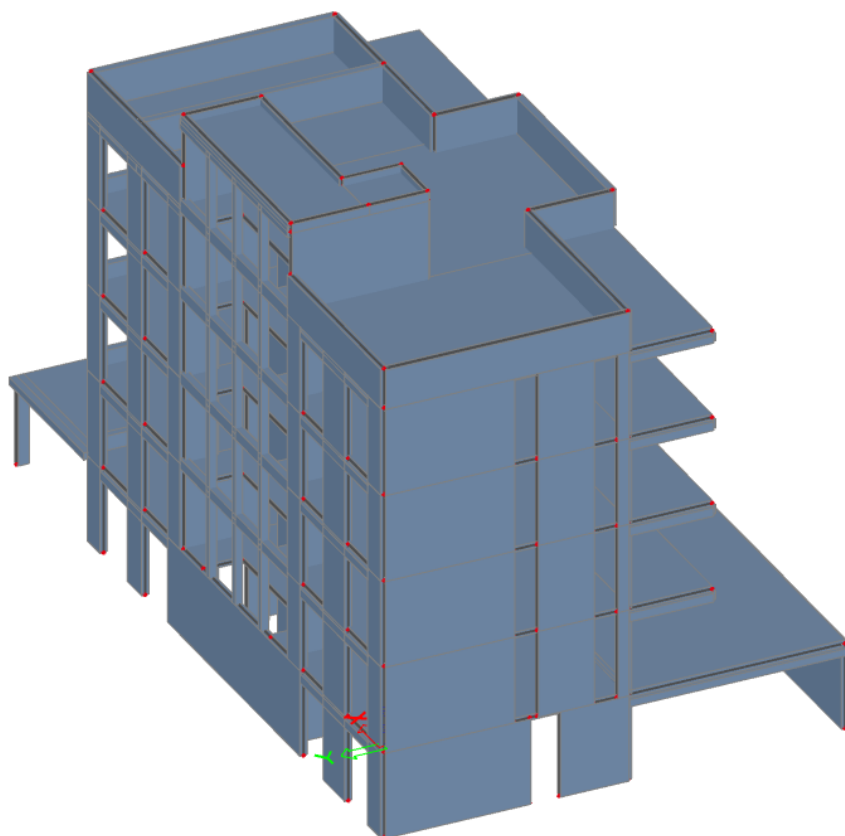
*Slika 4.1. Prikaz štapnog modela konstrukcije*



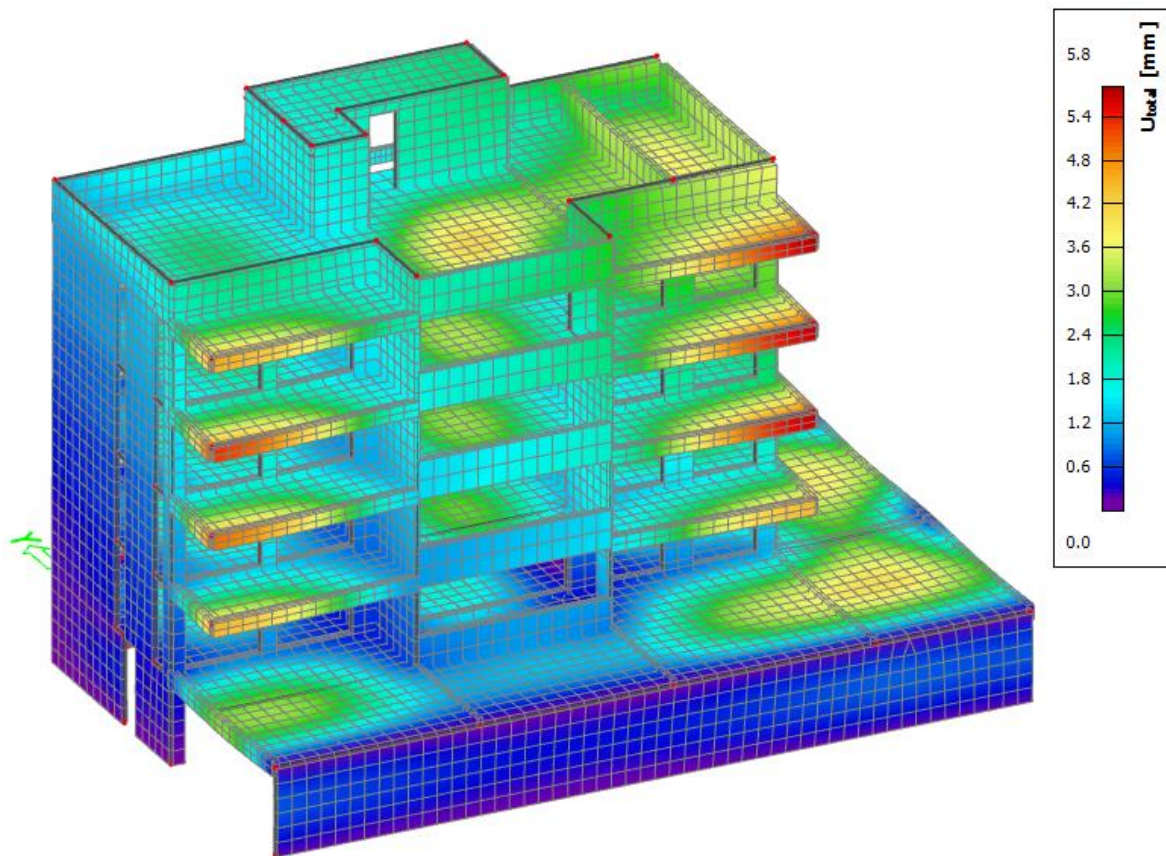
*Slika 4.2. Prikaz modela zgrade – aksonometrija I*



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

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

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

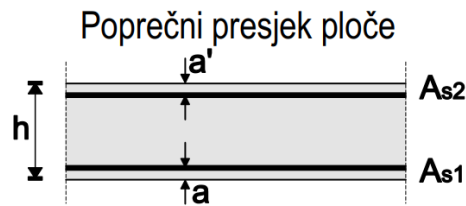
$$PLOČA d = 25.0 \text{ cm} \rightarrow A_{s,min} = 0.0015 \cdot 100 \cdot 22.5 = 3,38 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

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



$h=15$  cm

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

$d=12.0$  cm

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

Armatura: B 500B;  $f_{yk}=500.0$  MPa  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78$  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 [cm<sup>2</sup>].

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

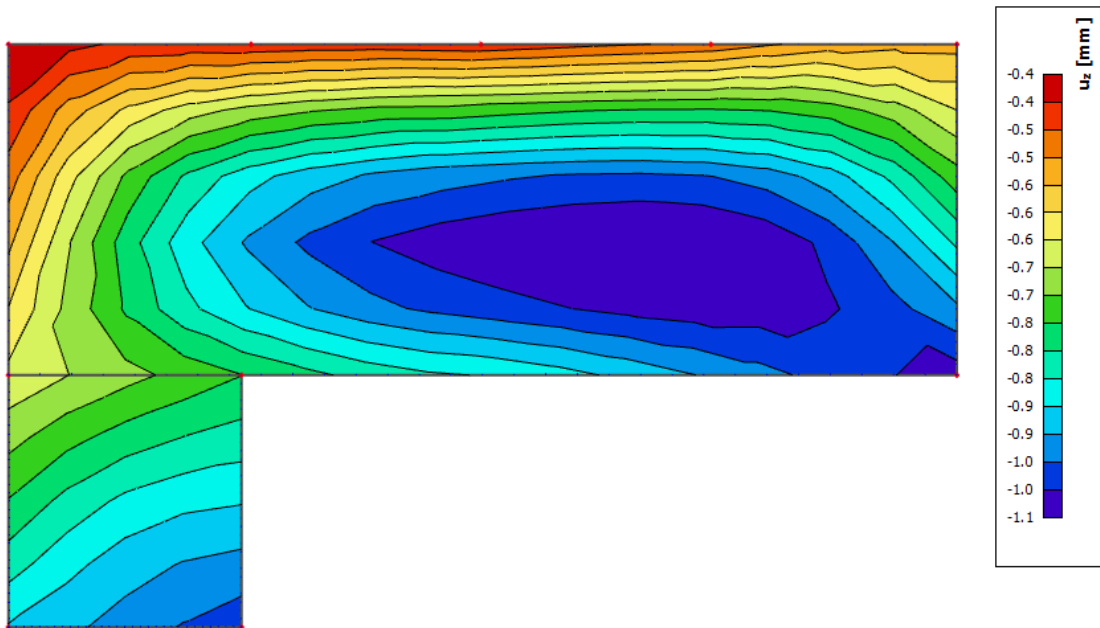
Dopušteni računski elastični progib:

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

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

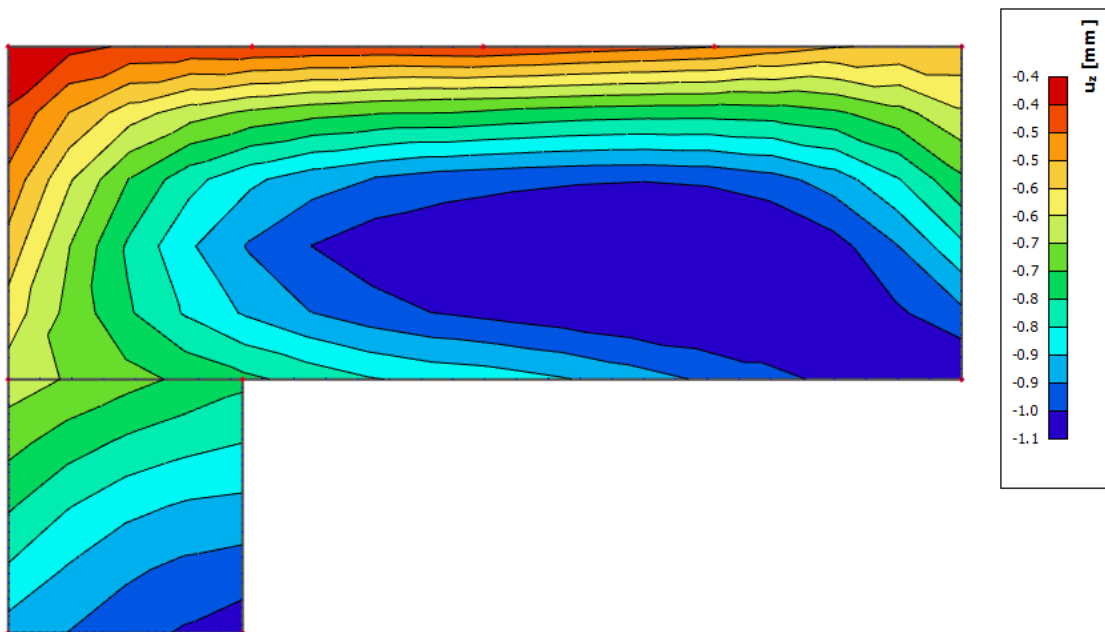
$$GSU2 = 1.0 \cdot G + \psi_{2i} \cdot Q_i = 1.0 \cdot G + 0.5 \cdot Q_1$$

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



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

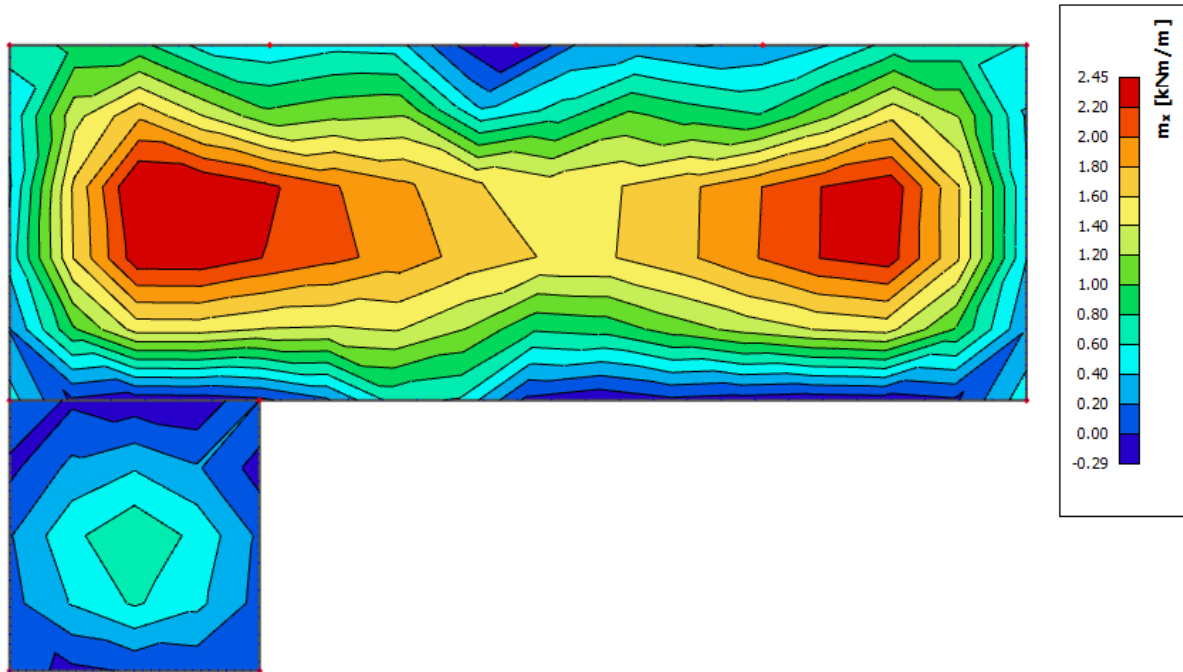
$$\delta_{elast,max} < \delta_{elast,dop} = L/1250$$



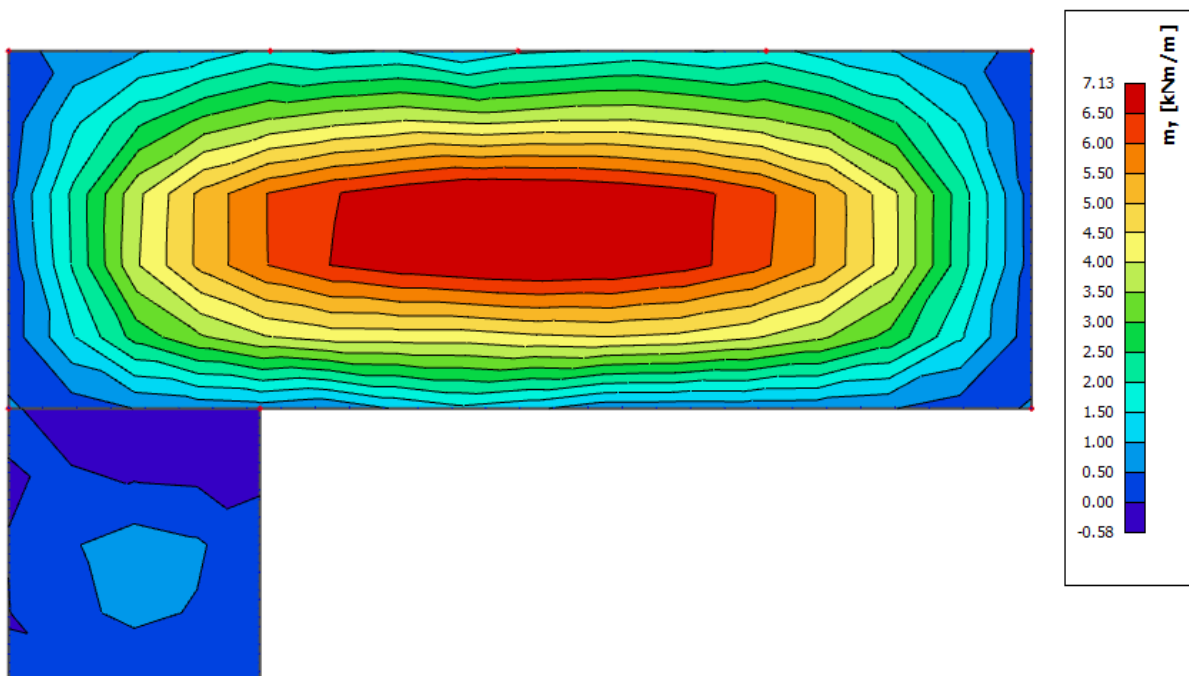
Slika 5.2. Elastični progibi [mm] za kombinaciju  $GSU2 = 1.0 \cdot G + 0.5 \cdot Q$

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

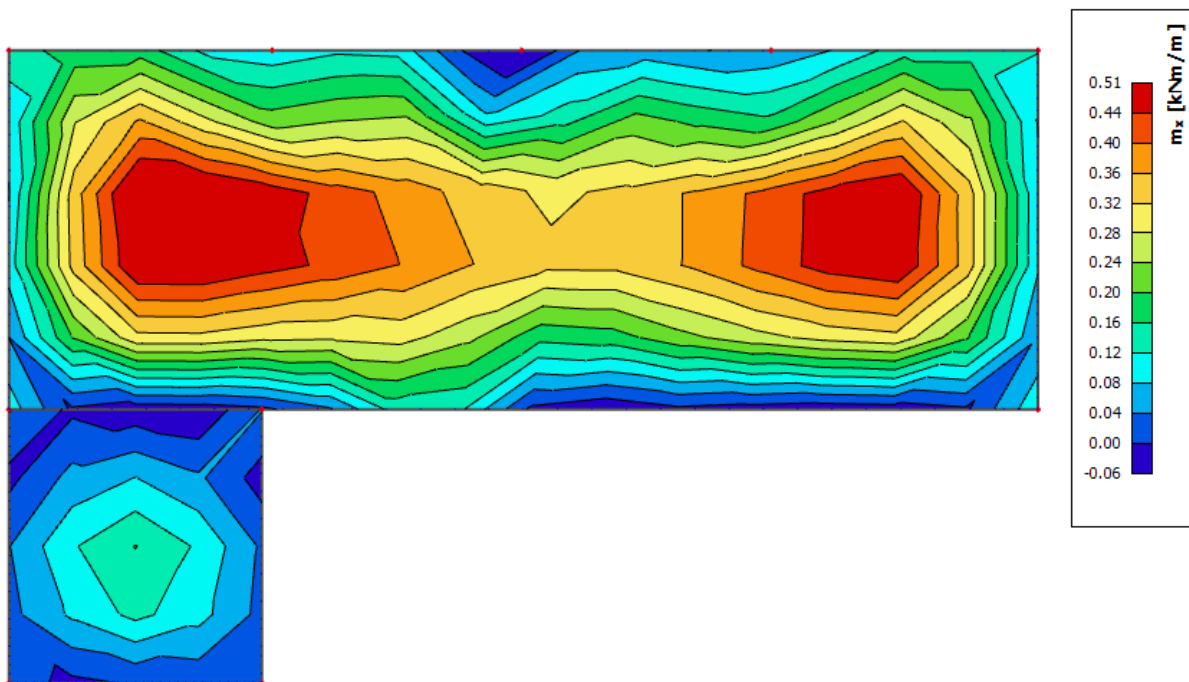
**Napomena:** Visoka koncentracija momenata javlja se uslijed proračunske netočnosti modela. U nastavku će biti prikazani momenti savijanja u dva okomita globalna smjera, smjer X i smjer Y:



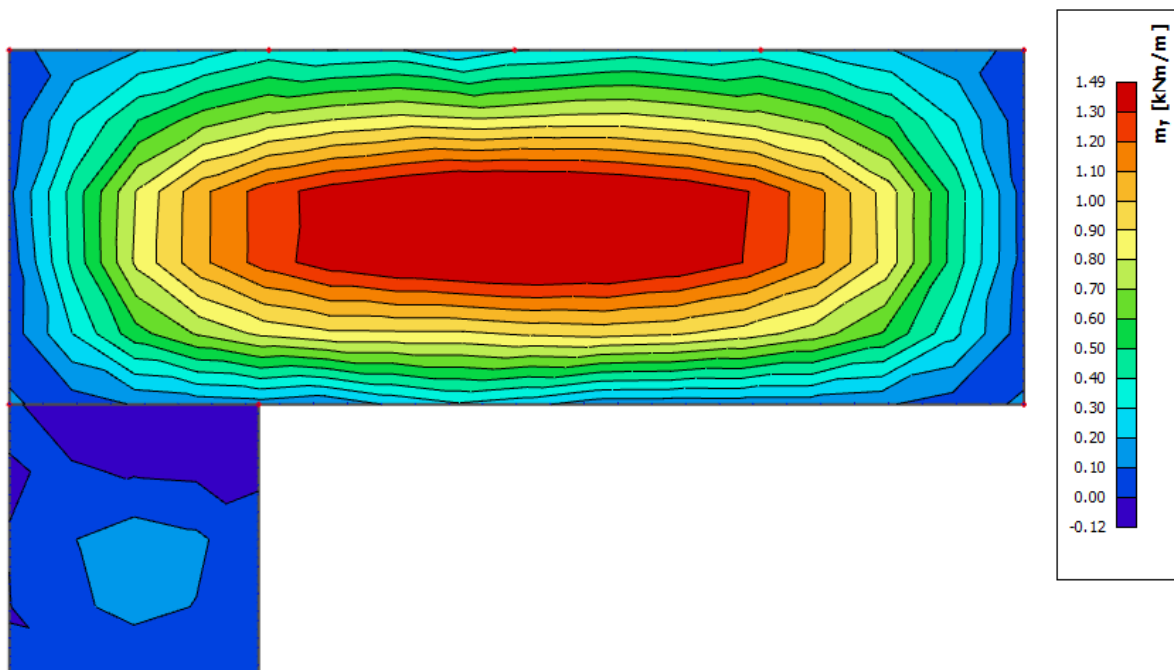
Slika 5.3. Momenti savijanja  $M_{Ed,x}$  [kNm/m] za kombinaciju  $G_{SN} = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$



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



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



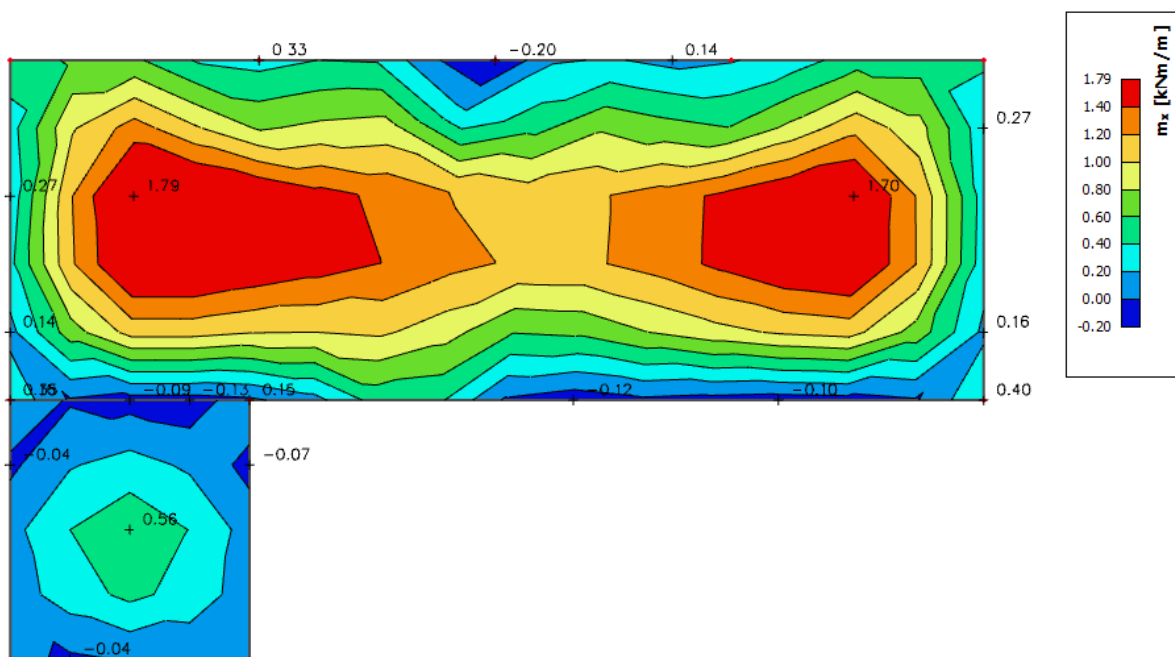
Slika 5.6. Potrebna armatura  $A_{s1,s2}[\text{cm}^2/\text{m}]$  u smjeru Y za kombinaciju  $G_{SN} = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

Poziciju P600 armirati mrežastom armaturom Q196 obostrano.

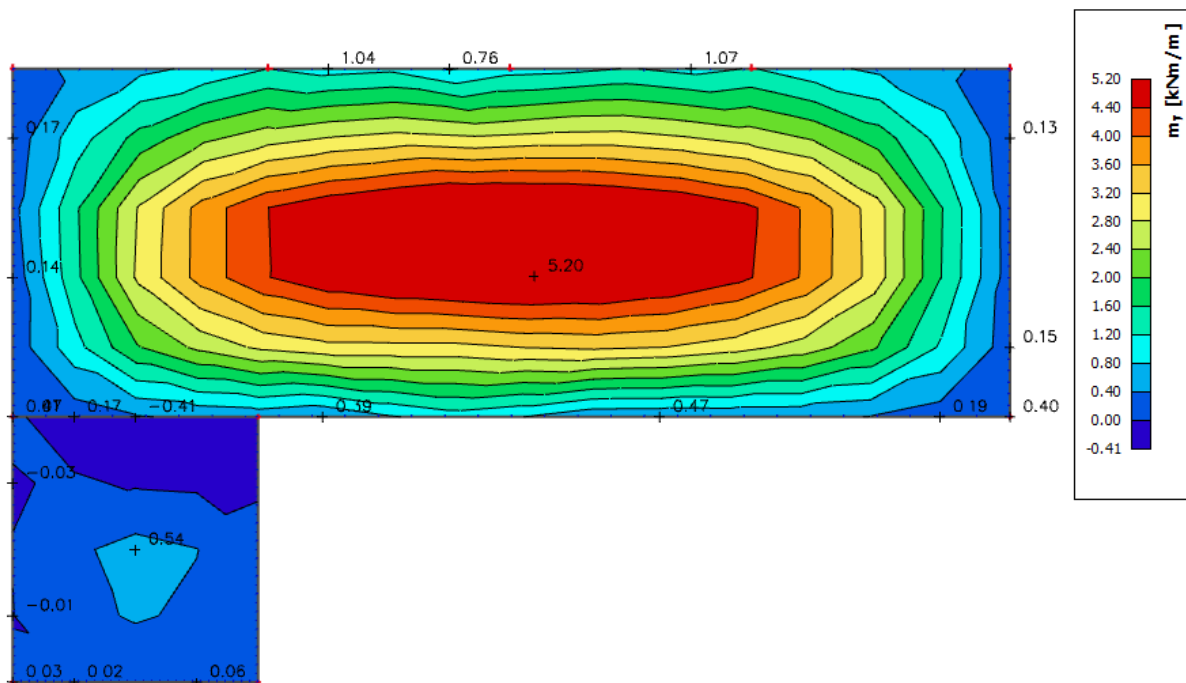


## KONTROLA PUKOTINA PLOČA POZICIJA 600 (d=15 cm)

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 ( $1.0 \cdot G + 1.0 \cdot Q$ )

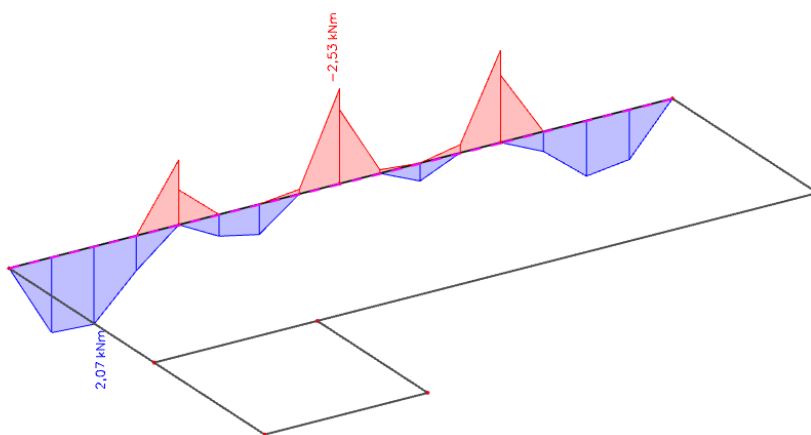


Poprečni presjek		Materijal		Dimenzioniranje na $M_{sd}$		Armatura		$\rho$ (%)		
b	25,00 cm	C25/30	$f_{ck}$ 25 MPa	POLJE:	$M_{sd}$ 3,04 kNm	$A_{s1}$ 0,26 cm <sup>2</sup>		0,0348 %		
h	35,00 cm	B500B	$f_y$ 500 MPa	LEŽAJ:	$M_{sd}$ 3,17 kNm	$A_{s2}$ 0,00 cm <sup>2</sup>		0 %		
$d_1$ ( $d_2$ )	5,00 cm	$\gamma_c=1,50$	$\gamma_s=1,15$			$A_{s1}$ 0,27 cm <sup>2</sup>		0,0363 %		
d	30,00 cm					$A_{s2}$ 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>	$V_{Rd,c}$	23,49 kN	$V_{sd}$ (kN)	vilice	$s_w$ (cm)	m	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	$V_{Rd,s}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
$M_{Rd,lim}$	59,625 kNm	$V_{Rd,max}$	337,5 kN	10,32	8	30	2	0,5	52,174	52,174
$\mu_{sd}$	0,159	v	0,54	Vsd < VRd,c - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu						
$\epsilon_{s1}$	10 ‰	k	1,82 (<2,0)							
$\epsilon_{c2}$	3,5 ‰	$s_{w,max}$	22,5 cm							
$\xi$	0,259	$A_{sw,min}$	0,25 cm <sup>2</sup> /s <sub>w</sub>							
$\zeta$	0,892									
$A_{s,min}$	1,125 cm <sup>2</sup>									
$A_{s,max}$	8,9125 cm <sup>2</sup>									

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

Konstruktivno uzeti armaturu 2Ø10.

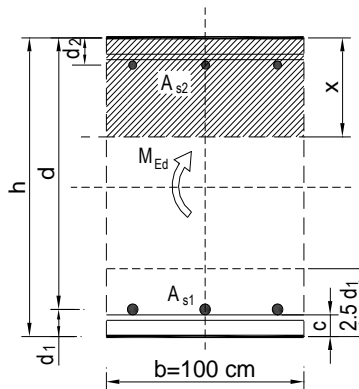
### KONTROLA ŠIRINE PUKOTINA GREDA POZICIJA 600



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

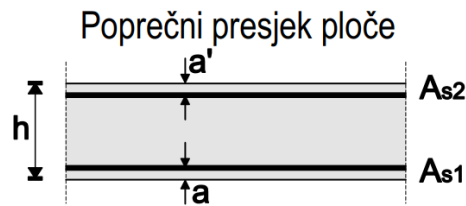
Gredu  $b/h=25/35$

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	$k_1$ =	0,40		
$s_s$ =	30,37 MN/m <sup>2</sup>	$r_{p,eff}$ =	0,0121		
x =	5,52 cm	$(e_{sm}-e_{cm}) =$	-0,000306 < $0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000091	
$\emptyset$ =	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 mm	< $w_g$			



## 5.2. Pozicija 500

### 5.2.1. PRORAČUN AB PLOČE POZICIJA 500



$h=20$  cm

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

$d=17.0$  cm

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

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

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

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

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

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 [cm<sup>2</sup>].

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

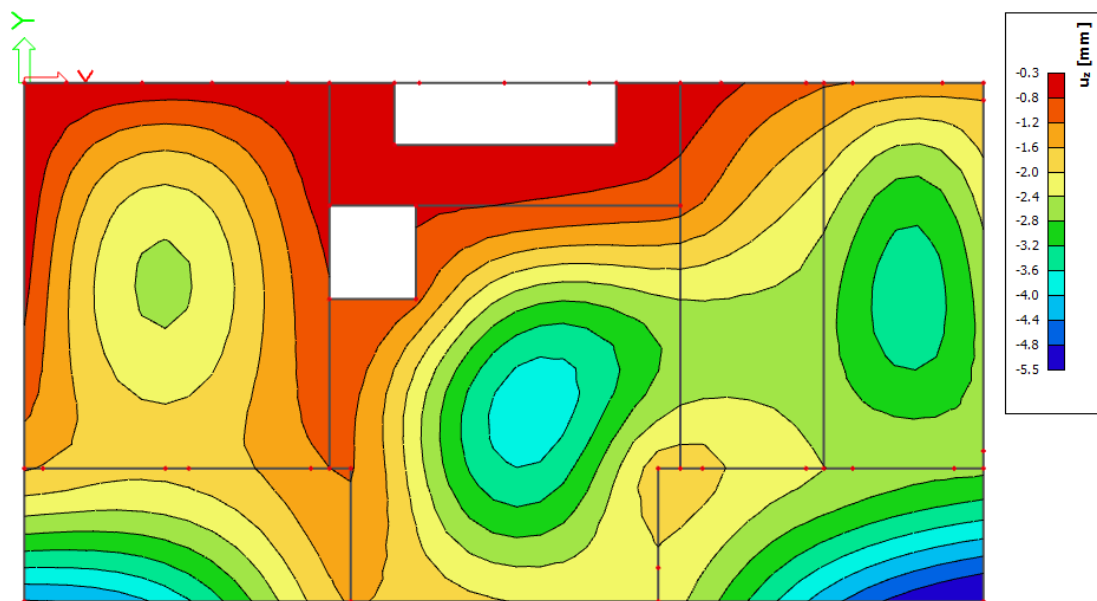
Dopušteni računski elastični progib:

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

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

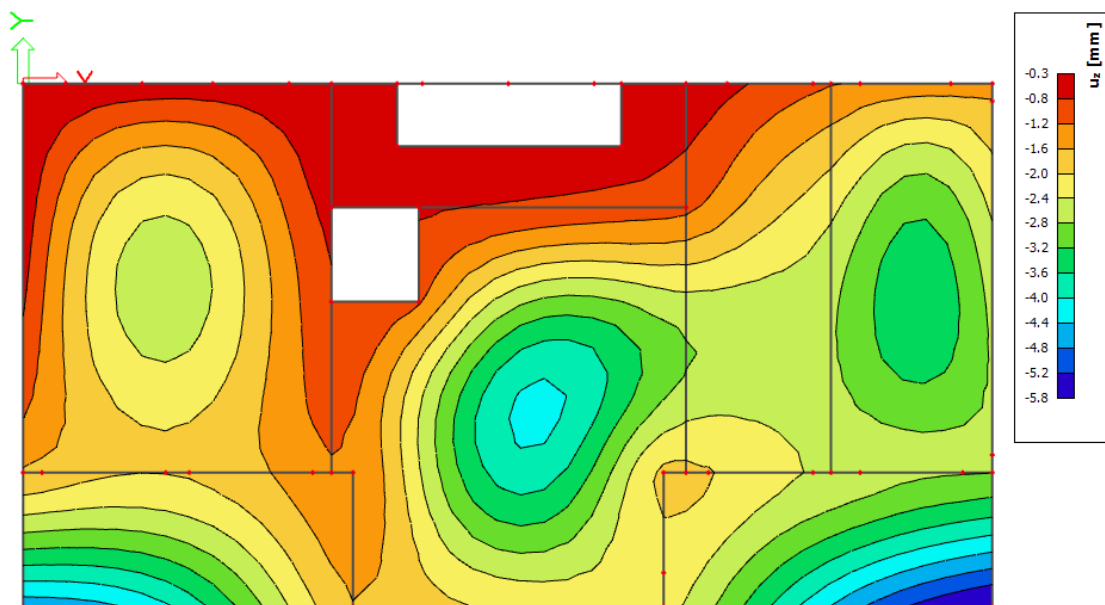
$$GSU2 = 1.0 \cdot G + \psi_{2i} \cdot Q_i = 1.0 \cdot G + 0.5 \cdot Q_1$$

Bez nadvišenja:  $\delta_{max,RA\check{C}} \leq L/1000$



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

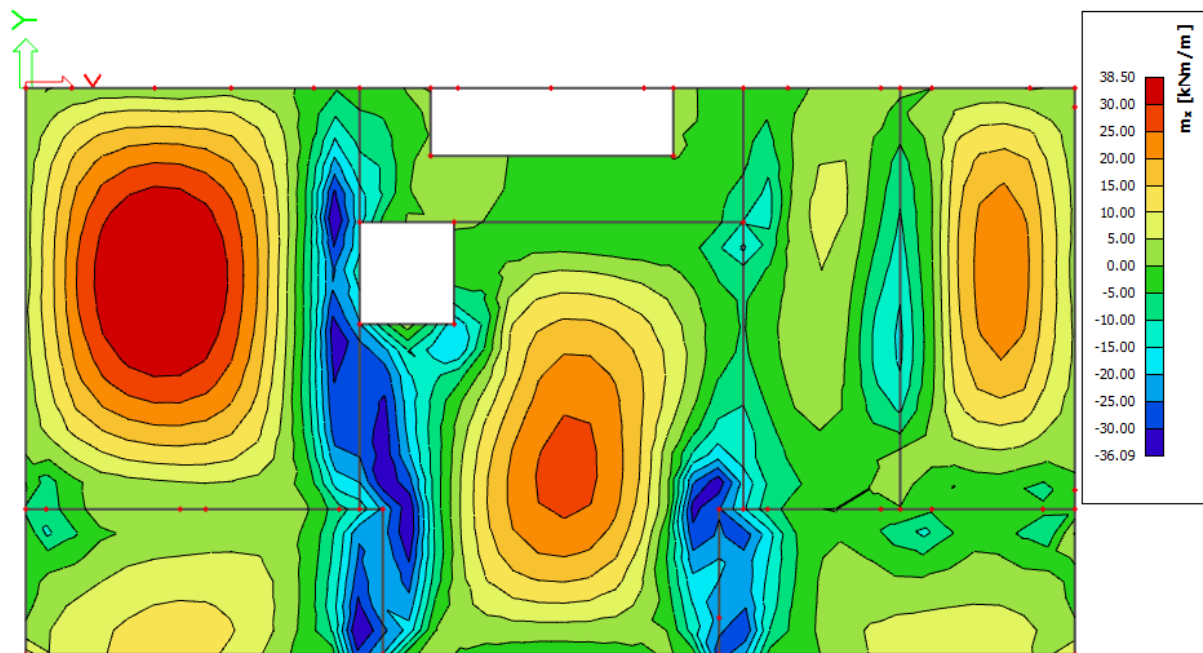
$$\delta_{elast,max} < \delta_{elast,dop} = L/1250$$



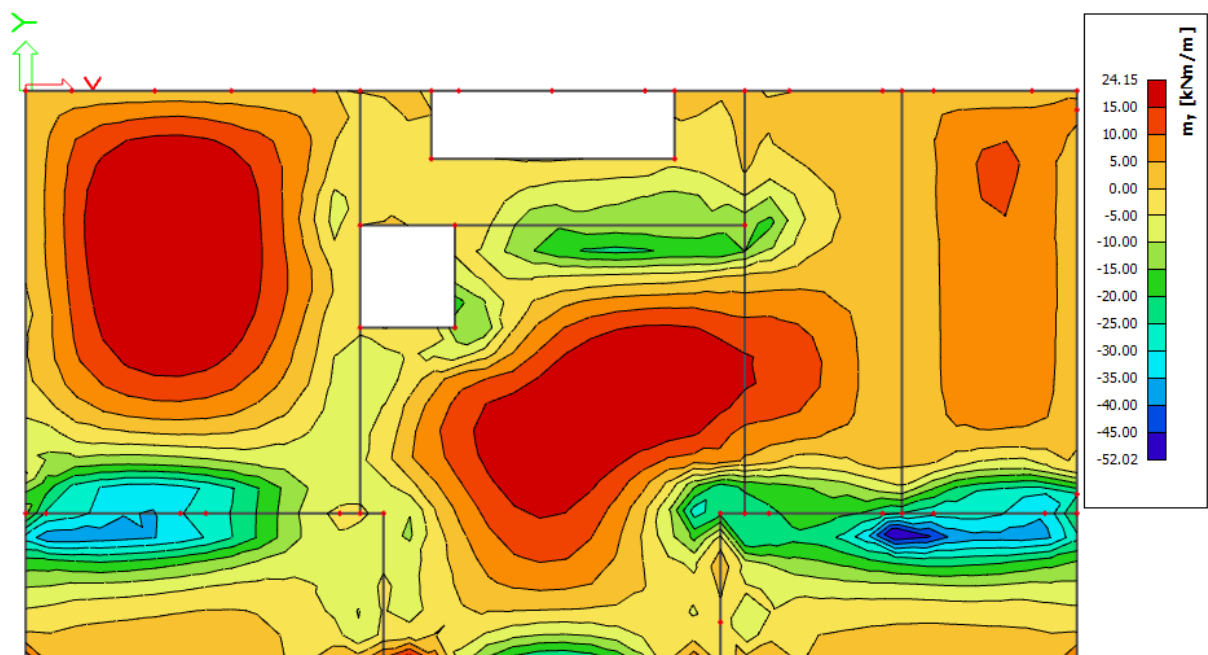
Slika 5.13. Elastični progibi [mm] za kombinaciju  $GSU2 = 1.0 \cdot G + 0.5 \cdot Q$

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

**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:

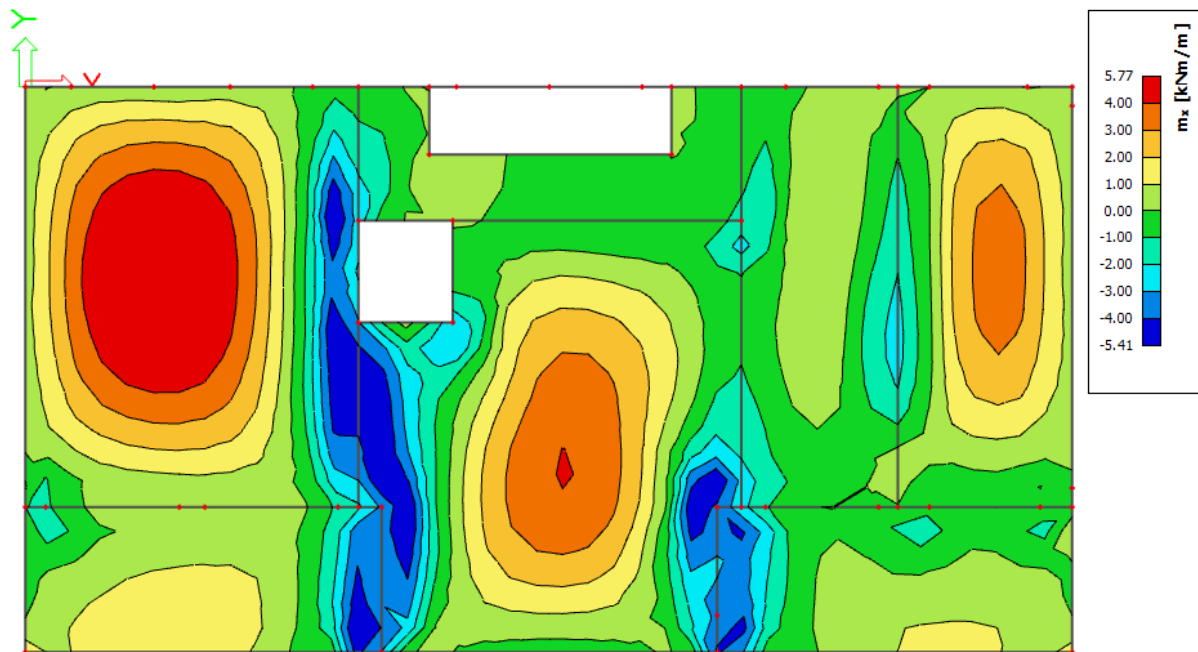


Slika 5.14. Momenti savijanja  $M_{Ed,x}$  [kNm/m] za kombinaciju  $GSN = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

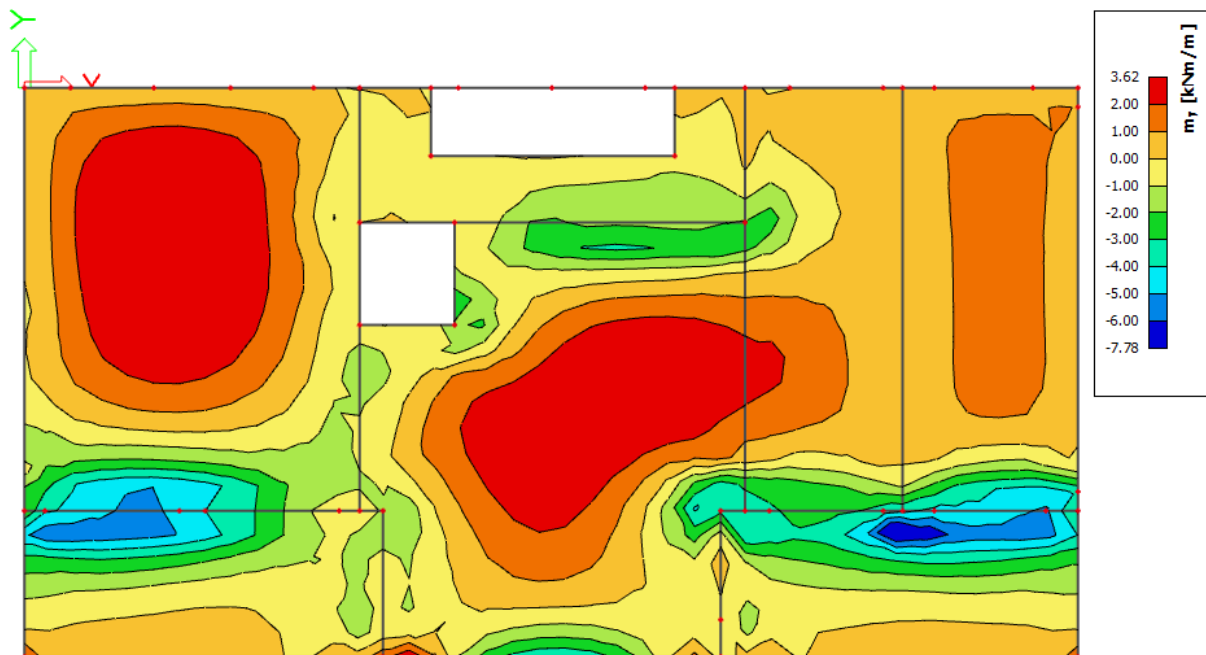


Slika 5.15. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [kNm/m] za kombinaciju  $GSN = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

## ARMATURA



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

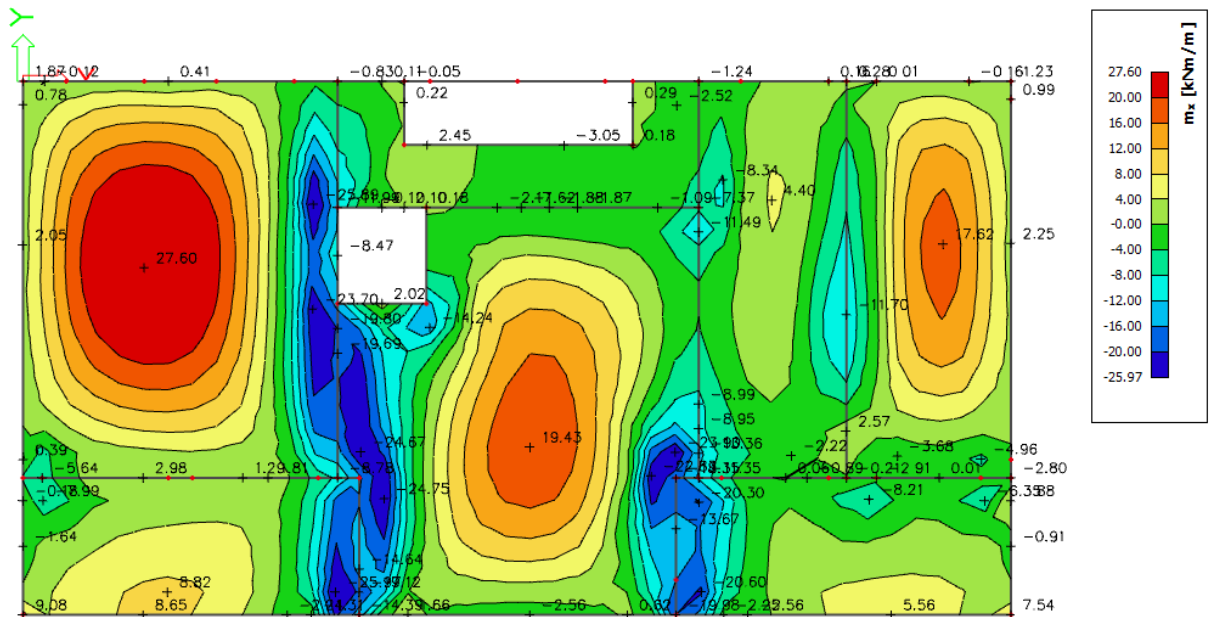


Slika 5.17. Potrebna armatura  $A_{s1,s2}[\text{cm}^2/\text{m}]$  u smjeru Y za kombinaciju  $G_{SN} = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

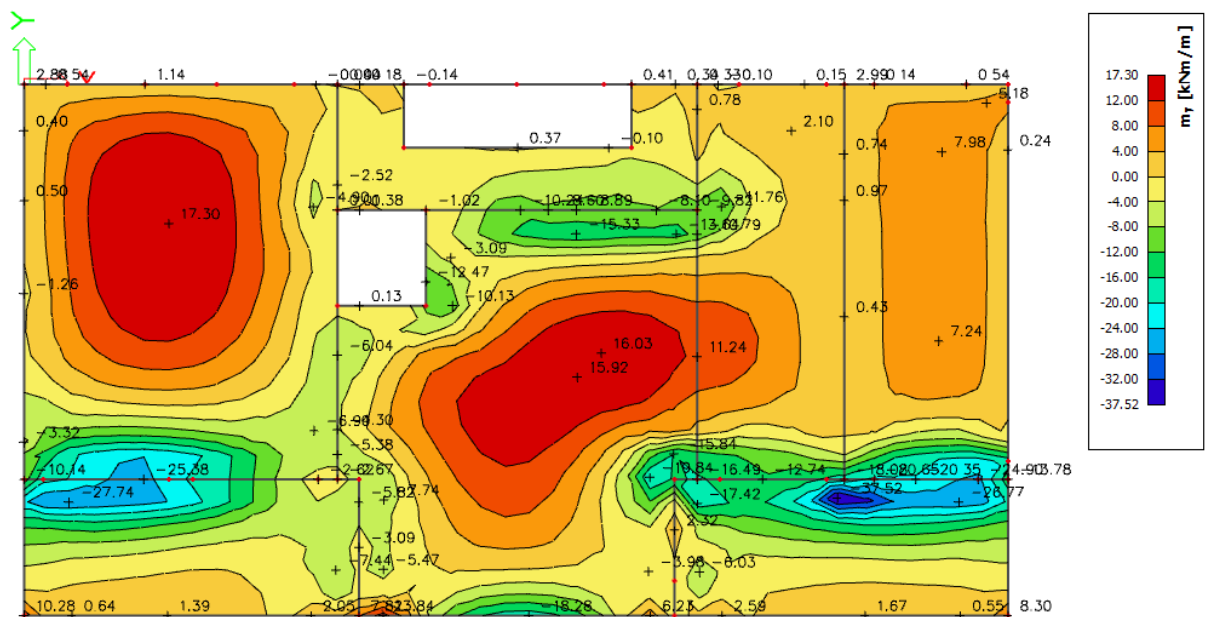
Poziciju P500 armirati sa mrežastom armaturom Q503 +  $\emptyset 10/20$  u donju zonu i Q196 u gornju zonu. Preko svih oslonaca u gornju zonu armirati mrežom Q503 +  $\emptyset 10/20$

## 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 ( $e = 1.0 \cdot g + 1.0 \cdot p$ ).



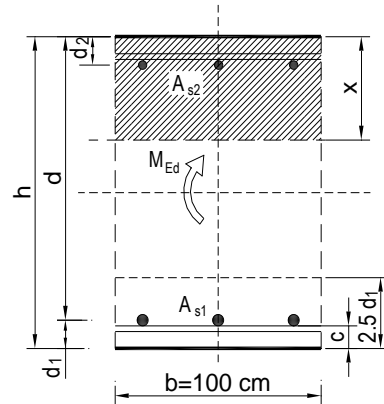
Slika 5.18. Momenti savijanja  $M_{Ed,x}$  [ $\text{kNm/m}$ ] za GSU ( $1.0 \cdot G + 1.0 \cdot Q$ )



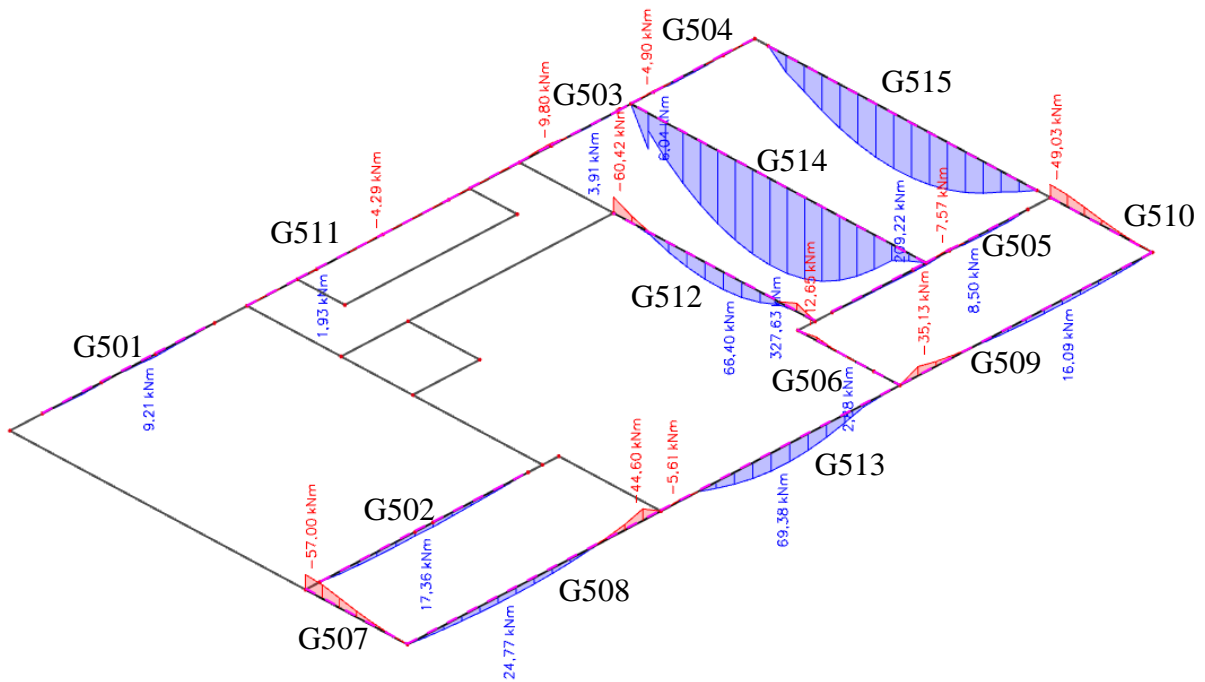
Slika 5.19. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [ $\text{kNm/m}$ ] za GSU ( $1.0 \cdot G + 1.0 \cdot Q$ )



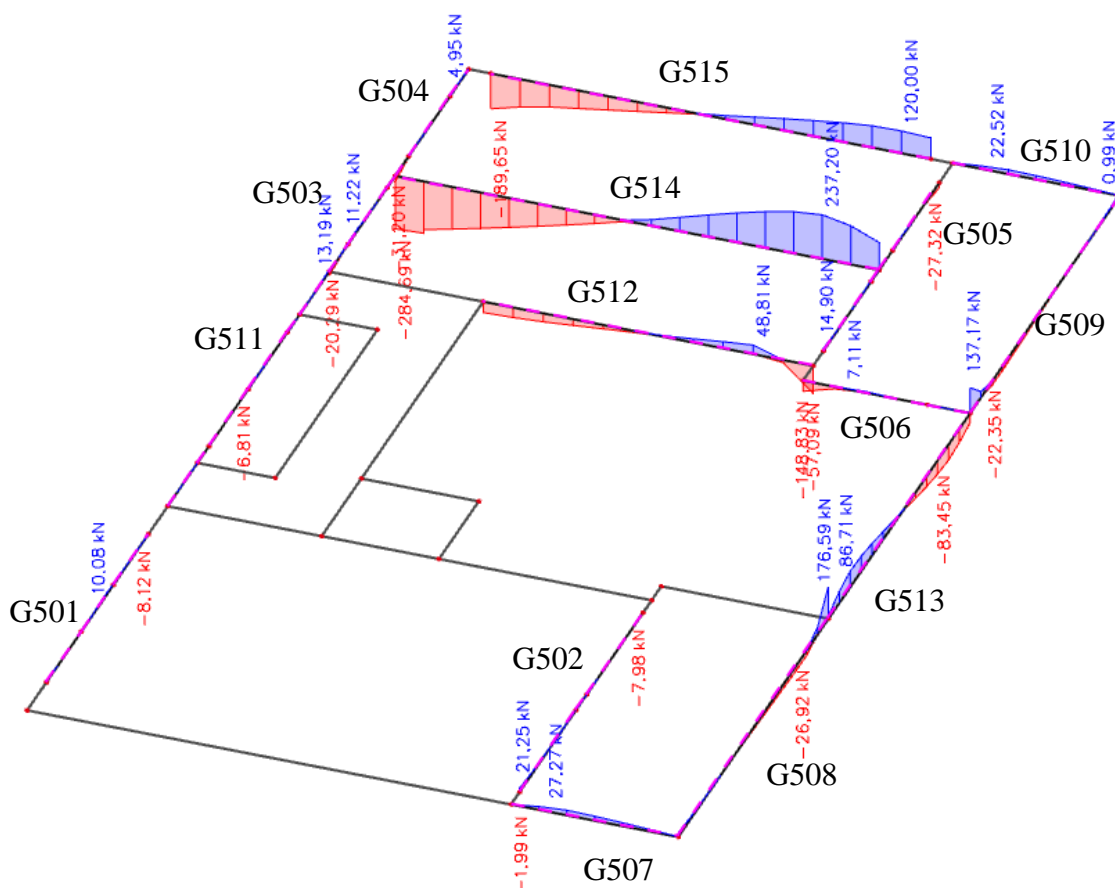
$b =$	100,0 cm	$d =$	22,0 cm	$h =$	25,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	5,03 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	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	
$\varnothing =$	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\_1

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

Poprečni presjek		Materijal		Dimenzioniranje na $M_{sd}$		Armatura		$\rho$ (%)		
b	25,00 cm	C25/30	$f_{ck}$ 25 Mpa	POLJE:	$M_{sd}$ 17,36 kNm	$A_{s1}$	0,99 cm <sup>2</sup>	0,0884 %		
h	50,00 cm	B500B	$f_y$ 500 MPa	LEŽAJ:	$M_{sd}$ 9,80 kNm	$A_{s2}$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %		
$d_1$ ( $d_2$ )	5,00 cm	$\gamma_c$	1,50			$A_{s1}$	0,56 cm <sup>2</sup>	0,0499 %		
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>	$V_{Rd,c}$	49,54 kN	$V_{sd}$ (kN)	vilice	$s_w$ (cm)	m	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	$V_{Rd,s}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
$M_{Rd,lim}$	134,16 kNm	$V_{Rd,max}$	506,25 kN	49,95	8	30	2	0,5	58,696	58,696
$\mu_{sd}$	0,159	v	0,54							
$\epsilon_{s1}$	10 ‰	k	1,67 (<2,0)							
$\epsilon_{c2}$	3,5 ‰	$s_{w,max}$	30 cm							
$\xi$	0,259	$A_{sw,min}$	0,34 cm <sup>2</sup> / $s_w$							
$\zeta$	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.

### GREDA 25/50 (G507, G510)

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

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

Grede armirati 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		$\gamma_c=1,50$ $\gamma_s=1,15$			$A_{s1}$ = 3,46 cm <sup>2</sup>		0,3077 %		
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>	$V_{Rd,c}$ =	85,47 kN	$V_{sd}$ (kN)	vilice	$s_w$ (cm)	m	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	$V_{Rd,s}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
$M_{Rd,lim}$	134,16 kNm	$V_{Rd,max}$ =	506,25 kN	148,83	8	12	2	0,5	58,696	58,696
$\mu_{sd}$	0,159	v=	0,54							
$\epsilon_{s1}$ =	10 ‰	k=	1,67 (<2,0)	Vsd > VRd,c - potrebna računaska poprečna armatura						
$\epsilon_{c2}$ =	3,5 ‰	$s_{w,max}$ =	30 cm							
$\xi$	0,259	$A_{sw,min}$ =	0,34 cm <sup>2</sup> / $s_w$							
$\zeta$	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		$\gamma_c=1,50$ $\gamma_s=1,15$			$A_{s1}$ = 1,07 cm <sup>2</sup>		0,0296 %		
d	145,00 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>	$V_{Rd,c}$ =	203,99 kN	$V_{sd}$ (kN)	vilice	$s_w$ (cm)	m	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	$V_{Rd,s}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
$M_{Rd,lim}$	1392,906 kNm	$V_{Rd,max}$ =	1631,25 kN	86,71	8	30	2	0,5	189,130	189,13
$\mu_{sd}$	0,159	v=	0,54							
$\epsilon_{s1}$ =	10 ‰	k=	1,37 (<2,0)	Vsd < VRd,c - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu						
$\epsilon_{c2}$ =	3,5 ‰	$s_{w,max}$ =	30 cm							
$\xi$	0,259	$A_{sw,min}$ =	0,34 cm <sup>2</sup> / $s_w$							
$\zeta$	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.

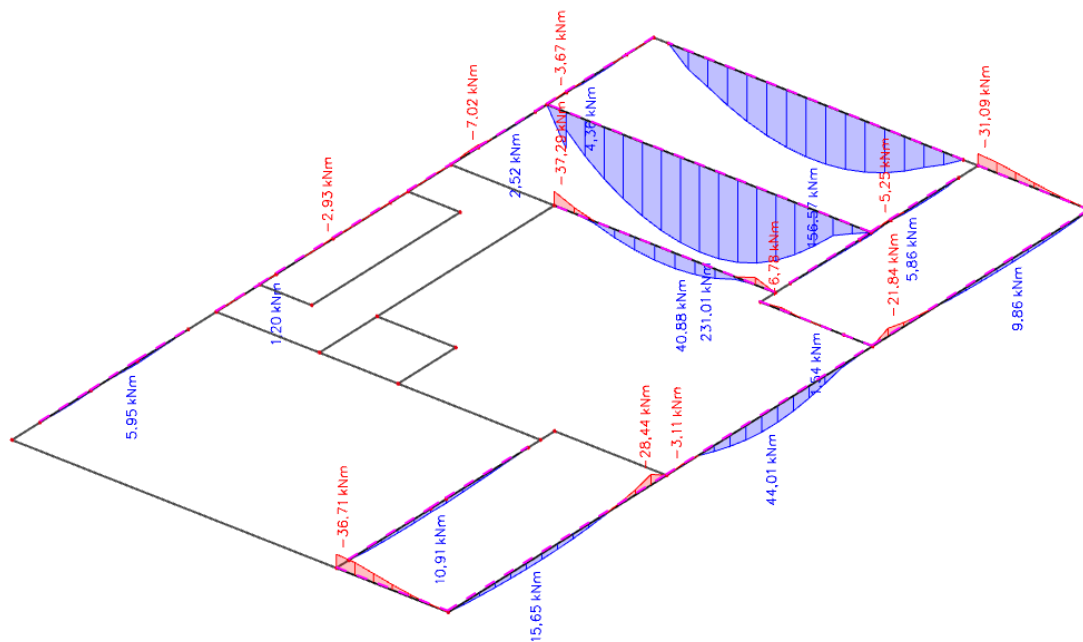
Konstruktivno uzeti armaturu 6x2Ø10.

## 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		$\gamma_c=1,50$ $\gamma_s=1,15$			$A_{s1}$ 0,00 cm <sup>2</sup>		0 %		
d	145,00 cm					$A_{s2}$ 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	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	$V_{Rd,s}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
$M_{Rd,lim}$	1392,906 kNm	$V_{Rd,max}$	1631,25 kN	284,69	8	20	2	0,5	189,130	189,13
$\mu_{sd}$	0,159	v	0,54	Vsd > VRd,c - potrebna računaska poprečna armatura						
$\epsilon_{s1}$	10 ‰	k	1,37 (<2,0)							
$\epsilon_{c2}$	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									
$A_{s, min}$	5,4375 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 u polju te Ø8/20 uz ležajeve. Konstruktivno uzeti armaturu 6x2Ø10.

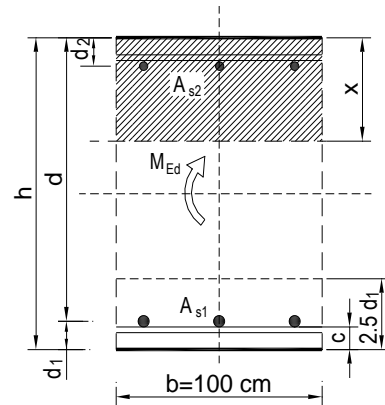
## KONTROLA ŠIRINE PUKOTINA GREDA POZICIJA 500



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

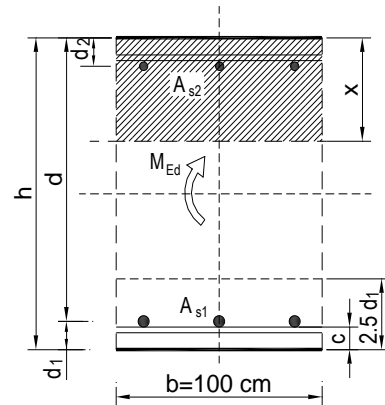
Kao greda mjerodavna za proračun pukotina uzeta je greda G512 (b/h=25/50)

$b =$	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>	$e = E_s/E_{cm} =$	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	
$\varnothing =$	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				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm}) =$	0,091 mm	$<$	$w_g$		



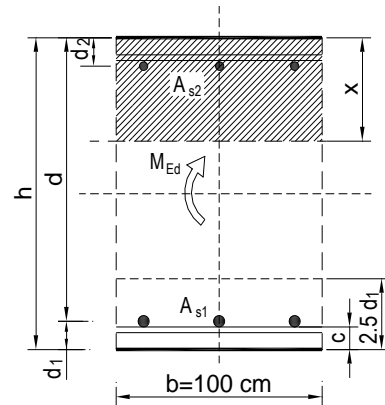
PARAPETNA GREDA G514 (zid bazena, b/h=25/150)

$b =$	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>	$e = E_s/E_{cm} =$	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	
$\varnothing =$	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				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm}) =$	0,181 mm	$<$	$w_g$		



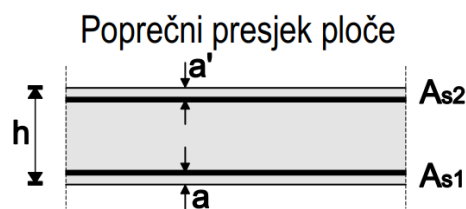
## PARAPETNA GREDA G513 (b/h=25/150)

$b =$	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>	$e = E_s/E_{cm} =$	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		
$\varnothing =$	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				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,024 mm	$<$	$w_g$		



### 5.3. Pozicija 400

#### 5.3.1. PRORAČUN AB PLOČE POZICIJA 400



$h = 20$  cm

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

$d = 17.0$  cm

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

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

Limitirajući moment savijanja:

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

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

Min. i max. % armature za ploče:

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

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

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

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 [cm<sup>2</sup>].

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

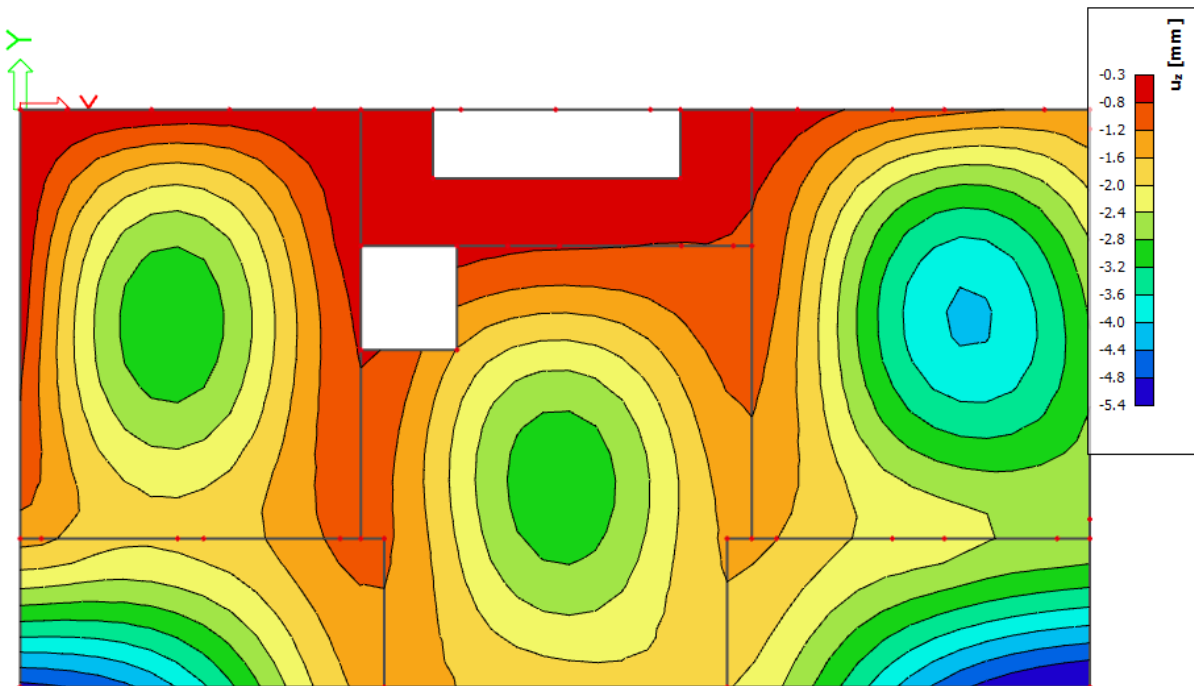
Dopušteni računski elastični progib:

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

Bez nadvišenja:  $\delta_{max,RA\check{C}} \leq L/1250$

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

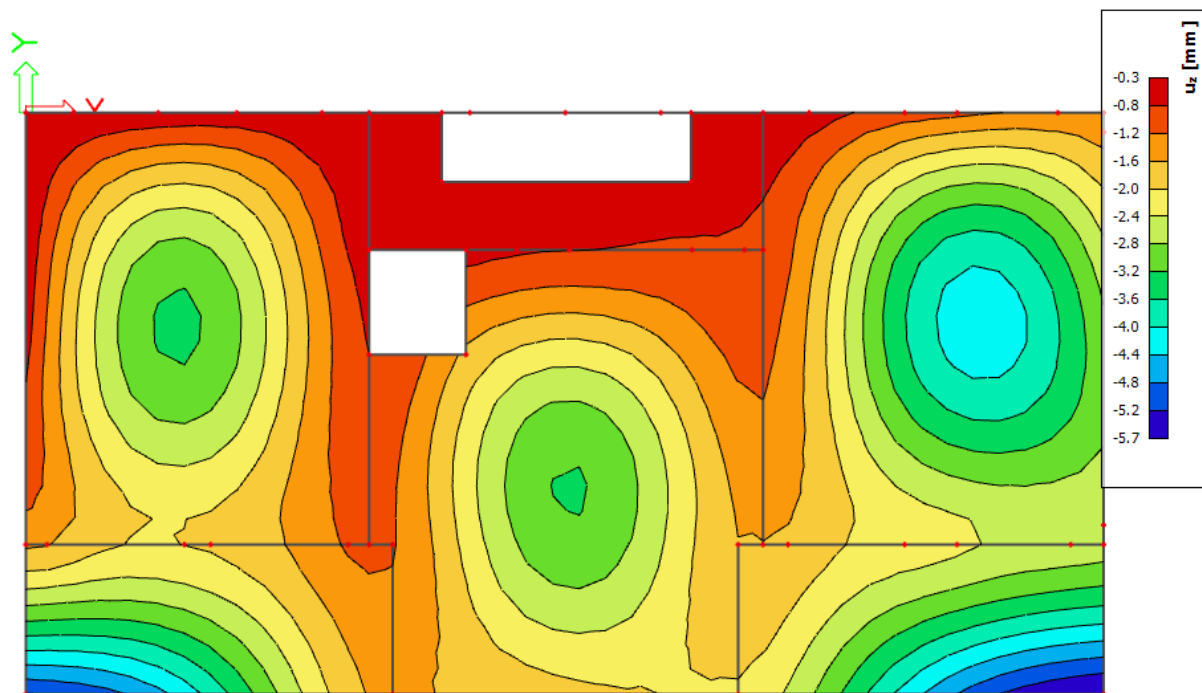
Bez nadvišenja:  $\delta_{max,RA\check{C}} \leq L/1000$



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

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

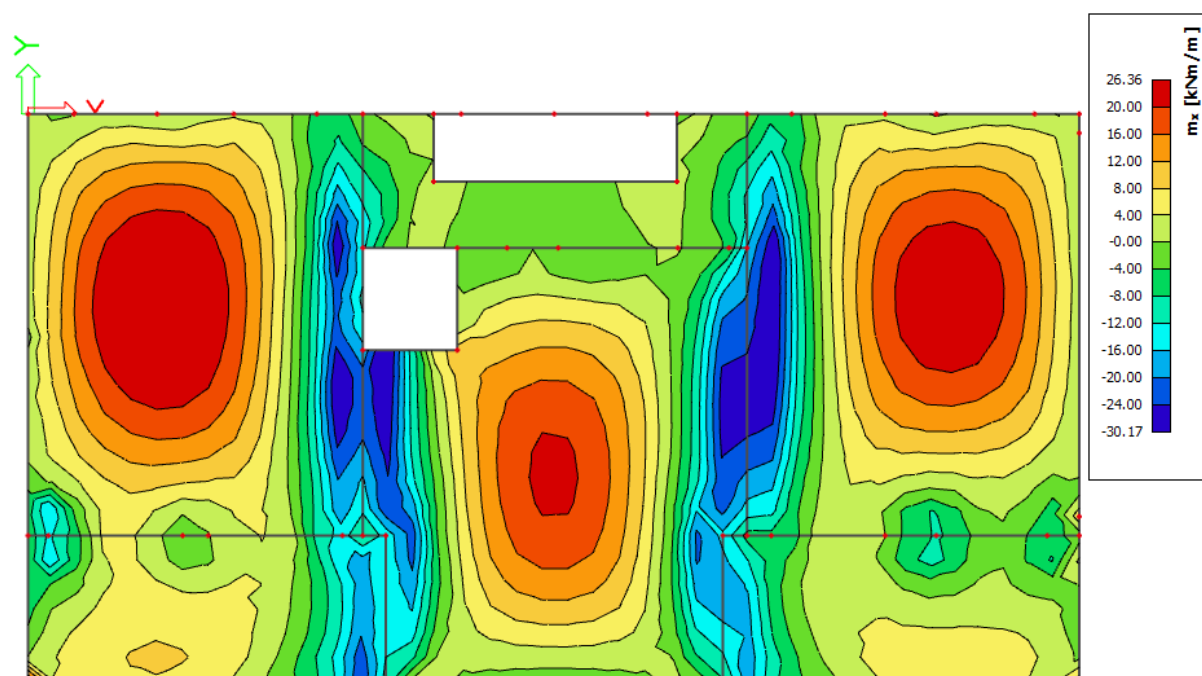




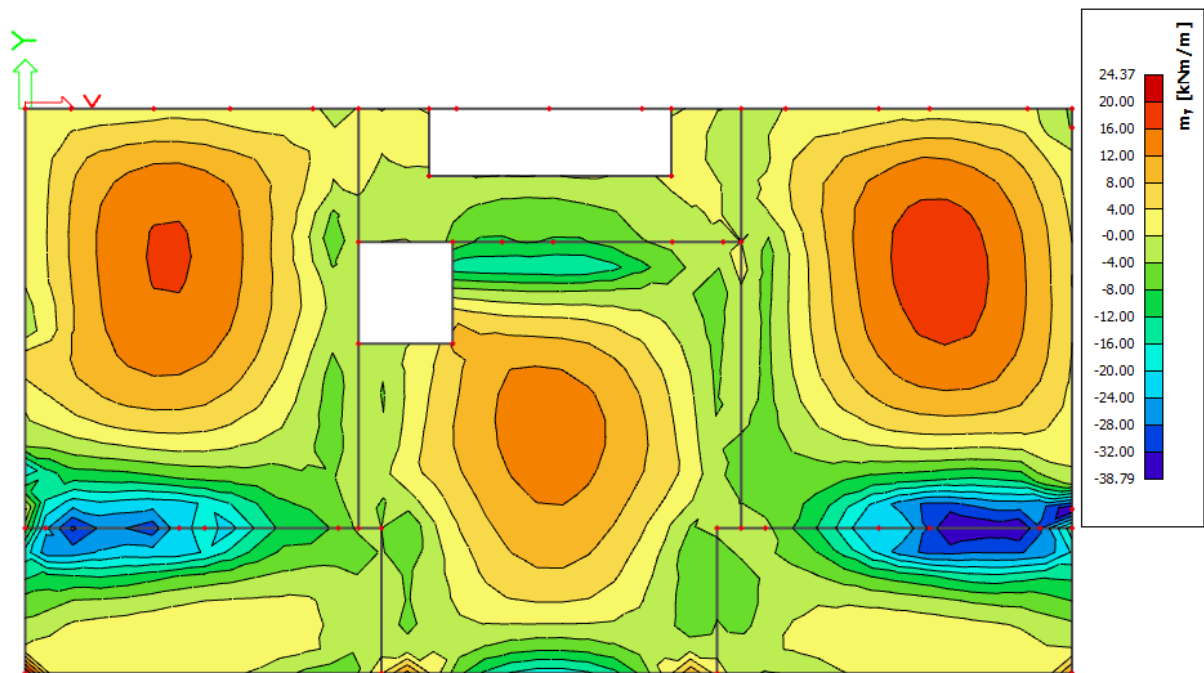
Slika 5.24. Elastični progibi [mm] za kombinaciju  $GSU2 = 1.0 \cdot G + 0.5 \cdot Q$

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

**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:

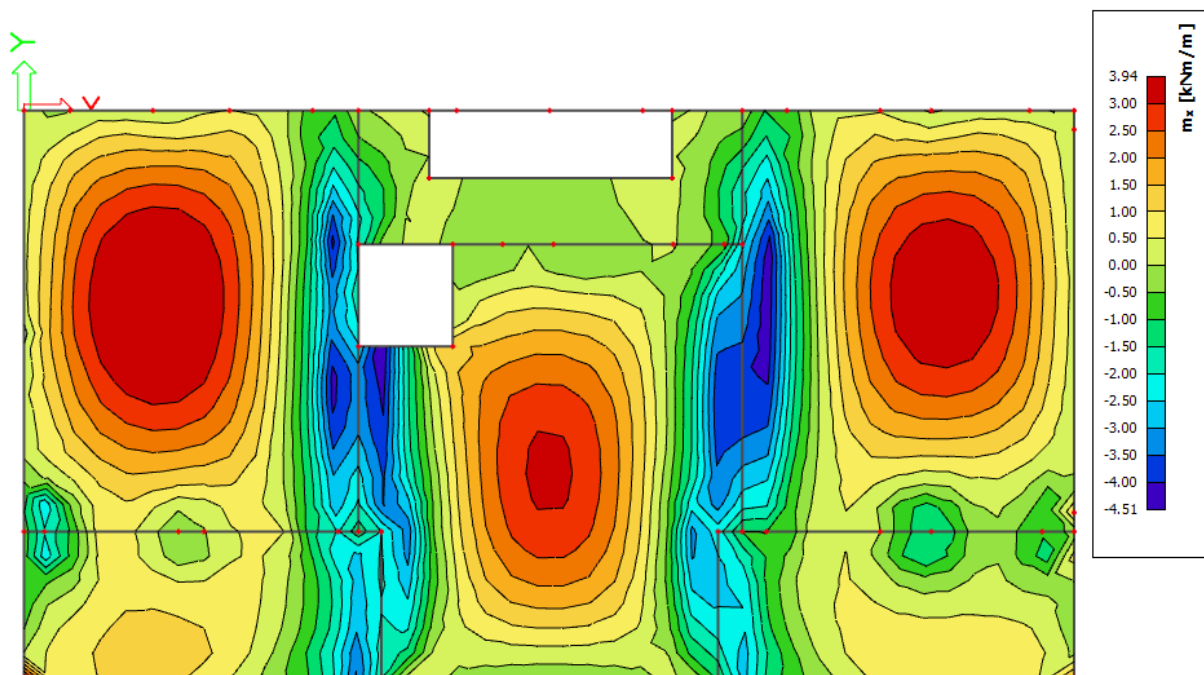


Slika 5.25. Momenti savijanja  $M_{Ed,x}$  [kNm/m] za kombinaciju  $GSN = 1,35 \cdot G + 1.5 \cdot Q$

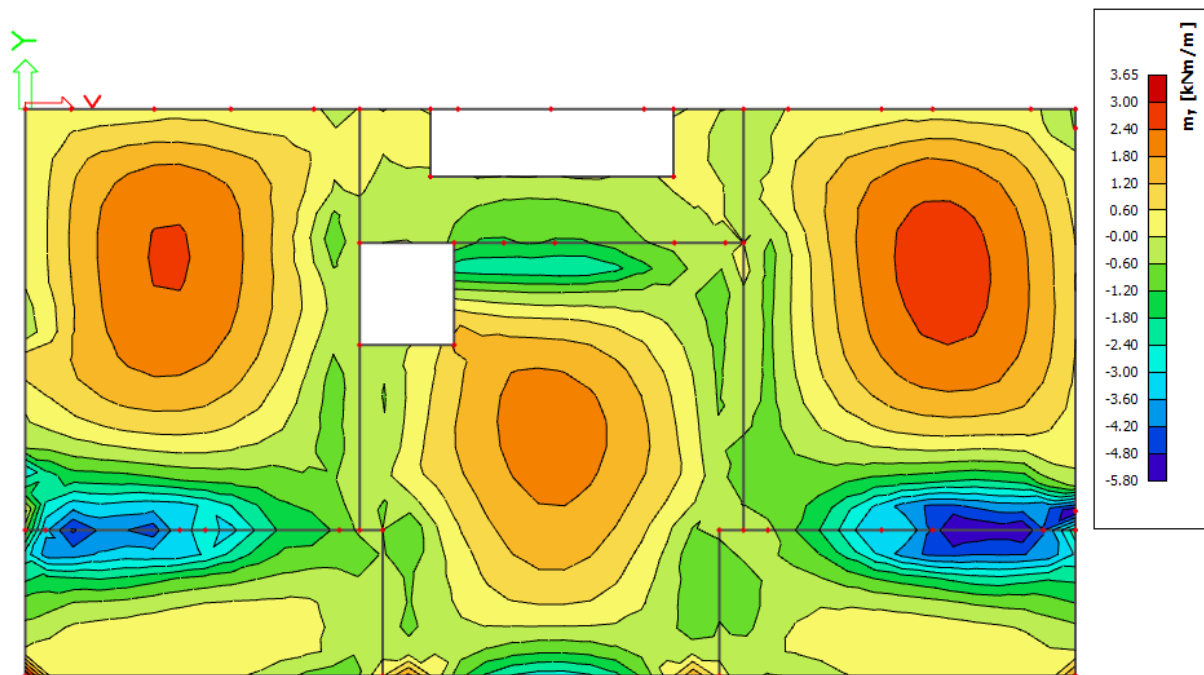


Slika 5.26. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [kNm/m] za kombinaciju  $G_{SN} = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

## ARMATURA



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

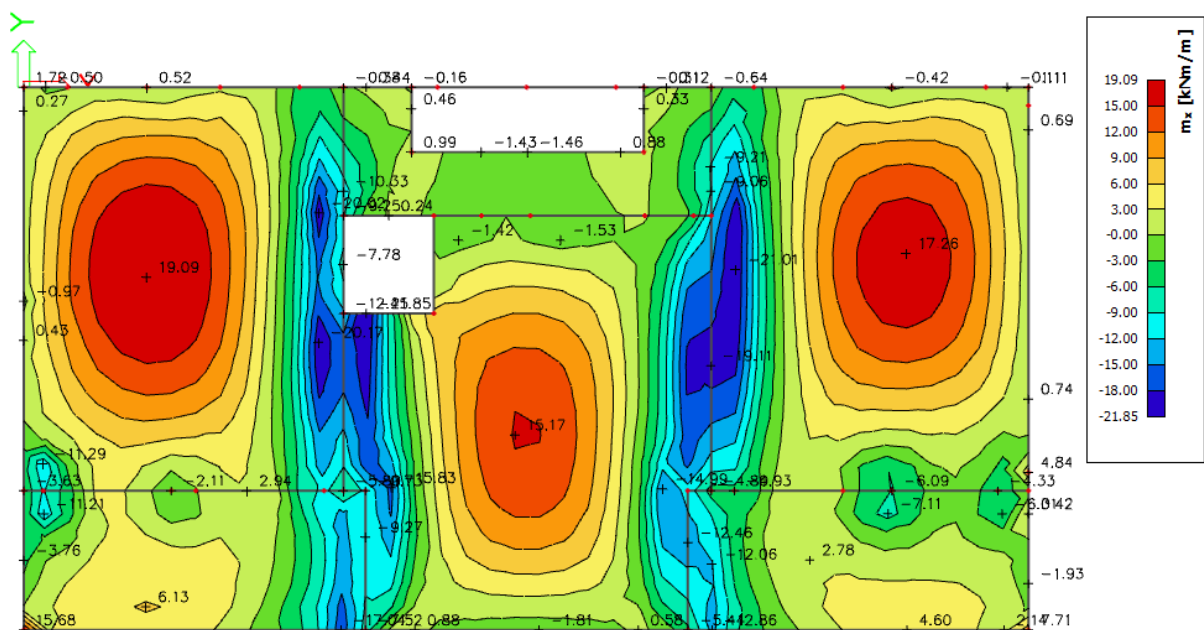


Slika 5.28. Potrebna armatura  $A_{s1,s2} [cm^2/m]$  u smjeru  $Y$  za kombinaciju  $GSN = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

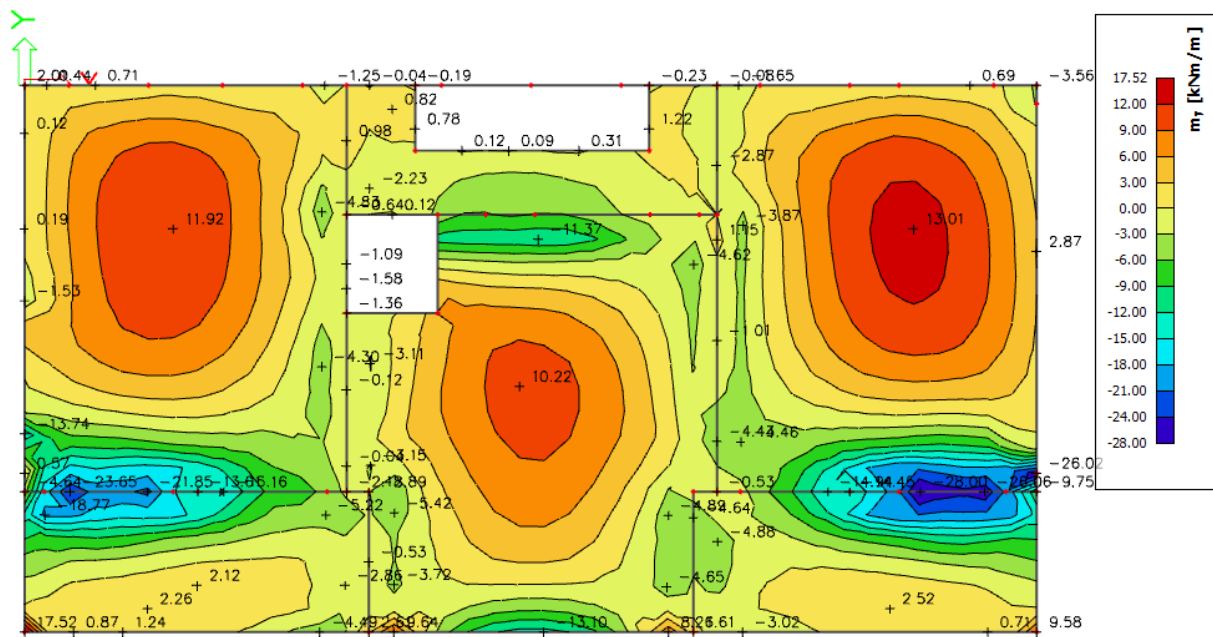
Poloziciju P400 armirati sa mrežastom armaturom Q503 u donju zonu i Q196 u gornju zonu. Preko svih oslonaca u gornju zonu armirati mrežom Q503

### 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 ( $e = 1.0 \cdot g + 1.0 \cdot p$ ).

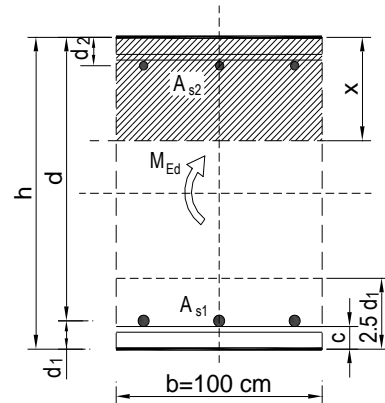


Slika 5.29. Momenti savijanja  $M_{Ed,x} [kNm/m]$  za  $GSU (1.0 \cdot G + 1.0 \cdot Q)$

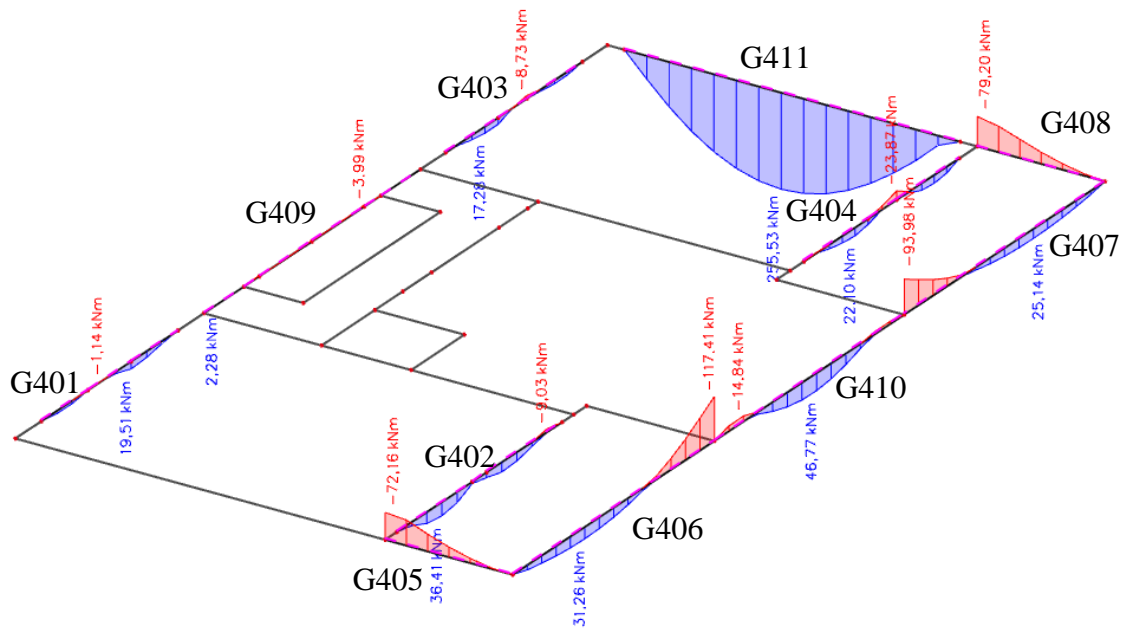


Slika 5.30. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [kNm/m] za GSU ( $1.0 \cdot G + 1.0 \cdot Q$ )

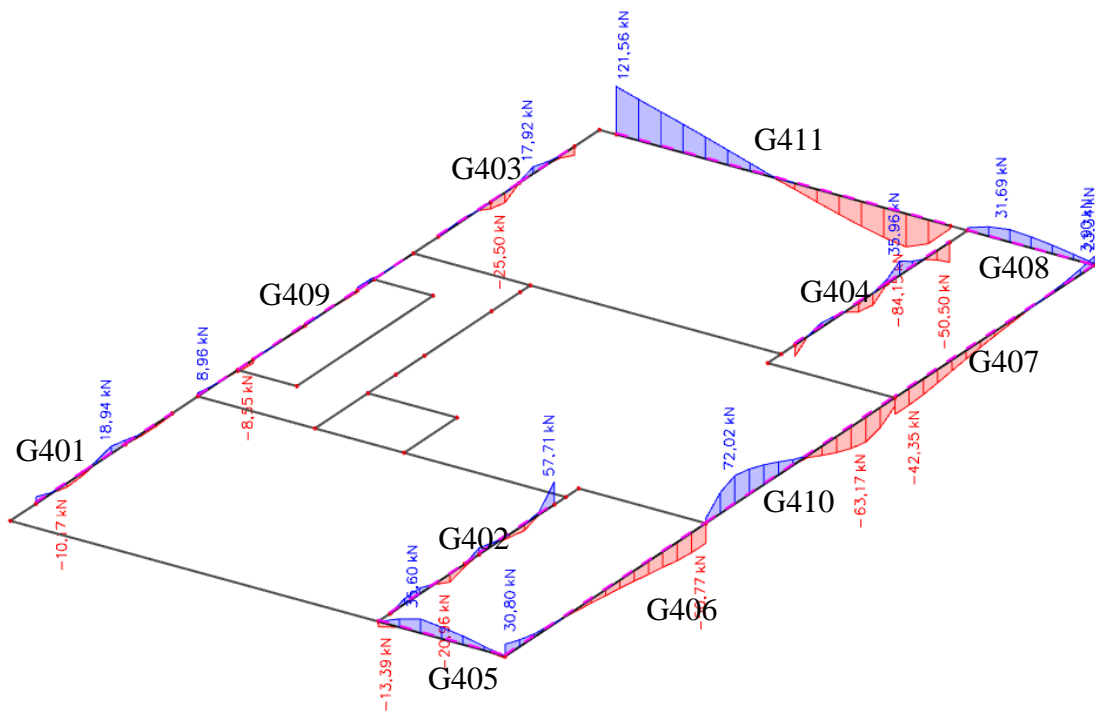
$b =$	100,0 cm	$d =$	17,0 cm	$h =$	20,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	5,03 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	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	
$\varnothing =$	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  $V_{Ed,z}$  [kN] 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 <sup>2</sup>	0,1854 %		
h	50,00 cm	B500B	$f_y$ 500 MPa	LEŽAJ:	$M_{sd}$ 23,87 kNm	$A_{s2}$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %		
$d_1$ ( $d_2$ )	5,00 cm	$\gamma_c=1,50$	$\gamma_s=1,15$			$A_{s1}$	1,37 cm <sup>2</sup>	0,1216 %		
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>	$V_{Rd,c}$	64,62 kN	$V_{sd}$ (kN)	vilice	$s_w$ (cm)	m	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	$V_{Rd,s}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
$M_{Rd,lim}$	134,16 kNm	$V_{Rd,max}$	506,25 kN	57,71	8	30	2	0,5	58,696	58,696
$\mu_{sd}$	0,159	v=	0,54	Vsd < VRd,c - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu						
$\epsilon_{s1}$	10 ‰	k=	1,67 (<2,0)							
$\epsilon_{c2}$	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									
$A_{s,min}$	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.

### 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 <sup>2</sup>	0 %		
h	50,00 cm	B500B	$f_y$ 500 MPa	LEŽAJ:	$M_{sd}$ 79,20 kNm	$A_{s2}$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %		
$d_1$ ( $d_2$ )	5,00 cm	$\gamma_c=1,50$	$\gamma_s=1,15$			$A_{s1}$	4,54 cm <sup>2</sup>	0,4034 %		
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>	$V_{Rd,c}$	70,78 kN	$V_{sd}$ (kN)	vilice	$s_w$ (cm)	m	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	$V_{Rd,s}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
$M_{Rd,lim}$	134,16 kNm	$V_{Rd,max}$	506,25 kN	35,6	8	30	2	0,5	58,696	58,696
$\mu_{sd}$	0,159	v=	0,54	Vsd < VRd,c - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu						
$\epsilon_{s1}$	10 ‰	k=	1,67 (<2,0)							
$\epsilon_{c2}$	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									
$A_{s,min}$	1,688 cm <sup>2</sup>									
$A_{s,max}$	13,37 cm <sup>2</sup>									

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		$\gamma_c=1,50$ $\gamma_s=1,15$			$A_{s1}$ = 6,73 cm <sup>2</sup>		0,598 %		
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>	$V_{Rd,c}$ =	87,31 kN	$V_{sd}$ (kN)	vilice	$s_w$ (cm)	m	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	$V_{Rd,s}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
$M_{Rd,lim}$	134,16 kNm	$V_{Rd,max}$ =	506,25 kN	50,77	8	30	2	0,5	58,696	58,696
$\mu_{sd}$	0,159	v=	0,54	Vsd < VRd,c - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu						
$\epsilon_{s1}$ =	10 ‰	k=	1,67 (<2,0)							
$\epsilon_{c2}$ =	3,5 ‰	$s_{w,max}$ =	30 cm							
$\xi$	0,259	$A_{sw,min}$ =	0,34 cm <sup>2</sup> / $s_w$							
$\zeta$	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 (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		$\gamma_c=1,50$ $\gamma_s=1,15$			$A_{s1}$ = 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>	$V_{Rd,c}$ =	139,06 kN	$V_{sd}$ (kN)	vilice	$s_w$ (cm)	m	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	$V_{Rd,s}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
$M_{Rd,lim}$	1035,156 kNm	$V_{Rd,max}$ =	1406,25 kN	72,02	8	30	2	0,5	163,043	163,04
$\mu_{sd}$	0,159	v=	0,54	Vsd < VRd,c - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu						
$\epsilon_{s1}$ =	10 ‰	k=	1,40 (<2,0)							
$\epsilon_{c2}$ =	3,5 ‰	$s_{w,max}$ =	30 cm							
$\xi$	0,259	$A_{sw,min}$ =	0,34 cm <sup>2</sup> / $s_w$							
$\zeta$	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.

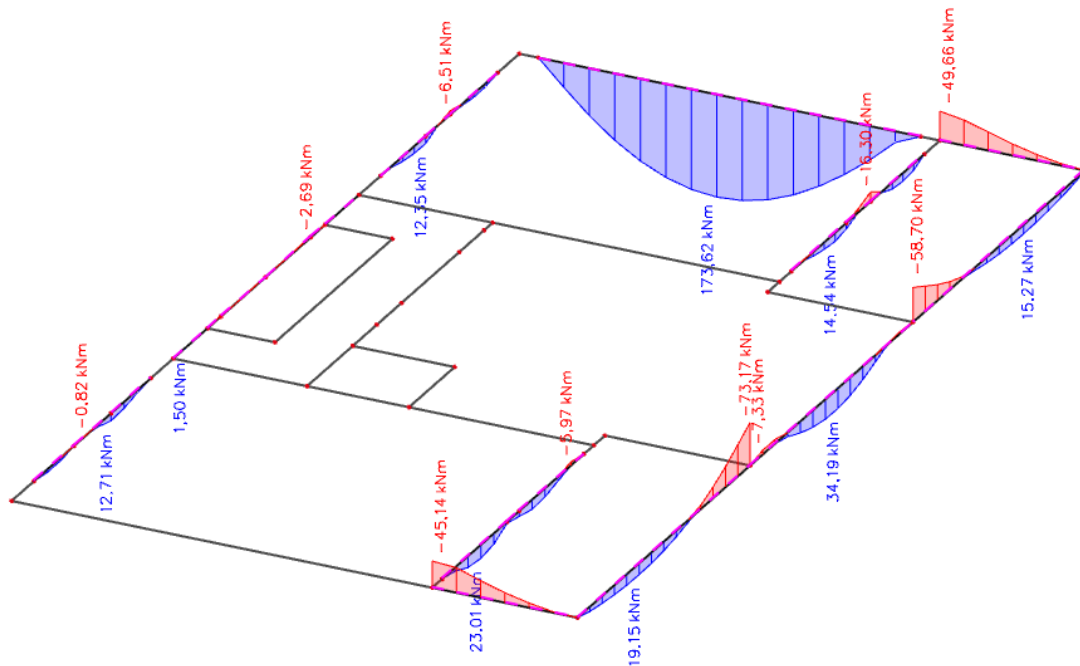
## GREDA 25/120 (G411)

Poprečni presjek		Materijal		Dimenzioniranje 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		$\gamma_c=1,50$ $\gamma_s=1,15$			$A_{s1}$ 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:		Dimenzioniranje na $V_{sd}$				
$f_{yd}$	43,48 kN/cm <sup>2</sup>	$V_{Rd,c}$	208,98 kN	$V_{sd}$ (kN)	vilice	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	$V_{Rd,s}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
$M_{Rd,lim}$	876,156 kNm	$V_{Rd,max}$	1293,75 kN	121,56	8	0,5	150,000	150
$\mu_{sd}$	0,159	v	0,54					
$\epsilon_{s1}$	10 ‰	k	1,42 (<2,0)	Vsd < VRd,c - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu				
$\epsilon_{c2}$	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							
$A_{s,min}$	4,3125 cm <sup>2</sup>							
$A_{s,max}$	34,1646 cm <sup>2</sup>							

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

Konstruktivno uzeti armaturu 4x2Ø10.

## KONTROLA ŠIRINE PUKOTINA GREDA POZICIJA 400

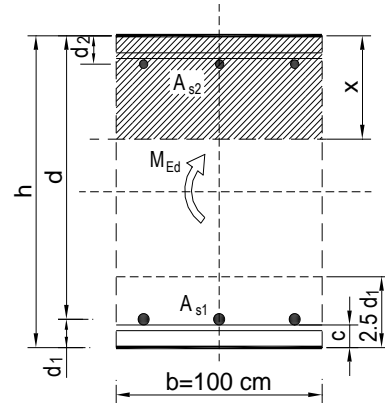


Slika 5.33. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [kNm] za GSU\_2



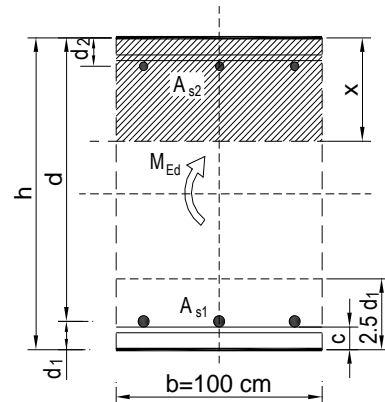
Kao greda mjerodavna za proračun pukotina uzeta je greda G402 (b/h=25/50)

$b =$	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>	$e = E_s/E_{cm} =$	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	
$\varnothing =$	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				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,193 mm	$<$	$w_g$		



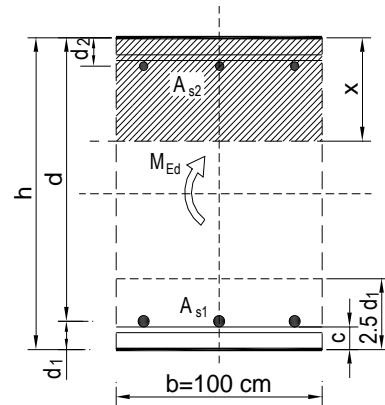
PARAPETNA GREDA G411 (b/h=25/120)

$b =$	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>	$e = E_s/E_{cm} =$	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	
$\varnothing =$	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				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,170 mm	$<$	$w_g$		



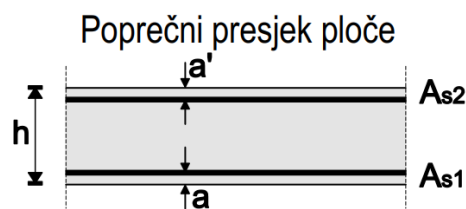
## PARAPETNA GREDA G410 (b/h=25/130)

$b =$	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>	$e = E_s/E_{cm} =$	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



$h=20$  cm

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

$d=17.0$  cm

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

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

Limitirajući moment savijanja:

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

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

Min. i max. % armature za ploče:

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

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

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

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 [cm<sup>2</sup>].

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

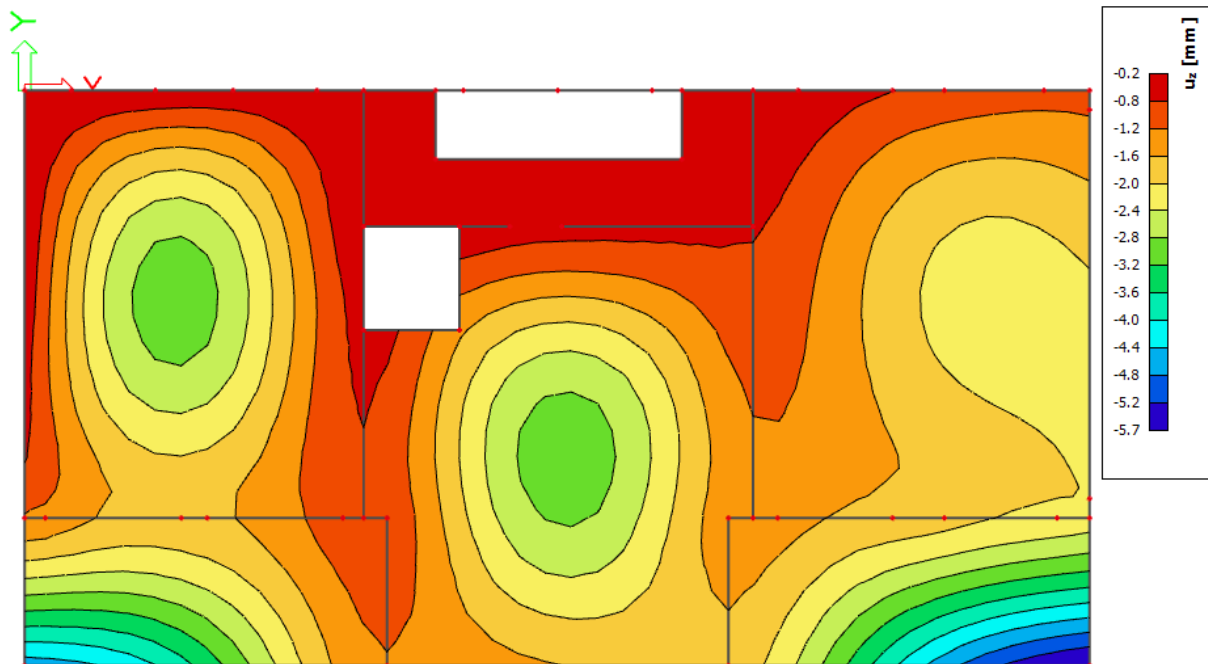
Dopušteni računski elastični progib:

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

Bez nadvišenja:  $\delta_{max,RA\check{C}} \leq L/1250$

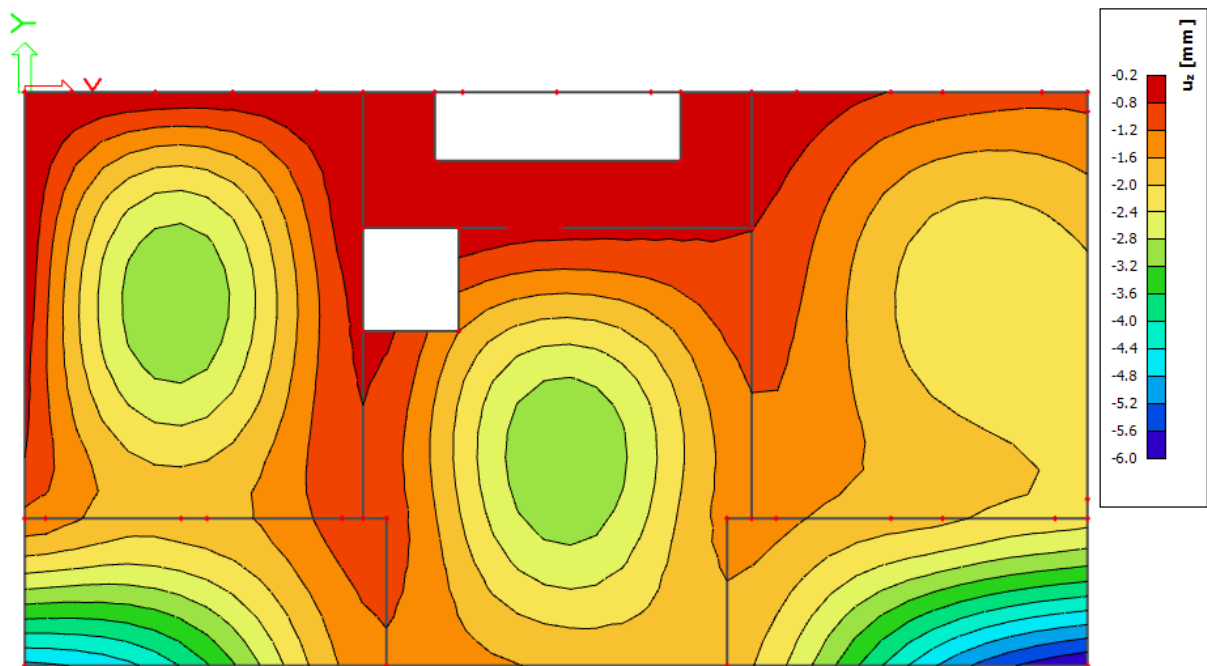
$$GSU2 = 1.0 \cdot G + \psi_{2i} \cdot Q_i = 1.0 \cdot G + 0.5 \cdot Q_1$$

Bez nadvišenja:  $\delta_{max,RA\check{C}} \leq L/1000$



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

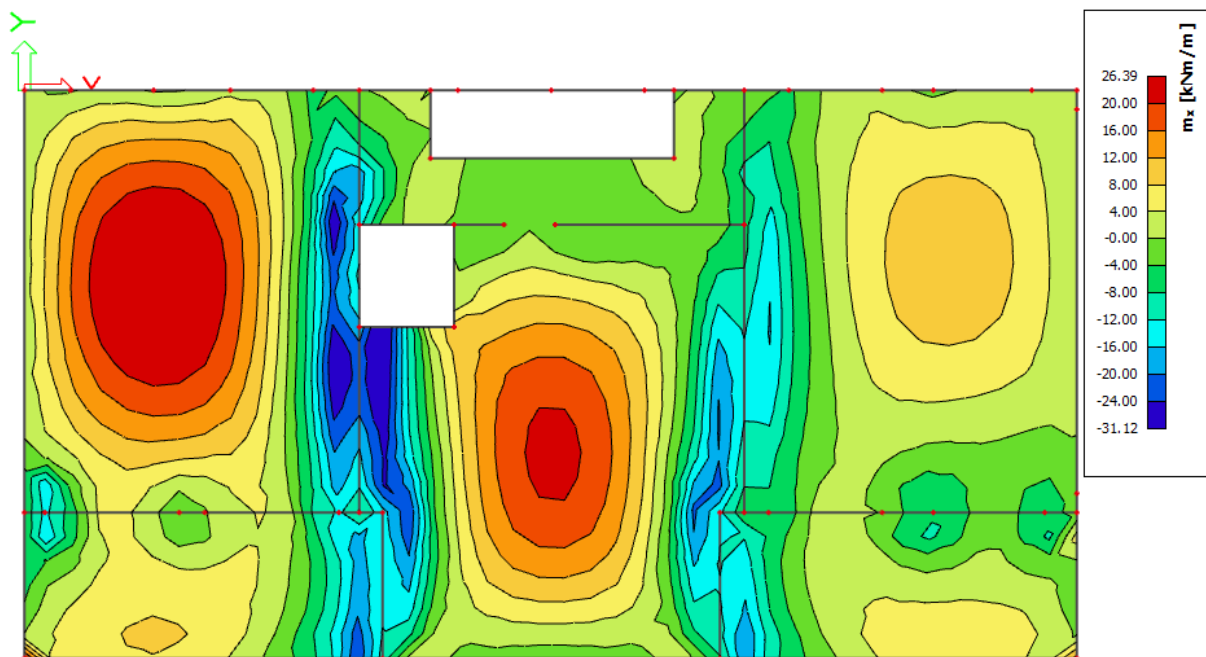
$$\delta_{elast,max} < \delta_{elast,dop} = L/1250$$



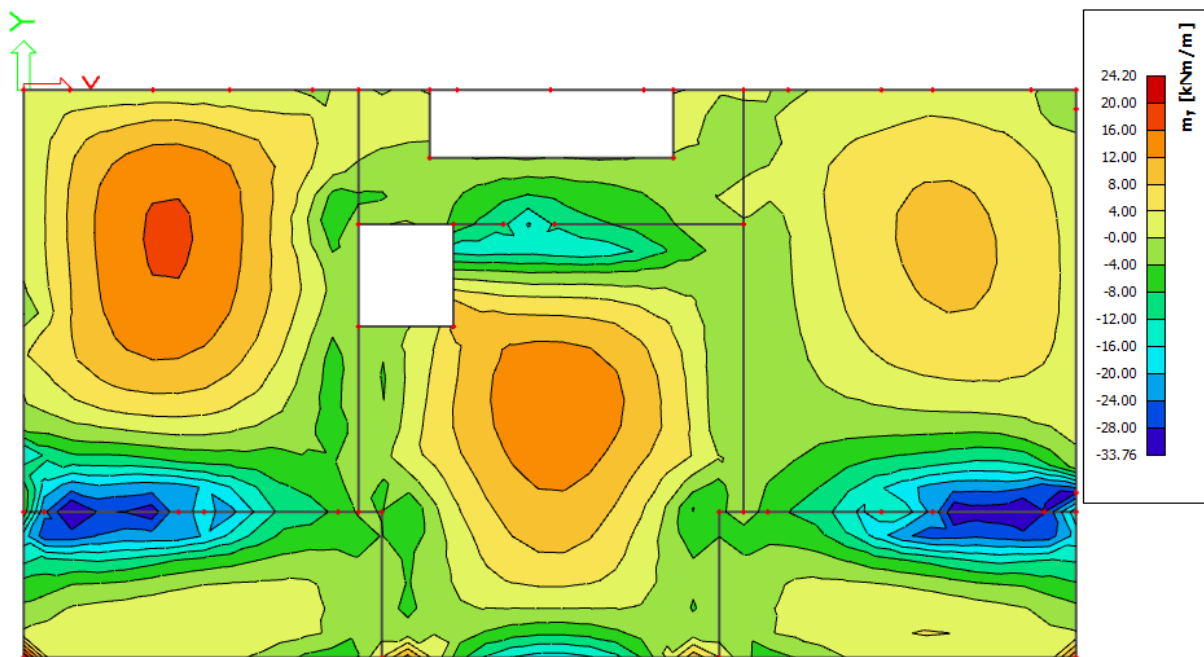
Slika 5.35. Elastični progibi [mm] za kombinaciju  $GSU2 = 1.0 \cdot G + 0.5 \cdot Q$

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

**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:

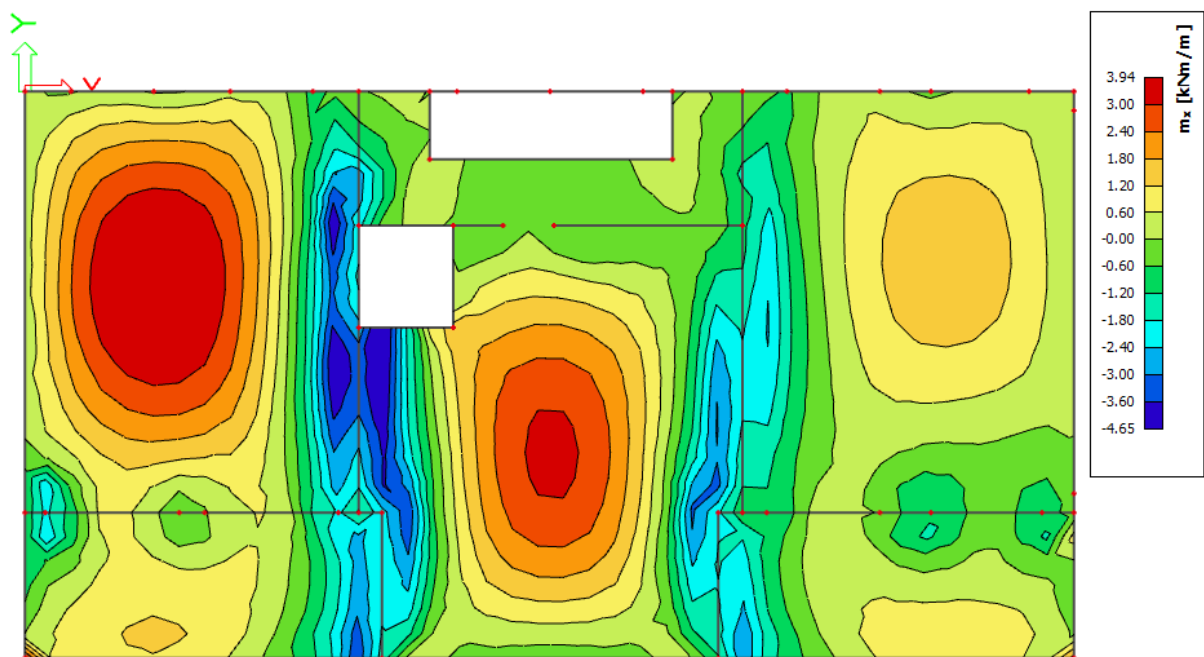


Slika 5.36. Momenti savijanja  $M_{Ed,x}$  [kNm/m] za kombinaciju  $GSN = 1,35 \cdot G + 1.5 \cdot Q$

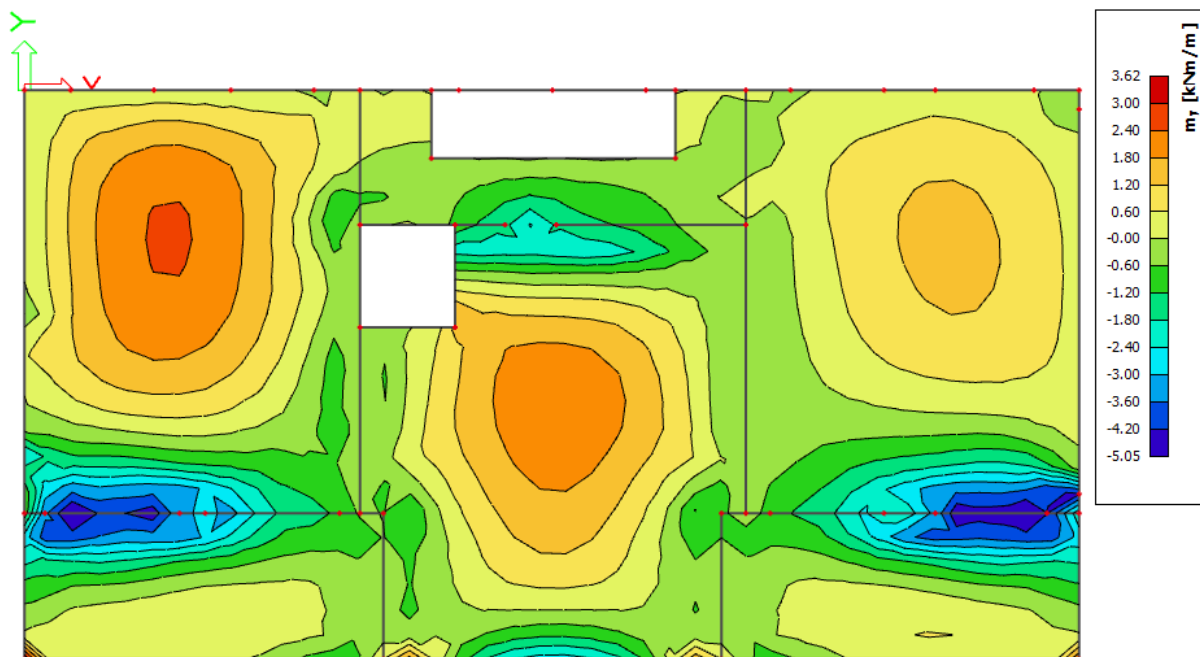


Slika 5.37. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [kNm/m] za kombinaciju  $GSN = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

## ARMATURA



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

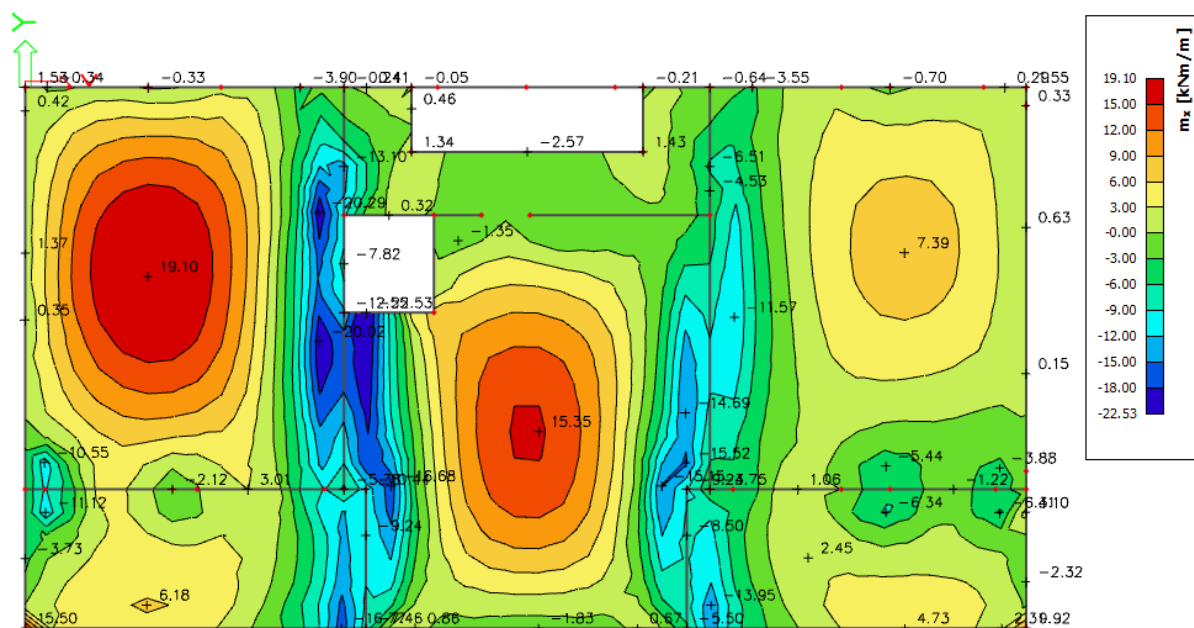


Slika 5.39. Potrebna armatura  $A_{s1,s2} [cm^2/m]$  u smjeru Y za kombinaciju  $GSN = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

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)

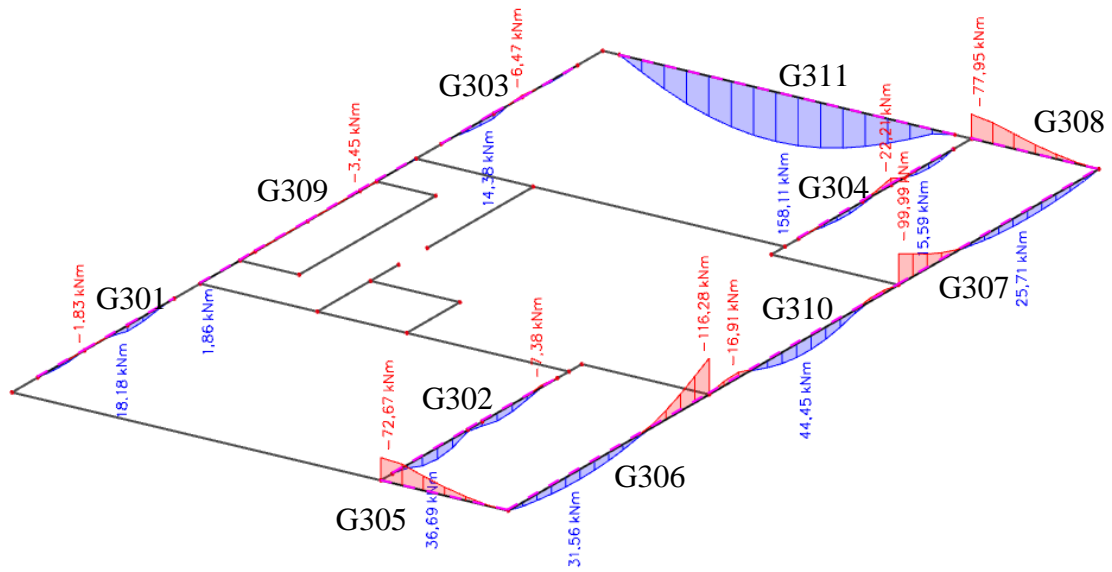
Mjerodavni momenti u ploči su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja ( $e = 1.0 \cdot g + 1.0 \cdot p$ ).



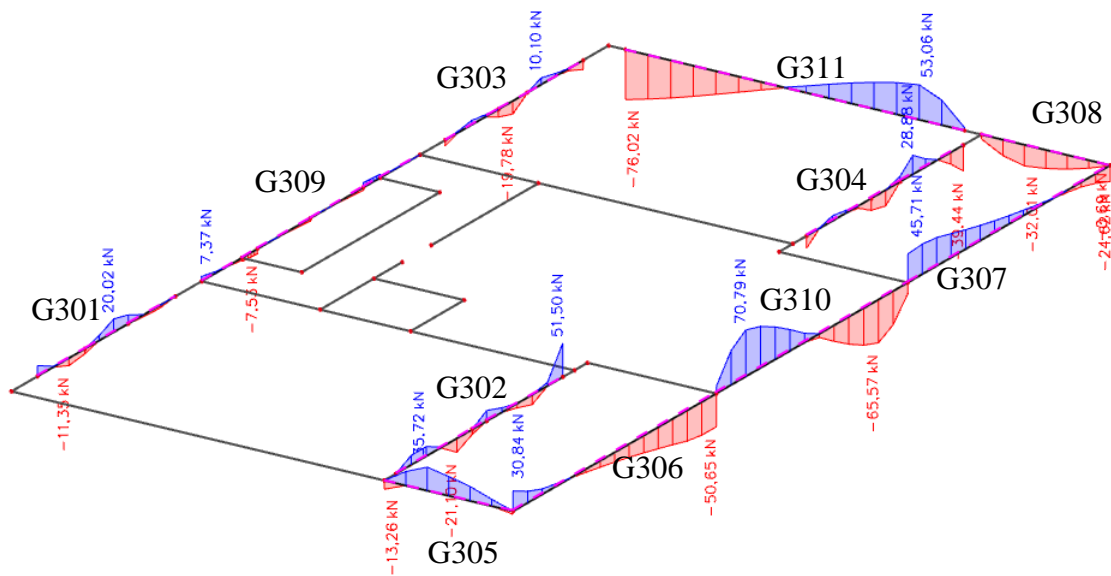
Slika 5.40. Momenti savijanja  $M_{Ed,x} [kNm/m]$  za  $GSU (1.0 \cdot G + 1.0 \cdot Q)$



## 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  $V_{Ed,z}$  [kN] za GSN\_1



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

Poprečni presjek		Materijal		Dimenzioniranje na $M_{sd}$		Armatura		$\rho$ (%)		
b	25,00 cm	C25/30	$f_{ck}$ 25 MPa	POLJE:	$M_{sd}$ 36,69 kNm	$A_{s1}$	2,10 cm <sup>2</sup>	0,1869 %		
h	50,00 cm	B500B	$f_y$ 500 MPa	LEŽAJ:	$M_{sd}$ 22,21 kNm	$A_{s2}$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %		
$d_1$ ( $d_2$ )	5,00 cm		$\gamma_c=1,50$ $\gamma_s=1,15$			$A_{s1}$	1,27 cm <sup>2</sup>	0,1131 %		
d	45,00 cm					$A_{s2}$	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>	$V_{Rd,c}$	64,12 kN	$V_{sd}$ (kN)	vilice	$S_w$ (cm)	m	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	$V_{Rd,s}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
$M_{Rd,lim}$	134,16 kNm	$V_{Rd,max}$	506,25 kN	51,5	8	30	2	0,5	58,696	58,696
$\mu_{sd}$	0,159	v	0,54	Vsd < VRd,c - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu						
$\epsilon_{s1}$	10 ‰	k	1,67 (<2,0)							
$\epsilon_{c2}$	3,5 ‰	$S_{w,max}$	30 cm							
$\xi$	0,259	$A_{sw,min}$	0,34 cm <sup>2</sup> / $S_w$							
$\zeta$	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.

*GREDA 25/50 (G305, G308)*

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 <sup>2</sup>	0 %		
h	50,00 cm	B500B	$f_y$ 500 MPa	LEŽAJ:	$M_{sd}$ 77,95 kNm	$A_{s2}$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %		
$d_1$ ( $d_2$ )	5,00 cm		$\gamma_c=1,50$ $\gamma_s=1,15$			$A_{s1}$	4,47 cm <sup>2</sup>	0,397 %		
d	45,00 cm					$A_{s2}$	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>	$V_{Rd,c}$	70,40 kN	$V_{sd}$ (kN)	vilice	$S_w$ (cm)	m	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	$V_{Rd,s}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
$M_{Rd,lim}$	134,16 kNm	$V_{Rd,max}$	506,25 kN	24	8	30	2	0,5	58,696	58,696
$\mu_{sd}$	0,159	v	0,54	Vsd < VRd,c - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu						
$\epsilon_{s1}$	10 ‰	k	1,67 (<2,0)							
$\epsilon_{c2}$	3,5 ‰	$S_{w,max}$	30 cm							
$\xi$	0,259	$A_{sw,min}$	0,34 cm <sup>2</sup> / $S_w$							
$\zeta$	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 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			$A_{s2}$ = 0,00 cm <sup>2</sup>		0 %		
$d_1$ ( $d_2$ )	5,00 cm		$\gamma_c=1,50$ $\gamma_s=1,15$	LEŽAJ:	$M_{sd}$ = 116,28 kNm	$A_{s1}$ = 6,66 cm <sup>2</sup>		0,5922 %		
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>	$V_{Rd,c}$ =	87,15 kN	$V_{sd}$ (kN)	vilice	$s_w$ (cm)	m	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	$V_{Rd,s}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
$M_{Rd,lim}$	134,16 kNm	$V_{Rd,max}$ =	506,25 kN	50,65	8	30	2	0,5	58,696	58,696
$\mu_{sd}$	0,159	v =	0,54	Vsd < VRd,c - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu						
$\epsilon_{s1}$ =	10 ‰	k =	1,67 (<2,0)							
$\epsilon_{c2}$ =	3,5 ‰	$s_{w,max}$ =	30 cm							
$\xi$	0,259	$A_{sw,min}$ =	0,34 cm <sup>2</sup> / $s_w$							
$\zeta$	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			$A_{s2}$ = 0,00 cm <sup>2</sup>		0 %		
$d_1$ ( $d_2$ )	5,00 cm		$\gamma_c=1,50$ $\gamma_s=1,15$	LEŽAJ:	$M_{sd}$ = 0,00 kNm	$A_{s1}$ = 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>	$V_{Rd,c}$ =	138,87 kN	$V_{sd}$ (kN)	vilice	$s_w$ (cm)	m	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	$V_{Rd,s}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
$M_{Rd,lim}$	1035,156 kNm	$V_{Rd,max}$ =	1406,25 kN	70	8	30	2	0,5	163,043	163,04
$\mu_{sd}$	0,159	v =	0,54	Vsd < VRd,c - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu						
$\epsilon_{s1}$ =	10 ‰	k =	1,40 (<2,0)							
$\epsilon_{c2}$ =	3,5 ‰	$s_{w,max}$ =	30 cm							
$\xi$	0,259	$A_{sw,min}$ =	0,34 cm <sup>2</sup> / $s_w$							
$\zeta$	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.

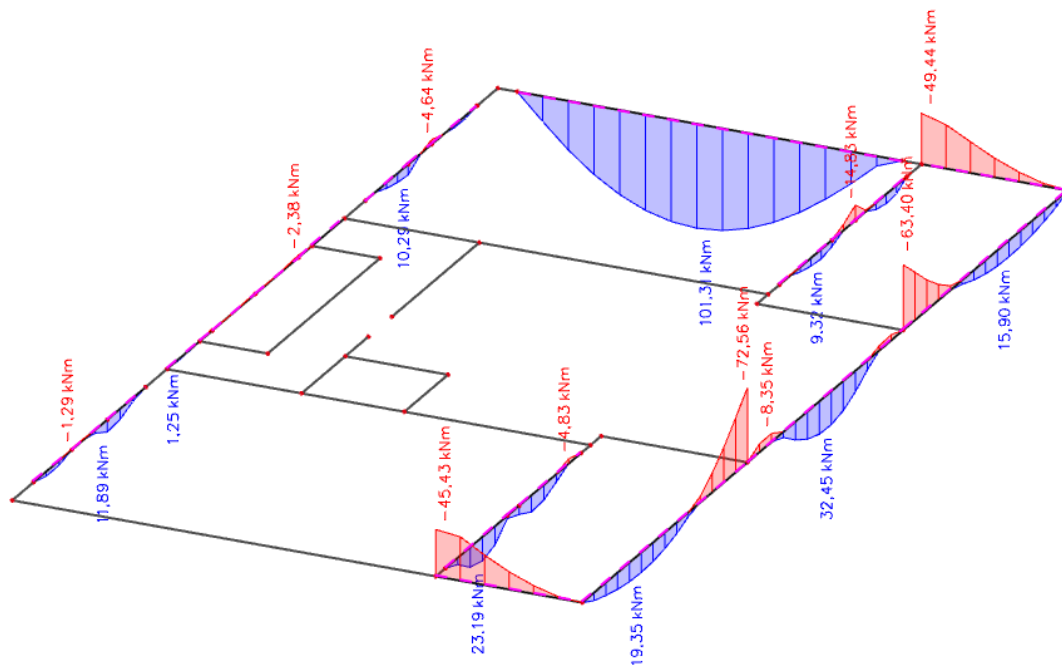
## GREDA 25/120 (G311)

Poprečni presjek		Materijal		Dimenzioniranje na $M_{sd}$		Armatura		$\rho$ (%)			
b	25,00 cm	C25/30	$f_{ck}$ 25 Mpa	POLJE:	$M_{sd}$ 158,11 kNm	$A_{s1}$ 3,26 cm <sup>2</sup>		0,1044 %			
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:		Dimenzioniranje na $V_{sd}$							
$f_{yd}$	43,48 kN/cm <sup>2</sup>	$V_{Rd,c}$	190,39 kN	$V_{sd}$ (kN)	vilice	$s_w$ (cm)	m	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	$V_{Rd,s}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)	
$M_{Rd,lim}$	1035,156 kNm	$V_{Rd,max}$	1406,25 kN		76,02	8	30	2	0,5	163,043	163,04
$\mu_{sd}$	0,159	v	0,54	Vsd < VRd,c - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu							
$\epsilon_{s1}$	10 ‰	k	1,40 (<2,0)								
$\epsilon_{c2}$	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										
$A_{s,min}$	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 4x2Ø10.

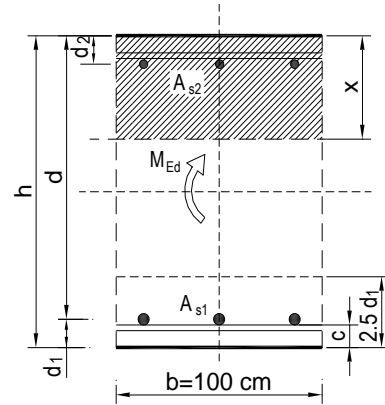
## KONTROLA ŠIRINE PUKOTINA GREDA POZICIJA 300



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

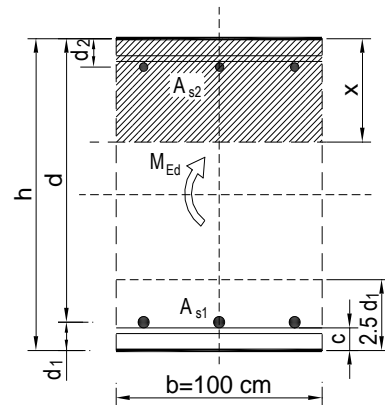
Kao greda mjerodavna za proračun pukotina uzeta je greda G302 ( $b/h=25/50$ )

$b =$	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>	$e = E_s/E_{cm} =$	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	
$\varnothing =$	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				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm}) =$	0,195 mm	$<$	$w_g$		



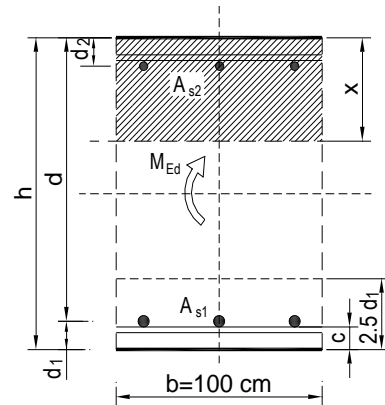
PARAPETNA GREDA G311 ( $b/h=25/120$ )

$b =$	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>	$e = E_s/E_{cm} =$	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	
$\varnothing =$	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				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm}) =$	0,087 mm	$<$	$w_g$		



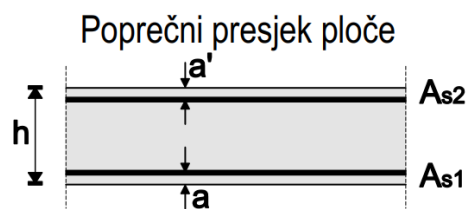
## PARAPETNA GREDA G310 (b/h=25/130)

$b =$	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>	$e = E_s/E_{cm} =$	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



$h = 20$  cm

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

$d = 17.0$  cm

Beton: C 25/30;  $f_{ck} = 25.0$  MPa  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16.67$  MPa

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

Limitirajući moment savijanja:

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

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

Min. i max. % armature za ploče:

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

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

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

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 [cm<sup>2</sup>].

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

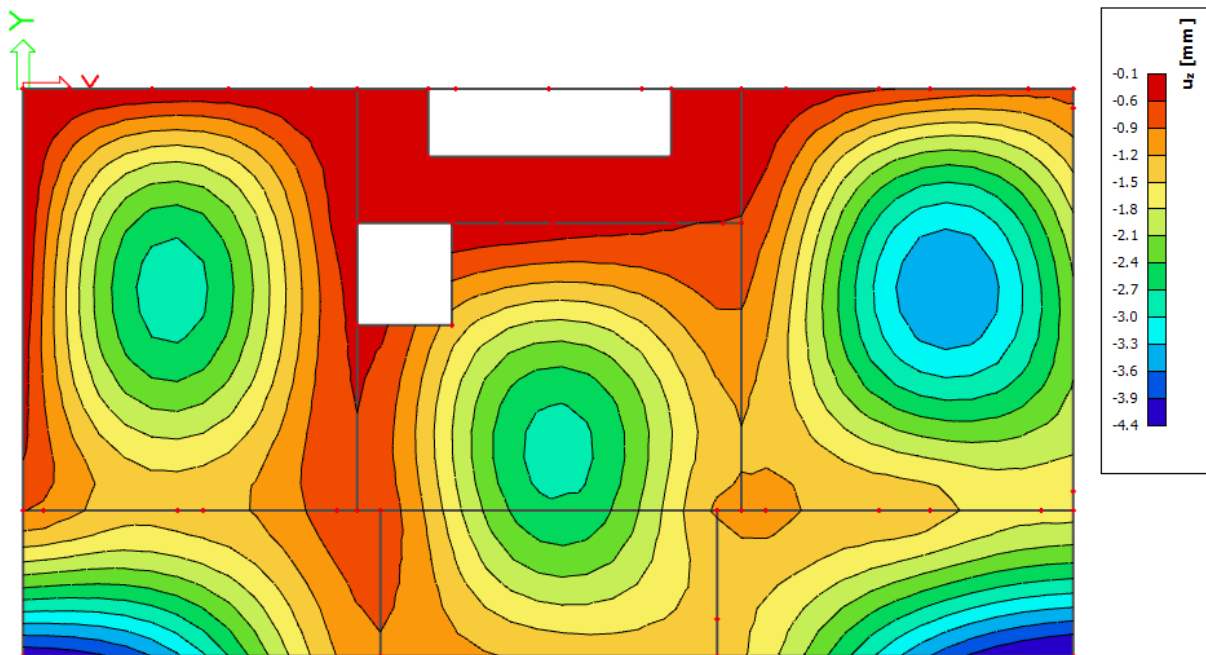
Dopušteni računski elastični progib:

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

Bez nadvišenja:  $\delta_{max,RA\check{C}} \leq L/1250$

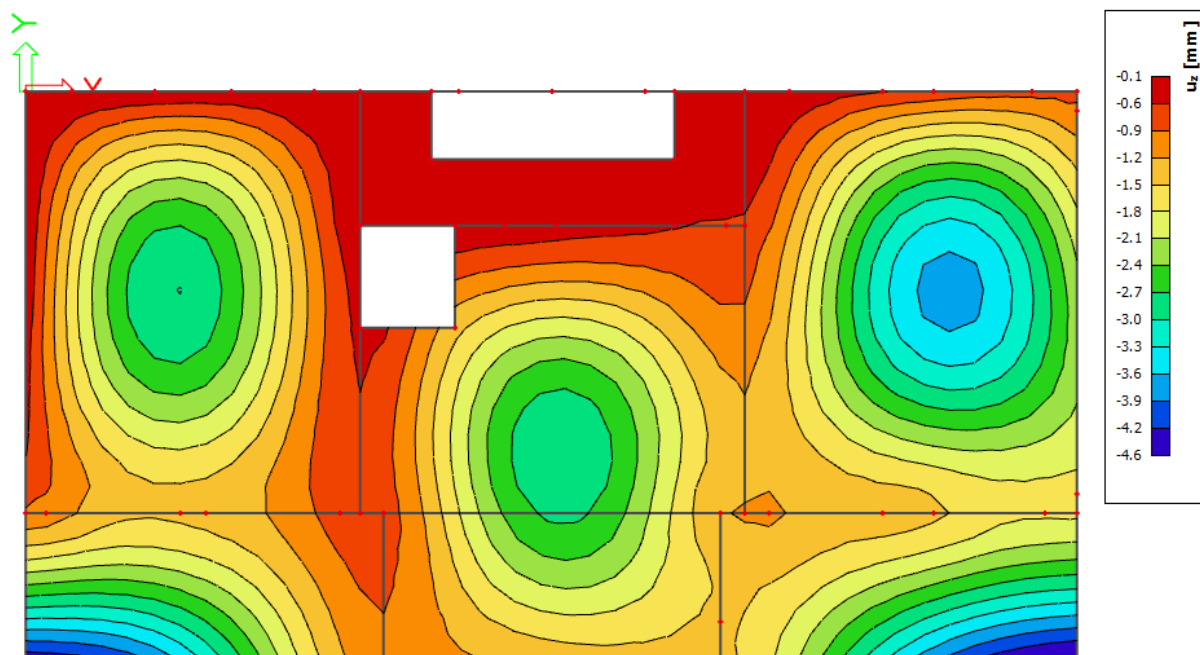
$$GSU2 = 1.0 \cdot G + \psi_{2i} \cdot Q_i = 1.0 \cdot G + 0.5 \cdot Q_1$$

Bez nadvišenja:  $\delta_{max,RA\check{C}} \leq L/1000$



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

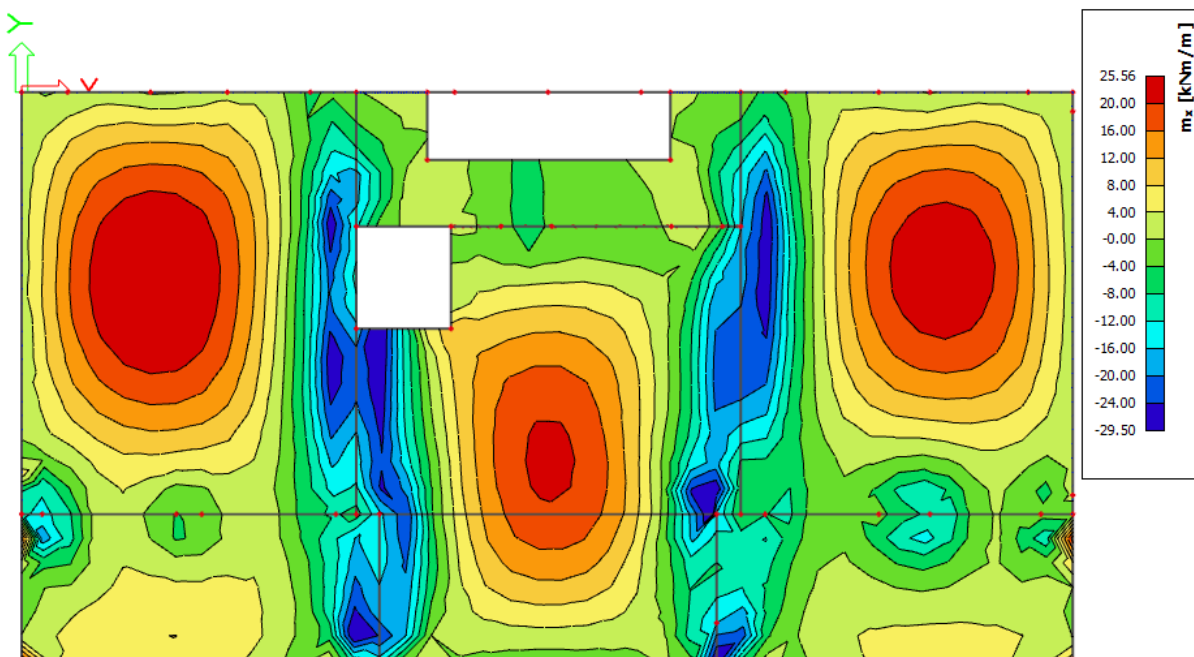
$$\delta_{elast,max} < \delta_{elast,dop} = L/1250$$



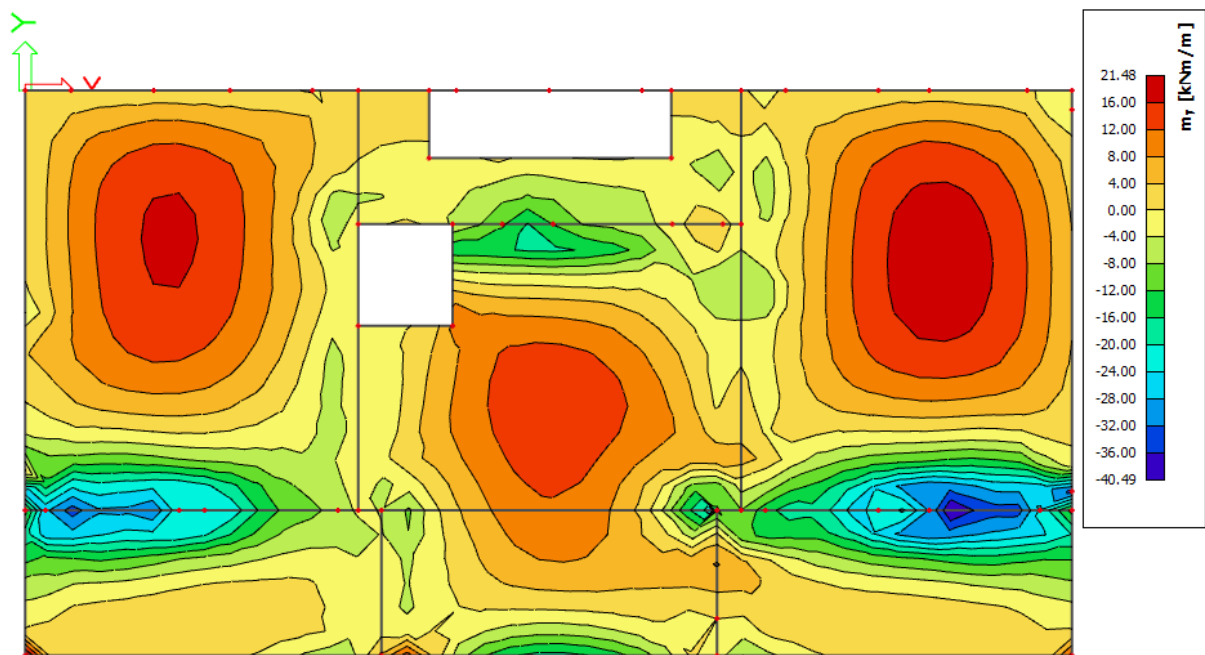
Slika 5.46. Elastični progibi [mm] za kombinaciju  $GSU2 = 1.0 \cdot G + 0.5 \cdot Q$

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

**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:

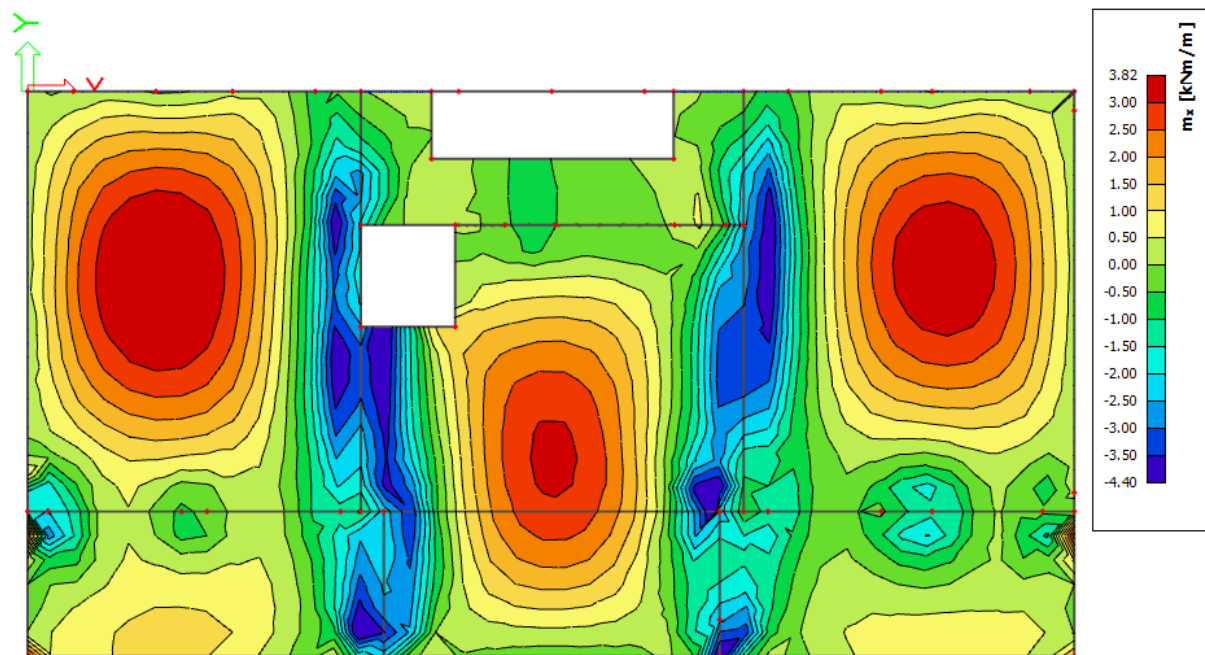


Slika 5.47. Momenti savijanja  $M_{Ed,x}$  [kNm/m] za kombinaciju  $GSN = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$



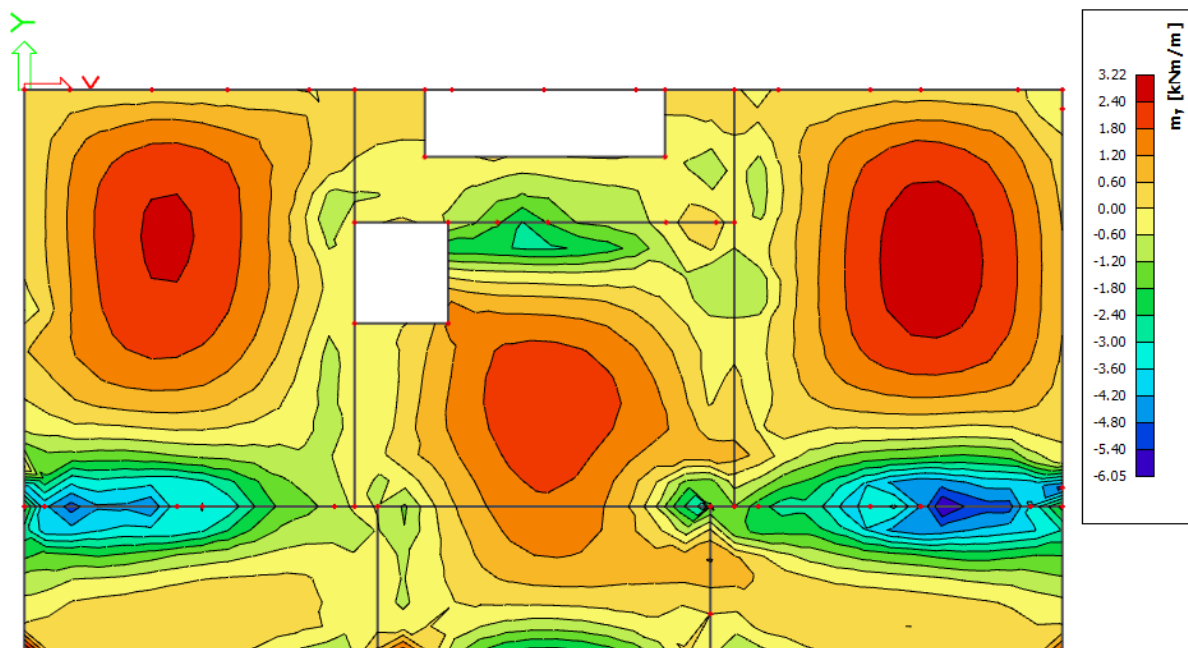
Slika 5.48. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [kNm/m] za kombinaciju  $G_{SN} = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

## ARMATURA



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



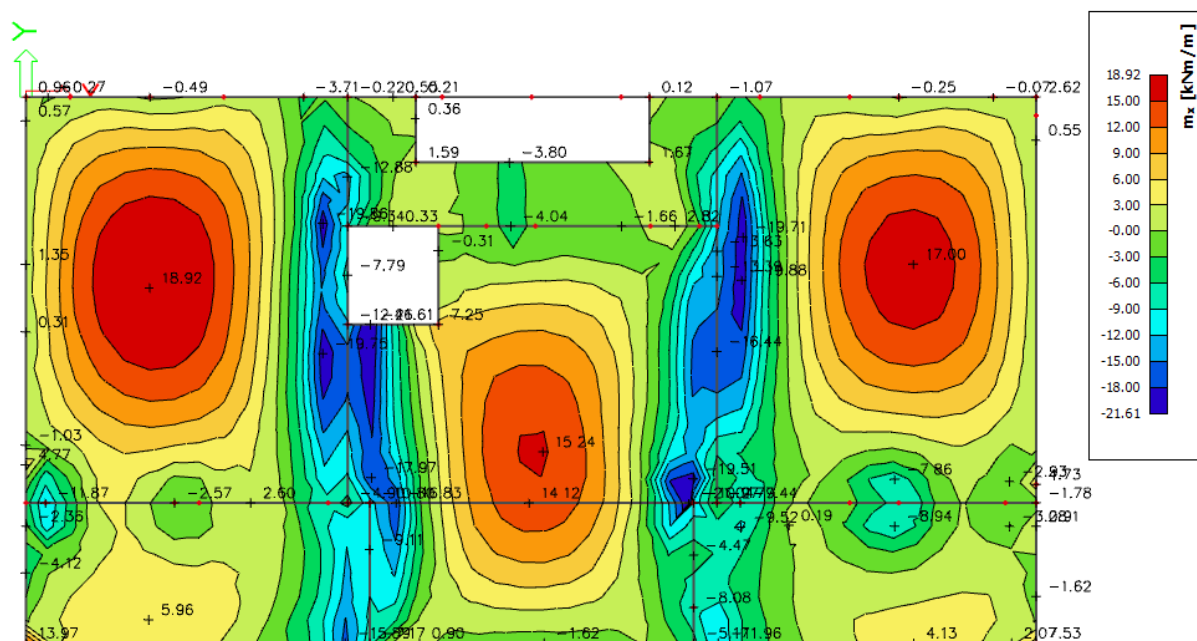


Slika 5.50. Potrebna armatura  $A_{s1,s2} [cm^2/m]$  u smjeru Y za kombinaciju  $GSN = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

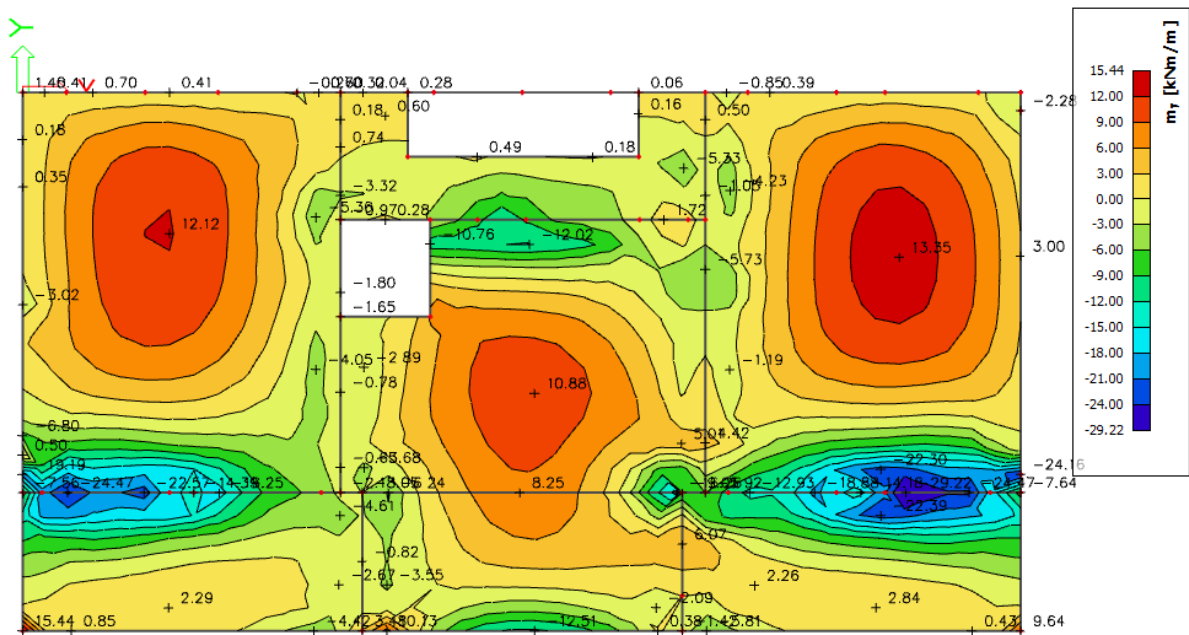
Poziciju P200 armirati sa mrežastom armaturom Q503 u donju zonu i Q196 u gornju zonu. Preko svih oslonaca u gornju zonu armirati mrežom Q503 +  $\emptyset 10/20$

### 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 ( $e = 1.0 \cdot g + 1.0 \cdot p$ ).

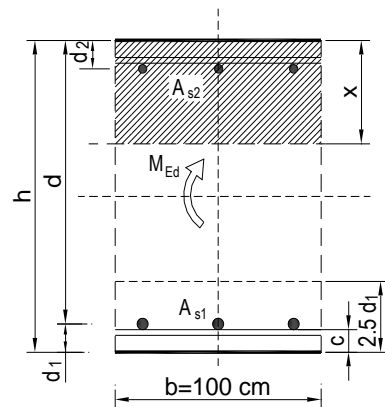


Slika 5.51. Momenti savijanja  $M_{Ed,x} [kNm/m]$  za  $GSU (1.0 \cdot G + 1.0 \cdot Q)$

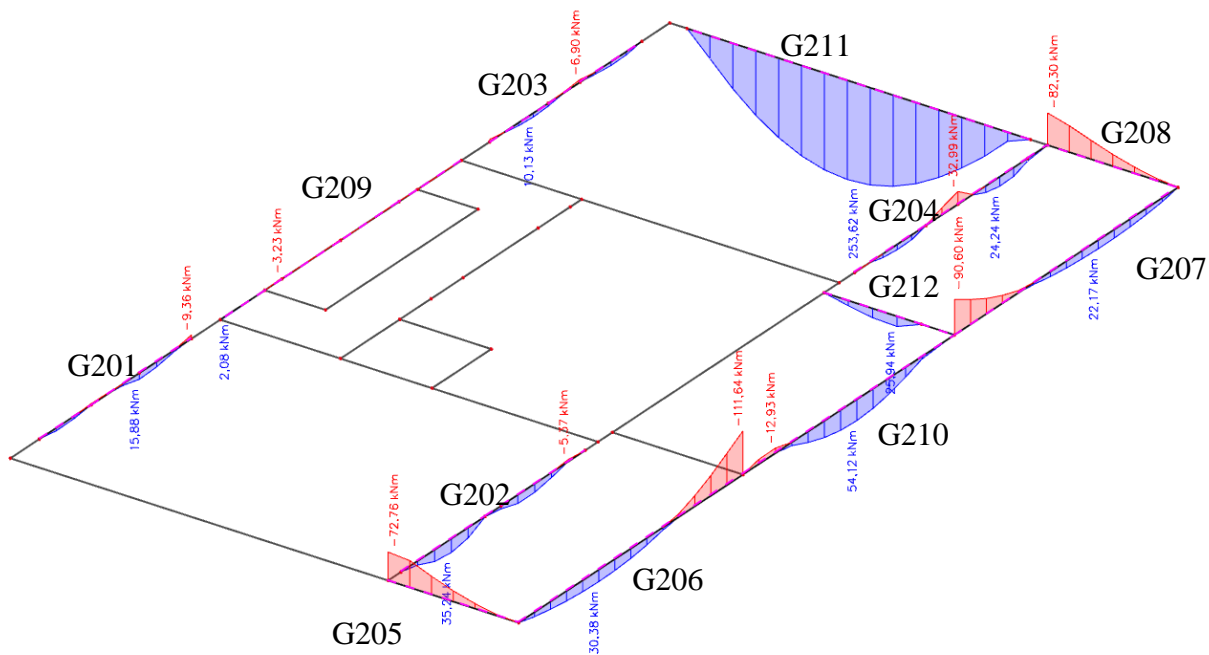


Slika 5.52. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [kNm/m] za GSU ( $1.0 \cdot G + 1.0 \cdot Q$ )

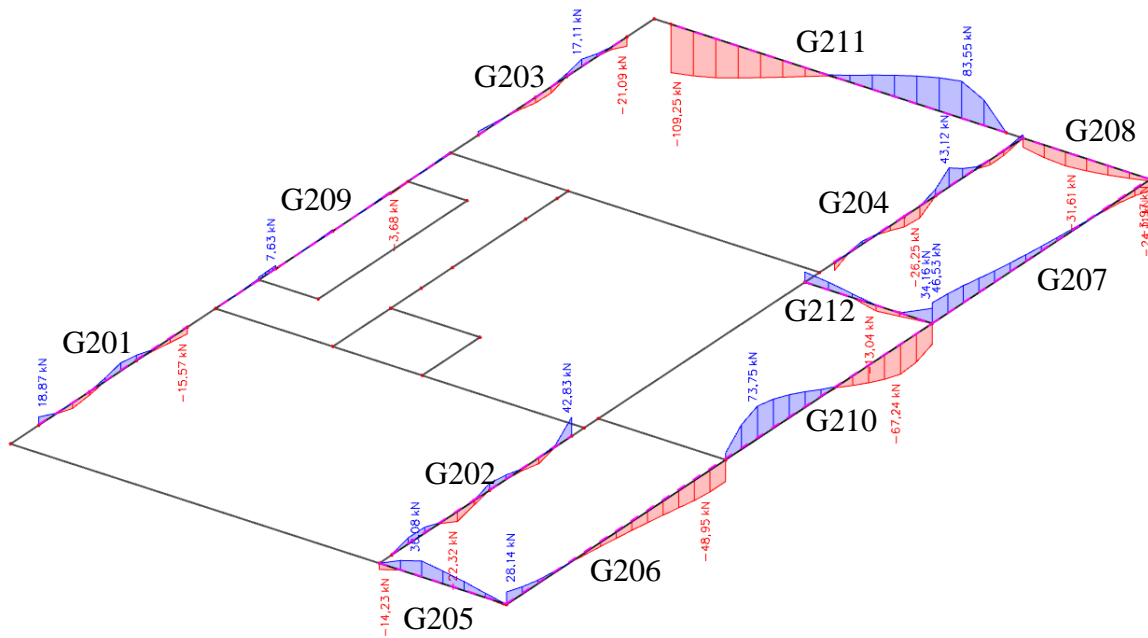
$b =$	100,0 cm	$d =$	17,0 cm	$h =$	20,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{cm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	5,03 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	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	C25/30	$f_{ck}$ 25 MPa	POLJE:	$M_{sd}$ 24,24 kNm	$A_{s1}$	1,39 cm <sup>2</sup>	0,1235 %	
h	50,00 cm	B500B	$f_y$ 500 MPa	LEŽAJ:	$M_{sd}$ 32,99 kNm	$A_{s2}$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %	
$d_1$ ( $d_2$ )	5,00 cm		$\gamma_c=1,50$ $\gamma_s=1,15$			$A_{s1}$	1,89 cm <sup>2</sup>	0,168 %	
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>	$V_{Rd,c}$	63,51 kN	$V_{sd}$ (kN)	vilice	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	$V_{Rd,s}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)	
$M_{Rd,lim}$	134,16 kNm	$V_{Rd,max}$	506,25 kN	26,25	8	0,5	58,696	58,696	
$\mu_{sd}$	0,159	v=	0,54	30	30				
$\epsilon_{s1}$	10 ‰	k=	1,67 (<2,0)	2	2				
$\epsilon_{c2}$	3,5 ‰	$S_{w,max}$	30 cm	Vsd < VRd,c - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu					
$\xi$	0,259	$A_{sw,min}$	0,34 cm <sup>2</sup> /S <sub>w</sub>						
$\zeta$	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.

*GREDA 25/50 (G205, G208)*

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 <sup>2</sup>	0 %	
h	50,00 cm	B500B	$f_y$ 500 MPa	LEŽAJ:	$M_{sd}$ 82,30 kNm	$A_{s2}$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %	
$d_1$ ( $d_2$ )	5,00 cm		$\gamma_c=1,50$ $\gamma_s=1,15$			$A_{s1}$	4,72 cm <sup>2</sup>	0,4192 %	
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>	$V_{Rd,c}$	71,69 kN	$V_{sd}$ (kN)	vilice	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	$V_{Rd,s}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)	
$M_{Rd,lim}$	134,16 kNm	$V_{Rd,max}$	506,25 kN	36,08	8	0,5	58,696	58,696	
$\mu_{sd}$	0,159	v=	0,54	30	30				
$\epsilon_{s1}$	10 ‰	k=	1,67 (<2,0)	2	2				
$\epsilon_{c2}$	3,5 ‰	$S_{w,max}$	30 cm	Vsd < VRd,c - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu					
$\xi$	0,259	$A_{sw,min}$	0,34 cm <sup>2</sup> /S <sub>w</sub>						
$\zeta$	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 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:		Dimenzioniranje na $V_{sd}$						
$f_{yd}$	43,48 kN/cm <sup>2</sup>	$V_{Rd,c}$	85,99 kN	$V_{sd}$ (kN)	vilice	$s_w$ (cm)	m	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	$V_{Rd,s}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
$M_{Rd,lim}$	134,16 kNm	$V_{Rd,max}$	506,25 kN	48,95	8	30	2	0,5	58,696	58,696
$\mu_{sd}$	0,159	v	0,54	Vsd < VRd,c - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu						
$\epsilon_{s1}$	10 ‰	k	1,67 (<2,0)							
$\epsilon_{c2}$	3,5 ‰	$s_{w,max}$	30 cm							
$\xi$	0,259	$A_{sw,min}$	0,34 cm <sup>2</sup> / $s_w$							
$\zeta$	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:		Dimenzioniranje na $V_{sd}$						
$f_{yd}$	43,48 kN/cm <sup>2</sup>	$V_{Rd,c}$	143,04 kN	$V_{sd}$ (kN)	vilice	$s_w$ (cm)	m	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	$V_{Rd,s}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
$M_{Rd,lim}$	1035,156 kNm	$V_{Rd,max}$	1406,25 kN	73,75	8	30	2	0,5	163,043	163,04
$\mu_{sd}$	0,159	v	0,54	Vsd < VRd,c - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu						
$\epsilon_{s1}$	10 ‰	k	1,40 (<2,0)							
$\epsilon_{c2}$	3,5 ‰	$s_{w,max}$	30 cm							
$\xi$	0,259	$A_{sw,min}$	0,34 cm <sup>2</sup> / $s_w$							
$\zeta$	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		Dimenzioniranje 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		$\gamma_c = 1,50$ $\gamma_s = 1,15$			$A_{s1} =$ 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:			Dimenzioniranje 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> )	$V_{Rd,s}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
$M_{Rd,lim}$	876,156 kNm	$V_{Rd,max} =$ 1293,75 kN		109,25	8	30	2	0,5	150,000	150
$\mu_{sd}$	0,159	v = 0,54		Vsd < VRd,c - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu						
$\epsilon_{s1} =$	10 ‰	k = 1,42 (<2,0)								
$\epsilon_{c2} =$	3,5 ‰	$S_{w,max} =$ 30 cm								
$\xi$	0,259	$A_{sw,min} =$ 0,34 cm <sup>2</sup> / $S_w$								
$\zeta$	0,892									
$A_{s,min} =$	4,3125 cm <sup>2</sup>									
$A_{s,max} =$	34,1646 cm <sup>2</sup>									

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

Konstruktivno uzeti armaturu 4x2Ø10.

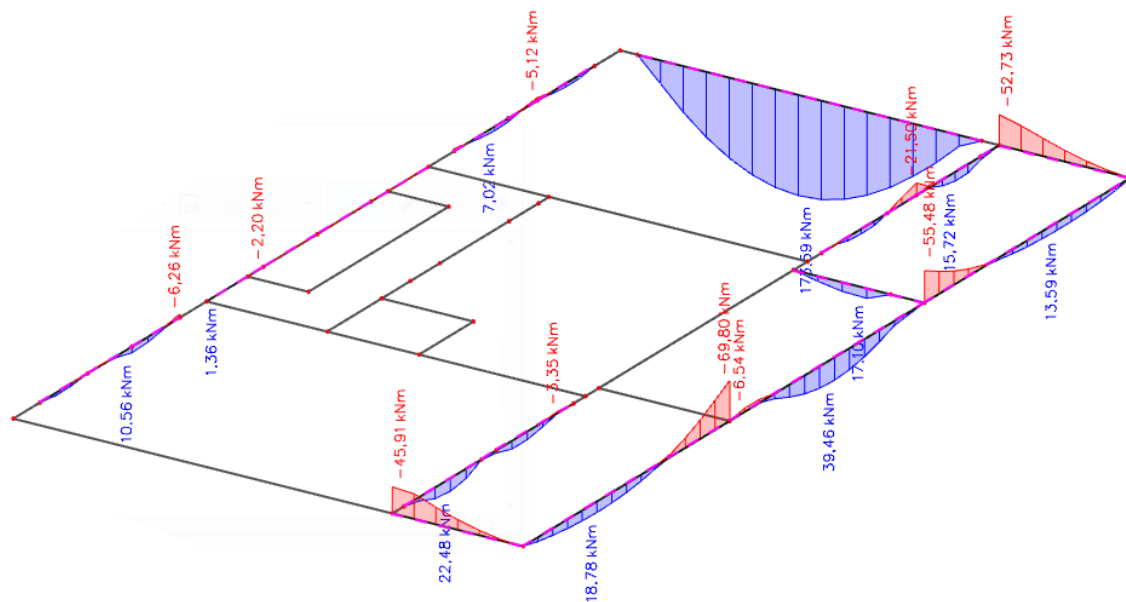
## GREDA 25/50 (G212)

Poprečni presjek		Materijal		Dimenzioniranje 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		$\gamma_c = 1,50$ $\gamma_s = 1,15$			$A_{s1} =$ 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:			Dimenzioniranje 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> )	$V_{Rd,s}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
$M_{Rd,lim}$	134,156 kNm	$V_{Rd,max} =$ 506,25 kN		34,16	8	30	2	0,5	58,696	58,696
$\mu_{sd}$	0,159	v = 0,54		Vsd < VRd,c - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu						
$\epsilon_{s1} =$	10 ‰	k = 1,67 (<2,0)								
$\epsilon_{c2} =$	3,5 ‰	$S_{w,max} =$ 30 cm								
$\xi$	0,259	$A_{sw,min} =$ 0,34 cm <sup>2</sup> / $S_w$								
$\zeta$	0,892									
$A_{s,min} =$	1,6875 cm <sup>2</sup>									
$A_{s,max} =$	13,3688 cm <sup>2</sup>									

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

Konstruktivno uzeti armaturu 2Ø10.

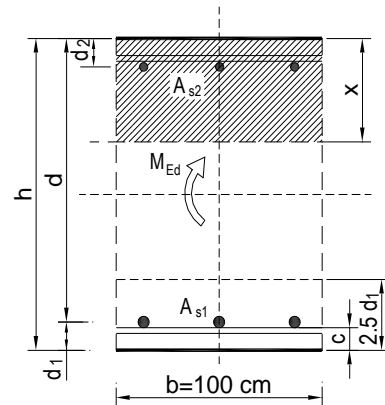
## KONTROLA ŠIRINE PUKOTINA GREDA POZICIJA 200



Slika 5.55. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [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>	$f_{cm} =$	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	$<$	$w_g$		



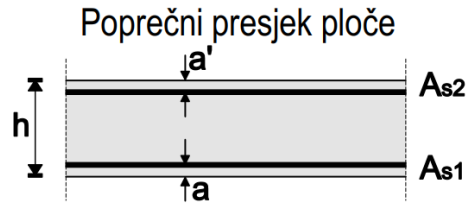




## 5.6. Pozicija 100

### 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

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

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

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

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

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

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%.**

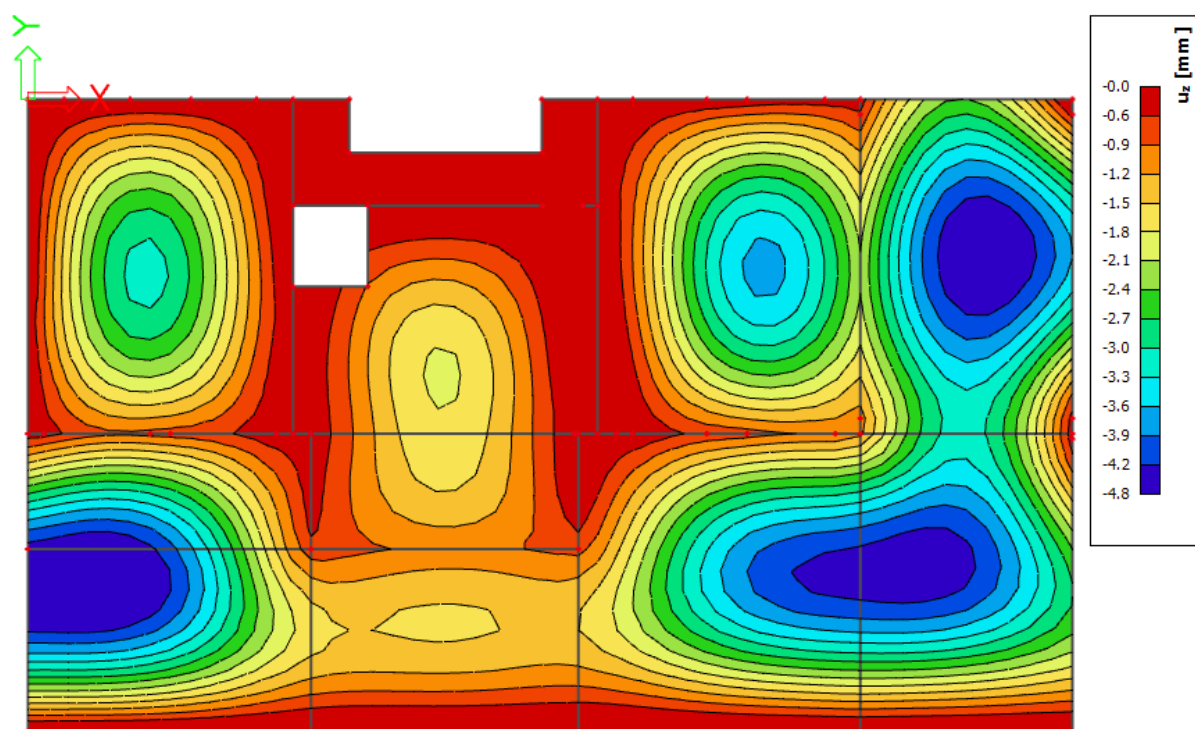
Dopušteni računski elastični progib:

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

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

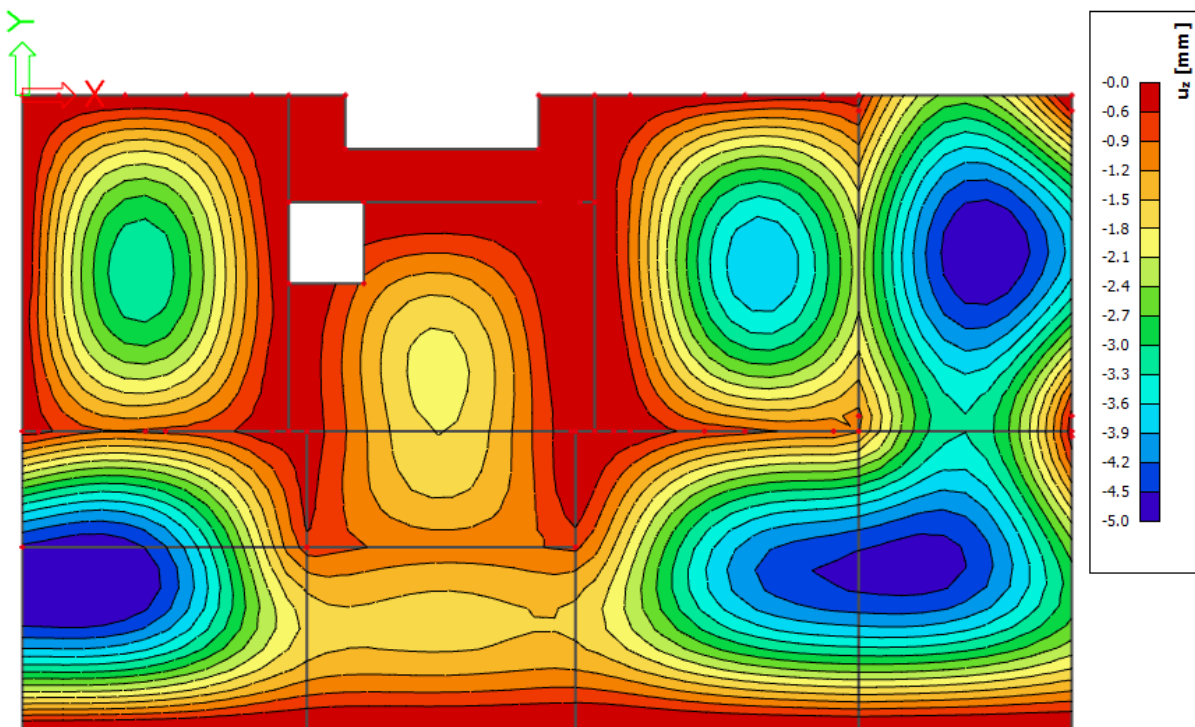
$$GSU2 = 1.0 \cdot G + \psi_{2i} \cdot Q_i = 1.0 \cdot G + 0.5 \cdot Q_1$$

Bez nadvišenja:  $\delta_{max,RA\check{C}} \leq L/1000$



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

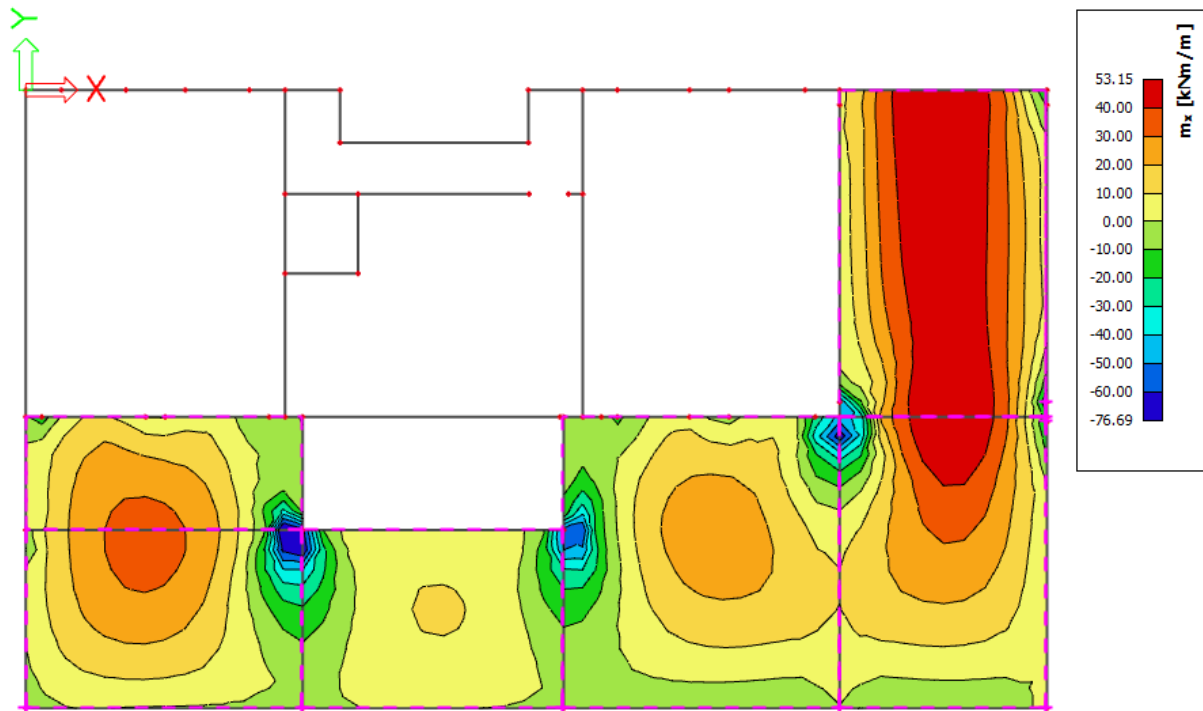
$$\delta_{elast,max} < \delta_{elast,dop} = L/1250$$



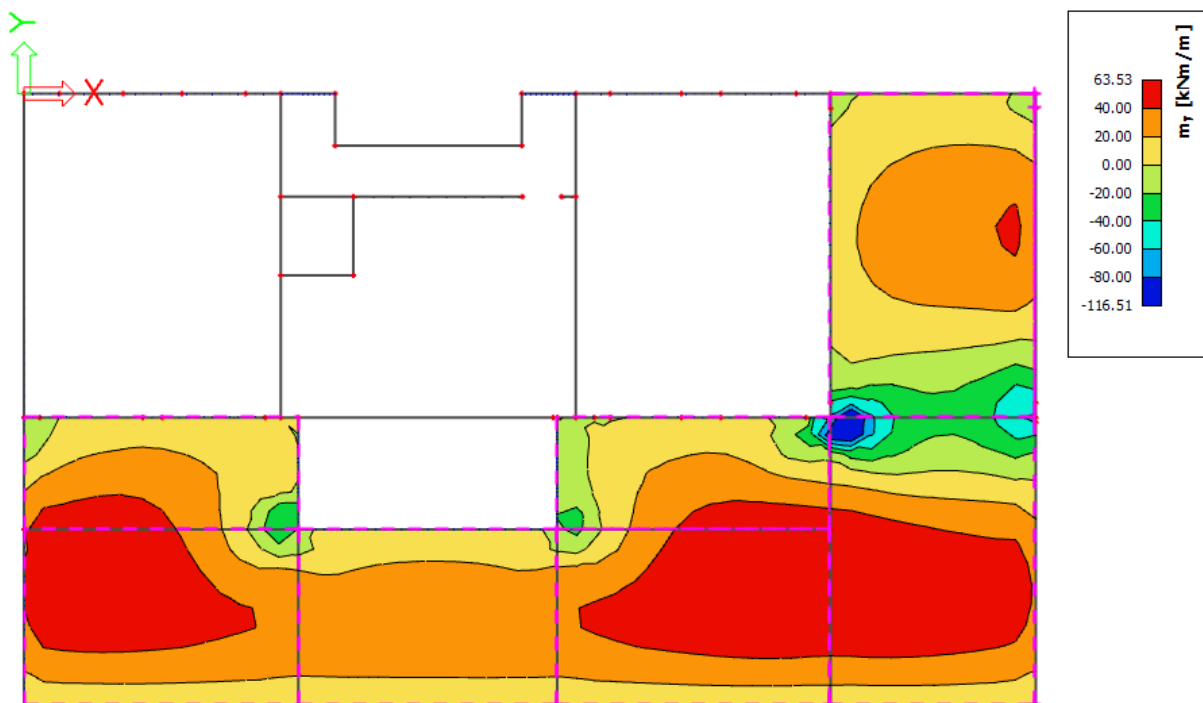
Slika 5.57. Elastični progibi [mm] za kombinaciju  $GSU2 = 1.0 \cdot G + 0.5 \cdot Q$

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

**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:

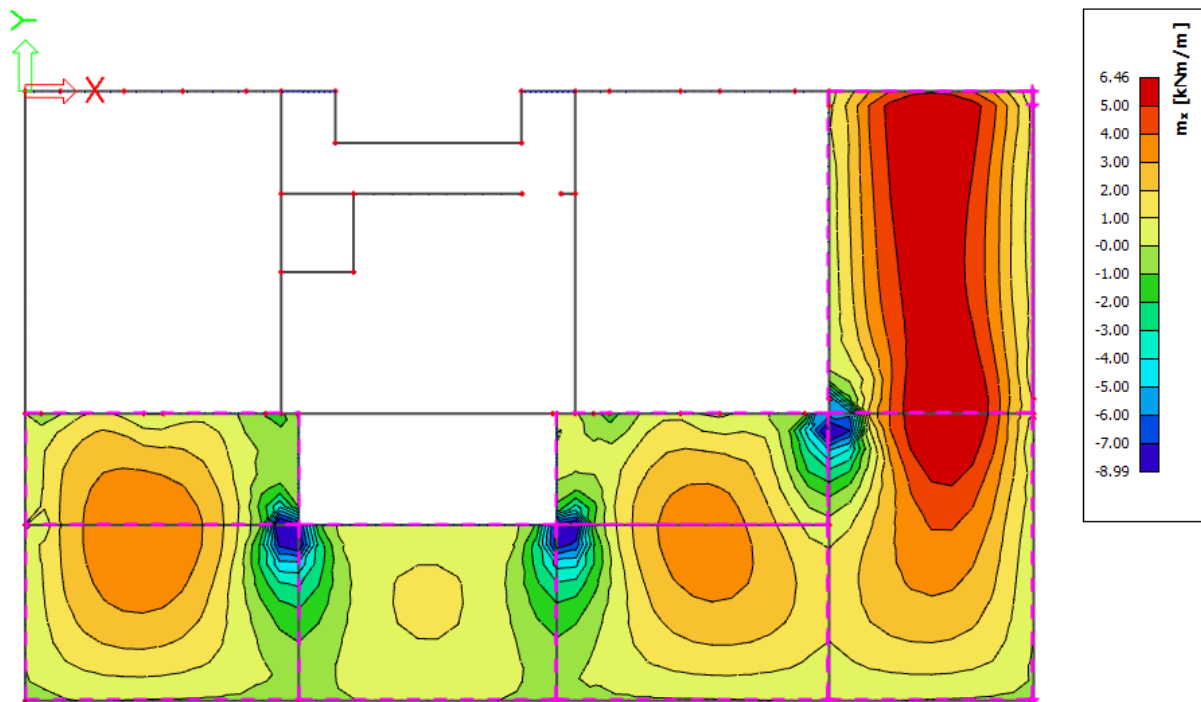


Slika 5.58. Momenti savijanja  $M_{Ed,x}$  [ $\text{kNm/m}$ ] za kombinaciju  $GSN = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

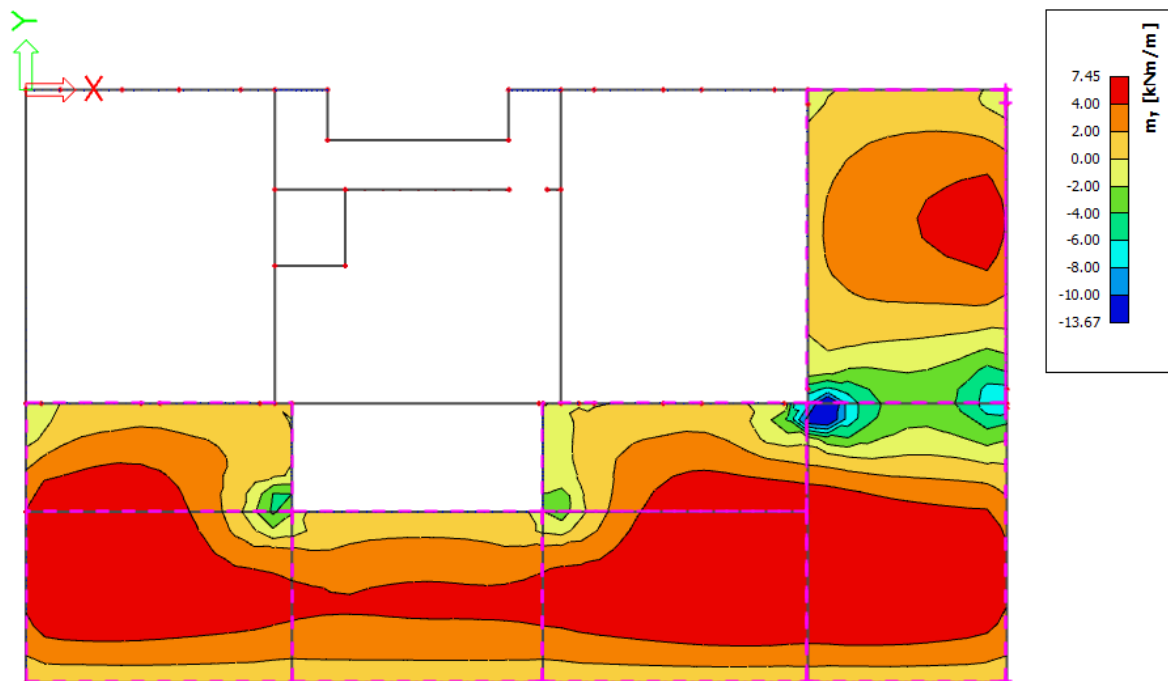


Slika 5.59. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [ $\text{kNm/m}$ ] za kombinaciju  $GSN = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

## ARMATURA



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

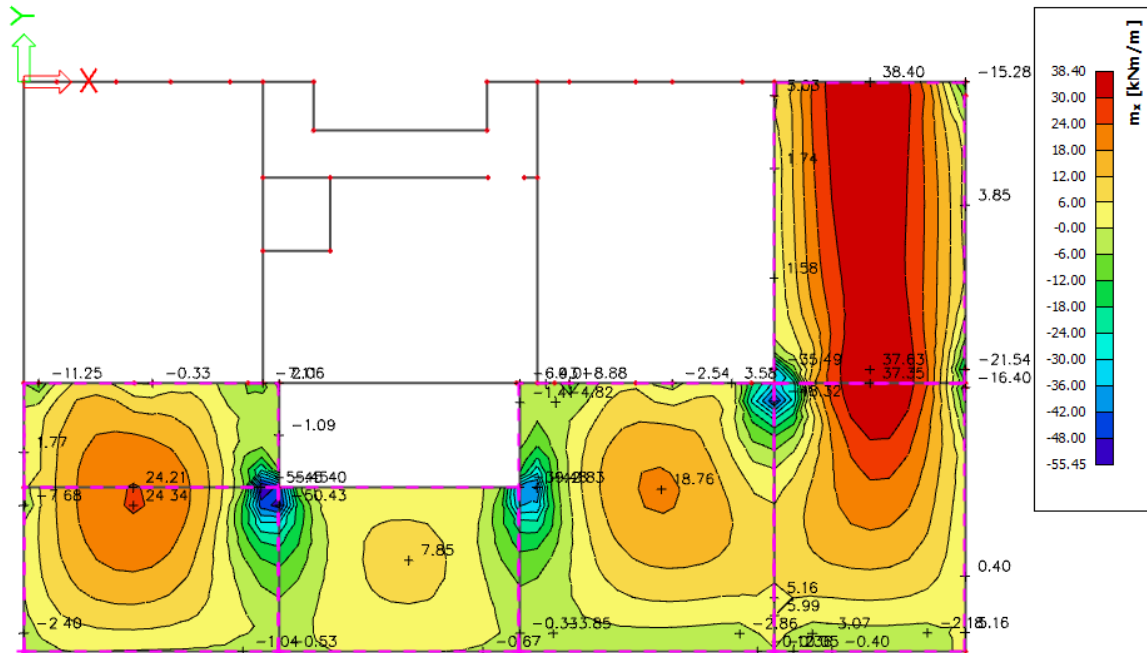


Slika 5.61. Potrebna armatura  $A_{s1,s2}$  [ $\text{cm}^2/\text{m}$ ] u smjeru Y za kombinaciju  $G_{SN} = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

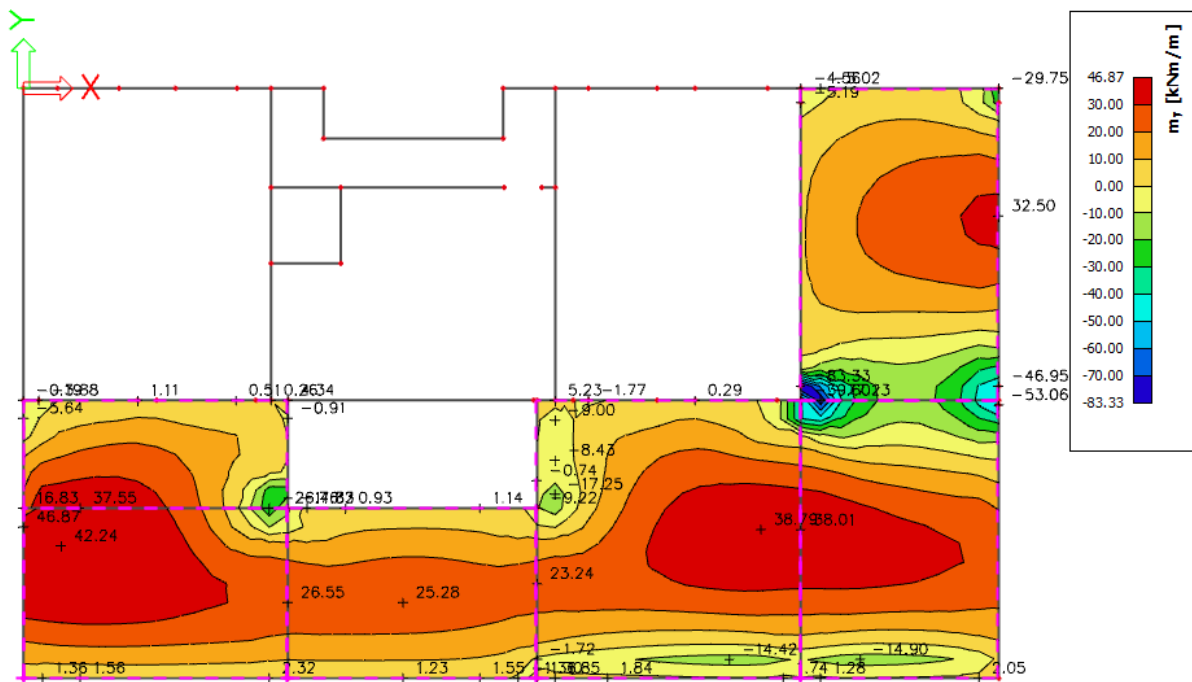
Poloziju P100 ( $d=25$  cm) armirati sa mrežastom armaturom Q785 +  $\emptyset 10/30$  u donju zonu i Q196 u gornju zonu. Preko svih oslonaca u gornju zonu armirati mrežom Q503 +  $\emptyset 10/20$

## 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  $M_{Ed,x}$  [ $\text{kNm/m}$ ] za GSU ( $1.0 \cdot G + 1.0 \cdot Q$ )



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



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

Napomena: Prethodni izrazi vrijede za moment  $M_{Sd}$  u [kNm] i armaturu  $A_{s1,s2}$  u [cm<sup>2</sup>].

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

Dopušteni računski elastični progib:

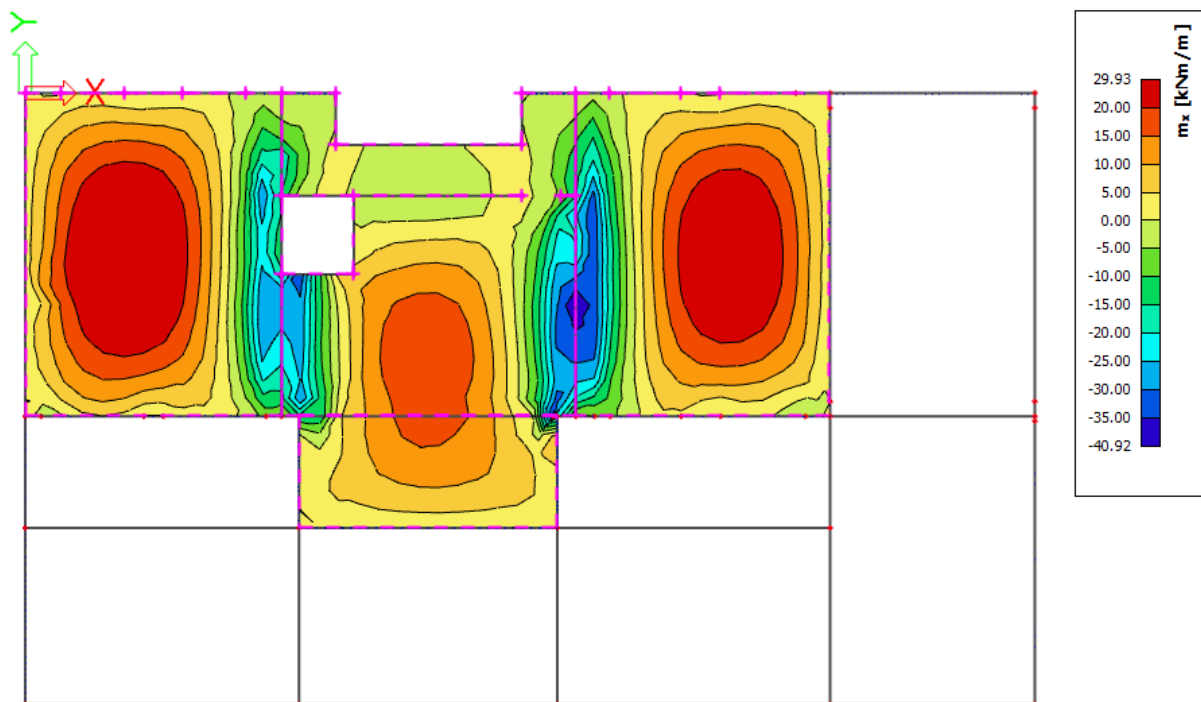
$$GSU1 = 1.0 \cdot G + \psi_{2i} \cdot Q_i = 1.0 \cdot G + 0.3 \cdot Q_1$$

Bez nadvišenja:  $\delta_{max,RA\check{c}} \leq L/1250$

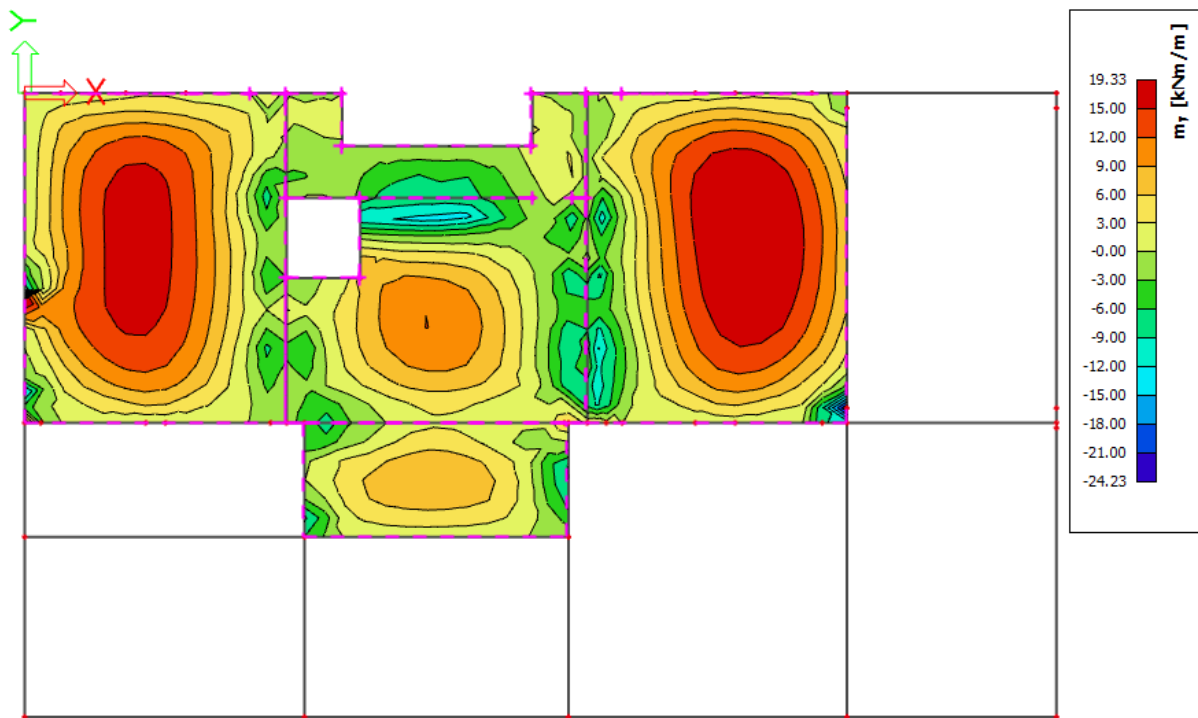
$$GSU2 = 1.0 \cdot G + \psi_{2i} \cdot Q_i = 1.0 \cdot G + 0.5 \cdot Q_1$$

Bez nadvišenja:  $\delta_{max,RA\check{c}} \leq L/1000$

**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:

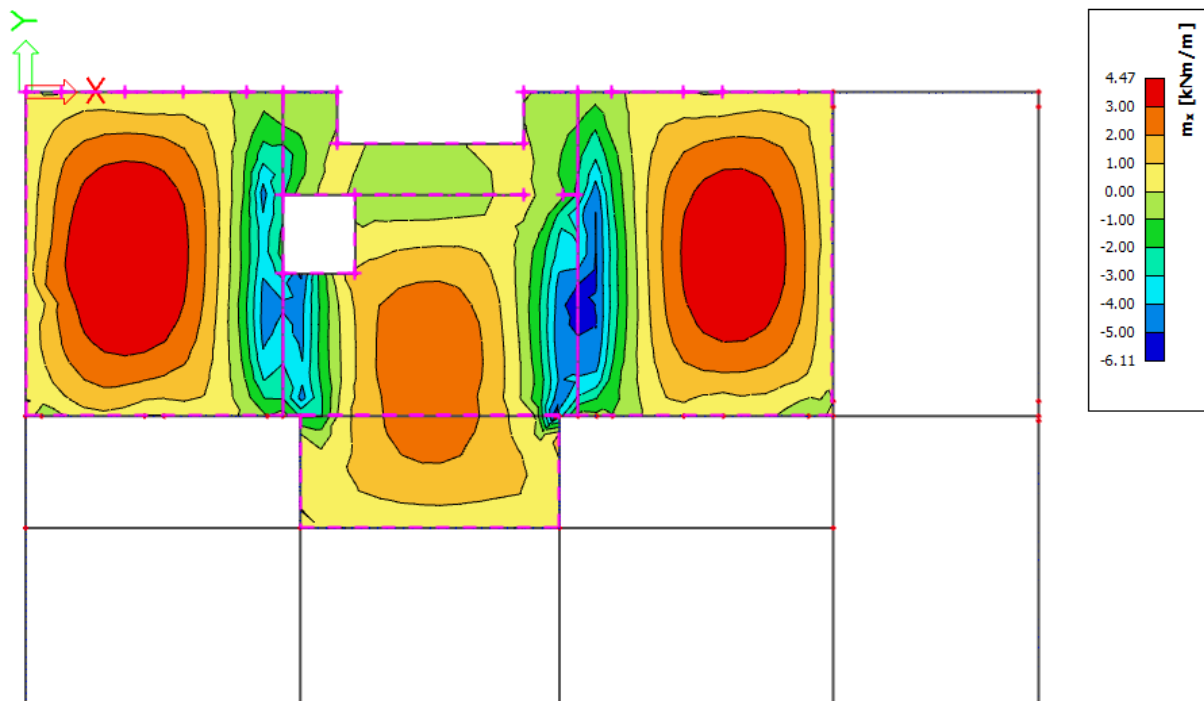


Slika 5.64. Momenti savijanja  $M_{Ed,x}$  [kNm/m] za kombinaciju  $GSN = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$



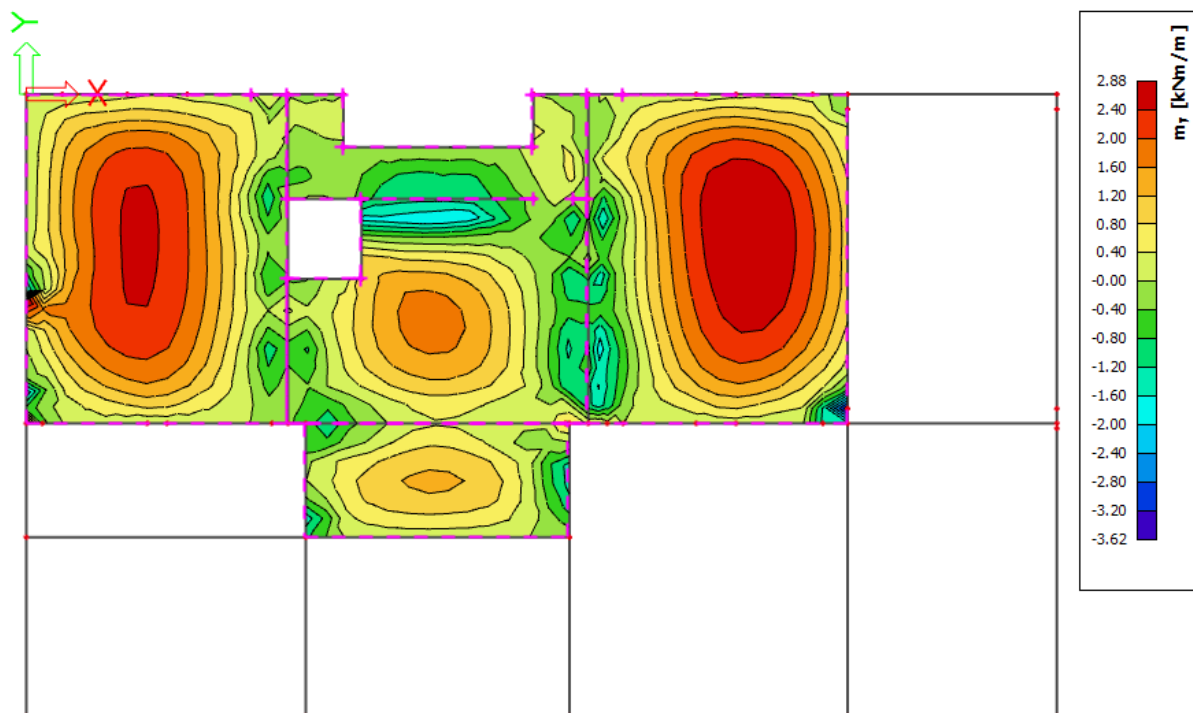
Slika 5.65. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [ $\text{kNm/m}$ ] za kombinaciju  $G_{SN} = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

#### ARMATURA



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



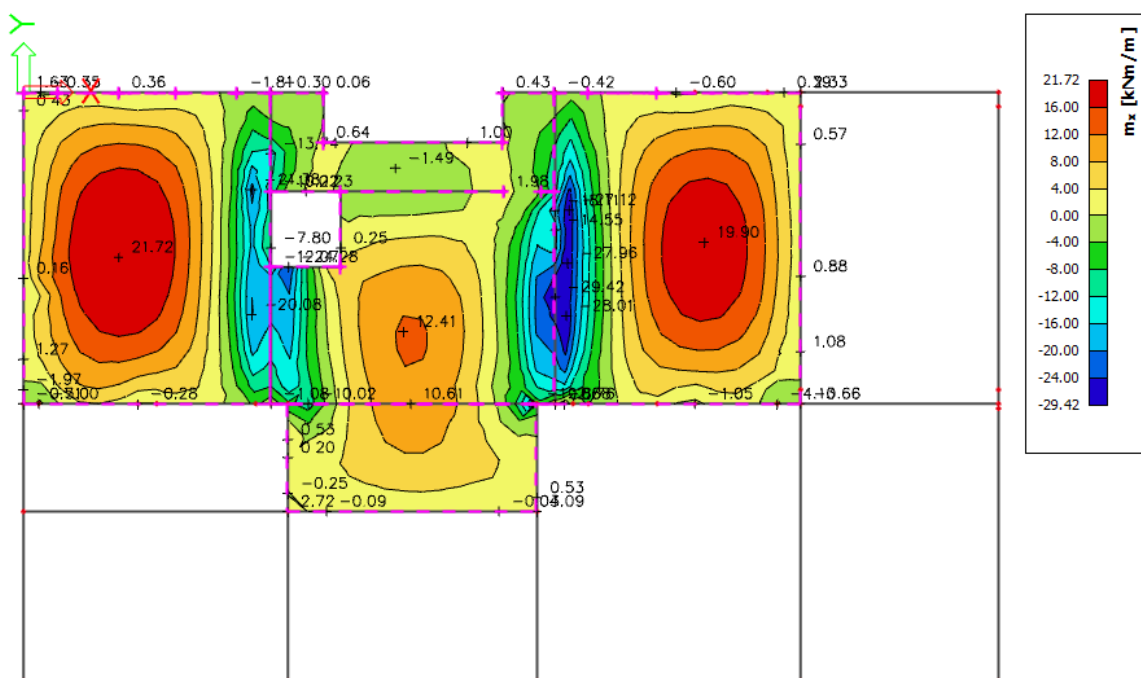


Slika 5.67. Potrebna armatura  $A_{s1,s2}$  [cm<sup>2</sup>/m] u smjeru Y za kombinaciju  $GSN = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

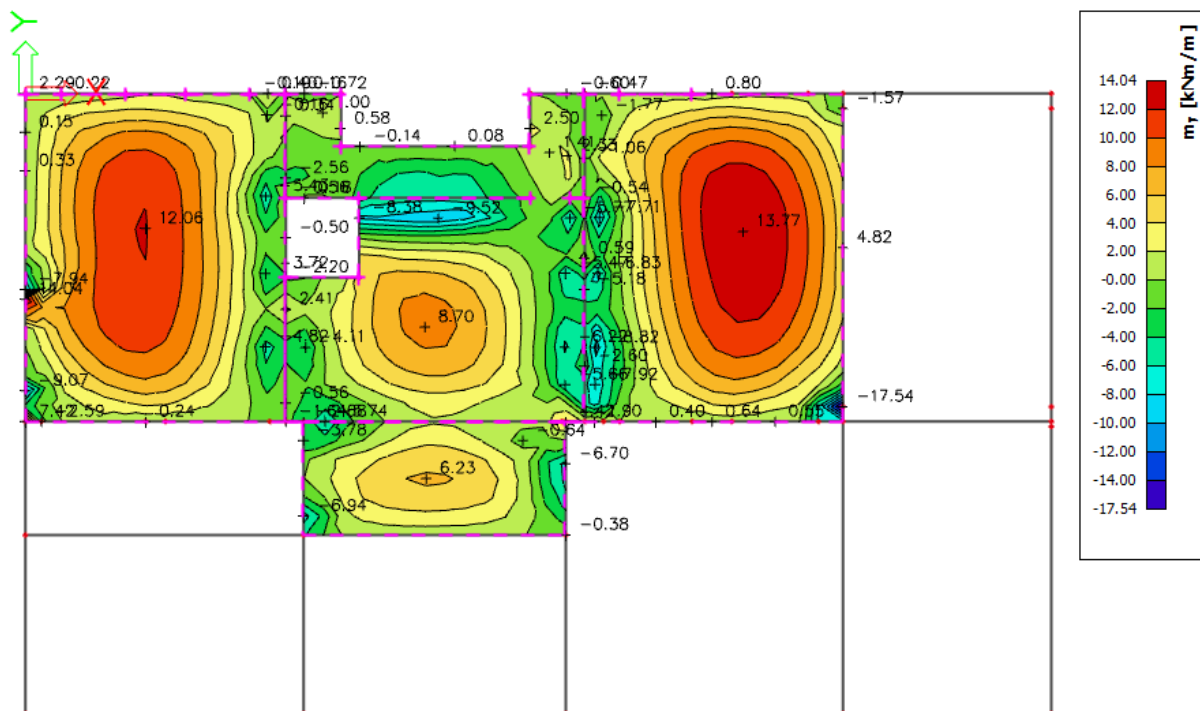
Poziciju P100 (d=20 cm) armirati sa mrežastom armaturom Q503+ Ø10/30 u donju zonu i Q196 u gornju zonu. Preko svih oslonaca u gornju zonu armirati mrežom Q503

### 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 ( $e = 1.0 \cdot g + 1.0 \cdot p$ ).

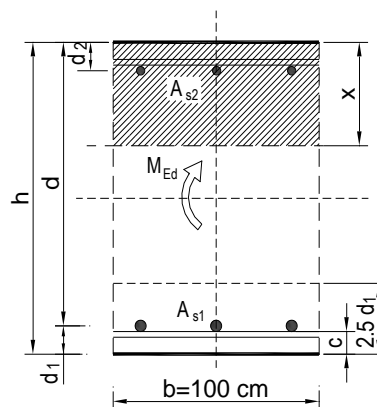


Slika 5.68. Momenti savijanja  $M_{Ed,x}$  [kNm/m] za GSU ( $1.0 \cdot G + 1.0 \cdot Q$ )

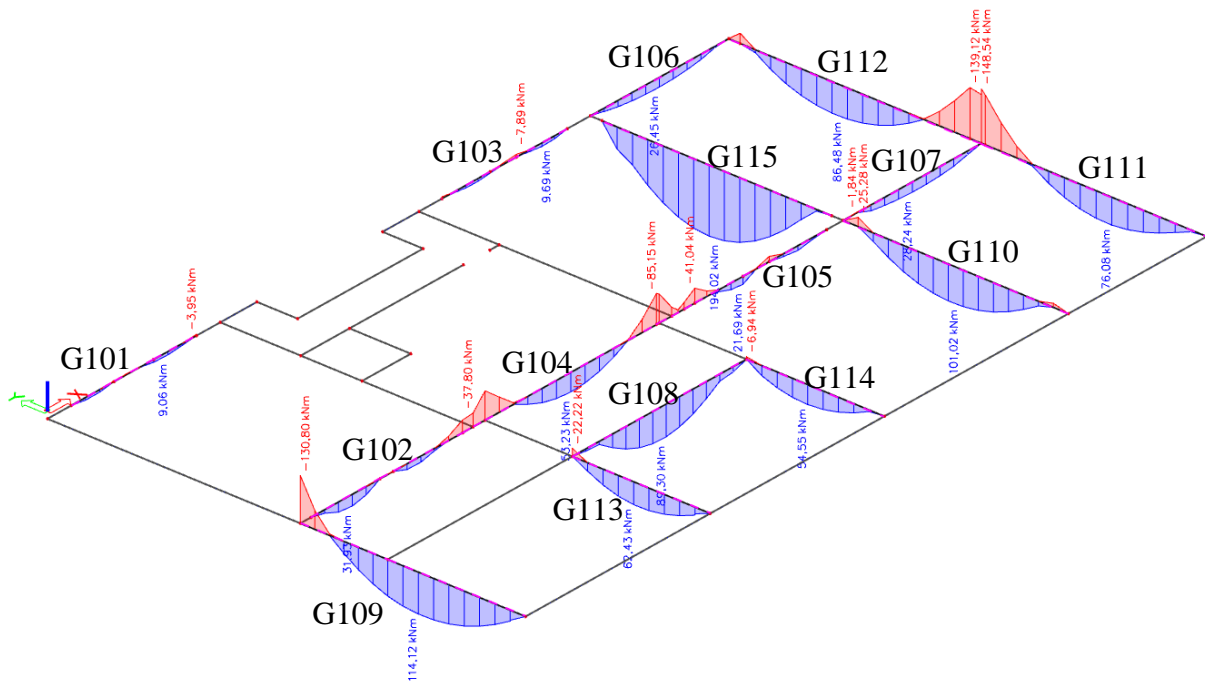


Slika 5.69. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [kNm/m] za GSU ( $1.0 \cdot G + 1.0 \cdot Q$ )

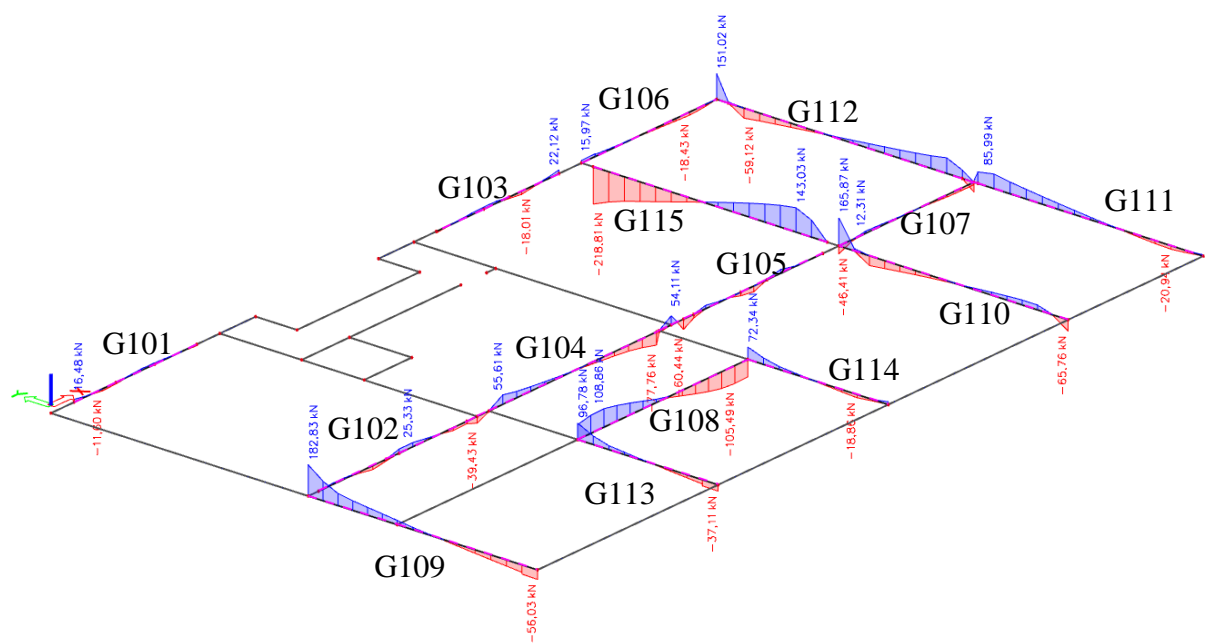
$b =$	100,0 cm	$d =$	17,0 cm	$h =$	20,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	5,03 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	21,7 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	269,11 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	3,00 cm	$r_{p,eff} =$	0,0067		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000548	$<$	$0.6 \cdot s_s / E_s =$	0,000807	
$\varnothing =$	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				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,232 mm	$<$	$w_g$		



## 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	$\gamma_c=1,50$	$\gamma_s=1,15$			$A_{s1}$ = 0,45 cm <sup>2</sup>		0,0402 %		
d	45,00 cm					$A_{s2}$ = 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>	$V_{Rd,c}$ =	42,85 kN	$V_{sd}$ (kN)	vilice	$s_w$ (cm)	m	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	$V_{Rd,s}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
$M_{Rd,lim}$	134,16 kNm	$V_{Rd,max}$ =	506,25 kN	22,12	8	30	2	0,5	58,696	58,696
$\mu_{sd}$	0,159	v =	0,54	Vsd < VRd,c - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu						
$\epsilon_{s1}$ =	10 ‰	k =	1,67 (<2,0)							
$\epsilon_{c2}$ =	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									
$A_{s,min}$ =	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	$\gamma_c=1,50$	$\gamma_s=1,15$			$A_{s1}$ = 5,49 cm <sup>2</sup>		0,5489 %		
d	40,00 cm					$A_{s2}$ = 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>	$V_{Rd,c}$ =	80,77 kN	$V_{sd}$ (kN)	vilice	$s_w$ (cm)	m	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	$V_{Rd,s}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
$M_{Rd,lim}$	106,00 kNm	$V_{Rd,max}$ =	450 kN	55,61	8	28	2	0,5	52,174	52,174
$\mu_{sd}$	0,159	v =	0,54	Vsd < VRd,c - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu						
$\epsilon_{s1}$ =	10 ‰	k =	1,71 (<2,0)							
$\epsilon_{c2}$ =	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									
$A_{s,min}$ =	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		$\gamma_c=1,50$ $\gamma_s=1,15$			$A_{s1}$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %		
d	20,00 cm					$A_{s2}$	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> )	$V_{Rd,s}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
$M_{Rd,lim}$	53,00 kNm	$V_{Rd,max}$	450 kN	15,97	8	30	2	0,5	52,174	52,174
$\mu_{sd}$	0,159	v	0,54	Vsd < VRd,c - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu						
$\epsilon_{s1}$	10 ‰	k	2,00 (<2,0)							
$\epsilon_{c2}$	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		$\gamma_c=1,50$ $\gamma_s=1,15$			$A_{s1}$	0,00 cm <sup>2</sup>	0 %		
d	150,00 cm					$A_{s2}$	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> )	$V_{Rd,s}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
$M_{Rd,lim}$	1490,625 kNm	$V_{Rd,max}$	1687,5 kN	108,86	8	30	2	0,5	195,652	195,65
$\mu_{sd}$	0,159	v	0,54	Vsd < VRd,c - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu						
$\epsilon_{s1}$	10 ‰	k	1,37 (<2,0)							
$\epsilon_{c2}$	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>b</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 %		
<b>h</b>	50,00 cm	B500B	$f_y$ 500 MPa	LEŽAJ:	$M_{sd}$ 130,80 kNm	$A_{s2}$ 0,00 cm <sup>2</sup>		0 %		
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	5,00 cm		$\gamma_c=1,50$ $\gamma_s=1,15$			$A_{s1}$ 7,49 cm <sup>2</sup>		0,6662 %		
<b>d</b>	45,00 cm					$A_{s2}$ 0,00 cm <sup>2</sup>		0 %		
<b>f<sub>cd</sub></b>	1,67 kN/cm <sup>2</sup>	Poprečna sila:								
<b>f<sub>yd</sub></b>	43,48 kN/cm <sup>2</sup>	$V_{Rd,c}$	103,11 kN	$V_{sd}$ (kN)	vilice	$s_w$ (cm)	m	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	$V_{Rd,s}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	134,16 kNm	$V_{Rd,max}$	506,25 kN	182,83	8	10	2	0,5	58,696	58,696
<b><math>\mu_{sd}</math></b>	0,159	v=	0,54	Vsd > VRd,c - potrebna računaska poprečna armatura						
<b><math>\epsilon_{s1}</math></b>	10 ‰	k=	1,67 (<2,0)							
<b><math>\epsilon_{c2}</math></b>	3,5 ‰	$s_{w,max}$	30 cm							
<b><math>\xi</math></b>	0,259	$A_{sw,min}$	0,34 cm <sup>2</sup> /s <sub>w</sub>							
<b><math>\zeta</math></b>	0,892									
<b>A<sub>s,min</sub></b>	1,688 cm <sup>2</sup>									
<b>A<sub>s,max</sub></b>	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>b</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 %		
<b>h</b>	50,00 cm	B500B	$f_y$ 500 MPa	LEŽAJ:	$M_{sd}$ 0,00 kNm	$A_{s2}$ 0,00 cm <sup>2</sup>		0 %		
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	5,00 cm		$\gamma_c=1,50$ $\gamma_s=1,15$			$A_{s1}$ 0,00 cm <sup>2</sup>		0 %		
<b>d</b>	45,00 cm					$A_{s2}$ 0,00 cm <sup>2</sup>		0 %		
<b>f<sub>cd</sub></b>	1,67 kN/cm <sup>2</sup>	Poprečna sila:								
<b>f<sub>yd</sub></b>	43,48 kN/cm <sup>2</sup>	$V_{Rd,c}$	82,69 kN	$V_{sd}$ (kN)	vilice	$s_w$ (cm)	m	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	$V_{Rd,s}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	134,16 kNm	$V_{Rd,max}$	506,25 kN	65,76	8	27	2	0,5	58,696	58,696
<b><math>\mu_{sd}</math></b>	0,159	v=	0,54	Vsd < VRd,c - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu						
<b><math>\epsilon_{s1}</math></b>	10 ‰	k=	1,67 (<2,0)							
<b><math>\epsilon_{c2}</math></b>	3,5 ‰	$s_{w,max}$	30 cm							
<b><math>\xi</math></b>	0,259	$A_{sw,min}$	0,34 cm <sup>2</sup> /s <sub>w</sub>							
<b><math>\zeta</math></b>	0,892									
<b>A<sub>s,min</sub></b>	1,688 cm <sup>2</sup>									
<b>A<sub>s,max</sub></b>	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			$A_{s2}$ = 0,00 cm <sup>2</sup>		0 %		
$d_1$ ( $d_2$ )	5,00 cm		$\gamma_c=1,50$ $\gamma_s=1,15$	LEŽAJ:	$M_{sd}$ = 148,54 kNm	$A_{s1}$ = 9,16 cm <sup>2</sup>		0,8141 %		
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>	$V_{Rd,c}$ =	104,22 kN	$V_{sd}$ (kN)	vilice	$s_w$ (cm)	m	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	$V_{Rd,s}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
$M_{Rd,lim}$	198,28 kNm	$V_{Rd,max}$ =	506,25 kN	85,99	8	20	2	0,5	58,696	58,696
$\mu_{sd}$	0,235	v =	0,54	Vsd < VRd,c - postaviti konstruktivnu poprečnu armaturu						
$\epsilon_{s1}$ =	5 ‰	k =	1,67 (<2,0)							
$\epsilon_{c2}$ =	3,5 ‰	$s_{w,max}$ =	30 cm							
$\xi$	0,412	$A_{sw,min}$ =	0,34 cm <sup>2</sup> / $s_w$							
$\zeta$	0,829									
$A_{s,min}$ =	1,688 cm <sup>2</sup>									
$A_{s,max}$ =	13,37 cm <sup>2</sup>									

Grede armirati sa 4Ø14 u donju i 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			$A_{s2}$ = 0,00 cm <sup>2</sup>		0 %		
$d_1$ ( $d_2$ )	5,00 cm		$\gamma_c=1,50$ $\gamma_s=1,15$	LEŽAJ:	$M_{sd}$ = 22,22 kNm	$A_{s1}$ = 1,27 cm <sup>2</sup>		0,1415 %		
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>	$V_{Rd,c}$ =	60,36 kN	$V_{sd}$ (kN)	vilice	$s_w$ (cm)	m	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	$V_{Rd,s}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
$M_{Rd,lim}$	107,33 kNm	$V_{Rd,max}$ =	405 kN	96,78	8	18	2	0,5	58,696	58,696
$\mu_{sd}$	0,159	v =	0,54	Vsd > VRd,c - potrebna računaska poprečna armatura						
$\epsilon_{s1}$ =	10 ‰	k =	1,67 (<2,0)							
$\epsilon_{c2}$ =	3,5 ‰	$s_{w,max}$ =	30 cm							
$\xi$	0,259	$A_{sw,min}$ =	0,27 cm <sup>2</sup> / $s_w$							
$\zeta$	0,892									
$A_{s,min}$ =	1,35 cm <sup>2</sup>									
$A_{s,max}$ =	10,7 cm <sup>2</sup>									

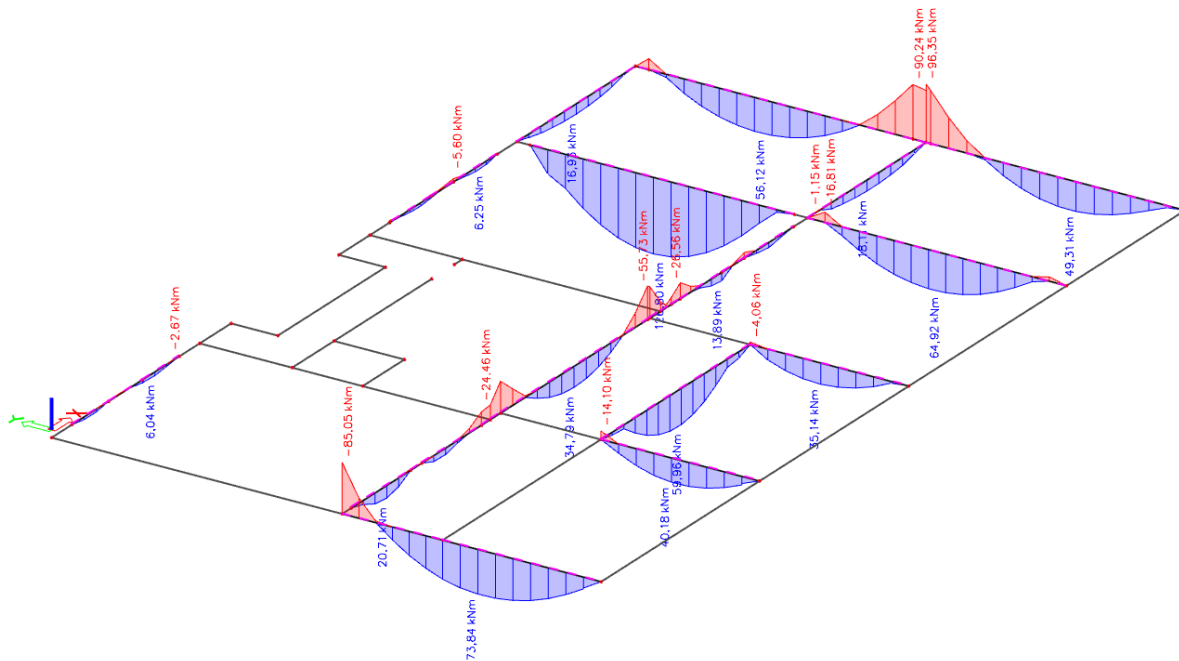
Grede armirati sa 3Ø12 u donju i 2Ø12 u gornju zonu, poprečno vilicama Ø8/30 u polju te Ø8/15 uz ležajeve. Konstruktivno uzeti armaturu 2Ø10.

## GREDA 25/95 (G115)

Poprečni presjek		Materijal		Dimenzioniranje na $M_{sd}$		Armatura		$\rho$ (%)		
b	25,00 cm	C25/30	$f_{ck}$ 25 MPa	POLJE:	$M_{sd}$ 194,02 kNm	$A_{s1}$ 5,56 cm <sup>2</sup>	0,247 %			
h	95,00 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	90,00 cm					$A_{s2}$ 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>	$V_{Rd,c}$	157,33 kN	$V_{sd}$ (kN)	vilice	$s_w$ (cm)	m	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	$V_{Rd,s}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
$M_{Rd,lim}$	536,63 kNm	$V_{Rd,max}$	1012,5 kN	218,81	8	16	2	0,5	117,391	117,39
$\mu_{sd}$	0,159	v	0,54							
$E_{s1}$	10 ‰	k	1,47 (<2,0)	Vsd > VRd,c - potrebna računaska poprečna armatura						
$E_{c2}$	3,5 ‰	$s_{w,max}$	30 cm							
$\xi$	0,259	$A_{sw,min}$	0,34 cm <sup>2</sup> /sw							
$\zeta$	0,892									
$A_{s,min}$	3,375 cm <sup>2</sup>									
$A_{s,max}$	26,74 cm <sup>2</sup>									

Grede armirati sa 4Ø14 u donju i 3Ø14 u gornju zonu, poprečno vilicama Ø8/30 u polju te Ø8/15 uz ležajeve. Konstruktivno uzeti armaturu 3x2Ø10.

## KONTROLA ŠIRINE PUKOTINA GREDA POZICIJA 100

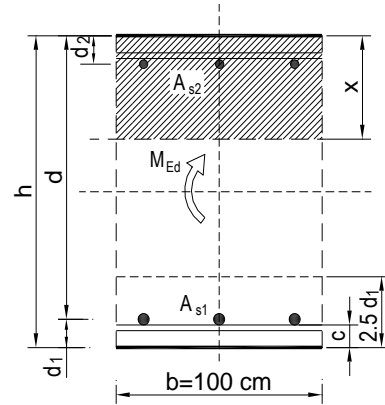


Slika 5.72. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  [kNm] za GSU\_2



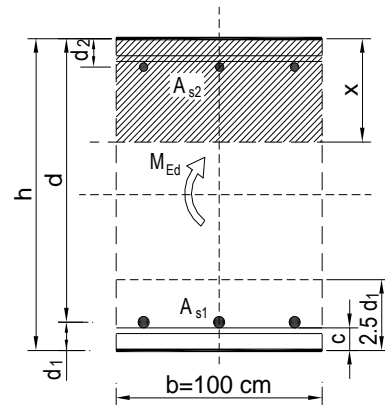
Kao greda mjerodavna za proračun pukotina uzeta je greda G109 ( $b/h=25/50$ )

$b =$	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>	$e = E_s/E_{cm} =$	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	
$\varnothing =$	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	$<$	$w_g$	



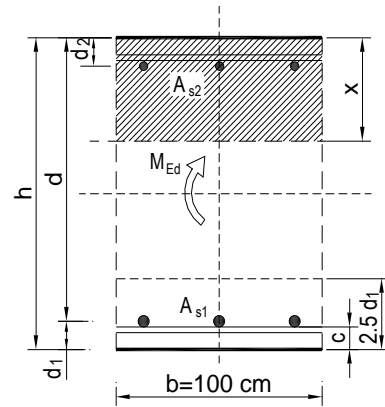
PARAPETNA GREDA G115 ( $b/h=25/95$ )

$b =$	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>	$e = E_s/E_{cm} =$	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	
$\varnothing =$	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				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm}) =$	0,160	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>	$e = E_s/E_{cm} =$	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	
$\emptyset =$	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				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,038 mm	$<$	$w_g$		



## 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:  $A_s = \frac{n_{Ed}}{f_{yd}} [cm^2/m]$  – vertikalna armatura

4/ Provjerava se računski nosivost na poprečnu silu:

Debljina zida prema EC-8 treba biti:

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

Visina kritičnog područja

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

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:

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

Izvan kritičnog područja:

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

#### -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  $H/L > 2$ ):*

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

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

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

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

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

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

*Za izrazito visoke zidove - stupove*

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

Razmak vilica je  $e_w = 15$  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  $\emptyset 6$ ; max. razmak:  $\min \{8dbL, b_o/2, 175 \text{ mm}\}$  ( $dbL$ =promjer vert. šipki;  $b_o$ =širina jezgre)

*ostali dio zida:*

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

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

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

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

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

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

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

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

Napomene uz rezultate na zidovima:

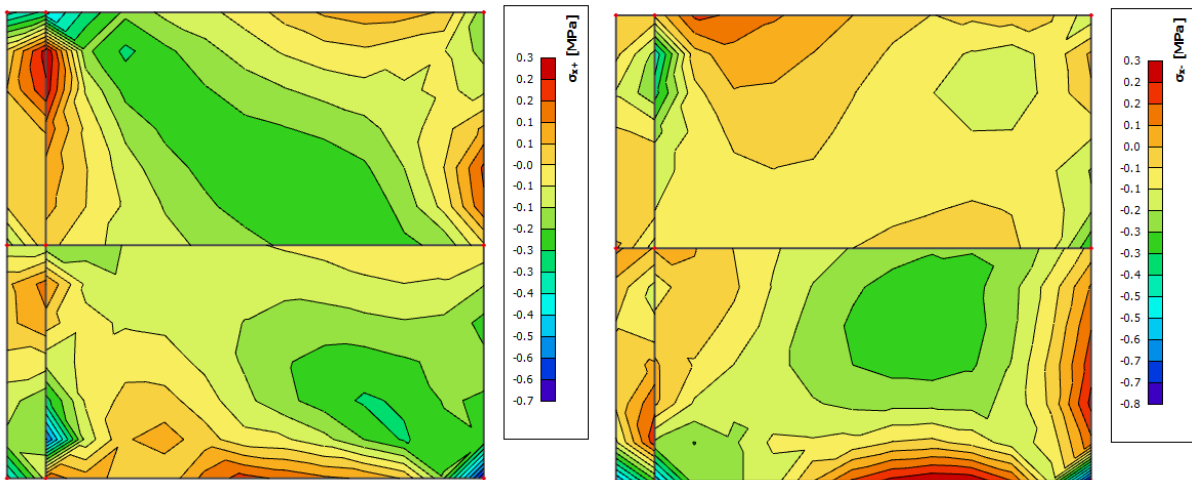
- Zidovi su modelirani plošnim elementima na kojima se napreznja prikazuju na donjoj i gornjoj plohi.
- U određenim dijelovima zida (npr. na spojevima zidova) javljaju se numeričke pogreške te će se te veličine po potrebi na odgovarajući način reducirati.
- 

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

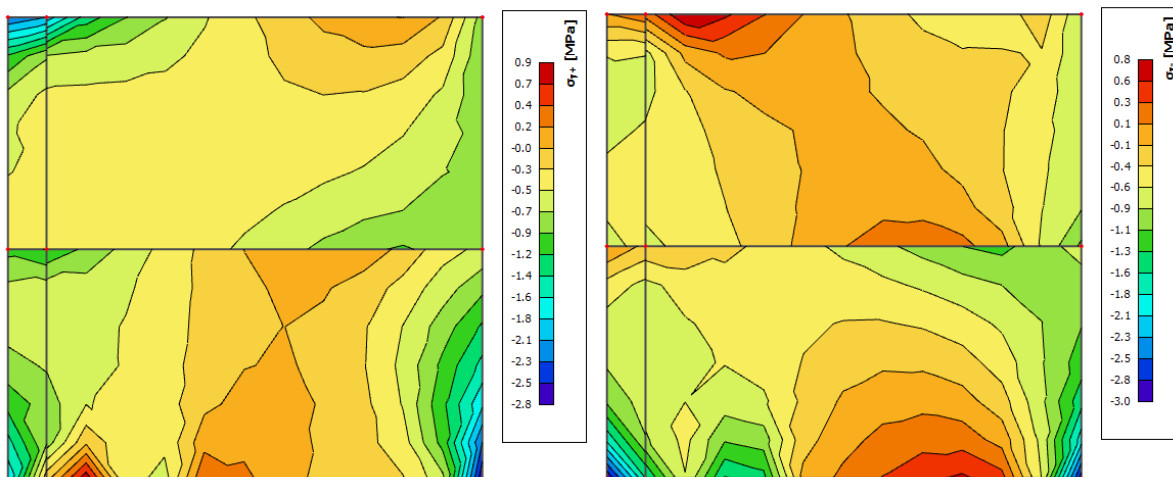
**Napomena:** Visokostijene nosače i ploču ispod nosača potrebno neprekidno držati poduprtu sve do očvršćenja visokostijelih nosača kroz sve etaže, ukoliko nije naglašeno drugačije ispod proračuna pojedine pozicije. Relevantni rezultati za proračun visokostijelih nosača i zidova izvađeni su iz proračunskog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

### VISOKOSTIJEI NOSAČ (u osi 5)

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

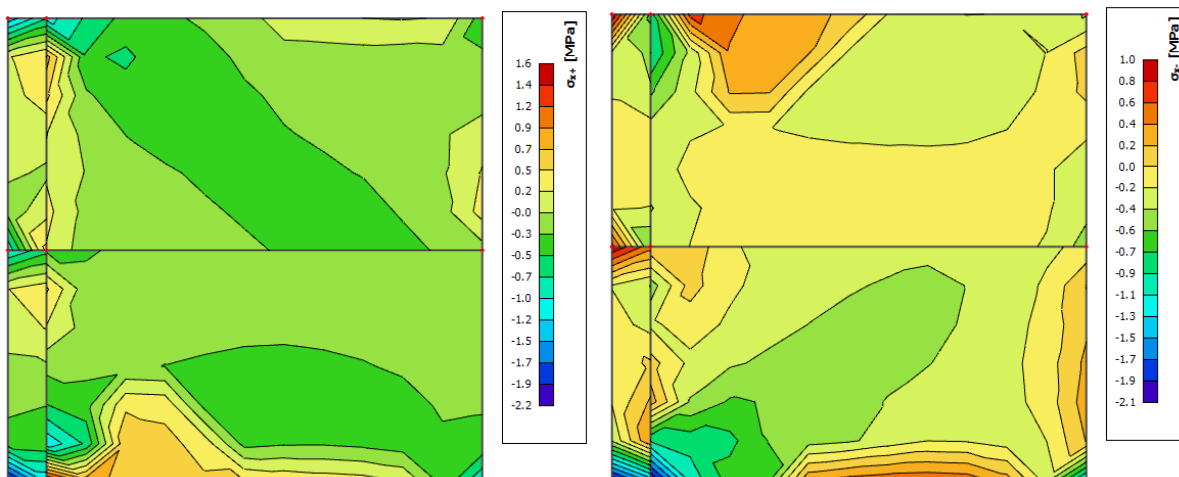


Slika 6.1. Napreznja u x smjeru  
za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$

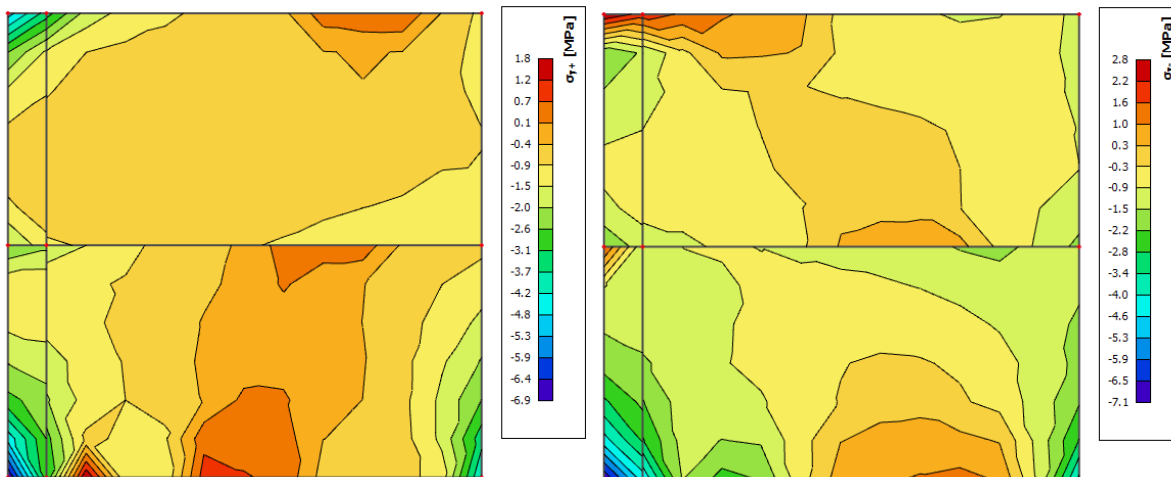


Slika 6.2. Naprezanja u y smjeru  
(za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$ )

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



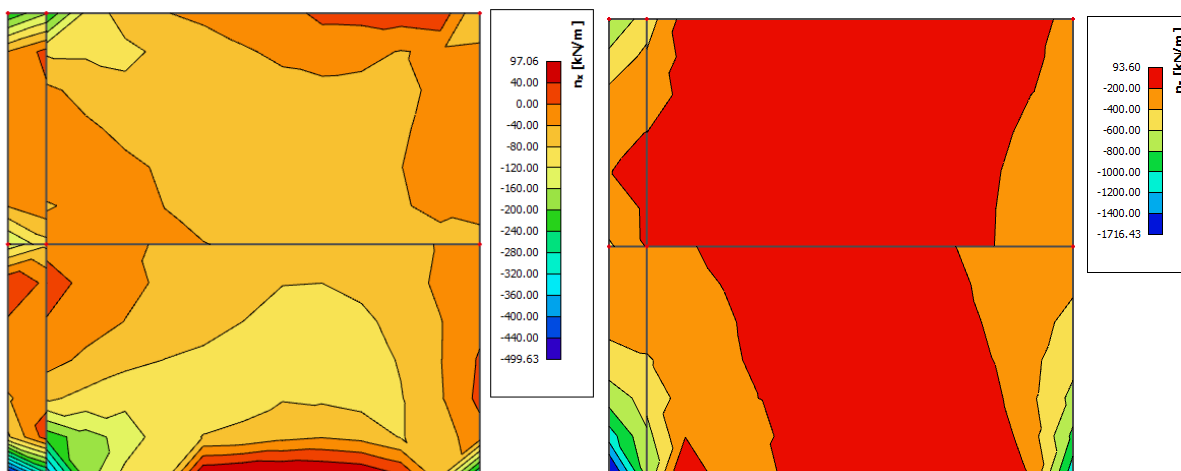
Slika 6.3. Naprezanja u x smjeru  
ograničenje srednjeg tlačnog naprezanja za C25/30;  $\sigma_{c,srednje} \leq 0,40 \cdot f_{cd} = 6,7 \text{ MPa}$   
lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30;  $\sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$



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

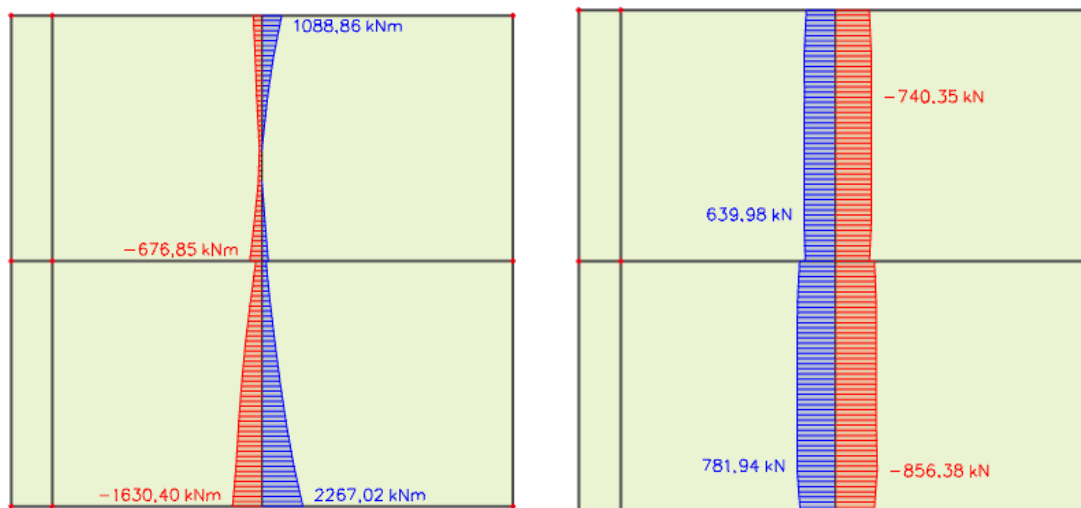
$$A_{s1} = \frac{F_{sd}}{f_{yd}}$$

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

**VISOKOSTIJNI 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	$V_{sd,max}$	1284,57	kN	
Pripadni moment	$M_{sd}$	2267,02	kNm	
Slom kritične tlačne dijagonale u kritičnom području	$V_{Rd2} = 0.4 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot (0.8 \cdot d)$	4302	kN	zadovoljava
Minimalni koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_{h,min}$	0,002		
Minimalni koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_{v,min}$	0,001		
Odobrana armatura mreža	obostranc Q385	7,7	cm <sup>2</sup> /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	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[ c_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$	1639,24	kN	
Posmični smjer	$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{sd-lw}}$	0,29	kN	
za $\alpha_s < 2$	$V_{Rd,s} = b_{w0} \cdot (0.8 \cdot I_w) \cdot \rho_h \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$	1640,43	kN	zadovoljava

#### Poprečni presjek

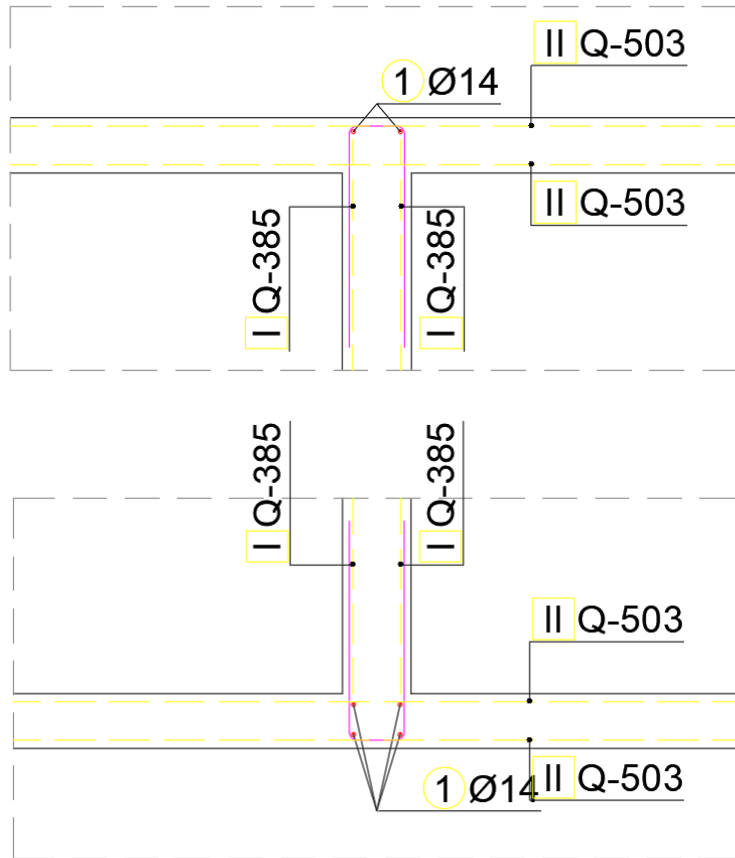
b	25	cm
h	600	cm
d <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )	2,5	cm
d	597,5	cm
l <sub>w</sub>	612,5	cm
f <sub>cd</sub>	1,6667	kN/cm <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub>	43,478	kN/cm <sup>2</sup>

#### Materijal

C25/30	f <sub>ck</sub>	25	Mpa
B500B	f <sub>y</sub>	500	MPa
	γ <sub>c</sub>	1,50	
	γ <sub>s</sub>	1,15	
	v	0,54	
	k	1,18 (<2,0)	
	ρ <sub>l</sub>	184,8	
	b <sub>w0</sub>	25	cm

## ARMIRATI OBOSTRANO SA MREŽAMA Q-385

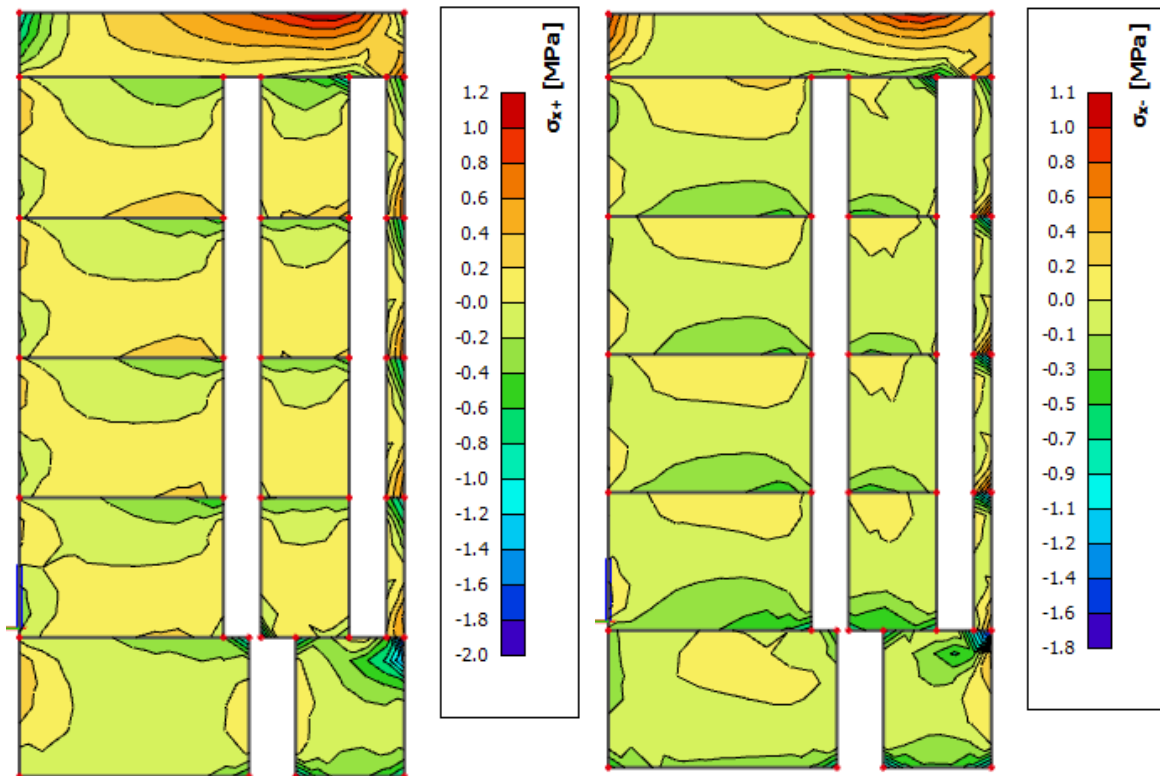




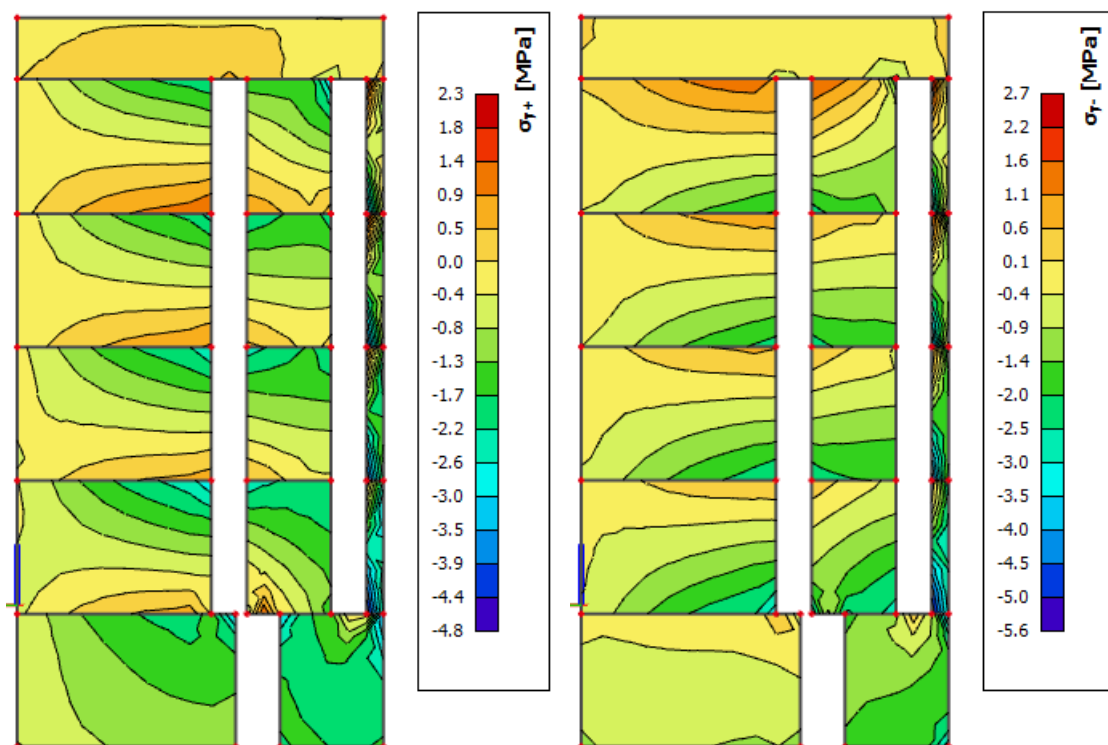
Slika 6.7. Shema armiranja visokostijenog nosača

ZID U OSI 1:

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

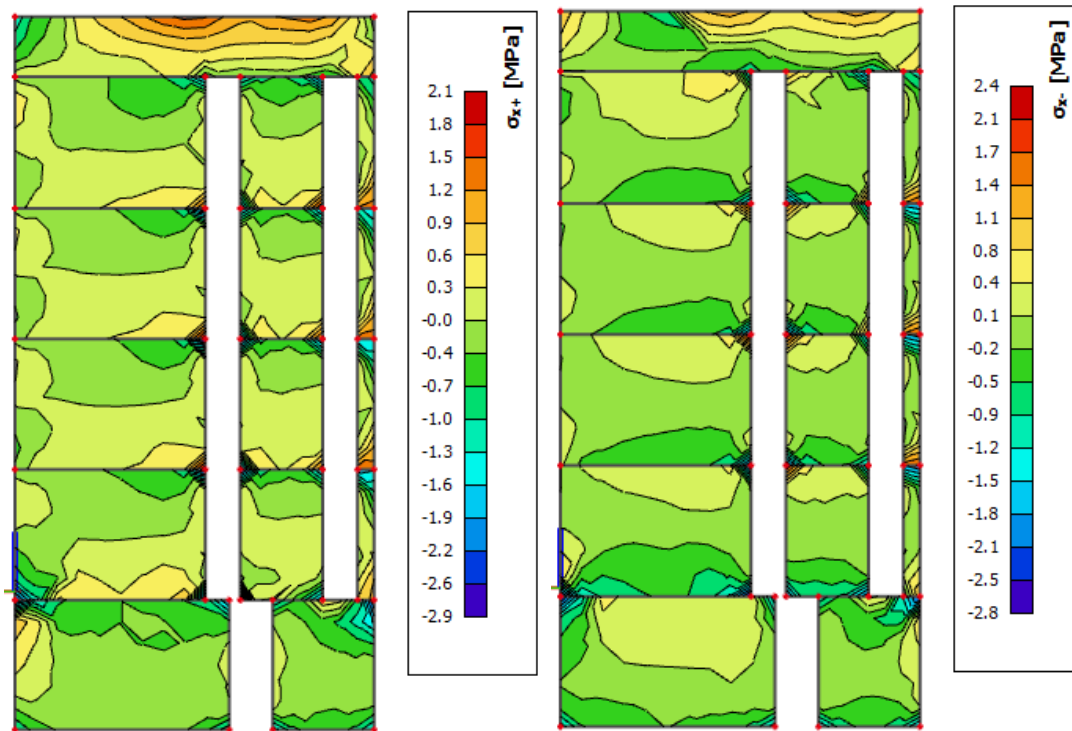


Slika 6.8. Napreznja u x smjeru  
za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$



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

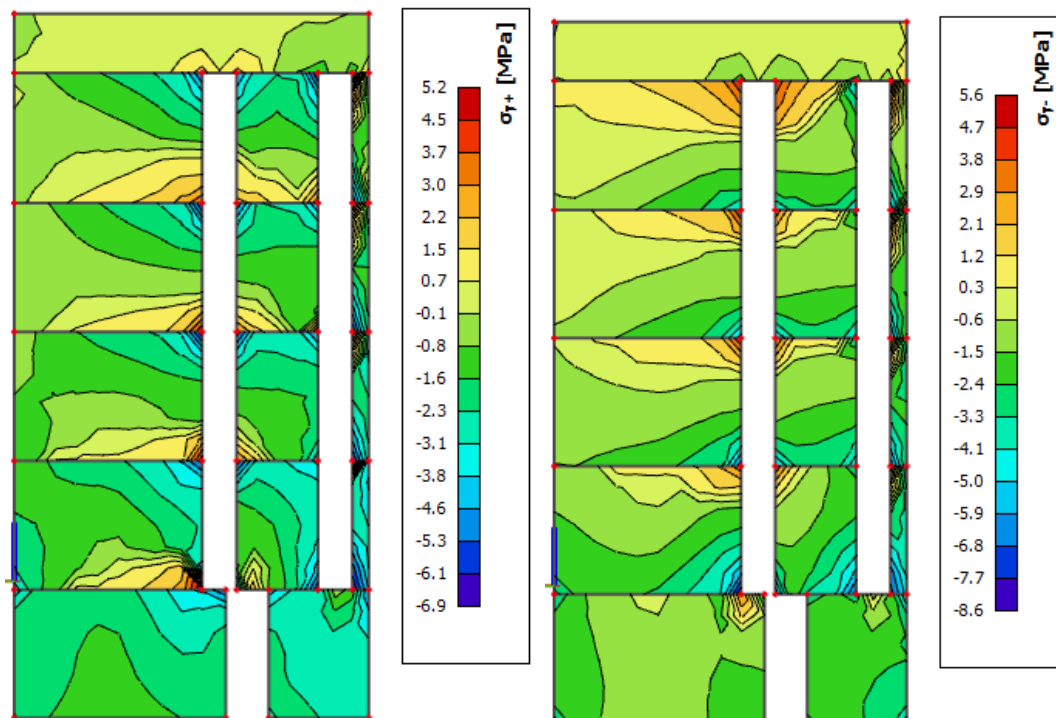
Naprezanja u zidu za anvelopu potresnih kombinacija (GSN\_Sx, GSN\_Sy)



Slika 6.10. Naprezanja u x smjeru

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

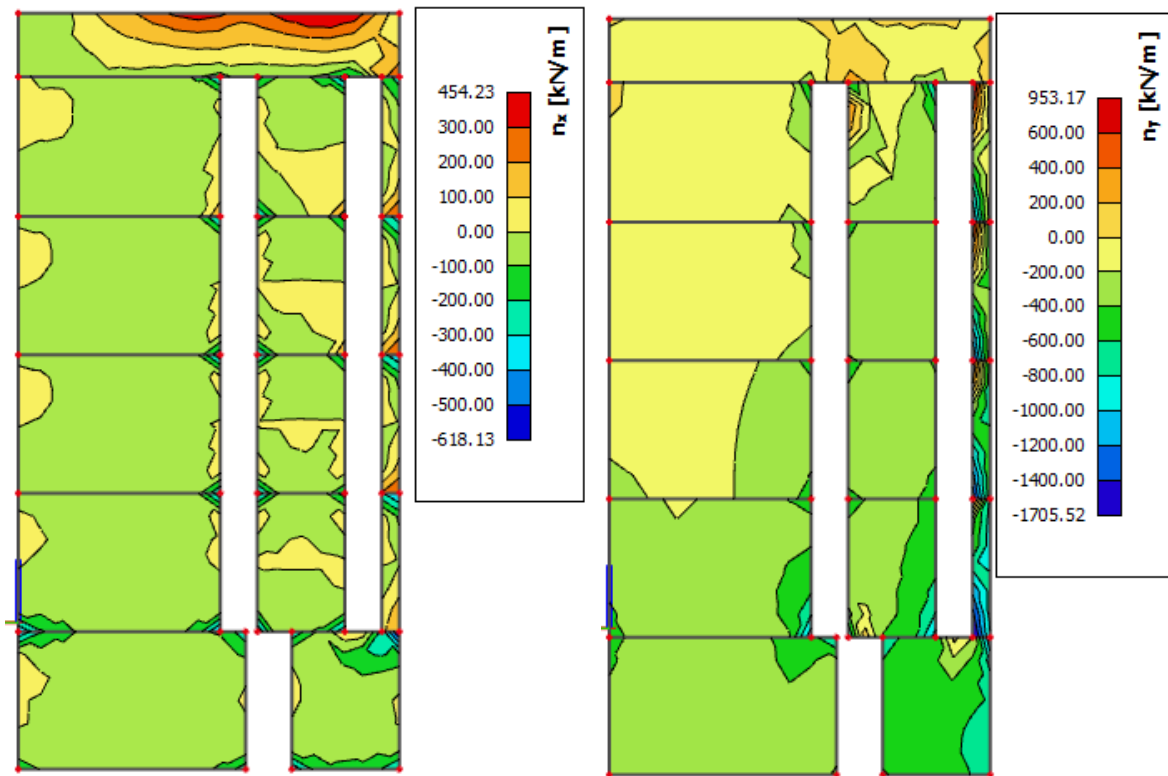
lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30;  $\sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$



Slika 6.11. Naprezanja u y smjeru

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

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

$$455 \frac{kN}{m} < n_{Ed} < 953,17 \frac{kN}{m} \rightarrow A_c = \left( \frac{953,17}{50} \right) / 2$$

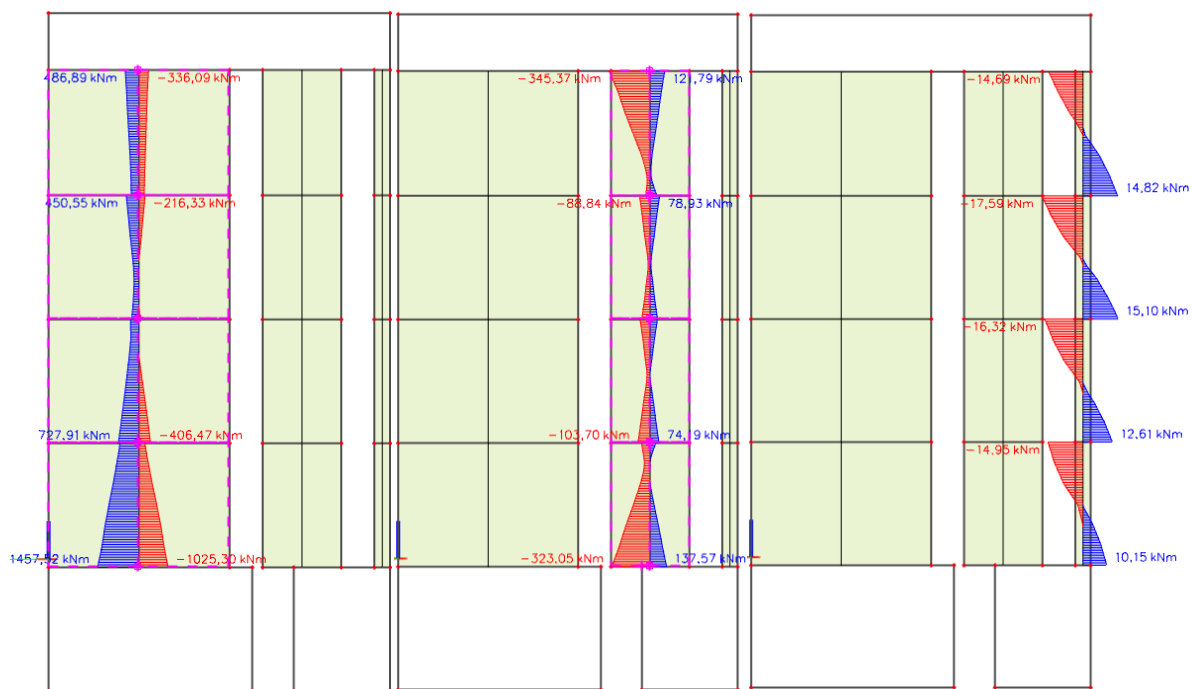
$$= 10,96 \text{ cm}^2/m, \text{ lokalno, obostrano } \emptyset 12/10$$

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

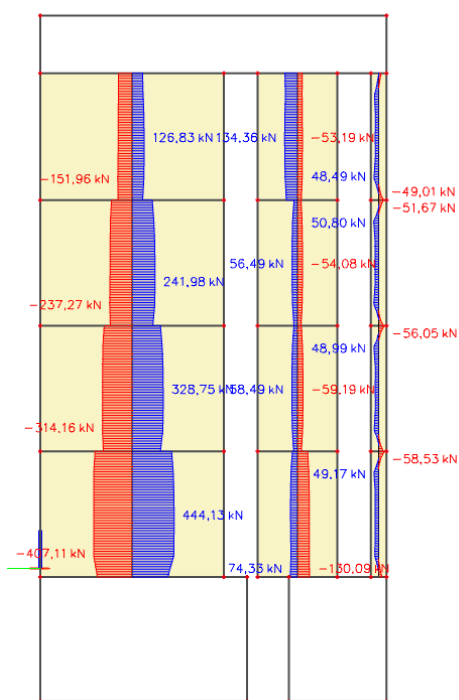
$$n_{Ed} < 200 \frac{kN}{m} \rightarrow A_c = \left( \frac{200}{50} \right) / 2 = 2,3 \text{ cm}^2/m, \text{ obostrano } Q283$$

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

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



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 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 Q283	5,66	cm <sup>2</sup> /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	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[ c_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$	536,34	kN
Posmični smjer	$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{sd-lW}}$	0,50	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

<b>b</b>	20	cm
<b>h</b>	300	cm
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	2,5	cm
<b>d</b>	297,5	cm
<b>l<sub>w</sub></b>	437,5	cm
<b>f<sub>cd</sub></b>	1,6667	kN/cm <sup>2</sup>
<b>f<sub>yd</sub></b>	43,478	kN/cm <sup>2</sup>

#### Materijal

<b>f<sub>ck</sub></b>	25	Mpa
<b>f<sub>y</sub></b>	500	MPa
$\gamma_c$	1,50	
$\gamma_s$	1,15	
<b>v</b>	0,54	
<b>k</b>	1,26	(<2,0)
$\rho_l$	84,9	
<b>b<sub>w0</sub></b>	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 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 Q283	5,66	cm <sup>2</sup> /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	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[ c_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$	536,34	kN
Posmični smjer	$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{sd-lW}}$	0,87	kN
za $\alpha_s < 2$	$V_{Rd,s} = b_{w0} \cdot (0,8 \cdot l_W) \cdot \rho_h \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta$	374,05	kN zadovoljava

#### Poprečni presjek

<b>b</b>	20	cm
<b>h</b>	300	cm
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	2,5	cm
<b>d</b>	297,5	cm
<b>l<sub>w</sub></b>	190	cm
<b>f<sub>cd</sub></b>	1,6667	kN/cm <sup>2</sup>
<b>f<sub>yd</sub></b>	43,478	kN/cm <sup>2</sup>

#### Materijal

<b>f<sub>ck</sub></b>	25	Mpa
<b>f<sub>y</sub></b>	500	MPa
$\gamma_c$	1,50	
$\gamma_s$	1,15	
<b>v</b>	0,54	
<b>k</b>	1,26	(<2,0)
$\rho_l$	84,9	
<b>b<sub>w0</sub></b>	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 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 Q283	5,66	cm <sup>2</sup> /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	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[ c_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$	536,34	kN
Posmični smjer	$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{sd-lW}}$	0,37	kN
za $\alpha_s < 2$	$V_{Rd,s} = b_{w0} \cdot (0,8 \cdot l_W) \cdot \rho_h \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta$	73,83	kN zadovoljava

#### Poprečni presjek

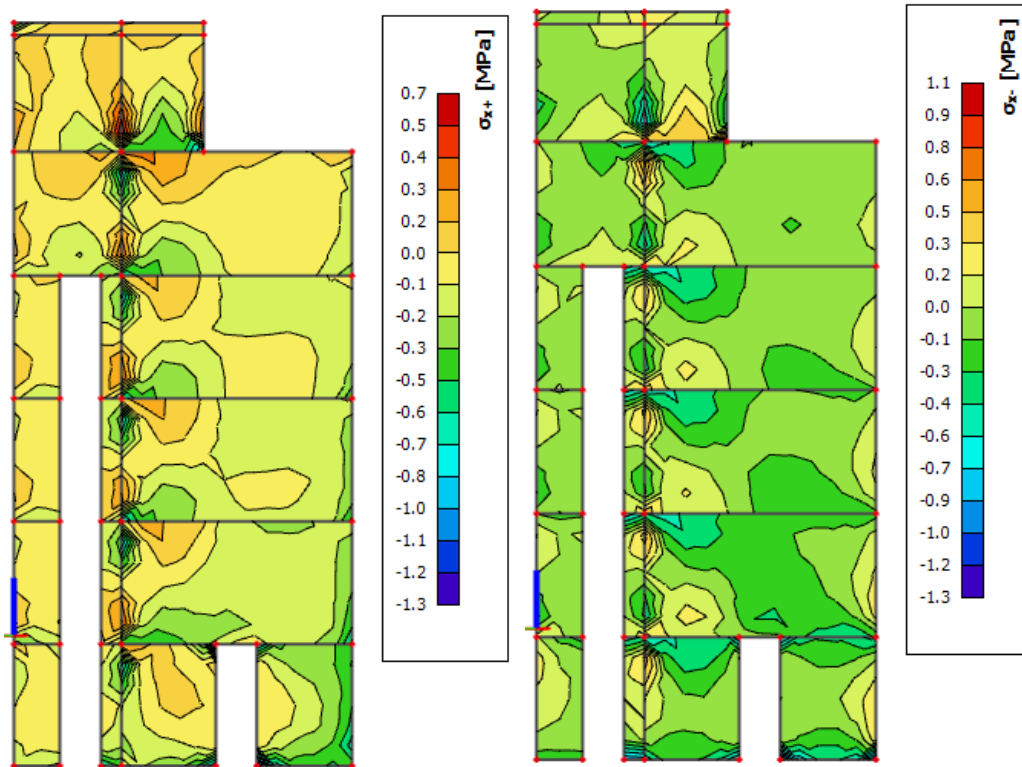
<b>b</b>	20	cm
<b>h</b>	300	cm
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	2,5	cm
<b>d</b>	297,5	cm
<b>l<sub>w</sub></b>	37,5	cm
<b>f<sub>cd</sub></b>	1,6667	kN/cm <sup>2</sup>
<b>f<sub>yd</sub></b>	43,478	kN/cm <sup>2</sup>

#### Materijal

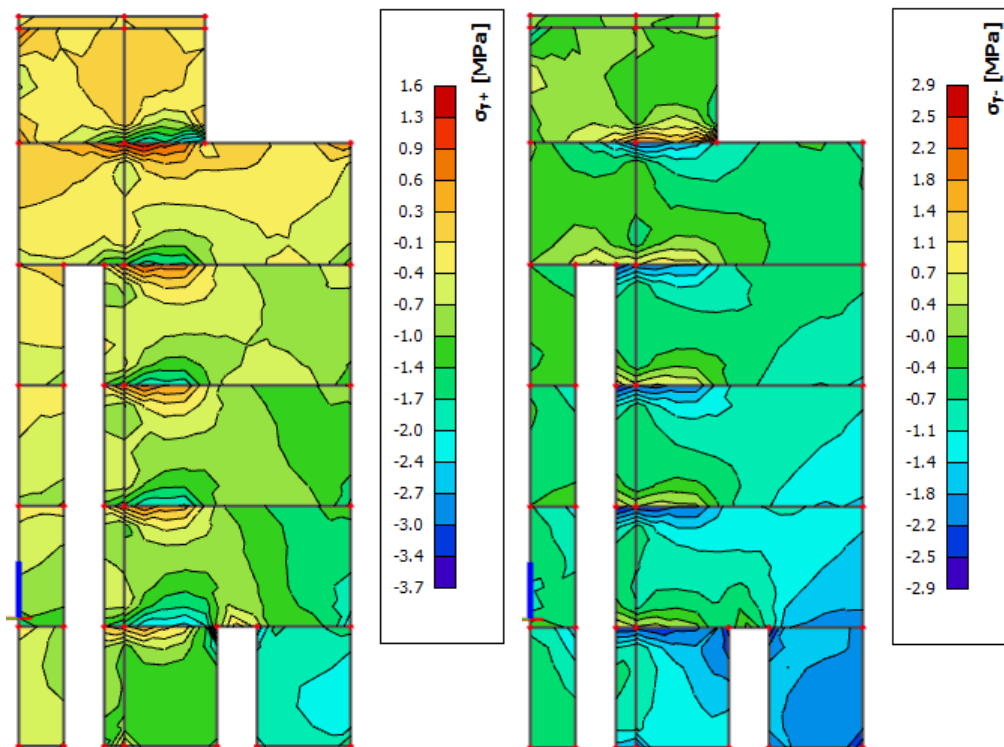
<b>f<sub>ck</sub></b>	25	Mpa
<b>f<sub>y</sub></b>	500	MPa
$\gamma_c$	1,50	
$\gamma_s$	1,15	
<b>v</b>	0,54	
<b>k</b>	1,26	(<2,0)
$\rho_l$	84,9	
<b>b<sub>w0</sub></b>	20	cm

ZID U OSI 2:

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

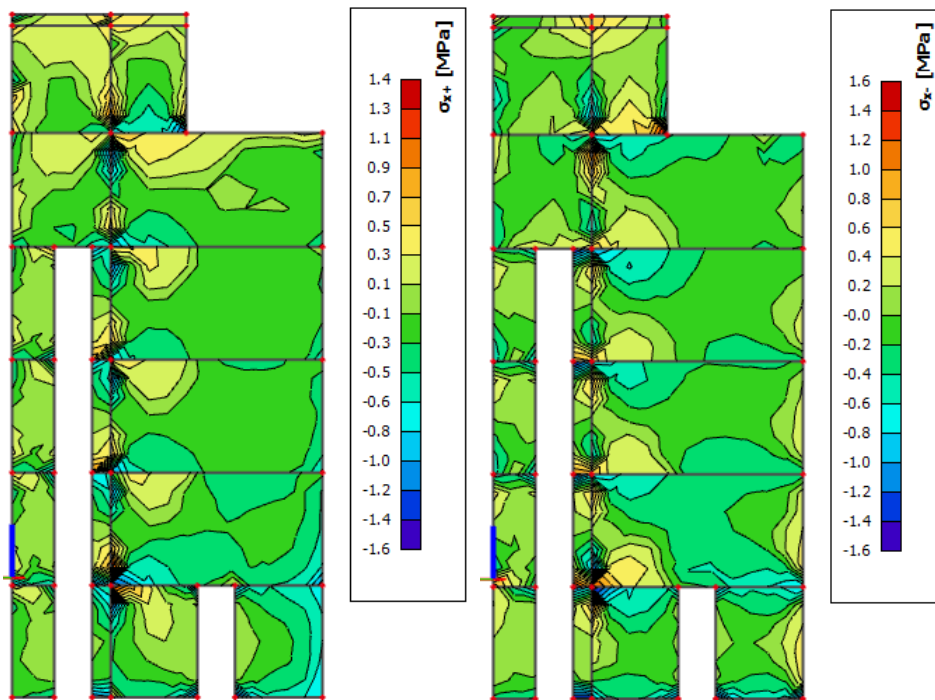


Slika 6.15. Napreznja u x smjeru  
za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$



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

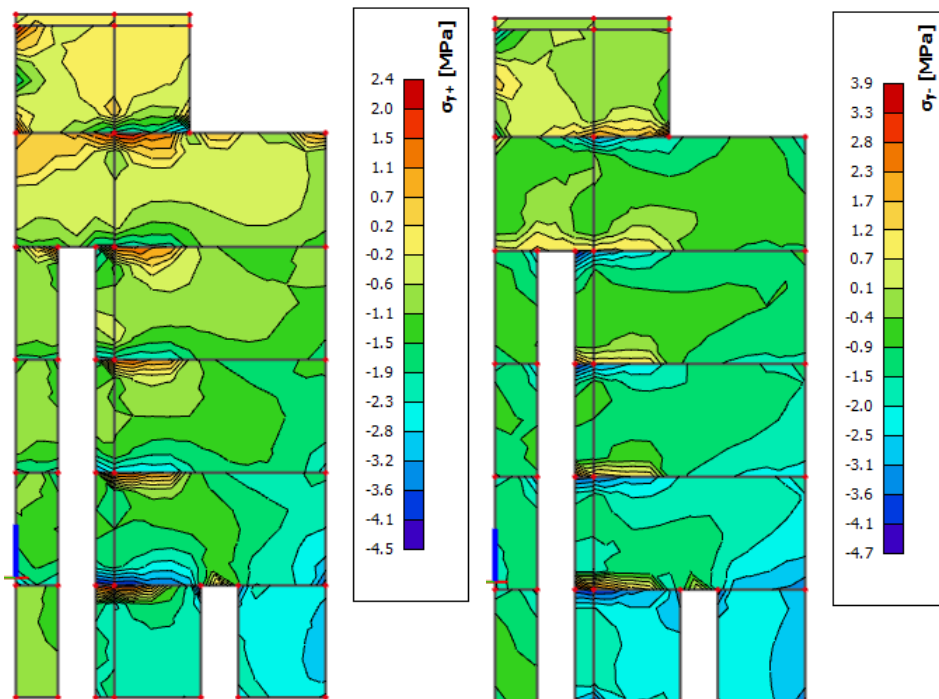
Naprezanja u zidu za anvelopu potresnih kombinacija (GSN\_Sx, GSN\_Sy)



Slika 6.17. Naprezanja u x smjeru

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

lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30;  $\sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$

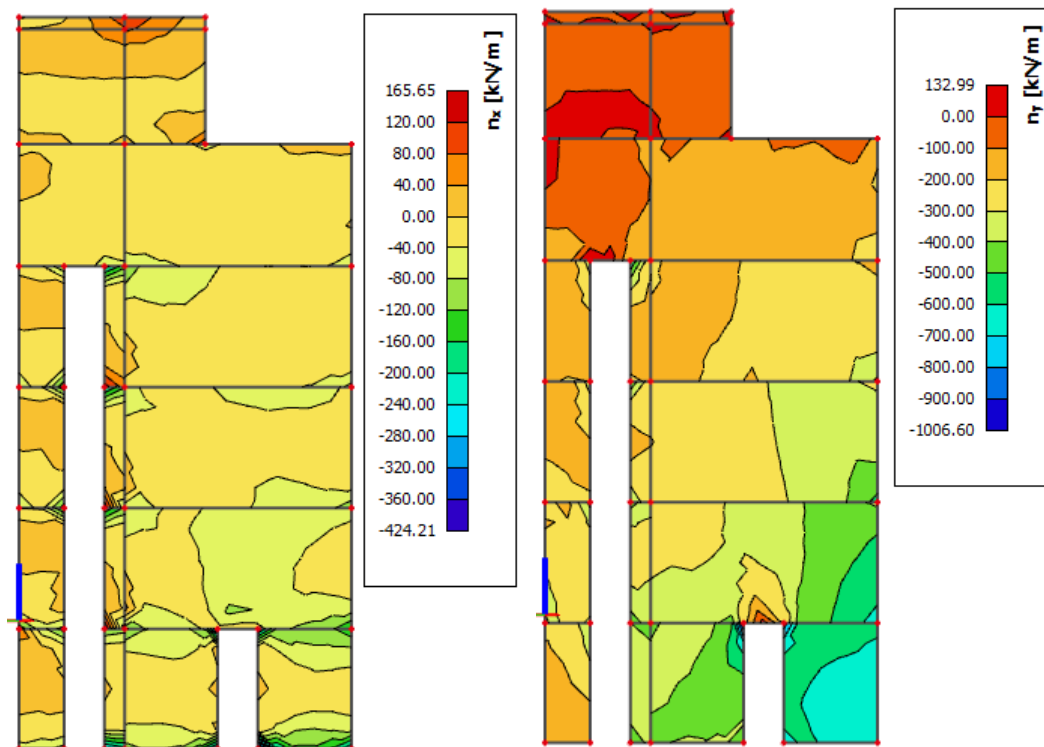


Slika 6.18. Naprezanja u y smjeru

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

lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30;  $\sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$





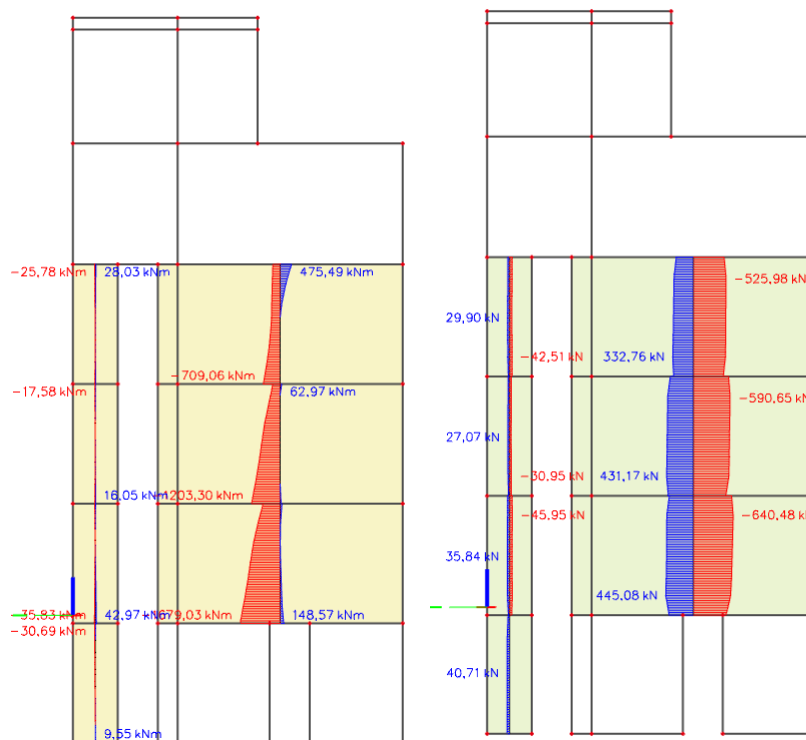
Slika 6.19. Prikaz uzdužnih sila  $n_x$  i  $n_y$  za anvelopu

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

$$\frac{1.15}{1.15}$$

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

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



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

Kritična poprečna sila	$V_{sd,max}$	68,93	kN
Pripadni 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 zadovoljava
Minimalni koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_{h,min}$	0,002	
Minimalni koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_{v,min}$	0,001	
Odabrana armatura mreža	obostranc Q283	5,66	cm <sup>2</sup> /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	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[ c_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$	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

<b>b</b>	25	cm	C25/30	<b>f<sub>ck</sub></b>	25	Mpa
<b>h</b>	300	cm	B500B	<b>f<sub>y</sub></b>	500	MPa
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	2,5	cm	$\gamma_c=1,50$		$\gamma_s=1,15$	
<b>d</b>	112,5	cm				
<b>l<sub>w</sub></b>	437,5	cm		$v=$	0,54	
<b>f<sub>cd</sub></b>	1,6667	kN/cm <sup>2</sup>		$k=$	1,42 (<2,0)	
<b>f<sub>yd</sub></b>	43,478	kN/cm <sup>2</sup>		$\rho_l =$	67,92	
				<b>b<sub>w0</sub>=</b>	25	cm

#### Materijal

Kritična poprečna sila	$V_{sd,max}$	960,72	kN
Pripadni 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 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 Q385	7,7	cm <sup>2</sup> /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	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[ c_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$	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

<b>b</b>	25	cm	C25/30	<b>f<sub>ck</sub></b>	25	Mpa
<b>h</b>	300	cm	B500B	<b>f<sub>y</sub></b>	500	MPa
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	2,5	cm	$\gamma_c=1,50$		$\gamma_s=1,15$	
<b>d</b>	612,5	cm				
<b>l<sub>w</sub></b>	437,5	cm		$v=$	0,54	
<b>f<sub>cd</sub></b>	1,6667	kN/cm <sup>2</sup>		$k=$	1,18 (<2,0)	
<b>f<sub>yd</sub></b>	43,478	kN/cm <sup>2</sup>		$\rho_l =$	92,4	
				<b>b<sub>w0</sub>=</b>	25	cm

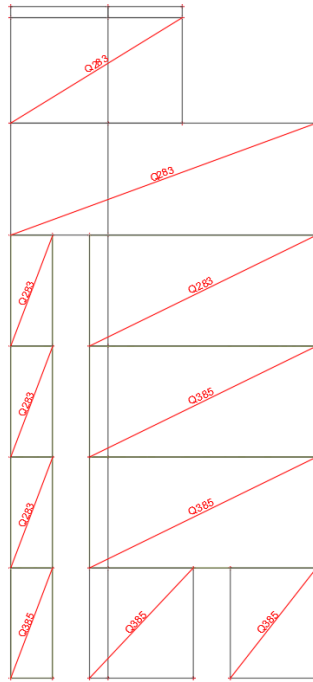
#### Materijal

Kritična poprečna sila	$V_{sd,max}$	788,97	kN
Pripadni 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 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 Q283	5,66	cm <sup>2</sup> /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	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[ c_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$	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

<b>b</b>	25	cm	C25/30	<b>f<sub>ck</sub></b>	25	Mpa
<b>h</b>	300	cm	B500B	<b>f<sub>y</sub></b>	500	MPa
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	2,5	cm	$\gamma_c=1,50$		$\gamma_s=1,15$	
<b>d</b>	612,5	cm				
<b>l<sub>w</sub></b>	437,5	cm		$v=$	0,54	
<b>f<sub>cd</sub></b>	1,6667	kN/cm <sup>2</sup>		$k=$	1,18 (<2,0)	
<b>f<sub>yd</sub></b>	43,478	kN/cm <sup>2</sup>		$\rho_l =$	67,92	
				<b>b<sub>w0</sub>=</b>	25	cm

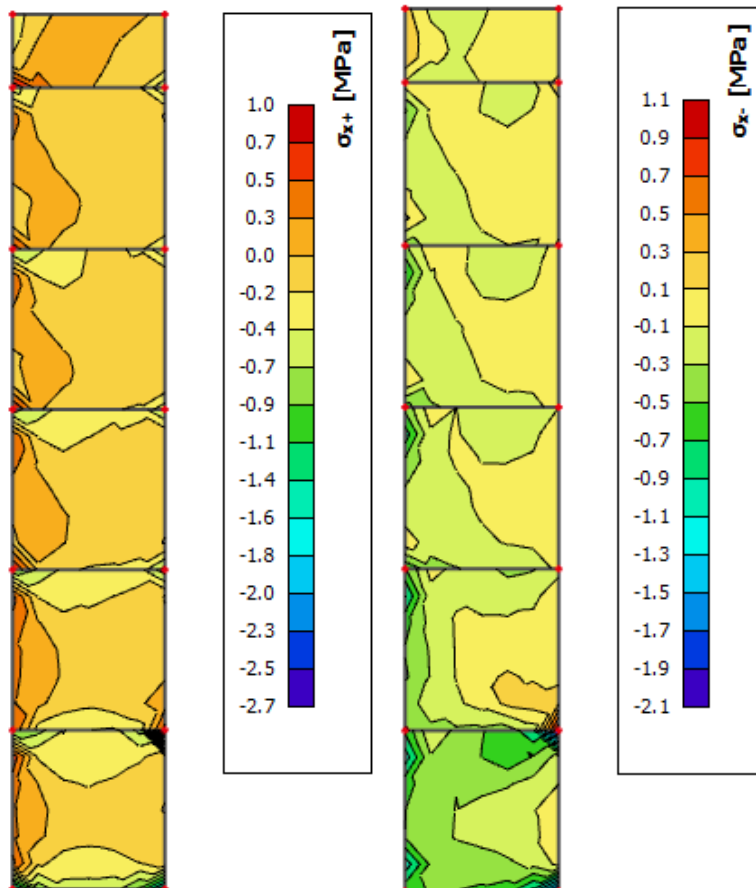
#### Materijal



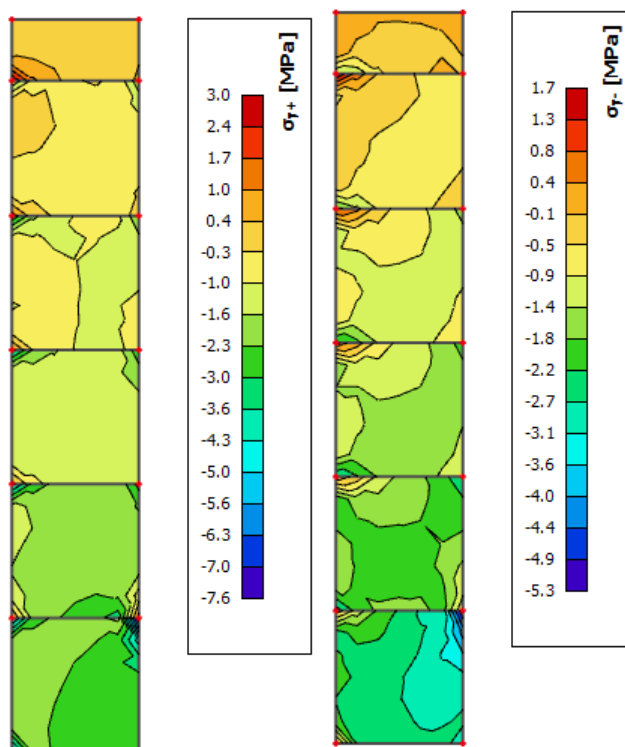
Slika 6.21. Shematski prikaz potrebne armature

ZID U OSI 3:

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



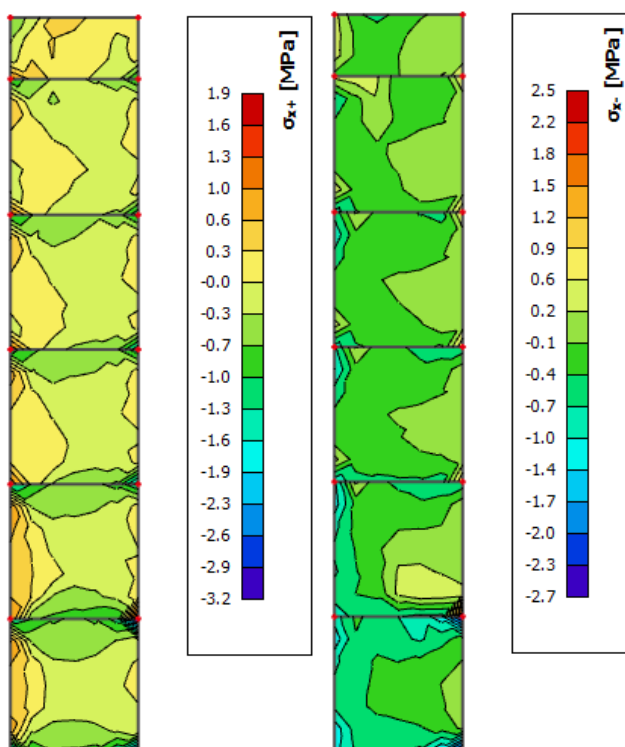
Slika 6.22. Napreznaja u x smjeru  
za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$



Slika 6.23. Naprezanja u y smjeru

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

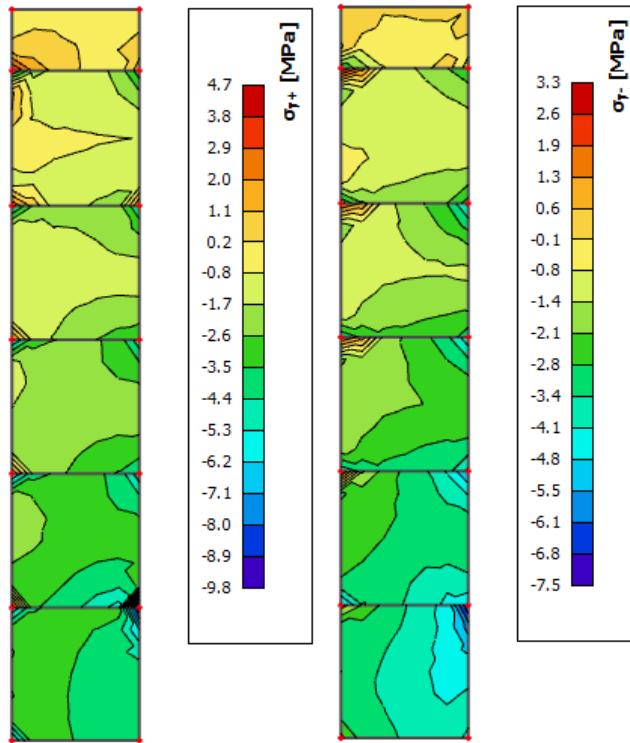
Naprezanja u zidu za anvelopu potresnih kombinacija (GSN\_Sx, GSN\_Sy)



Slika 6.24. Naprezanja u x smjeru

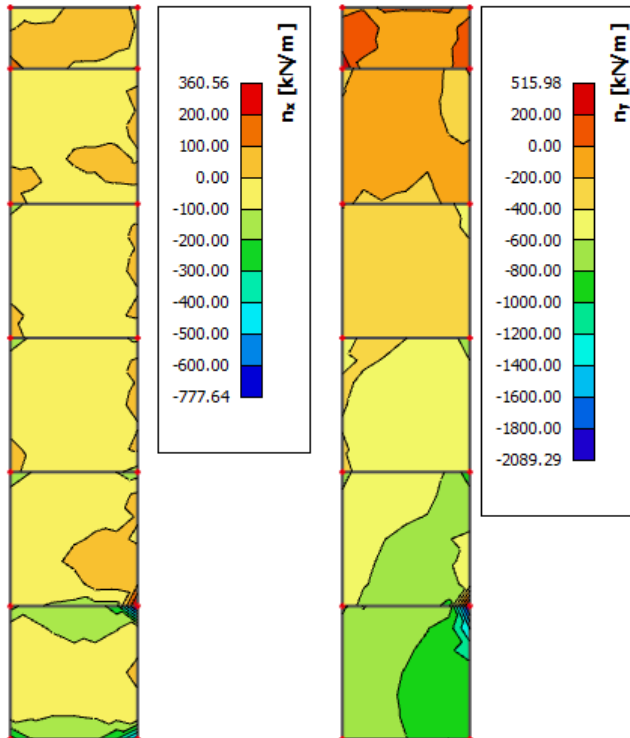
ograničenje srednjeg tlačnog naprezanja za C25/30;  $\sigma_{c,srednje} \leq 0,40 \cdot f_{cd} = 6,7 \text{ MPa}$

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;  $\sigma_{c,srednje} \leq 0,40 \cdot f_{cd} = 6,7 \text{ MPa}$

lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30;  $\sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$



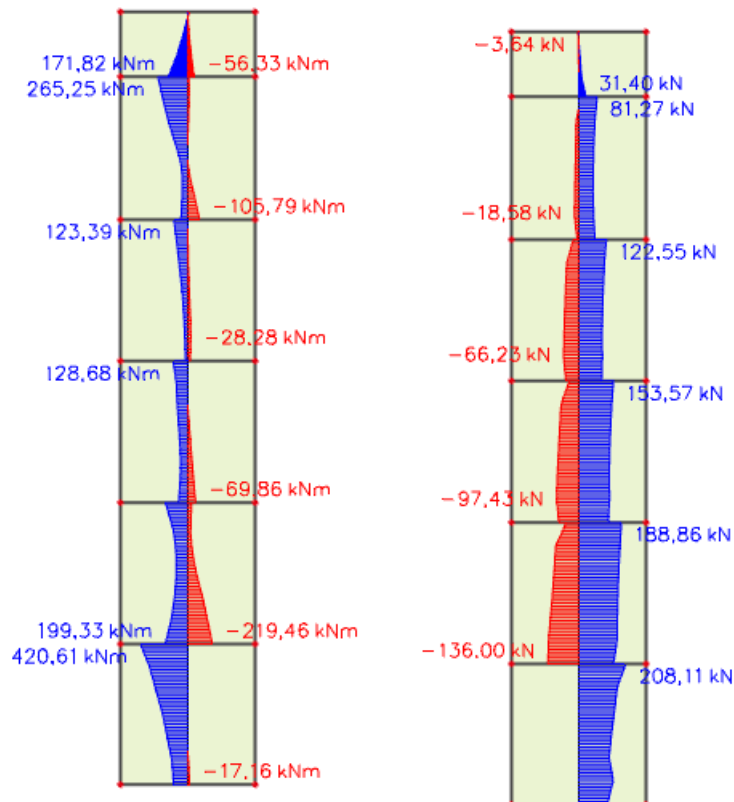
Slika 6.26. Prikaz uzdužnih sila  $n_x$  i  $n_y$  za anvelopu

$$200 \frac{kN}{m} < n_{Ed} < 516 \frac{kN}{m} \rightarrow A_c = \frac{\left(\frac{516}{50}\right)/2}{1.15} = 5,93 \text{ cm}^2/m, \text{ lokalno, obostrano } \emptyset 12/20$$

$$n_{Ed} < 200 \frac{kN}{m} \rightarrow A_c = \frac{\left(\frac{200}{50}\right)/2}{1.15} = 2,3 \text{ cm}^2/m, \text{ obostrano } Q283$$

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

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



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

Kritična poprečna sila	$V_{Sd,max}$	204	kN
Pripadni moment	$M_{Sd}$	219,46	kNm
Slom kritične tlačne dijagonale u kritičnom području	$V_{Rd,z} = 0,4 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot (0,8 \cdot d)$	3528	kN zadovoljava
Minimalni koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_{h,min}$	0,002	
Minimalni koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_{v,min}$	0,001	
Odobrana armatura mreža	obostrano Q283	5,66	cm <sup>2</sup> /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	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[ c_{rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$	1035,32	kN
Posmični smjer	$\alpha_s = \frac{M_{Sd}}{V_{Sd,lw}}$	0,38	kN
za $\alpha_s < 2$	$V_{Rd,s} = b_{w0} \cdot (0,8 \cdot I_w) \cdot \rho_h \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$	561,08	kN zadovoljava

#### Poprečni presjek

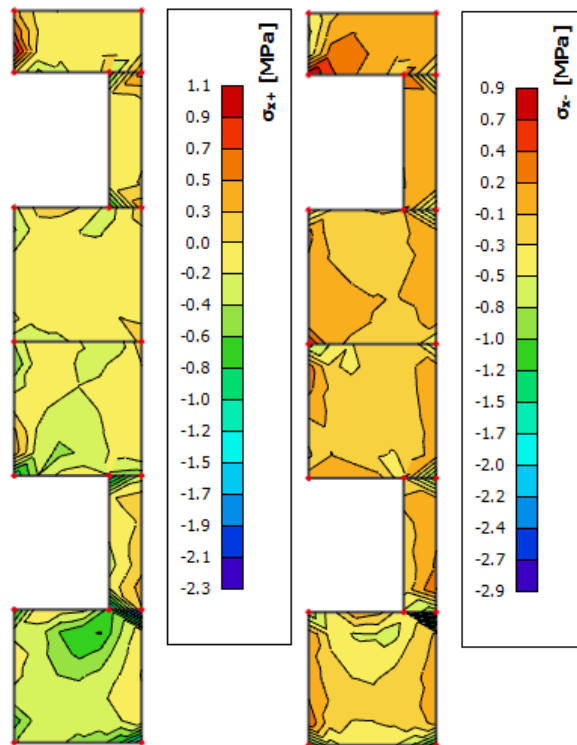
b	20	cm
h	300	cm
d <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )	2,5	cm
d	612,5	cm
l <sub>w</sub>	285	cm
f <sub>cd</sub>	1,6667	kN/cm <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub>	43,478	kN/cm <sup>2</sup>

#### Materijal

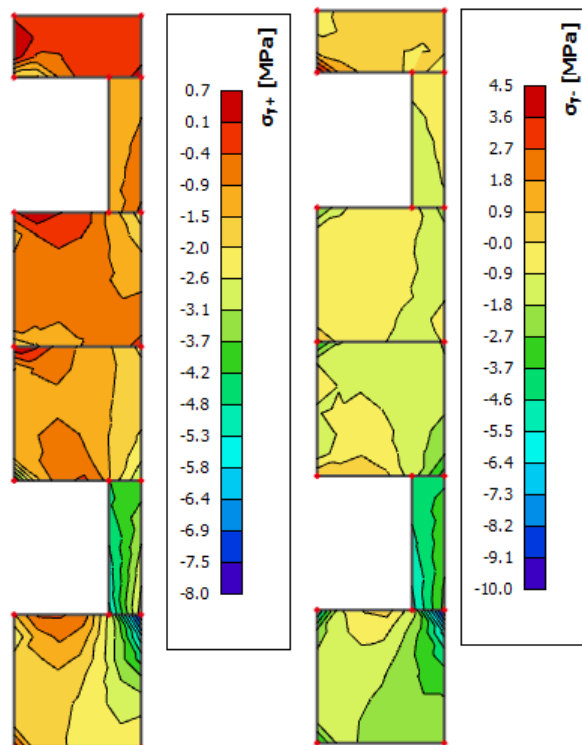
C25/30	f <sub>ck</sub>	25	Mpa
B500B	f <sub>y</sub>	500	MPa
v <sub>c</sub> =1,50	v <sub>s</sub> =1,15		
v=	0,54		
k=	1,18 (<2,0)		
ρ <sub>l</sub> =	84,9		
b <sub>w0</sub> =	20	cm	

ZID U OSI 4:

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

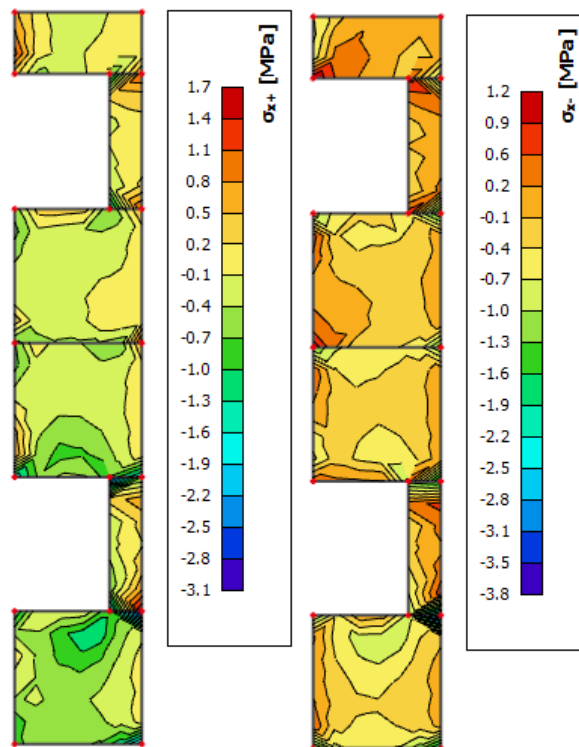


Slika 6.28. Naprezanja u x smjeru  
za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$



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

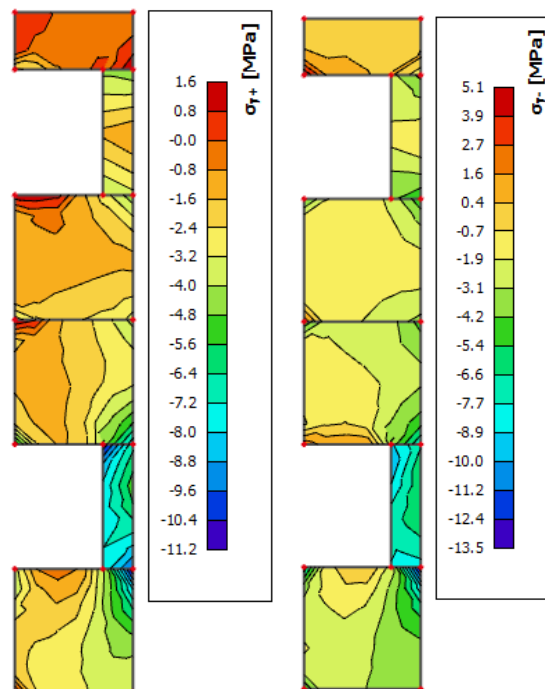
Naprezanja u zidu za anvelopu potresnih kombinacija (GSN\_Sx, GSN\_Sy)



Slika 6.30. Naprezanja u x smjeru

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

lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30;  $\sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$

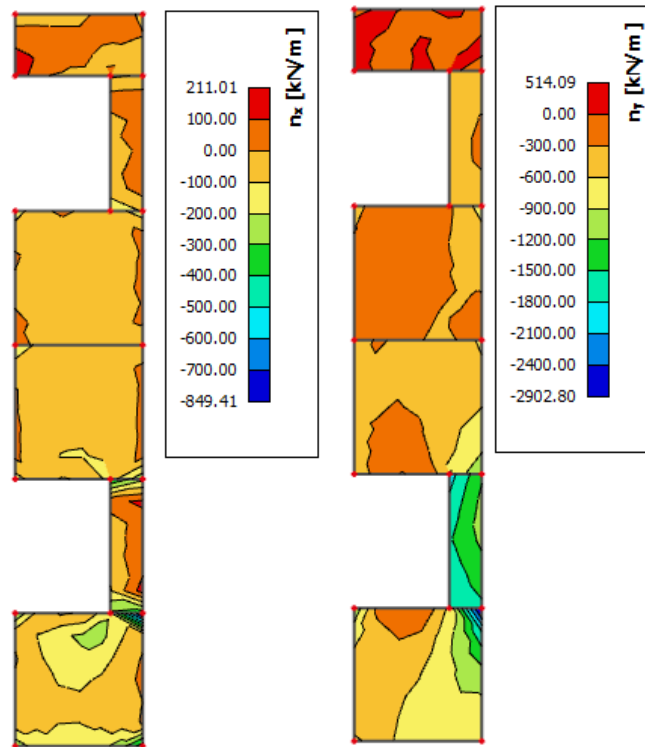


Slika 6.31. Naprezanja u y smjeru

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

lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30;  $\sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$





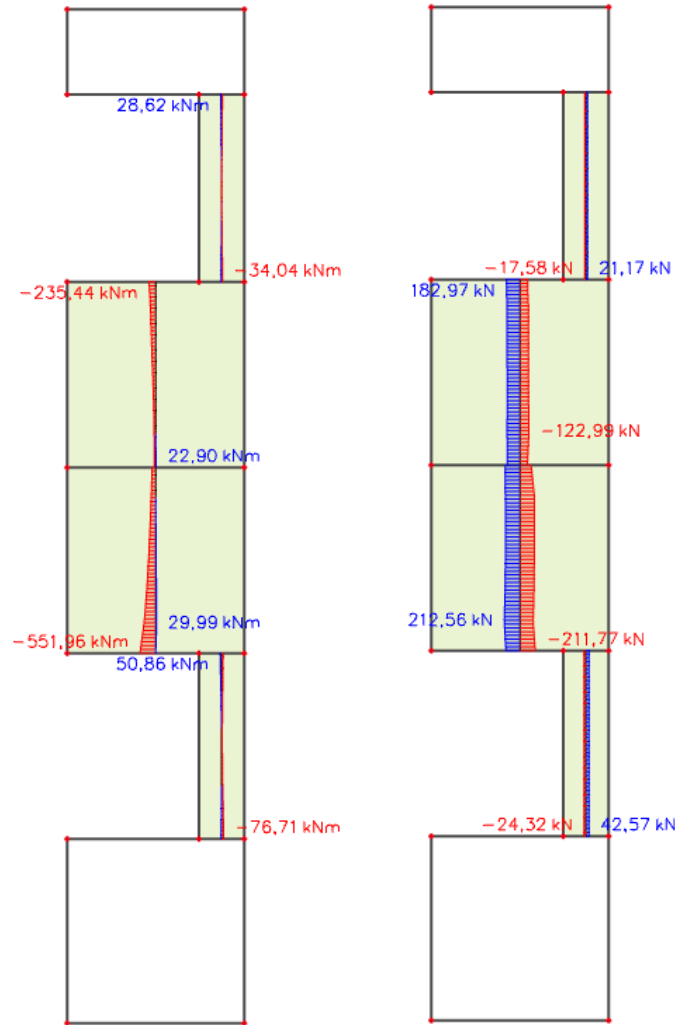
Slika 6.32. Prikaz uzdužnih sila  $n_x$  i  $n_y$  za anvelopu

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

$$n_{Ed} < 200 \frac{kN}{m} \rightarrow A_c = \left( \frac{200}{50} \right) / 2 = 2,3 \text{ cm}^2 / m, \text{ obostrano } Q283$$

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

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



Slika 6.33. Prikaz  $M_{Ed,z}$  [kNm] i  $V_{Ed,y}$  [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	$V_{Rd,z} = 0,4 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot (0,8 \cdot d)$	3528	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 Q283	5,66	cm <sup>2</sup> /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	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[ c_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$	1035,32	kN	
Posmični smjer	$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{sd} \cdot l_w}$	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

#### Poprečni presjek

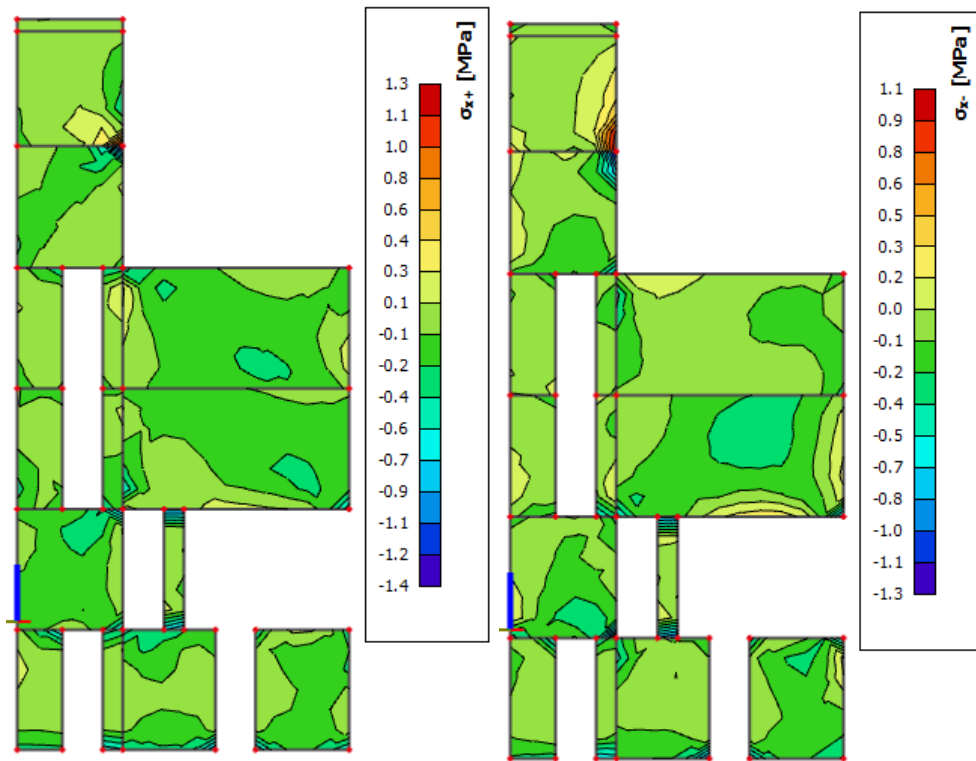
b	20	cm
h	300	cm
d <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )	2,5	cm
d	612,5	cm
l <sub>w</sub>	285	cm
f <sub>cd</sub>	1,6667	kN/cm <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub>	43,478	kN/cm <sup>2</sup>

#### Materijal

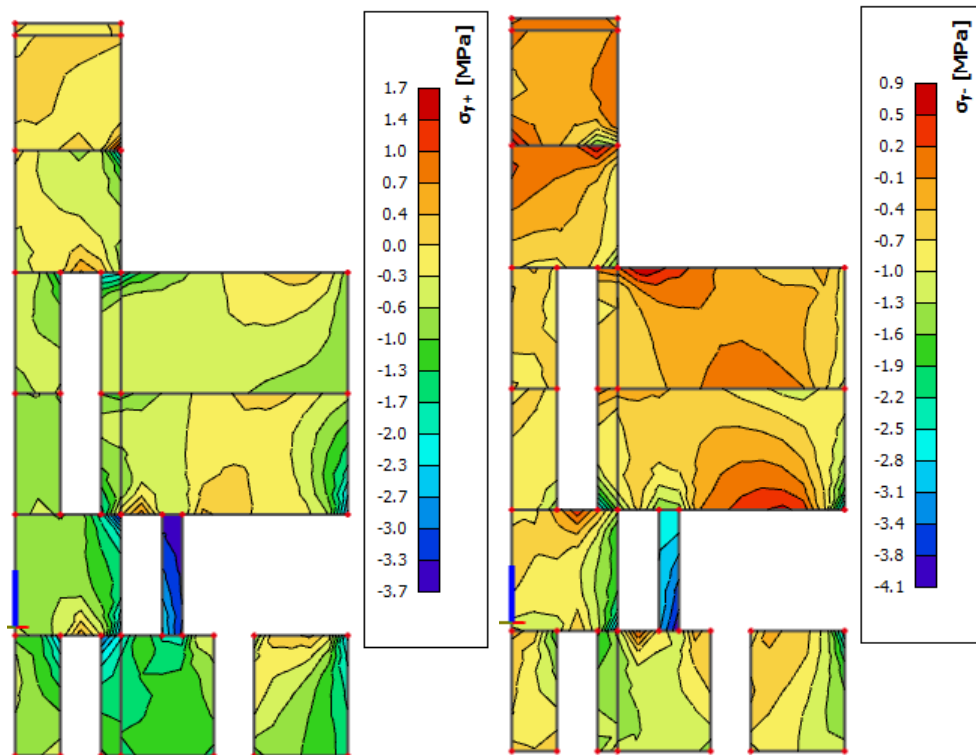
C25/30	f <sub>ck</sub>	25	Mpa
B500B	f <sub>y</sub>	500	MPa
γ <sub>c</sub> =1,50	γ <sub>s</sub> =1,15		
v=	0,54		
k=	1,18 (<2,0)		
ρ <sub>l</sub> =	84,9		
b <sub>w0</sub> =	20	cm	

ZID U OSI 5:

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

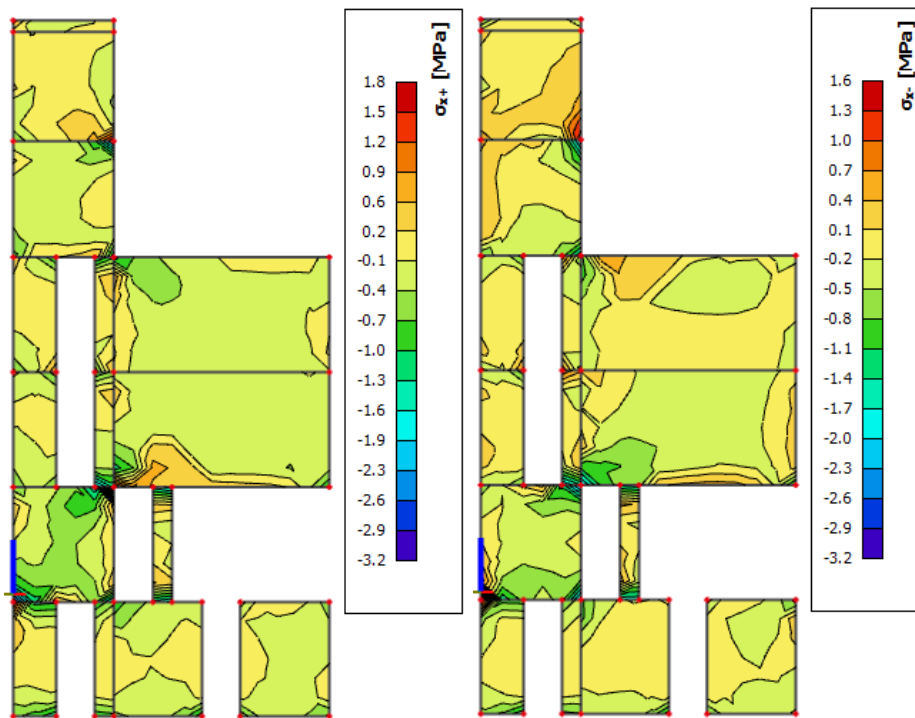


Slika 6.34. Naprezanja u x smjeru  
za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$



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

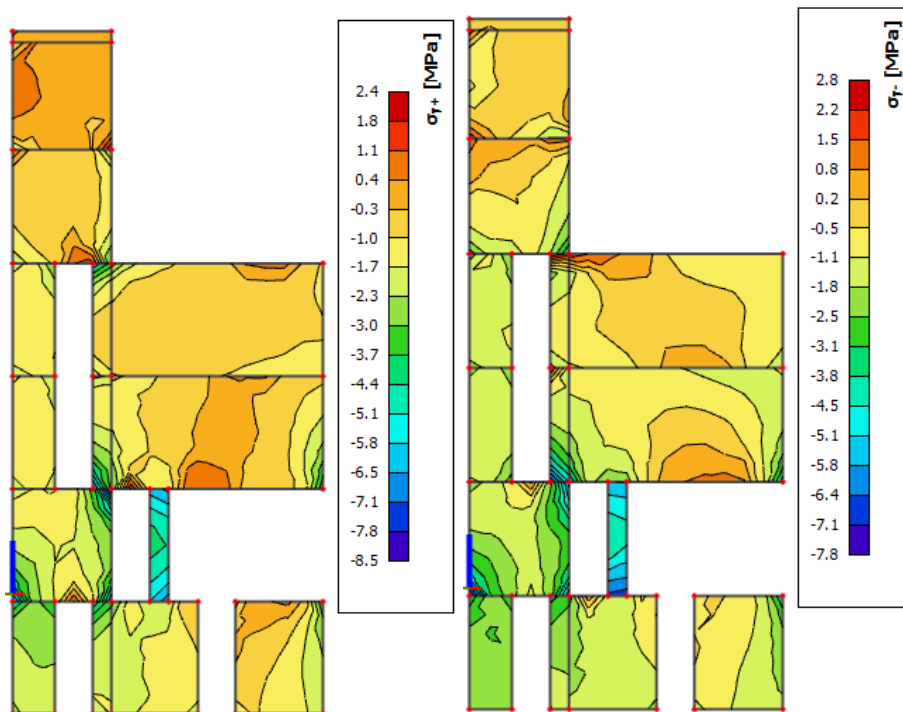
Naprezanja u zidu za anvelopu potresnih kombinacija (GSN\_Sx, GSN\_Sy)



Slika 6.36. Naprezanja u x smjeru

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

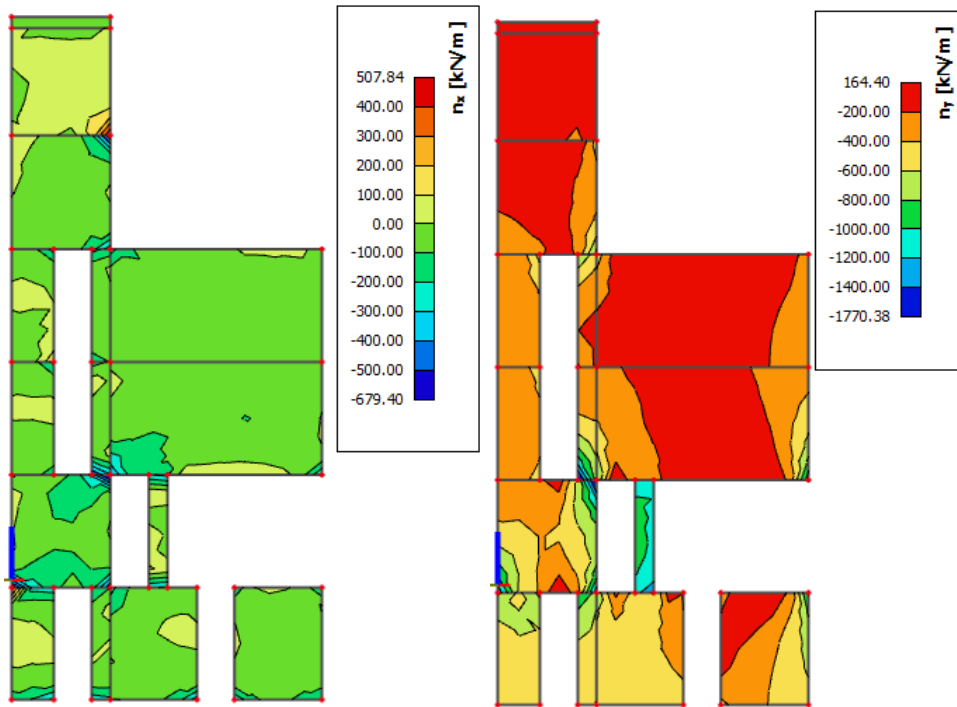
lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30;  $\sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$



Slika 6.37. Naprezanja u y smjeru

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

lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30;  $\sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$



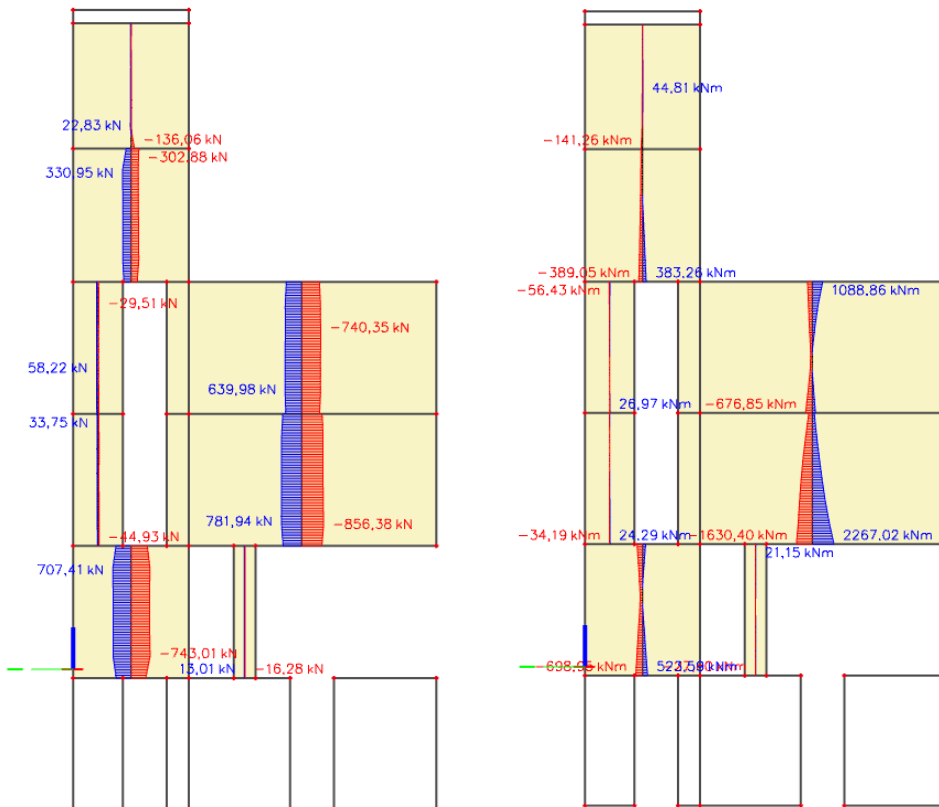
Slika 6.38. Prikaz uzdužnih sila  $n_x$  i  $n_y$  za anvelopu

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

$$\underline{1.15}$$

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

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



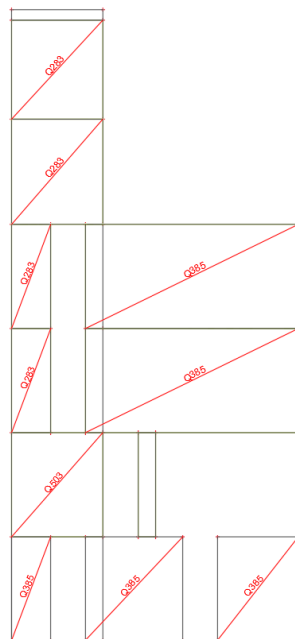
Slika 6.39. Prikaz  $M_{Ed,z}$  [kNm] i  $V_{Ed,y}$  [kN] za anvelopu

Kritična poprečna sila	$V_{sd,max}$	496,43	kN	
Pripadni moment	$M_{sd}$	389,05	kNm	
Slom kritične 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 Q283	5,66	cm <sup>2</sup> /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	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = [c_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$	556,45	kN	
Posmični smjer	$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{sd} \cdot l_w}$	0,27	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

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	$\gamma_c=1,50$	$\gamma_s=1,15$
d	262,5 cm		
$l_w$	285 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

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 <sup>2</sup> /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	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = [c_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$	674,04	kN	
Posmični smjer	$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{sd} \cdot l_w}$	0,22	kN	
za $\alpha_s < 2$	$V_{Rd,s} = b_{w0} \cdot (0.8 \cdot l_w) \cdot \rho_h \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$	997,25	kN	ne zadovoljava

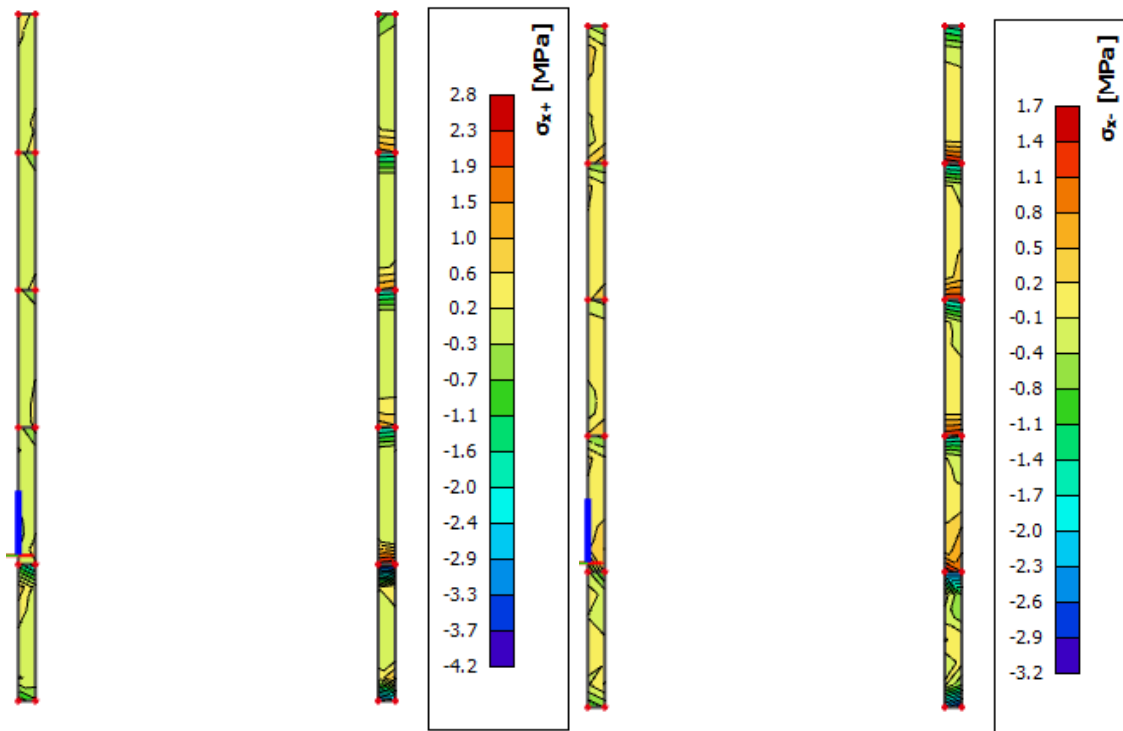
Poprečni presjek		Materijal	
b	25 cm	C25/30	$f_{ck}$ 25 Mpa
h	300 cm	B500B	$f_y$ 500 MPa
$d_1$ ( $d_2$ )	2,5 cm	$\gamma_c=1,50$	$\gamma_s=1,15$
d	262,5 cm		
$l_w$	285 cm	$v=$	0,54
$f_{cd}$	1,6667 kN/cm <sup>2</sup>	$k=$	1,28 (<2,0)
$f_{yd}$	43,478 kN/cm <sup>2</sup>	$\rho_l =$	120,72
		$b_{w0}=$	25 cm



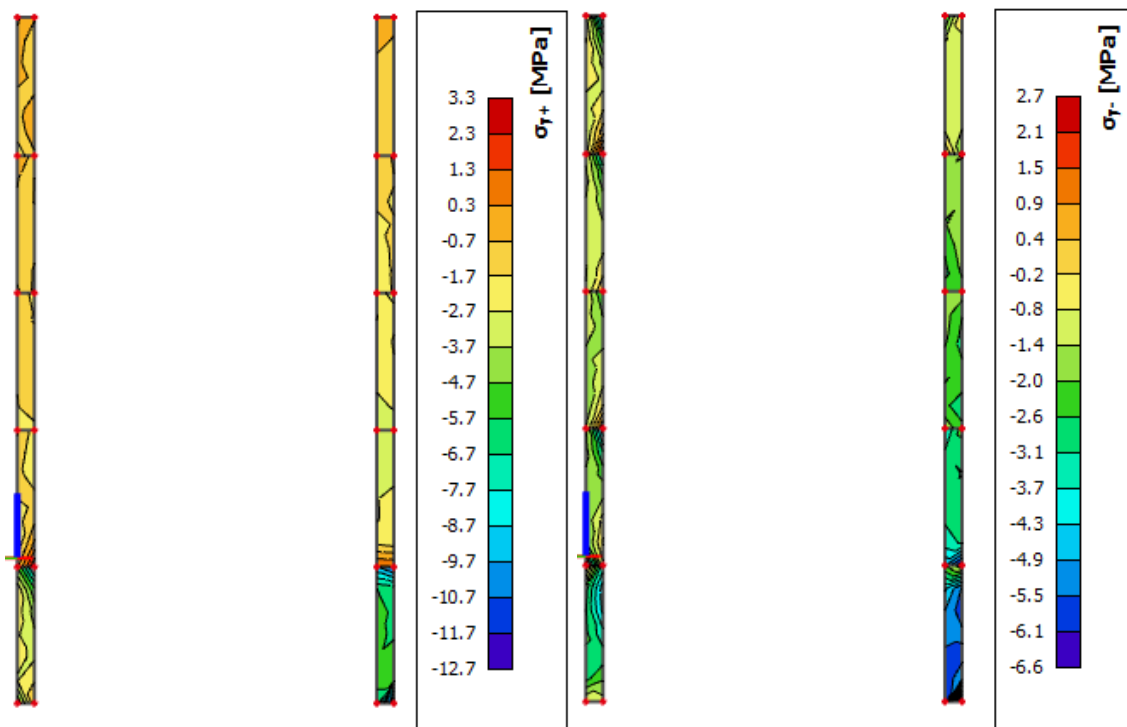
Slika 6.40. Shematski prikaz potrebne armature

ZID U OSI 6:

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

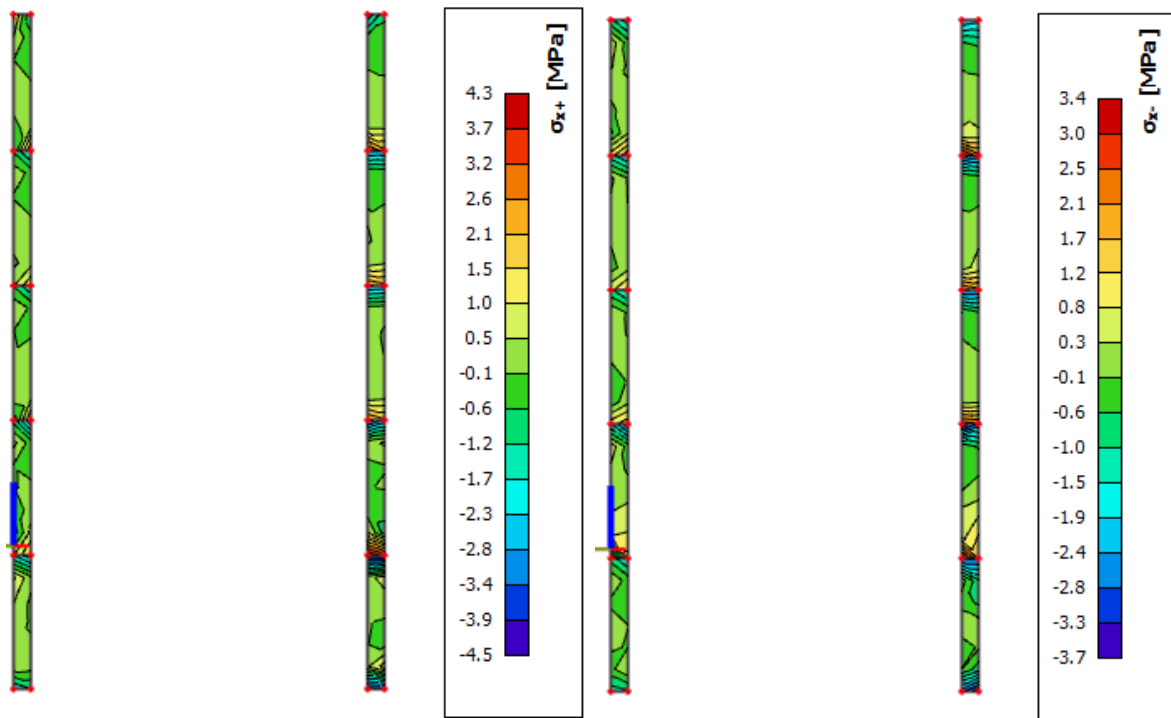


Slika 6.41. Naprezanja u x smjeru  
za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$



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

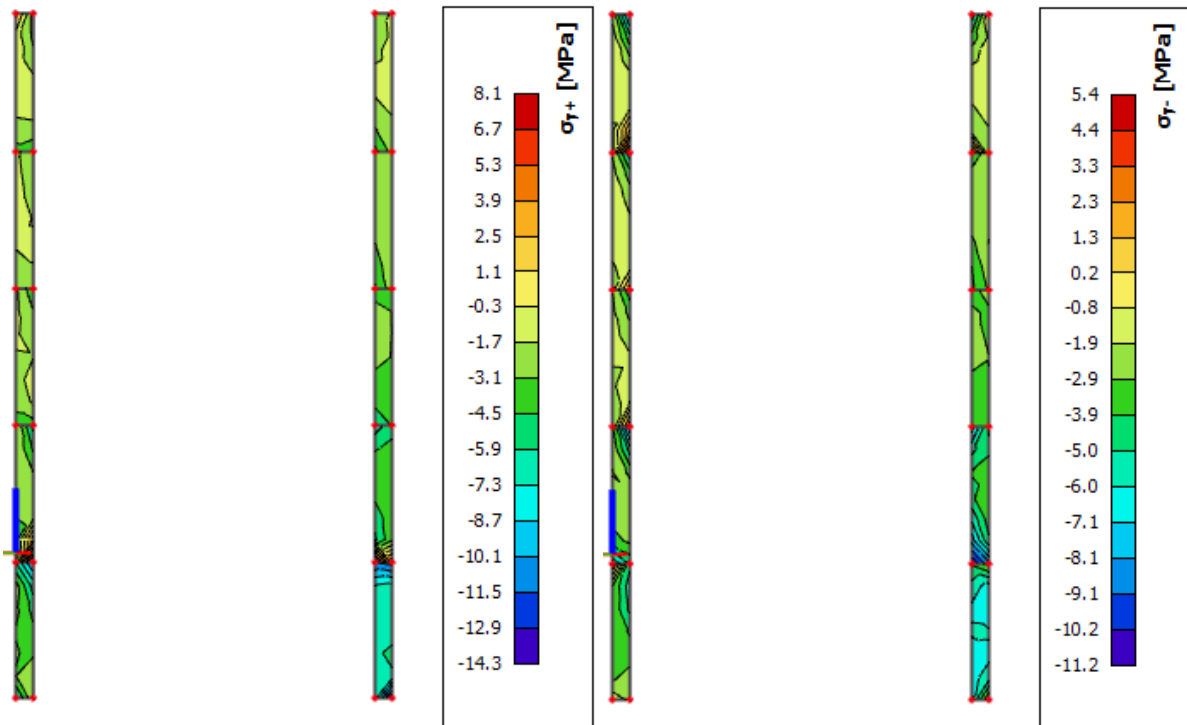
Naprezanja u zidu za anvelopu potresnih kombinacija (GSN\_Sx, GSN\_Sy)



Slika 6.43. Naprezanja u x smjeru

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

lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30;  $\sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$

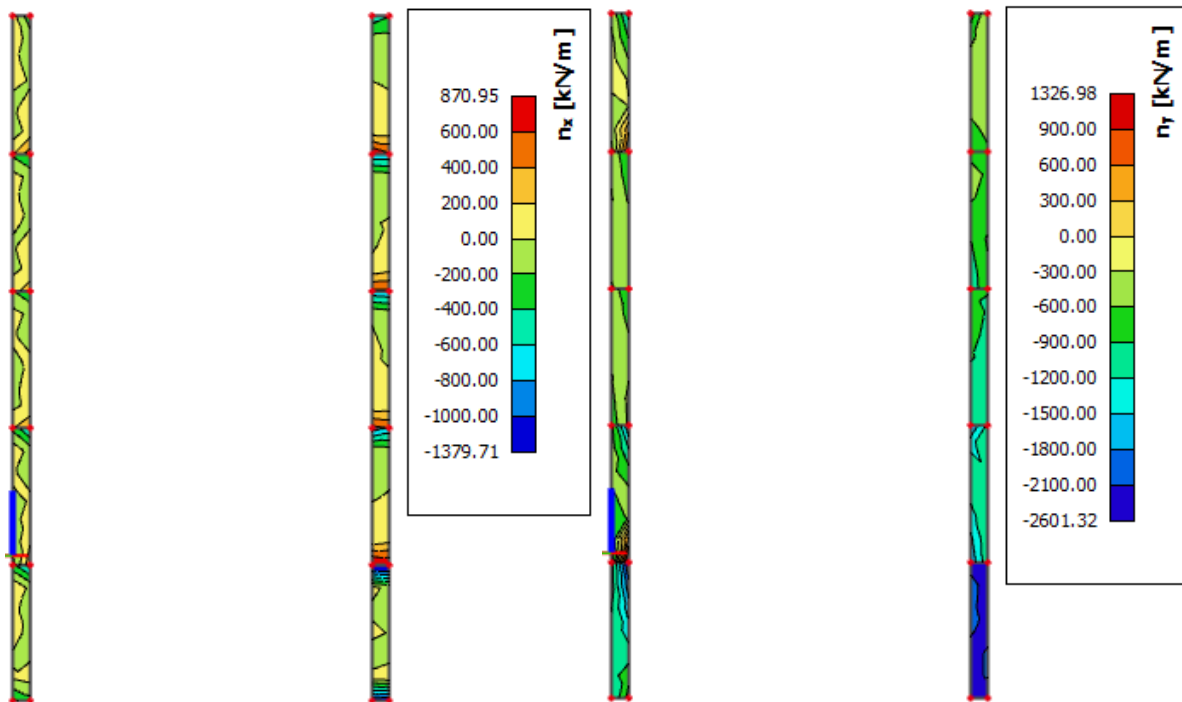


Slika 6.44. Naprezanja u y smjeru

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

lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30;  $\sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$

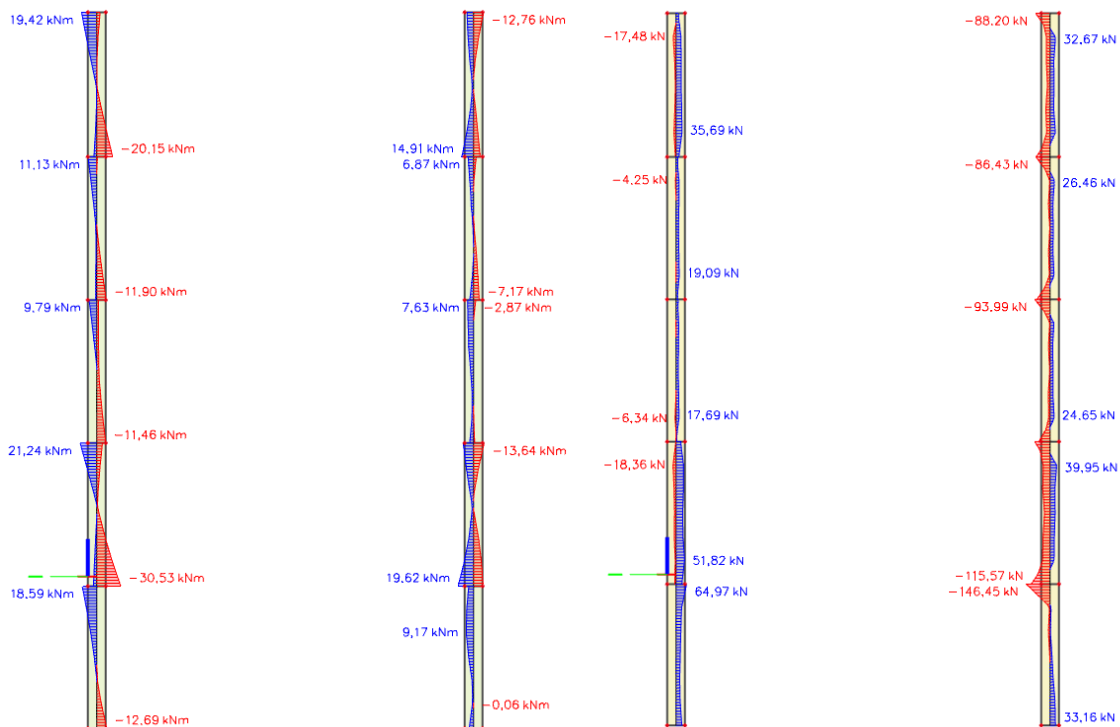




Slika 6.45. Prikaz uzdužnih sila  $n_x$  i  $n_y$  za anvelopu

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

Ugraditi spone  $\phi 8/20$



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	$V_{Rd,z} = 0,4 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot (0,8 \cdot d)$	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 3Ø14	9,24	cm <sup>2</sup> /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	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[ c_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$	655,20	kN	
Posmični smjer	$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{sd} \cdot l_w}$	0,03	kN	
za $\alpha_s < 2$	$V_{Rd,s} = b_{w0} \cdot (0,8 \cdot l_w) \cdot \rho_h \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$	915,97	kN	zadovoljava

**Poprečni presjek**

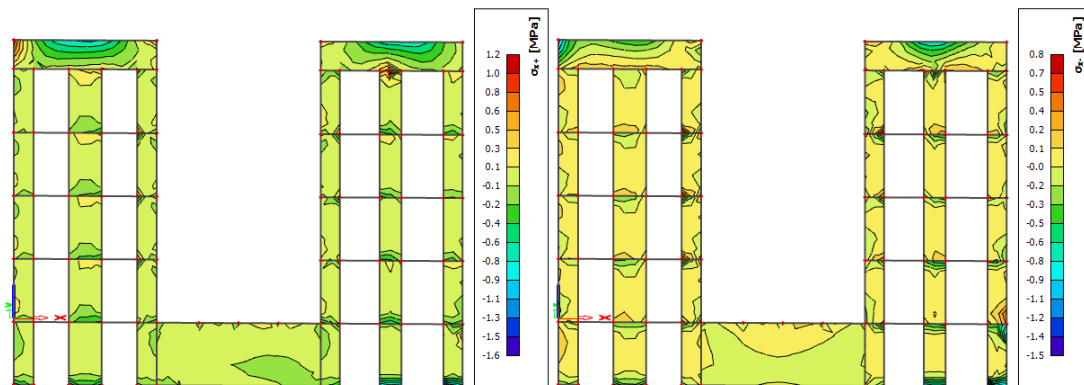
b	25	cm
h	300	cm
d <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )	2,5	cm
d	262,5	cm
l <sub>w</sub>	285	cm
f <sub>cd</sub>	1,6667	kN/cm <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub>	43,478	kN/cm <sup>2</sup>

**Materijal**

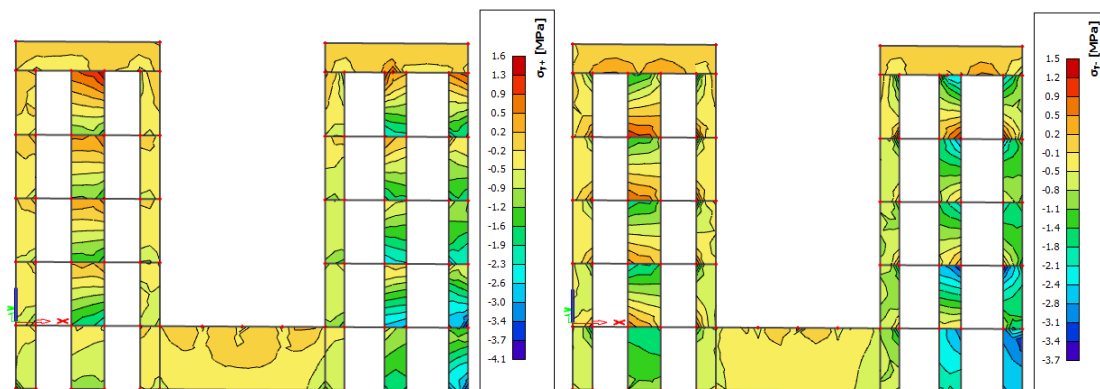
C25/30	f <sub>ck</sub>	25	Mpa
B500B	f <sub>y</sub>	500	MPa
	γ <sub>c</sub>	1,50	
	γ <sub>s</sub>	1,15	
	v	0,54	
	k	1,28 (<2,0)	
	ρ <sub>l</sub>	110,88	
	b <sub>w0</sub>	25	cm

ZID U OSI A:

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

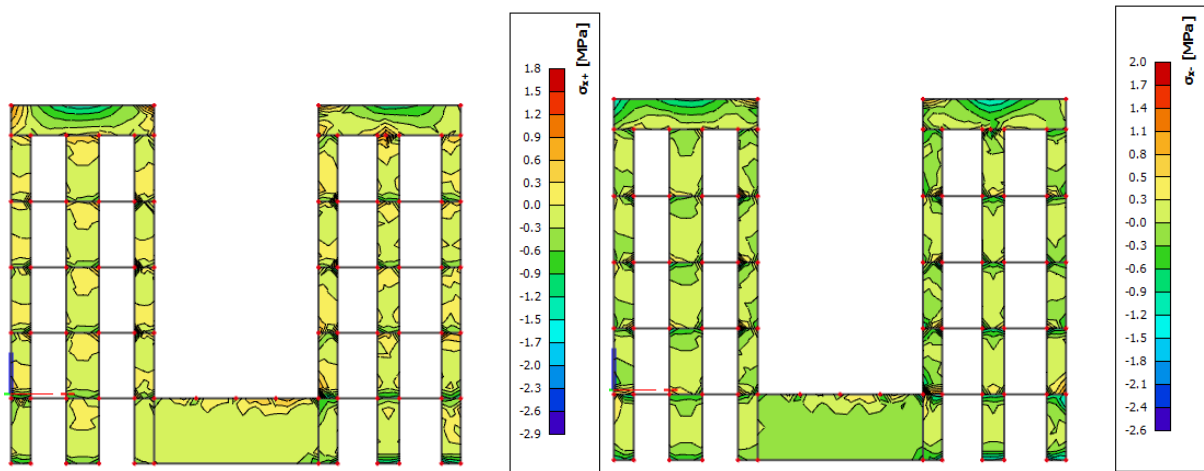


Slika 6.47. Naprezanja u x smjeru  
za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$



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

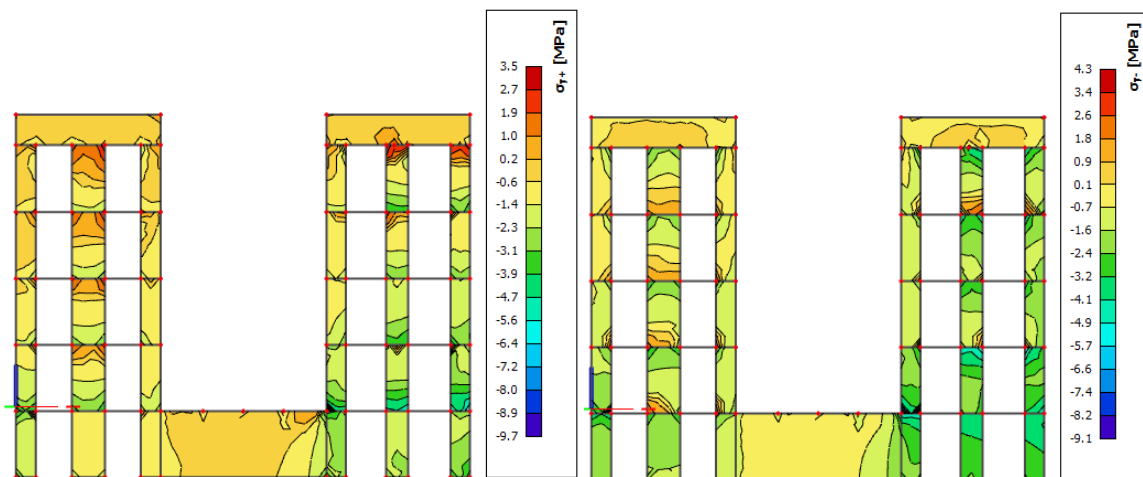
Naprezanja u zidu za anvelopu potresnih kombinacija (GSN\_Sx, GSN\_Sy)



Slika 6.49. Naprezanja u x smjeru

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

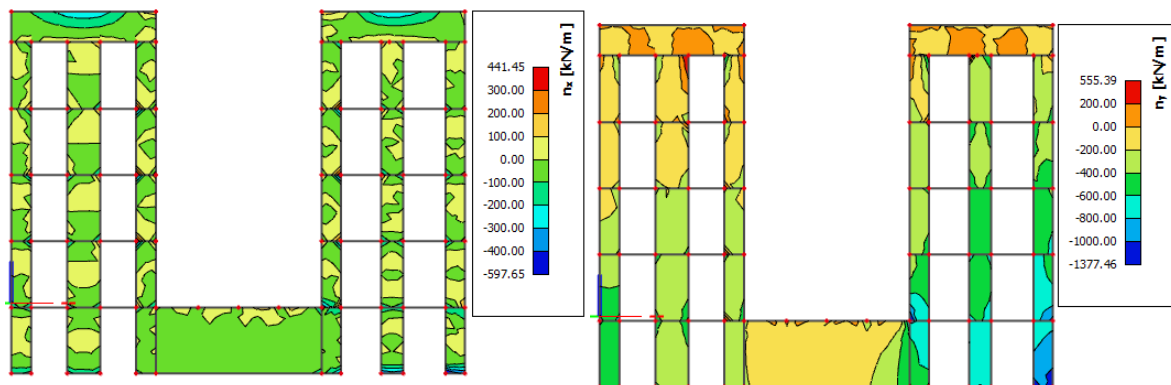
lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30;  $\sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$



Slika 6.50. Naprezanja u y smjeru

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

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 nx i ny za anvelopu

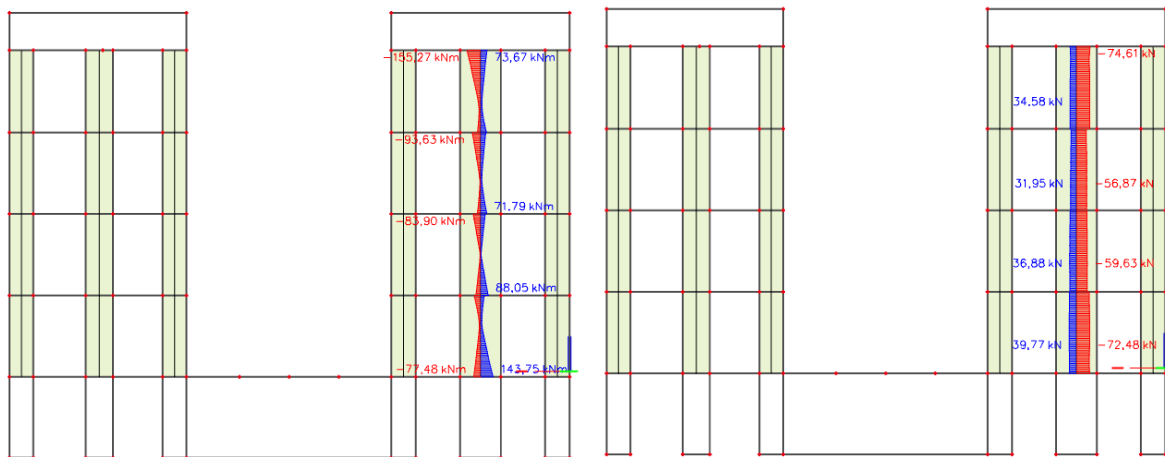
$$200 \frac{kN}{m} < n_{Ed} < 555 \frac{kN}{m} \rightarrow A_c = \left( \frac{555}{50} \right) / 2$$

$$= 6,4 \text{ cm}^2/m, \text{ lokalno, obostrano } \emptyset 12/15 \text{ cm}$$

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

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

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



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

Kritična poprečna sila	$V_{sd,max}$	108,72	kN
Pripadni moment	$M_{sd}$	143,75	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 Q283	5,66	cm <sup>2</sup> /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	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[ c_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$	556,45	kN
Posmični smjer	$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{sd} \cdot l_w}$	0,88	kN
za $\alpha_s < 2$	$V_{Rd,s} = b_{w0} \cdot (0.8 \cdot l_w) \cdot \rho_h \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$	295,30	kN zadovoljava

#### Poprečni presjek

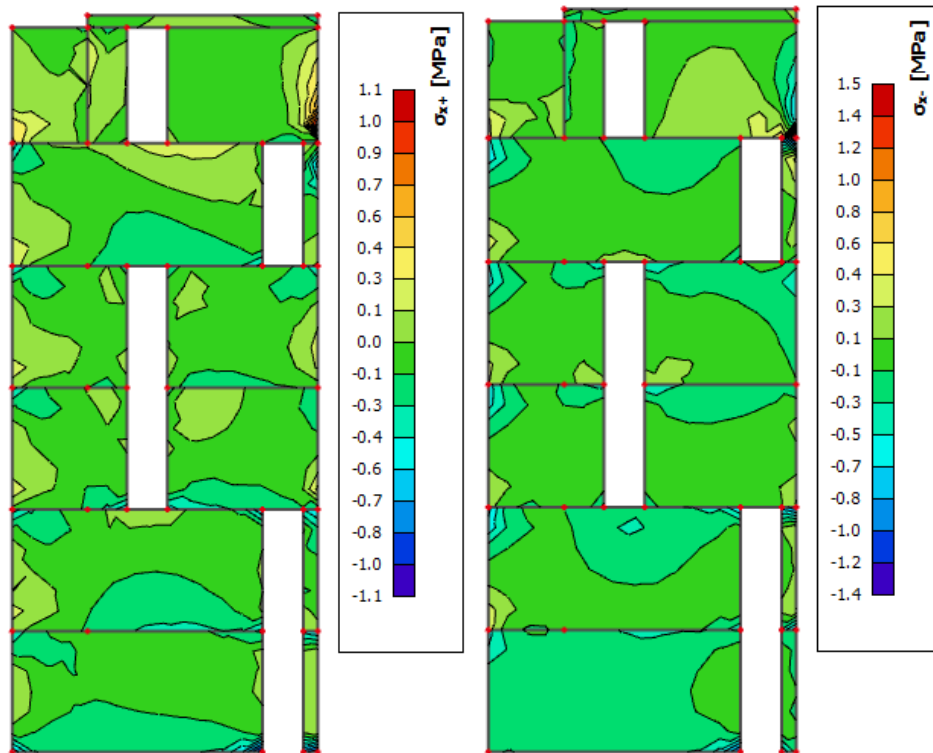
b	25	cm
h	300	cm
d <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )	2,5	cm
d	262,5	cm
l <sub>w</sub>	150	cm
f <sub>cd</sub>	1,6667	kN/cm <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub>	43,478	kN/cm <sup>2</sup>

#### Materijal

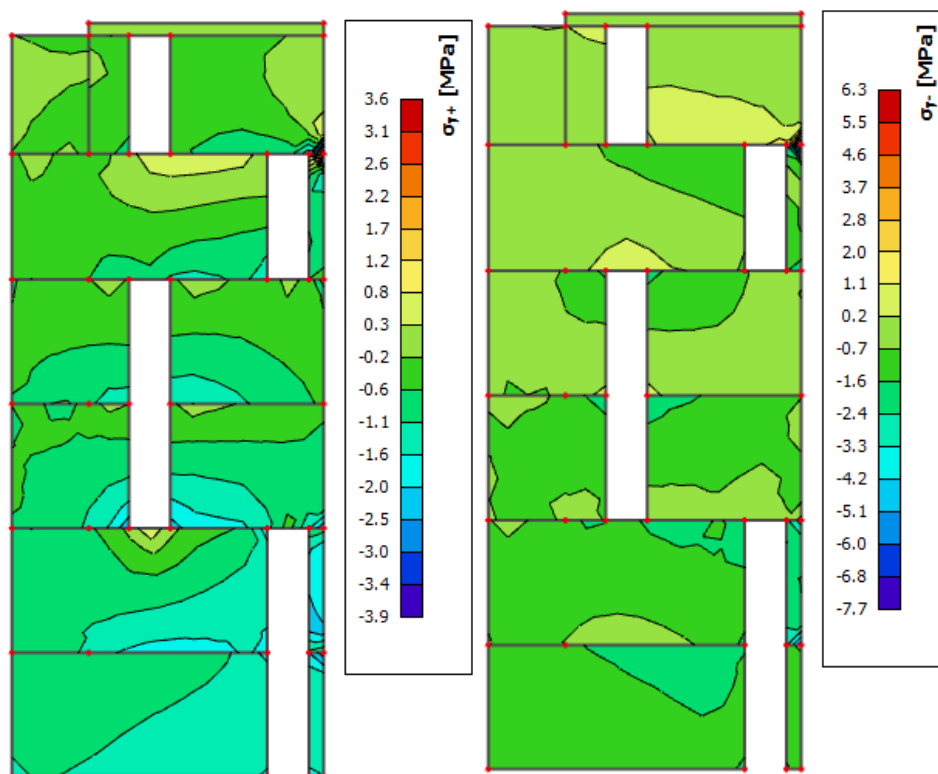
C25/30	f <sub>ck</sub>	25	Mpa
B500B	f <sub>y</sub>	500	MPa
	$\gamma_c$	1,50	
	$\gamma_s$	1,15	
	v	0,54	
	k	1,28 (<2,0)	
	$\rho_l$	67,92	
	b <sub>w0</sub>	25	cm

ZID U OSI B:

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

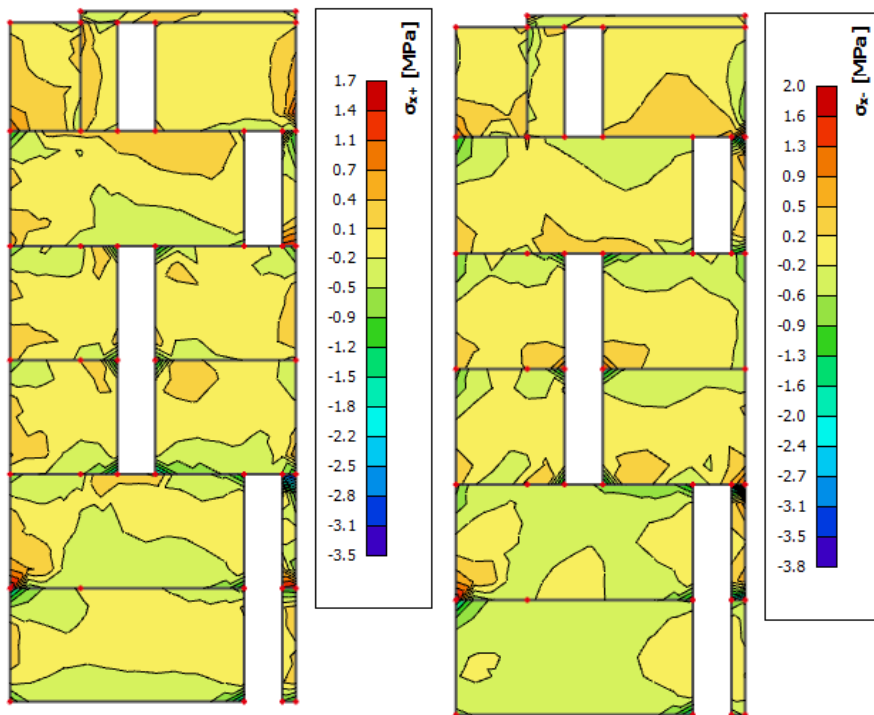


Slika 6.53. Napreznja u x smjeru  
za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$



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

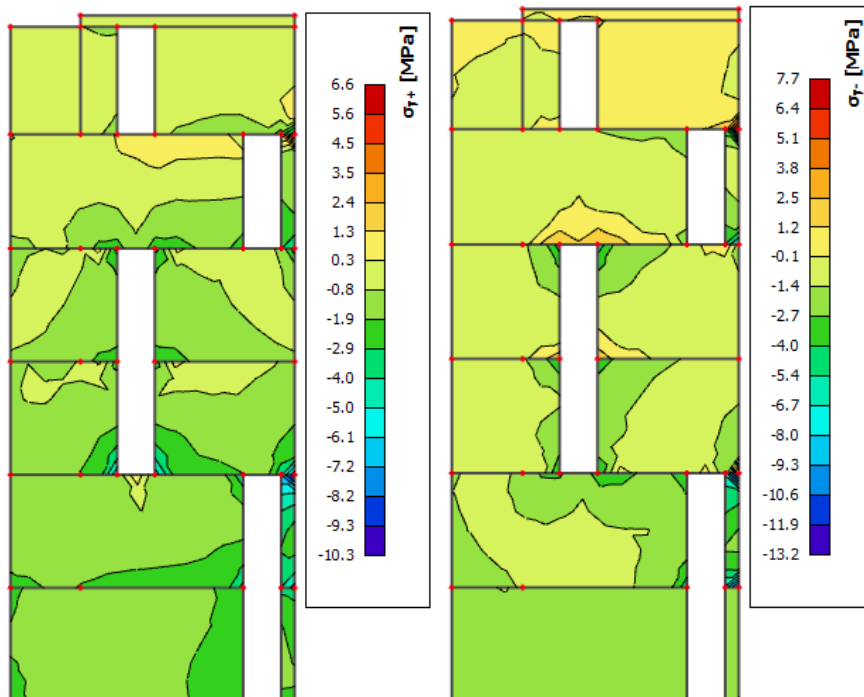
Naprezanja u zidu za anvelopu potresnih kombinacija (GSN\_Sx, GSN\_Sy)



Slika 6.55. Naprezanja u x smjeru

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

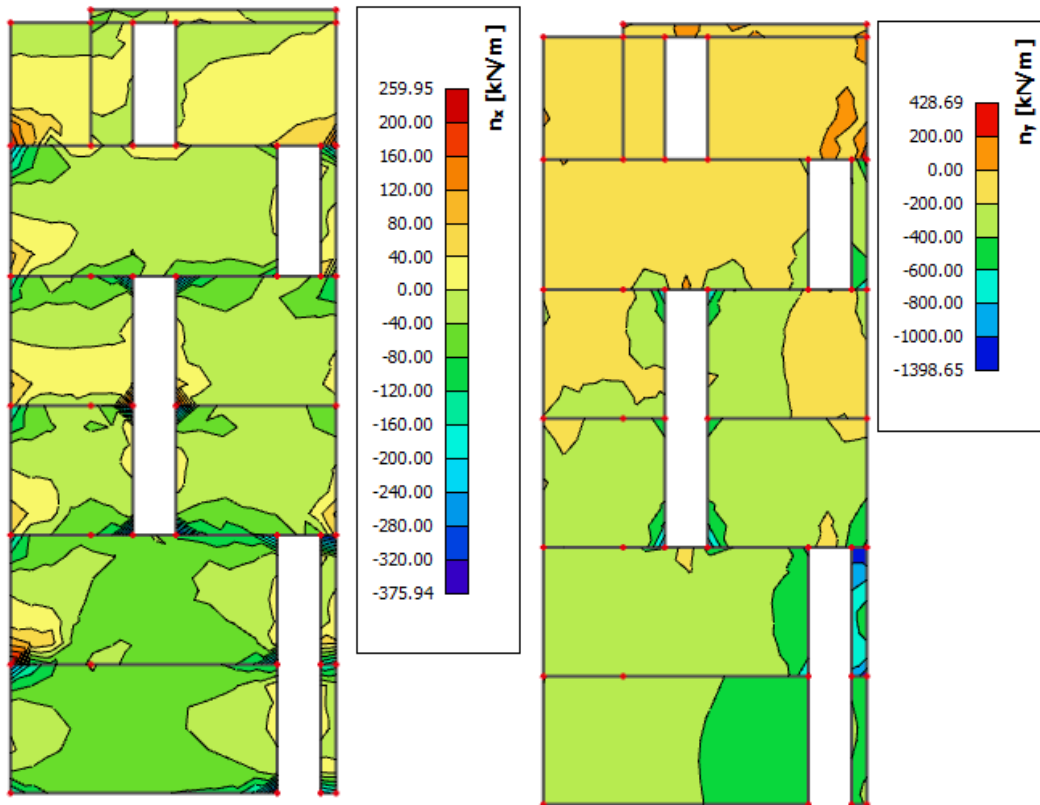
lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30;  $\sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$



Slika 6.56. Naprezanja u y smjeru

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

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

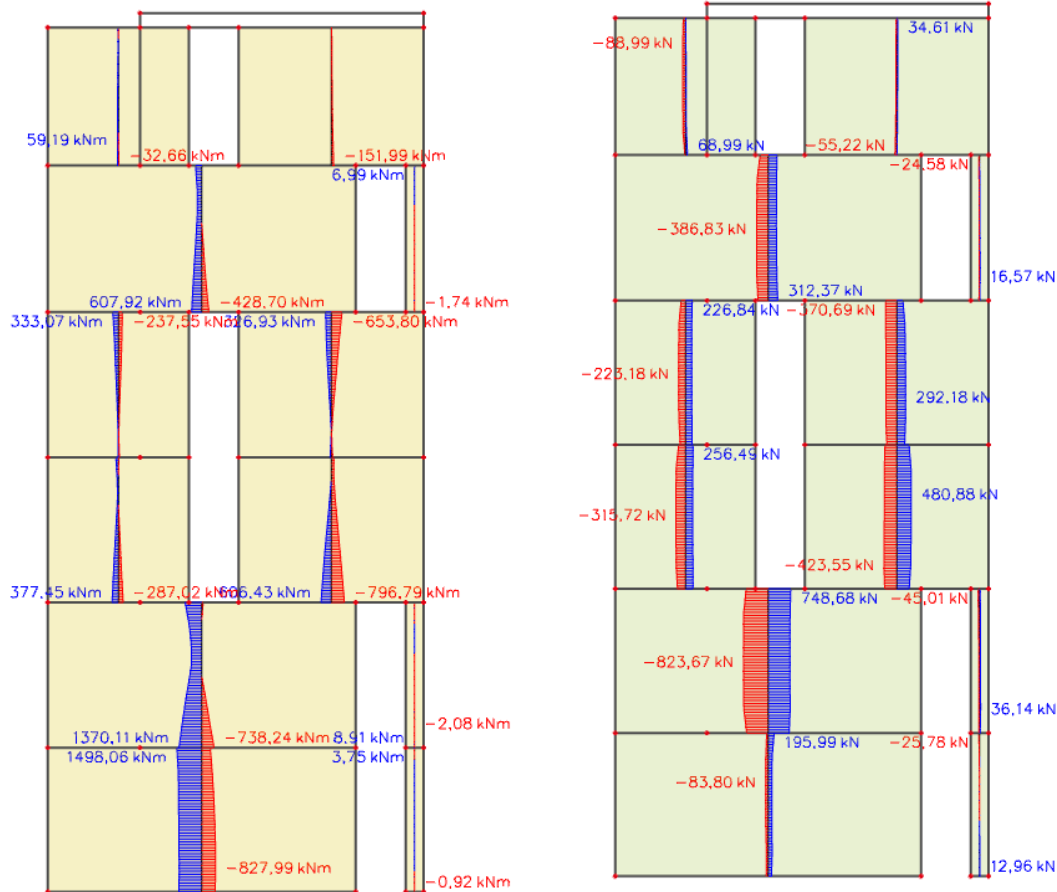
$$200 \frac{kN}{m} < n_{Ed} < 430 \frac{kN}{m} \rightarrow A_c = \left( \frac{430}{50} \right) / 2$$

$$= 4,95 \text{ cm}^2 / m, \text{ lokalno, obostrano } \emptyset 12 / 20 \text{ cm}$$

$$n_{Ed} < 200 \frac{kN}{m} \rightarrow A_c = \left( \frac{200}{50} \right) / 2 = 2,3 \text{ cm}^2 / m, \text{ obostrano } Q283$$

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

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



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

Kritična poprečna sila	$V_{Sd,max}$	1235,51	kN
Pripadni moment	$M_{Sd}$	1370,11	kNm
Slom kritične tlačne dijagonale u kritičnom području	$V_{Rdz} = 0,4 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot (0,8 \cdot d)$	1512	kN zadovoljava
Minimalni koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_{h,min}$	0,002	
Minimalni koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_{v,min}$	0,001	
Odobrana armatura mreža	obostrano Q385	7,7	cm <sup>2</sup> /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	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[ c_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$	531,34	kN
Posmični smjer	$\alpha_s = \frac{M_{Sd}}{V_{Sd} \cdot l_w}$	0,18	kN
za $\alpha_s < 2$	$V_{Rd,s} = b_{w0} \cdot (0,8 \cdot l_w) \cdot \rho_h \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$	1651,68	kN zadovoljava

#### Poprečni presjek

b	20	cm
h	300	cm
d <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )	2,5	cm
d	262,5	cm
l <sub>w</sub>	616,7	cm
f <sub>cd</sub>	1,6667	kN/cm <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub>	43,478	kN/cm <sup>2</sup>

#### Materijal

C25/30	f <sub>ck</sub>	25	Mpa
B500B	f <sub>y</sub>	500	MPa
	v <sub>c</sub>	1,50	
	v <sub>s</sub>	1,15	
	v	0,54	
	k	1,28 (<2,0)	
	ρ <sub>l</sub>	115,5	
	b <sub>w0</sub>	20	cm



Kritična poprečna sila	$V_{sd,max}$	721,32	kN	
Pripadni 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	zadovoljava
Minimalni koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_{h,min}$	0,002		
Minimalni koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_{v,min}$	0,001		
Odobrana armatura mreža	obostrano Q283	5,66	cm <sup>2</sup> /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	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[ c_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$	479,53	kN	
Posmični smjer	$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{sd} \cdot l_w}$	0,30	kN	
za $\alpha_s < 2$	$V_{Rd,s} = b_{w0} \cdot (0,8 \cdot l_w) \cdot \rho_h \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$	728,42	kN	zadovoljava

#### Poprečni presjek

b	20	cm
h	300	cm
d <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )	2,5	cm
d	262,5	cm
l <sub>w</sub>	370	cm
f <sub>cd</sub>	1,6667	kN/cm <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub>	43,478	kN/cm <sup>2</sup>

#### Materijal

C25/30	f <sub>ck</sub>	25	Mpa
B500B	f <sub>y</sub>	500	MPa
	v <sub>c</sub> =1,50		v <sub>s</sub> =1,15
	v=	0,54	
	k=	1,28 (<2,0)	
	ρ <sub>l</sub> =	84,9	
	b <sub>w0</sub> =	20	cm

Kritična poprečna sila	$V_{sd,max}$	473,58	kN	
Pripadni 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	zadovoljava
Minimalni koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_{h,min}$	0,002		
Minimalni koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_{v,min}$	0,001		
Odobrana armatura mreža	obostrano Q283	5,66	cm <sup>2</sup> /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	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[ c_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$	479,53	kN	
Posmični smjer	$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{sd} \cdot l_w}$	0,28	kN	
za $\alpha_s < 2$	$V_{Rd,s} = b_{w0} \cdot (0,8 \cdot l_w) \cdot \rho_h \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$	556,16	kN	zadovoljava

#### Poprečni presjek

b	20	cm
h	300	cm
d <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )	2,5	cm
d	262,5	cm
l <sub>w</sub>	282,5	cm
f <sub>cd</sub>	1,6667	kN/cm <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub>	43,478	kN/cm <sup>2</sup>

#### Materijal

C25/30	f <sub>ck</sub>	25	Mpa
B500B	f <sub>y</sub>	500	MPa
	v <sub>c</sub> =1,50		v <sub>s</sub> =1,15
	v=	0,54	
	k=	1,28 (<2,0)	
	ρ <sub>l</sub> =	84,9	
	b <sub>w0</sub> =	20	cm

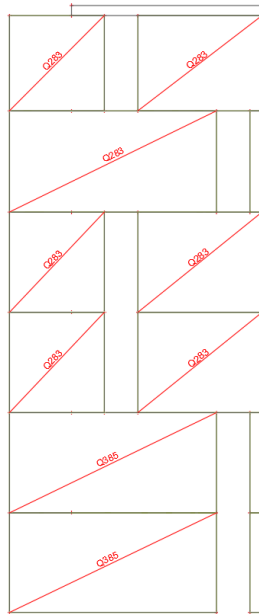
Kritična poprečna sila	$V_{sd,max}$	580,25	kN	
Pripadni moment	$M_{sd}$	607,92	kNm	
Slom kritične tlačne dijagonale u kritičnom području	$V_{Rd2} = 0,4 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot (0,8 \cdot d)$	1512	kN	zadovoljava
Minimalni koeficijent armiranja hrpta poprečno	$\rho_{h,min}$	0,002		
Minimalni koeficijent armiranja hrpta uzdužno	$\rho_{v,min}$	0,001		
Odobrana armatura mreža	obostrano Q283	5,66	cm <sup>2</sup> /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	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[ c_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$	479,53	kN	
Posmični smjer	$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{sd} \cdot l_w}$	0,17	kN	
za $\alpha_s < 2$	$V_{Rd,s} = b_{w0} \cdot (0,8 \cdot l_w) \cdot \rho_h \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$	1214,09	kN	zadovoljava

#### Poprečni presjek

b	20	cm
h	300	cm
d <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )	2,5	cm
d	262,5	cm
l <sub>w</sub>	616,7	cm
f <sub>cd</sub>	1,6667	kN/cm <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub>	43,478	kN/cm <sup>2</sup>

#### Materijal

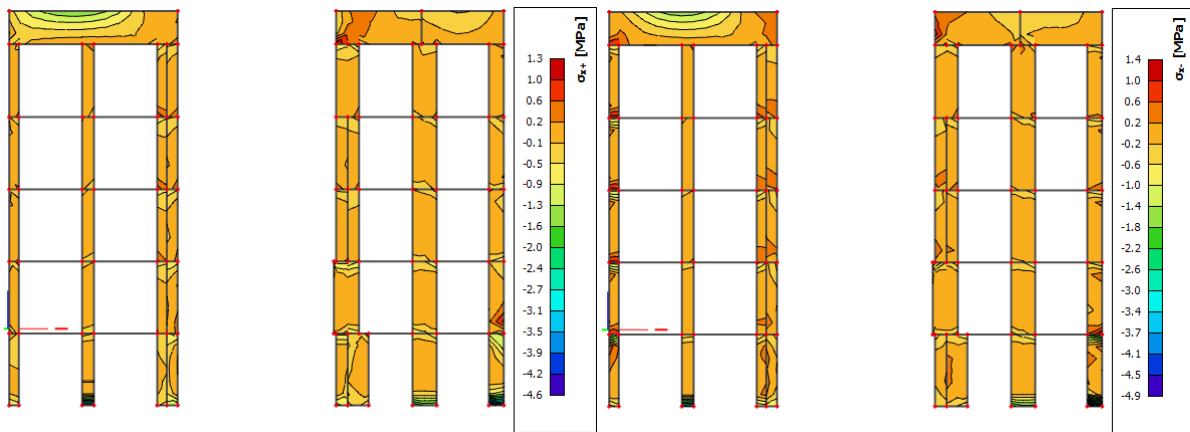
C25/30	f <sub>ck</sub>	25	Mpa
B500B	f <sub>y</sub>	500	MPa
	v <sub>c</sub> =1,50		v <sub>s</sub> =1,15
	v=	0,54	
	k=	1,28 (<2,0)	
	ρ <sub>l</sub> =	84,9	
	b <sub>w0</sub> =	20	cm



Slika 6.59. Shematski prikaz potrebne armature

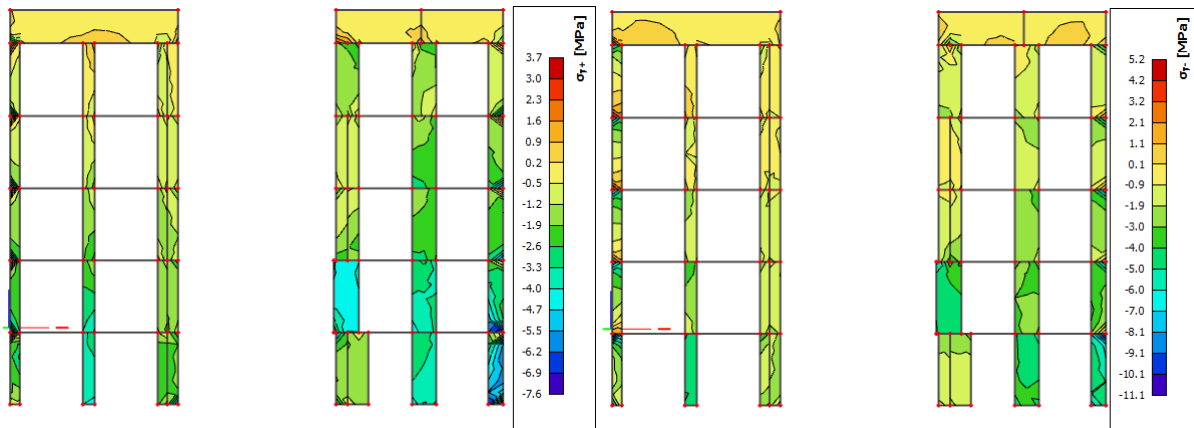
ZID U OSI C:

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



Slika 6.60. Napreznja u x smjeru

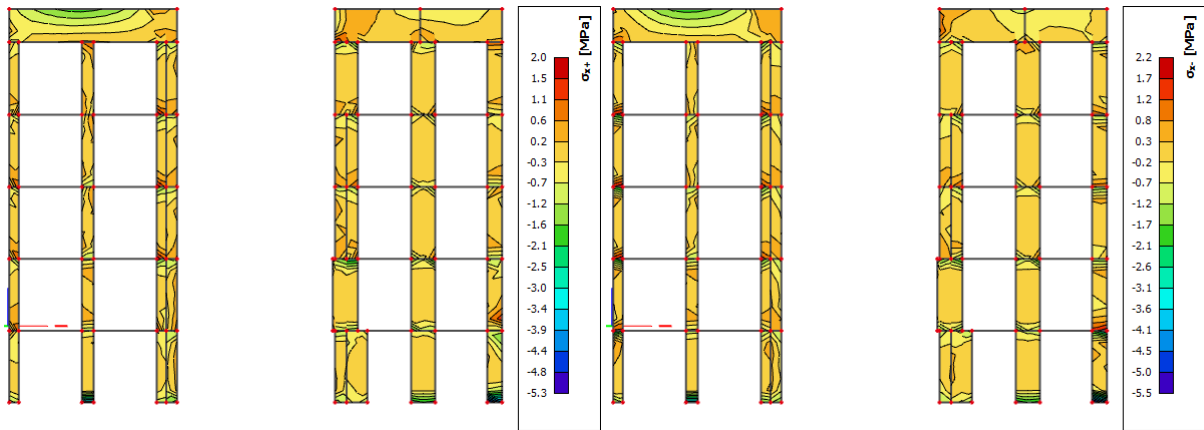
za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$



Slika 6.61. Napreznja u y smjeru

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

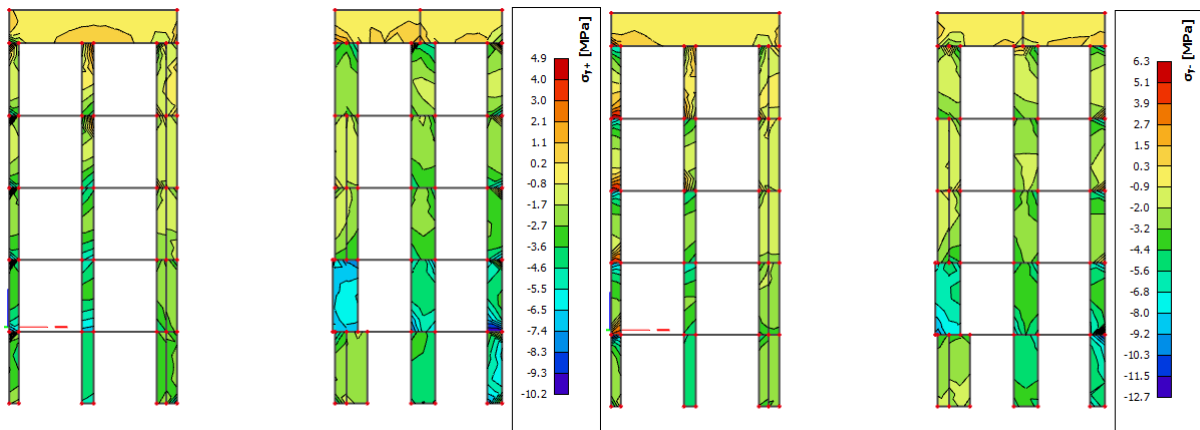
Naprezanja u zidu za anvelopu potresnih kombinacija (GSN\_Sx, GSN\_Sy)



Slika 6.62. Naprezanja u x smjeru

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

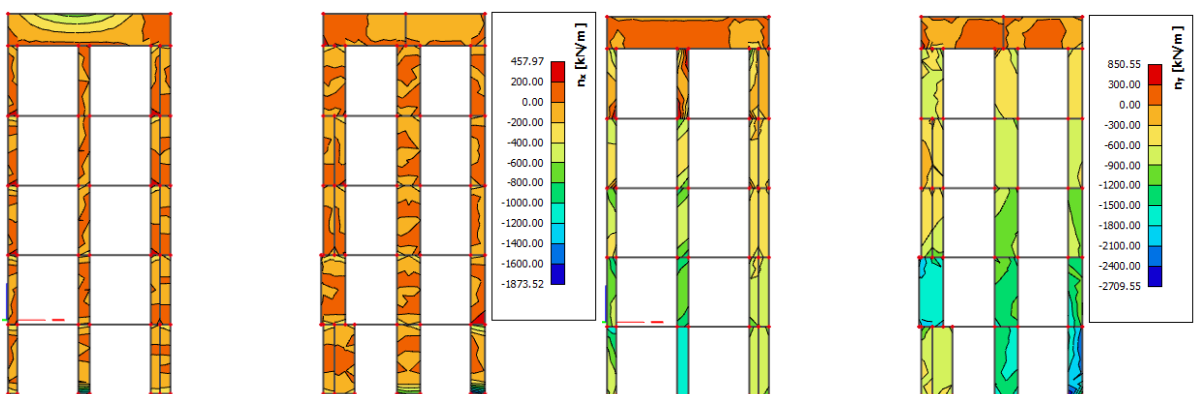
lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30;  $\sigma_{c,lok.} \leq \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$



Slika 6.63. Naprezanja u y smjeru

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

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 nx i ny za anvelopu

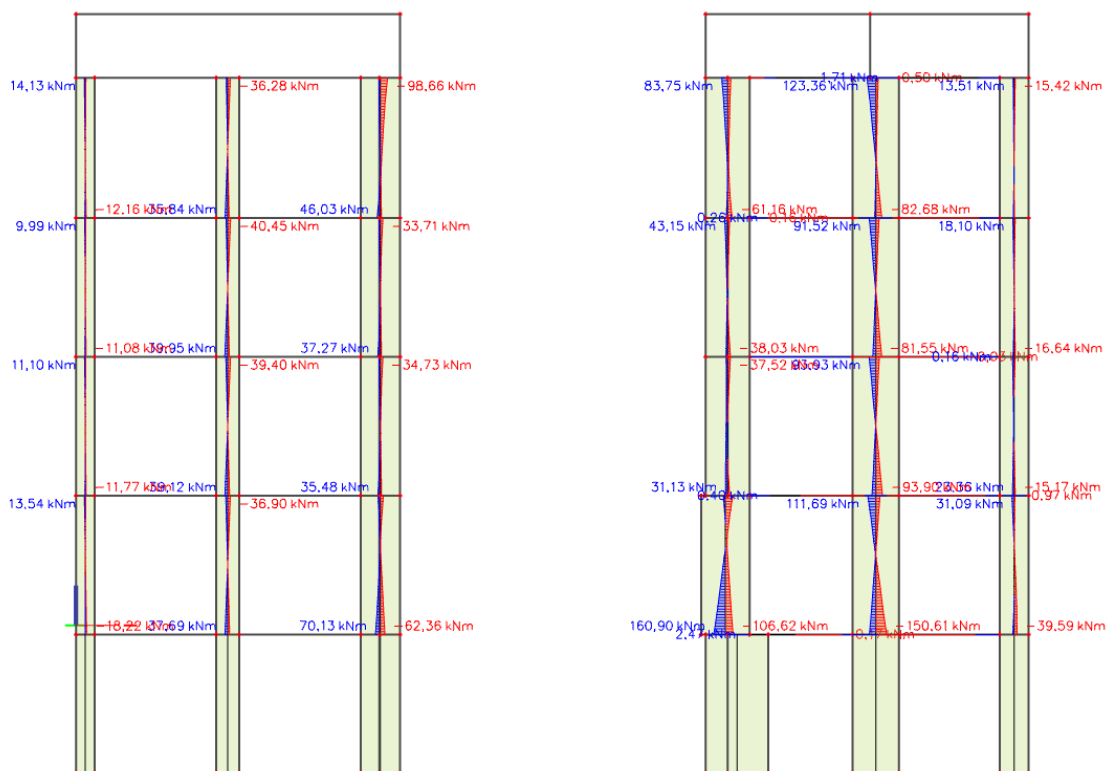
$$300 \frac{kN}{m} < n_{Ed} < 850,55 \frac{kN}{m} \rightarrow A_c = \left( \frac{850,55}{50} \right) / 2 = \frac{8,5055}{1,15} = 9,78 \text{ cm}^2/m, \text{ lokalno, obostrano } 5\phi 16$$

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

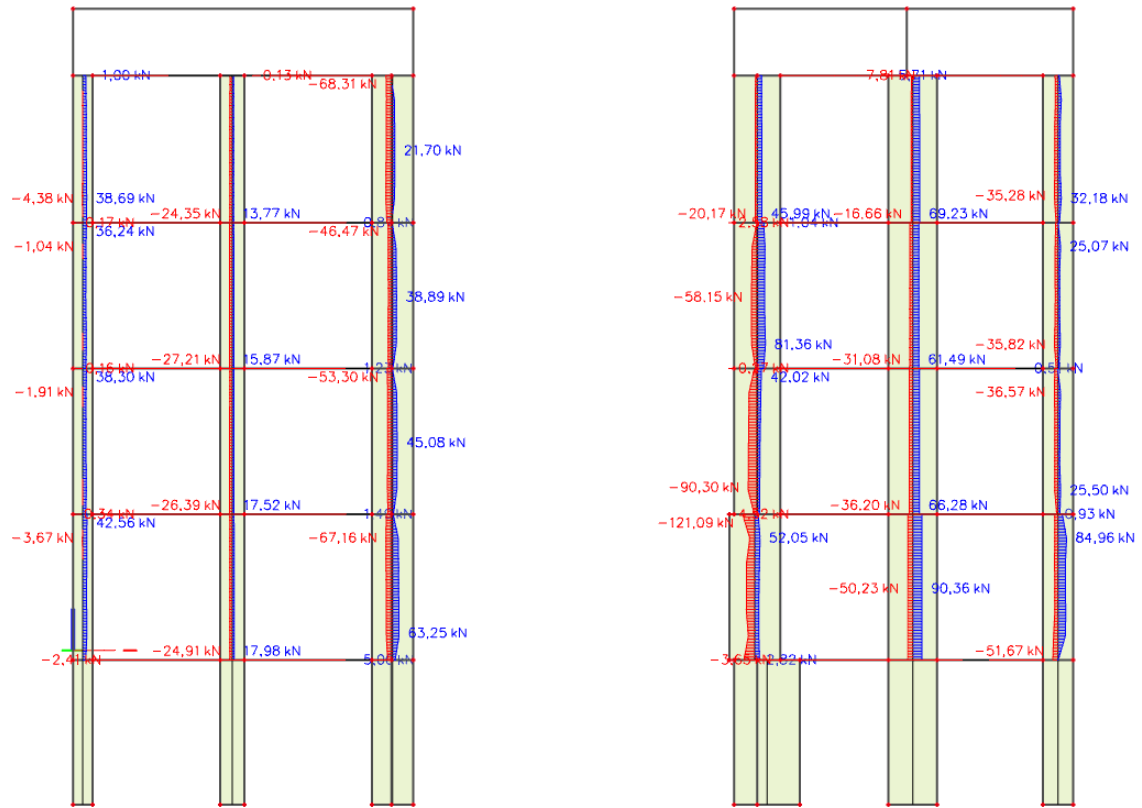
$$n_{Ed} < 200 \frac{kN}{m} \rightarrow A_c = \left( \frac{200}{50} \right) / 2 = 2,3 \text{ cm}^2/m, \text{ obostrano } Q283$$

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

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



Slika 6.65. Prikaz  $M_{Ed,z}$  [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 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 Q283	5,66	cm <sup>2</sup> /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	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[ c_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$	556,45	kN
Posmični smjer	$\alpha_s = \frac{M_{Sd}}{V_{Sd-lw}}$	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

#### Poprečni presjek

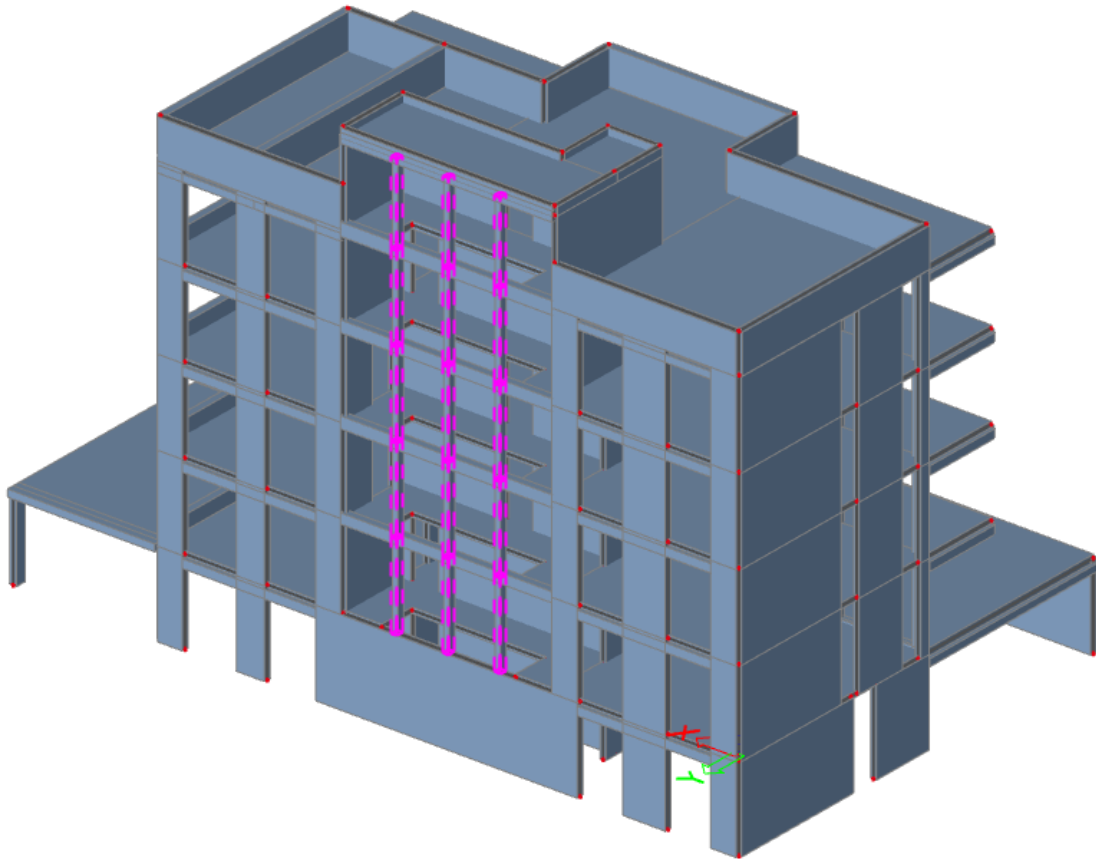
b	25	cm
h	300	cm
d <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )	2,5	cm
d	262,5	cm
l <sub>w</sub>	105	cm
f <sub>cd</sub>	1,6667	kN/cm <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub>	43,478	kN/cm <sup>2</sup>

#### Materijal

C25/30	f <sub>ck</sub>	25	Mpa
B500B	f <sub>y</sub>	500	MPa
v <sub>c</sub> =1,50	v <sub>s</sub> =1,15		
v=	0,54		
k=	1,28 (<2,0)		
ρ <sub>l</sub> =	67,92		
b <sub>w0</sub> =	25	cm	

## 6.2. Stupovi

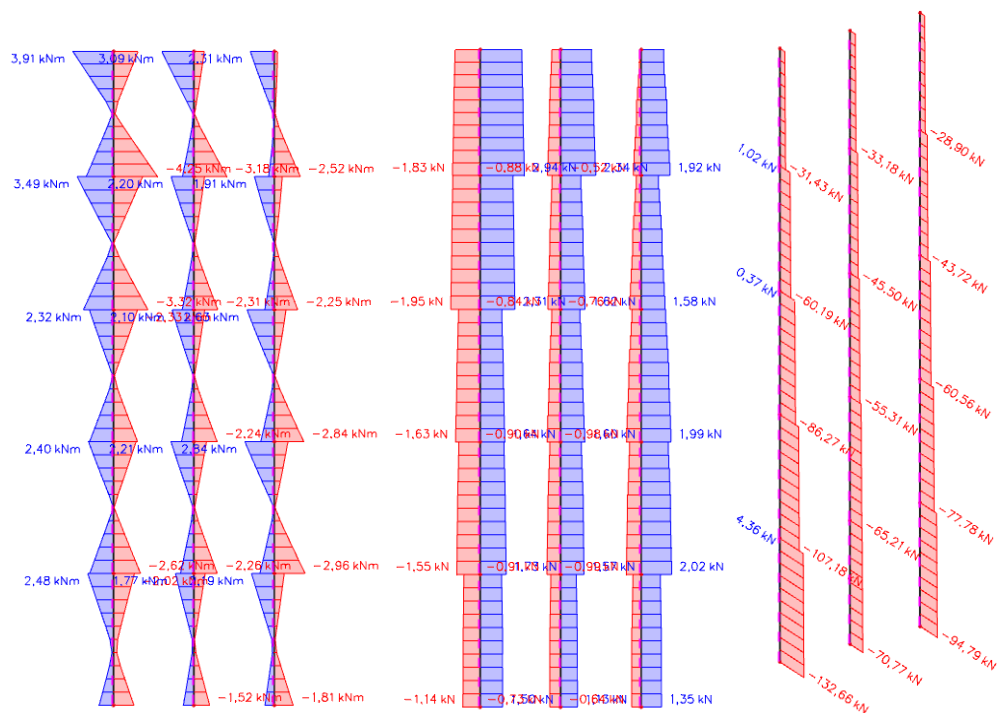
Proračun stupova napravljen je na temelju prostornog modela predmetne građevine u numeričkom programu „Scia Engineer 20.0“. Stupovi su napravljeni kao štapni elementi. Prikaz položaja stupova prikazan je u nastavku.



*Slika 6.67. Renderirani prikaz stupova i njihovih pozicija u zgradi*

Dimenzije 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:

$$A_{sw,min} = 0,0011 \cdot 20 \cdot 25 = 0,55 \text{ cm}^2/m'$$

Odabrana armatura: **Ø10/15 cm**

**Maksimalni ekscentricitet:**

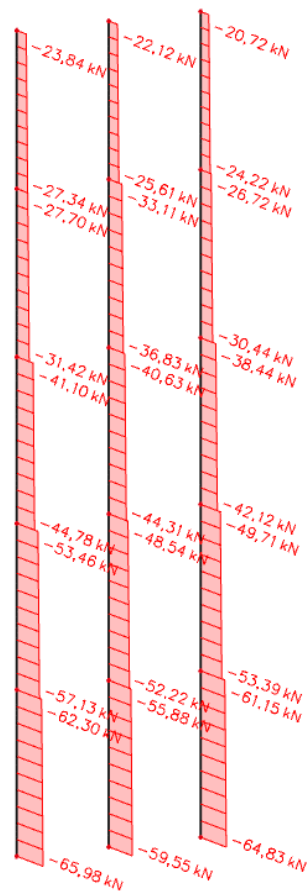
$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{1,99 \cdot 100}{132,66} = 1,5 \text{ cm} < \frac{b}{6} = \frac{20}{6} = 3,33 \text{ cm}$$

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:

$$\sigma_c \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 0,45 \cdot 25 = 11,25 \text{ kN/cm}^2$$

Naprezanje 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 podrumске etaže (podruma -1) opterećeni su dodatno aktivnim tlakom tla  $p_a$  te dodatnim tlakom  $p_0$ . Prema geotehničkom izvještaju nivo podzemne vode je niži od dna temeljenja te se ne računa dodatni tlak vode na zidove.

Koeficijent aktivnog tlaka:  $K_A \cong 0.40$

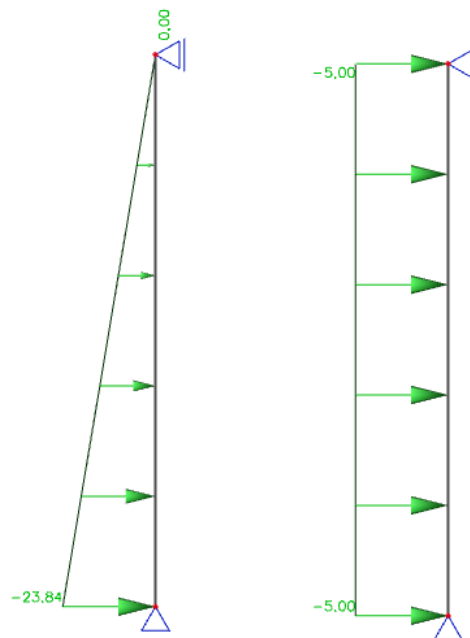
Specifična težina zasipa:  $\gamma_z = 20.0 \frac{kN}{m^3}$

$h$  = visina zasipa

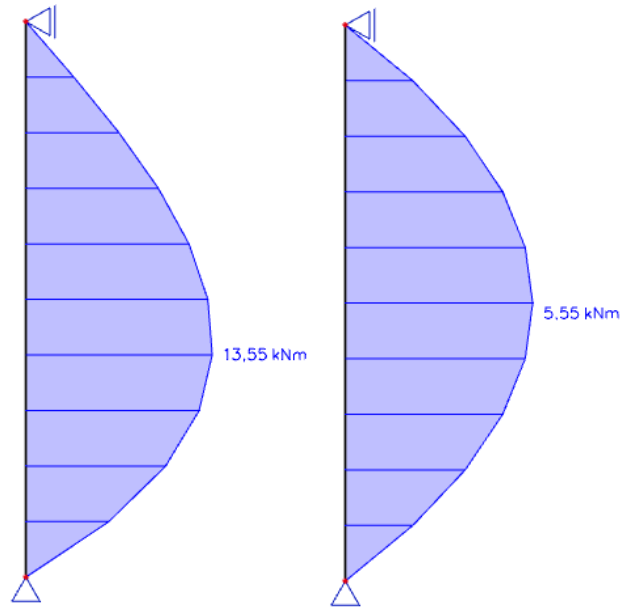
Horizontalni tlak zasipa:  $p_a = \gamma_z \cdot h \cdot K_A$

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:

$$\text{Beton: C 25/30; } f_{ck}=25,0 \text{ MPa } f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$$

$$\text{Armatura: B 500B; } f_{yk}=500,0 \text{ MPa } f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$M_{Ed} = 28,65 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{Rd,lim} = 0,159, \zeta = 0,892$$

$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0,159 \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd}$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd}$$

$$A_{s1,min} = 0,1\% \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 100 \cdot 20 = 2,0 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 4,0\% \cdot b \cdot h = 0,040 \cdot 100 \cdot 20 = 80,0 \text{ cm}^2$$

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:

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot s \cdot f_{yd}} = \frac{28,65 \cdot 100}{0,959 \cdot 20 \cdot 43,48} = 3,44 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

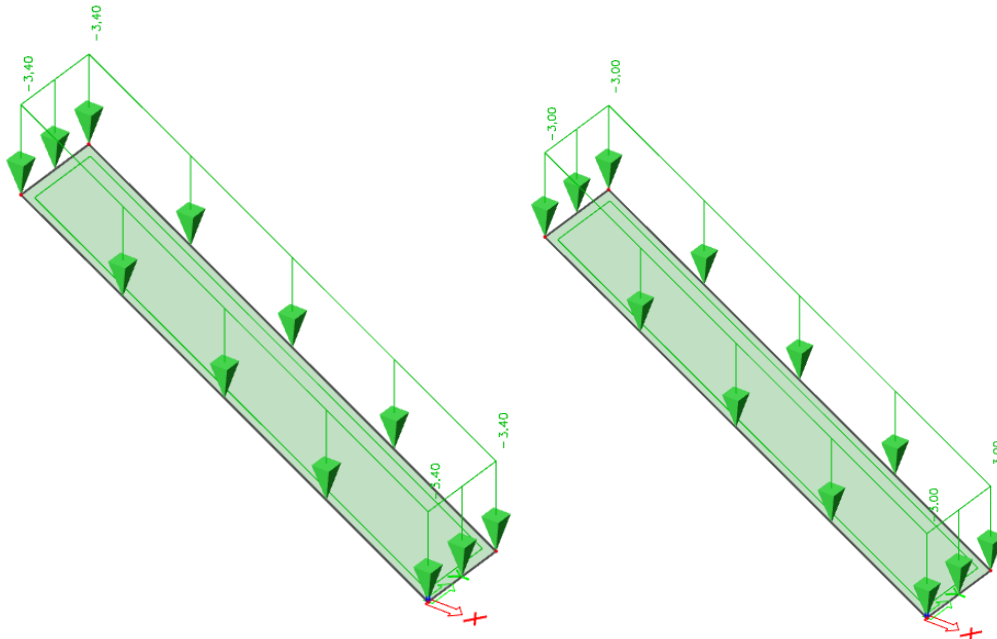
Odabrana armatura: **Q-385** ( $A_{s1} = 3,85 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

## 8. DIMENZIONIRANJE STUBIŠTA

*d=20 cm, beton: C25/30, armatura: B500B*

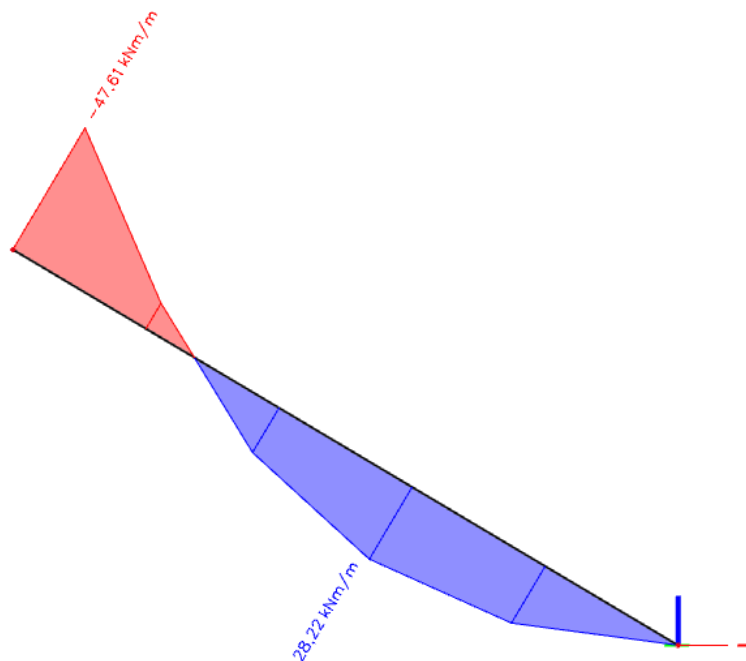
a) Prikaz opterećenja zadanih proračunskim modelom

Vlastita težina zadana u računalnom modelu.



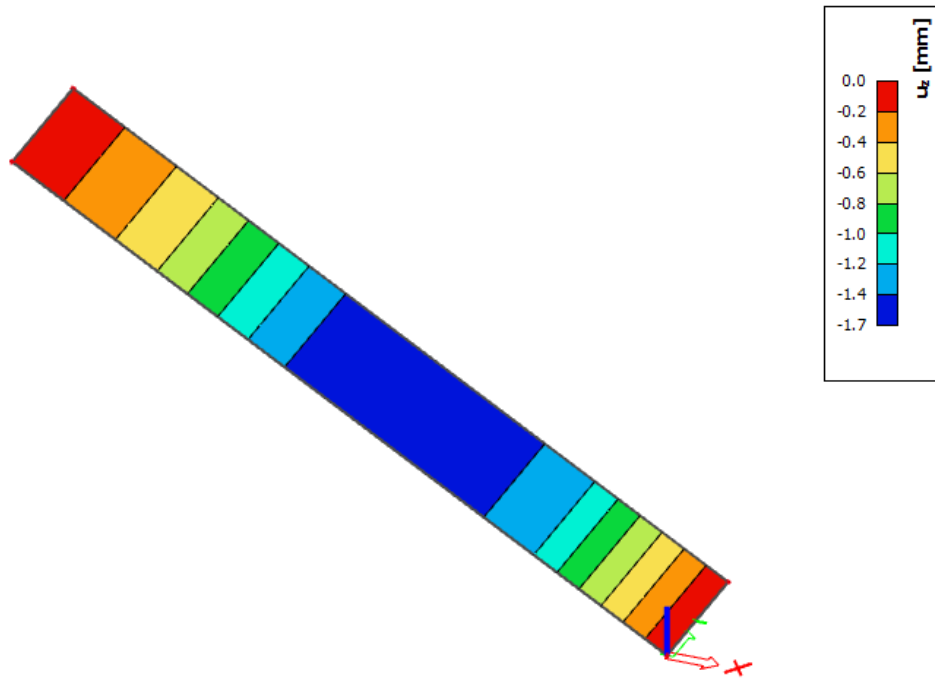
*Slika 8.1. Dodatno stalno i pokretno opterećenje (kN/m<sup>2</sup>)*

b) Rezultati proračuna



*Slika 8.2. Moment savijanje*

Minimalna armatura:  $A_{S,MIN} \geq 0.6 \cdot b_i \cdot d / f_{yk} \geq 0.0015 \cdot b_i \cdot d$ ,  $\rightarrow 0.0015 \cdot 100 \cdot 17 = 2.55 \text{ cm}^2/\text{m}'$



Slika 8.3. Prikaz progiba

**Napomena:**

Progibi se odnose na homogeno stanje napreznjanja u a-b ploči. Rezultati su prikazani za  $KOMB0=1.0(G0+G1)+0.3Q$ .

**-Proračun armature u polju i na ležaju**

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

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.

$M_{Ed} = 47.61 \text{ kNm/m}$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{4761}{100 \cdot 17^2 \cdot 16.67} = 0.097$$

Očitano:  $\varepsilon_{s1} = 10.0\text{‰}$   $\varepsilon_{c2} = 2.2\text{‰}$   $\zeta = 0.931$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{4761}{0.931 \cdot 17 \cdot 43.48} = 6.92 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

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.

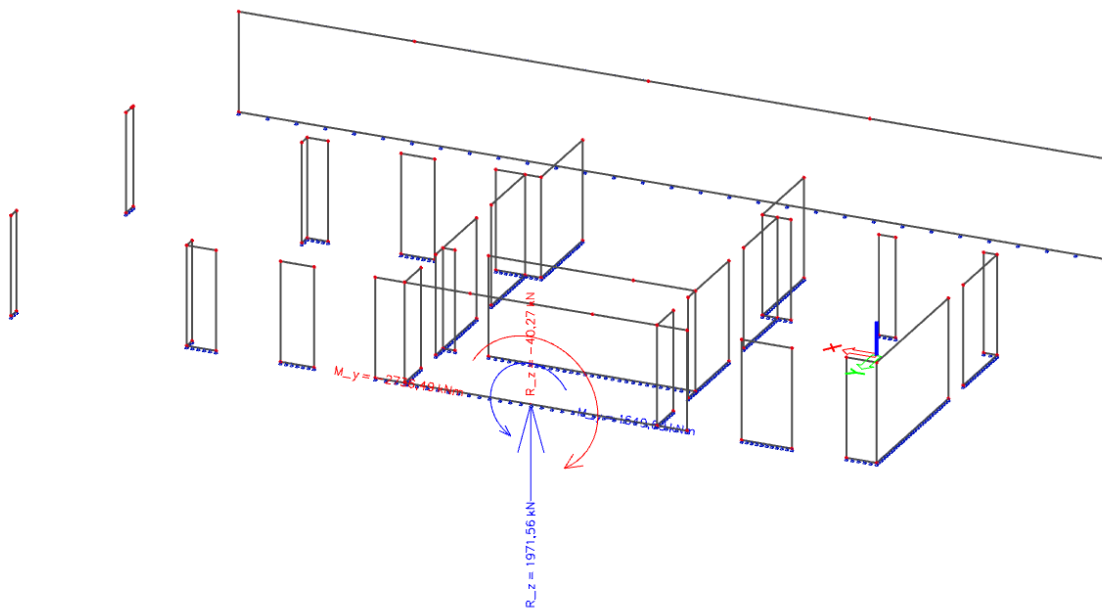
Materijal:

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 ZIDOVA

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
Med=	2736,4	kNm
h <sub>tem</sub> =	0,5	m
σ <sub>dop,tlā</sub> =	350	kN/m <sup>2</sup>
busvojeno	1,2	m
l-duljina temelja	9,3	m
γ <sub>b</sub> težina betona	25	kN/m <sup>3</sup>
debljina zida=	0,25	m
b <sub>1</sub> =	0,475	m

Težina temelja:  
 $N_t = b \cdot l \cdot h \cdot \gamma_B = 139,5 \text{ kN}$

$N_{Ed} = N_{Ed,max} + N_t = 2111,06 \text{ kN}$

Površina:  $A = 11,16 \text{ m}^2$

moment otpora:  $W = \frac{b \cdot l}{6} = 17,298 \text{ m}^3$

BETON: C30/37	ARMATURA: B 500B
$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
$f_{cd} = 20 \text{ MPa}$	$f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$

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  $A_{s,max} = 0,4 \cdot \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 129,6 \text{ cm}^2$   
 $A_{s,max} = 0,310 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d = 77,004 \text{ cm}^2$

Naprezanja ispod temelja	$\sigma_{1,2} \leq \sigma_{dop,tlā}$
$\sigma_{1-1} = \frac{N_{Ed}}{A} \pm \frac{M_{Ed}}{W} = 189,16 \pm 158,19$	
$\sigma_1 = 347,3548 \text{ kN/m}^2$	$< \sigma_{dop,tlā}$
$\sigma_2 = 30,97138 \text{ kN/m}^2$	$< \sigma_{dop,tlā}$

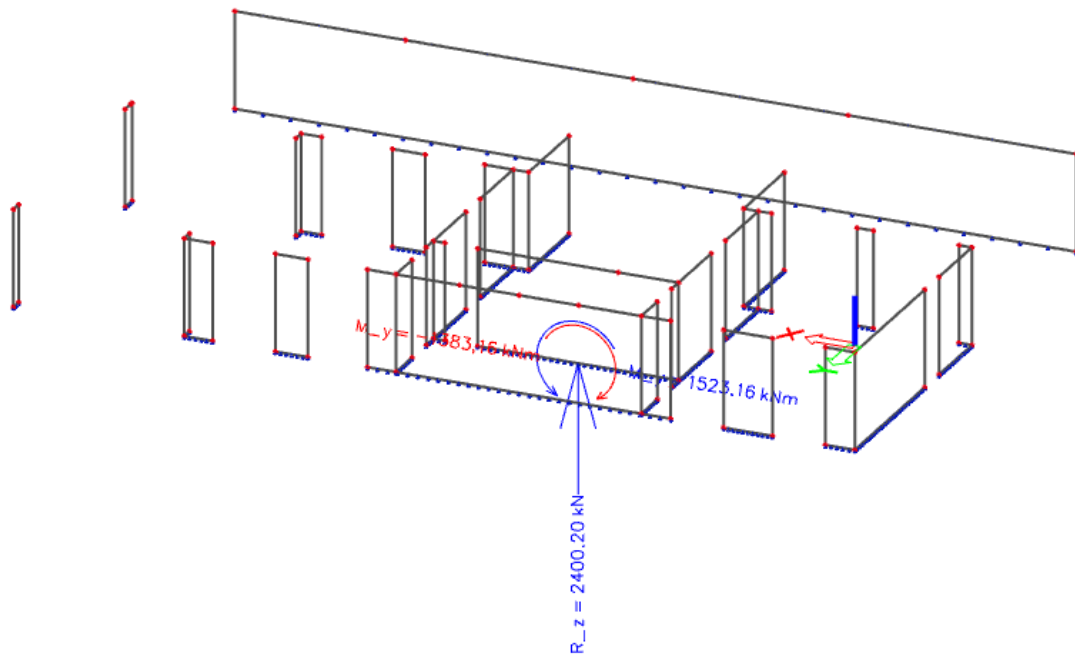
  

Naprezanja u presjeku 1-1:  
 $\sigma_{1-1} = \sigma_1 - \frac{b_1}{b}(\sigma_1 - \sigma_2) = 222,12 \text{ kN/m}^2$

Moment u presjeku 1-1:  
 $M_{1-1} = (2 \cdot \sigma_1 + \sigma_{1-1}) \cdot \frac{b_1^2}{6} = 34,48 \text{ kNm/m'}$

Proračun armature  
 $A_{1-1} = \frac{M_{Ed}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,96 \text{ cm}^2/\text{m'}$

Odabrana armatura: 8  $\varnothing$  12  
 $A_{s1} = 9,04 \text{ cm}^2/\text{m'}$



Slika 9.2. Prikaz djelovanja za anvelopu



Ned,max=	2400,2	kN
Med=	1383,16	kNm
h <sub>tem</sub> =	0,5	m
σ <sub>dop,tlā</sub> =	350	kN/m <sup>2</sup>
busvojeno	1,4	m
l-duljina temelja	7,75	m
γ <sub>b</sub> težina betona	25	kN/m <sup>3</sup>
debljina zida=	0,2	m
b <sub>1</sub> =	0,6	m

Težina temelja:  
 $N_t = b \cdot l \cdot h \cdot \gamma_B = 135,625 \text{ kN}$

$N_{Ed} = N_{Ed,max} + N_t = 2535,825 \text{ kN}$

Površina: A= 10,85 m<sup>2</sup>

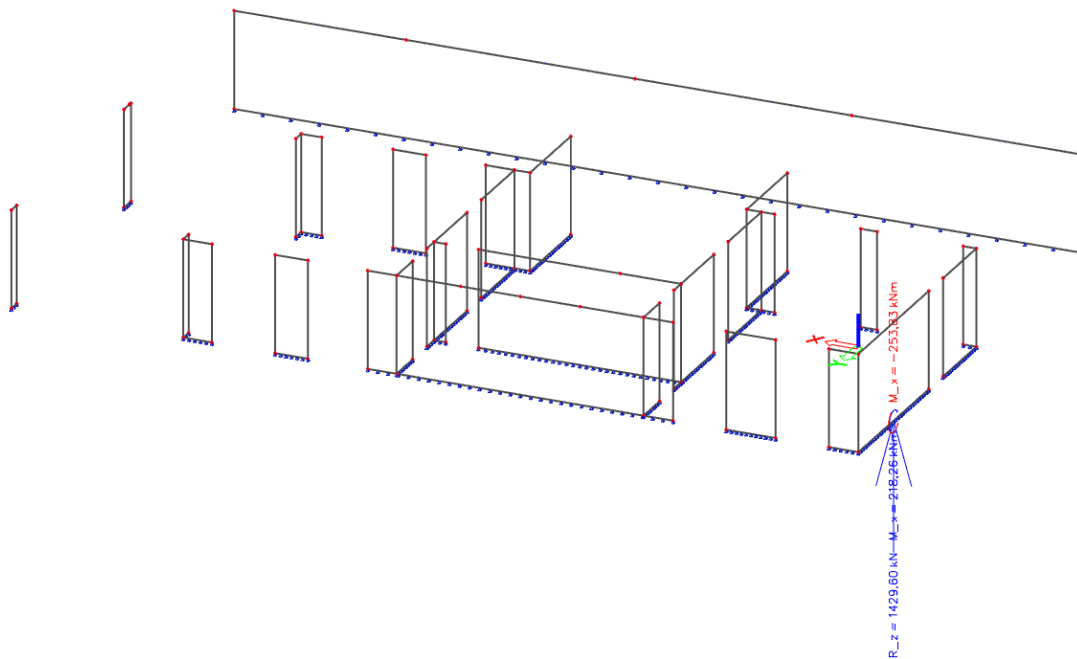
moment otpora:  $W = \frac{b \cdot l}{6} = 14,01458 \text{ m}^3$

BETON: C30/37	ARMATURA: B 500B
f <sub>ck</sub> = 30 MPa	f <sub>yk</sub> = 500 MPa
f <sub>cd</sub> = 20 MPa	f <sub>yd</sub> = 434,8 MPa

Minimalna armatura:  $A_{s,min} = 0,022 \cdot \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 8,316 \text{ cm}^2$   
 $A_{s,min} = 0,6 \cdot b \cdot \frac{d}{f_{yk}} = 7,56 \text{ cm}^2$

Maksimalna armatura  $A_{s,max} = 0,4 \cdot \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 151,2 \text{ cm}^2$   
 $A_{s,max} = 0,310 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d = 89,838 \text{ cm}^2$

Naprezanja ispod temelja $\sigma_{1,2} \leq \sigma_{dop,tlā}$	
$\sigma_{1-1} = \frac{N_{Ed}}{A} \pm \frac{M_{Ed}}{W} = 233,72 \pm 98,69$	
$\sigma_1 = 332,4109 \text{ kN/m}^2 < \sigma_{dop,tlā}$	
$\sigma_2 = 135,0223 \text{ kN/m}^2 < \sigma_{dop,tlā}$	
Naprezanja u presjeku 1-1:	
$\sigma_{1-1} = \sigma_1 - \frac{b_1}{b}(\sigma_1 - \sigma_2) = 247,82 \text{ kN/m}^2$	
Moment u presjeku 1-1:	
$M_{1-1} = (2 \cdot \sigma_1 + \sigma_{1-1}) \cdot \frac{b_1^2}{6} = 54,76 \text{ kNm/m}'$	
Proračun armature	
$A_{1-1} = \frac{M_{Ed}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} = 3,11 \text{ cm}^2/\text{m}'$	
Odabrana armatura:	8 $\emptyset$ 12 $A_{s1} = 9,04 \text{ cm}^2/\text{m}'$



Slika 9.3. Prikaz djelovanja za anvelopu

Ned,max=	1429,6	kN
Med=	253,83	kNm
h <sub>tem</sub> =	0,5	m
σ <sub>dop,tlā</sub> =	350	kN/m <sup>2</sup>
busvojeno	1,2	m
l-duljina temelja	5,05	m
γ <sub>b</sub> težina betona	25	kN/m <sup>3</sup>
debljina zida=	0,25	m
b <sub>1</sub> =	0,475	m

Težina temelja:  
 $N_t = b \cdot l \cdot h \cdot \gamma_B = 75,75 \text{ kN}$

$N_{Ed} = N_{Ed,max} + N_t = 1505,35 \text{ kN}$

Površina: A= 6,06 m<sup>2</sup>

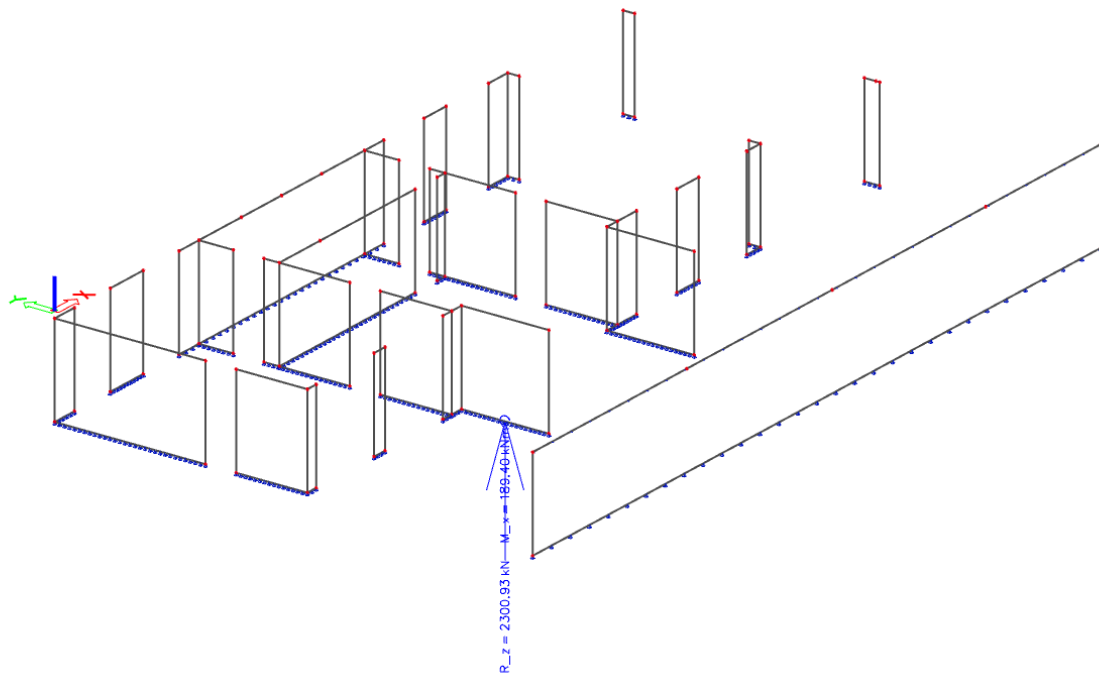
moment otpora:  $W = \frac{b \cdot l}{6} = 5,1005 \text{ m}^3$

BETON: C30/37	ARMATURA: B 500B
f <sub>ck</sub> = 30 MPa	f <sub>yk</sub> = 500 MPa
f <sub>cd</sub> = 20 MPa	f <sub>yd</sub> = 434,8 MPa

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  $A_{s,max} = 0,4 \cdot \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 129,6 \text{ cm}^2$   
 $A_{s,max} = 0,310 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d = 77,004 \text{ cm}^2$

Naprezanja ispod temelja $\sigma_{1,2} \leq \sigma_{dop,tlā}$	
$\sigma_{1-1} = \frac{N_{Ed}}{A} \pm \frac{M_{Ed}}{W} = 248,41 \pm 49,77$	
$\sigma_1 = 298,1733 \text{ kN/m}^2 < \sigma_{dop,tlā}$	
$\sigma_2 = 198,6419 \text{ kN/m}^2 < \sigma_{dop,tlā}$	
Naprezanja u presjeku 1-1:	
$\sigma_{1-1} = \sigma_1 - \frac{b_1}{b}(\sigma_1 - \sigma_2) = 258,78 \text{ kN/m}^2$	
Moment u presjeku 1-1:	
$M_{1-1} = (2 \cdot \sigma_1 + \sigma_{1-1}) \cdot \frac{b_1^2}{6} = 32,16 \text{ kNm/m}'$	
Proračun armature	
$A_{1-1} = \frac{M_{Ed}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,83 \text{ cm}^2/\text{m}'$	
Odabrana armatura:	8 $\emptyset$ 12 $A_{s1} = 9,04 \text{ cm}^2/\text{m}'$



Slika 9.4. Prikaz djelovanja za anvelopu

Ned,max=	2300,93	kN
Med=	189,4	kNm
h <sub>tem</sub> =	0,5	m
σ <sub>dop,tlā</sub> =	350	kN/m <sup>2</sup>
busvojeno	1	m
l-duljina temelja	7,6	m
γ <sub>b</sub> težina betona	25	kN/m <sup>3</sup>
debljina zida=	0,2	m
b <sub>1</sub> =	0,4	m

Težina temelja:  
 $N_t = b \cdot l \cdot h \cdot \gamma_B = 95 \text{ kN}$

$N_{Ed} = N_{Ed,max} + N_t = 2395,93 \text{ kN}$

Površina: A= 7,6 m<sup>2</sup>

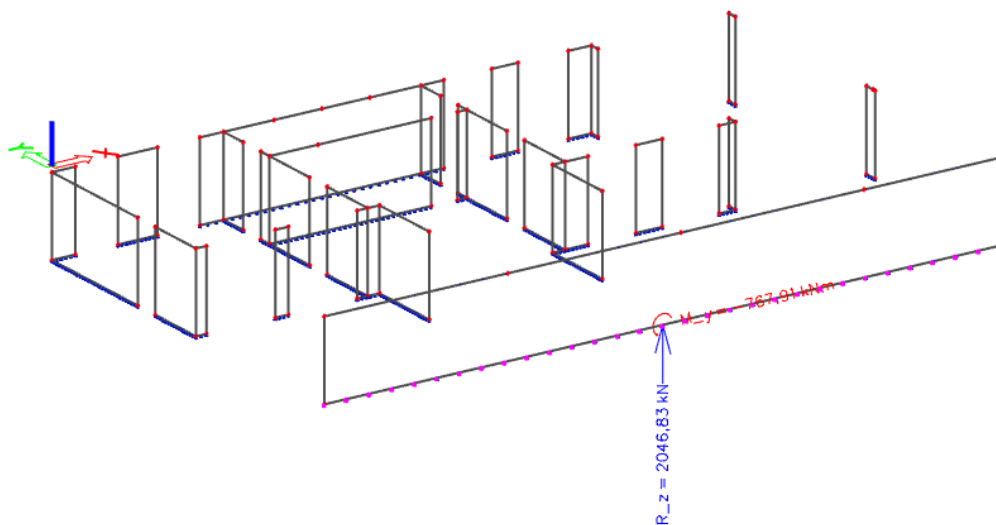
moment otpora:  $W = \frac{b \cdot l}{6} = 9,626667 \text{ m}^3$

BETON: C30/37	ARMATURA: B 500B
f <sub>ck</sub> = 30 MPa	f <sub>yk</sub> = 500 MPa
f <sub>cd</sub> = 20 MPa	f <sub>yd</sub> = 434,8 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  $A_{s,max} = 0,4 \cdot \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 108 \text{ cm}^2$   
 $A_{s,max} = 0,310 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d = 64,17 \text{ cm}^2$

Naprezanja ispod temelja $\sigma_{1,2} \leq \sigma_{dop,tlā}$	
$\sigma_{1-1} = \frac{N_{Ed}}{A} \pm \frac{M_{Ed}}{W} = 315,25 \pm 19,67$	
$\sigma_1 = 334,9285 \text{ kN/m}^2 < \sigma_{dop,tlā}$	
$\sigma_2 = 295,5794 \text{ kN/m}^2 < \sigma_{dop,tlā}$	
Naprezanja u presjeku 1-1:	
$\sigma_{1-1} = \sigma_1 - \frac{b_1}{b}(\sigma_1 - \sigma_2) = 319,19 \text{ kN/m}^2$	
Moment u presjeku 1-1:	
$M_{1-1} = (2 \cdot \sigma_1 + \sigma_{1-1}) \cdot \frac{b_1^2}{6} = 26,37 \text{ kNm/m}'$	
Proračun armature	
$A_{1-1} = \frac{M_{Ed}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,50 \text{ cm}^2/\text{m}'$	
Odabrana armatura:	6 $\emptyset$ 12 $A_{s1} = 6,78 \text{ cm}^2/\text{m}'$



Slika 9.5. Prikaz djelovanja za anvelopu

$N_{ed,max} = 2046,83 \text{ kN}$   
 $M_{ed} = 767,91 \text{ kNm}$   
 $h_{tem} = 0,5 \text{ m}$   
 $\sigma_{dop, tla} = 350 \text{ kN/m}^2$   
 $b_{svojeno} = 0,8 \text{ m}$   
 $l\text{-duljina temelja} = 26,04 \text{ m}$   
 $\gamma_b \text{ težina betona} = 25 \text{ kN/m}^3$   
 $\text{debljina zida} = 0,25 \text{ m}$   
 $b_1 = 0,275 \text{ m}$

Težina temelja:  
 $N_t = b \cdot l \cdot h \cdot \gamma_B = 260,4 \text{ kN}$

$N_{Ed} = N_{Ed,max} + N_t = 2307,23 \text{ kN}$

Površina:  $A = 20,832 \text{ m}^2$

moment otpora:  $W = \frac{b \cdot l}{6} = 90,41088 \text{ m}^3$

BETON: C30/37

$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$   
 $f_{cd} = 20 \text{ MPa}$

ARMATURA: B 500B

$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$   
 $f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$

Minimalna armatura:  
 $A_{s,min} = 0,022 \cdot \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 4,752 \text{ cm}^2$   
 $A_{s,min} = 0,6 \cdot b \cdot \frac{d}{f_{yk}} = 4,32 \text{ cm}^2$

Maksimalna armatura  
 $A_{s,max} = 0,4 \cdot \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 86,4 \text{ cm}^2$   
 $A_{s,max} = 0,310 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d = 51,336 \text{ cm}^2$

Naprezanja ispod temelja  $\sigma_{1,2} \leq \sigma_{dop, tla}$

$\sigma_{1-1} = \frac{N_{Ed}}{A} \pm \frac{M_{Ed}}{W} = 110,75 \pm 8,49$

$\sigma_1 = 119,2477 \text{ kN/m}^2 < \sigma_{dop, tla}$

$\sigma_2 = 102,2606 \text{ kN/m}^2 < \sigma_{dop, tla}$

Naprezanja u presjeku 1-1:

$\sigma_{1-1} = \sigma_1 - \frac{b_1}{b} (\sigma_1 - \sigma_2) = 113,41 \text{ kN/m}^2$

Moment u presjeku 1-1:

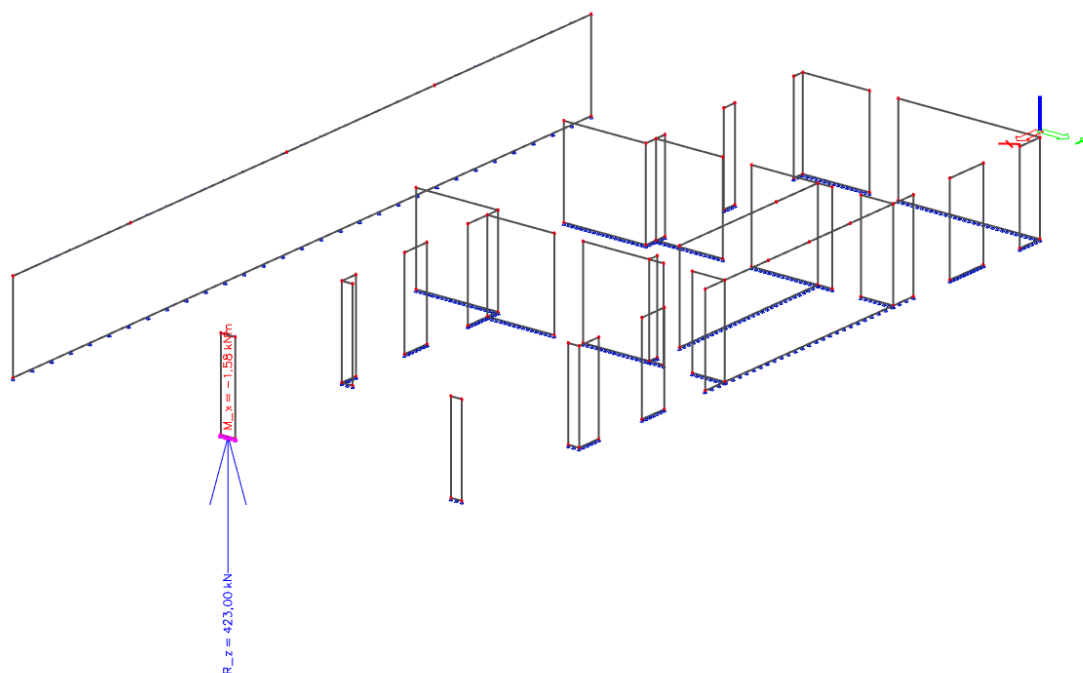
$M_{1-1} = (2 \cdot \sigma_1 + \sigma_{1-1}) \cdot \frac{b_1^2}{6} = 4,44 \text{ kNm/m'}$

Proračun armature

$A_{1-1} = \frac{M_{Ed}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,25 \text{ cm}^2/\text{m'}$

Odabrana armatura: 6  $\emptyset$  12  
 $A_{s1} = 6,78 \text{ cm}^2/\text{m'}$

## PRORAČUN AB TEMELJA SAMCA



Slika 9.6. Prikaz djelovanja za anvelopu

$$\begin{aligned}
 N_{ed,max} &= 423 \text{ kN} \\
 M_{ed} &= 1,58 \text{ kNm} \\
 h_{tem} &= 0,8 \text{ m} \\
 \sigma_{dop,tla} &= 350 \text{ kN/m}^2 \\
 \text{širina temelja: } a &= \sqrt{\frac{N_{Ed,max}}{\sigma_{dop,tla}}} = 1,09935 \text{ m} \\
 &\text{busvojeno } 1,4 \text{ m} \\
 \text{l-duljina temelja} &= 1,4 \text{ m} \\
 \gamma_b \text{ težina betona} &= 25 \text{ kN/m}^3 \\
 \text{debljina zida} &= 0,25 \text{ m} \\
 b_1 &= 0,575 \text{ m} \\
 \\
 \text{Težina temelja:} \\
 N_t &= b \cdot l \cdot h \cdot \gamma_B = 39,2 \text{ kN} \\
 N_{Ed} &= N_{Ed,max} + N_t = 462,2 \text{ kN} \\
 \\
 \text{Površina: } A &= 1,96 \text{ m}^2 \\
 \text{moment otpora: } W &= \frac{b \cdot l}{6} = 0,457333 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

BETON: C30/37

$$\begin{aligned}
 f_{ck} &= 30 \text{ MPa} \\
 f_{cd} &= 20 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

ARMATURA: B 500B

$$\begin{aligned}
 f_{yk} &= 500 \text{ MPa} \\
 f_{yd} &= 434,8 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Minimalna armatura: } A_{s,min} &= 0,022 \cdot \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 13,86 \text{ cm}^2 \\
 A_{s,min} &= 0,6 \cdot b \cdot \frac{d}{f_{yk}} = 12,6 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Maksimalna armatura } A_{s,max} &= 0,4 \cdot \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 252 \text{ cm}^2 \\
 A_{s,max} &= 0,310 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d = 149,73 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

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

$$A_{1-1} = \frac{M_{Ed}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,34 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Odabrana armatura: 10

Ø 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.*

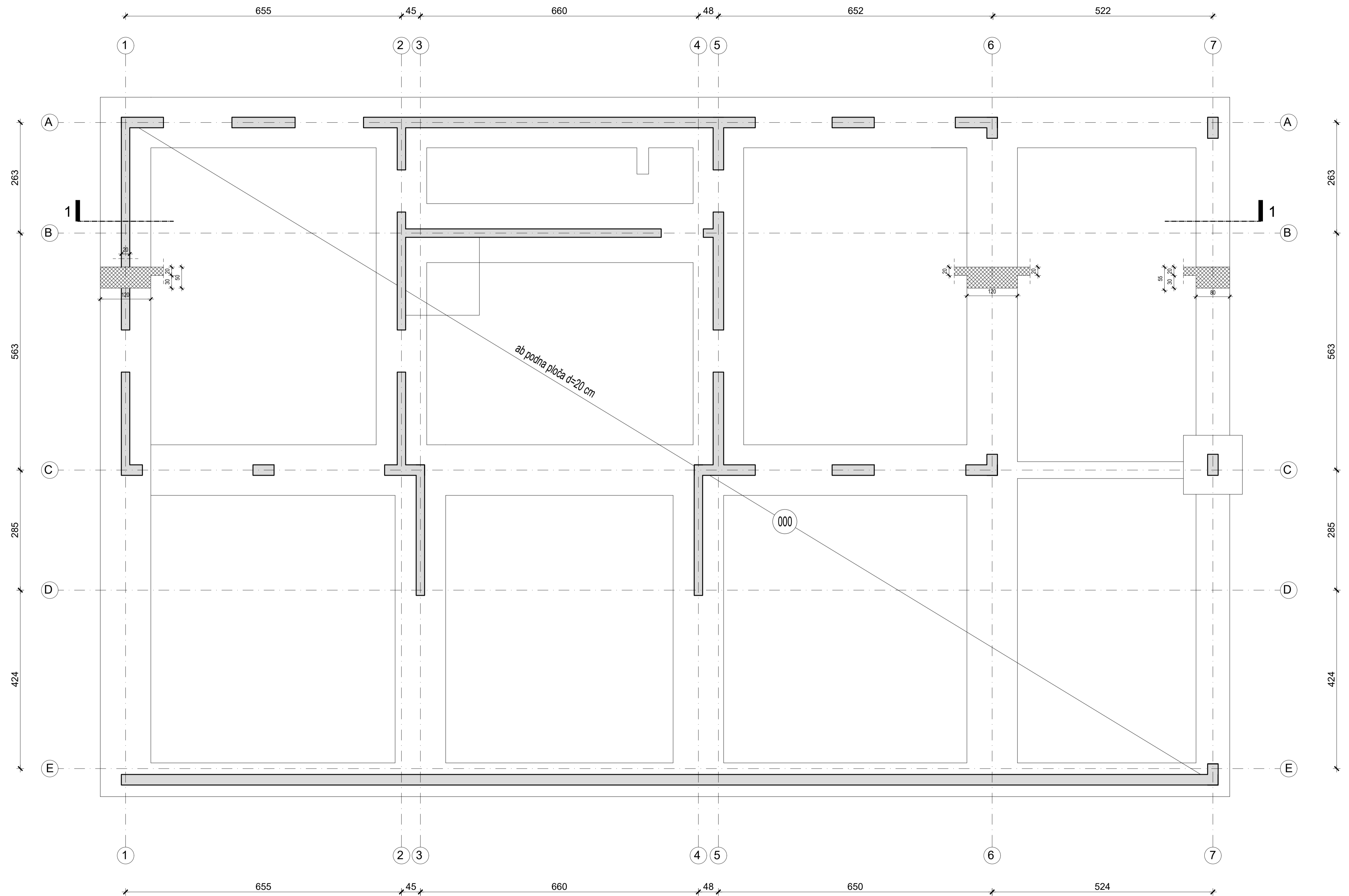



▣ PREDMETNA GRAEVINA

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	<p>INVESTITOR:</p>	<p>GRAEVINA: STAMBENA ZGRADA U NASELJU VITRENJAK, ZADAR, zgrada 1</p>	<p>STUDENT:</p> <p>Nikolina Barać</p>
	<p>SADRŽAJ: SITUACIJA</p>	<p>FAZA: GLAVNI PROJEKT</p> <p>T.D.: 42/21</p> <p>datum: srpanj, 2022.</p>	<p>MENTOR:</p> <p>Prof. dr. sc. Alen Harapin</p>

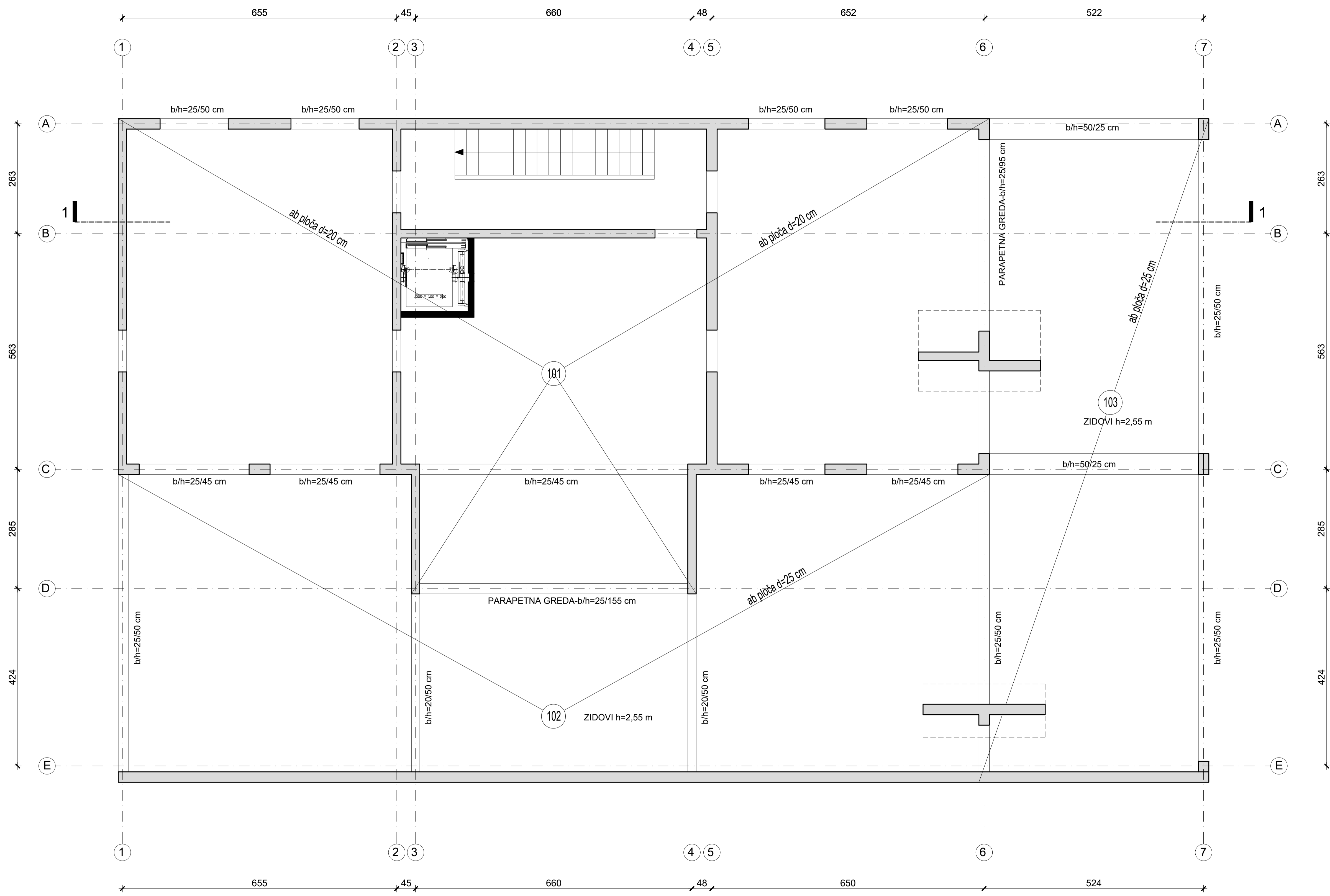



Tlocrt temelja - plan pozicija  
mj 1:50



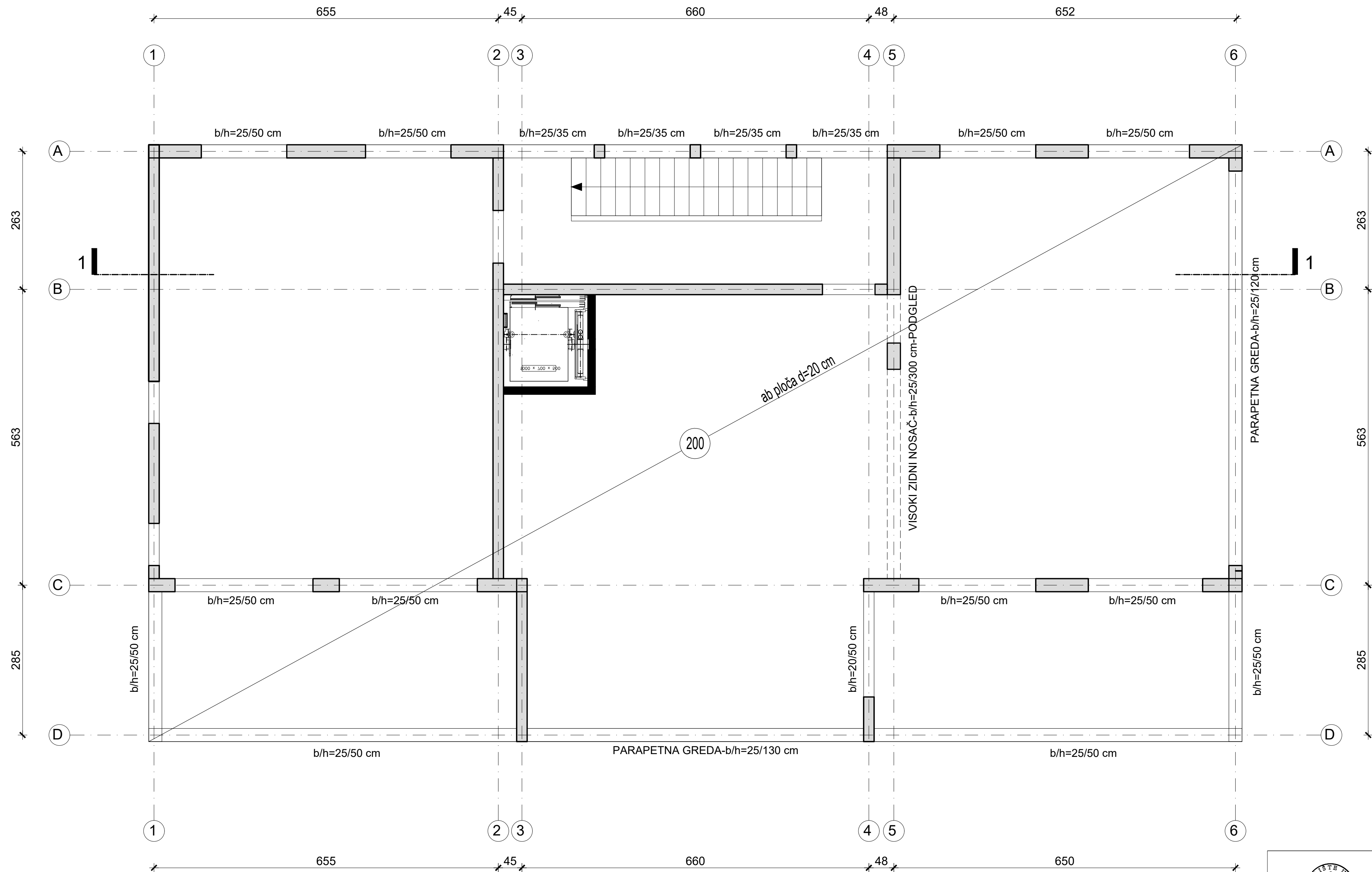
 SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE, 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15	INVESTITOR:	GRAĐEVINA: STAMBENA ZGRADA U NASELJU VITRENJAK, ZADAR, zgrada 1	STUDENT: Nikolina Barać
	SADRŽAJ: TLOCRT TEMELJA - PLAN POZICIJA	FAZA: GLAVNI PROJEKT T.D.: 42/21	MENTOR: Prof. dr. sc. Alen Harapin
M= 1:50	datum: srpanj, 2022.		list 02.


Tlocrt podruma - plan pozicija  
mj 1:50



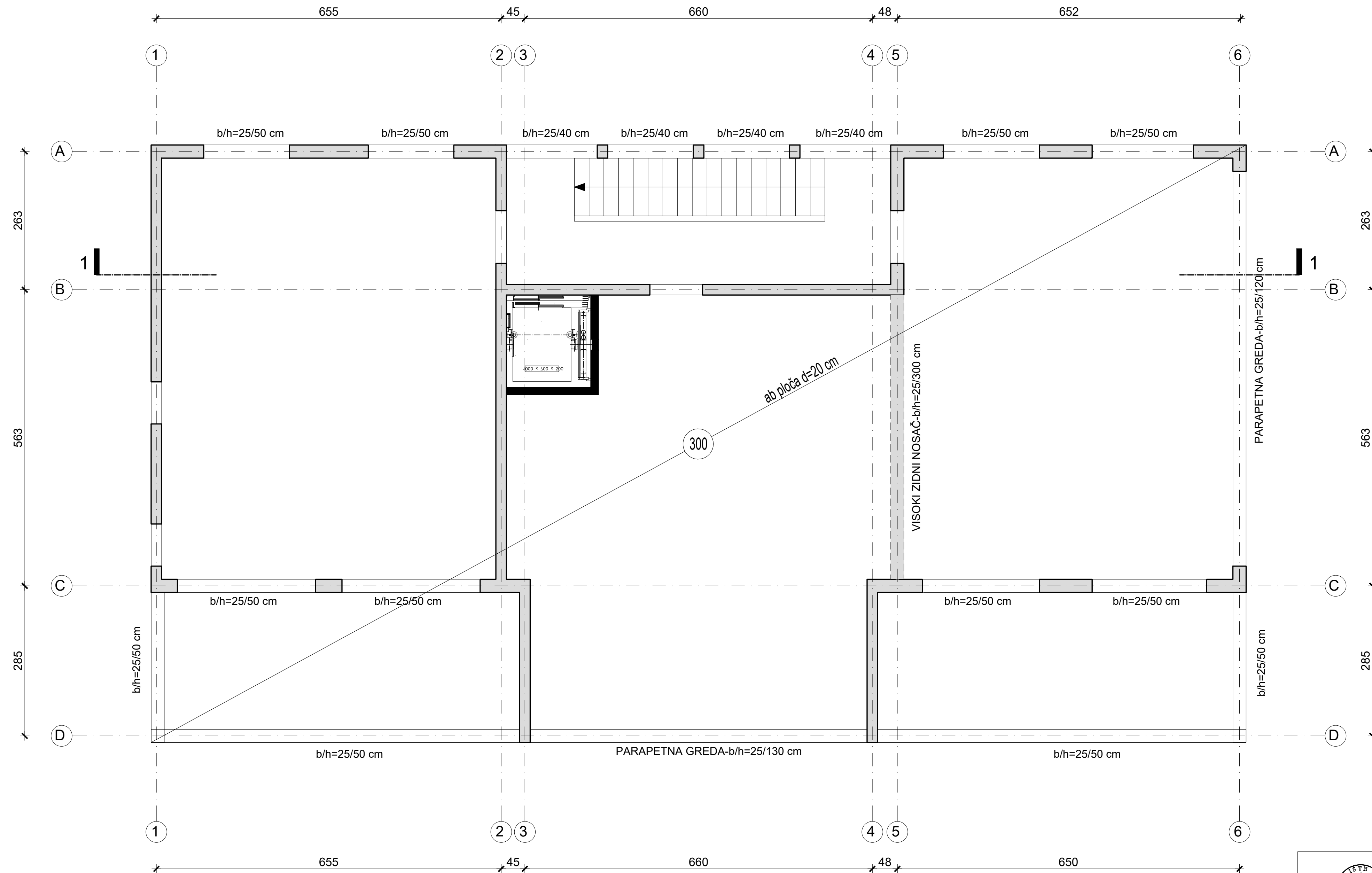
 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE, 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	INVESTITOR:	GRAĐEVINA: STAMBENA ZGRADA U NASELJU VITRENJAK, ZADAR, zgrada 1	STUDENT: Nikolina Barać
	SADRŽAJ: TLOCRT PODRUMA - PLAN POZICIJA	FAZA: GLAVNI PROJEKT T.D.: 42/21	MENTOR: Prof. dr. sc. Alen Harapin
M= 1:50	datum: srpanj, 2022.		list 03.


Tlocrt prizemlja - plan pozicija  
mj 1:50



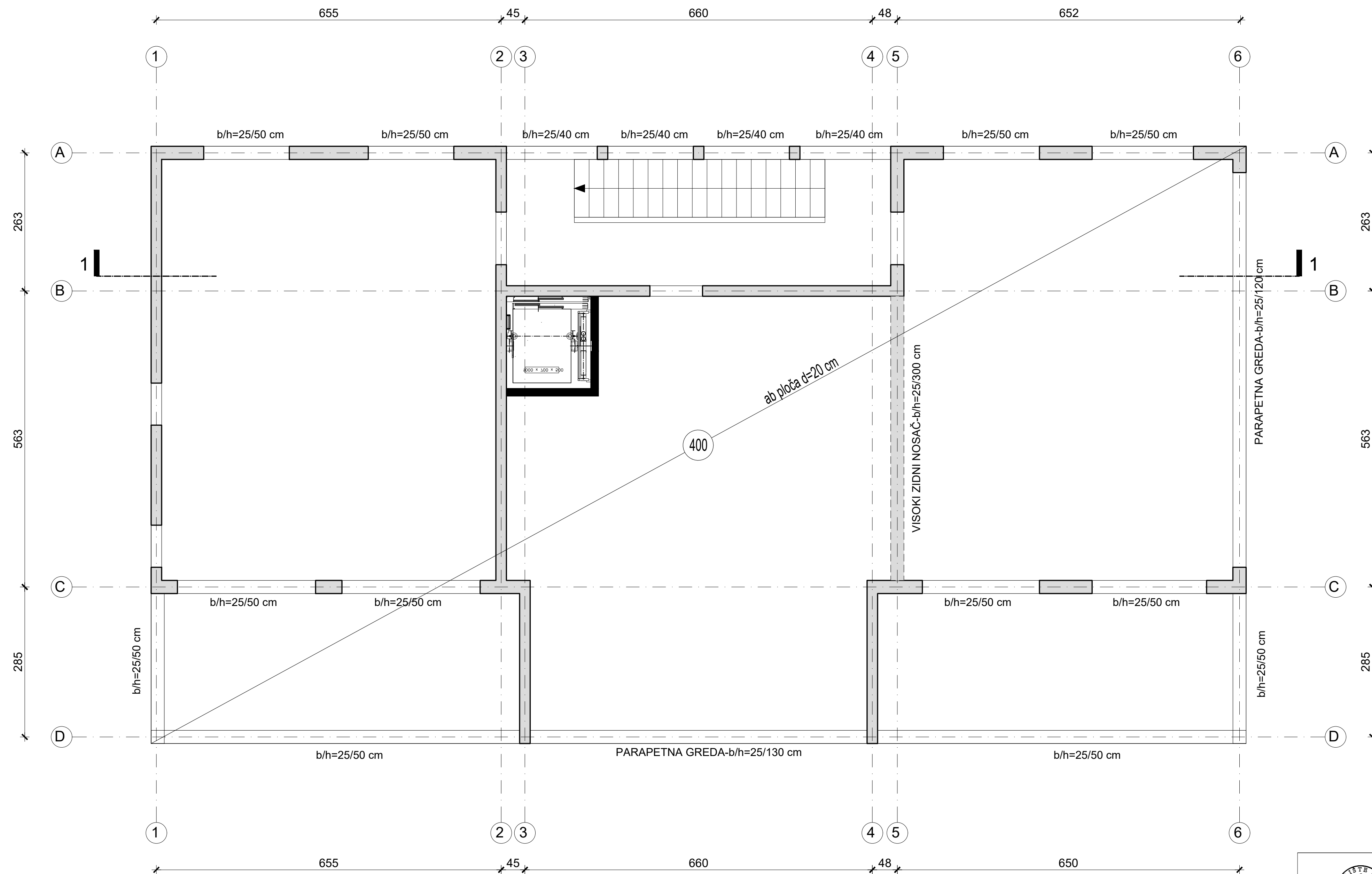
 SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15	INVESTITOR:	GRAĐEVINA: STAMBENA ZGRADA U NASELJU VITRENJAK, ZADAR, zgrada 1	STUDENT: Nikolina Barać
	SADRŽAJ: TLOCRT PRIZEMLJA - PLAN POZICIJA	FAZA: GLAVNI PROJEKT T.D.: 42/21	MENTOR: Prof. dr. sc. Alen Harapin
	M= 1:50	datum: srpanj, 2022.	list 04.


Tlocrt prvog kata - plan pozicija  
mj 1:50



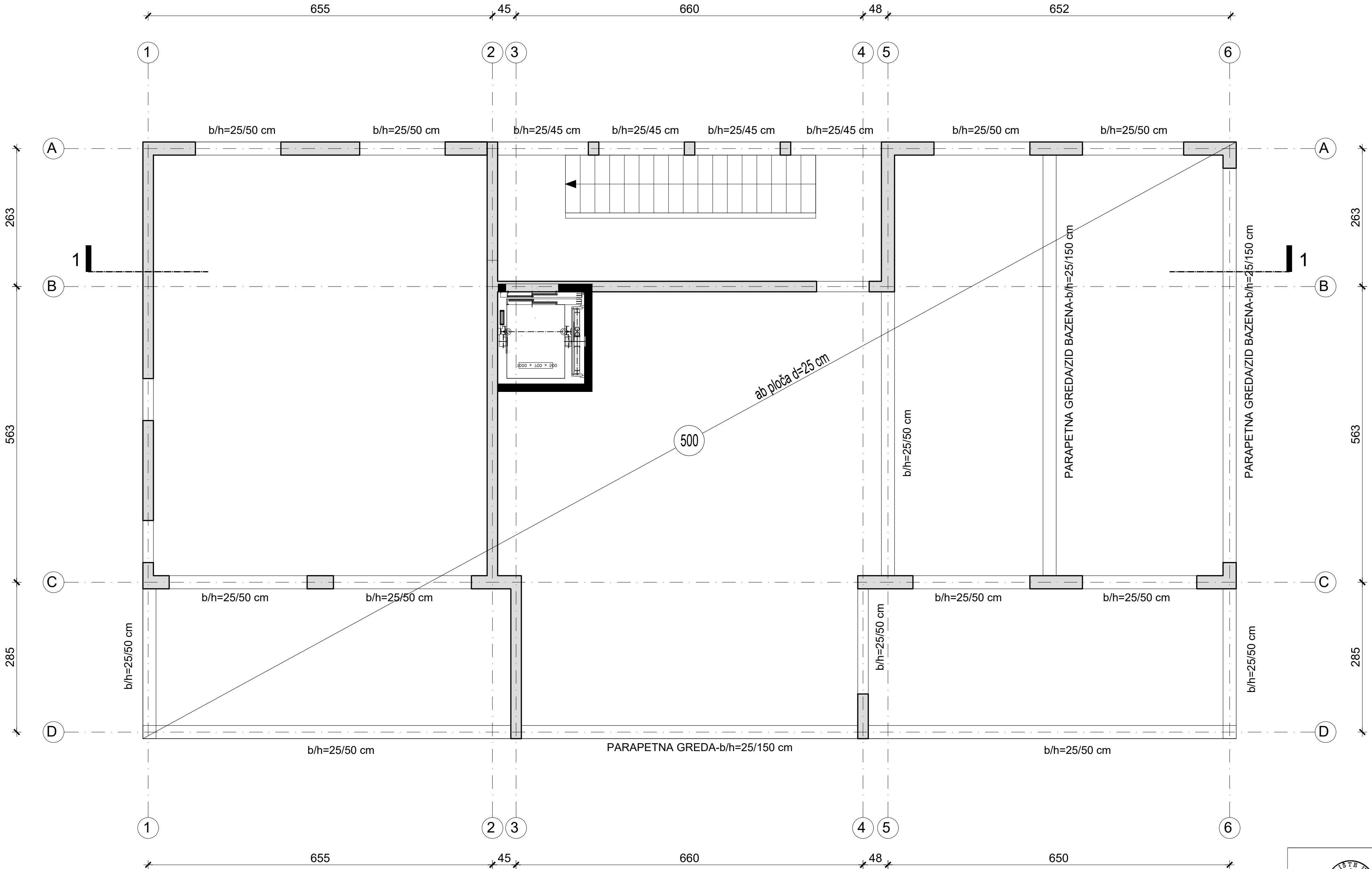
 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	INVESTITOR:	GRAĐEVINA: STAMBENA ZGRADA U NASELJU VITRENJAK, ZADAR, zgrada 1	STUDENT: Nikolina Barać
	SADRŽAJ: TLOCRT PRVOG KATA - PLAN POZICIJA	FAZA: GLAVNI PROJEKT T.D.: 42/21	MENTOR: Prof. dr. sc. Alen Harapin
	M= 1:50	datum: srpanj, 2022.	list 05.


Tlocrt drugog kata - plan pozicija  
mj 1:50



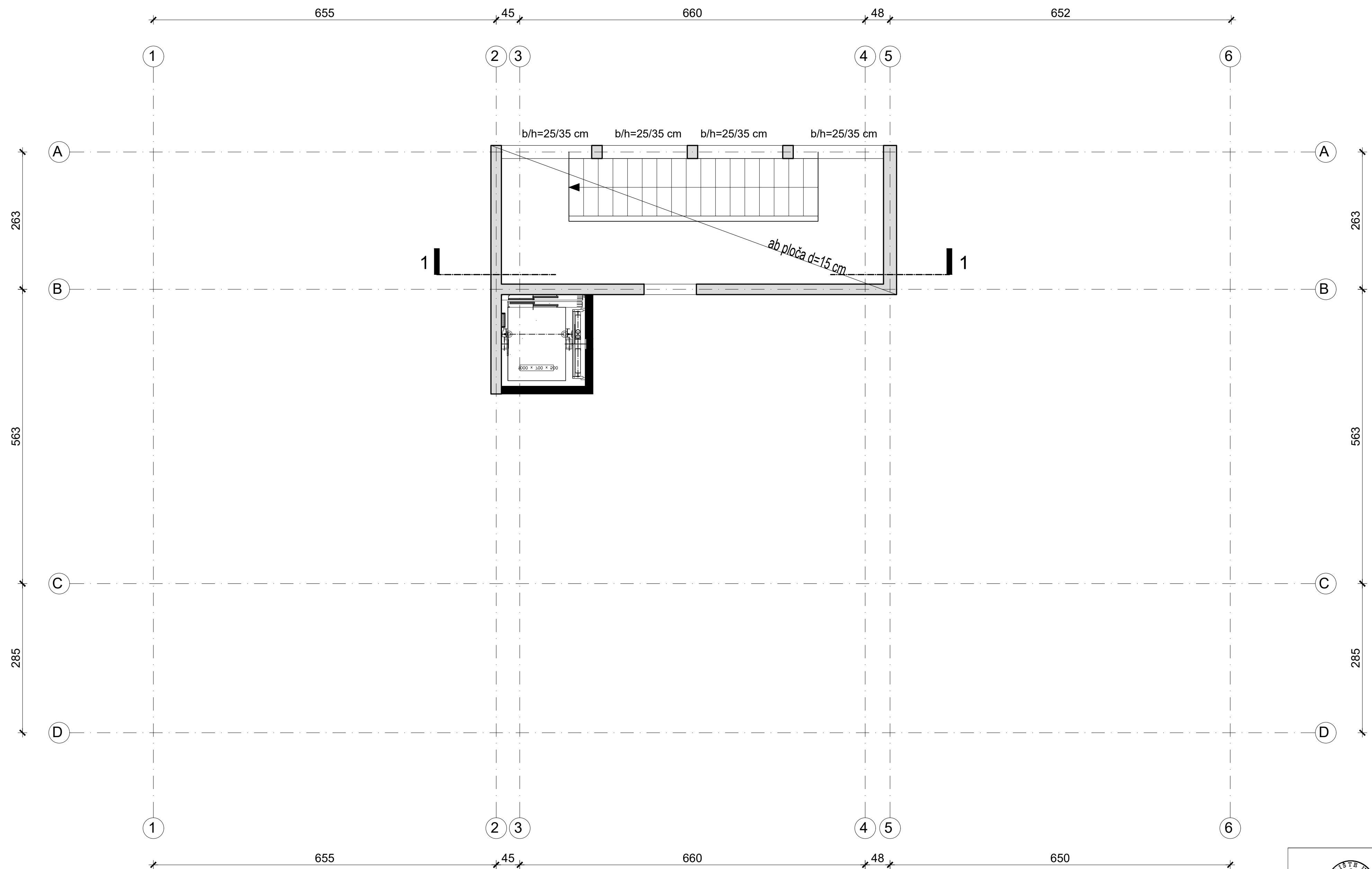
 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	INVESTITOR:	GRADEVINA: STAMBENA ZGRADA U NASELJU VITRENJAK, ZADAR, zgrada 1	STUDENT: Nikolina Barać
	SADRŽAJ: TLOCRT DRUGOG KATA - PLAN POZICIJA	FAZA: GLAVNI PROJEKT T.D.: 42/21	MENTOR: Prof. dr. sc. Alen Harapin
	M= 1:50	datum: srpanj, 2022.	list 06.


Tlocrt trećeg kata - plan pozicija  
mj 1:50

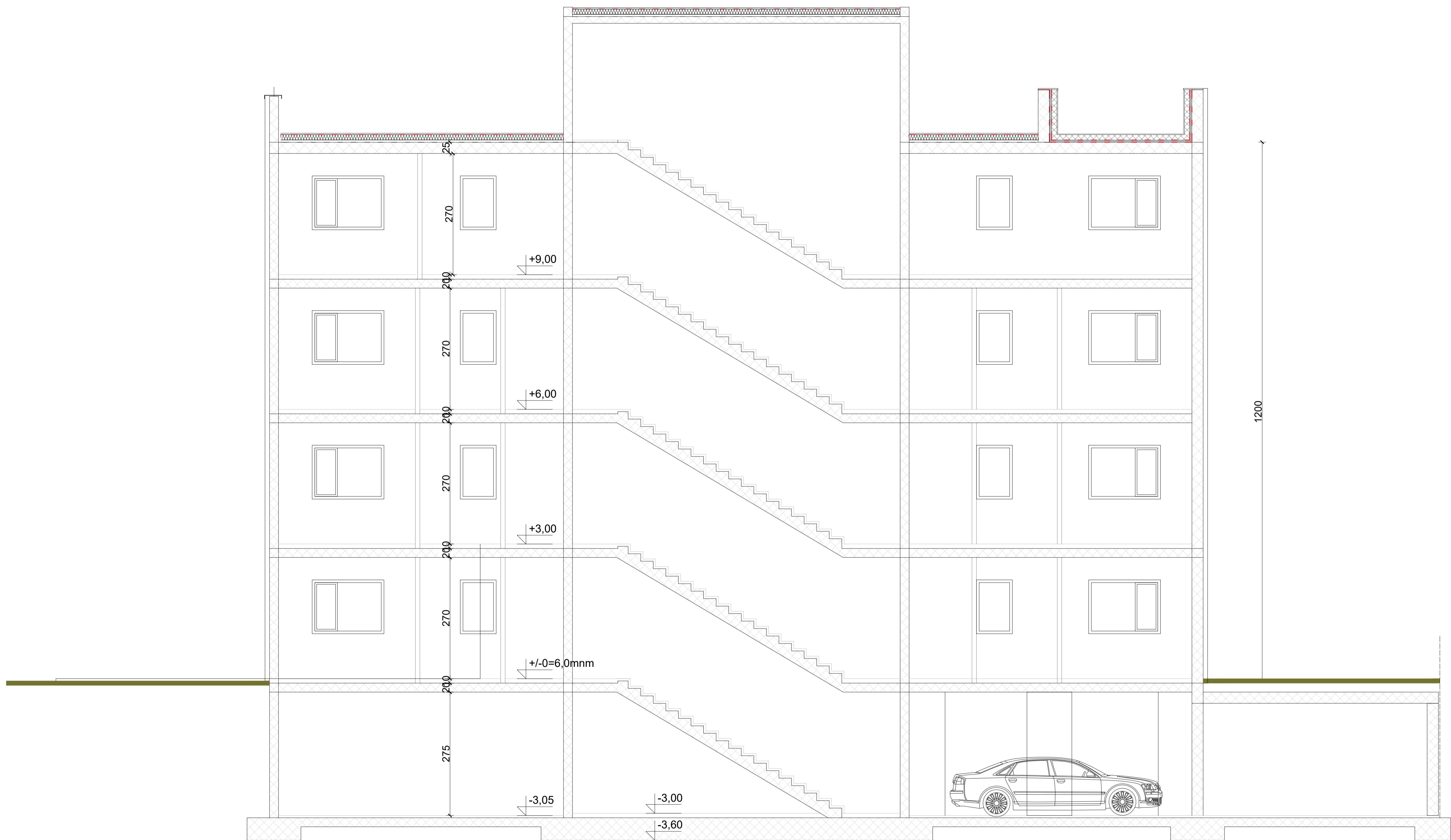


 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	INVESTITOR:	GRAĐEVINA: STAMBENA ZGRADA U NASELJU VITRENJAK, ZADAR, zgrada 1	STUDENT: Nikolina Barać
	SADRŽAJ: TLOCRT TREĆEG KATA - PLAN POZICIJA	FAZA: GLAVNI PROJEKT T.D.: 42/21	MENTOR: Prof. dr. sc. Alen Harapin
	M= 1:50	datum: srpanj, 2022.	list 07.

Tlocrt krovne terase - plan pozicija  
mj 1:50

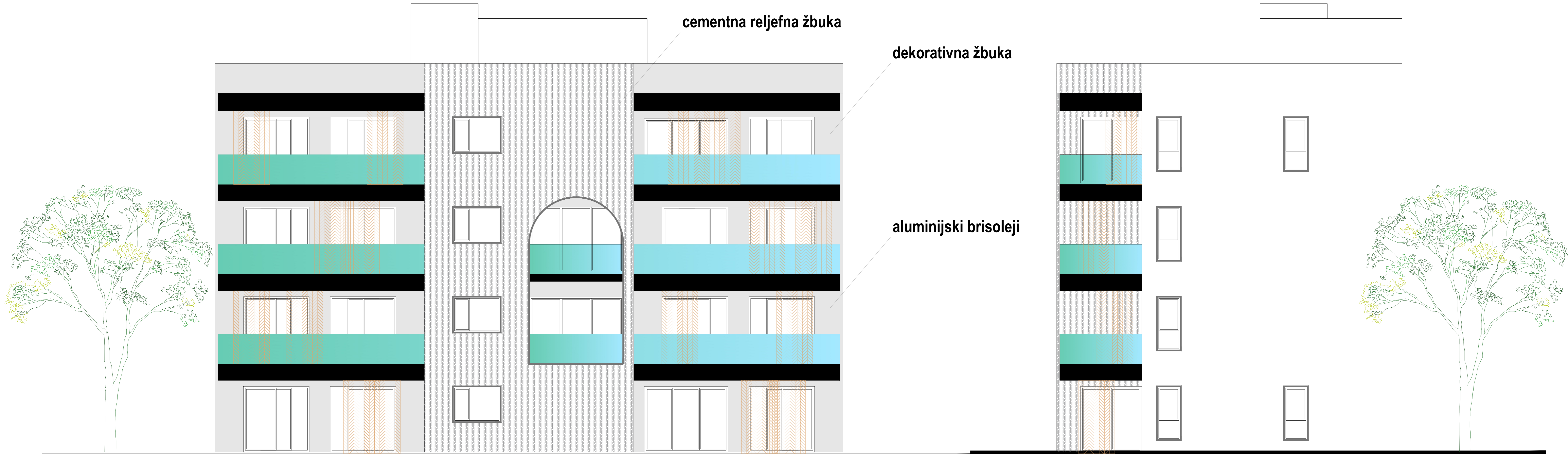


 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	INVESTITOR:	GRAĐEVINA: STAMBENA ZGRADA U NASELJU VITRENJAK, ZADAR, zgrada 1	STUDENT: Nikolina Barać
	SADRŽAJ: TLOCRT KROVNE TERASE - PLAN POZICIJA	FAZA: GLAVNI PROJEKT T.D.: 42/21	MENTOR: Prof. dr. sc. Alen Harapin
	M= 1:50	datum: srpanj, 2022.	list 08.



 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: PRESJEK 1-1	FAZA: GLAVNI PROJEKT T.D.: 42/21	MENTOR: Prof. dr. sc. Alen Harapin
	M= 1:50	datum: srpanj, 2022.	list 09.






cementna reljefna žbuka

dekorativna žbuka

aluminijски brisoleji

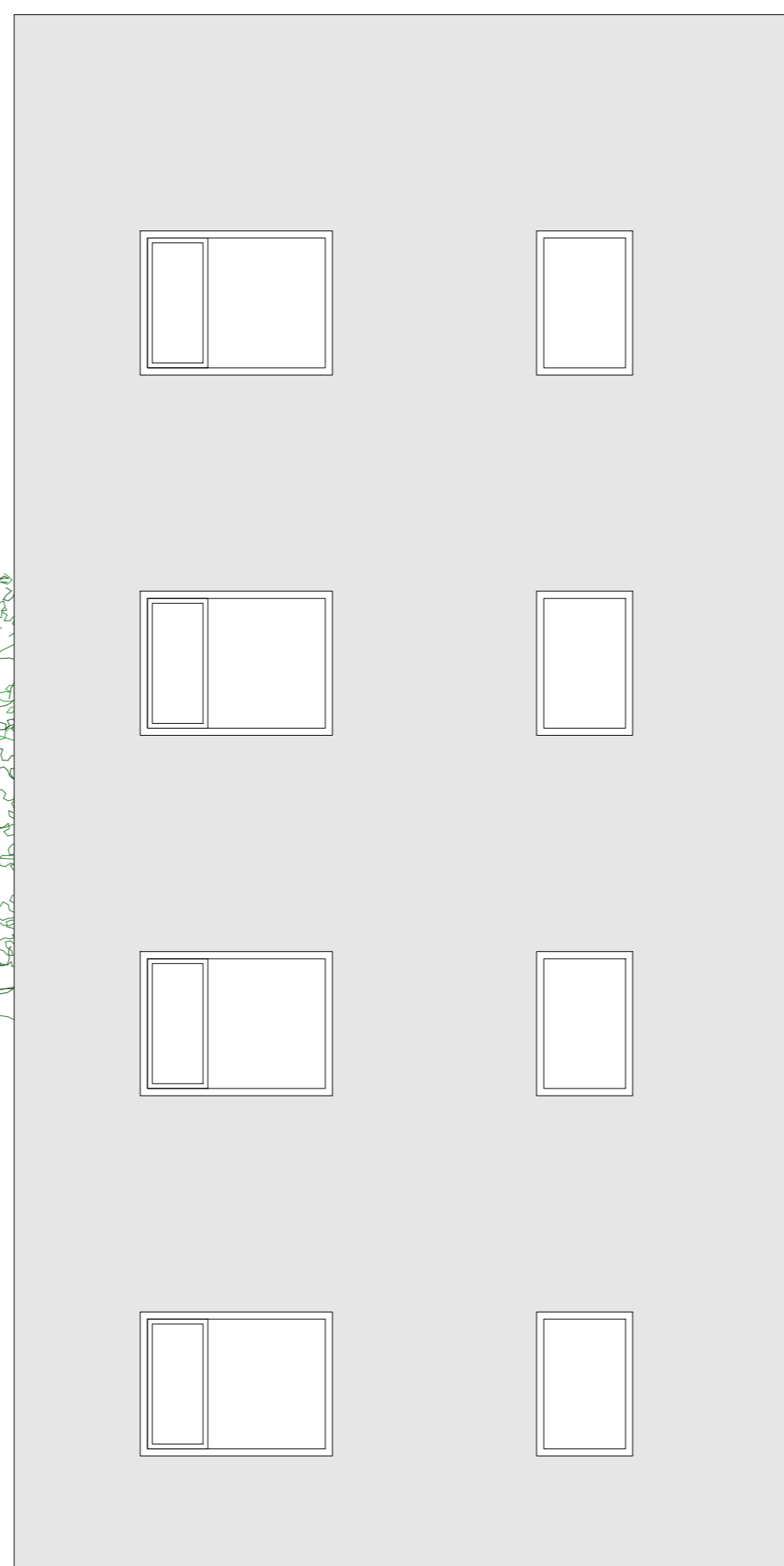
SOUTH-WEST

SOUTH-EAST

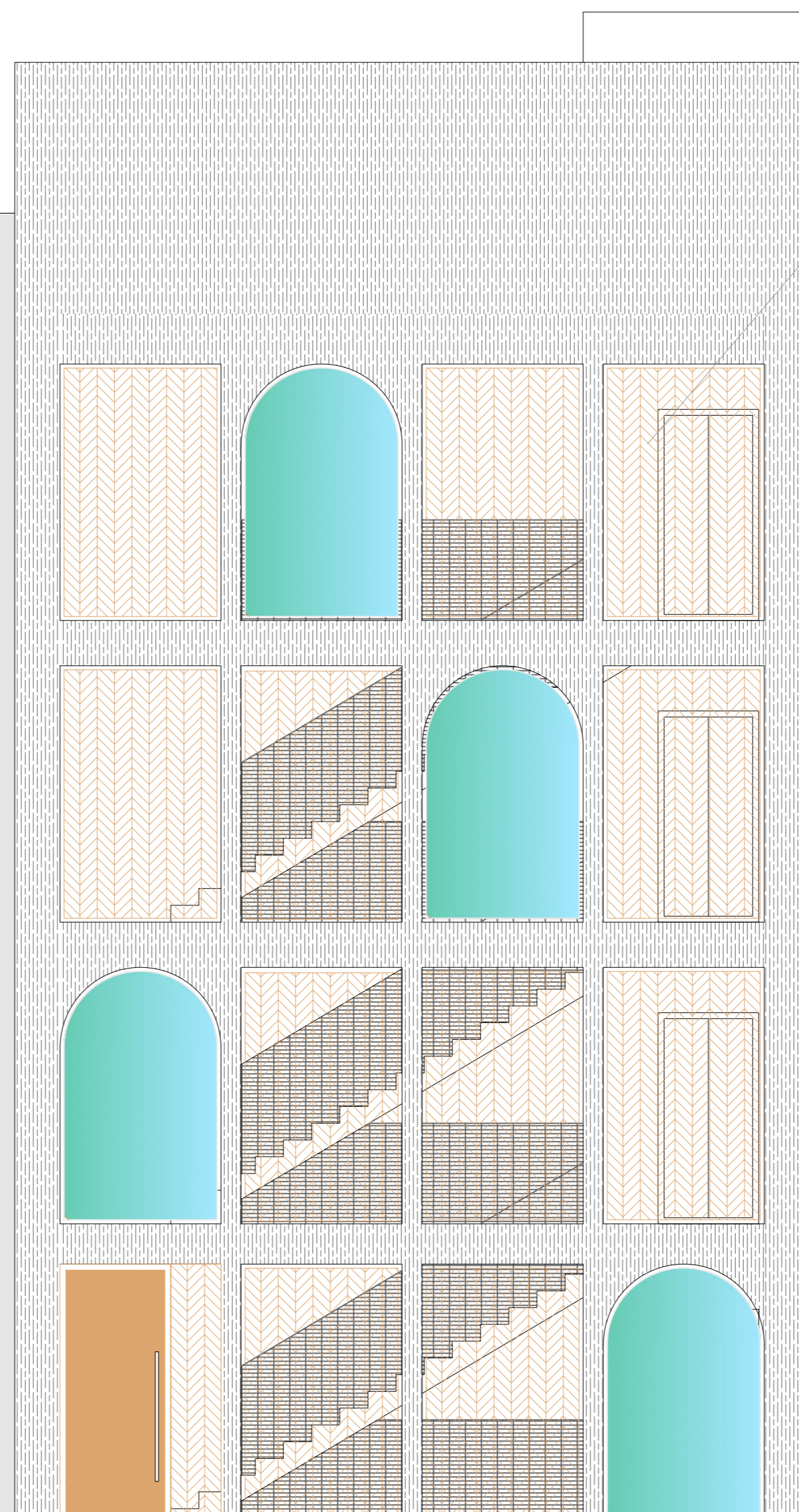
 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE, 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	INVESTITOR:	GRAĐEVINA: STAMBENA ZGRADA U NASELJU VITRENJAK, ZADAR, zgrada 1	STUDENT: Nikolina Barać
	SADRŽAJ: JUGOZAPADNO PROČELJE JUGOISTOČNO PROČELJE	FAZA: GLAVNI PROJEKT T.D.: 42/21	MENTOR: Prof. dr. sc. Alen Harapin
M= 1:50	datum: srpanj, 2022.		list 10.



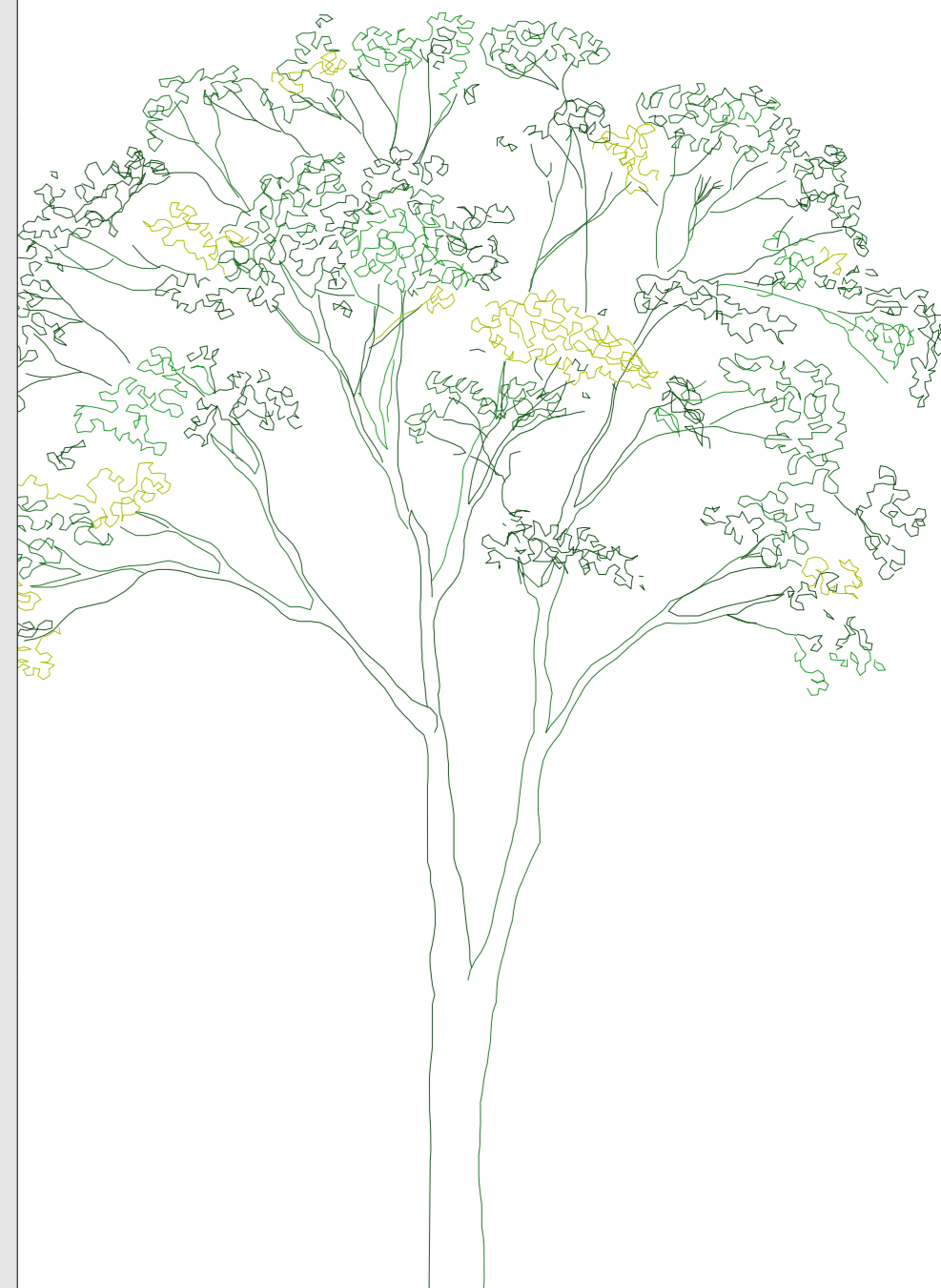
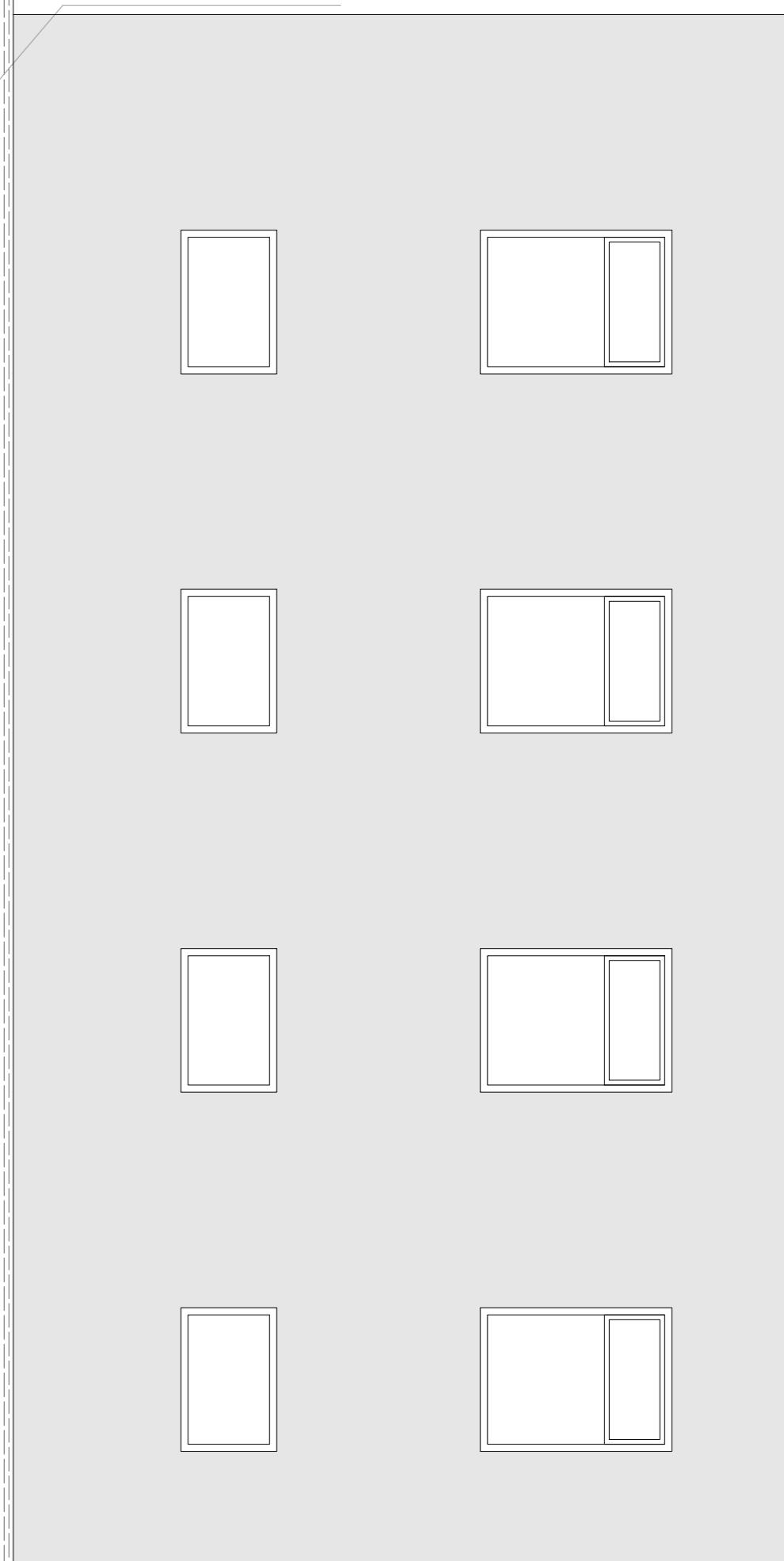
NORTH-WEST



NORTH-EAST

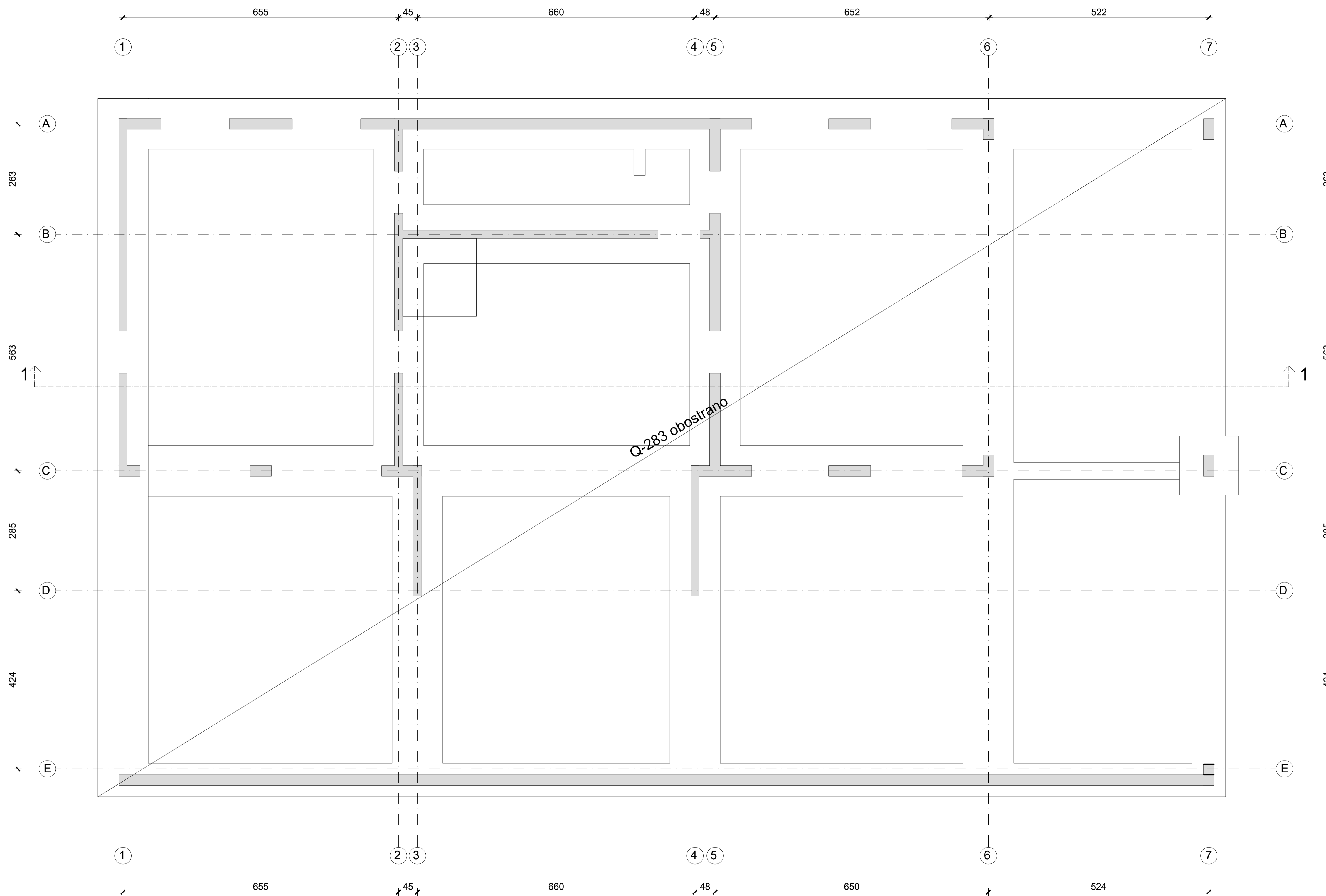


alumijski brisoleji

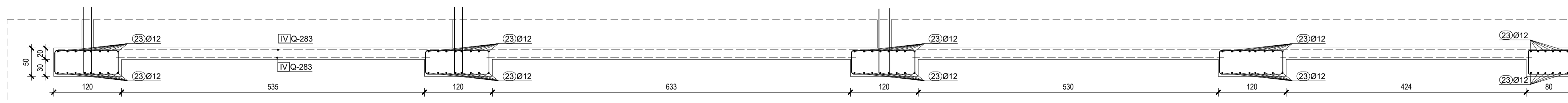



 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	INVESTITOR:	GRAĐEVINA: STAMBENA ZGRADA U NASELJU VITRENJAK, ZADAR, zgrada 1	STUDENT: Nikolina Barać
	SADRŽAJ: SJEVEROZAPADNO PROČELJE SJEVEROISTOČNO PROČELJE	FAZA: GLAVNI PROJEKT T.D.: 4/2/21	MENTOR: Prof. dr. sc. Alen Harapin
M= 1:50	datum: srpanj, 2022.	list 11.	

# DONJA I GORNJA ZONA

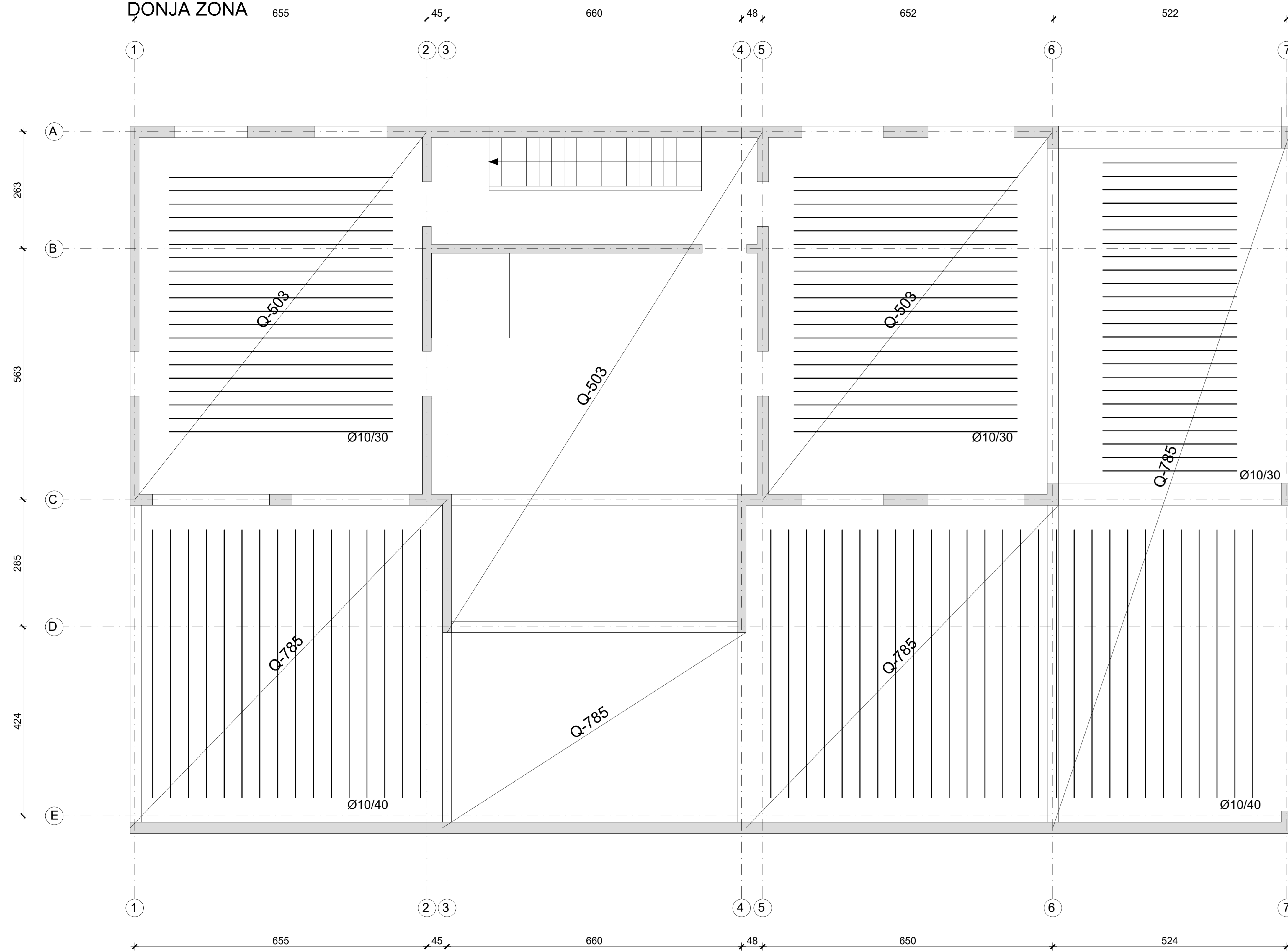


## PRESJEK 1-1

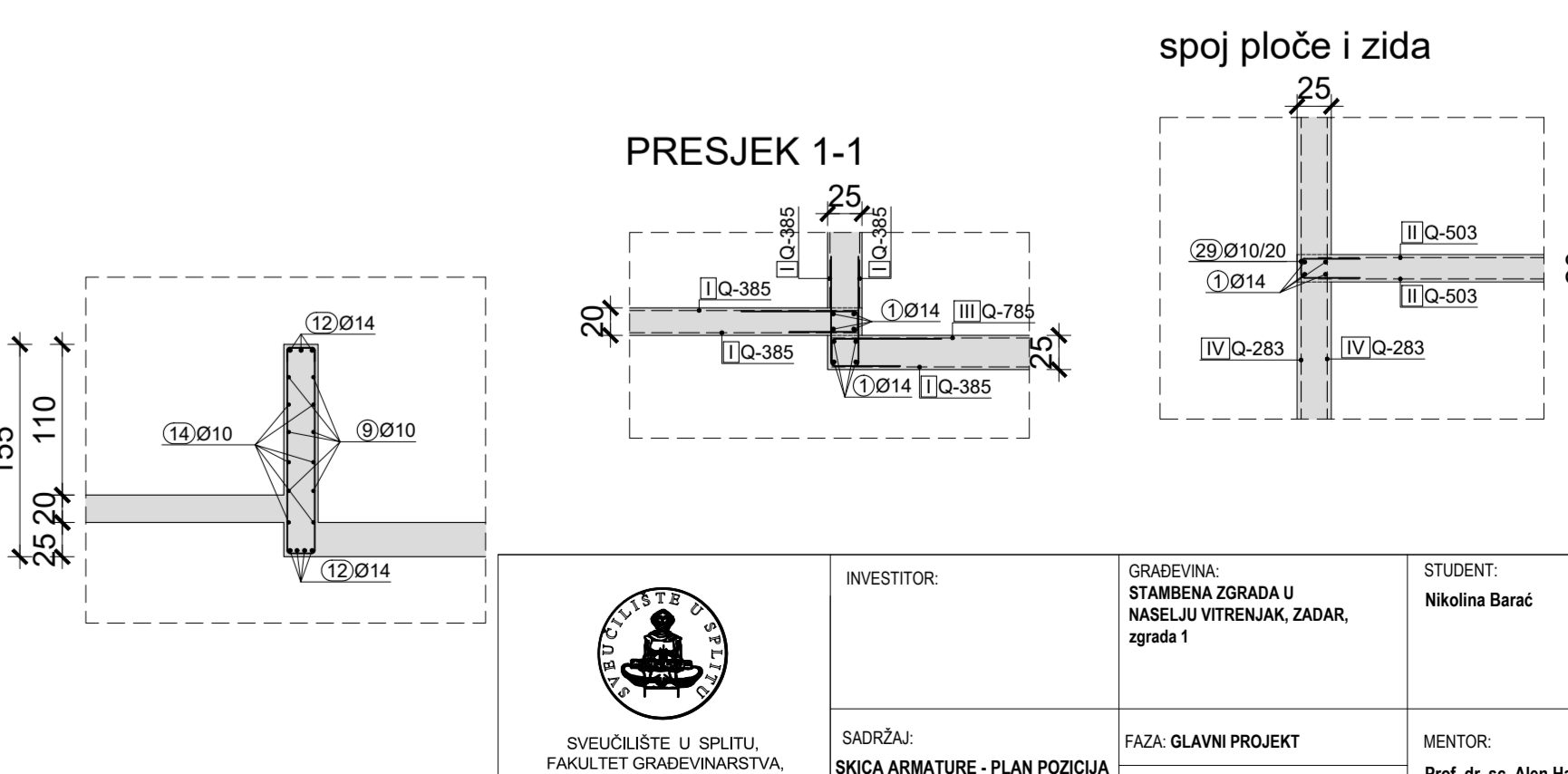
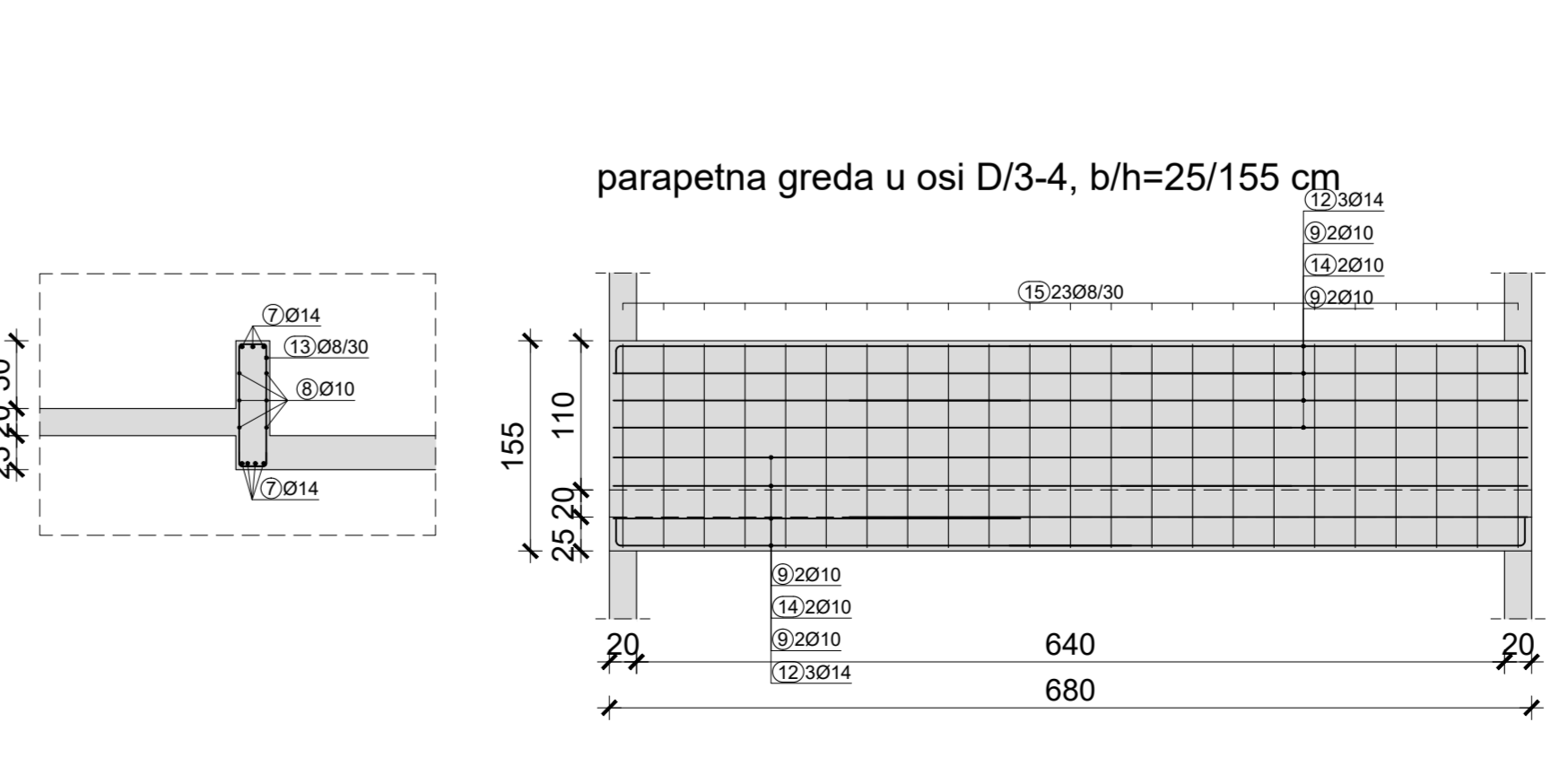
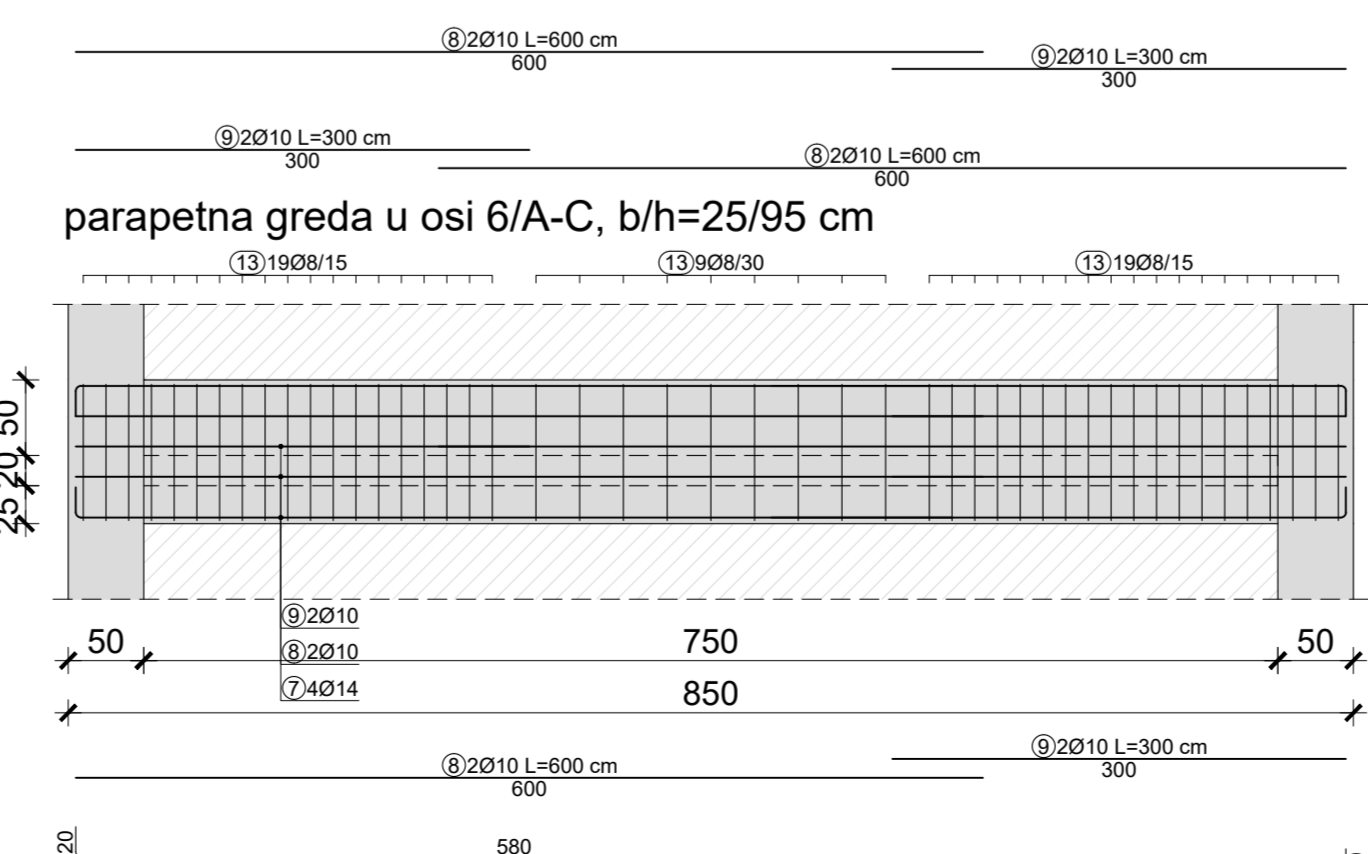
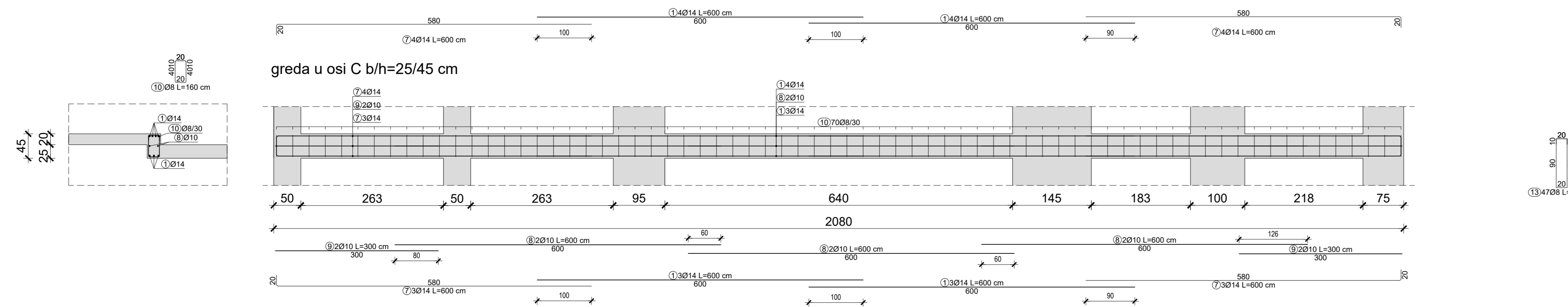
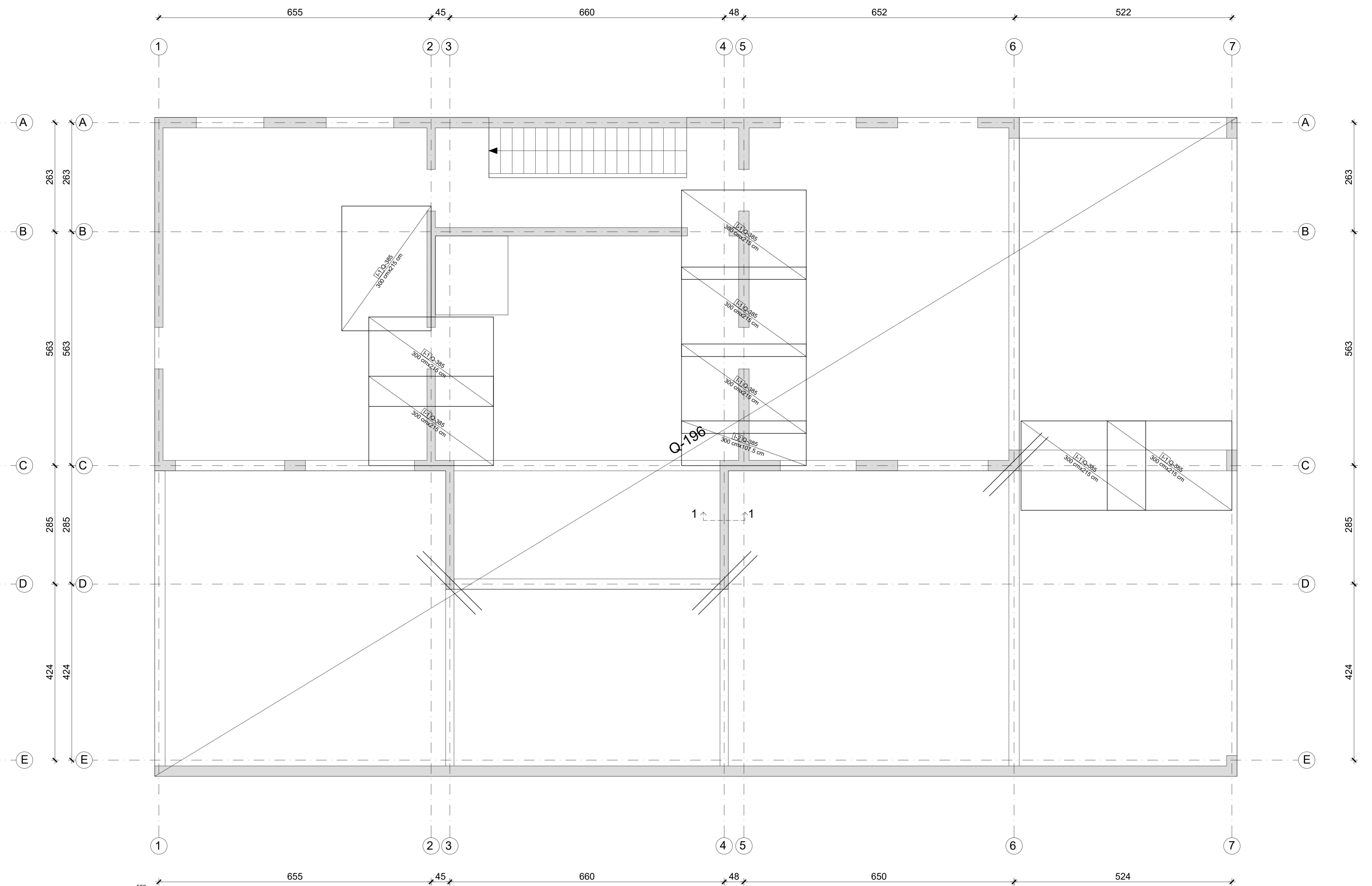


 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE, 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	INVESTITOR:	GRAĐEVINA: STAMBENA ZGRADA U NASELIJU VITRENJAK, ZADAR, zgrada 1	STUDENT: Nikolina Barać
	SADRŽAJ: SKICA ARMATURE - PLAN POZICIJA 000	FAZA: GLAVNI PROJEKT T.D.: 4/21	MENTOR: Prof. dr. sc. Alen Harapin
M= 1:50	datum: srpanj, 2022.		list 12.

**DONJA ZONA**

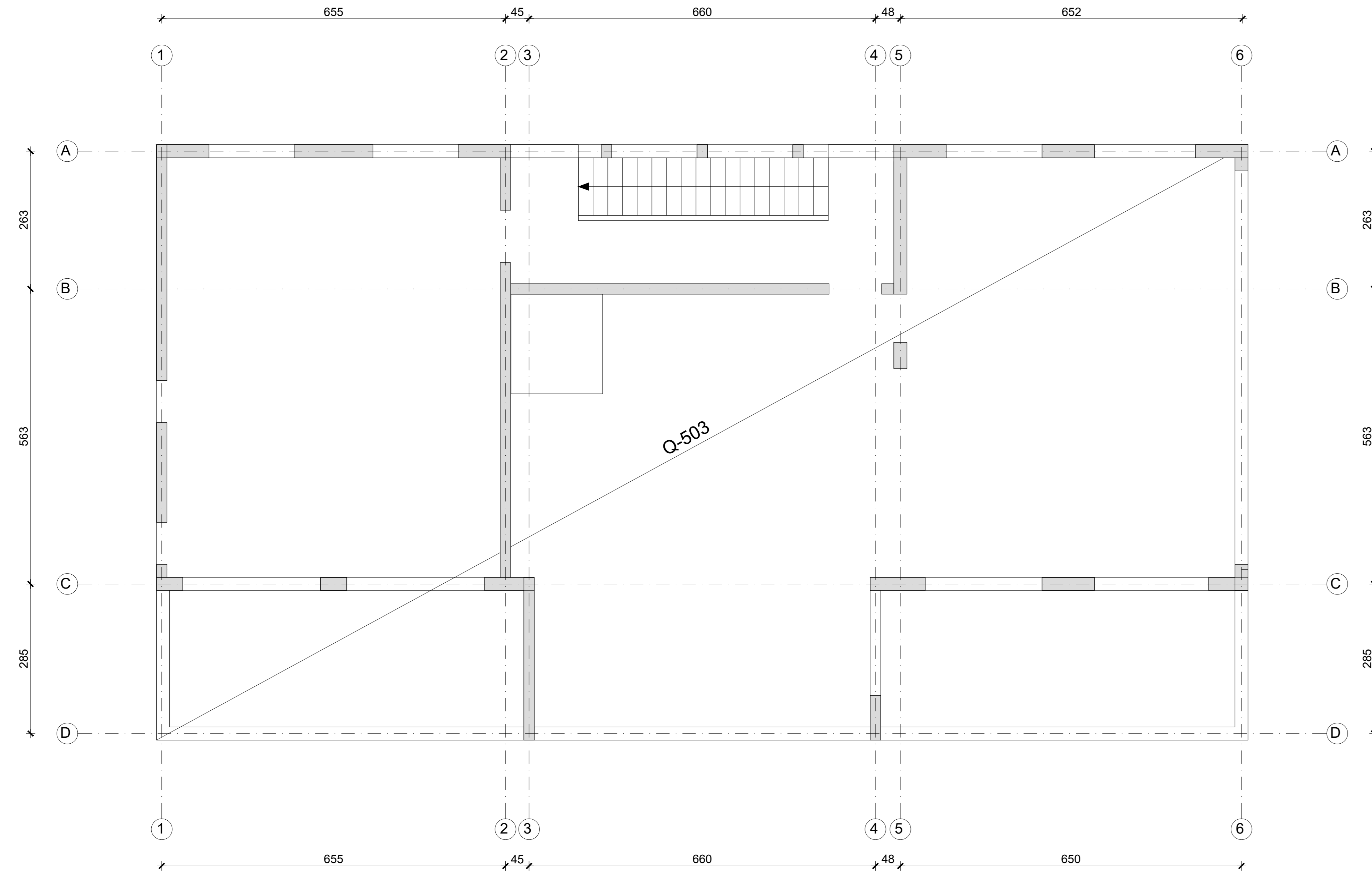


**GORNJA ZONA**

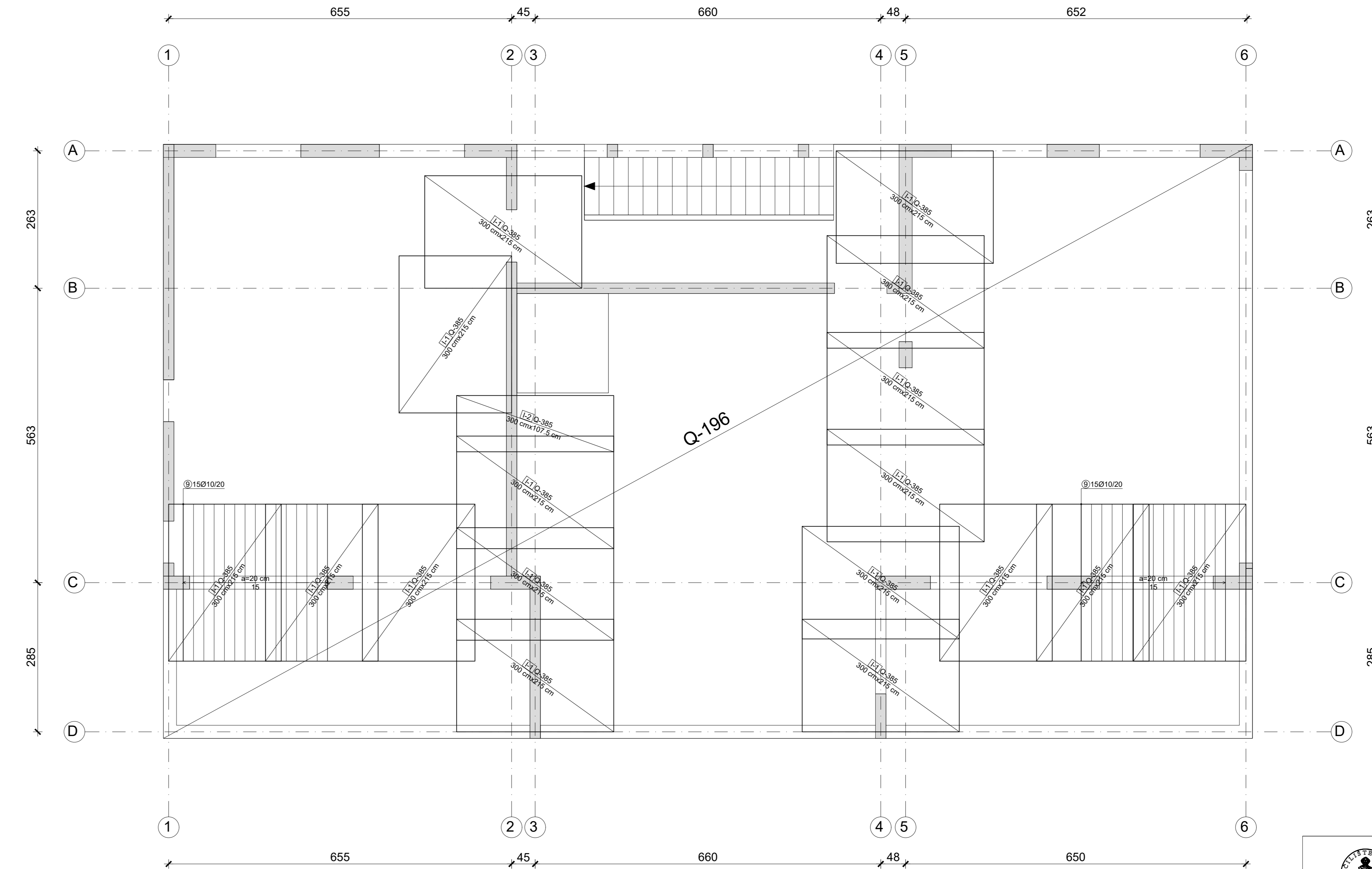



	INVESTITOR	GRAĐEVINA	STUDENT
	SKICAZNA SKICA ARMATURE - PLAN PODCIJA 100	STARIJENA ZGRADA U NASELJU VITENJAK, ZADAR, zgrada 1	Nikola Barac
	FAZA: GLAVNI PROJEKT		MENTOR:
	T.D.: 42/21		Prof. dr. sc. Alan Harapin
M= 1:50	datum: srpanj, 2022.		

# DONJA ZONA

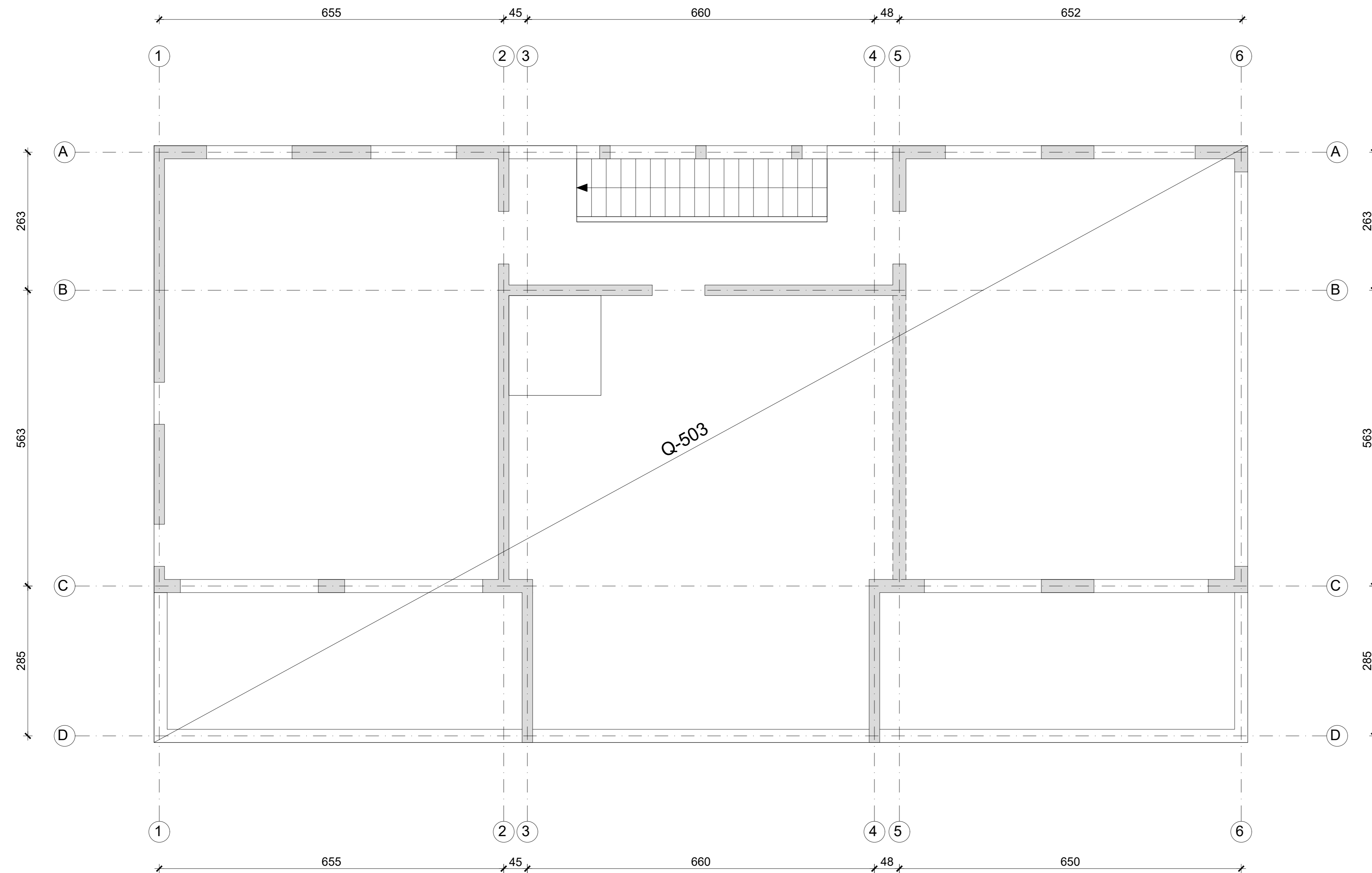


# GORNJA ZONA

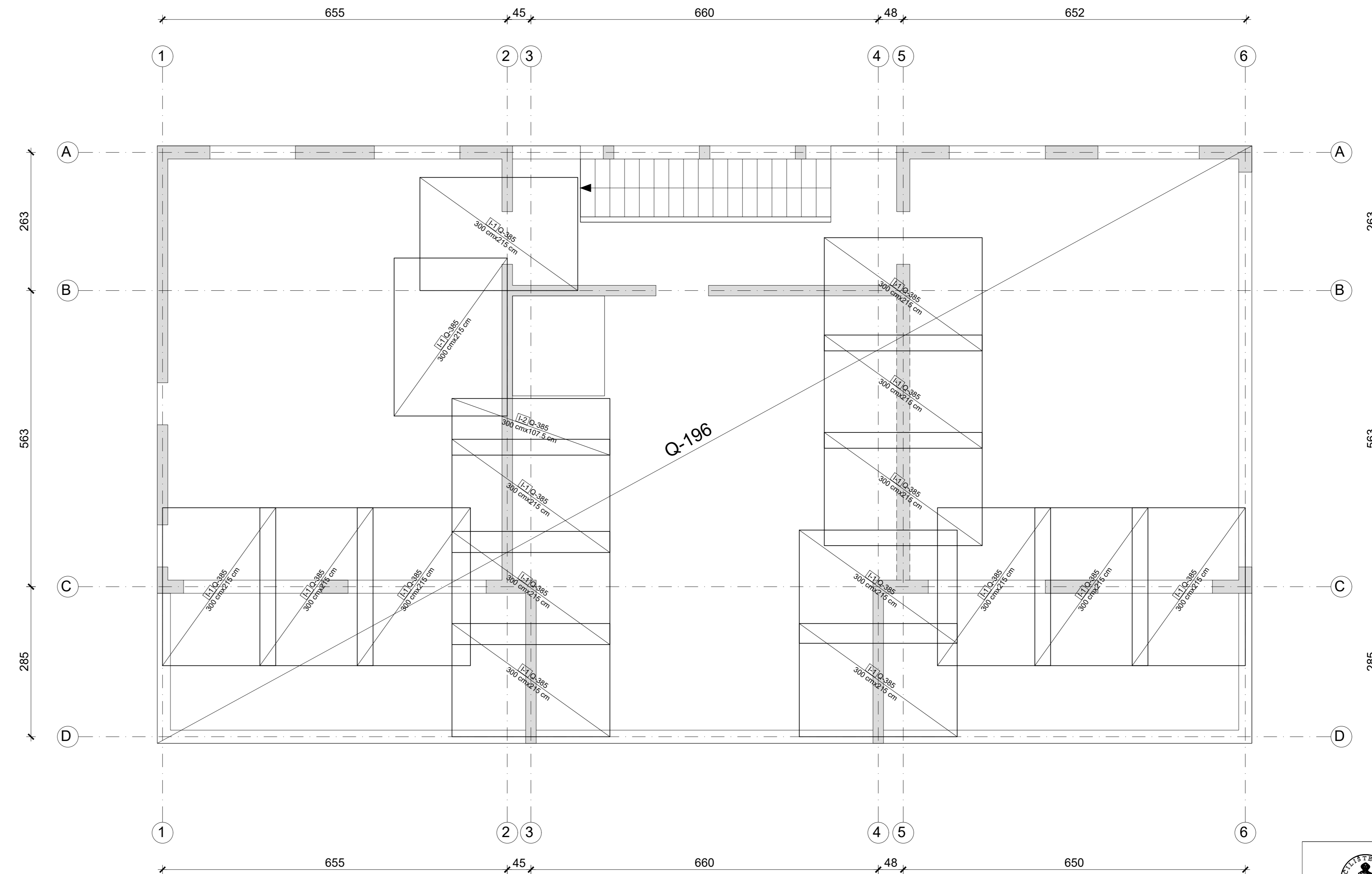



 SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15	INVESTITOR: _____	GRAĐEVINA: STAMBENA ZGRADA U NASELJU VITRENJAK, ZADAR, zgrada 1	STUDENT: Nikola Barac
	SADRŽAJ: SKICA ARMATURE - PLAN PODGLAV 200	FAZA: GLAVNI PROJEKT T.D.: 42/1 datum: srpanj, 2022.	MENTOR: Prof. dr. sc. Alen Harapin

# DONJA ZONA

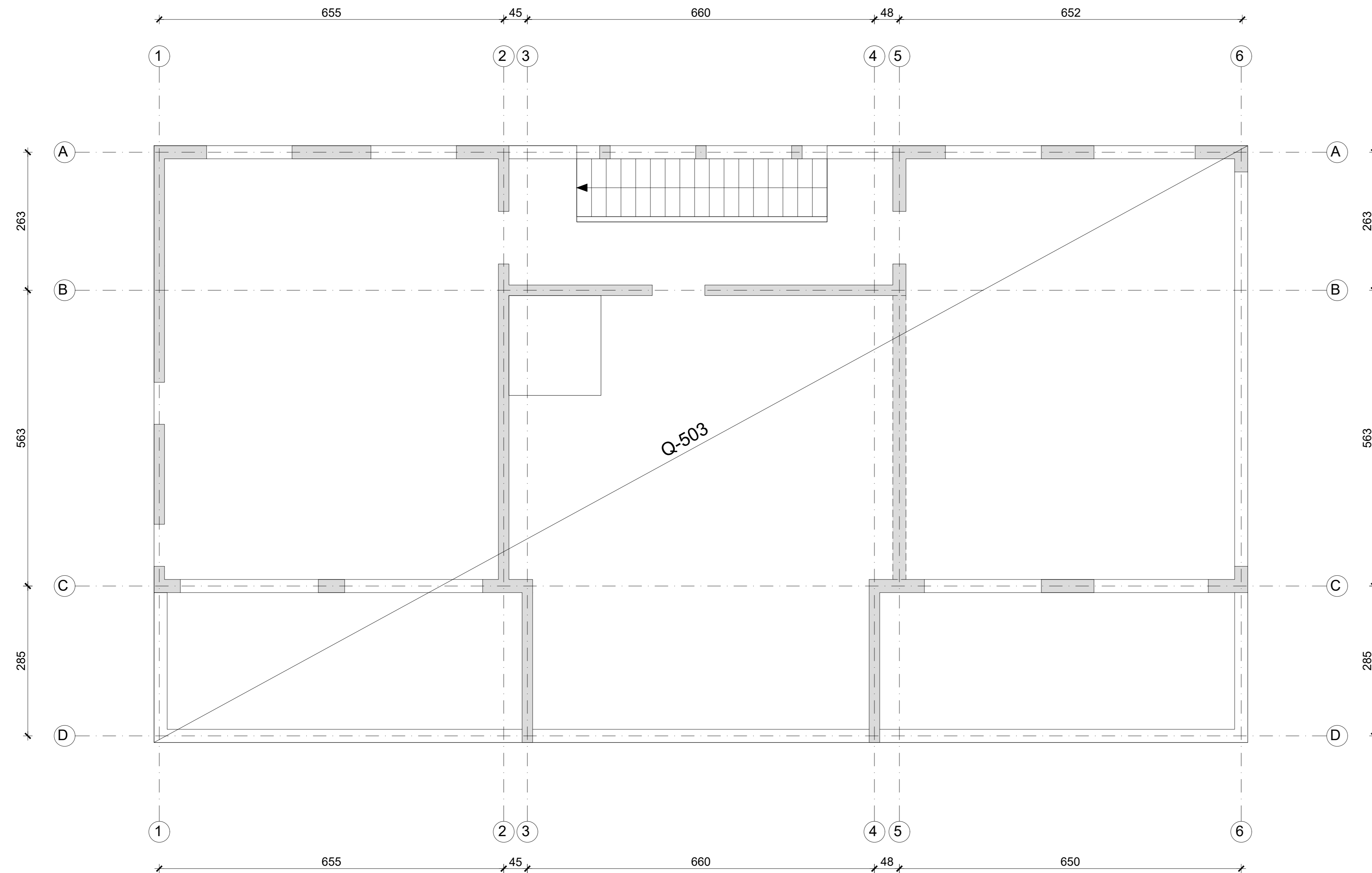


# GORNJA ZONA

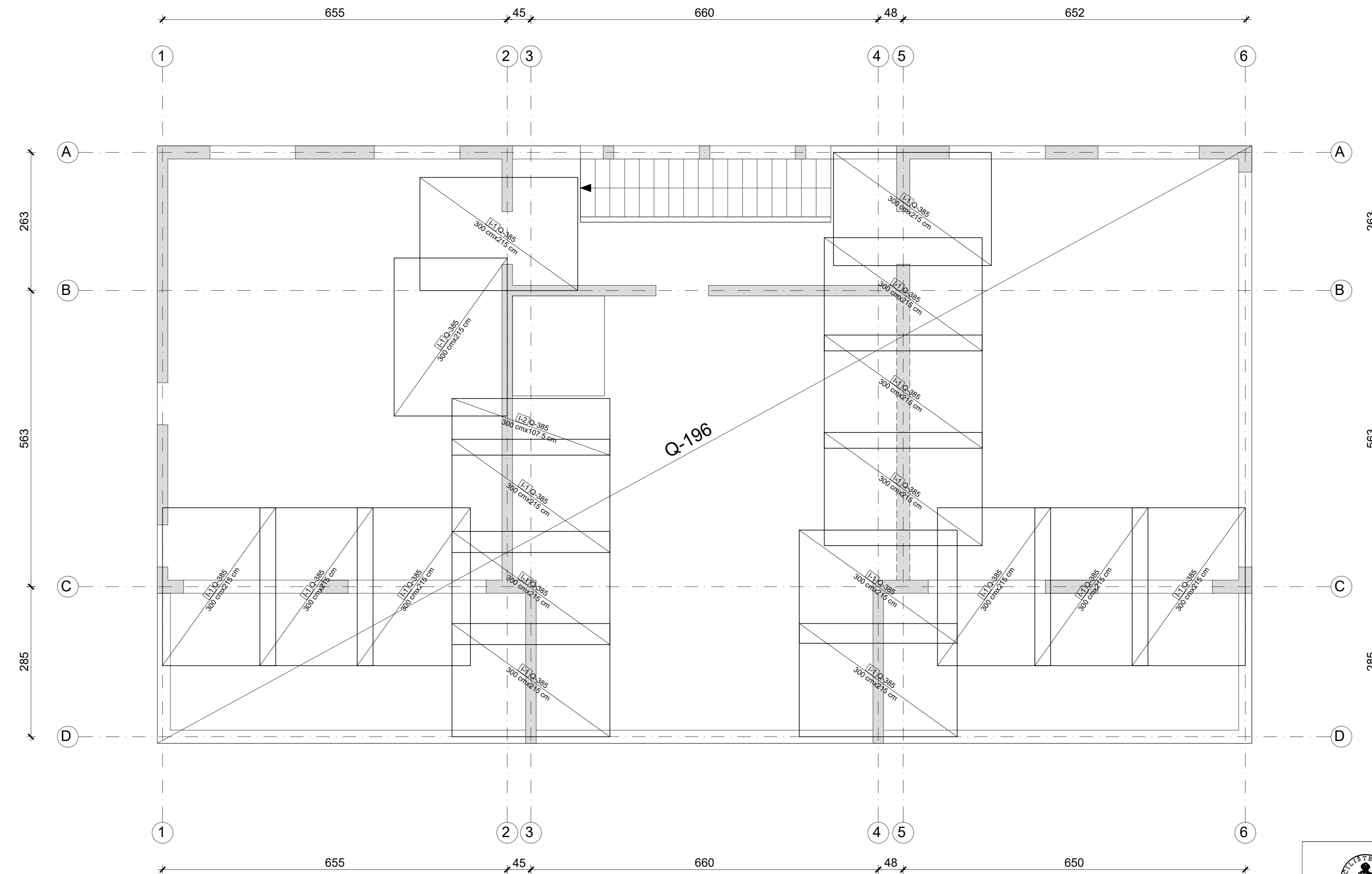



 SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15	INVESTITOR: _____	GRAĐEVINA: STAMBENA ZGRADA U NASELJU VITRENJAK, ZADAR, zgrada 1	STUDENT: Nikola Barac
	SADRŽAJ: SKICA ARMATURE - PLAN PODGLAV 300	FAZA: GLAVNI PROJEKT T.D.: 42/1 datum: srpanj, 2022.	MENTOR: Prof. dr. sc. Alen Harapin

# DONJA ZONA

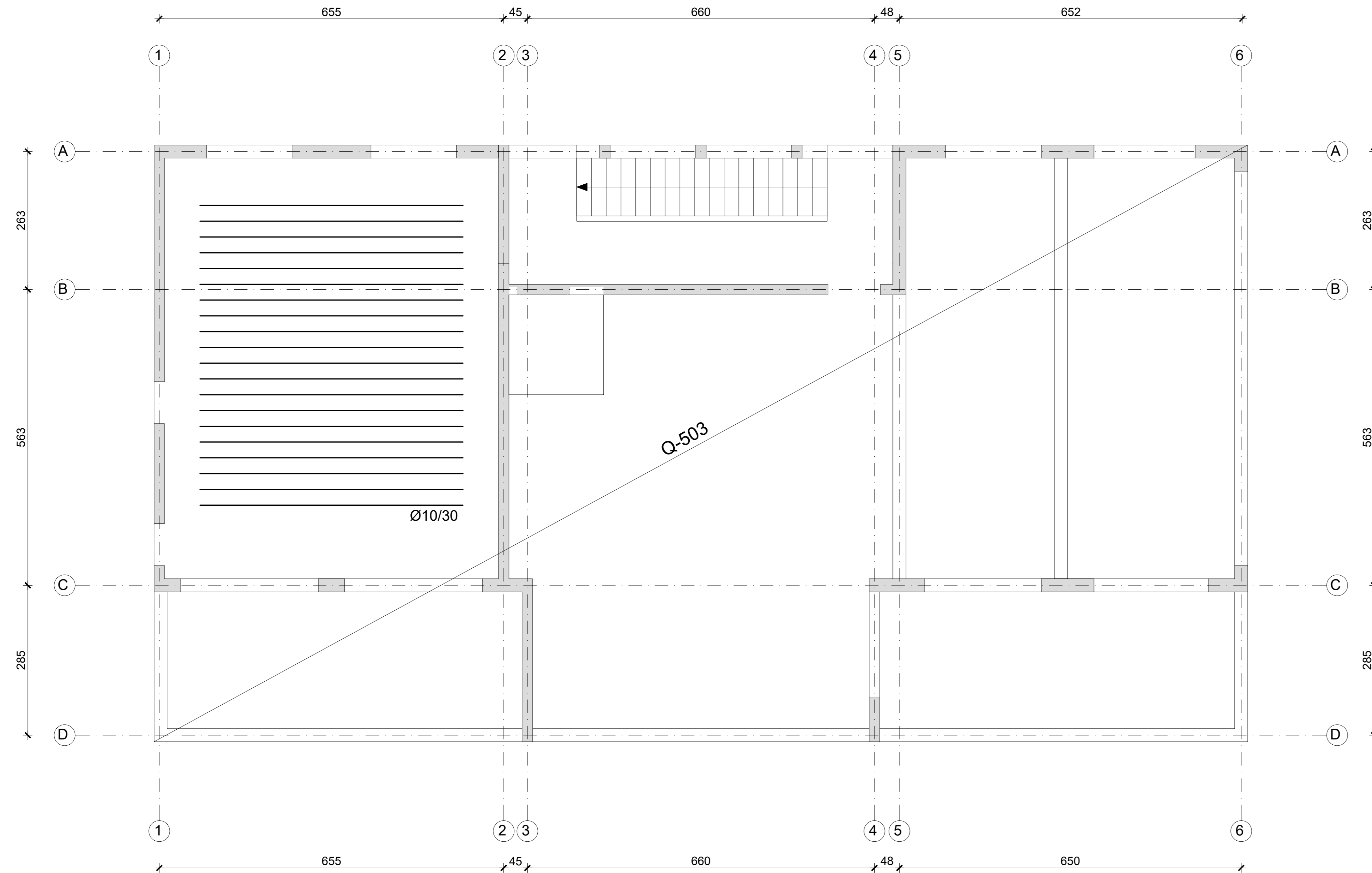


# GORNJA ZONA

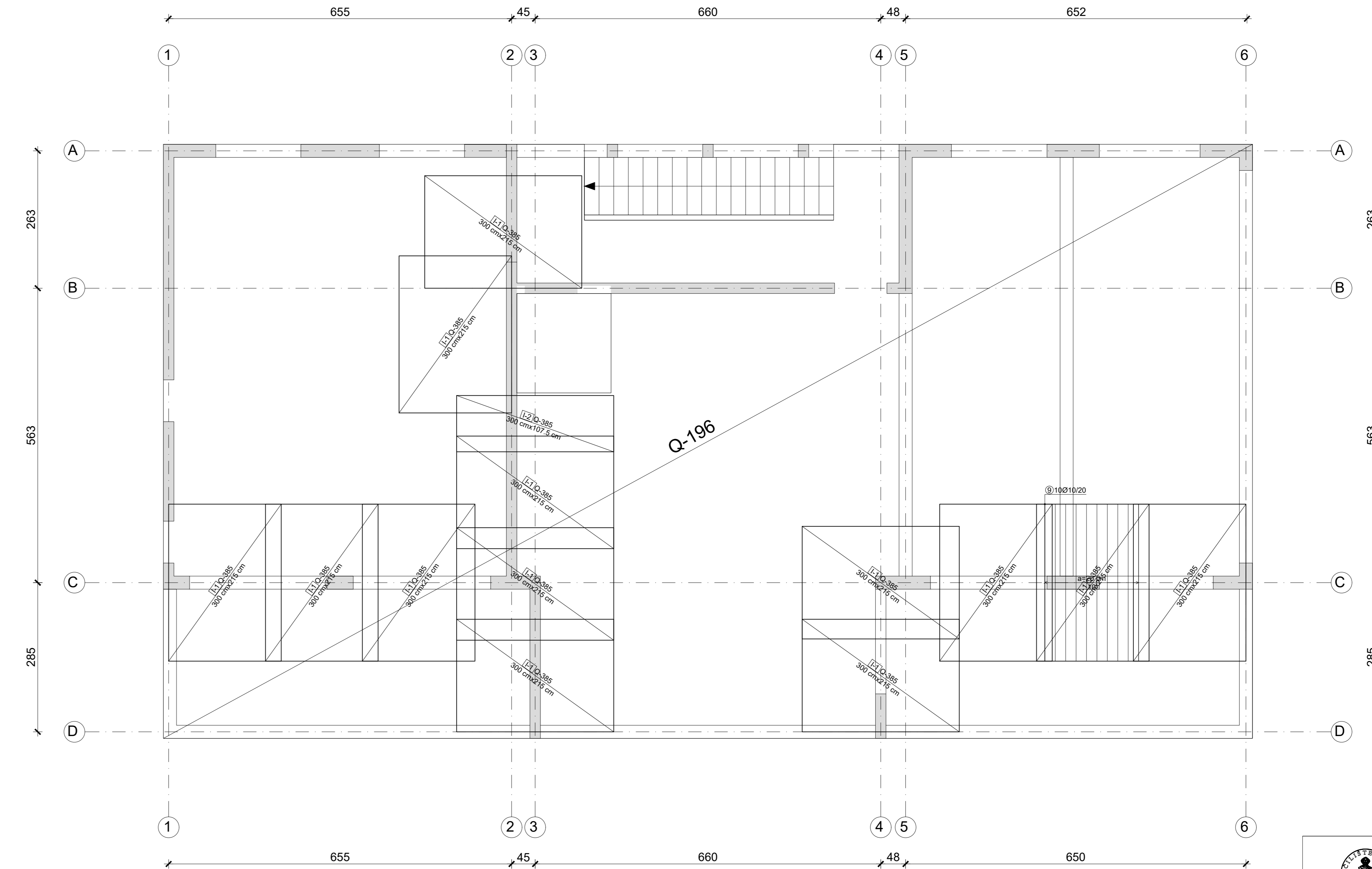



 SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15	INVESTITOR: _____	GRAĐEVINA: STAMBENA ZGRADA U NASELJU VITRENJAK, ZADAR, zgrada 1	STUDENT: Nikola Barac
	SADRŽAJ: SKICA ARMATURE - PLAN PODGLAVIA 400	FAZA: GLAVNI PROJEKT T.D.: 42/21 datum: srpanj, 2022.	MENTOR: Prof. dr. sc. Alen Harapin

# DONJA ZONA



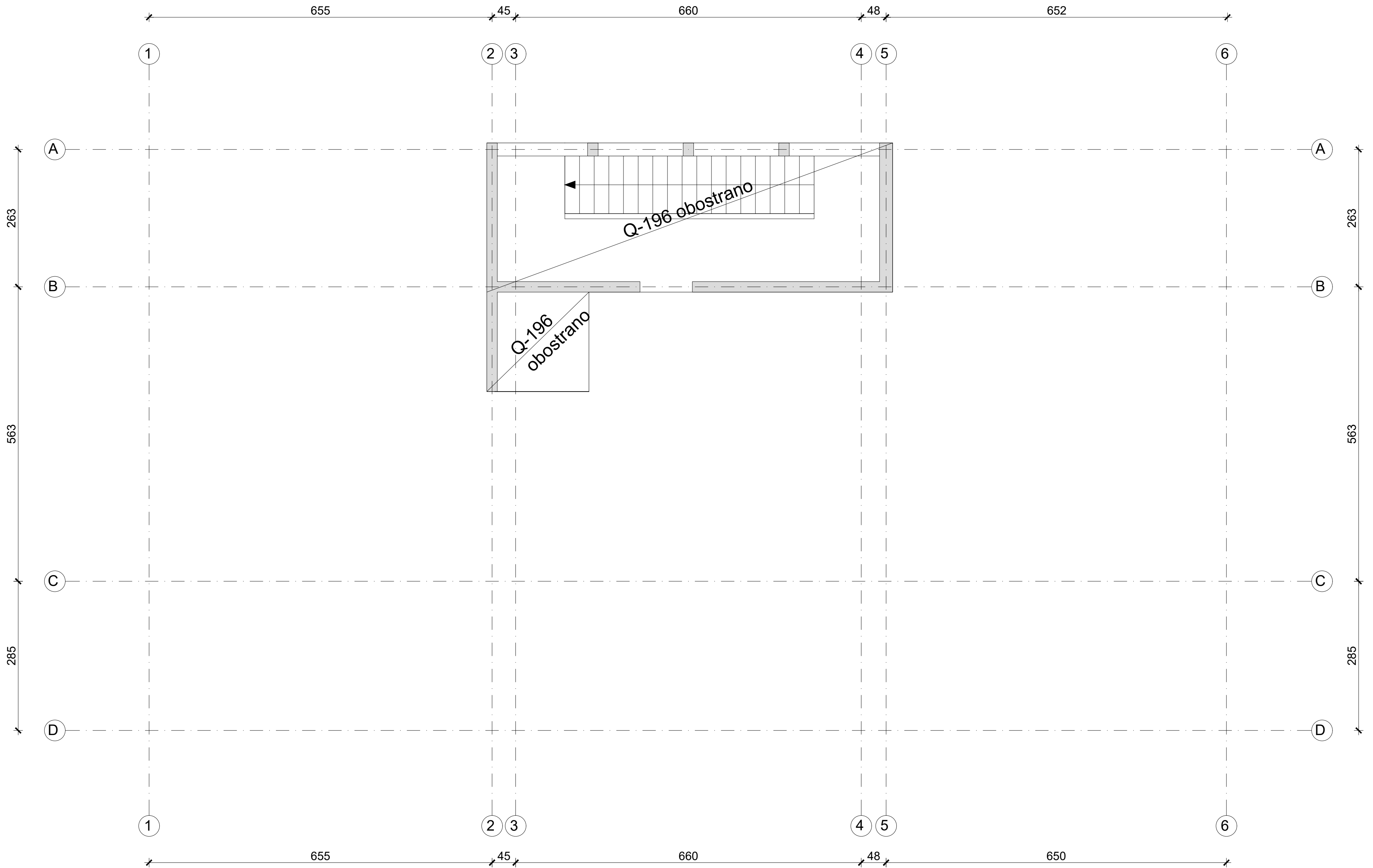
# GORNJA ZONA




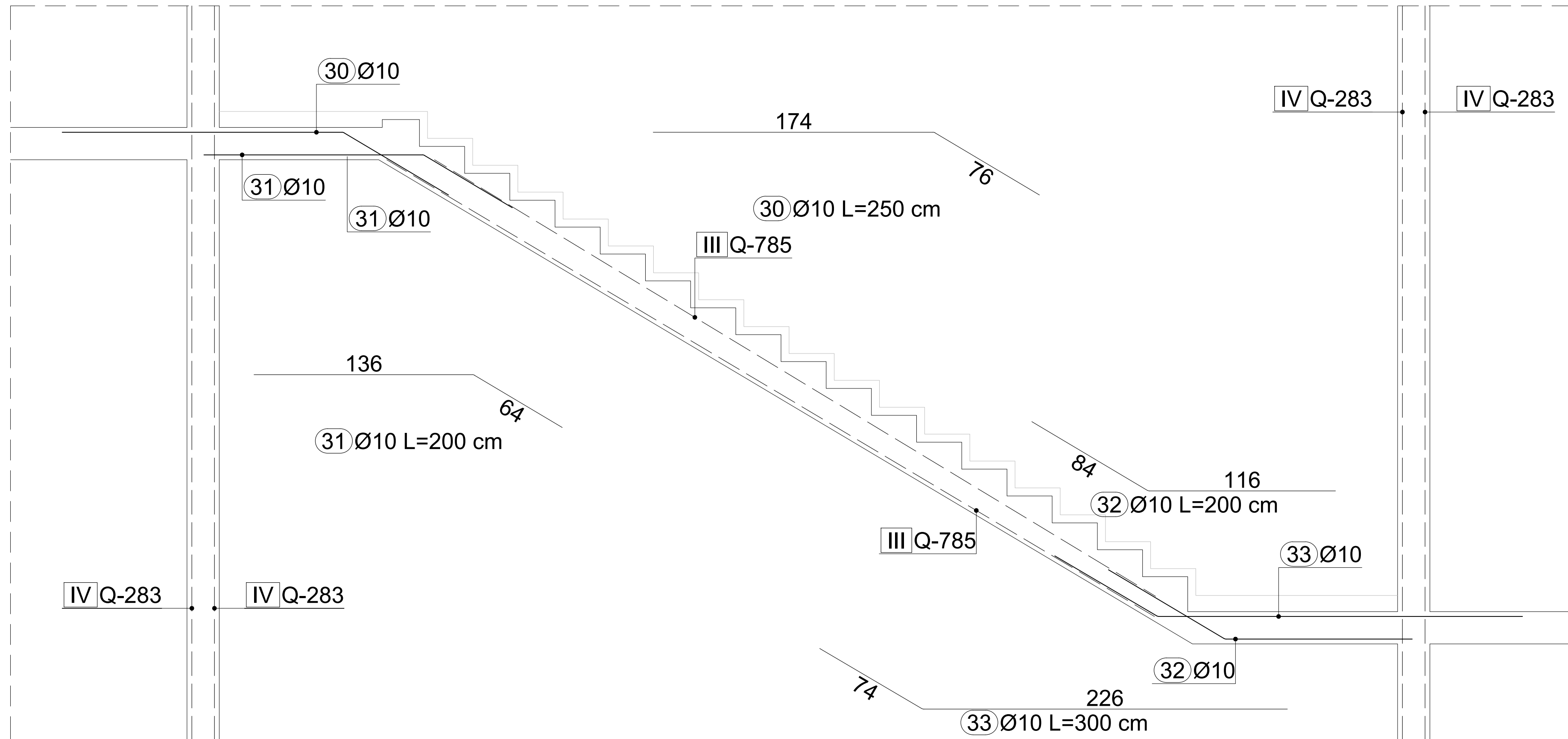
 <p>UNIVERZITET SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	INVESTITOR:	GRADJEVINA: STAMBENA ZGRADA U NASELJU VITRENJAK, ZADAR, zgrada 1	STUDENT: Nikolina Barać
	SADRŽAJ: SKICA ARMATURE - PLAN PODGLAV 500	FAZA: GLAVNI PROJEKT I.D. 42/1	MENTOR: Prof. dr. sc. Alen Harapin
M= 1:50	datum: srpanj, 2022.		list 17.



# DONJA I GORNJA ZONA



 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 Barac
	SADRŽAJ: SKICA ARMATURE - PLAN POZICIJA 600	FAZA: GLAVNI PROJEKT  T.D.: 42/21	MENTOR: Prof. dr. sc. Alen Harapin
	M= 1:50	datum: srpanj, 2022.	list 18.



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: SKICA ARMATURE STUBIŠTA	FAZA: GLAVNI PROJEKT T.D.: 42/21	MENTOR: Prof. dr. sc. Alen Harapin
M= 1:200	datum: srpanj, 2022.	list 19.