

# Glavni projekt stambeno-poslovnog bloka Punta u Omišu

---

**Babić, Marija**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2021**

*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:123:142807>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-25**



*Repository / Repozitorij:*

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



UNIVERSITY OF SPLIT



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

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

# **DIPLOMSKI RAD**

**Marija Babić**

**Split, 2021.**

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

**Marija Babić**

**Glavni projekt stambeno - poslovnog bloka  
Punta u Omišu**

**Diplomski rad**

**Split, 2021.**

# **Glavni projekt stambeno - poslovnog bloka Punta u Omišu**

## ***Sažetak:***

Cilj ovog rada je preprojektiranje stambeno – poslovnog bloka Punta u Omišu, koji je već izveden. Proračun je proveden po novim propisima, a rezultati proračuna su uspoređeni s podacima iz postojećeg projekta.

Građevina se sastoji od dva dijela. Prvi (veći) dio, koji je obrađen u ovom radu, sastoji se od četiri konstrukcijske cjeline (tri dilatacije; četiri ulaza). Drugi (manji) dio sastoji se od dvije konstrukcijske cjeline (jedna dilatacija; dva ulaza).

Građevina je izvedena u armiranom betonu monolitnom izvedbom s armirano-betonskim temeljima, zidovima, te armirano-betonskim pločama kao međukatnim konstrukcijama.

Projekt sadrži: tehnički opis konstrukcije, proračun nosivih konstrukcijskih elemenata te karakteristične građevinske nacрте.

## ***Ključne riječi:***

projekt, konstrukcija, monolitna izvedba, tehnički opis, numerički model, proračun, armatura

# **The main project of the residential – business block Punta in Omis**

## ***Abstract:***

The aim of this paper is to redesign the residential - business block Punta in Omis, which has already been completed. The construction calculation was made according to the new regulations, and the calculation results were compared with the data from the existing project.

The building consists of two parts. The first (larger) part, which is the subject of this paper, consists of four structural units (three dilatations; four entrances). The second (smaller) part consists of two structural units (one dilatation; two entrances).

The building is made of reinforced concrete in monolithic construction with reinforced concrete foundations, walls, and reinforced concrete plates as ceiling slabs.

The project includes: a technical description of the construction, calculation of the bearing structural elements and characteristic construction plans.

## ***Keywords:***

project, construction, monolithic construction, technical description, numerical model, calculation, reinforcement bar



STUDIJ: **SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ  
GRAĐEVINARSTVA**

SMJER: **KONSTRUKCIJE**

KANDIDAT: **Marija Babić**

BROJ INDEKSA: **805**

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

PREDMET: **Betonske konstrukcije**

### ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD

Tema: **Glavni projekt stambeno - poslovnog bloka Punta u Omišu**

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

- tehnički opis
- proračune
- građevinske nacрте

U Splitu, rujan 2021.

Voditelj diplomskog rada:

Doc. dr. sc. Marija Smilović Zulim

Komentor:

Izv. prof. dr. sc. Vesna Perković Jović

Predsjednik Povjerenstva za

završne i diplomske ispite:

Doc. dr. sc. Ivo Andrić

## Sadržaj:

1. TEHNIČKI OPIS.....	1
1.1. Općenito .....	1
1.2. Konstrukcija objekta.....	3
1.3. Lokacija i opterećenja.....	5
1.4. Izvedba.....	5
1.5. Materijali .....	6
2. GEOTEHNIČKI IZVJEŠTAJ .....	7
2.1. Podaci o istražnim radovima .....	7
2.2. Geološka i inženjersko - geološka istraživanja.....	7
2.3. Dubina podzemne vode .....	7
2.4. Temeljenje .....	7
3. PLANOVI POZICIJA .....	8
4. ANALIZA OPTEREĆENJA.....	9
4.1. Stalno opterećenje.....	9
4.1.1. Vlastita težina .....	9
4.1.2. Dodatno stalno opterećenje .....	9
4.2. Promjenjivo opterećenje .....	14
4.2.1. Pokretno opterećenje .....	14
4.2.2. Opterećenje snijegom .....	16
4.2.3. Opterećenje vjetrom .....	18
4.3. Izvanredno opterećenje.....	34
4.3.1. Potresno opterećenje.....	34
5. NUMERIČKI MODEL .....	42
5.1. Numerički model općenito .....	42
5.2. Kombinacije opterećenja .....	42
6. PRORAČUN HORIZONTALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE .....	45
6.1. Proračun ploča - Ulaz 1 .....	45
6.1.1. Ploča pozicije -100 – krovna ploča 14 cm.....	45
6.1.2. Ploča pozicije 000 – krovna terasa .....	54
6.1.3. Ploča pozicije 100 – ploča iznad 3. kata.....	64
6.1.4. Ploče pozicije 200 – ploče iznad 1. i 2. kata .....	71
6.1.5. Ploče pozicije 300 – ploča iznad prizemlja .....	78
6.2. Proračun ploča - Ulaz 2 (4).....	85
6.2.1. Ploča pozicije -100 – krovna ploča 14 cm.....	85
6.2.2. Ploča pozicije 000 – krovna terasa .....	93

6.2.3. Ploča pozicije 100 – ploča iznad 5 kata.....	101
6.2.4. Ploča pozicije 200 – ploča iznad 4. kata.....	110
6.2.5. Ploče pozicije 300 – ploče iznad 1.,2. i 3. kata.....	118
6.2.6. Ploča pozicije 400 – ploča iznad prizemlja .....	126
6.3. Proračun ploča - Ulaz 3 .....	134
6.3.1. Ploča pozicije -100 – krovna ploča 14 cm.....	134
6.3.2. Ploča pozicije 000 – krovna terasa .....	142
6.3.3. Ploča pozicije 100 – ploča iznad 6. kata.....	151
6.3.4. Ploča pozicije 200 – ploča iznad 1,2,3,4 i 5 kata .....	159
6.3.5. Ploča pozicije 300 – ploča iznad prizemlja .....	167
6.4. Armatura ploča .....	175
7. PRORAČUN STUBIŠTA .....	176
7.1. Dimenzioniranje stubišta - Ulaz 1 .....	178
7.2. Dimenzioniranje stubišta - Ulaz 2 i 4 .....	180
7.3. Dimenzioniranje stubišta - Ulaz 3 .....	182
7.4. Armatura stubišta.....	184
8. PRORAČUN GREDA.....	185
8.1. PRORAČUN GREDA 20x70.....	185
8.1.1. Dimenzioniranje grede na savijanje .....	186
8.1.2. Kontrola pukotina.....	190
8.1.3. Kontrola progiba.....	192
8.2. PRORAČUN GREDA 20x60.....	194
8.2.1. Dimenzioniranje grede na savijanje .....	195
8.2.2. Kontrola pukotina.....	199
8.2.3. Kontrola progiba.....	201
9. PRORAČUN ZIDOVA .....	203
9.1. Proračun karakterističnog vanjskog zida u X smjeru .....	204
9.2. Proračun karakterističnog unutarnjeg zida u X smjeru .....	215
9.3. Proračun zidnog (visokostjenog) nosača u Y smjeru .....	227
9.4. Armatura zidova .....	230
10. PRORAČUN TEMELJA.....	231
10.1. Dimenzioniranje temeljnih traka 180x60 .....	232
10.1.1. Kombinacija $M_{max}$ i $N_{pripadajuće}$ .....	232
10.1.2. Kombinacija $N_{max}$ i $M_{pripadajuće}$ .....	233
10.2. Dimenzioniranje temeljnih traka 120x60 .....	236
10.2.1. Kombinacija $M_{max}$ i $N_{pripadajuće}$ .....	236
10.2.2. Kombinacija $N_{max}$ i $M_{pripadajuće}$ .....	237



10.3. Dimenzioniranje temeljnih traka 60x60 .....	240
10.3.1. Kombinacija $M_{max}$ i $N_{pripadajuće}$ .....	240
10.3.2. Kombinacija $N_{max}$ i $M_{pripadajuće}$ .....	241
11. GRAFIČKI PRILOZI .....	244
12. LITERATURA .....	246

## 1. TEHNIČKI OPIS

### 1.1. Općenito

Naziv: Stambeno - poslovni objekt „Punta“ - Omiš

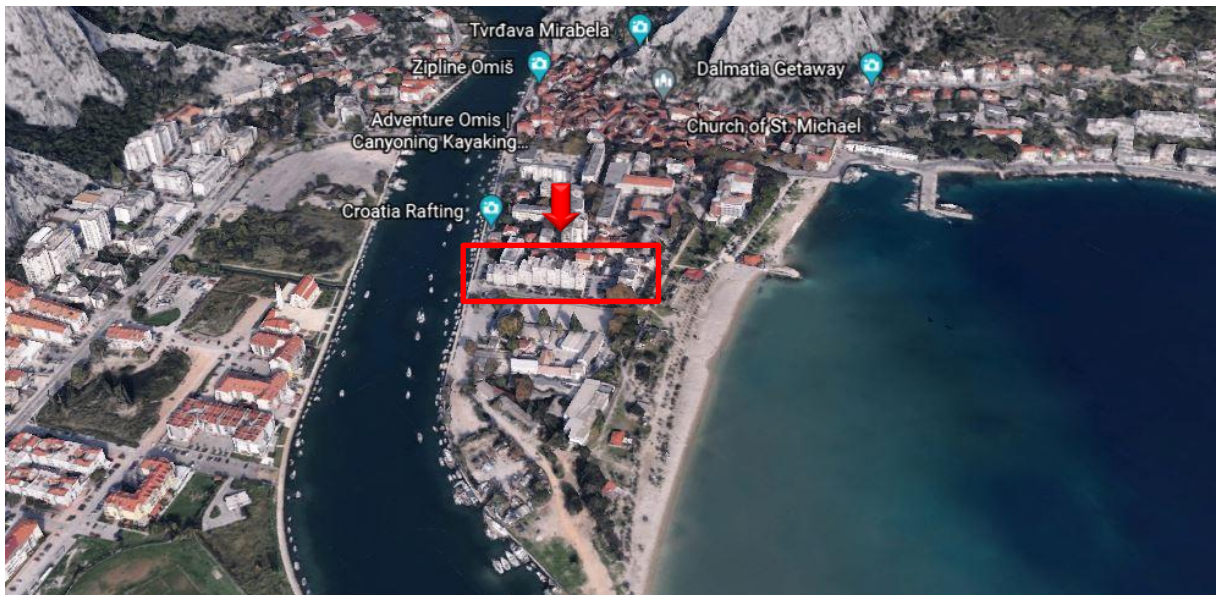
Investitor: „Izvođač“ – Omiš

Projektant: I.Radić, dipl. ing. arh.

Datum izrade projekta: 1978./1979.

Datum izgradnje: 1983.

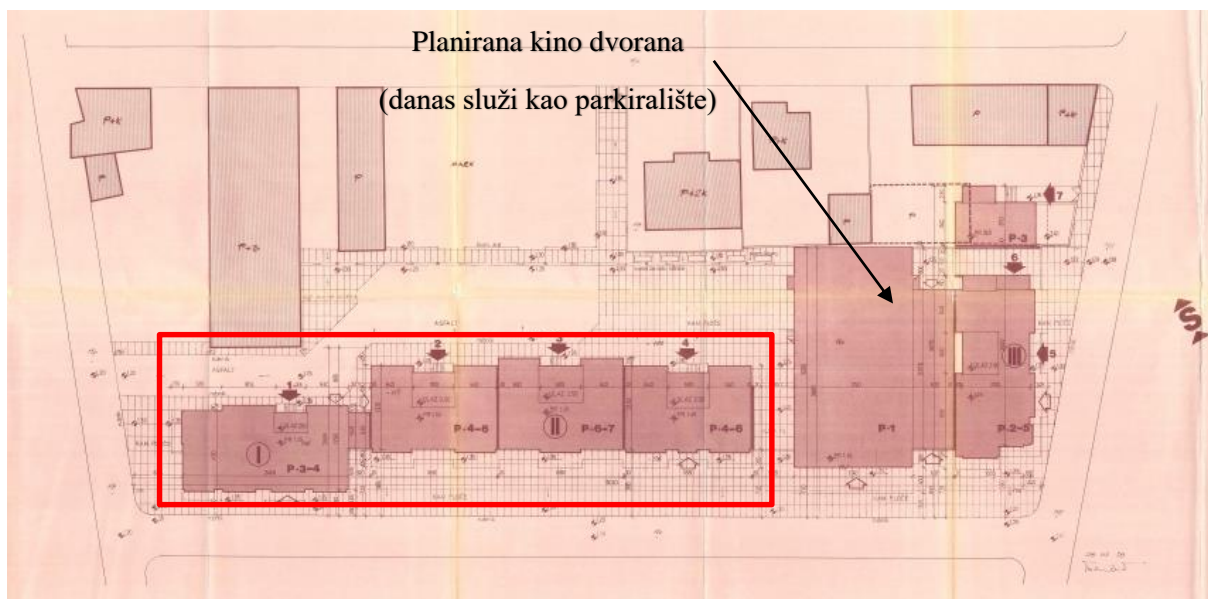
Stambeno - poslovni blok smješten je na predjelu Punta u Omišu, a orijentiran je većim dijelom (4 ulaza) prema jugozapadu, odnosno sa svojim manjim dijelom (2 ulaza) prema jugoistoku.



Slika 1. Prikaz lokacije promatranog stambeno - poslovnog bloka

Ovim diplomskim radom u potpunosti je obuhvaćen dio stambeno - poslovnog bloka orijentiran prema jugozapadu (s 4 pripadajuća ulaza, odnosno 3 dilatacije) koji je na *slici 2.* naznačen crvenim okvirom.

Između dva spomenuta bloka planirana je izgradnja kino dvorane koja nije nikada realizirana, a danas se taj prostor koristi kao parkiralište za automobile. Parkiralište se nalazi i sa stražnje strane predmetnog bloka (jugozapadnog) gdje su i ulazi u zgradu.



*Slika 2. Situacija s prikazom planirane kino dvorane*

U cijelom prizemlju predviđeni su poslovni prostori i trafostanica. Svi vertikalni gabariti (od P + 3 do P + 6), a i horizontalni, usklađeni su s urbanističkim uvjetima. Ostali katovi su stambene namjene. Vertikalna komunikacija unutar objekta ostvaruje se stubištima i liftovima, izuzev „Ulaza 1“, koji nema lift.

Visina „Ulaza 1“ iznosi 18.46 m, visine „Ulaza 2“ i „Ulaza 4“ iznose 24.60 m i visina „Ulaza 3“ iznosi 27.40 m mjereno od kote terena (-1.20 m). Visina prizemlja iznosi 3.85 m, a visina katova iznosi 2.80 m mjereno od gotovog poda donje etaže do gotovog poda sljedeće etaže. Zgrada je priključena na sve vrste instalacija za stambene zgrade – vodovodna i kanalizacijska mreža, električna mreža, gromobran i ventilacija.

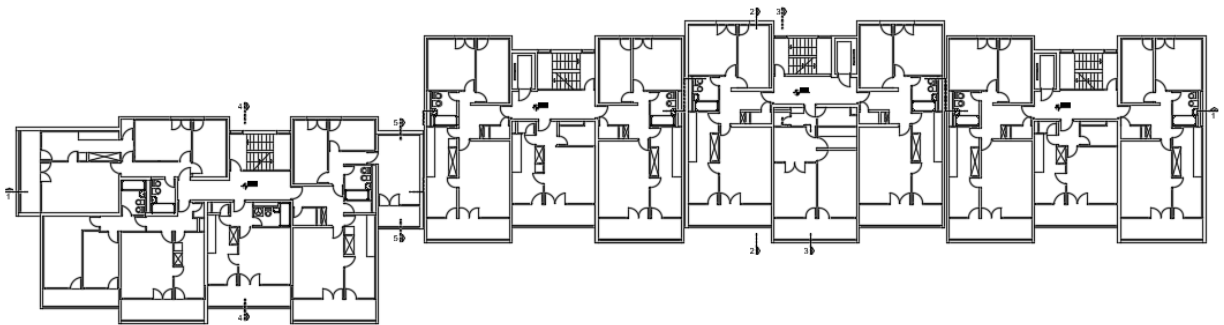
## 1.2. Konstrukcija objekta

Konstrukcija objekta sastoji se od poprečnih armirano - betonskih zidova debljine 20 cm i armirano - betonskih ploča debljine 16 cm. Krovne neprohodne ploče su debljine 14 cm. Uzdužna ukrućenja objekta vrše se armirano - betonskim zidovima debljine 20 cm koji se nalaze unutar objekta. Stubište je također izvedeno od armiranog betona.

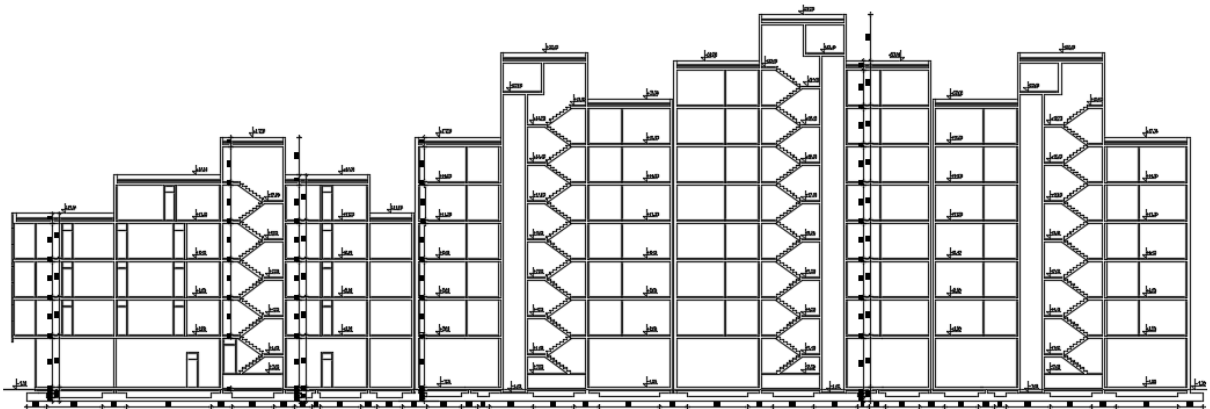
Vanjski zidovi su toplinski izolirani s unutarnje strane siporeks pločama debljine 7.5 cm.

Pregradni zidovi su izvedeni od siporeks ploča debljine 10 cm.

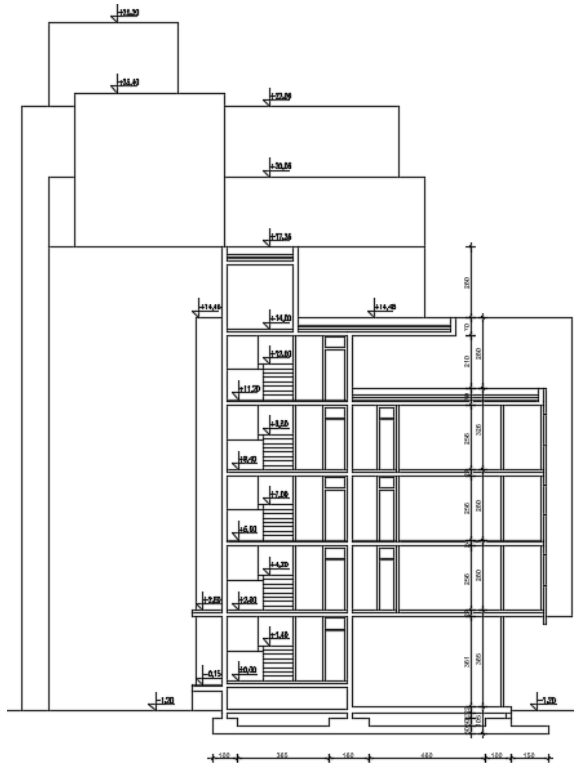
Temeljenje objekta izvršeno je preko armirano-betonskih trakastih temelja visine 60 cm. Dubina temeljenja iznosi cca 80 cm, a izvedena je i sanacija (ojačanje) terena s nasipom od lomljenog kamena.



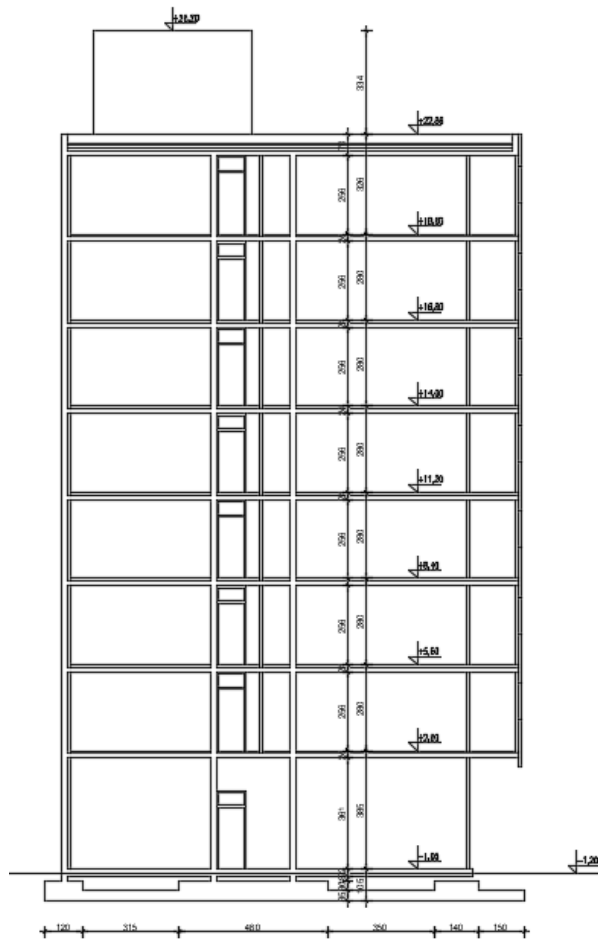
Slika 3. Tlocrt karakterističnog kata



Slika 4. Uzdužni presjek (1-1)



Slika 5. Presjek 4-4



Slika 6. Presjek 2-2

### 1.3. Lokacija i opterećenja

Građevina se nalazi na lokaciji koja prema važećim propisima spada u zonu za koju je zadano projektno ubrzanje tla  $a_g = 0.23g$ . Konstrukcija seizmičke sile preuzima sustavom armirano - betonskih zidova i stupova, što je u skladu s Eurokodom 2 i Eurokodom 8. Građevina se nalazi na lokaciji koja prema važećim propisima spada u III. zonu opterećenja vjetrom.

### 1.4. Izvedba

Predmetna građevina izvedena je 1983. godine po tadašnjim pravilima struke. Uz minimalne naknadne popravke/izmjene koje su uočene (otvori, fasada i slično) zgrada je vizualno u jako dobrom stanju. Problemi su vidljivi na par mjesta gdje je armatura ogoljena, odnosno nema više zaštitnog sloja betona. Razlog nastalih problema s armaturom na predmetnoj građevini je jako mali zaštitni sloj, odnosno na pojedinim mjestima ga skoro i nema, što se može uočiti na slikama 7. i 8. u nastavku.



*Slika 7. Ogoljena armatura na konstrukciji*



*Slika 8. Problemi uslijed nedostatka zaštitnog sloja*

## 1.5. Materijali

### a) Beton

Predmetna građevina izvedena je od betona različite klase tlačnih čvrstoća.

Sve ploče su izvedene od betona C25/30, izuzev krovne ploče ulaza 1 koja je izvedena od betona klase C16/20.

Stubište je izvedeno od betona klase C25/30.

Zidovi ulaza 1 su izvedeni od betona C25/30 (prizemlje) i C16/20 (ostali katovi). Zidovi ulaza 2,3 i 4 su izvedeni od betona C25/30 (prizemlje, prvi i drugi kat), C16/20 (treći, četvrti i peti kat) i C12/15 (ostali katovi).

Za potrebe ovog diplomskog rada, izvedeno je i mjerenje kvalitete betona predmetne građevine pomoću sklerometra.



*Slika 9. Mjerenje kvalitete betona pomoću sklerometra*

### b) Armatura

Ugrađena je rebrasta armatura B500B.

## **2. GEOTEHNIČKI IZVJEŠTAJ**

### **2.1. Podaci o istražnim radovima**

Nema podataka o istražnim radovima.

### **2.2. Geološka i inženjersko - geološka istraživanja**

Tlo je na promatranoj lokaciji uglavnom ujednačenog sastava. U tlu se najčešće protežu slojevi lapora (fliša) i meki vapnenci.

### **2.3. Dubina podzemne vode**

U hidrogeološkom smislu, razlomljene i okršene naslage lapora (i meki vapnenci) imaju pukotinsku i moguće kaverno-znu poroznost te se oborinske vode relativno brzo procjeđuju u podzemlje.

### **2.4. Temeljenje**

Temeljenje je izvršeno preko armirano-betonskih temeljnih traka visine 60 cm. Širine temeljnih traka se razlikuju, a proračunate širine traka u ovom radu su 180, 120 i 60 cm. Dubina temeljenja je cca 80 cm, a prethodno je izvršena sanacija tla nasipom lomljenog kamena.



### 3. PLANOVI POZICIJA

Planovi pozicija i relevantni tlocrti i presjeci prikazani su u grafičkim priložima.

Svi računalni proračuni izvršeni su računalnim programom *Scia Engineer 21.0*. Zbog opširnosti projekta prikazani su samo oni rezultati koji su smatrani relevantnim. Svi ulazni i izlazni podaci mogu se, na zahtjev, dobiti kod autora ovog projekta.

Svi ostali podaci i detalji relevantni za predmetni objekt dani su kroz projektna rješenja.

Sva opterećenja uzeta prema:

HRN ENV 1991-1	Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 1. dio: Osnove projektiranja (ENV 1991-1:1994)
HRN ENV 1991-2-1	1 Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 2-1. dio: Djelovanja na konstrukcije – Prostorne težine, vlastite težine, uporabna opterećenja (ENV 1991-2-1:1995)
HRN ENV 1991-2-2	Eurokod 1: Osnove proračuna i djelovanja na konstrukcije – 2-2. dio: Djelovanja na konstrukcije – Djelovanja na konstrukcije izložene požaru (ENV 1991-2-2:1995)
HRN ENV 1991-2-3	Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 2-3. dio: Djelovanja na konstrukcije – Opterećenje snijegom (ENV 1991-2-3:1995)
HRN ENV 1991-2-4	Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 2-4. dio: Djelovanja na konstrukcije – Opterećenje vjetrom (ENV 1991-2-4:1995)
HRN ENV 1991-2-6	Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 2-6. dio: Djelovanja na konstrukcije – Djelovanja tijekom izvedbe (ENV 1991-2-6:1997)
HRN ENV 1991-2-7	7 Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 2-7. dio: Djelovanja na konstrukcije – Izvanredna djelovanja prouzročena udarom i eksplozijom (ENV 1991-2-7:1998)
HRN ENV 1998-1-1:2005	Eurokod 8: Projektiranje konstrukcija otpornih na potres – 1-1. dio: Opća pravila – Potresna djelovanja i opći zahtjevi za konstrukcije (ENV 1998-1-1:1994)

## 4. ANALIZA OPTEREĆENJA

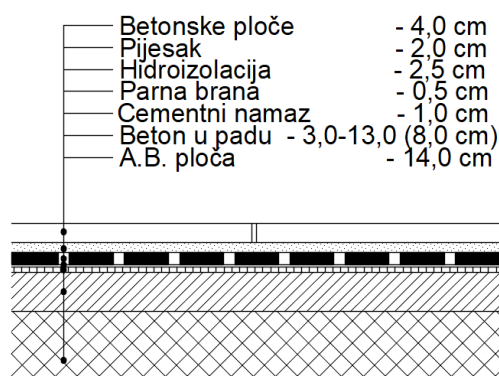
### 4.1. Stalno opterećenje

#### 4.1.1. Vlastita težina

Vlastita težina svih konstruktivnih elementa automatski je uključena u programskom paketu *Scia Engineer 21.0*.

#### 4.1.2. Dodatno stalno opterećenje

a) Neprohodni krov



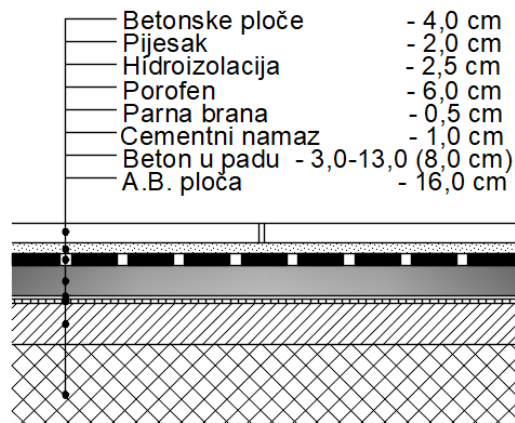
Slika 10. Slojevi neprohodnog krova

SLOJ:	d(m)	g(kN/m <sup>3</sup> )	d · g(kN/m <sup>2</sup> )
Betonske ploče	0.04	25.0	1.00
Pijesak	0.02	10.0	0.20
Hidroizolacija	0.025	8.0	0.20
Parna brana	0.005	40	0.20
Cementni namaz	0.01	20	0.20
Beton u padu	0.08	31.25	2.50
A.B. ploča	0.14		

uključena kroz  
računalni program

**Ukupno dodatno stalno opterećenje : 4.30 kN/m<sup>2</sup>**

## b) Krovna terasa

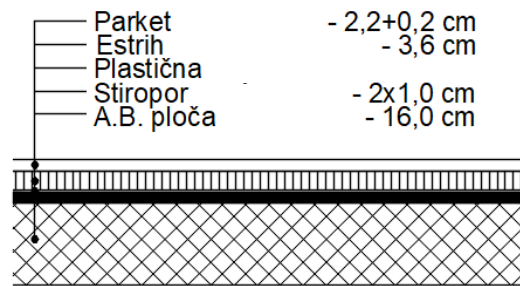


Slika 11. Slojevi krovne terase

<b>SLOJ:</b>	<b>d(m)</b>	<b>g(kN/m<sup>3</sup>)</b>	<b>d·g(kN/m<sup>2</sup>)</b>
Betonske ploče	0.04	25.0	1.0
Pijesak	0.02	10.0	0.20
Hidroizolacija	0.025	8.0	0.20
Porofen	-	-	-
Parna brana	0.005	40	0.20
Cementni namaz	0.01	20	0.20
Beton u padu	0.08	31.25	2.50
A.B. ploča	0.16	uključena kroz računalni program	
<b>Ukupno dodatno stalno opterećenje : 4.30 kN/m<sup>2</sup></b>			

a) Pod između stanova

- Topli pod

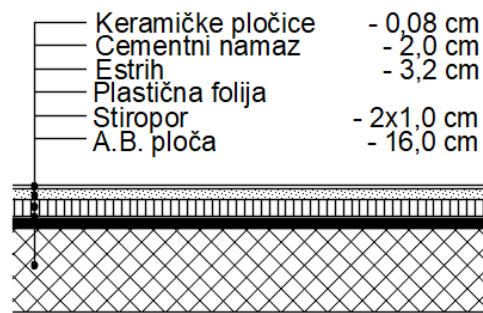


Slika 12. Slojevi toplog poda

SLOJ:	d(m)	g(kN/m <sup>3</sup> )	d·g(kN/m <sup>2</sup> )
Parket	0.024	10.0	0.24
Estrih	0.036	25.0	0.90
Polietilenska folija	0.015	-	-
Stiropor	0.02	0.5	0.01
A.B. ploča	0.16	uključena kroz računalni program	

**Ukupno dodatno stalno opterećenje : 1.15 kN/m<sup>2</sup>**

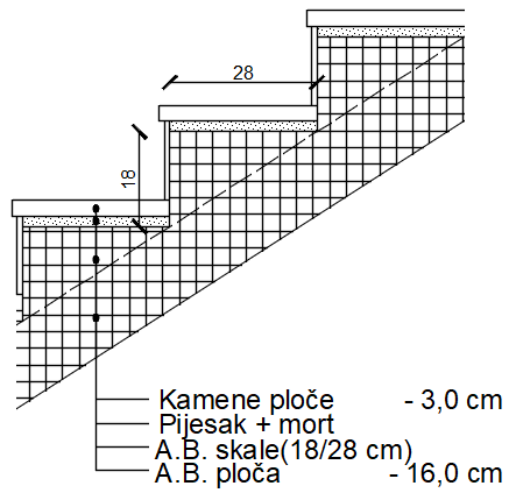
## - Hladni pod



Slika 13. Slojevi hladnog poda

<b>SLOJ:</b>	<b>d(m)</b>	<b>g(kN/m<sup>3</sup>)</b>	<b>d·g(kN/m<sup>2</sup>)</b>
Keramičke pločice	0.008	24.0	0.19
Cementni namaz	0.02	6.5	0.15
Estrih	0.032	25.0	0.80
Polietilenska folija	0.015	-	-
Stiropor	0.02	0.5	0.01
A.B. ploča	0.16	uključena kroz računalni program	
<b>Ukupno dodatno stalno opterećenje : 1.15 kN/m<sup>2</sup></b>			

## b) Stubište



Slika 14. Slojevi poda stubišta

SLOJ:	d(m)	g(kN/m <sup>3</sup> )	d·g(kN/m <sup>2</sup> )
Kamene ploče	0.03	33.0	1.0
Pijesak + mort	0.02	25.0	0.5
A.B. stube	0.09	25.0	2.25
A.B. ploča	0.16	uključena kroz računalni program	

**Ukupno dodatno stalno opterećenje : 3.75 kN/m<sup>2</sup>**

## 4.2. Promjenjivo opterećenje

### 4.2.1. Pokretno opterećenje

Minimalno korisno opterećenje za zgrade definirano je u EC1991-1-1. Ovo korisno (pokretno) opterećenje je najmanje koje se smije primijeniti na zgradama.

Za potrebe proračuna, a prema EC1991-1-1 korištena su sljedeća opterećenja:

- Ravni neprohodni krov:  $q = 1.0 \text{ kN/m}^2$
- Krovna terasa:  $q = 2.0 \text{ kN/m}^2$
- Stambeni prostori:  $q = 2.0 \text{ kN/m}^2$
- Stubišta i poslovni prostori:  $q = 3.0 \text{ kN/m}^2$
- Balkoni:  $q = 4.0 \text{ kN/m}^2$

*Napomena:* Korisna opterećenja su uvećana za 20% (umjesto postavljanja pokretnog opterećenja u najkritičnije položaje).

- Ravni neprohodni krov:  $q = 1.0 \cdot 1.2 = 1.2 \text{ kN/m}^2$
- Krovna terasa:  $q = 2.0 \cdot 1.2 = 2.4 \text{ kN/m}^2$
- Stambeni prostori:  $q = 2.0 \cdot 1.2 = 2.4 \text{ kN/m}^2$
- Stubišta i poslovni prostori:  $q = 3.0 \cdot 1.2 = 3.6 \text{ kN/m}^2$
- Balkoni:  $q = 4.0 \cdot 1.2 = 4.8 \text{ kN/m}^2$

Kategorija	Uporaba	Primjer
A	Prostori za stanovanje i kućanske djelatnosti	Sobe u stambenim zgradama i kućama, sobe i odjeli u bolnicama, sobe u hotelima i prenoćištima, kuhinje i kupaonice
B	Uredski prostori	
C	Područja predviđena za okupljanje većeg broja ljudi, s iznimkom za prostore definirane u kategorijama A, B i D)	C1: Prostorije sa stolovima, npr. u školama, restoranima, čitaonicama, kafićima
		C2: Prostorije s nepomičnim sjedalima, npr. u crkvama, kazalištima, kinima, sobe za sastanke, dvorane za predavanje
		C3: Prostorije bez zapreka za kretanje ljudi, npr. u muzejima, izložbenim prostorima te pristupne prostorije u javnim i upravnim zgradama, hotelima, bolnicama i kolodvorima
		C4: Prostorije gdje su moguće fizičke aktivnosti, npr. plesne dvorane, gimnastičke dvorane, pozornice
		C5: Prostori za velika okupljanja ljudi, npr. u zgradama za javne priredbe, poput koncertnih i sportskih dvorana te gledališta, terase i željezničke platforme
D	Prodajni prostori	D1: Prostori u trgovinama
		D2: Prostori u robnim kućama
E1	Prostorije namijenjene gomilanju robe, uključivo pristupne prostorije	Prostorije za skladištenje, uključivo skladištenje knjiga i ostalih dokumenata
H	Neprohodni krovovi, osim za potrebe održavanja i popravaka	
I	Prohodni/pristupačni krovovi s okupiranošću koja odgovara kategorijama A – D	

Slika 15. Kategorije uporabnih opterećenja s obzirom na namjenu zgrade

Kategorije		$q_k$ (kN/m <sup>2</sup> )	$Q_k$ (kN)
Kategorija A:	stropovi	1,5 – <u>2,0</u>	<u>2,0</u> – 3,0
	stubišta	<u>2,0</u> – 4,0	<u>2,0</u> – 4,0
	balkoni	<u>2,5</u> – 4,0	<u>2,0</u> – 3,0
Kategorija B		2,0 – <u>3,0</u>	1,5 – <u>4,5</u>
Kategorija C	C1	2,0 – <u>3,0</u>	3,0 – <u>4,0</u>
	C2	3,0 – <u>4,0</u>	2,5 – 7,0 ( <u>4,0</u> )
	C3	3,0 – <u>5,0</u>	<u>4,0</u> – 7,0
	C4	4,5 – <u>5,0</u>	3,5 – <u>7,0</u>
	C5	<u>5,0</u> – 7,5	3,5 – <u>4,5</u>
Kategorija D	D1	<u>4,0</u> – 5,0	3,5 – 7,0 ( <u>4,0</u> )
	D2	4,0 – <u>5,0</u>	3,5 – <u>7,0</u>
Kategorija E1		7,5	7,0
Kategorija H	za nagibe < 20°	0,75	1,5
	za nagibe > 40°	0	1,5
Kategorija I		v. kategorije A – D	

Slika 16. Vrijednosti uporabnih opterećenja s obzirom na kategoriju zgrade



#### 4.2.2. Opterećenje snijegom

Analiza opterećenja snijegom na konstrukciju provodi se prema preporukama europske norme ENV 1991-2-3:1995. Opterećenje snijegom na krovove (gravitacijsko opterećenje) definira se izrazom:

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

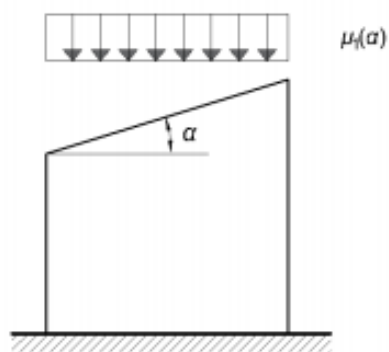
gdje je:

- $\mu_i$  - koeficijent oblika za opterećenje snijegom (ovisi o vrsti i nagibu krovne plohe)
- $C_e$  - koeficijent izloženosti  $\Rightarrow C_e = 1.0$
- $C_t$  - toplinski koeficijent  $\Rightarrow C_t = 1.0$
- $s_k$  - karakteristična vrijednost opterećenja snijegom na tlu  $[kN/m^2]$

Tablica 1. Koeficijenti oblika opterećenja snijegom

Kut nagiba krova $\alpha$	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1$	0,8	$0,8 (60 - \alpha) / 30$	0,0
$\mu_2$	$0,8 + 0,8 \alpha / 30$	1,6	-

$$\alpha \leq 30^\circ \rightarrow \mu_1 = 0.8$$



Slika 17. Shema opterećenja snijegom za jednostrešni krov

Za grad Omiš, zona III. nadmorske visine do 100 m, očitana je karakteristična vrijednost opterećenja snijegom na tlu  $s_k = 0.45 \text{ kN/m}^2$ .

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	



Slika 18. Klimatske zone karakterističnog opterećenja snijegom za razdoblje 1961.-1990.

$$s = 0.8 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 0.45 = 0.36 \text{ kN/m}^2$$

### 4.2.3. Opterećenje vjetrom

Opterećenje vjetrom definirano je Eurokodom 1991-1-4 – Djelovanje vjetra (Eurocode 1: Actions on structures - General actions - Part 1-4: Wind actions).

$v_{b0}$  (ili  $v_{ref 0}$  - u prednormi) je poredbena vrijednost brzine vjetra ovisna o geografskom položaju objekta (dana na karti). 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, grmljem i manjim preprekama.

Vrijednost poredbene brzine vjetra  $v_{b0}$  dodatno se korigira s obzirom na smjer vjetra, godišnje doba i nadmorsku visinu te se tako dobiva osnovna brzina vjetra:

$$V_b = c_{dir} \cdot c_{tem} \cdot c_{alt} \cdot v_{b,0}$$

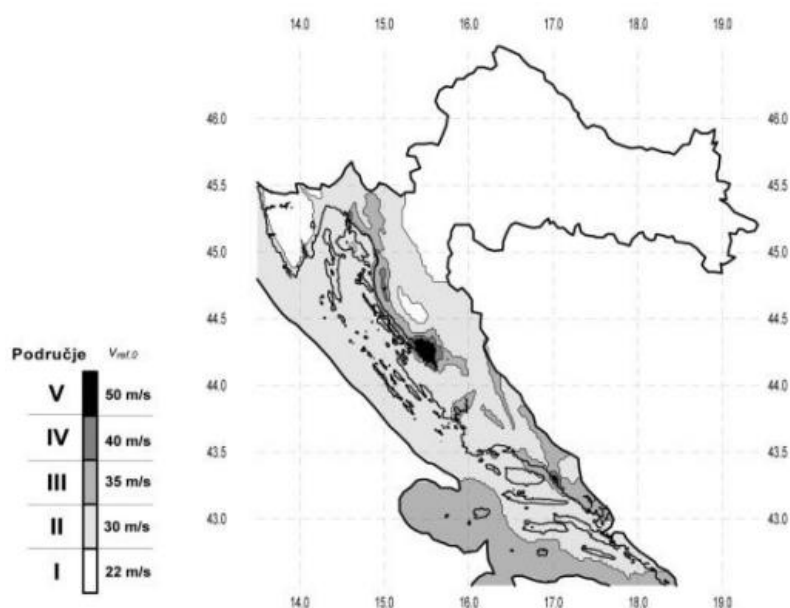
Koeficijent smjera vjetra ( $c_{DIR}$ ) proizlazi iz odnosa brzine vjetra za različiti smjer vjetra i uzima se za cijelo područje Hrvatske:  $c_{dir} = 1.0$ .

Koeficijent godišnjeg doba ( $c_{TEM}$ ) uzima se za cijelo područje Hrvatske:  $c_{tem} = 1.0$ .

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:

$$c_{alt} = 1 + 0.0001 \cdot a_s = 1 + 0.0001 \cdot 3 = 1.0003$$

gdje je  $a_s$  nadmorska visina mjesta u (m).



Slika 19. Karta osnovnih brzina vjetra s obzirom na područje

Objekt se nalazi na području grada Omiša te prema prikazanoj karti pripada III. vjetrovnoj zoni.

Osnovna poredbena vrijednost brzine vjetra u toj zoni iznosi:

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

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{tem} \cdot c_{alt} \cdot v_{b,0} = 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0003 \cdot 35.0 = 35.0105 \text{ m/s}$$

Srednja brzina vjetra iznad terena na nekoj visini z:

$$V_{m(z)} = C_{r(z)} \cdot C_{0(z)} \cdot v_b$$

$c_{0(z)}$  – koeficijent topografije (uglavnom se uzima 1.0)

$C_{r(z)}$  – koeficijent hrapavosti

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

$$C_{r(z)} = C_{r(z,\min)} \quad \text{za } z \leq z_{\min}$$

$$k_r = 0.19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} \quad \text{– koeficijent terena (dan u tablici)}$$

Tablica 2. 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  $z_{\max}$  obično se uzima 200 m. Prema navedenim normama, predmetna lokacija spada u kategoriju terena 0.

$$k_r = 0.156$$

$$z_0 = 0.003 \text{ m}$$

$$z_{\min} = 1 \text{ m}$$

Turbulencija vjetra na visini z iznad terena dana je izrazom:

$$I_v(z) = \frac{1}{C_{0(z)} \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} \quad \text{za } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$$I_{v(z)} = I_{v(z,\min)} \quad \text{za } z \leq z_{\min}$$

Maksimalni tlak brzine vjetra iznosi:

$$q_{p(z)} = [1 + 7 \cdot I_{v(z)}] \cdot 0.5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z)$$

$$q_b = \frac{\rho_{zrak}}{2} \cdot v_b^2$$

$$\rho = 1.25 \text{ kg/m}^3$$

Rezultirajuća sila vjetra:

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe} [\text{kN/m}^2] - \text{sila vjetra na vanjske plohe}$$

$c_{pe}$  – koeficijent vanjskog tlaka

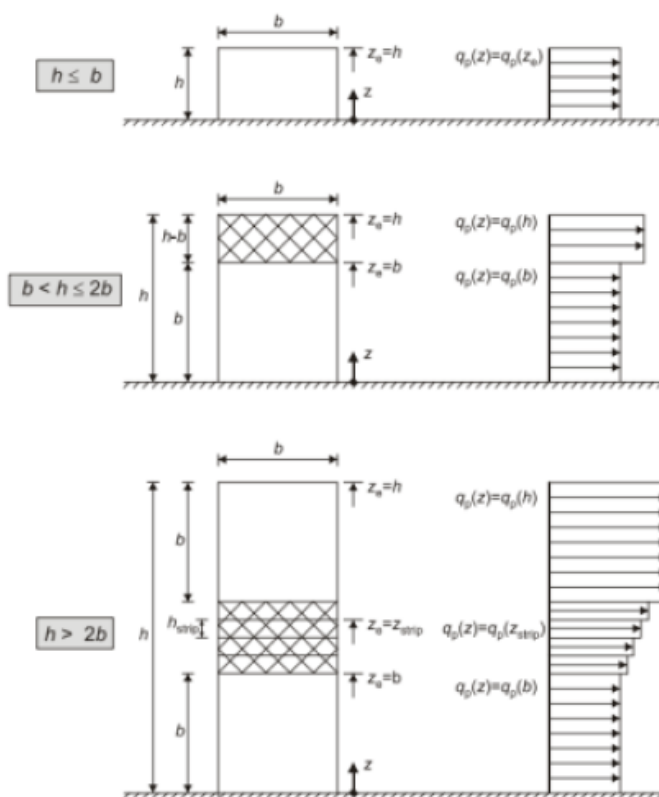
$$w_i = q_p(z_i) \cdot c_{pi} [\text{kN/m}^2] - \text{sila vjetra na unutarnje plohe}$$

$c_{pi}$  – koeficijent unutarnjeg tlaka

$z_i$  – referentna visina objekta

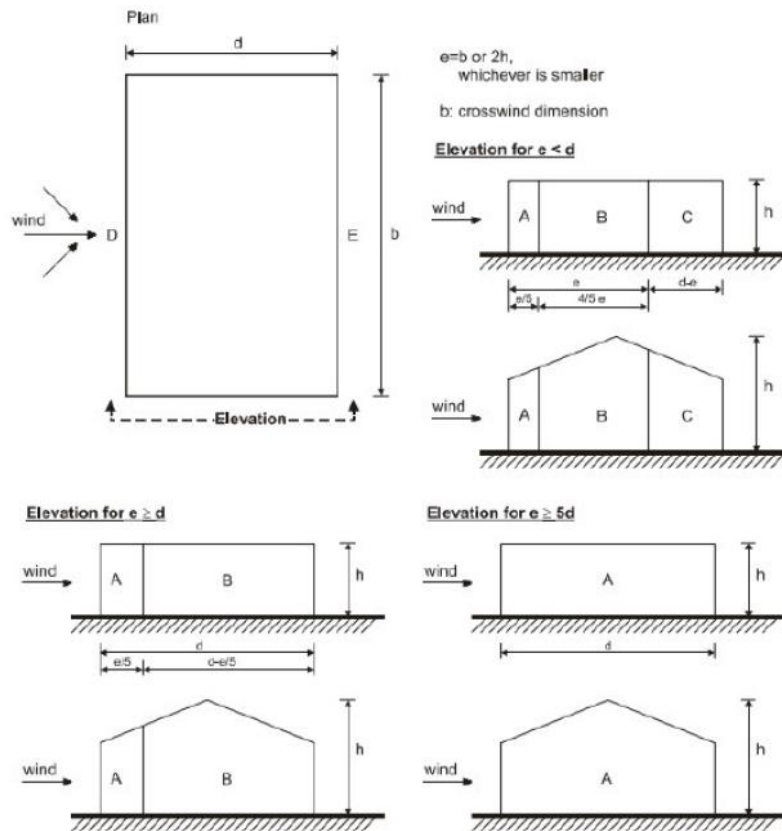
### Određivanje koeficijenta vanjskog tlaka $c_{pe}$

a) Referentna visina objekta  $z_e$  - određuje se prema odnosu  $h/b$



Slika 20. Referentna visina  $z_e$  u ovisnosti o  $h$  i  $b$ , te odgovarajući profil brzina

- b) Podjela zgrade na zone  
 - Vertikalni zidovi



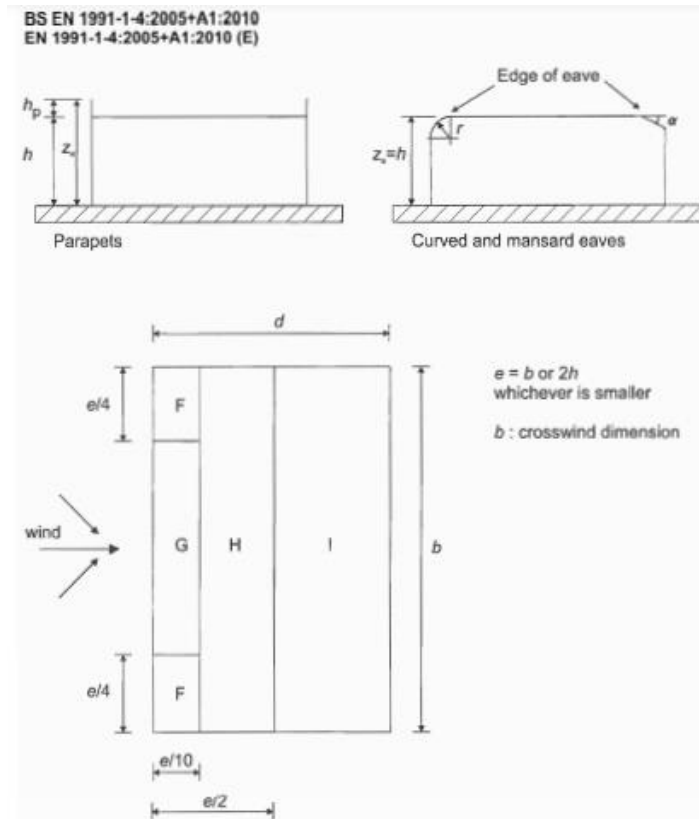
Slika 21. Podjela zgrade na vjetrovne zone A,B,C,D i E

Tablica 3. Koeficijenti vanjskog tlaka za vertikalne zidove

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

- Ravni krov

Predmetna građevina sadrži ravne krovove izvedene s parapetom u visini 0.56 m i 0.54 m.



Slika 22. Područja djelovanja vanjskog tlaka na ravni krov

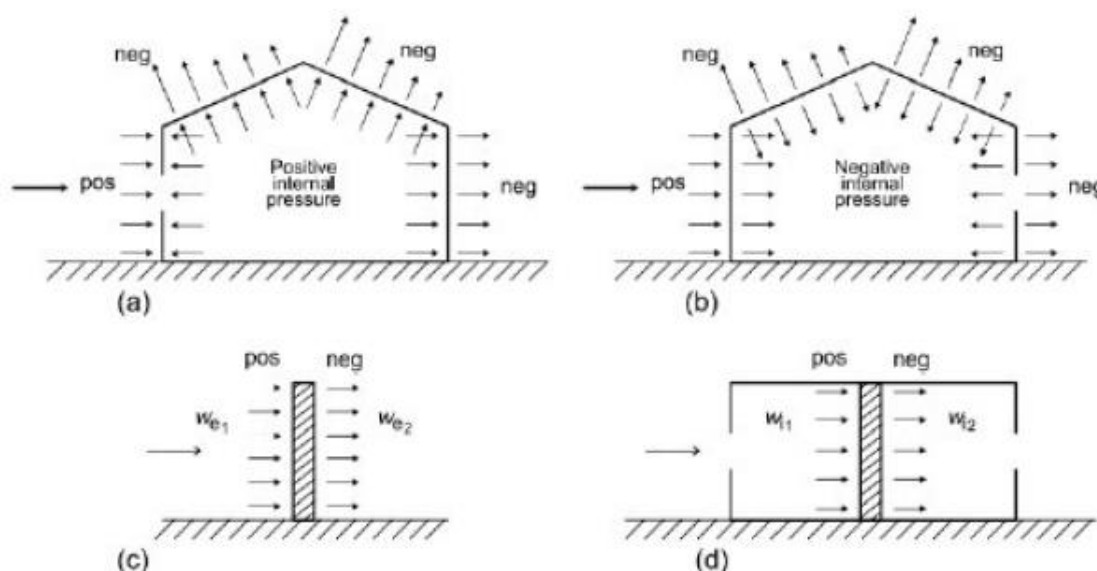
Tablica 4. Koeficijenti vanjskog tlaka za ravne krovove

Roof type		Zone							
		F		G		H		I	
		$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
Sharp eaves		-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
With Parapets	$h_p/h=0,025$	-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
Curved Eaves	$r/h = 0,05$	-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
Mansard Eaves	$\alpha = 30^\circ$	-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

### Određivanje koeficijenta unutarnjeg tlaka $c_{pi}$

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

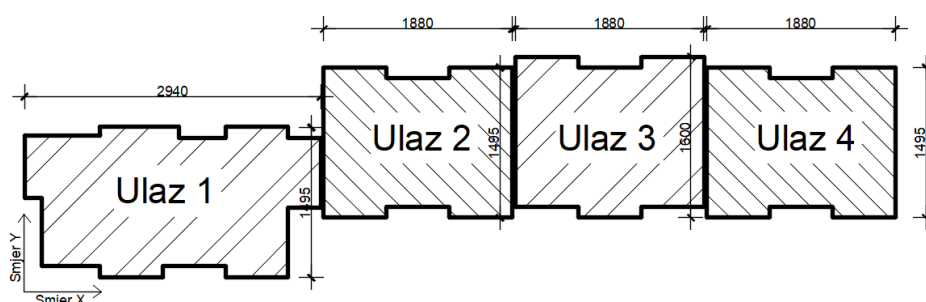
Rezultirajuća sila vjetra na vanjske i unutarnje plohe ( $w_e$  i  $w_i$ ) raspoređi se prema shemi prikazanoj na slici 23. te se zbrajanjem odnosno oduzimanjem rezultirajuće sile vjetra dobije ekvivalentna sila vjetra na plohu.



Slika 23. Smjer djelovanja unutarnjeg i vanjskog tlaka

### Proračun djelovanja vjetra na konstrukciju

Proračun djelovanja vjetra se vrši za svaki dio (ulaz) zgrade posebno.

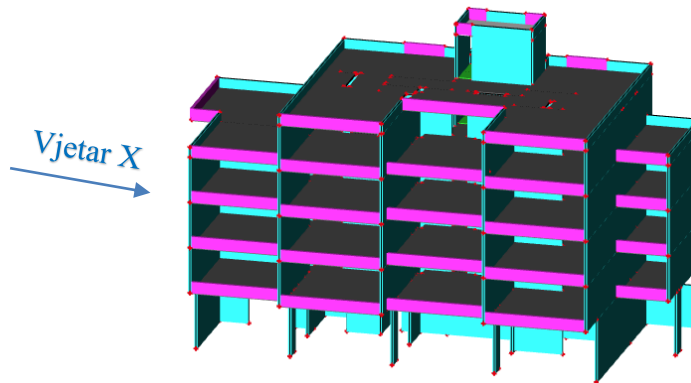


Slika 24. Podjela zgrade na dijelove (ulaze)

Tablica 5. Dimenzije konstrukcije po dijelovima

Ulaz	Visina (m)	Širina u x smjeru (m)	Širina u y smjeru (m)
1	18.46	29.40	14.95
2	24.60	18.80	14.95
3	27.40	18.80	16.00
4	24.60	18.80	14.95



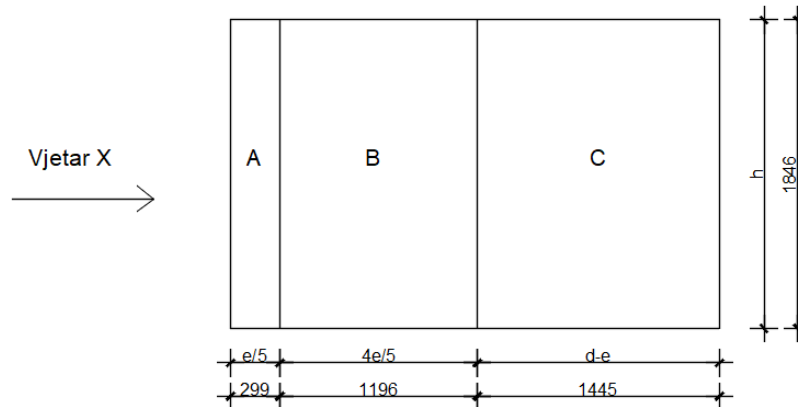
**Analiza vjetra u x smjeru za ulaz 1**

Slika 25. Djelovanje vjetra iz x smjera na ulaz 1

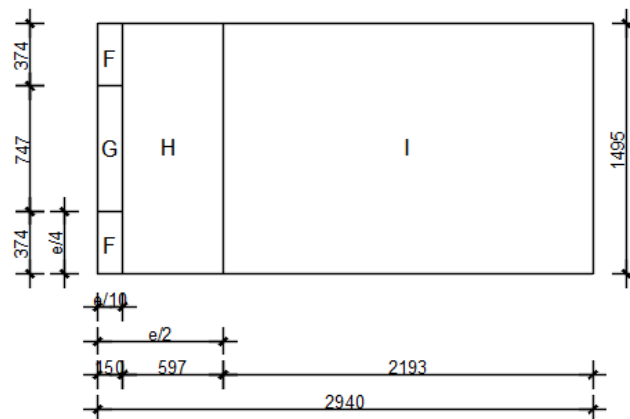
h (m)	18.46
b (m)	14.95
d (m)	29.40
e (m)	14.95
h/d	0.63

Maksimalni tlak brzine vjetra  $q_p(z)$ :

$Z_e$	18.46	m
$V_{b,0}$	35.0	m/s
$C_{alt}$	1.0003	
$C_{dir}$	1.0	
$C_{tem}$	1.0	
$V_b$	35.0105	m/s
$C_{r(z)}$	1.361	
$k_r$	0.156	
$Z$	18.46	m
$Z_0$	0.003	m
$C_{0(z)}$	1.0	
$V_{m(z)}$	47.649	m/s
$I_{v(z)}$	0.115	
$\rho_{(zrak)}$	1.25	kg/m <sup>3</sup>
$q_{p(z)}$	2.56	kN/m <sup>2</sup>



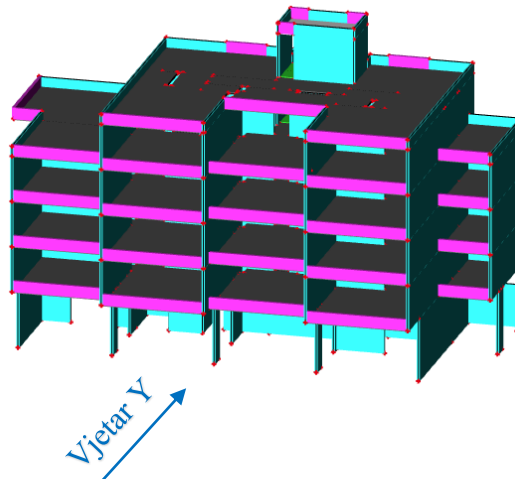
Slika 26. Zone djelovanja vjetra na zidove – ulaz 1



Slika 27. Zone djelovanja vjetra na krov – ulaz 1

Tablica 6. Proračunate vrijednosti djelovanja vjetra iz x smjera na ulaz 1

Zona vjetra	$q_{p(z)}$ ( $\text{kN/m}^2$ )	$C_{pe,10}$	$C_{pi,max}$	$C_{pi,min}$	$W_e$ ( $\text{kN/m}^2$ )	$W_{i,max}$ ( $\text{kN/m}^2$ )	$W_{i,min}$ ( $\text{kN/m}^2$ )	$W_{uk,max}$	$W_{uk,min}$	$W_{ekv}$
<b>A</b>	2.56	-1.20	0.80	-0.50	-3.07	2.05	-1.28	-5.12	-1.79	<b>-5.12</b>
<b>B</b>	2.56	-0.80	0.80	-0.50	-2.05	2.05	-1.28	-4.10	-0.77	<b>-4.10</b>
<b>C</b>	2.56	-0.50	0.80	-0.50	-1.28	2.05	-1.28	-3.33	0.00	<b>-3.33</b>
<b>D</b>	2.56	+0.75	0.80	-0.50	+1.92	2.05	-1.28	-0.13	+3.20	<b>+3.20</b>
<b>E</b>	2.56	-0.40	0.80	-0.50	-1.02	2.05	-1.28	-3.07	+0.26	<b>-3.07</b>

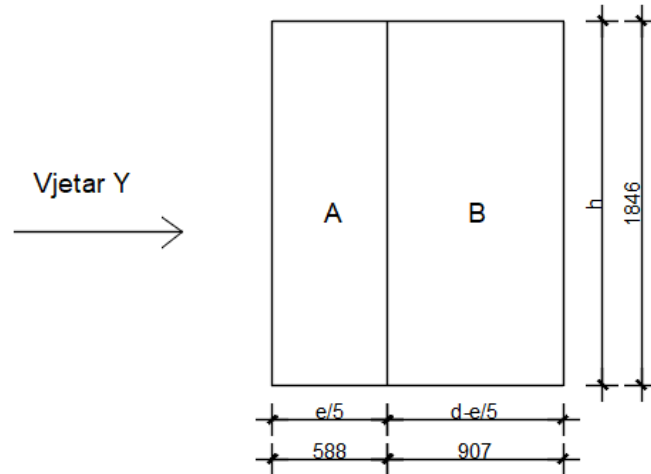
**Analiza vjetra u y smjeru za ulaz 1**

Slika 28. Djelovanje vjetra iz y smjera na ulaz 1

h (m)	18.46
b (m)	29.40
d (m)	14.95
e (m)	29.40
h/d	1.23

Maksimalni tlak brzine vjetra  $q_p(z)$ :

$Z_e$	18.46	m
$V_{b,0}$	35.0	m/s
$C_{alt}$	1.0003	
$C_{dir}$	1.0	
$C_{tem}$	1.0	
$V_b$	35.0105	m/s
$C_{r(z)}$	1.361	
$k_r$	0.156	
$Z$	18.46	m
$Z_0$	0.003	m
$C_{0(z)}$	1.0	
$V_{m(z)}$	47.649	m/s
$I_{v(z)}$	0.115	
$\rho_{(zrak)}$	1.25	kg/m <sup>3</sup>
$q_{p(z)}$	2.56	kN/m <sup>2</sup>

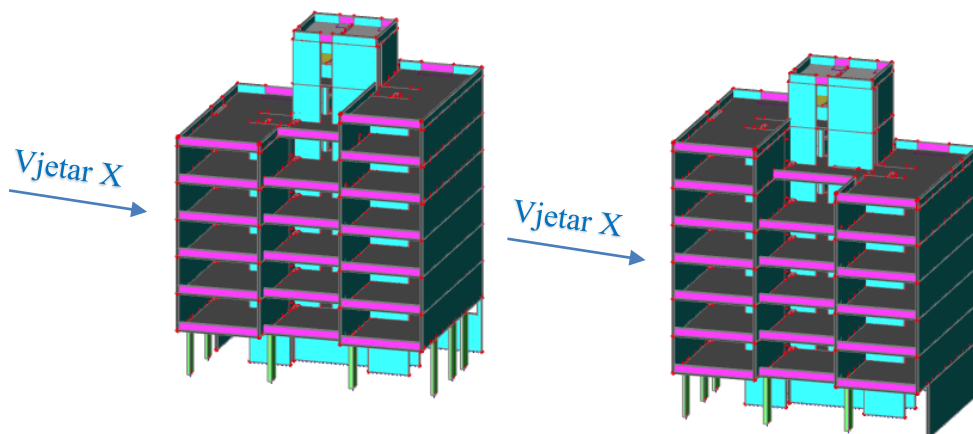


Slika 29. Zone djelovanja vjetra na zidove – ulaz 1

Tablica 7. Proračunate vrijednosti djelovanja vjetra iz y smjera na ulaz 1

Zona vjetra	$q_{p(z)}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$C_{pe,10}$	$C_{pi,max}$	$C_{pi,min}$	$W_e$ (kN/m <sup>2</sup> )	$W_{i,max}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$W_{i,min}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$W_{uk,max}$	$W_{uk,min}$	$W_{ekv}$
<b>A</b>	2.56	-1.20	0.80	-0.50	-3.07	2.05	-1.28	-5.12	-1.79	<b>-5.12</b>
<b>B</b>	2.56	-0.80	0.80	-0.50	-2.05	2.05	-1.28	-4.10	-0.77	<b>-4.10</b>
<b>D</b>	2.56	+0.80	0.80	-0.50	+2.05	2.05	-1.28	0.00	+3.33	<b>+3.33</b>
<b>E</b>	2.56	-0.51	0.80	-0.50	-1.31	2.05	-1.28	-3.36	-0.03	<b>-3.36</b>

### Analiza vjetra u x smjeru za ulaz 2 i 4

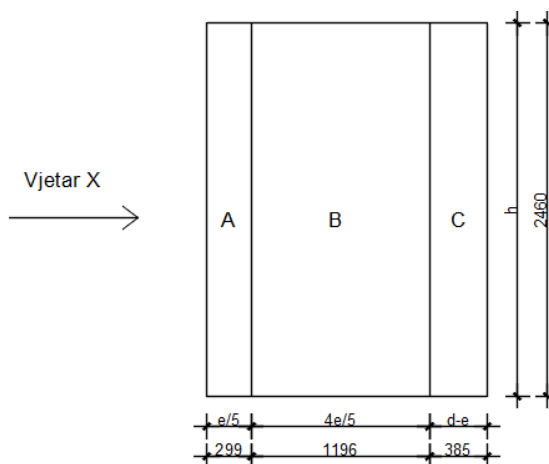


Slika 30. Djelovanje vjetra iz x smjera na ulaze 2 i 4

h (m)	24.60
b (m)	14.95
d (m)	18.80
e (m)	14.95
h/d	1.31

Maksimalni tlak brzine vjetra  $q_p(z)$ :

$Z_e$	24.60	m
$V_{b,0}$	35.0	m/s
$C_{alt}$	1.0003	
$C_{dir}$	1.0	
$C_{tem}$	1.0	
$V_b$	35.0105	m/s
$C_{r(z)}$	1.406	
$k_r$	0.156	
$Z$	24.60	m
$Z_0$	0.003	m
$C_{0(z)}$	1.0	
$V_{m(z)}$	49.220	m/s
$I_{v(z)}$	0.111	
$\rho_{(zrak)}$	1.25	kg/m <sup>3</sup>
$q_{p(z)}$	2.69	kN/m <sup>2</sup>

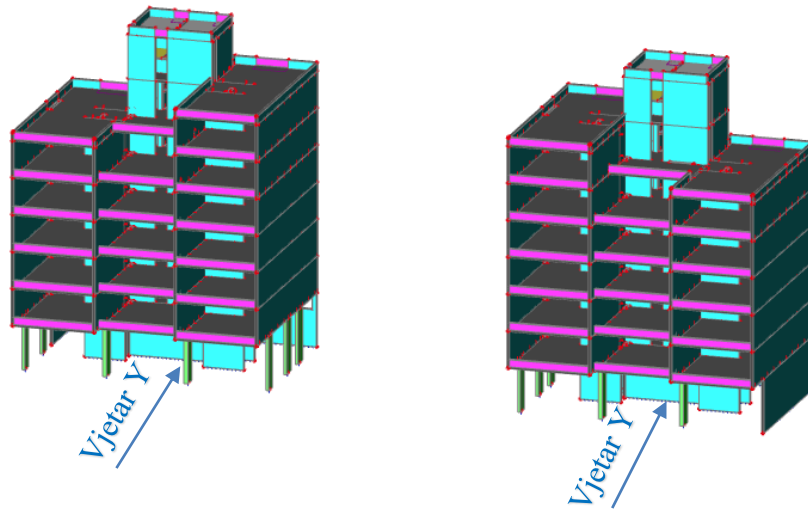


Slika 31. Zone djelovanja vjetra na zidove – ulazi 2 i 4

Tablica 8. Proračunate vrijednosti djelovanja vjetra iz x smjera na ulaze 2 i 4

Zona vjetra	$q_{p(z)}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$C_{pe,10}$	$C_{pi,max}$	$C_{pi,min}$	$W_e$ (kN/m <sup>2</sup> )	$W_{i,max}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$W_{i,min}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$W_{uk,max}$	$W_{uk,min}$	$W_{ekv}$
<b>A</b>	2.69	-1.20	0.80	-0.50	-3.23	2.15	-1.35	-5.38	-1.88	<b>-5.38</b>
<b>B</b>	2.69	-0.80	0.80	-0.50	-2.15	2.15	-1.35	-4.30	-0.80	<b>-4.30</b>
<b>C</b>	2.69	-0.50	0.80	-0.50	-1.35	2.15	-1.35	-3.50	0.00	<b>-3.50</b>
<b>D</b>	2.69	+0.80	0.80	-0.50	+2.15	2.15	-1.35	0.00	+3.50	<b>+3.50</b>
<b>E</b>	2.69	-0.52	0.80	-0.50	-1.40	2.15	-1.35	-3.55	-0.05	<b>-3.55</b>

## Analiza vjetra u y smjeru za ulaz 2 i ulaz 4

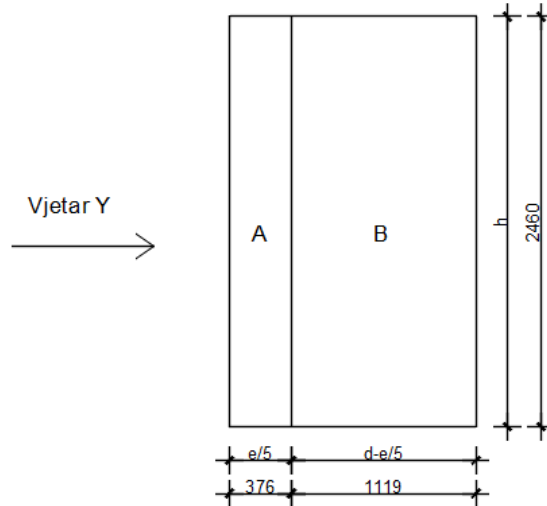


Slika 32. Djelovanje vjetra iz y smjera na ulaze 2 i 4

h (m)	24.60
b (m)	18.80
d (m)	14.95
e (m)	18.80
h/d	1.65

Maksimalni tlak brzine vjetra  $q_p(z)$ :

$Z_e$	24.60	m
$V_{b,0}$	35.0	m/s
$C_{alt}$	1.0003	
$C_{dir}$	1.0	
$C_{tem}$	1.0	
$V_b$	35.0105	m/s
$C_{r(z)}$	1.406	
$k_r$	0.156	
$Z$	24.60	m
$Z_0$	0.003	m
$C_{0(z)}$	1.0	
$V_{m(z)}$	49.220	m/s
$I_{v(z)}$	0.111	
$\rho_{(zraka)}$	1.25	kg/m <sup>3</sup>
$q_{p(z)}$	2.69	kN/m <sup>2</sup>

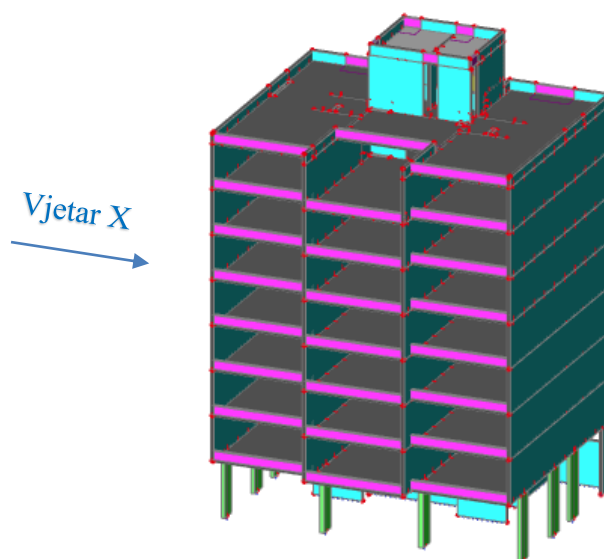


Slika 33. Zone djelovanja vjetra na zidove – ulaz 2 i 4

Tablica 9. Proračunate vrijednosti djelovanja vjetra iz y smjera na ulaze 2 i 4

Zona vjetra	$q_{p(z)}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$C_{pe,10}$	$C_{pi,max}$	$C_{pi,min}$	$W_e$ (kN/m <sup>2</sup> )	$W_{i,max}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$W_{i,min}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$W_{uk,max}$	$W_{uk,min}$	$W_{ekv}$
<b>A</b>	2.69	-1.20	0.80	-0.50	-3.23	2.15	-1.35	-5.38	-1.88	<b>-5.38</b>
<b>B</b>	2.69	-0.80	0.80	-0.50	-2.15	2.15	-1.35	-4.30	-0.80	<b>-4.30</b>
<b>D</b>	2.69	+0.80	0.80	-0.50	+2.15	2.15	-1.35	0.00	+3.50	<b>+3.50</b>
<b>E</b>	2.69	-0.52	0.80	-0.50	-1.40	2.15	-1.35	-3.55	-0.05	<b>-3.55</b>

### Analiza vjetra u x smjeru za ulaz 3

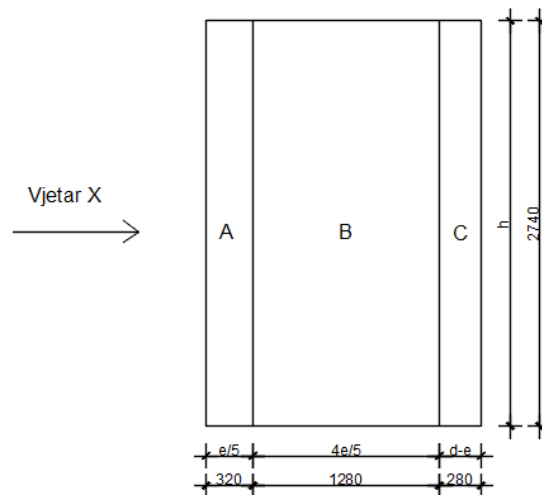


Slika 34. Djelovanje vjetra iz x smjera na ulaz 3

$h$ (m)	27.40
$b$ (m)	16.00
$d$ (m)	18.80
$e$ (m)	16.00
$h/d$	1.46

Maksimalni tlak brzine vjetra  $q_p(z)$ :

$Z_e$	27.40	m
$V_{b,0}$	35.0	m/s
$C_{alt}$	1.0003	
$C_{dir}$	1.0	
$C_{tem}$	1.0	
$V_b$	35.0105	m/s
$C_{r(z)}$	1.423	
$k_r$	0.156	
$Z$	27.40	m
$Z_0$	0.003	m
$C_{0(z)}$	1.0	
$V_{m(z)}$	49.820	m/s
$I_{v(z)}$	0.110	
$\rho_{(zraka)}$	1.25	kg/m <sup>3</sup>
$q_{p(z)}$	2.75	kN/m <sup>2</sup>



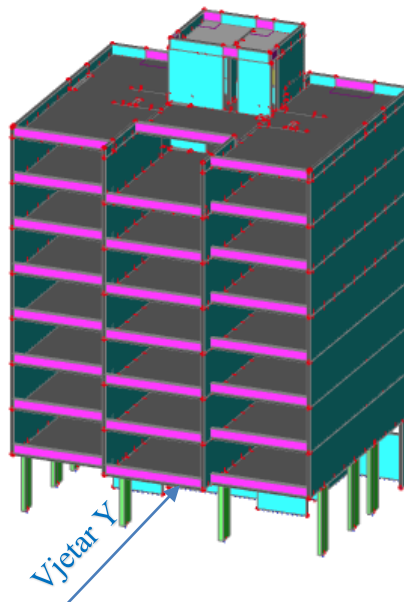
Slika 35. Zone djelovanja vjetra na zidove – ulaz 3



Tablica 10. Proračunate vrijednosti djelovanja vjetra iz x smjera na ulaz 3

Zona vjetra	$q_{p(z)}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$C_{pe,10}$	$C_{pi,max}$	$C_{pi,min}$	$W_e$ (kN/m <sup>2</sup> )	$W_{i,max}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$W_{i,min}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$W_{uk,max}$	$W_{uk,min}$	$W_{ekv}$
<b>A</b>	2.75	-1.20	0.80	-0.50	-3.30	2.20	-1.38	-5.50	-1.92	<b>-5.50</b>
<b>B</b>	2.75	-0.80	0.80	-0.50	-2.20	2.20	-1.38	-4.40	-0.82	<b>-4.40</b>
<b>C</b>	2.75	-0.50	0.80	-0.50	-1.38	2.20	-1.38	-3.58	0.00	<b>-3.58</b>
<b>D</b>	2.75	+0.80	0.80	-0.50	+2.20	2.20	-1.38	0.00	+3.58	<b>+3.58</b>
<b>E</b>	2.75	-0.52	0.80	-0.50	-1.43	2.20	-1.38	-3.63	-0.05	<b>-3.63</b>

## Analiza vjetra u y smjeru za ulaz 3

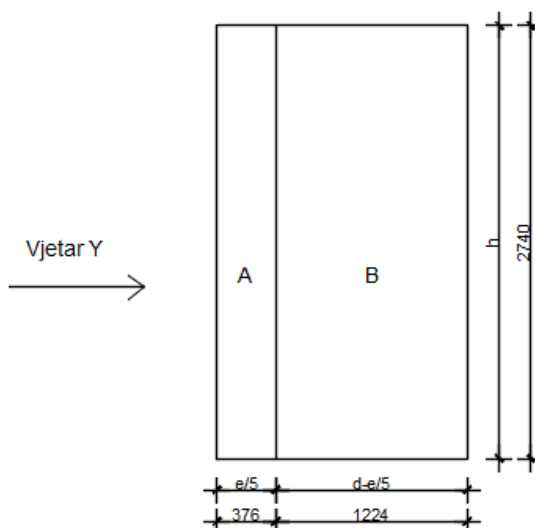


Slika 36. Djelovanje vjetra iz y smjera na ulaz 3

h (m)	27.40
b (m)	18.80
d (m)	16.00
e (m)	18.80
h/d	1.71

Maksimalni tlak brzine vjetra  $q_p(z)$ :

$Z_e$	27.40	m
$V_{b,0}$	35.0	m/s
$C_{alt}$	1.0003	
$C_{dir}$	1.0	
$C_{tem}$	1.0	
$V_b$	35.0105	m/s
$C_{r(z)}$	1.423	
$k_r$	0.156	
$Z$	27.40	m
$Z_0$	0.003	m
$C_{0(z)}$	1.0	
$V_{m(z)}$	49.820	m/s
$I_{v(z)}$	0.110	
$\rho_{(zrak)}$	1.25	kg/m <sup>3</sup>
$q_{p(z)}$	2.75	kN/m <sup>2</sup>



Slika 37. Zone djelovanja vjetra na zidove – ulaz 3

Tablica 11. Proračunate vrijednosti djelovanja vjetra iz y smjera na ulaz 3

Zona vjetra	$q_{p(z)}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$C_{pe,10}$	$C_{pi,max}$	$C_{pi,min}$	$W_e$ (kN/m <sup>2</sup> )	$W_{i,max}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$W_{i,min}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$W_{uk,max}$	$W_{uk,min}$	$W_{ekv}$
<b>A</b>	2.75	-1.20	0.80	-0.50	-3.30	2.20	-1.38	-5.50	-1.92	<b>-5.50</b>
<b>B</b>	2.75	-0.80	0.80	-0.50	-2.20	2.20	-1.38	-4.40	-0.82	<b>-4.40</b>
<b>D</b>	2.75	+0.80	0.80	-0.50	+2.20	2.20	-1.38	0.00	+3.58	<b>+3.58</b>
<b>E</b>	2.75	-0.54	0.80	-0.50	-1.49	2.20	-1.38	-3.69	-0.11	<b>-3.69</b>

### 4.3. Izvanredno opterećenje

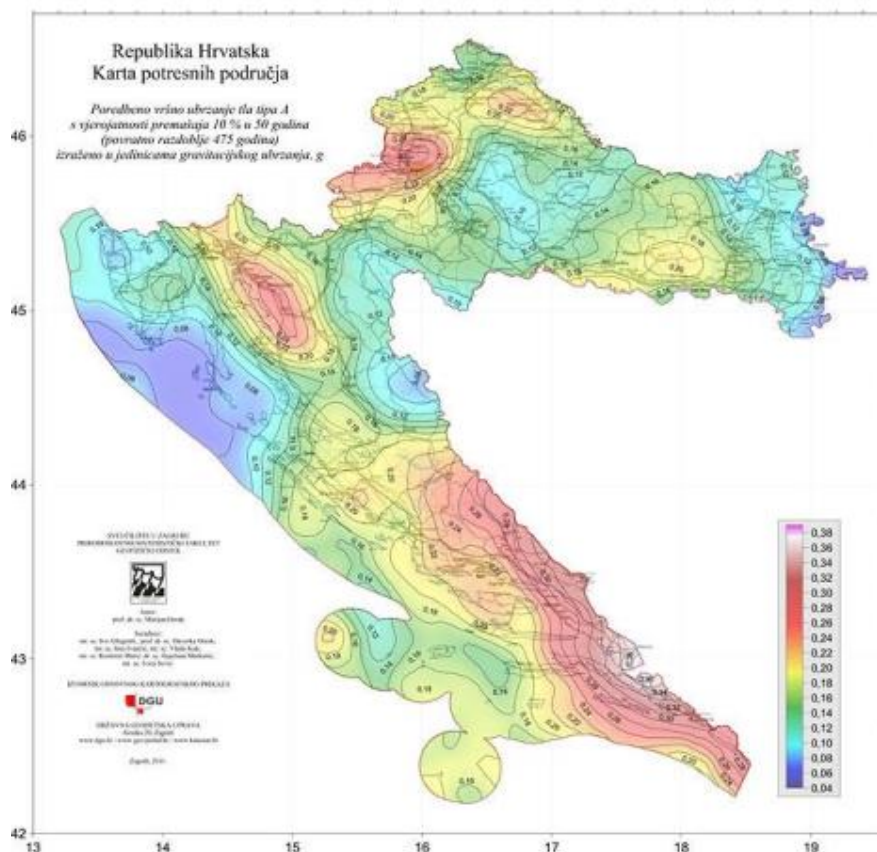
#### 4.3.1. Potresno opterećenje

Proračun potresnog opterećenja napravljen je koristeći prostorni model konstrukcije u računalnom programu *Scia Engineer 21.0*. Potresne sile određene su SRSS metodom proračuna koristeći višemodalnu (spektralnu) analizu prema EC-8. Potresne sile uvelike ovise o ulaznim parametrima kao što su klasa tla i proračunsko ubrzanje tla na lokaciji na kojoj se nalazi građevina, duktilnosti konstrukcije itd.

Potresno djelovanje u nekoj točki na površini prikazuje se elastičnim spektrom odziva. Ovisno o očekivanoj magnitudi površinskih poprečnih valova razlikuju se dva tipa elastičnog spektra odziva. Za magnitude veće od 5.5 odabiremo tip 1, a za magnitude manje od 5.5 elastični spektar odziva tip 2.

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 trošenja energije u konstrukciji. 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 tako 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 potpunosti bio elastičan u odnosu na potresne sile koje bi se pojavile na promatranoj konstrukciji.

Vrijednosti *poredbenog 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.

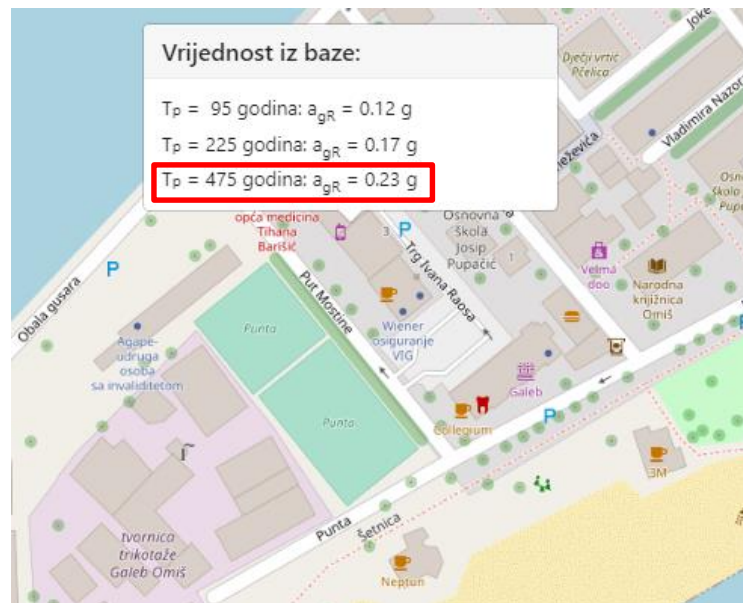


Slika 38. Karta potresnih područja Republike Hrvatske

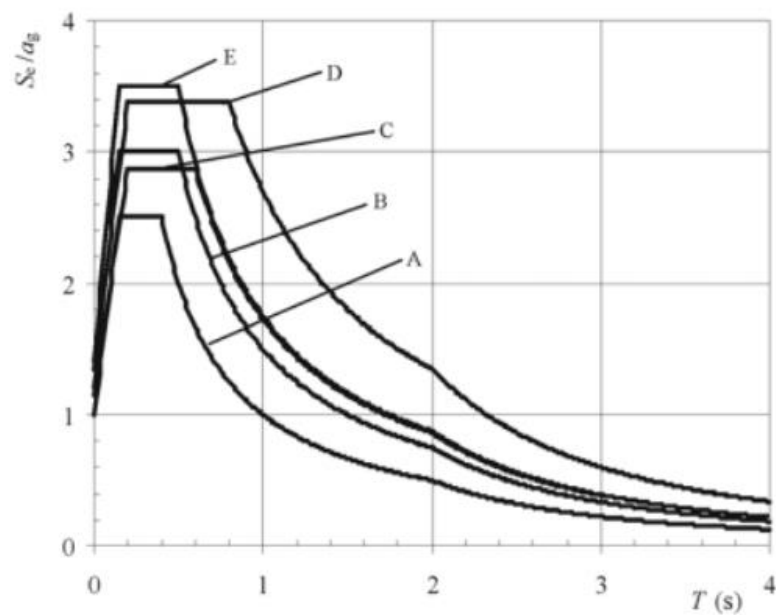
Usvojeno projektirano ubrzanje tla za područje grada Omiša iznosi  $a_g=0.23g$ . Građevina je temeljena na tlu koje pripada kategoriji tla A. Pretpostavlja se srednja klasa ponašanja: DCM (medium ductility).

Tablica 12. Vrijednost parametara tla za spektar odgovora tip 1

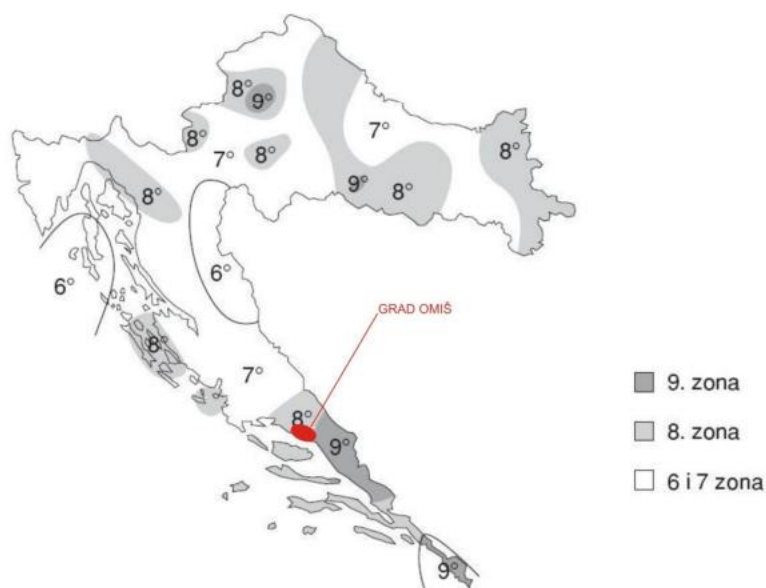
Kategorija tla	Opis tla	$v_{s,30}$ (m/s)	Parametar tla S	Intervali na apscisi spektra		
				$T_B$ (s)	$T_C$ (s)	$T_D$ (s)
A	Stijena ili druga geološka formacija slična stijeni, uzimajući u obzir najviše 5 m slabijeg materijala na površini.	> 800	1,00	0,15	0,40	2,00
B	Naslage vrlo zbijenog pijeska, šljunka ili tvrde gline, najmanje dubine nekoliko desetaka metara s postupnim povećanjem mehaničkih karakteristika tih materijala s dubinom.	360 – 800	1,20	0,15	0,50	2,00
C	Duboke naslage zbijenog ili srednje zbijenog pijeska, šljunka ili tvrde gline od nekoliko desetina do više stotina metara.	180 – 360	1,15	0,20	0,60	2,00
D	Naslage nekoherentnog tla (s ili bez mekih koherentnih slojeva) ili prevladavajuća meka do tvrda koherentna tla.	< 180	1,35	0,20	0,80	2,00
E	Površinske aluvijalne naslage kao u slučaju tla C ili D, čije su debljine između 5 i 20 m, a nalaze se iznad materijala s $v_g > 800$ m/s.		1,40	0,15	0,50	2,00



Slika 39. Očitano ubrzanje za područje zgrade Punta u Omišu



Slika 40. Tip 1 elastičnog spektra odziva za tipove tla od A do E s prigušenjem od 5%



Slika 41. Seizmološka karta RH

Kategorija tla	A
Seizmičko područje	VIII. zona
Računsko ubrzanje tla	$a_g = 0.23g$
Koeficijent računskog ubrzanja tla $\alpha = a_g/g$	$\alpha = 0.23$
Faktor tla	$S = 1.0$
Donja vrijednost faktora horizontalnog spektra odziva	$\beta = 2.0$
Granični periodi osciliranja	$T_B = 0.15 \text{ s}$ $T_C = 0.40 \text{ s}$ $T_D = 2.0 \text{ s}$

### Proračun faktora ponašanja

Faktori ponašanja konstrukcije ovise o tipu konstrukcije. Načelno, veći faktor pokazuje duktilnije ponašanje i smanjuje ukupne seizmičke sile na konstrukciju.

Tablica 13. Faktori ponašanja  $q_0$  ovisno o tipu konstrukcije

STRUCTURAL TYPE	DCM	DCH
Frame system, dual system, coupled wall system	$3,0\alpha_v/\alpha_1$	$4,5\alpha_v/\alpha_1$
Uncoupled wall system	3,0	$4,0\alpha_v/\alpha_1$
Torsionally flexible system	2,0	3,0
Inverted pendulum system	1,5	2,0

Faktor ponašanja za klasu DCM:

$q = q_0 \cdot k_w \geq 1.5$ , gdje je  $k_w$  faktor prevladavajućeg načina loma sustava sa zidovima

$k_w = \frac{\alpha_u}{\alpha_1} = 1.0$  za tlocrtno nepravilne sustave

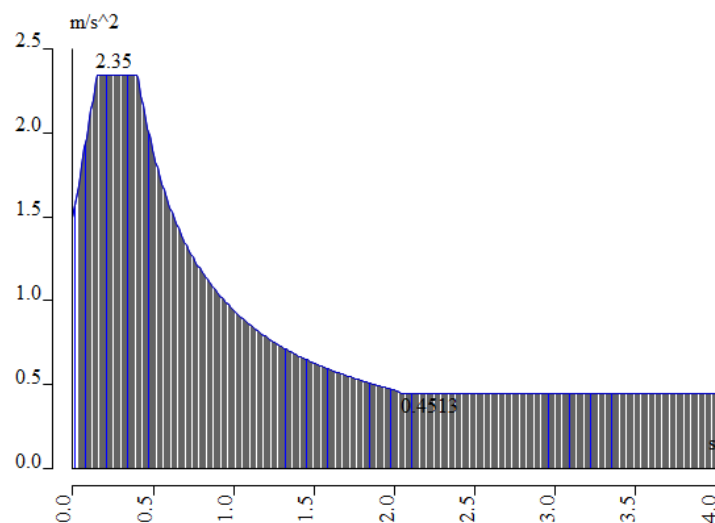
$$q = 3.0 \cdot 1.0 = 3.0$$

Za konstrukcije koje nisu tlocrtno pravilne, osnovni faktor ponašanja umanjuje se za 20%.

$$q = 0.8 \cdot 3.0 \cdot 1.0 = 2.4$$

Code parameters	
coeff accel. ag	0,230
ag - design acc...	2,256
q - behaviour f...	2,400
beta	0,200
S, Tb, Tc, Td ma...	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

Slika 42. Ulazni podaci za proračun na potres u Scia Engineer programskom paketu



Slika 43. Proračunski spektar ubrzanja za unesene podatke

Tablica 14. Aktivirana masa pri djelovanju potresa

## Modal participation factors

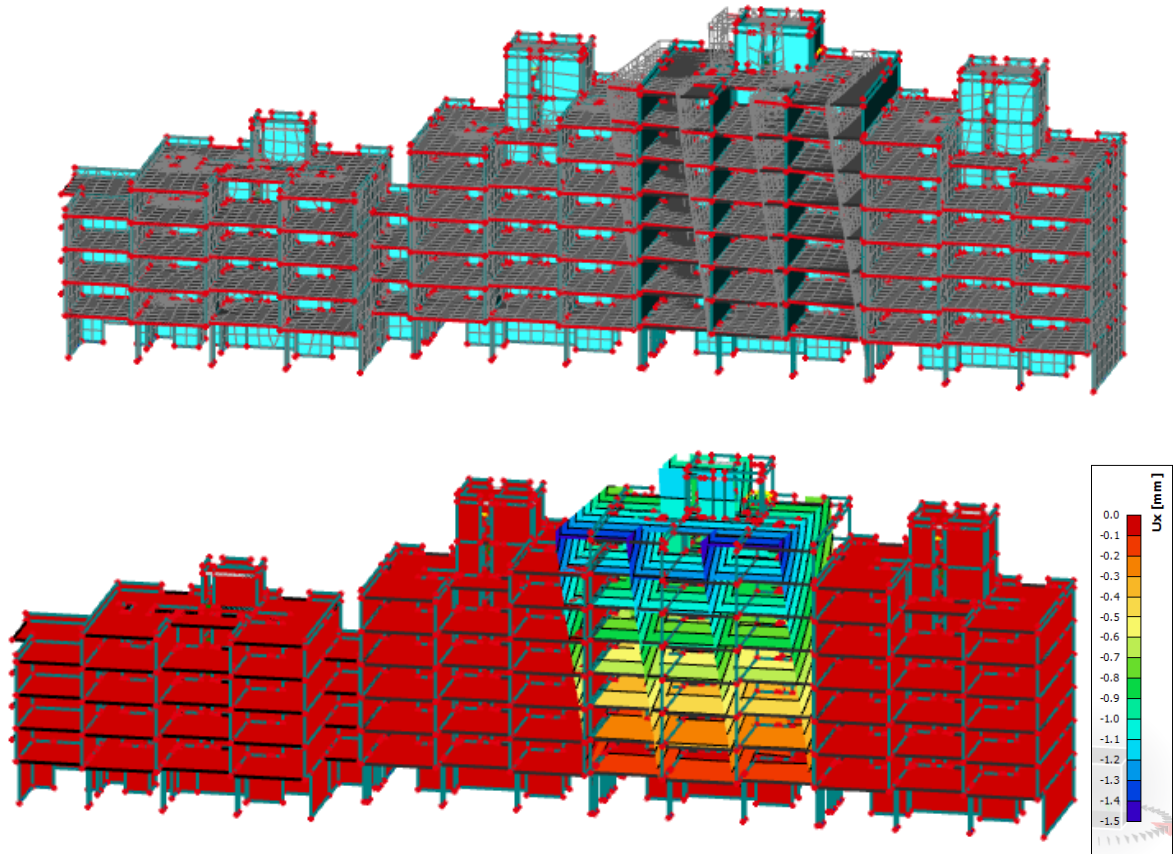
Mode	Omega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	Wxi / Wxtot	Wyi / Wytot	Wzi / Wztot	Wxi_R / Wxtot_R	Wyi_R / Wytot_R	Wzi_R / Wztot_R
1	19.8906	0.3159	3.1657	0.1946	0.0001	0.0000	0.0000	0.0138	0.0000
2	25.6019	0.2454	4.0747	0.1437	0.0070	0.0000	0.0025	0.0035	0.0000
3	25.9602	0.2420	4.1317	0.1505	0.0045	0.0000	0.0022	0.0041	0.0040
4	31.0199	0.2026	4.9370	0.0027	0.1844	0.0015	0.1290	0.0000	0.0146
5	33.4994	0.1876	5.3316	0.0113	0.0297	0.0004	0.0260	0.0032	0.0471
6	34.4146	0.1826	5.4773	0.0190	0.1051	0.0008	0.0326	0.0005	0.0017
7	35.6436	0.1763	5.6729	0.0132	0.1118	0.0009	0.0411	0.0001	0.1117
8	40.7955	0.1540	6.4928	0.0998	0.0274	0.0002	0.0002	0.0005	0.1402
9	44.8405	0.1401	7.1366	0.0030	0.0534	0.0013	0.0184	0.0017	0.0359
10	49.6514	0.1265	7.9023	0.0029	0.0441	0.0007	0.0148	0.0030	0.1302
11	58.0018	0.1083	9.2313	0.0527	0.1082	0.0023	0.0046	0.0047	0.1893
12	69.2999	0.0907	11.0294	0.0469	0.0001	0.0000	0.0007	0.0064	0.0000
13	69.6339	0.0902	11.0826	0.0229	0.0215	0.0006	0.0039	0.0002	0.0102
14	85.0166	0.0739	13.5308	0.0335	0.0021	0.0001	0.0057	0.0045	0.0000
15	86.9782	0.0722	13.8430	0.0375	0.0004	0.0001	0.0012	0.0045	0.0004
16	92.2041	0.0681	14.6747	0.0015	0.0150	0.0197	0.0210	0.0001	0.0001
17	96.8380	0.0649	15.4123	0.0002	0.0129	0.0525	0.0072	0.0168	0.0065
18	97.9024	0.0642	15.5817	0.0042	0.0139	0.0170	0.0239	0.0002	0.0001
19	97.9575	0.0641	15.5904	0.0000	0.0010	0.0028	0.0007	0.0008	0.0004
20	99.0753	0.0634	15.7683	0.0000	0.0001	0.0004	0.0001	0.0001	0.0000
21	101.1763	0.0621	16.1027	0.0000	0.0008	0.0011	0.0008	0.0003	0.0002
22	102.3824	0.0614	16.2947	0.0002	0.0136	0.0320	0.0163	0.0298	0.0132
23	103.0539	0.0610	16.4015	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
24	104.6723	0.0600	16.6591	0.0000	0.0011	0.0004	0.0014	0.0001	0.0003
25	105.3638	0.0596	16.7692	0.0000	0.0040	0.0002	0.0060	0.0002	0.0010
26	105.3911	0.0596	16.7735	0.0000	0.0010	0.0026	0.0052	0.0058	0.0024
27	105.6673	0.0595	16.8175	0.0000	0.0073	0.0030	0.0104	0.0011	0.0018
28	106.2987	0.0591	16.9180	0.0000	0.0002	0.0008	0.0002	0.0012	0.0003
29	106.3156	0.0591	16.9207	0.0000	0.0003	0.0008	0.0003	0.0002	0.0001
30	106.8305	0.0588	17.0026	0.0000	0.0015	0.0039	0.0077	0.0080	0.0037
31	107.6241	0.0584	17.1289	0.0000	0.0013	0.0081	0.0009	0.0019	0.0005
32	107.8303	0.0583	17.1617	0.0000	0.0003	0.0025	0.0003	0.0038	0.0005
33	109.1951	0.0575	17.3789	0.0003	0.0006	0.0103	0.0000	0.0037	0.0008
34	109.4639	0.0574	17.4217	0.0000	0.0006	0.0014	0.0036	0.0046	0.0023
35	110.0925	0.0571	17.5218	0.0001	0.0018	0.0027	0.0025	0.0006	0.0003
36	110.1363	0.0570	17.5287	0.0000	0.0008	0.0050	0.0004	0.0102	0.0019
37	110.4077	0.0569	17.5719	0.0001	0.0011	0.0009	0.0021	0.0003	0.0007
38	110.8809	0.0567	17.6472	0.0000	0.0008	0.0056	0.0044	0.0002	0.0000
39	110.8983	0.0567	17.6500	0.0008	0.0000	0.0050	0.0008	0.0164	0.0001
40	111.6095	0.0563	17.7632	0.0000	0.0012	0.0032	0.0045	0.0001	0.0001
41	111.8147	0.0562	17.7959	0.0000	0.0014	0.0060	0.0012	0.0015	0.0004
42	112.1953	0.0560	17.8564	0.0002	0.0008	0.0002	0.0022	0.0000	0.0012
43	112.2233	0.0560	17.8609	0.0005	0.0000	0.0053	0.0008	0.0163	0.0000
44	112.2267	0.0560	17.8614	0.0000	0.0033	0.0008	0.0082	0.0001	0.0009
45	112.2825	0.0560	17.8703	0.0000	0.0001	0.0029	0.0001	0.0048	0.0002
46	112.7258	0.0557	17.9409	0.0001	0.0011	0.0033	0.0009	0.0011	0.0004
47	112.7653	0.0557	17.9472	0.0001	0.0017	0.0021	0.0012	0.0048	0.0036
48	113.0217	0.0556	17.9880	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
49	113.4703	0.0554	18.0594	0.0000	0.0000	0.0014	0.0000	0.0025	0.0000
50	113.6003	0.0553	18.0800	0.0002	0.0030	0.0056	0.0130	0.0100	0.0066
				0.8428	0.7927	0.2184	0.4311	0.1984	0.7364

Za proračun seizmičkog opterećenja korištena je višemodalna spektralna analiza. Pri izračunu masa korištena je kombinacija stalnog opterećenja (težina konstrukcije i dodatno stalno opterećenje) i 30% pokretnog opterećenja. Broj oblika (modova) osciliranja za predmetnu građevinu iznosi 50. Suma djelotvornih modalnih masa u X smjeru iznosi 84.28%, a u Y smjeru 79.27% ukupne mase konstrukcije. Kako ukupna aktivacija mase u oba smjera mora

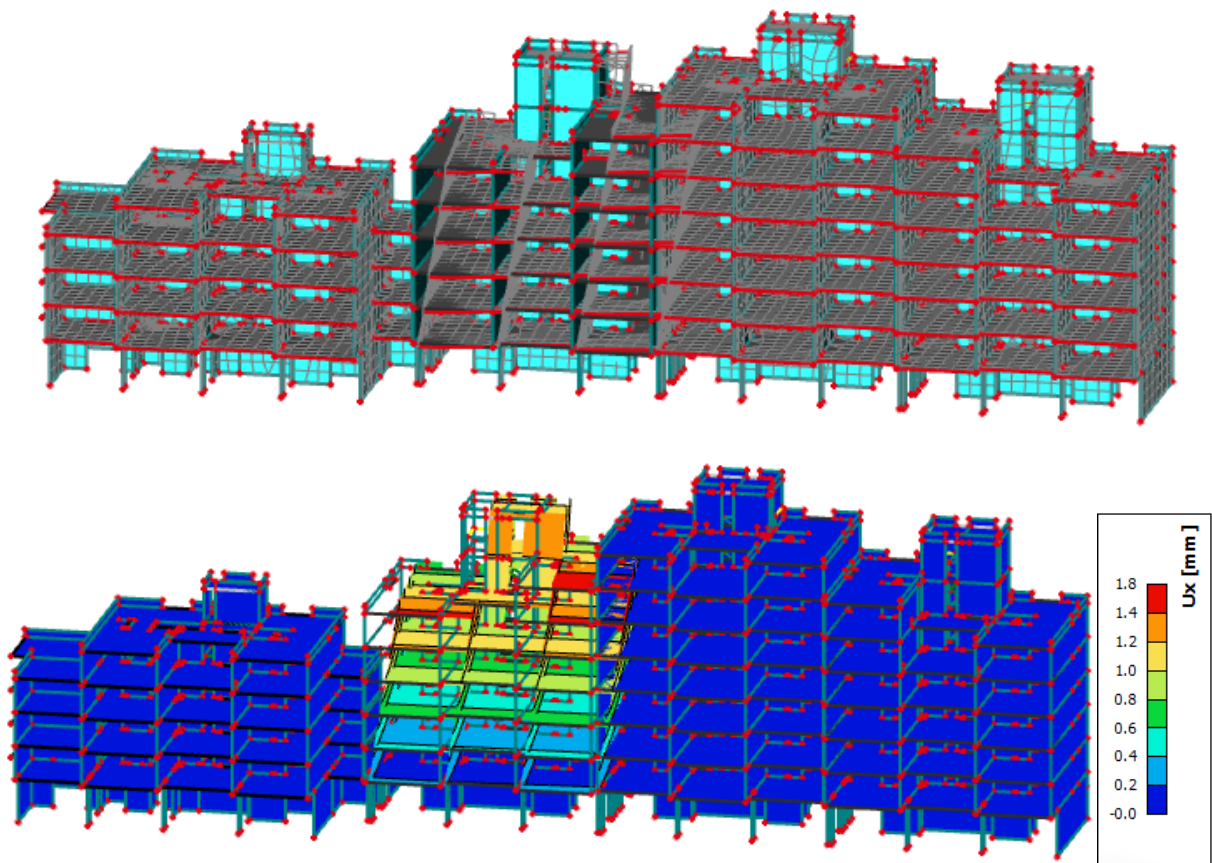


biti preko 95% prema EC-8, potrebno je u kombinacijama faktorirati potresne sile. Korekcijski faktor računa se kao  $100\% / \text{aktivirana masa}$ , a time smo na strani sigurnosti. U tom slučaju korekcijski faktor za silu u X smjeru iznosi 1.19, a u Y smjeru 1.26.

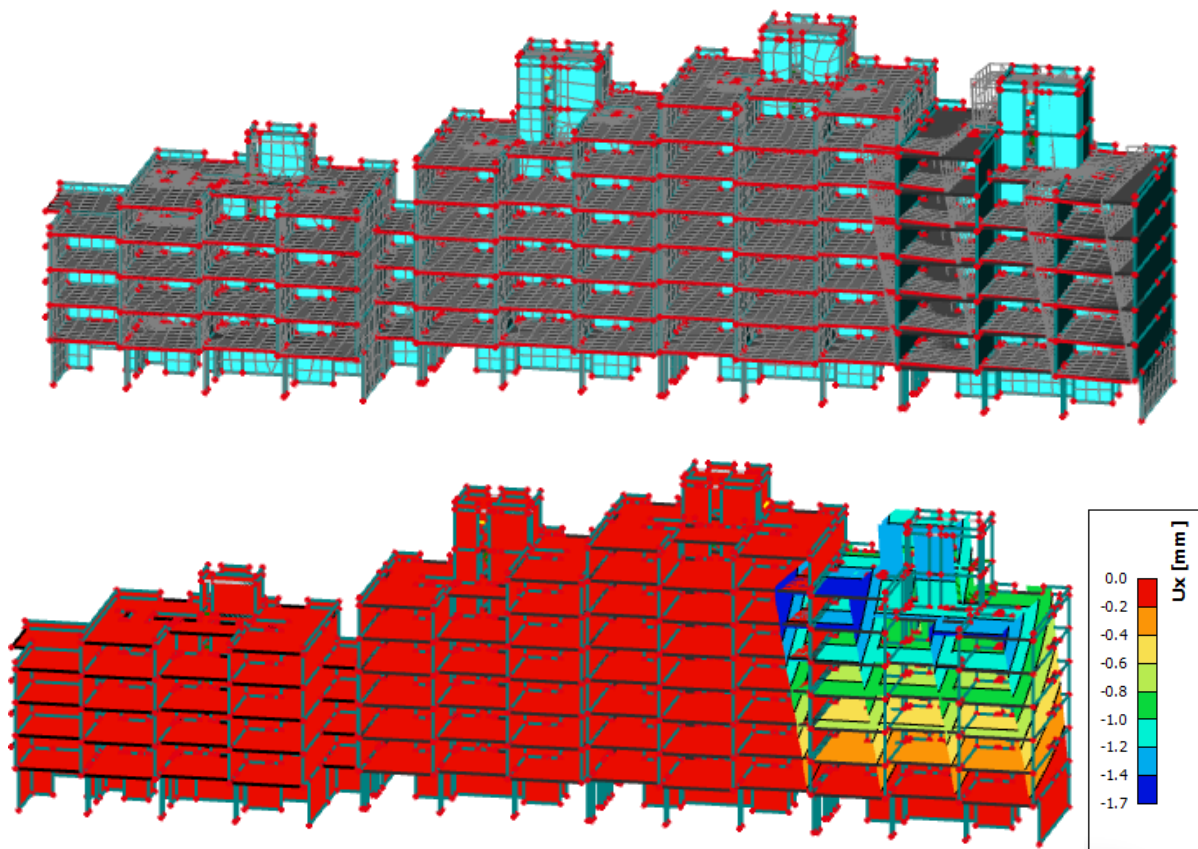
Na sljedećim grafičkim priložima prikazano je nekoliko karakterističnih vlastitih oblika (modova), nastalih uslijed djelovanja potresa.



*Slika 44. Prvi vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju*



Slika 45. Drugi vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju



Slika 46. Treći vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju

## 5. NUMERIČKI MODEL

### 5.1. Numerički model općenito

Za potrebe proračuna u računalnom programu *Scia Engineer 21.0.* izrađen je 3D model koji obuhvaća sve grede, ploče i nosive zidove. Model je opterećen stalnim opterećenjem (vlastita težina konstrukcije), dodatnim stalnim opterećenjem (nekonstruktivni slojevi) te korisnim opterećenjem, pri čemu su sva opterećenja zadana kao raspodijeljena opterećenja po pločama. Na krov i krovne terase koje nisu zaštićene ostatkom konstrukcije nanoseno je i opterećenje snijegom.

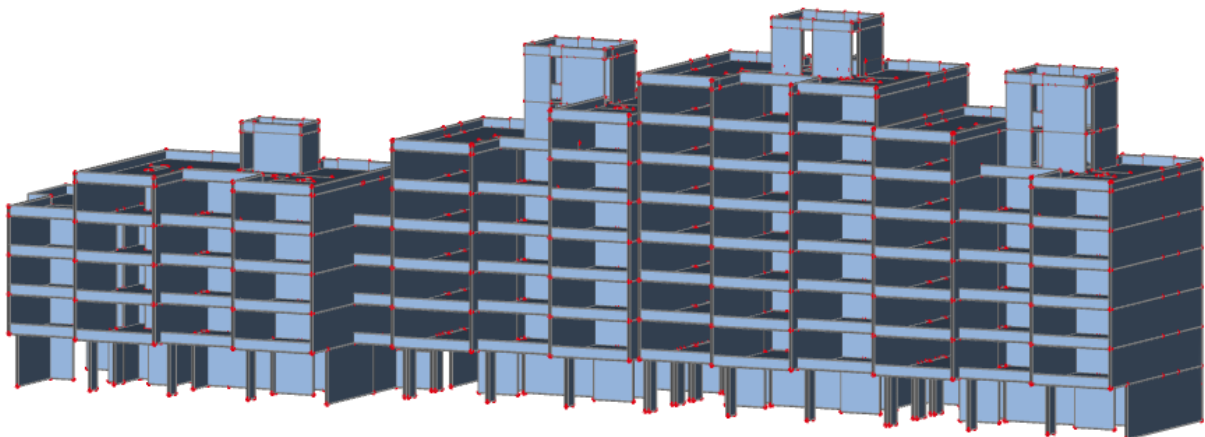
Zidovi su opterećeni silom vjetra koja je simulirana površinskim opterećenjem u dva glavna smjera.

### 5.2. Kombinacije opterećenja

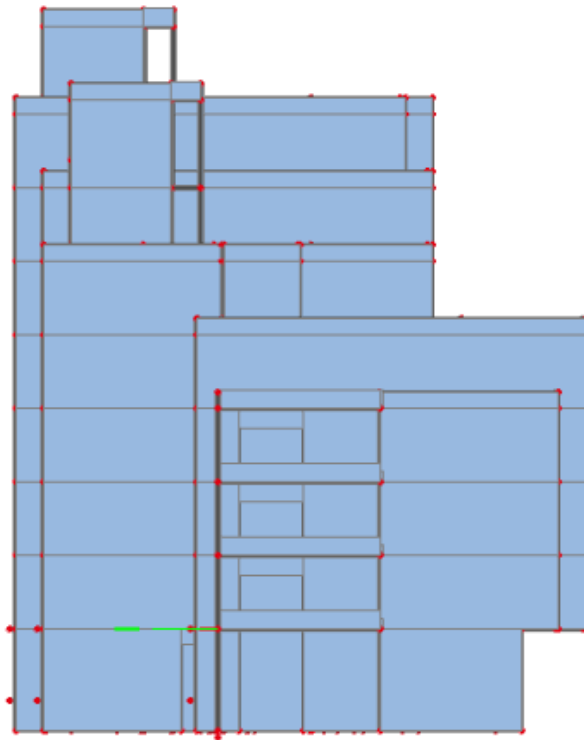
Tablica 15. Kombinacije opterećenja na konstrukciju

<b>Granično stanje nosivosti</b>	
(*U kombinacijama za maksimalne sile u polju pokretno opterećenje je uvećano za 20%.)	
GSN1	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot 1.2 \cdot Q_k$
GSN2	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot Q_k$
GSN3	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.35 \cdot (1.2 \cdot Q_k + W_x + S)$
GSN4	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.35 \cdot (Q_k + W_x + S)$
GSN5	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.35 \cdot (1.2 \cdot Q_k + W_y + S)$
GSN6	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.35 \cdot (Q_k + W_y + S)$
GSN7	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot 1.2 \cdot Q_k + 0.6 \cdot (1.5 \cdot W_x + 1.5 \cdot S)$
GSN8	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot Q_k + 0.6 \cdot (1.5 \cdot W_x + 1.5 \cdot S)$
GSN9	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot 1.2 \cdot Q_k + 0.6 \cdot (1.5 \cdot W_y + 1.5 \cdot S)$
GSN10	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot Q_k + 0.6 \cdot (1.5 \cdot W_y + 1.5 \cdot S)$
GSN11	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot W_x + 0.7 \cdot 1.2 \cdot 1.5 \cdot Q_k + 0.6 \cdot 1.5 \cdot S$
GSN12	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot W_x + 0.7 \cdot 1.5 \cdot Q_k + 0.6 \cdot 1.5 \cdot S$
GSN13	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot W_y + 0.7 \cdot 1.2 \cdot 1.5 \cdot Q_k + 0.6 \cdot 1.5 \cdot S$
GSN14	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot W_y + 0.7 \cdot 1.5 \cdot Q_k + 0.6 \cdot 1.5 \cdot S$
GSN15	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 0.6 \cdot W_x + 0.7 \cdot 1.2 \cdot 1.5 \cdot Q_k + 1.5 \cdot S$

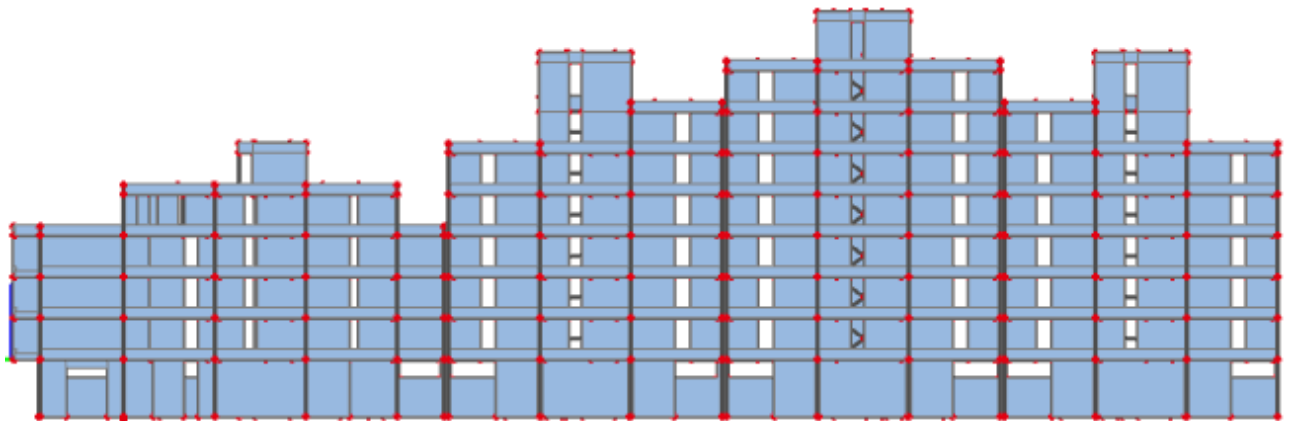
GSN16	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 0.6 \cdot W_x + 0.7 \cdot 1.5 \cdot Q_k + 1.5 \cdot S$
GSN17	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 0.6 \cdot W_y + 0.7 \cdot 1.2 \cdot 1.5 \cdot Q_k + 1.5 \cdot S$
GSN18	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 0.6 \cdot W_y + 0.7 \cdot 1.5 \cdot Q_k + 1.5 \cdot S$
	Seizmička kombinacija (*U potresnom opterećenju $S_x$ je uključeno 30% potresnog opterećenja iz suprotnog smjera, tj. $y$ smjera. Isto vrijedi i za potresno opterećenje $S_y$ .)
GSN19	$1.0 \cdot (G_k + \Delta G) + 0.3 \cdot Q_k + 1.19 \cdot S_x + 0.38 \cdot S_y$
GSN20	$1.0 \cdot (G_k + \Delta G) + 0.3 \cdot Q_k + 1.26 \cdot S_y + 0.36 \cdot S_x$
<b>Granično stanje uporabljivosti</b>	
GSU1	$1.0 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.0 \cdot Q_k$
GSU2	$1.0 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.0 \cdot Q_k + 1.0 \cdot W_x + 1.0 \cdot S$
GSU3	$1.0 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.0 \cdot Q_k + 1.0 \cdot W_y + 1.0 \cdot S$



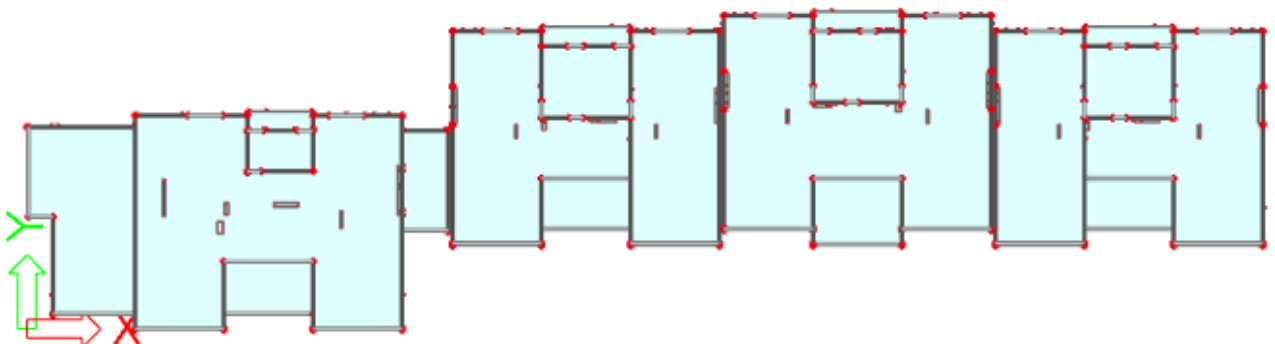
Slika 47. Renderirani prikaz modela za proračun



Slika 48. Model za proračun - pogled u x smjeru



Slika 49. Model za proračun - pogled u y smjeru



Slika 50. Model za proračun – pogled u z smjeru

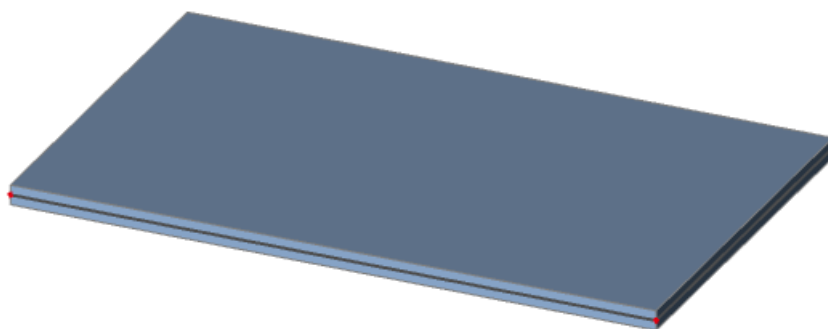
## 6. PRORAČUN HORIZONTALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE

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

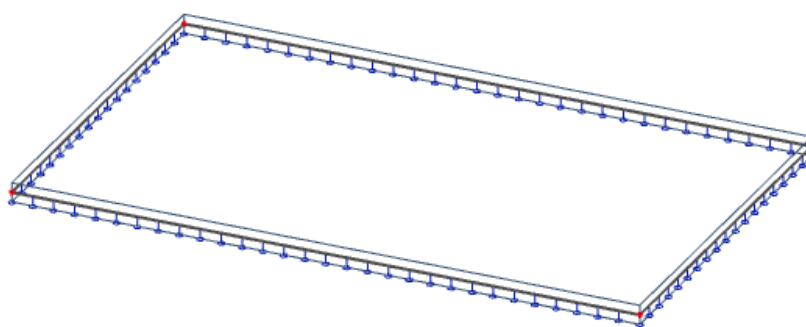
### 6.1. Proračun ploča - Ulaz 1

Proračun je proveden za više kombinacija, dok je prikazan samo rezultat za kritične kombinacije.

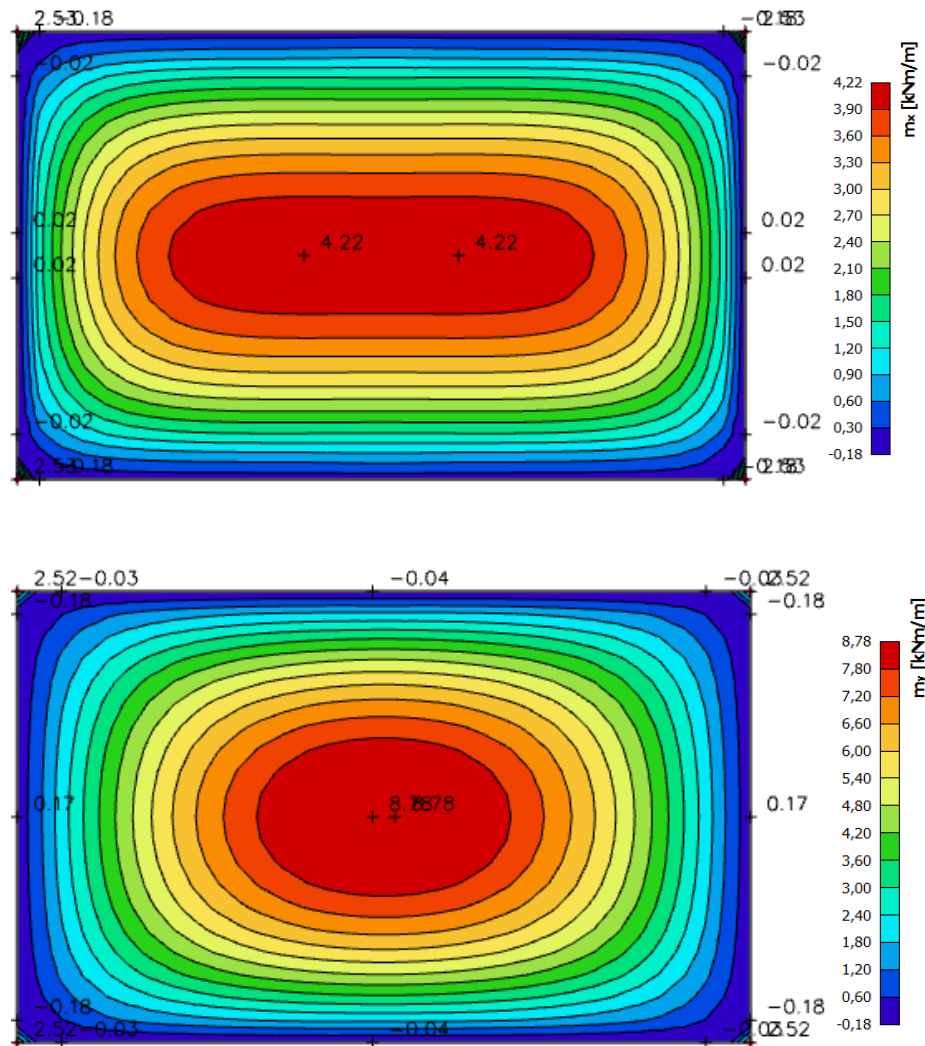
#### 6.1.1. Ploča pozicije -100 – krovna ploča 14 cm



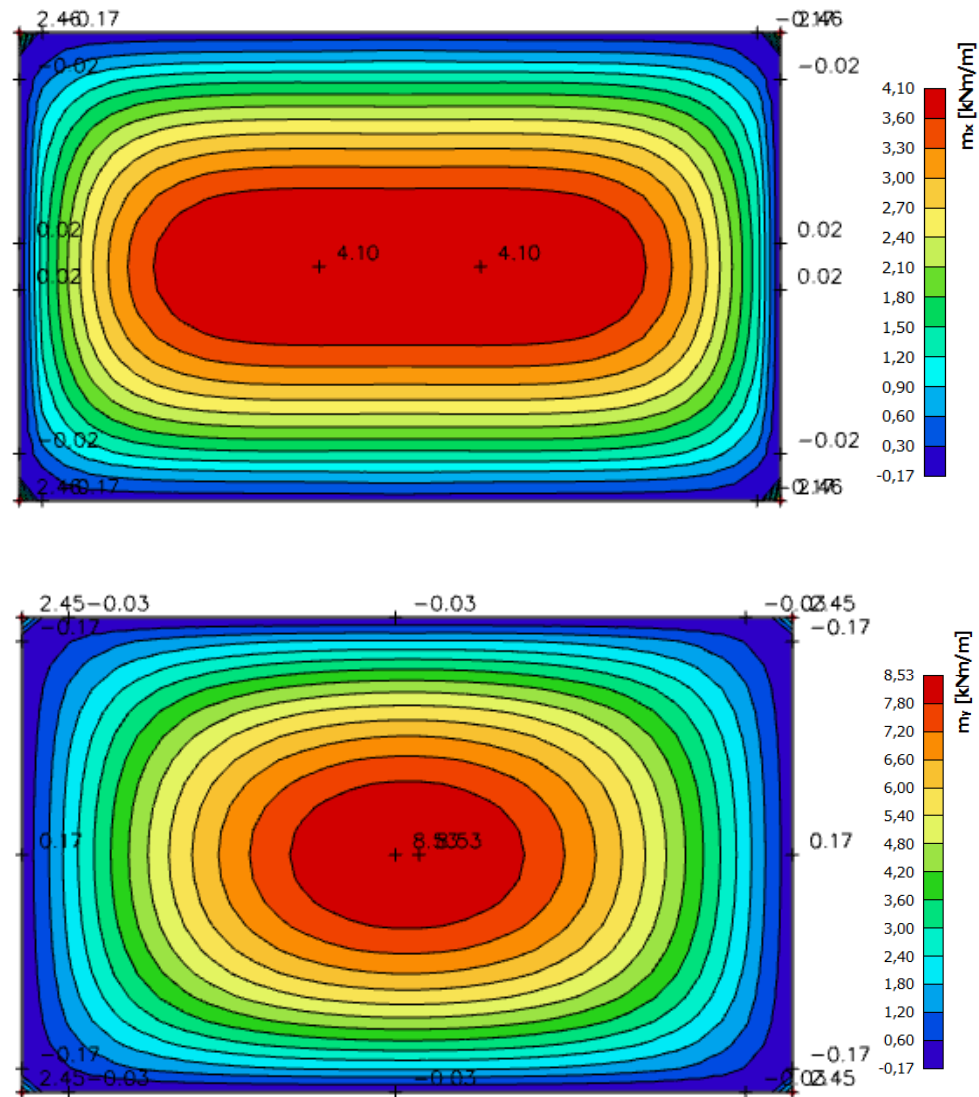
Slika 51. Prikaz pozicije -100



Slika 52. 2D model ploče



Slika 53. Dijagrami momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  za polje (GSN7)

Slika 54. Dijagrami momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  za ležaj (GSN8)

### 6.1.1.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje - Granično stanje nosivosti

Beton: C 16/20  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{16}{1.5} = 10.67 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 1.07 \text{ kN/cm}^2$

Armatura: B 500B  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$

$b_{pl} = 100 \text{ cm}, \quad h_{pl} = 14 \text{ cm}$

$c_{nom} = 2 \text{ cm (XC1 klasa)}$

$d_1 = 3 \text{ cm} \quad d = 11 \text{ cm}$

$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 11^2 \cdot 1.07 = 20.59 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 11 \cdot 43.48$$

$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = \frac{0.1}{100} \cdot 100 \cdot 14 = 1.4 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = \frac{2}{100} \cdot 100 \cdot 14 = 28.0 \text{ cm}^2$$



U sljedećoj tablici prikazani su ultimativni momenti nosivosti za odabranu mrežastu armaturu:

Tablica 16. Prikaz maksimalnih momenata nosivosti za odabranu mrežastu armaturu

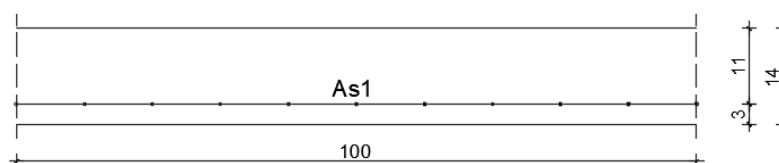
Mreža	Površina $A_{s1}$	Moment nosivosti betona $M_{Rd,c,lim}$	Moment nosivosti armature $M_{Rd,s,lim}$	Postotak armature
	[cm <sup>2</sup> /m]	[kNm]	[kNm]	%
R/Q-166	1,66	20,59	7,08	0,12
R/Q-188	1,88	20,59	8,02	0,13
R/Q-196	1,96	20,59	8,36	0,14
Q-226	2,26	20,59	9,64	0,16
R/Q-257	2,57	20,59	10,96	0,18
R/Q-283	2,83	20,59	12,07	0,20
R/Q-335	3,35	20,59	14,29	0,24
R/Q-385	3,85	20,59	16,43	0,28
R/Q-424	4,24	20,59	18,09	0,30
R/Q-503	5,03	20,59	21,46	0,36
R-524	5,24	20,59	22,36	0,37
R/Q-636	6,36	20,59	27,13	0,45
R/Q-785	7,85	20,59	33,49	0,56

Sva armatura je veća od minimalne i manja od maksimalne. Zbog preraspodjele kod dugotrajnih efekata armaturu u polju uvijek birati veću od izračunate, a armaturu na ležajevima u skladu s izračunatom. Ako se u obzir uzmu i preklopi  $\geq 40$  cm  $\left( A'_{s1} = A_{s1} \cdot \frac{\text{širina mreže (215)} + \text{preklop(40)}}{\text{širina mreže(215)}} \right)$ :

Tablica 17. Prikaz maksimalnih momenata nosivosti za odabranu mrežastu armaturu

Mreža	Površina $A_{s1}'$	Moment nosivosti betona $M_{Rd,c,lim}$	Moment nosivosti armature $M_{Rd,s,lim}$	Postotak armature
	[cm <sup>2</sup> /m]	[kNm]	[kNm]	%
R/Q-166	1,97	20,59	8,40	0,12
R/Q-188	2,23	20,59	9,51	0,13
R/Q-196	2,32	20,59	9,90	0,14
Q-226	2,68	20,59	11,43	0,16
R/Q-257	3,05	20,59	13,01	0,22
R/Q-283	3,36	20,59	14,33	0,24
R/Q-335	3,97	20,59	16,94	0,28
R/Q-385	4,57	20,59	19,50	0,33
R/Q-424	5,03	20,59	21,46	0,36
R/Q-503	5,97	20,59	25,47	0,43
R-524	6,21	20,59	26,49	0,44
R/Q-636	7,54	20,59	32,17	0,54
R/Q-785	9,31	20,59	39,72	0,67

## Proračun u polju



Slika 55. Skica armature ploče u polju

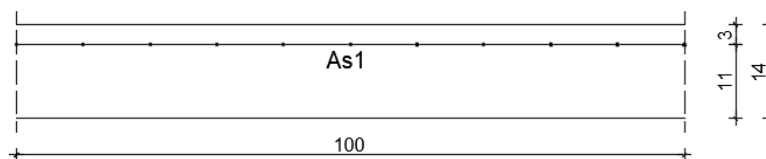
$$M_{Ed,max} = 8.78 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{878}{100 \cdot 11^2 \cdot 1.07} = 0.068 \approx 0.071$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1.7 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.947 \quad \xi = 0.145$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{878}{0.947 \cdot 13 \cdot 43.48} = 1.64 \text{ cm}^2/\text{m}$$

## Proračun na ležaju



Slika 56. Skica armature ploče na ležaju

$$M_{Ed,min} = 0.17 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{17}{100 \cdot 11^2 \cdot 1.07} = 0.001 \approx 0.002$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 0.2 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.993 \quad \xi = 0.020$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{17}{0.993 \cdot 11 \cdot 43.48} = 0.04 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura u polju: Q-226 s preklopom 40 cm ( $A_{s1} = 2.68 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Odabrana armatura na ležaju: R-166 s preklopom 40 cm ( $A_{s1} = 1.97 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

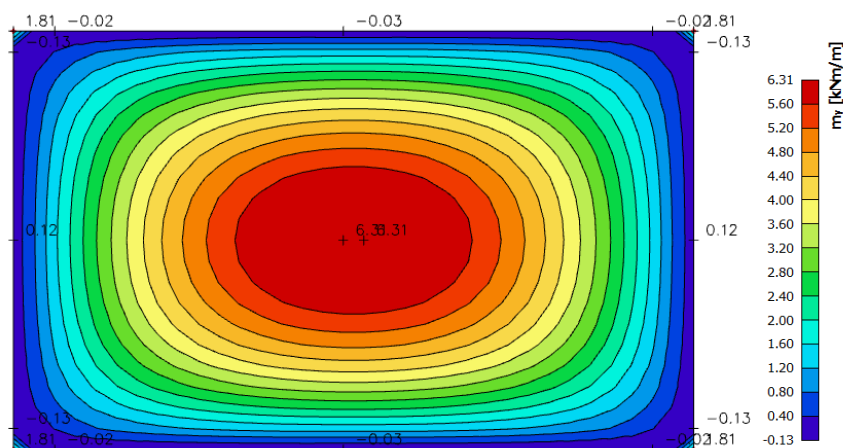
## 6.1.1.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče

## Pukotine

Mjerodavni momenti u ploči dobiveni su iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.

Granična vrijednost širine pukotine za AB konstrukcije :  $w_g = 0.3 \text{ mm}$  (EC-2)

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2) :  $w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_g$



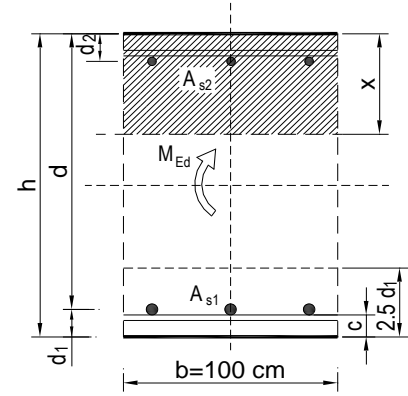
Slika 57. Maksimalni momenti savijanja - GSU

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju :  $M_{Ed} = 6.31 \text{ kNm/m}$

Armatura ploče donja zona: Q-226 + preklop 40 cm ( $A_s = 2.68 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

$b =$	100,0 cm	$d =$	11,0 cm	$h =$	14,0 cm
$f_{ck} =$	16,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	1,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	2,68 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>	$E_{cm} =$	28,60 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,99
$M_{Ed} =$	6,31 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	226,77 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	1,85 cm	$r_{p,eff} =$	0,0036		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000041	$< 0.6 \cdot s_s / E_s =$	0,000680		
$\varnothing =$	6,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	387,45 mm				

  
 $w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,264 \text{ mm} < w_g$



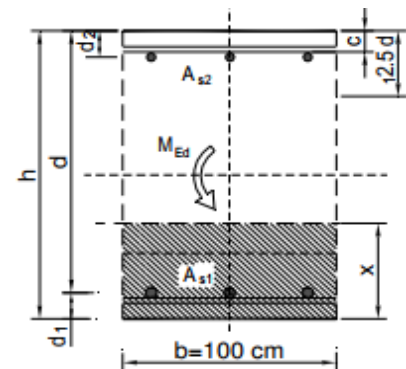
Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.264 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju :  $M_{Ed} = 0.13 \text{ kNm/m}$

Armatura ploče gornja zona: R-166 + preklop 40 cm ( $A_s = 1.97 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

$b =$	100,0 cm	$d =$	11,0 cm	$h =$	14,0 cm
$f_{ck} =$	16,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	1,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	1,97 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>	$E_{cm} =$	28,60 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,99
$M_{Ed} =$	0,13 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	6,31 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	1,61 cm	$r_{p,eff} =$	0,0026		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	-0,001446	$< 0.6 \cdot s_s / E_s =$	0,000019		
$\varnothing =$	6,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	490,32 mm				

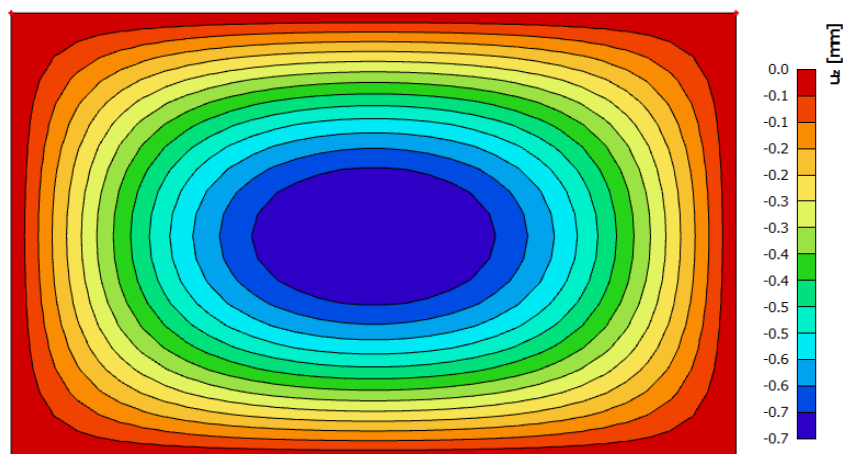
  
 $w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,009 \text{ mm} < w_g$



Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.009 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.

## Progibi

Progib kontroliramo za nefaktorizirano opterećenje i bez utjecaja puzanja.



Slika 58. Prikaz progiba ploče - GSU

Granična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{280}{250} = 1.12 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0.07 \text{ cm}$

Uzmu li se u obzir dugotrajni efektni, ukupni progib glasi:  $f_d = \Phi_0 \cdot K_r \cdot f_k$

$$A_c = b \cdot h = 100 \cdot 14 = 1400 \text{ cm}^2$$

$$u_c = 2 \cdot (b + h) = 2 \cdot (100 + 14) = 228 \text{ cm}$$

$$h_0 = 2 \cdot \frac{A_c}{u} = 2 \cdot \frac{1400}{228} = 12.3 \text{ cm} = 123 \text{ mm}$$

srednji polumjer konstrukcijskog elementa

$$RH = 80\%$$

vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{123}} = 1.40$$

koef. utjecaja relativne vlažnosti RH

$$f_{cm} = 24 \text{ MPa}$$

srednja tlačna čvrstoća betona klase C 16/20

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{24}} = 3.43$$

koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje

$$\begin{aligned}\beta_H &= 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot RH)^{18}] \cdot h_0 + 250 = \\ &= 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot 80)^{18}] \cdot 123 + 250 \\ &= 522.99\end{aligned}$$

koeficijenti utjecaja vlažnosti zraka i srednjeg polumjera  $\leq 1500$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0.1 + t_0^{0.2}}$$

koeficijent starosti betona u trenutku opterećivanja

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0.488$$

koeficijent starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana

Utjecaj vrste cementa: za normalne ili brzovezujuće cimente  $\alpha=0$  – nema utjecaja

Utjecaj temperature: za  $T=20^\circ\text{C}$  – nema utjecaja

$$\Phi_0(28) = \Phi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0)$$

osnovna veličina koef. puzanja (opt.

$$\Phi_0(28) = 1.40 \cdot 3.43 \cdot 0.488 = 2.34$$

nakon 28 dana)

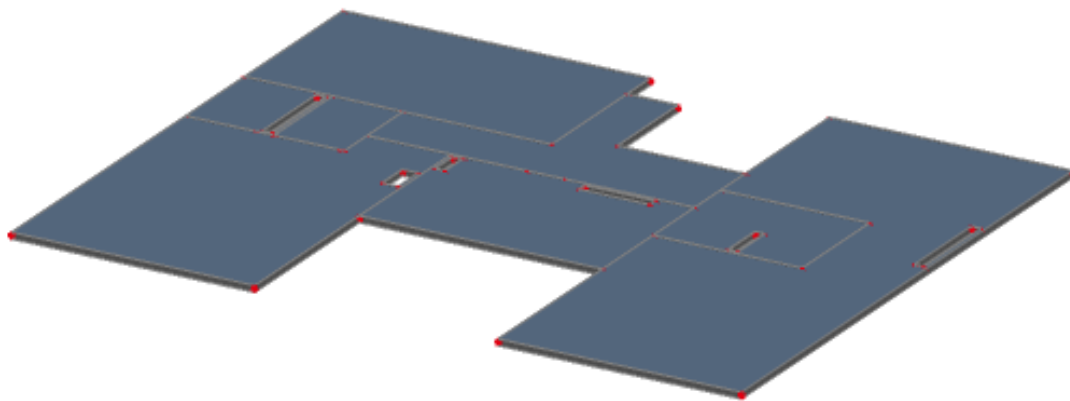
$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{2.68} = 0.85$$

$$f_d = 2.34 \cdot 0.85 \cdot 0.07 = 0.14 \text{ cm}$$

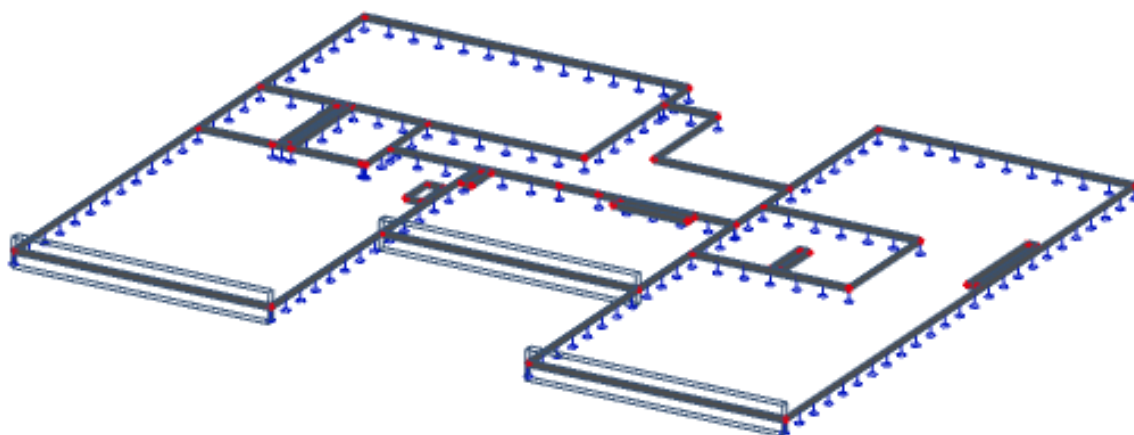
$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.07 + 0.14 = 0.21 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 1.12 \text{ cm}$$

Odabrane dimenzije ploče i armatura iste zadovoljavaju u pogledu progiba.

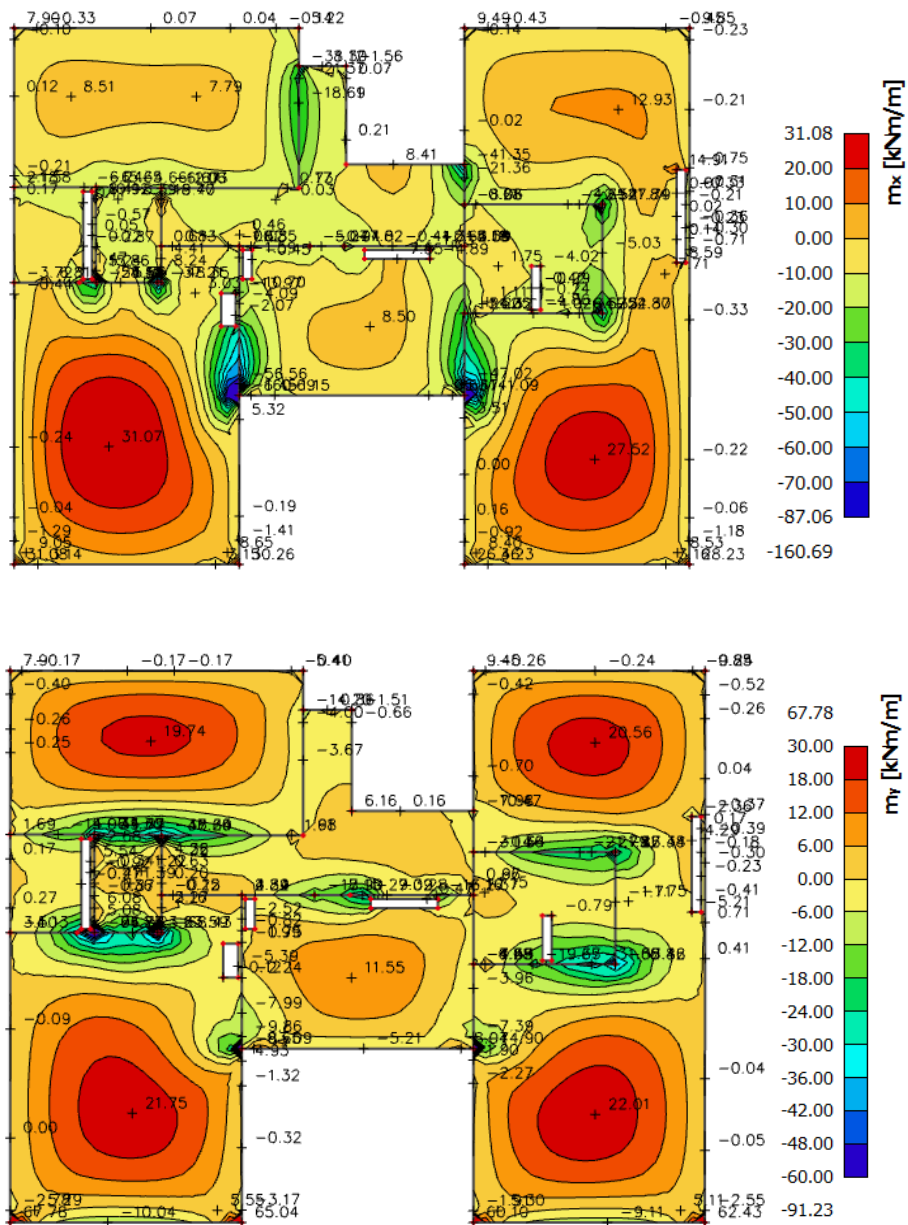
### 6.1.2. Ploča pozicije 000 – krovna terasa



*Slika 59. Prikaz ploče pozicije 000*

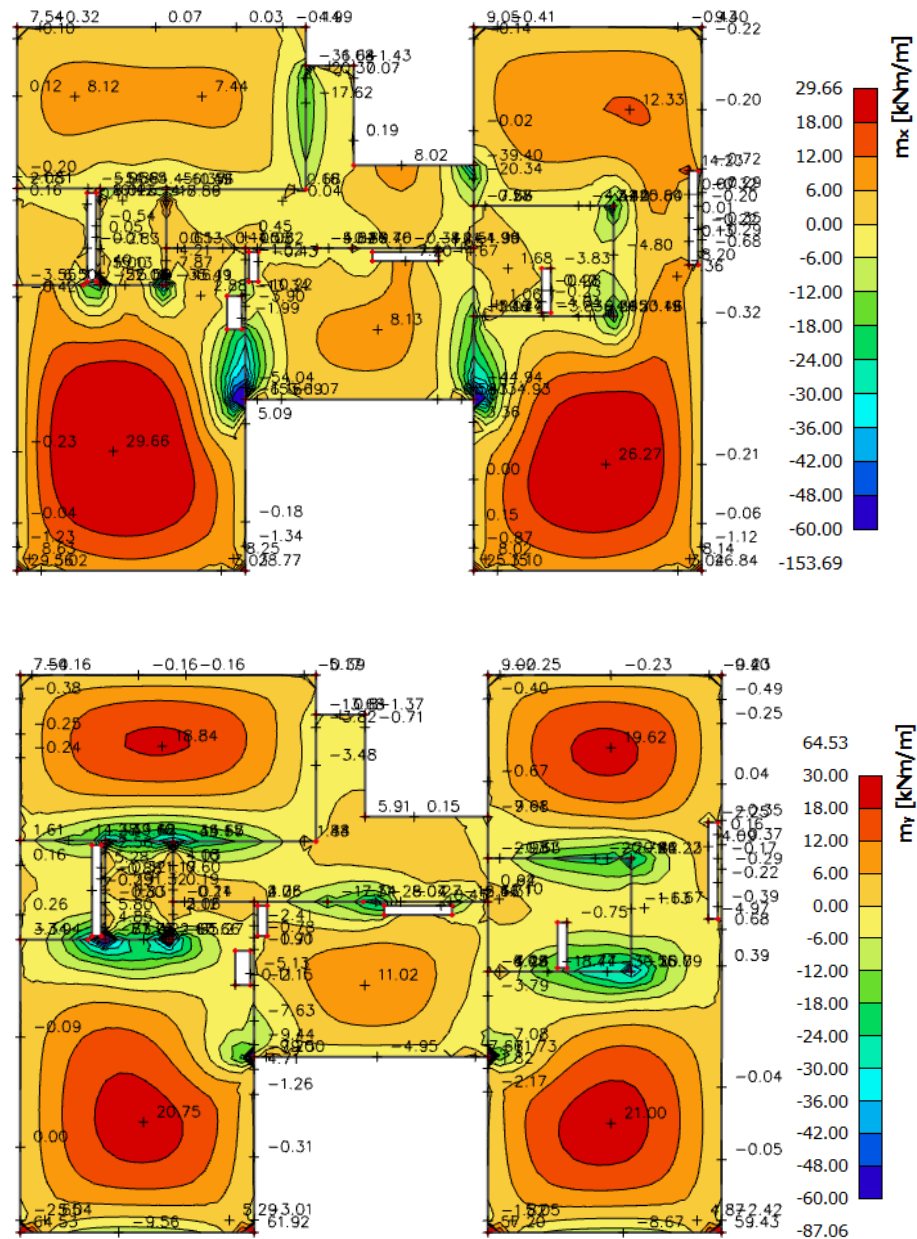


*Slika 60. 2D model ploče*



Slika 61. Dijagrami momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  za polje (GSN7)





Slika 62. Dijagrami momenata savijanja \$M\_x\$ i \$M\_y\$ za ležaj (GSN8)

### 6.1.2.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje - Granično stanje nosivosti

Beton: C 25/30  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$

Armatura: B 500B  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1.15} = 434,8 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$

$$b_{pl} = 100 \text{ cm}, \quad h_{pl} = 16 \text{ cm}$$

$$c_{nom} = 2 \text{ cm (XC1 klasa)}$$

$$d_1 = 3 \text{ cm} \quad d = 13 \text{ cm}$$

$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 13^2 \cdot 1.67 = 44.87 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 13 \cdot 43.48$$

$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = \frac{0.1}{100} \cdot 100 \cdot 16 = 1.6 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = \frac{2}{100} \cdot 100 \cdot 16 = 32.0 \text{ cm}^2$$

U sljedećoj tablici prikazani su ultimativni momenti nosivosti za odabranu mrežastu armaturu:

Tablica 18. Prikaz maksimalnih momenata nosivosti za odabranu mrežastu armaturu

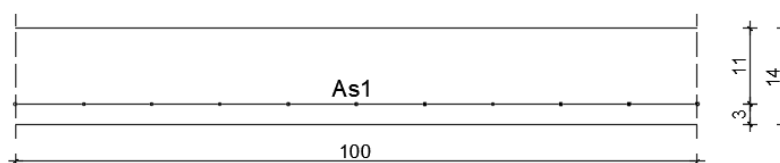
Mreža	Površina $A_{s1}$	Moment nosivosti betona $M_{Rd,c,lim}$	Moment nosivosti armature $M_{Rd,s,lim}$	Postotak armature
	[cm <sup>2</sup> /m]	[kNm]	[kNm]	%
R/Q-166	1,66	44,87	8,37	0,10
R/Q-188	1,88	44,87	9,48	0,12
R/Q-196	1,96	44,87	9,88	0,12
Q-226	2,26	44,87	11,39	0,14
R/Q-257	2,57	44,87	12,96	0,16
R/Q-283	2,83	44,87	14,27	0,18
R/Q-335	3,35	44,87	16,89	0,21
R/Q-385	3,85	44,87	19,41	0,24
R/Q-424	4,24	44,87	21,38	0,27
R/Q-503	5,03	44,87	25,36	0,31
R-524	5,24	44,87	26,42	0,33
R/Q-636	6,36	44,87	32,07	0,40
R/Q-785	7,85	44,87	39,58	0,49

Sva armatura je veća od minimalne i manja od maksimalne. Zbog preraspodjele kod dugotrajnih efekata armaturu u polju uvijek birati veću od izračunate, a armaturu na ležajevima u skladu s izračunatom. Ako se u obzir uzmu i preklopi  $\geq 40 \text{ cm}$  ( $A'_{s1} = A_{s1} \cdot \frac{\text{širina mreže (215)} + \text{preklop(40)}}{\text{širina mreže(215)}}$ ):

Tablica 19. Prikaz maksimalnih momenata nosivosti za odabranu mrežastu armaturu

Mreža	Površina $A_{s1}$ '	Moment nosivosti betona $M_{Rd,c,lim}$	Moment nosivosti armature $M_{Rd,s,lim}$	Postotak armature
	[cm <sup>2</sup> /m]	[kNm]	[kNm]	%
R/Q-166	1,97	44,87	9,93	0,12
R/Q-188	2,23	44,87	11,24	0,14
R/Q-196	2,32	44,87	11,70	0,15
Q-226	2,68	44,87	13,15	0,17
R/Q-257	3,05	44,87	15,38	0,19
R/Q-283	3,36	44,87	16,94	0,21
R/Q-335	3,97	44,87	20,02	0,25
R/Q-385	4,57	44,87	23,04	0,29
R/Q-424	5,03	44,87	25,36	0,31
R/Q-503	5,97	44,87	30,10	0,37
R-524	6,21	44,87	31,31	0,39
R/Q-636	7,54	44,87	38,01	0,47
R/Q-785	9,31	44,87	46,94	0,58

## Proračun u polju



Slika 63. Skica armature ploče u polju

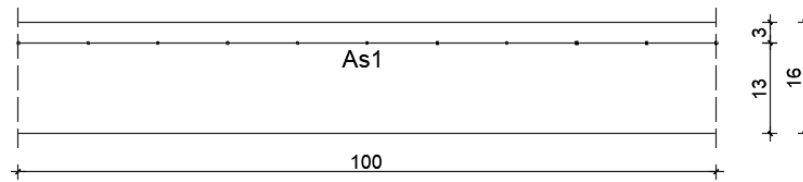
$$M_{Ed,max} = 31.07 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3152}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.110$$

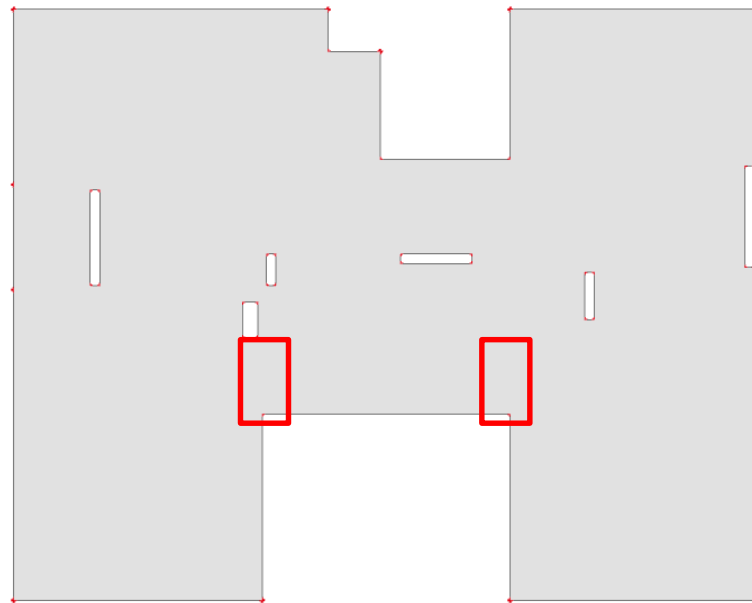
$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 2.4 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.925 \quad \xi = 0.194$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3107}{0.925 \cdot 13 \cdot 43.48} = 5.94 \text{ cm}^2/\text{m}$$

## Proračun na ležaju – kritični presjeci



Slika 64. Skica armature ploče na ležaju



Slika 65. Položaj kritičnih presjeka ploče

$$M_{Ed,min} = 54.04 \text{ kNm/m}$$

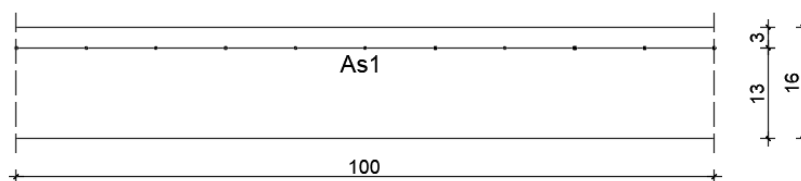
$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{5404}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.191 > \mu_{sd,lim} = 0.159$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 3.5 \text{ ‰} \quad \mu_{sd,lim} = 0.159 \quad \zeta_{lim} = 0.892 \quad \xi_{lim} = 0.259$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Rd,lim}}{\zeta_{lim} \cdot d \cdot f_{yd}} + \frac{M_{Ed} - M_{Rd,lim}}{(d - d_2) \cdot f_{yd}} = \frac{4487}{0.892 \cdot 13 \cdot 43.48} + \frac{5404 - 4487}{(13 - 3) \cdot 43.48}$$

$$= 8.90 + 2.11 = 11.01 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s2} = \frac{M_{Ed} - M_{Rd,lim}}{(d - d_2) \cdot f_{yd}} = \frac{5404 - 4487}{(13 - 3) \cdot 43.48} = 2.11 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**Proračun na ležaju – ostali presjeci**

Slika 66. Skica armature ploče na ležaju

$$M_{Ed,min} = 35.68 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3568}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.126 \approx 0.129$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 2.8 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.913 \quad \xi = 0.219$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3568}{0.913 \cdot 13 \cdot 43.48} = 6.91 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura u polju: Q-636 s preklopom 40 cm ( $A_{s1} = 7.54 \text{ cm}^2/\text{m}$ ); kod kritičnih presjeka povećati preklop na 60 cm ( $A_{s1} = 8.13 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Odabrana armatura na ležaju – kritični presjeci: R-785 s preklopom 90 cm ( $A_{s1} = 11.14 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Odabrana armatura na ležaju – ostali presjeci: R-785 s preklopom 40 cm ( $A_{s1} = 9.31 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

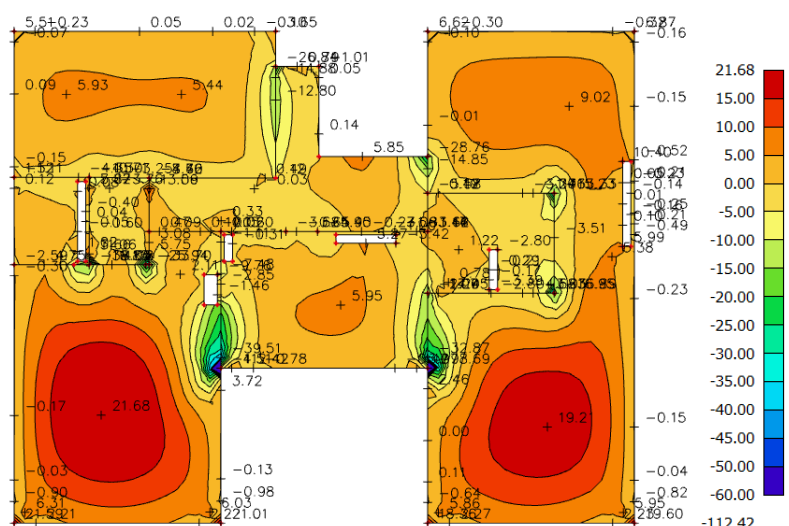
### 6.1.2.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče

#### Pukotine

Mjerodavni momenti u ploči dobiveni su iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.

Granična vrijednost širine pukotine za AB konstrukcije :  $w_g = 0.3 \text{ mm}$  (EC-2)

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2) :  $w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_g$

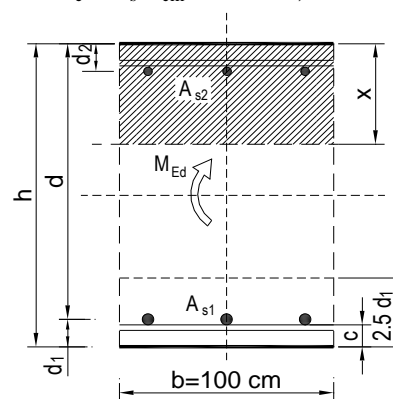


Slika 67. Maksimalni momenti savijanja - GSU

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju :  $M_{Ed} = 21.68 \text{ kNm/m}$

Armatura ploče donja zona: Q-636 + preklop 40 cm ( $A_s = 7.54 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

$b =$	100,0 cm	$d =$	13,0 cm	$h =$	16,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	7,54 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>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	21,68 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	240,18 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	3,09 cm	$r_{p,eff} =$	0,0101		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,000658	$< 0.6 \cdot s_s / E_s =$	0,000721		
$\varnothing =$	6,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$S_{r,max} =$	203,46 mm				



$$w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,147 \text{ mm} < w_g$$

Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.147 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.



$$A_c = b \cdot h = 100 \cdot 16 = 1600 \text{ cm}^2$$

$$u_c = 2 \cdot (b + h) = 2 \cdot (100 + 16) = 232 \text{ cm}$$

$$h_0 = 2 \cdot \frac{A_c}{u} = 2 \cdot \frac{1600}{232} = 13.8 \text{ cm} = 138 \text{ mm}$$

srednji polumjer konstrukcijskog elementa

$$RH = 80\%$$

vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{138}} = 1.39$$

koef. utjecaja relativne vlažnosti RH

$$f_{cm} = 33 \text{ MPa}$$

srednja tlačna čvrstoća betona klase C 25/30

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{33}} = 2.93$$

koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje

$$\beta_H = 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot RH)^{18}] \cdot h_0 + 250 = 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot 80)^{18}] \cdot 138 + 250 = 556.28$$

koeficijenti utjecaja vlažnosti zraka i srednjeg polumjera  $\leq 1500$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0.1 + t_0^{0.2}}$$

koeficijent starosti betona u trenutku opterećivanja

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0.488$$

koeficijent starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana

Utjecaj vrste cementa: za normalne ili brzovezujuće cimente  $\alpha=0$  – nema utjecaja

Utjecaj temperature: za  $T=20^\circ\text{C}$  – nema utjecaja

$$\Phi_0(28) = \Phi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0)$$

osnovna veličina koef. pužanja (opt. nakon 28 dana)

$$\Phi_0(28) = 1.39 \cdot 2.93 \cdot 0.488 = 1.99$$

$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{7.54} = 0.85$$

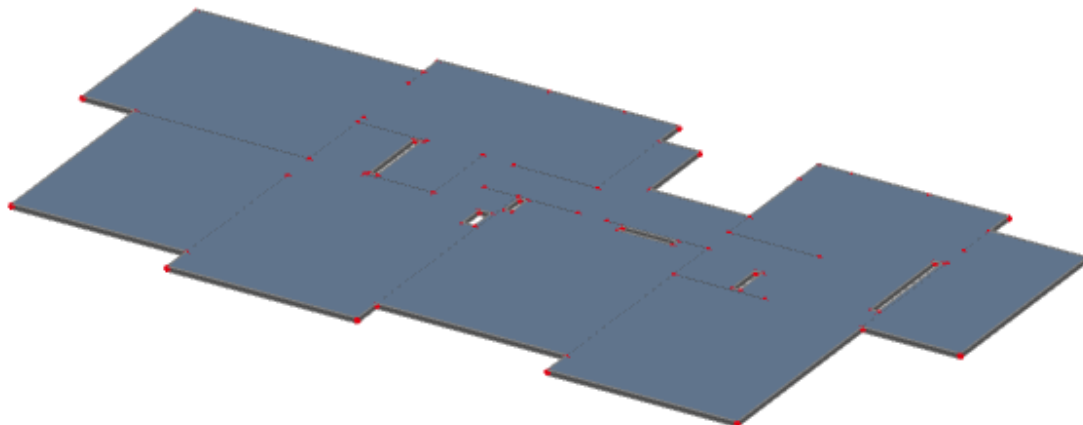
$$f_d = 1.99 \cdot 0.85 \cdot 0.68 = 1.15 \text{ cm}$$

$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.68 + 1.15 = 1.83 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2.48 \text{ cm}$$

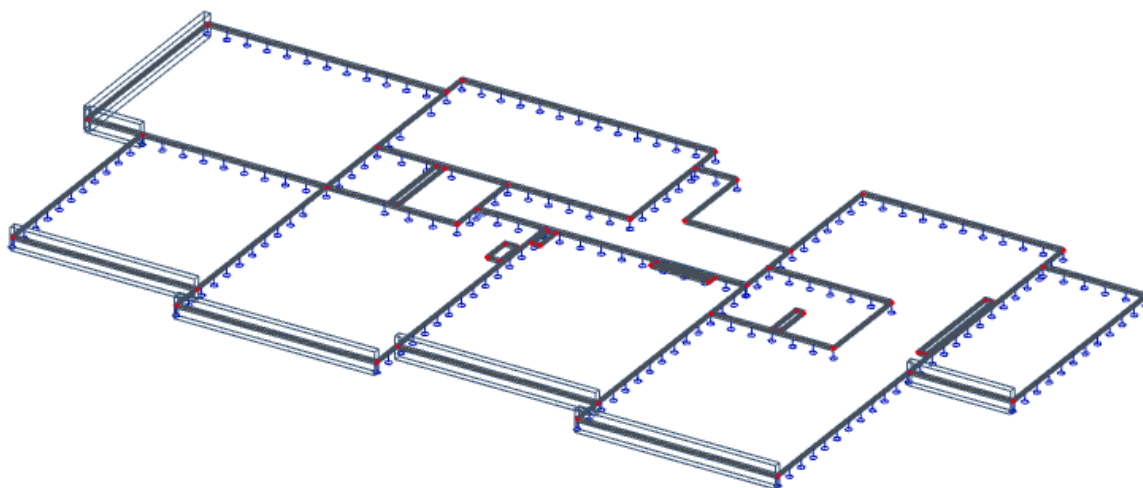
Odabrane dimenzije ploče i armatura iste zadovoljavaju u pogledu progiba.



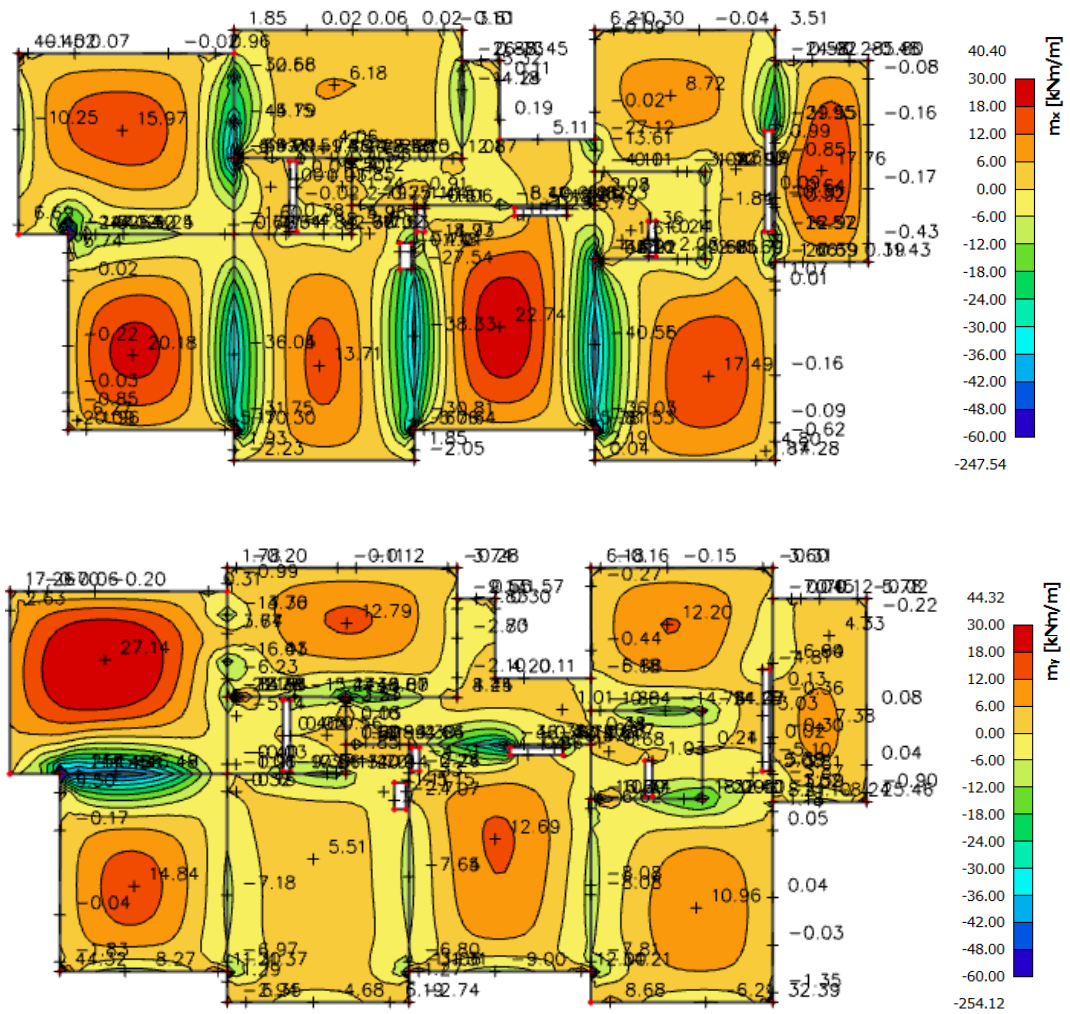
### 6.1.3. Ploča pozicije 100 – ploča iznad 3. kata



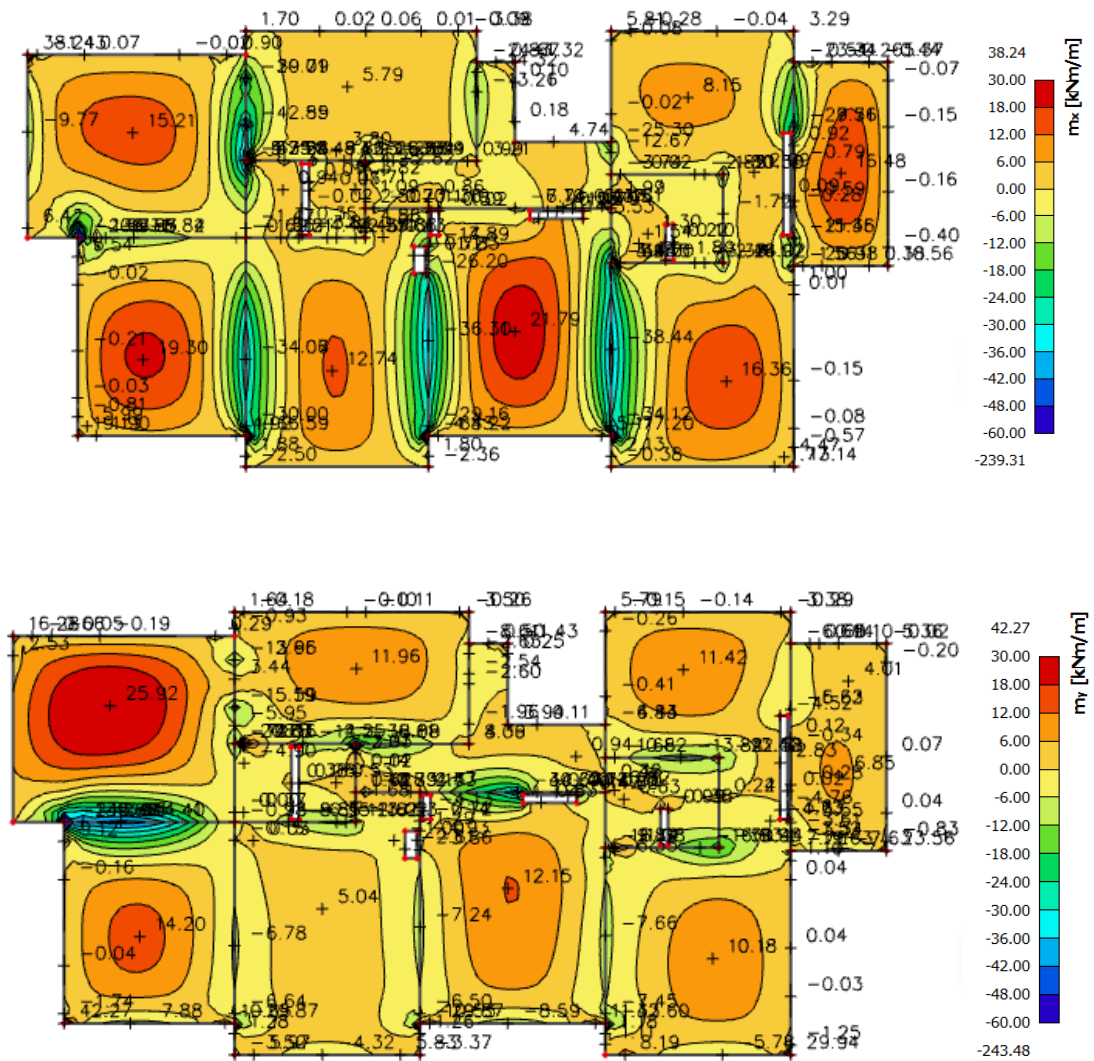
*Slika 69. Prikaz ploče pozicije 100*



*Slika 70. 2D model ploče*



Slika 71. Dijagrami momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  za polje (GSN7)

Slika 72. Dijagrami momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  za ležaj (GSN8)

### 6.1.3.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje - Granično stanje nosivosti

Beton: C 25/30  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$

Armatura: B 500B  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1.15} = 434,8 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$

$$b_{pl} = 100 \text{ cm}, \quad h_{pl} = 16 \text{ cm}$$

$$c_{nom} = 2 \text{ cm (XC1 klasa)}$$

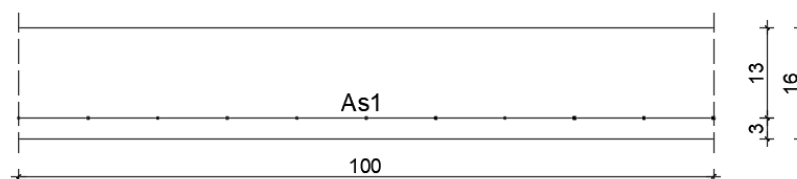
$$d_1 = 3 \text{ cm} \quad d = 13 \text{ cm}$$

$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 13^2 \cdot 1.67 = 44.87 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 13 \cdot 43.48$$

$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = \frac{0.1}{100} \cdot 100 \cdot 16 = 1.6 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = \frac{2}{100} \cdot 100 \cdot 16 = 32.0 \text{ cm}^2$$

**Proračun u polju**

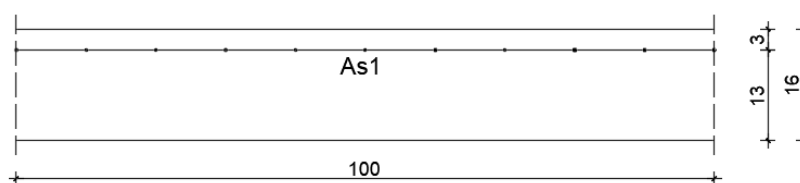
Slika 73. Skica armature ploče u polju

$$M_{Ed,max} = 27.14 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2714}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.096 \approx 0.099$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 2.2 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.931 \quad \xi = 0.180$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2714}{0.931 \cdot 13 \cdot 43.48} = 5.16 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**Proračun na ležaju**

Slika 74. Skica armature ploče na ležaju

$$M_{Ed,min} = 44.40 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{4440}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.157 \approx 0.159$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 3.5 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.892 \quad \xi = 0.259$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{4440}{0.892 \cdot 13 \cdot 43.48} = 8.81 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura u polju: Q-503 s preklopom 40 cm ( $A_{s1} = 5.97 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Odabrana armatura na ležaju: R-785 s preklopom 40 cm ( $A_{s1} = 9.31 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

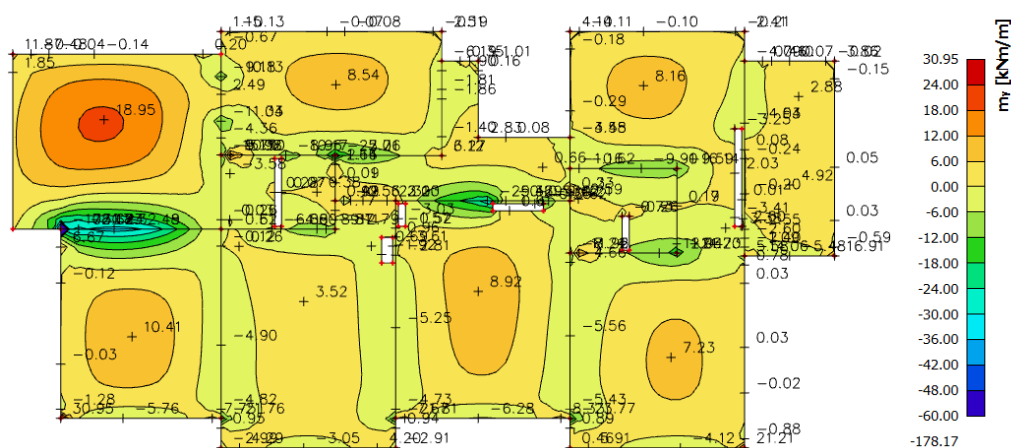
### 6.1.3.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče

#### Pukotine

Mjerodavni momenti u ploči dobiveni su iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.

Granična vrijednost širine pukotine za AB konstrukcije :  $w_g = 0.3 \text{ mm}$  (EC-2)

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2) :  $w_k = S_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_g$

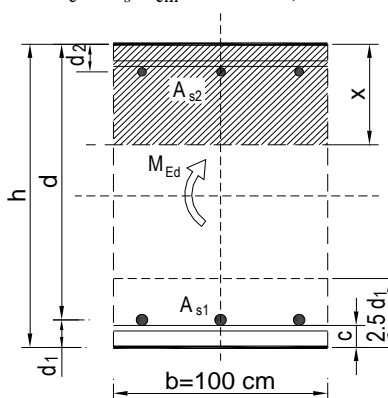


Slika 75. Maksimalni momenti savijanja – GSU

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju :  $M_{Ed} = 18.95 \text{ kNm/m}$

Armatura ploče donja zona: Q-503 + preklop 40 cm ( $A_s = 5.97 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

$b =$	100,0 cm	$d =$	13,0 cm	$h =$	16,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	5,97 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>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	18,95 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	262,96 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,79 cm	$r_{p,\text{eff}} =$	0,0080		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,000638	$< 0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000789		
$\emptyset =$	6,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$S_{r,\max} =$	230,14 mm				



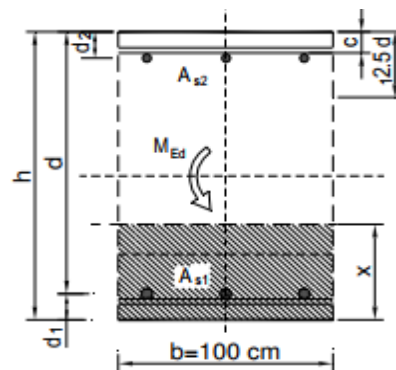
$$w_k = S_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,182 \text{ mm} < w_g$$

Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.182 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju :  $M_{Ed} = 32.48 \text{ kNm/m}$

Armatura ploče gornja zona: R-785 + preklop 40 cm ( $A_{s1} = 9.31 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

$b =$	100,0 cm	$d =$	13,0 cm	$h =$	16,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	9,31 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>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	32,48 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	293,81 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	3,38 cm	$r_{p,eff} =$	0,0124		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,001023	$>$	$0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000881	
$\emptyset =$	6,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	184,17 mm				

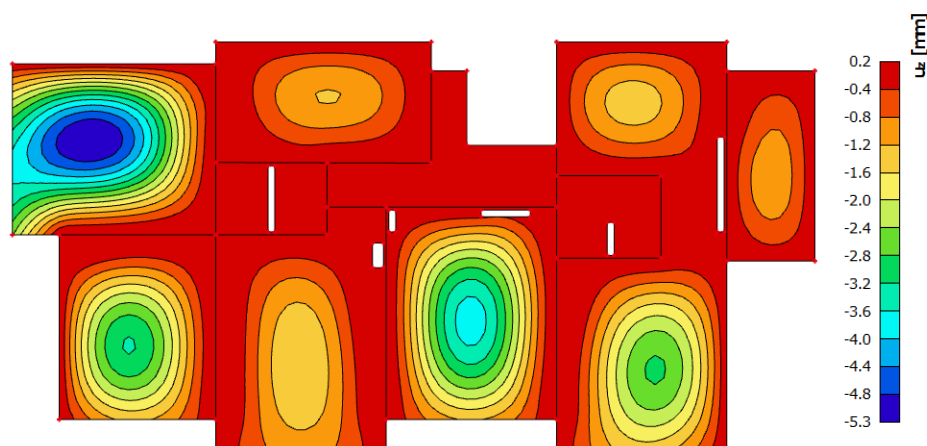


$$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,188 \text{ mm} < w_g$$

Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.188 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.

### Progibi

Progib kontroliramo za nefaktorizirano opterećenje i bez utjecaja puzanja.



Slika 76. Prikaz progiba ploče - GSU

Granična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{1}{250} = \frac{620}{250} = 2.48 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0.53 \text{ cm}$

Uzmu li se u obzir dugotrajni efektni, ukupni progib glasi:  $f_d = \Phi_0 \cdot K_R \cdot f_k$

$$A_c = b \cdot h = 100 \cdot 16 = 1600 \text{ cm}^2$$

$$u_c = 2 \cdot (b + h) = 2 \cdot (100 + 16) = 232 \text{ cm}$$

$$h_0 = 2 \cdot \frac{A_c}{u} = 2 \cdot \frac{1600}{232} = 13.8 \text{ cm} = 138 \text{ mm}$$

srednji polumjer konstrukcijskog elementa

$$RH = 80\%$$

vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{138}} = 1.39$$

koef. utjecaja relativne vlažnosti RH

$$f_{cm} = 33 \text{ MPa}$$

srednja tlačna čvrstoća betona klase C 25/30

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{33}} = 2.93$$

koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje

$$\beta_H = 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot RH)^{18}] \cdot h_0 + 250 = 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot 80)^{18}] \cdot 138 + 250 = 556.28$$

koeficijenti utjecaja vlažnosti zraka i srednjeg polumjera  $\leq 1500$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0.1 + t_0^{0.2}}$$

koeficijent starosti betona u trenutku opterećivanja

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0.488$$

koeficijent starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana

Utjecaj vrste cementa: za normalne ili brzovezujuće cimente  $\alpha=0$  – nema utjecaja

Utjecaj temperature: za  $T=20^\circ\text{C}$  – nema utjecaja

$$\Phi_0(28) = \Phi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0)$$

osnovna veličina koef. puzanja (opt.

$$\Phi_0(28) = 1.39 \cdot 2.93 \cdot 0.488 = 1.99$$

nakon 28 dana)

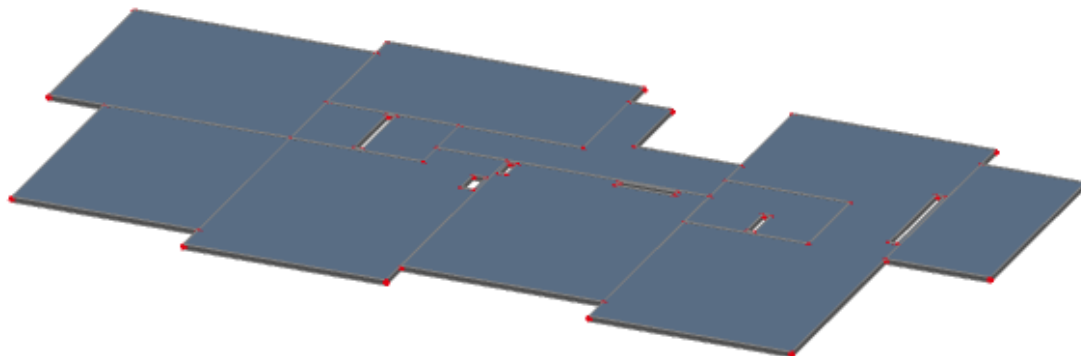
$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{5.97} = 0.85$$

$$f_d = 1.99 \cdot 0.85 \cdot 0.53 = 0.90 \text{ cm}$$

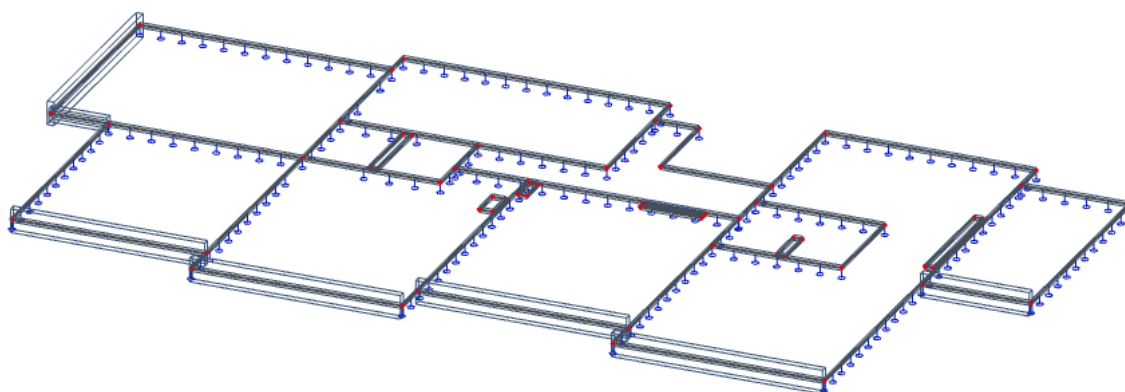
$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.53 + 0.93 = 1.43 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2.48 \text{ cm}$$

Odabrane dimenzije ploče i armatura iste zadovoljavaju u pogledu progiba.

#### 6.1.4. Ploče pozicije 200 – ploče iznad 1. i 2. kata

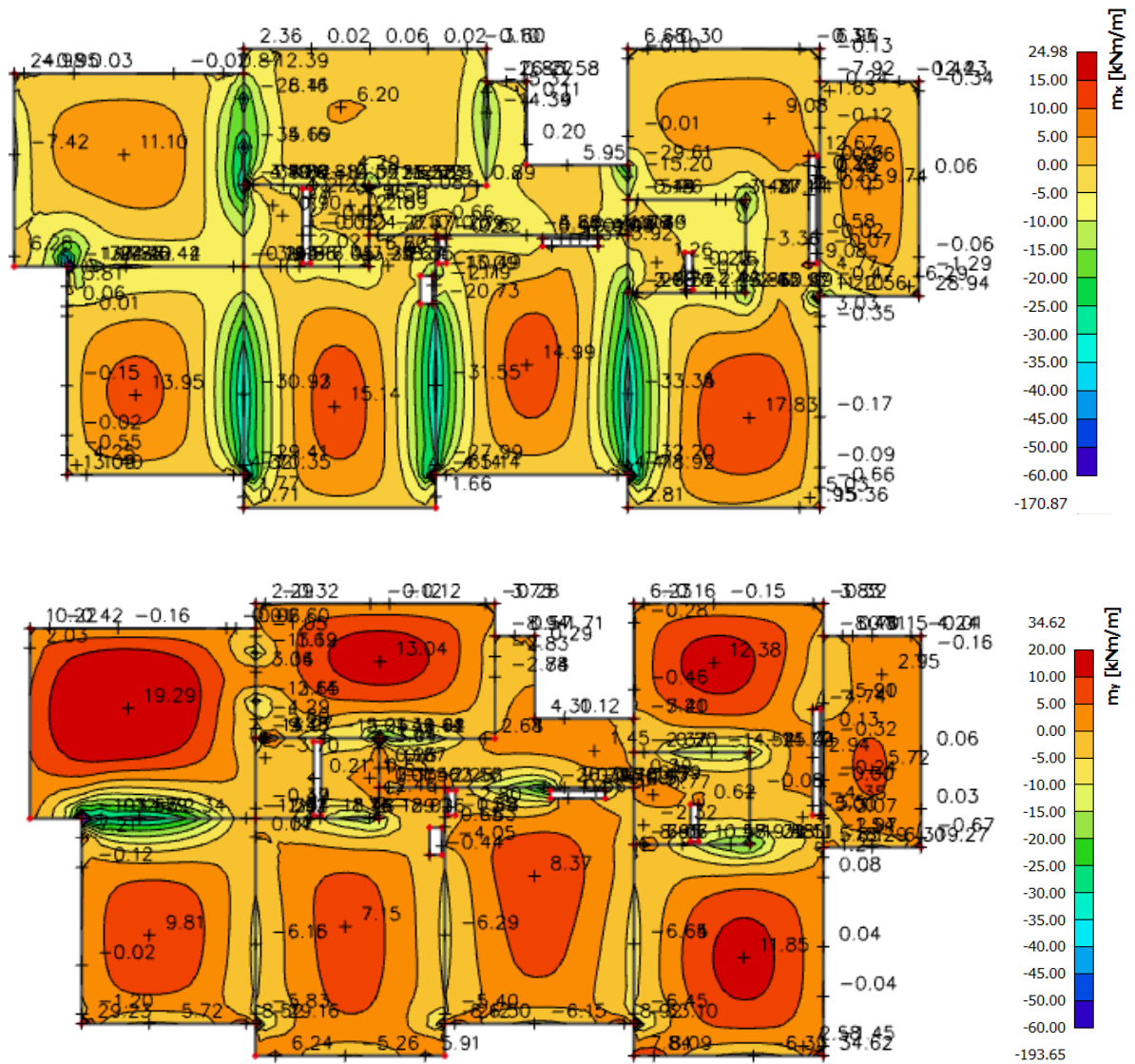


*Slika 77. Prikaz ploče pozicije 200*

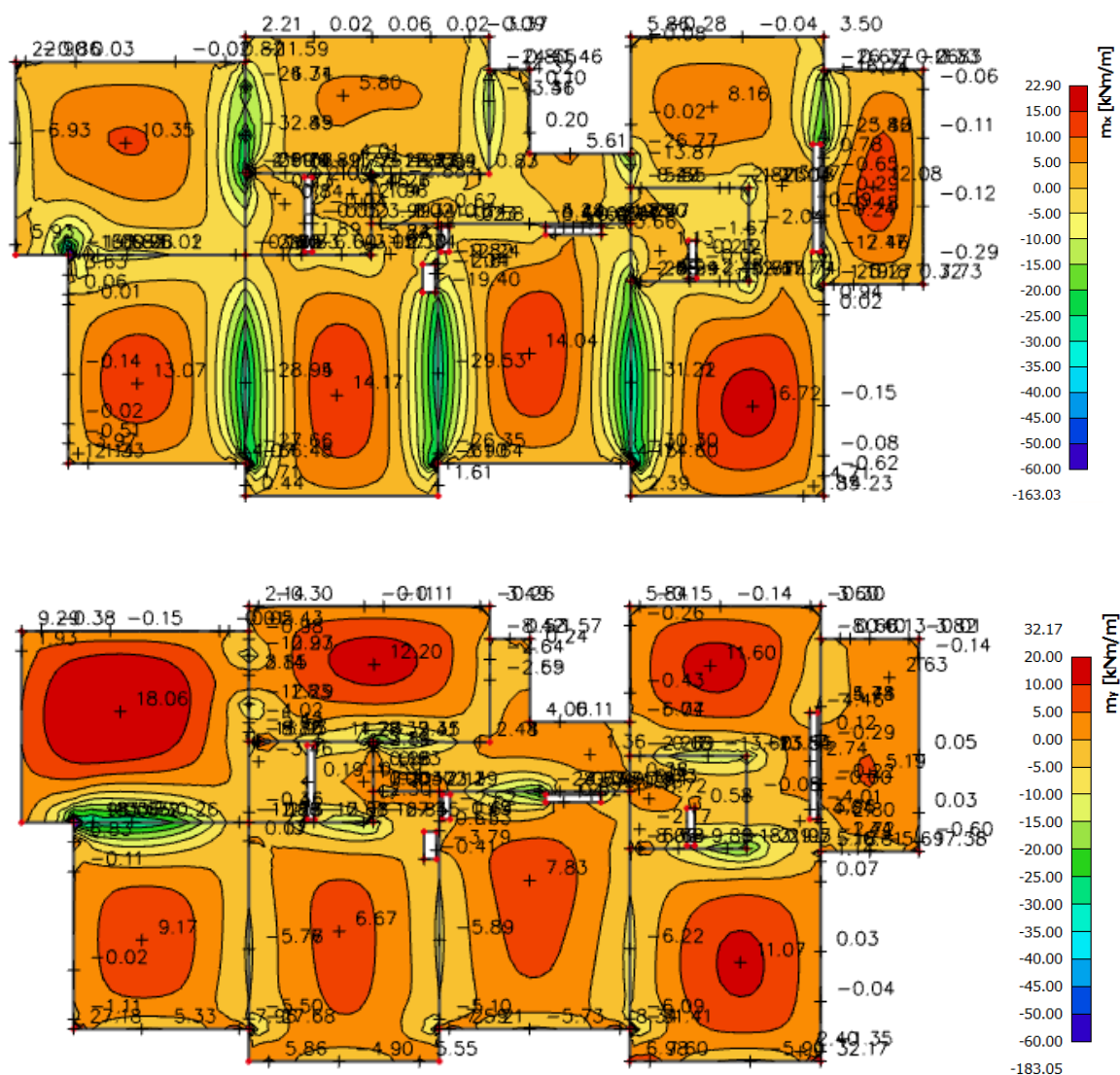


*Slika 78. 2D model ploče*





Slika 79. Dijagrami momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  za polje (GSN1)

Slika 80. Dijagrami momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  za ležaj (GSN2)

#### 6.1.4.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje - Granično stanje nosivosti

Beton: C 25/30  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$

Armatura: B 500B  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1.15} = 434,8 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$

$$b_{pl} = 100 \text{ cm}, \quad h_{pl} = 16 \text{ cm}$$

$$c_{nom} = 2 \text{ cm (XC1 klasa)}$$

$$d_1 = 3 \text{ cm} \quad d = 13 \text{ cm}$$

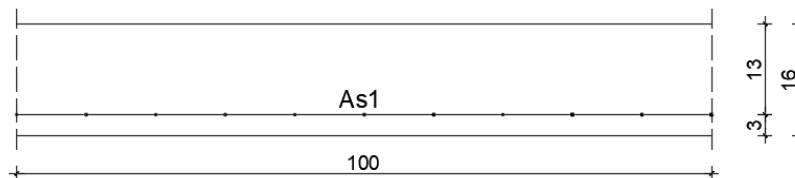
$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 13^2 \cdot 1.67 = 44.87 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 13 \cdot 43.48$$

$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = \frac{0.1}{100} \cdot 100 \cdot 16 = 1.6 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = \frac{2}{100} \cdot 100 \cdot 16 = 32.0 \text{ cm}^2$$

### Proračun u polju



Slika 81. Skica armature ploče u polju

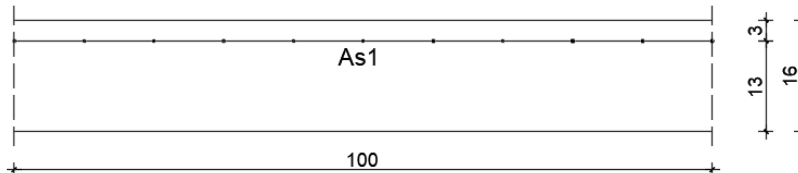
$$M_{Ed,max} = 19.29 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1929}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.068 \approx 0.071$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1.7 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.947 \quad \xi = 0.145$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1929}{0.947 \cdot 13 \cdot 43.48} = 3.60 \text{ cm}^2/\text{m}$$

### Proračun na ležaju



Slika 82. Skica armature ploče na ležaju

$$M_{Ed,min} = 31.22 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3122}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.111 \approx 0.115$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 2.5 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.922 \quad \xi = 0.200$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3122}{0.922 \cdot 13 \cdot 43.48} = 5.99 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura u polju: Q-335 s preklopom 40 cm ( $A_{s1} = 3.97 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Odabrana armatura na ležaju: R-636 s preklopom 40 cm ( $A_{s1} = 7.54 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

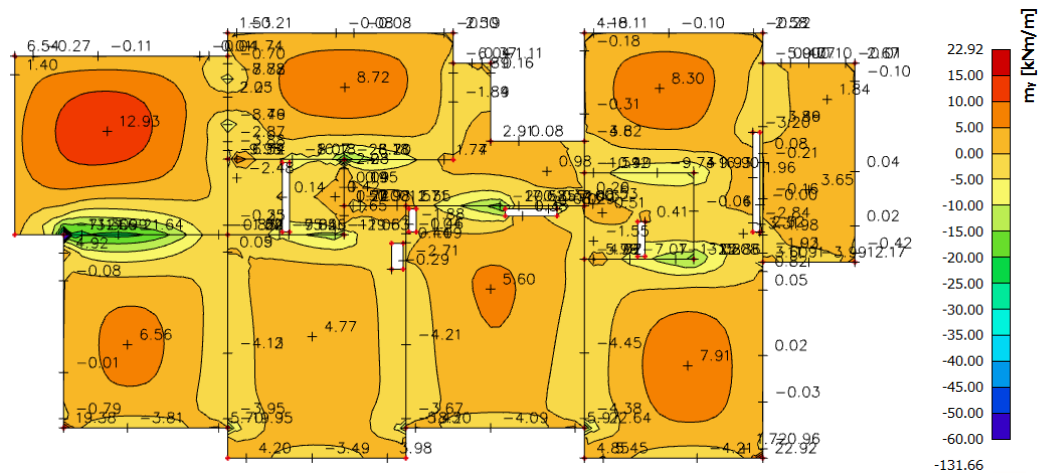
### 6.1.4.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče

#### Pukotine

Mjerodavni momenti u ploči dobiveni su iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.

Granična vrijednost širine pukotine za AB konstrukcije :  $w_g = 0.3 \text{ mm}$  (EC-2)

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2) :  $w_k = S_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_g$

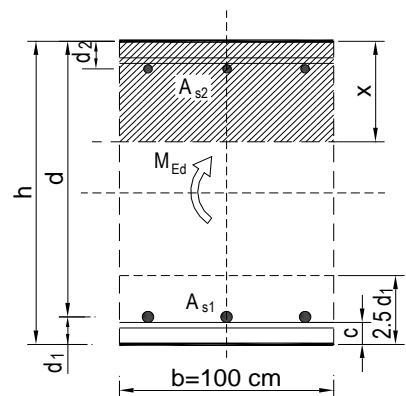


Slika 83. Maksimalni momenti savijanja - GSU

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju :  $M_{Ed} = 12.93 \text{ kNm/m}$

Armatura ploče donja zona: Q-335 + preklop 40 cm ( $A_s = 3.97 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

$b =$	100,0 cm	$d =$	13,0 cm	$h =$	16,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,97 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>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	12,93 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	266,41 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,32 cm	$r_{p,\text{eff}} =$	0,0053		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,000330 <	$0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000799		
$\emptyset =$	6,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$S_{r,\max} =$	294,70 mm				
$w_k = S_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,236 \text{ mm} < w_g$					

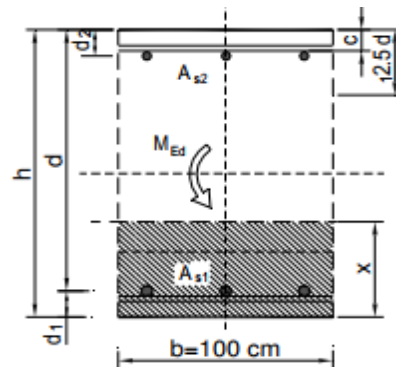


Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.236 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju :  $M_{Ed} = 21.99 \text{ kNm/m}$

Armatura ploče gornja zona: R-636 + preklop 40 cm ( $A_s = 7.54 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

$b =$	100,0 cm	$d =$	13,0 cm	$h =$	16,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 $\text{MN/m}^2$	$f_{ctm} =$	2,56 $\text{MN/m}^2$	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	7,54 $\text{cm}^2$	$A_{s2} =$	0,00 $\text{cm}^2$	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 $\text{GN/m}^2$	$E_{cm} =$	31,40 $\text{GN/m}^2$	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	21,99 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	243,62 $\text{MN/m}^2$				
$x =$	3,09 cm	$r_{p,eff} =$	0,0101		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000675	$< 0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000731		
$\emptyset =$	6,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	203,46 mm				

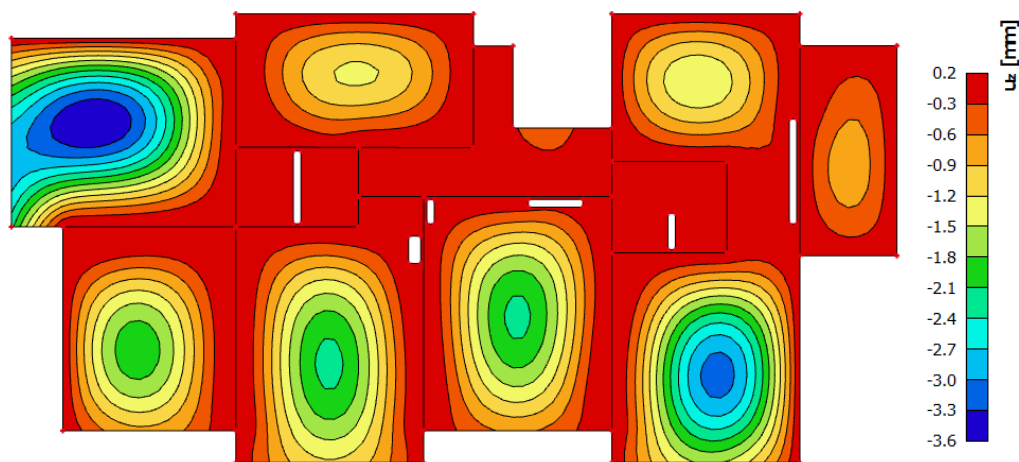


$$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,149 \text{ mm} < w_g$$

Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.149 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.

## Progibi

Progib kontroliramo za nefaktorizirano opterećenje i bez utjecaja puzanja.



Slika 84. Prikaz progiba ploče - GSU

Granična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{620}{250} = 2.48 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0.36 \text{ cm}$

Uzmu li se u obzir dugotrajni efektni, ukupni progib glasi:  $f_d = \Phi_0 \cdot K_r \cdot f_k$

$$A_c = b \cdot h = 100 \cdot 16 = 1600 \text{ cm}^2$$

$$u_c = 2 \cdot (b + h) = 2 \cdot (100 + 16) = 232 \text{ cm}$$

$$h_0 = 2 \cdot \frac{A_c}{u} = 2 \cdot \frac{1600}{232} = 13.8 \text{ cm} = 138 \text{ mm}$$

srednji polumjer konstrukcijskog elementa

$$RH = 80\%$$

vlažnost zraka

$$\begin{aligned} \Phi_{RH} &= 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{138}} \\ &= 1.39 \end{aligned}$$

koef. utjecaja relativne vlažnosti RH

$$f_{cm} = 33 \text{ MPa}$$

srednja tlačna čvrstoća betona klase C 25/30

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{33}} = 2.93$$

koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje

$$\begin{aligned} \beta_H &= 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot RH)^{18}] \cdot h_0 + 250 = \\ &= 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot 80)^{18}] \cdot 138 + 250 \\ &= 556.28 \end{aligned}$$

koeficijenti utjecaja vlažnosti zraka i srednjeg polumjera  $\leq 1500$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0.1 + t_0^{0.2}}$$

koeficijent starosti betona u trenutku opterećivanja

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0.488$$

koeficijent starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana

Utjecaj vrste cementa: za normalne ili brzovezujuće cemente  $\alpha=0$  – nema utjecaja

Utjecaj temperature: za  $T=20^\circ\text{C}$  – nema utjecaja

$$\Phi_0(28) = \Phi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0)$$

osnovna veličina koef. puzanja (opt.

$$\Phi_0(28) = 1.39 \cdot 2.93 \cdot 0.488 = 1.99$$

nakon 28 dana)

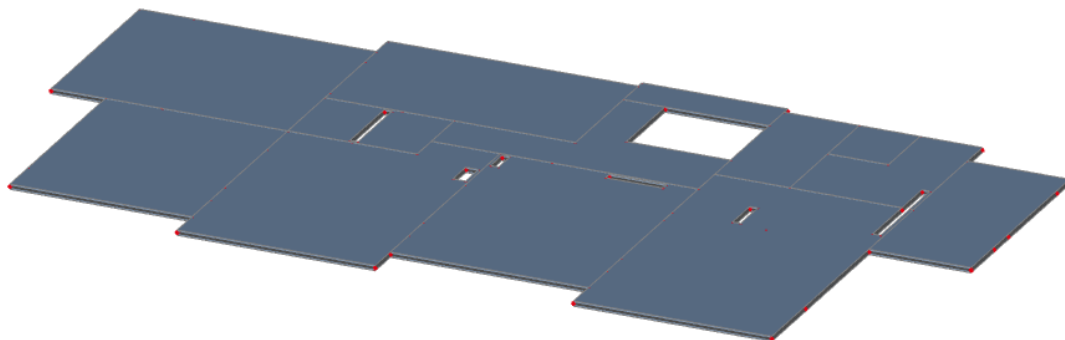
$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{3.97} = 0.85$$

$$f_d = 1.99 \cdot 0.85 \cdot 0.36 = 0.61 \text{ cm}$$

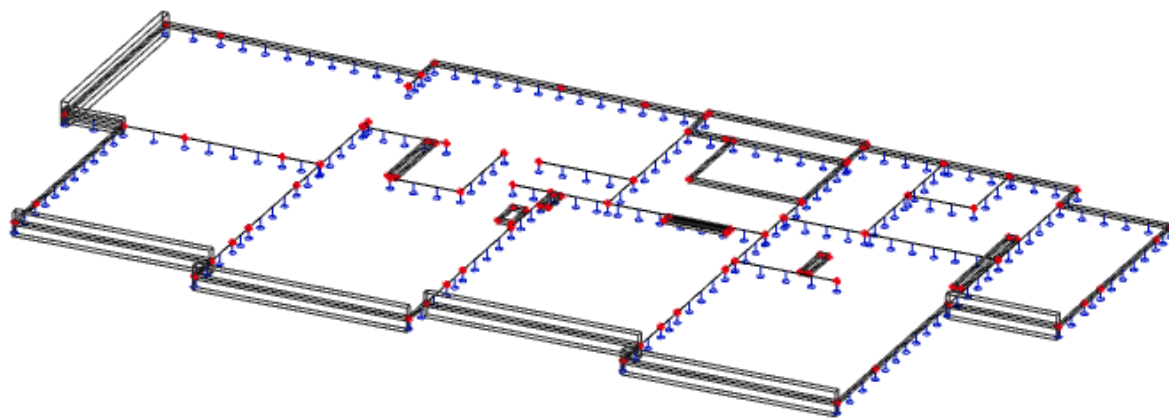
$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.36 + 0.61 = 0.97 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2.48 \text{ cm}$$

Odabrane dimenzije ploče i armatura iste zadovoljavaju u pogledu progiba.

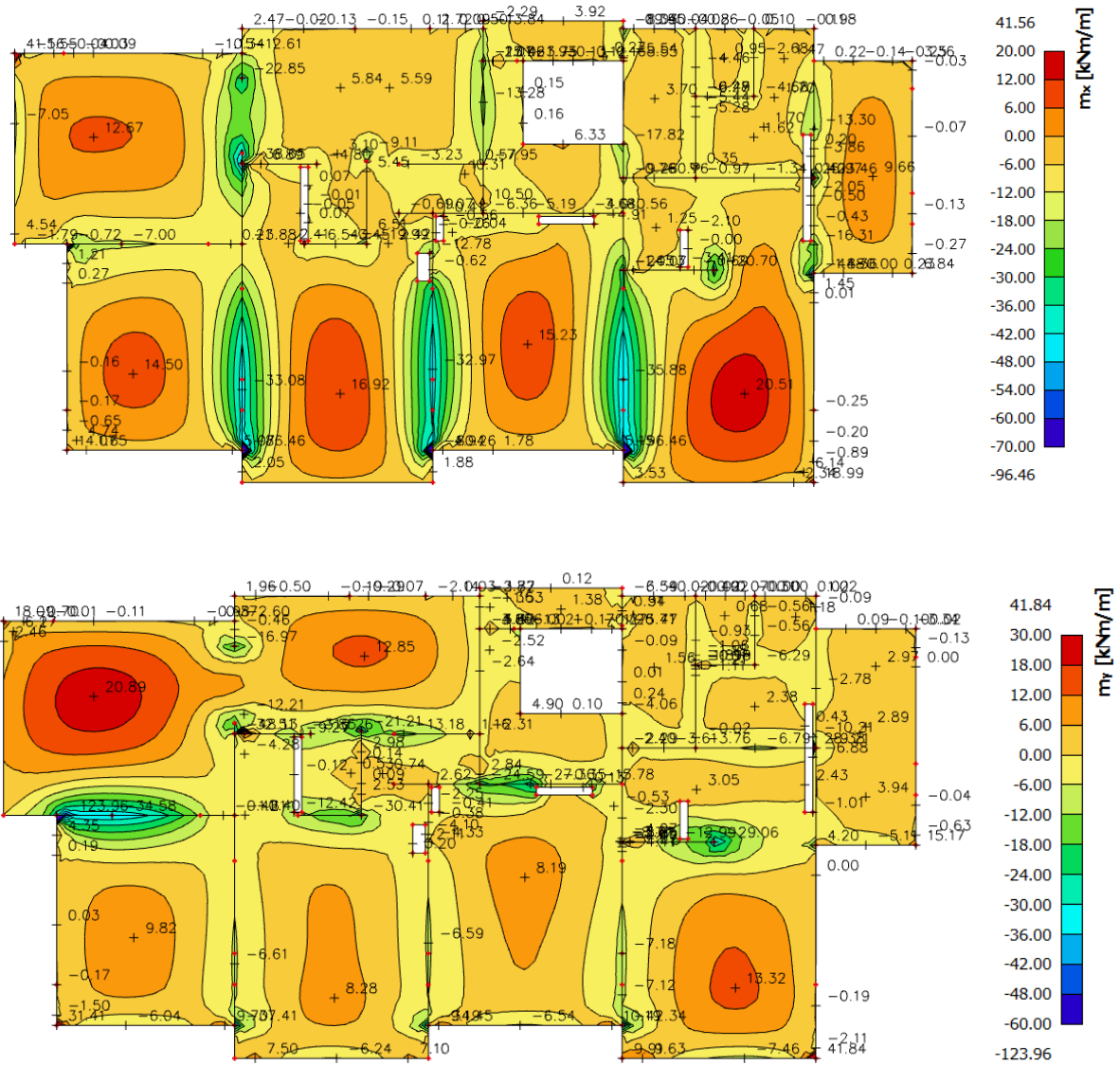
### 6.1.5. Ploče pozicije 300 – ploča iznad prizemlja



*Slika 85. Prikaz ploče pozicije 300*

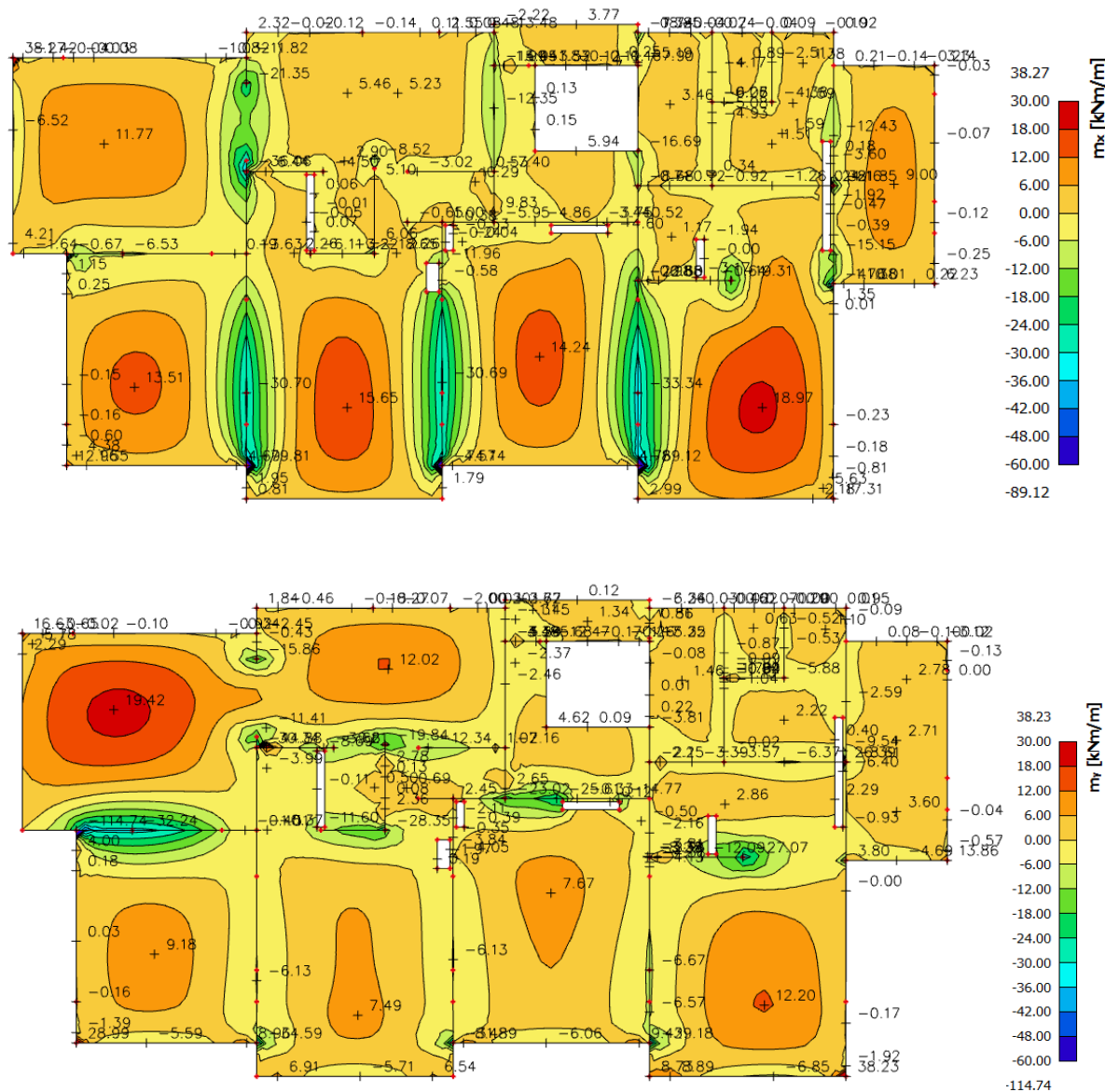


*Slika 86. 2D model ploče*



Slika 87. Dijagrami momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  za polje (GSN1)



Slika 88. Dijagrami momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  za ležaj (GSN2)

### 6.1.5.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje - Granično stanje nosivosti

Beton: C 25/30  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$

Armatura: B 500B  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1.15} = 434,8 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$

$$b_{pl} = 100 \text{ cm}, \quad h_{pl} = 16 \text{ cm}$$

$$c_{nom} = 2 \text{ cm (XC1 klasa)}$$

$$d_1 = 3 \text{ cm} \quad d = 13 \text{ cm}$$

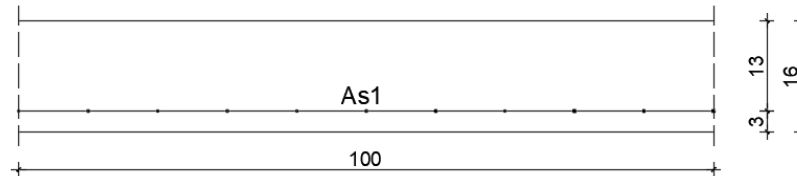
$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 13^2 \cdot 1.67 = 44.87 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 13 \cdot 43.48$$

$$A_{s1,\min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = \frac{0.1}{100} \cdot 100 \cdot 16 = 1.6 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,\max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = \frac{2}{100} \cdot 100 \cdot 16 = 32.0 \text{ cm}^2$$

### Proračun u polju



Slika 89. Skica armature ploče u polju

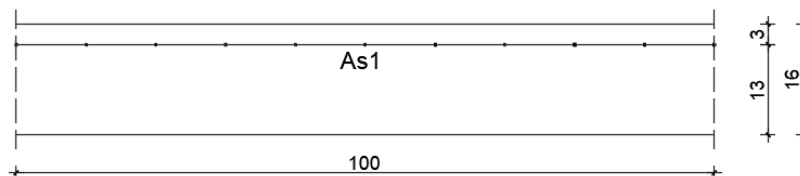
$$M_{Ed,\max} = 20.89 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{\text{eff}} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2089}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.074 \approx 0.077$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1.8 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.944 \quad \xi = 0.153$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2089}{0.944 \cdot 13 \cdot 43.48} = 3.92 \text{ cm}^2/\text{m}$$

### Proračun na ležaju



Slika 90. Skica armature ploče na ležaju

$$M_{Ed,\min} = 33.34 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{\text{eff}} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3334}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.118 \approx 0.120$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3334}{0.919 \cdot 13 \cdot 43.48} = 6.42 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura u polju: Q-385 s preklopom 40 cm ( $A_{s1} = 4.57 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Odabrana armatura na ležaju: R-785 s preklopom 40 cm ( $A_{s1} = 9.31 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

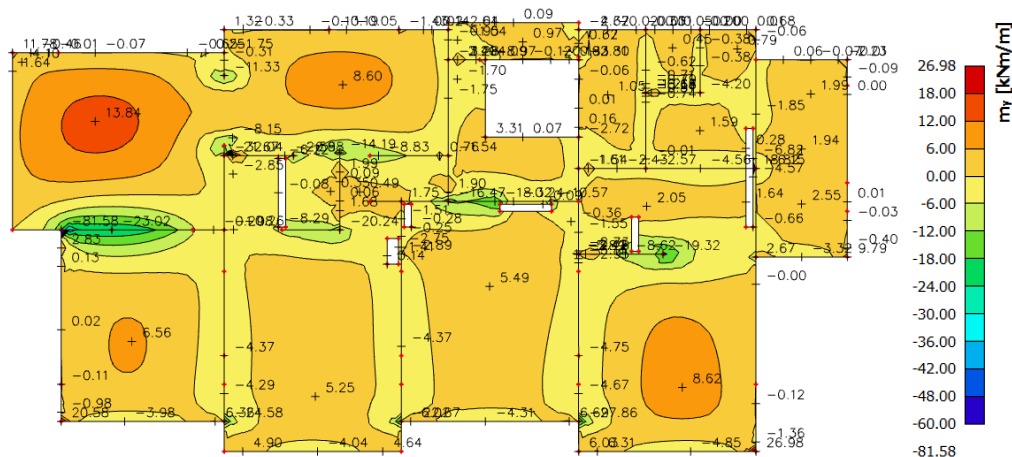
### 6.1.5.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče

#### Pukotine

Mjerodavni momenti u ploči dobiveni su iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.

Granična vrijednost širine pukotine za AB konstrukcije :  $w_g = 0.3 \text{ mm}$  (EC-2)

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2) :  $w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_g$

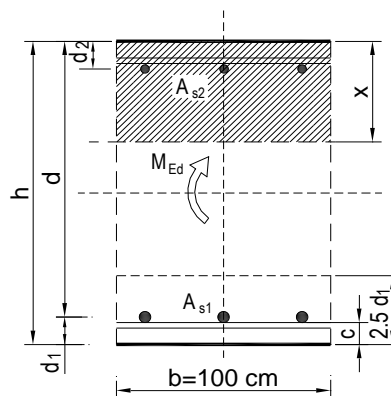


Slika 91. Maksimalni momenti savijanja - GSU

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju :  $M_{Ed} = 13.84 \text{ kNm/m}$

Armatura ploče donja zona: Q-385 + preklop 40 cm ( $A_s = 4.57 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

$b =$	100,0 cm	$d =$	13,0 cm	$h =$	16,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	4,57 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>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	13,84 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	248,75 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,48 cm	$r_{p,eff} =$	0,0061		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,000369	$<$	$0.6 \cdot s_s / E_s =$	0,000746	
$\emptyset =$	6,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$S_{r,max} =$	269,40 mm				



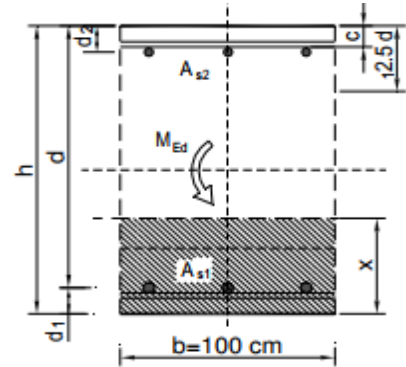
$$w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,201 \text{ mm} < w_g$$

Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.201 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju :  $M_{Ed} = 40.79 \text{ kNm/m}$

Armatura ploče gornja zona: R-785 + preklop 40 cm ( $A_{s1} = 9.31 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

$b =$	100,0 cm	$d =$	13,0 cm	$h =$	16,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	9,31 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>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	40,79 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	368,98 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	3,38 cm	$r_{p,eff} =$	0,0124		
$(e_{sm}-e_{cm}) =$	0,001399	$> 0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,001107		
$\emptyset =$	6,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	184,17 mm				

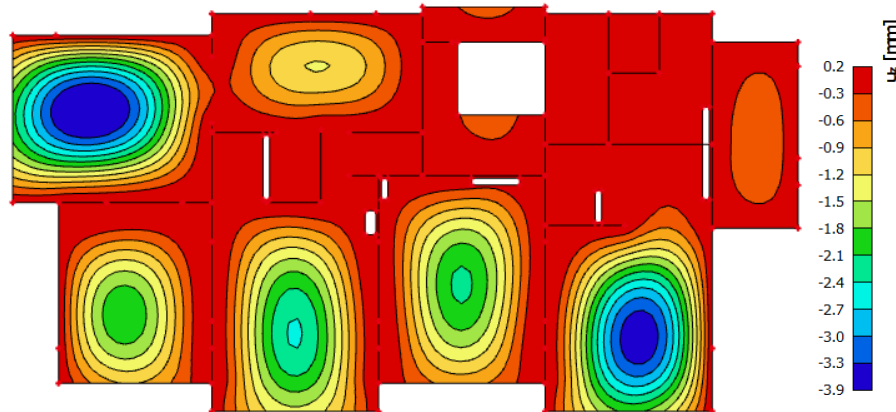


$$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm}) = 0,258 \text{ mm} < w_g$$

Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.258 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.

### Progibi

Progib kontroliramo za nefaktorizirano opterećenje i bez utjecaja puzanja.



Slika 92. Prikaz progiba ploče - GSU

Granična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{620}{250} = 2.48 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0.39 \text{ cm}$

Uzmu li se u obzir dugotrajni efektni, ukupni progib glasi:  $f_d = \Phi_0 \cdot K_R \cdot f_k$

$$A_c = b \cdot h = 100 \cdot 16 = 1600 \text{ cm}^2$$

$$u_c = 2 \cdot (b + h) = 2 \cdot (100 + 16) = 232 \text{ cm}$$

$$h_0 = 2 \cdot \frac{A_c}{u} = 2 \cdot \frac{1600}{232} = 13.8 \text{ cm} = 138 \text{ mm}$$

srednji polumjer konstrukcijskog elementa

$$RH = 80\%$$

vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{138}} = 1.39$$

koef. utjecaja relativne vlažnosti RH

$$f_{cm} = 33 \text{ MPa}$$

srednja tlačna čvrstoća betona klase C 25/30

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{33}} = 2.93$$

koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje

$$\beta_H = 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot RH)^{18}] \cdot h_0 + 250 = 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot 80)^{18}] \cdot 138 + 250 = 556.28$$

koeficijenti utjecaja vlažnosti zraka i srednjeg polumjera  $\leq 1500$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0.1 + t_0^{0.2}}$$

koeficijent starosti betona u trenutku opterećivanja

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0.488$$

koeficijent starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana

Utjecaj vrste cementa: za normalne ili brzovezujuće cemente  $\alpha=0$  – nema utjecaja

Utjecaj temperature: za  $T=20^\circ\text{C}$  – nema utjecaja

$$\Phi_0(28) = \Phi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0)$$

osnovna veličina koef. pužanja (opt.

$$\Phi_0(28) = 1.39 \cdot 2.93 \cdot 0.488 = 1.99$$

nakon 28 dana)

$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{4.57} = 0.85$$

$$f_d = 1.99 \cdot 0.85 \cdot 0.39 = 0.66 \text{ cm}$$

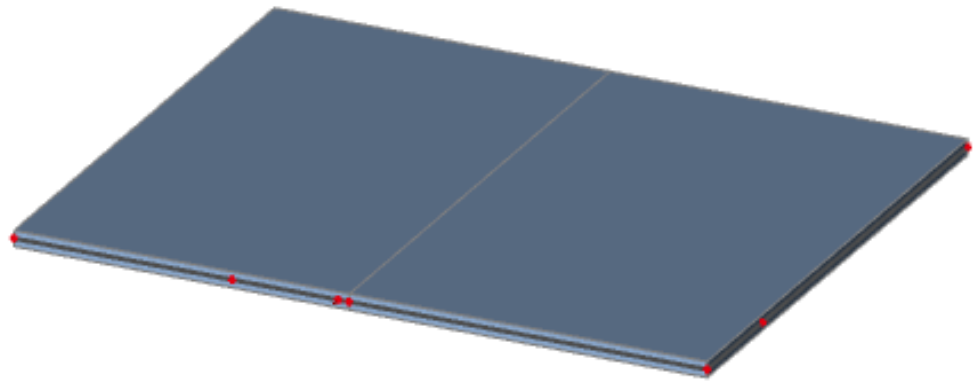
$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.39 + 0.66 = 1.05 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2.48 \text{ cm}$$

Odabrane dimenzije ploče i armatura iste zadovoljavaju u pogledu progiba.

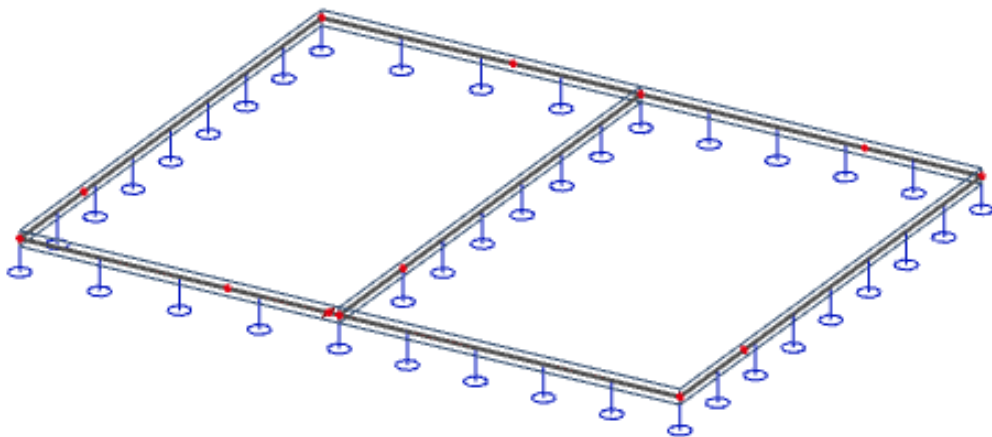
## 6.2. Proračun ploča - Ulaz 2 (4)

Proračun je proveden za više kombinacija, dok je prikazan samo rezultat za kritične kombinacije.

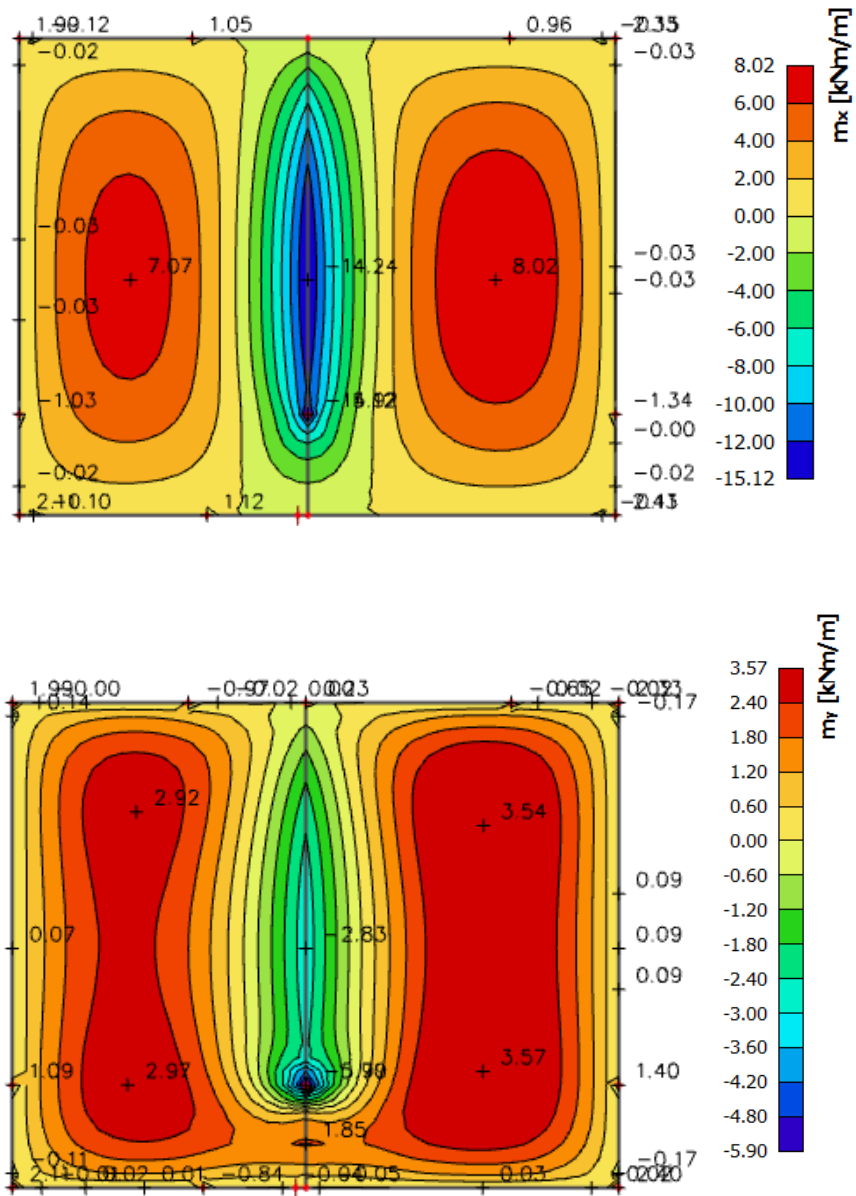
### 6.2.1. Ploča pozicije -100 – krovna ploča 14 cm



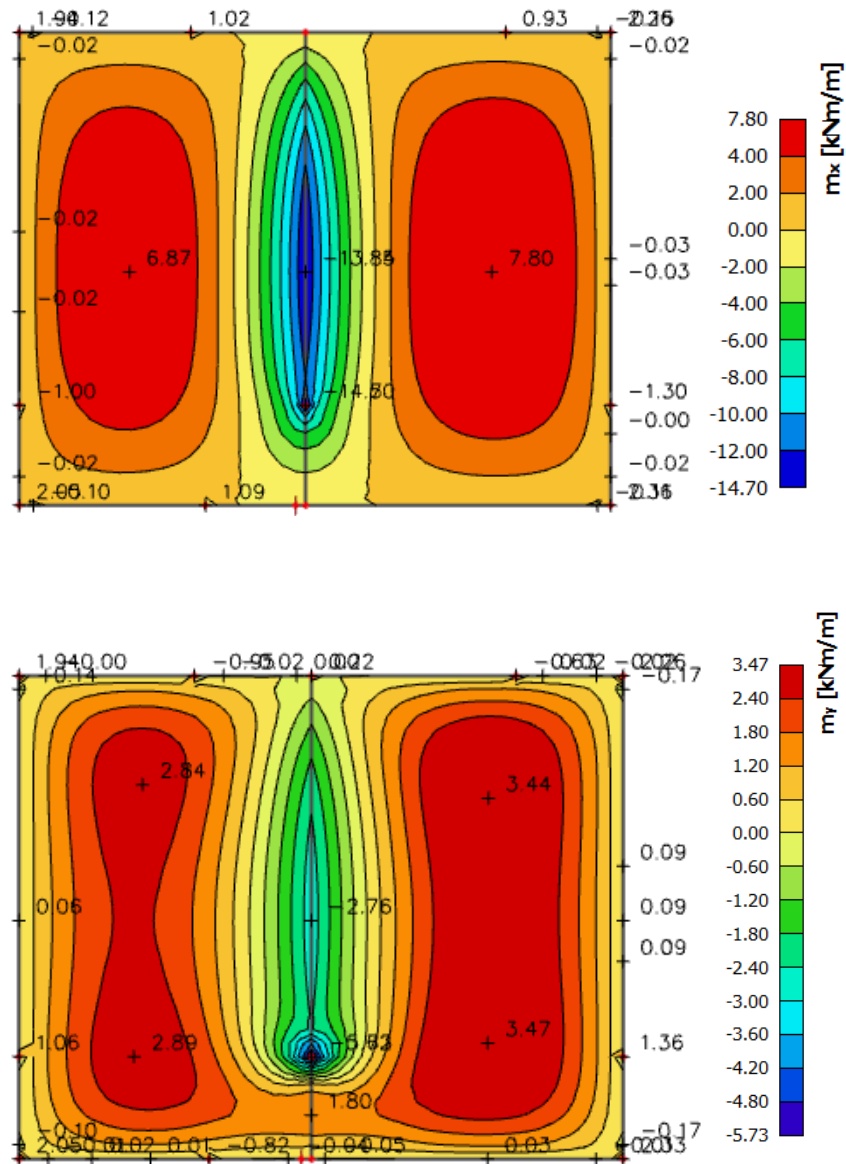
Slika 93. Prikaz ploče pozicije -100



Slika 94. 2D model ploče



Slika 95. Dijagrami momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  za polje (GSN7)

Slika 96. Dijagrami momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  za ležaj (GSN8)

### 6.2.1.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje - Granično stanje nosivosti

Beton: C 25/30  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$

Armatura: B 500B  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$

$$b_{pl} = 100 \text{ cm}, \quad h_{pl} = 14 \text{ cm}$$

$$c_{nom} = 2 \text{ cm (XC1 klasa)}$$

$$d_1 = 3 \text{ cm} \quad d = 11 \text{ cm}$$

$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 11^2 \cdot 1.67 = 32.13 \text{ kNm}$$

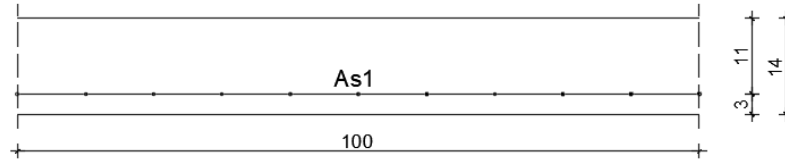
$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 11 \cdot 43.48$$



$$A_{s1,\min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = \frac{0.1}{100} \cdot 100 \cdot 14 = 1.4 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,\max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = \frac{2}{100} \cdot 100 \cdot 14 = 28.0 \text{ cm}^2$$

### Proračun u polju



Slika 97. Skica armature ploče u polju

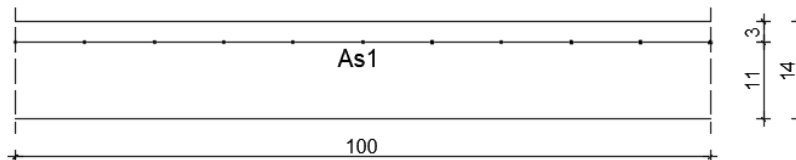
$$M_{Ed,\max} = 8.02 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{\text{eff}} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{802}{100 \cdot 11^2 \cdot 1.67} = 0.040 \approx 0.042$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1.2 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.962 \quad \xi = 0.107$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{802}{0.962 \cdot 11 \cdot 43.48} = 1.47 \text{ cm}^2/\text{m}$$

### Proračun na ležaju



Slika 98. Skica armature ploče na ležaju

$$M_{Ed,\min} = 14.70 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{\text{eff}} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1470}{100 \cdot 11^2 \cdot 1.67} = 0.073 \approx 0.077$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1.8 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.944 \quad \xi = 0.153$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1470}{0.944 \cdot 11 \cdot 43.48} = 3.26 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura u polju: Q-226 s preklopom 40 cm ( $A_{s1} = 2.68 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Odabrana armatura na ležaju: R-335 s preklopom 40 cm ( $A_{s1} = 3.97 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

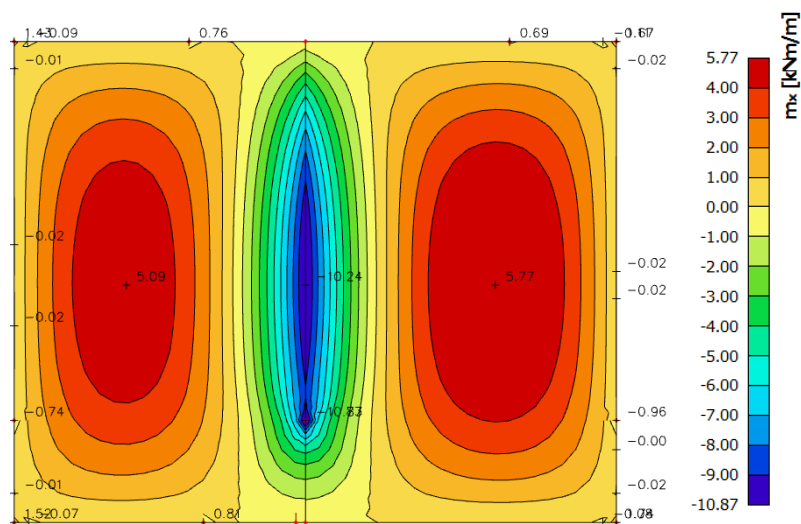
### 6.2.1.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče

#### Pukotine

Mjerodavni momenti u ploči dobiveni su iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.

Granična vrijednost širine pukotine za AB konstrukcije :  $w_g = 0.3 \text{ mm}$  (EC-2)

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2) :  $w_k = S_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_g$

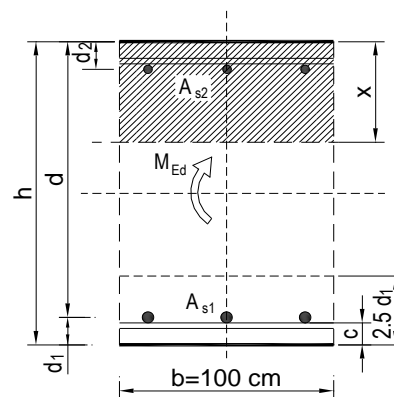


Slika 99. Maksimalni momenti savijanja - GSU

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju :  $M_{Ed} = 5.77 \text{ kNm/m}$

Armatura ploče donja zona: Q-226 + preklap 40 cm ( $A_s = 2.68 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

$b =$	100,0 cm	$d =$	11,0 cm	$h =$	14,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	2,68 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>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	5,77 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	206,85 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	1,77 cm	$r_{p,\text{eff}} =$	0,0036		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	-0,000434	$< 0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000621		
$\emptyset =$	6,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,\max} =$	387,45 mm				

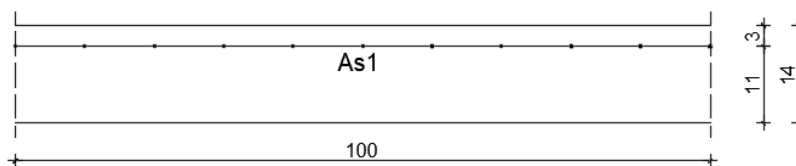


$$w_k = s_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,240 \text{ mm} < w_g$$

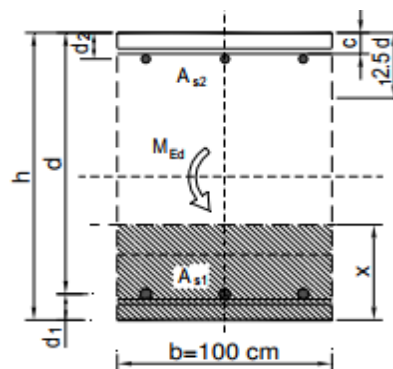
Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.240 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju :  $M_{Ed} = 10.87 \text{ kNm/m}$

Armatura ploče gornja zona: R-335 + preklop 40 cm ( $A_s = 3.97 \text{ cm}^2/\text{m}$ )



$b =$	100,0 cm	$d =$	11,0 cm	$h =$	14,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,97 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>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	10,87 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	265,99 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,12 cm	$r_{p,eff} =$	0,0053		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000328	$< 0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000798		
$\emptyset =$	6,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	294,70 mm				

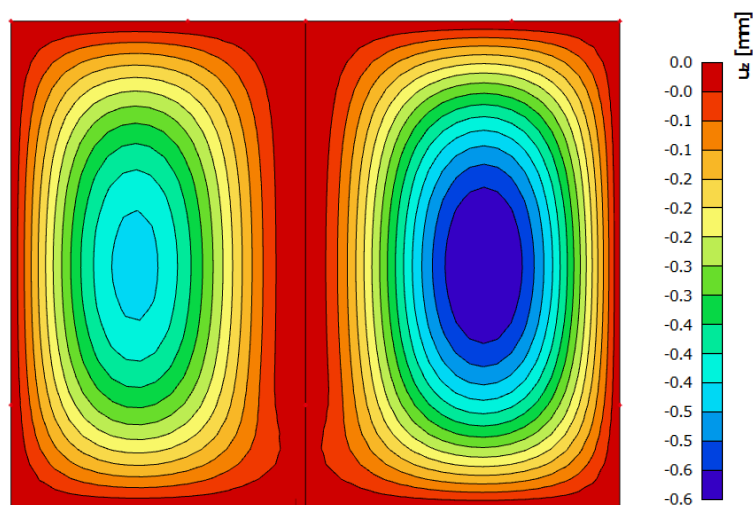


$$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,235 \text{ mm} < w_g$$

Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.235 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.

### Progibi

Progib kontroliramo za nefaktorizirano opterećenje i bez utjecaja puzanja.



Slika 100. Prikaz progiba ploče – GSU

Granična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{1}{250} = \frac{320}{250} = 1.28 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0.06 \text{ cm}$

Uzmu li se u obzir dugotrajni efektni, ukupni progib glasi:  $f_d = \Phi_0 \cdot K_R \cdot f_k$

$$A_c = b \cdot h = 100 \cdot 14 = 1400 \text{ cm}^2$$

$$u_c = 2 \cdot (b + h) = 2 \cdot (100 + 14) = 228 \text{ cm}$$

$$h_0 = 2 \cdot \frac{A_c}{u} = 2 \cdot \frac{1400}{228} = 12.3 \text{ cm} = 123 \text{ mm}$$

srednji polumjer konstrukcijskog elementa

$$RH = 80\%$$

vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{123}} = 1.40$$

koef. utjecaja relativne vlažnosti RH

$$f_{cm} = 33 \text{ MPa}$$

srednja tlačna čvrstoća betona klase C 25/30

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{33}} = 2.93$$

koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje

$$\beta_H = 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot RH)^{18}] \cdot h_0 + 250 = 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot 80)^{18}] \cdot 123 + 250 = 522.99$$

koeficijenti utjecaja vlažnosti zraka i srednjeg polumjera  $\leq 1500$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0.1 + t_0^{0.2}}$$

koeficijent starosti betona u trenutku opterećivanja

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0.488$$

koeficijent starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana

Utjecaj vrste cementa: za normalne ili brzovezujuće cemente  $\alpha=0$  – nema utjecaja

Utjecaj temperature: za  $T=20^\circ\text{C}$  – nema utjecaja

$$\Phi_0(28) = \Phi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0)$$

osnovna veličina koef. pužanja (opt.

$$\Phi_0(28) = 1.40 \cdot 2.93 \cdot 0.488 = 2.0$$

nakon 28 dana)

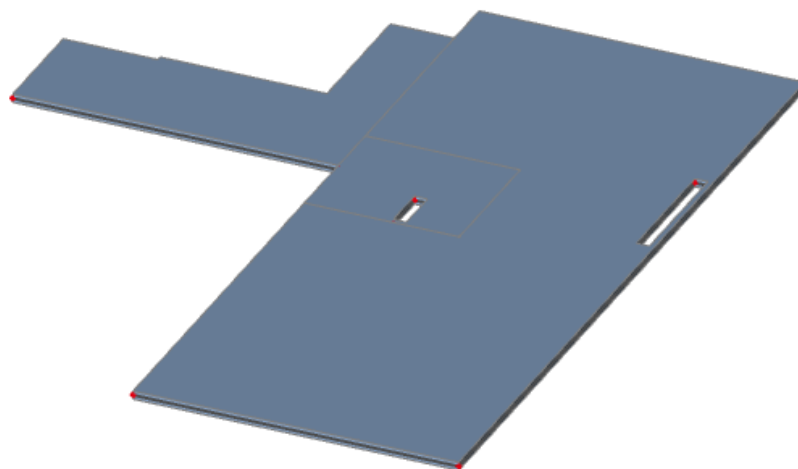
$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{2.68} = 0.85$$

$$f_d = 2.0 \cdot 0.85 \cdot 0.06 = 0.10 \text{ cm}$$

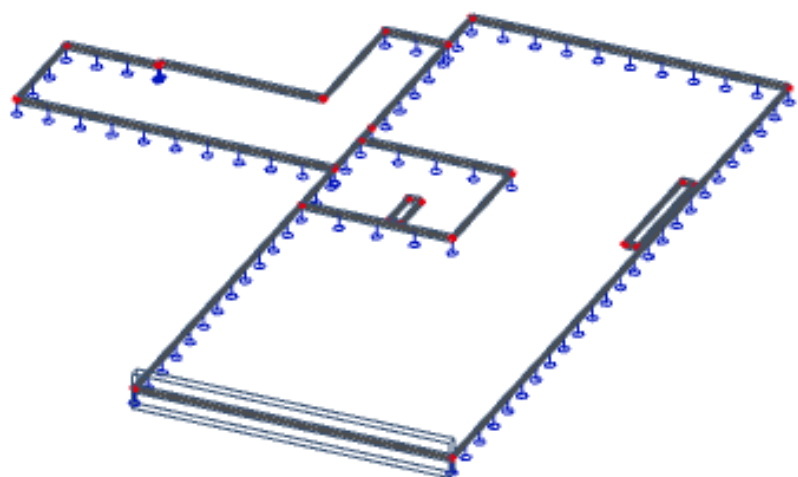
$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.06 + 0.10 = 0.16 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 1.28 \text{ cm}$$

Odabrane dimenzije ploče i armatura iste zadovoljavaju u pogledu progiba.

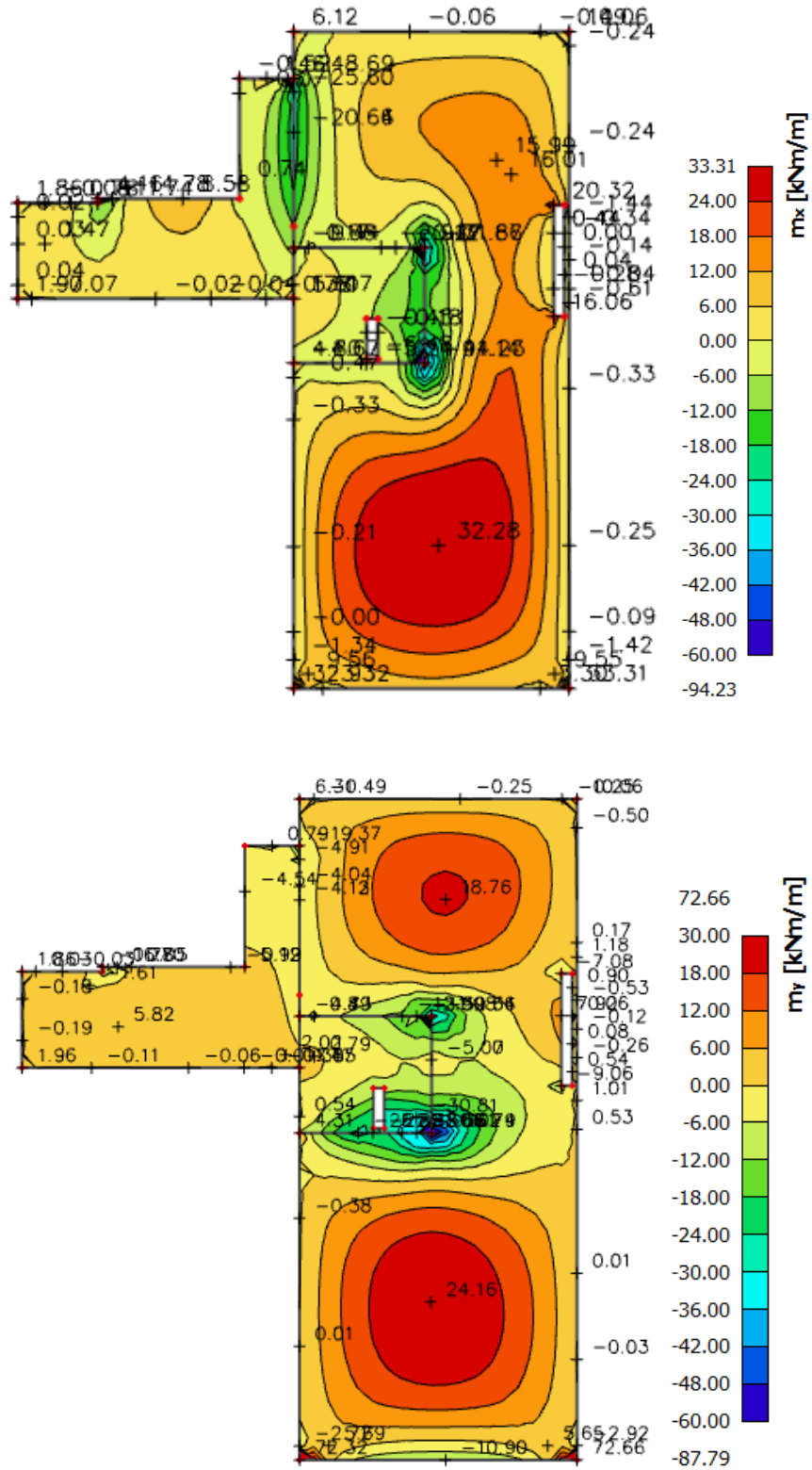
### 6.2.2. Ploča pozicije 000 – krovna terasa



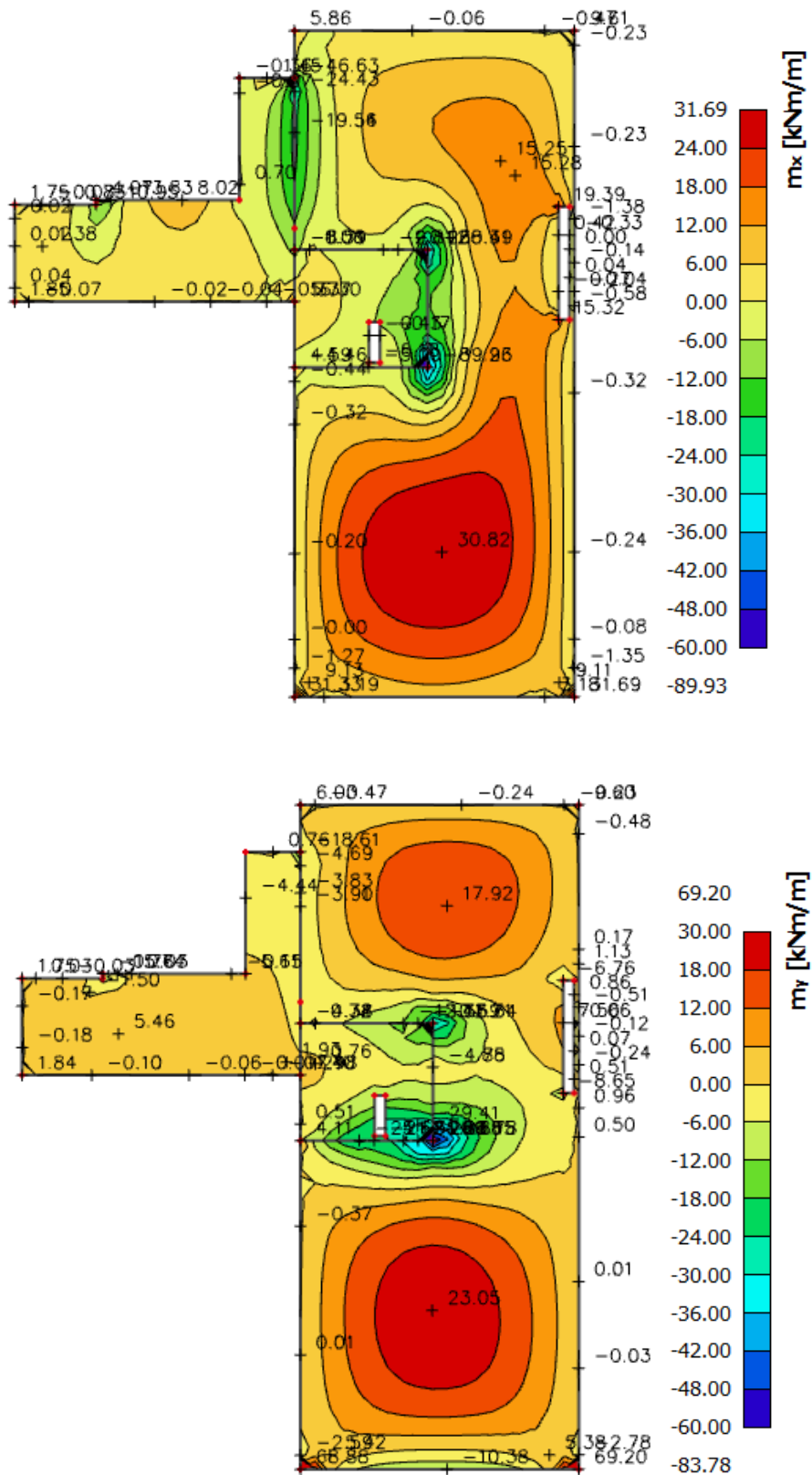
*Slika 101. Prikaz ploče pozicije 000*



*Slika 102. 2D model ploče*



Slika 103. Dijagrami momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  za polje (GSN7)



Slika 104. Dijagrami momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  za ležaj (GSN8)



### 6.2.2.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje - Granično stanje nosivosti

Beton: C 25/30  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$

Armatura: B 500B  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$

$$b_{pl} = 100 \text{ cm}, \quad h_{pl} = 16 \text{ cm}$$

$$c_{nom} = 2 \text{ cm (XC1 klasa)}$$

$$d_1 = 3 \text{ cm} \quad d = 13 \text{ cm}$$

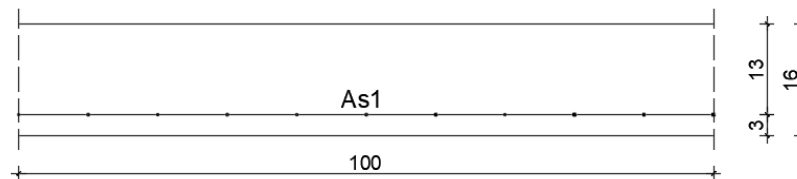
$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 13^2 \cdot 1.67 = 44.87 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 13 \cdot 43.48$$

$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = \frac{0.1}{100} \cdot 100 \cdot 16 = 1.6 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = \frac{2}{100} \cdot 100 \cdot 16 = 32.0 \text{ cm}^2$$

#### Proračun u polju



Slika 105. Skica armature ploče u polju

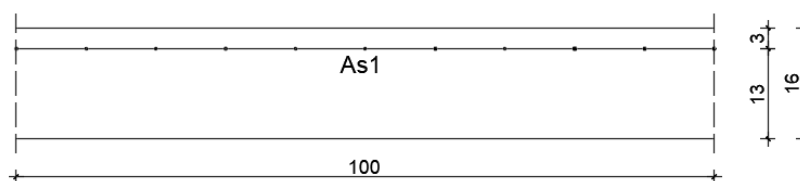
$$M_{Ed,max} = 32.28 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3228}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.114 \approx 0.115$$

Očitano:  $\varepsilon_{s1} = 10.0 \%$   $\varepsilon_{c2} = 2.5 \%$   $\zeta = 0.922$   $\xi = 0.200$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3228}{0.922 \cdot 13 \cdot 43.48} = 6.19 \text{ cm}^2/\text{m}$$

#### Proračun na ležaju



Slika 106. Skica armature ploče na ležaju

$$M_{Ed,min} = 41.89 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{4189}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.148 \approx 0.151$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 3.3 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.898 \quad \xi = 0.248$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{4189}{0.898 \cdot 13 \cdot 43.48} = 8.25 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura u polju: Q-636 s preklopom 40 cm ( $A_{s1} = 7.54 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Odabrana armatura na ležaju: R-785 s preklopom 40 cm ( $A_{s1} = 9.31 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

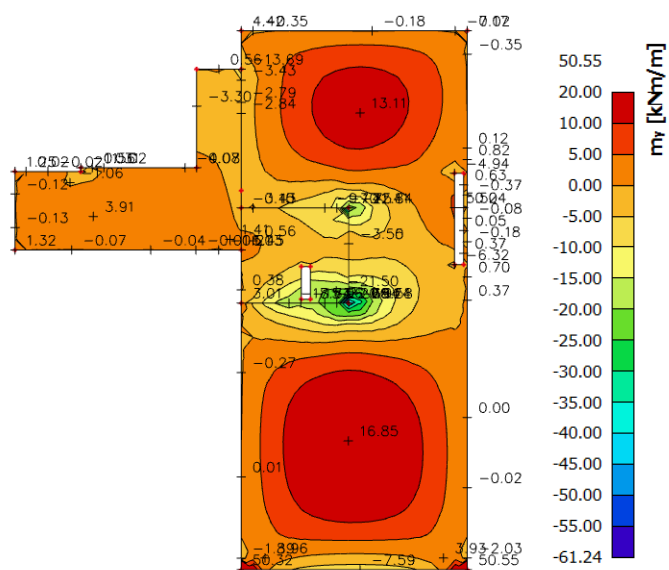
### 6.2.2.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče

#### Pukotine

Mjerodavni momenti u ploči dobiveni su iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.

Granična vrijednost širine pukotine za AB konstrukcije :  $w_g = 0.3 \text{ mm}$  (EC-2)

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2) :  $w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_g$



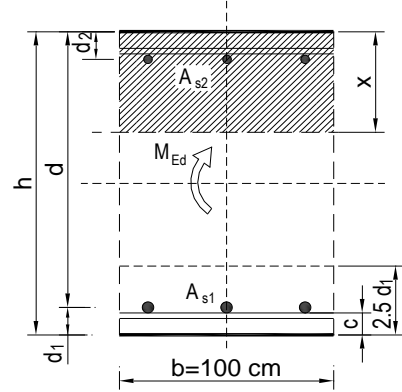
Slika 107. Maksimalni momenti savijanja – GSU

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju :  $M_{Ed} = 16.85 \text{ kNm/m}$

Armatura ploče donja zona: Q-636 + preklop 40 cm ( $A_{s1} = 7.54 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

$b =$	100,0 cm	$d =$	13,0 cm	$h =$	16,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	7,54 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>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	16,85 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	186,67 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	3,09 cm	$r_{p,eff} =$	0,0101		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000390	$<$	$0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000560	
$\emptyset =$	6,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	203,46 mm				

$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,114 \text{ mm} < w_g$

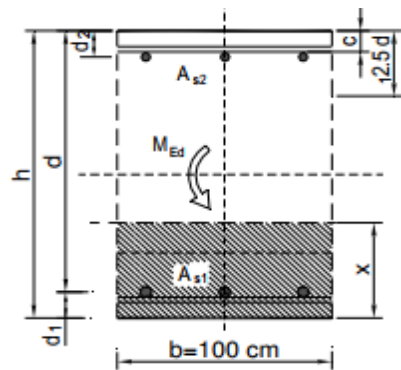


Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.114 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju :  $M_{Ed} = 21.84 \text{ kNm/m}$

Armatura ploče gornja zona: R-785 + preklop 40 cm ( $A_{s1} = 9.31 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

$b =$	100,0 cm	$d =$	13,0 cm	$h =$	16,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	9,31 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>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	21,84 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	197,56 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	3,38 cm	$r_{p,eff} =$	0,0124		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000542	$<$	$0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000593	
$\emptyset =$	6,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	184,17 mm				

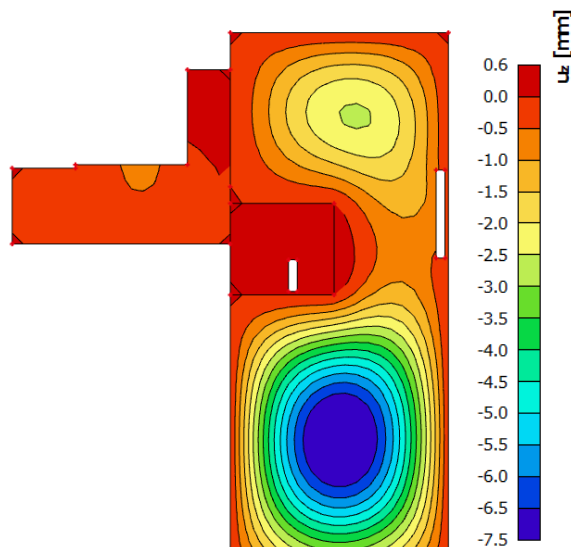


$$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,109 \text{ mm} < w_g$$

Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.109 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.

## Progibi

Progib kontroliramo za nefaktorizirano opterećenje i bez utjecaja puzanja.



Slika 108. Prikaz progiba ploče – GSU

Granična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{1}{250} = \frac{620}{250} = 2.48 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0.75 \text{ cm}$

Uzmu li se u obzir dugotrajni efektni, ukupni progib glasi:  $f_d = \Phi_0 \cdot K_r \cdot f_k$

$$A_c = b \cdot h = 100 \cdot 16 = 1600 \text{ cm}^2$$

$$u_c = 2 \cdot (b + h) = 2 \cdot (100 + 16) = 232 \text{ cm}$$

$$h_0 = 2 \cdot \frac{A_c}{u} = 2 \cdot \frac{1600}{232} = 13.8 \text{ cm} = 138 \text{ mm}$$

srednji polumjer konstrukcijskog  
elementa

$$RH = 80\%$$

vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{138}} = 1.39$$

koef. utjecaja relativne vlažnosti RH

$$f_{cm} = 33 \text{ MPa}$$

srednja tlačna čvrstoća betona klase  
C 25/30

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{33}} = 2.93$$

koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje

$$\begin{aligned}\beta_H &= 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot RH)^{18}] \cdot h_0 + 250 = \\ &= 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot 80)^{18}] \cdot 138 + 250 \\ &= 556.28\end{aligned}$$

koeficijenti utjecaja vlažnosti zraka i srednjeg polumjera  $\leq 1500$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0.1 + t_0^{0.2}}$$

koeficijent starosti betona u trenutku opterećivanja

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0.488$$

koeficijent starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana

Utjecaj vrste cementa: za normalne ili brzovezujuće cemente  $\alpha=0$  – nema utjecaja

Utjecaj temperature: za  $T=20^\circ\text{C}$  – nema utjecaja

$$\Phi_0(28) = \Phi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0)$$

osnovna veličina koef. puzanja (opt.

$$\Phi_0(28) = 1.39 \cdot 2.93 \cdot 0.488 = 1.99$$

nakon 28 dana)

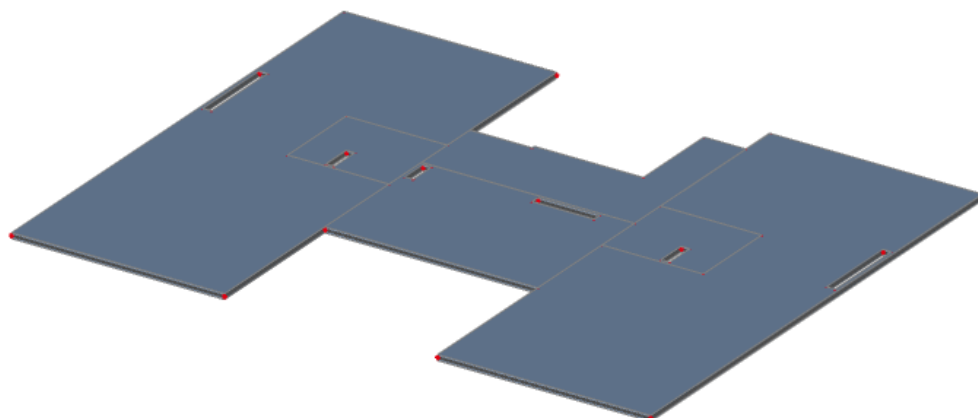
$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{7.54} = 0.85$$

$$f_d = 1.99 \cdot 0.85 \cdot 0.75 = 1.27 \text{ cm}$$

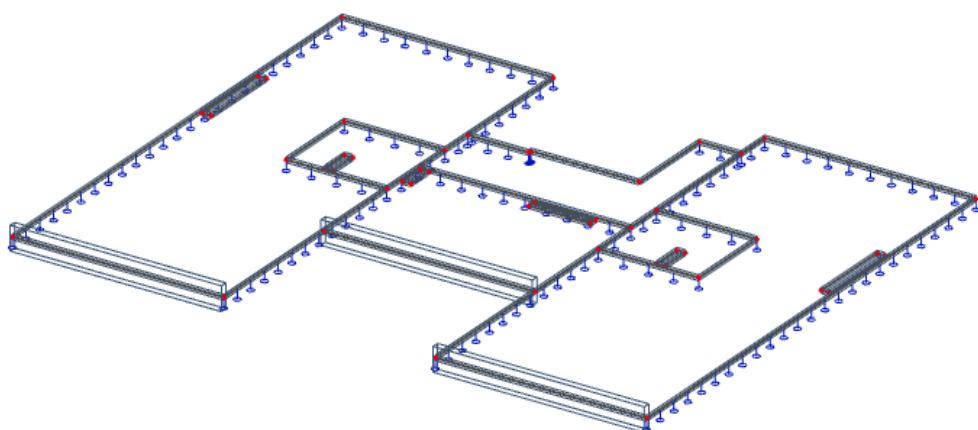
$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.75 + 1.27 = 2.02 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2.48 \text{ cm}$$

Odabrane dimenzije ploče i armatura iste zadovoljavaju u pogledu progiba.

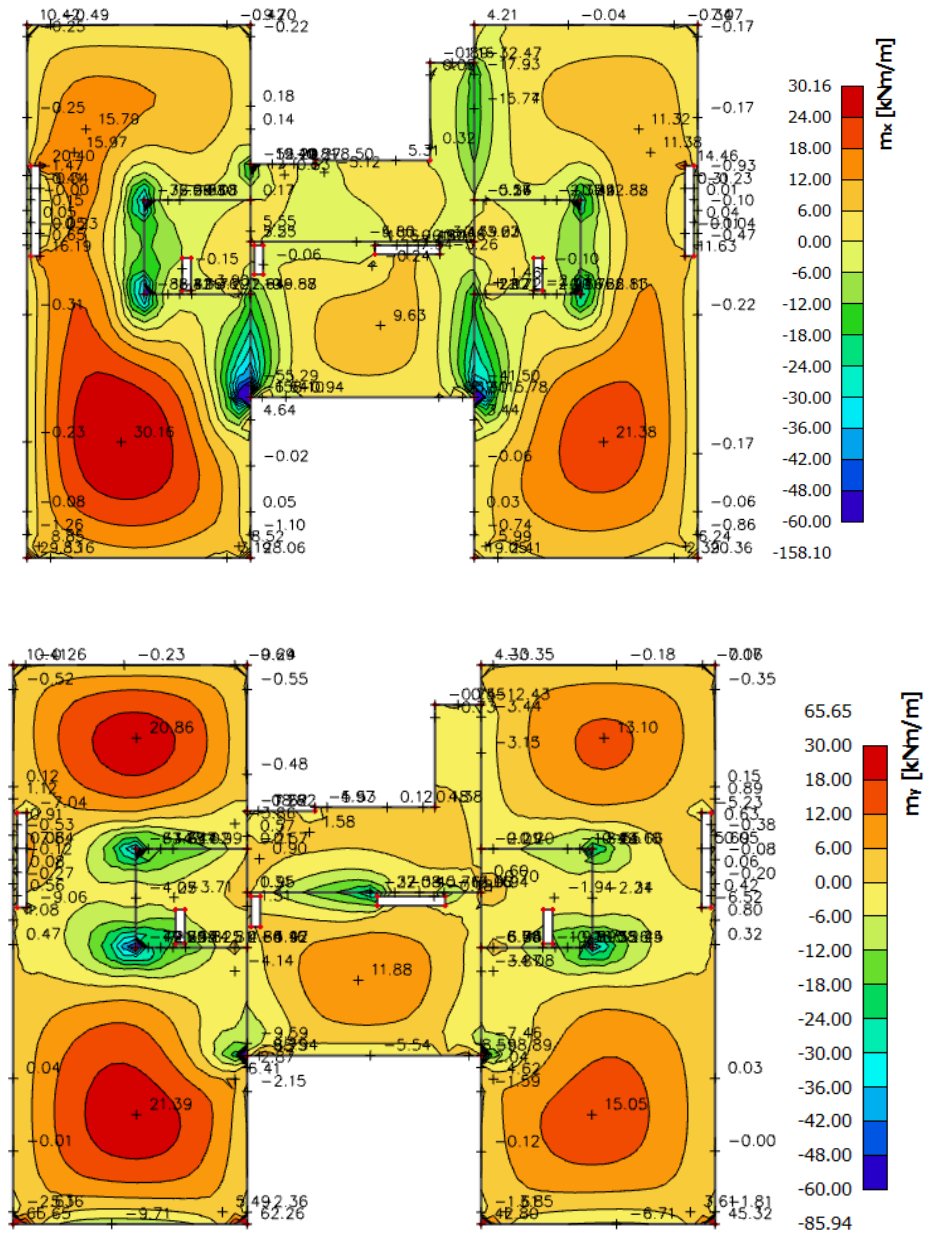
### 6.2.3. Ploča pozicije 100 – ploča iznad 5 kata



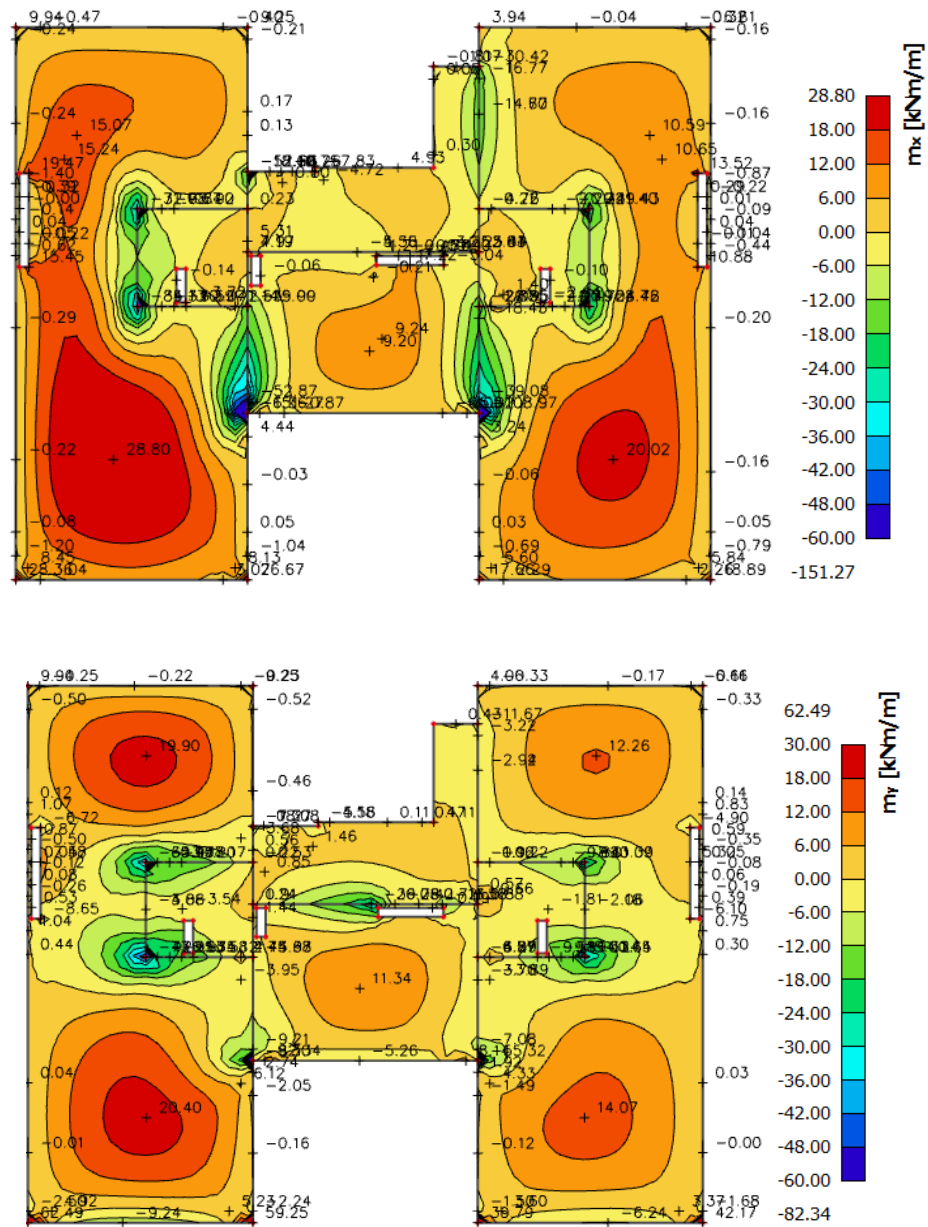
*Slika 109. Prikaz ploče pozicije 100*



*Slika 110. 2D model ploče*



Slika 111. Dijagrami momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  za polje (GSN7)



Slika 112. Dijagrami momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  za ležaj (GSN8)



### 6.2.3.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje - Granično stanje nosivosti

Beton: C 25/30  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$

Armatura: B 500B  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$

$$b_{pl} = 100 \text{ cm}, \quad h_{pl} = 16 \text{ cm}$$

$$c_{nom} = 2 \text{ cm (XC1 klasa)}$$

$$d_1 = 3 \text{ cm} \quad d = 13 \text{ cm}$$

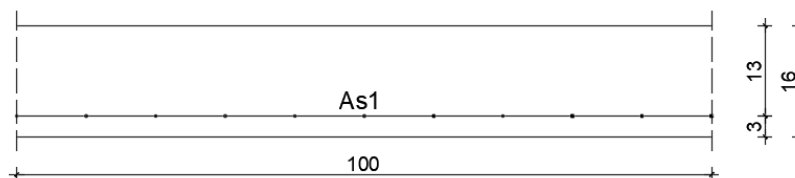
$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 13^2 \cdot 1.67 = 44.87 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 13 \cdot 43.48$$

$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = \frac{0.1}{100} \cdot 100 \cdot 16 = 1.6 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = \frac{2}{100} \cdot 100 \cdot 16 = 32.0 \text{ cm}^2$$

#### Proračun u polju



Slika 113. Skica armature ploče u polju

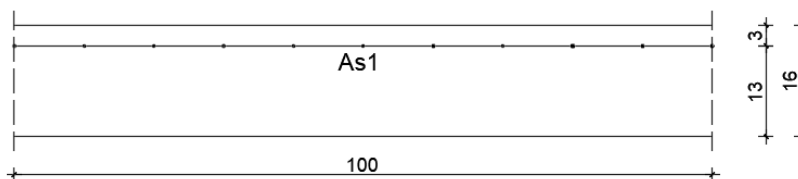
$$M_{Ed,max} = 30.16 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3016}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.107 \approx 0.110$$

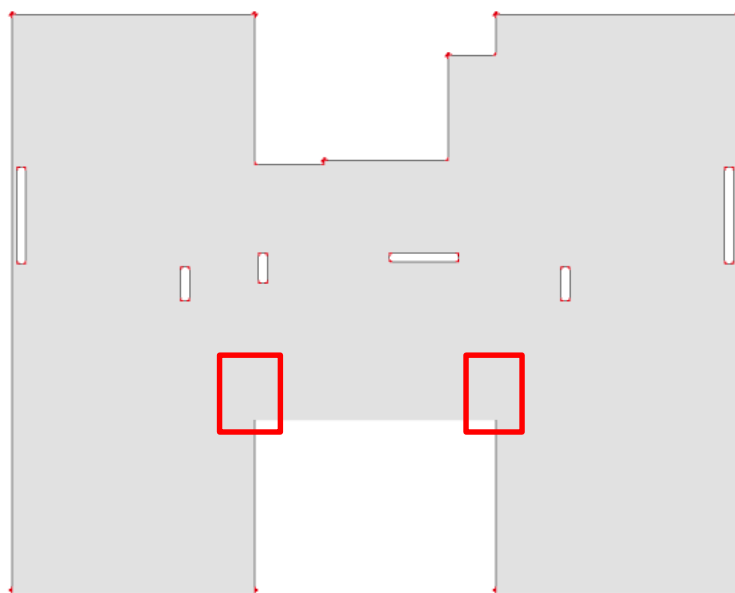
Očitano:  $\varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$   $\varepsilon_{c2} = 2.4 \text{ ‰}$   $\zeta = 0.925$   $\xi = 0.194$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3016}{0.925 \cdot 13 \cdot 43.48} = 5.77 \text{ cm}^2/\text{m}$$

#### Proračun na ležaju – kritični presjek



Slika 114. Skica armature ploče na ležaju



Slika 115. Položaj kritičnih presjeka ploče

$$M_{Ed,min} = 52.87 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{5287}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.187 > \mu_{sd,lim} = 0.159$$

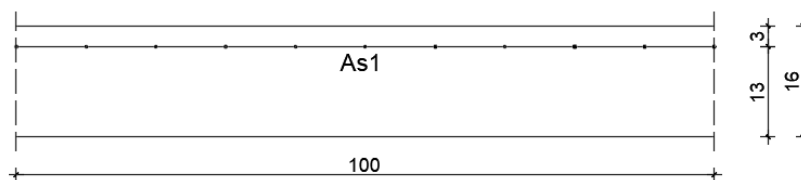
$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 3.5 \text{ ‰} \quad \mu_{sd,lim} = 0.159 \quad \zeta_{lim} = 0.892 \quad \xi_{lim} = 0.259$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Rd,lim}}{\zeta_{lim} \cdot d \cdot f_{yd}} + \frac{M_{Ed} - M_{Rd,lim}}{(d - d_2) \cdot f_{yd}} = \frac{4487}{0.892 \cdot 13 \cdot 43.48} + \frac{5287 - 4487}{(13 - 3) \cdot 43.48}$$

$$= 8.90 + 1.84 = 10.74 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s2} = \frac{M_{Ed} - M_{Rd,lim}}{(d - d_2) \cdot f_{yd}} = \frac{5287 - 4487}{(13 - 3) \cdot 43.48} = 1.84 \text{ cm}^2/\text{m}$$

### Proračun na ležaju – ostali presjeci



Slika 116. Skica armature ploče na ležaju

$$M_{Ed,min} = 39.08 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3908}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.138$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 3.0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.907 \quad \xi = 0.231$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3908}{0.907 \cdot 13 \cdot 43.48} = 7.62 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura u polju: Q-636 s preklomom 40 cm ( $A_{s1} = 7.54 \text{ cm}^2/\text{m}$ ) ; kod kritičnih presjeka povećati preklom na 50 cm ( $A_{s1} = 7.83 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Odabrana armatura na ležaju – kritični presjeci: R-785 s preklomom 80 cm ( $A_{s1} = 10.77 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Odabrana armatura na ležaju – ostali presjeci: R-785 s preklomom 40 cm ( $A_{s1} = 9.31 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

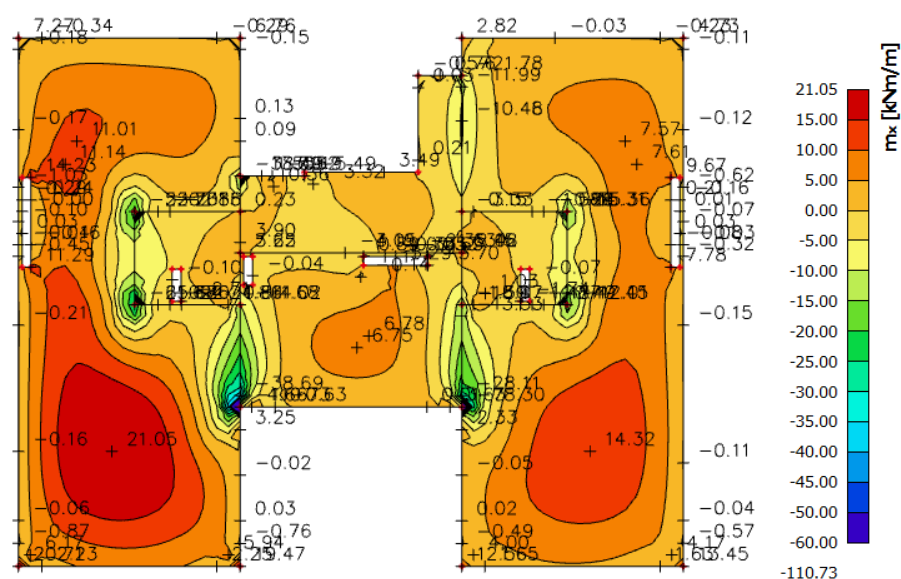
### 6.2.3.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče

#### Pukotine

Mjerodavni momenti u ploči dobiveni su iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.

Granična vrijednost širine pukotine za AB konstrukcije :  $w_g = 0.3 \text{ mm}$  (EC-2)

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2) :  $w_k = S_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_g$

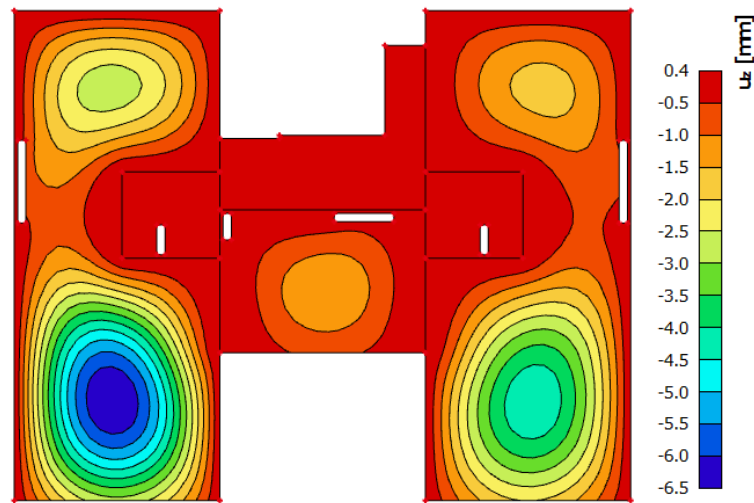


Slika 117. Maksimalni momenti savijanja – GSU



## Progibi

Progib kontroliramo za nefaktorizirano opterećenje i bez utjecaja puzanja.



Slika 118. Prikaz progiba ploče - GSU

Granična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{1}{250} = \frac{620}{250} = 2.48 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0.65 \text{ cm}$

Uzmu li se u obzir dugotrajni efektni, ukupni progib glasi:  $f_d = \Phi_0 \cdot K_R \cdot f_k$

$$A_c = b \cdot h = 100 \cdot 16 = 1600 \text{ cm}^2$$

$$u_c = 2 \cdot (b + h) = 2 \cdot (100 + 16) = 232 \text{ cm}$$

$$h_0 = 2 \cdot \frac{A_c}{u} = 2 \cdot \frac{1600}{232} = 13.8 \text{ cm} = 138 \text{ mm}$$

srednji polumjer konstrukcijskog elementa

$$RH = 80\%$$

vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{138}} = 1.39$$

koef. utjecaja relativne vlažnosti RH

$$f_{cm} = 33 \text{ MPa}$$

srednja tlačna čvrstoća betona klase C 25/30

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{33}} = 2.93$$

koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje

$$\begin{aligned}\beta_H &= 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot RH)^{18}] \cdot h_0 + 250 = \\ &= 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot 80)^{18}] \cdot 138 + 250 \\ &= 556.28\end{aligned}$$

koeficijenti utjecaja vlažnosti zraka i srednjeg polumjera  $\leq 1500$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0.1 + t_0^{0.2}}$$

koeficijent starosti betona u trenutku opterećivanja

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0.488$$

koeficijent starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana

Utjecaj vrste cementa: za normalne ili brzovezujuće cimente  $\alpha=0$  – nema utjecaja

Utjecaj temperature: za  $T=20^\circ\text{C}$  – nema utjecaja

$$\Phi_0(28) = \Phi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0)$$

osnovna veličina koef. puzanja (opt.

$$\Phi_0(28) = 1.39 \cdot 2.93 \cdot 0.488 = 1.99$$

nakon 28 dana)

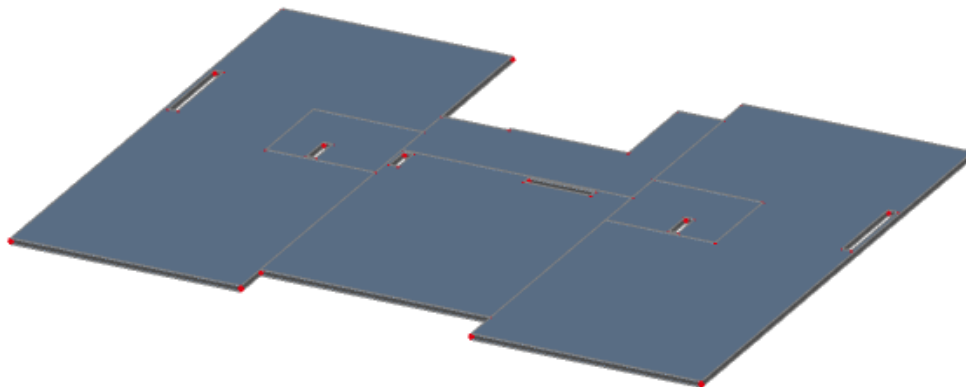
$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{7.54} = 0.85$$

$$f_d = 1.99 \cdot 0.85 \cdot 0.65 = 1.10 \text{ cm}$$

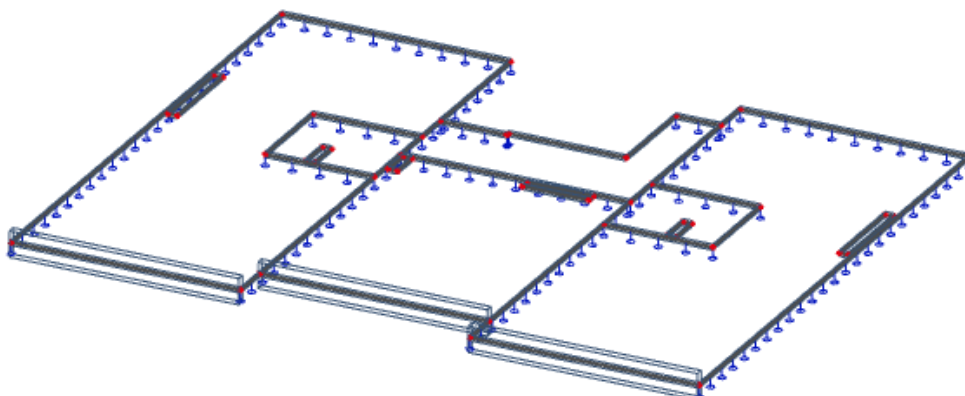
$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.65 + 1.10 = 1.75 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2.48 \text{ cm}$$

Odabrane dimenzije ploče i armatura iste zadovoljavaju u pogledu progiba.

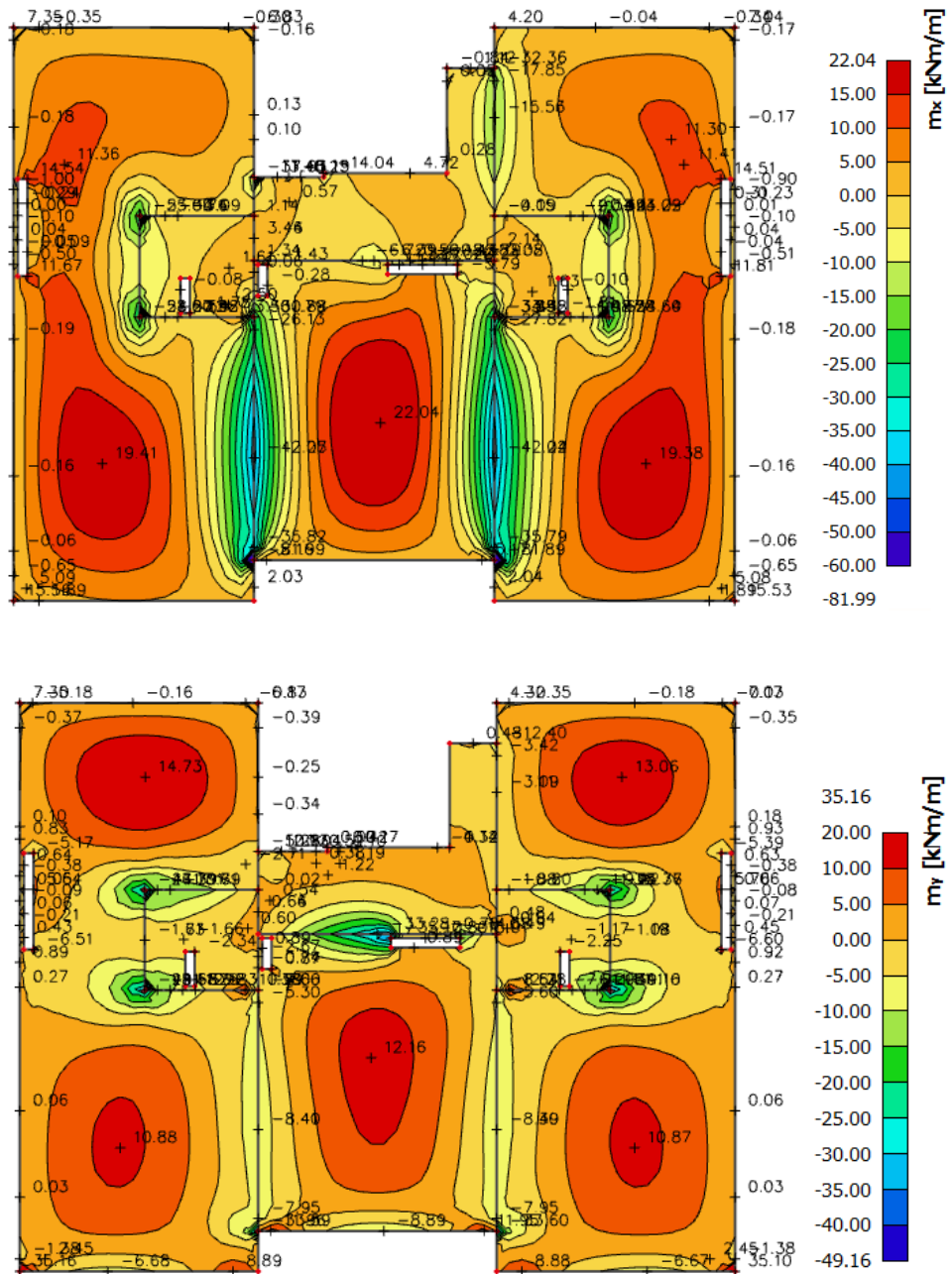
#### 6.2.4. Ploča pozicije 200 – ploča iznad 4. kata



*Slika 119. Prikaz ploče pozicije 200*

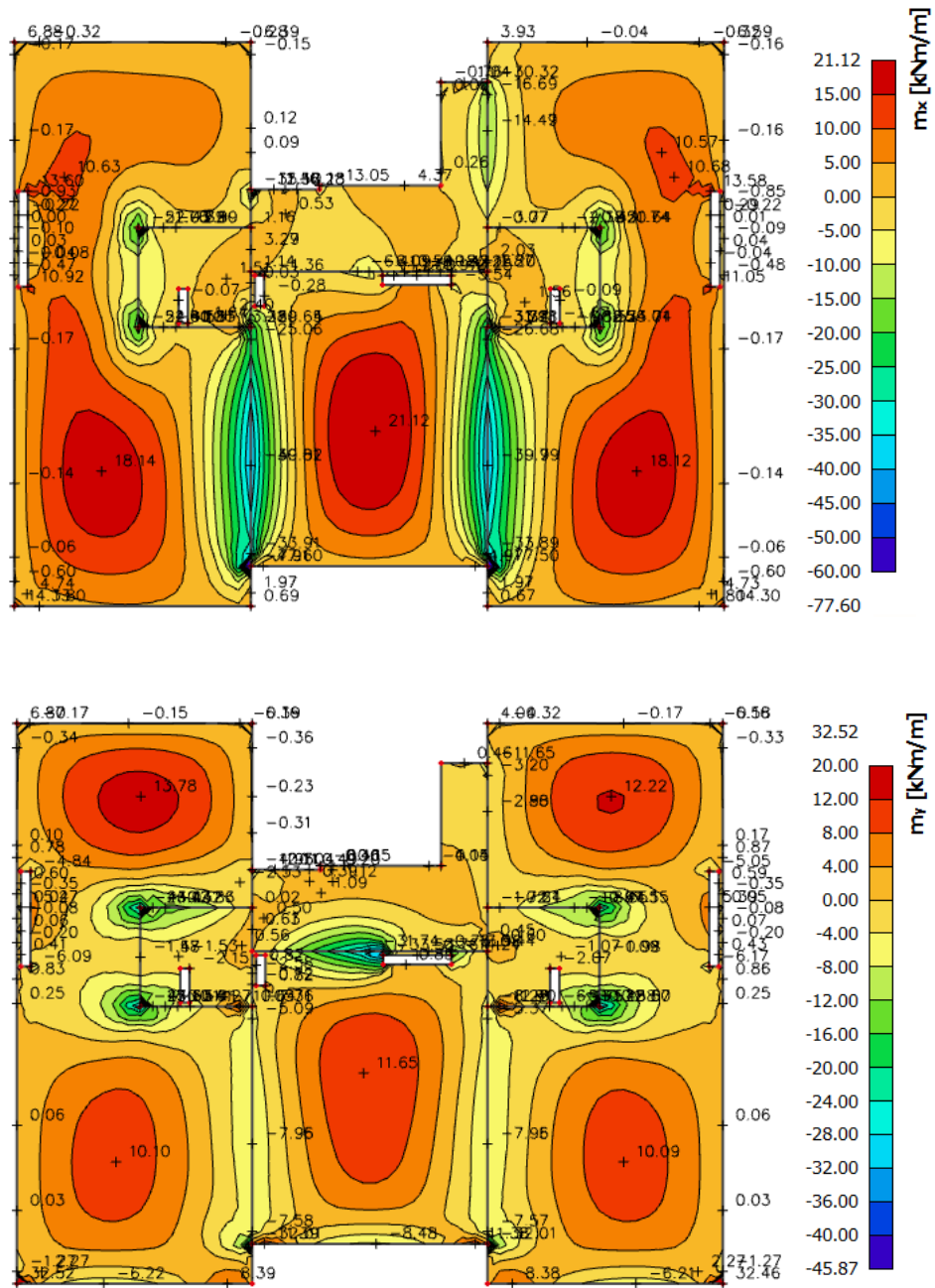


*Slika 120. 2D model ploče*



Slika 121. Dijagrami momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  za polje (GSN7)





Slika 122. Dijagrami momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  za ležaj (GSN8)

### 6.2.4.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje - Granično stanje nosivosti

Beton: C 25/30  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$

Armatura: B 500B  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$

$$b_{pl} = 100 \text{ cm}, \quad h_{pl} = 16 \text{ cm}$$

$$c_{nom} = 2 \text{ cm (XC1 klasa)}$$

$$d_1 = 3 \text{ cm} \quad d = 13 \text{ cm}$$

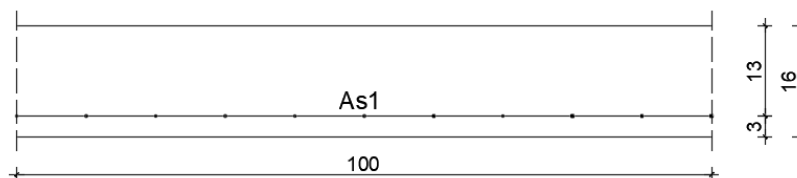
$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 13^2 \cdot 1.67 = 44.87 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 13 \cdot 43.48$$

$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = \frac{0.1}{100} \cdot 100 \cdot 16 = 1.6 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = \frac{2}{100} \cdot 100 \cdot 16 = 32.0 \text{ cm}^2$$

### Proračun u polju



Slika 123. Skica armature ploče u polju

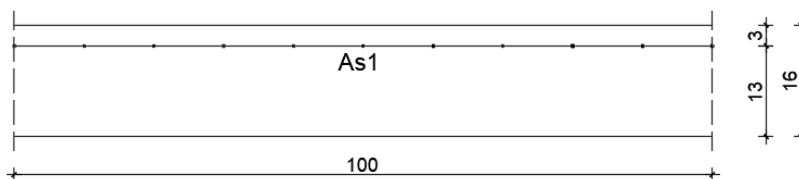
$$M_{Ed,max} = 22.04 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2204}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.078 \approx 0.083$$

Očitano:  $\varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$   $\varepsilon_{c2} = 1.9 \text{ ‰}$   $\zeta = 0.941$   $\xi = 0.160$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2204}{0.941 \cdot 13 \cdot 43.48} = 4.14 \text{ cm}^2/\text{m}$$

### Proračun na ležaju



Slika 124. Skica armature ploče na ležaju

$$M_{Ed,min} = 39.99 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3999}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.142 \approx 0.143$$

Očitano:  $\varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$     $\varepsilon_{c2} = 3.1 \text{ ‰}$     $\zeta = 0.904$     $\xi = 0.237$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3999}{0.904 \cdot 13 \cdot 43.48} = 7.82 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura u polju: Q-424 s preklopom 40 cm ( $A_{s1} = 5.03 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Odabrana armatura na ležaju: R-785 s preklopom 40 cm ( $A_{s1} = 9.31 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

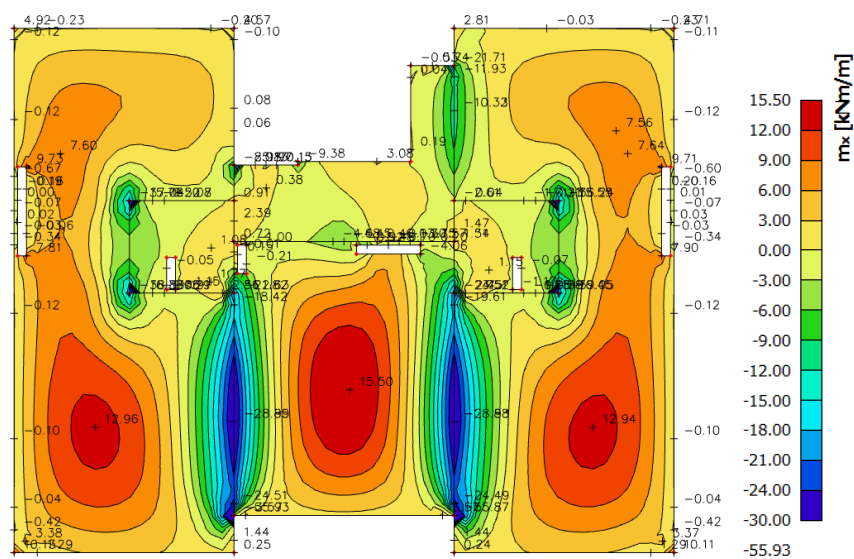
### 6.2.4.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče

#### Pukotine

Mjerodavni momenti u ploči dobiveni su iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.

Granična vrijednost širine pukotine za AB konstrukcije:  $w_g = 0.3 \text{ mm}$  (EC-2)

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):  $w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_g$

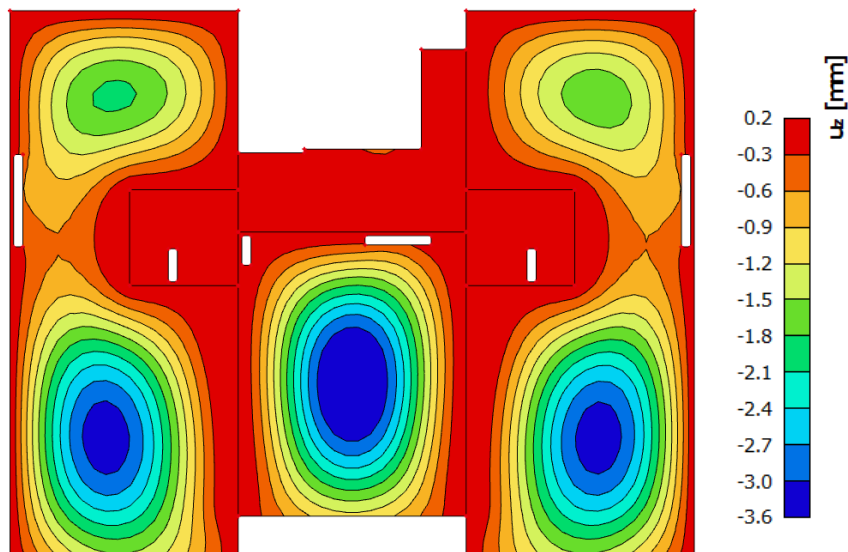


Slika 125. Maksimalni momenti savijanja – GSU



## Progibi

Progib kontroliramo za nefaktorizirano opterećenje i bez utjecaja puzanja.



Slika 126. Prikaz progiba ploče - GSU

Granična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{1}{250} = \frac{620}{250} = 2.48 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0.36 \text{ cm}$

Uzmu li se u obzir dugotrajni efektni, ukupni progib glasi:  $f_d = \Phi_0 \cdot K_r \cdot f_k$

$$A_c = b \cdot h = 100 \cdot 16 = 1600 \text{ cm}^2$$

$$u_c = 2 \cdot (b + h) = 2 \cdot (100 + 16) = 232 \text{ cm}$$

$$h_0 = 2 \cdot \frac{A_c}{u} = 2 \cdot \frac{1600}{232} = 13.8 \text{ cm} = 138 \text{ mm}$$

srednji polumjer konstrukcijskog  
elementa

$$RH = 80\%$$

vlažnost zraka

$$\begin{aligned} \Phi_{RH} &= 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{138}} \\ &= 1.39 \end{aligned}$$

koef. utjecaja relativne vlažnosti RH

$$f_{cm} = 33 \text{ MPa}$$

srednja tlačna čvrstoća betona klase  
C 25/30

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{33}} = 2.93$$

koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje

$$\begin{aligned}\beta_H &= 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot RH)^{18}] \cdot h_0 + 250 = \\ &= 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot 80)^{18}] \cdot 138 + 250 \\ &= 556.28\end{aligned}$$

koeficijenti utjecaja vlažnosti zraka i srednjeg polumjera  $\leq 1500$ 

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0.1 + t_0^{0.2}}$$

koeficijent starosti betona u trenutku opterećivanja

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0.488$$

koeficijent starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana

Utjecaj vrste cementa: za normalne ili brzovezujuće cemente  $\alpha=0$  – nema utjecajaUtjecaj temperature: za  $T=20^\circ\text{C}$  – nema utjecaja

$$\Phi_0(28) = \Phi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0)$$

osnovna veličina koef. puzanja (opt.

$$\Phi_0(28) = 1.39 \cdot 2.93 \cdot 0.488 = 1.99$$

nakon 28 dana)

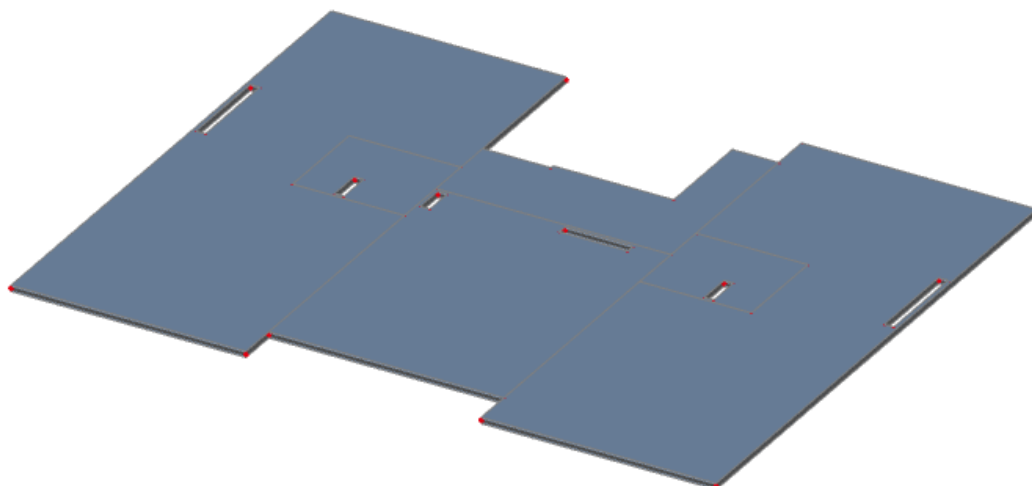
$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{5.03} = 0.85$$

$$f_d = 1.99 \cdot 0.85 \cdot 0.36 = 0.61 \text{ cm}$$

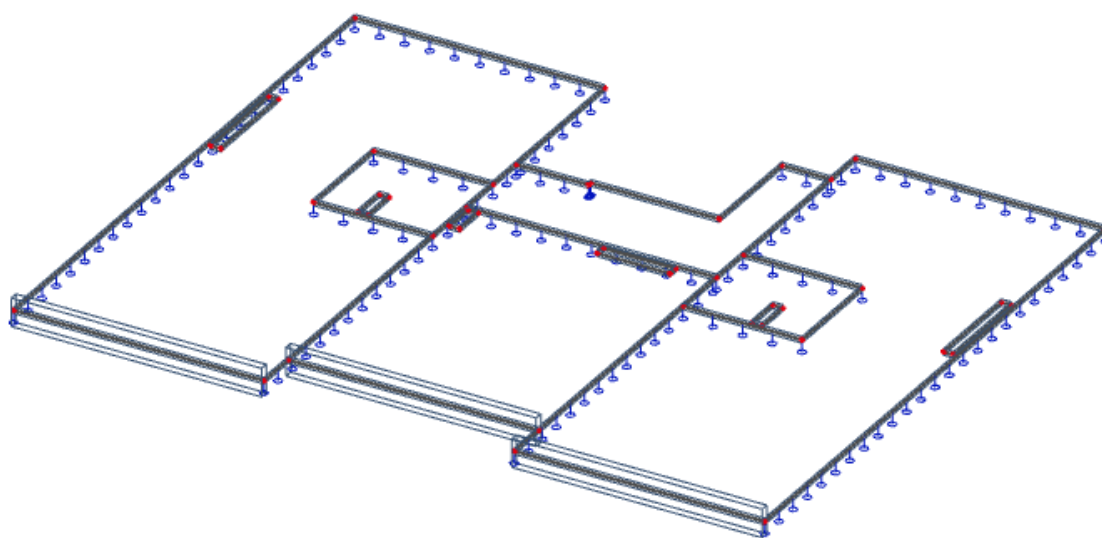
$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.36 + 0.61 = 0.97 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2.48 \text{ cm}$$

Odabrane dimenzije ploče i armatura iste zadovoljavaju u pogledu progiba.

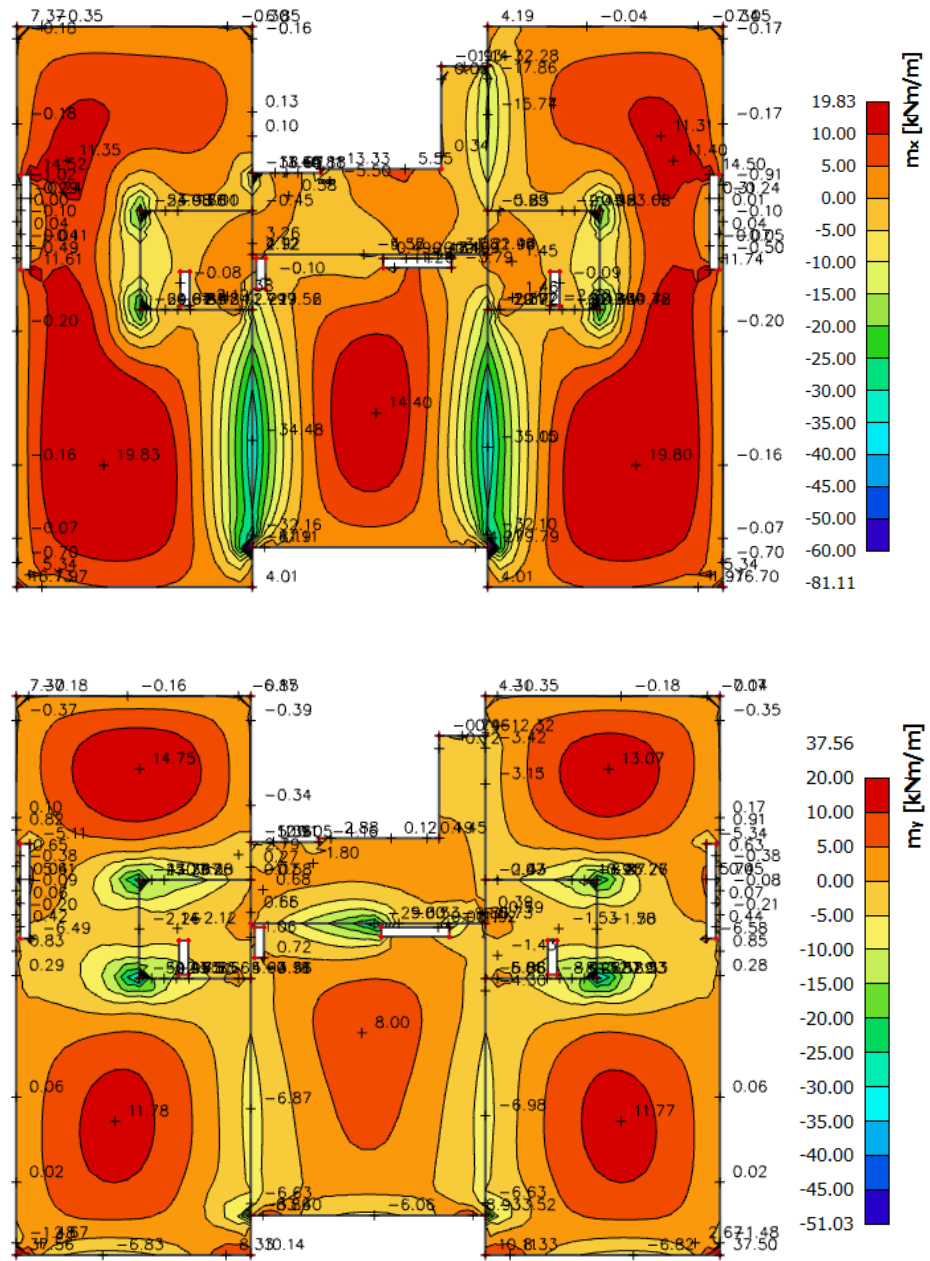
### 6.2.5. Ploče pozicije 300 – ploče iznad 1.,2. i 3. kata



*Slika 127. Prikaz ploče pozicije 300*

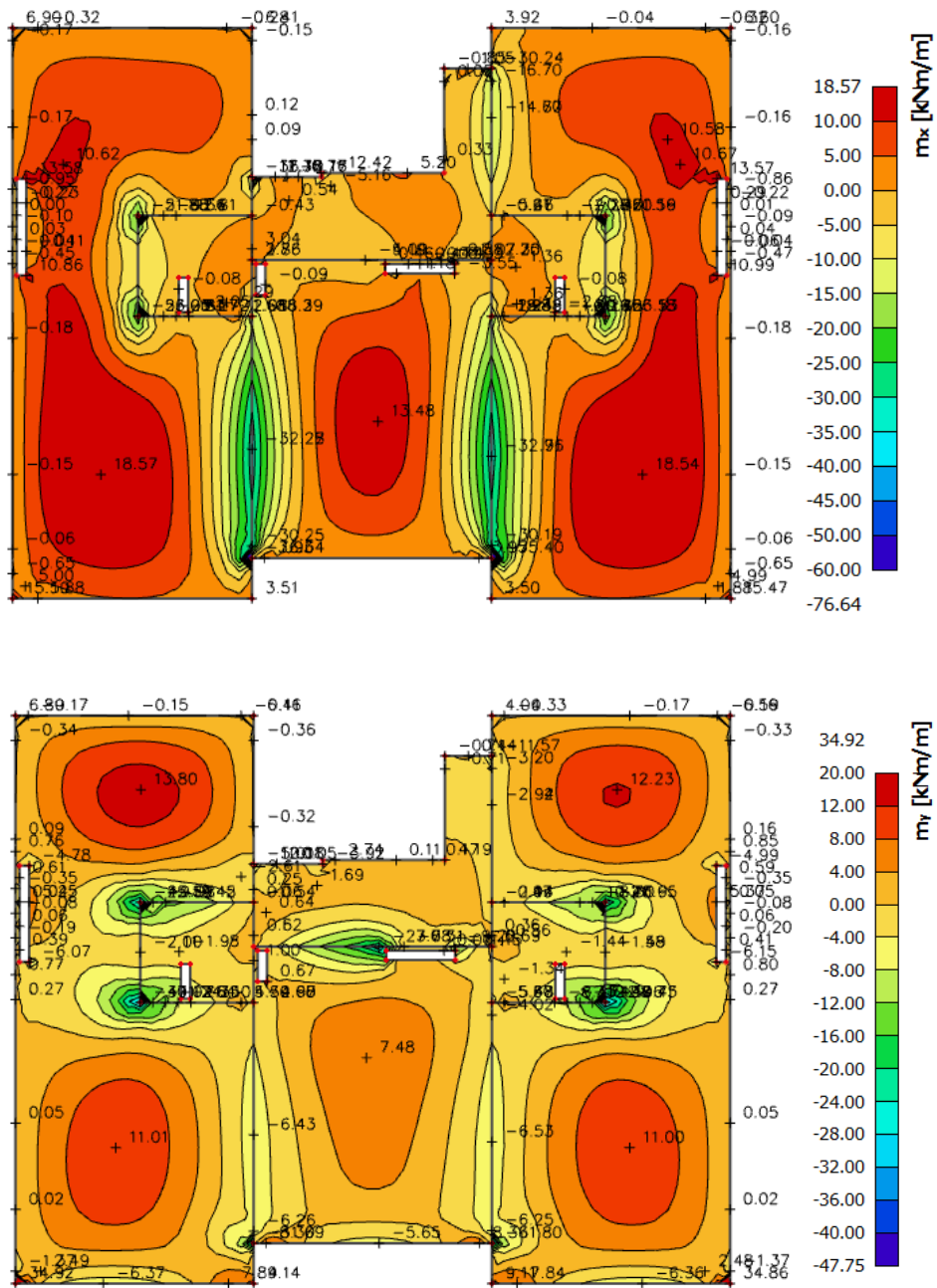


*Slika 128. 2D model ploče*



Slika 129. Dijagrami momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  za polje (GSN1)





Slika 130. Dijagrami momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  za ležaj (GSN2)

### 6.2.5.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje - Granično stanje nosivosti

Beton: C 25/30  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$

Armatura: B 500B  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$

$$b_{pl} = 100 \text{ cm}, \quad h_{pl} = 16 \text{ cm}$$

$$c_{nom} = 2 \text{ cm (XC1 klasa)}$$

$$d_1 = 3 \text{ cm} \quad d = 13 \text{ cm}$$

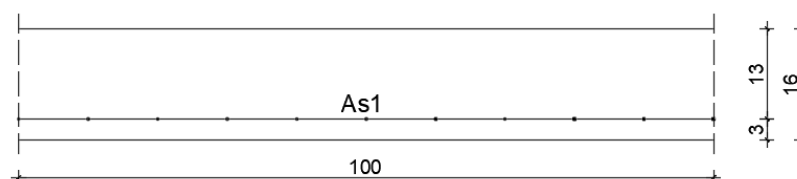
$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 13^2 \cdot 1.67 = 44.87 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 13 \cdot 43.48$$

$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = \frac{0.1}{100} \cdot 100 \cdot 16 = 1.6 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = \frac{2}{100} \cdot 100 \cdot 16 = 32.0 \text{ cm}^2$$

#### Proračun u polju



Slika 131. Skica armature ploče u polju

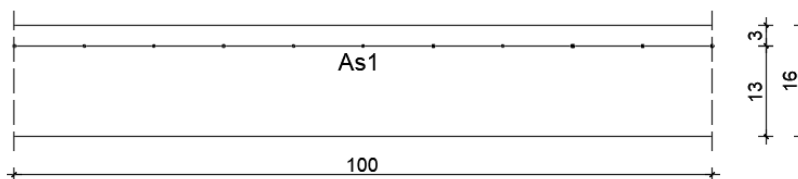
$$M_{Ed,max} = 19.83 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1983}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.070 \approx 0.071$$

Očitano:  $\varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$   $\varepsilon_{c2} = 1.7 \text{ ‰}$   $\zeta = 0.947$   $\xi = 0.145$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1983}{0.947 \cdot 13 \cdot 43.48} = 3.70 \text{ cm}^2/\text{m}$$

#### Proračun na ležaju



Slika 132. Skica armature ploče na ležaju

$$M_{Ed,min} = 32.96 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3296}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.117 \approx 0.120$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3296}{0.919 \cdot 13 \cdot 43.48} = 6.35 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura u polju: Q-335 s preklopom 40 cm ( $A_{s1} = 3.97 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Odabrana armatura na ležaju: R-636 s preklopom 40 cm ( $A_{s1} = 7.54 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

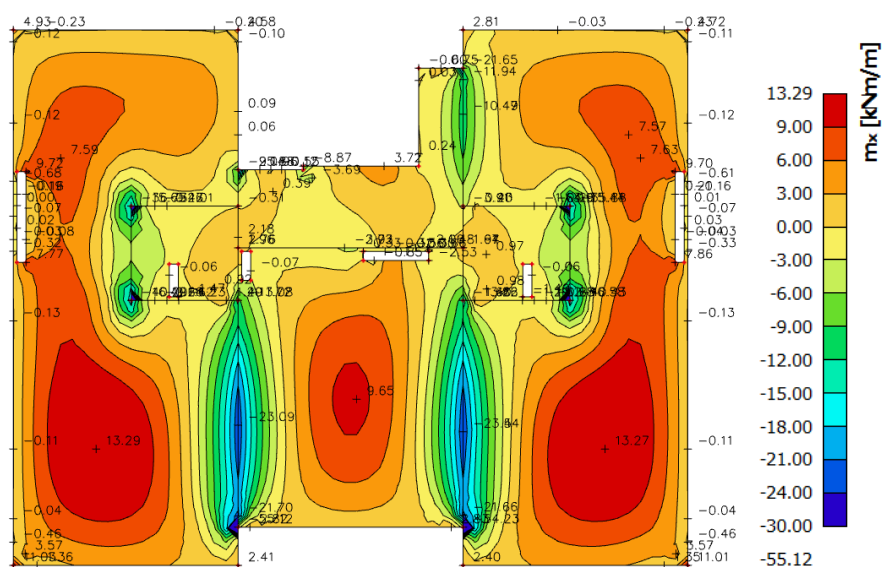
### 6.2.5.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče

#### Pukotine

Mjerodavni momenti u ploči dobiveni su iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.

Granična vrijednost širine pukotine za AB konstrukcije :  $w_g = 0.3 \text{ mm}$  (EC-2)

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2) :  $w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_g$

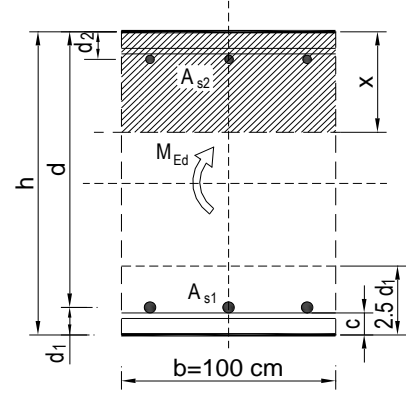


Slika 133. Maksimalni momenti savijanja - GSU

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju :  $M_{Ed} = 13.29 \text{ kNm/m}$

Armatura ploče donja zona: Q-335 + preklop 40 cm ( $A_s = 3.97 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

$b =$	100,0 cm	$d =$	13,0 cm	$h =$	16,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,97 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>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	13,29 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	273,82 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,32 cm	$r_{p,eff} =$	0,0053		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000367 <	$0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000821		
$\emptyset =$	6,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	294,70 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,242 \text{ mm} < w_g$					

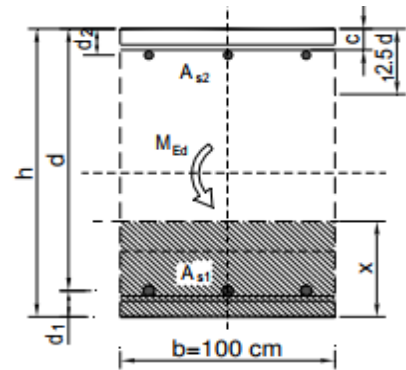


Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.242 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju :  $M_{Ed} = 23.84 \text{ kNm/m}$

Armatura ploče gornja zona: R-636 + preklop 40 cm ( $A_s = 7.54 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

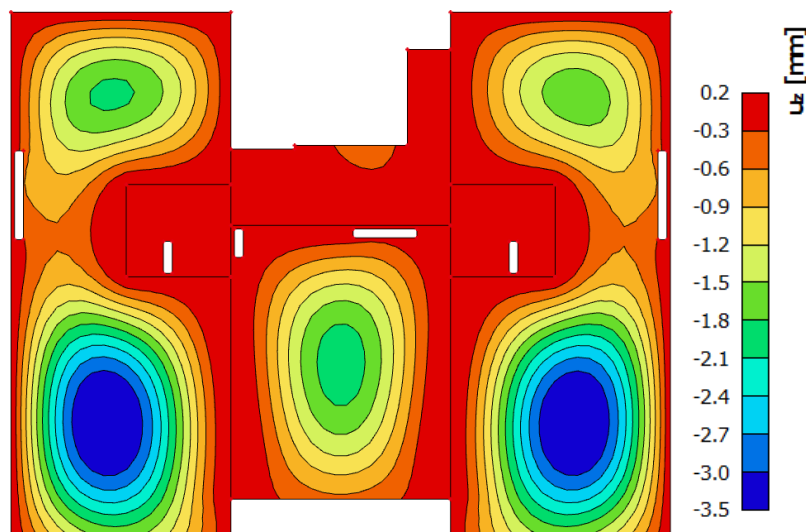
$b =$	100,0 cm	$d =$	13,0 cm	$h =$	16,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	7,54 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	23,84 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	264,11 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	3,09 cm	$r_{p,eff} =$	0,0101		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000778 <	$0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000792		
$\emptyset =$	6,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	203,46 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,161 \text{ mm} < w_g$					



Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.161 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.

## Progibi

Progib kontroliramo za nefaktorizirano opterećenje i bez utjecaja puzanja.



Slika 134. Prikaz progiba ploče - GSM

Granična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{1}{250} = \frac{620}{250} = 2.48 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0.35 \text{ cm}$

Uzmu li se u obzir dugotrajni efektni, ukupni progib glasi:  $f_d = \Phi_0 \cdot K_r \cdot f_k$

$$A_c = b \cdot h = 100 \cdot 16 = 1600 \text{ cm}^2$$

$$u_c = 2 \cdot (b + h) = 2 \cdot (100 + 16) = 232 \text{ cm}$$

$$h_0 = 2 \cdot \frac{A_c}{u} = 2 \cdot \frac{1600}{232} = 13.8 \text{ cm} = 138 \text{ mm}$$

srednji polumjer konstrukcijskog elementa

$$RH = 80\%$$

vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{138}} = 1.39$$

koef. utjecaja relativne vlažnosti RH

$$f_{cm} = 33 \text{ MPa}$$

srednja tlačna čvrstoća betona klase C 25/30

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{33}} = 2.93$$

koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje

$$\begin{aligned}\beta_H &= 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot RH)^{18}] \cdot h_0 + 250 = \\ &= 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot 80)^{18}] \cdot 138 + 250 \\ &= 556.28\end{aligned}$$

koeficijenti utjecaja vlažnosti zraka i srednjeg polumjera  $\leq 1500$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0.1 + t_0^{0.2}}$$

koeficijent starosti betona u trenutku opterećivanja

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0.488$$

koeficijent starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana

Utjecaj vrste cementa: za normalne ili brzovezujuće cemente  $\alpha=0$  – nema utjecaja

Utjecaj temperature: za  $T=20^\circ\text{C}$  – nema utjecaja

$$\Phi_0(28) = \Phi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0)$$

osnovna veličina koef. puzanja (opt.

$$\Phi_0(28) = 1.39 \cdot 2.93 \cdot 0.488 = 1.99$$

nakon 28 dana)

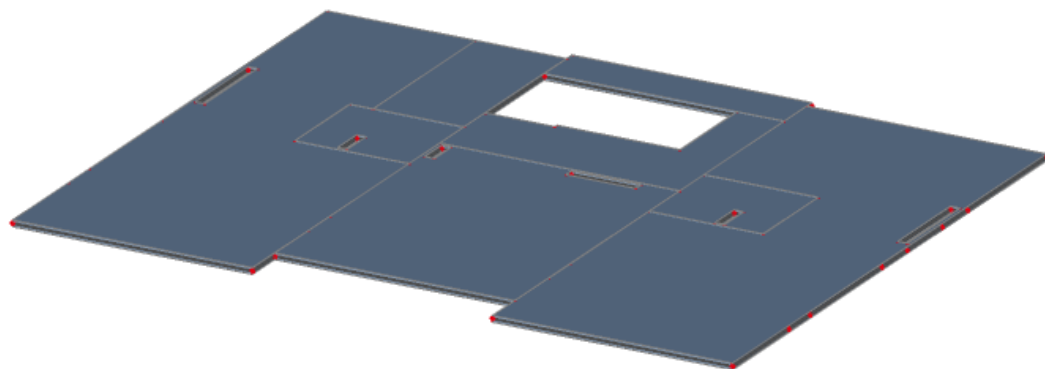
$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{3.97} = 0.85$$

$$f_d = 1.99 \cdot 0.85 \cdot 0.35 = 0.59 \text{ cm}$$

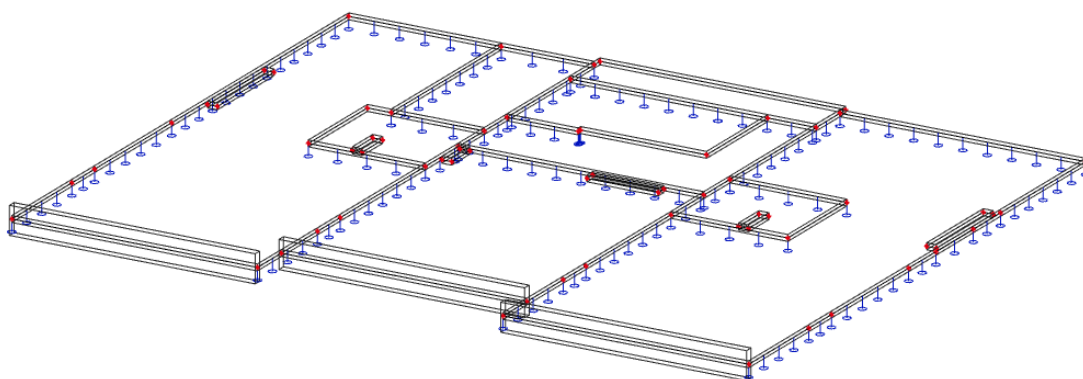
$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.35 + 0.59 = 0.94 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2.48 \text{ cm}$$

Odabrane dimenzije ploče i armatura iste zadovoljavaju u pogledu progiba.

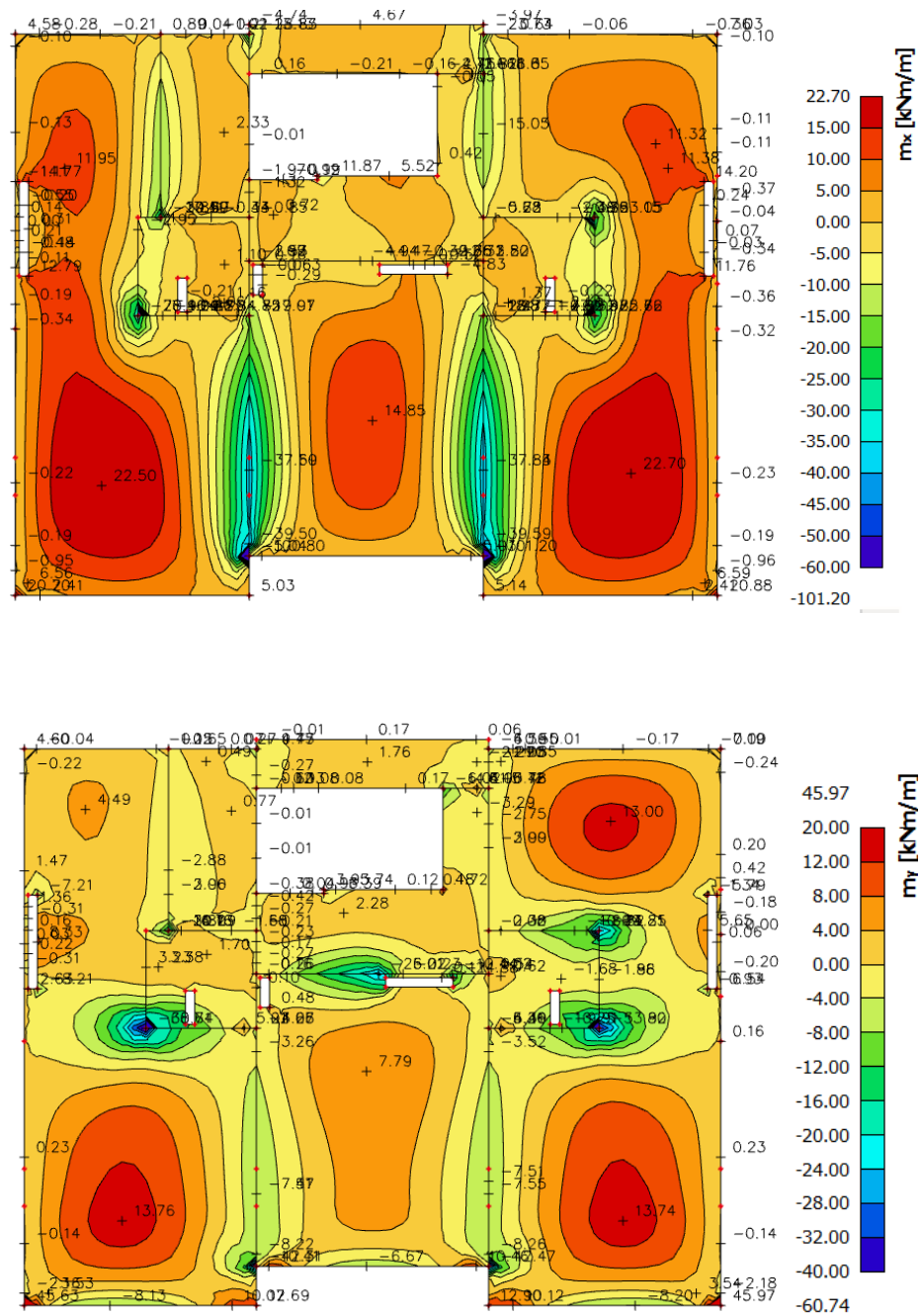
### 6.2.6. Ploča pozicije 400 – ploča iznad prizemlja



*Slika 135. Prikaz ploče pozicije 400*

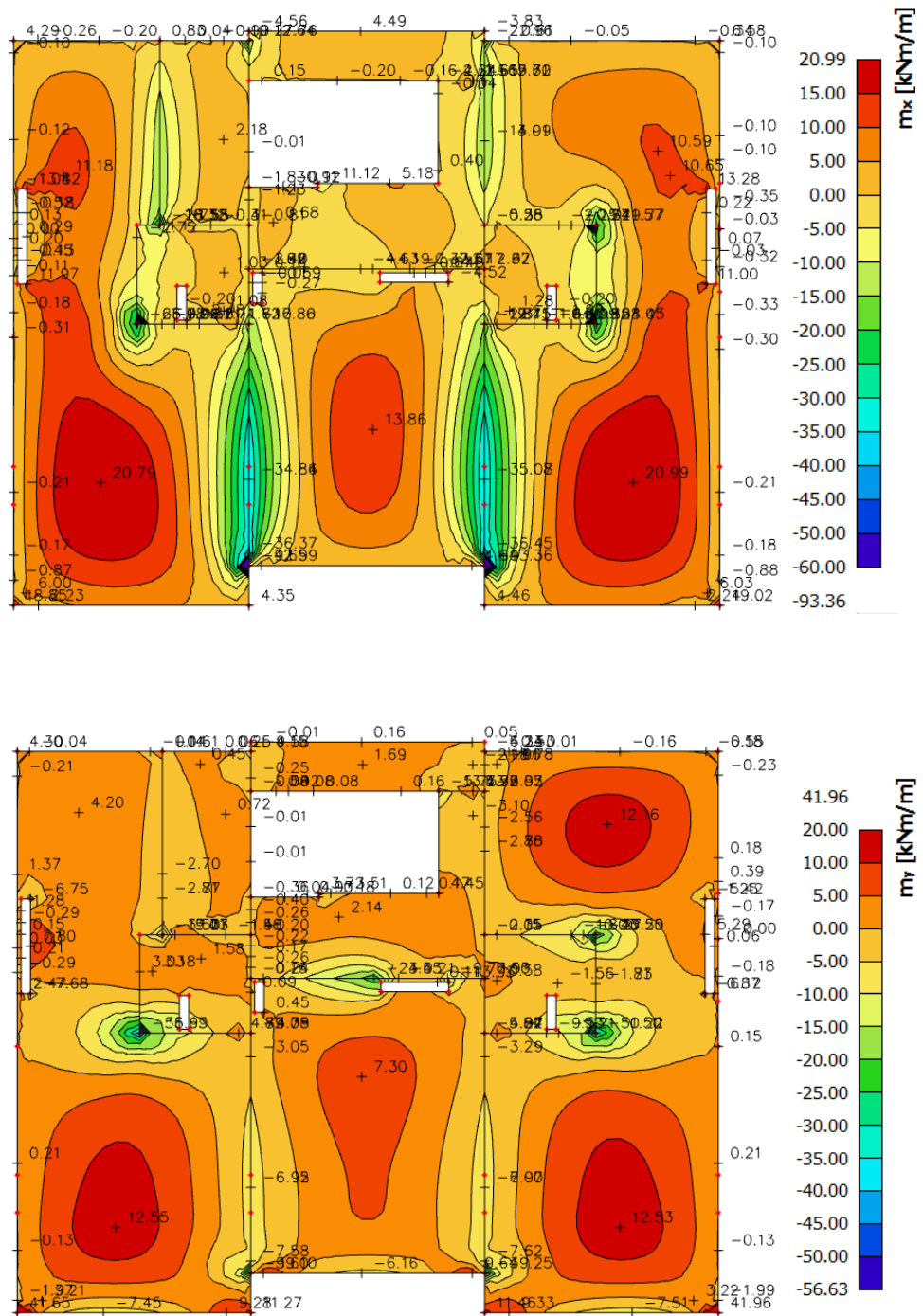


*Slika 136. 2D model ploče*



Slika 137. Dijagrami momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  za polje (GSN1)





Slika 138. Dijagrami momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  za ležaj (GSN2)

### 6.2.6.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje - Granično stanje nosivosti

Beton: C 25/30  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$

Armatura: B 500B  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$

$$b_{pl} = 100 \text{ cm}, \quad h_{pl} = 16 \text{ cm}$$

$$c_{nom} = 2 \text{ cm (XC1 klasa)}$$

$$d_1 = 3 \text{ cm} \quad d = 13 \text{ cm}$$

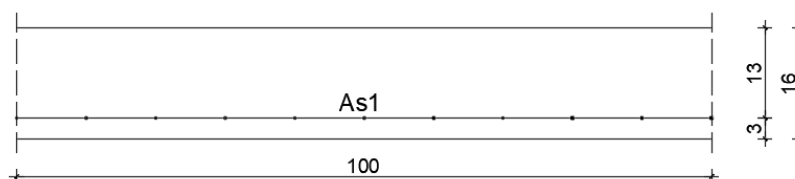
$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 13^2 \cdot 1.67 = 44.87 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 13 \cdot 43.48$$

$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = \frac{0.1}{100} \cdot 100 \cdot 16 = 1.6 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = \frac{2}{100} \cdot 100 \cdot 16 = 32.0 \text{ cm}^2$$

#### Proračun u polju



Slika 139. Skica armature ploče u polju

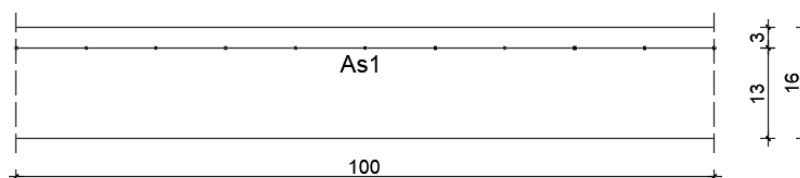
$$M_{Ed,max} = 22.70 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2270}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.080 \approx 0.083$$

Očitano:  $\varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$   $\varepsilon_{c2} = 1.9 \text{ ‰}$   $\zeta = 0.941$   $\xi = 0.160$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2270}{0.941 \cdot 13 \cdot 43.48} = 4.27 \text{ cm}^2/\text{m}$$

#### Proračun na ležaju



Slika 140. Skica armature ploče na ležaju

$$M_{Ed,min} = 36.45 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3645}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.129$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 2.8 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.913 \quad \xi = 0.219$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3645}{0.913 \cdot 13 \cdot 43.48} = 7.06 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura u polju: Q-503 s preklopom 40 cm ( $A_{s1} = 5.97 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Odabrana armatura na ležaju: R-636 s preklopom 40 cm ( $A_{s1} = 7.54 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

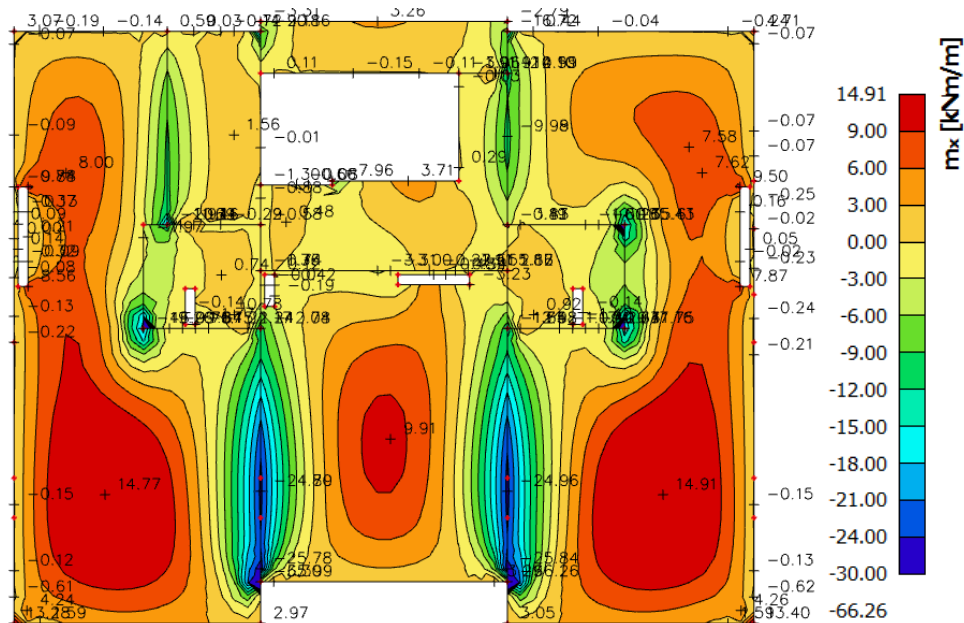
### 6.2.6.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče

#### Pukotine

Mjerodavni momenti u ploči dobiveni su iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.

Granična vrijednost širine pukotine za AB konstrukcije :  $w_g = 0.3 \text{ mm}$  (EC-2)

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2) :  $w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_g$



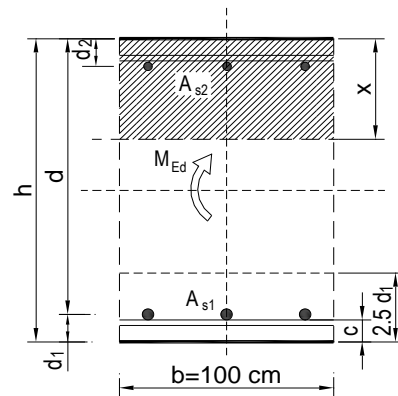
Slika 141. Maksimalni momenti savijanja – GSU

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju :  $M_{Ed} = 14.91 \text{ kNm/m}$

Armatura ploče donja zona: Q-503 + preklop 40 cm ( $A_{s1} = 7.97 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

$b =$	100,0 cm	$d =$	13,0 cm	$h =$	16,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 $\text{MN/m}^2$	$f_{ctm} =$	2,56 $\text{MN/m}^2$	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	5,97 $\text{cm}^2$	$A_{s2} =$	0,00 $\text{cm}^2$	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 $\text{GN/m}^2$	$E_{cm} =$	31,40 $\text{GN/m}^2$	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	14,91 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	206,90 $\text{MN/m}^2$				
$x =$	2,79 cm	$r_{p,eff} =$	0,0080		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000357 <	$0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000621		
$\emptyset =$	6,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	230,14 mm				

$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,143 \text{ mm} < w_g$



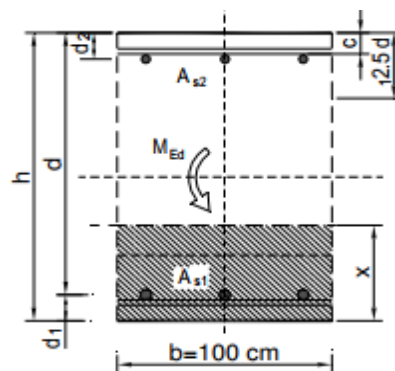
Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.143 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju :  $M_{Ed} = 25.84 \text{ kNm/m}$

Armatura ploče gornja zona: R-636 + preklop 40 cm ( $A_{s1} = 7.54 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

$b =$	100,0 cm	$d =$	13,0 cm	$h =$	16,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 $\text{MN/m}^2$	$f_{ctm} =$	2,56 $\text{MN/m}^2$	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	7,54 $\text{cm}^2$	$A_{s2} =$	0,00 $\text{cm}^2$	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 $\text{GN/m}^2$	$E_{cm} =$	31,40 $\text{GN/m}^2$	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	25,84 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	286,27 $\text{MN/m}^2$				
$x =$	3,09 cm	$r_{p,eff} =$	0,0101		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000888 >	$0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000859		
$\emptyset =$	6,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	203,46 mm				

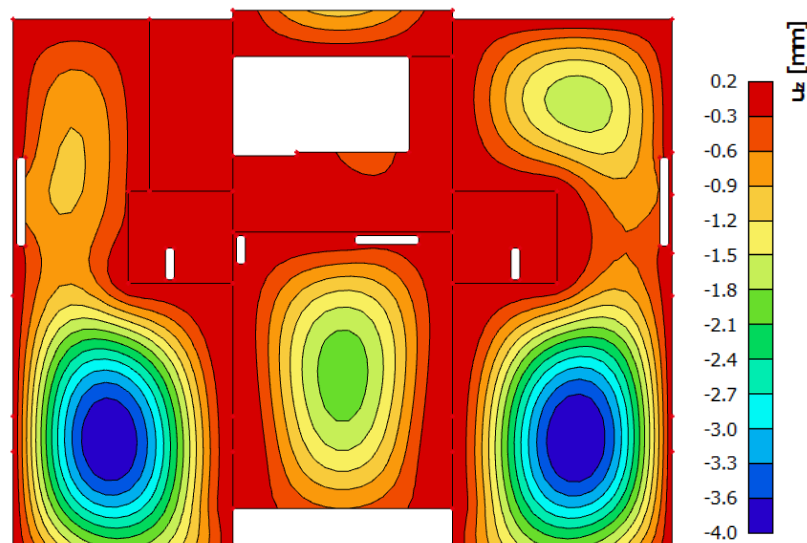
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,181 \text{ mm} < w_g$



Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.181 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.

## Progibi

Progib kontroliramo za nefaktorizirano opterećenje i bez utjecaja puzanja.



Slika 142. Prikaz progiba ploče - GSU

Granična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{620}{250} = 2.48 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0.40 \text{ cm}$

Uzmu li se u obzir dugotrajni efektni, ukupni progib glasi:  $f_d = \Phi_0 \cdot K_R \cdot f_k$

$$A_c = b \cdot h = 100 \cdot 16 = 1600 \text{ cm}^2$$

$$u_c = 2 \cdot (b + h) = 2 \cdot (100 + 16) = 232 \text{ cm}$$

$$h_0 = 2 \cdot \frac{A_c}{u} = 2 \cdot \frac{1600}{232} = 13.8 \text{ cm} = 138 \text{ mm}$$

srednji polumjer konstrukcijskog elementa

$$RH = 80\%$$

vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{138}} = 1.39$$

koef. utjecaja relativne vlažnosti RH

$$f_{cm} = 33 \text{ MPa}$$

srednja tlačna čvrstoća betona klase C 25/30

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{33}} = 2.93$$

koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje

$$\begin{aligned}\beta_H &= 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot RH)^{18}] \cdot h_0 + 250 = \\ &= 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot 80)^{18}] \cdot 138 + 250 \\ &= 556.28\end{aligned}$$

koeficijenti utjecaja vlažnosti zraka i srednjeg polumjera  $\leq 1500$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0.1 + t_0^{0.2}}$$

koeficijent starosti betona u trenutku opterećivanja

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0.488$$

koeficijent starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana

Utjecaj vrste cementa: za normalne ili brzovezujuće cemente  $\alpha=0$  – nema utjecaja

Utjecaj temperature: za  $T=20^\circ\text{C}$  – nema utjecaja

$$\Phi_0(28) = \Phi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0)$$

osnovna veličina koef. puzanja (opt.

$$\Phi_0(28) = 1.39 \cdot 2.93 \cdot 0.488 = 1.99$$

nakon 28 dana)

$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{5.97} = 0.85$$

$$f_d = 1.99 \cdot 0.85 \cdot 0.40 = 0.68 \text{ cm}$$

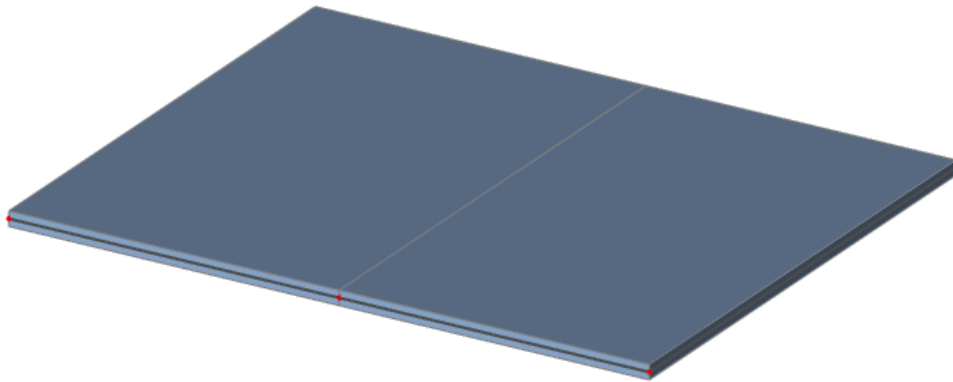
$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.40 + 0.68 = 1.08 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2.48 \text{ cm}$$

Odabrane dimenzije ploče i armatura iste zadovoljavaju u pogledu progiba.

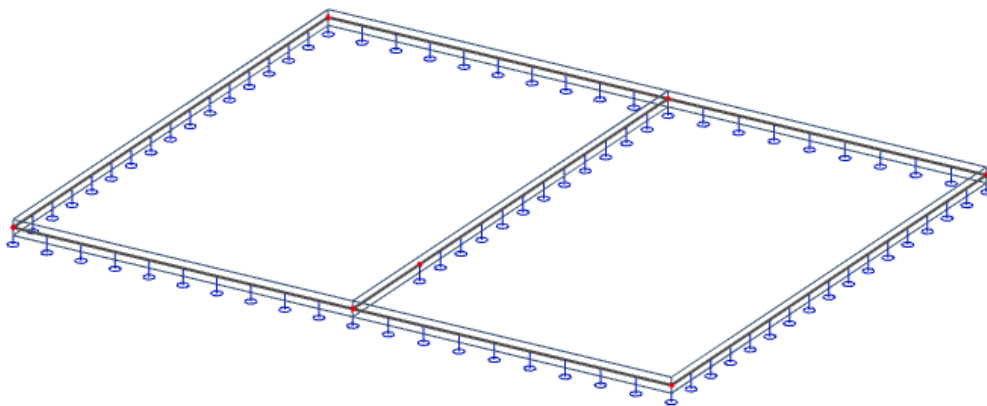
### 6.3. Proračun ploča - Ulaz 3

Proračun je proveden za više kombinacija, dok je prikazan samo rezultat za kritične kombinacije.

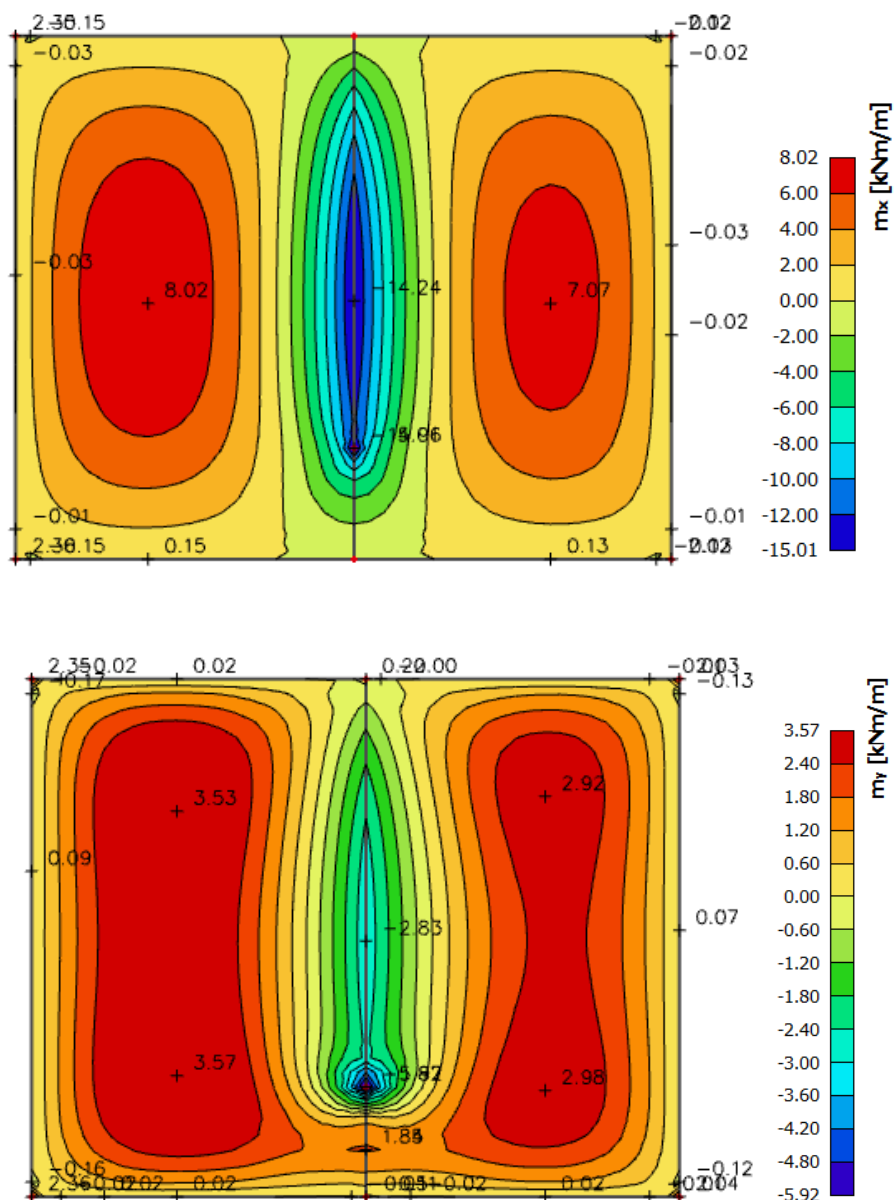
#### 6.3.1. Ploča pozicije -100 – krovna ploča 14 cm



Slika 143. Prikaz krovne ploče pozicije -100

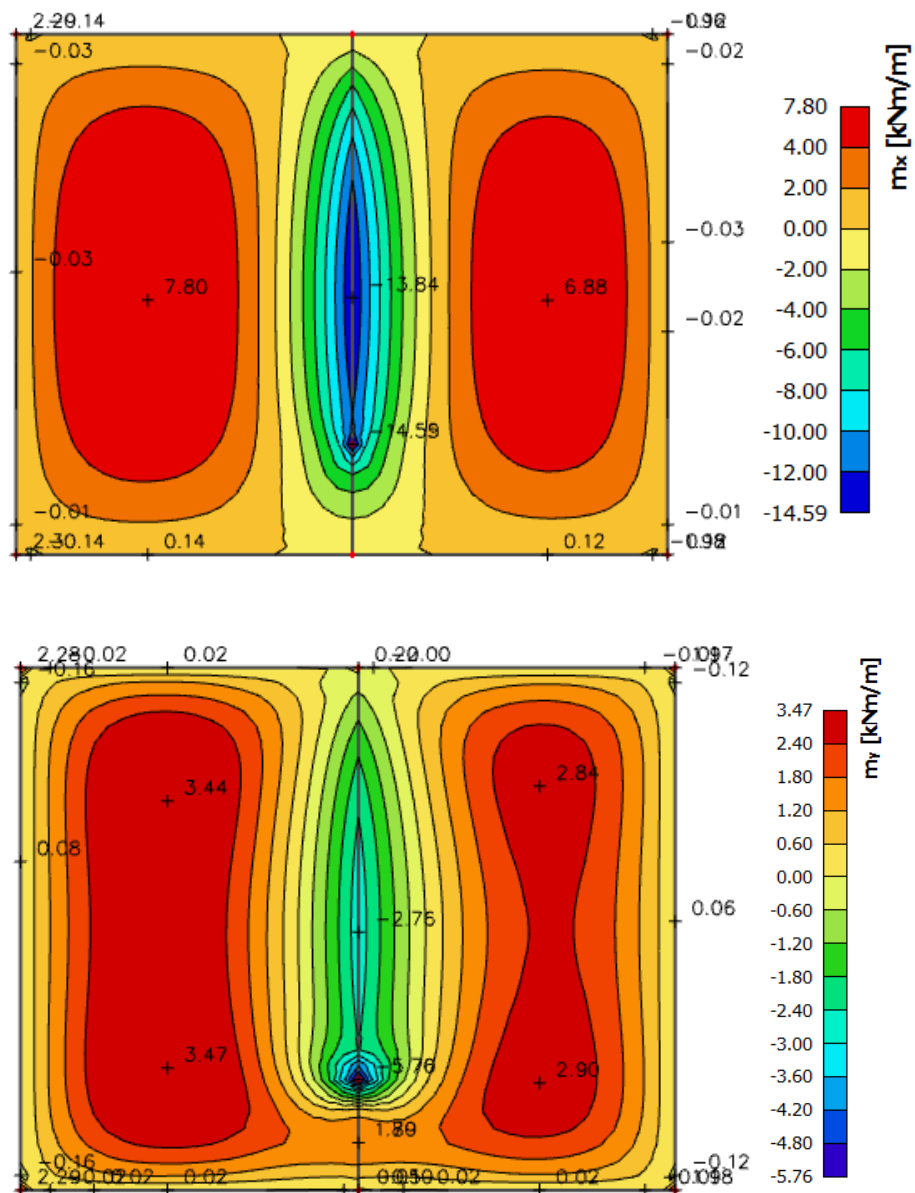


Slika 144. 2D model ploče



Slika 145. Dijagrami momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  za polje (GSN7)





Slika 146. Dijagrami momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  za ležaj (GSN8)

### 6.3.1.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje - Granično stanje nosivosti

Beton: C 25/30  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$

Armatura: B 500B  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$

$$b_{pl} = 100 \text{ cm}, \quad h_{pl} = 14 \text{ cm}$$

$$c_{nom} = 2 \text{ cm (XC1 klasa)}$$

$$d_1 = 3 \text{ cm} \quad d = 11 \text{ cm}$$

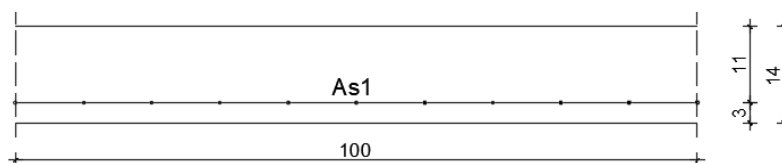
$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 11^2 \cdot 1.67 = 32.13 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 11 \cdot 43.48$$

$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = \frac{0.1}{100} \cdot 100 \cdot 14 = 1.4 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = \frac{2}{100} \cdot 100 \cdot 14 = 28.0 \text{ cm}^2$$

#### Proračun u polju



Slika 147. Skica armature ploče u polju

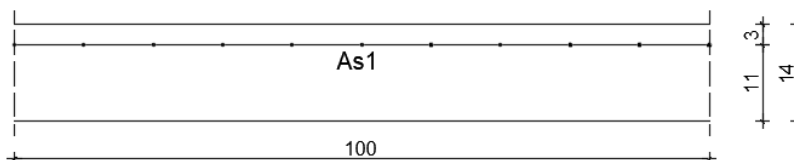
$$M_{Ed,max} = 8.02 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{802}{100 \cdot 11^2 \cdot 1.67} = 0.040 \approx 0.042$$

Očitano:  $\epsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$     $\epsilon_{c2} = 1.2 \text{ ‰}$     $\zeta = 0.962$     $\xi = 0.107$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{802}{0.962 \cdot 11 \cdot 43.48} = 1.47 \text{ cm}^2/\text{m}$$

#### Proračun na ležaju



Slika 148. Skica armature ploče na ležaju

$$M_{Ed,min} = 14.59 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1459}{100 \cdot 11^2 \cdot 1.67} = 0.072 \approx 0.077$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1.8 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.944 \quad \xi = 0.153$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1459}{0.944 \cdot 11 \cdot 43.48} = 3.23 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura u polju: Q-226 s preklopom 40 cm ( $A_{s1} = 2.68 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Odabrana armatura na ležaju: R-335 s preklopom 40 cm ( $A_{s1} = 3.97 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

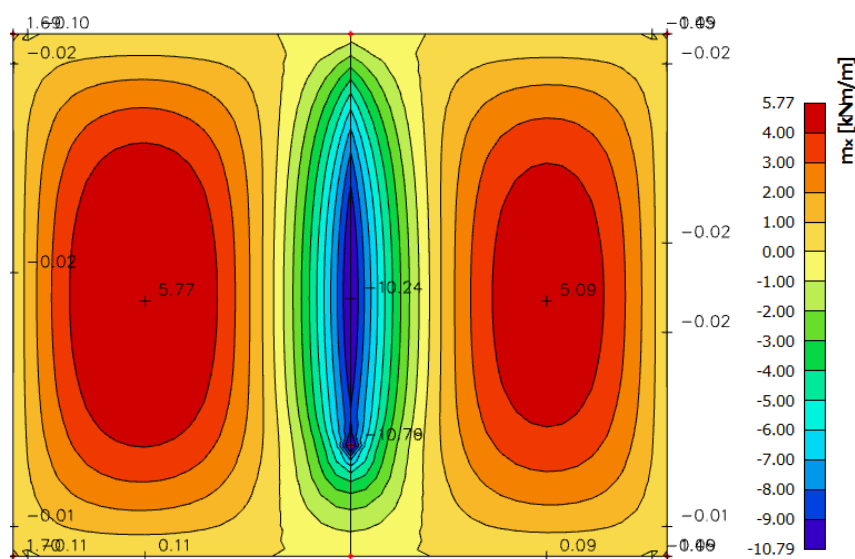
### 6.3.1.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče

#### Pukotine

Mjerodavni momenti u ploči dobiveni su iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.

Granična vrijednost širine pukotine za AB konstrukcije :  $w_g = 0.3 \text{ mm}$  (EC-2)

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2) :  $w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_g$



Slika 149. Maksimalni momenti savijanja - GSU

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju :  $M_{Ed} = 5.77 \text{ kNm/m}$

Armatura ploče donja zona: Q-226 + preklop 40 cm ( $A_s = 2.68 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

$b =$	100,0 cm	$d =$	11,0 cm	$h =$	14,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	2,68 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>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	5,77 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	206,85 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	1,77 cm	$r_{p,eff} =$	0,0036		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	-0,000434	$< 0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000621		
$\varnothing =$	6,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	387,45 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,240 \text{ mm} < w_g$					

Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.240 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju :  $M_{Ed} = 10.79 \text{ kNm/m}$

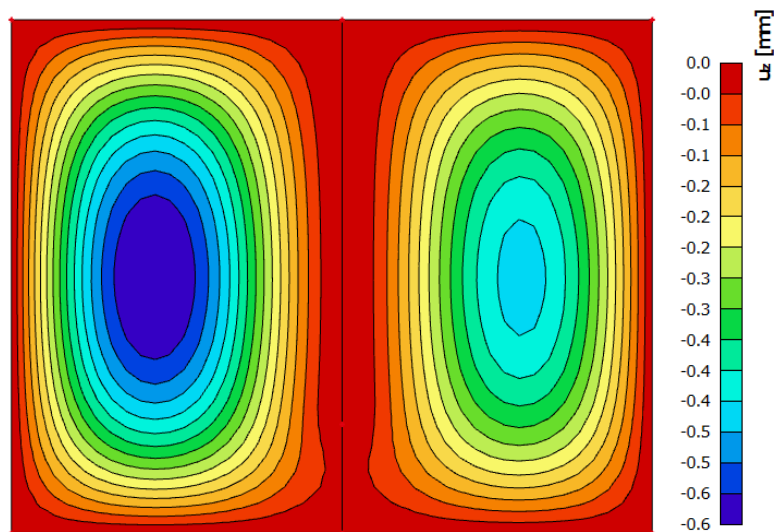
Armatura ploče gornja zona: R-335 + preklop 40 cm ( $A_s = 3.97 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

$b =$	100,0 cm	$d =$	11,0 cm	$h =$	14,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,97 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>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	10,79 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	264,04 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,12 cm	$r_{p,eff} =$	0,0053		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000318	$< 0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000792		
$\varnothing =$	6,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	294,70 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,233 \text{ mm} < w_g$					

Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.233 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.

## Progibi

Progib kontroliramo za nefaktorizirano opterećenje i bez utjecaja puzanja.



Slika 150. Prikaz progiba ploče - GSU

Granična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{1}{250} = \frac{320}{250} = 1.28 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0.06 \text{ cm}$

Uzmu li se u obzir dugotrajni efektni, ukupni progib glasi:  $f_d = \Phi_0 \cdot K_R \cdot f_k$

$$A_c = b \cdot h = 100 \cdot 14 = 1400 \text{ cm}^2$$

$$u_c = 2 \cdot (b + h) = 2 \cdot (100 + 14) = 228 \text{ cm}$$

$$h_0 = 2 \cdot \frac{A_c}{u} = 2 \cdot \frac{1400}{228} = 12.3 \text{ cm} = 123 \text{ mm}$$

srednji polumjer konstrukcijskog elementa

$$RH = 80\%$$

vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{123}} = 1.40$$

koef. utjecaja relativne vlažnosti RH

$$f_{cm} = 33 \text{ MPa}$$

srednja tlačna čvrstoća betona klase C 25/30

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{33}} = 2.93$$

koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje

$$\begin{aligned}\beta_H &= 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot RH)^{18}] \cdot h_0 + 250 = \\ &= 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot 80)^{18}] \cdot 123 + 250 \\ &= 522.99\end{aligned}$$

koeficijenti utjecaja vlažnosti zraka i srednjeg polumjera  $\leq 1500$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0.1 + t_0^{0.2}}$$

koeficijent starosti betona u trenutku opterećivanja

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0.488$$

koeficijent starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana

Utjecaj vrste cementa: za normalne ili brzovezujuće cemente  $\alpha=0$  – nema utjecaja

Utjecaj temperature: za  $T=20^\circ\text{C}$  – nema utjecaja

$$\Phi_0(28) = \Phi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0)$$

osnovna veličina koef. puzanja (opt.

$$\Phi_0(28) = 1.40 \cdot 2.93 \cdot 0.488 = 2.0$$

nakon 28 dana)

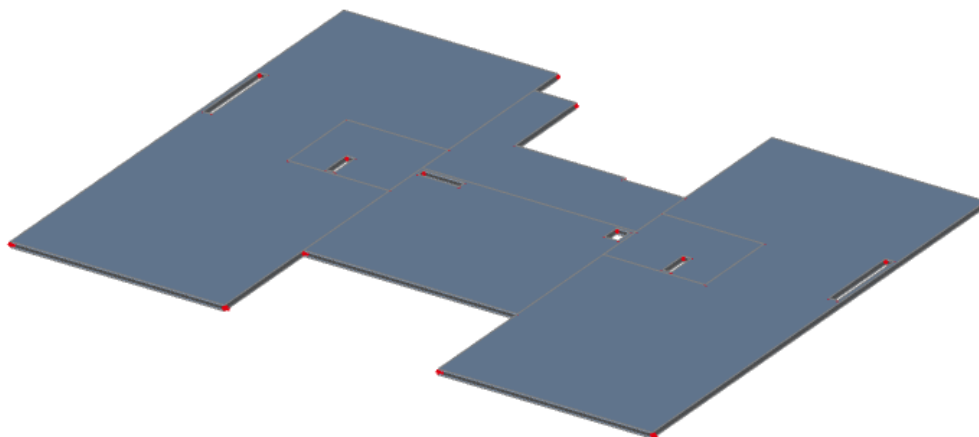
$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{2.68} = 0.85$$

$$f_d = 2.0 \cdot 0.85 \cdot 0.06 = 0.10 \text{ cm}$$

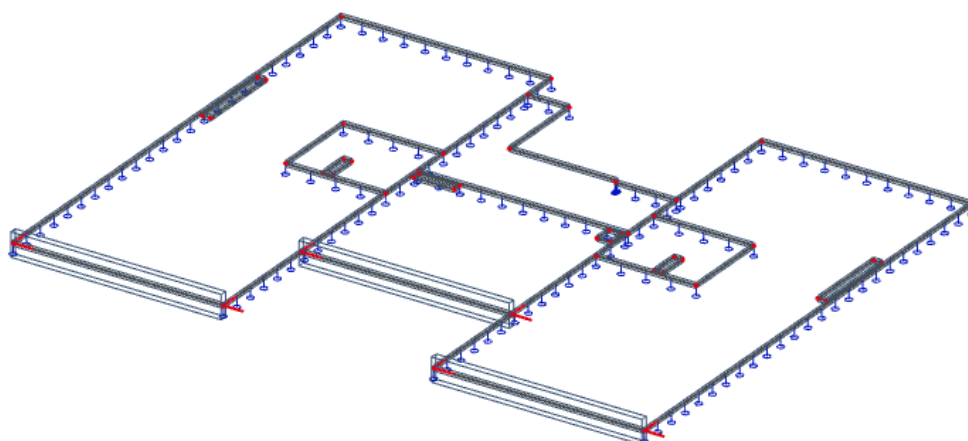
$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.06 + 0.10 = 0.16 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 1.28 \text{ cm}$$

Odabrane dimenzije ploče i armatura iste zadovoljavaju u pogledu progiba.

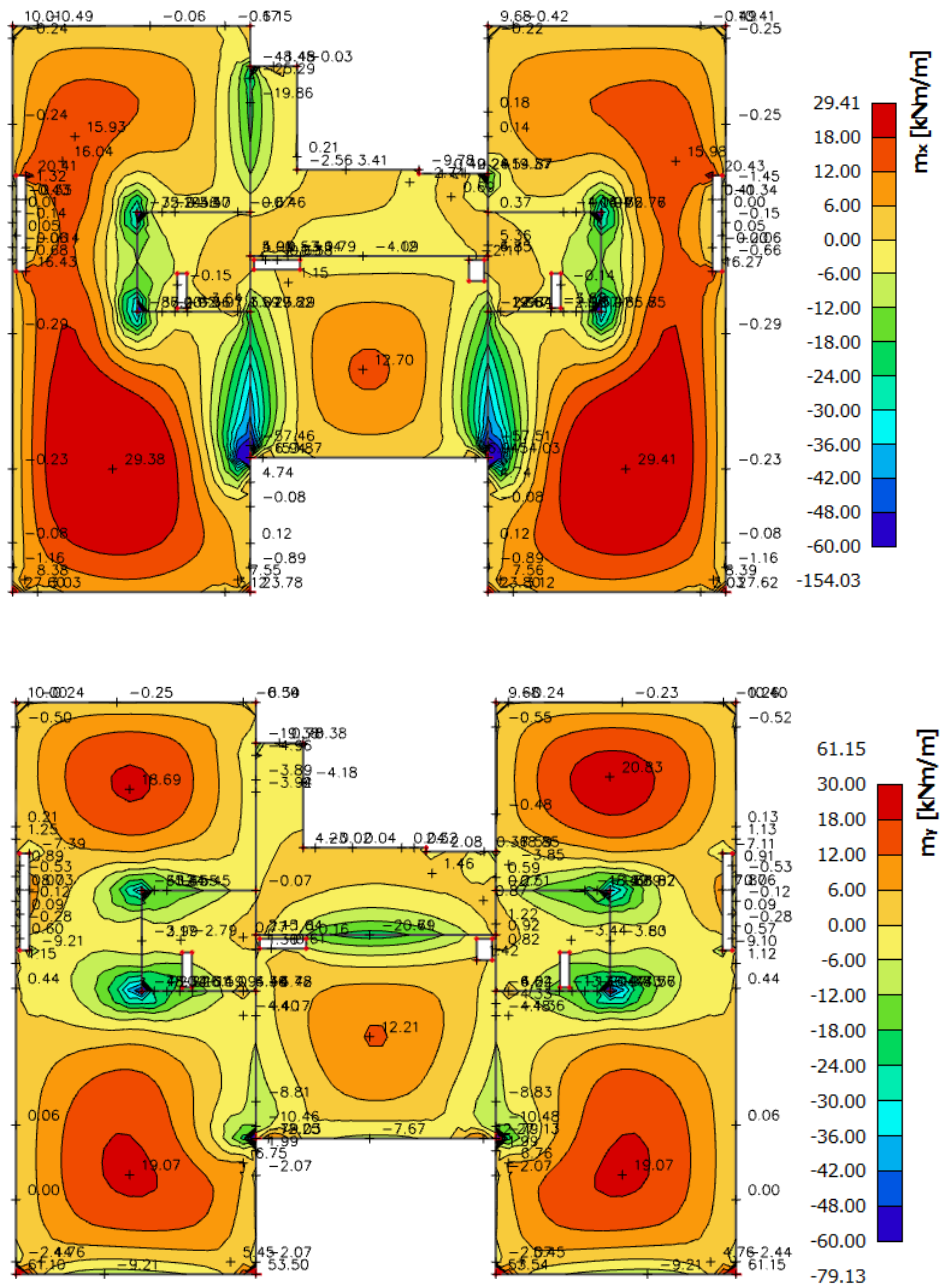
### 6.3.2. Ploča pozicije 000 – krovna terasa



*Slika 151. Prikaz ploče pozicije 000*

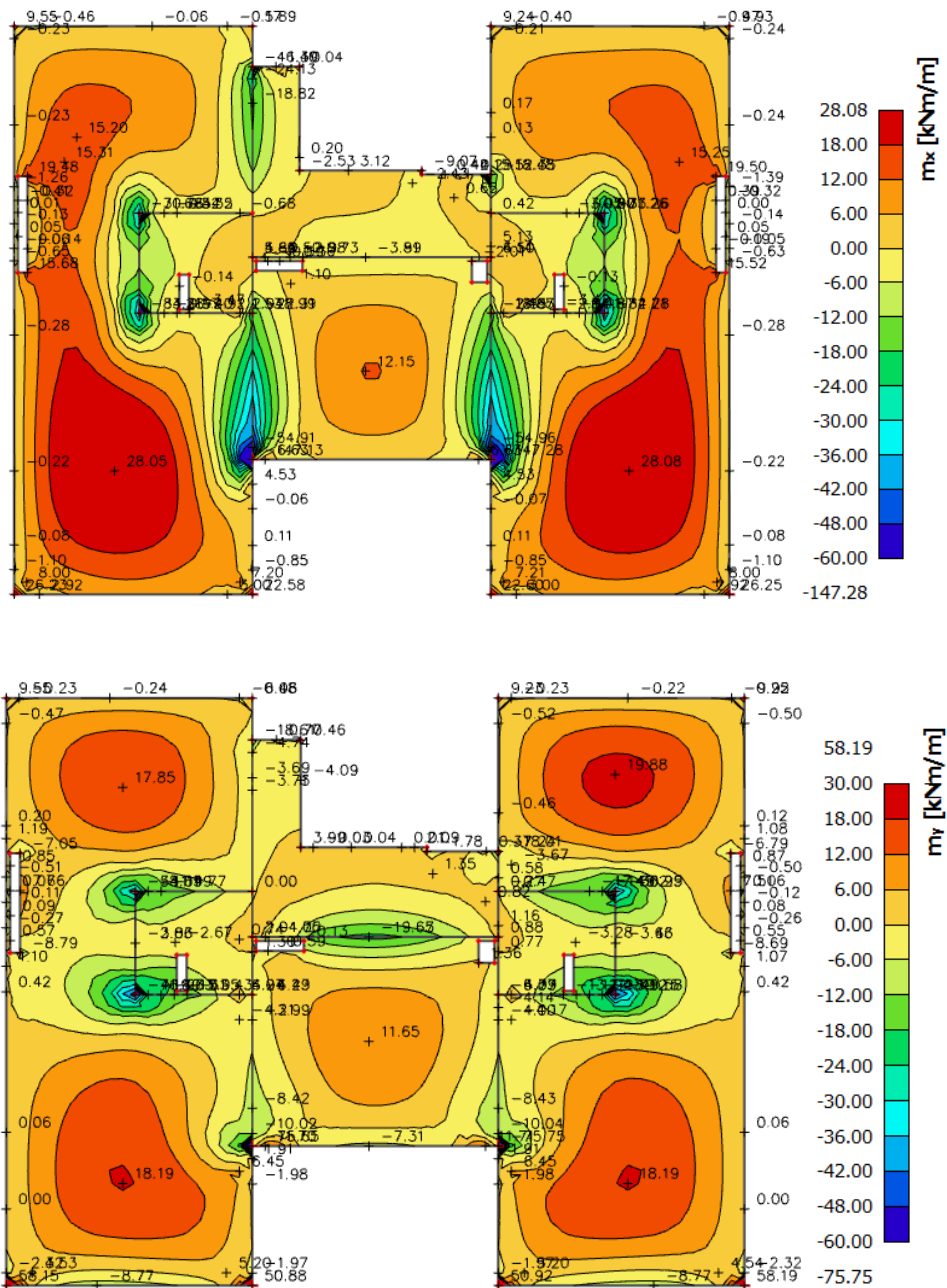


*Slika 152. 2D model ploče*



Slika 153. Dijagrami momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  za polje (GSN7)





Slika 154. Dijagrami momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  za ležaj (GSN8)

### 6.3.2.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje - Granično stanje nosivosti

Beton: C 25/30  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$

Armatura: B 500B  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$

$$b_{pl} = 100 \text{ cm}, \quad h_{pl} = 16 \text{ cm}$$

$$c_{nom} = 2 \text{ cm (XC1 klasa)}$$

$$d_1 = 3 \text{ cm} \quad d = 13 \text{ cm}$$

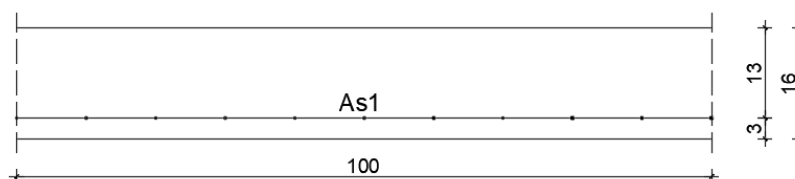
$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 13^2 \cdot 1.67 = 44.87 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.928 \cdot 13 \cdot 43.48$$

$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = \frac{0.1}{100} \cdot 100 \cdot 16 = 1.6 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = \frac{2}{100} \cdot 100 \cdot 16 = 32.0 \text{ cm}^2$$

#### Proračun u polju



Slika 155. Skica armature ploče u polju

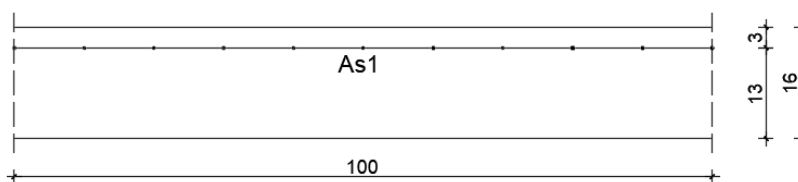
$$M_{Ed,max} = 29.41 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2941}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.104 \approx 0.105$$

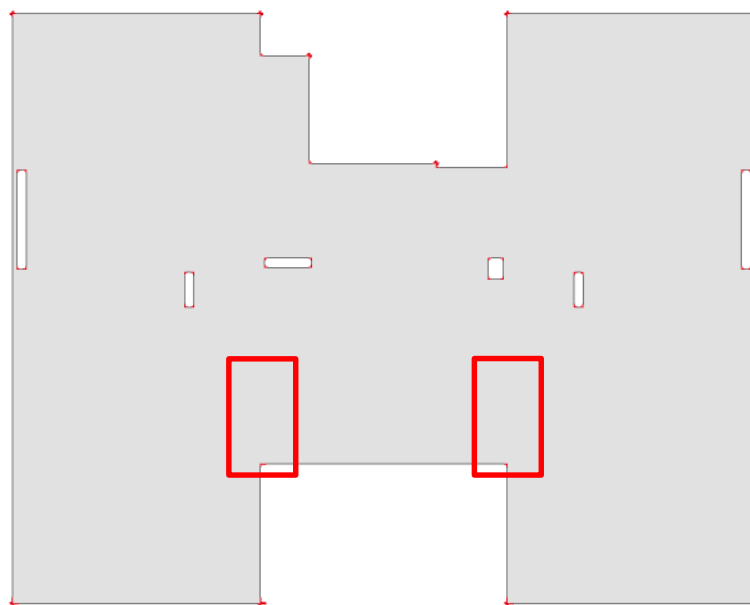
Očitano:  $\varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$      $\varepsilon_{c2} = 2.3 \text{ ‰}$      $\zeta = 0.928$      $\xi = 0.187$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2941}{0.928 \cdot 13 \cdot 43.48} = 5.61 \text{ cm}^2/\text{m}$$

#### Proračun na ležaju – kritični presjek



Slika 156. Skica armature ploče na ležaju



Slika 157. Položaj kritičnih presjeka ploče

$$M_{Ed,min} = 54.96 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{5496}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.195 > \mu_{sd,lim} = 0.159$$

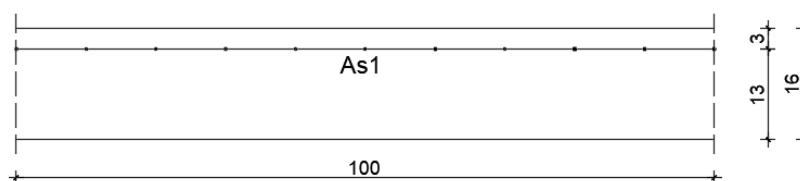
$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 3.5 \text{ ‰} \quad \mu_{sd,lim} = 0.159 \quad \zeta_{lim} = 0.892 \quad \xi_{lim} = 0.259$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Rd,lim}}{\zeta_{lim} \cdot d \cdot f_{yd}} + \frac{M_{Ed} - M_{Rd,lim}}{(d - d_2) \cdot f_{yd}} = \frac{4487}{0.892 \cdot 13 \cdot 43.48} + \frac{5496 - 4487}{(13 - 3) \cdot 43.48}$$

$$= 8.90 + 2.32 = 11.22 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s2} = \frac{M_{Ed} - M_{Rd,lim}}{(d - d_2) \cdot f_{yd}} = \frac{5496 - 4487}{(13 - 3) \cdot 43.48} = 2.32 \text{ cm}^2/\text{m}$$

### Proračun na ležaju – ostali presjeci



Slika 158. Skica armature ploče na ležaju

$$M_{Ed,min} = 30.92 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3092}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.110$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 2.4 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.925 \quad \xi = 0.194$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3092}{0.925 \cdot 13 \cdot 43.48} = 5.91 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura u polju: Q-636 s preklopom 40 cm ( $A_{s1} = 7.54 \text{ cm}^2/\text{m}$ ); kod kritičnih presjeka povećati preklop na 60 cm ( $A_{s1} = 8.13 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Odabrana armatura na ležaju – kritični presjeci: R-785 s preklopom 100 cm ( $A_{s1} = 11.50 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Odabrana armatura na ležaju – ostali presjeci: R-503 s preklopom 40 cm ( $A_{s1} = 5.97 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

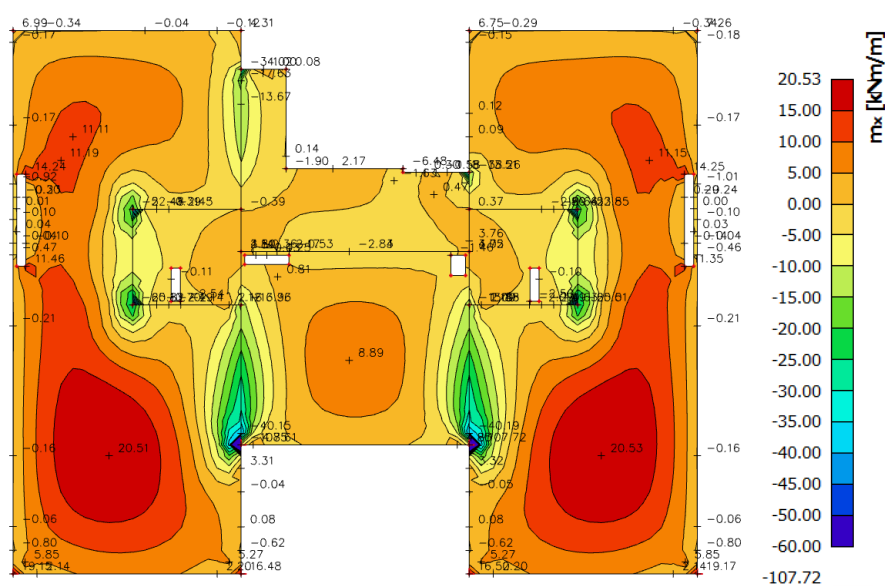
### 6.3.2.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče

#### Pukotine

Mjerodavni momenti u ploči dobiveni su iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.

Granična vrijednost širine pukotine za AB konstrukcije :  $w_g = 0.3 \text{ mm}$  (EC-2)

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2) :  $w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_g$



Slika 159. Maksimalni momenti savijanja – GSU

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju :  $M_{Ed} = 20.53 \text{ kNm/m}$

Armatura ploče donja zona: Q-636 + preklop 40 cm ( $A_s = 7.54 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

$b =$	100,0 cm	$d =$	13,0 cm	$h =$	16,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	7,54 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>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	20,53 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	227,44 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	3,09 cm	$r_{p,eff} =$	0,0101		
$(e_{sm}-e_{cm}) =$	0,000594 <	$0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000682		
$\emptyset =$	6,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	203,46 mm				

$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm}) = 0,139 \text{ mm} < w_g$

Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.139 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju :  $M_{Ed} = 40.19 \text{ kNm/m}$

Armatura ploče gornja zona: R-785 + preklop 100 cm ( $A_{s1} = 11.50 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

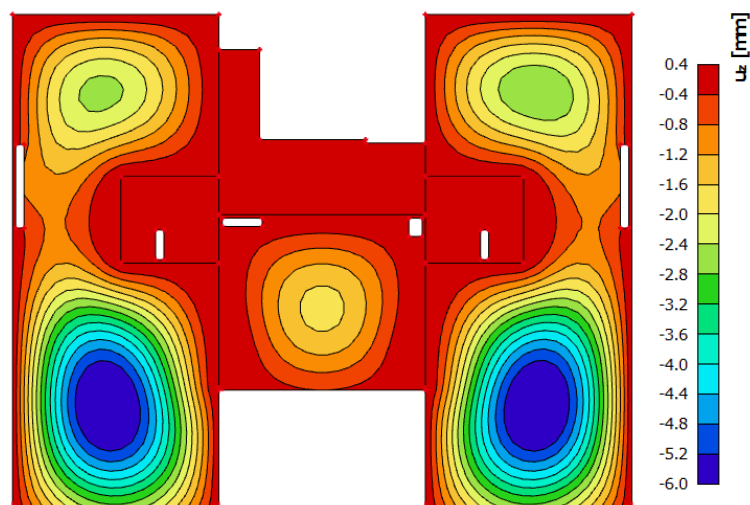
$b =$	100,0 cm	$d =$	13,0 cm	$h =$	16,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	11,50 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	3,14 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	40,19 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	297,56 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	3,66 cm	$r_{p,eff} =$	0,0153		
$(e_{sm}-e_{cm}) =$	0,001121 >	$0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000893		
$\emptyset =$	6,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	168,52 mm				

$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm}) = 0,189 \text{ mm} < w_g$

Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.189 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.

## Progibi

Progib kontroliramo za nefaktorizirano opterećenje i bez utjecaja puzanja.



Slika 160. Prikaz progiba ploče - GSU

Granična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{1}{250} = \frac{620}{250} = 2.48 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0.60 \text{ cm}$

Uzmu li se u obzir dugotrajni efektni, ukupni progib glasi:  $f_d = \Phi_0 \cdot K_R \cdot f_k$

$$A_c = b \cdot h = 100 \cdot 16 = 1600 \text{ cm}^2$$

$$u_c = 2 \cdot (b + h) = 2 \cdot (100 + 16) = 232 \text{ cm}$$

$$h_0 = 2 \cdot \frac{A_c}{u} = 2 \cdot \frac{1600}{232} = 13.8 \text{ cm} = 138 \text{ mm}$$

srednji polumjer konstrukcijskog elementa

$$RH = 80\%$$

vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{138}} = 1.39$$

koef. utjecaja relativne vlažnosti RH

$$f_{cm} = 33 \text{ MPa}$$

srednja tlačna čvrstoća betona klase C 25/30

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{33}} = 2.93$$

koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje

$$\begin{aligned}\beta_H &= 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot RH)^{18}] \cdot h_0 + 250 = \\ &= 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot 80)^{18}] \cdot 138 + 250 \\ &= 556.28\end{aligned}$$

koeficijenti utjecaja vlažnosti zraka i srednjeg polumjera  $\leq 1500$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0.1 + t_0^{0.2}}$$

koeficijent starosti betona u trenutku opterećivanja

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0.488$$

koeficijent starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana

Utjecaj vrste cementa: za normalne ili brzovezujuće cemente  $\alpha=0$  – nema utjecaja

Utjecaj temperature: za  $T=20^\circ\text{C}$  – nema utjecaja

$$\Phi_0(28) = \Phi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0)$$

osnovna veličina koef. puzanja (opt.

$$\Phi_0(28) = 1.39 \cdot 2.93 \cdot 0.488 = 1.99$$

nakon 28 dana)

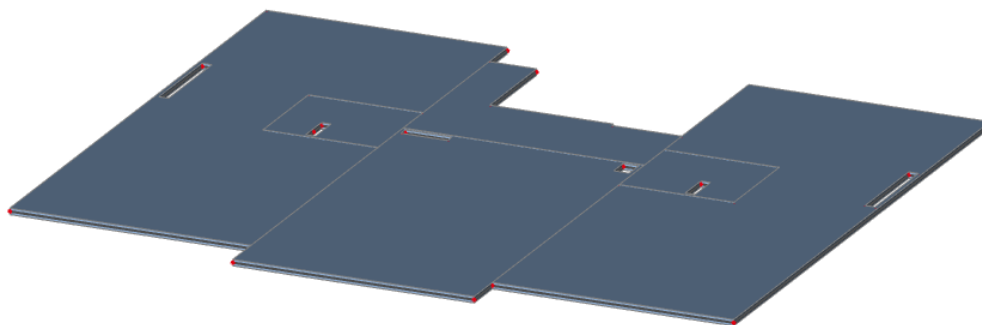
$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{7.54} = 0.85$$

$$f_d = 1.99 \cdot 0.85 \cdot 0.60 = 1.01 \text{ cm}$$

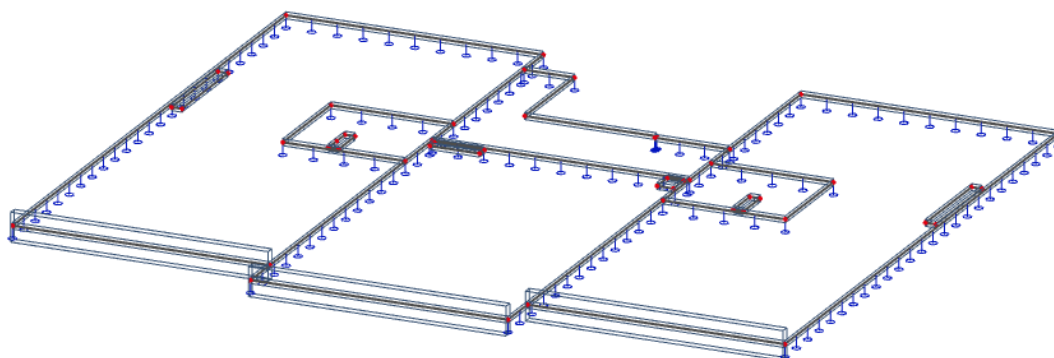
$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.60 + 1.01 = 1.61 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2.48 \text{ cm}$$

Odabrane dimenzije ploče i armatura iste zadovoljavaju u pogledu progiba.

### 6.3.3. Ploča pozicije 100 – ploča iznad 6. kata

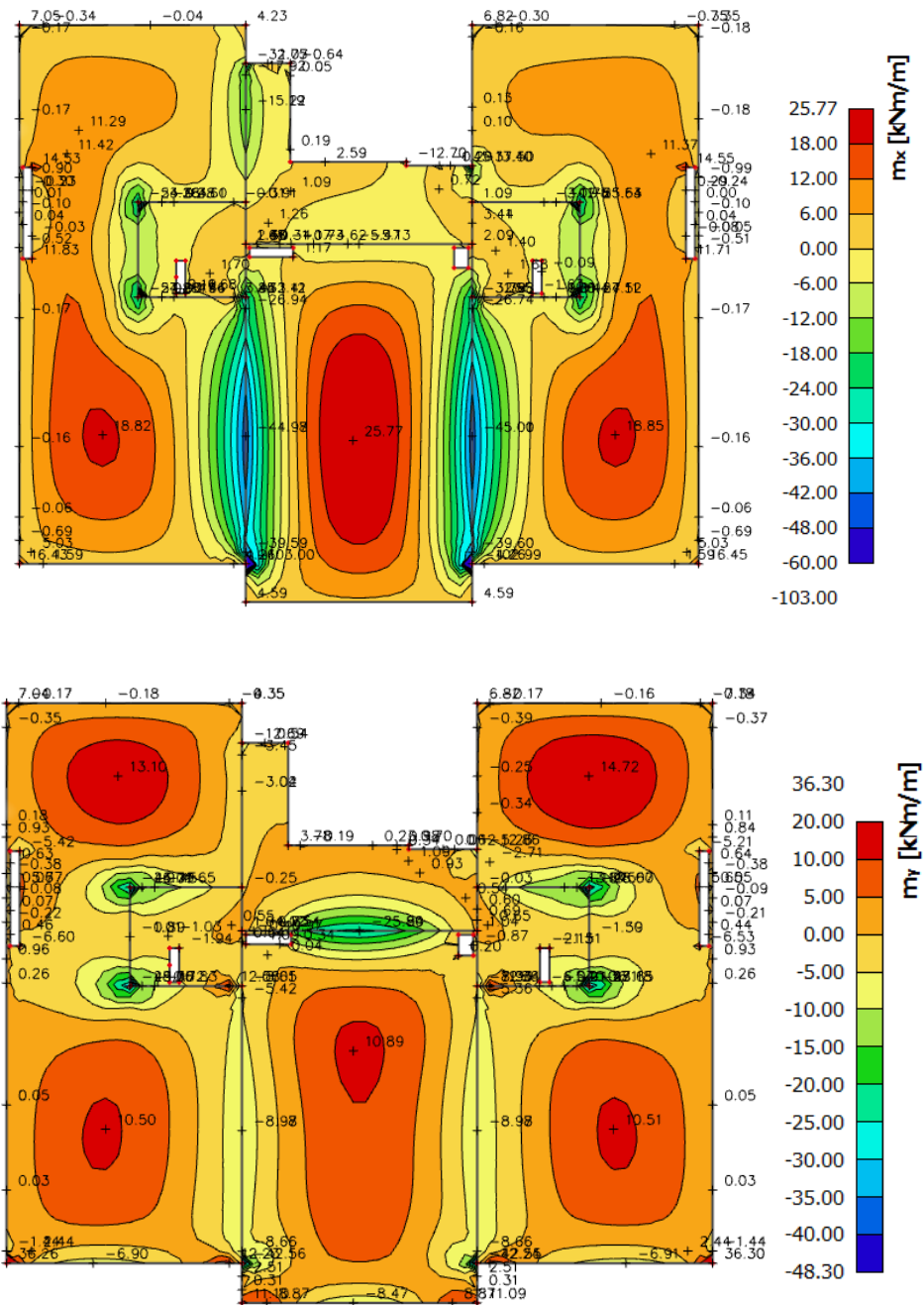


*Slika 161. Prikaz ploče pozicije 100*

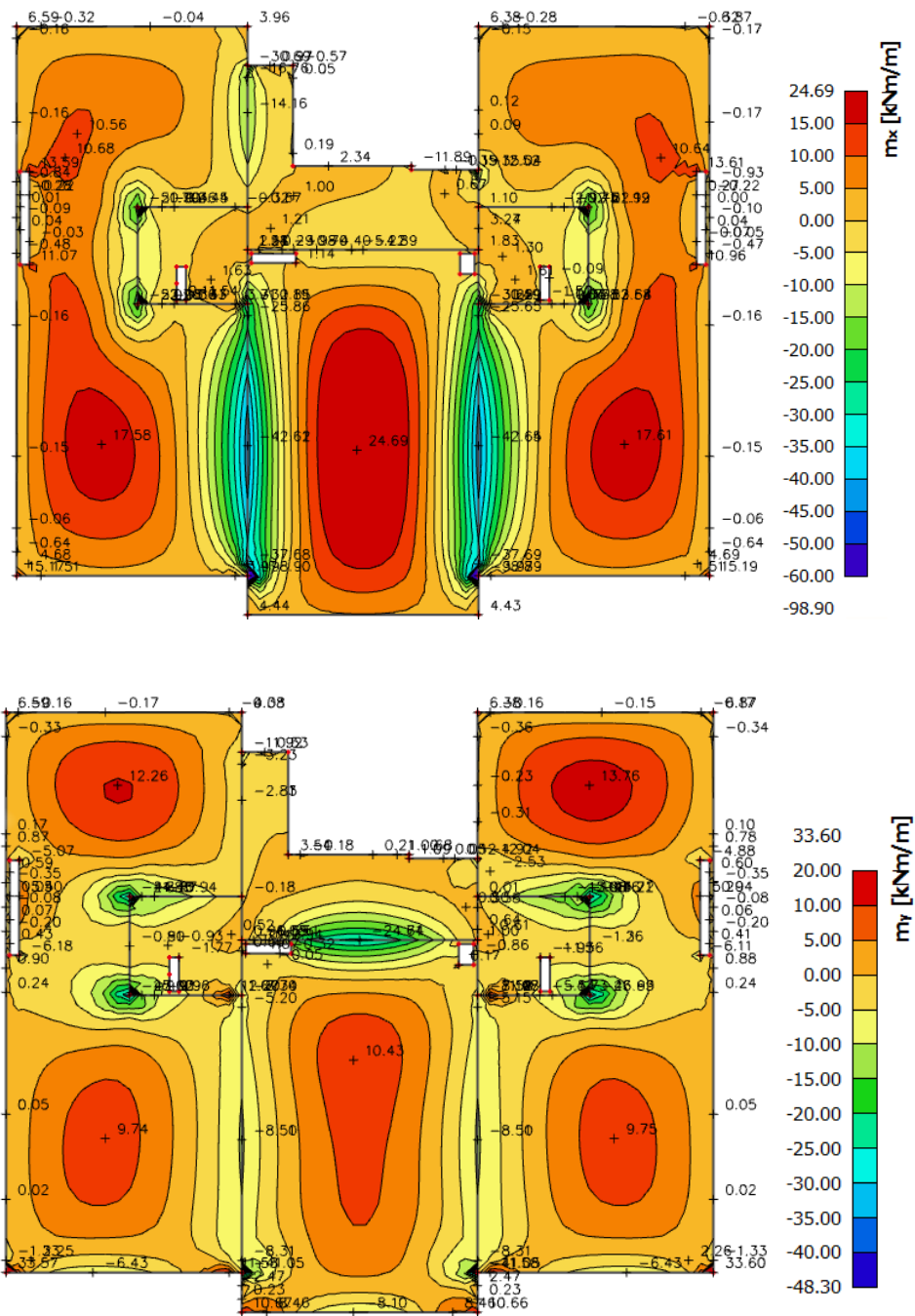


*Slika 162. 2D model ploče*





Slika 163. Dijagrami momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  za polje (GSN7)



Slika 164. Dijagrami momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  za ležaj (GSN8)

### 6.3.3.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje - Granično stanje nosivosti

Beton: C 25/30  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$

Armatura: B 500B  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$

$$b_{pl} = 100 \text{ cm}, \quad h_{pl} = 16 \text{ cm}$$

$$c_{nom} = 2 \text{ cm (XC1 klasa)}$$

$$d_1 = 3 \text{ cm} \quad d = 13 \text{ cm}$$

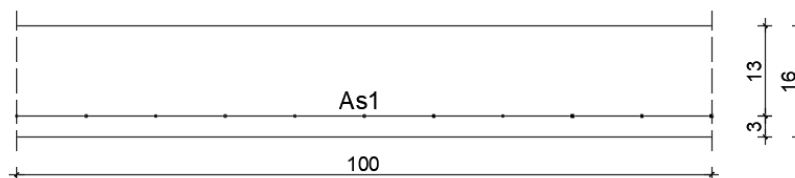
$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 13^2 \cdot 1.67 = 44.87 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 13 \cdot 43.48$$

$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = \frac{0.1}{100} \cdot 100 \cdot 16 = 1.6 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = \frac{2}{100} \cdot 100 \cdot 16 = 32.0 \text{ cm}^2$$

#### Proračun u polju



Slika 165. Skica armature ploče u polju

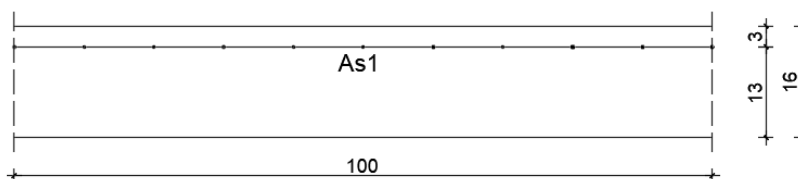
$$M_{Ed,max} = 25.77 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2577}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.091 \approx 0.094$$

Očitano:  $\epsilon_{s1} = 10.0 \%$   $\epsilon_{c2} = 2.1 \%$   $\zeta = 0.934$   $\xi = 0.174$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2577}{0.934 \cdot 13 \cdot 43.48} = 4.88 \text{ cm}^2/\text{m}$$

#### Proračun na ležaju



Slika 166. Skica armature ploče na ležaju

$$M_{Ed,min} = 42.68 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{4268}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.151$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 3.3 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.898 \quad \xi = 0.248$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{4268}{0.898 \cdot 13 \cdot 43.48} = 8.41 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura u polju: Q-503 s preklopom 40 cm ( $A_{s1} = 5.97 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Odabrana armatura na ležaju: R-785 s preklopom 40 cm ( $A_{s1} = 9.31 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

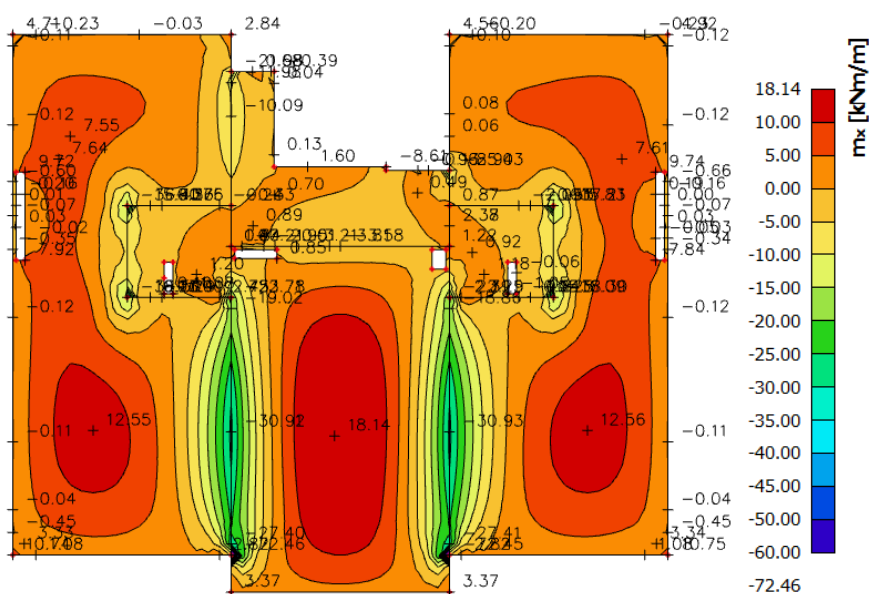
### 6.3.3.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče

#### Pukotine

Mjerodavni momenti u ploči dobiveni su iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.

Granična vrijednost širine pukotine za AB konstrukcije :  $w_g = 0.3 \text{ mm}$  (EC-2)

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2) :  $w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_g$



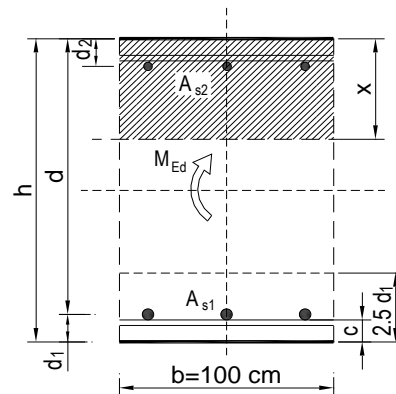
Slika 167. Maksimalni momenti savijanja – GSU

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju :  $M_{Ed} = 18.14 \text{ kNm/m}$

Armatura ploče donja zona: Q-503 + preklop 40 cm ( $A_{s1} = 5.97 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

$b =$	100,0 cm	$d =$	13,0 cm	$h =$	16,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	5,97 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>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	18,14 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	251,72 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,79 cm	$r_{p,eff} =$	0,0080		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000581 <	$0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000755		
$\emptyset =$	6,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	230,14 mm				

$$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,174 \text{ mm} < w_g$$

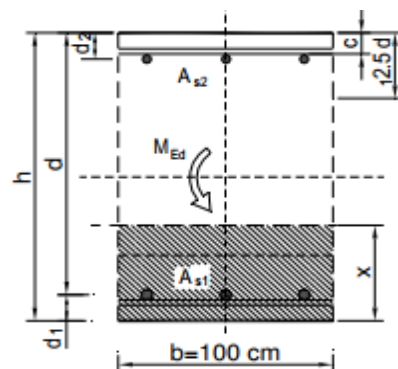


Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.174 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju :  $M_{Ed} = 30.93 \text{ kNm/m}$

Armatura ploče gornja zona: R-785 + preklop 40 cm ( $A_{s1} = 9.31 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

$b =$	100,0 cm	$d =$	13,0 cm	$h =$	16,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	9,31 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>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	30,93 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	279,79 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	3,38 cm	$r_{p,eff} =$	0,0124		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000953 >	$0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000839		
$\emptyset =$	6,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	184,17 mm				

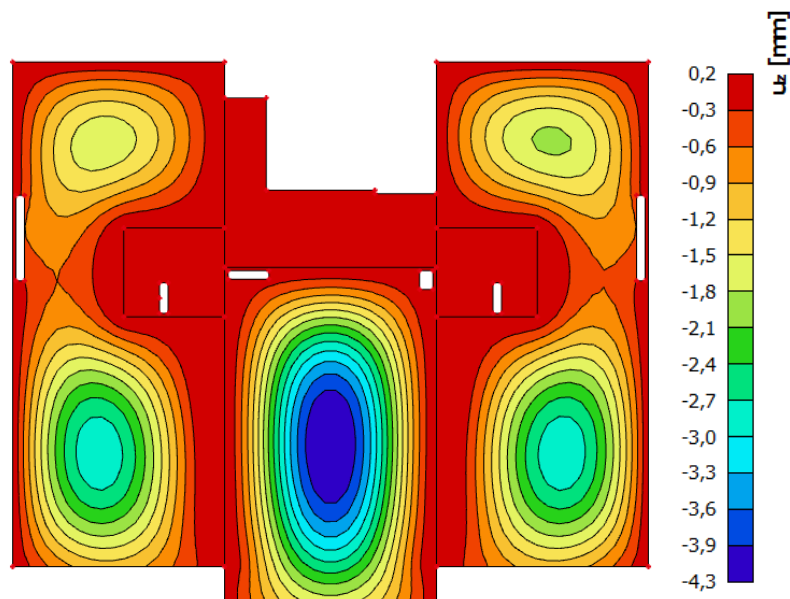


$$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,176 \text{ mm} < w_g$$

Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.176 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.

## Progibi

Progib kontroliramo za nefaktorizirano opterećenje i bez utjecaja puzanja.



Slika 168. Prikaz progiba ploče – GSU

Granična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{620}{250} = 2.48 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0.43 \text{ cm}$

Uzmu li se u obzir dugotrajni efektni, ukupni progib glasi:  $f_d = \Phi_0 \cdot K_r \cdot f_k$

$$A_c = b \cdot h = 100 \cdot 16 = 1600 \text{ cm}^2$$

$$u_c = 2 \cdot (b + h) = 2 \cdot (100 + 16) = 232 \text{ cm}$$

$$h_0 = 2 \cdot \frac{A_c}{u} = 2 \cdot \frac{1600}{232} = 13.8 \text{ cm} = 138 \text{ mm}$$

srednji polumjer konstrukcijskog elementa

$$RH = 80\%$$

vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{138}} = 1.39$$

koef. utjecaja relativne vlažnosti RH

$$f_{cm} = 33 \text{ MPa}$$

srednja tlačna čvrstoća betona klase C 25/30

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{33}} = 2.93$$

koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje

$$\begin{aligned}\beta_H &= 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot RH)^{18}] \cdot h_0 + 250 = \\ &= 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot 80)^{18}] \cdot 138 + 250 \\ &= 556.28\end{aligned}$$

koeficijenti utjecaja vlažnosti zraka i srednjeg polumjera  $\leq 1500$ 

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0.1 + t_0^{0.2}}$$

koeficijent starosti betona u trenutku opterećivanja

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0.488$$

koeficijent starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana

Utjecaj vrste cementa: za normalne ili brzovezujuće cemente  $\alpha=0$  – nema utjecajaUtjecaj temperature: za  $T=20^\circ\text{C}$  – nema utjecaja

$$\Phi_0(28) = \Phi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0)$$

osnovna veličina koef. puzanja (opt.

$$\Phi_0(28) = 1.39 \cdot 2.93 \cdot 0.488 = 1.99$$

nakon 28 dana)

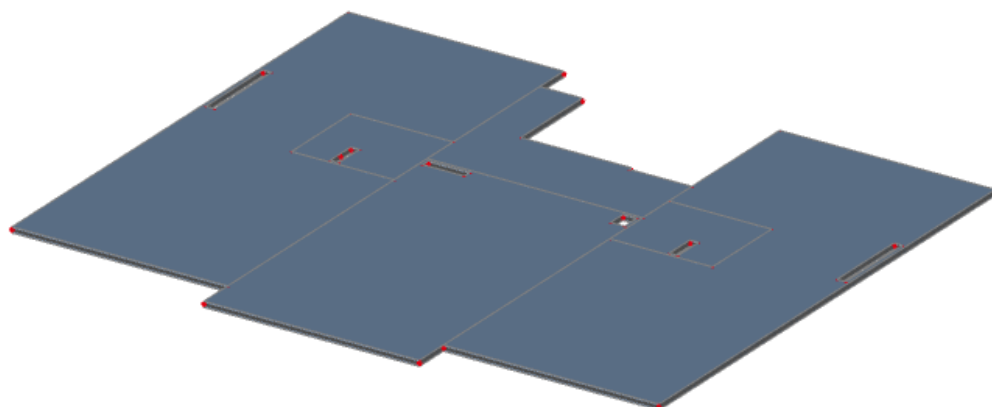
$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{5.97} = 0.85$$

$$f_d = 1.99 \cdot 0.85 \cdot 0.43 = 0.73 \text{ cm}$$

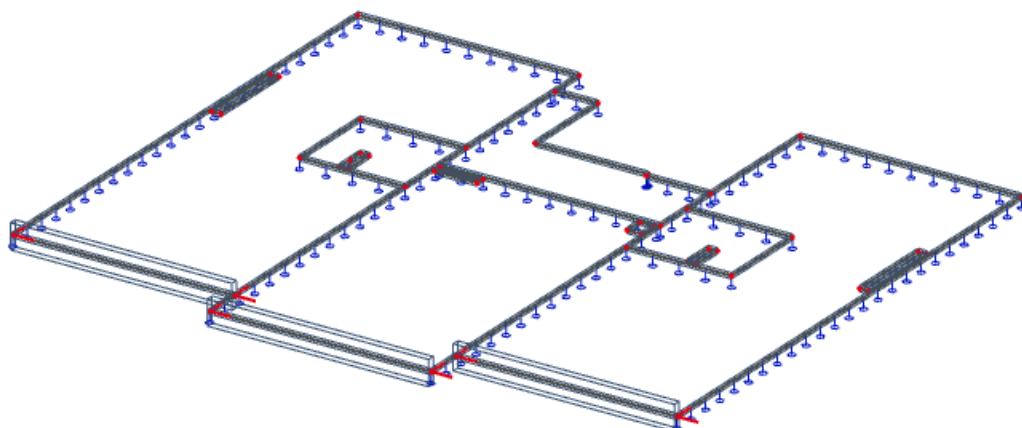
$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.43 + 0.73 = 1.16 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2.48 \text{ cm}$$

Odabrane dimenzije ploče i armatura iste zadovoljavaju u pogledu progiba.

### 6.3.4. Ploča pozicije 200 – ploča iznad 1,2,3,4 i 5 kata

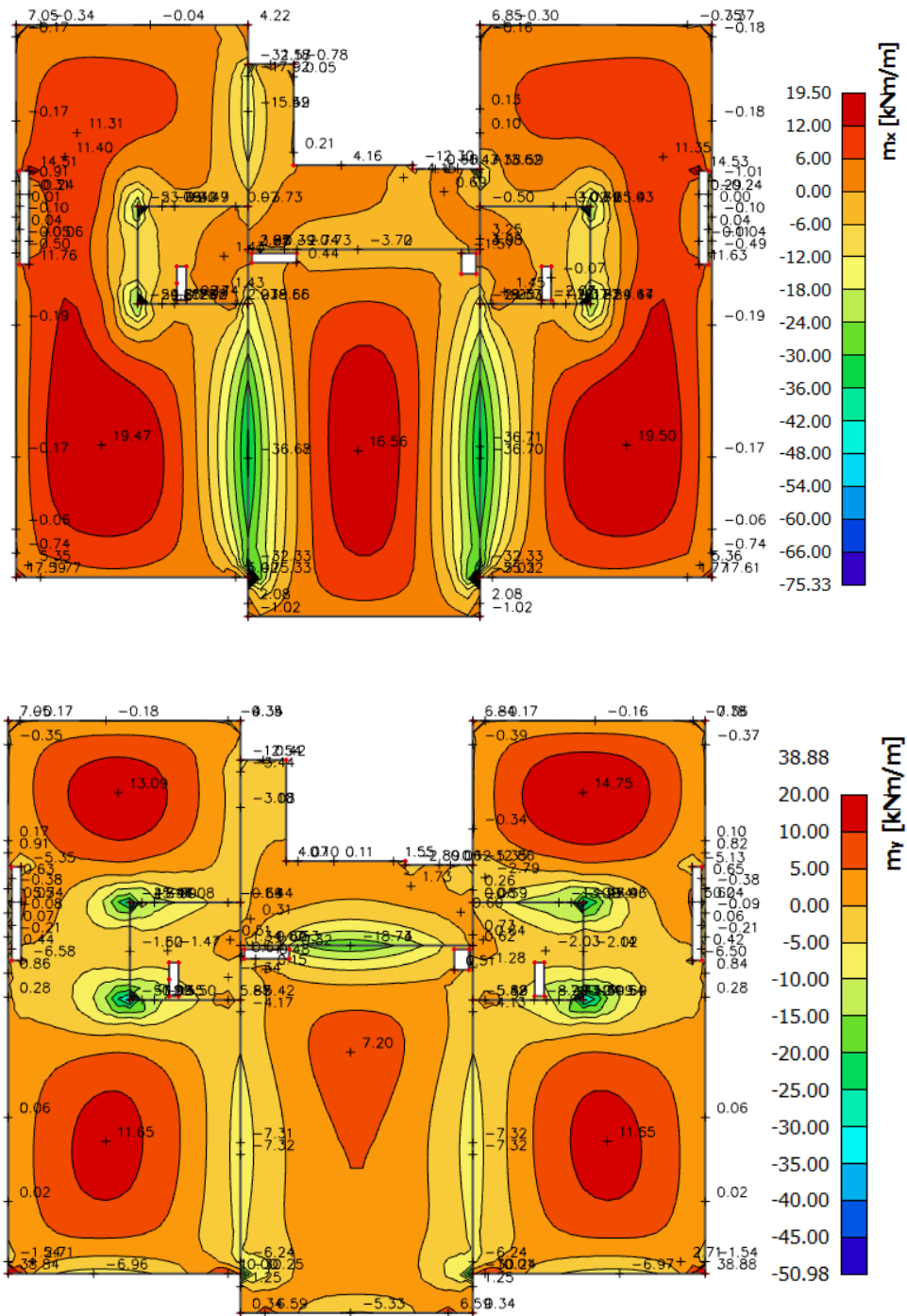


*Slika 169. Prikaz ploče pozicije 200*

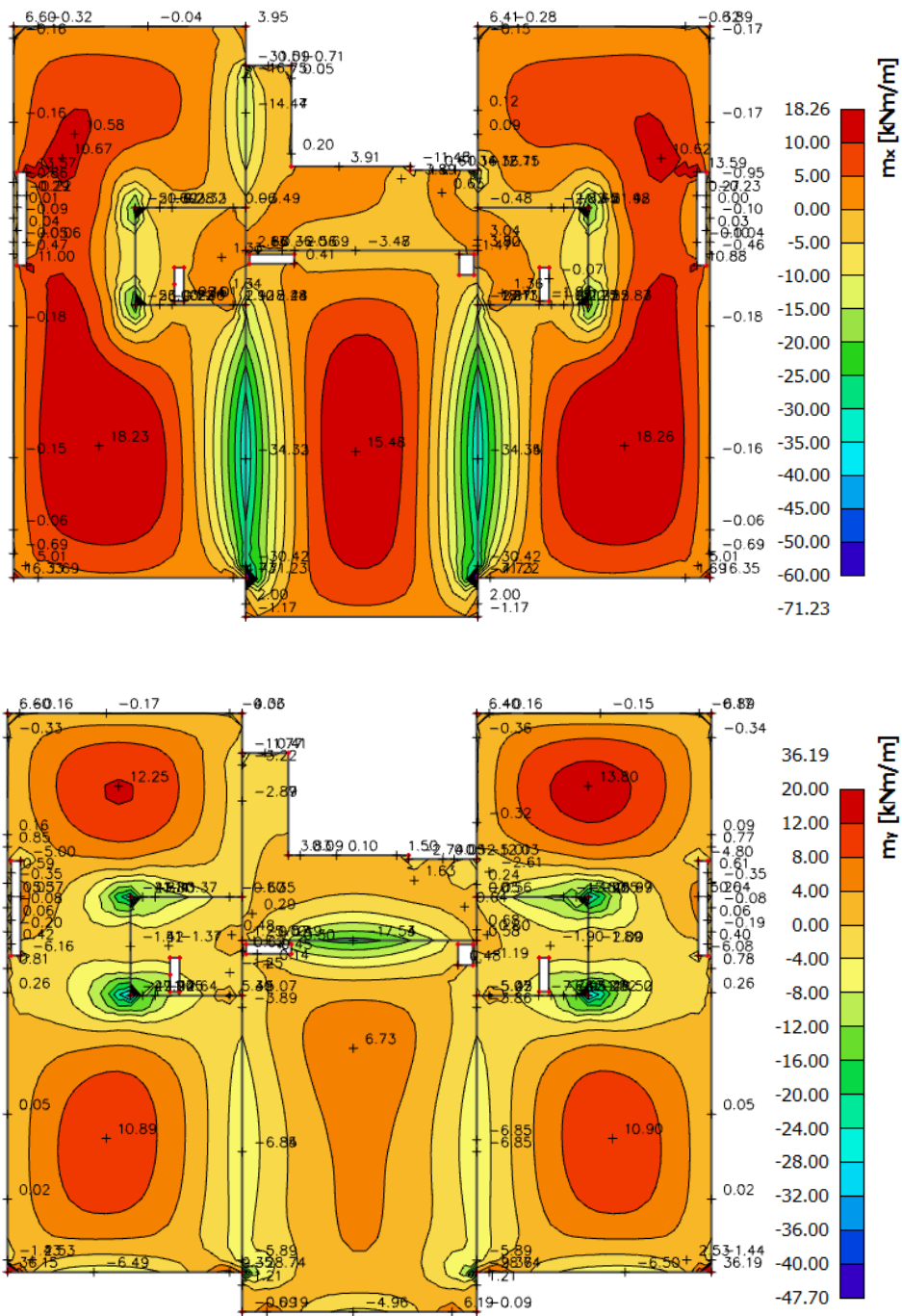


*Slika 170. 2D model ploče*





Slika 171. Dijagrami momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  za polje (GSN1)



Slika 172. Dijagrami momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  za ležaj (GSN2)

### 6.3.4.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje - Granično stanje nosivosti

$$\text{Beton: C 25/30} \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Armatura: B 500B} \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$$

$$b_{pl} = 100 \text{ cm}, \quad h_{pl} = 16 \text{ cm}$$

$$c_{nom} = 2 \text{ cm (XC1 klasa)}$$

$$d_1 = 3 \text{ cm} \quad d = 13 \text{ cm}$$

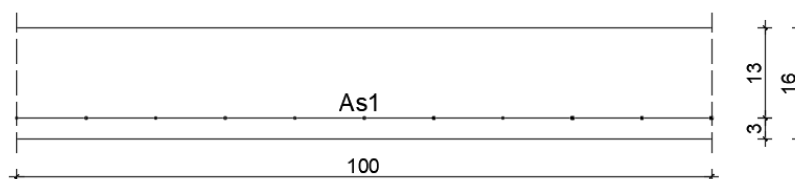
$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 13^2 \cdot 1.67 = 44.87 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 13 \cdot 43.48$$

$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = \frac{0.1}{100} \cdot 100 \cdot 16 = 1.6 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = \frac{2}{100} \cdot 100 \cdot 16 = 32.0 \text{ cm}^2$$

### Proračun u polju



Slika 173. Skica armature ploče u polju

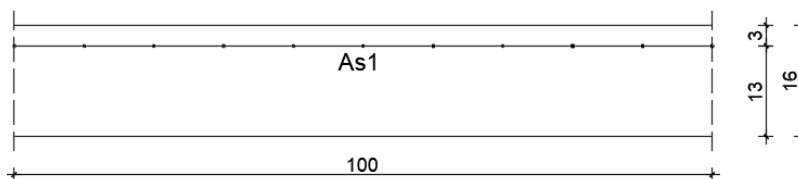
$$M_{Ed,max} = 19.50 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1950}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.069 \approx 0.071$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1.7 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.947 \quad \xi = 0.145$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1950}{0.947 \cdot 13 \cdot 43.48} = 3.64 \text{ cm}^2/\text{m}$$

### Proračun na ležaju



Slika 174. Skica armature ploče na ležaju

$$M_{Ed,min} = 34.38 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3438}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.122 \approx 0.125$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 2.7 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.916 \quad \xi = 0.213$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3438}{0.916 \cdot 13 \cdot 43.48} = 6.64 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura u polju: Q-385 s preklopom 40 cm ( $A_{s1} = 4.57 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Odabrana armatura na ležaju: R-636 s preklopom 40 cm ( $A_{s1} = 7.54 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

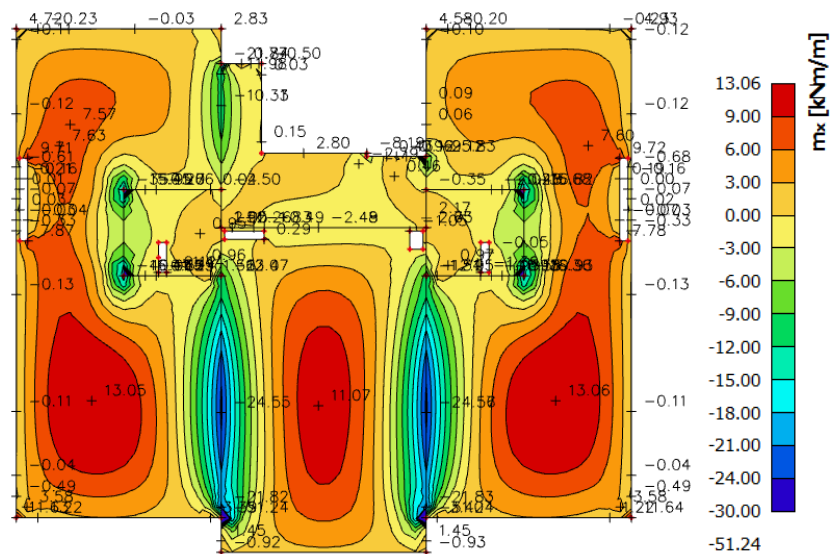
### 6.3.4.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče

#### Pukotine

Mjerodavni momenti u ploči dobiveni su iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.

Granična vrijednost širine pukotine za AB konstrukcije :  $w_g = 0.3 \text{ mm}$  (EC-2)

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2) :  $w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_g$

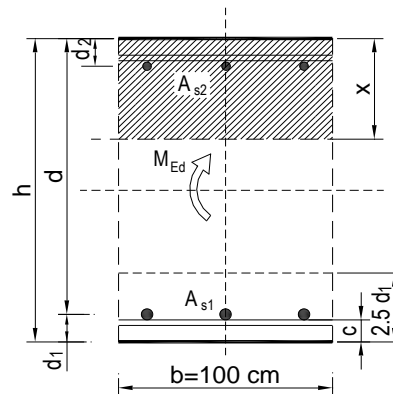


Slika 175. Maksimalni momenti savijanja – GSU

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju :  $M_{Ed} = 13.06 \text{ kNm/m}$

Armatura ploče donja zona: Q-385 + preklop 40 cm ( $A_s = 4.57 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

$b =$	100,0 cm	$d =$	13,0 cm	$h =$	16,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	4,57 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>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	13,06 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	234,73 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,48 cm	$r_{p,eff} =$	0,0061		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000299	$<$	$0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000704	
$\emptyset =$	6,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	269,40 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,190 mm $<$ wg				

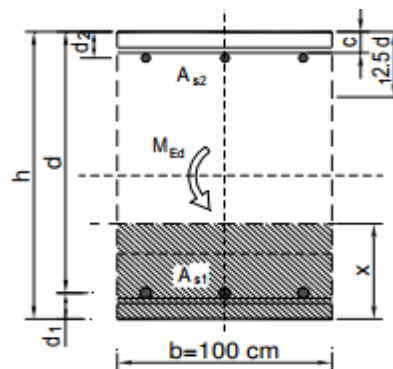


Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.190 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju :  $M_{Ed} = 24.58 \text{ kNm/m}$

Armatura ploče gornja zona: R-7636 + preklop 40 cm ( $A_s = 7.54 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

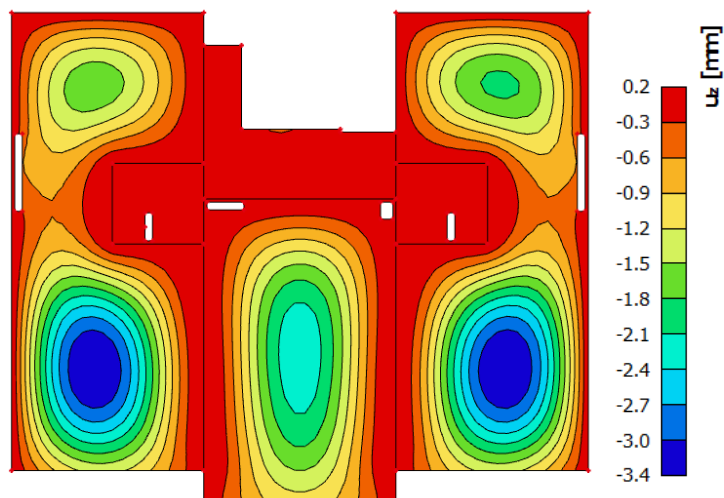
$b =$	100,0 cm	$d =$	13,0 cm	$h =$	16,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	7,54 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	24,58 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	272,31 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	3,09 cm	$r_{p,eff} =$	0,0101		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000819	$>$	$0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000817	
$\emptyset =$	6,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	203,46 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,167 mm $<$ wg				



Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.167 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.

## Progibi

Progib kontroliramo za nefaktorizirano opterećenje i bez utjecaja puzanja.



Slika 176. Prikaz progiba ploče - GSU

Granična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{1}{250} = \frac{620}{250} = 2.48 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0.34 \text{ cm}$

Uzmu li se u obzir dugotrajni efektni, ukupni progib glasi:  $f_d = \Phi_0 \cdot K_r \cdot f_k$

$$A_c = b \cdot h = 100 \cdot 16 = 1600 \text{ cm}^2$$

$$u_c = 2 \cdot (b + h) = 2 \cdot (100 + 16) = 232 \text{ cm}$$

$$h_0 = 2 \cdot \frac{A_c}{u} = 2 \cdot \frac{1600}{232} = 13.8 \text{ cm} = 138 \text{ mm}$$

srednji polumjer konstrukcijskog elementa

$$RH = 80\%$$

vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{138}} = 1.39$$

koef. utjecaja relativne vlažnosti RH

$$f_{cm} = 33 \text{ MPa}$$

srednja tlačna čvrstoća betona klase C 25/30

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{33}} = 2.93$$

koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje

$$\begin{aligned}\beta_H &= 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot RH)^{18}] \cdot h_0 + 250 = \\ &= 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot 80)^{18}] \cdot 138 + 250 \\ &= 556.28\end{aligned}$$

koeficijenti utjecaja vlažnosti zraka i srednjeg polumjera  $\leq 1500$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0.1 + t_0^{0.2}}$$

koeficijent starosti betona u trenutku opterećivanja

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0.488$$

koeficijent starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana

Utjecaj vrste cementa: za normalne ili brzovezujuće cemente  $\alpha=0$  – nema utjecaja

Utjecaj temperature: za  $T=20^\circ\text{C}$  – nema utjecaja

$$\Phi_0(28) = \Phi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0)$$

osnovna veličina koef. puzanja (opt.

$$\Phi_0(28) = 1.39 \cdot 2.93 \cdot 0.488 = 1.99$$

nakon 28 dana)

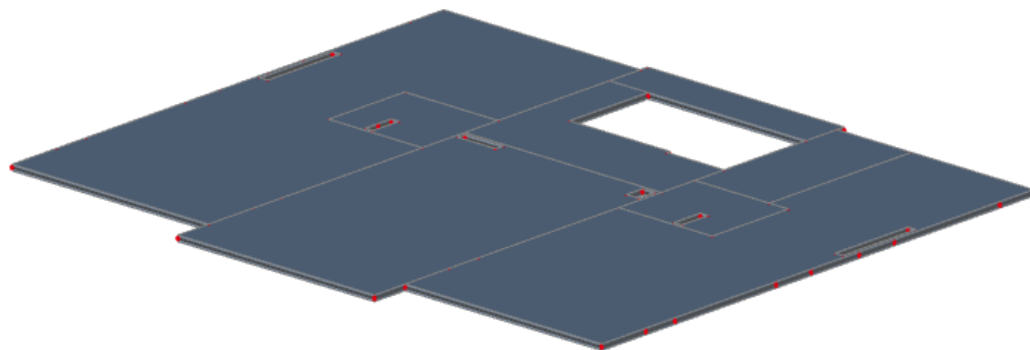
$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{4.57} = 0.85$$

$$f_d = 1.99 \cdot 0.85 \cdot 0.34 = 0.58 \text{ cm}$$

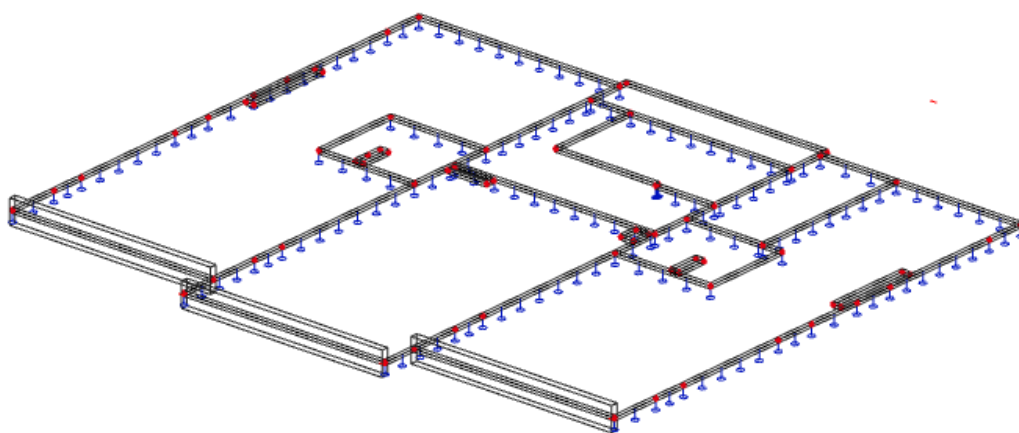
$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.34 + 0.58 = 0.92 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2.48 \text{ cm}$$

Odabrane dimenzije ploče i armatura iste zadovoljavaju u pogledu progiba.

### 6.3.5. Ploča pozicije 300 – ploča iznad prizemlja

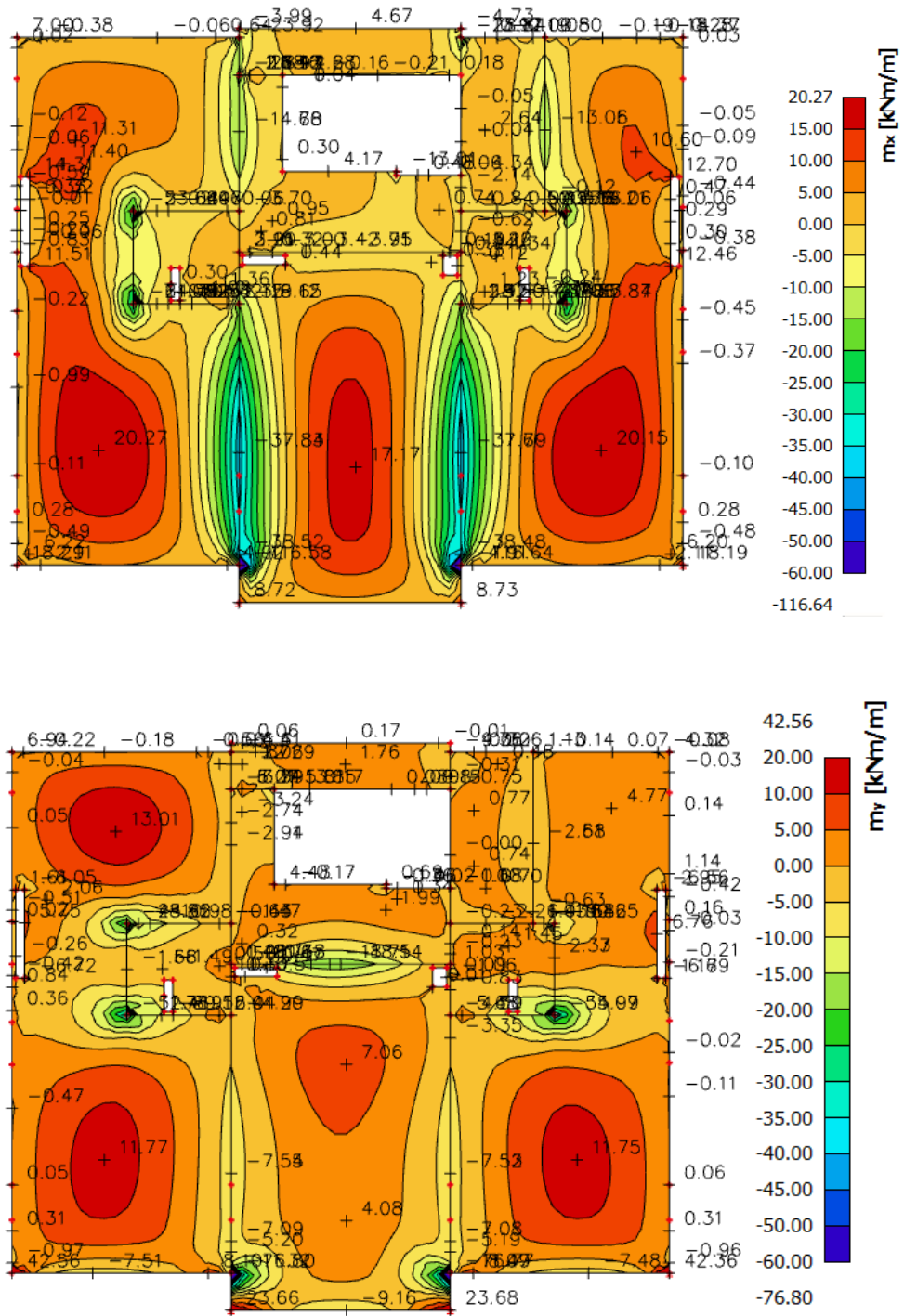


*Slika 177. Prikaz ploče pozicije 300*

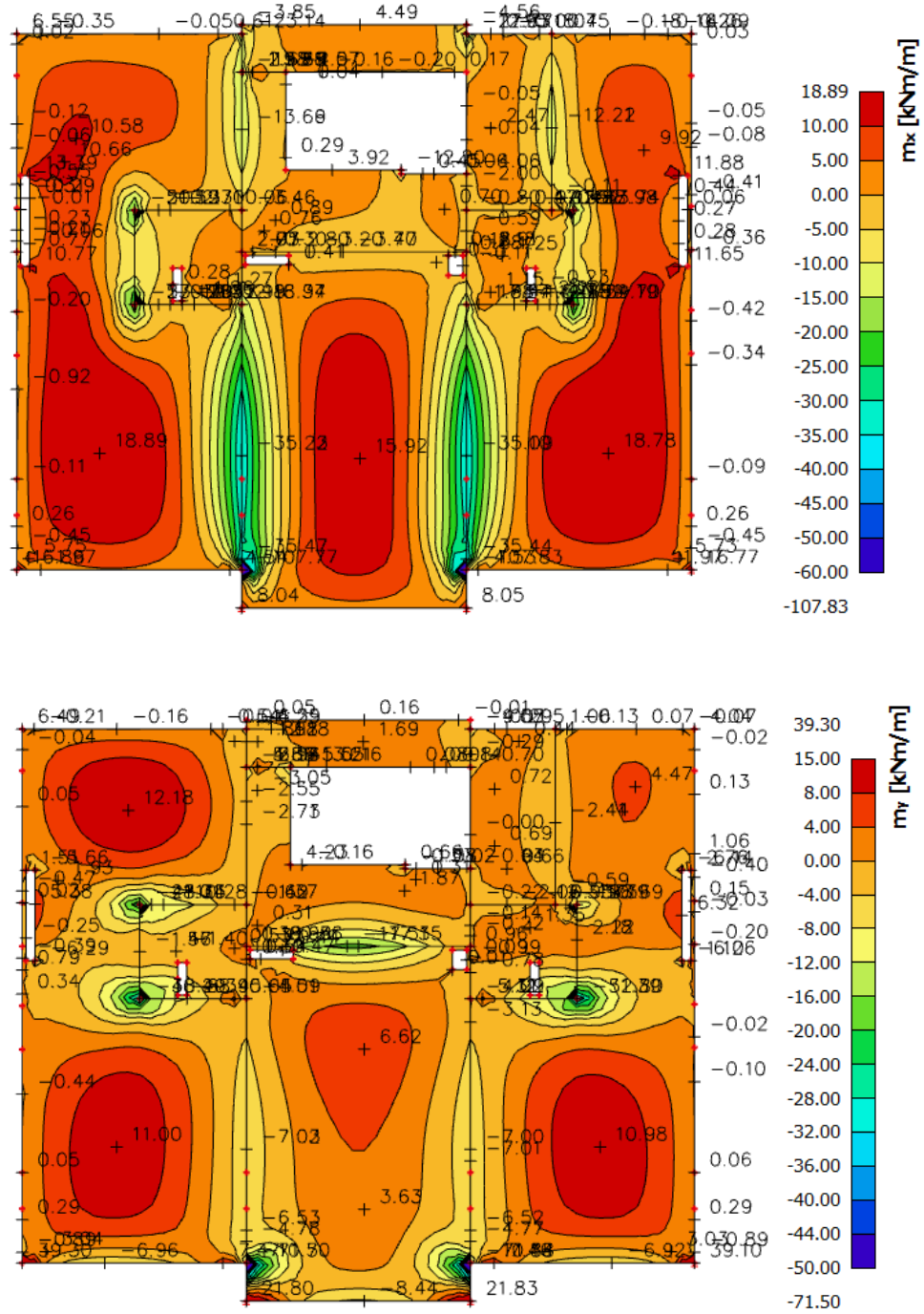


*Slika 178. 2D model ploče*





Slika 179. Dijagrami momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  za polje (GSN1)



Slika 180. Dijagrami momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  za ležaj (GSN2)

### 6.3.5.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje - Granično stanje nosivosti

Beton: C 25/30  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$

Armatura: B 500B  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$

$$b_{pl} = 100 \text{ cm}, \quad h_{pl} = 16 \text{ cm}$$

$$c_{nom} = 2 \text{ cm (XC1 klasa)}$$

$$d_1 = 3 \text{ cm} \quad d = 13 \text{ cm}$$

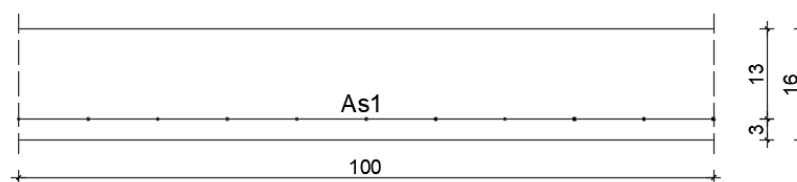
$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 13^2 \cdot 1.67 = 44.87 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 13 \cdot 43.48$$

$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = \frac{0.1}{100} \cdot 100 \cdot 16 = 1.6 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = \frac{2}{100} \cdot 100 \cdot 16 = 32.0 \text{ cm}^2$$

#### Proračun u polju



Slika 181. Skica armature ploče u polju

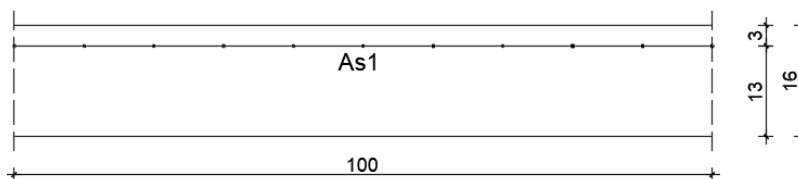
$$M_{Ed,max} = 20.27 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2027}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.072 \approx 0.077$$

Očitano:  $\epsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$      $\epsilon_{c2} = 1.8 \text{ ‰}$      $\zeta = 0.944$      $\xi = 0.153$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2027}{0.944 \cdot 13 \cdot 43.48} = 3.80 \text{ cm}^2/\text{m}$$

#### Proračun na ležaju



Slika 182. Skica armature ploče na ležaju

$$M_{Ed,min} = 35.47 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3547}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.126 \approx 0.129$$

$$\text{Očitano : } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 2.8 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.913 \quad \xi = 0.219$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3547}{0.913 \cdot 13 \cdot 43.48} = 6.87 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura u polju: Q-385 s preklopom 40 cm ( $A_{s1} = 4.57 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Odabrana armatura na ležaju: R-636 s preklopom 40 cm ( $A_{s1} = 7.54 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

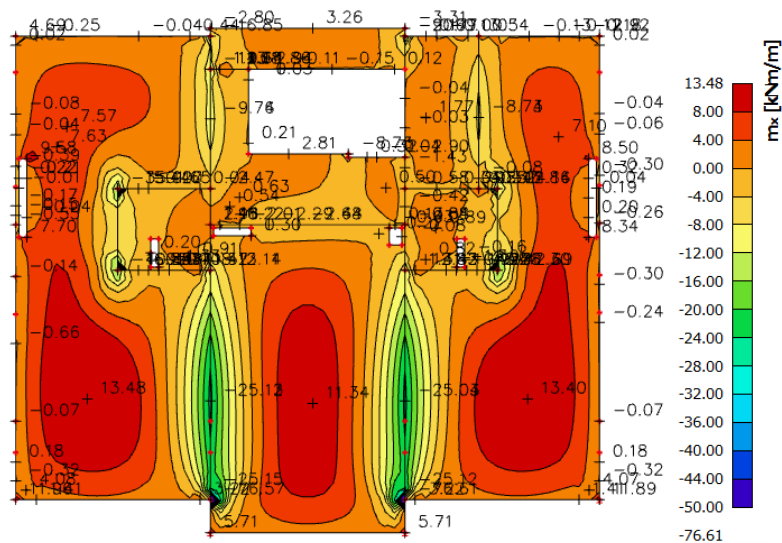
### 6.3.5.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče

#### Pukotine

Mjerodavni momenti u ploči dobiveni su iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.

Granična vrijednost širine pukotine za AB konstrukcije :  $w_g = 0.3 \text{ mm}$  (EC-2)

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2) :  $w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_g$

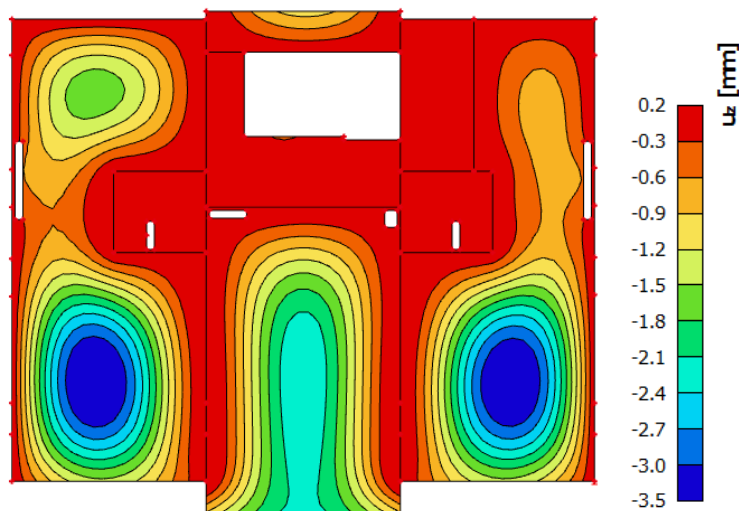


Slika 183. Maksimalni momenti savijanja – GSU



## Progibi

Progib kontroliramo za nefaktorizirano opterećenje i bez utjecaja puzanja.



Slika 184. Prikaz progiba ploče - GSU

Granična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{620}{250} = 2.48 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0.35 \text{ cm}$

Uzmu li se u obzir dugotrajni efektni, ukupni progib glasi:  $f_d = \Phi_0 \cdot K_r \cdot f_k$

$$A_c = b \cdot h = 100 \cdot 16 = 1600 \text{ cm}^2$$

$$u_c = 2 \cdot (b + h) = 2 \cdot (100 + 16) = 232 \text{ cm}$$

$$h_0 = 2 \cdot \frac{A_c}{u} = 2 \cdot \frac{1600}{232} = 13.8 \text{ cm} = 138 \text{ mm}$$

srednji polumjer konstrukcijskog elementa

$$RH = 80\%$$

vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{138}} = 1.39$$

koef. utjecaja relativne vlažnosti RH

$$f_{cm} = 33 \text{ MPa}$$

srednja tlačna čvrstoća betona klase C 25/30

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{33}} = 2.93$$

koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje

$$\begin{aligned}\beta_H &= 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot RH)^{18}] \cdot h_0 + 250 = \\ &= 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot 80)^{18}] \cdot 138 + 250 \\ &= 556.28\end{aligned}$$

koeficijenti utjecaja vlažnosti zraka i srednjeg polumjera  $\leq 1500$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0.1 + t_0^{0.2}}$$

koeficijent starosti betona u trenutku opterećivanja

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0.488$$

koeficijent starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana

Utjecaj vrste cementa: za normalne ili brzovezujuće cemente  $\alpha=0$  – nema utjecaja

Utjecaj temperature: za  $T=20^\circ\text{C}$  – nema utjecaja

$$\Phi_0(28) = \Phi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0)$$

osnovna veličina koef. puzanja (opt.

$$\Phi_0(28) = 1.39 \cdot 2.93 \cdot 0.488 = 1.99$$

nakon 28 dana)

$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{4.57} = 0.85$$

$$f_d = 1.99 \cdot 0.85 \cdot 0.35 = 0.59 \text{ cm}$$

$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.35 + 0.59 = 0.94 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2.48 \text{ cm}$$

Odabrane dimenzije ploče i armatura iste zadovoljavaju u pogledu progiba.

## 6.4. Armatura ploča

Tablica 20. Prikaz ugrađene i proračunate armature ploča

	Pozicije ploča	Površina ugrađene armature prema starom projektu ( $\text{cm}^2/\text{m}$ ); $A_{s1}$		Izračunata potrebna površina armature ( $\text{cm}^2/\text{m}$ ); $A_{s1}$		
		Polje	Ležaj	Polje	Ležaj	Ležaj – kritični presjeci ( $A_{s1}/A_{s2}$ )
Ulaz 1	-100	2.70	-	1.64	0.04	-
	000	6.90	2.80	5.94	6.91	11.01 / 2.11
	100	3.50	9.50	5.16	8.81	-
	200	3.50	9.50	3.60	5.99	-
	300	3.50	9.50	3.92	6.42	-
Ulaz 2 i 4	-100	2.50	3.00	1.47	3.26	-
	000	6.90	8.50	6.19	8.25	-
	100	3.50	8.70	5.77	7.62	10.74 / 1.84
	200	3.50	9.50	4.14	7.82	-
	300	3.50	9.50	3.70	6.35	-
	400	3.50	9.50	4.27	7.06	-
Ulaz 3	-100	2.50	3.00	1.47	3.23	-
	000	6.90	8.50	5.61	5.91	11.22 / 2.32
	100	3.50	8.70	4.88	8.41	-
	200	3.50	9.50	3.64	6.64	-
	300	3.50	9.50	3.80	6.87	-

Napomena: U tablici 20. napravljena je usporedba ugrađene, odnosno minimalne potrebne izračunate armature izvučene iz projekta (1978.) i armature koja je dobivena proračunom u ovom radu.



## 7. PRORAČUN STUBIŠTA

Proračun stubišta proveden je prema EC-2 (Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija) u polju i na spoju podesta i ploče kata.

Modeli stubišta napravljeni su posebno u numeričkom programu *Scia Engineer 21.0*.

$$\begin{aligned} \text{Beton: C 25/30} \quad f_{cd} &= \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}; & f_{cd} &= 1.67 \text{ kN/cm}^2 \\ \text{Armatura: B 500B} \quad f_{yd} &= \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}; & f_{yd} &= 43.48 \text{ kN/cm}^2 \\ b_{pl} &= 100 \text{ cm}, \quad h_{pl} = 16 \text{ cm} \\ c_{nom} &= 2 \text{ cm (XC1 klasa)} \\ d_1 &= 3 \text{ cm} \quad d = 13 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 13^2 \cdot 1.67 = 44.87 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 13 \cdot 43.48$$

$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = \frac{0.1}{100} \cdot 100 \cdot 16 = 1.60 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = \frac{2}{100} \cdot 100 \cdot 16 = 32.0 \text{ cm}^2$$

U sljedećoj tablici prikazani su ultimativni momenti nosivosti za odabranu mrežastu armaturu:

Tablica 21. Prikaz maksimalnih momenata nosivosti za odabranu mrežastu armaturu

Mreža	Površina $A_{s1}$	Moment nosivosti betona $M_{Rd,c,lim}$	Moment nosivosti armature $M_{Rd,s,lim}$	Postotak armature
	[cm <sup>2</sup> /m]	[kNm]	[kNm]	%
R/Q-166	1,66	20,59	7,08	0,12
R/Q-188	1,88	20,59	8,02	0,13
R/Q-196	1,96	20,59	8,36	0,14
Q-226	2,26	20,59	9,64	0,16
R/Q-257	2,57	20,59	10,96	0,18
R/Q-283	2,83	20,59	12,07	0,20
R/Q-335	3,35	20,59	14,29	0,24
R/Q-385	3,85	20,59	16,43	0,28
R/Q-424	4,24	20,59	18,09	0,30

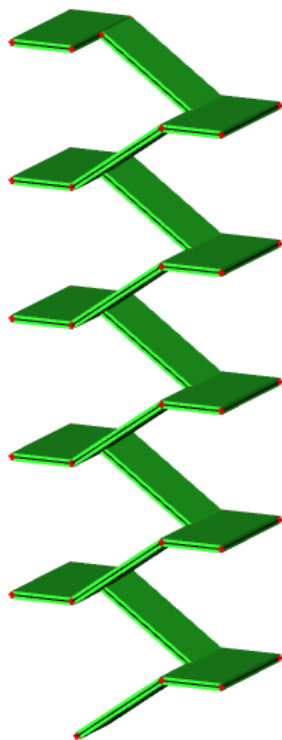
R/Q-503	5,03	20,59	21,46	0,36
R-524	5,24	20,59	22,36	0,37
R/Q-636	6,36	20,59	27,13	0,45
R/Q-785	7,85	20,59	33,49	0,56

Sva armatura je veća od minimalne i manja od maksimalne. Zbog preraspodjele kod dugotrajnih efekata armaturu u polju uvijek birati veću od izračunate, a armaturu na ležajevima u skladu s izračunatom. Ako se u obzir uzmu i preklopi  $\geq 40$  cm  $\left( A'_{s1} = A_{s1} \cdot \frac{\text{širina mreže (215) + preklap(40)}}{\text{širina mreže(215)}} \right)$ :

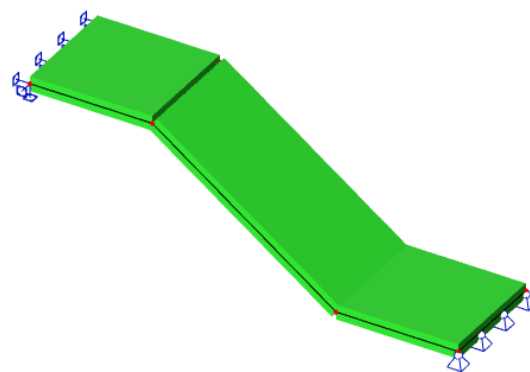
Tablica 22. Prikaz maksimalnih momenata nosivosti za odabranu mrežastu armaturu

Mreža	Površina $A_{s1}'$	Moment nosivosti betona $M_{Rd,c,lim}$	Moment nosivosti armature $M_{Rd,s,lim}$	Postotak armature
	[cm <sup>2</sup> /m]	[kNm]	[kNm]	%
R/Q-166	1,97	20,59	8,40	0,12
R/Q-188	2,23	20,59	9,51	0,13
R/Q-196	2,32	20,59	9,90	0,14
Q-226	2,68	20,59	11,43	0,16
R/Q-257	3,05	20,59	13,01	0,22
R/Q-283	3,36	20,59	14,33	0,24
R/Q-335	3,97	20,59	16,94	0,28
R/Q-385	4,57	20,59	19,50	0,33
R/Q-424	5,03	20,59	21,46	0,36
R/Q-503	5,97	20,59	25,47	0,43
R-524	6,21	20,59	26,49	0,44
R/Q-636	7,54	20,59	32,17	0,54
R/Q-785	9,31	20,59	39,72	0,67

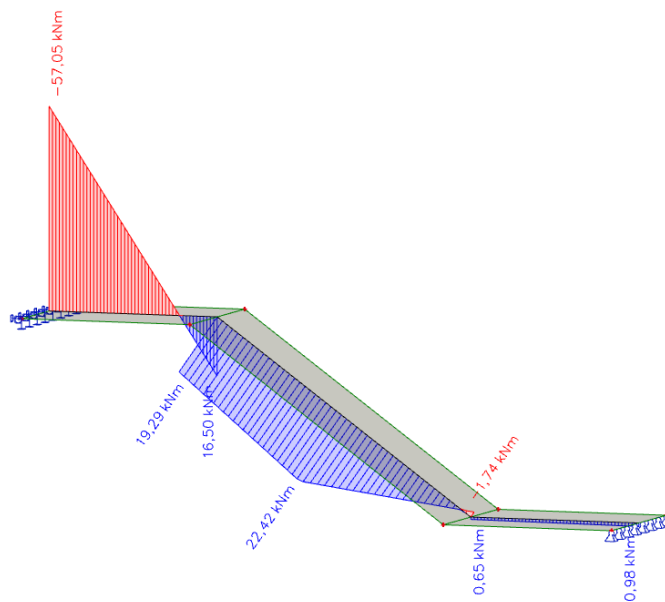
## 7.1. Dimenzioniranje stubišta - Ulaz 1



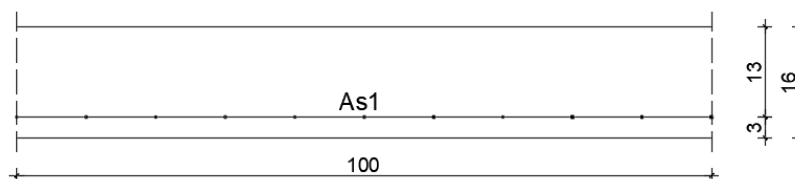
Slika 185: Model stubišta ulaza 1



Slika 186: Model stubišta za proračun



Slika 187: Rezultati proračuna (GSNI)

**Proračun u polju**

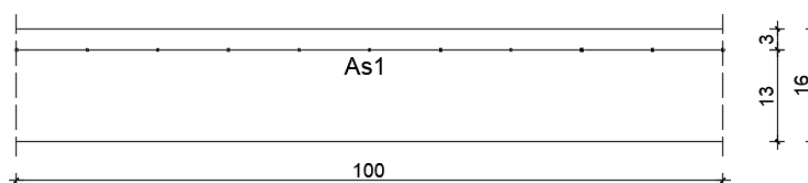
Slika 188. Skica armature ploče u polju

$$M_{Ed,max} = 22.42 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2242}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.079 \approx 0.083$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1.9 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.941 \quad \xi = 0.160$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2242}{0.941 \cdot 13 \cdot 43.48} = 4.22 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**Proračun na ležaju**

Slika 189. Skica armature ploče na ležaju

$$M_{Ed,min} = 57.05 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{5705}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.202 > \mu_{sd,lim} = 0.159$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 3.5 \text{ ‰} \quad \mu_{sd,lim} = 0.159 \quad \zeta_{lim} = 0.892 \quad \xi_{lim} = 0.259$$

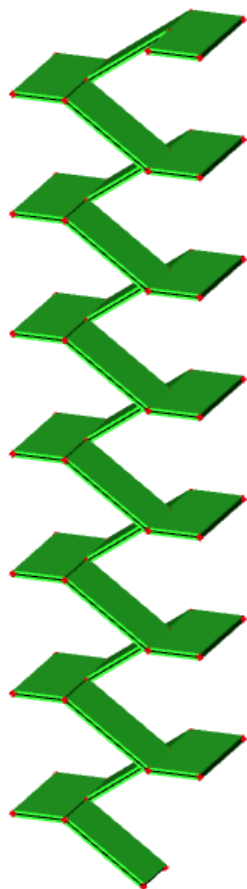
$$A_{s1} = \frac{M_{Rd,lim}}{\zeta_{lim} \cdot d \cdot f_{yd}} + \frac{M_{Ed} - M_{Rd,lim}}{(d - d_2) \cdot f_{yd}} = \frac{4487}{0.892 \cdot 13 \cdot 43.48} + \frac{5705 - 4487}{(13 - 3) \cdot 43.48}$$

$$= 8.90 + 2.80 = 11.07 \text{ cm}^2/\text{m}$$

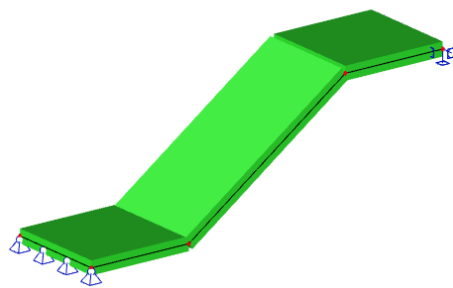
Odabrana armatura u polju: Q-503 ( $A_{s1} = 5.03 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Odabrana armatura na ležaju: R-785 + 4Ø12 ( $A_{s1} = 7.85 + 4.52 = 12.37 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

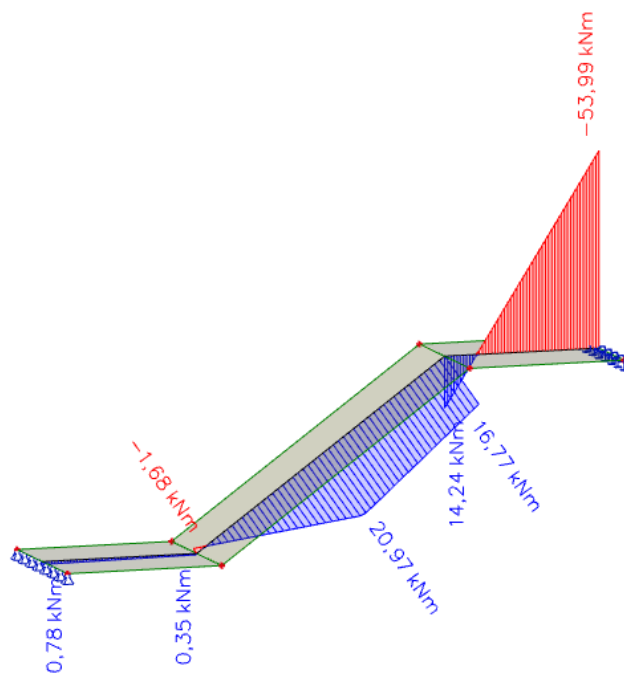
## 7.2. Dimenzioniranje stubišta - Ulaz 2 i 4



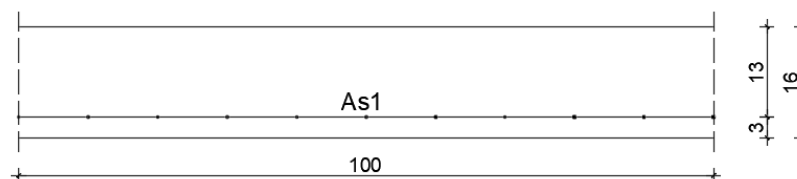
Slika 190: Model stubišta ulaza 2 (4)



Slika 191: Model stubišta za proračun



Slika 192: Rezultati proračuna (GSNI)

**Proračun u polju**

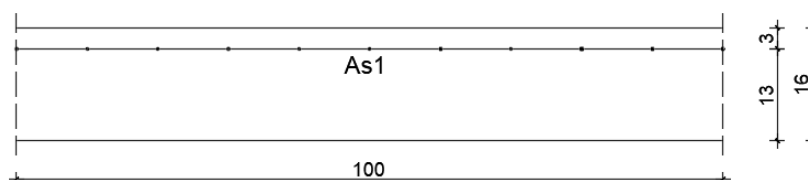
Slika 193. Skica armature ploče u polju

$$M_{Ed,max} = 20.97 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2097}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.074 \approx 0.077$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1.8 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.944 \quad \xi = 0.153$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2097}{0.944 \cdot 13 \cdot 43.48} = 3.93 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**Proračun na ležaju**

Slika 194. Skica armature ploče na ležaju

$$M_{Ed,min} = 53.99 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{5399}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.191 > \mu_{sd,lim} = 0.159$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 3.5 \text{ ‰} \quad \mu_{sd,lim} = 0.159 \quad \zeta_{lim} = 0.892 \quad \xi_{lim} = 0.259$$

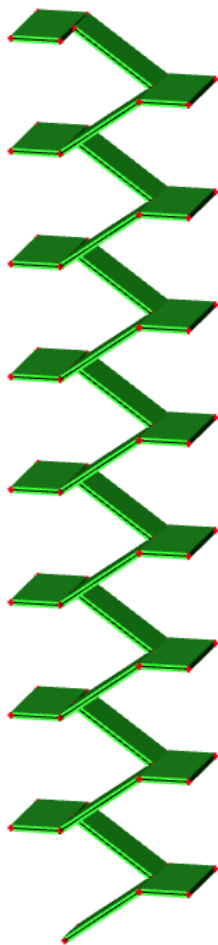
$$A_{s1} = \frac{M_{Rd,lim}}{\zeta_{lim} \cdot d \cdot f_{yd}} + \frac{M_{Ed} - M_{Rd,lim}}{(d - d_2) \cdot f_{yd}} = \frac{4487}{0.892 \cdot 13 \cdot 43.48} + \frac{5399 - 4487}{(13 - 3) \cdot 43.48}$$

$$= 8.90 + 2.10 = 11.0 \text{ cm}^2/\text{m}$$

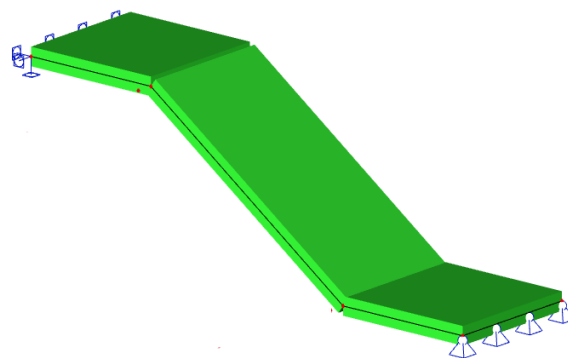
Odabrana armatura u polju: Q-503 ( $A_{s1} = 5.03 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Odabrana armatura na ležaju: R-785 + 4Ø12 ( $A_{s1} = 7.85 + 4.52 = 12.37 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

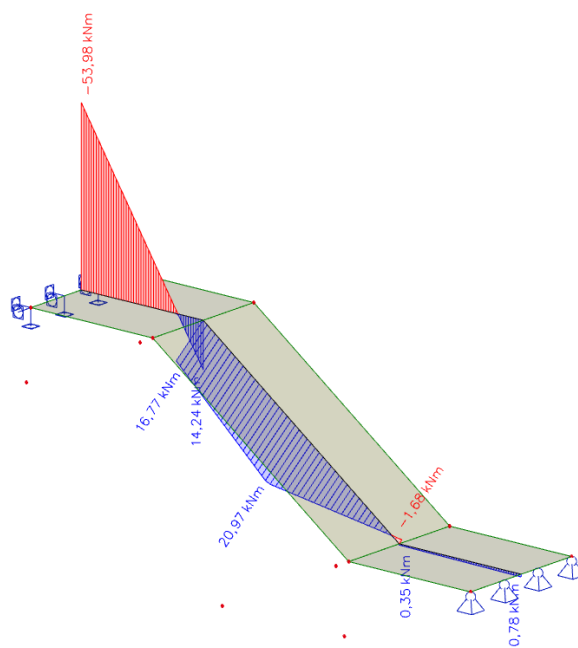
## 7.3. Dimenzioniranje stubišta - Ulaz 3



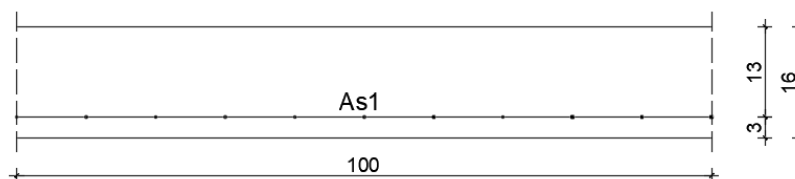
Slika 195: Model stubišta ulaza 3



Slika 196: Model stubišta za proračun



Slika 197: Rezultati proračuna (GSN1)

**Proračun u polju**

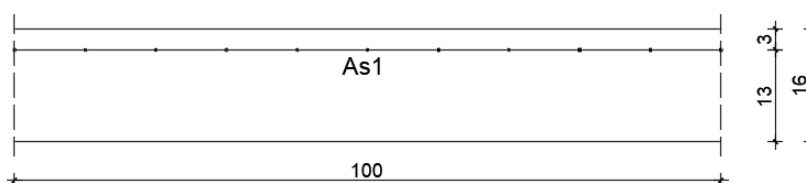
Slika 198. Skica armature ploče u polju

$$M_{Ed,max} = 20.97 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2097}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.074 \approx 0.077$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1.8 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.944 \quad \xi = 0.153$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2097}{0.944 \cdot 13 \cdot 43.48} = 3.93 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**Proračun na ležaju**

Slika 199. Skica armature ploče na ležaju

$$M_{Ed,min} = 53.98 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{5398}{100 \cdot 13^2 \cdot 1.67} = 0.191 > \mu_{sd,lim} = 0.159$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 3.5 \text{ ‰} \quad \mu_{sd,lim} = 0.159 \quad \zeta_{lim} = 0.892 \quad \xi_{lim} = 0.259$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Rd,lim}}{\zeta_{lim} \cdot d \cdot f_{yd}} + \frac{M_{Ed} - M_{Rd,lim}}{(d - d_2) \cdot f_{yd}} = \frac{4487}{0.892 \cdot 13 \cdot 43.48} + \frac{5398 - 4487}{(13 - 3) \cdot 43.48}$$

$$= 8.90 + 2.10 = 11.0 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura u polju: Q-503 ( $A_{s1} = 5.03 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Odabrana armatura na ležaju: R-785 + 4Ø12 ( $A_{s1} = 7.85 + 4.52 = 12.37 \text{ cm}^2/\text{m}$ )



#### 7.4. Armatura stubišta

Tablica 23. Prikaz ugrađene i proračunate armature stubišta

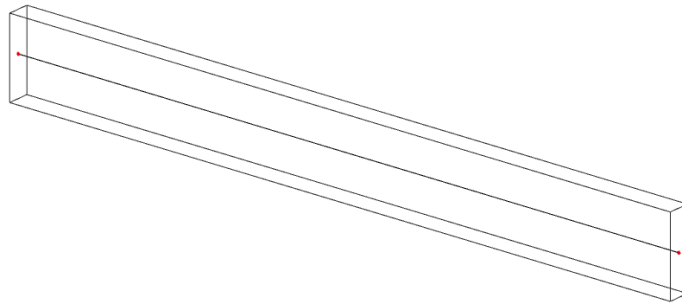
Stubište	Površina ugrađene armature prema starom projektu (cm <sup>2</sup> /m); $A_{s1}$	Izračunata potrebna površina armature (cm <sup>2</sup> /m); $A_{s1}$	
		<i>Polje</i>	<i>Ležaj <math>A_{s1}</math></i>
<b>Ulaz 1</b>	15.4	4.22	11.07
<b>Ulaz 2 i 4</b>	15.4	3.93	11.0
<b>Ulaz 3</b>	15.4	3.93	11.0

Napomena: U tablici 23. napravljena je usporedba ugrađene, odnosno minimalne potrebne izračunate armature izvučene iz projekta (1978.) i armature koja je dobivena proračunom u ovom radu.

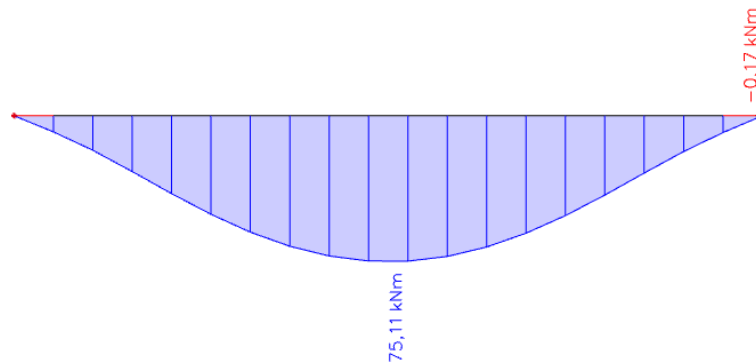
## 8. PRORAČUN GREDA

Sve grede su „L“ oblika, izvedene od betona C25/30 te armirane armaturom B500B. Dimenzije greda su 20x70 cm i 20x60 cm.

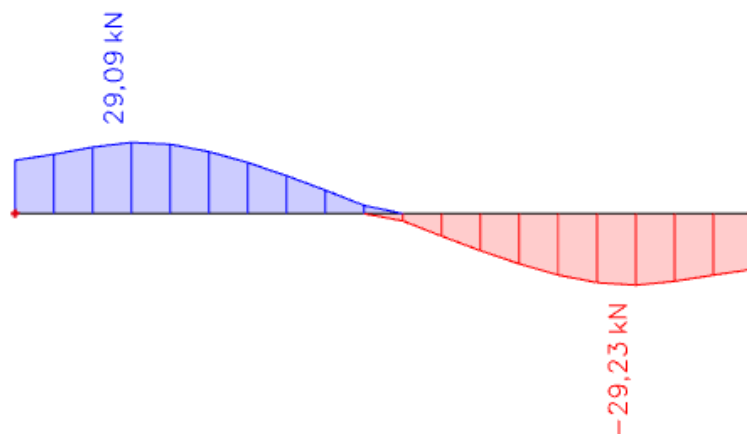
### 8.1. PRORAČUN GREDA 20x70



Slika 200. Greda 20x70



Slika 201. Moment savijanja  $M_y$  za gredu 20x70 (GSN2)



Slika 202. Poprečna sila  $V_z$  za gredu 20x70 (GSN2)

**8.1.1. Dimenzioniranje grede na savijanje**

$$\text{Beton: C 25/30} \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Armatura: B 500B} \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$$

$$\mu_{sds}^* = 0.159; \quad \zeta = 0.892$$

$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd}$$

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

Minimalna površina armature:

$$A_{s1,min} \geq 0.26 \cdot \frac{f_{ct,m}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d \geq 0.0013 \cdot b_t \cdot d$$

$$A_{s1,min} = 0.26 \cdot \frac{2.6}{500} \cdot 20 \cdot 65 = 1.76 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,min} = 0.0013 \cdot 20 \cdot 65 = 1.69 \text{ cm}^2$$

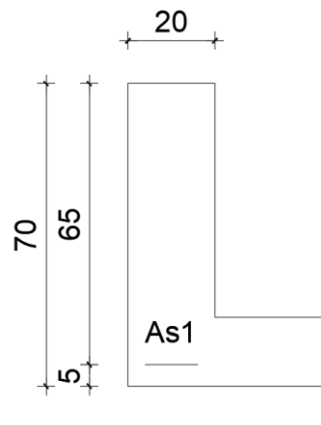
Maksimalna površina armature:

$$A_{s1,max} = 0.04 \cdot b \cdot h = 0.04 \cdot 20 \cdot 65 = 52.0 \text{ cm}^2$$

U tablici su prikazani maksimalni momenti nosivosti za odabranu uzdužnu armaturu grede 20x70 cm:

Tablica 24. Prikaz maksimalnih momenata nosivosti za odabranu armaturu

Šipke	Površina $A_{s1}$	Moment nosivosti betona $M_{Rd,c,lim}$	Moment nosivosti armature $M_{Rd,s,lim}$	Postotak armature
	[cm <sup>2</sup> ]	[kNm]	[kNm]	%
2Ø8	1,01	224,37	25,46	0,07
2Ø10	1,57	224,37	39,58	0,11
2Ø12	2,26	224,37	56,97	0,16
2Ø14	3,08	224,37	77,65	0,22
2Ø16	4,02	224,37	101,34	0,29
2Ø18	5,09	224,37	128,32	0,37

**Proračun uzdužne armature u polju**

Slika 1. Poprečni presjek grede

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

$$h = 70 \text{ cm}$$

$$L = 610 \text{ cm}$$

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

$$d = h - d_1 = 70 - 5 = 65 \text{ cm}$$

Širina tlačnog područja:

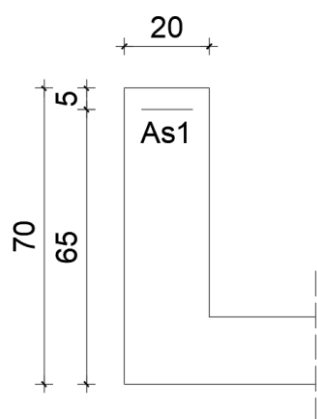
$$b_{\text{eff}} = b_w = 20 \text{ cm}$$

$$M_{\text{Ed}} = 75.11 \text{ kNm}$$

$$\mu_{\text{sd}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{b_{\text{eff}} \cdot d^2 \cdot f_{\text{cd}}} = \frac{7511}{20 \cdot 65^2 \cdot 1.67} = 0.053 \approx 0.054$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{\text{Ed}}}{\zeta \cdot d \cdot f_{\text{yd}}} = \frac{7511}{0.956 \cdot 65 \cdot 43.48} = 2.78 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura u polju: 2Ø14 ( $A_{s1} = 3.08 \text{ cm}^2$ )**Proračun uzdužne armature na ležaju**

Slika 204. Poprečni presjek grede

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

$$h = 70 \text{ cm}$$

$$L = 610 \text{ cm}$$

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

$$d = h - d_1 = 70 - 5 = 65 \text{ cm}$$

Širina tlačnog područja:

$$b_{\text{eff}} = b_w + \frac{L}{10} = 20 + \frac{610}{10} = 81 \text{ cm}$$

$$M_{Ed} = 0.17 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{17}{20 \cdot 65^2 \cdot 1.67} = 0.000$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 0.1 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.997 \quad \xi = 0.010$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{17}{0.997 \cdot 65 \cdot 43.48} = 0.01 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura na ležaju: 2Ø12 ( $A_{s1} = 2.26 \text{ cm}^2$ )

### Dimenzioniranje na poprečnu silu

Računska poprečna sila:

$$V_{Ed} = 29.23 \text{ kN}$$

Dio poprečne sile koju preuzima beton i uzdužna armatura:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

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

$$k = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{650}} = 1.55 \leq 2.0 \rightarrow k = 1.55$$

$$k_1 = 0.15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0 \quad (N_{Ed} = 0)$$

$$\rho_l = \frac{\sum A_{s1}}{b_w \cdot d} = \frac{5.34}{20 \cdot 65} = 0.004 \rightarrow \text{koef. armiranja uzdužnom armaturom}$$

$b_w = 200 \text{ mm} \rightarrow$  najmanja širina poprečnog presjeka u vlačnoj zoni

$d = 650 \text{ mm} \rightarrow$  statička visina presjeka

$$V_{Rd,c} = \left[ 0.12 \cdot 1.55 \cdot (100 \cdot 0.004 \cdot 25)^{1/3} + 0.15 \cdot 0 \right] \cdot 200 \cdot 650 = 52094.23 \text{ N}$$

$$V_{Rd,c} = 52.09 \text{ kN} > V_{Ed} = 29.23 \text{ kN}$$

Potrebno je dokazati:

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

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^2 \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 1.55^2 \cdot 25^{1/2} = 0.338$$

$$V_{Rd,c} = 52.09 \text{ kN} \geq 0.338 \cdot 200 \cdot 650 = 43940 \text{ N} = 43.94 \text{ kN} \text{ (uvjet je zadovoljen)}$$

Maksimalna poprečna sila:

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

$$v = 0.6 \cdot \left(1.0 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0.6 \cdot \left(1.0 - \frac{25}{250}\right) = 0.54$$

$$V_{Rd,max} = 0.5 \cdot 0.54 \cdot 200 \cdot 650 \cdot 16.67 = 585117.0 \text{ N}$$

$$V_{Rd,max} = 585.12 \text{ kN} > V_{Ed} = 29.23 \text{ kN}$$

Maksimalni razmak spona ( $s_{w,max}$ ):

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}} = \frac{29.23}{585.12} \approx 0.05 \rightarrow V_{Ed} = 0.05 \cdot V_{Rd,max}$$

$$s_{w,max} = \min(0.75d; 30 \text{ cm}) = \min(48.75 \text{ cm}; 30 \text{ cm}) \rightarrow s_{w,max} = 30 \text{ cm}$$

$$A_{sw,min} = \frac{\rho_{w,min} \cdot s_{w,max} \cdot b_w}{m} = \frac{0.0011 \cdot 30 \cdot 20}{2} = 0.33 \text{ cm}^2$$

Odabrane spona: Ø8/20 cm ( $A_{sw} = 0.50 \text{ cm}^2$ )

Poprečna sila koju mogu preuzeti odabrane spona Ø8/20 cm:

$$V_{Rd} = V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot \text{ctg}\theta$$

$$z \approx 0.9 \cdot d \text{ (krak unutrašnjih sila)}$$

$$\theta = 45^\circ \text{ (kut nagiba tlačnih dijagonala)}$$

$$V_{Rd,s} = \frac{0.50}{20} \cdot (0.9 \cdot 65) \cdot 43.48 \cdot 2 \cdot 1 = 127.18 \text{ kN} > V_{Ed} = 29.23 \text{ kN}$$

(dovoljna nosivost minimalne poprečne armature)

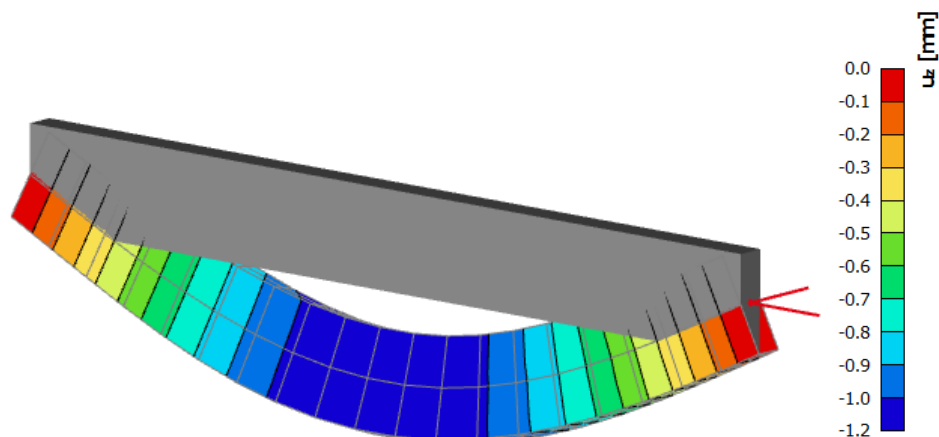
Postaviti spona: Ø8/20 cm







### 8.1.3. Kontrola progiba



Slika 206. Progib grede (GSU)

Granična vrijednost progiba grede u polju:  $f_{p,dop} = \frac{L}{250} = \frac{610}{250} = 2.44 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib grede (očitano iz modela):  $f_k = 0.12 \text{ cm}$

Uzmu li se u obzir dugotrajni efektni, ukupni progib glasi:  $f_d = \Phi_0 \cdot K_r \cdot f_k$

$$A_c = b \cdot h = 20 \cdot 70 = 1400 \text{ cm}^2$$

$$u_c = 2 \cdot (b + h) = 2 \cdot (20 + 70) = 180 \text{ cm}$$

$$h_0 = 2 \cdot \frac{A_c}{u} = 2 \cdot \frac{1400}{180} = 15.6 \text{ cm} = 156 \text{ mm}$$

srednji polumjer konstrukcijskog elementa

$$RH = 80\%$$

vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{156}} = 1.37$$

koef. utjecaja relativne vlažnosti RH

$$f_{cm} = 33 \text{ MPa}$$

srednja tlačna čvrstoća betona klase C 25/30

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{33}} = 2.93$$

koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje

$$\begin{aligned}\beta_H &= 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot RH)^{18}] \cdot h_0 + 250 = \\ &= 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot 80)^{18}] \cdot 156 + 250 \\ &= 596.23\end{aligned}$$

koeficijenti utjecaja vlažnosti zraka i srednjeg polumjera  $\leq 1500$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0.1 + t_0^{0.2}}$$

koeficijent starosti betona u trenutku opterećivanja

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0.488$$

koeficijent starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana

Utjecaj vrste cementa: za normalne ili brzovezujuće cimente  $\alpha=0$  – nema utjecaja

Utjecaj temperature: za  $T=20^\circ\text{C}$  – nema utjecaja

$$\begin{aligned}\Phi_0(28) &= \Phi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) \\ \Phi_0(28) &= 1.37 \cdot 2.93 \cdot 0.488 = 1.96\end{aligned}$$

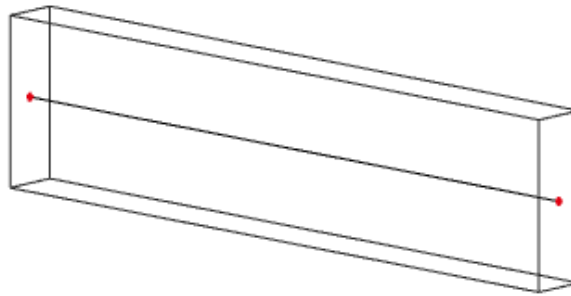
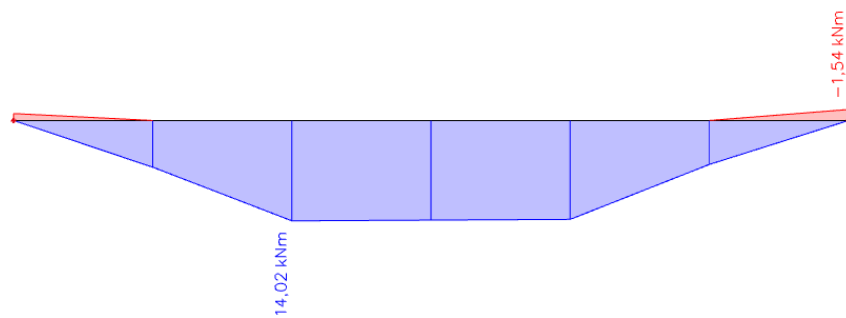
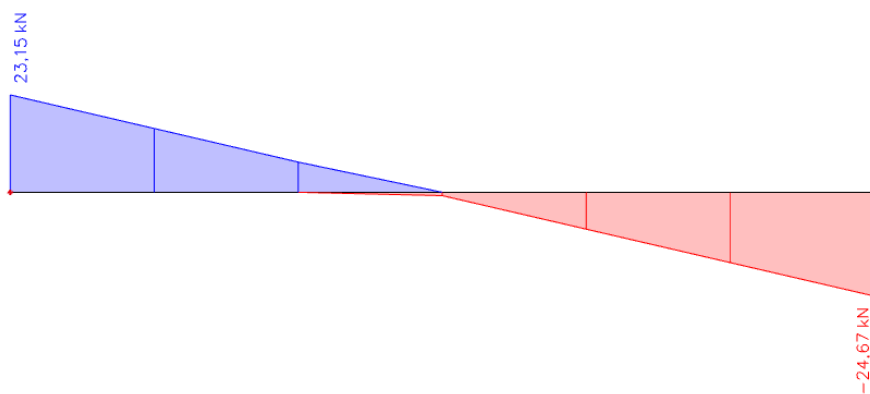
osnovna veličina koef. puzanja (opt. nakon 28 dana)

$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{3.08} = 0.85$$

$$f_d = 1.96 \cdot 0.85 \cdot 0.12 = 0.20 \text{ cm}$$

$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.12 + 0.20 = 0.32 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2.44 \text{ cm}$$

Odabrane dimenzije grede i armatura iste zadovoljavaju u pogledu progiba.

**8.2. PRORAČUN GREDA 20x60***Slika 207. Greda 20x60**Slika 208. Moment savijanja  $M_y$  za gredu 20x60 (GSN2)**Slika 209. Poprečna sila  $V_z$  za gredu 20x60 (GSN2)*

**8.2.1. Dimenzioniranje grede na savijanje**

$$\text{Beton: C 25/30} \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Armatura: B 500B} \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$$

$$\mu_{sds}^* = 0.159; \quad \zeta = 0.892$$

$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd}$$

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

Minimalna površina armature:

$$A_{s1,min} \geq 0.26 \cdot \frac{f_{ct,m}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d \geq 0.0013 \cdot b_t \cdot d$$

$$A_{s1,min} = 0.26 \cdot \frac{2.6}{500} \cdot 20 \cdot 55 = 1.49 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,min} = 0.0013 \cdot 20 \cdot 55 = 1.43 \text{ cm}^2$$

Maksimalna površina armature:

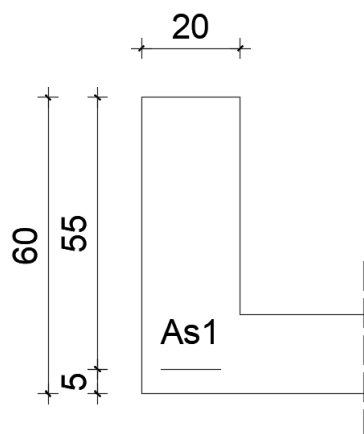
$$A_{s1,max} = 0.04 \cdot b \cdot h = 0.04 \cdot 20 \cdot 55 = 44.0 \text{ cm}^2$$

U tablici su prikazani maksimalni momenti nosivosti za odabranu uzdužnu armaturu grede 20x70 cm:

Tablica 25. Prikaz maksimalnih momenata nosivosti za odabranu armaturu

Šipke	Površina $A_{s1}$	Moment nosivosti betona $M_{Rd,c,lim}$	Moment nosivosti armature $M_{Rd,s,lim}$	Postotak armature
	[cm <sup>2</sup> ]	[kNm]	[kNm]	%
2Ø8	1,01	160,36	21,54	0,08
2Ø10	1,57	160,36	33,49	0,13
2Ø12	2,26	160,36	48,20	0,19
2Ø14	3,08	160,36	65,70	0,26
2Ø16	4,02	160,36	85,75	0,34
2Ø18	5,09	160,36	108,57	0,42

## Proračun uzdužne armature u polju



Slika 2. Poprečni presjek grede

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

$$h = 60 \text{ cm}$$

$$L = 245 \text{ cm}$$

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

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

Širina tlačnog područja:

$$b_{\text{eff}} = b_w = 20 \text{ cm}$$

$$M_{\text{Ed}} = 14.02 \text{ kNm}$$

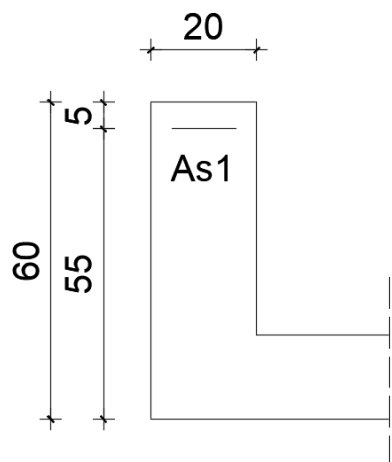
$$\mu_{\text{sd}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{b_{\text{eff}} \cdot d^2 \cdot f_{\text{cd}}} = \frac{1402}{20 \cdot 55^2 \cdot 1.67} = 0.014 \approx 0.017$$

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

$$A_{\text{s1}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{\zeta \cdot d \cdot f_{\text{yd}}} = \frac{1402}{0.977 \cdot 55 \cdot 43.48} = 0.60 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura u polju: 2Ø10 ( $A_{\text{s1}} = 1.57 \text{ cm}^2$ )

## Proračun uzdužne armature na ležaju



Slika 211. Poprečni presjek grede

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

$$h = 60 \text{ cm}$$

$$L = 245 \text{ cm}$$

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

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

Širina tlačnog područja:

$$b_{\text{eff}} = b_w + \frac{L}{10} = 20 + \frac{245}{10} = 44.5 \text{ cm}$$

$$M_{Ed} = 1.54 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{154}{20 \cdot 55^2 \cdot 1.67} = 0.001 \approx 0.002$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 0.2 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.993 \quad \xi = 0.020$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{154}{0.993 \cdot 55 \cdot 43.48} = 0.06 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura na ležaju: 2Ø10 ( $A_{s1} = 1.57 \text{ cm}^2$ )

### Dimenzioniranje na poprečnu silu

Računska poprečna sila:

$$V_{Ed} = 24.67 \text{ kN}$$

Dio poprečne sile koju preuzima beton i uzdužna armatura:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

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

$$k = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{550}} = 1.60 \leq 2.0 \rightarrow k = 1.60$$

$$k_1 = 0.15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0 \quad (N_{Ed} = 0)$$

$$\rho_l = \frac{\sum A_{s1}}{b_w \cdot d} = \frac{3.14}{20 \cdot 55} = 0.003 \rightarrow \text{koef. armiranja uzdužnom armaturom}$$

$b_w = 200 \text{ mm} \rightarrow$  najmanja širina poprečnog presjeka u vlačnoj zoni

$d = 550 \text{ mm} \rightarrow$  statička visina presjeka

$$V_{Rd,c} = \left[ 0.12 \cdot 1.60 \cdot (100 \cdot 0.003 \cdot 25)^{1/3} + 0.15 \cdot 0 \right] \cdot 200 \cdot 550 = 41341.0 \text{ N}$$

$$V_{Rd,c} = 41.34 \text{ kN} > V_{Ed} = 24.67 \text{ kN}$$

Potrebno je dokazati:

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

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^2 \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 1.60^2 \cdot 25^{1/2} = 0.354$$

$$V_{Rd,c} = 41.34 \text{ kN} \geq 0.354 \cdot 200 \cdot 550 = 38940 \text{ N} = 38.94 \text{ kN} \text{ (uvjet je zadovoljen)}$$

Maksimalna poprečna sila:

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

$$v = 0.6 \cdot \left(1.0 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0.6 \cdot \left(1.0 - \frac{25}{250}\right) = 0.54$$

$$V_{Rd,max} = 0.5 \cdot 0.54 \cdot 200 \cdot 550 \cdot 16.67 = 495099.0 \text{ N}$$

$$V_{Rd,max} = 495.10 \text{ kN} > V_{Ed} = 24.67 \text{ kN}$$

Maksimalni razmak spona ( $s_{w,max}$ ):

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}} = \frac{24.67}{495.10} \approx 0.05 \rightarrow V_{Ed} = 0.05 \cdot V_{Rd,max}$$

$$s_{w,max} = \min(0.75d; 30 \text{ cm}) = \min(41.25 \text{ cm}; 30 \text{ cm}) \rightarrow s_{w,max} = 30 \text{ cm}$$

$$A_{sw,min} = \frac{\rho_{w,min} \cdot s_{w,max} \cdot b_w}{m} = \frac{0.0011 \cdot 30 \cdot 20}{2} = 0.33 \text{ cm}^2$$

Odabrane spona: Ø8/20 cm ( $A_{sw} = 0.50 \text{ cm}^2$ )

Poprečna sila koju mogu preuzeti odabrane spona Ø8/20 cm:

$$V_{Rd} = V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot \text{ctg}\theta$$

$$z \approx 0.9 \cdot d \text{ (krak unutrašnjih sila)}$$

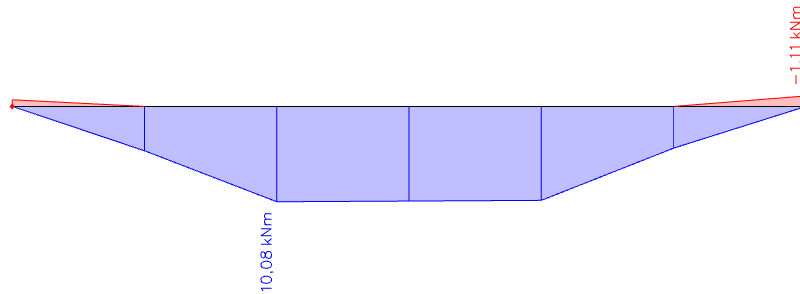
$$\theta = 45^\circ \text{ (kut nagiba tlačnih dijagonala)}$$

$$V_{Rd,s} = \frac{0.50}{20} \cdot (0.9 \cdot 55) \cdot 43.48 \cdot 2 \cdot 1 = 107.61 \text{ kN} > V_{Ed} = 24.67 \text{ kN}$$

(dovoljna nosivost minimalne poprečne armature)

Postaviti spona: Ø8/20 cm

### 8.2.2. Kontrola pukotina



Slika 212. Moment savijanja  $M_y$  za gredu 20x60 (GSU)

Mjerodavni momenti u gredi dobiveni su iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.

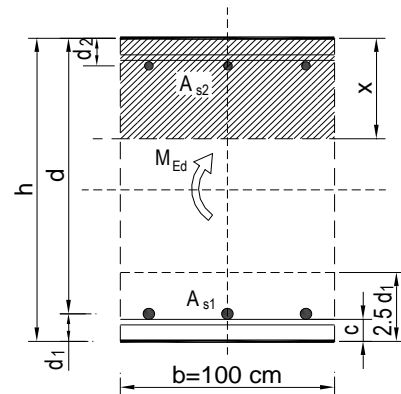
Granična vrijednost širine pukotine za AB konstrukcije :  $w_g = 0.3 \text{ mm}$  (EC-2)

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2) :  $w_k = s_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_g$

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju :  $M_{Ed} = 10.08 \text{ kNm/m}$

Armatura grede u polju:  $2\text{Ø}10$  ( $A_{s1} = 1.57 \text{ cm}^2$ )

$b =$	20,0 cm	$d =$	55,0 cm	$h =$	60,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	1,57 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	5,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	10,08 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	121,85 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	6,93 cm	$r_{p,\text{eff}} =$	0,0063		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	-0,000240	$< 0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000366		
$\text{Ø} =$	6,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,\max} =$	264,42 mm				



$$w_k = s_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,097 \text{ mm} < w_g$$

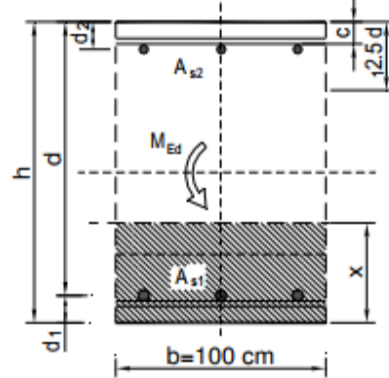
Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.097 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.



Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju :  $M_{Ed} = 1.11 \text{ kNm/m}$

Armatura grede na ležaju:  $2\text{Ø}10$  ( $A_{s1} = 1.57 \text{ cm}^2$ )

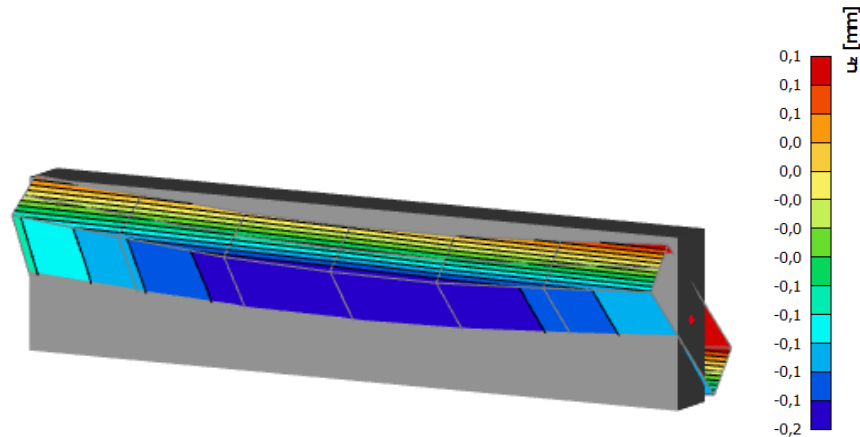
$b =$	20,0 cm	$d =$	55,0 cm	$h =$	60,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{cm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	1,57 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	5,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	1,11 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	13,42 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	6,93 cm	$r_{p,eff} =$	0,0063		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	-0,000782	$< 0.6 \cdot s_s / E_s =$	0,000040		
$\text{Ø} =$	6,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	264,42 mm				



$$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,011 \text{ mm} < w_g$$

Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.011 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.

### 8.2.3. Kontrola progiba



Slika 213. Progib grede (GSU)

Granična vrijednost progiba grede u polju:  $f_{p,dop} = \frac{L}{250} = \frac{245}{250} = 0.98 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib grede (očitano iz modela):  $f_k = 0.02 \text{ cm}$

Uzmu li se u obzir dugotrajni efektini, ukupni progib glasi:  $f_d = \Phi_0 \cdot K_R \cdot f_k$

$$A_c = b \cdot h = 20 \cdot 60 = 1200 \text{ cm}^2$$

$$u_c = 2 \cdot (b + h) = 2 \cdot (20 + 60) = 160 \text{ cm}$$

$$h_0 = 2 \cdot \frac{A_c}{u} = 2 \cdot \frac{1200}{160} = 15.0 \text{ cm} = 150 \text{ mm}$$

srednji polumjer konstrukcijskog elementa

$$RH = 80\%$$

vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{150}} = 1.38$$

koef. utjecaja relativne vlažnosti RH

$$f_{cm} = 33 \text{ MPa}$$

srednja tlačna čvrstoća betona klase C 25/30

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{33}} = 2.93$$

koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje

$$\begin{aligned}\beta_H &= 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot RH)^{18}] \cdot h_0 + 250 = \\ &= 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot 80)^{18}] \cdot 150 + 250 \\ &= 582.91\end{aligned}$$

koeficijenti utjecaja vlažnosti zraka i srednjeg polumjera  $\leq 1500$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0.1 + t_0^{0.2}}$$

koeficijent starosti betona u trenutku opterećivanja

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0.488$$

koeficijent starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana

Utjecaj vrste cementa: za normalne ili brzovezujuće cemente  $\alpha=0$  – nema utjecaja

Utjecaj temperature: za  $T=20^\circ\text{C}$  – nema utjecaja

$$\begin{aligned}\Phi_0(28) &= \Phi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) \\ \Phi_0(28) &= 1.38 \cdot 2.93 \cdot 0.488 = 1.97\end{aligned}$$

osnovna veličina koef. puzanja (opt. nakon 28 dana)

$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{1.57} = 0.85$$

$$f_d = 1.97 \cdot 0.85 \cdot 0.02 = 0.03 \text{ cm}$$

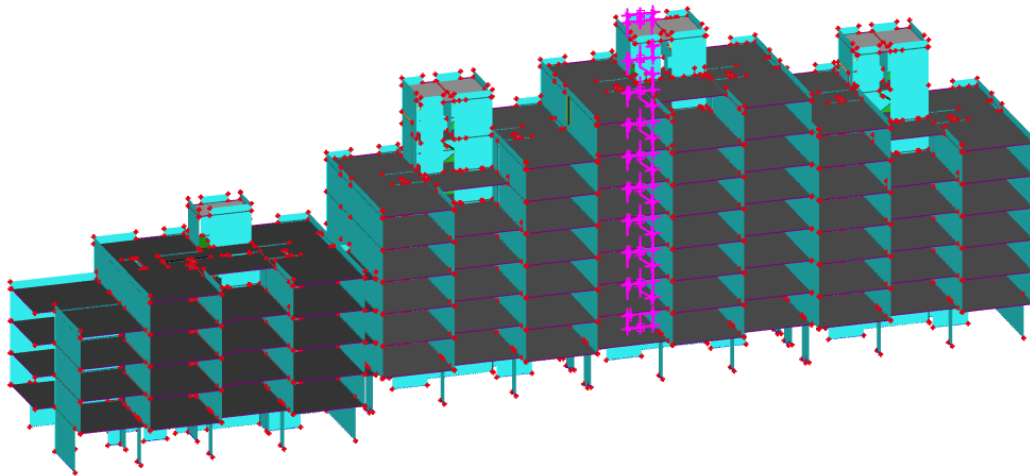
$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.02 + 0.03 = 0.05 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 0.98 \text{ cm}$$

Odabrane dimenzije grede i armatura iste zadovoljavaju u pogledu progiba.

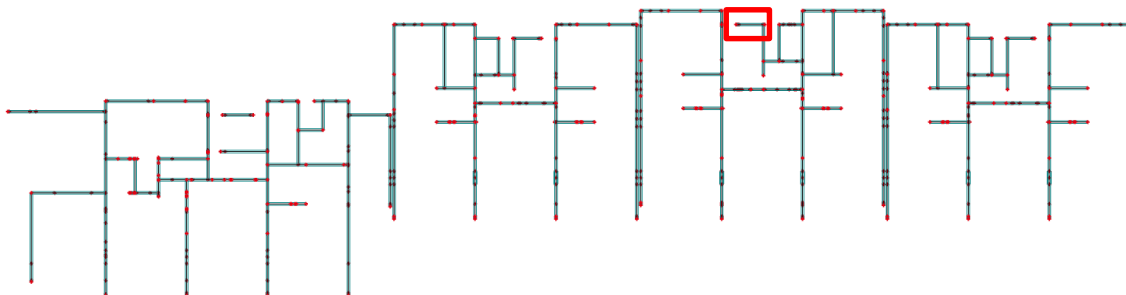
## 9. PRORAČUN ZIDOVA

Proračun zidova proveden je prema EC-8 (Projektiranje konstrukcija na otpornost potresa). Proračun je proveden za dva karakteristična zida u smjeru x (za vanjski i unutarnji zid) i za jedan karakterističan zid (visokostjeni zidni nosač) u y smjeru. Zidovi ulaza 1 su izvedeni kao AB debljine 20 cm od betona C25/30 (prizemlje) i C16/20 (ostali katovi), armirani s B500B. Zidovi ulaza 2,3 i 4 su izvedeni kao AB debljine 20 cm od betona C25/30 (prizemlje, prvi i drugi kat), C16/20 (treći, četvrti i peti kat) i C12/15 (ostali katovi), armirani s B500B i to tako da je armatura prvog, drugog i trećeg kata jednaka, a svi ostali katovi su armirani kao četvrti kat. Za potrebe ovog proračuna uzeta je klasa betona C25/30 kao mjerodavna. Proračun je proveden za uobičajene i seizmičke kombinacije tako da su za odabrane zidove iz modela očitane maksimalne rezne sile: moment savijanja  $M$ , uzdužna sila  $N$  i poprečna sila  $V$ . S obzirom na to da su vrijednosti poprilično ujednačene na svim zidovima, za sve zidove usvojena je armatura koja je proračunata za navedena tri zida. Unutarnje sile u zidovima prikazane su kao na 1D elementu, a dobivene su integriranjem naprezanja duž cijele duljine odabranog zida korištenjem opcije Integration strip u računalnom programu *Scia Engineer 21.0*.

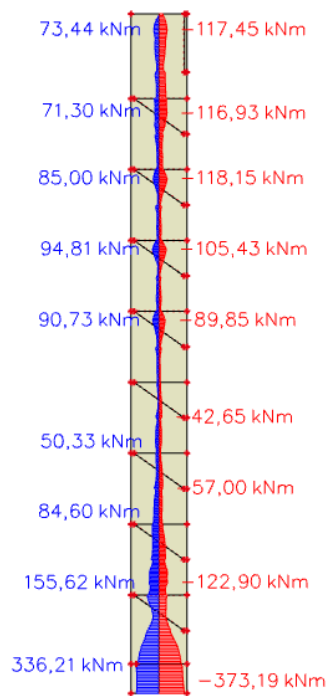
### 9.1. Proračun karakterističnog vanjskog zida u X smjeru



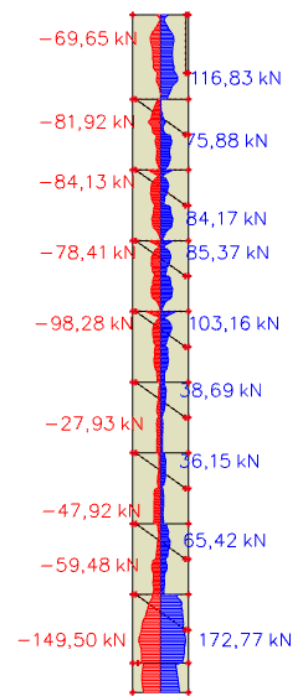
Slika 214. Položaj proračunatog vanjskog zida u X smjeru



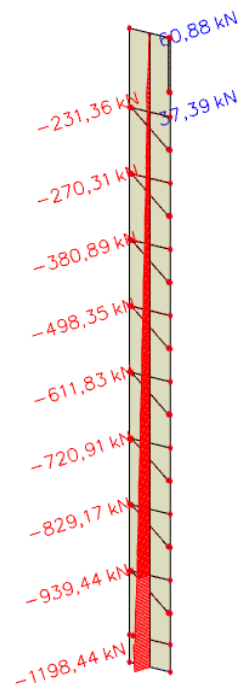
Slika 215. Položaj zida u tlocrtu



Slika 216. Moment savijanja  $M_z$



Slika 217. Poprečna sila  $V_y$



Slika 218. Uzdužna sila  $N$

**Ograničenje normalizirane uzdužne sile**

Ned (kN)	1198.44
Debljina zida b (cm)	20
Duljina zida l (cm)	220
$f_{cd}$ (kN/cm <sup>2</sup> )	1.67

$$V_d = \frac{N_{Ed}}{A_w \cdot f_{cd}} = \frac{1198.44}{20 \cdot 220 \cdot 1.67} = 0.163 < 0.4$$

Ograničenje normalizirane uzdužne sile za DCM zadovoljava.

**Geometrijska ograničenja za klasu duktilnosti DCM**

Svijetla visina kata  $h_s = 2.56$  m

$$\begin{aligned} \text{Debljina hrpta } b_{w0} &\geq \max(0.15 \text{ m}; h_s/20) \\ b_{w0} &\geq \max(0.15 \text{ m}; 2.56 \text{ m}/20) \rightarrow b_{w0} \geq 0.15 \text{ m} \end{aligned}$$

**Proračun zida na savijanje****Provjera vitkosti zida**

visina zida $h_w$ (cm)	2700
duljina zida $l_w$ (cm)	220

$$\frac{h_w}{l_w} = \frac{2700}{220} = 12.27 > 2$$

Zid je vitak, stoga je potrebno povećanje reznih sila koristeći ovojnici momenata savijanja.

**Ovojnica reznih sila**

Visina kritičnog presjeka

$$h_{kr} \leq \begin{cases} h_{kr} = \max(l_w; h_w/6) = \max(220; 2700/6=450) = 450 \text{ cm} \\ 2 l_w = 2 \cdot 220 = 440 \text{ cm} \\ 2 h_s = 512 \text{ cm za zgrade sa 7 i više katova} \end{cases} \rightarrow H_{kr} = 440 \text{ cm}$$

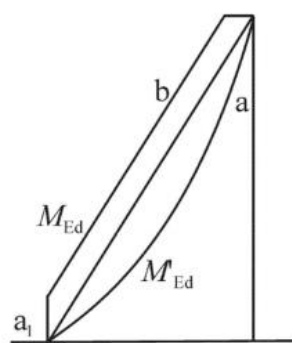
**Proračunska ovojnica momenata savijanja**

$a_1 = d \cot\theta$  - vlačni pomak uslijed povećanja poprečne sile

DCM  $\rightarrow 1 \leq \cot\theta \leq 2.5$ , odabrano  $\cot\theta = 1$

$d = 0.9 \cdot l_w = 0.9 \cdot 220 = 198 \text{ cm}$

$a_1 = 198 \cdot 1 = 198 \text{ cm}$

**Legenda:**

- a momentni dijagram prema proračunu
- b proračunska ovojnica
- $a_1$  „vlačni pomak“

336,21 kNm  
a = 1,98 m



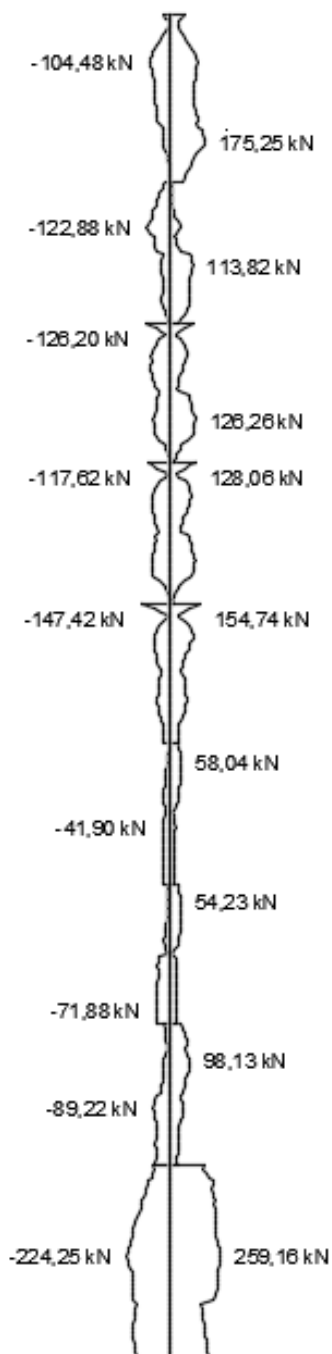
Slika 219. Ovojnica momenata savijanja



**Proračunska ovojnica poprečnih sila**

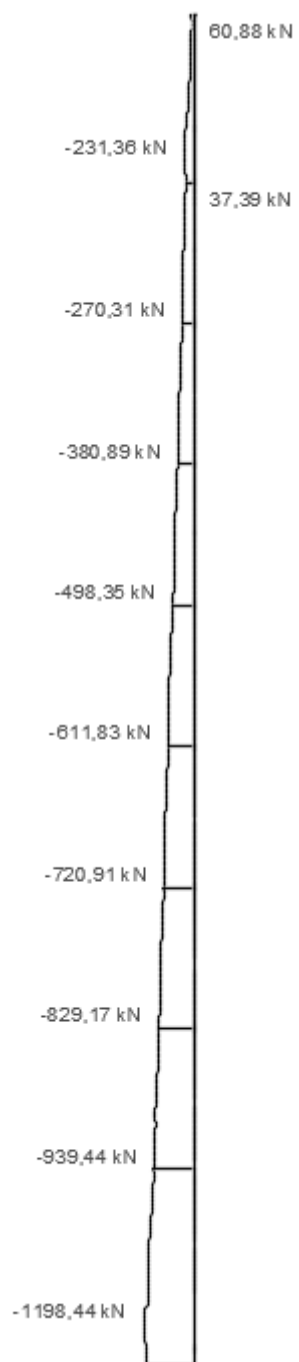
Proračunska ovojnica poprečnih sila  $V_{sd}$  izvodi se iz  $V_{sd} = \varepsilon \cdot V'_{Ed}$

gdje je  $V_{Ed}$  poprečna sila po visini zida dobivena proračunom, a  $\varepsilon$  faktor uvećanja te za klasu duktilnosti DCM iznosi  $\varepsilon=1.5$ .



Slika 220. Ovojnica poprečnih sila

## Uzdužne sile



Slika 221. Uzdužne sile

**Geometrijske karakteristike zida**

$h_s$ – visina etaže (cm)	280
$b_w$ - debljina zida (cm)	20
$l_w$ – duljina zida (cm)	220
$h_w$ – visina zida (cm)	2700
$d_1$ (cm)	3
$d$ (cm)	217

**Gradivo**

<b>Beton</b>	
Klasa	C25/30
$f_{ck}$ (MPa)	25
$f_{cd}$ (MPa)	16.67

<b>Armatura</b>	
Tip	B500B
$f_{yk}$ (MPa)	500
$f_{yd}$ (MPa)	434.78

<b>Koeficijenti sigurnosti materijala</b>	
$g_c$	1.50
$g_s$	1.15

**Proračun nosivosti na uzdužnu silu i moment savijanja**

$$M_{Ed} = 336.21 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = 1198.44 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 259.16 \text{ kN}$$

**Određivanje duljine rubnog elementa i razmještanje savojne armature**

Najmanja vrijednost  $b_{w0}$  ovijenog rubnog elementa :

$$b_{w0} = \min \{0.15l_w; 1.50b_w\} = \min \{33.0; 30.0\} = 30.0 \text{ cm}$$

- pretpostavimo širinu zaštitnog sloja od 2 cm i vilice  $\emptyset 10$  mm

$$b_o = 200 - 2 \cdot 20 - 2 \cdot 10/2 = 150 \text{ mm}$$

$$b_c = 200 \text{ mm}$$

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{A_c} \text{ – omjer armiranja vertikalnim šipkama u hrptu zida}$$

$A_{sv}$  – ukupna ploština vertikalne armature u hrptu zida

$$A_{sv, \min} = 0.002 \cdot A_c = 0.002 \cdot 200 \cdot 1000 = 400 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Odabrano:  $Q - 196$  s preklopom 30 cm ( $A_s = 223 \text{ cm}^2/\text{m}$ ); obostrano ( $A_{sv} = 446 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{A_c} = \frac{446}{200 \cdot 1000} = 0.00223$$

$\omega_{vd} = \frac{\rho_v f_{yd,v}}{f_{cd}}$  – mehanički omjer armiranja hrpta vertikalnom armaturom

$f_{yd,v}$  – proračunska vrijednost granice popuštanja vertikalne armature hrpta

$$\omega_{vd} = \frac{\rho_v f_{yd,v}}{f_{cd}} = 0.00223 \cdot \frac{434.8}{16.67} = 0.0582$$

$$M_{Ed} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right) = 336.21 + 1198.44 \cdot \left(2.17 - \frac{2.80}{2}\right) = 1259.0 \text{ kNm}$$

Moment nosivosti jednostruko armiranog presjeka:

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

$$M_{Rd,lim} = 0.159 \cdot 0.20 \cdot 2.17^2 \cdot 16670 = 2496.22 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 1259.0 \text{ kNm}$$

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1259.0 \cdot 100}{20 \cdot 217^2 \cdot 1.67} = 0.080 \approx 0.083$$

$$\varepsilon_{s1} = 10\text{‰}; \quad \varepsilon_{c2} = 1.9\text{‰}; \quad \xi = 0.160; \quad \zeta = 0.941$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} - \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{1259.0 \cdot 100}{0.941 \cdot 217 \cdot 43.48} - \frac{1198.44}{43.48} = -13.38 \text{ cm}^2$$

Potrebna minimalna površina uzdužne vlačne armature u rubovima zida:

$$A_{s1,min} = 0.15\% \cdot b \cdot d = 0.0015 \cdot 20 \cdot 217 = 6.51 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: 6Ø16 ( $A_s = 12.06 \text{ cm}^2$ )

### Dimenzioniranje na poprečnu silu

Vrijednost  $V_{Rd,max}$  u kritičnom području i izvan kritičnog područja za DCM (kao u EC2 s

$$z = 0.8 \cdot l_w)$$

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

$\alpha_{cw} = 1 \rightarrow$  za konstrukcije koje nisu prednapete

$$v_1 = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}(\text{MPa})}{250}\right) = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{25}{250}\right) = 0.54$$

$\text{tg}\theta = 1$  – nagib tlačnih štapova prema vertikali

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_{wo} \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\text{ctg}\theta + \text{tg}\theta} = \frac{1 \cdot 30 \cdot (0.8 \cdot 220) \cdot 0.54 \cdot 1.67}{1 + 1} = 2380.75 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = \varepsilon \cdot V_{Ed}'$$

$V_{Ed}'$  – poprečna sila dobivena proračunom

$\varepsilon$  – korekcijski faktor ( $\varepsilon = 1.5$ )

$$V_{Ed} = 1.5 \cdot 259.16 = 388.74 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = 2380.75 \text{ kN} > V_{Ed} = 388.74 \text{ kN}$$

### Dijagonalni vlačni slom hrpta zbog posmika

-postupak ovisi o koeficijentu  $\alpha_s$

$$\alpha_s = \frac{M_{Ed}}{V_{Ed} \cdot l_w} = \frac{336.21}{259.16 \cdot 2.2} = 0.590$$

Za  $\alpha_s < 2$  horizontala armatura računa se iz izraza:

$$V_{Ed} \leq b_{wo} \cdot (0.8 \cdot l_w) \cdot \rho_h \cdot f_{yd,h} \cdot \text{ctg}\theta$$

$\rho_h$  – omjer armiranja hrpta horizontalnim šipkama

$f_{yd,h}$  – proračunska vrijednost granice popuštanja horizontalne armature hrpta

$$\rho_h \geq \frac{V_{Ed}}{(0.8 \cdot l_w) \cdot f_{yd,h} \cdot b_{wo} \cdot \text{ctg}\theta} = \frac{259.16}{0.8 \cdot 220 \cdot 43.48 \cdot 30 \cdot 1} = 0.00113$$

$$\rho_{h,min} = \max(0.001; 0.25 \cdot \rho_v) = \max(0.001; 0.25 \cdot 0.00113) = \max(0.001; 0.0003)$$

$$\rho_h = \frac{A_h}{b_{wo} \cdot S_h} \rightarrow A_h = \rho_h \cdot b_{wo} \cdot S_h = 0.001 \cdot 30 \cdot 100 = 3.0 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: Q-196 s preklopom 30 cm ( $A_{S,odabrano} = 4.46 \text{ cm}^2/\text{m}$  (obostrano))

**Za klasu duktilnosti M nije potrebna provjera na posmični slom klizanjem!**

### Lom tlačne dijagonale u zidu

$$V_{Ed} \leq V_{Rd2}$$

$V_{Rd2} = \begin{cases} 0.4 \cdot (0.7 - f_{ck} / 200) \cdot f_{cd} \cdot b_{w0} \cdot z \\ 0.5 \cdot (0.7 - f_{ck} / 200) \cdot f_{cd} \cdot b_{w0} \cdot z \end{cases}$	u kritičnoj zoni
	van kritične zone

$$V_{Rd2} = \begin{cases} 0.4 \cdot (0.7 - 2.5/200) \cdot 1.67 \cdot 30 \cdot 0.9 \cdot 217 = 2690.75 \text{ kN} \\ 0.5 \cdot (0.7 - 2.5/200) \cdot 1.67 \cdot 30 \cdot 0.9 \cdot 217 = 3363.43 \text{ kN} \end{cases}$$

$$V_{Ed} = 259.16 \text{ kN} \leq V_{Rd2}(2690.75; 3363.43) \text{ kN}$$

Zid zadovoljava na slom tlačne dijagonale.

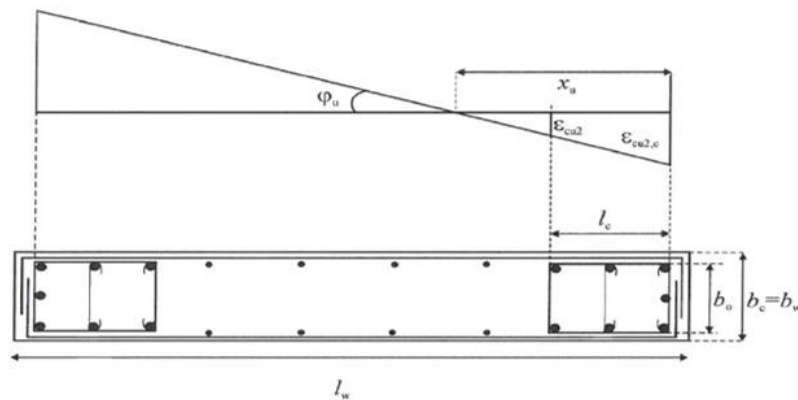
**Detaljiranje lokalne duktilnosti**

Pretpostavljene vrijednosti:

Debljina zaštitnog sloja: 2 cm

Promjer vilice:  $\Phi$  1 cm

$b_0$	širina ovijene jezgre rubnog elementa zida (do osi spona)
$b_c$	bruto širina ovijene jezgre
$x_u$	visina neutralne osi
$\epsilon_{cu2}$	granična deformacija neovijenog betona
$\epsilon_{cu2,c}$	granična deformacija ovijenog betona, uzima se vrijednost 0.0035
$\alpha$	faktor učinkovitosti ovijanja
$\omega_{wd}$	mehanički obujamski omjer armiranja ovijenom armaturom



Slika 222. Dijelovi zida i prikaz deformacija

$$b_0 = b_c - 2 \cdot d_{zs} - 2 \cdot \frac{\Phi}{2} = 20 - 2 \cdot 2 - 2 \cdot \frac{1}{2} = 15 \text{ cm}$$

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

Omjer armiranja vertikalnim šipkama u hrptu zida :

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{A_c} = \frac{12.06}{20 \cdot 100} = 0.00603$$

pri čemu je :

 $A_{sv}$  - ukupna površina vertikalne armature u hrptu zida

Mehanički omjer armiranja hrpta vertikalnom armaturom :

$$\omega_v = \frac{\rho_v \cdot f_{yd,v}}{f_{cd}} = \frac{0.00603 \cdot 434.80}{16.67} = 0.1573$$

pri čemu je :

 $f_{yd,v}$  - proračunska vrijednost granice popuštanja vertikalne armature hrpta

**Koeficijent duktilnosti s obzirom na zakrivljenost**

$$\mu_{\phi} = 1 + 2(q_0 - 1)T_C/T_1, \quad T_1 < T_C \quad T_1 = 0.3159; \quad T_C = 0.40$$

$$\mu_{\phi} = 1 + 2(q_0 - 1)\frac{T_C}{T_1} = 1 + 2 \cdot (3.0 - 1) \cdot \frac{0.3159}{0.40} = 4.159$$

$$\varepsilon_{s,yd} = \frac{434.8}{200000} = 0.002174$$

$$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_w \cdot f_{cd}} = \frac{1198.44}{20 \cdot 220 \cdot 1.67} = 0.163$$

$$\alpha\omega_{vd} \geq 30 \cdot \mu_{\phi} \cdot (v_d + \omega_v) \cdot \varepsilon_{s,yd} \cdot \frac{b_c}{b_0} - 0.035$$

$$\alpha\omega_{vd} \geq 30 \cdot 4.159 \cdot (0.163 + 0.1573) \cdot 0.002174 \cdot \frac{200}{150} - 0.035 = 0.0808$$

$$\varepsilon_{cu2,c} = 0.0035 + 0.1 \cdot 0.0808 = 0.01158$$

$$x_u = (v_d + \omega_v) \cdot \frac{l_w \cdot b_c}{b_0}$$

$$x_u = (0.163 + 0.1573) \cdot \frac{2200 \cdot 200}{150} = 939.55 \text{ mm}$$

$$h_0 = x_u \cdot \left(1 - \frac{\varepsilon_{cu2}}{\varepsilon_{cu2,c}}\right)$$

$$h_0 = 939.55 \cdot \left(1 - \frac{0.0035}{0.01158}\right) = 655.58 \text{ mm}$$

$$l_c \geq \{0.15l_w; 1.5b_w; \text{duljina } h_0 \text{ na kojoj je } \varepsilon_{cu2} > 0.0035\}$$

$$l_c \geq \{0.33; 0.30; 0.656\}$$

Odabrano  $l_c = 66 \text{ cm}$

Odabrana armatura:  $6\phi 16$  ( $A_s = 12.06 \text{ cm}^2$ )

$$b_c = 20 \text{ cm} \quad h_0 = 65.56 \text{ cm}$$

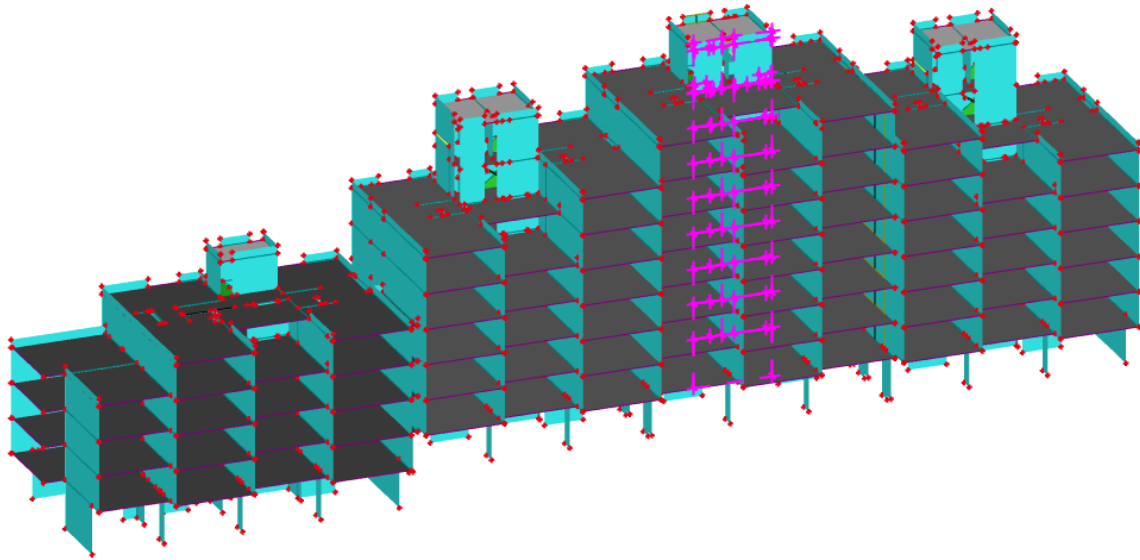
$$A_{s,\min} = \frac{0.5}{100} \cdot b_c \cdot h_0 = \frac{0.5}{100} \cdot 20 \cdot 65.56 = 6.56 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,\max} = \frac{4}{100} \cdot b_c \cdot h_0 = \frac{4}{100} \cdot 20 \cdot 65.56 = 52.45 \text{ cm}^2$$

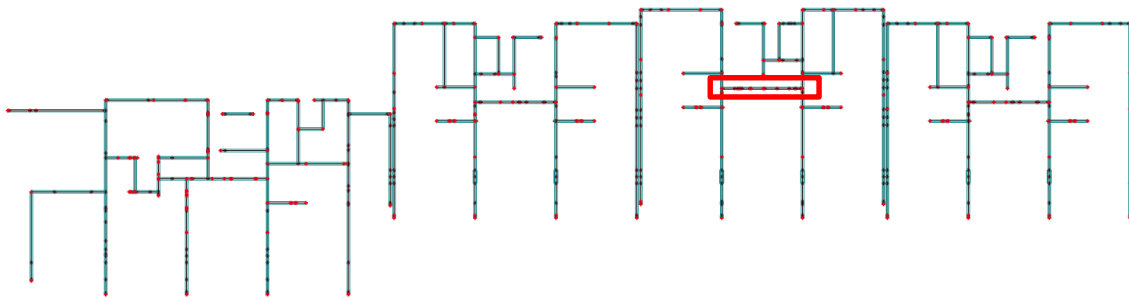
$$A_{s,\min} < A_{\text{odabrano}} < A_{s,\max}$$

$$6.56 \text{ cm}^2 < 12.06 \text{ cm}^2 < 52.45 \text{ cm}^2$$

## 9.2. Proračun karakterističnog unutarnjeg zida u X smjeru

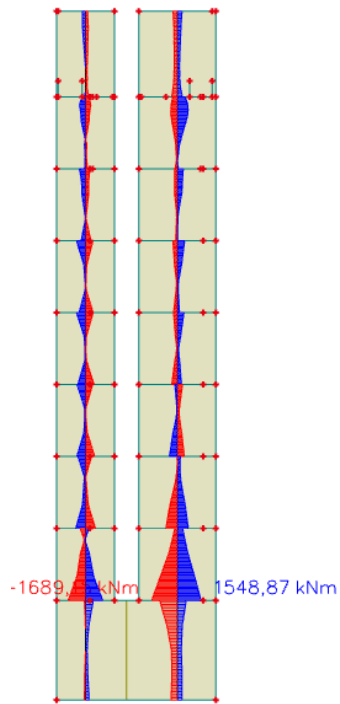


Slika 223. Položaj proračunatog unutarnjeg zida u X smjeru

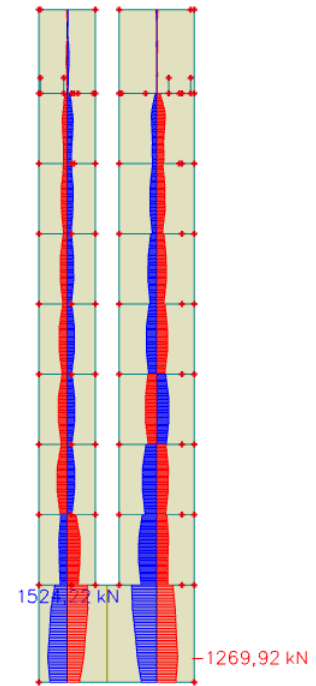


Slika 224. Položaj zida u tlocrtu

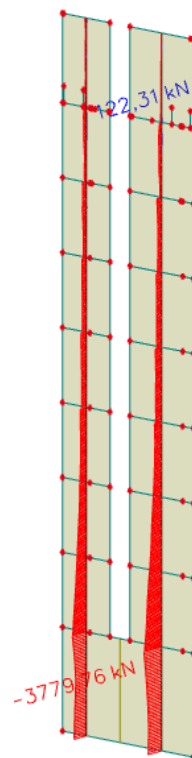




Slika 225. Moment savijanja  $M_z$



Slika 226. Poprečna sila  $V_y$



Slika 227. Uzdužna sila  $N$

**Ograničenje normalizirane uzdužne sile**

Ned (kN)	3779.76
Debljina zida b (cm)	20
Duljina zida l (cm)	300
$f_{cd}$ (kN/cm <sup>2</sup> )	1.67

$$V_d = \frac{N_{Ed}}{A_w \cdot f_{cd}} = \frac{3779.76}{20 \cdot 300 \cdot 1.67} = 0.377 < 0.4$$

Ograničenje normalizirane uzdužne sile za DCM zadovoljava.

**Geometrijska ograničenja za klasu duktilnosti DCM**

Svijetla visina kata  $h_s = 2.56$  m

Debljina hrpta  $b_{w0} \geq \max(0.15 \text{ m}; h_s/20)$

$$b_{w0} \geq \max(0.15 \text{ m}; 2.56 \text{ m}/20) \rightarrow b_{w0} \geq 0.15 \text{ m}$$

**Proračun zida na savijanje****Provjera vitkosti zida**

visina zida $h_w$ (cm)	2700
duljina zida $l_w$ (cm)	300

$$\frac{h_w}{l_w} = \frac{2700}{300} = 9 > 2$$

Zid je vitak, stoga je potrebno povećanje reznih sila koristeći ovojnici momenata savijanja.

**Ovojnica reznih sila**

Visina kritičnog presjeka

$$h_{kr} \leq \begin{cases} h_{kr} = \max(l_w; h_w/6) = \max(300; 2700/6=450) = 450 \text{ cm} \\ 2 l_w = 2 \cdot 300 = 600 \text{ cm} \\ 2 h_s = 512 \text{ cm za zgrade sa 7 i više katova} \end{cases} \rightarrow H_{kr} = 450 \text{ cm}$$

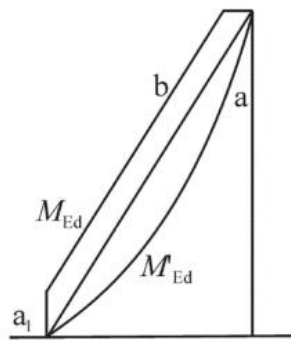
### Proračunska ovojnica momenata savijanja

$a_1 = d \cot\theta$  - vlačni pomak uslijed povećanja poprečne sile

DCM  $\rightarrow 1 \leq \cot\theta \leq 2.5$ , odabrano  $\cot\theta = 1$

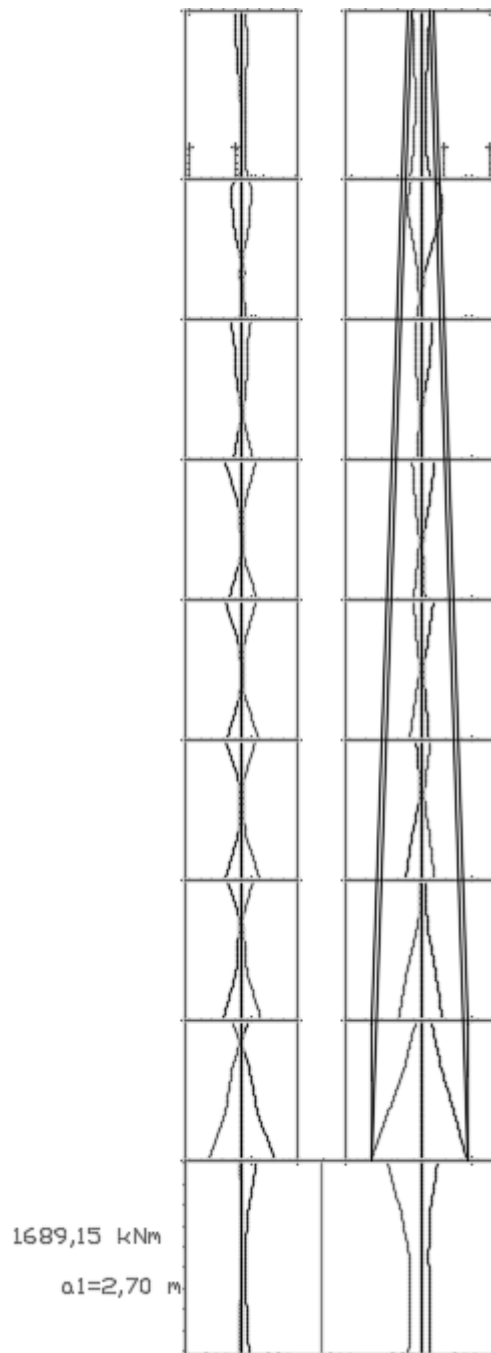
$d = 0.9 \cdot l_w = 0.9 \cdot 300 = 270 \text{ cm}$

$a_1 = 270 \cdot 1 = 270 \text{ cm}$



**Legenda:**

- a momentni dijagram prema proračunu
- b proračunska ovojnica
- $a_1$  „vlačni pomak“

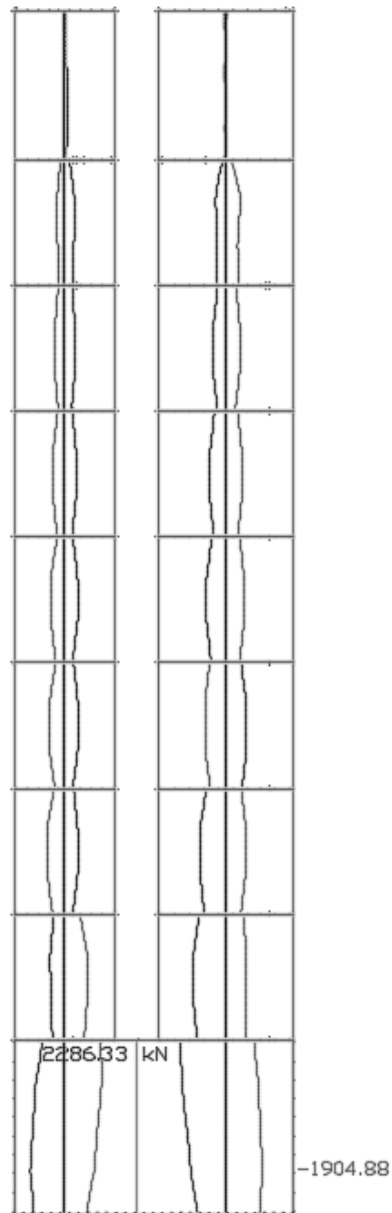


Slika 228. Ovojnica momenata savijanja

**Proračunska ovojnica poprečnih sila**

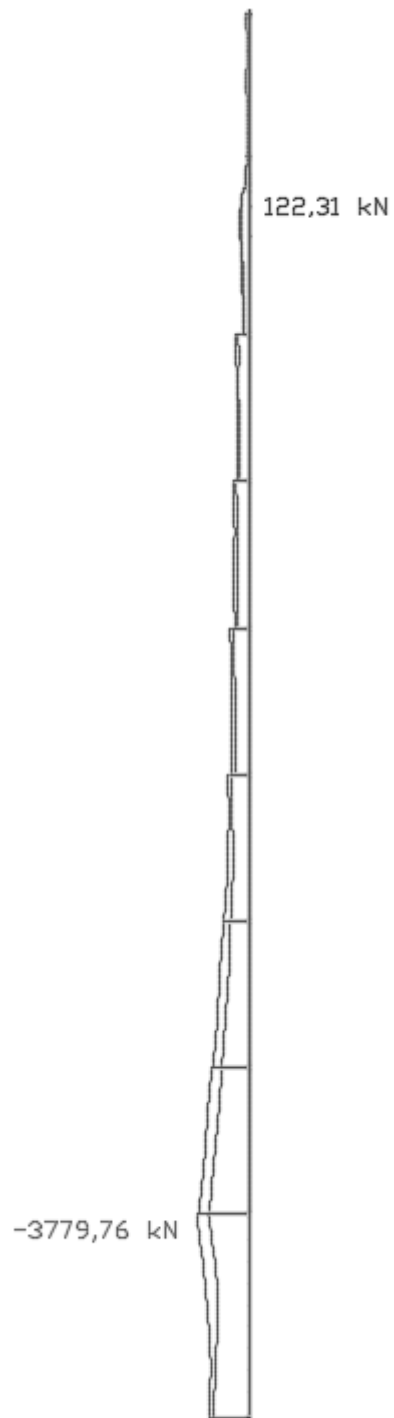
Proračunska ovojnica poprečnih sila  $V_{sd}$  izvodi se iz  $V_{sd} = \varepsilon \cdot V_{Ed}$

gdje je  $V_{Ed}$  poprečna sila po visini zida dobivena proračunom, a  $\varepsilon$  faktor uvećanja te za klasu duktilnosti DCM iznosi  $\varepsilon=1.5$ .



Slika 229. Ovojnica poprečnih sila

**Uzdužne sile**



*Slika 230. Uzdužne sile*

**Geometrijske karakteristike zida**

$h_s$ – visina etaže (cm)	280
$b_w$ - debljina zida (cm)	20
$l_w$ – duljina zida (cm)	300
$h_w$ – visina zida (cm)	2700
$d_1$ (cm)	3
$d$ (cm)	297

**Gradivo**

<b>Beton</b>	
Klasa	C25/30
$f_{ck}$ (MPa)	25
$f_{cd}$ (MPa)	16.67

<b>Armatura</b>	
Tip	B500B
$f_{yk}$ (MPa)	500
$f_{yd}$ (MPa)	434.78

<b>Koeficijenti sigurnosti materijala</b>	
$g_c$	1.50
$g_s$	1.15

**Proračun nosivosti na uzdužnu silu i moment savijanja**

$$M_{Ed} = 1689.15 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = 3779.76 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 2286.33 \text{ kN}$$

**Određivanje duljine rubnog elementa i razmještanje savojne armature**

Najmanja vrijednost  $b_{w0}$  ovijenog rubnog elementa :

$$b_{w0} = \min \{0.15l_w; 1.50b_w\} = \min \{45.0; 30.0\} = 30.0 \text{ cm}$$

- pretpostavimo širinu zaštitnog sloja od 2 cm i vilice  $\emptyset 10$  mm

$$b_o = 200 - 2 \cdot 20 - 2 \cdot 10/2 = 150 \text{ mm}$$

$$b_c = 200 \text{ mm}$$

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{A_c} \text{ – omjer armiranja vertikalnim šipkama u hrptu zida}$$

$A_{sv}$  – ukupna ploština vertikalne armature u hrptu zida

$$A_{sv, \min} = 0.002 \cdot A_c = 0.002 \cdot 200 \cdot 1000 = 400 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Odabrano: Q – 196 s preklopom 30 cm ( $A_s = 223 \text{ cm}^2/\text{m}$ ); obostrano ( $A_{sv} = 446 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{A_c} = \frac{446}{200 \cdot 1000} = 0.00223$$

$\omega_{vd} = \frac{\rho_v f_{yd,v}}{f_{cd}}$  – mehanički omjer armiranja hrpta vertikalnom armaturom

$f_{yd,v}$  – proračunska vrijednost granice popuštanja vertikalne armature hrpta

$$\omega_{vd} = \frac{\rho_v f_{yd,v}}{f_{cd}} = 0.00223 \cdot \frac{434.8}{16.67} = 0.0582$$

$$M_{Ed} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right) = 1689.15 + 3779.76 \cdot \left(2.97 - \frac{2.80}{2}\right) = 7623.37 \text{ kNm}$$

Moment nosivosti jednostruko armiranog presjeka:

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

$$M_{Rd,lim} = 0.159 \cdot 0.20 \cdot 2.97^2 \cdot 16670 = 4676.01 \text{ kNm/m} < M_{Ed} = 7623.37 \text{ kNm}$$

–dvostruko armirani presjek

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{7623.37 \cdot 100}{20 \cdot 297^2 \cdot 1.67} = 0.259 > \mu_{sd,lim} = 0.159$$

Očitano:  $\varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$   $\varepsilon_{c2} = 3.5 \text{ ‰}$   $\mu_{sd,lim} = 0.159$   $\zeta_{lim} = 0.892$   $\xi_{lim} = 0.259$

$$\begin{aligned} A_{s1} &= \frac{M_{Rd,lim}}{\zeta_{lim} \cdot d \cdot f_{yd}} + \frac{M_{Ed} - M_{Rd,lim}}{(d - d_2) \cdot f_{yd}} - \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} \\ &= \frac{467601}{0.892 \cdot 297 \cdot 43.48} + \frac{762337 - 467601}{(297 - 3) \cdot 43.48} - \frac{3779.76}{43.48} \\ &= 40.59 + 23.06 - 86.93 = -23.28 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{s2} = \frac{M_{Ed} - M_{Rd,lim}}{(d - d_2) \cdot f_{yd}} = \frac{762337 - 467601}{(297 - 3) \cdot 43.48} = 23.06 \text{ cm}^2$$

Potrebna minimalna površina uzdužne vlačne armature u rubovima zida:

$$A_{s1,min} = 0.15\% \cdot b \cdot d = 0.0015 \cdot 20 \cdot 297 = 8.91 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: 12Ø16 ( $A_s = 24.13 \text{ cm}^2$ )

**Dimenzioniranje na poprečnu silu**

Vrijednost  $V_{Rd,max}$  u kritičnom području i izvan kritičnog područja za DCM (kao u EC2 s

$$z = 0.8 \cdot l_w)$$

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

$\alpha_{cw} = 1 \rightarrow$  za konstrukcije koje nisu prednapete

$$v_1 = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}(\text{MPa})}{250}\right) = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{25}{250}\right) = 0.54$$

$\text{tg}\theta = 1$  – nagib tlačnih štapova prema vertikali

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_{wo} \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\text{ctg}\theta + \text{tg}\theta} = \frac{1 \cdot 30 \cdot (0.8 \cdot 300) \cdot 0.54 \cdot 1.67}{1 + 1} = 3246.48 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = \varepsilon \cdot V_{Ed}'$$

$V_{Ed}'$  – poprečna sila dobivena proračunom

$\varepsilon$  – korekcijski faktor ( $\varepsilon = 1.5$ )

$$V_{Ed} = 1.5 \cdot 1524.22 = 2286.33 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = 3246.48 \text{ kN} > V_{Ed} = 2286.33 \text{ kN}$$

**Dijagonalni vlačni slom hrpta zbog posmika**

-postupak ovisi o koeficijentu  $\alpha_s$

$$\alpha_s = \frac{M_{Ed}}{V_{Ed} \cdot l_w} = \frac{1689.15}{1524.22 \cdot 3.0} = 0.369$$

Za  $\alpha_s < 2$  horizontala armatura računa se iz izraza:

$$V_{Ed} \leq b_{wo} \cdot (0.8 \cdot l_w) \cdot \rho_h \cdot f_{yd,h} \cdot \text{ctg}\theta$$

$\rho_h$  – omjer armiranja hrpta horizontalnim šipkama

$f_{yd,h}$  – proračunska vrijednost granice popuštanja horizontalne armature hrpta

$$\rho_h \geq \frac{V_{Ed}}{(0.8 \cdot l_w) \cdot f_{yd,h} \cdot b_{wo} \cdot \text{ctg}\theta} = \frac{1524.22}{0.8 \cdot 300 \cdot 43.48 \cdot 30 \cdot 1} = 0.00487$$

$$\rho_{h,min} = \max(0.001; 0.25 \cdot \rho_v) = \max(0.001; 0.25 \cdot 0.00487) = \max(0.001; 0.001)$$

$$\rho_h = \frac{A_h}{b_{wo} \cdot S_h} \rightarrow A_h = \rho_h \cdot b_{wo} \cdot S_h = 0.001 \cdot 30 \cdot 100 = 3.0 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: Q-196 s preklopom 30 cm ( $A_{S,odabrano} = 4.46 \text{ cm}^2/\text{m}$  (obostrano))

**Za klasu duktilnosti M nije potrebna provjera na posmični slom klizanjem!**



**Lom tlačne dijagonale u zidu**

$$V_{Ed} \leq V_{Rd2}$$

$V_{Rd2} = \begin{cases} 0.4 \cdot (0.7 - f_{ck} / 200) \cdot f_{cd} \cdot b_{w0} \cdot z \\ 0.5 \cdot (0.7 - f_{ck} / 200) \cdot f_{cd} \cdot b_{w0} \cdot z \end{cases}$	u kritičnoj zoni
	van kritične zone

$$V_{Rd2} = \begin{cases} 0.4 \cdot (0.7 - 2.5/200) \cdot 1.67 \cdot 30 \cdot 0.9 \cdot 297 = 3682.73 \text{ kN} \\ 0.5 \cdot (0.7 - 2.5/200) \cdot 1.67 \cdot 30 \cdot 0.9 \cdot 297 = 4603.41 \text{ kN} \end{cases}$$

$$V_{Ed} = 1524.22 \text{ kN} \leq V_{Rd2}(3682.73; 4603.41) \text{ kN}$$

Zid zadovoljava na slom tlačne dijagonale.

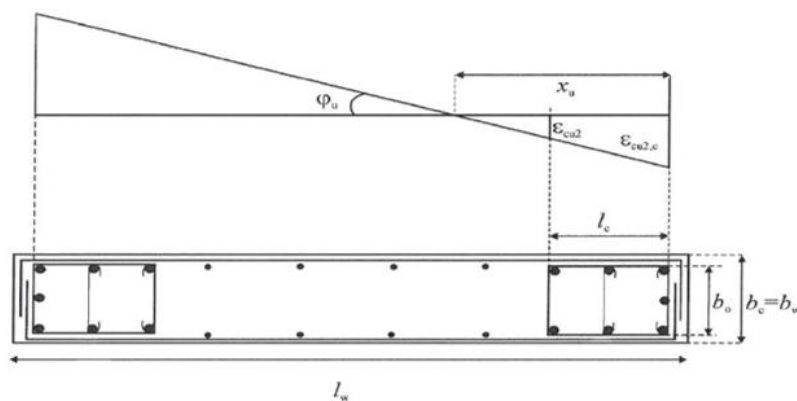
**Detaljiranje lokalne duktilnosti**

Pretpostavljene vrijednosti:

Debljina zaštitnog sloja: 2 cm

Promjer vilice:  $\Phi$  1 cm

<b>b<sub>0</sub></b>	širina ovijene jezgre rubnog elementa zida (do osi spona)
<b>b<sub>c</sub></b>	bruto širina ovijene jezgre
<b>x<sub>u</sub></b>	visina neutralne osi
<b>ε<sub>cu2</sub></b>	granična deformacija neovijenog betona
<b>ε<sub>cu2,c</sub></b>	granična deformacija ovijenog betona, uzima se vrijednost 0.0035
<b>α</b>	faktor učinkovitosti ovijanja
<b>ω<sub>wd</sub></b>	mehanički obujamski omjer armiranja ovijenom armaturom



Slika 231. Dijelovi zida i prikaz deformacija

$$b_0 = b_c - 2 \cdot d_{zs} - 2 \cdot \frac{\varphi}{2} = 20 - 2 \cdot 2 - 2 \cdot \frac{1}{2} = 15 \text{ cm}$$

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

Omjer armiranja vertikalnim šipkama u hrptu zida :

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{A_c} = \frac{12.06}{20 \cdot 100} = 0.00603$$

pri čemu je :

$A_{sv}$  - ukupna površina vertikalne armature u hrptu zida

Mehanički omjer armiranja hrpta vertikalnom armaturom :

$$\omega_v = \frac{\rho_v \cdot f_{yd,v}}{f_{cd}} = \frac{0.00603 \cdot 434.80}{16.67} = 0.157$$

pri čemu je :

$f_{yd,v}$  - proračunska vrijednost granice popuštanja vertikalne armature hrpta

### Koeficijent duktilnosti s obzirom na zakrivljenost

$$\mu_\emptyset = 1 + 2(q_0 - 1)T_C/T_1, \quad T_1 < T_C \quad T_1 = 0.3159; \quad T_C = 0.40$$

$$\mu_\emptyset = 1 + 2(q_0 - 1) \frac{T_C}{T_1} = 1 + 2 \cdot (3.0 - 1) \cdot \frac{0.3159}{0.40} = 4.159$$

$$\varepsilon_{sy,d} = \frac{434.8}{200000} = 0.002174$$

$$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_w \cdot f_{cd}} = \frac{3779.76}{20 \cdot 300 \cdot 1.67} = 0.377$$

$$\alpha\omega_{vd} \geq 30 \cdot \mu_\emptyset \cdot (v_d + \omega_v) \cdot \varepsilon_{s,yd} \cdot \frac{b_c}{b_0} - 0.035$$

$$\alpha\omega_{vd} \geq 30 \cdot 4.159 \cdot (0.377 + 0.157) \cdot 0.002174 \cdot \frac{200}{150} - 0.035 = 0.158$$

$$\varepsilon_{cu2,c} = 0.0035 + 0.1 \cdot 0.158 = 0.019$$

$$x_u = (v_d + \omega_v) \cdot \frac{l_w \cdot b_c}{b_0}$$

$$x_u = (0.377 + 0.157) \cdot \frac{3000 \cdot 200}{150} = 2136.0 \text{ mm}$$

$$h_0 = x_u \cdot \left(1 - \frac{\varepsilon_{cu2}}{\varepsilon_{cu2,c}}\right)$$

$$h_0 = 2136.0 \cdot \left(1 - \frac{0.0035}{0.019}\right) = 1742.53 \text{ mm}$$

$$l_c \geq \{0.15l_w; 1.5b_w; \text{duljina } h_0 \text{ na kojoj je } \varepsilon_{cu2} > 0.0035\}$$

$$l_c \geq \{0.45; 0.30; 1.74\}$$

Odabrano  $l_c = 175 \text{ cm}$

Odabrana armatura:  $12\emptyset 16$  ( $A_s = 24.13 \text{ cm}^2$ )

$$b_c = 20 \text{ cm} \quad h_0 = 174.3 \text{ cm}$$

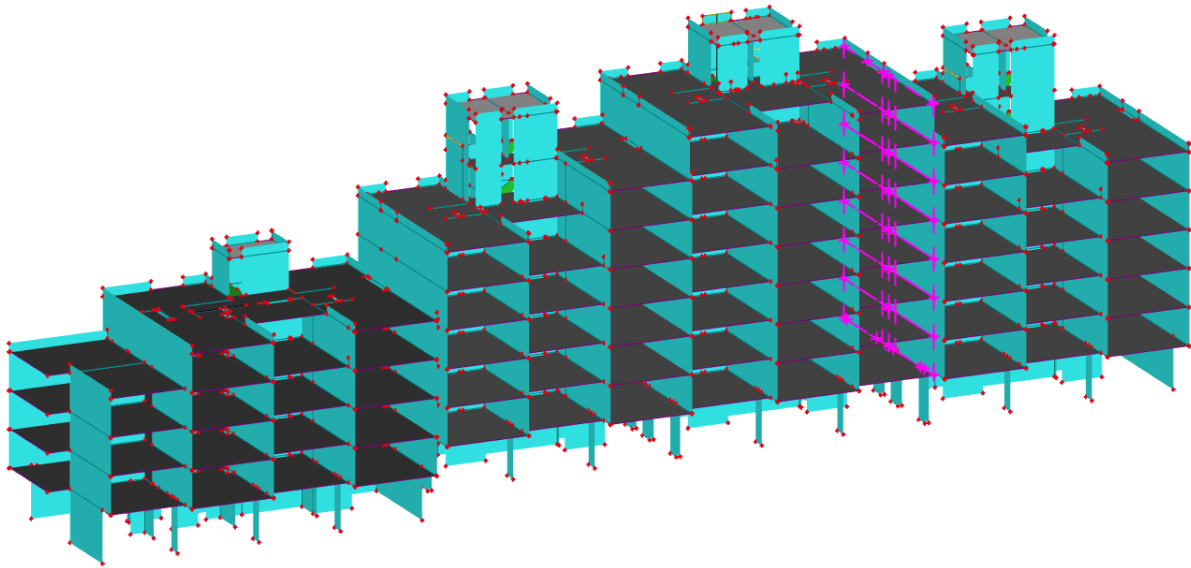
$$A_{s,\min} = \frac{0.5}{100} \cdot b_c \cdot h_0 = \frac{0.5}{100} \cdot 20 \cdot 174.3 = 17.43 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,\max} = \frac{4}{100} \cdot b_c \cdot h_0 = \frac{4}{100} \cdot 20 \cdot 174.3 = 139.44 \text{ cm}^2$$

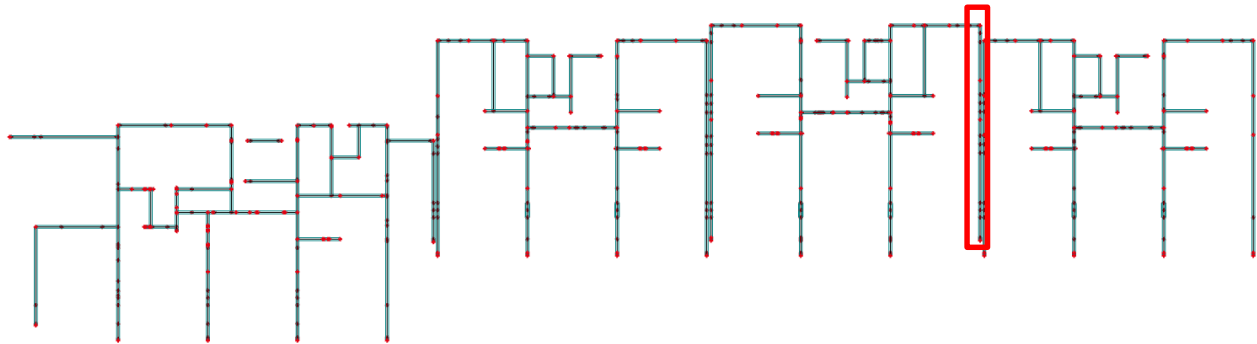
$$A_{s,\min} < A_{\text{odabrano}} < A_{s,\max}$$

$$17.43 \text{ cm}^2 < 24.13 \text{ cm}^2 < 139.44 \text{ cm}^2$$

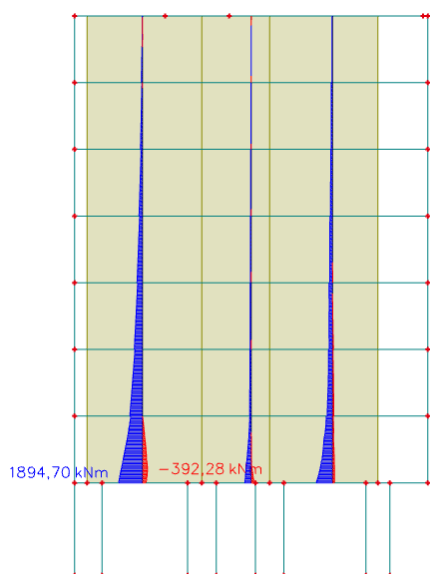
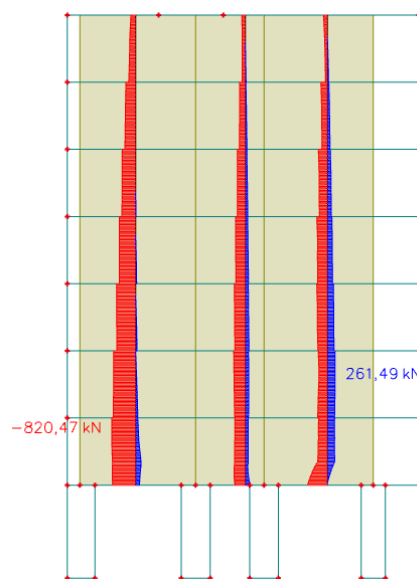
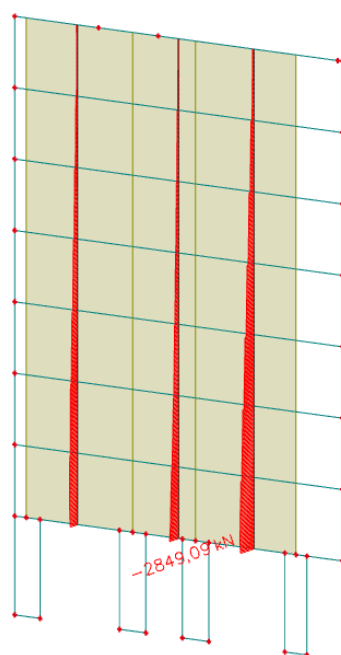
### 9.3. Proračun zidnog (visokostjenog) nosača u Y smjeru



Slika 232. Položaj proračunatog zidnog nosača u Y smjeru



Slika 233. Položaj zida u tlocrtu

Slika 234. Moment savijanja  $M_z$ Slika 235. Poprečna sila  $V_y$ Slika 236. Uzdužna sila  $N$ 

### Geometrijske karakteristike zidnog nosača

$h_s$ – visina etaže (cm)	280
$b_w$ - debljina zidnog nosača (cm)	20
$l_w$ – duljina zidnog nosača (cm)	1495
$h_w$ – visina zidnog nosača (cm)	1960

**Gradivo**

<b>Beton</b>	
Klasa	C25/30
$f_{ck}$ (MPa)	25
$f_{cd}$ (MPa)	16.67

<b>Armatura</b>	
Tip	B500B
$f_{yk}$ (MPa)	500
$f_{yd}$ (MPa)	434.78

**Proračun armature**

Krak unutarnjih sila:

$$z = 0.2 \cdot (L + 1.5 \cdot h) = 0.2 \cdot (1495 + 2 \cdot 280) = 411 \text{ cm}$$

Potrebna vlačna armatura:

$$A_s = \frac{M_{Ed}}{z \cdot f_{yd}} = \frac{189470}{411 \cdot 43.48} = 10.60 \text{ cm}^2$$

Minimalna površina glavne armature:

$$A_{s,min} = 0.15 \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} = 0.15 \cdot 20 \cdot 280 \cdot \frac{2.56}{500} = 4.30 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: 6Ø16 ( $A_s = 12.06 \text{ cm}^2$ )

Minimalna površina zidnih nosača:

$$A_{s,min} = 0.0015 \cdot b \cdot l = 0.0015 \cdot 20 \cdot 100 = 3.0 \text{ cm}^2/\text{m} > 1.5 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura: Q-196 s preklopom 30 cm ( $A_{s,odabrano} = 4.46 \text{ cm}^2/\text{m}$  (obostrano))

#### 9.4. Armatura zidova

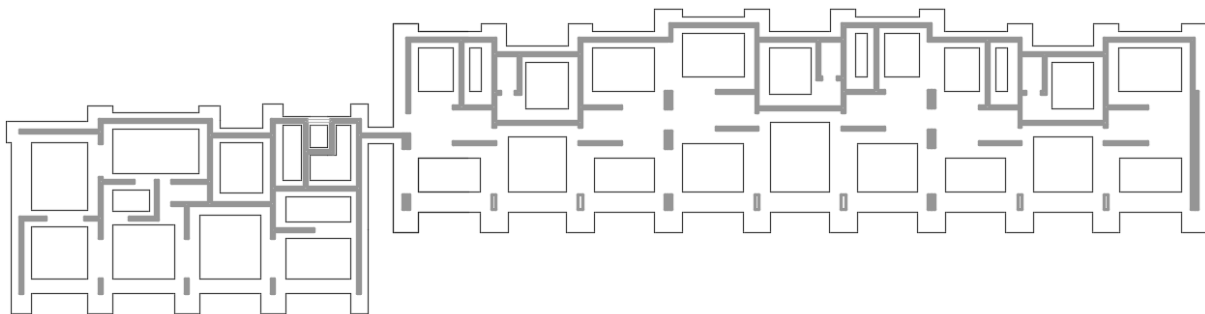
Tablica 26. Prikaz ugrađene i proračunate armature zidova

Ugrađena armatura zidova prema starom projektu	Izračunata potrebna armatura zidova
<p>8Ø20 (<math>A_s = 25.13 \text{ cm}^2</math>), odnosno 4Ø16 (<math>A_s = 8.04 \text{ cm}^2</math>) za 4 kat i sve katove iznad;</p> <p>Q-196 (<math>A_{s,odab} = 3.92 \text{ cm}^2/\text{m}</math> (obostrano))</p>	<p>6Ø16 (<math>A_s = 12.06 \text{ cm}^2</math>) za sve zidove u y smjeru i vanjske zidove u x smjeru; 12Ø16 (<math>A_s = 24.13 \text{ cm}^2</math>) za unutarnje zidove u x smjeru;</p> <p>Q-196 s preklopom 30 cm (<math>A_{s,odab} = 4.46 \text{ cm}^2/\text{m}</math> (obostrano))</p>

Napomena: U tablici 26. napravljena je usporedba ugrađene armature izvučene iz projekta (1978.) i odabrane armature koja je dobivena proračunom u ovom radu.

## 10. PRORAČUN TEMELJA

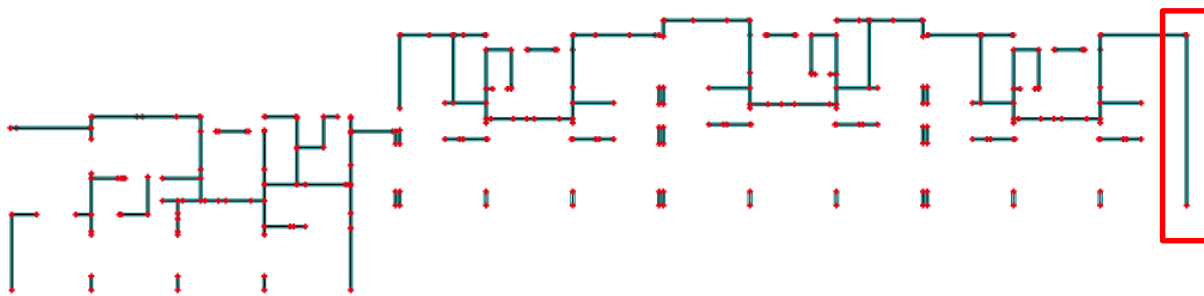
Temelji su izvedeni kao trakasti temelji ispod zidova . Sve temeljne trake izvedene su od betona C25/30 te armirane armaturom B500B. Na *slici 237.* je prikazan raspored temelja. Dimenzije temelja se razlikuju, pa je proračun napravljen za širine temelja 180,120 i 60 cm i to tako da su odabrani zidovi iznad temelja koji imaju maksimalne rezne sile. Potom je provedena kontrola naprezanja koje mora zadovoljiti uvjet  $\sigma < \sigma_{dop} = 0.55 \text{ MPa}$ .



*Slika 237. Raspored temeljnih traka ispod zidova*

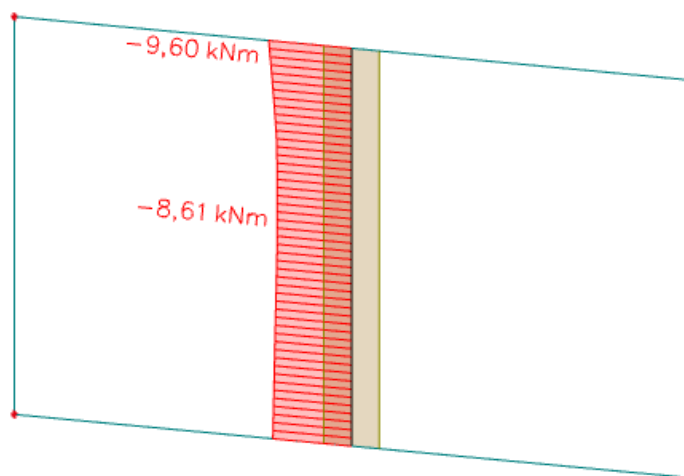


### 10.1. Dimenzioniranje temeljnih traka 180x60

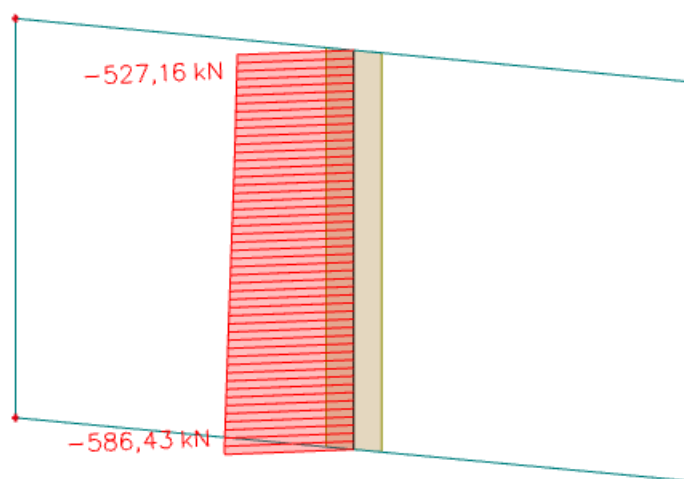


Slika 238. Zid s karakterističnom temeljnom trakom 180x60

#### 10.1.1. Kombinacija $M_{max}$ i $N_{pripadajuće}$



Slika 239. Maksimalni moment  $M_z$



Slika 240. Pripadajuća uzdužna sila  $N$

$$\text{Težina temelja: } N_t = B \cdot L' \cdot h \cdot \gamma_{\text{bet}} = 1.80 \cdot 1.0 \cdot 0.60 \cdot 25 = 27.0 \text{ kg/m}'$$

$$N_{\text{Ed}} = N_{\text{max}} + N_t = 586.43 + 27.0 = 613.43 \text{ kN}$$

$$A = B \cdot L' = 1.80 \cdot 1.0 = 1.80 \text{ m}^2$$

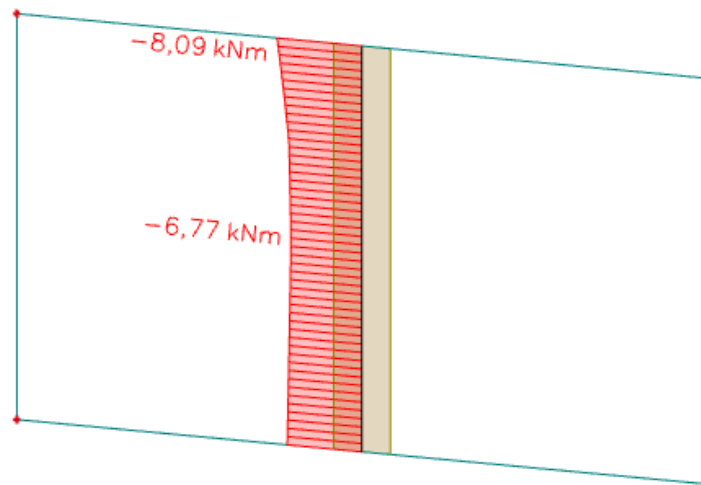
$$W = \frac{BL'^2}{6} = \frac{1.80 \cdot 1.0^2}{6} = 0.30 \text{ m}^3$$

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

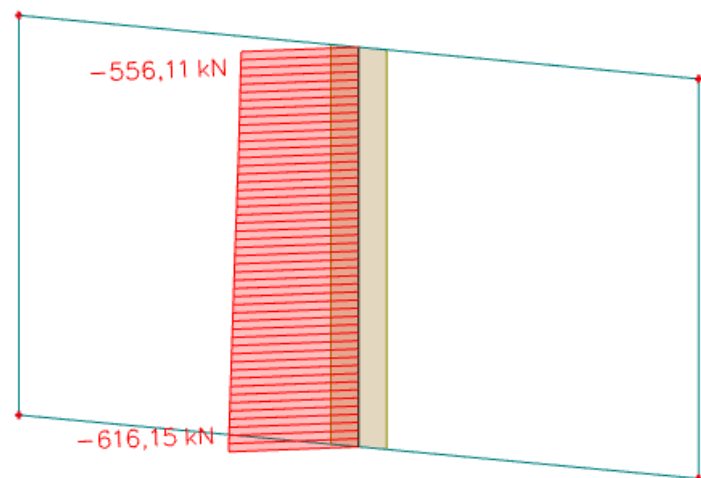
$$\sigma_{1,2} = \frac{613.43}{1.80} - \frac{9.60}{0.30} = 308.79 \text{ kN/m}^2 < 550 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{613.43}{1.80} + \frac{9.60}{0.30} = 372.79 \text{ kN/m}^2 < 550 \text{ kN/m}^2$$

### 10.1.2. Kombinacija Nmax i M pripadajuće



Slika 241. Pripadajući moment  $M_z$



Slika 242. Maksimalna uzdužna sila  $N$

$$\text{Težina temelja: } N_t = B \cdot L' \cdot h \cdot \gamma_{\text{bet}} = 1.80 \cdot 1.0 \cdot 0.60 \cdot 25 = 27.0 \text{ kg/m'}$$

$$N_{\text{Ed}} = N_{\text{max}} + N_t = 616.15 + 27.0 = 643.15 \text{ kN}$$

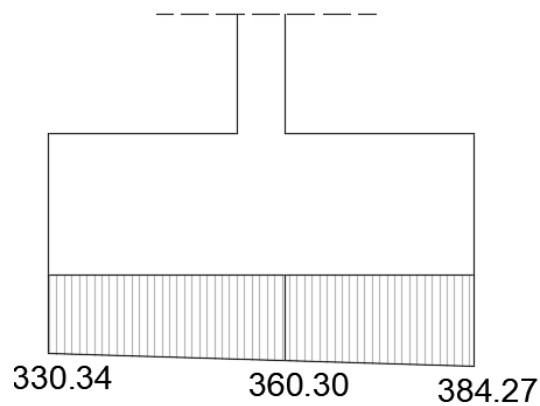
$$A = B \cdot L' = 1.80 \cdot 1.0 = 1.80 \text{ m}^2$$

$$W = \frac{BL'^2}{6} = \frac{1.80 \cdot 1.0^2}{6} = 0.30 \text{ m}^3$$

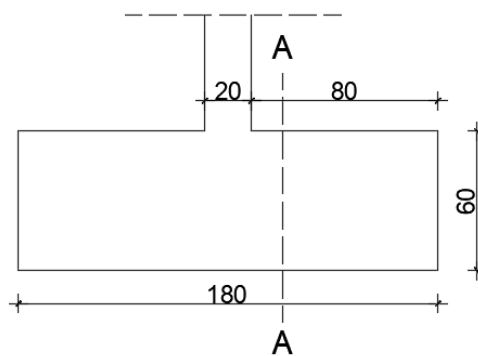
$$\sigma_{1,2} = \frac{N}{A} \mp \frac{M}{W}$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{643.15}{1.80} - \frac{8.09}{0.30} = 330.34 \text{ kN/m}^2 < 550 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{643.15}{1.80} + \frac{8.09}{0.30} = 384.27 \text{ kN/m}^2 < 550 \text{ kN/m}^2$$



Slika 243. Prikaz naprezanja ( $\text{kN/m}^2$ )



Slika 244. Presjek A-A

Ukupna sila na temelj u presjeku A-A:

$$\begin{aligned}
 M_{A-A} &= \sigma_{A-A} \cdot b_1 \cdot a \cdot \frac{b_1}{2} + (\sigma_1 - \sigma_{A-A}) \cdot \frac{b_1 \cdot a}{2} \cdot \frac{2}{3} b_1 \\
 &= 360.30 \cdot 0.80 \cdot 1.80 \cdot \frac{0.80}{2} + (384.27 - 360.30) \cdot \frac{0.80 \cdot 1.80}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot 0.80 \\
 &= 216.74 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$M_{Ed} = 216.74 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{21674}{180 \cdot 55^2 \cdot 1.67} = 0.024 \approx 0.026$$

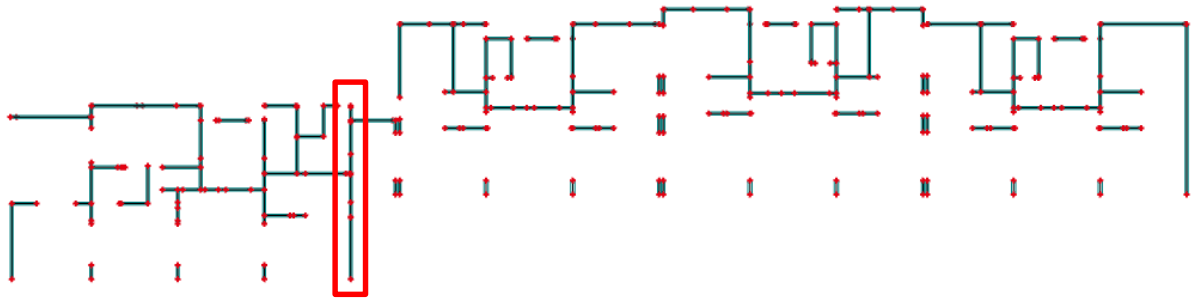
$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 0.9 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.971 \quad \xi = 0.083$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{21674}{0.971 \cdot 55 \cdot 43.48} = 9.33 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{\min} = 0.15\% \cdot b \cdot d = 0.15 \cdot 180 \cdot \frac{55}{100} = 14.85 \text{ cm}^2$$

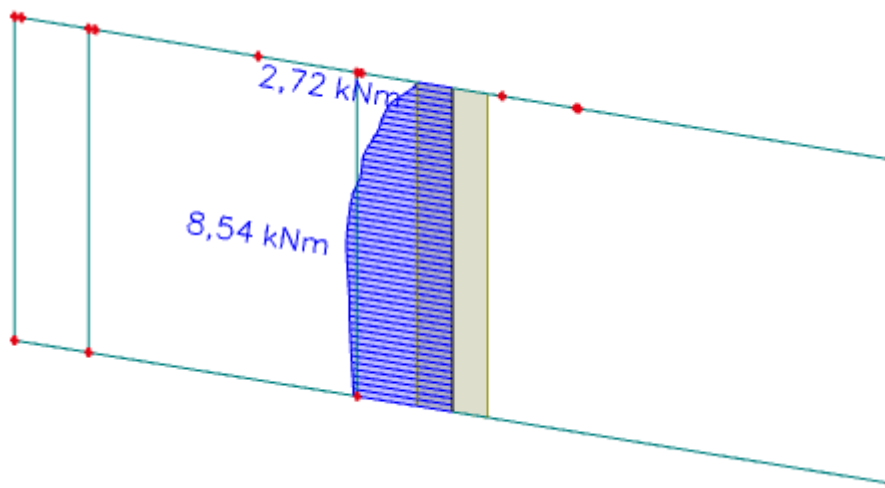
Odabrana armatura: 10Ø14 ( $A_s = 15.39 \text{ cm}^2$ )

## 10.2. Dimenzioniranje temeljnih traka 120x60

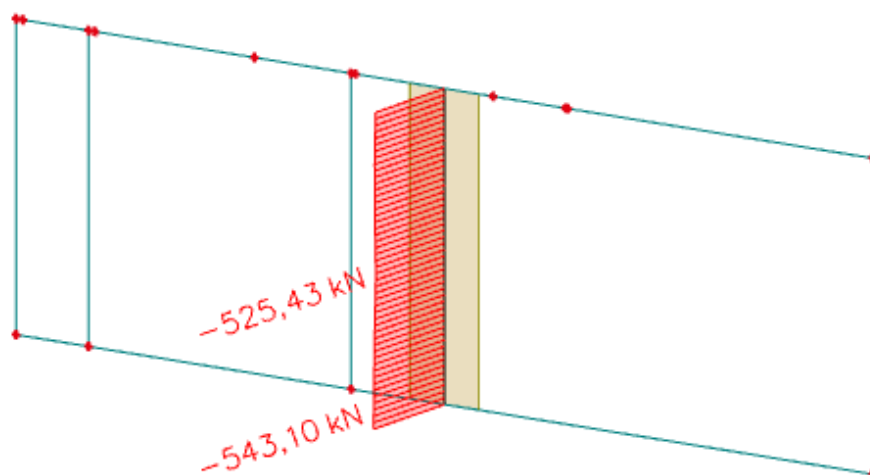


Slika 245. Zid s karakterističnom temeljnom trakom 120x60

### 10.2.1. Kombinacija $M_{max}$ i $N_{pripadajuće}$



Slika 246. Maksimalni moment  $M_z$



Slika 247. Pripadajuća uzdužna sila  $N$

$$\text{Težina temelja: } N_t = B \cdot L' \cdot h \cdot \gamma_{\text{bet}} = 1.20 \cdot 1.0 \cdot 0.60 \cdot 25 = 18.0 \text{ kg/m'}$$

$$N_{\text{Ed}} = N_{\text{max}} + N_t = 543.10 + 18.0 = 561.10 \text{ kN}$$

$$A = B \cdot L' = 1.20 \cdot 1.0 = 1.20 \text{ m}^2$$

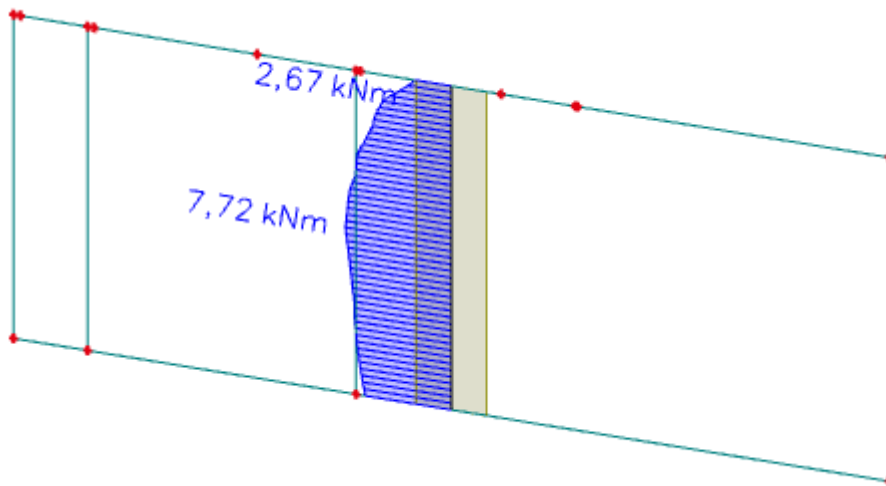
$$W = \frac{BL'^2}{6} = \frac{1.20 \cdot 1.0^2}{6} = 0.20 \text{ m}^3$$

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

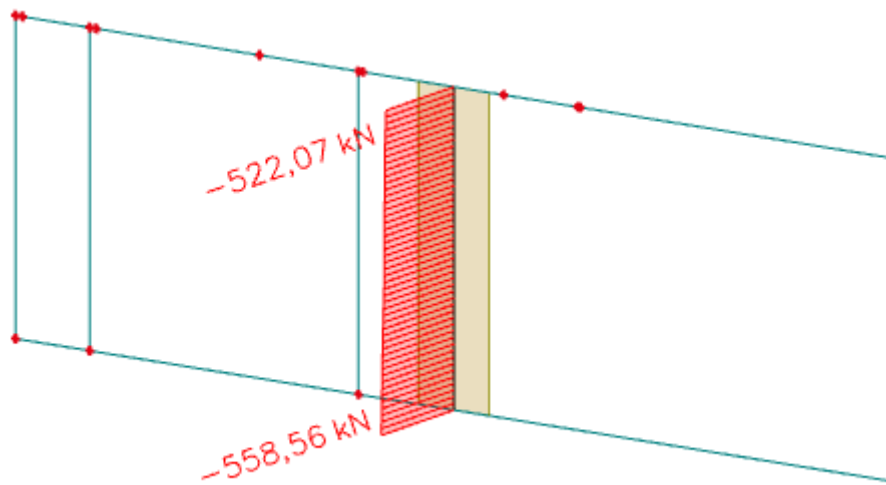
$$\sigma_{1,2} = \frac{561.10}{1.20} - \frac{8.54}{0.20} = 424.88 \text{ kN/m}^2 < 550 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{561.10}{1.20} + \frac{8.54}{0.20} = 510.28 \text{ kN/m}^2 < 550 \text{ kN/m}^2$$

### 10.2.2. Kombinacija Nmax i Mpripadajuće



Slika 248. Pripadajući moment  $M_z$



Slika 249. Maksimalna uzdužna sila  $N$

$$\text{Težina temelja: } N_t = B \cdot L' \cdot h \cdot \gamma_{\text{bet}} = 1.20 \cdot 1.0 \cdot 0.60 \cdot 25 = 18.0 \text{ kg/m}'$$

$$N_{\text{Ed}} = N_{\text{max}} + N_t = 558.56 + 18.0 = 576.56 \text{ kN}$$

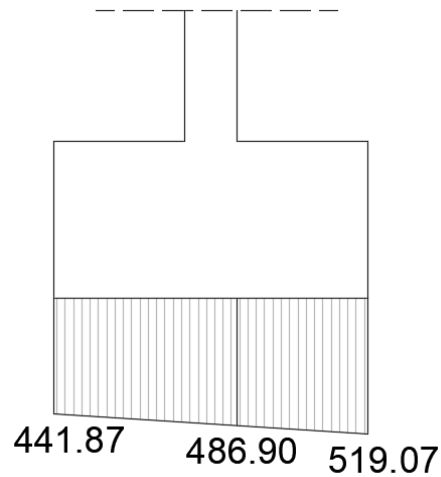
$$A = B \cdot L' = 1.20 \cdot 1.0 = 1.20 \text{ m}^2$$

$$W = \frac{BL'^2}{6} = \frac{1.20 \cdot 1.0^2}{6} = 0.20 \text{ m}^3$$

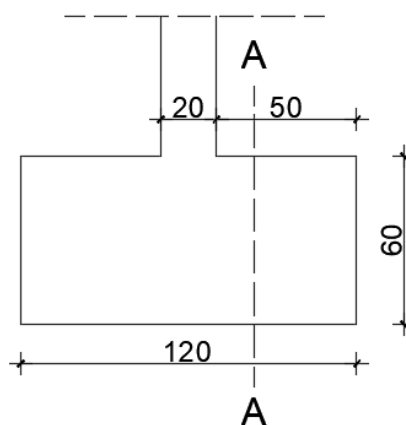
$$\sigma_{1,2} = \frac{N}{A} \mp \frac{M}{W}$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{576.56}{1.20} - \frac{7.72}{0.20} = 441.87 \text{ kN/m}^2 < 550 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{561.10}{1.20} + \frac{8.54}{0.20} = 519.07 \text{ kN/m}^2 < 550 \text{ kN/m}^2$$



Slika 250. Prikaz naprezanja ( $\text{kN/m}^2$ )



Slika 251. Presjek A-A

Ukupna sila na temelj u presjeku A-A:

$$\begin{aligned}
 M_{A-A} &= \sigma_{A-A} \cdot b_1 \cdot a \cdot \frac{b_1}{2} + (\sigma_1 - \sigma_{A-A}) \cdot \frac{b_1 \cdot a}{2} \cdot \frac{2}{3} b_1 \\
 &= 486.90 \cdot 0.50 \cdot 1.20 \cdot \frac{0.50}{2} + (519.07 - 486.90) \cdot \frac{0.50 \cdot 1.20}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot 0.50 \\
 &= 76.25 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$M_{Ed} = 76.25 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{7625}{120 \cdot 55^2 \cdot 1.67} = 0.013$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 0.6 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.981 \quad \xi = 0.057$$

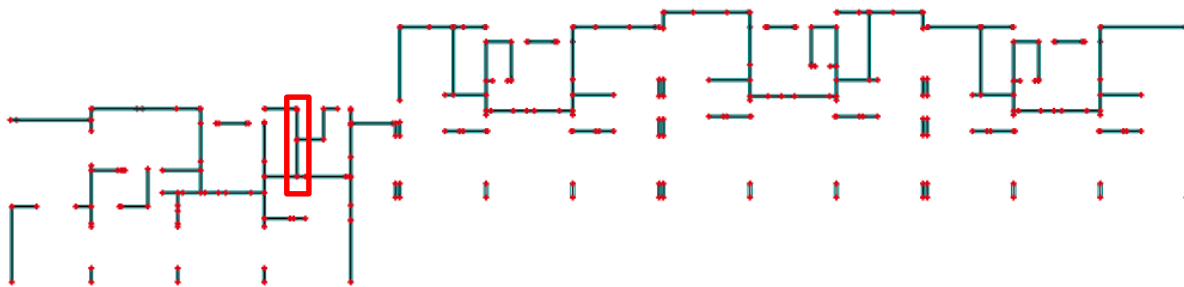
$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{7625}{0.981 \cdot 55 \cdot 43.48} = 3.25 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{\min} = 0.15\% \cdot b \cdot d = 0.15 \cdot 120 \cdot \frac{55}{100} = 9.90 \text{ cm}^2$$

$$\text{Odabrana armatura: } 7\emptyset 14 \text{ (} A_s = 10.78 \text{ cm}^2\text{)}$$

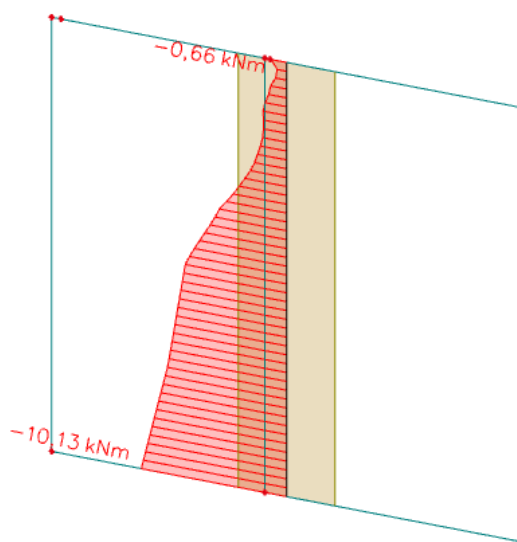


### 10.3. Dimenzioniranje temeljnih traka 60x60

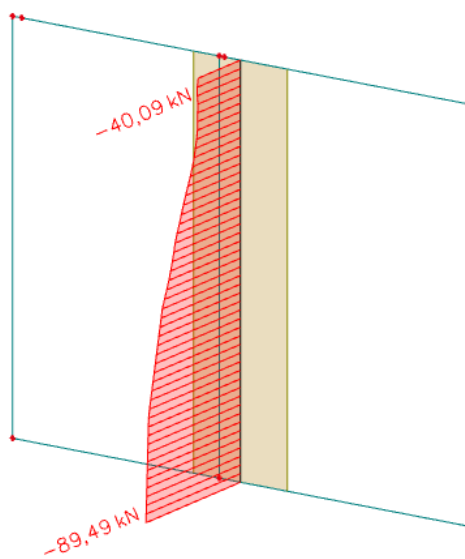


Slika 252. Zid s karakterističnom temeljnom trakom 60x60

#### 10.3.1. Kombinacija $M_{max}$ i $N$ pripadajuće



Slika 253. Maksimalni moment  $M_z$



Slika 254. Pripadajuća uzdužna sila  $N$

$$\text{Težina temelja: } N_t = B \cdot L' \cdot h \cdot \gamma_{\text{bet}} = 0.60 \cdot 1.0 \cdot 0.60 \cdot 25 = 9.0 \text{ kg/m'}$$

$$N_{\text{Ed}} = N_{\text{max}} + N_t = 89.49 + 9.0 = 98.49 \text{ kN}$$

$$A = B \cdot L' = 0.60 \cdot 1.0 = 0.60 \text{ m}^2$$

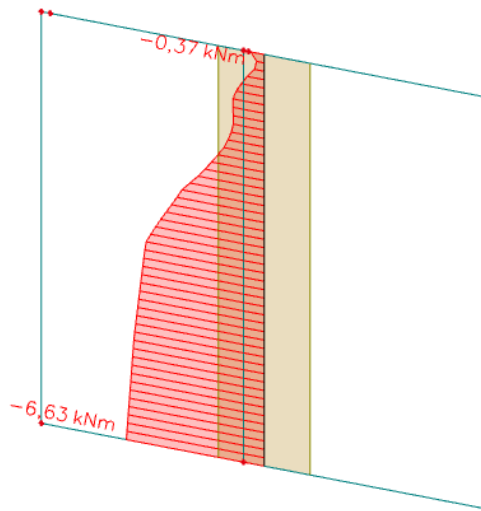
$$W = \frac{BL'^2}{6} = \frac{0.60 \cdot 1.0^2}{6} = 0.10 \text{ m}^3$$

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

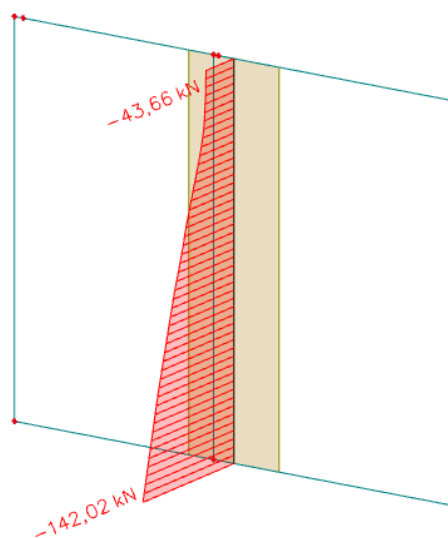
$$\sigma_{1,2} = \frac{98.49}{0.60} - \frac{10.13}{0.10} = 62.85 \text{ kN/m}^2 < 550 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{98.49}{0.60} + \frac{10.13}{0.10} = 265.45 \text{ kN/m}^2 < 550 \text{ kN/m}^2$$

### 10.3.2. Kombinacija Nmax i Mpriladajuće



Slika 255. Pripadajući moment  $M_z$



Slika 256. Maksimalna uzdužna sila  $N$

$$\text{Težina temelja: } N_t = B \cdot L' \cdot h \cdot \gamma_{\text{bet}} = 0.60 \cdot 1.0 \cdot 0.60 \cdot 25 = 9.0 \text{ kg/m'}$$

$$N_{\text{Ed}} = N_{\text{max}} + N_t = 142.02 + 9.0 = 151.02 \text{ kN}$$

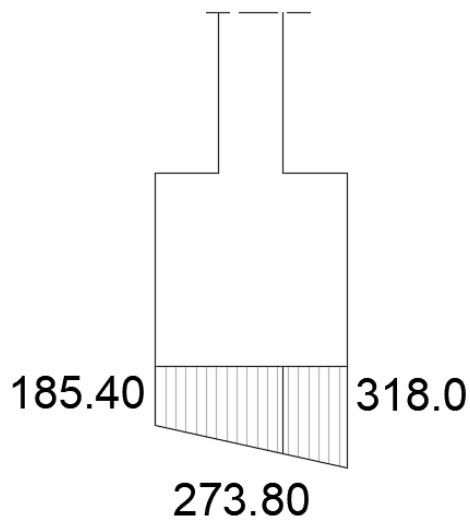
$$A = B \cdot L' = 0.60 \cdot 1.0 = 0.60 \text{ m}^2$$

$$W = \frac{BL'^2}{6} = \frac{0.60 \cdot 1.0^2}{6} = 0.10 \text{ m}^3$$

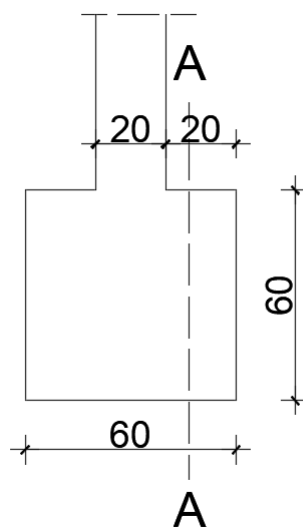
$$\sigma_{1,2} = \frac{N}{A} \mp \frac{M}{W}$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{151.02}{0.60} - \frac{6.63}{0.10} = 185.40 \text{ kN/m}^2 < 550 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{98.49}{0.60} + \frac{10.13}{0.10} = 318.0 \text{ kN/m}^2 < 550 \text{ kN/m}^2$$



Slika 257. Prikaz naprezanja ( $\text{kN/m}^2$ )



Slika 258. Presjek A-A

Ukupna sila na temelj u presjeku A-A:

$$\begin{aligned}
 M_{A-A} &= \sigma_{A-A} \cdot b_1 \cdot a \cdot \frac{b_1}{2} + (\sigma_1 - \sigma_{A-A}) \cdot \frac{b_1 \cdot a}{2} \cdot \frac{2}{3} b_1 \\
 &= 273.80 \cdot 0.20 \cdot 0.60 \cdot \frac{0.20}{2} + (318.0 - 273.80) \cdot \frac{0.20 \cdot 0.60}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot 0.20 \\
 &= 3.64 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$M_{Ed} = 3.64 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{364}{60 \cdot 55^2 \cdot 1.67} = 0.001 \approx 0.002$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 0.2 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.993 \quad \xi = 0.020$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{364}{0.993 \cdot 55 \cdot 43.48} = 0.15 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{\min} = 0.15\% \cdot b \cdot d = 0.15 \cdot 60 \cdot \frac{55}{100} = 4.95 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: 4Ø14 ( $A_s = 6.16 \text{ cm}^2$ )

**11. GRAFIČKI PRILOZI****TLOCRTI / PLANVI POZICIJA**

1) Tlocrt ploče prizemlja	M1:200
2) Tlocrt ploče iznad prizemlja	M1:200
3) Tlocrt ploče iznad 1. i 2. kata	M1:200
4) Tlocrt ploče iznad 3. kata	M1:200
5) Tlocrt ploče iznad 4. kata	M1:200
6) Tlocrt ploče iznad 5. kata	M1:200
7) Tlocrt ploče iznad 6. kata	M1:200
8) Tlocrt ploče iznad 7. kata	M1:200
9) Tlocrt ploče iznad 8. kata	M1:200

**PRESJECI**

10) Presjek 1 - 1	M1:200
11) Presjeci 2 - 2 i 3 - 3	M1:200
12) Presjeci 4 - 4 i 5 - 5	M1:200

**PLOČE - ULAZ 1**

13) Armatura ploče pozicije 300 – donja zona	M1:200
14) Armatura ploče pozicije 300 – gornja zona	M1:200
15) Armatura ploče pozicije 200 – donja zona	M1:200
16) Armatura ploče pozicije 200 – gornja zona	M1:200
17) Armatura ploče pozicije 100 – donja zona	M1:200
18) Armatura ploče pozicije 100 – gornja zona	M1:200
19) Armatura ploče pozicije 000 – donja zona	M1:200
20) Armatura ploče pozicije 000 – gornja zona	M1:200
21) Armatura ploče pozicije -100	M1:200

**PLOČE - ULAZ 2/4**

22) Armatura ploče pozicije 400 – donja zona	M1:200
23) Armatura ploče pozicije 400 – gornja zona	M1:200
24) Armatura ploče pozicije 300 – donja zona	M1:200
25) Armatura ploče pozicije 300 – gornja zona	M1:200
26) Armatura ploče pozicije 200 – donja zona	M1:200
27) Armatura ploče pozicije 200 – gornja zona	M1:200
28) Armatura ploče pozicije 100 – donja zona	M1:200
29) Armatura ploče pozicije 100 – gornja zona	M1:200
30) Armatura ploče pozicije 000	M1:200
31) Armatura ploče pozicije -100	M1:200

**PLOČE - ULAZ 3**

32) Armatura ploče pozicije 300 – donja zona	M1:200
33) Armatura ploče pozicije 300 – gornja zona	M1:200
34) Armatura ploče pozicije 200 – donja zona	M1:200
35) Armatura ploče pozicije 200 – gornja zona	M1:200
36) Armatura ploče pozicije 100 – donja zona	M1:200
37) Armatura ploče pozicije 100 – gornja zona	M1:200
38) Armatura ploče pozicije 000 – donja zona	M1:200
39) Armatura ploče pozicije 000 – gornja zona	M1:200

40) Armatura ploče pozicije -100	M1:200
STUBIŠTE	
41) Armatura stubišta	M1:20
GREDE	
42) Armatura greda	M1:100
ZIDOVI	
43) Plan pozicija i armatura zidova	M1:20
TEMELJI	
44) Plan pozicija i armatura temelja	M1:20

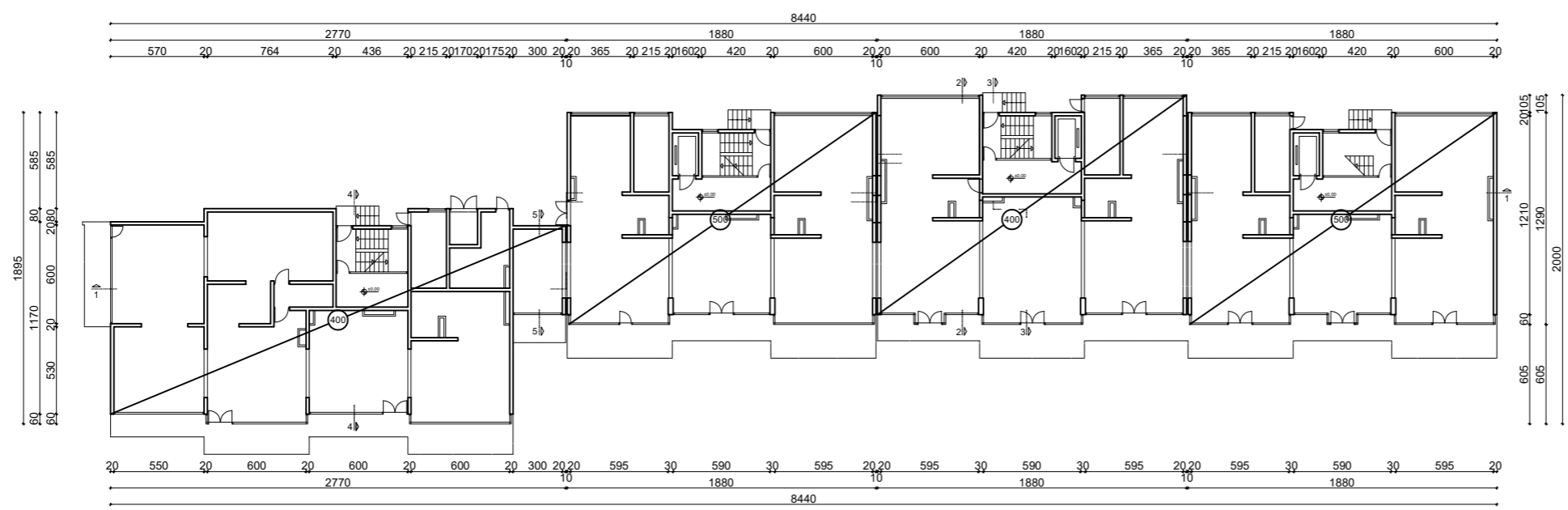
**12. LITERATURA**


- 1) *A. Harapin, J.Radnić: Osnove betonskih konstrukcija, interna skripta-zapisi s predavanja; Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Split*
- 2) *I. Tomičić : Betonske konstrukcije -3. izmijenjeno i dopunjeno izdanje, Zagreb 1996*
- 3) *EN 1990:2008 Eurokod- osnove projektiranja konstrukcija (EN 1990:2008+AI:2005+AC:2008)*
- 4) *EN 1991: Eurokod 1 – Djelovanje na konstrukciju*
- 5) *EN 1992-1-1:2008 Eurokod 2 – Projektiranje betonskih konstrukcija –Dio 1-1 :Opća pravila i pravila za zgrade*
- 6) *EN 1998:2008 Eurokod 8 –Projektiranje konstrukcija otpornih na potres- 1.dio*

*Korišteni računalni programi:*

1. *AutoCad 2017*
2. *Scia Engineer 21.0*
3. *Microsoft word*
4. *Microsoft excel*

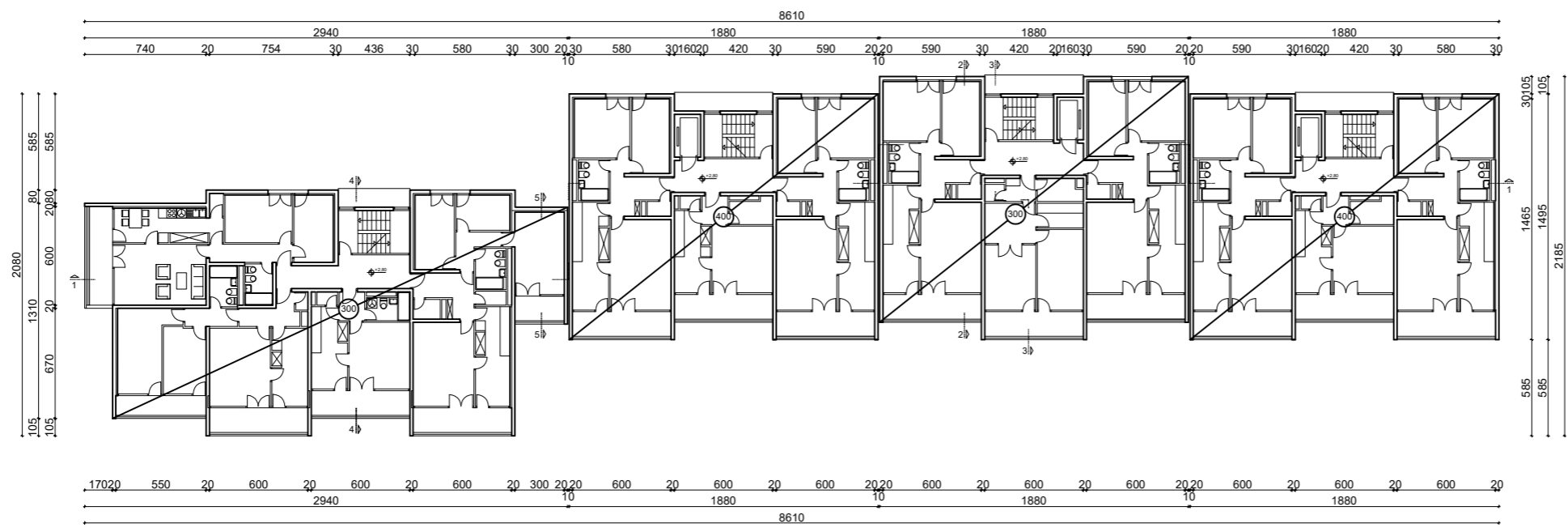
Tlocrt ploče prizemlja  
 UL1 - Plan pozicije 400  
 UL2/UL4 - Plan pozicije 500  
 UL3 - Plan pozicije 400  
 M 1:200




 <small>INŽENJERSKI USTANOVA          FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE          I GEODEZIJE          21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15          tlf: +385 (0)21 303333, fax: +385 (0)21 485111</small>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRADJEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Ornišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Tlocrt ploče prizemlja	BROJ PRILOGA: 1

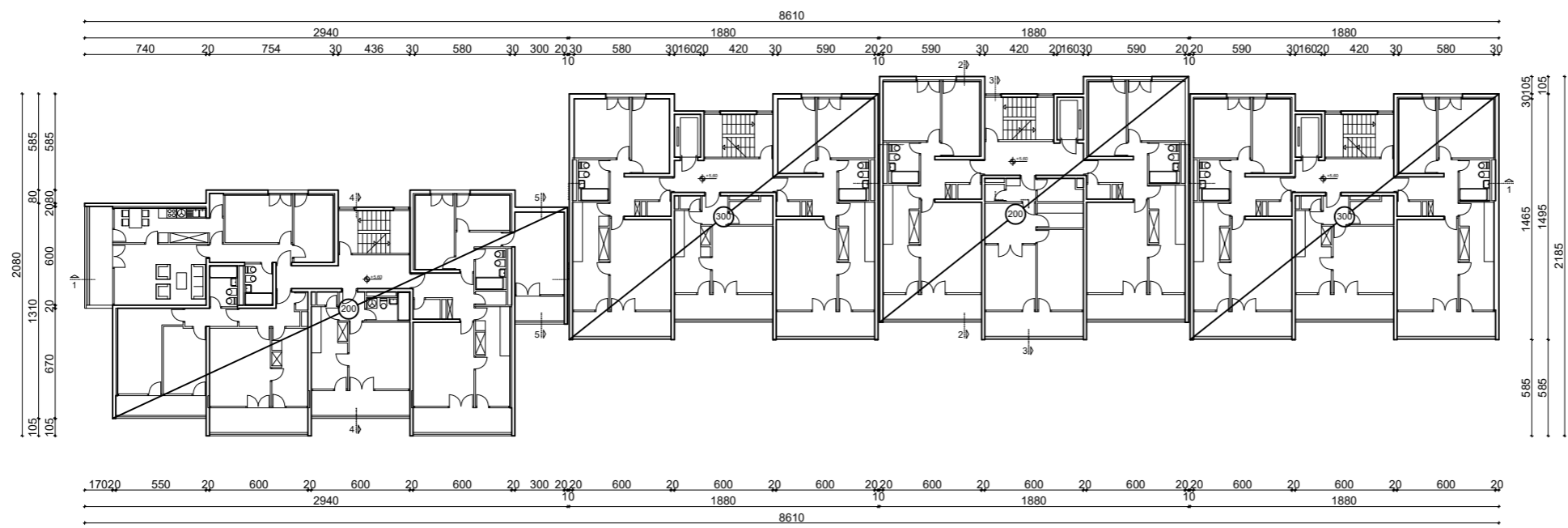



Tlocrt ploče iznad prizemlja  
 UL1 - Plan pozicije 300  
 UL2/UL4 - Plan pozicije 400  
 UL3 - Plan pozicije 300  
 M 1:200



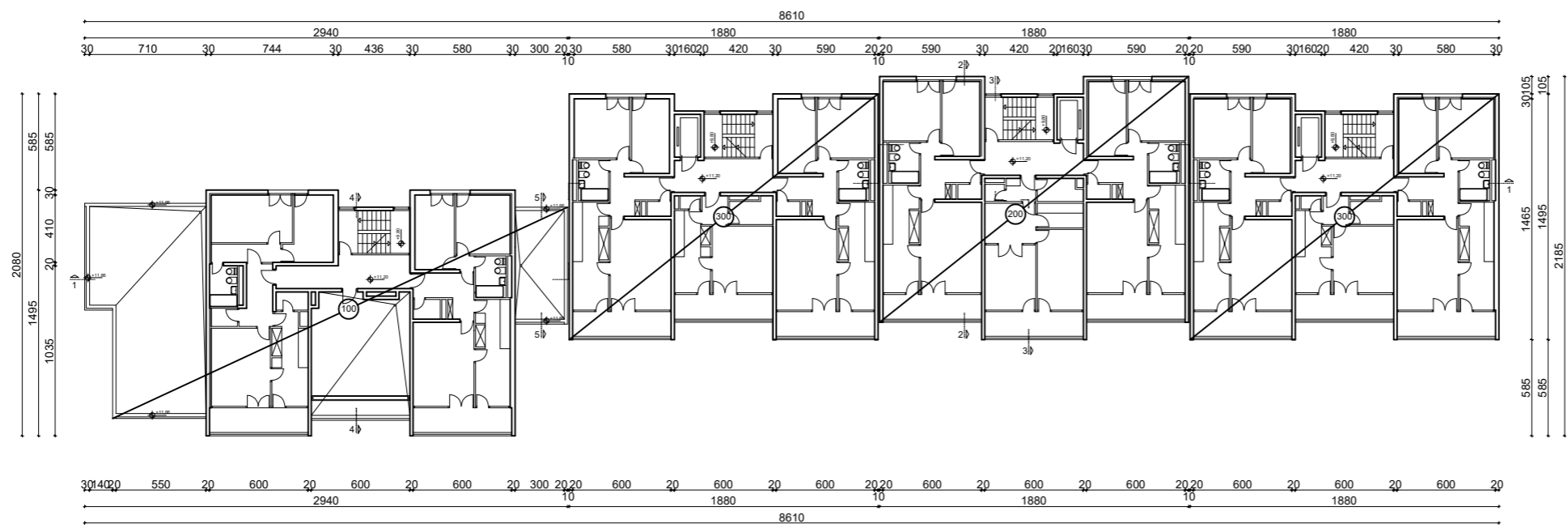
 <small>INŽENJERSTVO U SPLITU          FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE          I GEODEZIJE          21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15          tlf: +385 (0)21 303333, fax: +385 (0)21 485111</small>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRADJEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Ornišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
SADRŽAJ: Tlocrt ploče iznad prizemlja	BROJ PRILOGA: 2	


Tlocrt ploča iznad 1. i 2. kata  
 UL1 - Plan pozicije 200  
 UL2/UL4 - Plan pozicije 300  
 UL3 - Plan pozicije 200  
 M 1:200



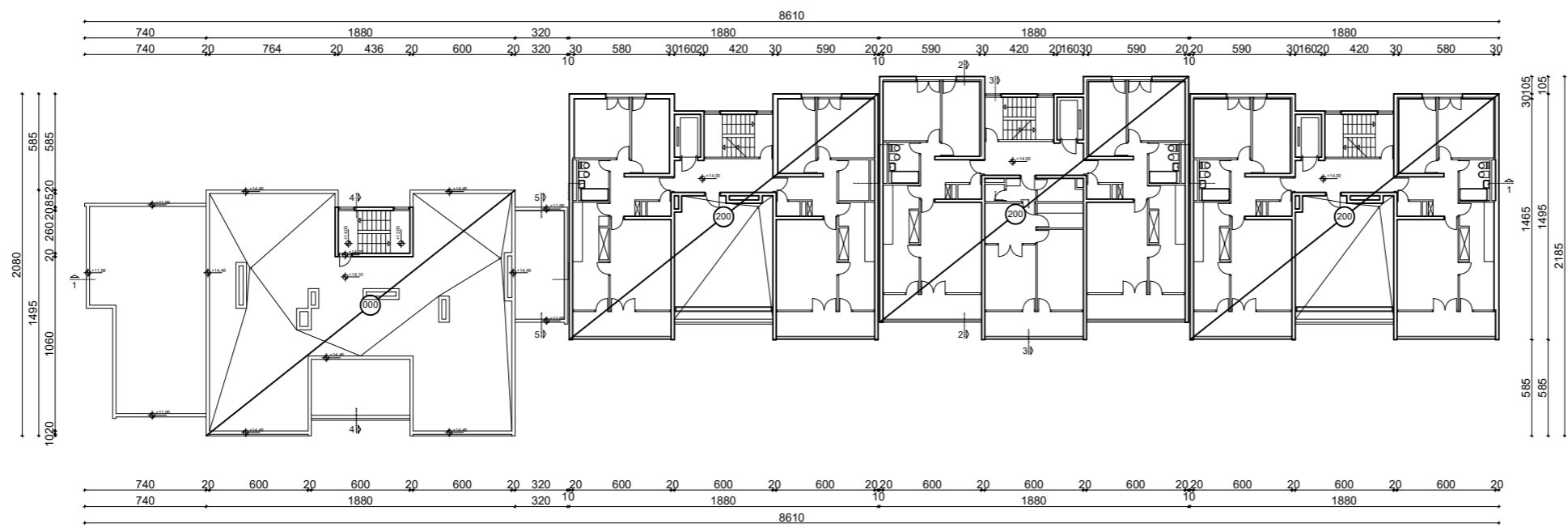
 <small>INŽENJERSTVO U SPLITU          FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE          I GEODEZIJE          21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15          t: +385 (0)21 302333, fax: +385 (0)21 482111</small>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRADJEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Ornišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Tlocrt ploča iznad 1. i 2. kata	BROJ PRILOGA: 3


Tlocrt ploče iznad 3. kata  
 UL1 - Plan pozicije 100  
 UL2/UL4 - Plan pozicije 300  
 UL3 - Plan pozicije 200  
 M 1:200



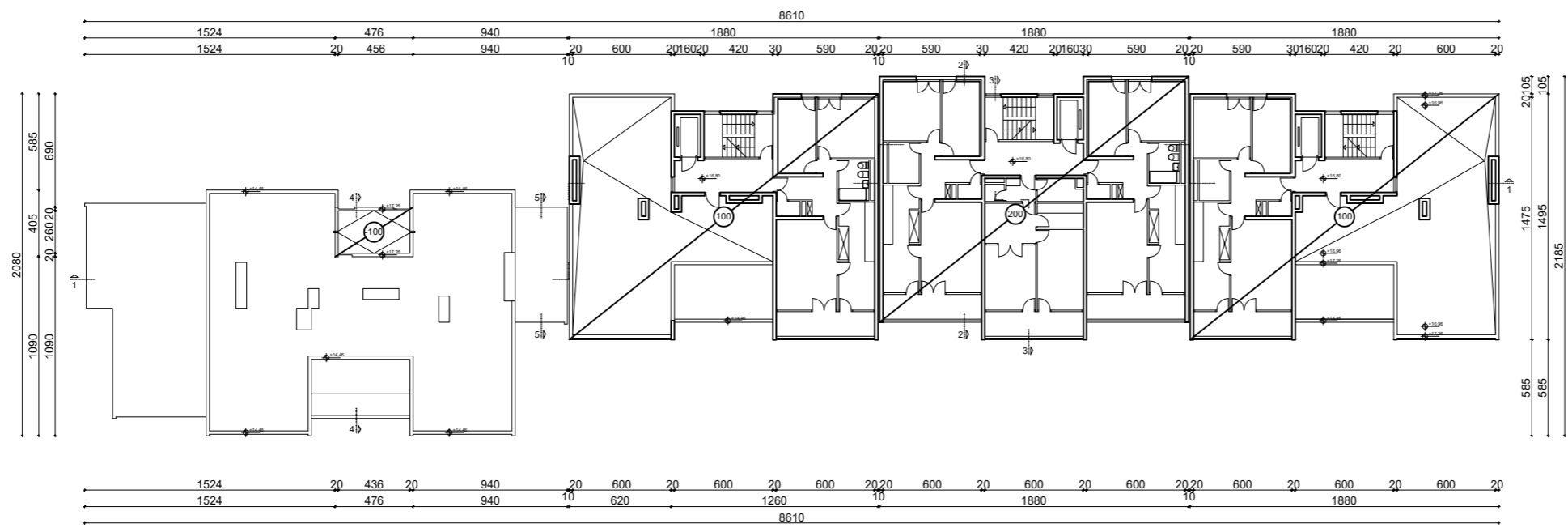
 <small>INŽENJERSTVO U SPLITU          FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE          I GEODEZIJE          21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15          t: +385 (0)21 303333, fax: +385 (0)21 482111</small>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	VRSTA PROJEKTA: Stambeno-poslovni blok Punta u Ornišu	DATUM: rujan, 2021.
	RAZINA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
SADRŽAJ: Tlocrt ploče iznad 3. kata	BROJ PRILOGA: 4	


Tlocrt ploče iznad 4. kata  
 UL1 - Plan pozicije 000  
 UL2/UL4 - Plan pozicije 200  
 UL3 - Plan pozicije 200  
 M 1:200



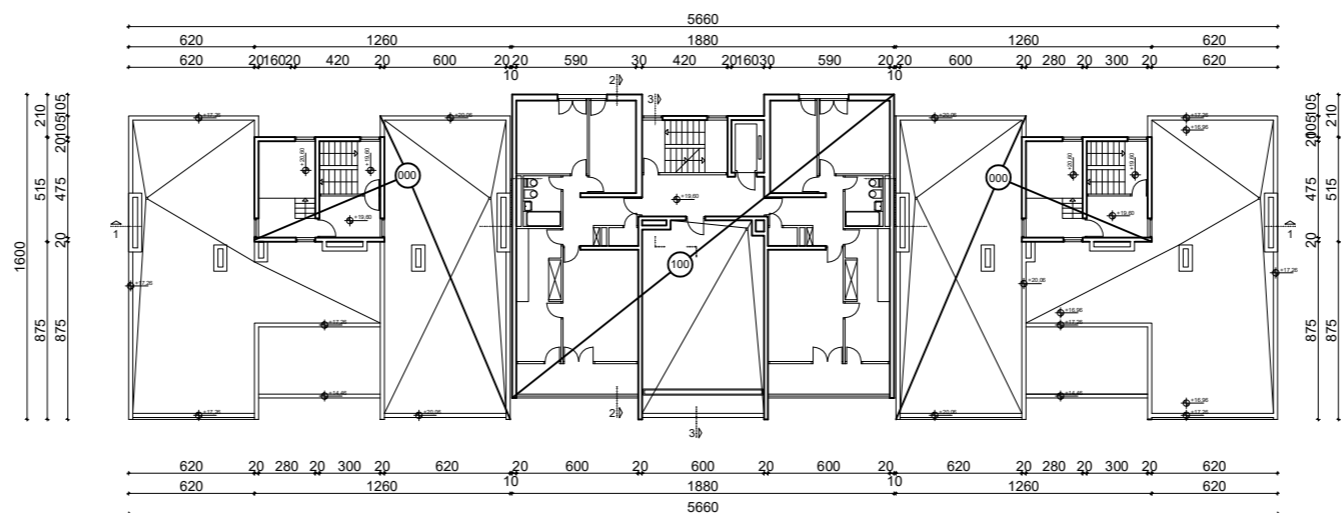
 <small>INŽENJERSTVO U SPLITU          FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE          I GEODEZIJE          21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15          tlf: +385 (0)21 303333, fax: +385 (0)21 482111</small>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRADJEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Tlocrt ploče iznad 4. kata	BROJ PRILOGA: 5


Tlocrt ploče iznad 5. kata  
 UL1 - Plan pozicije -100  
 UL2/UL4 - Plan pozicije 100  
 UL3 - Plan pozicije 200  
 M 1:200



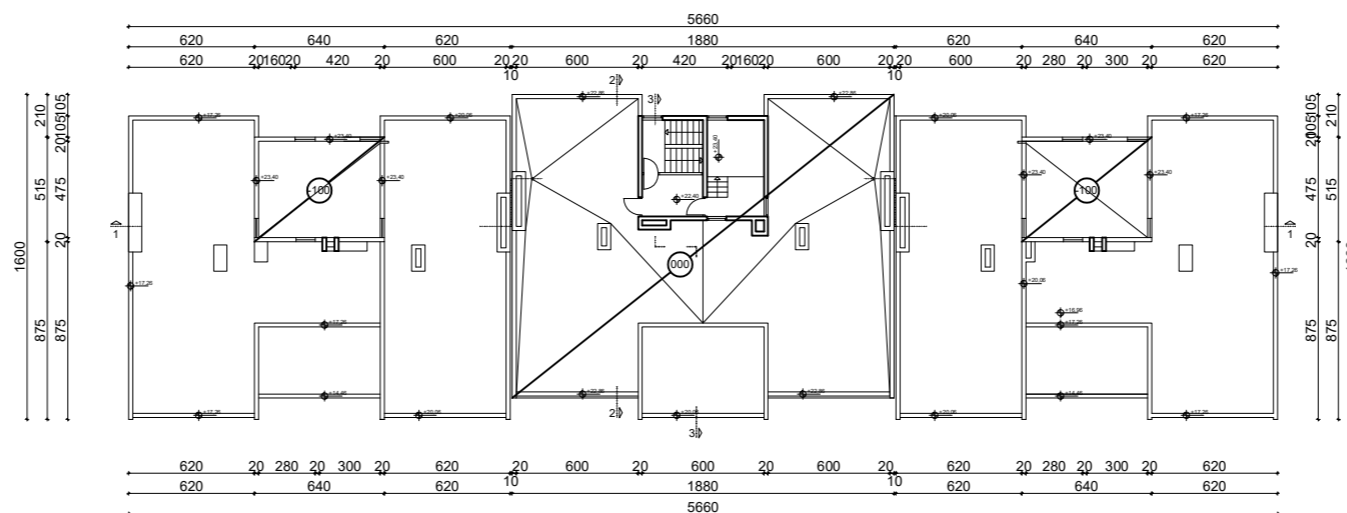
 <small>INŽENJERSTVO U SPLITU          FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE          I GEODEZIJE          21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15          tlf: +385 (0)21 303333, fax: +385 (0)21 485111</small>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRADJEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Ornišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Tlocrt ploče iznad 5. kata	BROJ PRILOGA: 6


Tlocrt ploče iznad 6. kata  
 UL2/UL4 - Plan pozicije 000  
 UL3 - Plan pozicije 100  
 M 1:200



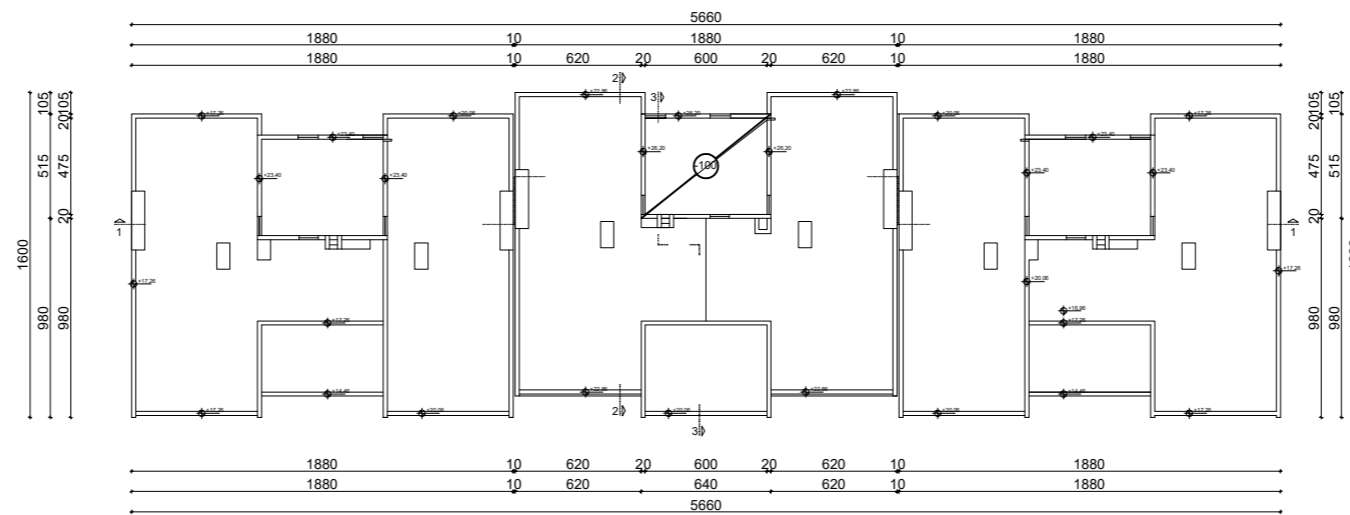
 <small>INŽENJERSTVO U SPLITU          FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE          I GEODEZIJE          21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15          tlf: +385 (0)21 303333, fax: +385 (0)21 485111</small>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRADJEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Ornišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
SADRŽAJ: Tlocrt ploče iznad 6. kata	BROJ PRILOGA: 7	


Tlocrt ploče iznad 7. kata  
 UL2/UL4 - Plan pozicije -100  
 UL3 - Plan pozicije 000  
 M 1:200



 <small>INŽENJERSKI USTANOVA          FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE          I GEODEZIJE          21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15          tlf: +385 (0)21 303333, fax: +385 (0)21 485111</small>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRADJEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Tlocrt ploče iznad 7. kata	BROJ PRILOGA: 8

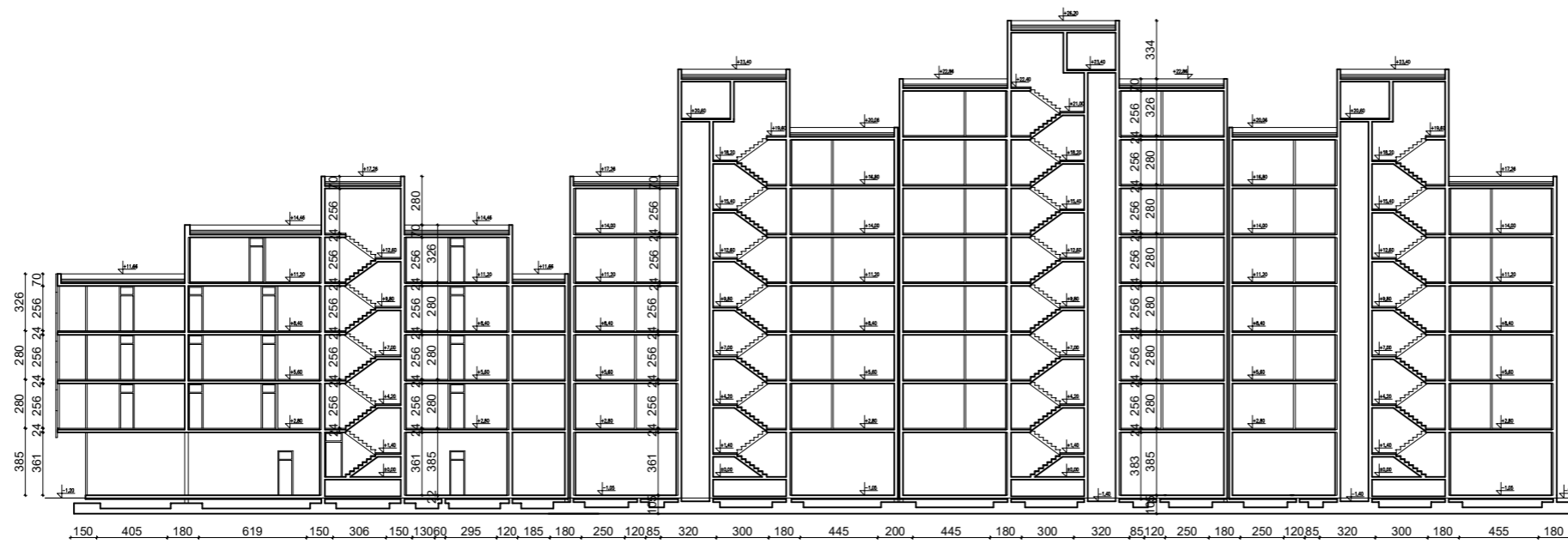
Tlocrt ploče iznad 8. kata  
 UL3 - Plan pozicije -100  
 M 1:200




 <small>INŽENJERSTVO U SPLITU          FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE          I GEODEZIJE          21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15          tlf: +385 (0)21 303333, fax: +385 (0)21 485111</small>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRADJEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Tlocrt ploče iznad 8. kata	BROJ PRILOGA: 9



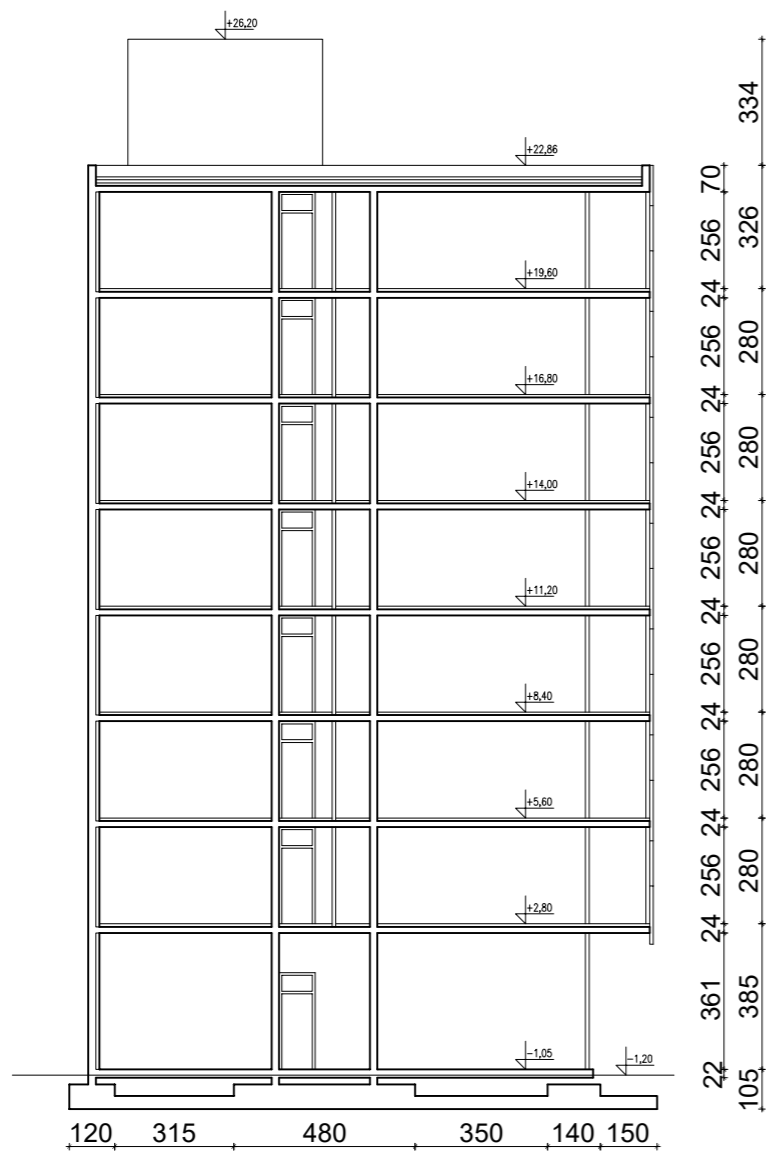
Presjek 1 - 1  
M 1:200



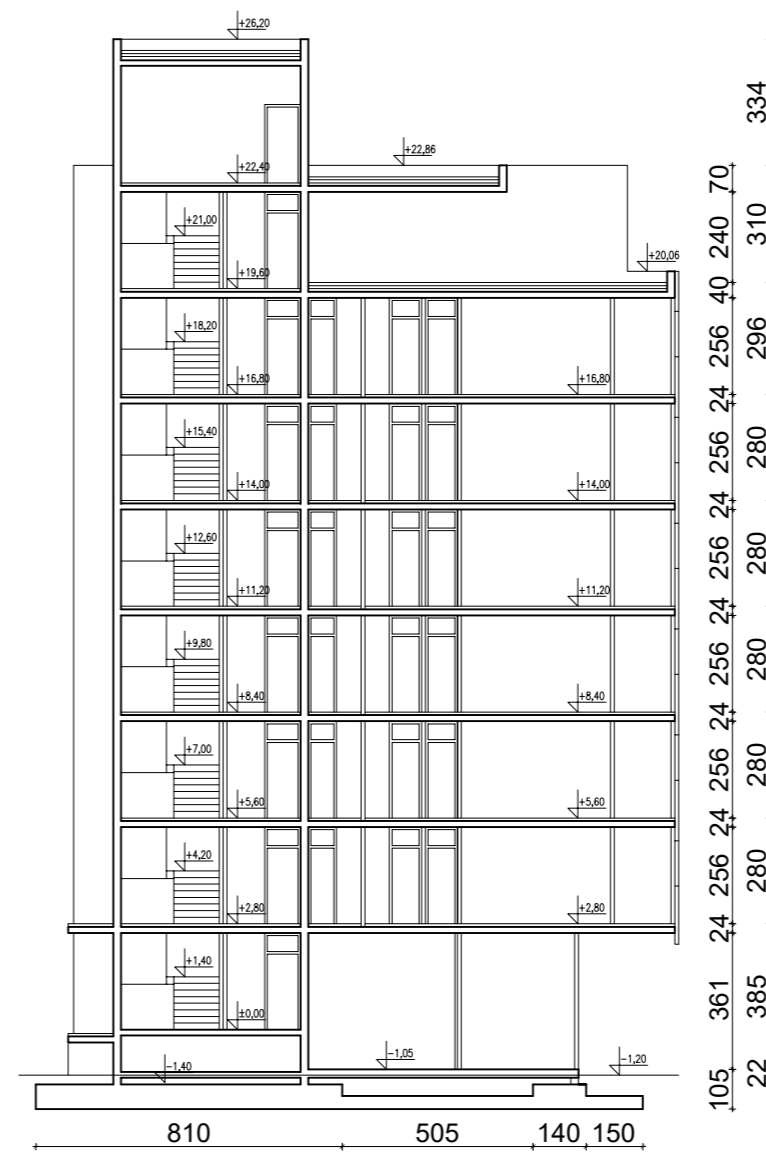
 <p>INŽENJERSTVO U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 t: +385 (0)21 303333, fax: +385 (0)21 485111</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Presjek 1 - 1	BROJ PRILOGA: 10


# Presjeci 2 - 2 i 3 - 3 M 1:200

PRESJEK 2 - 2



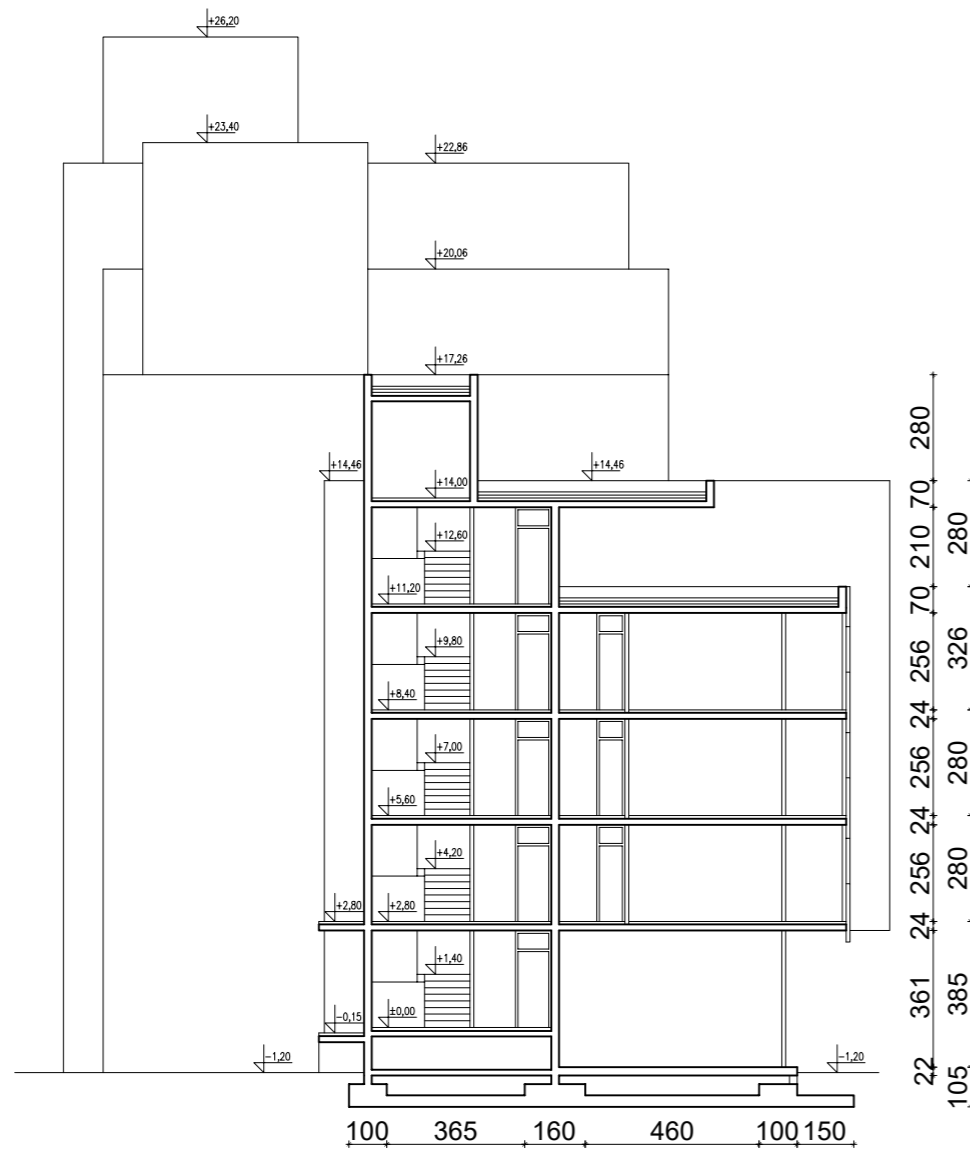
PRESJEK 3 - 3



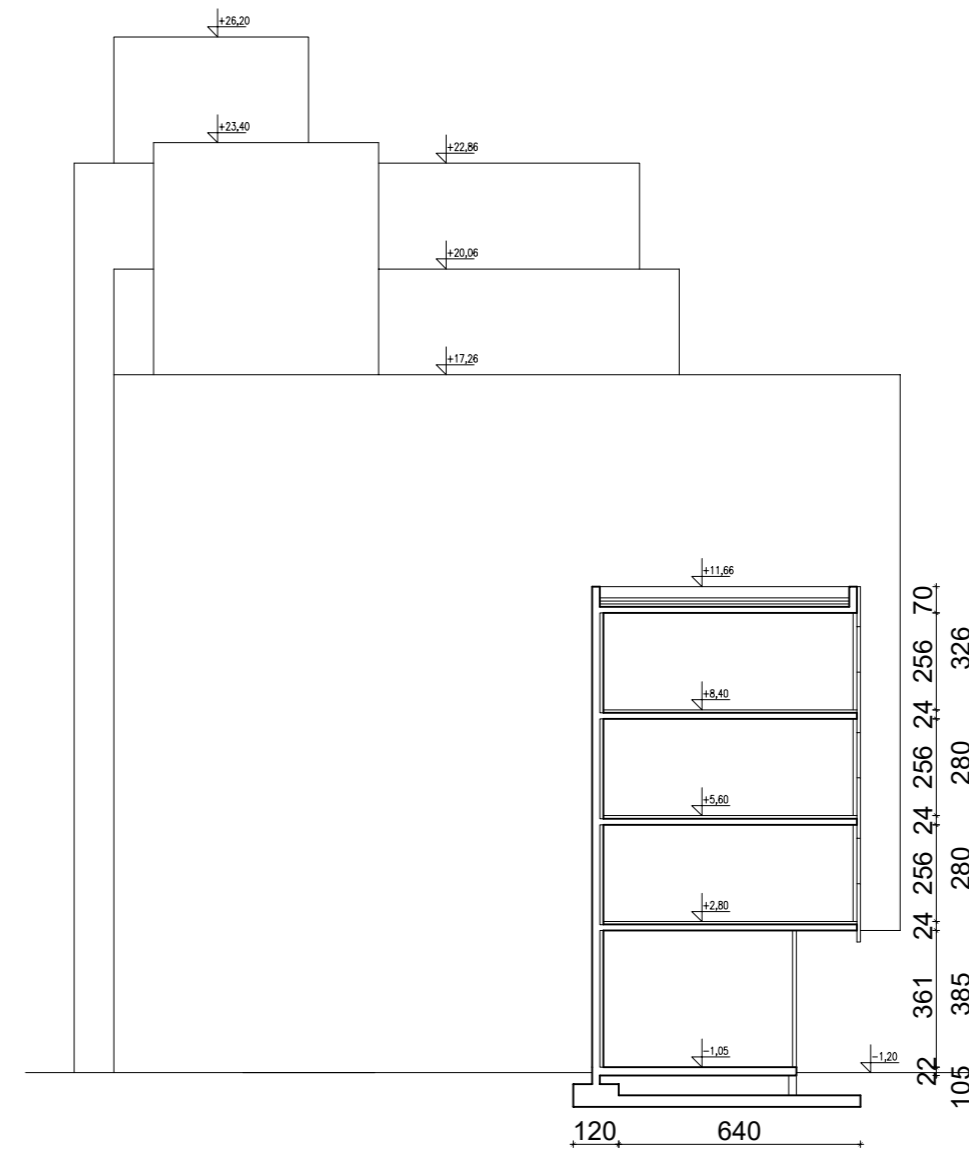
 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BRJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Presjeci 2 - 2 i 3 - 3	BRJ PRILOGA: <b>11</b>


# Presjeci 4 - 4 i 5 -5 M 1:200

## PRESJEK 4 - 4



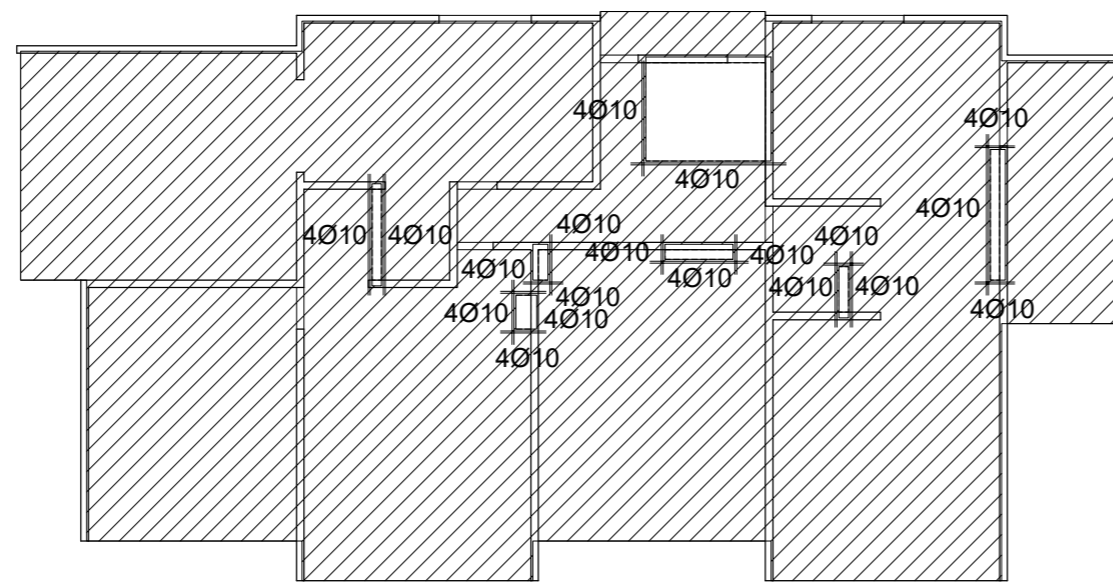
## PRESJEK 5 - 5



 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Presjeci 4 - 4 i 5 - 5	BROJ PRILOGA: 12

# Armatura ploče pozicije 300 - DONJA ZONA M 1:200

ULAZ 1

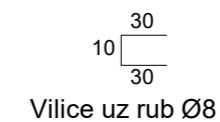
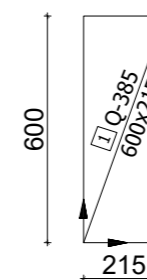


Q-385




otvor u ploči

**Napomene:** -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim

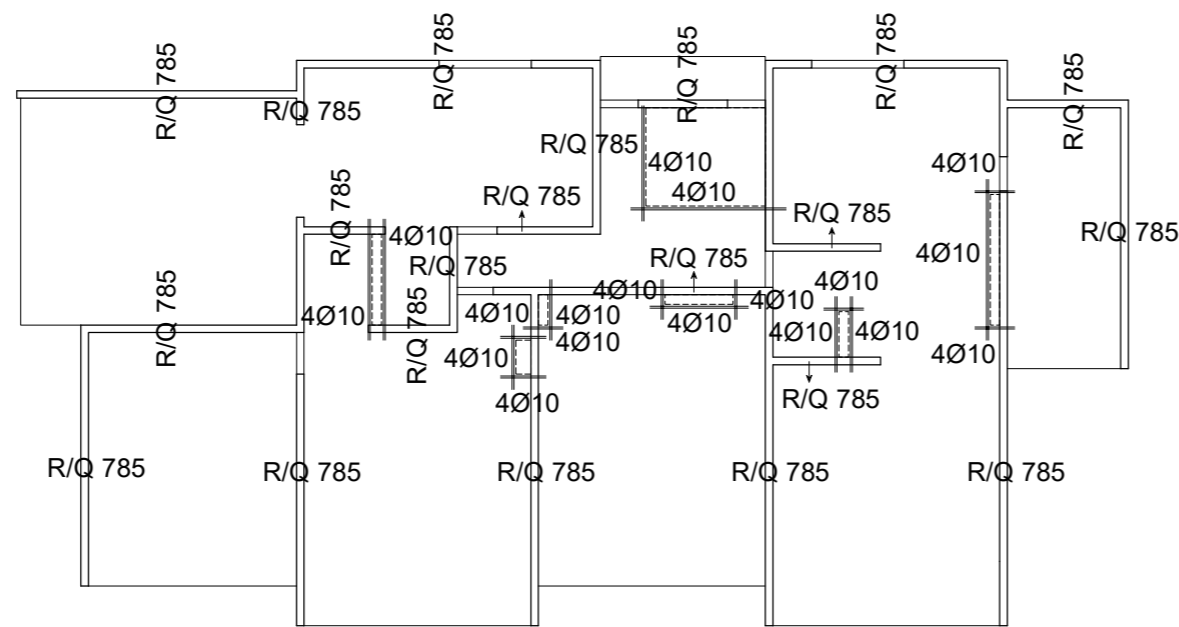


Beton: C 25/30  
Armatura: B 500B

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BRJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 300 - donja zona	BRJ PRILOGA: <b>13</b>

# Armatura ploče pozicije 300 - GORNJA ZONA M 1:200

ULAZ 1

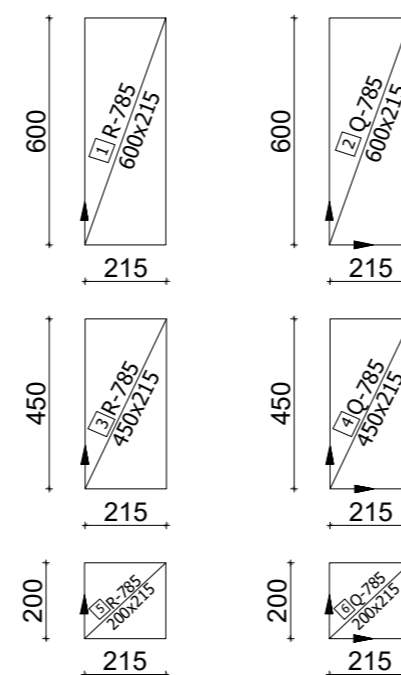



**Napomene:** -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklopima 40 cm i većim  
-Na rubovima ploča postavljati mreže R-785, izuzev na sjecištima zidova gdje se postavljaju mreže Q-785



Vilice uz rub Ø8

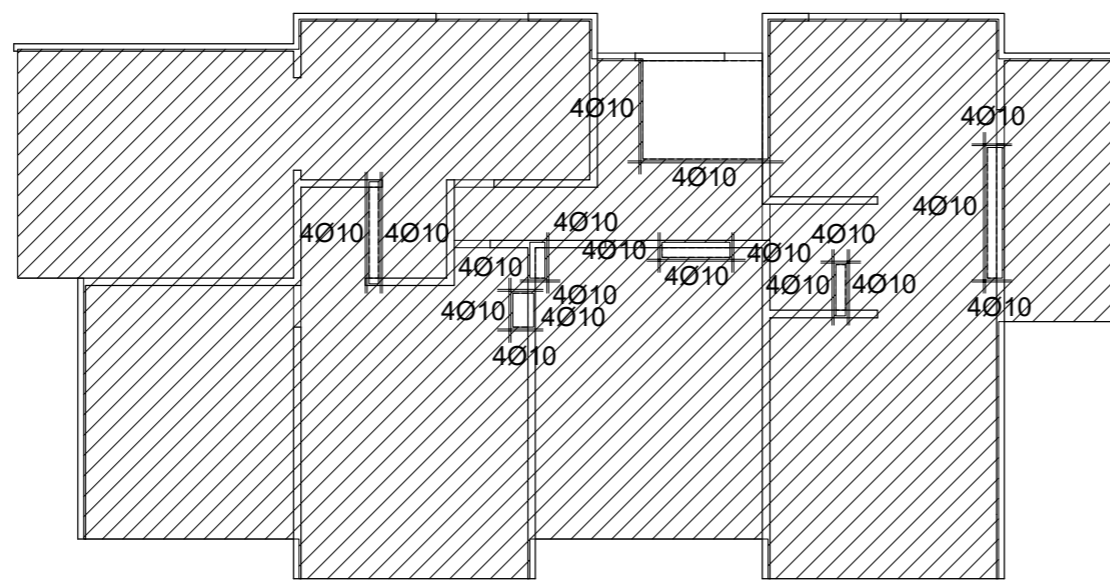
Beton: C 25/30  
Armatura: B 500B



 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 300 - gornja zona	BROJ PRILOGA: 14

# Armatura ploča pozicije 200 - DONJA ZONA M 1:200

ULAZ 1

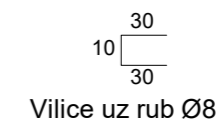
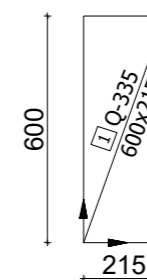


Q-335




otvor u ploči

**Napomene:** -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim

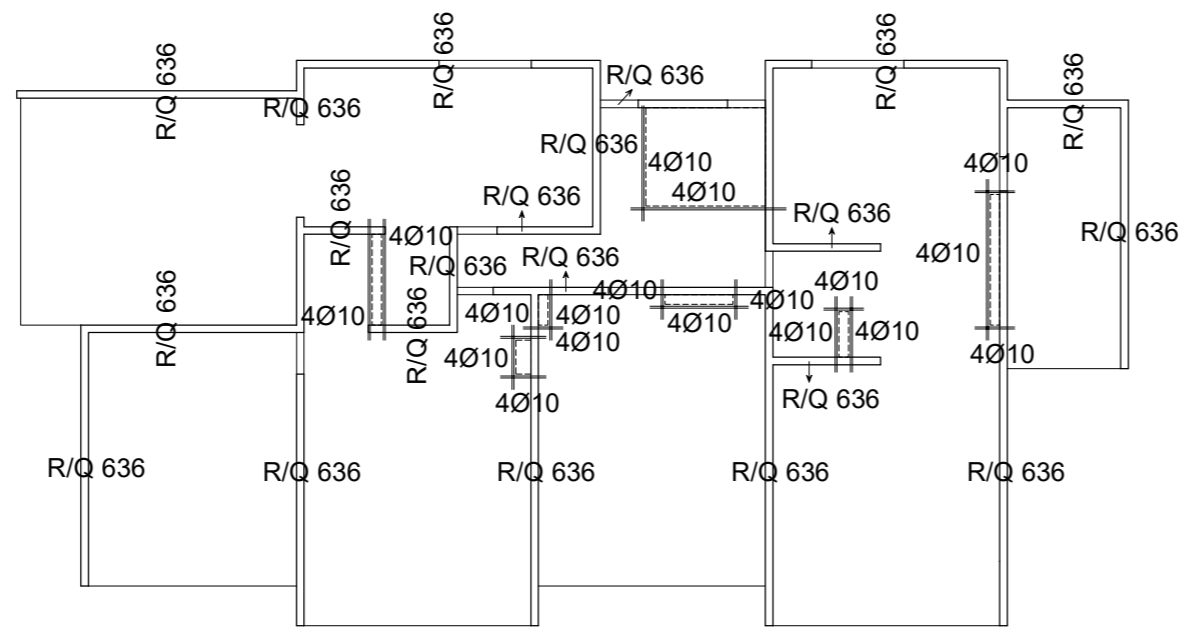


Beton: C 25/30  
Armatura: B 500B

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BRJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Armatura ploča poz 200 - donja zona	BRJ PRILOGA: <b>15</b>

# Armatura ploča pozicije 200 - GORNJA ZONA M 1:200

ULAZ 1

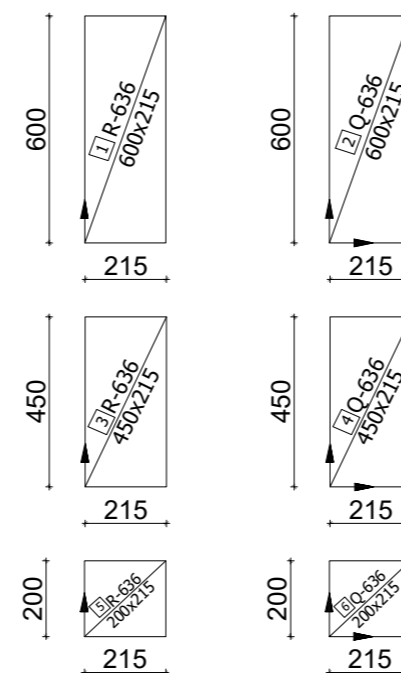



**Napomene:** -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklopima 40 cm i većim  
-Na rubovima ploča postavljati mreže R-636, izuzev na sjecištima zidova gdje se postavljaju mreže Q-636



Vilice uz rub Ø8

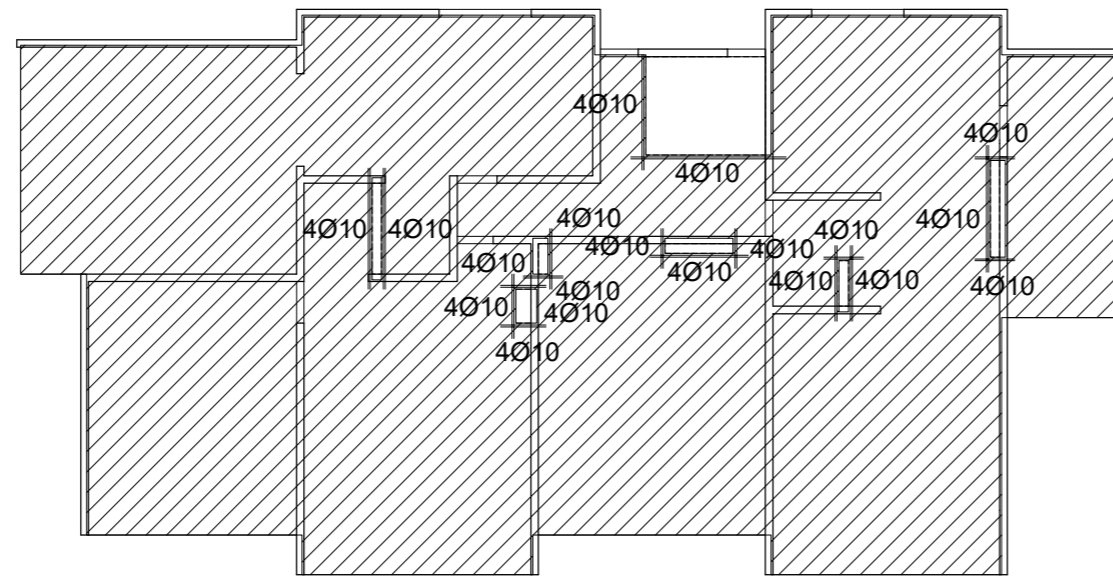
**Beton: C 25/30**  
**Armatura: B 500B**



 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRADEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Armatura ploča poz 200 - gornja zona	BROJ PRILOGA: 16

# Armatura ploče pozicije 100 - DONJA ZONA M 1:200

ULAZ 1

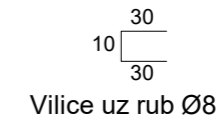
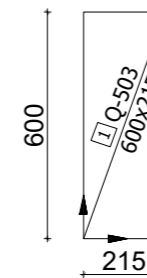


Q-503




otvor u ploči

**Napomene:** -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim



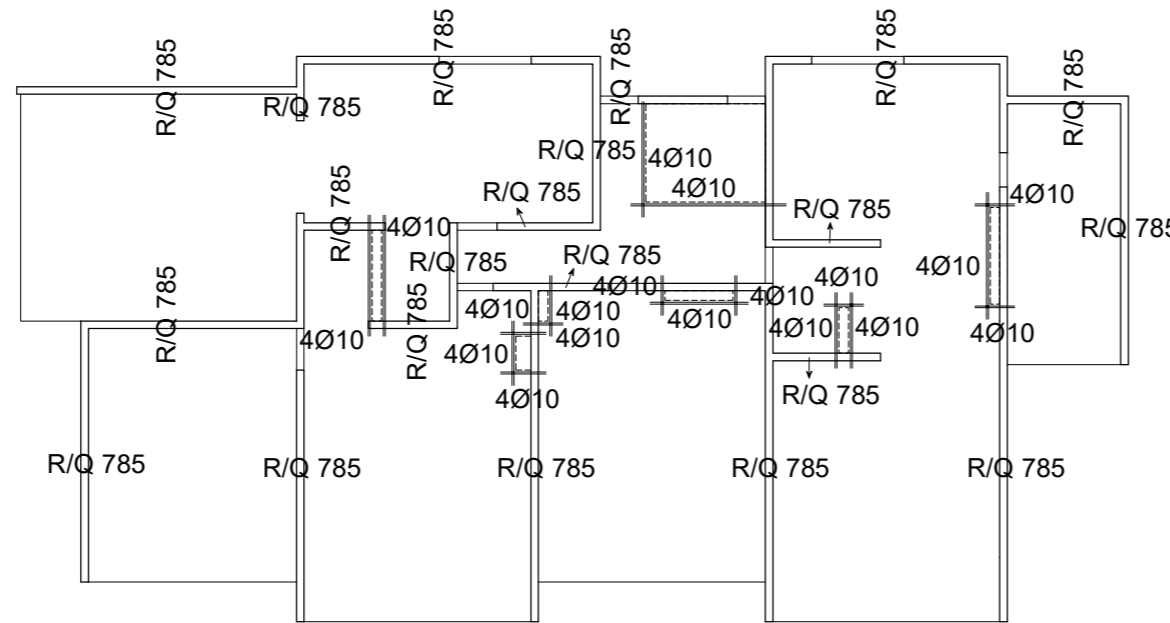
Beton: C 25/30  
Armatura: B 500B

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BRJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 100 - donja zona	BRJ PRILOGA: <b>17</b>



# Armatura ploče pozicije 100 - GORNJA ZONA M 1:200

ULAZ 1

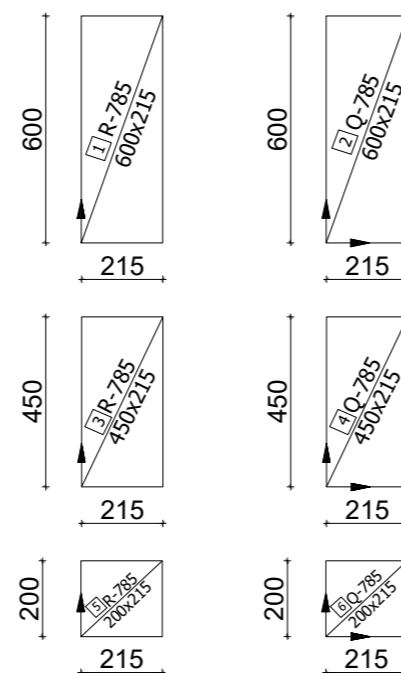



- Napomene:**
- Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta
  - Mreže postavljati s preklopima 40 cm i većim
  - Na rubovima ploča postavljati mreže R-785, izuzev na sjecištima zidova gdje se postavljaju mreže Q-785



Vilice uz rub Ø8

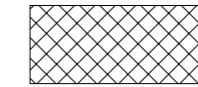
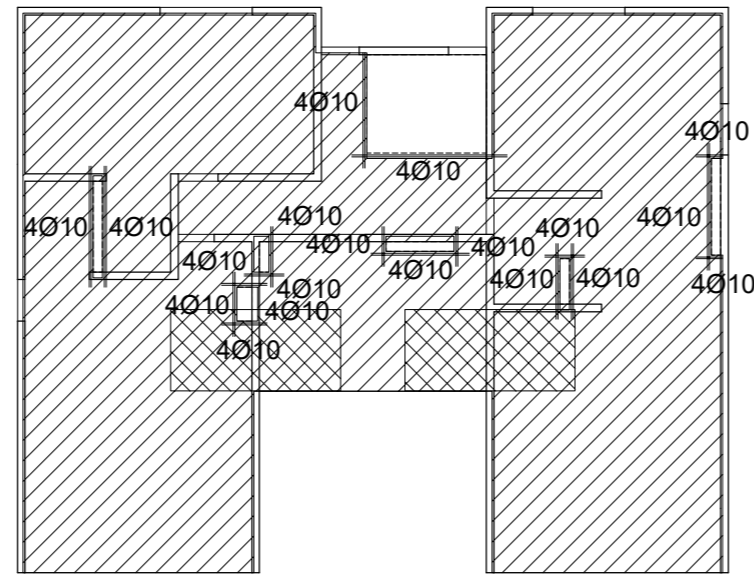
Beton: C 25/30  
Armatura: B 500B



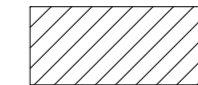
 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 100 - gornja zona	BROJ PRILOGA: <b>18</b>

# Armatura ploče pozicije 000 - DONJA ZONA M 1:200

ULAZ 1



Q-636 (preklop ≥ 60 cm)

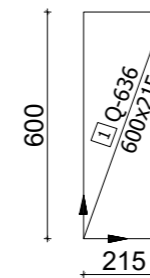


Q-636




otvor u ploči

**Napomene:** -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim



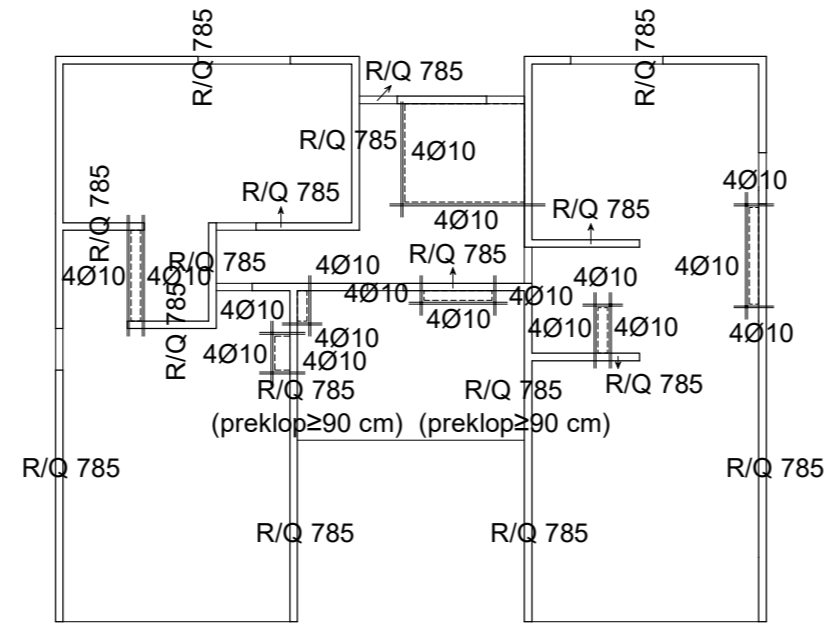
Vilice uz rub Ø8

Beton: C 25/30  
Armatura: B 500B

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 000 - donja zona	BROJ PRILOGA: <b>19</b>

# Armatura ploče pozicije 000 - GORNJA ZONA M 1:200

ULAZ 1

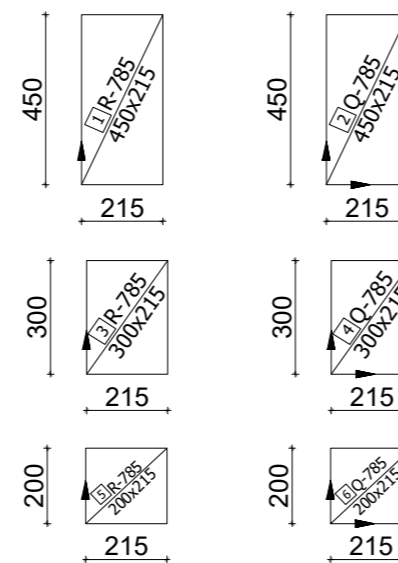


**Napomene:** -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklopima 40 cm i većim  
-Na rubovima ploča postavljati mreže R-785, izuzev na sjecištima zidova gdje se postavljaju mreže Q-785



Vilice uz rub Ø8

**Beton:** C 25/30  
**Armatura:** B 500B



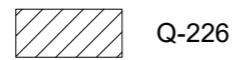
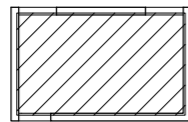
<p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 000 - gornja zona	BROJ PRILOGA: 20

# Armatura ploče pozicije -100

## M 1:200

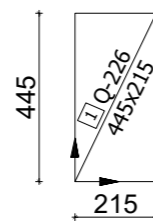
ULAZ 1

DONJA ZONA

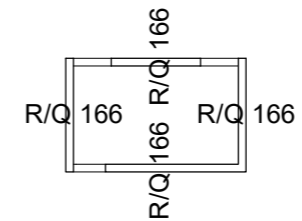


Q-226

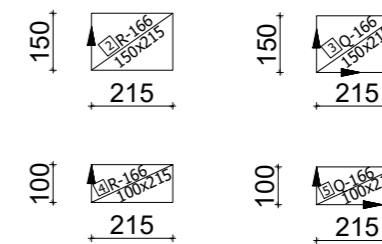
**Napomene:** -Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim



GORNJA ZONA



**Napomene:** -Mreže postavljati s preklapima 40 cm i većim  
-Na rubovima ploča postavljati mreže R-166, izuzev na sjecištima zidova gdje se postavljaju mreže Q-166



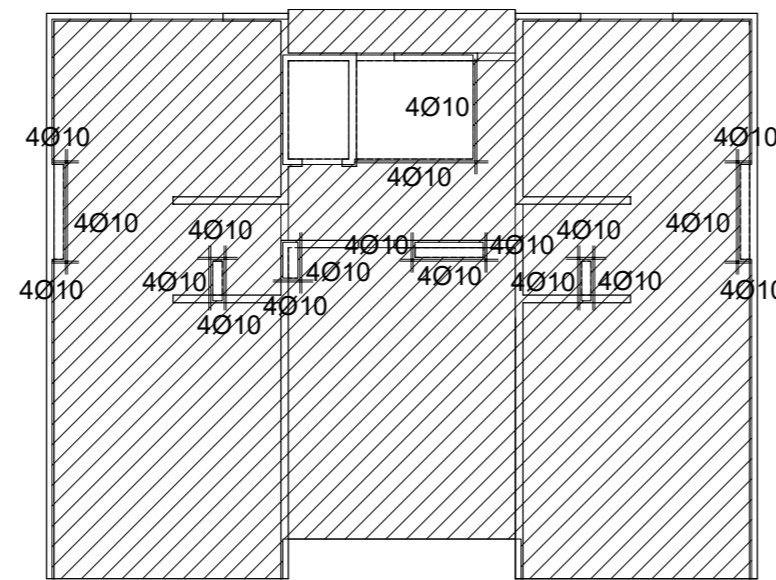
Vilice uz rub Ø8

**Beton:** C 16/20  
**Armatura:** B 500B

<p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz -100	BROJ PRILOGA: <b>21</b>

# Armatura ploče pozicije 400 - DONJA ZONA M 1:200

ULAZ 2 / ULAZ 4

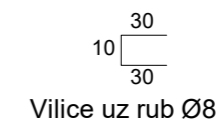
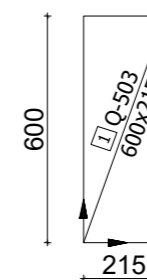


Q-503




otvor u ploči

**Napomene:** -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim

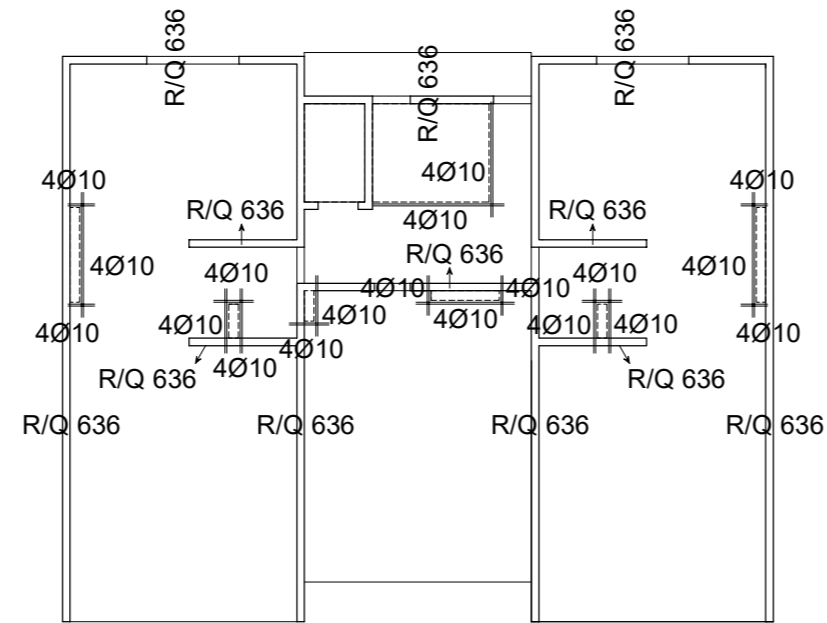


Beton: C 25/30  
Armatura: B 500B

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BRJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 400 - donja zona	BRJ PRILOGA: <b>22</b>

# Armatura ploče pozicije 400 - GORNJA ZONA M 1:200

ULAZ 2 / ULAZ 4

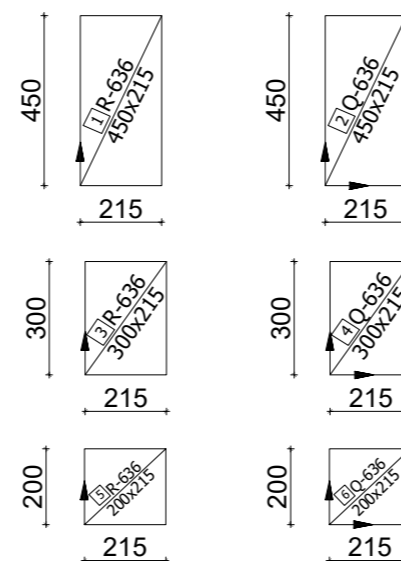



**Napomene:** -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklapima 40 cm i većim  
-Na rubovima ploča postavljati mreže R-636, izuzev na sjecištima zidova gdje se postavljaju mreže Q-636



Vilice uz rub Ø8

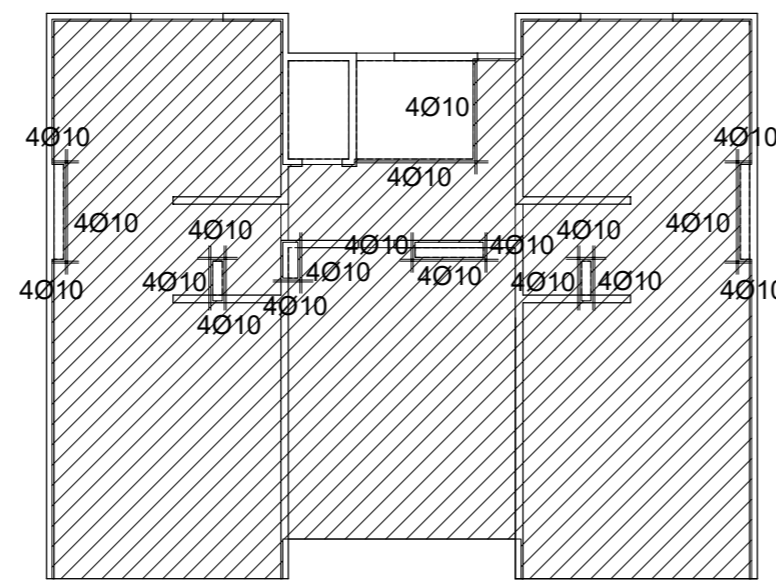
**Beton: C 25/30**  
**Armatura: B 500B**



 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 400 - gornja zona	BROJ PRILOGA: <b>23</b>

# Armatura ploča pozicije 300 - DONJA ZONA M 1:200

ULAZ 2 / ULAZ 4

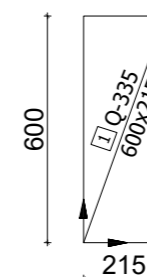


Q-335




otvor u ploči

**Napomene:** -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim



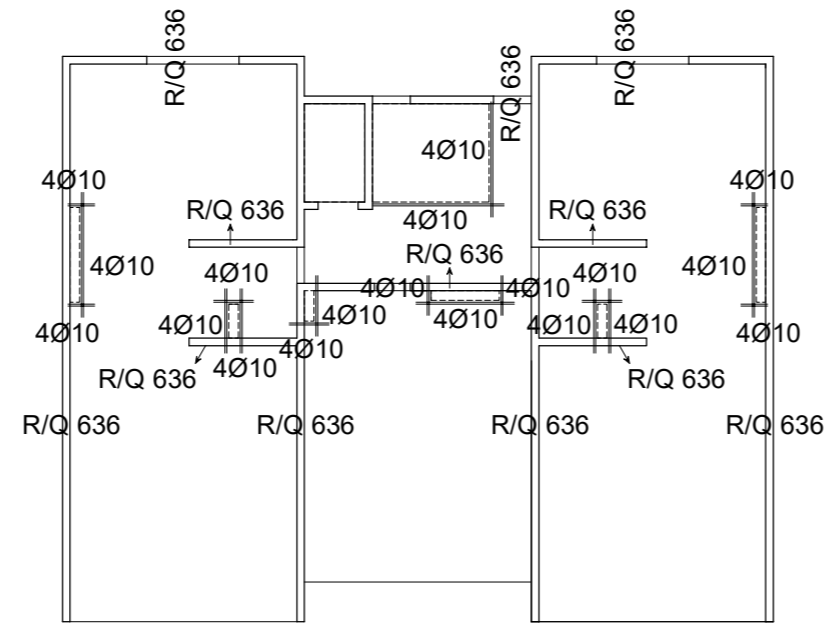
30  
10  
30  
Vilice uz rub Ø8

Beton: C 25/30  
Armatura: B 500B

  SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Armatura ploča poz 300 - donja zona	BROJ PRILOGA: 24

# Armatura ploča pozicije 300 - GORNJA ZONA M 1:200

ULAZ 2 / ULAZ 4

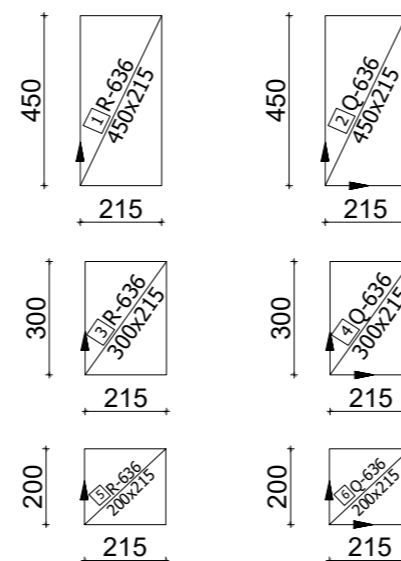


**Napomene:** -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklapima 40 cm i većim  
-Na rubovima ploča postavljati mreže R-636, izuzev na sjecištima zidova gdje se postavljaju mreže Q-636



Vilice uz rub Ø8

**Beton: C 25/30**  
**Armatura: B 500B**

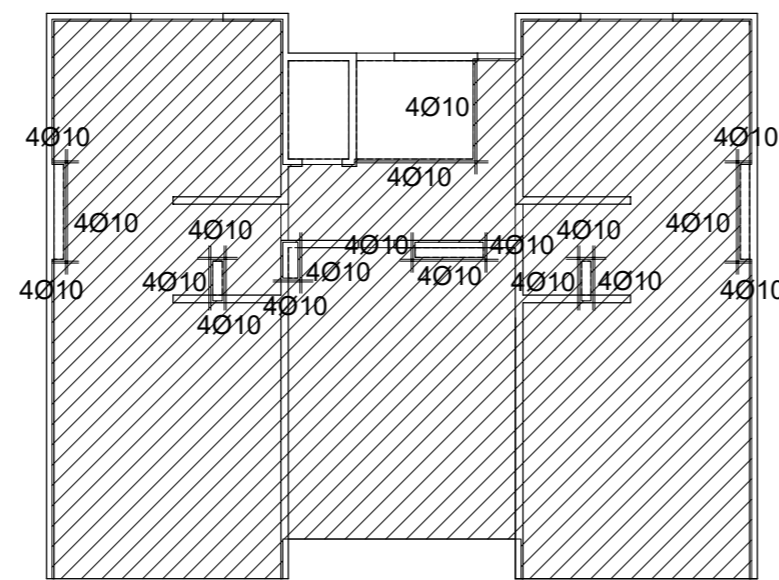


<p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Armatura ploča poz 300 - gornja zona	BROJ PRILOGA: <b>25</b>



# Armatura ploče pozicije 200 - DONJA ZONA M 1:200

ULAZ 2 / ULAZ 4

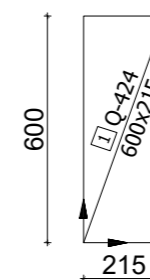


Q-424




otvor u ploči

**Napomene:** -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim



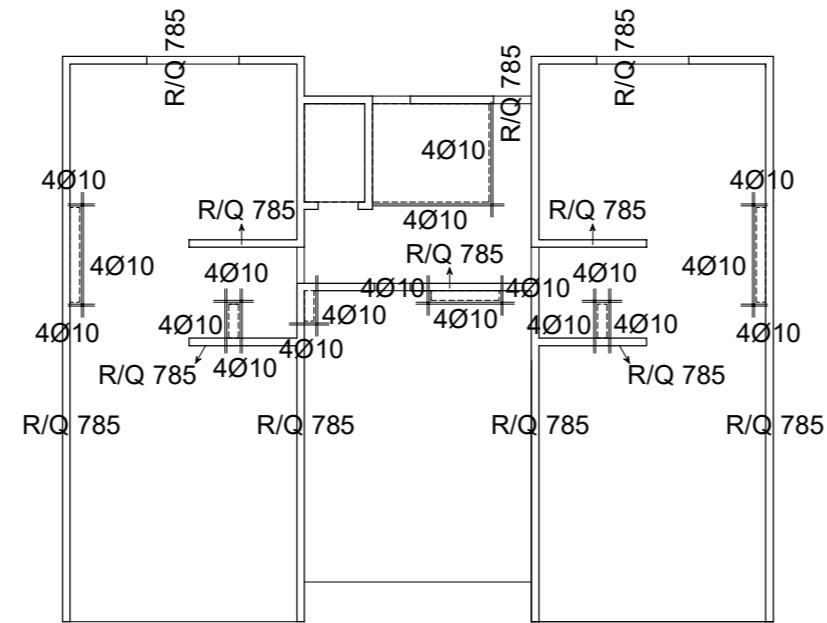
30  
10  
30  
Vilice uz rub Ø8

Beton: C 25/30  
Armatura: B 500B

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BRJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 200 - donja zona	BRJ PRILOGA: 26

# Armatura ploče pozicije 200 - GORNJA ZONA M 1:200

ULAZ 2 / ULAZ 4

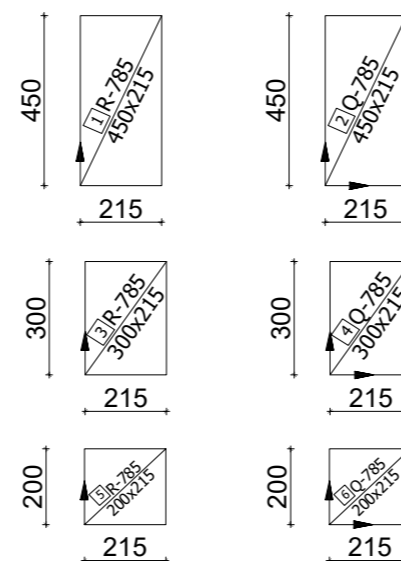



- Napomene:**
- Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta
  - Mreže postavljati s preklopima 40 cm i većim
  - Na rubovima ploča postavljati mreže R-785, izuzev na sjecištima zidova gdje se postavljaju mreže Q-785



Vilice uz rub Ø8

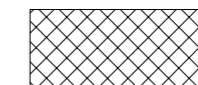
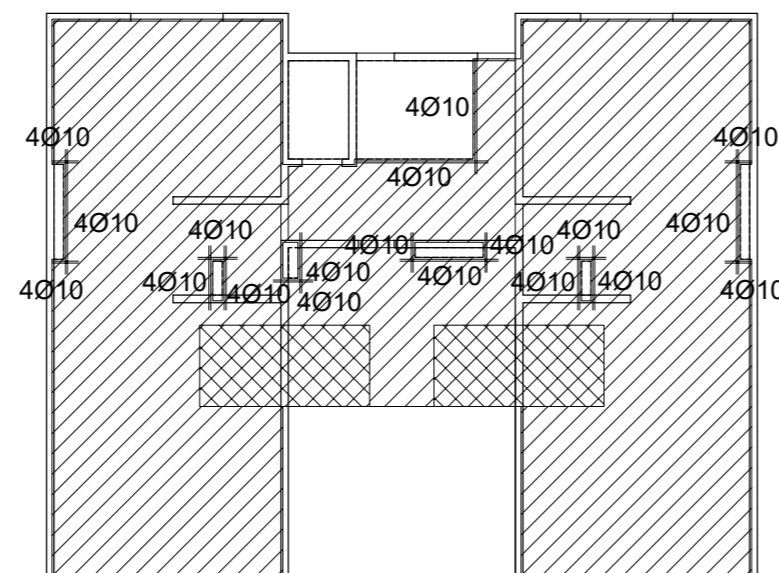
Beton: C 25/30  
Armatura: B 500B



 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 200 - gornja zona	BROJ PRILOGA: 27

# Armatura ploče pozicije 100 - DONJA ZONA M 1:200

ULAZ 2 / ULAZ 4



Q-636 (preklop ≥ 50 cm)

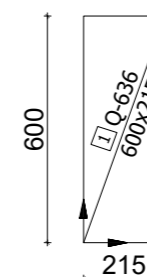


Q-636




otvor u ploči

**Napomene:** -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim



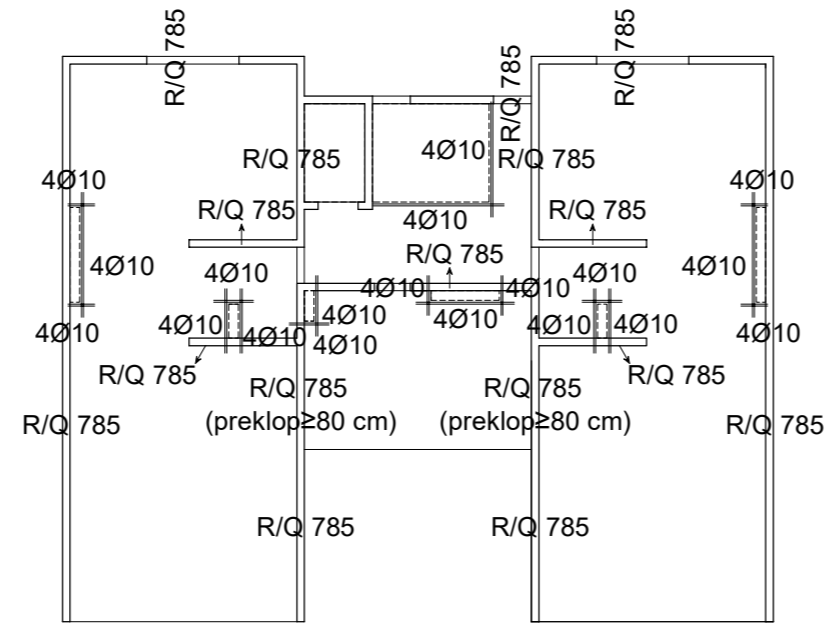
Vilice uz rub Ø8

Beton: C 25/30  
Armatura: B 500B

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BRJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 100 - donja zona	BRJ PRILOGA: <b>28</b>

# Armatura ploče pozicije 100 - GORNJA ZONA M 1:200

ULAZ 2 / ULAZ 4

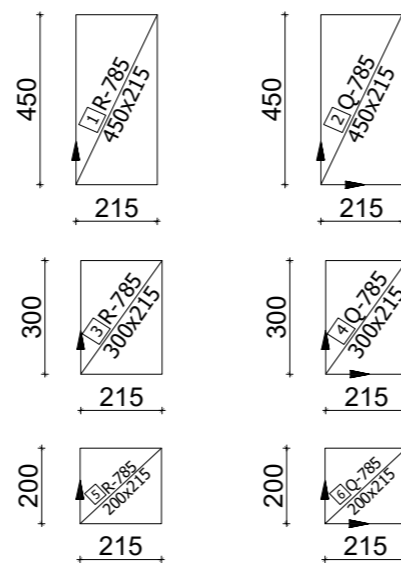


**Napomene:** -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklopima 40 cm i većim  
-Na rubovima ploča postavljati mreže R-785, izuzev na sjecištima zidova gdje se postavljaju mreže Q-785



Vilice uz rub Ø8

**Beton:** C 25/30  
**Armatura:** B 500B



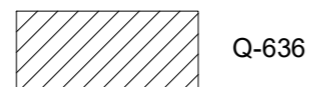
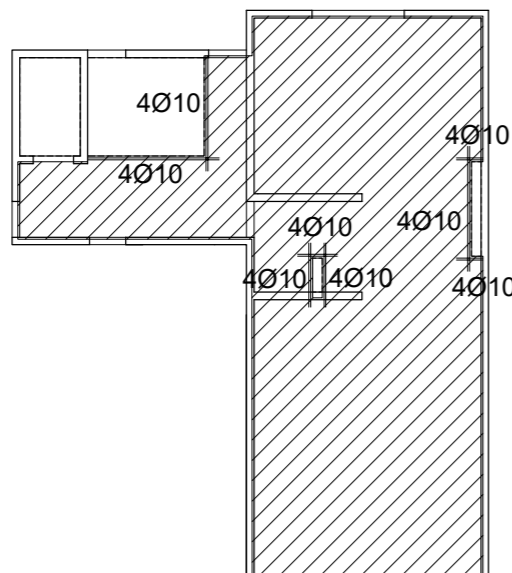
<p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 100 - gornja zona	BROJ PRILOGA: <b>29</b>

# Armatura ploče pozicije 000

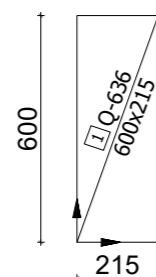
## M 1:200

ULAZ 2 / ULAZ 4

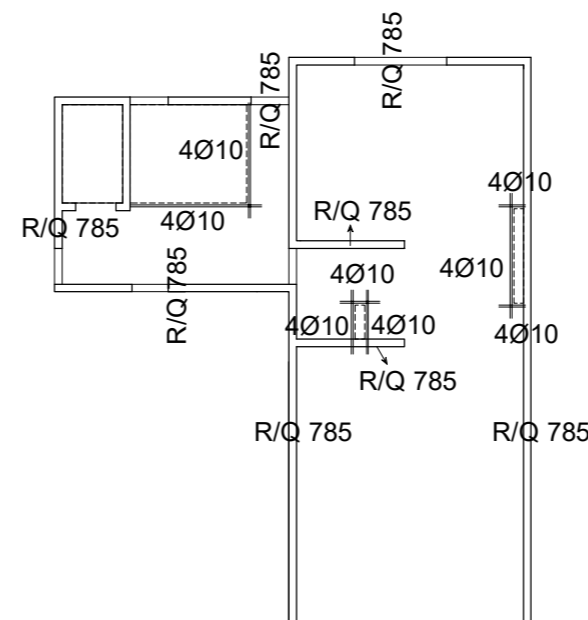
DONJA ZONA



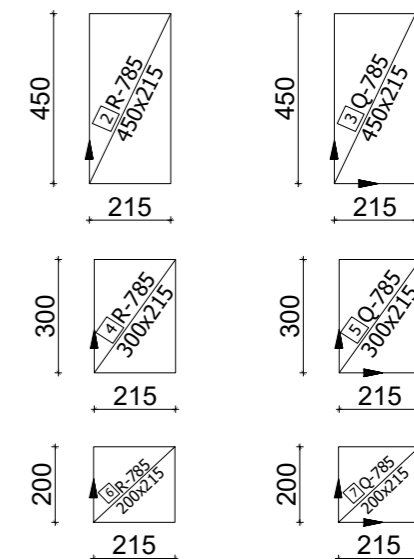
**Napomene:** -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim



GORNJA ZONA




**Napomene:** -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklapima 40 cm i većim  
-Na rubovima ploča postavljati mreže R-785, izuzev na sjecištima zidova gdje se postavljaju mreže Q-785



30  
10  
30  
Vilice uz rub Ø8

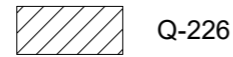
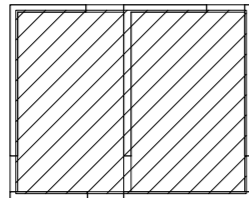
Beton: C 25/30  
Armatura: B 500B

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 000	BROJ PRILOGA: 30

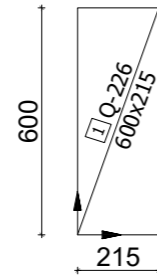
# Armatura ploče pozicije -100 M 1:200

ULAZ 2 / ULAZ 4

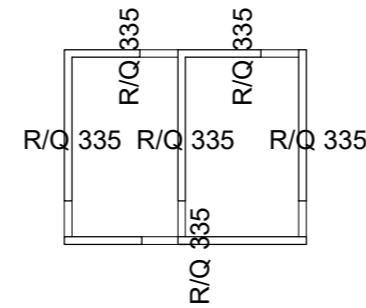
DONJA ZONA



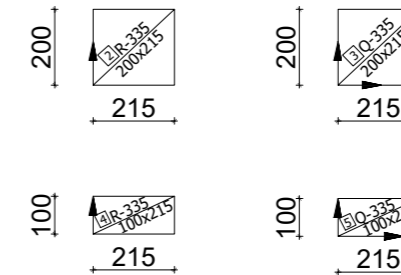
**Napomene:** -Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim



GORNJA ZONA




**Napomene:** -Mreže postavljati s preklapima 40 cm i većim  
-Na rubovima ploča postavljati mreže R-335, izuzev na sjecištima zidova gdje se postavljaju mreže Q-335



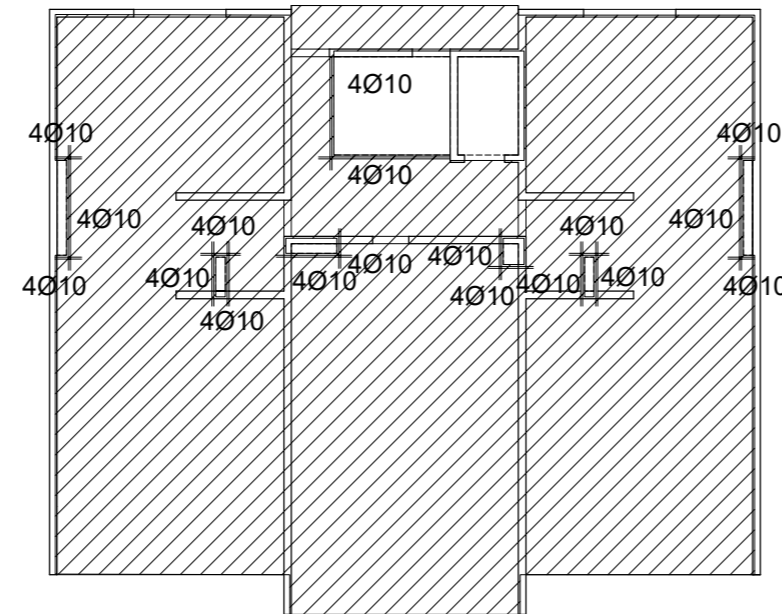
Vilice uz rub Ø8

**Beton: C 25/30**  
**Armatura: B 500B**

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz -100	BROJ PRILOGA: <b>31</b>

# Armatura ploče pozicije 300 - DONJA ZONA M 1:200

ULAZ 3

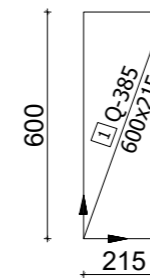


Q-385




otvor u ploči

**Napomene:** -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim



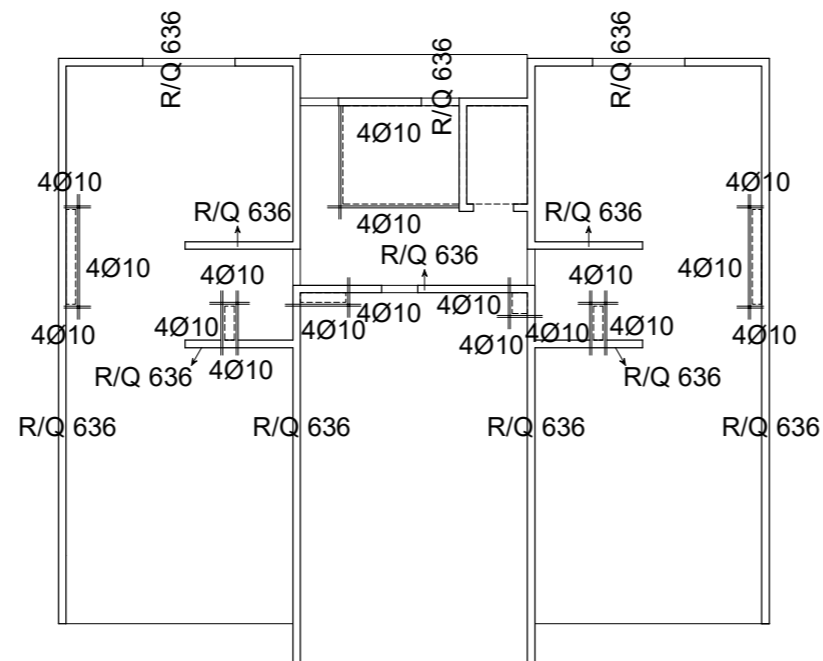
30  
10  
30  
Vilice uz rub Ø8

Beton: C 25/30  
Armatura: B 500B

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BRJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 300 - donja zona	BRJ PRILOGA: <b>32</b>

# Armatura ploče pozicije 300 - GORNJA ZONA M 1:200

ULAZ 3

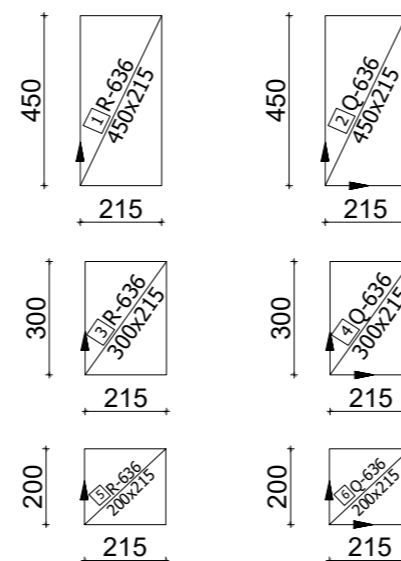


**Napomene:** -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklopima 40 cm i većim  
-Na rubovima ploča postavljati mreže R-636, izuzev na sjecištima zidova gdje se postavljaju mreže Q-636



Vilice uz rub Ø8

**Beton: C 25/30**  
**Armatura: B 500B**

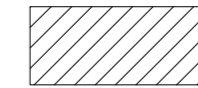
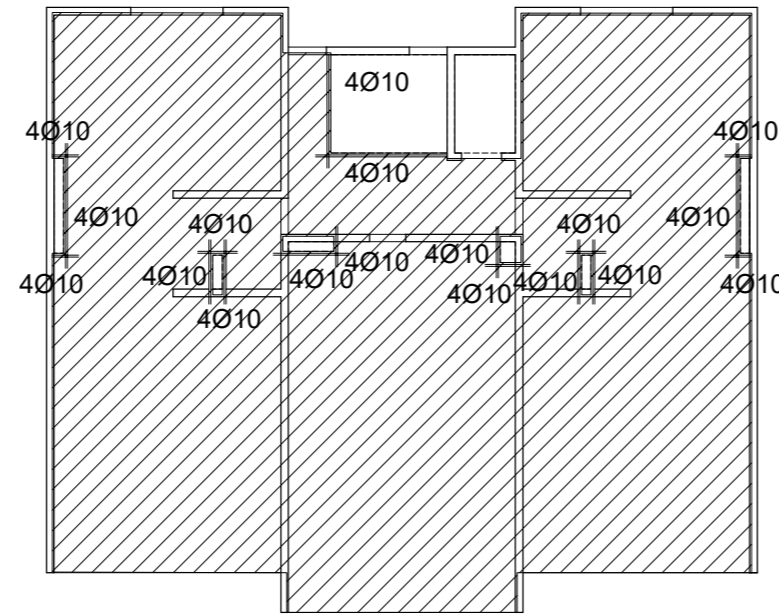


<p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 300 - gornja zona	BROJ PRILOGA: 33



# Armatura ploča pozicije 200 - DONJA ZONA M 1:200

ULAZ 3

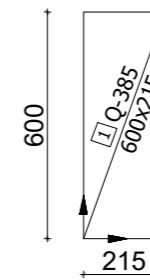


Q-385




otvor u ploči

**Napomene:** -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim



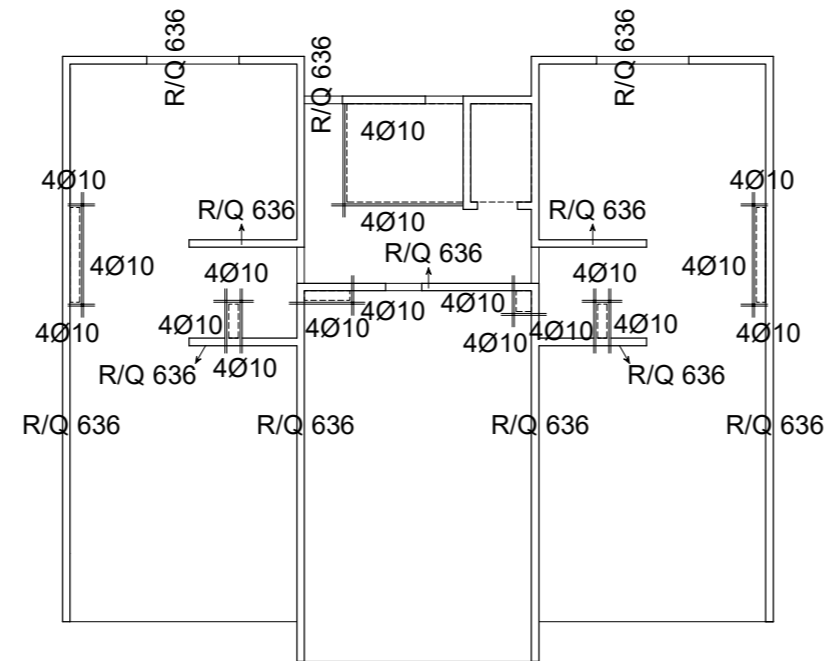
30  
10  
30  
Vilice uz rub Ø8

Beton: C 25/30  
Armatura: B 500B

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BRJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Armatura ploča poz 200 - donja zona	BRJ PRILOGA: <b>34</b>

# Armatura ploča pozicije 200 - GORNJA ZONA M 1:200

ULAZ 3

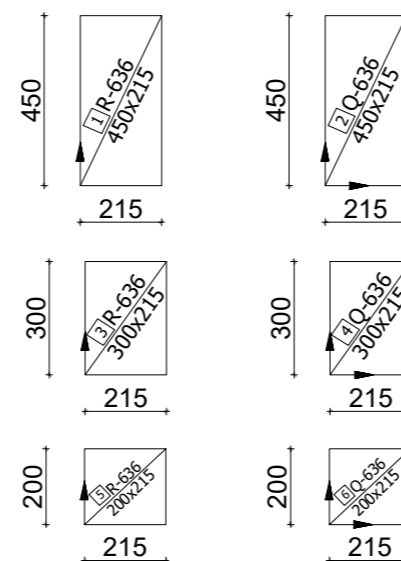


**Napomene:** -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklopima 40 cm i većim  
-Na rubovima ploča postavljati mreže R-636, izuzev na sjecištima zidova gdje se postavljaju mreže Q-636



Vilice uz rub Ø8

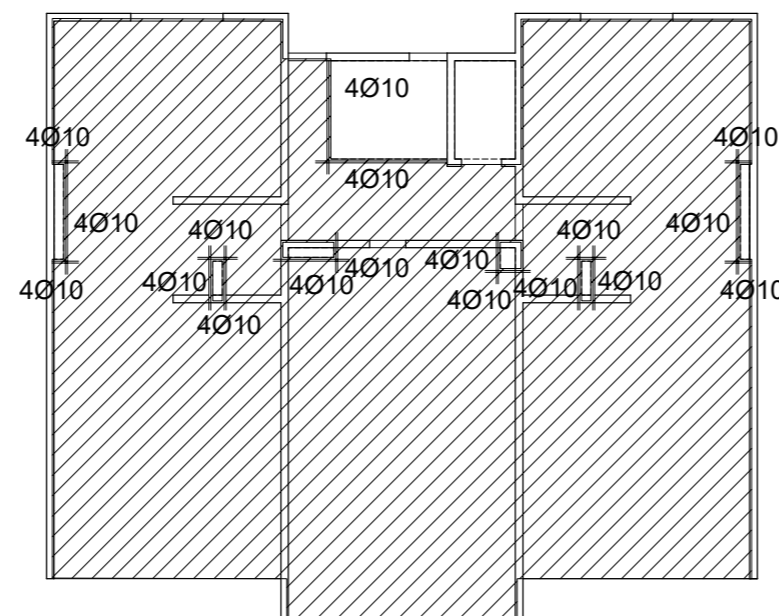
**Beton: C 25/30**  
**Armatura: B 500B**



<p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Armatura ploča poz 200 - gornja zona	BROJ PRILOGA: <b>35</b>

# Armatura ploče pozicije 100 - DONJA ZONA M 1:200

ULAZ 3

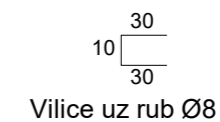
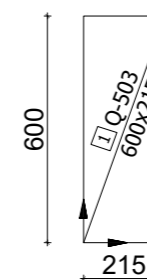


Q-503




otvor u ploči

**Napomene:** -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim

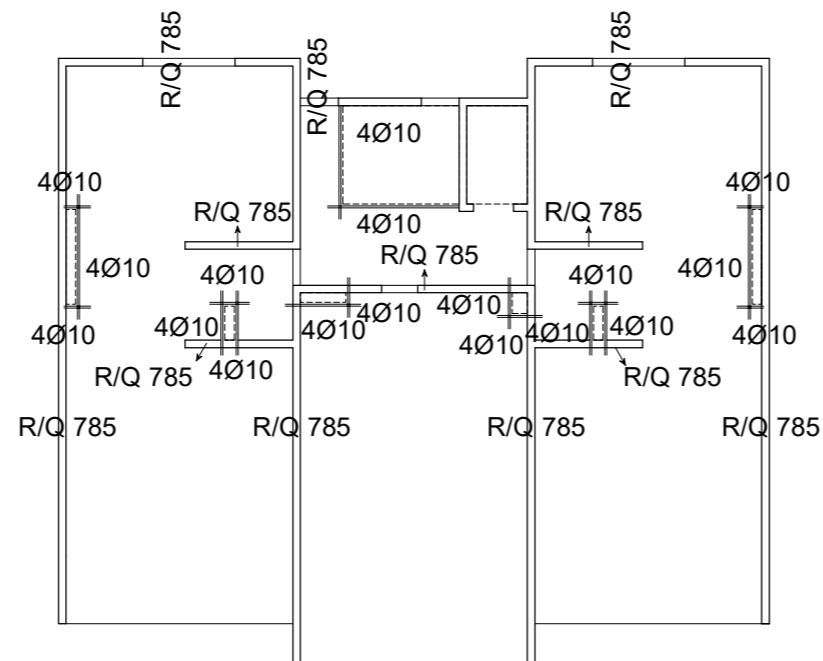


Beton: C 25/30  
Armatura: B 500B

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BRJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 100 - donja zona	BRJ PRILOGA: <b>36</b>

# Armatura ploče pozicije 100 - GORNJA ZONA M 1:200

ULAZ 3

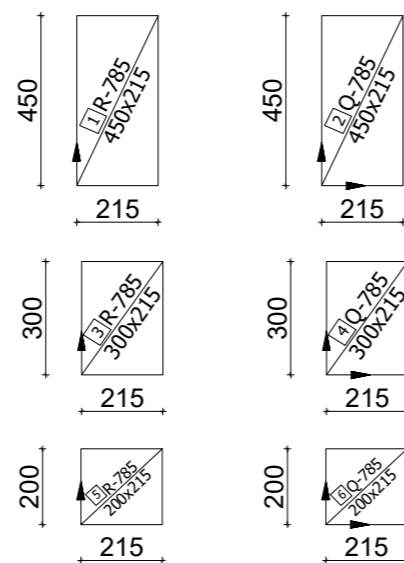



**Napomene:** -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklopima 40 cm i većim  
-Na rubovima ploča postavljati mreže R-785, izuzev na sjecištima zidova gdje se postavljaju mreže Q-785



Vilice uz rub Ø8

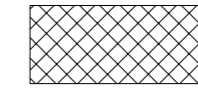
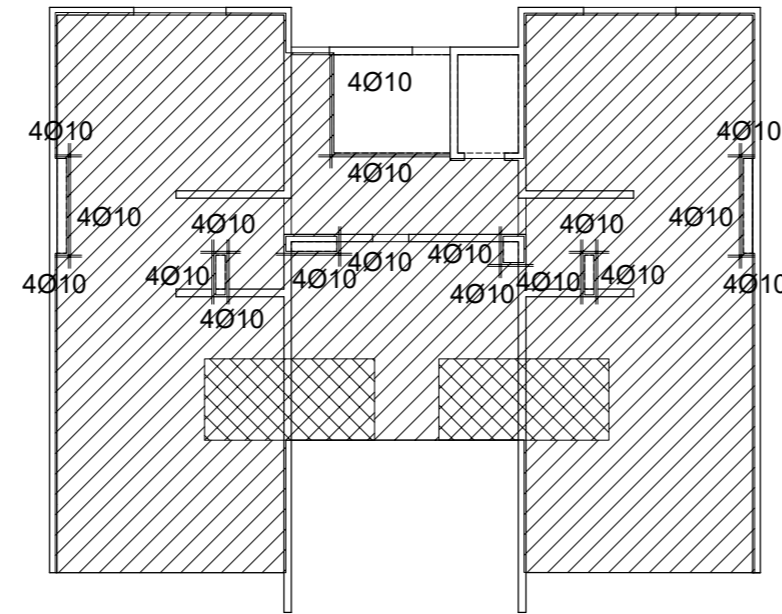
**Beton: C 25/30**  
**Armatura: B 500B**



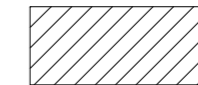
 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 100 - gornja zona	BROJ PRILOGA: <b>37</b>

# Armatura ploče pozicije 000 - DONJA ZONA M 1:200

ULAZ 3



Q-636 (preklop ≥ 60 cm)

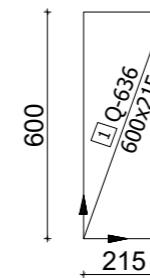


Q-636




otvor u ploči

**Napomene:** -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim



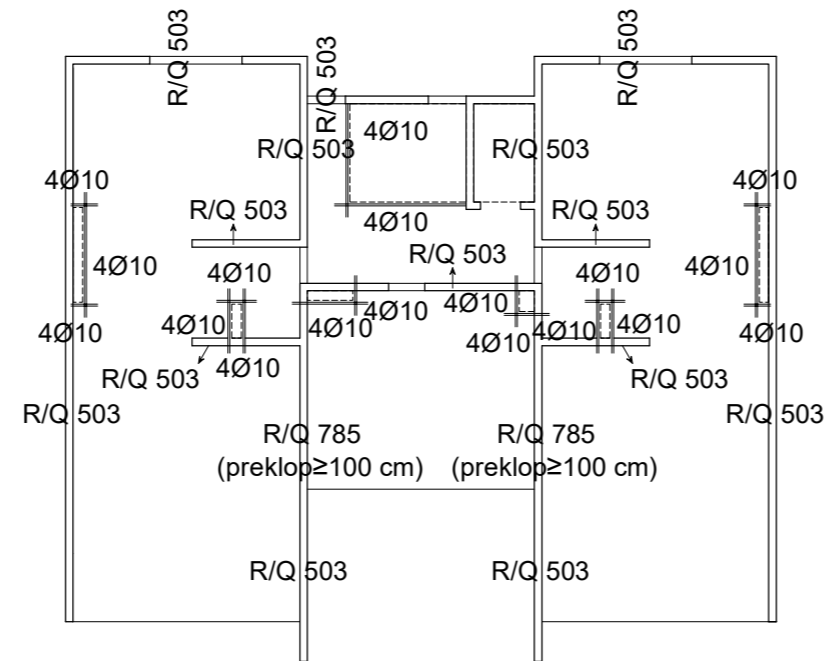
Vilice uz rub Ø8

Beton: C 25/30  
Armatura: B 500B

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BRJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 000 - donja zona	BRJ PRILOGA: <b>38</b>

# Armatura ploče pozicije 000 - GORNJA ZONA M 1:200

ULAZ 3

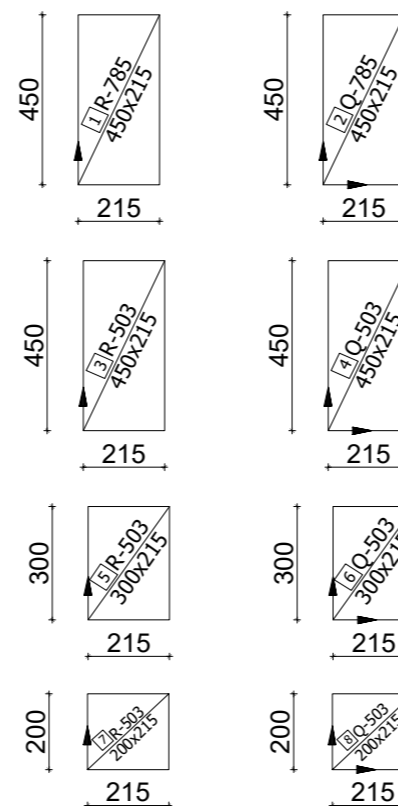



**Napomene:** -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklapima 40 cm i većim  
-Na rubovima ploča postavljati mreže R-503/R-785, izuzev na sjecištima zidova gdje se postavljaju mreže Q-503/Q-785



Vilice uz rub Ø8

**Beton: C 25/30**  
**Armatura: B 500B**

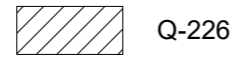
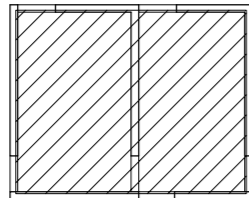


 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 000 - gornja zona	BROJ PRILOGA: <b>39</b>

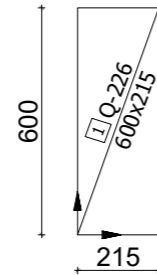
# Armatura ploče pozicije -100 M 1:200

ULAZ 3

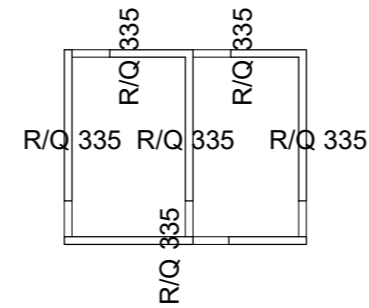
DONJA ZONA



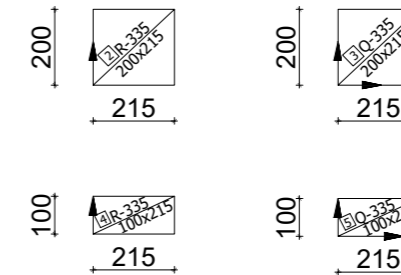
**Napomene:** -Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim



GORNJA ZONA




**Napomene:** -Mreže postavljati s preklapima 40 cm i većim  
-Na rubovima ploča postavljati mreže R-335, izuzev na sjecištima zidova gdje se postavljaju mreže Q-335

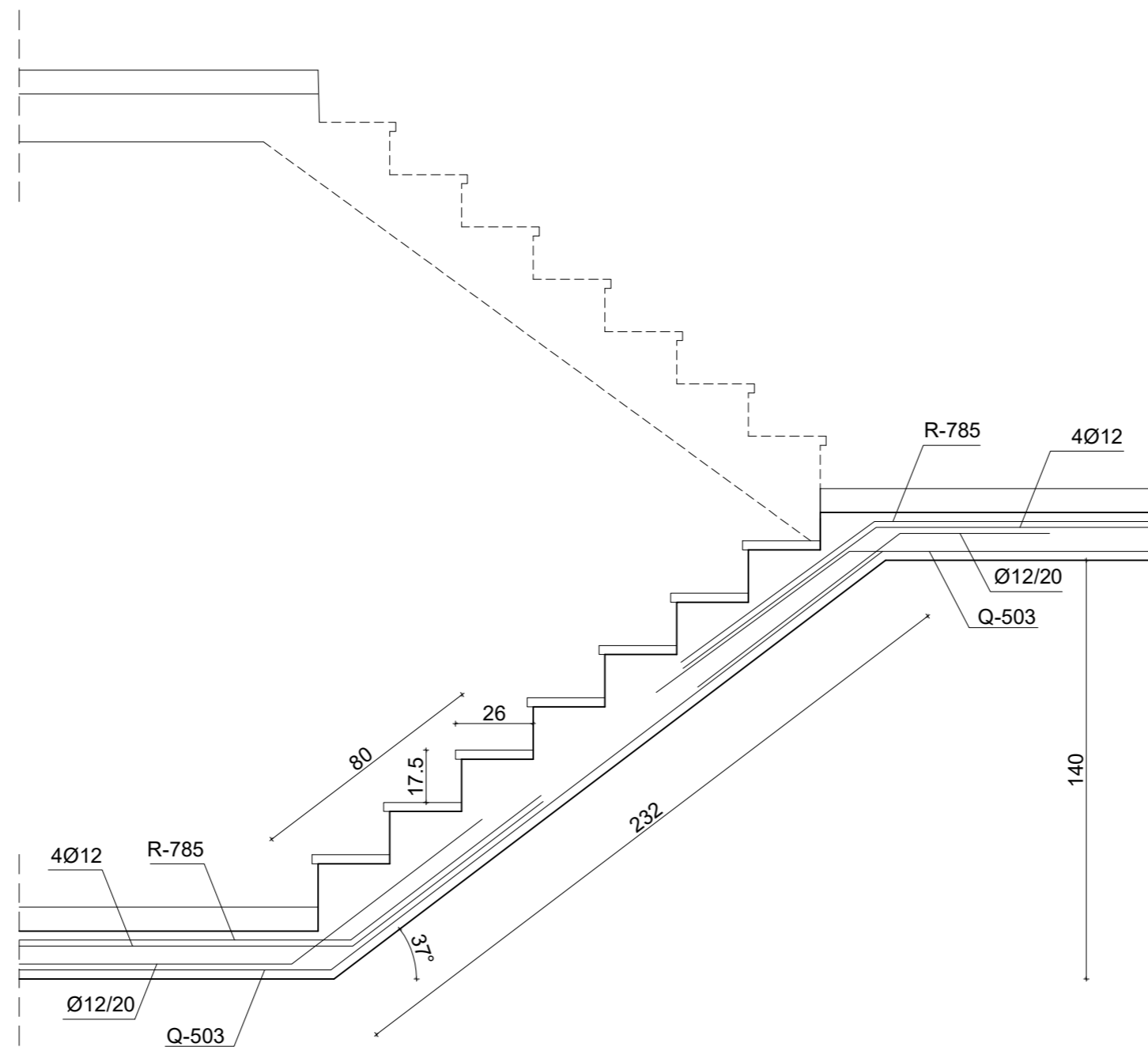


Vilice uz rub Ø8


**Beton: C 25/30**  
**Armatura: B 500B**

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz -100	BROJ PRILOGA: <b>40</b>

# Armatura stubišta M 1:20



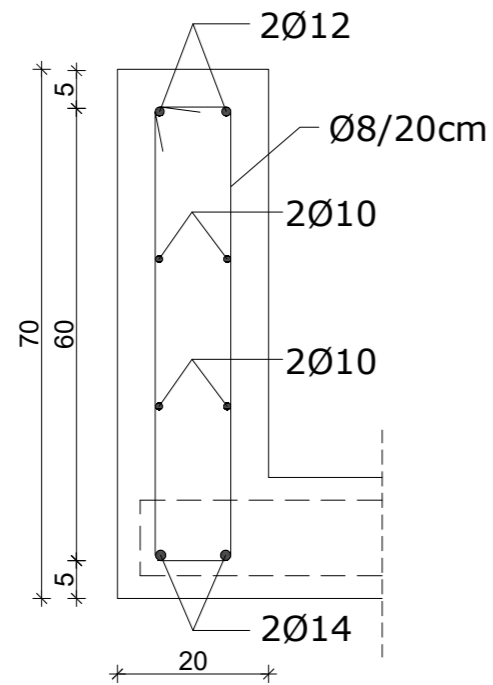
**Napomena:** -Odabrana armatura stubišta jednaka je za sve ulaze.

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:20
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Armatura stubišta	BROJ PRILOGA: <b>41</b>

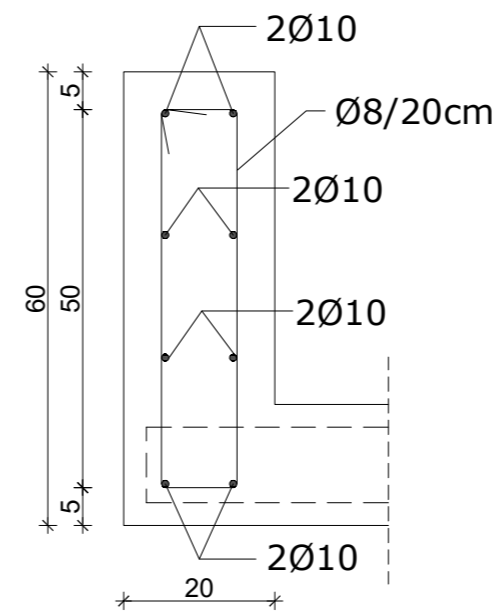



# Armatura greda M 1:100

Grede 20x70

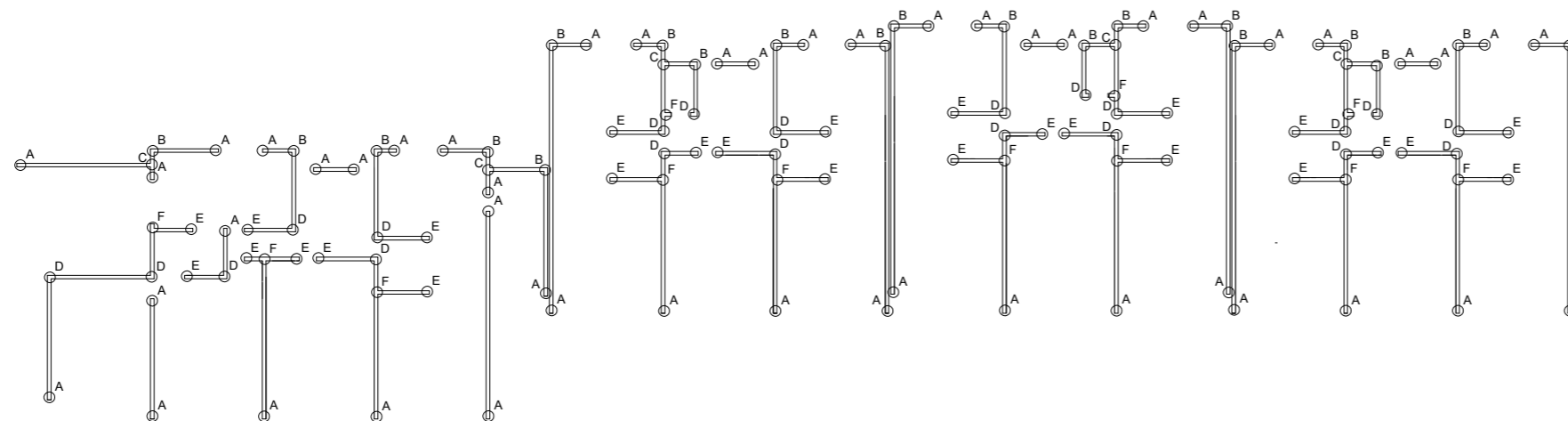


Grede 20x60

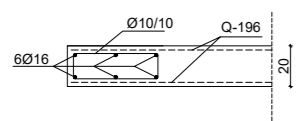


 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:100
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Armatura greda	BROJ PRILOGA: 42

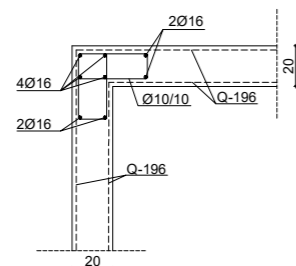
Plan pozicija i armatura  
zidova  
M 1:20



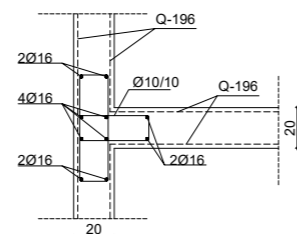
Detalj A



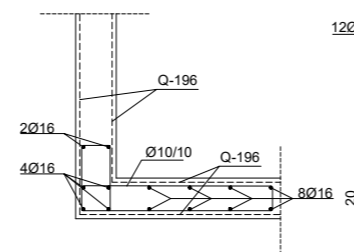
Detalj B



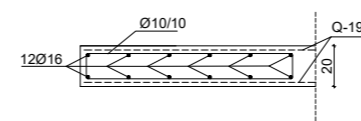
Detalj C



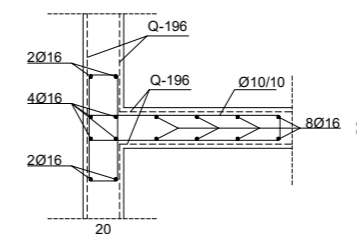
Detalj D




Detalj E



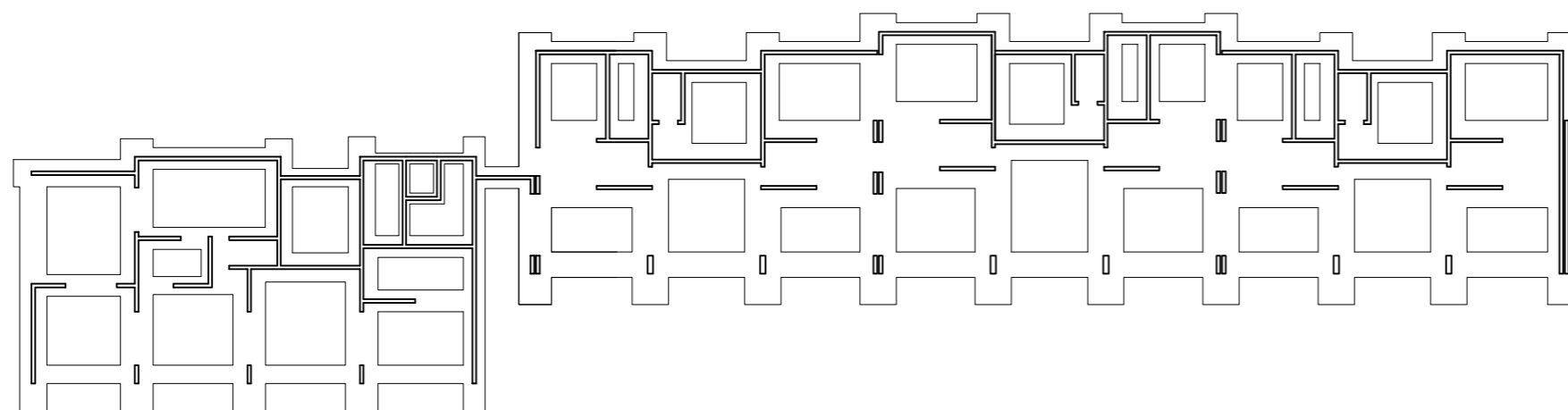
Detalj F



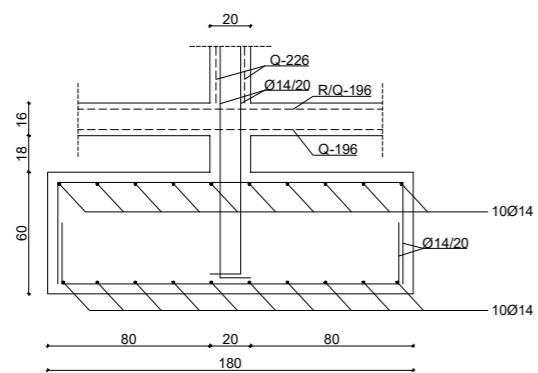
Napomena: -Mreže Q-196 postavljati s preklapima 30 cm i većim

 <p>INŽENJERSTVO U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 t: +385 (0)21 303333, fax: +385 (0)21 485111</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:20
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Ornišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Plan pozicija i armatura zidova	BROJ PRILOGA: 43

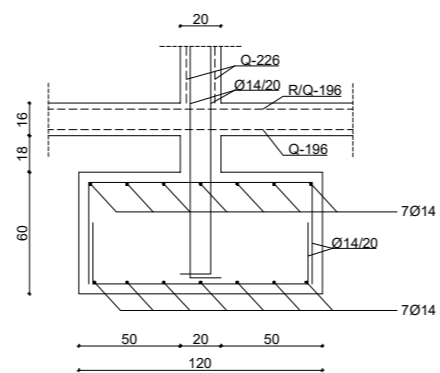
Plan pozicija i armatura temelja  
M 1:20



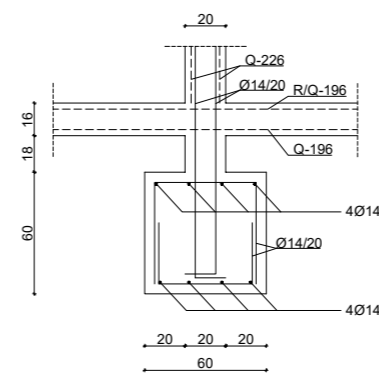
Temeljna traka 180x60




Temeljna traka 120x60



Temeljna traka 60x60



 <small>INŽENJERSTVO U SPLITU          FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE          I GEODEZIJE          21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15          tlf: +385 (0)21 303333, fax: +385 (0)21 481111</small>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:20
	GRADJEVINA: Stambeno-poslovni blok Punta u Omišu	DATUM: rujan, 2021.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2021.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Babić
	SADRŽAJ: Plan pozicija i armatura temelja	BROJ PRILOGA: 44