

# Glavni projekt stambeno-poslovne zgrade u Splitu

---

**Mamić, Andrea**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

*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:123:886895>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-01**



*Repository / Repozitorij:*

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



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

# **DIPLOMSKI RAD**

**Andrea Mamić**

**Split, 2023.**

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

**Andrea Mamić**

**Glavni projekt stambeno poslovne zgrade u Splitu**

**Diplomski rad**

**Split, 2023.**

# Glavni projekt stambeno poslovne zgrade u Splitu

## *Sažetak:*

U diplomskom radu je prikazan glavni projekt stambeno poslovne zgrade u Splitu. Građevina je podijeljena na 2 objekta: objekt A (neboder) i objekt B (garaža).

Objekt A sastoji se od podzemne garaže, suterena, poslovnog prostora, prizemlja i 13 katova završno sa ravnim krovom. Osnovnu nosivu konstrukciju građevine čine armiranobetonski elementi: temeljna ploča, zidovi, visokostijeni nosači, međukatne i krovne ploče, gredni nosači i stupovi.

Objekt B sastoji se od 2 etaže. Osnovnu nosivu konstrukciju građevine čine armiranobetonski elementi: temeljna ploča, zidovi, međukatna i krovna ploča, stupovi.

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

## *Ključne riječi:*

stambeno poslovna građevina, glavni projekt, nosiva konstrukcija, monolitna izvedba

# Main project of the residential building in Split

## *Abstract:*

The main project of a residential and commercial building in Split is presented in the thesis. The building is divided into 2 objects: object A (skyscraper) and object B (garage).

Building A consists of an underground garage, basement, business space, ground floor and 13 floors with a flat roof. The basic load-bearing structure of the building consists of reinforced concrete elements: base plate, walls, high wall supports, mezzanine and roof panels, beam supports and columns.

Building B consists of 2 floors. The basic load-bearing structure of the building consists of reinforced concrete elements: foundation slab, walls, mezzanine and roof slab, columns.

The project contains: technical description of the structure, calculation of load-bearing structural elements and characteristic construction drawings.

## *Keywords:*

residential and commercial building, main design, load-bearing structure, monolithic construction



SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING,  
ARCHITECTURE AND GEODESY

STUDIJ: **DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**

SMJER: **KONSTRUKCIJE**

KANDIDAT: **Andrea Mamić**

JMBAG: **0083223441**

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

PREDMET: **Betonske konstrukcije**

### **ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD**

Tema: Glavni projekt stambeno poslovne zgrade u Splitu

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

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

U Splitu, ožujak 2023.

Voditelj diplomskog rada:

Doc. dr. sc. Marija Smilović Zulim

Komentor:

Dr.sc. Ante Buzov

Predsjednik povjerenstva za  
diplomske ispite

Izv.prof.dr.sc. Ivan Balić

*Zahvaljujem se profesorici doc. dr. sc. Mariji Smilović Zulim za preneseno znanje tijekom školovanja te pomoć i suradnju kod izrade diplomskog rada. Hvala mojim prijateljima na svojoj potpori i ljubavi kroz ove godine studiranja. Posebno hvala mojim roditeljima i bratu koji su mi uvijek bili glavni oslonac i najveća podrška.*

<b>1.</b>	<b>TEHNIČKI OPIS PRORAČUNA KONSTRUKCIJE</b> .....	<b>1</b>
1.1	Općenito ( projektni zadatak ) .....	1
1.2	Oblik i veličina građevinske čestice.....	1
1.3	Namjena i oblikovanje građevine .....	1
1.4	Konstruktivne pojedinosti .....	2
1.4.1	Temelji .....	2
1.4.2	Horizontalne nosive konstrukcije.....	3
1.4.3	Uspravne nosive konstrukcije.....	3
1.4.4	Ostale nosive konstrukcije.....	3
1.5	Otpornost AB konstrukcije na djelovanje požara .....	3
1.6	Materijali .....	4
1.6.1	Beton.....	4
1.6.2	Armatura .....	5
<b>2.</b>	<b>PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE</b> .....	<b>6</b>
2.1	Opće namjene .....	6
2.2	Opći podaci i informacije .....	7
2.3	Postizanje zahtjevne geometrije .....	11
2.4	Kontrola kvalitete.....	11
2.5	Materijali .....	12
2.6	Zemljani radovi .....	17
2.7	Betonski i armiranobetonski radovi.....	18
2.8	Materijali za izvedbu zidane konstrukcije .....	25
2.9	Izvođenje zidanih konstrukcija .....	26
2.10	Ostali radovi i materijali .....	28
2.11	Nadzor .....	28
2.12	Mjere u slučaju neskladnosti.....	30
2.13	Norme koje tretiraju radove u ovom programu kvalitete .....	31
2.14	Uporabni vijek održavanja građevine.....	35
<b>3.</b>	<b>POSEBNI TEHNIČKI UVJETI</b> .....	<b>39</b>
3.1	Oplate i skele .....	39
3.2	Transport i ugradnja betona.....	41
3.3	Betoniranje pri visokim vanjskim temperaturama.....	42
3.4	Betoniranje pri niskim vanjskim temperaturama .....	43
3.5	Obaveze izvođača.....	43
3.6	Način zbrinjavanja građevinskog otpada.....	44

<b>4. PODACI O PREDVIĐENIM DJELOVANJIMA I UTJECAJIMA</b> .....	46
<b>4.1 Stalno opterećenje (G)</b> .....	46
4.1.1 Vlastita težina elementa konstrukcije .....	46
4.1.2 Stalna djelovanja po krovnim/međukatnim konstrukcijama .....	46
<b>4.2 Promjenjivo opterećenje</b> .....	47
4.2.1 Korisno opterećenje .....	47
4.2.2 Djelovanje snijega .....	48
4.2.3 Djelovanje vjetra.....	50
<b>4.3 Izvanredno djelovanje</b> .....	59
4.3.1 Potresno djelovanje .....	59
<b>5. NUMERIČKI MODEL</b> .....	66
<b>6. DIMENZIONIRANJE HORIZONTALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE</b> .....	69
6.1 Ploča pozicije 100.....	70
6.2 Ploča pozicije 100A .....	80
6.3 Ploča pozicije 200.....	90
6.4 Ploča pozicije 300,400,700,1000,1100,1200.....	100
6.5 Ploča pozicije 500,600,800,900,1300,1400,1500.....	110
6.6 Ploča krova 1600.....	120
6.7 Ploča pozicije 100B.....	130
6.8 Ploča pozicije 200B.....	140
<b>7. PRORAČUN AB GREDA</b> .....	150
7.1.1 Gred pozicije 300 .....	150
7.1.2 Grede pozicije 400,500,800,1100,1200,1300.....	165
7.1.3 Grede pozicije 600,700,900,1000,1400,1500 .....	167
<b>8. PRORAČUN VERTIKALNIH KONSTRUKCIJA</b> .....	168
8.1 Stupovi.....	168
8.2 Zidovi i visokostijeni nosači .....	179
<b>9. DIMENZIONIRANJE STUBIŠTA</b> .....	199
<b>10. TEMELJI</b> .....	204
<b>11. GRAFIČKI PRILOZI</b> .....	217
<b>12. LITERATURA</b> .....	218



## 1. TEHNIČKI OPIS PRORAČUNA KONSTRUKCIJE

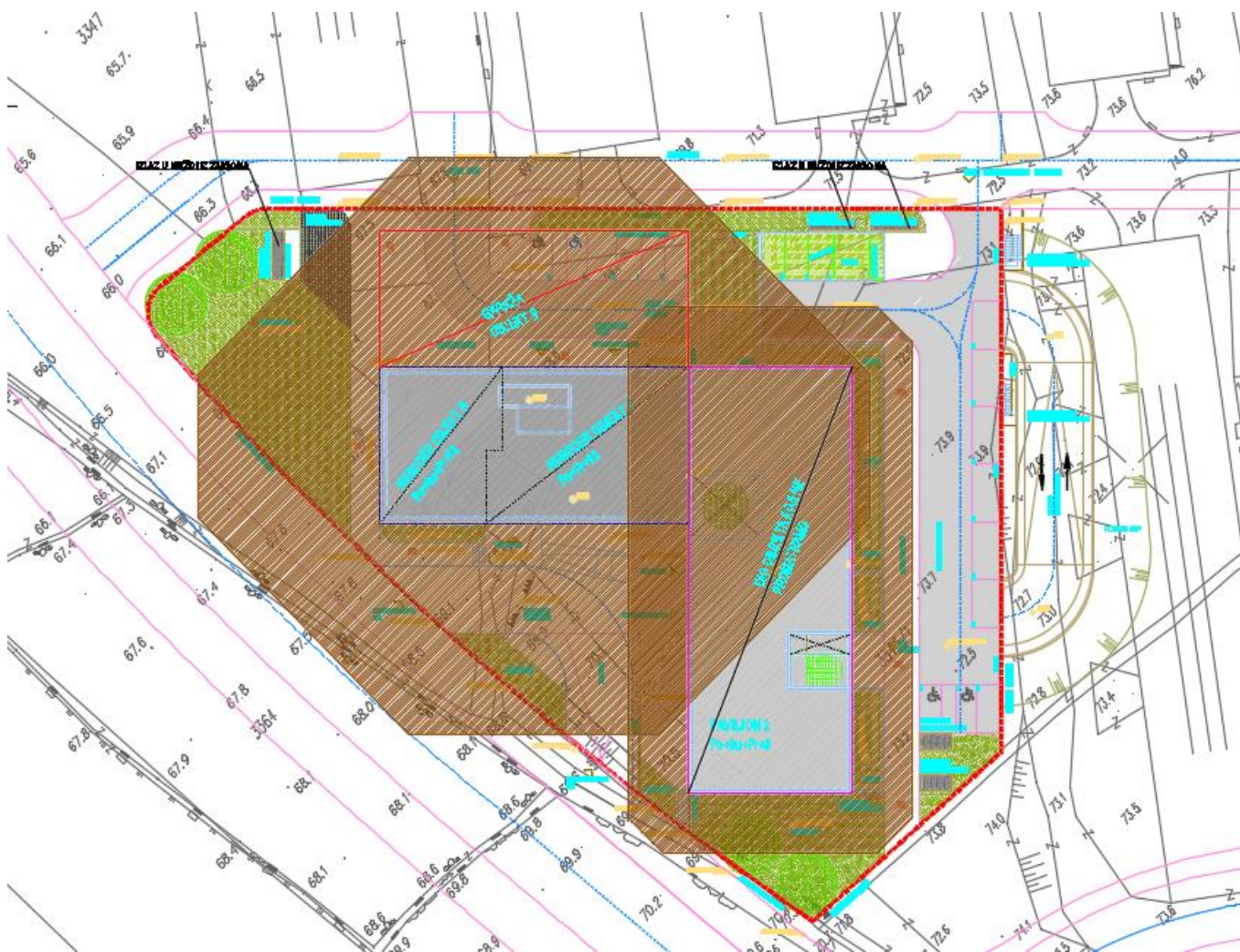
### 1.1 Općenito ( projektni zadatak )

Planirana stambeno poslovna zgrada katnosti Po+Su+ Pr+13 s ravnim krovom izgradit će se na građevinskoj čestici na Kilama. Zgrada se sastoji od objekta A (nebodera) i objekta B (garaža).

Visina objekta A od kote zaravnatog terena do vijenca iznosit će 44,51 m. Osnovni tlocrtni gabariti objekta A su 32,10 x 16,0 m. Visina objekta B od kote zaravnatog terena do vijenca iznosit će 4,50 m, a osnovni tlocrtni gabariti objekta B su 32,10 x 14,36 m.

### 1.2 Oblik i veličina građevinske čestice

Građevinska čestica je pravilnog pravokutnog oblika. Sa zapadne i sjeverne strane graniči sa putem, a sa ostalih strana je okružena privatnim česticama. Teren je ravan. Površina predmetne parcele je ukupno 2200 m<sup>2</sup>.



**Slika 1.1.** Prikaz pozicije predmetne čestice

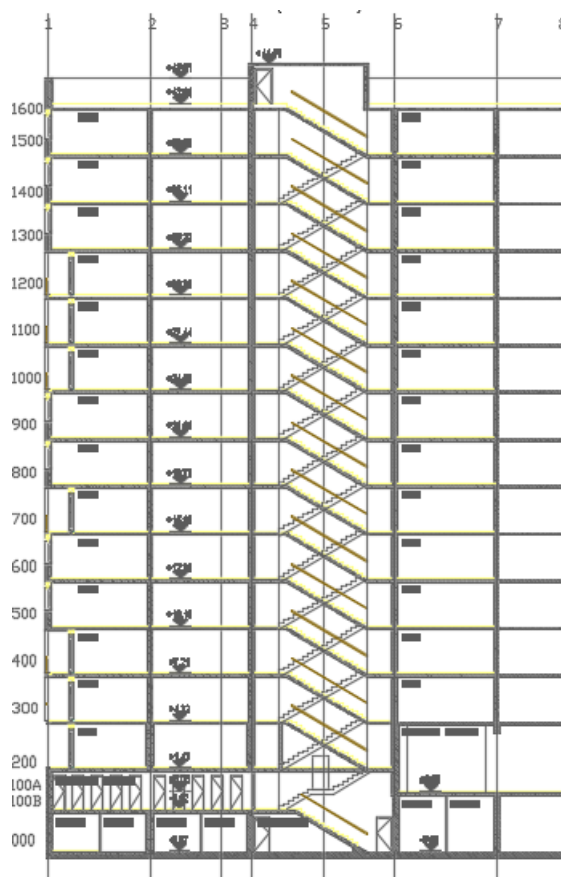
### 1.3 Namjena i oblikovanje građevine

Planirana stambeno poslovna zgrada (objekt A) je katnosti Po+Su+ Pr+13 s ravnim krovom, objekt B je planiran na 2 etaže s ravnim krovom.

Oblikovanje građevine karakterizira pravilni volumen.

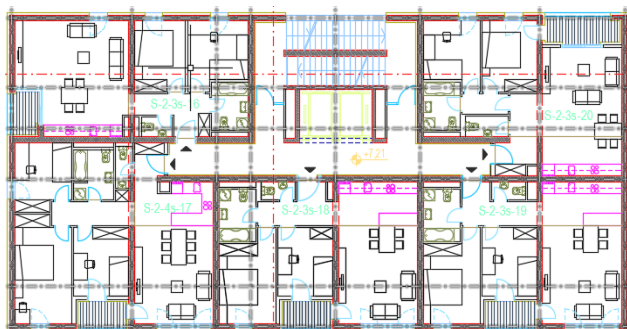
Glavni ulaz je u stambeno poslovnu zgradu (objekt A i objekt B) smješten na jugozapadnom pročelju zgrade. Kota gotovog poda ulaznog podesta zgrade(objekta A)  $\pm 0.70$  je na nivou u odnosu na teren ispred objekta.

U zgradu objekt A se pristupa na koti prizemlja gdje se nalaze tri stambene jedinice, dvostrano orijentirane, te stubište za gornje etaže. Na ostalih 13 etaža se nalaze po tri stambene jedinice, dvostrano orijentirane.

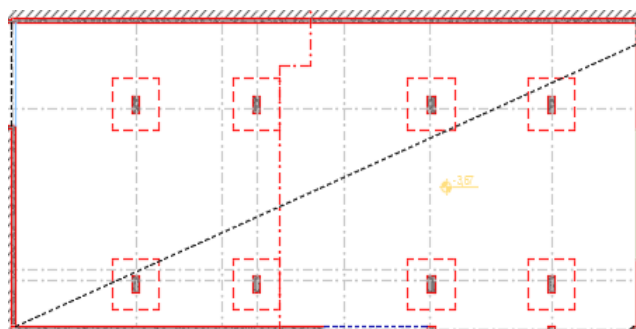


Slika 1.6. Presjek kroz stubišni krak

a) Objekt A (neboder)



b) objekt B (garaža)



Slika 1.8. Tlocrt karakterističnog kata

#### 1.4 Konstruktivne pojedinosti

Nosiva konstrukcija je armirano betonska. Osnovnu nosivu konstrukciju građevine čine: armiranobetonska temeljna ploča debljine  $d=40$  cm, ploča suterena, poslovnog prostora i prizemlja  $d=20$  cm, međukatne ploče  $d=16$  cm armiranobetonski zidovi  $d=40$  cm,  $d=30$  cm, te  $d=20$  cm, stupovi  $40 \times 80$  cm, gredni nosači te visokostjeni nosači. Međukatne i krovne konstrukcije izvesti će se kao pune armiranobetonske ploče debljine  $d=16$  cm. Opterećenja se preko horizontalnih armiranobetonskih konstrukcija (ploče i grede) prenose na armiranobetonske zidove koji predaju opterećenja na temeljne ploče. Temeljne ploče prenose opterećenja na temeljnu podlogu. Stubište se izvodi kao monolitno armiranobetonsko stubište.

##### 1.4.1 Temelji

Temeljenje objekta potrebno je izvesti na naslagama dobro građuranog tla, odnosno, potrebno je u potpunosti ukloniti ostatke eventualnog razlomljenog i okršenog materijala koji je nepodesan za temelje. Nastali prostor potrebno je zapuniti rastresitim materijalom, te uvaljati i zbiti do zadovoljavajućeg modula zbijenosti. Potrebno je postići nosivost temeljnog tla od minimalno  $\sigma_{Ra} = 500 \text{ kN/m}^2$ . Ako je nosivost tla manja od  $500 \text{ kN/m}^2$  potrebno je izvesti poboljšanje temeljnog tla metodom zamjene prirodnog materijala ispod temelja objekta s dobro građuranim drobljenim kamenim materijalom "armiran" geotekstilom. Ojačanje će se izvesti ako se ustanovi nedovoljna nosivost temeljnog tla u pogledu sloma tla pod temeljem, kao i

prekoračenje proračunskog slijeganja temelja (1,5-2 cm).

Kota dna terena je 367 cm ispod kote površine terena. Kako bi se postigla potrebna dubina kote temelja (zbog smrzavanja) po obodu temeljne ploče izvesti će se rubna ojačanja.

Ispod predmetne građevine predviđena je temeljna ploča dimenzija prema planu pozicija ovog projekta.

Armiranje izvesti s armaturom B500B. Beton C25/30.

Budući da nisu izvršena geomehanička istraživanja predmetne lokacije pretpostavljene su geotehničke karakteristike tla kao i dubina temeljenja. Nakon iskopa za temelje potrebno je pozvati geomehaničara radi pregleda temeljnog tla. Geomehaničar upisom u građevinski dnevnik može odobriti izvedbu temeljne konstrukcije ili propisati eventualna ispitivanja lokacije.

#### **1.4.2 Horizontalne nosive konstrukcije**

Međukatne i krovne konstrukcije će se izvesti kao armiranobetonske ploče debljine 20 cm, 16cm sve prema ovom projektu i planu pozicija te izraditi od betona C25/30 i armirati s B500B.

AB grede izraditi prema uputama u proračunu pojedine stavke te grafičkim priložima te izraditi od betona C25/30 i armirati s B500B.

#### **1.4.3 Uspravne nosive konstrukcije**

Uspravne nosive konstrukcije čine: armirano betonski zidovi, visokostijeni nosač.

AB zidove izraditi prema uputama u proračunu pojedine stavke te grafičkim priložima te izraditi od betona C25/30 i armirati s B500B.

#### **1.4.4 Ostale nosive konstrukcije**

U proračunu su dane osnovne dimenzije i količine armature za pojedine konstruktivne elemente. Elementi koji nisu računati armiraju se konstruktivno ( $\geq 0.1\%$  površine betonskog presjeka).

#### **1.5 Otpornost AB konstrukcije na djelovanje požara**

Požarna otpornost elemenata nosive AB konstrukcije postignuta je određivanjem minimalnih zaštitnih slojeva armature. Požarna otpornost betonske konstrukcije provedena je postupkom provjere elemenata koji udovoljava standardnim zahtjevima požarne otpornosti, a koji se svodi na provjeru minimalnih dimenzija pojedinih konstruktivnih elemenata odnosno njihovih osnih razmaka (razmak od osi šipke do lica zida). U proračunu su dane osnovne dimenzije i količine armature za pojedine konstruktivne elemente uglavnom kroz skice armature.

## **1.6 Materijali**

### **1.6.1 Beton**

Za izgradnju/rekonstrukciju betonskog dijela građevine (novi oslonci) koristit će se beton zadanog sastava ili projektiranog sastava, razreda tlačne čvrstoće normalnog betona C 25/30 , a sve prema "Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije" (TPGK, NN 17/17,75/20,7/22). Sustav potvrđivanja sukladnosti betona je 2+. Tehnički uvjeti za projektirana svojstva svježeg betona dani su u tablici.

Za izradu konstruktivnog betona smiju se koristiti samo CEM I ili CEM II/A-S. Zbog opasnosti od korozije armature ne smiju se upotrebljavati betoni koji sadrže cimente tipa CEM II/C, CEM IV i CEM V, prema normi HRN EN 197-1. Sastavni materijali od kojih se beton proizvodi ili koji mu se pri proizvodnji dodaju moraju ispunjavati zahtjeve normi na koje upućuje norma HRN EN 206-1 i zahtjeve prema prilogima C, D, E i F Tehničkih propisa za betonske konstrukcije (TPBK). Za izvedbu konstruktivnih dijelova građevine smiju se upotrijebiti samo oni sastavi betona za koje je dokazano da ispunjavaju gore navedene tehničke uvjete. Zbog malih debljina stijenki konstruktivnih elemenata smanjeni su i zaštitni slojevi. Zbog toga je vrlo važna dobra ugradnja betona, vibriranje i njega.

### **1.6.2** Armatura

Kao armatura koristit će se betonski čelik B 500A ili B 500B (prema TPGK) za sve elemente, u obliku šipki ili mreža. Zaštitni slojevi betona do armature prema gornjoj tablici.

Veličinu zaštitnog sloja osigurati dostatnim brojem kvalitetnih razmačnika (distancera). Kvalitetu zaštitnog sloja osigurati kvalitetnom oplatom i ugradnjom betona, te dodacima betonu i ostalim rješenjima prema zahtjevima ovog projekta i projektu betona, kojeg je dužan izraditi izvođač radova. U potpunosti poštivati projektirani raspored i položaj armaturnih šipki, koje trebaju biti nepomične kod betoniranja. Sva uporabljena armatura treba imati odgovarajuće ateste o kakvoći.

## 2. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

### 2.1. Opće namjene

Predmetni je projekt usklađen sa sljedećim posebnim zakonima, drugim propisima i posebnim uvjetima:

- Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17,39/19, 125/19)
- Zakon o zaštiti na radu RH (NN 71/14,118/14,154/14, 94/18, 96/18)
- Zakon o normizaciji (NN 80/13)
- Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15,118/18,110/19)
- Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN 35/18, 104/19)
- Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/17,75/20,7/22)
- HRN EN 1990 - Eurokod 0 :Osnove projektiranja konstrukcija
- HRN EN 1991 - Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije
- HRN EN 1992 - Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija
- HRN EN 1996 - Eurokod 6: Projektiranje zidanih konstrukcija
- HRN EN 1997 - Eurokod 7: Geotehničko projektiranje
- HRN EN 1998 - Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija
- Pravilnik o kontroli projekata (NN 32/14,72/20)
- Pravilnik o tehničkim dopuštenjima za građevne proizvode (NN 103/08)
- Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda  
(NN 103/08,147/09,87/10,129/11)
- Pravilnik o nadzoru građevnih proizvoda (NN 113/08)

Sve radove trebaju obavljati za to stručno osposobljene osobe, uz stalni stručni nadzor. Potrebno je osigurati razred nadzornog inženjera 2+. Prije prelaska na iduću fazu radova, nužno je odobrenje nadzornog inženjera. Za svako odstupanje od projekta, te u slučaju nepredviđenih okolnosti, potrebna je konzultacija s projektantom. Izvođač je dužan u potpunosti poštivati sve mjere osiguranja i kontrole kvalitete. Svi upotrijebljeni materijali i svi izvedeni radovi trebaju udovoljavati zahtjevima važećih normi, propisa i pravila struke. Za vrijeme izvođenja radova potrebna je stalna nazočnost nadzornog inženjera i povremeni projektantski nadzor.



## 2.2. Opći podaci i informacije

### PRIMJENA OPĆIH TEHNIČKIH UVJETA

Ovi tehnički uvjeti i program kontrole kvaliteta (u daljnjem tekstu Tehnički uvjeti) sadrže tehničke uvjete izvođenja radova, tehnologiju izvođenja i način ocjenjivanja kvalitete. Tehnički uvjeti vrijede za radove na konstrukciji i za radove koji se naknadno odrede na gradilištu, a koji su neophodni za potpuno dovršenje predmetne građevina.

Primjena ovih Tehničkih uvjeta je obavezna. Ovi tehnički uvjeti izrađeni su sukladno Zakonu o gradnji (NN. br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19). Svi sudionici u građenju (investitor, izvođač i dr.) dužni su se pridržavati odredbi navedenog zakona i drugih zakona, pravilnika i tehničkih propisa na koje upućuje navedeni zakon.

#### Investitor je dužan:

- i. Projektiranje, građenje i nadzor povjeriti osobama ovlaštenim za obavljanje tih djelatnosti.
- ii. Riješiti osiguranje zemljišta te sve imovinsko-pravne odnose.
- iii. Prije gradnje ishoditi građevinsku dozvolu.
- iv. Osigurati stručni nadzor nad građenjem.
- v. Osigurati potrebni tehnološki i projektantski nadzor pri izvedbi nosive konstrukcije.
- vi. Osigurati provedbu kontrolnih ispitivanja ugrađenih materijala pri izvedbi nosive konstrukcije.
- vii. Po završetku gradnje poduzeti potrebne radnje za obavljanje tehničkog pregleda i ishodaenje uporabne dozvole.
- viii. Pridržavati se ostalih obveza po navedenom zakonu.

Izvođač je dužan:

- i. Radove izvoditi prema ugovoru u skladu s građevinskom dozvolom i drugim dokumentima.
- ii. Radove izvoditi prema Projektima za koje je izdana građevinska dozvola, a u skladu s tehničkim propisima i pravilima struke.
- iii. Organizirati kontrolu svih radova u izvedbi.
- iv. Radove izvoditi tako da zadovolje svojstva u smislu: pouzdanosti, mehaničke otpornosti i stabilnosti, sigurnosti za slučaj požara, zaštite zdravlja ljudi, zaštite korisnika od povreda, zaštite od buke i vibracija, toplinske zaštite i uštede energije, zaštite od korozije, te ostala funkcionalna i zaštitna svojstva.
- v. Ugrađivati materijale, opremu i proizvode predviđene projektom, provjerene u praksi, a čija je kvaliteta dokazana certifikatima i tehničkim dopuštenjima sukladno važećim propisima i normama.
- vi. Osigurati dokaze o kvaliteti radova i ugrađenih proizvoda i opreme, statistički obrađenim rezultatima obavljenih ispitivanja i na drugi način, te certifikatima izdanim prema važećim tehničkim propisima i svim uvjetima danim u ovom poglavlju.
- vii. Izvođač je dužan odrediti voditelja građenja na projektiranom objektu, a prema potrebi i za pojedine vrste radova.
- viii. Izraditi program popravaka eventualnih oštećenja pojedinih elemenata konstrukcije i predložiti ga nadzornom inženjeru i projektantu konstrukcije na odobrenje.
- ix. Izvođač osigurava ili izrađuje svu navedenu dokumentaciju u potpoglavlju "Dokumentacija koju osigurava Izvođač radova".

### Dokumentacija koju osigurava Izvođač radova

Da bi se osigurao ispravan tok i kvaliteta građenja, Izvođač mora na gradilištu posjedovati odgovarajuću dokumentaciju za građenje i pridržavati se nje kako slijedi:

- i. Lokacijsku dozvolu (ako je potrebna) i građevinsku dozvolu.
- ii. Projektну dokumentaciju potrebnu za izvođenje (glavni i izvedbeni projekt ovjeren od projekatanta).
- iii. Projekt pripremnih radova i organizacije gradilišta.
- iv. Projekt tehnologije i izvođenja pojedinih radova.
- v. Projekt zaštite gradilišta, radova u izgradnji, sigurnosti ljudi i zaštite na radu.
- vi. Zapisnik o iskolčenju objekta i način osiguranja stalnih točaka iskolčenja.
- vii. Uredno vođen građevinski dnevnik i građevinsku knjigu s obračunskim nacrtima.
- viii. Dokumentaciju kojom se dokazuje tražena kvaliteta radova, konstrukcija i ugrađenog materijala I opreme. (potvrde o sukladnosti, uvjerenja, certifikati, jamstveni listovi i sl.) a naročito:
  - Program ispitivanja kvalitete ugrađenog betona i Izvještaje o ispitivanju betona od strane ovlaštene institucije,
  - Potvrde o sukladnosti čeličnih elemenata konstrukcije te dokaze kvalitete spojeva,
  - Izvještaje o prethodnim ispitivanjima za materijale koji se ugrađuju, ako se proizvode na gradilištu,
  
  - Izvještaje o svim ostalim ispitivanjima koja su provedena po nalogu za ispitivanju nadzornog inženjera ilibez njegovog naloga, a koja su potrebna radi dokazivanja kvalitete izvedenih radova i ugrađenih materijala.

### Kontrolna ispitivanja

O izvršenim kontrolnim ispitivanjima materijala koji se ugrađuje u građevinu mora se cijelo vrijeme građenja voditi evidencija te sačiniti izvješće o pogodnosti ugrađenih materijala sukladno projektu, ovom programu ili citiranim pravilnicima, normama i standardima.

Izvješće o pogodnosti ugrađenih materijala mora sadržavati sljedeće dijelove:

- i. Naziv materijala, laboratorijsku oznaku uzorka, količinu uzoraka, namjenu materijala, mjesto i vrijeme (datum) uzimanja uzorka te izvršenih ispitivanja, podatke o proizvođaču i investitoru, podatke o građevini za koju se uzimaju uzorci odnosno vrši ispitivanje.
- ii. Prikaz svih rezultata, laboratorijskih, terenskih ispitivanja za koja se izdaje uvjerenje odnosno ocjena kvalitete.
- iii. Ocjenu kvalitete i mišljenje o pogodnosti (uporabljivosti) materijala za primjenu na navedenoj građevini te rok do kojega vrijedi izvješće.

Uzimanje uzoraka i rezultati laboratorijskih ispitivanja moraju se upisivati u laboratorijsku i gradilišnodokumentaciju (građevinski dnevnik).

Uz dokumentaciju koja prati isporuku proizvoda ili poluproizvoda proizvođač je dužan priložiti rezultate tekućih ispitivanja koja se odnose na isporučene količine.

Potrebno je provesti pregled i ispitivanje nosivih čeličnih konstrukcija glede geometrije, deformabilnosti nosive konstrukcije i vibracija sukladno važećem tehničkom propisu. Program ispitivanja potrebno je prethodno usuglasiti s nadzornim inženjerom i projektantom konstrukcije.

Sva izvješća, potvrde sukladnosti, certifikati i drugi dokazi kvalitete moraju se odmah po dobivanju dostaviti inadzornom inženjeru.

### 2.3. Postizanje zahtjevne geometrije

- stalnu kontrolu geometrije svih elemenata i objekta kao cjeline
- kontrolu osiguranja svih točaka
- kontrolu postavljenih profila
- kontrolu repera i poligonalnih točaka

### 2.4. Kontrola kvalitete

Tehnička svojstva, ocjenjivanje i provjera stalnosti svojstava i dokazivanje uporabljivosti građevnih proizvoda koji se ugrađuju u građevinu te uvjete za njihovo stavljanje na tržište, distribuciju i uporabu u mjeri potrebnoj za ispunjavanje bitnih zahtjeva za građevinu propisano je Zakonom o građevnim proizvodima (NN 76/13, 30/14, 130/17,39/19,118/20) i pripadajućim pravilnicima. Tehnička svojstva građevnog proizvoda moraju biti takva da uz propisanu ugradnju sukladno namjeni građevine, uz propisano, odnosno projektom određeno održavanje podnose sve utjecaje uobičajene uporabe i utjecaja okoline, tako da građevina u koju je ugrađen tijekom projektiranog roka uporabe ispunjava bitne zahtjeve za građevinu. Proizvođač, uvoznik, ovlaštenu zastupnik i distributer dužni su poduzimanjem odgovarajućih mjera osigurati da tehnička svojstva građevnog proizvoda tijekom njegove distribucije ostanu nepromijenjena. Izvođač i druga osoba koja je preuzela građevni proizvod radi građenja dužni su poduzimanjem odgovarajućih mjera osigurati da tehnička svojstva građevnog proizvoda od njegova preuzimanja do ugradnje ostanu nepromijenjena. Građevni proizvod je uporabljiv ako su njegova tehnička svojstva sukladna tehničkoj specifikaciji. Uporabljivost građevnog proizvoda dokazuje se, ovisno o njegovoj vrsti i tehničkoj specifikaciji, izjavom o svojstvima koja se izdaje nakon provedbe, odnosno osiguranja provedbe postupka ocjenjivanja i provjere stalnosti tehničkih svojstava građevnog proizvoda s tehničkom specifikacijom te oznakom koja potvrđuje sukladnost građevnoga proizvoda s objavljenim svojstvima u odnosu na bitne značajke obuhvaćene tom specifikacijom. Isprave o stalnosti svojstava građevnog proizvoda su certifikat o stalnosti svojstava proizvoda i izjava o svojstvima. Certifikat o stalnosti svojstava izdaje ovlaštena pravna osoba na zahtjev proizvođača, ovlaštenog zastupnika, odnosno uvoznika građevnog proizvoda, koji snosi troškove njezina izdavanja. Izjavu o svojstvima izdaje proizvođač, ovlaštenu zastupnik, odnosno uvoznik građevnog proizvoda. Proizvođač, ovlaštenu zastupnik, odnosno uvoznik građevnog proizvoda mora prije stavljanja na tržište, odnosno uporabe građevnog proizvoda izraditi tehničke upute i proizvod označiti oznakom koja

potvrđuje sukladnost građevnoga proizvoda s objavljenim svojstvima u odnosu na bitne značajke obuhvaćene tom specifikacijom. Građevni proizvod se ne smije stavljati na tržište niti distribuirati bez tehničke upute i oznake koja potvrđuje sukladnost građevnoga proizvoda s objavljenim svojstvima u odnosu na bitne značajke obuhvaćene tom specifikacijom. Tehničke upute moraju slijediti svaki građevni proizvod koji se isporučuje. Kada se dva ili više istih građevnih proizvoda isporučuju odjednom, tehničke upute moraju slijediti svako pojedinačno pakiranje. Kod isporuke građevnog proizvoda u rasutom stanju tehničke upute moraju slijediti svaku pojedinačnu isporuku. Za građevni proizvod za koji nije donesen tehnički propis uporabljivost se dokazuje prema priznatim tehničkim pravilima. Propisane mjere kontrole kvalitete i nadzora osiguravaju da zahtijevana kvalitete bude i dosegnuta tijekom izvođenja. Gotovi građevni proizvodi koji se ugrađuju moraju imati popratne izjave o svojstvima. Kontrola kvalitete podrazumijeva laboratorijska ispitivanja materijala, kao i ispitivanje izvedenih radova. Ispitivanje treba provoditi prema postupcima ispitivanja propisanim tehničkim specifikacijama. Provjera stalnosti svojstava je dio vanjske provjere, a provodi se da bi se utvrdilo da li su određena proizvodnja ili rad izvedeni prema ugovornim odredbama. Sustav certificiranja o stalnosti svojstava građevnih proizvoda propisan je Pravilnikom o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda (NN 103/08, NN 147/09, NN 87/10, NN 129/11).

## **2.5. Materijali**

Na osnovu rezultata početnih ispitivanja sastojaka i svojstava betona odabrat će se isporučiooci sastojaka. Odabrani cement, agregat i voda moraju zadovoljavati uvjete propisane u normi HRN EN 206-1 i tamo navedenim normama.

Za proizvodnju betona mogu se upotrebljavati samo sastojci betona koji imaju propisanu deklaraciju i certifikat

o sukladnosti s odgovarajućim specifikacijama.

Vrste i učestalost nadzora/kontrole ispitivanja opreme i sastojaka betona provode se prema HRN EN 206-1.

## Cement

Za proizvodnju betona mogu se upotrebljavati samo cementi čija su osnovna svojstva uvjetovana propisima odgovarajućih standarda, prethodno dokazana. Prethodna ispitivanja i dokaze podobnosti cementa za betonske radove obavlja institucija ovlaštena za poslove provođenja dokaza sukladnosti kvalitete cementa. Prethodni dokaz kvalitete mora se pribaviti za svaku vrstu i razred cementa pri čemu se pod vrstom cementa podrazumijeva cement određene oznake i određenog proizvođača.

Na prijedlog Izvođača, odluku o vrsti cementa donosi Projektant ili Nadzorni inženjer na temelju prethodnih ispitivanja i certifikata ovlaštene ustanove. Ovim projektom zahtijeva se da cementi trebaju biti razreda tlačne čvrstoće 42,5N prema normi HRN EN 197-1.

## Voda

Ako se koristi voda iz javnog vodovoda može se upotrebljavati bez potrebe dokazivanja uporabljivosti. Ako se za pripremanje betona koristi voda koja nije pitka Izvođač mora prethodno dokazati uporabljivost te vode u skladu s normom HRN EN 1008:2002, najmanje jednom svaka tri mjeseca (postojanje soli, sadržaj organskih tvari).

Voda ne smije sadržavati nikakve sastojke koji bi mogli ugroziti kvalitetu ili izgled betona ili morta. Isto vrijedi za vodu za njegovanje svježeg betona.

Kontrola vode za pripremu betona provodi se u centralnoj betonari (tvornici betona), u betonari pogona za

proizvodnju predgotovljenih betonskih proizvoda i u betonari na gradilištu prije prve upotrebe.

## Agregat

Tehnička svojstva agregata, ovisno o porijeklu, opće i posebne zahtjeve bitne za krajnju namjenu u betonu, moraju biti specificirana prema normi HRN EN 12620, normama na koje ta norma upućuje kao i odredbama TPGK.

Razred kvalitete i sva svojstva agregata određena su prema normi HRN EN 206-1 "Beton -1 dio Specifikacije,

svojstva, proizvodnja i sukladnost" i drugim važećim HRN normama.

Potvrđivanje sukladnosti agregata provodi se prema odredbama dodatka za norme HRN EN 12620 i odredbama posebnog propisa (Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama sukladnosti i označavanju građevinskih proizvoda).

Kontrola agregata prije proizvodnje betona provodi se u centralnoj betonari (tvornici betona), u betonari pogona

za predgotovljene betonske proizvode i u betonari na gradilištu prema normi HRN EN 206-1.

Dodaci betonu (kemijski i mineralni)

Kontrola kemijskog i mineralnog dodatka betonu provodi se u centralnoj betonari (tvornici betona), u betonari pogona za proizvodnju predgotovljenih betonskih proizvoda i u betonari na gradilištu prema normi HRN EN 206-1 (tablica na sljedećoj stranici). Preporučuje se uzimanje uzoraka i odlaganje za svaku isporuku.

Kemijski dodaci betonu

Opća prikladnost kemijskih dodataka utvrđuje se ispitivanjem prema HRN EN 934-2. Za konkretnu primjenu

kemijskog dodatka izvođač mora pribaviti certifikat prije početka prethodnih ispitivanja.

Prethodna ispitivanja: Prikladnost kemijskih dodataka za konkretnu primjenu mora se utvrditi tijekom prethodnih ispitivanja betona.

Kontrolna ispitivanja: Izvođač je dužan predložiti certifikat za svaku pošiljku svih dodataka Nadzornom inženjeru, koji odobrava upotrebu dodatka za svaku vrstu i svaki cement posebno. Za svaku pošiljku kemijskog dodatka izvođač mora prije uporabe, u laboratoriju gradilišta provjeriti njegovu kompatibilnost s betonom.

Mineralni dodaci betonu

Za konkretnu primjenu mineralnih dodataka izvođač mora pribaviti certifikat prije početka prethodnih ispitivanja.



Prethodna ispitivanja: Prikladnost mineralnih dodataka za konkretnu primjenu mora se utvrditi tijekom prethodnih ispitivanja betona.

Kontrolna ispitivanja: Izvođač je dužan predočiti certifikat za svaku pošiljku svih mineralnih dodataka Nadzornom inženjeru, koji odobrava upotrebu dodatka za svaku vrstu i svaki cement posebno.

**Tablica 2.1.** Dodaci materijalima i njihov nadzor/ispitivanje, svrha i minimalna učestalost

<b>Materijal</b>	<b>Nadzor/ispitivanje</b>	<b>Svrha</b>	<b>Minimalna učestalost</b>
Kemijski dodaci	Kontrola otpremnice i razine u posudi* prije pražnjenja	Provjera je li isporuka prema narudžbi i je li ispravno označena	Svaka isporuka
	Ispitivanje radi identifikacije prema HRN EN 934-2	Radi usporedbe s podacima proizvođača	U slučaju sumnje
Mineralni dodaci	Kontrola otpremnice * prije isporuke	Provjera je li isporuka prema narudžbi i iz pravog izvora	Svaka isporuka
	Ispitivanje gubitaka žarenjem letećeg pepela	Određivanje promjene sadržaja ugljika koje mogu utjecati na aerirani beton	Svaka isporuka namijenjena aeriranom betonu kada tu informaciju nije dao dobavljač
Mineralni dodaci u suspenziji	Kontrola otpremnice * prije isporuke	Provjera je li isporuka prema narudžbi i iz pravog izvora	Svaka isporuka
	Ispitivanje gustoće	Provjera ujednačenosti	Svaka isporuka i periodično tijekom proizvodnje betona
*Otpremnici treba biti priložena izjava o sukladnosti ili certifikat o sukladnosti prema odgovarajućoj normi ili propisanim uvjetima			

### Čelik za armiranje

Vrsta čelika za armiranje koja se upotrebljava mora biti sukladna Tehničkim propisima za građevinske

konstrukcije (NN. br. 17/17, 75/20,7/22).

Čelik za armiranje mora imati isprave o sukladnosti u skladu s Pravilnikom o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda (NN.br. 103/08, 147/09, 87/10, 129/11).

Za armirano betonske konstrukcije predviđen je slijedeći čelik za armiranje:

**Tablica 2.2.** Čelik za armiranje armirano betonskih konstrukcija

Konstruktivski elementi	Čelik za armiranje
Temelji, grede i stupovi	- <b>rebraste šipke B 500</b> razreda duktilnosti <b>B</b> ( $f_{yk} = 500$ MPa - karakteristična granica razvlačenja)
Stropne ploče	- <b>rebraste šipke B 500</b> razreda duktilnosti <b>B</b> ( $f_{yk} = 500$ MPa - karakteristična granica razvlačenja) - <b>zavarene mreže B 500</b> razreda duktilnosti <b>A</b> ( $f_{yk} = 500$ MPa - karakteristična granica razvlačenja)
Zidovi	- <b>rebraste šipke B 500</b> razreda duktilnosti <b>B</b> ( $f_{yk} = 500$ MPa - karakteristična granica razvlačenja) - <b>zavarene mreže B 500</b> razreda duktilnosti <b>B</b> ( $f_{yk} = 500$ MPa - karakteristična granica razvlačenja)

Svojstava čelika potrebno je dokazati sukladno normi HRN EN 10020, nizovima normi HRN EN 1130 i normi HRN EN 10080. Nastavljanje armature zavarivanjem izvoditi sukladno normama HRN EN ISO 17660-1 i HRN EN ISO 17660-2.

## 2.6. Zemljani radovi

### (i) Iskopi

Tijekom radova na iskopima kontrolirati:

- da se iskop obavlja prema profilima i visinskim kotama iz projekta, te propisanim nagibima pokosa iskopa (uzimajući u obzir geomehanička svojstva tla),
- da tijekom rada ne dođe do potkopavanja ili oštećenja okolnih građevina ili okolnog tla,
- da se ne vrše nepotrebno povećani ili štetni iskopi,
- da se ne degradira ili oštećuje temeljno tlo zbog nekontroliranih miniranja i neadekvatnih iskopa,
- za vrijeme rada na iskopu pa do završetka svih radova na objektu Izvoditelj je dužan osigurati pravilnu odvodnju,
- ne smije se dozvoliti zadržavanje vode u iskopima,
- vrstu i karakteristiku temeljnog tla kontrolirati prema geotehničkom elaboratu, a dubine i gabarite iskopa prema građevinskom projektu građevine.

### (ii) Nasipi

Kontrolu kvalitete materijala za izradu nasipa vršiti prema važećim normama.

Kontrolom i tekućim ispitivanjima obuhvatiti:

- određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na Proctorov postupak (Sz) ili određivanje modula stišljivosti (MS),
- ispitivanje granulometrije nasipanog materijala.

Nasipavanje izvoditi u propisanim debljinama slojeva i s propisanom zbijenošću. Kontrola zbijenosti vrši se probno po slojevima i obvezno na vrhu.

### 2.7. Betonski i armiranobetonski radovi

Beton i armirani beton potrebno je proizvoditi, ugrađivati i kontrolirati u skladu s HRN 1128:2007 "Beton - Smjernice za primjenu norme HRN EN 206-1", HRN EN 206-1 "Beton - 1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost" i HRN EN 13670:2010 "Izvođenje betonskih konstrukcija", te u njima propisanim normama. Osnovni zahtjevi po dijelovima konstrukcije su:

- a) Nearmirani elementi konstrukcije - podložni beton i elementi koji nemaju armaturu

Oznaka razreda	B2
<b>OSNOVNI ZAHTJEVI</b>	
razred tlačne čvrstoće	C12/15
razred izloženosti	X0
najveće zrno agregata, mm	16
razred konzistencije	S3

- b) Elementi temeljne konstrukcije – vanjski potpuno ukopani zaštićeni armiranobetonski elementi kojimisu izloženi kloridima iz sredstava za odmrzavanje

<b>Oznaka razreda</b>	<b>B1</b>
<b>OSNOVNI ZAHTJEVI</b>	
razred tlačne čvrstoće	C 30/37
razred izloženosti	XC2
najveće zrno agregata, mm	32 ili 16 (ovisno o armiranosti elementa)
razred sadržaja klorida	Cl 0,2
v/c omjer, max	0,55
razred konzistencije,	S3 ili S4
min. količina cementa (kg)	300
cementi koji se ne smiju koristiti za izradu betona	-

- c) Glavna nosiva konstrukcija građevine - armiranobetonski elementi zaštićeni od vanjskih utjecaja i visoke vlage –stropne ploče, grede, zidovi.

Oznaka razreda	B1
<b>OSNOVNI ZAHTJEVI</b>	
razred tlačne čvrstoće	C 25/30
razred izloženosti	XC1
najveće zrno agregata, mm	32 ili 16 (ovisno o dimenzijama i armiranosti elementa)
razred sadržaja klorida	Cl 0,2
v/c omjer, max	0,65
razred konzistencije,	S3 ili S4
min. količina cementa (kg)	260
cementi koji se ne smiju koristiti za izradu betona	-

Sastav betona određuje se na osnovu početnih ispitivanja, koja se provode u laboratoriju proizvođača betona, a zatim s odabranim sastavima na betonari.

Ako se beton proizvodi na gradilištu, Izvođač radova mora sastaviti Program početnih ispitivanja betona i sastojaka i predati ga nadzornom inženjeru na odobrenje 14 dana prije početka ispitivanja. Početnim ispitivanjima moraju se dokazati sva svojstva predviđena prethodnim tablicama.

Prodor vode kroz beton (vodonepropusnost) ispitati prema HRN EN 12390-8.

Primijeniti sastav betona kako bi se hidratacijska toplina velikih armiranobetonskih elemenata (temeljna ploča ispod tribina) svela na minimalnu moguću razinu. Također tehnologiju izvedbe prilagoditi kako se u betonu ne bi razvila veća temperatura od 65 °C

## SASTAV BETONSKIH MJESAVINA

Proizvodnja betona smije početi na temelju recepture bazirane na temelju početnih ispitivanja materijala i betona kako je navedeno u ovom poglavlju (Tehnički uvjeti izvođenja radova i program kontrole kvalitete), s time da receptura bude odobrena od Nadzornog inženjera.

## ISPORUKA SVJEŽEG BETONA

Informacije korisnika betona proizvođaču Korisnik će usuglasiti s proizvođačem:

- datum isporuke,
- vrijeme i
- količinu,

i informirati proizvođača o:

- posebnom transportu na gradilište,
- posebnim postupcima ugradnje,
- ograničenjima vozila isporuke, npr. tipa (agitirajuća ili neagitirajuća oprema), veličine, visine ili bruto težine.

Informacije proizvođača betona korisniku

Kada naručuje beton, korisnik će zahtijevati informacije o sastavu mješavine betona radi primjene pravilne ugradnje i zaštite svježeg betona i utvrđivanja razvoja čvrstoće betona. Te informacije mora na zahtjev korisnika dati proizvođač prije isporuke betona, već prema tome kako odgovara korisniku.

Kad je posrijedi tvornički proizvedeni beton, informacije, kad se zatraže, mogu također biti dane i referencama proizvođačeva kataloga sastava mješavina betona, u kojima su iskazane pojedinosti o klasama čvrstoće, klasama konzistencije, težina mješavine i drugi mjerodavni podaci.

Proizvođač treba informirati korisnika o zdravstvenom riziku koji se može pojaviti tijekom rukovanja betonom.

Otpremnica za gotov (tvornički proizveden) beton

Pri isporuci betona proizvođač mora dostaviti korisniku otpremnicu za svaku transportnim sredstvom isporučenu količinu betona, na kojoj su otisnute, utisnute ili upisane najmanje sljedeće informacije:

- ime tvornice betona,
- serijski broj otpremnice,
- datum i vrijeme utovara, tj. vrijeme prvog kontakta cementa i vode,
- broj vozila,
- ime kupca,
- ime i lokacija gradilišta,
- detalji ili reference uvjeta, npr. kodni broj, redni broj,
- količina betona u m<sup>3</sup>,
- deklaracija sukladnosti s referentnim uvjetima kvalitete i EN 206-1,
- ime ili znak certifikacijskog tijela ako je relevantno,
- vrijeme kad beton stiže na gradilište,
- vrijeme početka istovara,
- vrijeme završetka istovara.

#### Konzistencija pri isporuci

Općenito je svako dodavanje vode ili kemijskih dodataka pri isporuci zabranjeno. U posebnim slučajevima voda ili kemijski dodaci mogu biti dodani kad je to pod odgovornošću proizvođača i primjenjuje se za dobivanje uvjetovane vrijednosti konzistencije, osiguravajući da uvjetovane granične vrijednosti nisu prekoračene i da je dodatak kemijskog dodatka uključen u projekt betona. Količina svakog dodatka vode ili kemijskog dodatka dodana u vozilo (mikser) mora biti upisana u otpremni dokument u svim slučajevima.

#### Kontrola sukladnosti i kriteriji sukladnosti

Kontrola sukladnosti sastoji se od aktivnosti i odluka koje treba poduzeti u skladu s pravilima sukladnosti prilagođenim unaprijed radi provjere sukladnosti betona s propisanim uvjetima. Kontrola sukladnosti je integralni dio kontrole proizvodnje.



Svojstva betona kojima se kontrolira sukladnost jesu ona koja se mjere odgovarajućim ispitivanjima prema normiranim postupcima. Stvarne vrijednosti svojstava betona u konstrukcijama mogu se razlikovati od tih utvrđenih ispitivanjima, npr. ovisno o dimenzijama konstrukcije, ugradnji, zbijanju, njegovanju i klimatskim uvjetima. Plan uzorkovanja i ispitivanja te kriteriji sukladnosti trebaju zadovoljavati postupke navedene u ovom

poglavlju. Mjesto uzimanja uzoraka za ispitivanje sukladnosti treba odabrati tako da se mjerodavna svojstva

betona i sastav betona značajnije ne mijenjaju od mjesta uzorkovanja do mjesta isporuke.

Kada su ispitivanja kontrole proizvodnje ista kao i ispitivanja uvjetovana za kontrolu sukladnosti, treba ih uzeti u obzir pri vrednovanju sukladnosti. Proizvođač može koristiti i druge rezultate ispitivanja isporučenog betona u prihvaćanju sukladnosti.

Sukladnost ili nesukladnost prosuđuje se prema kriterijima sukladnosti. Nesukladnost može voditi daljnjim akcijama na mjestu proizvodnje i na gradilištu

#### Kontrola proizvodnje

Proizvođač je odgovoran za bespriježno upravljanje proizvodnjom betona. Sav beton mora biti predmet kontrole proizvodnje. Kontrola proizvodnje obuhvaća sve mjere nužne za održavanje svojstava betona u sukladnosti s uvjetovanim svojstvima. To uključuje:

- izbor materijala,
- projektiranje betona,
- proizvodnju betona,
- preglede i ispitivanja,
- uporabu rezultata ispitivanja sastavnih materijala, svježeg i očvrsnulog betona i opreme,
- kontrolu sukladnosti.

Kontrola proizvodnje mora se odvijati prema načelima serije normi HRN EN ISO 9000.

Sustav kontrole proizvodnje treba sadržavati odgovarajuće dokumentirani postupak i upute. Taj postupak i upute treba po potrebi utvrditi uzimajući u obzir potrebe kontrole iskazane u tablicama 22, 23 i 24 EN 206. Namjeravanu učestalost ispitivanja i nadzora treba dokumentirati. Rezultate ispitivanja i kontrola treba evidentirati izvještajima.

Svi mjerodavni podaci o kontroli proizvodnje trebaju biti zapisani (sadržani u izvještajima). Izvještaje o kontroli proizvodnje treba čuvati najmanje 3 godina, ako zakonske obveze ne traže duže razdoblje. Vrednovanje i potvrđivanje sukladnosti

Proizvođač je odgovoran za ocjenu sukladnosti betona s uvjetovanim svojstvima te mora provoditi i sljedeće:

- a) početno ispitivanje kad je traženo
- b) kontrolu proizvodnje
- c) kontrolu sukladnosti

Proizvođačevu kontrolu proizvodnje treba za sve betone klase iznad C16/20 vrednovati i pregledavati ovlašteno nadzorno tijelo i zatim ovjeriti ovlašteno certifikacijsko tijelo.

Proizvođač je odgovoran za održavanje sustava kontrole proizvodnje.

#### (ii) Betonski čelik

Armatura izrađena od čelika za armiranje prema odredbama ugrađuje se u armiranobetonsku konstrukciju prema projektu betonske konstrukcije, normi HRN EN 13670:2010 i normama na koje ta upućuje. Izvođač mora prema normi HRN EN 13670:2010 prije početka ugradnje provjeriti je li armatura u skladu sa zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije, te je li tijekom rukovanja i skladištenja armature došlo do njezinog

oštećivanja, deformacije ili druge promjene koja bi bila od utjecaja na tehnička svojstva betonske konstrukcije.

Nadzorni inženjer neposredno prije početka betoniranja mora:

provjeriti postoji li isprava o sukladnosti za čelik za armiranje, odnosno za armaturu i jesu li iskazana svojstva sukladna zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije.

provjeriti je li armatura izrađena, postavljena i povezana u skladu s projektom betonske konstrukcije te u skladu s Prilozima »B« te dokumentirati nalaze svih provedenih provjera zapisom u građevinski dnevnik.

Savijanje, rezanje, prijevoz i skladištenje

Čelik za armiranje betona treba rezati i savijati prema projektnim specifikacijama. Pri tome: savijanje treba izvoditi jednolikom brzinom, savijanje čelika pri temperaturi ispod -5 °C, ako je dopušteno projektnim specifikacijama, treba izvoditi uz poduzimanje odgovarajućih

posebnih mjera osiguranja, savijanje armature grijanjem smije se izvoditi samo uz posebno odobrenje u projektnim specifikacijama. Promjer trna za savijanje šipki treba biti prilagođen stvarnom tipu armature.

## 2.8. Materijali za izvedbu zidane konstrukcije

Tehnička svojstva ziđa određuju se u skladu s normom HRN EN 1996-1-1, HRN EN 1996-1-2 i HRN EN 1996-1-3.

Ovim projektom definiraju se:

- a) kategorija zidnih elemenata (I)
- b) razred izvedbe ziđa (II)

Opečni blokovi moraju udovoljavati standardu:

HRN EN 771-1:2005 Specifikacije za zidne elemente – 1. dio: Opečni zidni elementi (EN 771-1:2003+A1:2005)

Zidni element proizveden prema tehničkoj specifikaciji označava se na otpremnici, na ambalaži i na elementu prema odredbama te specifikacije. Oznaka mora obvezno sadržavati upućivanje na tu specifikaciju sve u skladu s posebnim propisom.

Zidni element proizveden prema tehničkoj specifikaciji za kojeg je sukladnost potvrđena na način prema TPGK i izdana isprava o sukladnosti, smije se ugraditi u ziđe ako ispunjava zahtjeve iz projekta zidane konstrukcije.

Prije ugradnje predgotovljenog zidnog elementa provode se odgovarajuće nadzorne radnje određene TPGK.

Proizvođač i distributer zidnih elemenata, te izvođač radova, dužni su poduzeti odgovarajuće mjere u cilju održavanja svojstava zidnih elemenata tijekom rukovanja, prijevoza, pretovara i skladištenja i ugradnje prema tehničkim uputama proizvođača.

Tehnička svojstva i drugi zahtjevi te potvrđivanje sukladnosti morta određuju se odnosno provode prema normama navedenim u TPGK, te normama i pravilnicima na koje ta norma upućuje.

Specificirana kvaliteta morta predviđa se kao M10. Mort mora udovoljavati zahtjevima iz mjerodavnih propisa i standarda.

## 2.9. Izvođenje zidanih konstrukcija

Zidni elementi na gradilištu moraju biti složeni po vrstama i razredima i osigurani od djelovanja atmosferilija (kiše, snijega, leda).

Zidni elementi ne smiju se postavljati na stropne konstrukcije ako imaju ukupnu masu kojom bi se izazvale trajne deformacije na konstrukciji.

Mort mora biti transportiran do gradilišta i skladišten tako da je zaštićen od utjecaja vlage i drugih štetnih utjecaja na specificirana tehnička svojstva. Mort mora biti složen po vrstama i razredima.

Veziva moraju biti transportirana do gradilišta i skladištena tako da su zaštićena od utjecaja vlage i drugih štetnih utjecaja na njihova specificirana tehnička svojstva i moraju biti složena po razredima i vrstama.

Agregat mora biti transportiran na gradilište i skladišten tako da se ne promijene njegova specificirana tehnička svojstva.

Mort i veziva ne smiju se, bez prethodnih kontrolnih ispitivanja, ugrađivati odnosno primjenjivati nakon provedena 3 mjeseca na gradilištu.

Mort opće namjene se mora miješati strojno i ne smije se ugrađivati ako je započeo proces stvrdnjavanja.

Prije zidanja zida, Izvođač mora provjeriti sljedeće:

– provjera dokumentacije koja prati građevni proizvod i oznake građevnih proizvoda sukladno posebnim propisima kojima se uređuju građevni proizvodi

– provjera usklađenosti objavljenih svojstava građevnog proizvoda u odnosu na njegove bitne značajke sa zahtjevima iz projekta zidane konstrukcije

– vizualna kontrola zidnih elemenata, morta i ostalih građevnih proizvoda zbog utvrđivanja mogućih odstupanja od svojstava i/ili oštećenja

– utvrđivanje kategorije zidnih elemenata (I ili II)

– utvrđivanje razreda izvedbe (1, 2 ili 3), odnosno osposobljenosti izvođača za pojedini razred izvedbe, a u skladu sa zahtjevima iz projekta zidane konstrukcije.

Kontrolu razreda izvedbe provodi nadzorni inženjer i utvrđuje da postoji osposobljenost izvođača za provedbu projektom propisanog razreda izvedbe.

Pri izvedbi zida zidane konstrukcije zidni elementi povezuju se mortom uz potpuno ispunjavanje horizontalnih i vertikalnih sljubnica. Pri izvedbi zida zidane konstrukcije sa zidnim elementima s mortnim džepovima, vertikalne sljubnice ispunjavaju se po punoj visini zidnog elementa i u punoj širini mortnog džepa, pri čemu širina mortnog džepa mora iznositi najmanje 40% širine zidnog elementa. Pri zidanju zida zidni elementi u pravilu se preklapaju za pola duljine zidnog elementa, mjereno u smjeru zida, iznimno za 0,4 visine zidnog elementa, ali ne manje od 4 cm. Horizontalne i vertikalne sljubnice morta izrađene od mortova opće namjene trebaju imati debljinu od 6 do 15 mm. Horizontalni serklaži u razini stropne konstrukcije betoniraju se zajedno s izvedbom stropne konstrukcije. Vertikalni serklaži pojedine etaže betoniraju se nakon izvedbe zida te etaže pri čemu se mora osigurati veza zid-serklaž (istacima zidnih elemenata svakog drugog reda za najmanje 0,4 visine zidnog elementa, ali ne manje od 4,0 cm – „zupčasti spoj“). Betoni C25/30 za vertikalne i horizontalne serklaže moraju biti pripremljeni u certificiranoj betonari. Postupak pripreme betona, način ugradnje, potvrđivanje sukladnosti, uzimanje i priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svježeg i očvrsnulog betona opisani su u dijelu koji se odnosi na armiranobetonsku konstrukciju.

Serklaži pojedine etaže moraju imati ploštinu presjeka ne manju od 200 cm<sup>2</sup> s najmanjom stranicom od 15 cm.

Tijekom građenja osigurava se opća stabilnost konstrukcije i pojedinih zidova. Dovođeno zide koje je izravno izloženo padalinama treba zaštititi od močenja kako bi se spriječilo ispiranje morta, usporilo sazrijevanje (očvršćivanje) te kako bi se izbjegli mogući ciklusi zamrzavanja i odmrzavanja i time oslabilo zide. Zaštitu je potrebno postaviti što je prije moguće nakon završenog zidanja.

Novoizvedeno zide treba održavati vlažnim i zaštititi od isušivanja zbog visokih temperatura i vjetra dok cement u mortu ne hidratizira te po potrebi na odgovarajući način pridržati do povezivanja u konačno projektirano stanje.

Temperatura svježeg morta ne smije biti niža od +5°C, niti viša od +35°C.

Kada je srednja dnevna temperatura zraka manja od +5°C ili viša od +35°C, zidanje zida treba izvoditi pod posebnim uvjetima sukladno odredbama iz projekta zidane konstrukcije.

Prilikom izvođenja zidnih kanala važno je voditi računa da se ne ugrozi stabilnost zida.

Zidni kanali ne smiju prolaziti kroz nadvoje ili druge konstrukcijske elemente.

Dokazivanje uporabljivosti zida provodi se prema projektu zidane konstrukcije te odredbama TPGK i uključuje:

- kategoriju zidnog elementa
- razred izvedbe

Prije početka zidanja zida provode se kontrolna ispitivanja građevnih proizvoda kada je to predviđeno projektom zidane konstrukcije.

Ako se naknadno dokaže da nisu ostvarene sve pretpostavke iz projekta u svezi s razredom kontrole proizvodnje

zidnih elemenata i razredom izvedbe zida potrebno je provesti ispitivanje zida in situ od strane ovlaštene pravne osobe.

Armatura izrađena od čelika za armiranje (odabrano B500B) ugrađuje se u zidanu konstrukciju prema projektu Zidane konstrukcije (prema normi HRN EN 13670-1).

### 1.7 Ostali radovi i materijali

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

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

### 1.8 Nadzor

Pregledi i nadzor trebaju osigurati da se radovi završavaju u skladu s ovim Tehničkim uvjetima i zahtjevima projektnih specifikacija. Nadzor u ovom kontekstu odnosi se na verifikaciju (potvrđivanje) sukladnosti svojstava proizvoda i materijala koji će se upotrijebiti i na nadzor nad izvedbom radova. Plan nadzora treba identificirati sve nadzore, motrenja i ispitivanja za potrebne dokaze kvalitete.

Glavni nadzor nad provođenjem sustava održavanja kvalitete obavlja glavni nadzorni inženjer (kontinuirano). Glavni nadzorni inženjer može imati pomoćnike-specijaliste iz

područja tehnologije betona, proračuna konstrukcije, te prisutnost projektanta koji obavlja projektantski nadzor. U skladu sa zakonskim propisima vanjski nadzor može obavljati i nezavisna ovlaštena organizacija za kontrolu kvalitete.

Izvođač radova mora voditi građevinski dnevnik (prema Pravilniku o vođenju građevinskog dnevnika) koji svakodnevno u vrijeme izvođenja radova ispunjava osoba izvođača, a ovjerava nadzorni inženjer kao i svu ostalu dokumentaciju kakvoće korištenih materijala i izvedenih radova. Svi radovi vode se i preuzimaju kroz građevinski dnevnik i to po fazama rada, pri čemu je nužno da za početak radova naredne faze nadzorni inženjer ocjeni kvalitetu izvedenih radova te nakon toga odobri nastavak radova.

## PROJEKTANTSKI NADZOR

Projektantski nadzor nad izvođenjem predmetnih radova obavlja projektant osobno ili preko svojih suradnika. Taj nadzor vodi brigu da se radovi izvedu prema projektu i njegovim dopunama (ako budu postojale) i svrsishodno namjeni koja proizlazi iz projekta. Projektantski nadzor projektanta je povremenog karaktera.

Projektant ima pravo donositi odluke u slučaju kada se ukaže potreba da se izvrše izmjene pojedinih dijelova projekta, bilo po opsegu, postupku ili redosljedu izvođenja radova.

## STRUČNI NADZOR

Potrebno je osigurati stalni stručni nadzor tijekom izvođenja radova. Nadzorni inženjer je predstavnik investitora, plaćen je od investitora i izvršava svoju odgovornost prema njemu. Nadzorni inženjer ima zadatak da kontinuirano prati radove, a za veće radove u punom radnom vremenu. On je odgovoran za tumačenje ugovornih obaveza i izmjena, on uspostavlja kriterije prihvatljivosti, vodi računa da se radovi izvedu u skladu s projektom i standardima i dobrom praksom, ocjenjuje napredovanje gradnje i određuje dinamiku plaćanja graditelju sukladno količini izvršenih radova i ugrađenom materijalu. U slučaju kakvih većih odstupanja od projektnih postavki, zapažanja ovog nadzora su mjerodavna kod odluke o nastavku rada. Nadzorni inženjer stalno obavještava vlasnika o toku radova i zadovoljenju roka završetka radova.

Nadzorni inženjer mora imati tehničko znanje o građevinskim materijalima i izvođenju gradnje i imati iskustvo s tim te mora zadobiti povjerenje i poštovanje vlasnika i izvoditelja.

#### (i) IZVJEŠĆE O IZVEDENIM RADOVIMA

Da bi se sačuvali svi podaci o izvedenom stanju, potrebno je po završenom poslu izraditi izvješće o svim izvedenim radovima. Poseban naglasak u tom izvješću treba staviti na eventualne izmjene u odnosu na predviđeno projektom.

#### 1.9 Mjere u slučaju neskladnosti

Kad nadzor otkrije nesukladnost, treba poduzeti odgovarajuće radnje koje će osigurati uvjetovanu stabilnost i sigurnost konstrukcije i zadovoljiti namjeravanu uporabu.

Kad je nesukladnost potvrđena, treba istražiti sljedeće:

- utjecaj nesukladnosti na izvedbu i uporabu,
- mjere potrebne da bi se nesukladni element ili dio konstrukcije učinili prihvatljivima,
- potrebu zabrane i zamjene nepopravljivog nesukladnog elementa ili dijela konstrukcije.

Veličina nesukladnosti uvjetovanih svojstava gradiva utvrđuje se naknadnim ispitivanjima istih svojstava na uzorcima iz konstrukcijskog elementa prema važećim normama. Ispitivanja se odlukom nadzornog inženjera povjeravaju odgovarajućoj ovlaštenoj instituciji. Ako su neispravnosti i nesukladnosti zanemarive za izvedbu i uporabu element treba preuzeti. Ako se nesukladnost može popraviti, element treba preuzeti nakon popravka.

Ocjenu sukladnosti elementa nakon popravka trebaju dati nadzorni inženjer i ovlaštena institucija koja je utvrdila veličinu nesukladnosti i uvjetovala popravak. Popravak mora biti u skladu s projektnim specifikacijama i ovim Tehničkim uvjetima. Dokumentaciju postupka i materijala koji će se upotrijebiti treba prije popravka odobriti nadzorni inženjer.



**1.10** Norme koje tretiraju radove u ovom programu kvalitete

## Norme za beton – osnovne norme

HRN EN 206-1:2002	Beton – 1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206-1:2000)
HRN EN 206-1/A1:2004	Beton – 1. dio: Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206-1:2000/A1:2004)
nHRN EN 206-1/A2	Beton – 1. dio: Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206-1:2000/prA2:2004)

## Norme za beton - ostale norme

HRN EN 12350-1	Ispitivanje svježeg betona – 1. dio: Uzorkovanje
HRN EN 12350-2	Ispitivanje svježeg betona – 2. dio: Ispitivanje slijeganjem
HRN EN 12350-3	Ispitivanje svježeg betona – 3. dio: VeBe ispitivanje
HRN EN 12350-4	Ispitivanje svježeg betona – 4. dio: Stupanj zbijenosti
HRN EN 12350-5	Ispitivanje svježeg betona – 5. dio: Ispitivanje rasprostiranjem
HRN EN 12350-6	Ispitivanje svježeg betona – 6. dio: Gustoća
HRN EN 12350-7	Ispitivanje svježeg betona – 7. dio: Sadržaj pora – Tlačne metode
HRN EN 12390-1	Ispitivanje očvrsnulog betona – 1. dio: Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe
HRN EN 12390-2	Ispitivanje očvrsnulog betona – 2. dio: Izradba i njegovanje uzoraka za ispitivanje čvrstoće
HRN EN 12390-3	Ispitivanje očvrsnulog betona – 3. dio: Tlačna čvrstoća uzoraka
HRN EN 12390-6	Ispitivanje očvrsnulog betona – 6. dio: Vlačna čvrstoća cijepanjem uzoraka
HRN EN 12390-7	Ispitivanje očvrsnulog betona – 7. dio: Gustoća očvrsnulog betona
HRN EN 12390-8	Ispitivanje očvrsnulog betona – 8. dio: Dubina prodiranja vode pod tlakom
prCEN/TS 12390-9	Ispitivanje očvrsnulog betona – 9. dio: otpornost na smrzavanje ljuštenjem
ISO 2859-1	Plan uzorkovanja za atributni nadzor – 1. dio: Plan uzorkovanja indeksiran prihvatljivim nivoom kvalitete (AQL) za nadzor količine po količine

ISO 3951	Postupci uzorkovanja i karta nadzora s varijablama nesukladnosti
HRN U.M1.057	Granulometrijski sastav mješavina agregata za beton
HRN U.M1.016	Beton. Ispitivanje otpornosti na djelovanje mraza
HRN EN 480-11	Dodaci betonu, mortu I injekcijskim smjesama – Metode ispitivanja – 11. dio: Utvrđivanje karakteristika zračnih pora u očvrslom betonu
HRN EN12504-1	Ispitivanje betona u konstrukcijama – 1. dio: Izvađeni uzorci – Uzimanje, pregled i ispitivanje tlačne čvrstoće
HRN EN 12504-2	Ispitivanje betona u konstrukcijama – 2. dio: Nerazorno ispitivanje – Određivanje veličine odskoka
HRN EN 12504-3	Ispitivanje betona u konstrukciji – 3. dio: Određivanje sile čupanja
HRN EN 12504-4	Ispitivanje betona u konstrukciji – 4. dio: Određivanje brzine ultrazvuka
prEN 13791:2003	Ocjena tlačne čvrstoće betona u konstrukcijama ili u konstrukcijskim elementima

#### Norme za čelik za armiranje – osnovne norme

nHRN EN 10080-1	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 1.dio: Opći zahtjevi (prEN 10080-1:1999)
nHRN EN 10080-2	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 2. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda A (prEN 10080-2:1999)
nHRNEN 10080-3	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 3. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda B (prEN 10080-3:1999)
nHRN EN 10080-4	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 4. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda C (prEN 10080-4:1999)
nHRN EN 10080-5	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 5. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih armaturnih mreža (prEN 10080-5:1999)
nHRN EN 10080-6	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 6. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih rešetki za gređice (prEN 10080-6:1999)

## Norme za čelik za armiranje – ostale norme

HRN EN 10020	Definicije i razredba vrsta čelika
HRN EN 10025	Toplovaljani proizvodi od nelegiranih konstrukcijskih čelika – Tehnički uvjeti isporuke
HRN EN 10027-1	Sustavi označivanja čelika – 1. dio: Nazivi čelika, glavni simboli
HRN EN 10027-2	Sustavi označivanja čelika – 2. dio: Brojčani sustav
EN 10079	Definicije čeličnih proizvoda
HRN EN 10204	Metalni proizvodi – Vrste dokumenata o ispitivanju (uključuje dopunu A1:1995)
prEN ISO 17660	Zavarivanje čelika za armiranje
HRN EN 287-1	Provjera osposobljenosti zavarivača – Zavarivanje taljenjem – 1. dio: Čelici
HRN EN 719	Koordinacija zavarivanja – Zadaci i odgovornosti
HRN EN 729-3	Zahtjevi za kakvoću zavarivanja – Zavarivanje taljenjem metalnih materijala – 3. dio: Standardni zahtjevi za kakvoću
HRN EN ISO 4063	Zavarivanje i srodni postupci – Nomenklatura postupaka i referentni brojevi
HRN EN ISO 377	Čelik i čelični proizvodi – Položaj i priprema uzoraka i ispitnih uzoraka za mehanička ispitivanja
HRN EN 10002-1	Metalni materijali – Vlačni pokus – 1. dio: Metoda ispitivanja (pri sobnoj temperaturi)
HRN EN ISO 15630-1	Čelik za armiranje i prednapinjanje betona – Ispitne metode – 1. dio: Armaturene šipke i žice
HRN EN ISO 15630-2	Čelik za armiranje i prednapinjanje betona – Ispitne metode – 2. dio: Zavarene mreže

## Ostale norme

ENV 1992-1-1	Eurokod 2 – Projektiranje betonskih konstrukcija – 1. dio: Opća pravila i pravila za zgrade
ENV 1992-1-2	Eurokod 2 – Projektiranje betonskih konstrukcija – 1-2 dio: Opća pravila – Projektiranje konstrukcije na požar

Ovlaštene organizacije i institucije za atestiranje su na listi u Glasniku Zavoda kojeg izdaje Državni zavod za normizaciju i graditeljstvo.

Izvoditelj je dužan osiguravati dokaze o svojstvima ugrađenih građevnih proizvoda u odnosu na njihove bitne značajke, dokaze o sukladnosti ugrađene opreme i/ili postrojenja prema posebnom zakonu, isprave o sukladnosti određenih dijelova građevine temeljnim zahtjevima za građevinu, kao i dokaze kvalitete (rezultati ispitivanja, zapisi o provedenim procedurama kontrole kvalitete i dr.) za koje je obveza prikupljanja tijekom izvođenja građevinskih i drugih radova za sve izvedene dijelove građevine i za radove koji su u tijeku (članak 135. Zakona o gradnji 153/13, 20/17,39/19,125/19).

Nadzorni inženjer dužan je odrediti provedbu kontrolnih ispitivanja određenih dijelova građevine u svrhu provjere, odnosno dokazivanja ispunjavanja temeljnih zahtjeva za građevinu i/ili drugih zahtjeva, odnosno uvjeta predviđenih glavnim projektom ili izvješćem o obavljenoj kontroli projekta i obveze provjere u pogledu građevnih proizvod (članak 58. Zakona o gradnji 153/13, 20/17,39/19,125/19).

Nadzorni inženjer dužan je da za tehnički pregled priredi završno izvješće o izvedbi građevine (članak 58. Zakona o gradnji 153/13, 20/17,39/19,125/19).

## 2.10. Uporabni vijek održavanja građevine

### • UPORABNI VIJEK GRAĐEVINE

(prema prilogu I. Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije NN 17/17,75/20,7/22 - I.1.2 Planiranje uporabnog vijeka konstrukcija)

Ovdje se primjenjuje metoda iz procjene uporabnog vijeka građevine primjenom korekcijskih koeficijenata (faktorska metoda) kako je definirana normom HRN ISO 15686-1.

Korekcijski koeficijenti:

koeficijent A: kvaliteta elemenata koji obuhvaća kvalitetu samog projekta elementa,

koeficijent B: razine projekta koji obuhvaća montažu elementa u zgradi s obzirom na postojanje natprosječne zaštite,

koeficijent C: razina izvedbe koji se odnosi na umješnost pri izvedbi i vjerojatnu razinu kontrole na gradilištu

koeficijent D: unutrašnji okoliš označava ocjenu okoliša, izlaganje uzročnicima degradacije i

opasnosti takvog izlaganja,

koeficijent E: vanjski okoliš, koeficijent F: uvjeti uporabe, koeficijent G: razina održavanja,

ESCL: procijenjeni uporabni vijek,

RSCL: referentni uporabni vijek elementa (građevine)

Procjena uporabnog vijeka prema metodi korekcijskih koeficijenata određuje se prema jednadžbi:

$$ESCL = RSCL \times A \times B \times C \times D \times E \times F \times G$$

Za predmetnu građevinu primjenom gornje jednadžbe moguće je procijeniti uporabni vijek građevine:

$$ESCL = 50 \text{ godina}$$

Razredba proračunskog uporabnog vijeka (prema HRN ENV 1991-1):

Razred	Zahtjevani proračunski	Primjer
1	1-5	Privremene konstrukcije
2	25	Zamjenjivi dijelovi konstrukcije (npr. grede pokretnih
3	50	Konstrukcije zgrada ili druge uobičajne konstrukcije
4	100	Monumentalne građevine, mostovi i druge inženjerske

Norme za planiranje uporabnog vijeka građevine:

HRN ISO 15686-1:2002 Zgrade i druge građevine – Planiranje vijeka uporabe – 1. dio: Opća načela (ISO 15686-1:2000)

HRN ISO 15686-2:2002 Zgrade i druge građevine – Planiranje vijeka uporabe – 2. dio: Postupci predviđanja vijeka uporabe (ISO 15686-2:2001)

HRN ISO 15686-3:2004 Zgrade i druge građevine – Planiranje vijeka uporabe – 3. dio: Neovisne ocjene (auditi) i pregledi svojstava (ISO 15686-3:2002)

## • ODRŽAVANJE KONSTRUKCIJE GRAĐEVINE

Radnje u okviru održavanja betonskih konstrukcija treba provoditi prema pravilima propisanim člancima 20. do 23. Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN 17/17,75/20,7/22) i normama na koje upućuje Prilog II., te odgovarajućom primjenom odredaba ostalih priloga Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN 17/17,75/20,7/22).

Redoviti pregledi predmetne građevine u svrhu održavanja betonske konstrukcije za predmetnu građevinu provoditi najmanje svakih 10 godina (zgrade).

Izvanredne preglede građevine provoditi nakon nekog izvanrednog događaja (ekstremne vremenske neprilike, potres, požar, eksplozija i slično) ili prema zahtjevu inspekcije.

Osim ovih pregleda preporučuje se da korisnici i suvlasnici građevine vrše godišnje preglede i ako primijete neku nepravilnost na konstrukciji zatraže redoviti ili izvanredni pregled i prije roka predviđenog ovim projektom.

Način obavljanja pregleda uključuje:

- vizualni pregled, u kojeg je uključeno utvrđivanje položaja i veličine napuklina i pukotina te drugih oštećenja bitnih za očuvanje mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine,
- utvrđivanja stanja zaštitnog sloja armature, za betonske konstrukcije u umjereno ili jako agresivnom okolišu
- utvrđivanje veličine progiba glavnih nosivih elemenata betonske konstrukcije za slučaj osnovnog djelovanja, ako se na temelju vizualnog pregleda sumnja u ispunjavanje bitnog zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti.

Nakon obavljenih pregleda konstrukcije potrebno je izraditi dokumentaciju o stanju konstrukcije nakon pregleda sa potrebnim mjerama i radovima na saniranju i održavanju konstrukcije. Ovu i drugu dokumentaciju o održavanju betonske konstrukcije dužan je trajno čuvati vlasnik građevine. Vlasnik (ili suvlasnici) zgrade dužni su postupiti prema potrebnim zahtjevima i mjerama iz dokumentacije o stanju konstrukcije te izvesti neophodne radove održavanja, obnove i izmjene uređaja i dijelova te radove popravka, ojačanja i rekonstrukcije.

Sve radove pregleda i izvedbe radova na konstrukciji potrebno je povjeriti za to ovlaštenim osobama.

## Norme za ispitivanje i održavanje građevina:

HRN ENV 13269	Održavanje – Smjernice za izradu ugovora o održavanju
HRN EN 13306	Nazivlje u održavanju
HRN ENV 13670-1:2002	Izvedba betonskih konstrukcija – 1. dio: Općenito (ENV 13670-1:2000)
HRN U.M1.047:1987	Ispitivanje konstrukcija visokogradnje pokusnim opterećenjem i ispitivanje do sloma
HRN EN 4866:1999	Mehaničke vibracije i udari – Vibracije građevina – Smjernice za mjerenje vibracija i ocjenjivanje njihovog utjecaja na građevine (ISO 4866:1990+Dopuna 1:1994+Dopuna 2:1996)
prEN 13791:2003	Ocjena tlačne čvrstoće betona u konstrukcijama ili u konstrukcijskim elementima
HRN ISO 15686-1:2002	Zgrade i druge građevine – Planiranje vijeka uporabe – 1. dio: Opća načela (ISO 15686-1:2000)
HRN ISO 15686-2:2002	Zgrade i druge građevine – Planiranje vijeka uporabe – 2. dio: Postupci predviđanja vijeka uporabe (ISO 15686-2:2001)
HRN ISO 15686-3:2004	Zgrade i druge građevine – Planiranje vijeka uporabe – 3. dio: Neovisne ocjene (auditi) i pregledi svojstava (ISO 15686-3:2002)
HRN 12504-1:2000	Ispitivanje betona u konstrukcijama – 1. dio: Izvađeni uzorci – Uzimanje, pregled i ispitivanje tlačne čvrstoće (EN 12504-1:2000)
HRN 12504-2:2001	Svojstva betona u konstrukcijama – 2.dio: Nerozorno ispitivanje – Određivanje indeksa sklerometra (EN 12504-2:2001)
nHRN EN 12504-3	Ispitivanje betona u konstrukcijama – 3. dio: Određivanje sile čupanja (pull-out) (prEN 12504-3:2003)
HRN EN 12504-4:2004	Ispitivanje betona – 4. dio: Određivanje brzine ultrazvučnog impulsa (EN 12504-4:2004)
HRN EN 12390-1:2001	Ispitivanje očvrsloga betona – 1. dio: Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe (EN 12390-1:2000)
HRN EN 12390-3:2002	Ispitivanje očvrsloga betona – 3. dio: Tlačna čvrstoća ispitnih uzoraka (EN 12390-3:2001)



### 3. POSEBNI TEHNIČKI UVJETI

#### 3.1. Oplate i skele

Skele i oplate moraju imati takvu sigurnost i krutost da bez slijeganja i štetnih deformacija mogu primiti opterećenja i utjecaje koji nastaju tijekom izvedbe radova. Skela i oplata moraju biti izvedeni tako da se osigurava puna sigurnost radnika i sredstava rada kao i sigurnost prolaznika, prometa, susjednih objekata i okoline uopće.

Materijali za izradu skela i oplata moraju biti propisane kvalitete. Nadzorni inženjer treba odobriti oplatu prije početka betoniranja.

Kod izrade projekta oplate mora se uzeti u obzir kompaktiranje pomoću vibratora na oplati tamo gdje je to potrebno.

Oplata mora sadržavati sve otvore i detalje prikazane u nacrtima, odnosno tražene od nadzornog inženjera.

Oplata odnosno skela treba osigurati da se beton ne onečisti. Obje moraju biti dovoljno čvrste i krute da odole pritiscima kod ugradnje i vibriranja i da spriječe ispupčenja. Nadzorni inženjer će, tamo gdje mu se čini potrebno, tražiti proračunski dokaz stabilnosti i progibanja.

Nadvišenja oplate dokazuju se računski i geodetski se provjeravaju prije betoniranja.

Oplata mora biti toliko vodotijesna da spriječi istjecanje cementnog mlijeka.

Ako se za učvršćenje oplate rabe metalne šipke od kojih dio ostaje ugrađen u betonu, kraj stalno ugrađenog dijela ne smije biti bliži površini od 5 cm. Šupljina koja ostaje nakon uklanjanja šipke mora se dobro ispuniti, naročito ako se radi o plohamo koje će biti izložene protjecanju vode. Ovakav način učvršćenja ne smije se upotrijebiti za vidljive plohe betona.

Žičane spojnice za pridržavanje oplate ne smiju prolaziti kroz vanjske plohe gdje bi bile vidljive.

Radne reške moraju biti, gdje god je moguće, horizontalne ili vertikalne i moraju biti na istoj visini zadržavajući kontinuitet.

Pristup oplati i skeli radi čišćenja, kontrole i preuzimanja, mora biti osiguran.

Oplata mora biti tako izrađena, naročito za nosače i konstrukcije izložene protjecanju vode, da se skidanje može obaviti lako i bez oštećenja rubova i površine.

Površina oplate mora biti očišćena od inkrustacija i sveg materijala koji bi mogao štetno djelovati na izložene vanjske plohe.

Kad se oplata premazuje uljem, mora se spriječiti prljanje betona i armature.

Oplata, ako je drvena, mora prije betoniranja biti natopljena vodom na svim površinama koje će doći u dodir s betonom i zaštićena od prianjanja za beton premazom vapnom.

Skidanje oplata se mora izvršiti čim je to provedivo, naročito tamo gdje oplata ne dozvoljava polijevanje betona, ali nakon što je beton dovoljno očvrstnuo. Svi popravci betona trebaju se izvršiti na predviđen način i to što je prije moguće.

Oplata se mora skidati prema određenom redosljedju, pažljivo i stručno, da se izbjegnu oštećenja. Moraju se poduzeti mjere predostrožnosti za slučaj neplaniranog kolapsa. Nadzorni inženjer će odrediti kad se mora, odnosno može, skidati oplata.

Sve skele (za oplatu, pomoćne i fasadne) moraju se izvesti od zdravoga drva ili čeličnih cijevi potrebnih dimenzija.

Sve skele moraju biti stabilne, ukružene dijagonalno u poprečnom i uzdužnom smislu, te solidno vezane sponama i kliještima. Mosnice i ograde trebaju biti također dovoljno ukružene. Skelama treba dati nadvišenje koje se određuje iskustveno u ovisnosti o građevini ili proračunski. Ako to traži nadzorni inženjer, vanjska skela, s vanjske strane, treba biti prekrivena trščanim ili lanenim pletivom kako bi se uz općenitu zaštitu osigurala i kvalitetnija izvedba i zaštita fasadnog lica.

Skele moraju biti izrađene prema pravilima struke i propisima Pravilnika o higijenskim i tehničkim zaštitnim mjerama u građevinarstvu.

Nadzorni inženjer mora zabraniti izradu i primjenu oplata i skela koje prema njegovom mišljenju ne bi mogle osigurati traženu kvalitetu lica gotovog betona ili su neprihvatljive kvalitete ili sigurnosti. Prijem gotove skele ili oplata vrši se vizualno, geodetskom kontrolom i ostalom izmjerom. Pregled i prijem gotove skele, oplata i armature vrši nadzorni inženjer. Bez obzira na odobrenu primjenu skela, oplata i armature, izvođač snosi punu odgovornost za sigurnost i kvalitetu radova.

### 3.2. Transport i ugradnja betona

S betoniranjem se može početi samo na osnovi pismene potvrde o preuzimanju podloge, skele, oplata i armature te po odobrenju programa betoniranja od nadzornog inženjera.

Beton se mora ugrađivati prema unaprijed izrađenom programu i izabranom sistemu.

Vrijeme transporta i drugih manipulacija sa svježim betonom ne smije biti duže od onog koje je utvrđeno u toku prethodnih ispitivanja (promjena konzistencije s vremenom pri raznim temperaturama).

Transportna sredstva ne smiju izazivati segregaciju smjese betona.

U slučaju transporta betona auto-miješalicama, poslije pražnjenja auto-miješalice treba oprati bubanj, a prije punjenja treba provjeriti je li ispražnjena sva voda iz bubnja.

Zabranjeno je korigiranje sadržaja vode u gotovom svježem betonu bez prisustva tehnologa za beton.

Dozvoljena visina slobodnog pada betona je 1,5 m. Nije dozvoljeno transportiranje betona po kosinama.

Transportna sredstva se ne smiju oslanjati na oplatu ili armaturu kako ne bi dovela u pitanje njihov projektirani položaj.

Svaki započeti betonski odsjek, konstruktivni dio ili element objekta mora biti neprekidno izbetoniran u opsegu, koji je predviđen programom betoniranja, bez obzira na radno vrijeme, brze vremenske promjene ili isključenja pojedinih uređaja mehanizacije pogona.

Ako dođe do neizbježnog, nepredvidljivog prekida rada, betoniranje mora biti završeno tako da se na mjestu prekida može izraditi konstruktivno i tehnološki odgovarajući radni spoj. Izrada takvog radnog spoja moguća je samo uz odobrenje nadzornog inženjera.

Svježi beton mora se ugrađivati vibriranjem u slojevima čija debljina ne smije biti veća od 70 cm. Sloj betona koji se ugrađuje mora vibriranjem biti dobro spojen s prethodnim donjim slojem betona. Ako dođe do prekida betoniranja, prije betoniranja površina donjeg sloja betona mora biti dobro očišćena ispuhivanjem i ispiranjem, a po potrebi i pjeskarenjem.

Beton treba ubaciti što bliže njegovom konačnom položaju u konstrukciji da bi se izbjegla segregacija. Smije se vibrirati samo oplatom ukliješten beton. Nije dozvoljeno transportiranje betona pomoću pervibratora.

Ugrađeni beton ne smije imati temperaturu veću od 45 °C u periodu od 3 dana nakon ugradnje.

### 3.3. Betoniranje pri visokim vanjskim temperaturama

Niska početna temperatura svježeg betona ima višestruko povoljan utjecaj na poboljšanje uvjeta za betoniranje masivnih konstrukcija. Stoga je sniženje temperature svježeg betona i održavanje iste u propisanim granicama od posebnog značaja. Za održavanje temperature svježeg betona unutar dopuštenih 25 °C, neophodno je poduzeti sljedeće mjere:

krupne frakcije agregata hladiti raspršivanjem vode po površini deponije, što se ne preporučuje s frakcijama do 8 mm, zbog poteškoća s održavanjem konzistencije betona, deponije pijeska zaštititi nadstrešnicama, silose za cement, rezervoare, miješalicu, cijevi itd. zaštititi od sunca bojenjem u bijelo.

Ako ovi postupci hlađenja nisu dostatni, daljnje sniženje temperature može se postići hlađenjem vode u posebnim postrojenjima (coolerima).

Za vrijeme visokih dnevnih temperatura (oko 30 °C), kada postoje poteškoće s održavanjem dozvoljene temperature svježeg betona, početak radova na betoniranju treba pomaknuti prema hladnijem dijelu dana (noć, jutro).

Vrijeme od spravljanja betona do ugradnje treba biti što kraće, kako bi se izbjegli problemi pri pražnjenju transportnih sredstava i ugradnji zbog smanjenja obradivosti.

Ugrađivanje se mora odvijati brzo i bez zastoja. Redoslijed betoniranja mora omogućiti povezivanje novog betona s prethodnim.

U uvjetima vrućeg vremena najpogodnije je njegovanje vodom. Njegovanje treba početi čim beton počne očvršćivati. Ako je intenzitet isparavanja blizu kritične granice, površina se može finim raspršivanjem vode održavati vlažnom, bez opasnosti od ispiranja.

Čelične oplata treba rashlađivati vodom, a podloga prije betoniranja mora biti dobro nakvašena.

Ako se u svježem betonu pojave pukotine, treba ih zatvoriti revibriranjem.

Voda koja se upotrebljava za njegovanje ne smije biti mnogo hladnija od betona, kako razlike između temperature betona na površini i unutar jezgre ne bi prouzročile pojavu pukotina. Stoga je efikasan način njegovanja pokrivanje betona materijalima koji vodu upijaju i zadržavaju (juta, spužvasti materijal i sl.) te dodatno prekrivanje plastičnom folijom.

Prekrivanje povoljno djeluje i na utjecaj razlika temperatura noć - dan.

### 3.4. Betoniranje pri niskim vanjskim temperaturama

Betoniranje pri temperaturama nižim od +5 °C moguće je uz pridržavanje mjera za zimsko betoniranje.

Upotreba smrznutog agregata u mješavini nije dozvoljena, a zagrijavanje pijeska parom nije preporučljivo zbog poteškoća s održavanjem konzistencije betona.

Pri ugradnji svježi beton mora imati minimalnu temperaturu od +6 °C, koja se na nižim temperaturama zraka ( $0 < t < +5$  °C) može postići samo zagrijavanjem vode, pri čemu temperatura mješavine agregata i vode prije dodavanja cementa ne smije prijeći +25 °C.

Temperatura svježeg betona u zimskom periodu na mjestu ugradnje mora biti od +6 °C do +15 °C.

Da bi se omogućio normalni tok procesa stvrdnjavanja i spriječilo smrzavanje, odmah poslije ugradnje, beton se toplinski zaštićuje prekrivanjem otvorenih površina izolacijskim materijalima i izolacijom čeličnih oplata.

Toplinska izolacija betona mora biti takva da osigura postizanje najmanje 50 % projektirane čvrstoće na pritisak prije nego što beton bude izložen djelovanju mraza.

Pri temperaturama zraka nižim od +5 °C, temperatura svježeg betona mjeri se najmanje jedanput u toku 2h.

### 3.5. Obaveze izvođača

Izvođač je dužan na svoj trošak otkloniti sve nedostatke koji se ukažu u dogovorenom roku.

Investitor može priznati samo količine materijala koje su ugrađene.

Sav neispravan ili nepropisan materijal ne smije se ugrađivati i mora se ukloniti s gradilišta.

Po završetku svih radova izvođenja, treba izvršiti tehnički pregled i sastaviti zapisnik o nedostacima. Garantni rok za ispravnost ugrađenih materijala i izvršenih radova regulira se ugovorom o izvođenju radova. Za vrijeme garantnog roka izvođač je dužan da na poziv investitora otkloni sve nedostatke koje se u toku garantnog roka pojave.

Izvođač ne smije vršiti bušenja armirano betonskih konstrukcija bez prethodnog odobrenja i uputstava nadzornog organa, što treba unijeti u građevinski dnevnik.

Izvođač je dužan nabaviti sve ateste za sav ugrađeni materijal.

Izvođač radova je obavezan da korisniku preda upute za rukovanje ugrađenom opremom.

### 3.6. Način zbrinjavanja građevinskog otpada

Način zbrinjavanja građevnog otpada mora biti u skladu s propisima o otpadu. Osnovni propisi iz tog područja su:

- Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13, 73/17, 14/19, 98/19)

Prema zakonu o otpadu građevni otpad spada u interni otpad jer uopće ne sadrži ili sadrži malo tvari koje podliježu fizikalnoj, kemijskoj i biološkoj razgradnji pa ne ugrožavaju okoliš.

Nakon završetka radova gradilište treba očistiti od otpadaka i suvišnog materijala i okolni dio terena dovesti u prvobitno stanje.

Pravilnikom o vrstama otpada određeno je da je proizvođač otpada čija se vrijedna sredstva mogu iskoristiti dužan otpad razvrstavati na mjestu nastanka, odvojeno skupljati po vrstama i osigurati uvjete skladištenja za očuvanje kakvoće u svrhu ponovne obrade.

Taj pravilnik predviđa slijedeće moguće postupke s otpadom:

- kemijsko-fizikalna obrada,
- biološka obrada,
- termička obrada,
- kondicioniranje otpada i
- odlaganje otpada.

Kemijsko-fizikalna obrada otpada je obrada kemijsko-fizikalnim metodama s ciljem mijenjanja njegovih kemijsko-fizikalnih, odnosno bioloških svojstava, a može biti: neutralizacija, taloženje, ekstrakcija, redukcija, oksidacija, dezinfekcija, centrifugiranje, filtracija, sedimentacija, rezervna osmoza.

Biološka obrada je obrada biološkim metodama s ciljem mijenjanja kemijskih, fizikalnih, odnosno bioloških svojstava, a može biti: aerobna i anaerobna razgradnja.

Termička obrada je obrada termičkim postupkom. Provodi se s ciljem mijenjanja kemijskih, fizikalnih, odnosno bioloških svojstava, a može biti: spaljivanje, piroliza, isparavanje, destilacija, sinteriranje, žarenje, taljenje, zataljivanje u staklo.

Kondicioniranje otpada je priprema za određeni način obrade ili odlaganja, a može biti: usitnjavanje, ovlaživanje, pakiranje, odvodnjavanje, oprашivanje, očvršćivanje te postupci kojima se smanjuje utjecaj štetnih tvari koje sadrži otpad.

S građevnim otpadom treba postupiti u skladu s Pravilnikom o uvjetima za postupanje s otpadom.

Taj pravilnik predviđa moguću termičku obradu za sljedeći otpad:

- drvo
- plastiku,
- asfalt koji sadrži katran i
- katran i proizvodi koji sadrže katran.

Kondicioniranjem se može obraditi sljedeći otpad:

- građevinski materijali na bazi azbesta,
- asfalt koji sadrži katran,
- asfalt (bez katrana)
- katran i proizvodi koji sadrže katran
- izolacijski materijal koji sadrži azbest i
- miješani građevni otpad i otpad od rušenja.

Najveći dio građevnog otpada (prethodno obrađen ili neobrađen) može se odvesti u najbliže javno odlagalište otpada: beton, cigle, pločice i keramika, građevinski materijali na bazi gipsa, drvo, staklo, plastika, bakar, bronca, mjed, aluminij, olovo, cink, željezo i čelik, kositar, miješani materijali, kablovi, zemlja i kamenje i ostali izolacijski materijali.

Nakon završetka radova gradilište treba očistiti od otpada i suvišnog materijala, postupiti prema iznesenom, a okolni dio terena dovesti u prvobitno stanje.

## 4. PODACI O PREDVIĐENIM DJELOVANJIMA I UTJECAJIMA

### 4.1. Stalno opterećenje (G)

#### 4.1.1. Vlastita težina elementa konstrukcije

Stalno opterećenje uključeno je u proračun prema slijedećem:

- Specifična težina armiranog betona od  $\gamma_{\text{B}}=25.0 \text{ kN/m}^3$

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

Napomena: Posebna stalna opterećenja opisana su u proračunu pojedine pozicije.

#### 4.1.2. Dodatno stalna djelovanja po krovnim/međukatnim konstrukcijama:

##### ravni neprohodni/prohodni krov:

završna obrada:TPO/keramika	0.50 kN/m <sup>2</sup>
hidroizolacija, toplinska izolacija, folije	0.10 kN/m <sup>2</sup>
beton u padu, 4.0-19.0 cm	2.40 kN/m <sup>2</sup>
AB ploča d=16 cm – uključeno u računalnom programu	-
<u>glet masa, instalacije, ostalo stalno opterećenje</u>	<u>0.10 kN/m<sup>2</sup></u>
G <sub>dod</sub> = dodatno stalno djelovanje	<b>g<sub>dod</sub>= 3.10 kN/m<sup>2</sup></b>

##### međukatne ab konstrukcije:

slojevi poda	2.20 kN/m <sup>2</sup>
AB ploča d=20 cm, d=16cm – uključeno u računalnom programu	-
<u>instalacije, završna obrada stropa</u>	<u>0.30 kN/m<sup>2</sup></u>
G <sub>dod</sub> = dodatno stalno djelovanje	<b>g<sub>dod</sub> = 2.50 kN/m<sup>2</sup></b>



stubište:

- završna obrada, kamene ploče	1.30 kN/m <sup>2</sup>
- AB ploča d=15 cm (krak) –uključeno u računalnom programu	- kN/m <sup>2</sup>
- žbuka	0.30 kN/m <sup>2</sup>
<hr/>	
Gdod = dodatno stalno djelovanje	<b>g<sub>uk</sub> = 1.60 kN/m<sup>2</sup></b>

balkoni:

slojevi poda	1.90 kN/m <sup>2</sup>
AB ploča –uključeno u računalnom programu	-
glet masa, instalacije, ostalo stalno opterećenje	0.10 kN/m <sup>2</sup> Gdod = dodatno stalno djelovanje
<hr/>	
Gdod = dodatno stalno djelovanje	<b>g<sub>dod</sub> = 2.50 kN/m<sup>2</sup></b>

## 4.2. Promjenjivo opterećenje

### 4.2.1. Korisno opterećenje

**Tablica 4.1.** Iznosi korisnog opterećenja

Q1 – stambeni prostor	Q1=2.0 kN/m <sup>2</sup>
Q2 – prohodni krov, terase, balkoni	Q2=4.0 kN/m <sup>2</sup>
Q3 – neprohodni krov	Q3=1.0 kN/m <sup>2</sup>
Q4 – stubište, poslovni prostor	Q4=3.0 kN/m <sup>2</sup>

### 4.2.2. Opterećenje snijegom

Opterećenje snijegom definira se izrazom:

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

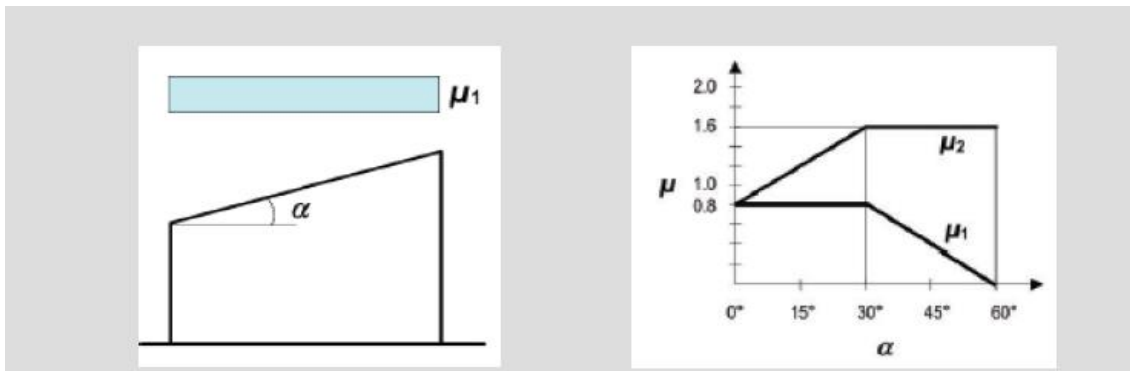
-  $\mu_i$  - koeficijent oblika za opterećenje snijegom – ravni i jednostrešni krov

- nagib krova  $\rightarrow \alpha = 5^\circ$

$C_e$  - koeficijent izloženosti  $\Rightarrow C_e = 1.0$

-  $C_t$  - toplinski koeficijent  $\Rightarrow C_t = 1.0$

-  $s_k$  - karakteristična vrijednost opterećenja na tlu u  $[kN/m^2]$



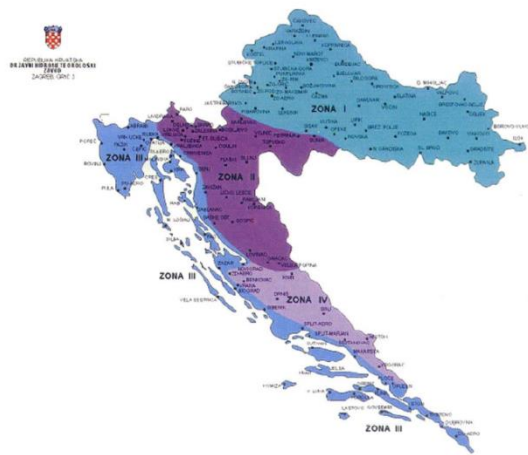
Kut nagiba krova $\alpha$	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1$	0,8	$0,8 (60 - \alpha) / 30$	0,0
$\mu_2$	$0,8 + 0,8 \alpha / 30$	1,6	–

Slika 4.6. Očitavanje koeficijenta oblika

$$\alpha = 5^\circ \rightarrow \mu_1 = 0.8$$

Predmetni objekt nalazi se u Splitu. Prema preporukama europske norme ENV 1991-2-3:1995, karakteristično opterećenje snijegom je  $s_k = 0.45 \text{ kN/m}^2$  (Zona III - do 100 m nadmorske visine).

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	



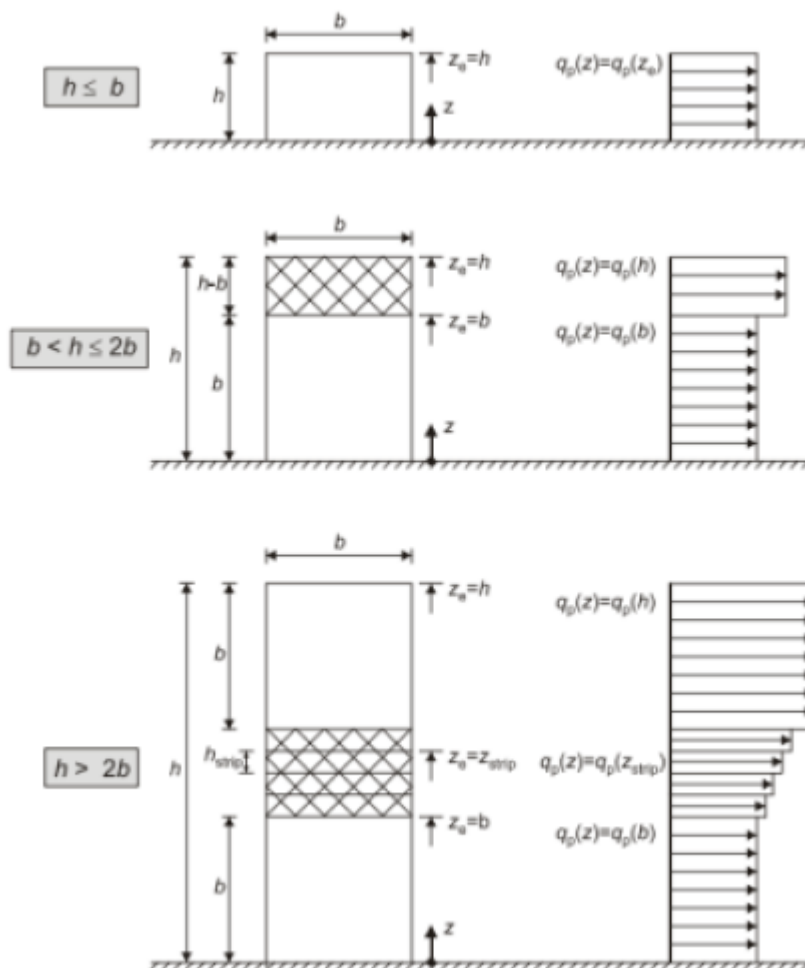
Slika 4.7 Karta karakterističnih vrijednosti opterećenja snijegom obzirom na područje

$$\Rightarrow s = 0.8 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 0.45 = 0.36 \left[ \text{kN} / \text{m}^2 \right]$$

**Napomena:** Opterećenje krova snijegom uzeto je u obzir u sklopu pokretnog opterećenja na krovu (snijeg + vjetar) u iznosu od 1 kN/m<sup>2</sup>. Opterećenje snijegom od 0.36 kN/ m<sup>2</sup> nanoseno je na one dijelove objekta koji nisu zaštićeni ostatkom konstrukcije.

#### 4.2.3. Djelovanje vjetra

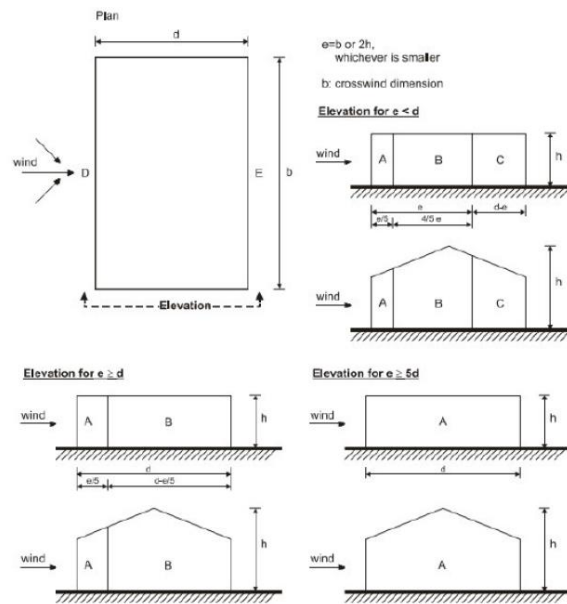
- I. Referentna visina objekta  $z_e$ - određuje se prema odnosu  $h/b$



Slika 4.10 Referentna visina  $z_e$  u ovisnosti o  $h$  i  $b$ , te odgovarajući profil brzina

**Napomena:** U radu nije uzeta u obzir promjena iznosa opterećenja vjetrom po visini kako je prikazano na slikama. Uzet je najkritičniji slučaj  $h < b$  čime je pojednostavljen proračun, a istovremeno smo i na razini sigurnosti.

Podjela zgrade na zone (za vertikalne zidove)



Slika 4.11 Podjela zgrade na vjetrovne zone

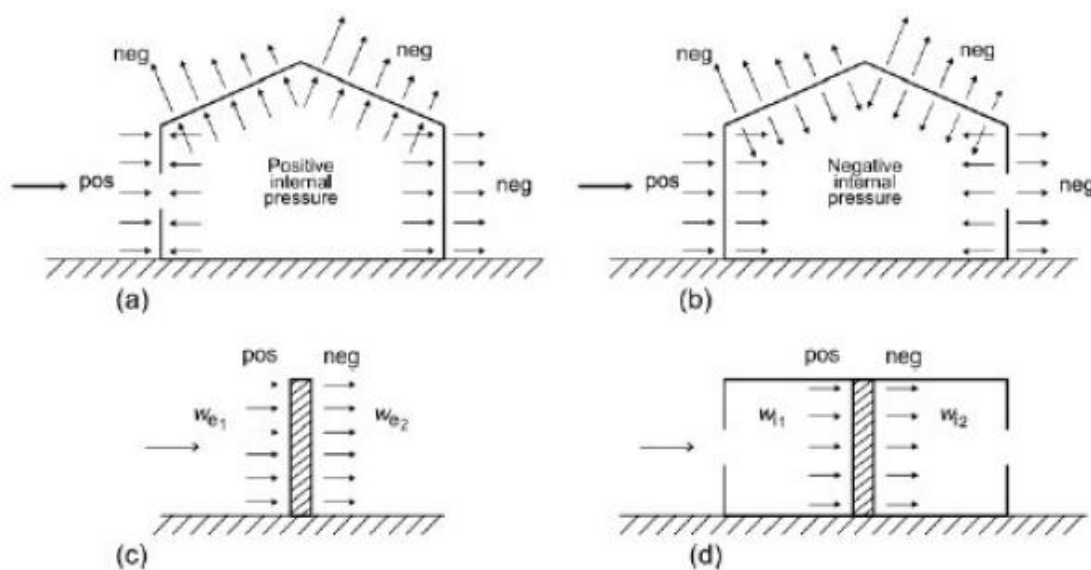
Zone	A		B		C		D		E	
$h/d$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	

Slika 4.12 Koeficijenti vanjskog tlaka za vanjske zidove zgrada

### 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 8.13 te se zbrajanjem odnosno oduzimanjem rezultirajuće sile vjetra dobije ekvivalentna sila vjetra na plohu.



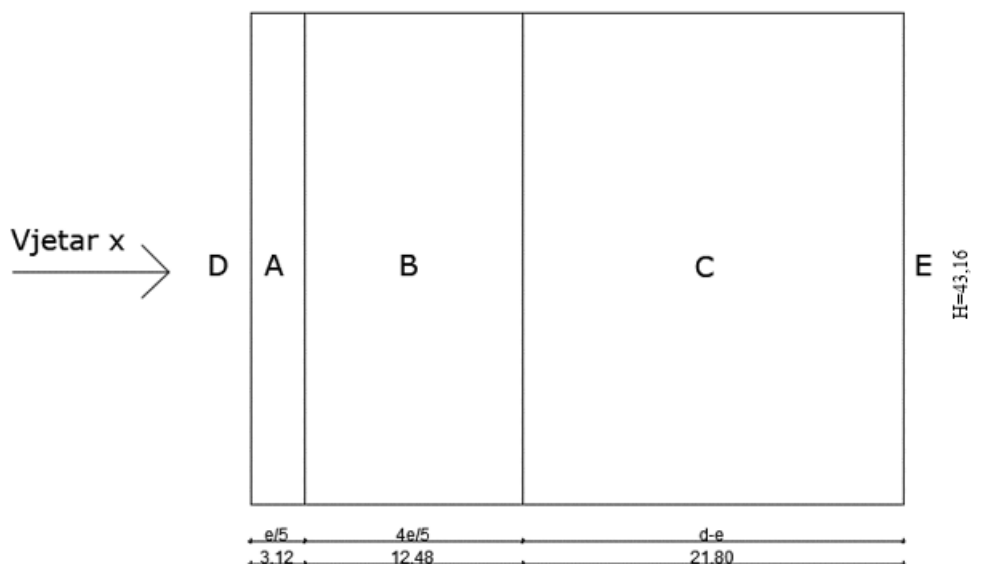
Slika 4.13 Smjer djelovanja unutarnjeg i vanjskog tlaka na zidove i krovove zgrade

Proračun vjetra na konstrukciju

Proračun vjetra za neboder – x smjer

X smjer vjetra		
Ze	43,16	m
Vb,0	30.000	m/s
Calt	1.001	
Cdir	1.000	
Ctem	1.000	
Vb	30.030	m/s
Cr(z)	0.781	
kr	0.234	
Z	43,16	m
Zo	1.00	m
Co(z)	1.00	
Vm	23.450	m/s
Iv	0.300	
ρ(zraka)	1.250	kg
qp(z)	1.747	kN

H ( m )	43,16
b ( m )	15,90
d ( m )	32,10
e ( m )	15,90 < d = 32,1 zone A,B,C,D i E
H/d	1,353



Slika 8.14. Djelovanje vjetra iz X smjera na lijevu zgradu

-Zona A na duljini  $e/5 = 3.12$  m

-Zona B na duljini  $4/5e = 12.48$  m

-Zona C na duljini  $d-e = 21.80$  m

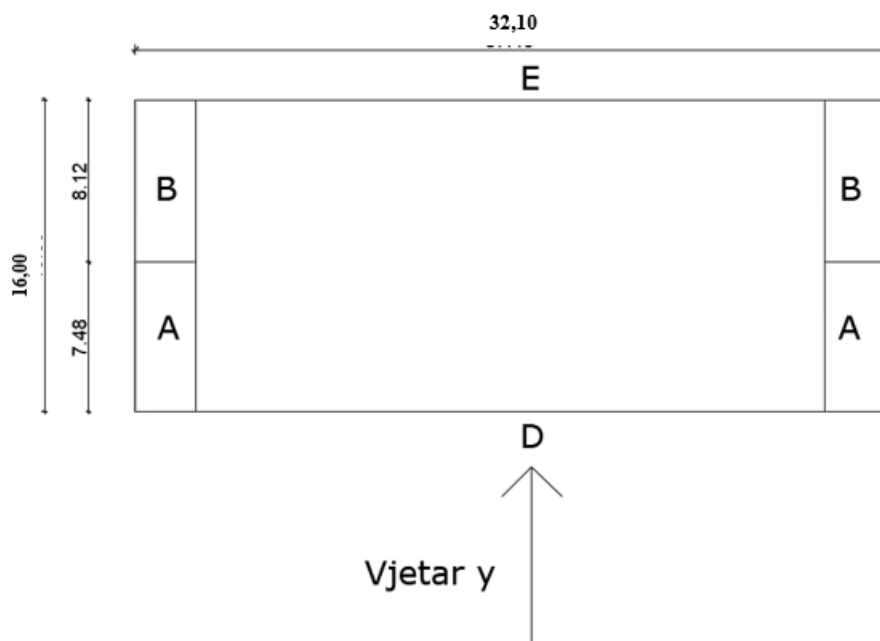
zona vjetra	$q_p(z)$ (kN)	$C_{pe,10}$	$C_{pi, max}$	$C_{pi, min}$	$W_e$ (kN)	$W_{i,max}$ (kN)	$W_{i,min}$ (kN)	$W_{uk, max}$	$W_{uk, min}$	$W_{ekv}$
A	1.747	-1.20	0.80	-0.5	-2.096	1.398	-0.874	-3.49	-1.22	-3.49
B	1.747	-0.80	0.80	-0.5	-1.398	1.398	-0.874	-2.80	-0.52	-2.80
C	1.747	-0.50	0.80	-0.5	-0.874	1.398	-0.874	-2.27	0.00	-2.27
D	1.747	+0.80	0.80	-0.5	+1.398	1.398	-0.874	0.00	+2.27	+2.27
E	1.747	-0.434	0.80	-0.5	-0.758	1.398	-0.874	-2.16	+0.12	-2.16



### Proračun vjetra za neboder – y smjer

y smjer vjetra		
Ze	43,16	m
Vb,0	30.000	m/s
Calt	1.001	
Cdir	1.000	
Ctem	1.000	
Vb	30.030	m/s
Cr(z)	0.781	
kr	0.234	
Z	28.14	m
Zo	1.00	m
C0(z)	1.00	
Vm	23.45	m/s
Iv	0.300	
$\rho$ (zraka)	1.250	kg
qp(z)	1.747	kN

H ( m )	43,16
b ( m )	32,10
d ( m )	15.60
e ( m )	37.40 > d = 15.60; zone A,B, D i E
H/d	2.804



Slika 8.15 Djelovanje vjetra iz y smjera na lijevu zgradu

-Zona A na duljini  $e/5 = 7.48$  m

-Zona B na duljini  $d-e/5 = 8.12$  m

zona vjetra	qp(z) (kN)	Cpe,10	Cpi,max	Cpi,min	We (kN)	Wi,max (kN)	Wi,min (kN)	Wuk,max	Wuk,min	Wekv
A	1.747	-1.20	0.80	-0.5	-2.096	1.398	-0.874	-3.49	-1.22	-3.49
B	1.747	-0.80	0.80	-0.5	-1.398	1.398	-0.874	-2.80	-0.52	-2.80
D	1.747	+0.80	0.80	-0.5	+1.398	1.398	-0.874	0.00	+2.27	+2.27
E	1.747	-0.540	0.80	-0.5	-0.943	1.398	-0.874	-2.34	-0.07	-2.34
Zona vjetra	širina ( m )		visina ( m )		Površina ( m <sup>2</sup> )		tlak vjetra		sila u čvoru ( kN )	
D	18.70		14.07		263.11		+2.27		+597.26	
E	18.70		14.07		263.11		-2.34		-615.68	

### 4.3. Izvanredno opterećenje

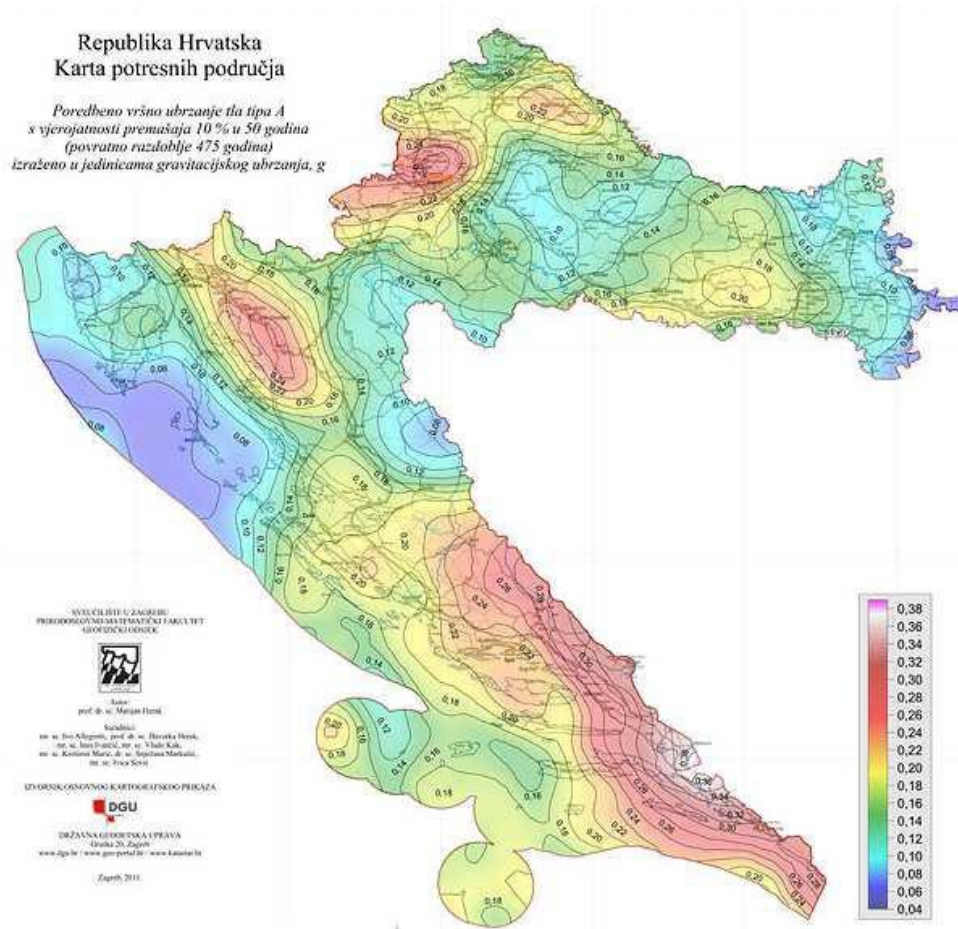
#### 4.3.1. Potresno opterećenje

Proračun potresnog opterećenja napravljen je koristeći prostorni model konstrukcije u računalnom programu Scia Engineer 18.1. 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.

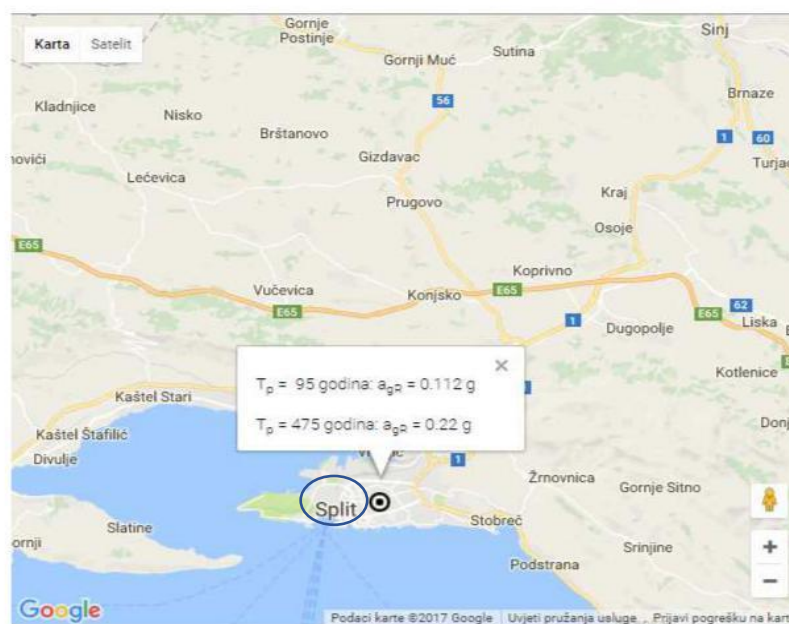
Potresno djelovanje u nekoj točki na površini prikazuje se elastičnim spektrom odziva. Ovisno o očekivanoj magnitudi površinskih poprečnih valova razlikuju se dva tipa elastičnog spektra odziva. Za magnitudo veće od 5.5 odabiremo tip 1, a za magnitudo manje od 5.5 elastični spektar odziva tip 2.

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 konstrukcije trošenju energije. Taj kapacitet ovisi o duktilnosti konstrukcije tj. njenih elemenata. Duktilnije konstrukcije imaju veći kapacitet trošenja energije i smanjenja potresnog utjecaja. To smanjenje potresnih sila radi se na način da se elastični spektar odziva umanjuje 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 povrtani period od 475 godina za GSN
  - Za područje grada Splita  $a_{gR} = 0.22g \approx 2.2 \text{ m/s}^2$



Slika 8.20. Karta područja za određivanje ubrzanja tla od potresnog opterećenja



Slika 8.21. Očitano ubrzanje za područje grada Splita

- Građevina je temeljena na čvrstom tlu- tlu **klase A**. Parametar kojim u proračun uzimamo u obzir vrstu i kvalitetu tla naziva se faktor tla (S)
  - Klasa tla A → S=1.0

Ground type	S	T <sub>B</sub> (s)	T <sub>C</sub> (s)	T <sub>D</sub> (s)
A	1,0	0,15	0,4	2,0
B	1,2	0,15	0,5	2,0
C	1,15	0,20	0,6	2,0
D	1,35	0,20	0,8	2,0
E	1,4	0,15	0,5	2,0

Slika 8.22. Određivanje faktora tla ovisno o klasi tla

- Proračun faktora ponašanja ovisi o vrsti i tipu konstrukcije. Pretpostavlja se srednja klasa (DCM) duktilnog ponašanja konstrukcije te sustav povezanih zidova
  - $q = q_0 \cdot k_w \geq 1.5$  za klasu DCM

$$q_0 \rightarrow \text{osnovni faktor ponašanja} \rightarrow q_0 = 3.0 \cdot \frac{\alpha_0}{\alpha_1}$$

$$\frac{\alpha_0}{\alpha_1} = 1.0 \rightarrow \text{za tlocrtno nepravilne sustave}$$

$$k_w \rightarrow \text{faktor prevladavajućeg sloma} \rightarrow k_w = \frac{1 + \alpha_0}{3}, \quad k_w = 1$$

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

Slika 8.23 Određivanje osnovnog faktora ponašanja

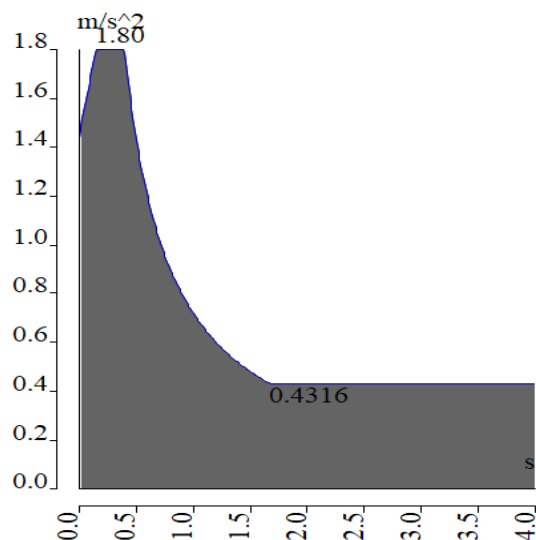
$$q = q_0 \cdot k_w = 3.0 \cdot 1.0 = 3.0$$

Ulazni podaci za proračun:

Code parameters	
coeff accel. ag	0,220
ag - design acceleration [m...	2,158
q - behaviour factor	3,000
beta	0,200
S, Tb, Tc, Td manually?	No
Subsoil type	A
Spectrum type	type 1
Direction	Horizontal
Direction factor	1
S - soil factor	1,000
Tb	0,150
Tc	0,400
Td	2,000

OK Cancel

**Slika 4.12** Ulazni parametri za proračun



**Slika 4.13** Normalni računski spektar odziva

Ukupna potresna poprečna sila  $F_b$  za svaki glavni smjer određuje se formulom

$$F_b = S_d(T_1)W$$

Gdje je:

$S_d(T_1)$  – ordinata proračunskog spektra za period  $T_1$

$T_1$  – osnovni period vibracija zgrade za horizontalno poprečno gibanje u promatranom smjeru

$W$  – ukupna težina zgrade proračunata na prethodni opisani način

Pri proračunu je uzeto 5%-tno viskozno prigušenje, a proračun je proveden sa pedeset vlastitih vektora.

Tablica 4.11 Relativne mase

Calculation protocol

Solution of Free vibration

Number of 2D elements	35779
Number of 1D elements	80
Number of mesh nodes	37044
Number of equations	222264
Combination of mass groups	MC1 CM1
Modification group	None
Number of frequencies	60
Method	Lanczos
Bending theory	Mindlin
Type of analysis model	Standard using improved reduced system (IRS)
Start of calculation	13.07.2023 23:00
End of calculation	13.07.2023 23:02

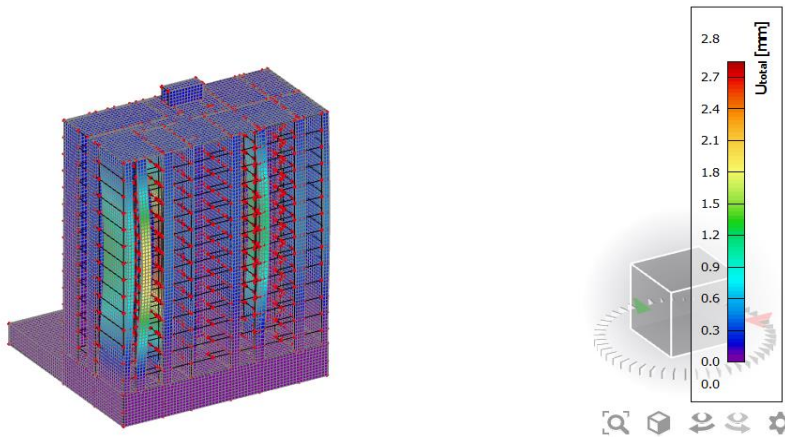
Sum of masses

Mass type	X [kg]	Y [kg]	Z [kg]
1 Moving mass	6686139,27	6686139,27	6686139,27
1 Total mass	6691237,44	6691237,44	6691237,44

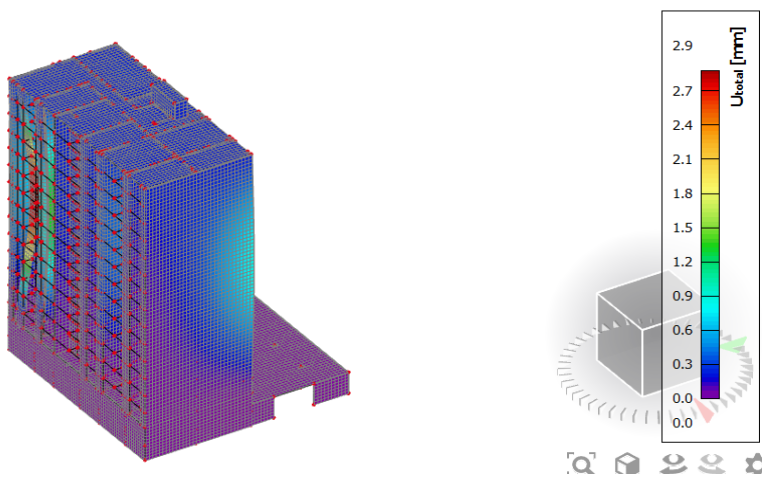
Relative modal masses

Mode	mega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	$W_{x1}/W_{tot}$	$W_{y1}/W_{tot}$	$W_{z1}/W_{tot}$	$N_{x1,R}/W_{x1,tot,1}$	$N_{y1,R}/W_{y1,tot,1}$	$N_{z1,R}/W_{z1,tot,1}$
1	4.76671	1,32	0,76	0,0011	0,0730	0,0000	0,0171	0,0007	0,0263
2	5.53232	1,14	0,88	0,1027	0,0003	0,0000	0,0009	0,0302	0,0437
3	6.43873	0,98	1,02	0,1230	0,0002	0,0000	0,0002	0,0418	0,0058
4	8.74441	0,72	1,39	0,1844	0,0458	0,0000	0,0529	0,2094	0,0247
5	11.5057	0,55	1,83	0,0812	0,1121	0,0001	0,1556	0,0627	0,0932
6	13.7992	0,46	2,20	0,0054	0,0239	0,0000	0,0002	0,0016	0,0351
7	15.5777	0,40	2,48	0,0051	0,0376	0,0000	0,0279	0,0005	0,0036
8	17.6415	0,36	2,81	0,0040	0,0064	0,0007	0,0027	0,0004	0,0007
9	18.6557	0,34	2,97	0,0000	0,1636	0,0002	0,1380	0,0018	0,2026
10	18.9928	0,33	3,02	0,0162	0,0461	0,0002	0,0309	0,0000	0,0163
11	25.8138	0,24	4,11	0,0033	0,0009	0,0000	0,0052	0,0023	0,0018
12	27.7901	0,23	4,42	0,0015	0,0017	0,0002	0,0061	0,0011	0,0011
13	27.9515	0,22	4,45	0,0000	0,0002	0,0255	0,0145	0,0000	0,0000
14	32.6514	0,19	5,20	0,0022	0,0006	0,0000	0,0022	0,0015	0,0004
15	33.0562	0,19	5,26	0,0000	0,0044	0,0010	0,0080	0,0000	0,0000
16	35.538	0,18	5,66	0,0073	0,0001	0,0000	0,0000	0,0002	0,0005
17	35.5934	0,18	5,66	0,0071	0,0006	0,0000	0,0001	0,0167	0,0002
18	44.4794	0,14	7,08	0,0008	0,0000	0,0000	0,0000	0,0042	0,0045
19	45.034	0,14	7,17	0,0004	0,0077	0,0001	0,0034	0,0000	0,0028
20	48.1898	0,13	7,67	0,0002	0,0015	0,0007	0,0004	0,0000	0,0007
21	56.2943	0,11	8,96	0,0068	0,0004	0,0015	0,0000	0,0059	0,0020
22	57.3213	0,11	9,12	0,0003	0,0012	0,0038	0,0281	0,0002	0,0001
23	59.0771	0,11	9,40	0,0343	0,0002	0,0004	0,0009	0,0193	0,0070
24	63.3209	0,10	10,08	0,0085	0,0092	0,0054	0,0062	0,0084	0,0022
25	63.9073	0,10	10,17	0,0027	0,0027	0,0009	0,0016	0,0041	0,0000
26	70.2302	0,09	11,18	0,0130	0,0022	0,0008	0,0001	0,0150	0,0017
27	72.5679	0,09	11,55	0,0398	0,0000	0,0065	0,0052	0,0144	0,0022
28	79.4526	0,08	12,65	0,0013	0,0166	0,2858	0,0002	0,0134	0,0027
29	80.5457	0,08	12,82	0,0034	0,0073	0,0044	0,0020	0,0033	0,0001
30	84.6464	0,07	13,47	0,0250	0,0003	0,1914	0,0169	0,0022	0,0121
31	87.0795	0,07	13,86	0,1418	0,0030	0,0190	0,0148	0,1143	0,1053
32	91.2543	0,07	14,52	0,0015	0,0110	0,0217	0,0045	0,0197	0,0005
33	96.7367	0,06	15,40	0,0071	0,0109	0,0407	0,0167	0,0648	0,0006
34	100.827	0,06	16,05	0,0007	0,0043	0,0004	0,0001	0,1027	0,0117
35	106.127	0,06	16,89	0,0135	0,0677	0,0174	0,0407	0,0005	0,0141
36	109.081	0,06	17,36	0,0029	0,0262	0,0002	0,0172	0,0011	0,0019
37	112.478	0,06	17,90	0,0020	0,0620	0,0290	0,0391	0,0000	0,0039
38	117.68	0,05	18,73	0,0002	0,0003	0,0185	0,0003	0,0112	0,0011
39	121.252	0,05	19,30	0,0133	0,0187	0,0001	0,0125	0,0056	0,0081
40	126.654	0,05	20,16	0,0014	0,0474	0,0036	0,0429	0,0008	0,0105
41	131.27	0,05	20,89	0,0099	0,0488	0,0014	0,0363	0,0080	0,0163
42	134.588	0,05	21,42	0,0015	0,0037	0,0034	0,0123	0,0003	0,0221
43	139.867	0,04	22,26	0,0110	0,0022	0,0020	0,0002	0,0143	0,0125
44	148.34	0,04	23,61	0,0130	0,0044	0,0006	0,0060	0,0054	0,0161
45	157.03	0,04	24,99	0,0040	0,0040	0,0243	0,0059	0,0122	0,0897
46	160.162	0,04	25,49	0,0037	0,0075	0,0261	0,0013	0,0063	0,0159
47	162.317	0,04	25,83	0,0004	0,0067	0,0010	0,0082	0,0012	0,0243
48	180.801	0,03	28,78	0,0062	0,0020	0,0296	0,0054	0,0000	0,0128
49	185.012	0,03	29,45	0,0031	0,0151	0,0008	0,0183	0,0012	0,0203
50	194.739	0,03	30,99	0,0001	0,0069	0,0060	0,0104	0,0004	0,0030
51	195.869	0,03	31,17	0,0024	0,0103	0,0047	0,0149	0,0059	0,0191

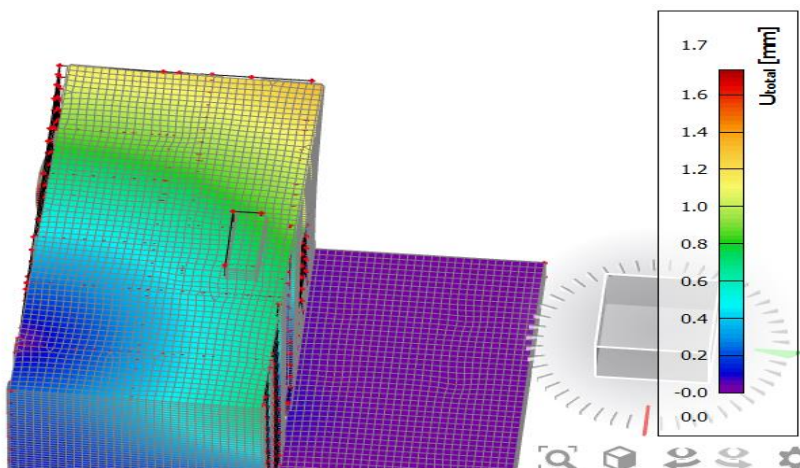
Mode	mega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	$W_{x1}/W_{stat}$	$W_{y1}/W_{ystat}$	$W_{z1}/W_{zstat}$	$N_{x1,u}/W_{xstat,u}$	$N_{y1,u}/W_{ystat,u}$	$N_{z1,u}/W_{zstat,u}$
52	200.305	0,03	31,88	0,0013	0,0000	0,0435	0,0061	0,0073	0,0266
53	208.058	0,03	33,12	0,0013	0,0007	0,0011	0,0041	0,0016	0,0000
54	214.264	0,03	34,10	0,0010	0,0006	0,0000	0,0000	0,0171	0,0058
55	224.581	0,03	35,74	0,0052	0,0022	0,0016	0,0026	0,0042	0,0010
56	231.467	0,03	36,84	0,0019	0,0000	0,0032	0,0001	0,0022	0,0062
57	241.04	0,03	38,36	0,0003	0,0002	0,0033	0,0001	0,0018	0,0000
58	245.528	0,03	39,08	0,0002	0,0021	0,0155	0,0002	0,0053	0,0010
59	253.946	0,02	40,42	0,0003	0,0007	0,0041	0,0019	0,0013	0,0009
60	283.589	0,02	45,13	0,0000	0,0003	0,0002	0,0003	0,0003	0,0006
				0,9322	0,9367	0,8526	0,8508	0,8782	0,9459



Slika 4.14. Prvi vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju  $T_4=0,08$  s



Slika 4.15. Drugi vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju  $T_5=0,08$  s



Slika 4.16. Deseti vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju  $T_{10}=0,07$  s

## 5. NUMERIČKI MODEL

Za potrebe proračuna nosivih elemenata konstrukcije, kako horizontalnih, tako i vertikalnih, izrađen je prostorni model prikazan u nastavku. Modelom su obuhvaćene sve grede, ploče, stupovi i zidovi, od temeljne konstrukcije do krovne ploče. Za proračun vertikalnih elemenata na horizontalna djelovanja provedena je dinamička analiza, s tim da je ispod zidova prizemlja zadana upetost linijskim odnosno točkastim ležajevima.

Opterećenja se preko horizontalnih armiranobetonskih konstrukcija (ploče i grede) prenosi na zidove koji preko temeljnih ploča prenose opterećenje na temeljnu podlogu.

Opterećenja su zadana ovisno o karakteru opterećenja (linijski i/ili plošno). Globalno opterećenje vjetrom je zanemareno zbog karakteristika građevine i činjenice da potresno opterećenje ima veći utjecaj od opterećenja vjetrom. Model je opterećen stalnim opterećenjem (vlastita težina konstrukcije i nekonstruktivnih elemenata), te korisnim opterećenjem.

Opterećenja zadana modelom su:

1. vlastita težina,  $G$
2. stalno opterećenje,  $G_{dod}$
3. korisno opterećenje,  $Q_k$
4. Mjerodavne kombinacije

opterećenja:

Za GSN:

Osnovne kombinacije djelovanja:

$$\text{GSN1: } 1,35 (g + \Delta g) + 1,8q$$

$$\text{GSN2: } 1,35 (g + \Delta g) + 1,5q$$

Kombinacija djelovanja vjetra:

$$\text{GSN12: } 1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot W_x + 0.7 \cdot 1.5Q_k$$

$$\text{GSN13: } 1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot W_y + 0.7 \cdot 1.5Q_k$$



Seizmičke kombinacije djelovanja:

$$\text{KSX: } 1,0 (g+\Delta g) + 0,3q + 1,0S_x + 0,3S_y$$

$$\text{KSY: } 1,0 (g+\Delta g) + 0,3q + 1,0S_y + 0,3S_x$$

Za GSU:

$$\text{GSU: } 1,0 (g+\Delta g) + 1,0q$$

Numerički model je proračunat u računalnom programu Scia Engineer 21.1., program za linearnu analizu grednih i pločastih sustava.

Sva opterećenja za dimenzioniranje elemenata konstrukcije detaljno su obrađena u poglavlju 4.

Vlastita težina je uključena u proračunski model, a dodatno stalno i korisno opterećenje je zadano kao plošno, po m<sup>2</sup> ploče ili linijsko, po m' ploče – ovisno o vrsti i karakteru opterećenja, te o prijenosu i prihvatima opterećenja na horizontalnim konstrukcijama – gredama i pločama.

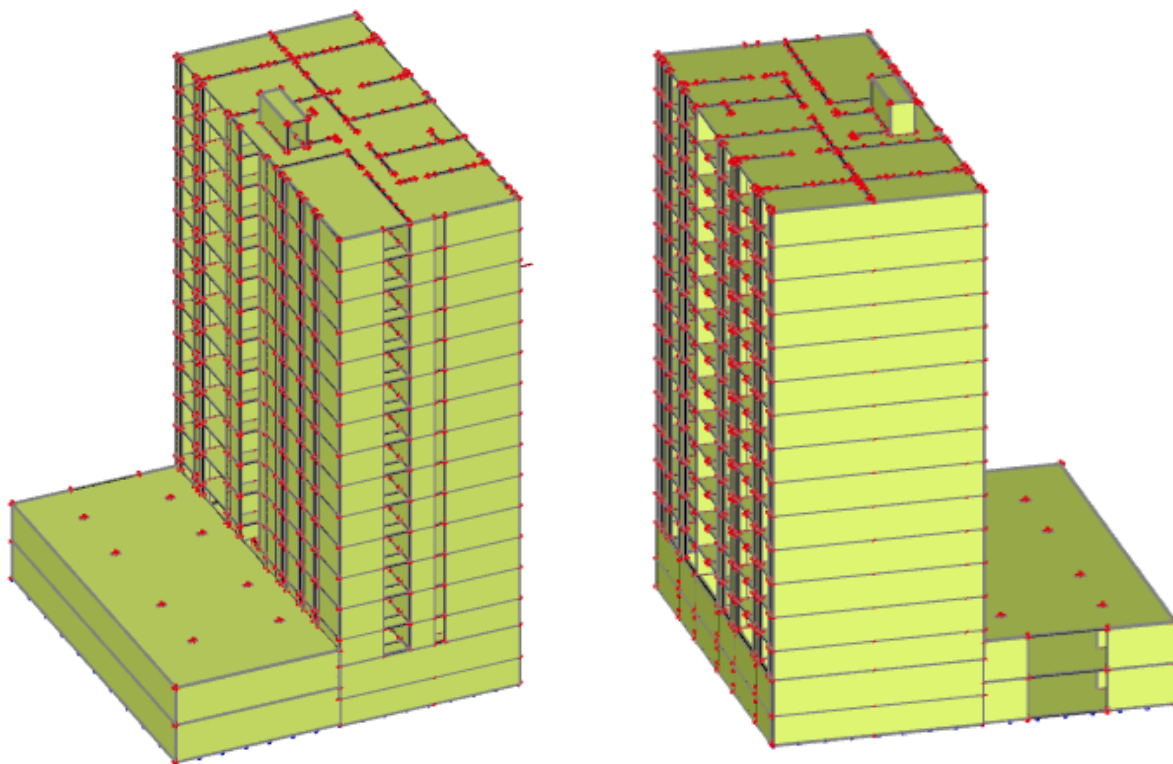
Podaci o materijalima i geometrijskim svojstvima proračunskog modela:

AB elementi konstrukcije:

Beton: C25/30

Čelik za armiranje: B500 (MA500/560, RA400/500)

- armiranobetonske ploče: POZ 401– krovna konstrukcija – ab ploča bit će debljine 20 cm
- armiranobetonske ploče: POZ 301/201/101– međukatne konstrukcije – ab ploče bit će debljine 20 cm
- armiranobetonski zidovi: bit će debljine 20 cm
- armiranobetonske grede: geometrijska svojstva greda su vidljiva i detaljno obrađena u planu pozicija sve prema grafičkim priložima.

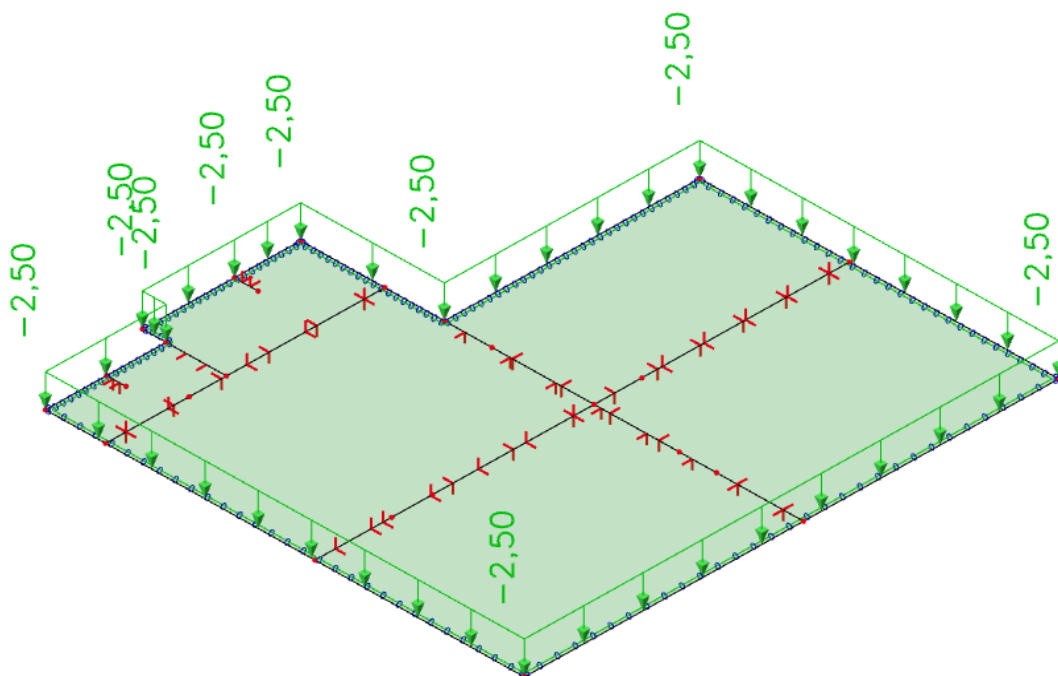


**Slika 5.1.** Numerički model

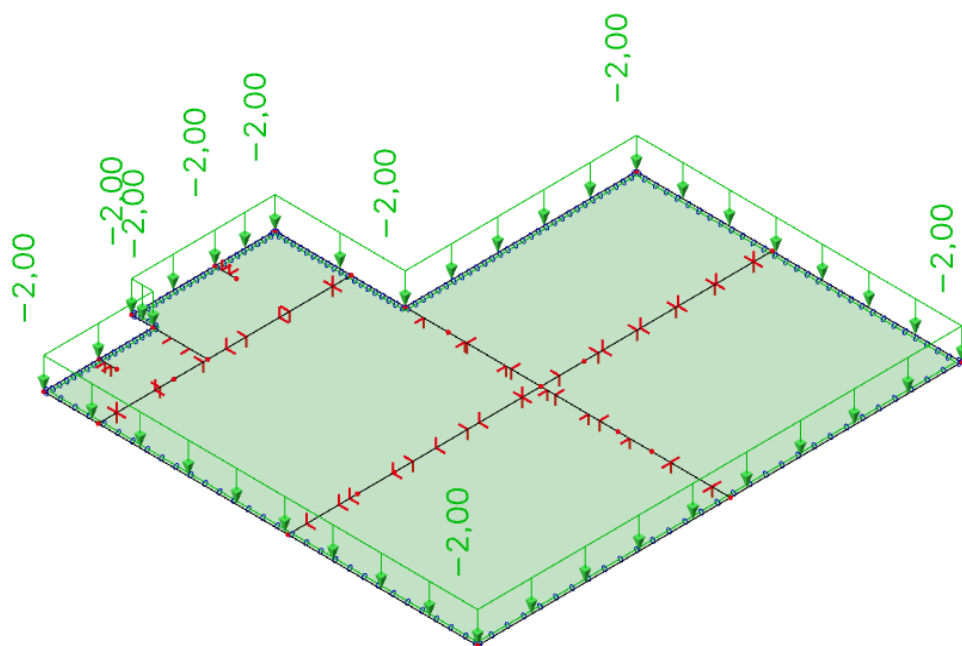
## 6. DIMENZIONIRANJE HORIZONTALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE

### OBJEKT A(NEBODER)

#### 6.1. PLOCA POZICIJE 100 (SUTEREN)

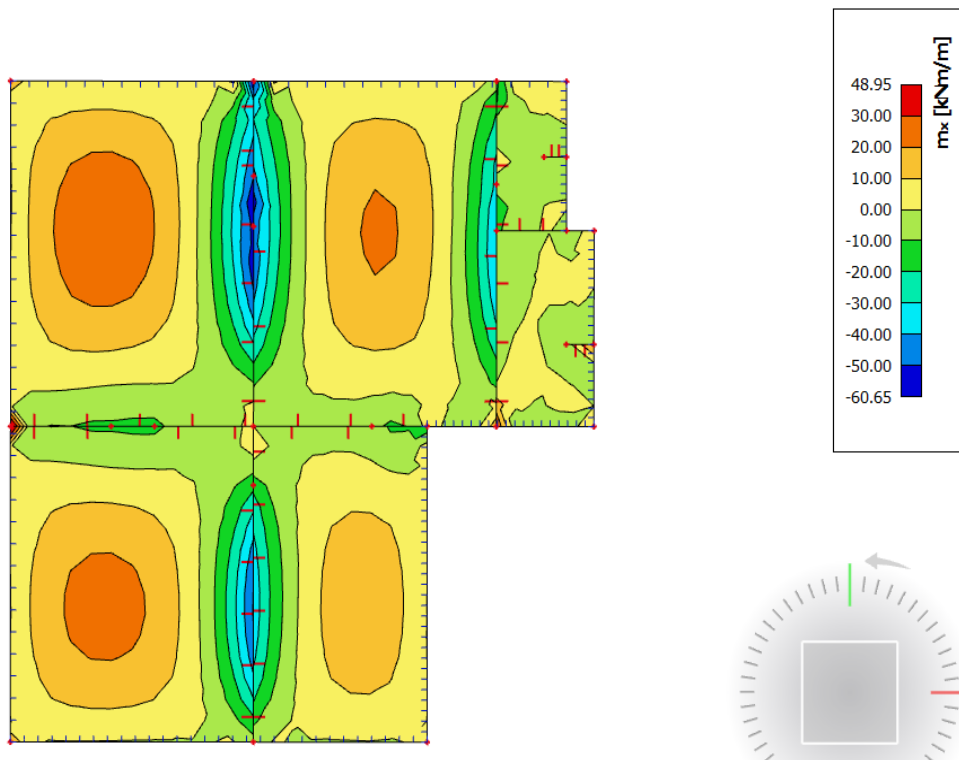


*Slika 6.1. Dodatno stalno opterećenje (kN/m<sup>2</sup>)*

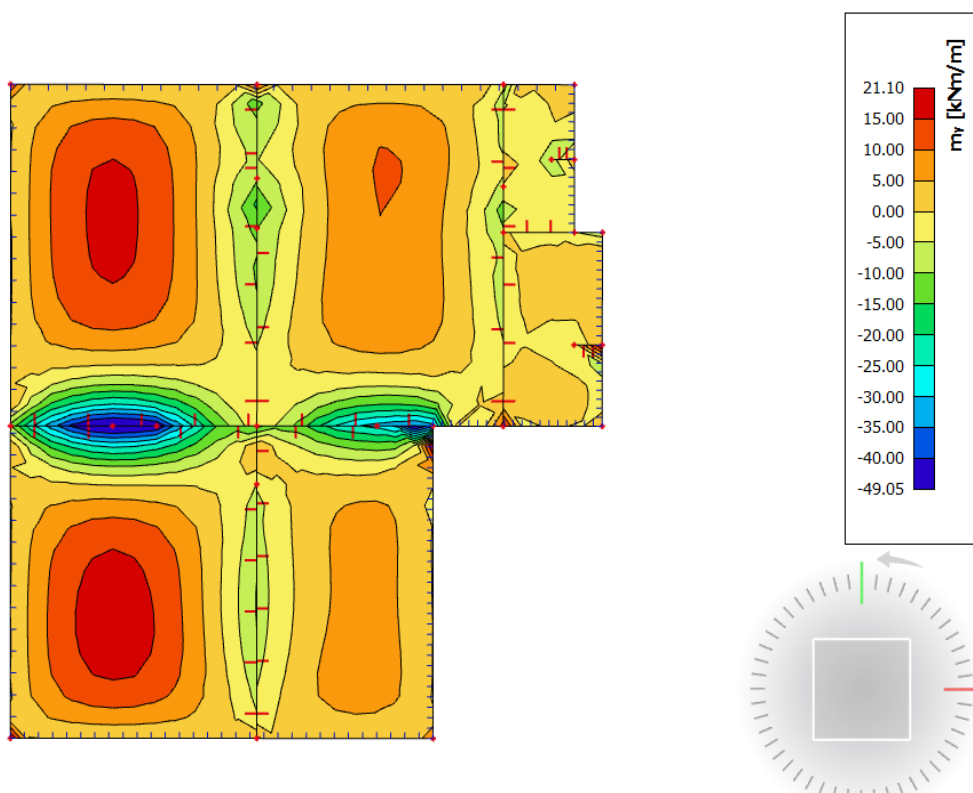


*Slika 6.2. Korisno opterećenje (kN/m<sup>2</sup>)*

POLJE



Slika 6.3. Prikaz momenata savijanja u polju  $M_x$  – GSN2



Slika 6.4. Prikaz momenata savijanja u polju  $M_y$  – GSN2

**Dimenzioniranje na savijanje**

Postupak dimenzioniranja:

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

B 500B  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa};$   $f_{yd} = 43,48 \text{ kN/cm}^2$

b=100 cm; h=20 cm; d=17 cm

$\mu_{sds}^* = 0,159; \eta \approx 0,9; \epsilon_c/\epsilon_s = 3,5/10$

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

$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \eta \cdot d \cdot f_y$

$A_{s1,min} = 0,1\% \cdot b \cdot d = 0,001 \cdot 100 \cdot 17 = 1,7 \text{ cm}^2$

$A_{s1,max} = 2,0\% \cdot b \cdot h = 0,02 \cdot 100 \cdot 20 = 40,0 \text{ cm}^2$

U sljedećoj tablici prikazani su ultimativni momenti nosivosti za odabranu mrežastu armaturu za dimenzije ploče prema prethodnoj slici:

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 <sup>1</sup> ]	[kNm]	[kNm]	%
R/Q - 335	3,35	76,74	22,30	0,17
R/Q - 385	3,85	76,74	25,62	0,19
R/Q - 424	4,24	76,74	28,22	0,21
R/Q - 503	5,03	76,74	33,48	0,25
R/Q - 524	5,24	76,74	34,87	0,26
R/Q - 636	6,36	76,74	42,33	0,32
R/Q - 785	7,85	76,74	52,25	0,39

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. Skica armature prikazana je u grafičkim priložima. Ako se u obzir uzmu i preklopi  $\geq 40 \text{ cm}$ :

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 - 257	3,05	76,74	20,29	0,15
R/Q - 283	3,36	76,74	22,34	0,17
R/Q - 335	3,97	76,74	26,44	0,20
R/Q - 385	4,57	76,74	30,39	0,23
R/Q - 424	5,03	76,74	33,47	0,25
R/Q - 503	5,97	76,74	39,71	0,30
R/Q - 524	6,21	76,74	41,36	0,31
R/Q - 636	7,54	76,74	50,20	0,38
R/Q - 785	9,31	76,74	61,97	0,47

Zbog preraspodjele kod dugotrajnih efekata armaturu u polju povećati za cca 25-30%, a armaturu nad ležajevima umanjiti za cca 15-20%. Skica armature prikazana je u grafičkim priložima.

Donja zona ploče (polje):

→ pozitivni moment savijanja:  $M_{Ed,max} = 21,10 \text{ kNm/m'}$

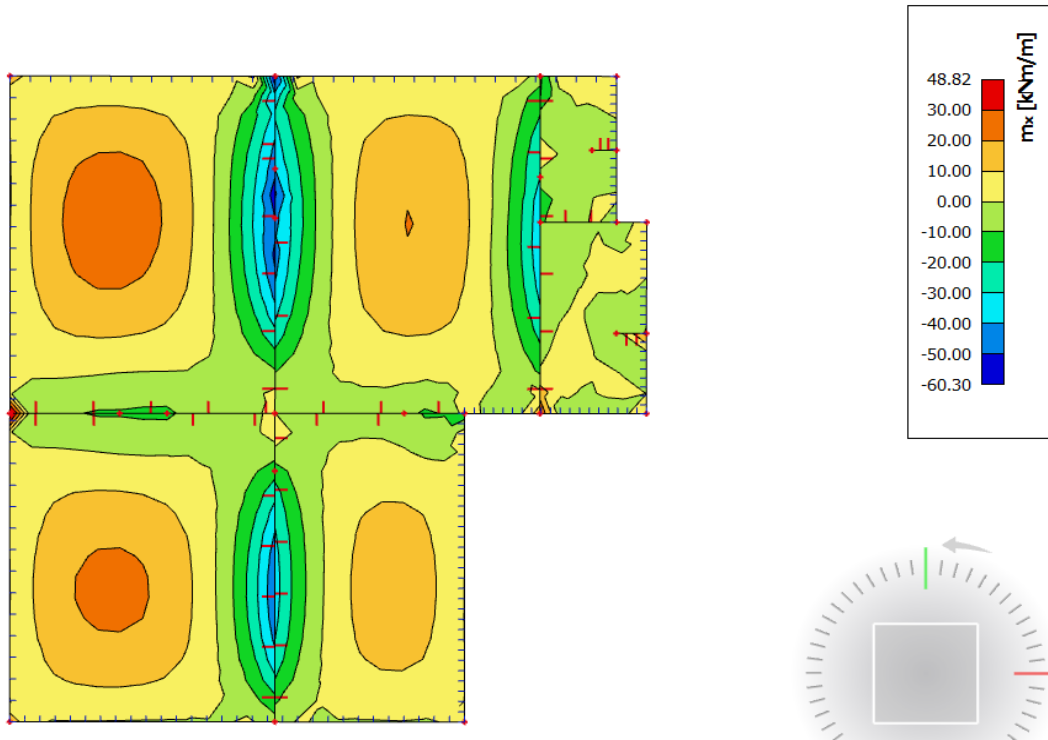
$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2110}{100 \cdot 17^2 \cdot 1,67} = 0,044$$

Očitano:  $\varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰}$      $\varepsilon_{c2} = 1,3 \text{ ‰}$      $\xi = 0,115$      $\zeta = 0,959$

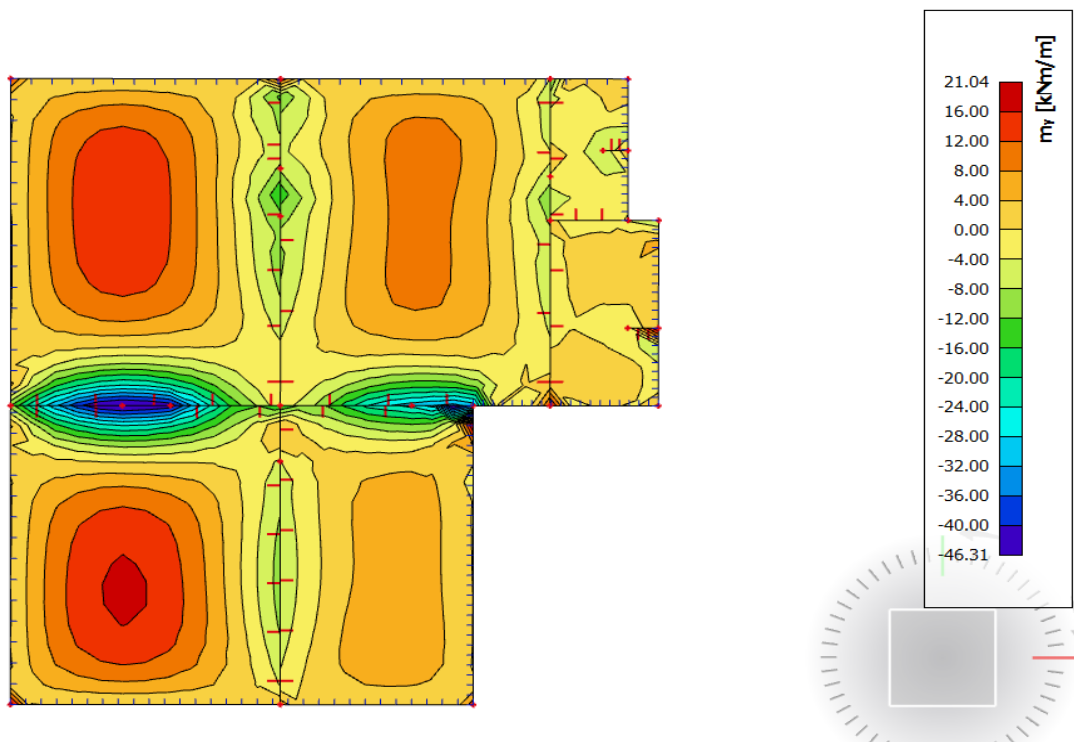
$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2110}{0,959 \cdot 17 \cdot 43,48} = 2,98 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q – 335+** preklop 40 cm ( $A_s = 3,97 \text{ cm}^2$ )

LEZAJ



Slika 6.5. Prikaz momenata savijanja na ležajevima  $M_x$  – GSN1



Slika 6.5. Prikaz momenata savijanja na ležajevima  $M_y$  – GSN1



Gornja zona ploče (ležajevi):

→ negativni moment savijanja:  $M_{Ed,min} = 60,30 \text{ kNm/m'}$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{6030}{100 \cdot 17^2 \cdot 1,67} = 0,125$$

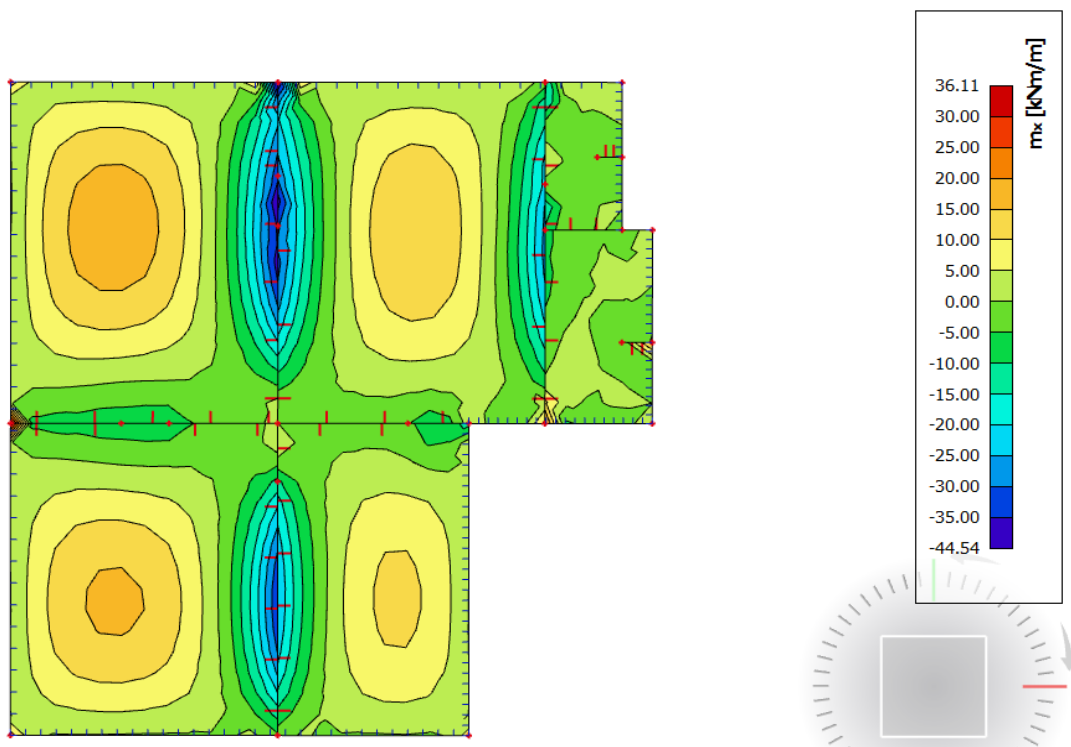
Očitano:  $\varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰}$      $\varepsilon_{c2} = 2,7 \text{ ‰}$      $\xi = 0,213$      $\zeta = 0,916$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{6030}{0,916 \cdot 17 \cdot 43,48} = 8,91 \text{ cm}^2$$

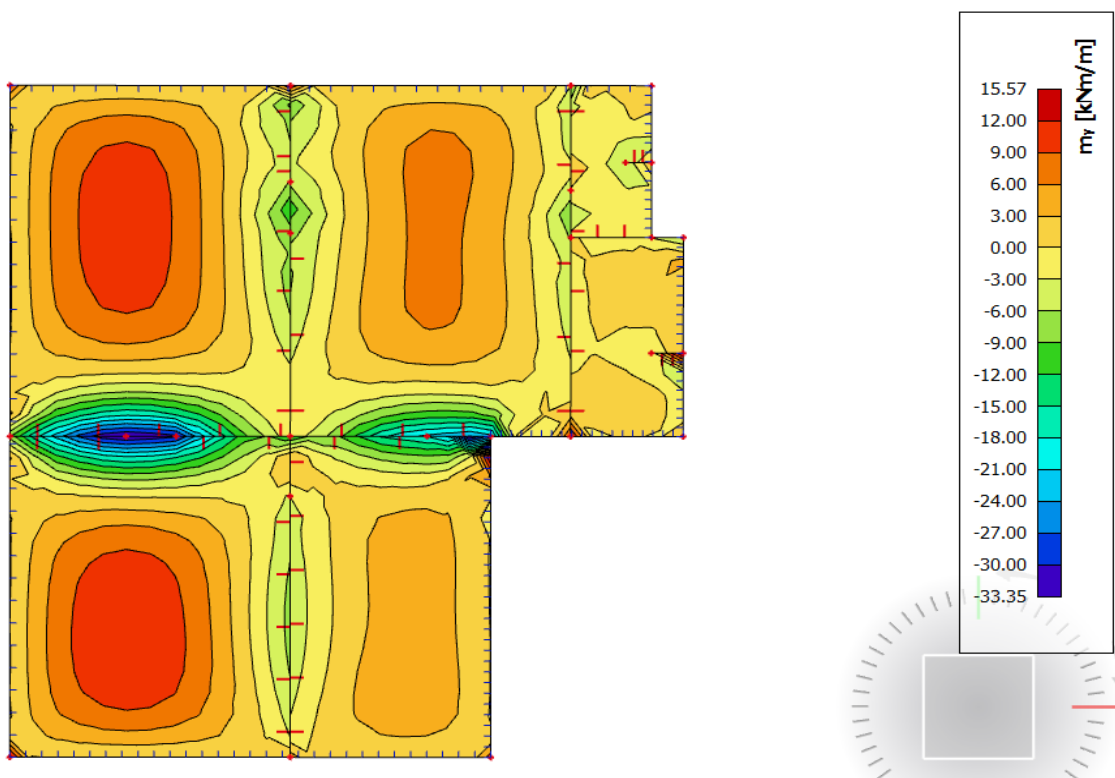
Odabrana armatura: **R – 785** + preklop 40 cm ( $A_s = 9,31 \text{ cm}^2$ )

GSU

PUKOTINE



Slika 6.7. Maksimalni momenti savijanja  $M_x$ , za kombinaciju GSU



Slika 6.8. Maksimalni momenti savijanja  $M_y$  za kombinaciju GSU

Mjerodavni momenti u ploči su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja: GSU 1 : 1,0 (G+ΔG) + 1,0Q

Prikazani su samo maksimalni radni momenti na ležaju i u polju (Slika).

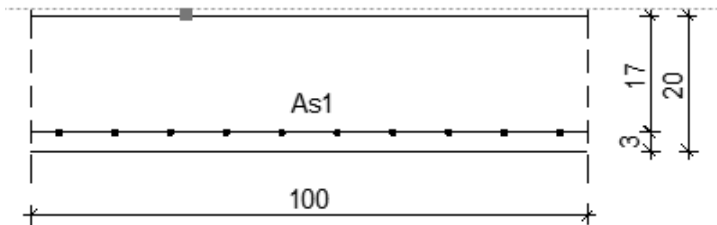
Granična vrijednost širine pukotine:  $w_g=0,3\text{mm}$  (EC-2)

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

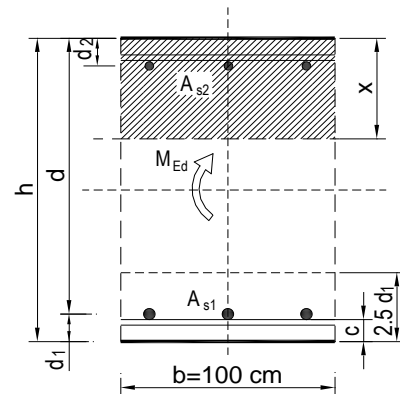
$$w_k = S_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_g$$

Maksimalni eksploatacijski ( radni ) moment u polju :  $M_{Ed} = 15,57$

kNm Armatura ploče donja zona: Q - 335 + preklop 40 cm ( $A_s = 3,97\text{cm}^2$ )

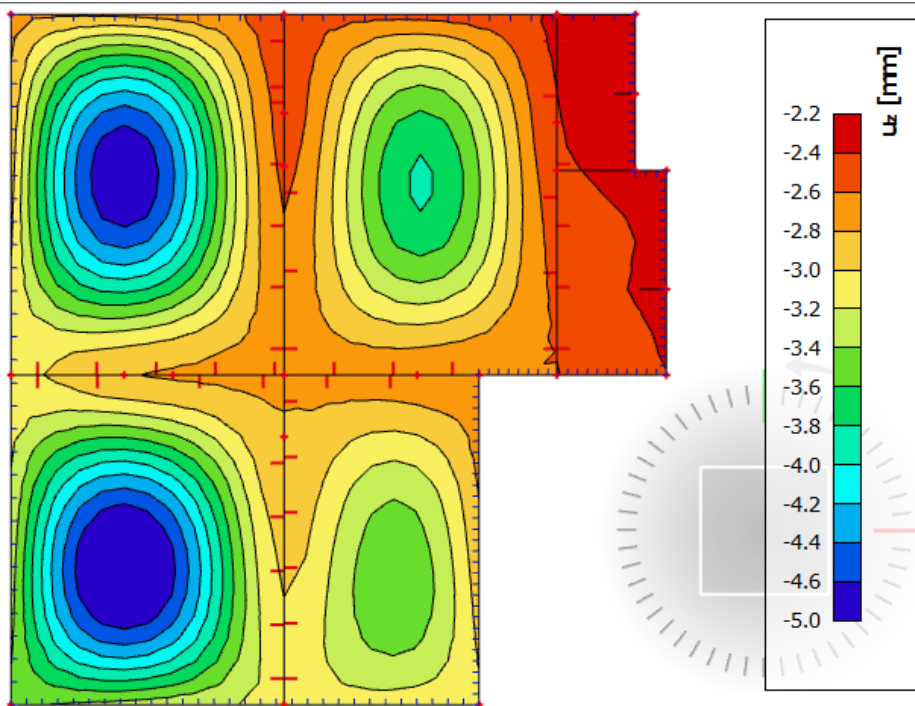


$b =$	100,0 cm	$d =$	17,0 cm	$h =$	20,0 cm
$f_{ck} =$	20,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,21 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,97 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	29,90 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,69
$M_{Ed} =$	15,57 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	243,85 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,01 cm	$r_{p,eff} =$	0,0053		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000355	$<$	$0,6 \cdot s_s / E_s =$	0,000732	
$\emptyset =$	9,0 mm	$c =$	2,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	357,04 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,284 mm	$<$	$w_g$		



Odabrana armatura zadovoljava u pogledu širine pukotina!

## PROGIB



**Slika 6.9.** Prikaz progiba za ploču za kombinaciju GSU

Granična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{150} = \frac{625}{250} = 2,5 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0.50 \text{ cm}$

Ukupni progib:  $f_d = \Phi_0 \cdot K_r \cdot f_k$

$A_c = b \times h = 100 \times 20 = 2000 \text{ cm}^2$

$u_c = 2 \times (b + h) = 2 \times (100 + 20) = 240 \text{ cm}$

$\Phi_0 = \frac{2 \cdot A_c}{u} = \frac{2 \cdot 2000}{240} = 16,67 \text{ cm} = 166,7 \text{ mm}$

srednji polumjer konstrukcijskog elementa

RH=80% → vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - \frac{RH}{100}}{0.1 \cdot \sqrt[3]{\varrho_0}} = 1 + \frac{1 - \frac{80}{100}}{0.1 \cdot \sqrt[3]{166,7}} = 1.363$$

koef. utjecaja relativne vlažnosti RH

$$f_{cm} = f_{ck} + \Delta f = 20 + 8 = 28 \text{ MPa}$$

srednja tlačna čvrstoća betona klase C 20/25

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{28}} = 3,17$$

koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje

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

$$\beta_H = 1.5 \times [1 + (0.012 \times RH)^{18}] \times \varrho_0 + 250 = 1.5 \times [1 + (0.012 \times 80)^{18}] \times 166,7 + 250 = 619,97$$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0.1 + t_0^{0.20}}$$

koeficijenti starosti betona u trenutku opterećivanja

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0,488$$

koeficijenti 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

$$\Phi_0(28) = \Phi_{RH} \times \beta(f_{cm}) \times \beta(t_0) \quad \text{osnovna veličina koef. puzanja (opt. nakon 28 dana)}$$

$$\Phi_0(28) = 1.39 \times 2.725 \times 0.488 = 1.85$$

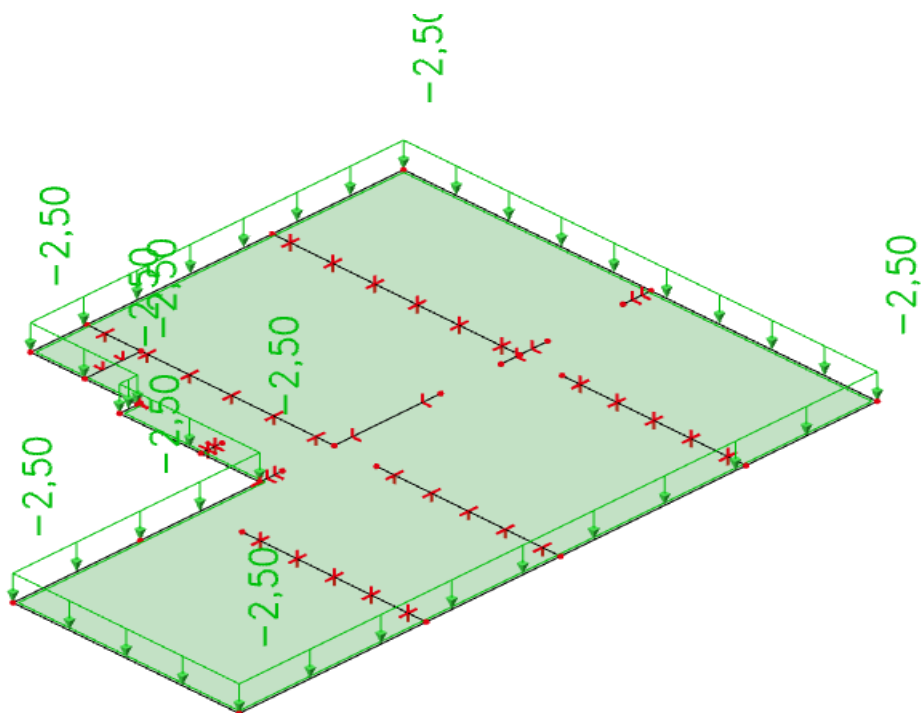
$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{3.36} = 0.85$$

$$f_d = 1.85 \cdot 0.85 \cdot 0.5 = 0,78 \text{ cm}$$

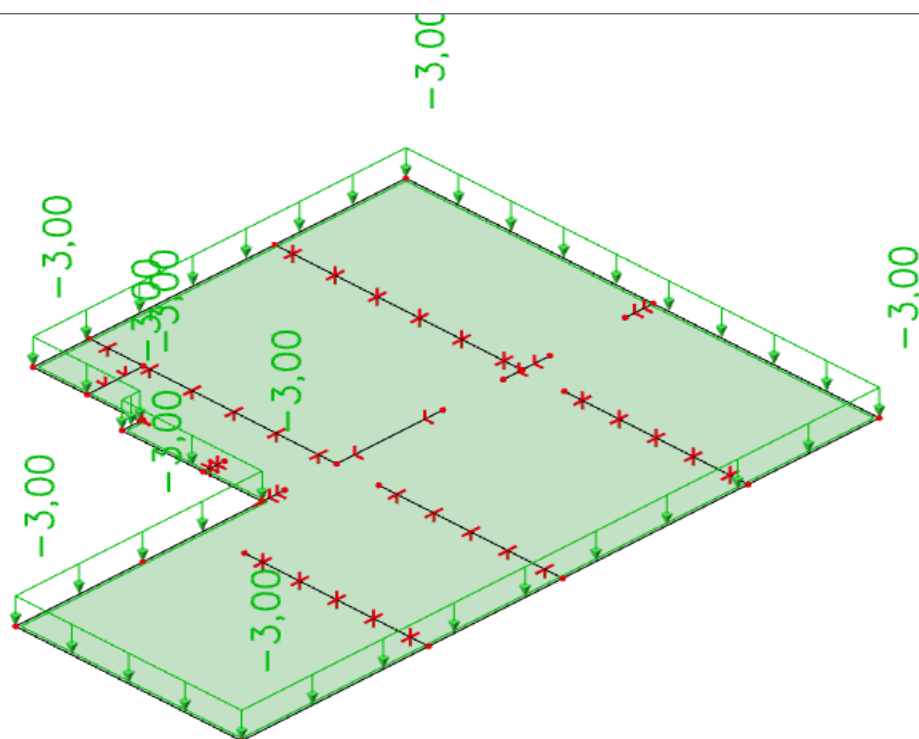
$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.5 + 0,78 = 1,3 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2,5 \text{ cm}$$

Odabrane dimenzije ploče i armatura zadovoljavaju u pogledu progiba.

## 6.2. PLOČA POZICIJE 100A (POSLOVNI)

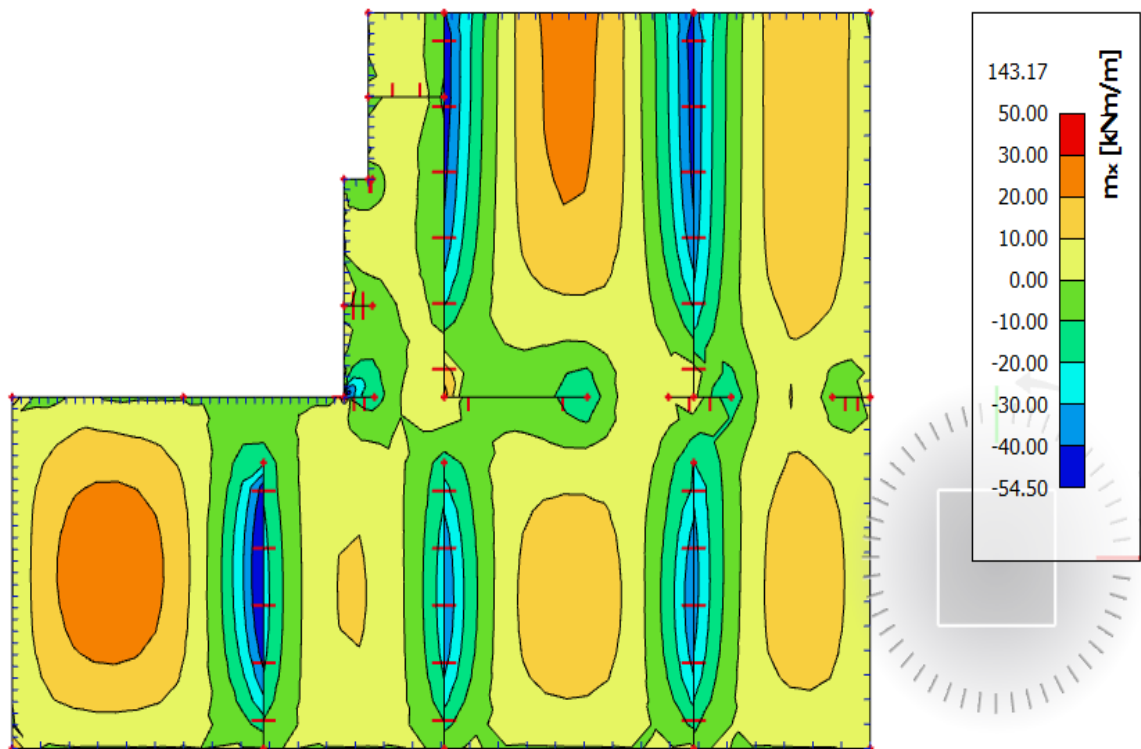


Slika 6.10. Dodatno stalno opterećenje ( $\text{kN/m}^2$ )

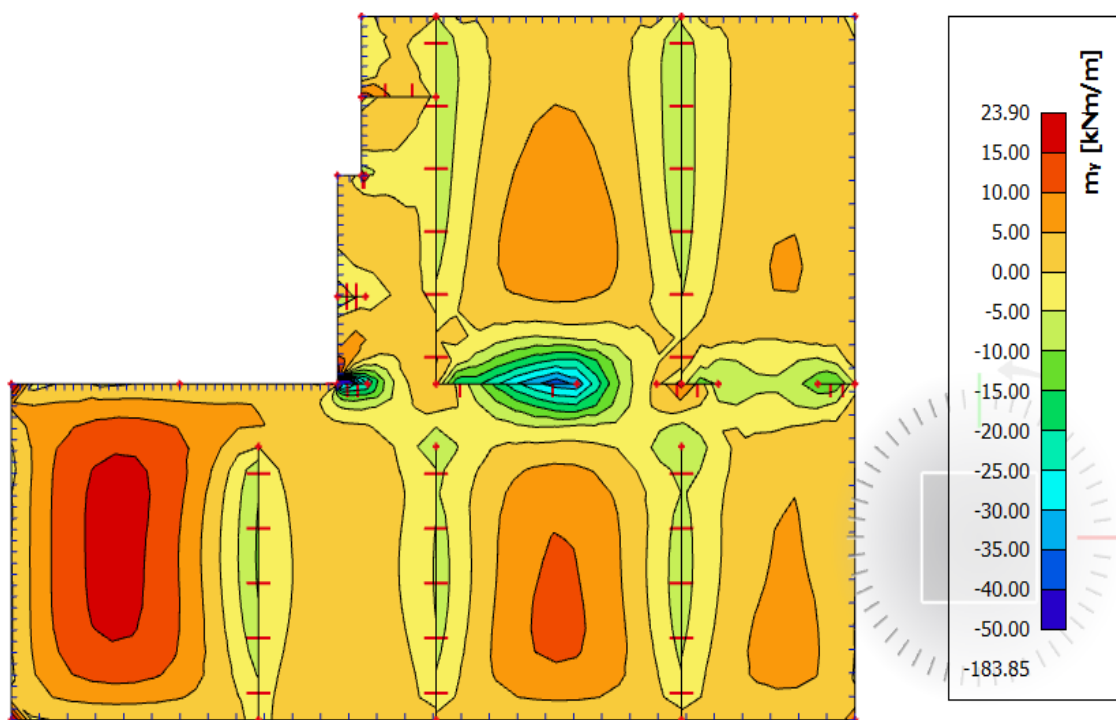


Slika 6.11. Korisno opterećenje ( $\text{kN/m}^2$ )

POLJE



Slika 6.12. Prikaz momenata savijanja u polju  $M_x$  – GSN2



Slika 6.13. Prikaz momenata savijanja u polju  $M_y$  – GSN2



Postupak dimenzioniranja:

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

$$B\ 500B \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1,15} = 434,8\ \text{MPa}; \quad f_{yd} = 43,48\ \text{kN/cm}^2$$

b=100 cm; h=20 cm; d=17 cm

$$\mu_{sds}^* = 0,159; \quad \eta \approx 0,9; \quad \varepsilon_c/\varepsilon_s = 3,5/10$$

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

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \eta \cdot d \cdot f_y$$

$$A_{s1,min} = 0,1\% \cdot b \cdot d = 0,001 \cdot 100 \cdot 17 = 1,7\ \text{cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2,0\% \cdot b \cdot h = 0,02 \cdot 100 \cdot 20 = 40,0\ \text{cm}^2$$

U sljedećoj tablici prikazani su ultimativni momenti nosivosti za odabranu mrežastu armaturu za dimenzije ploče prema prethodnoj slici:

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 <sup>1</sup> ]	[kNm]	[kNm]	%
R/Q - 335	3,35	76,74	22,30	0,17
R/Q - 385	3,85	76,74	25,62	0,19
R/Q - 424	4,24	76,74	28,22	0,21
R/Q - 503	5,03	76,74	33,48	0,25
R/Q - 524	5,24	76,74	34,87	0,26
R/Q - 636	6,36	76,74	42,33	0,32
R/Q - 785	7,85	76,74	52,25	0,39

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. Skica armature prikazana je u grafičkim priložima. Ako se u obzir uzmu i preklopi  $\geq 40$  cm:

Mreža		Površina $A_{s1}$	Moment nosivosti betona $M_{Rd,c,lim}$	Moment nosivosti armature $M_{Rd,s,lim}$	Postotak armature
		[ $cm^2/m'$ ]	[kNm]	[kNm]	%
R/Q	- 257	3,05	76,74	20,29	0,15
R/Q	- 283	3,36	76,74	22,34	0,17
R/Q	- 335	3,97	76,74	26,44	0,20
R/Q	- 385	4,57	76,74	30,39	0,23
R/Q	- 424	5,03	76,74	33,47	0,25
R/Q	- 503	5,97	76,74	39,71	0,30
R/Q	- 524	6,21	76,74	41,36	0,31
R/Q	- 636	7,54	76,74	50,20	0,38
R/Q	- 785	9,31	76,74	61,97	0,47

Zbog preraspodjele kod dugotrajnih efekata armaturu u polju povećati za cca 25-30%, a armaturu nad ležajevima umanjiti za cca 15-20%. Skica armature prikazana je u grafičkim priložima.

Donja zona ploče (polje):

$$M_{Ed,max} = 23,90 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2390}{100 \cdot 17^2 \cdot 1,67} = 0,062$$

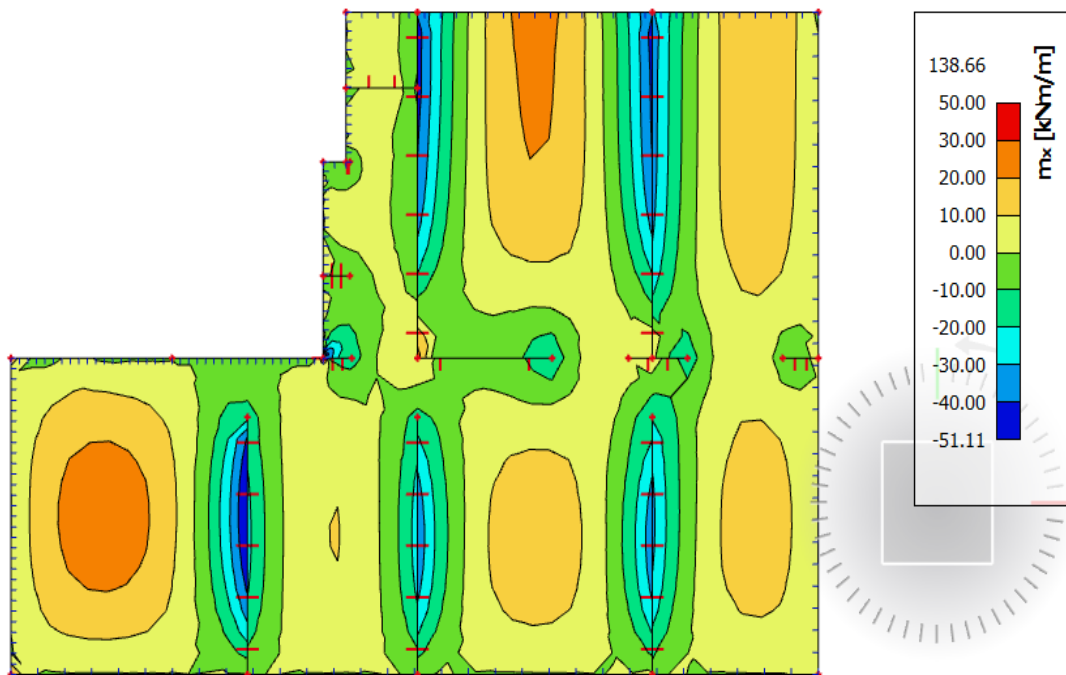
$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1,6 \text{ ‰}$$

$$\zeta = 0,950 \quad \xi = 0,138$$

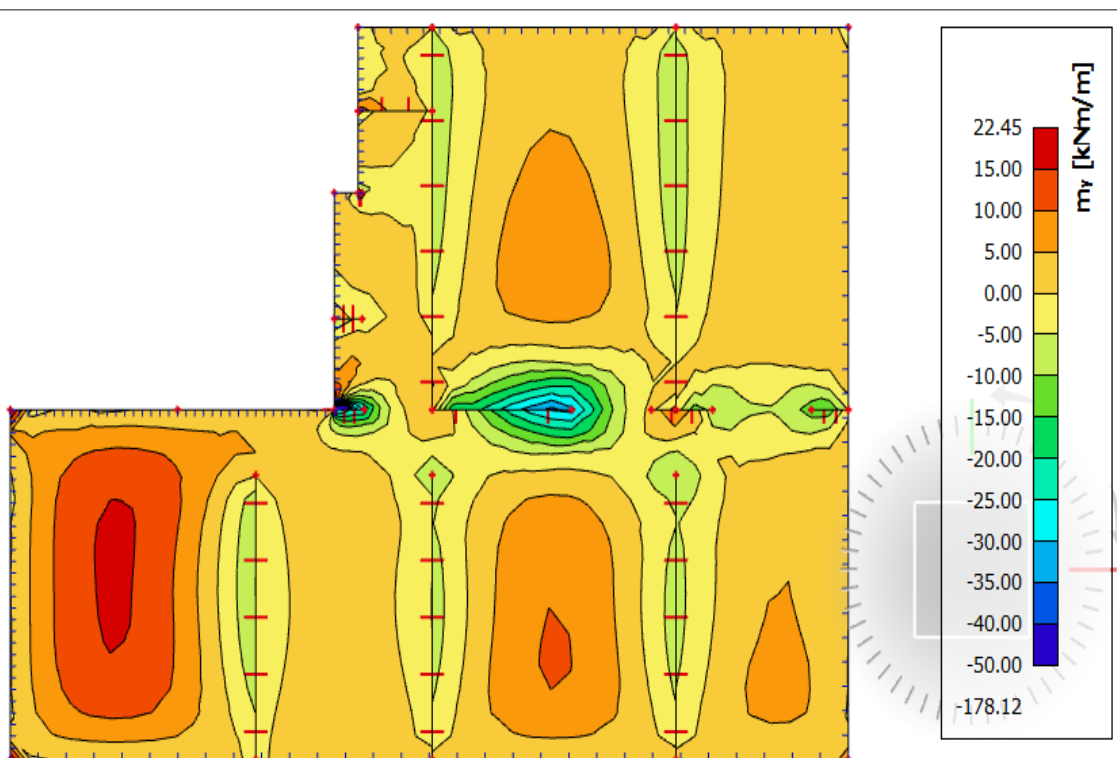
$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2390}{0,950 \cdot 17 \cdot 43,48} = 4,27 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q – 424 +** preklop 40 cm ( $A_s = 5,03 \text{ cm}^2$ )

LEŽAJ



Slika 6.14. Prikaz momenata savijanja na ležajevima  $M_x$  – GSN1



Slika 6.15. Prikaz momenata savijanja na ležajevima  $M_y$  – GSN1

$$M_{Ed,max} = 51,11 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{51,11}{100 \cdot 17^2 \cdot 1,67} = 0,104$$

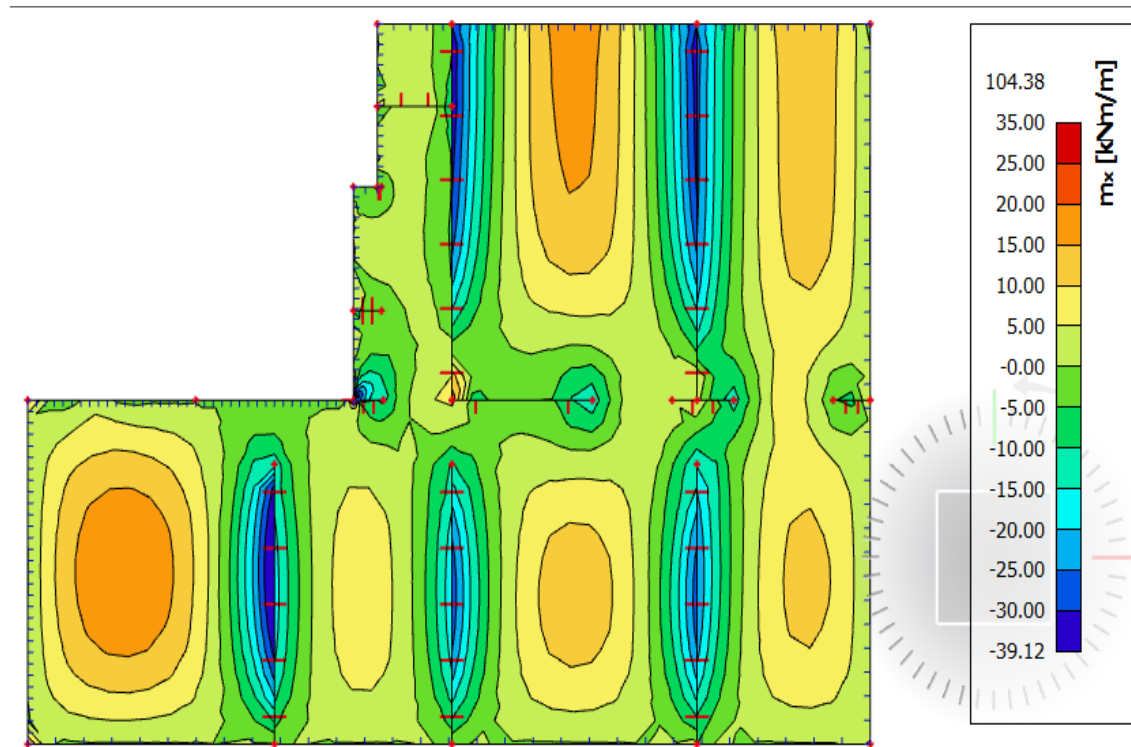
Očitano: :  $\epsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰}$     $\epsilon_{c2} = 2,3 \text{ ‰}$     $\zeta = 0,928$     $\xi = 0,187$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{5111}{0,928 \cdot 17 \cdot 43,48} = 7,29 \text{ cm}^2$$

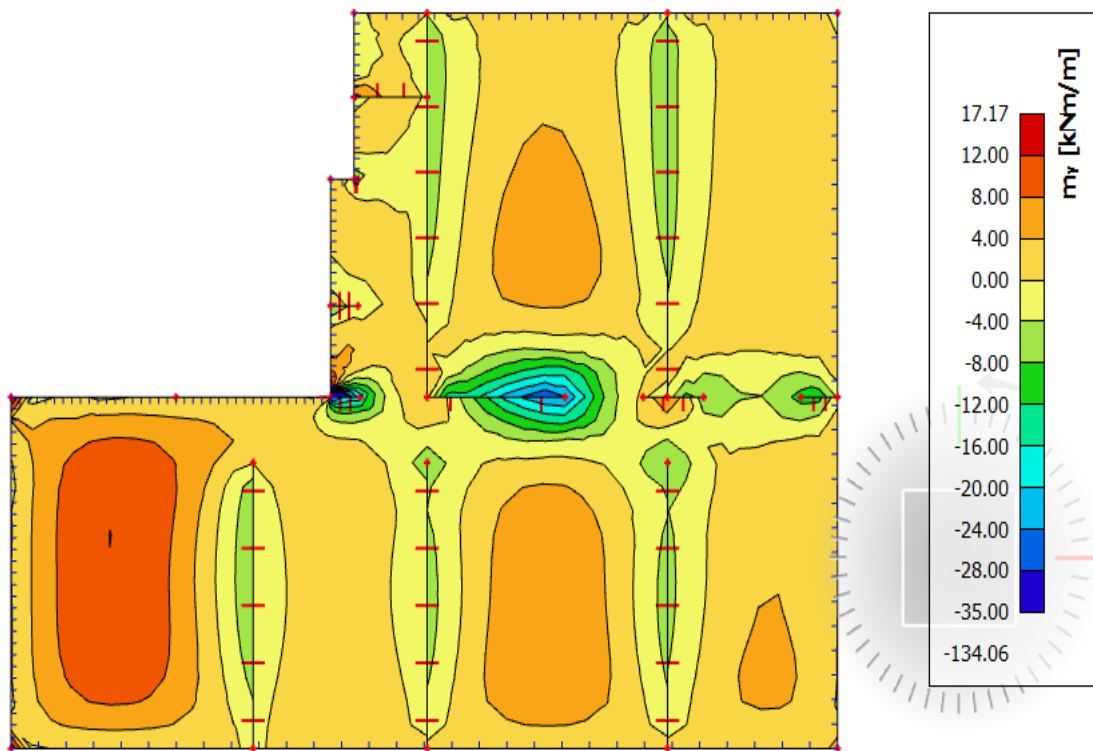
Odabrana armatura: **R – 785 + preklap 40cm** ( $A_s = 9,31 \text{ cm}^2$ )

GSU

PUKOTINE



Slika 6.16. Maksimalni momenti savijanja  $M_x$ , za kombinaciju GSU



Slika 6.17. Maksimalni momenti savijanja  $M_y$ , za kombinaciju GSU

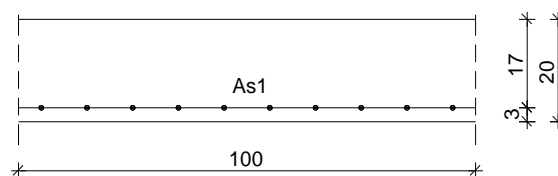
Mjerodavni momenti u ploči dobiveni su iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.

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

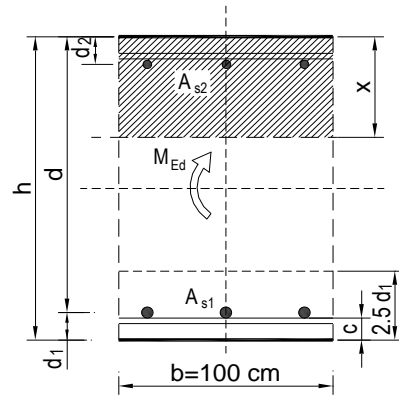
Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2) :  $w_k = S_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) \leq w_g$

Maksimalni eksploatacijski ( radni ) moment u polju za kritične presjeke :  $M_{Ed} = 17.17 \text{ kNm}$

Armatura ploče donja zona za kritične presjeke: Q – 424 + preklop 40 cm ( $A_s = 5.03 \text{ cm}^2$ )

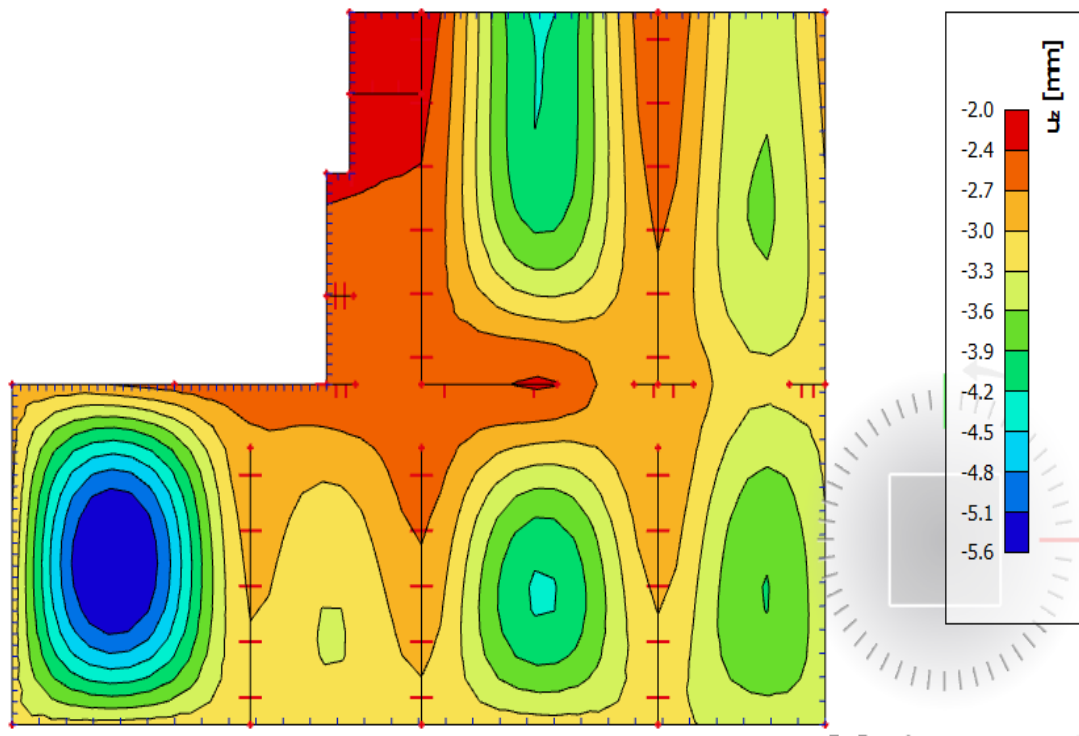


$b =$	100,0 cm	$d =$	17,0 cm	$h =$	20,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	5,03 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	17,17 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	213,33 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	3,00 cm	$r_{p,eff} =$	0,0067		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000269	$<$	$0.6 \cdot s_s / E_s =$	0,000640	
$\emptyset =$	9,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	330,13 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,269 mm	$<$	$w_g$		



Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.269 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da odabrana armatura zadovoljava.

## PROGIB



**Slika 6.18.** Prikaz progiba za ploču za kombinaciju GSU

Grafična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{620}{250} = 2,4 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0,56 \text{ cm}$

Ukupni progib:  $f_d = \Phi_0 \cdot K_r \cdot f_k$

$A_c = b \times h = 100 \times 20 = 2000 \text{ cm}^2$

$u_c = 2 \times (b + h) = 2 \times (100 + 20) = 240 \text{ cm}$

$\Phi_0 = \frac{2 \cdot A_c}{u} = \frac{2 \cdot 2000}{240} = 16,67 \text{ cm} = 166,7 \text{ mm}$

srednji polumjer konstrukcijskog elementa

RH=80% → vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - \frac{RH}{100}}{0.1 \cdot \sqrt[3]{\varrho_0}} = 1 + \frac{1 - \frac{80}{100}}{0.1 \cdot \sqrt[3]{166,7}} = 1.363$$

koef. utjecaja relativne vlažnosti RH

$$f_{cm} = f_{ck} + \Delta f = 20 + 8 = 28 \text{ MPa}$$

srednja tlačna čvrstoća betona klase C 20/25

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{28}} = 3.17$$

koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje

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

$$\beta_H = 1.5 \times [1 + (0.012 \times RH)^{18}] \times \varrho_0 + 250 = 1.5 \times [1 + (0.012 \times 80)^{18}] \times 166,7 + 250 = 619,97$$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0.1 + t_0^{0.20}}$$

koeficijenti starosti betona u trenutku opterećivanja

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0,488$$

koeficijenti starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana

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

$$\Phi_0(28) = \Phi_{RH} \times \beta(f_{cm}) \times \beta(t_0) \quad \text{osnovna veličina koef. puzanja (opt. nakon 28 dana)}$$

$$\Phi_0(28) = 1.39 \times 2.725 \times 0.488 = 1.85$$

$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{3.36} = 0.85$$

$$f_d = 1.85 \cdot 0.85 \cdot 0,56 = 0,88 \text{ cm}$$

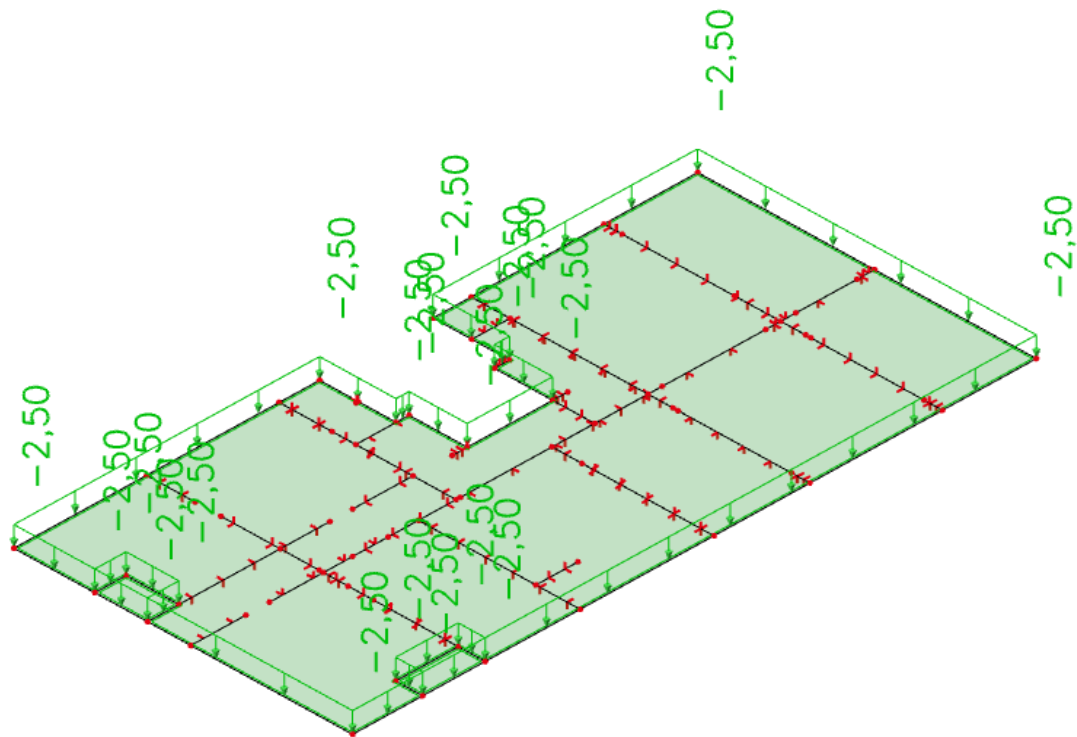
$$f_{uk} = f_k + f_d = 0,56 + 0,88 = 1,44 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2,4 \text{ cm}$$

Odabrane dimenzije ploče i armatura zadovoljavaju u pogledu progiba.

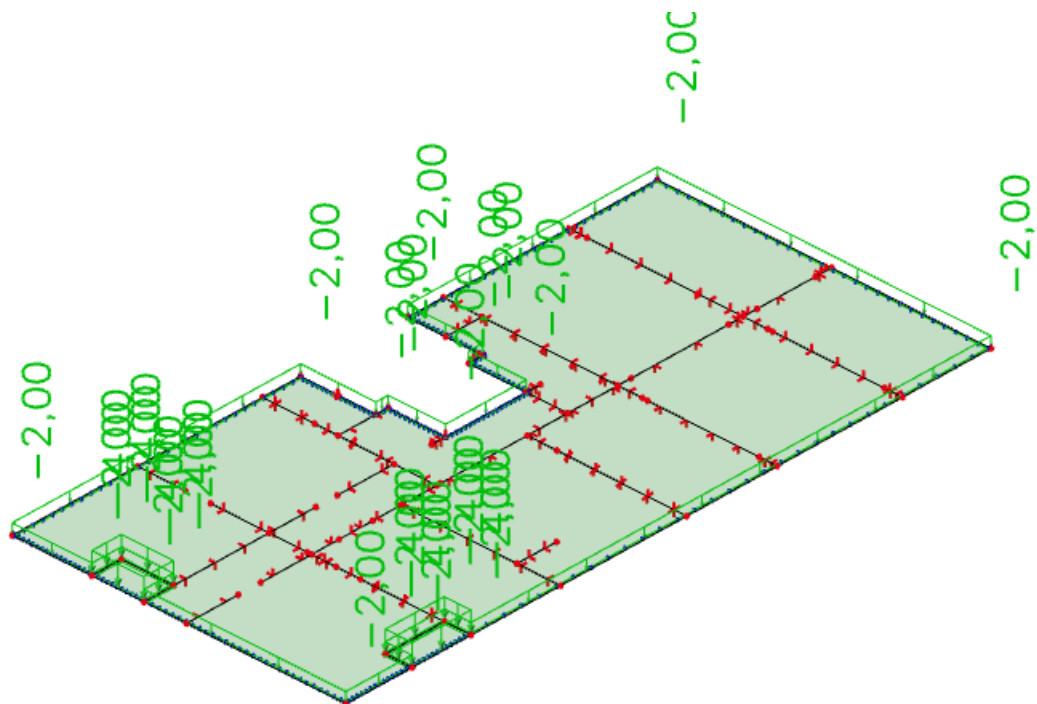


### 6.3. PLOČA POZICIJE 200 -PRIZEMLJE

DODATNO STALNO

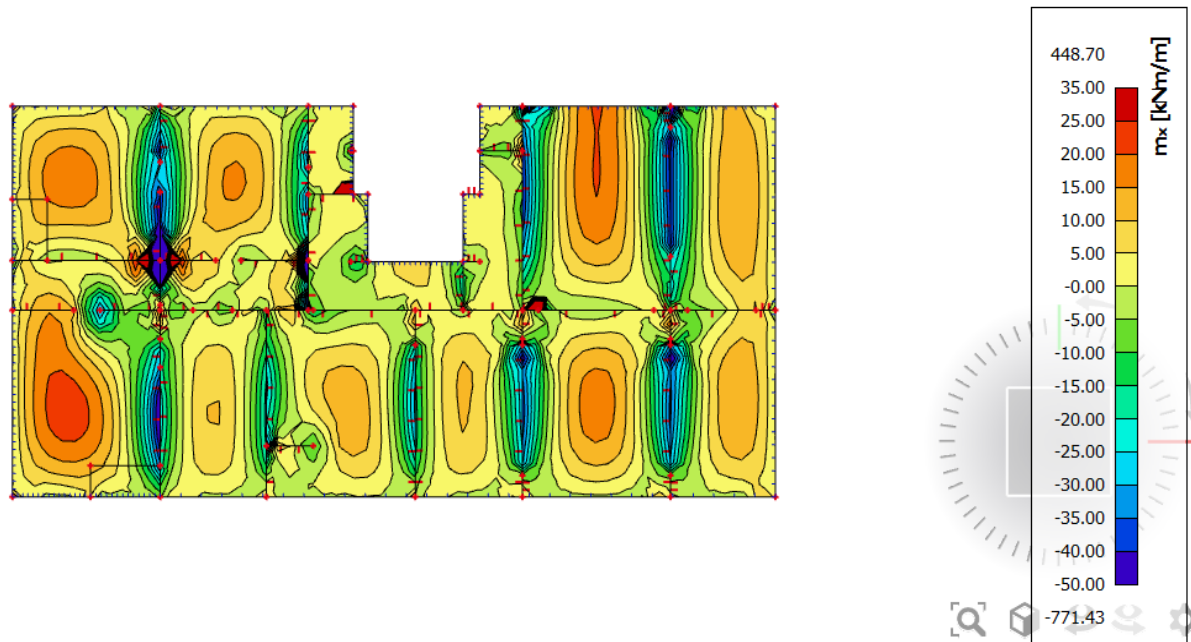


Slika 6.19. Dodatno stalno opterećenje (kN/m<sup>2</sup>)

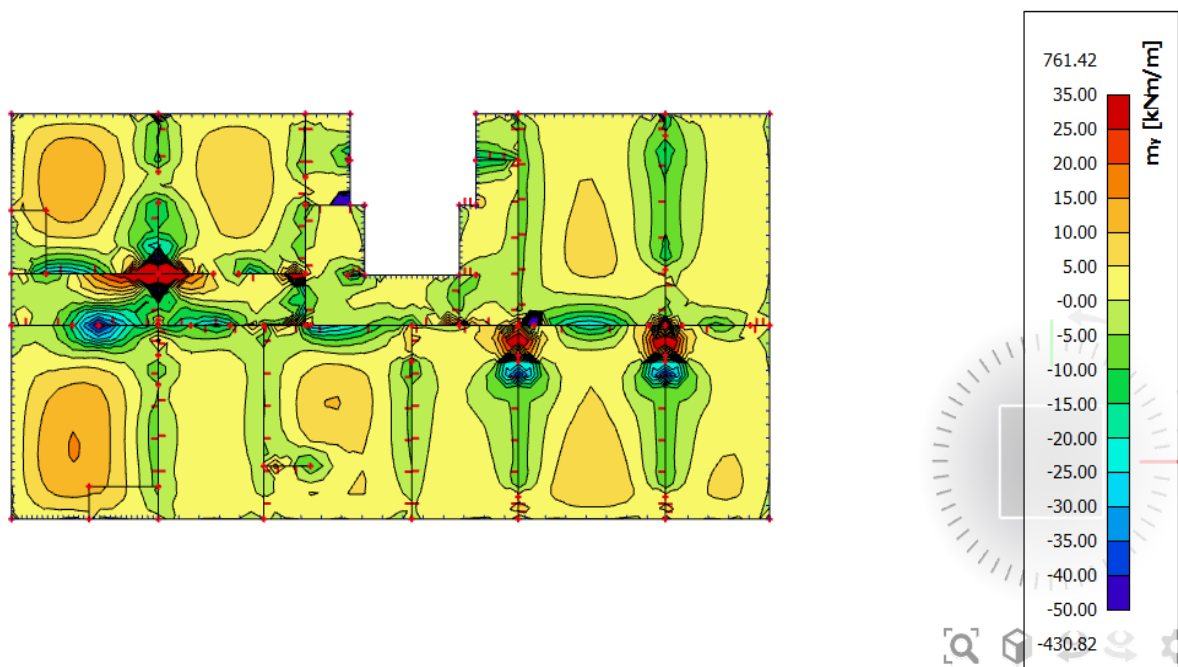


Slika 6.20. Promjenjivo opterećenje (kN/m<sup>2</sup>)

POLJE



Slika 6.21. Prikaz momenata savijanja u polju  $M_x$  – GSN2



Slika 6.22. Prikaz momenata savijanja u polju  $M_y$  – GSN2

$$M_{Ed,max} = 35 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3500}{100 \cdot 17^2 \cdot 1,67} = 0,073$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1,8 \text{ ‰}$$

$$\zeta = 0,944 \quad \xi = 0,153$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3500}{0,944 \cdot 17 \cdot 43,48} = 5,02 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q – 503+** preklop 40 cm ( $A_s = 5,97 \text{ cm}^2$ )

#### Proračun za ostale dijelove ploče u polju

$$M_{Ed,max} = 20,00 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2500}{100 \cdot 12^2 \cdot 2,0} = 0,052$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1,4 \text{ ‰}$$

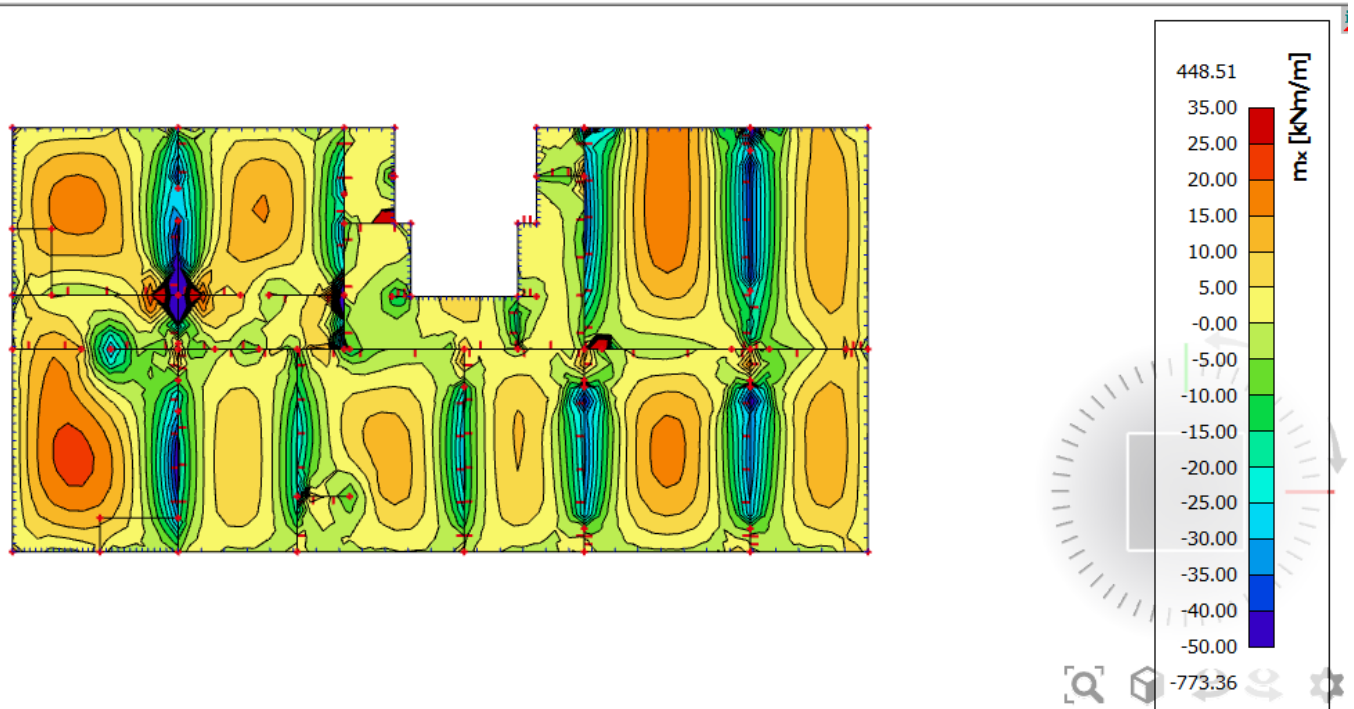
$$\zeta = 0,956 \quad \xi = 0,123$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2000}{0,956 \cdot 17 \cdot 43,48} = 2,83 \text{ cm}^2$$

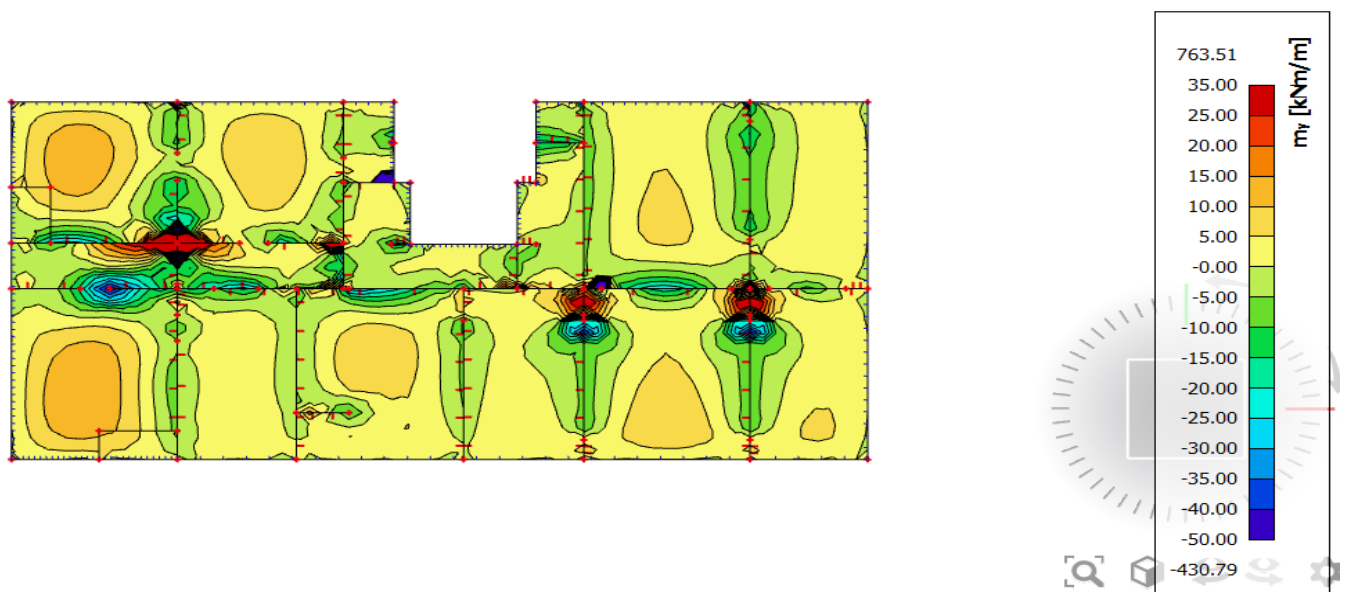
Odabrana armatura: **Q – 283+** preklop 40 cm ( $A_s = 3,36 \text{ cm}^2$ )

GSN

LEZAJ



Slika 6.23. Prikaz momenata savijanja na ležajevima  $M_x$  – GSN1



Slika 6.24. Prikaz momenata savijanja u na ležajevima  $M_y$  – GSN1

$$M_{Ed,max} = 50 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{5000}{100 \cdot 17^2 \cdot 1,67} = 0,083$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 2,0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,938 \quad \xi = 0,167$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{5000}{0,938 \cdot 17 \cdot 43,48} = 7,01 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **R – 636** + preklop 40 cm ( $A_s = 7,54 \text{ cm}^2$ )

**Proračun u ostalim presjecima na ležajevima**

$$M_{Ed,max} = 15 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2000}{100 \cdot 17^2 \cdot 1,67} = 0,0311$$

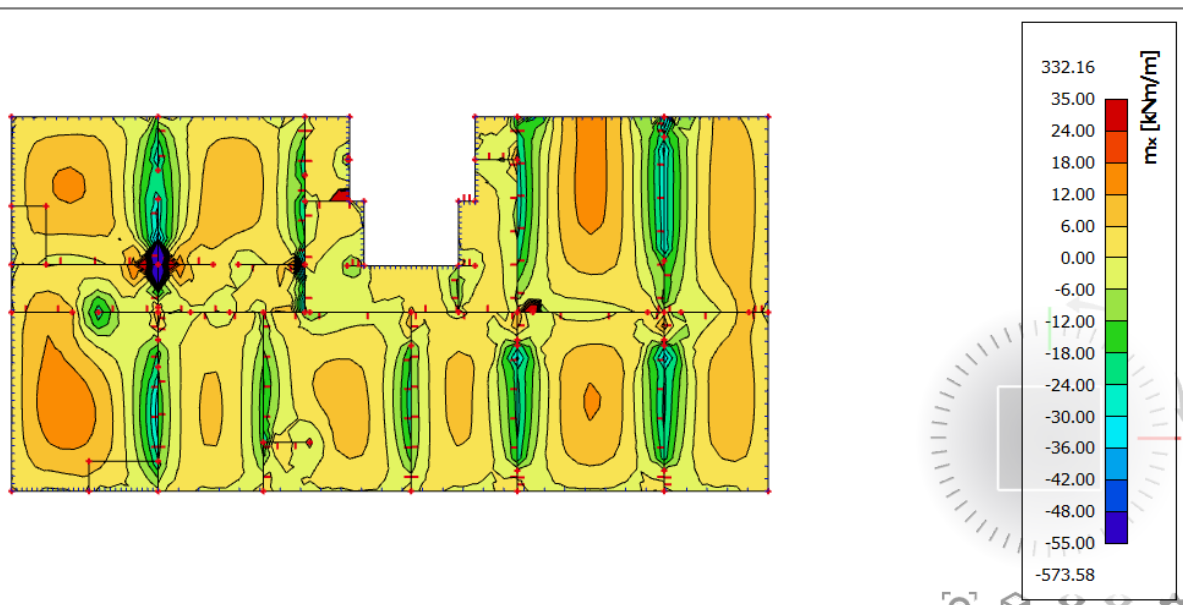
$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1,1 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,965 \quad \xi = 0,099$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2000}{0,965 \cdot 17 \cdot 43,48} = 2,43 \text{ cm}^2$$

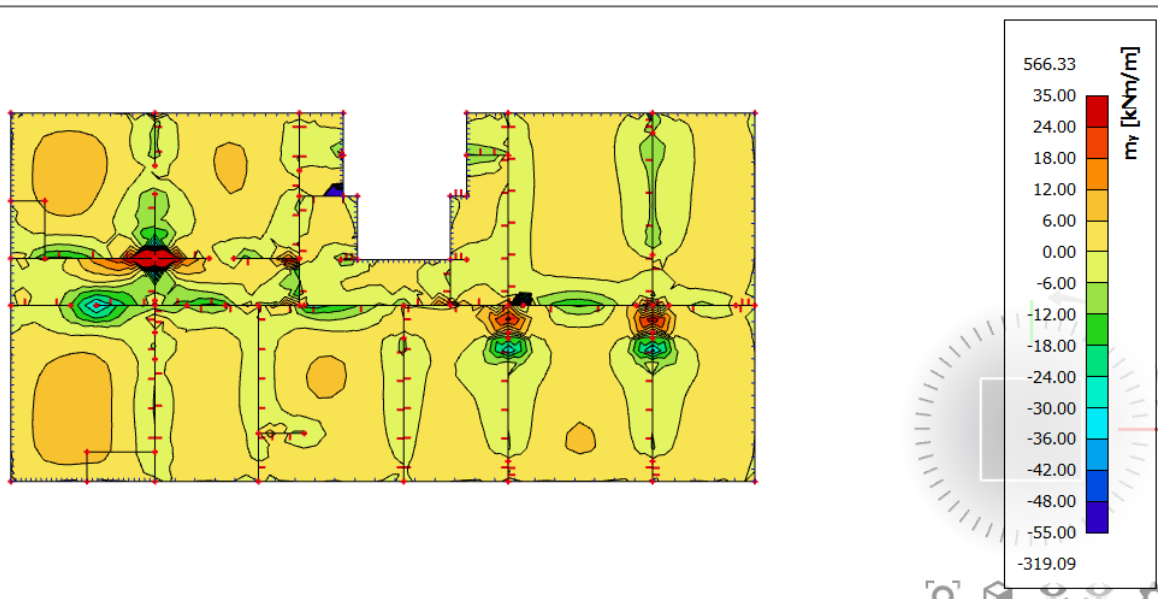
Odabrana armatura: **R – 257** + preklop 40 cm ( $A_s = 3,05 \text{ cm}^2$ )

GSU

PUKOTINE



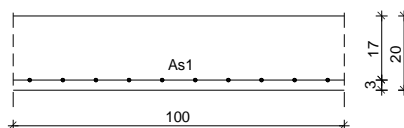
**Slika 6.25.** Maksimalni momenti savijanja  $M_x$ , za kombinaciju GSU



**Slika 6.26.** Maksimalni momenti savijanja  $M_x$ , za kombinaciju GSU

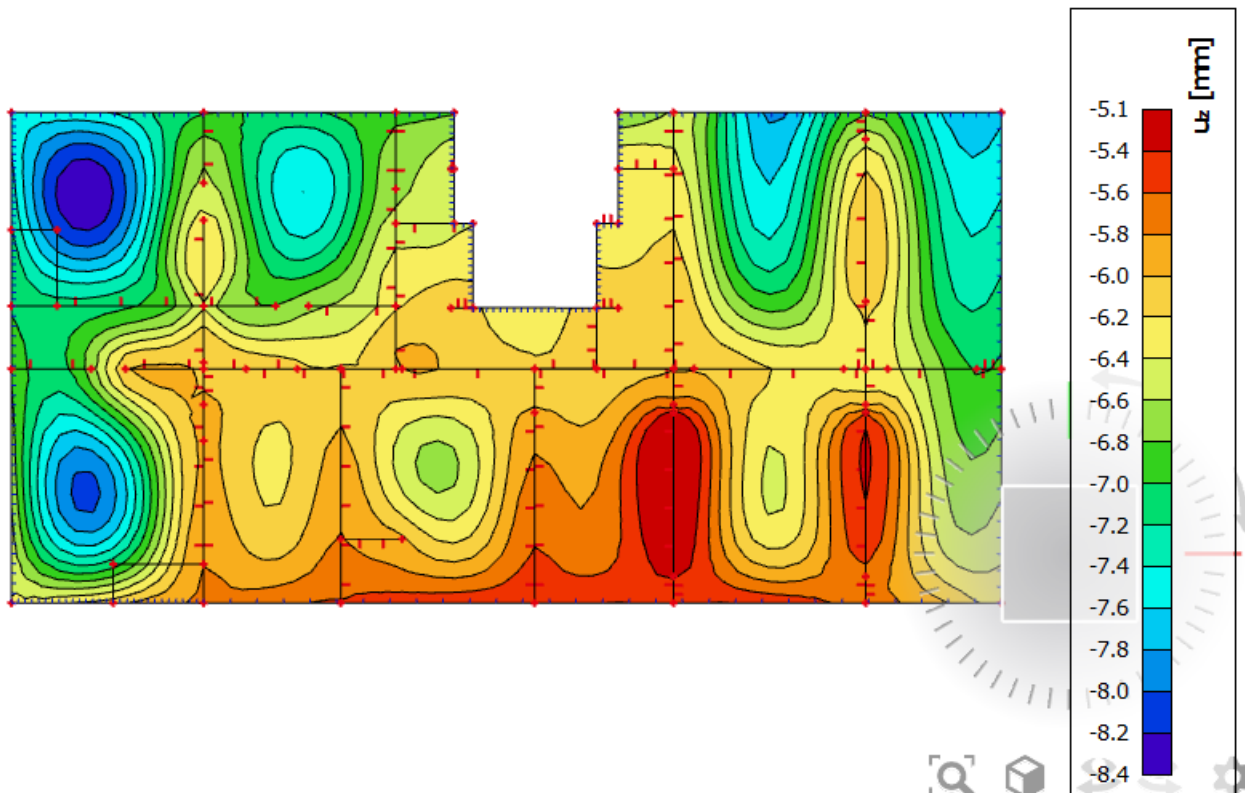
Maksimalni eksploatacijski ( radni ) moment u polju za kritični presjek :  $M_{Ed} = 18 \text{ kNm}$

Armatura ploče donja zona za kritični presjek: Q – 503 + preklop 40 cm ( $A_s = 5,97 \text{ cm}^2$ )





## PROGIB



**Slika 6.27.** Prikaz progiba za ploču za kombinaciju GSU

Granična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{625}{250} = 2,5 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0,84 \text{ cm}$

Ukupni progib:  $f_d = \Phi_0 \cdot K_r \cdot f_k$

$A_c = b \times h = 100 \times 20 = 2000 \text{ cm}^2$

$u_c = 2 \times (b + h) = 2 \times (100 + 20) = 240 \text{ cm}$

$r_0 = \frac{2 \cdot A_c}{u} = \frac{2 \cdot 2000}{240} = 16,67 \text{ cm} = 166,7 \text{ mm}$

srednji polumjer konstrukcijskog elementa



RH=80% → vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - \frac{RH}{100}}{0.1 \cdot \sqrt[3]{\varrho_0}} = 1 + \frac{1 - \frac{80}{100}}{0.1 \cdot \sqrt[3]{166,7}} = 1.363$$

koef. utjecaja relativne vlažnosti RH

$$f_{cm} = f_{ck} + \Delta f = 20 + 8 = 28 \text{ MPa}$$

srednja tlačna čvrstoća betona klase C 20/25

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{28}} = 3.17$$

koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje

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

$$\beta_H = 1.5 \times [1 + (0.012 \times RH)^{18}] \times \varrho_0 + 250 = 1.5 \times [1 + (0.012 \times 80)^{18}] \times 166,7 + 250 = 619,97$$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0.1 + t_0^{0.20}}$$

koeficijenti starosti betona u trenutku opterećivanja

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0,488$$

koeficijenti 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

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

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

$$\Phi_0(28) = 1.39 \times 2.725 \times 0.488 = 1.85$$

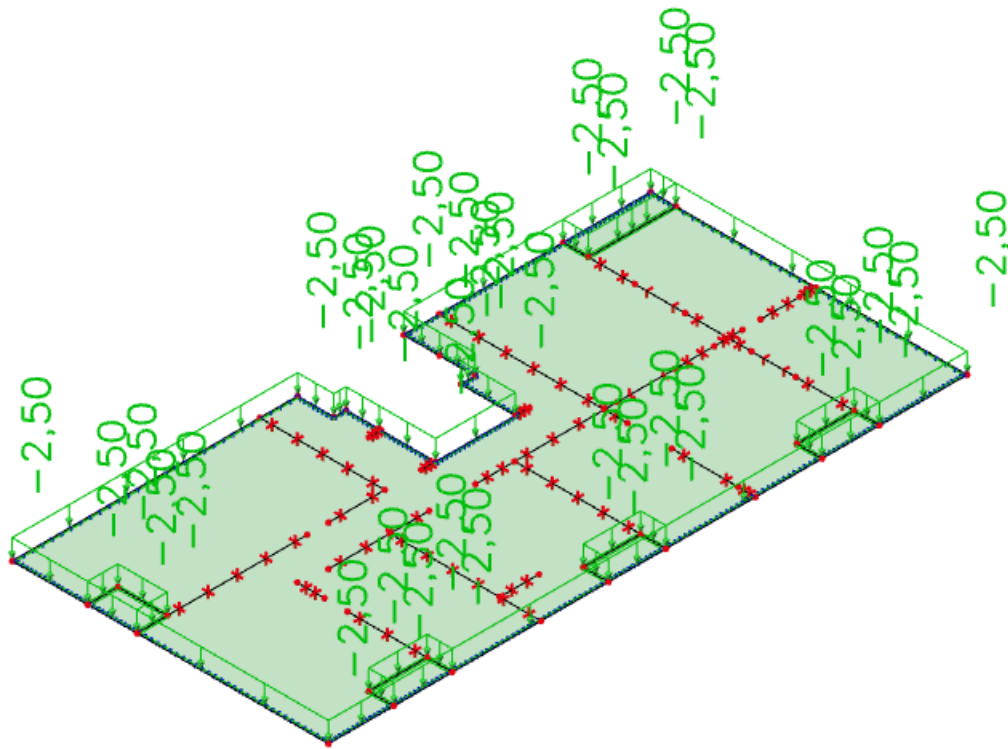
$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{3.36} = 0.85$$

$$f_d = 1.85 \cdot 0.85 \cdot 0.84 = 1,32 \text{ cm}$$

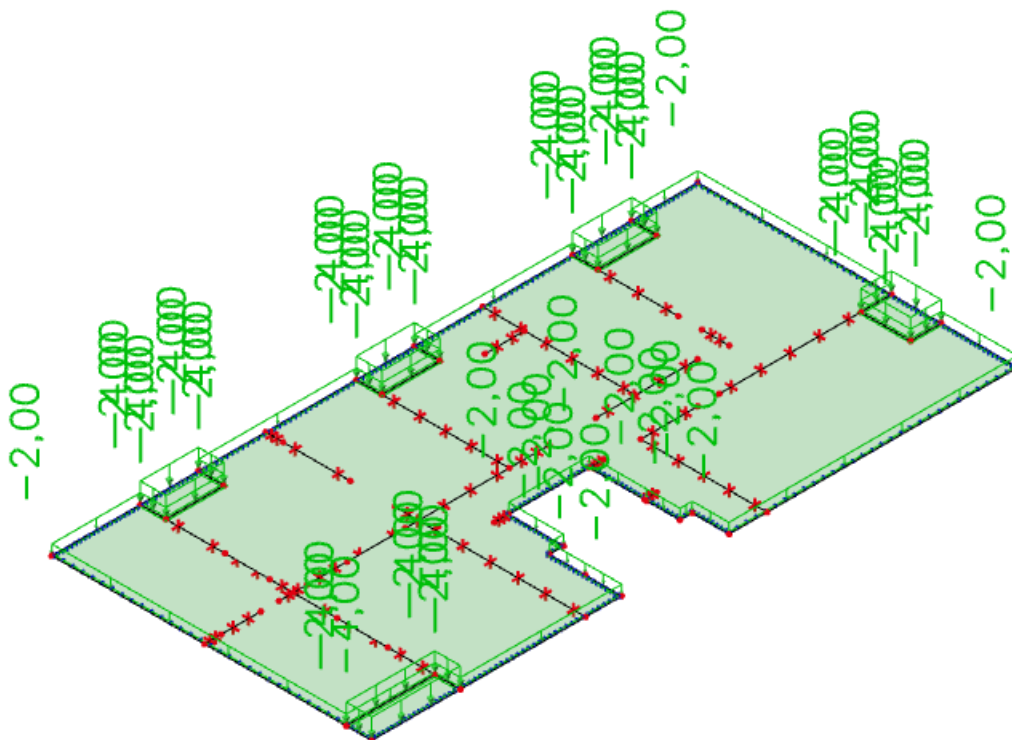
$$f_{uk} = f_k + f_d = 0,84 + 1,32 = 2,16 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2,5 \text{ cm}$$

Odabrane dimenzije ploče i armatura zadovoljavaju u pogledu progiba.

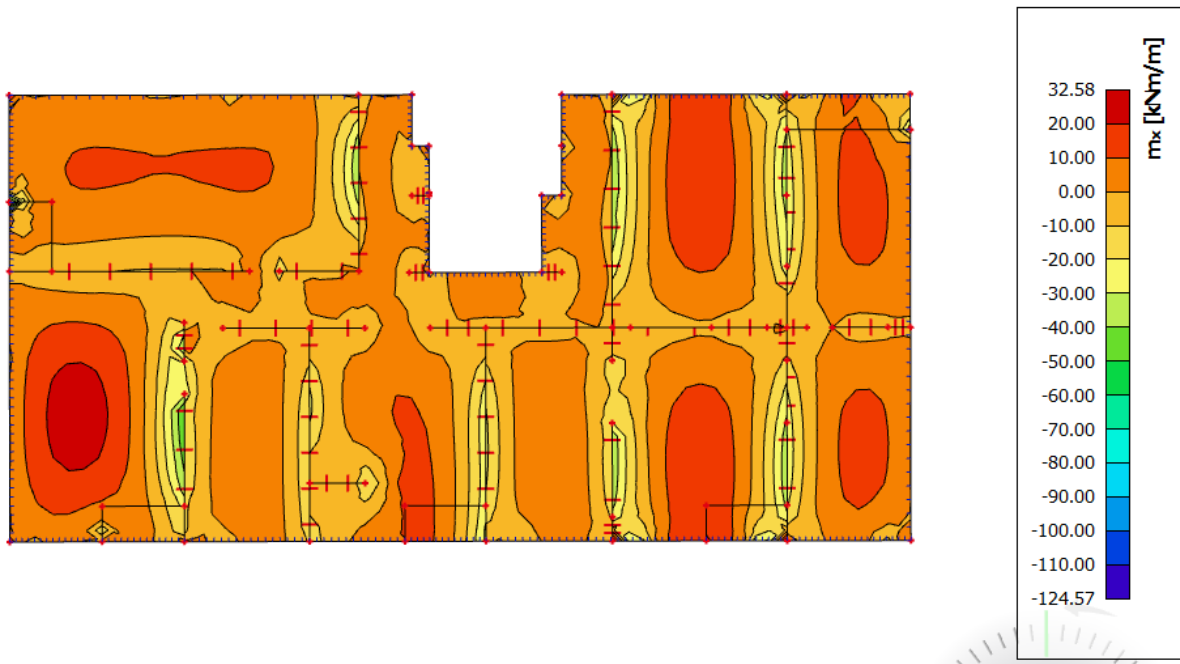
6.4. PLOČE POZICIJE (300,400,700,1000,1100,1200)



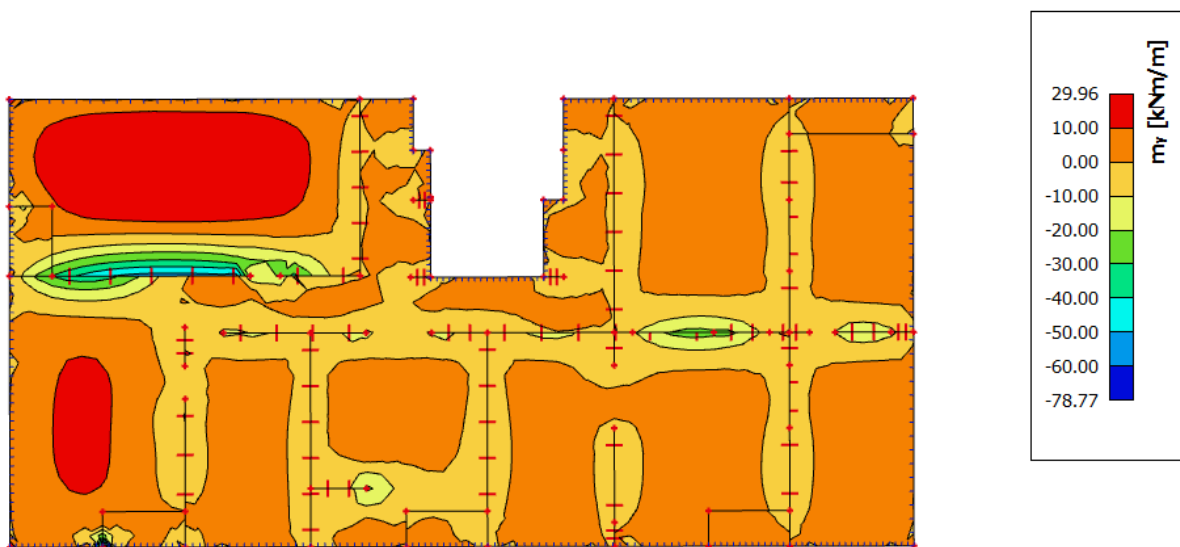
Slika 6.28. Dodatno stalno opterećenje (kN/m<sup>2</sup>)



Slika 6.29. Korisno opterećenje (kN/m<sup>2</sup>)



Slika 6.30. Prikaz momenata savijanja u polju  $M_x$  – GSN2



Slika 6.31. Prikaz momenata savijanja u polju  $M_y$  – GSN2

Postupak dimenzioniranja:

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

$$B 500B \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = 43,48 \text{ kN/cm}^2$$

b=100cm, h=16cm, d=13cm

$$\mu_{sds}^* = 0,159; \quad \eta \approx 0,9; \quad \varepsilon_c/\varepsilon_s = 3,5/10$$

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

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \eta \cdot d \cdot f_y$$

$$A_{s1,min} = 0,1\% \cdot b \cdot d = 0,001 \cdot 100 \cdot 13 = 1,3 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2,0\% \cdot b \cdot h = 0,02 \cdot 100 \cdot 16 = 32,0 \text{ cm}^2$$

Donja zona ploče (polje):

→ pozitivni moment savijanja:  $M_{Ed,max} = 32,58 \text{ kNm/m}'$

$$M_{Ed,max} = 32,58 \text{ kNm/m}'$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3258}{100 \cdot 13^2 \cdot 1,67} = 0,068$$

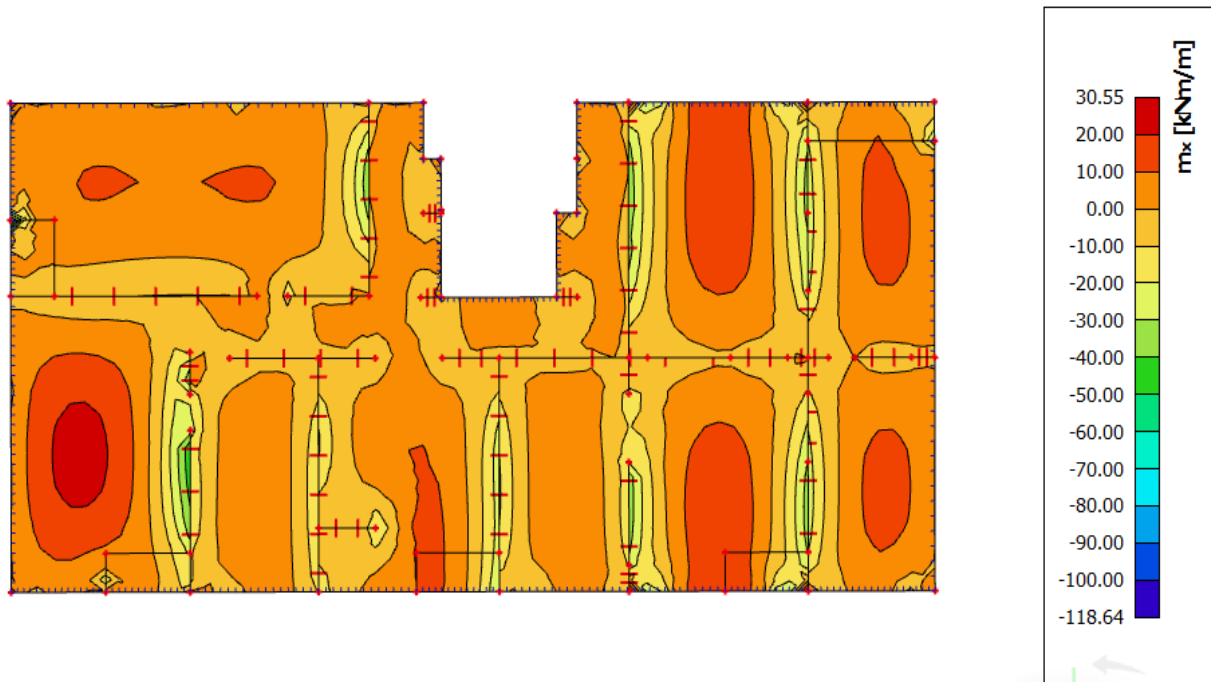
Očitano:  $\varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰}$      $\varepsilon_{c2} = 1,7 \text{ ‰}$

$$\zeta = 0,947 \quad \xi = 0,145$$

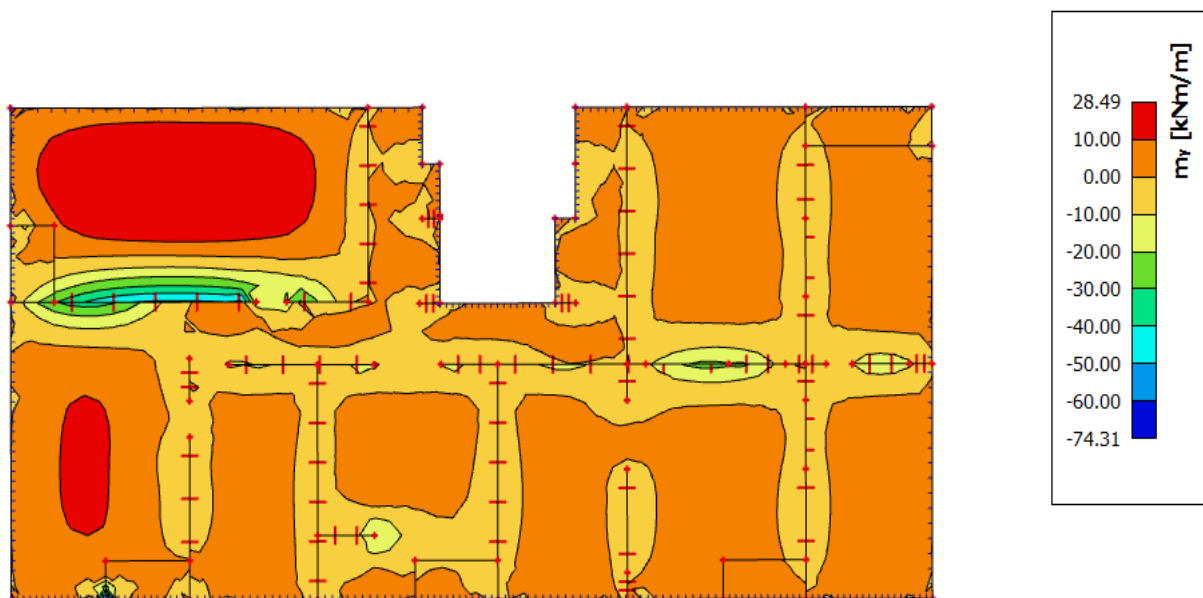
$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3258}{0,947 \cdot 13 \cdot 43,48} = 4,65 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q – 503 + preklop 40 cm** ( $A_s = 5,97 \text{ cm}^2$ )

LEZAJ



Slika 6.32. Prikaz momenata savijanja na ležajevima  $M_x$  – GSN1



Slika 6.33. Prikaz momenata savijanja na ležajevima  $M_y$  – GSN1

Gornja zona ploče (ležajevi):

→ negativni moment savijanja:  $M_{Ed,min} = 50 \text{ kNm/m'}$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{5000}{100 \cdot 13^2 \cdot 1,67} = 0,104$$

Očitano: :  $\varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰}$      $\varepsilon_{c2} = 2,3 \text{ ‰}$      $\zeta = 0,928$      $\xi = 0,187$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{5000}{0,928 \cdot 13 \cdot 43,48} = 7,29 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **R – 785 + preklop 40cm** ( $A_s = 9,31 \text{ cm}^2$ )

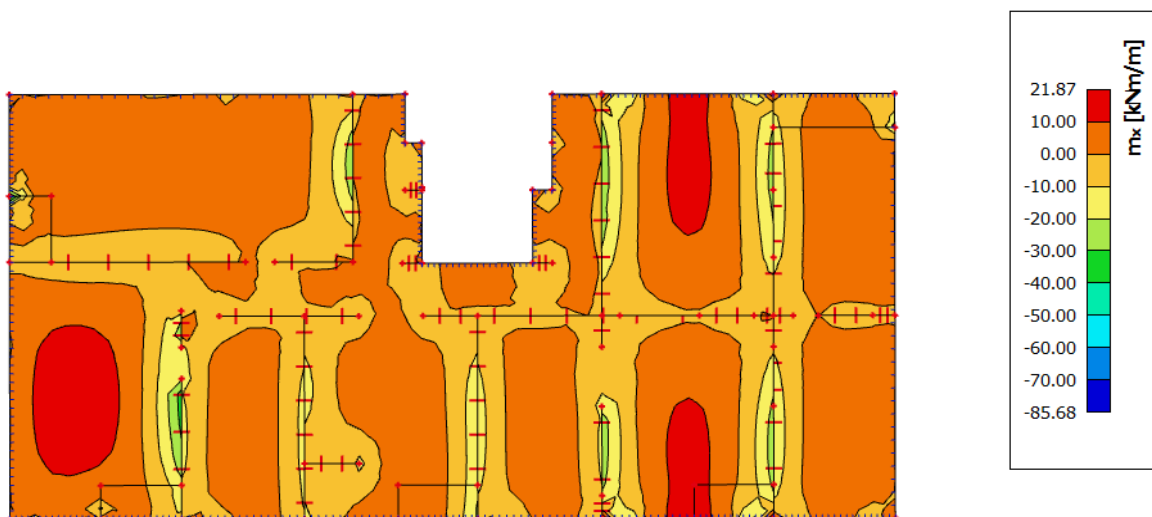
GSU

PUKOTINE

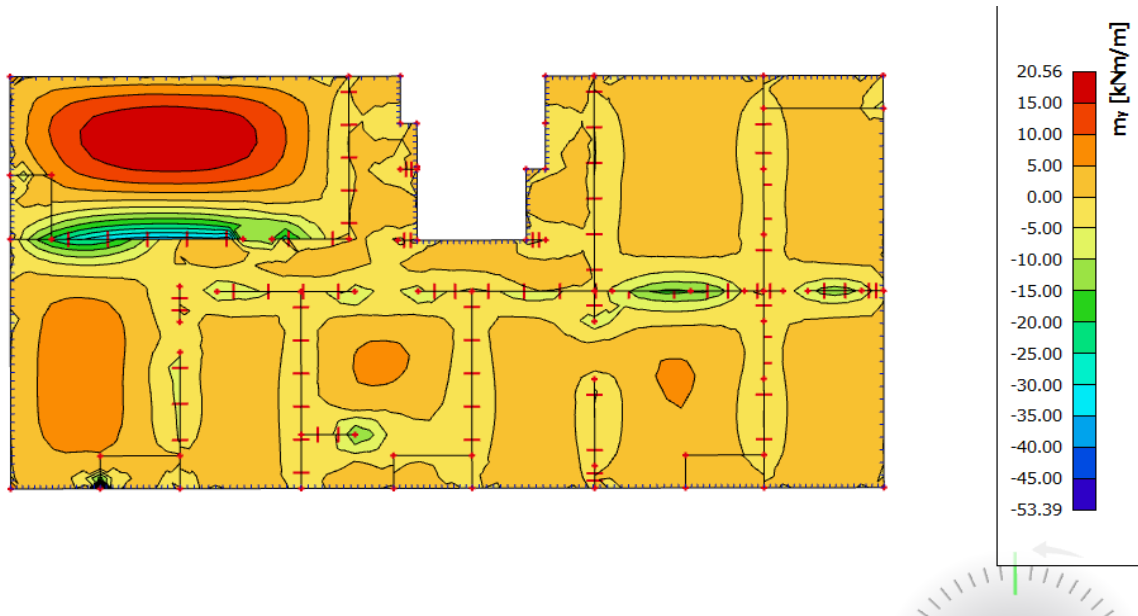
Mjerodavni momenti u ploči dobiveni su iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.

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

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



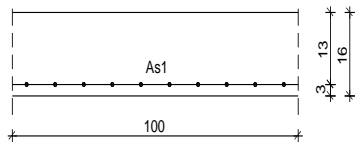
**Slika 6.34.** Maksimalni momenti savijanja  $M_x$ , za kombinaciju GSU



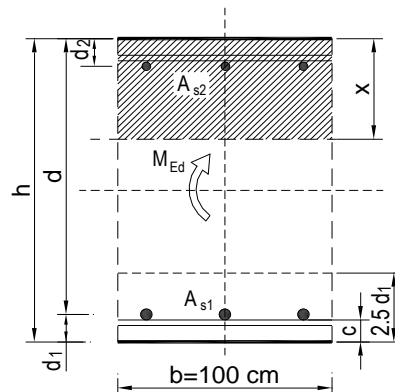
Slika 6.35. Maksimalni momenti savijanja  $M_y$ , za kombinaciju GSU

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju za kritične presjeke :  $M_{Ed} = 21,87 \text{ kNm/m}$

Armatura ploče donja zona za kritične presjeke: Q – 503 + preklop 40 cm ( $A_s = 5.97 \text{ cm}^2$ )

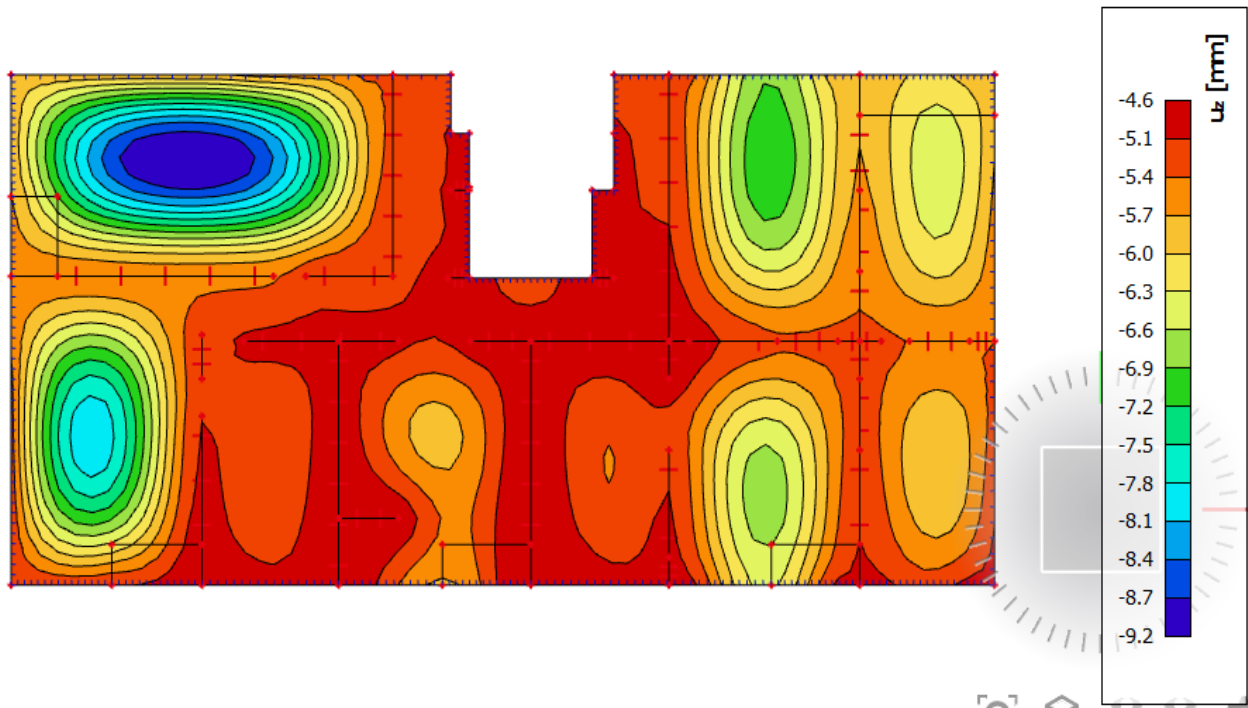


$b =$	100,0 cm	$d =$	13,0 cm	$h =$	16,0 cm
$f_{ck} =$	20,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,21 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	5,97 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	29,90 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,69
$M_{Ed} =$	21,87 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	303,99 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,01 cm	$r_{p,eff} =$	0,0080		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000935	$>$	$0.6 \cdot s_s / E_s =$	0,000912	
$\emptyset =$	9,0 mm	$c =$	2,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	260,21 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,243 \text{ mm} < w_g$					



Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.243 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da odabrana armatura zadovoljava.

## PROGIB



**Slika 6.18.** Prikaz progiba za ploču za kombinaciju GSU

Grafična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{625}{250} = 2,5\text{cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0,92\text{ cm}$

Ukupni progib:  $f_d = \Phi_0 \cdot K_r \cdot f_k$

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

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

$r_0 = \frac{2 \cdot A_c}{u} = \frac{2 \cdot 1600}{232} = 13,80\text{ cm} = 138,0\text{ mm}$

srednji polumjer konstrukcijskog elementa

RH=80% → vlažnost zraka



$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - \frac{RH}{100}}{0.1 \cdot \sqrt[3]{\varrho_0}} = 1 + \frac{1 - \frac{80}{100}}{0.1 \cdot \sqrt[3]{138,0}} = 1.543$$

koef. utjecaja relativne vlažnosti RH

$$f_{cm} = f_{ck} + \Delta f = 20 + 8 = 28 \text{ MPa}$$

srednja tlačna čvrstoća betona klase C 20/25

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{28}} = 3.17$$

koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje

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

$$\beta_H = 1.5 \times [1 + (0.012 \times RH)^{18}] \times \varrho_0 + 250 = 1.5 \times [1 + (0.012 \times 80)^{18}] \times 138,0 + 250 = 572,97$$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0.1 + t_0^{0.20}}$$

koeficijenti starosti betona u trenutku opterećivanja

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0,488$$

koeficijenti starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana

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

$$\Phi_0(28) = \Phi_{RH} \times \beta(f_{cm}) \times \beta(t_0) \quad \text{osnovna veličina koef. puzanja (opt. nakon 28 dana)}$$

$$\Phi_0(28) = 1.39 \times 2.725 \times 0.488 = 1.85$$

$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{3.36} = 0.85$$

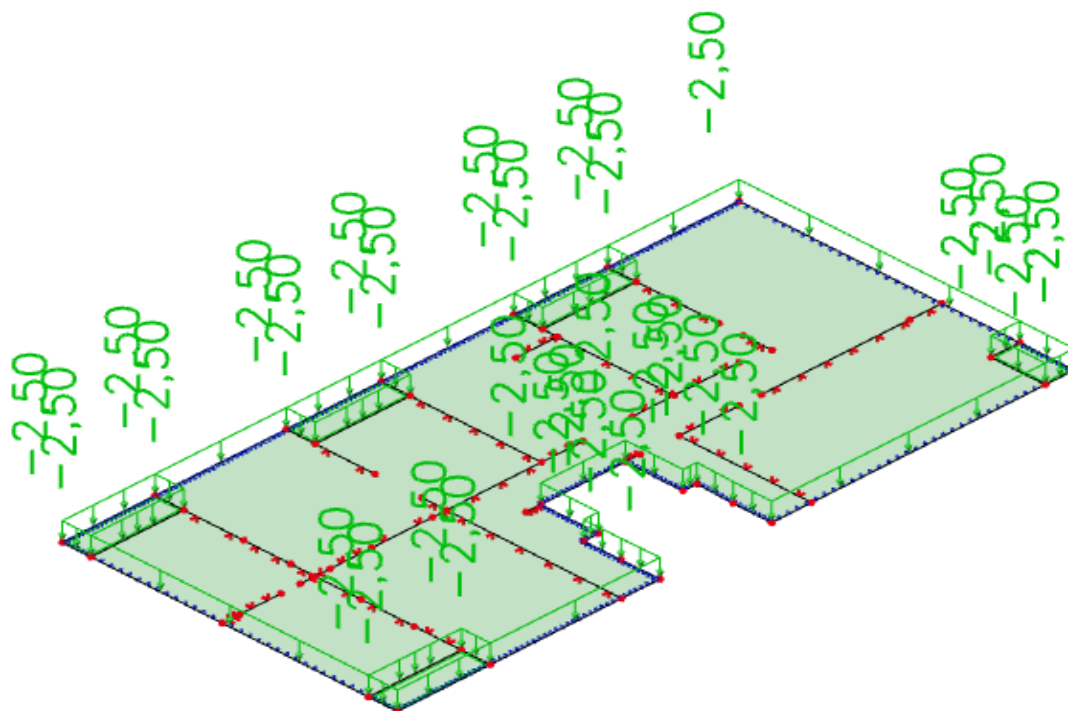
$$f_d = 1.85 \cdot 0.85 \cdot 0.92 = 1,45 \text{ cm}$$

$$f_{uk} = f_k + f_d = 0,92 + 1,45 = 2,37 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2,5 \text{ cm}$$

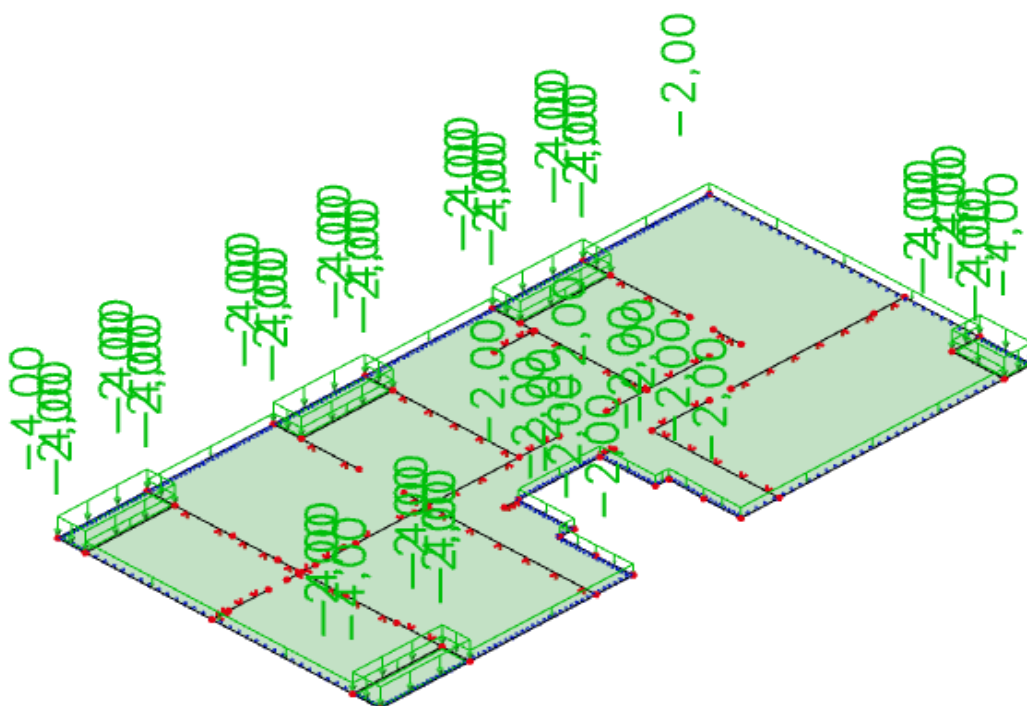
Odabrane dimenzije ploče i armatura zadovoljavaju u pogledu progiba.

6.5. PLOČE POZICIJE (500,600,800,900,1300,1400,1500)

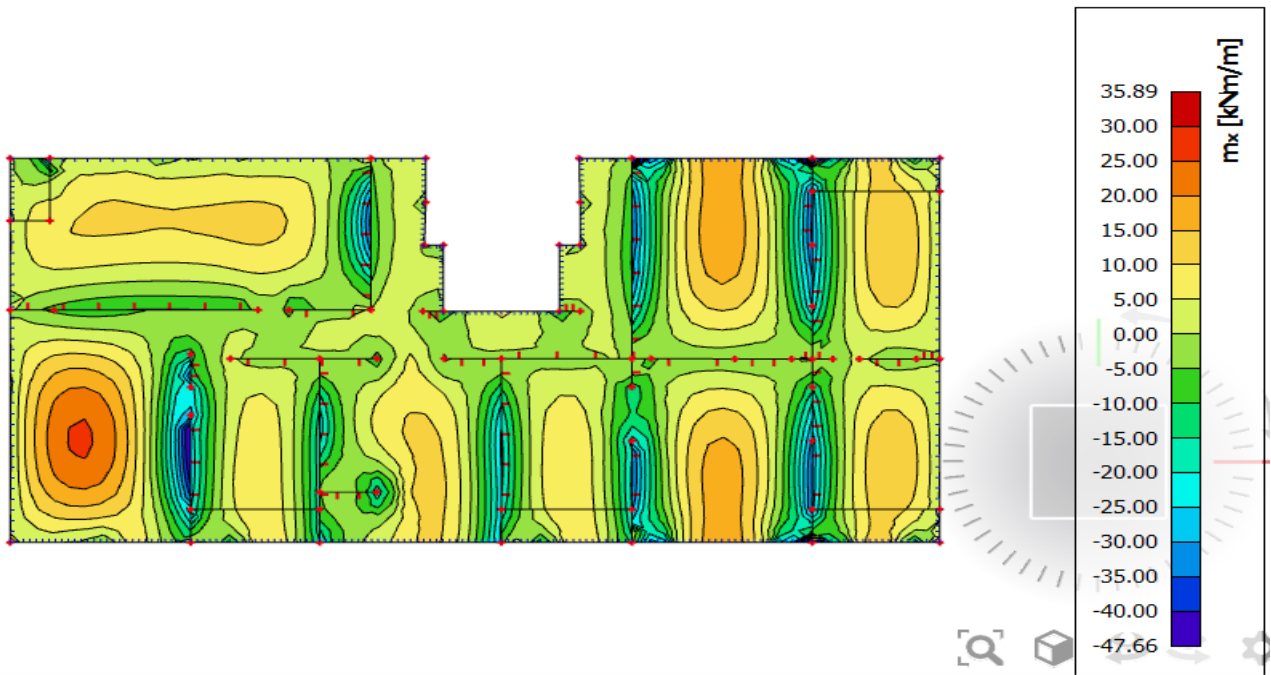
DODATNO STALNO



Slika 6.28. Dodatno stalno opterećenje (kN/m<sup>2</sup>)



Slika 6.29. Korisno opterećenje (kN/m<sup>2</sup>)



Slika 6.30. Prikaz momenata savijanja u polju  $M_x$  – GSN2



Slika 6.31. Prikaz momenata savijanja u polju  $M_y$  – GSN2

Donja zona ploče (polje):

→ pozitivni moment savijanja:  $M_{Ed,max} = 35,89 \text{ kNm/m'}$

$$M_{Ed,max} = 35,89 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3589}{100 \cdot 13^2 \cdot 1,67} = 0,068$$

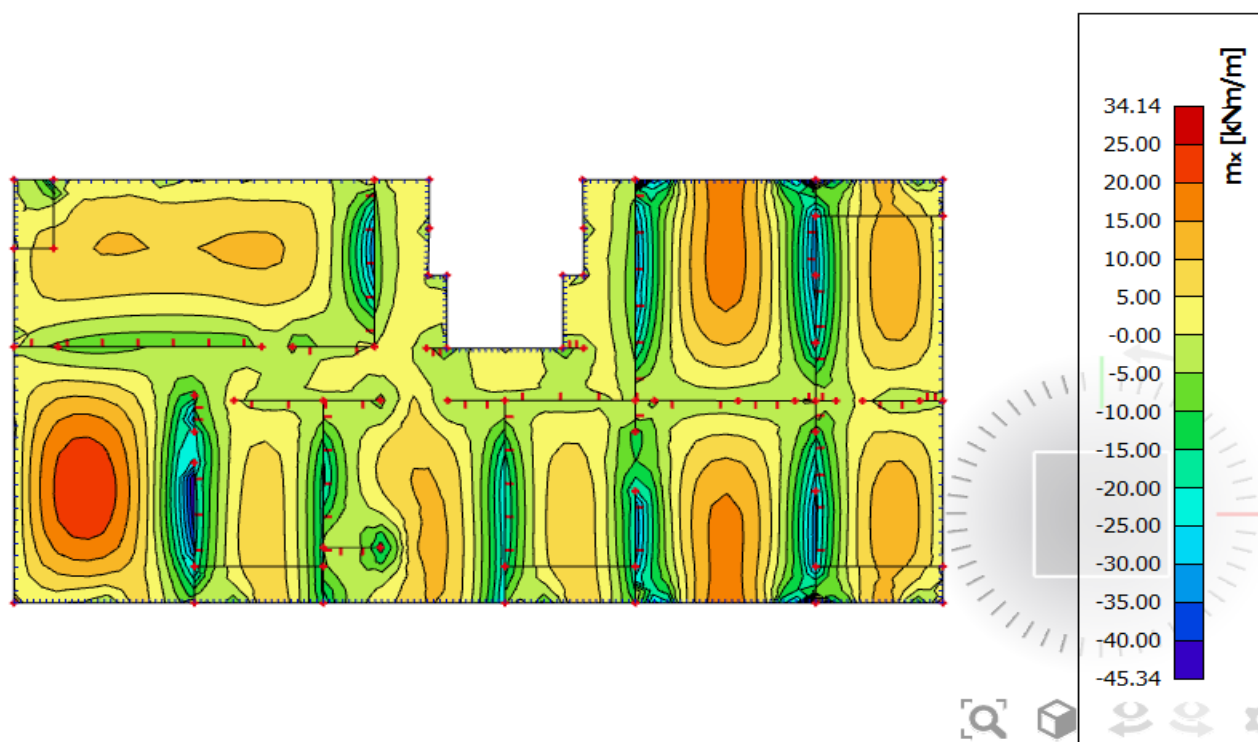
Očitano:  $\epsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰}$      $\epsilon_{c2} = 1,7 \text{ ‰}$

$$\zeta = 0,947 \quad \xi = 0,145$$

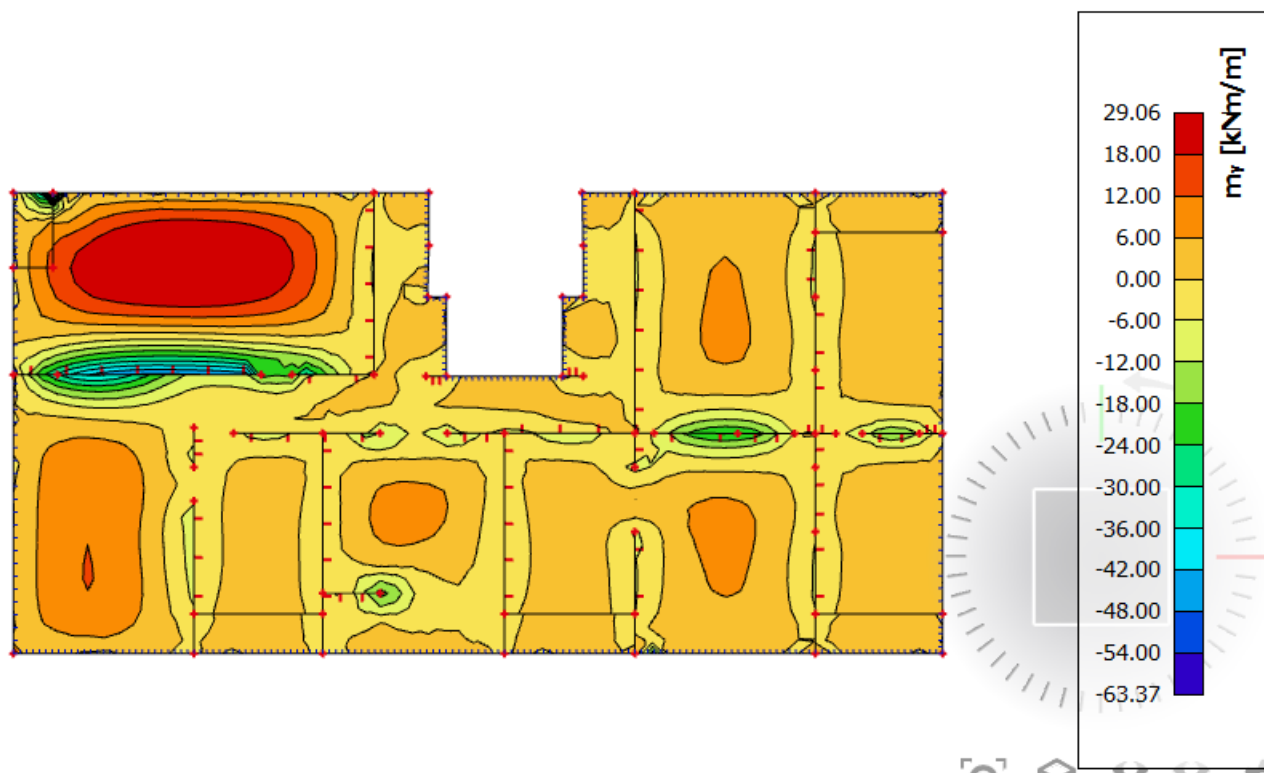
$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3589}{0,947 \cdot 13 \cdot 43,48} = 4,73 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q – 503 + preklop 40 cm** ( $A_s = 5,97 \text{ cm}^2$ )

LEŽAJ



**Slika 6.32.** Prikaz momenata savijanja na ležajevima  $M_x$  – GSN1



**Slika 6.33.** Prikaz momenata savijanja na ležajevima  $M_y$  – GSN1

Gornja zona ploče (ležajevi):

→ negativni moment savijanja:  $M_{Ed,min} = 45,34 \text{ kNm/m}'$

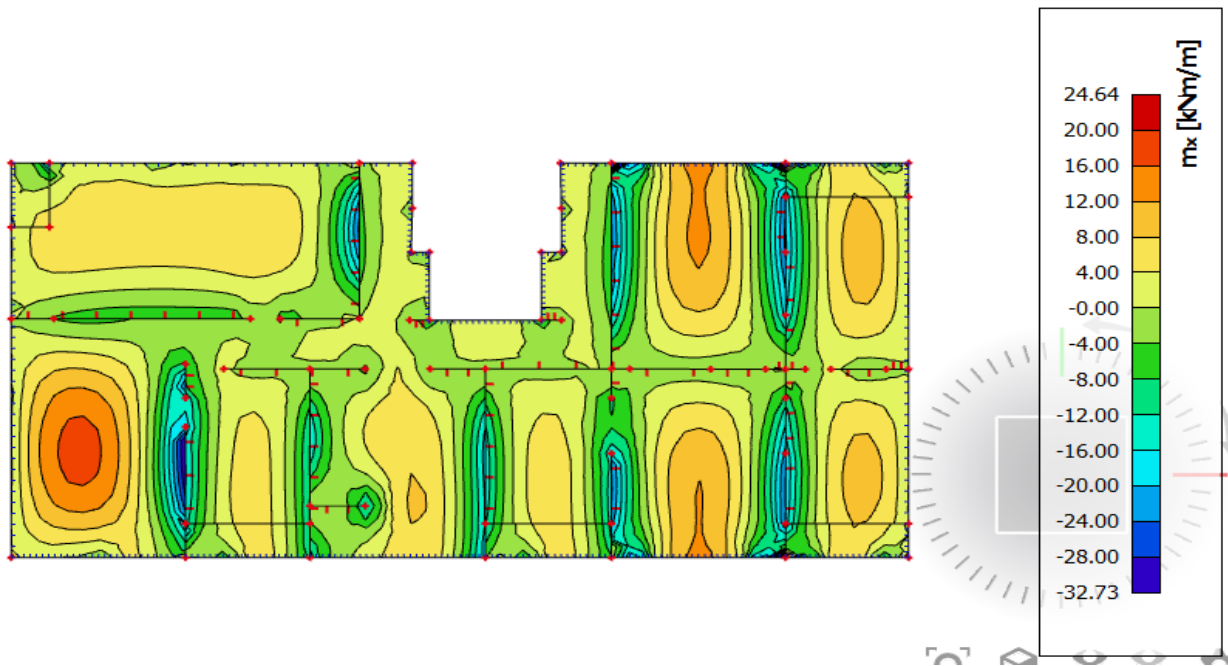
$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{45,34}{100 \cdot 13^2 \cdot 1,67} = 0,104$$

Očitano:  $\epsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰}$     $\epsilon_{c2} = 2,3 \text{ ‰}$     $\zeta = 0,928$     $\xi = 0,187$

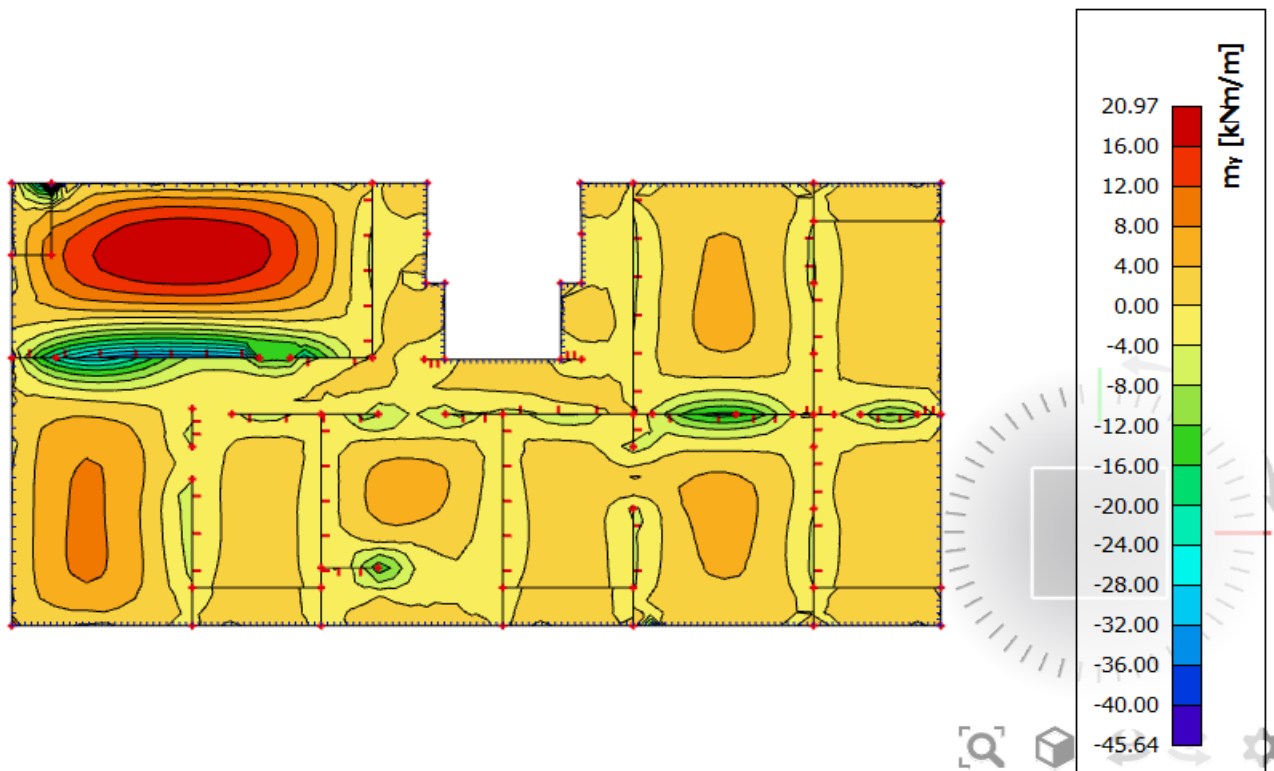
$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{4534}{0,928 \cdot 13 \cdot 43,48} = 7,06 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **R – 785 + preklop 40cm** ( $A_s = 9,31 \text{ cm}^2$ )

GSU



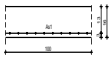
Slika 6.34. Maksimalni momenti savijanja  $M_x$ , za kombinaciju GSU



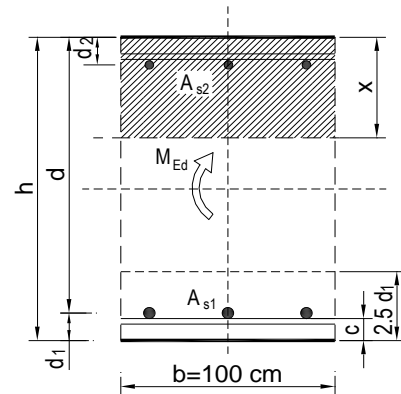
Slika 6.35. Maksimalni momenti savijanja  $M_y$ , za kombinaciju GSU

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju za kritične presjeke :  $M_{Ed} = 20,97 \text{ kNm/m}$

Armatura ploče donja zona za kritične presjeke: Q – 503 + preklop 40 cm ( $A_s = 5.97 \text{ cm}^2$ )



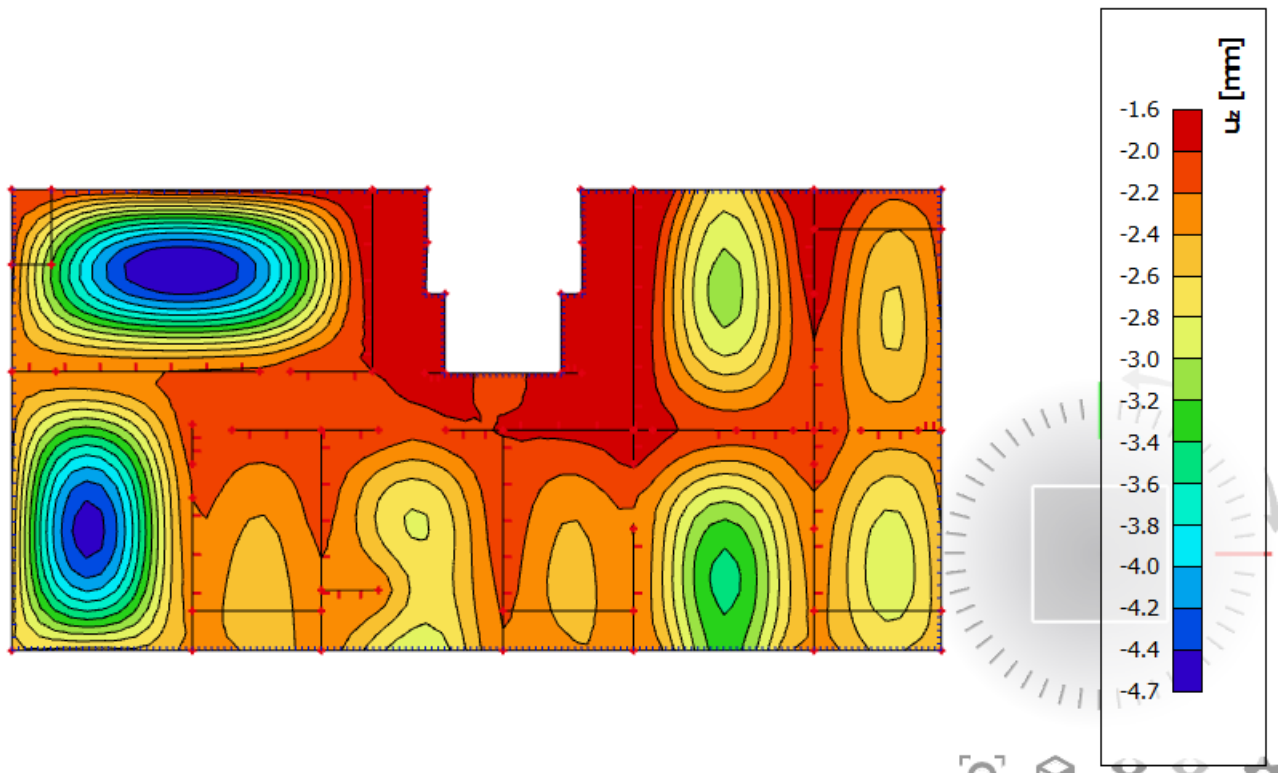
$b =$	100,0 cm	$d =$	13,0 cm	$h =$	16,0 cm
$f_{ck} =$	20,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,21 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	5,97 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	29,90 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,69
$M_{Ed} =$	20,97 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	291,48 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,01 cm	$r_{p,eff} =$	0,0080		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000872	$< 0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000874		
$\emptyset =$	9,0 mm	$c =$	2,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	260,21 mm				



$$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,228 \text{ mm} < w_g$$

Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.228 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da odabrana armatura zadovoljava.

## PROGIB



**Slika 6.18.** Prikaz progiba za ploču za kombinaciju GSU

Grafična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{625}{250} = 2,5\text{cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0,47\text{ cm}$

Ukupni progib:  $f_d = \Phi_0 \cdot K_r \cdot f_k$

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

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

$\alpha_0 = \frac{2 \cdot A_c}{u} = \frac{2 \cdot 1600}{232} = 13,80\text{ cm} = 138,0\text{ mm}$

srednji polumjer konstrukcijskog elementa

RH=80% → vlažnost zraka



$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - \frac{RH}{100}}{0.1 \cdot \sqrt[3]{t_0}} = 1 + \frac{1 - \frac{80}{100}}{0.1 \cdot \sqrt[3]{138,0}} = 1.543$$

koef. utjecaja relativne vlažnosti RH

$$f_{cm} = f_{ck} + \Delta f = 20 + 8 = 28 \text{ MPa}$$

srednja tlačna čvrstoća betona klase C 20/25

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{28}} = 3.17$$

koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje

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

$$\beta_H = 1.5 \times [1 + (0.012 \times RH)^{18}] \times t_0 + 250 = 1.5 \times [1 + (0.012 \times 80)^{18}] \times 138,0 + 250 = 572,97$$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0.1 + t_0^{0.20}}$$

koeficijenti starosti betona u trenutku opterećivanja

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0,488$$

koeficijenti starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana

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

$$\Phi_0(28) = \Phi_{RH} \times \beta(f_{cm}) \times \beta(t_0) \quad \text{osnovna veličina koef. puzanja (opt. nakon 28 dana)}$$

$$\Phi_0(28) = 1.39 \times 2.725 \times 0.488 = 1.85$$

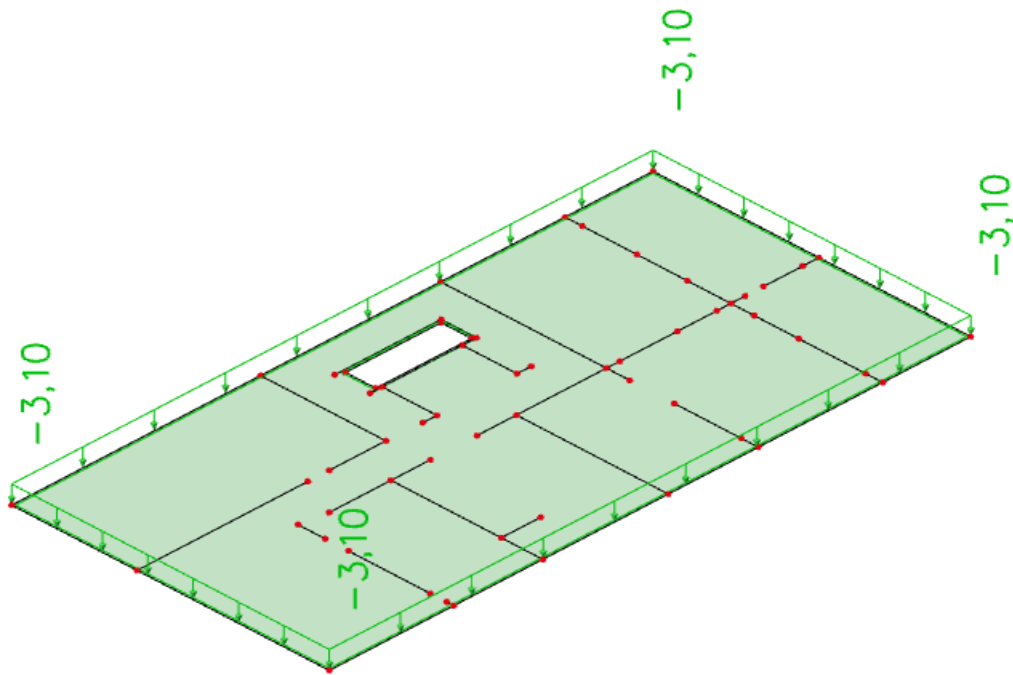
$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{3.36} = 0.85$$

$$f_d = 1.85 \cdot 0.85 \cdot 0.47 = 0,74 \text{ cm}$$

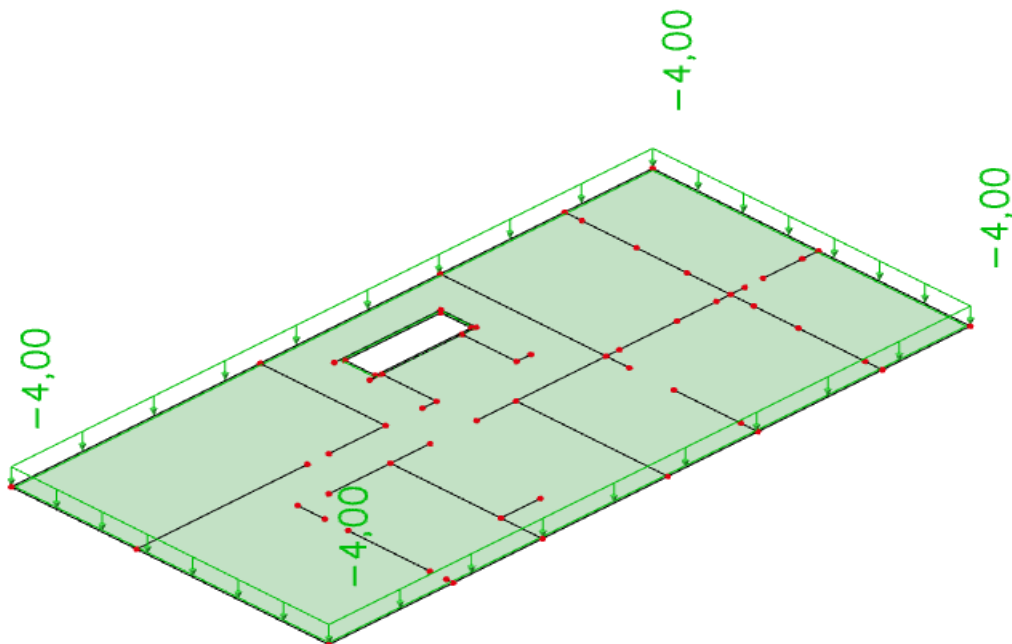
$$f_{uk} = f_k + f_d = 0,47 + 0,74 = 1,21 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2,5 \text{ cm}$$

Odabrane dimenzije ploče i armatura zadovoljavaju u pogledu progiba.

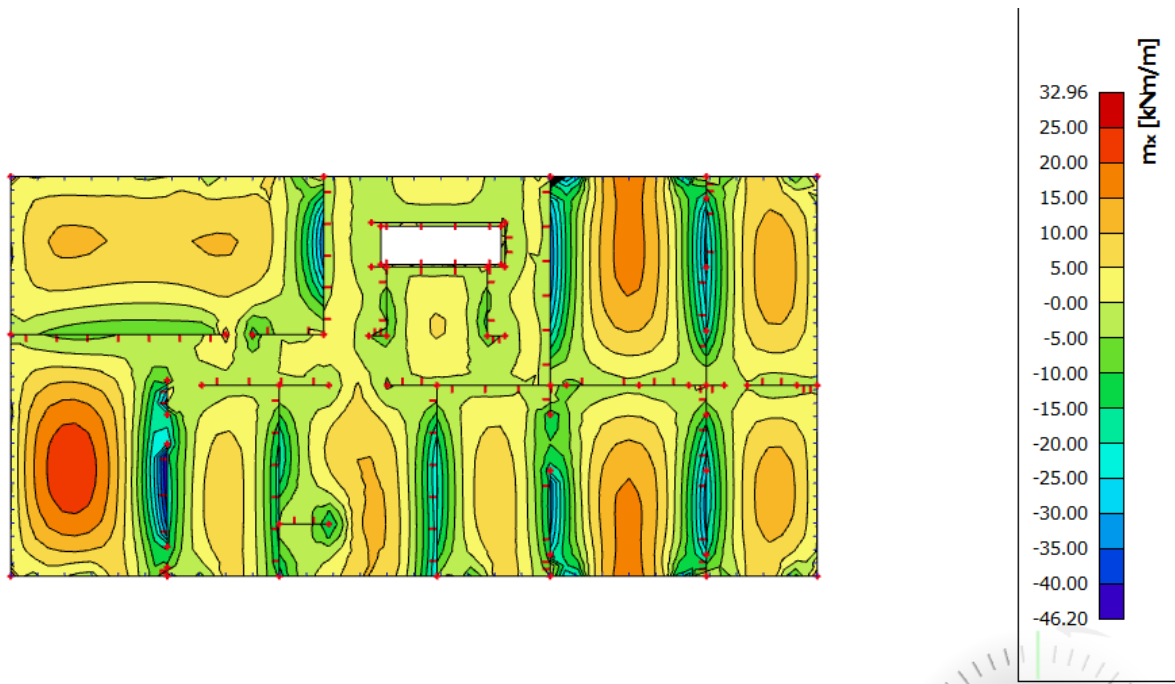
6.6. PLOCA KROVA 1600



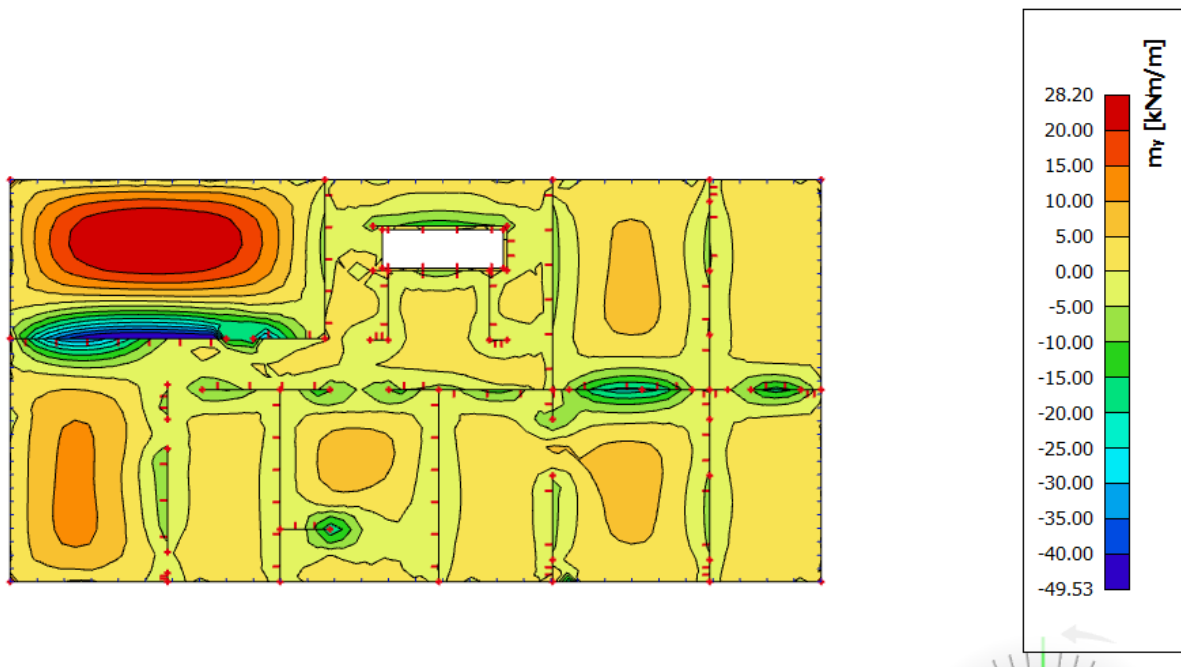
Slika 6.29. Korisno opterećenje ( $\text{kN/m}^2$ )



Slika 6.30. Korisno opterećenje ( $\text{kN/m}^2$ )



Slika 6.34. Prikaz momenata savijanja u polju  $M_x$  – GSN2



Slika 6.35. Prikaz momenata savijanja u polju  $M_y$  – GSN2

Donja zona ploče (polje):

→ pozitivni moment savijanja:  $M_{Ed,max} = 32,96 \text{ kNm/m'}$

$$M_{Ed,max} = 32,96 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3296}{100 \cdot 13^2 \cdot 1,67} = 0,071$$

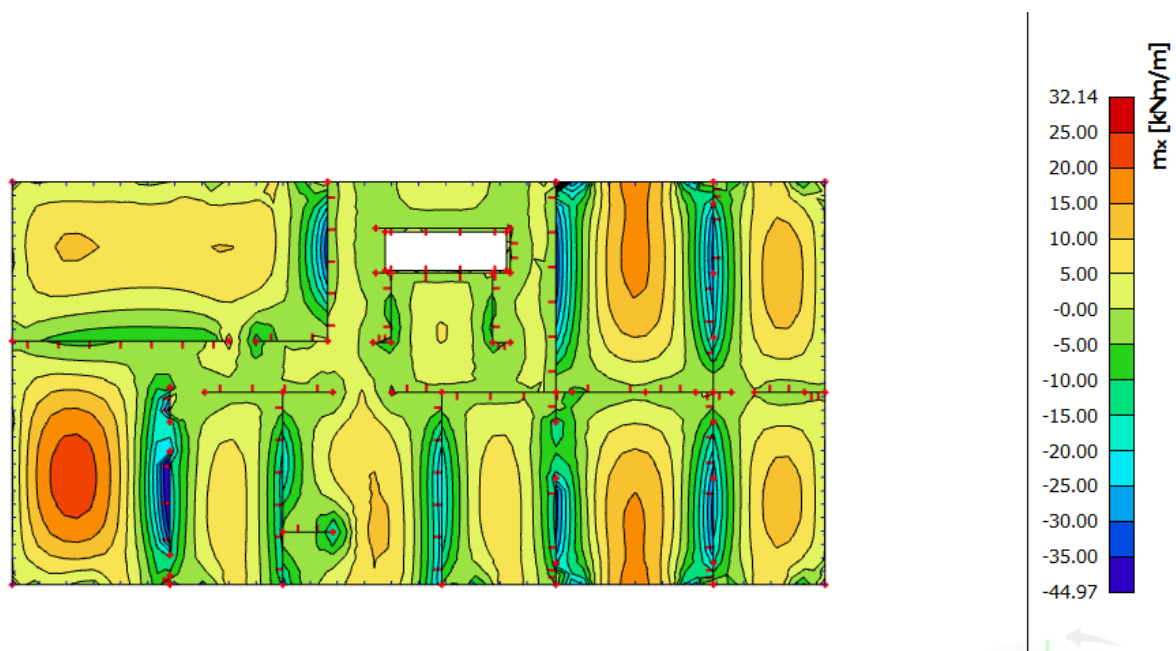
Očitano:  $\varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰}$      $\varepsilon_{c2} = 1,7 \text{ ‰}$

$$\zeta = 0,947 \quad \xi = 0,145$$

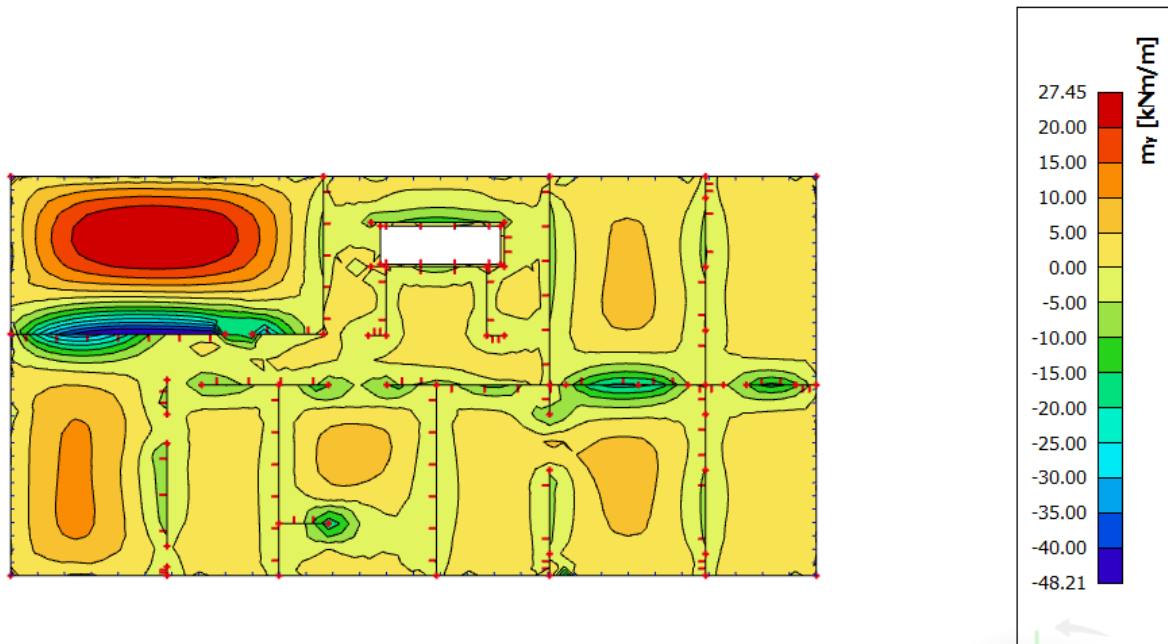
$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3258}{0,947 \cdot 13 \cdot 43,48} = 4,65 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q – 503 + preklop 40 cm** ( $A_s = 5,97 \text{ cm}^2$ )

LEZAJ



**Slika 6.32.** Prikaz momenata savijanja na ležajevima  $M_x$  – GSN1



**Slika 6.32.** Prikaz momenata savijanja na ležajevima  $M_y$  – GSN1

Gornja zona ploče (ležajevi):

→ negativni moment savijanja:  $M_{Ed,min} = 48,21 \text{ kNm/m'}$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{48,21}{100 \cdot 13^2 \cdot 1,67} = 0,099$$

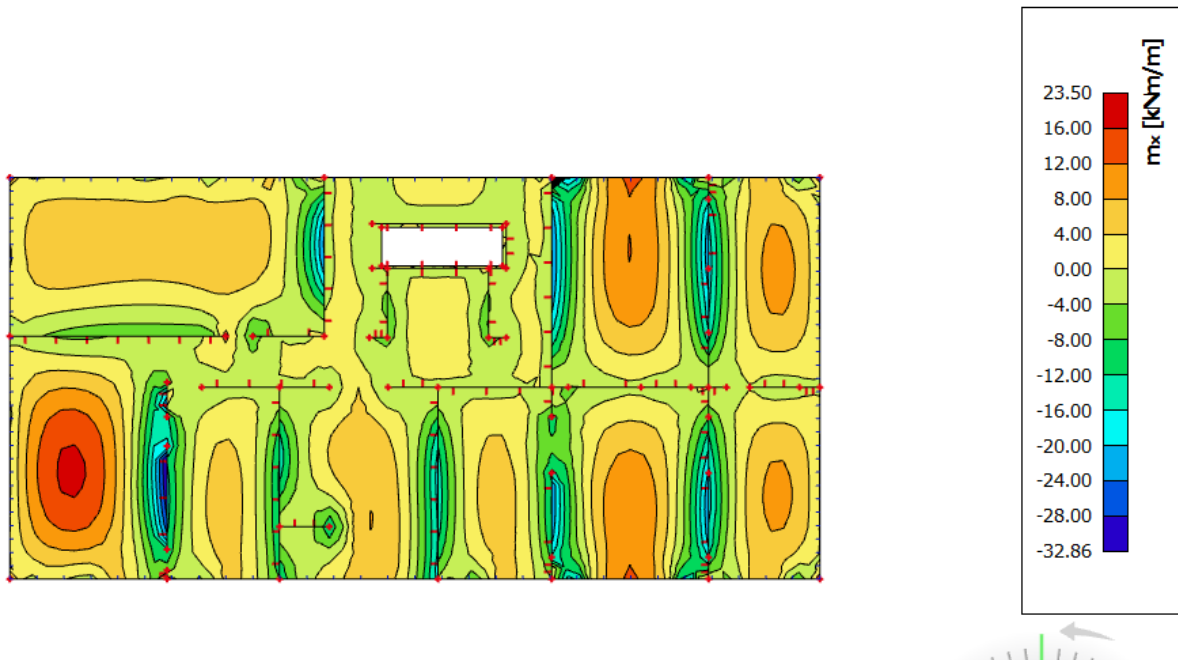
Očitano:  $\epsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰}$     $\epsilon_{c2} = 1,3 \text{ ‰}$     $\zeta = 0,928$     $\xi = 0,187$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{4821}{0,928 \cdot 13 \cdot 43,48} = 7,03 \text{ cm}^2$$

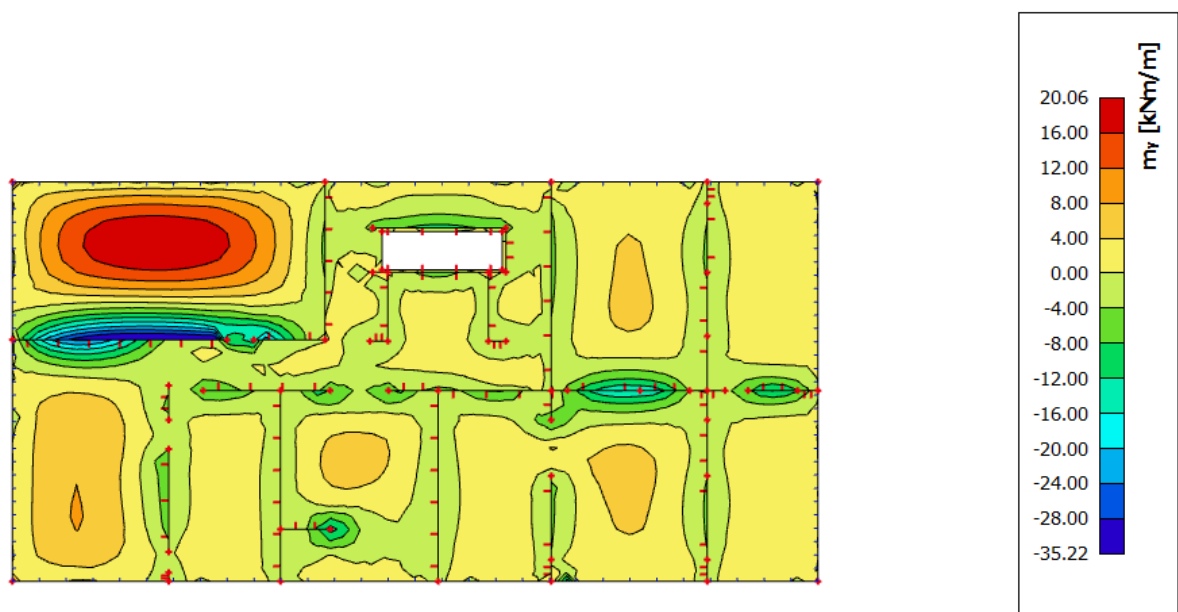
Odabrana armatura: **R – 636 + preklom 40cm** ( $A_s = 9,37,546 \text{ cm}^2$ )

GSU

PUKOTINR



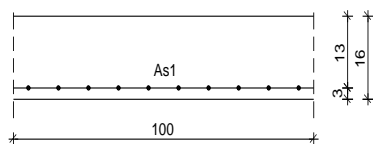
Slika 6.36. Maksimalni momenti savijanja  $M_x$ , za kombinaciju GSU



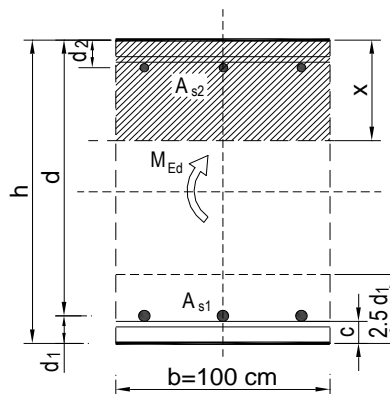
Slika 6.37. Maksimalni momenti savijanja  $M_y$ , za kombinaciju GSU

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju:  $M_{Ed} = 23,50 \text{ kNm/m}$

Armatura ploče donja zona: Q – 503 + preklap 40 cm ( $A_s = 5,97 \text{ cm}^2$ )

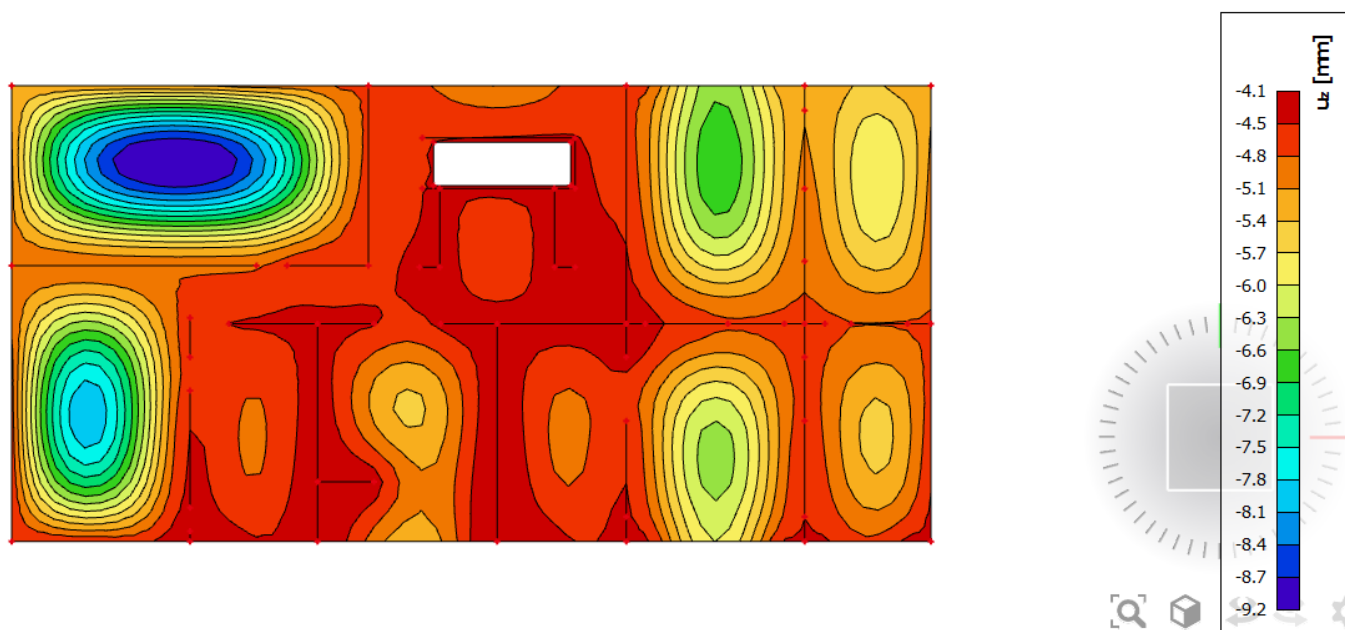


$b =$	100,0 cm	$d =$	13,0 cm	$h =$	16,0 cm
$f_{ck} =$	20,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,21 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	5,97 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	29,90 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,69
$M_{Ed} =$	23,50 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	326,65 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,01 cm	$r_{p,eff} =$	0,0080		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,001048	$>$	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000980	
$\emptyset =$	7,0 mm	$c =$	2,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	217,50 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,237 \text{ mm} < w_g$					



Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.237 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da odabrana armatura zadovoljava.

## PROGIB



Slika 6.22. Prikaz progiba za ploču za kombinaciju GSU

Grafična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{625}{250} = 2,5\text{cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0,92\text{ cm}$

Ukupni progib:  $f_d = \Phi_0 \cdot K_r \cdot f_k$

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

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

$$r_0 = \frac{2 \cdot A_c}{u} = \frac{2 \cdot 1600}{232} = 13,80\text{ cm} = 138,0\text{ mm}$$

srednji polumjer konstrukcijskog elementa

RH=80% → vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH}{0.1 \cdot \sqrt[3]{r_0}} = 1 + \frac{1 - 80}{0.1 \cdot \sqrt[3]{138,0}} = 1.543$$

koef. utjecaja relativne vlažnosti RH



$$f_{cm} = f_{ck} + \Delta f = 20 + 8 = 28 \text{ MPa}$$

srednja tlačna čvrstoća betona klase C 20/25

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{28}} = 3,17$$

koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje

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

$$\beta_H = 1.5 \times [1 + (0.012 \times RH)^{18}] \times \varnothing_0 + 250 = 1.5 \times [1 + (0.012 \times 80)^{18}] \times 138,0 + 250 = 572,97$$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0.1 + t_0^{0,20}}$$

koeficijenti starosti betona u trenutku opterećivanja

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0,2}} = 0,488$$

koeficijenti starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana

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

$$\Phi_0(28) = \Phi_{RH} \times \beta(f_{cm}) \times \beta(t_0) \quad \text{osnovna veličina koef. puzanja (opt. nakon 28 dana)}$$

$$\Phi_0(28) = 1.39 \times 2.725 \times 0.488 = 1.85$$

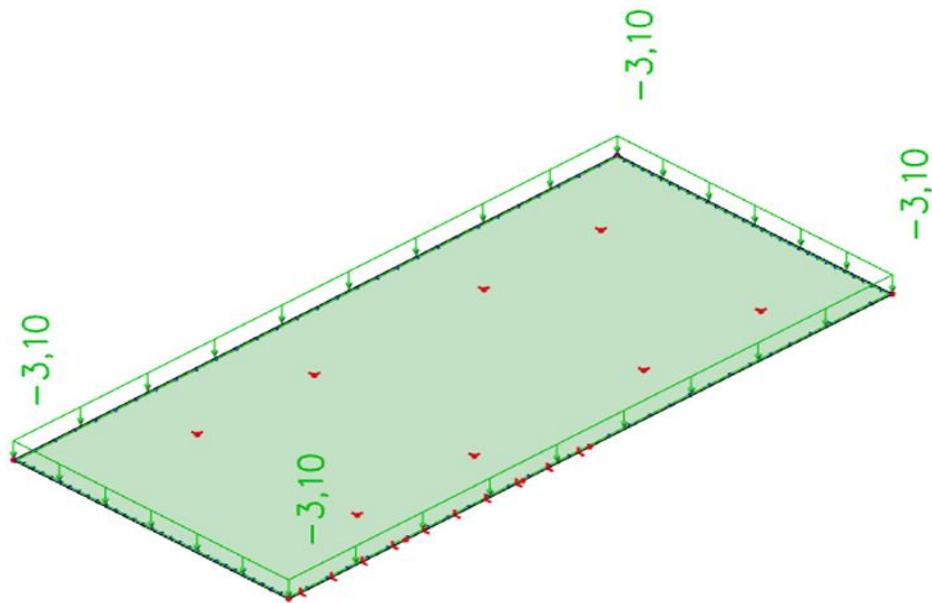
$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{3.36} = 0.85$$

$$f_d = 1.85 \cdot 0.85 \cdot 0,92 = 1,45 \text{ cm}$$

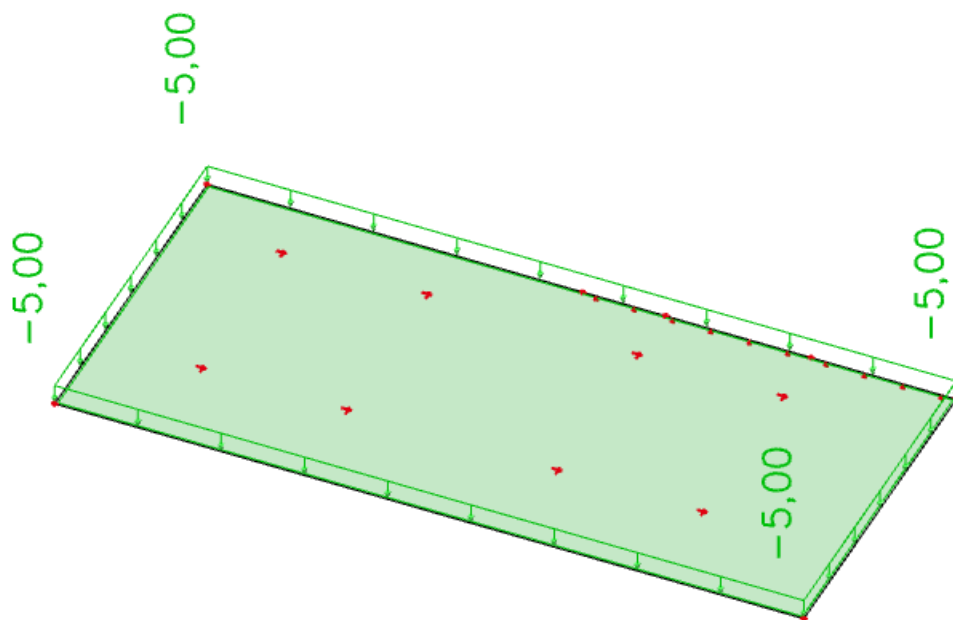
$$f_{uk} = f_k + f_d = 0,92 + 1,45 = 2,37 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2,5 \text{ cm}$$

Odabrane dimenzije ploče i armatura zadovoljavaju u pogledu progiba.

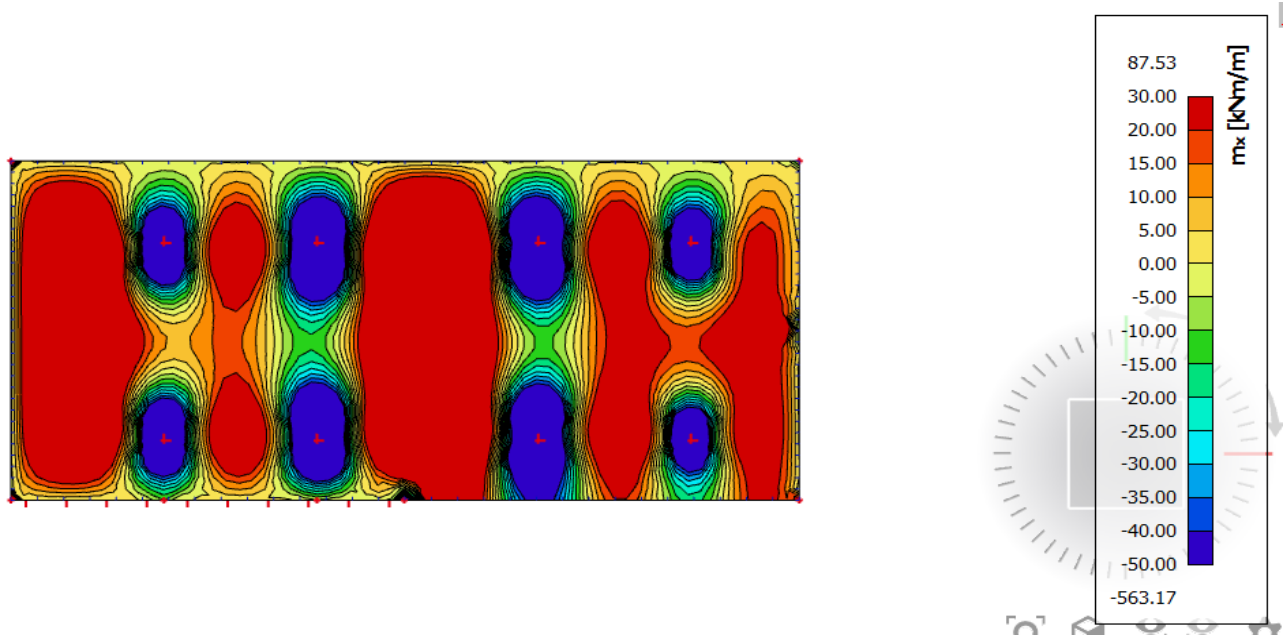
## 6.7. PLOČA GARAŽA POZICIJA 100B



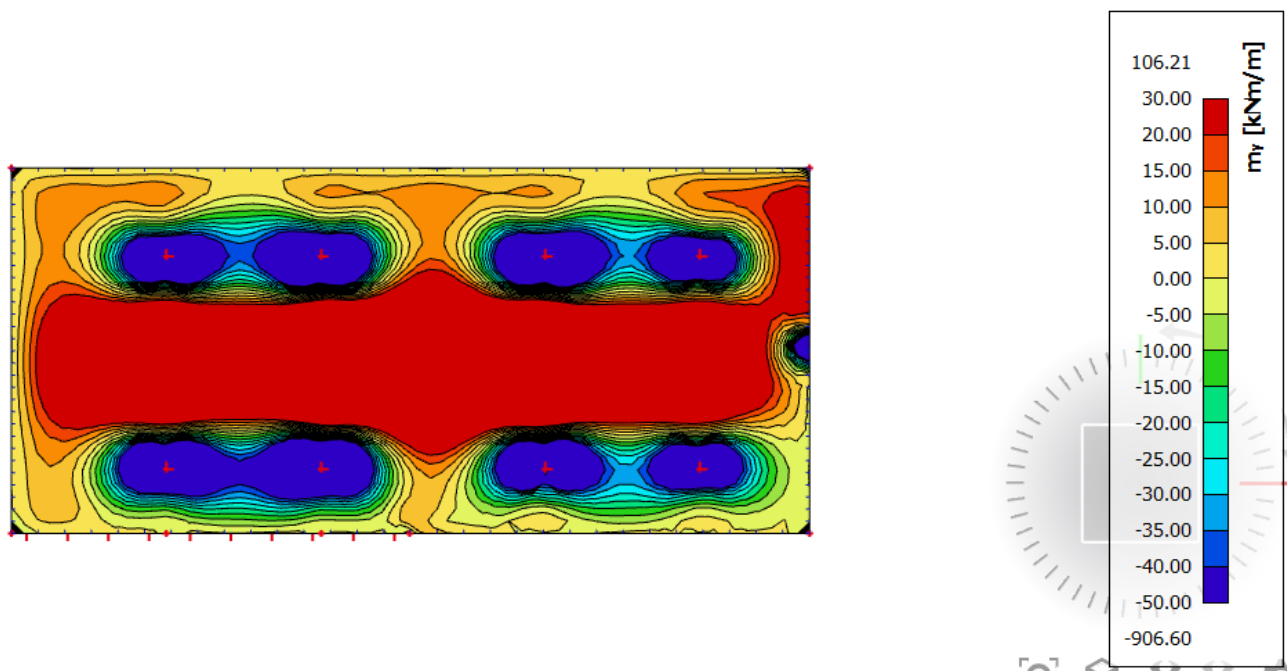
Slika 6.42. Dodatno stalno opterećenje ( $\text{kN/m}^2$ )



Slika 6.43. Korisno opterećenje ( $\text{kN/m}^2$ )



Slika 6.46. Prikaz momenata savijanja u polju  $M_x$  – GSN2



Slika 6.47. Prikaz momenata savijanja u polju  $M_y$  – GSN2

$$M_{Ed,max} = 15.00 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1500}{100 \cdot 17^2 \cdot 2.0} = 0.031$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1500}{0.965 \cdot 17 \cdot 43.48} = 2,1 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q – 257** + preklop 40 cm ( $A_s = 3.05 \text{ cm}^2$ )

$$M_{Ed,max} = 30.00 \text{ kNm/m'}$$

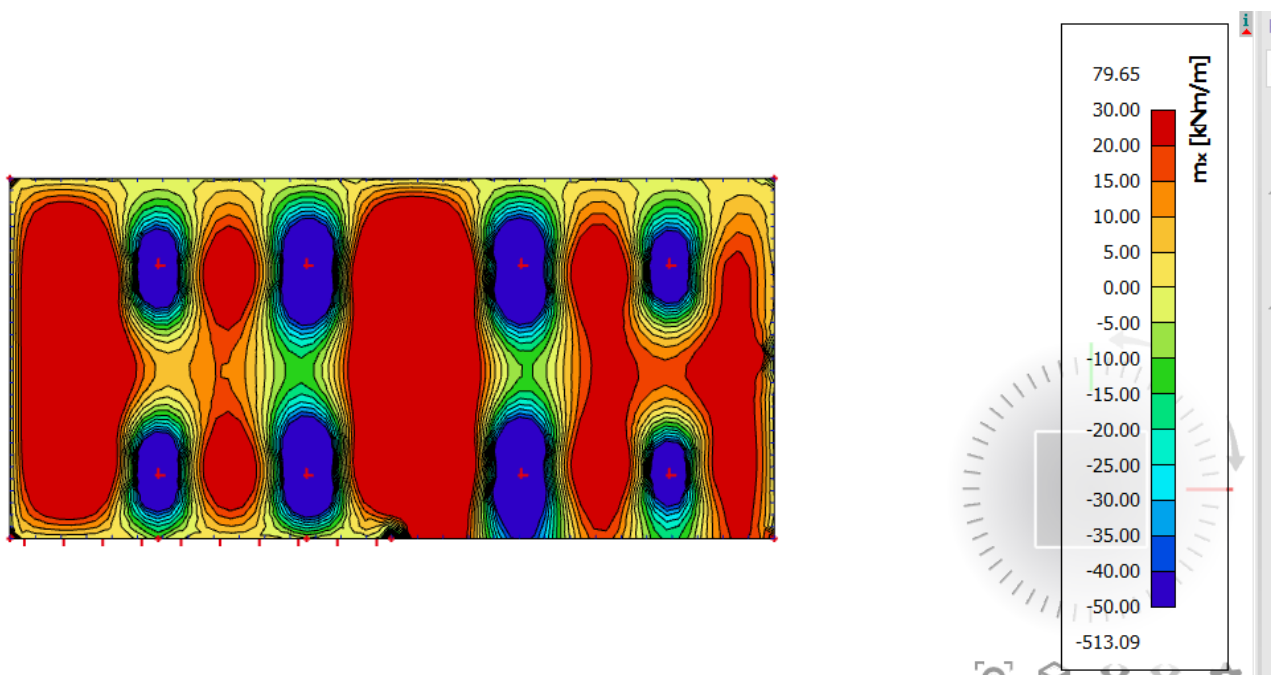
$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3000}{100 \cdot 17^2 \cdot 1,67} = 0,062$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1,6 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.950 \quad \xi = 0.138$$

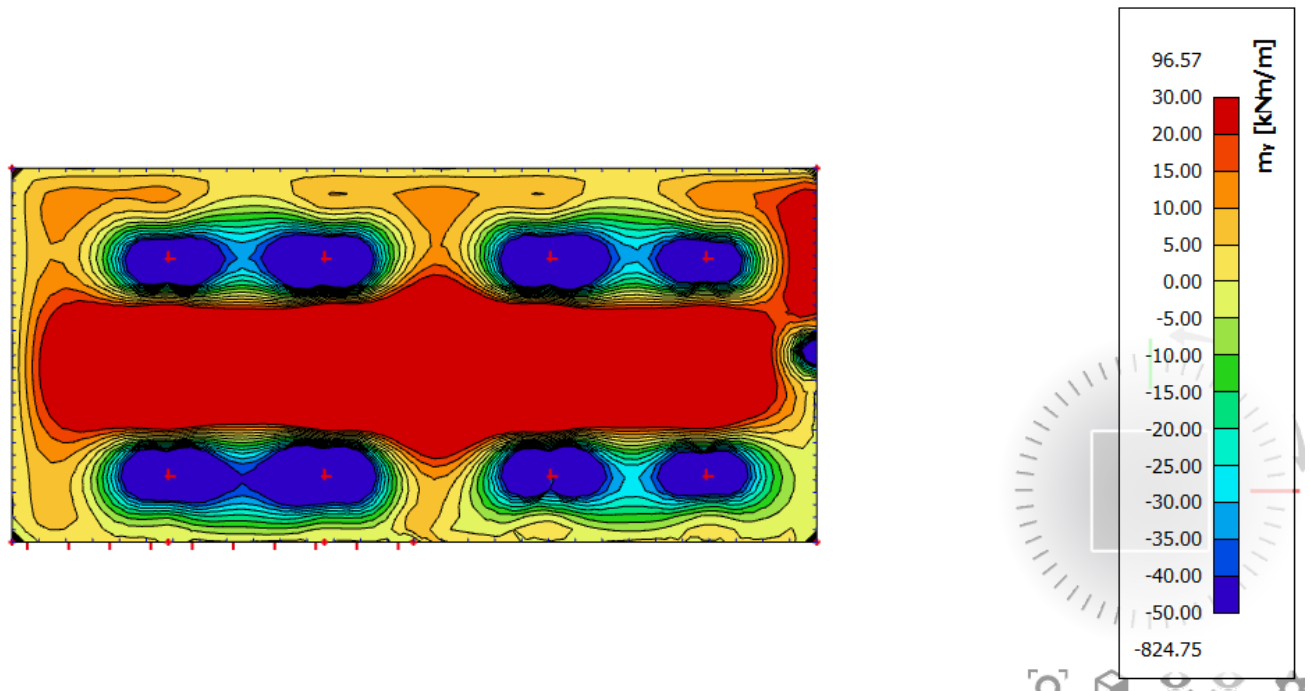
$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3000}{0.950 \cdot 17 \cdot 43.48} = 4,3 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q – 424** + preklop 40 cm ( $A_s = 4,57 \text{ cm}^2$ )

LEŽAJ



Slika 6.44. Prikaz momenata savijanja na ležajevima  $M_x$  – GSN1



Slika 6.45. Prikaz momenata savijanja na ležajevima  $M_y$  – GSN1

$$M_{Ed,max} = 50,00 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{5000}{100 \cdot 17^2 \cdot 1,67} = 0,104$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 2,3 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,928 \quad \xi = 0,187$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{5000}{0,928 \cdot 17 \cdot 43,48} = 7,3 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **R – 785 + preklap 40 cm** ( $A_s = 7,54 \text{ cm}^2$ )

#### Proračun u ostalim kritičnim presjecima

$$M_{Ed,max} = 30,00 \text{ kNm/m'}$$

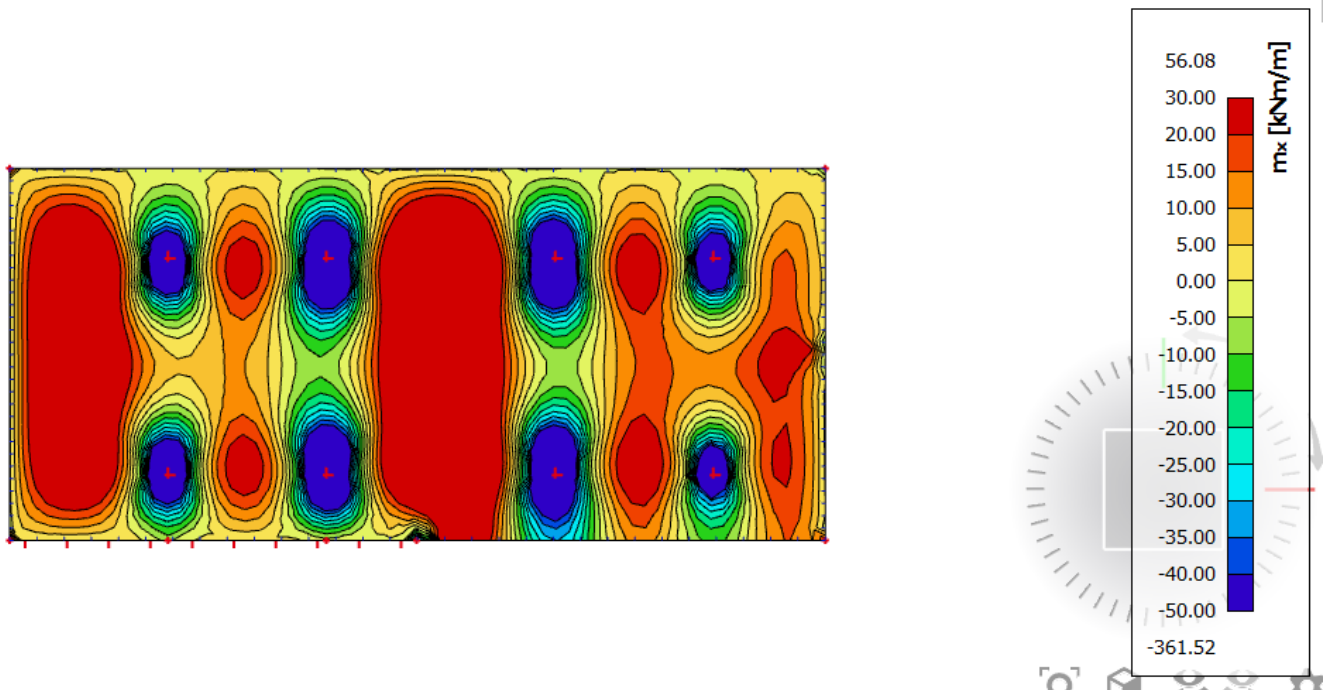
$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3000}{100 \cdot 17^2 \cdot 1,67} = 0,062$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1,6 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,950 \quad \xi = 0,138$$

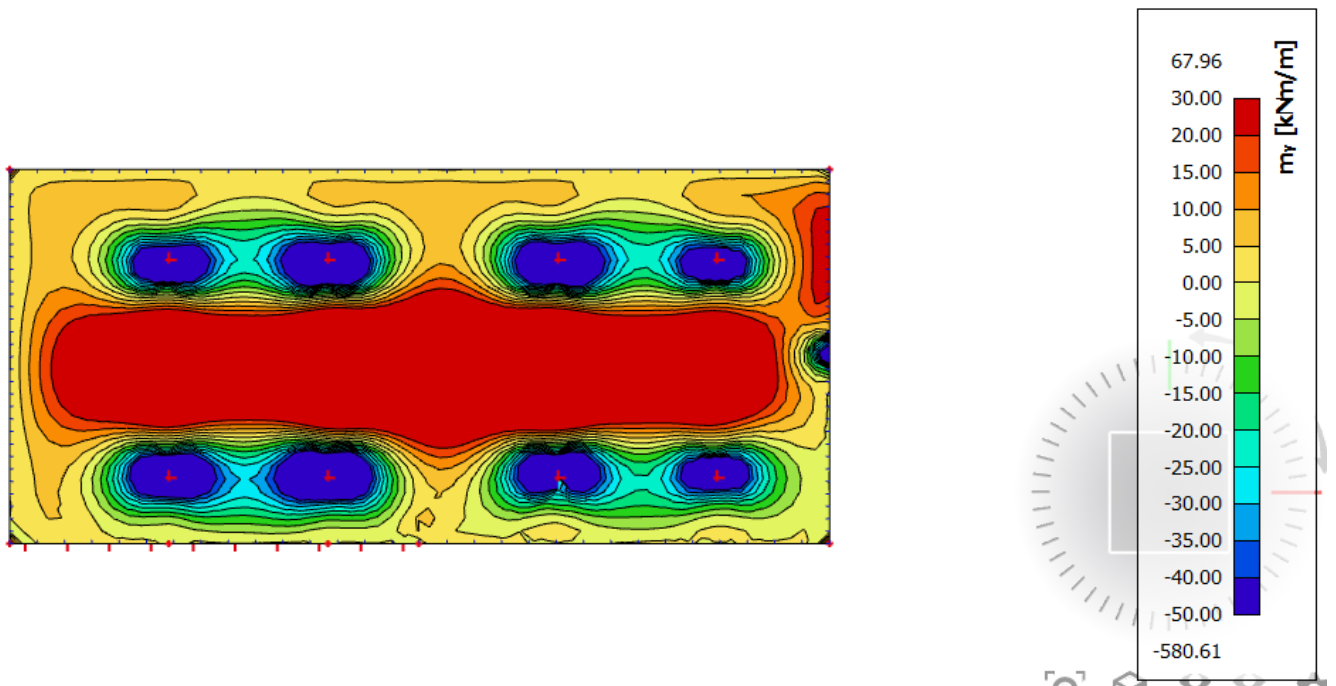
$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3000}{0,950 \cdot 17 \cdot 43,48} = 4,3 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **R – 424 + preklap 40 cm** ( $A_s = 4,57 \text{ cm}^2$ )

PUKOTINE



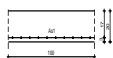
Slika 6.49. Maksimalni momenti savijanja  $M_x$ , za kombinaciju GSU



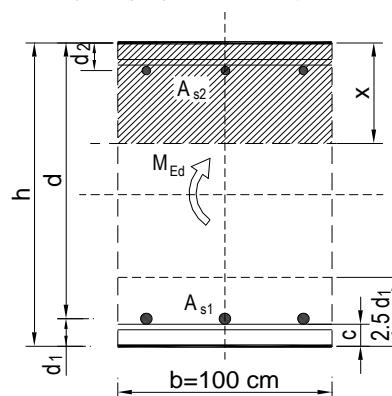
Slika 6.50. Maksimalni momenti savijanja  $M_y$ , za kombinaciju GSU

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju za kritične presjeke :  $M_{Ed} = 30 \text{ kNm/m}$

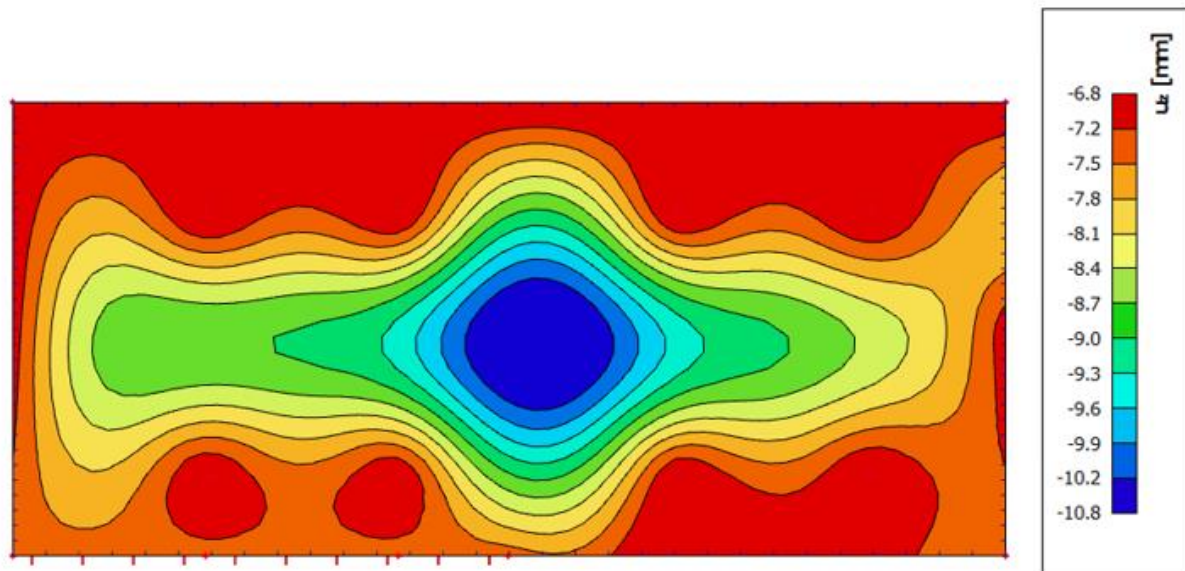
Armatura ploče donja zona za kritične presjeke: Q – 424 + preklop 40 cm ( $A_s = 4,57 \text{ cm}^2$ )



$b =$	100,0 cm	$d =$	17,0 cm	$h =$	20,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 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>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	30,00 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	408,68 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,01 cm	$r_{p,eff} =$	0,0061		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,001057	$< 0.6 \cdot s_s / E_s =$	0,001226		
$\varnothing =$	7,0 mm	$c =$	2,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	263,30 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,299 \text{ mm} < w_g$					



Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.299 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da odabrana armatura zadovoljava.



**Slika 6.30.** Prikaz progiba za ploču za kombinaciju GSU

Granična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{970}{250} = 3,88 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 1,08 \text{ cm}$

Ukupni progib:  $f_d = \Phi_0 \cdot K_r \cdot f_k$

$$A_c = b \times h = 100 \times 20 = 2000 \text{ cm}^2$$

$$u_c = 2 \times (b + h) = 2 \times (100 + 20) = 240 \text{ cm}$$

$$\bar{r}_0 = \frac{2 \cdot A_c}{u} = \frac{2 \cdot 2000}{240} = 16,67 \text{ cm} = 166,7 \text{ mm}$$

srednji polumjer konstrukcijskog elementa

RH=80% → vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - \frac{RH}{100}}{0,1 \cdot \sqrt[3]{\bar{r}_0}} = 1 + \frac{1 - \frac{80}{100}}{0,1 \cdot \sqrt[3]{166,7}} = 1,363$$

koef. utjecaja relativne vlažnosti RH

$$f_{cm} = f_{ck} + \Delta f = 20 + 8 = 28 \text{ MPa}$$

srednja tlačna čvrstoća betona klase C 20/25



$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{28}} = 3,17$$

koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje

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

$$\beta_H = 1.5 \times [1 + (0.012 \times RH)^{18}] \times \varnothing_0 + 250 = 1.5 \times [1 + (0.012 \times 80)^{18}] \times 166,7 + 250 = 619,97$$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0.1 + t_0^{0.20}} \quad \text{koeficijenti starosti betona u trenutku opterećivanja}$$

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0,488 \quad \text{koeficijenti starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana}$$

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

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

$$\Phi_0(28) = \Phi_{RH} \times \beta(f_{cm}) \times \beta(t_0) \quad \text{osnovna veličina koef. puzanja (opt. nakon 28 dana)}$$

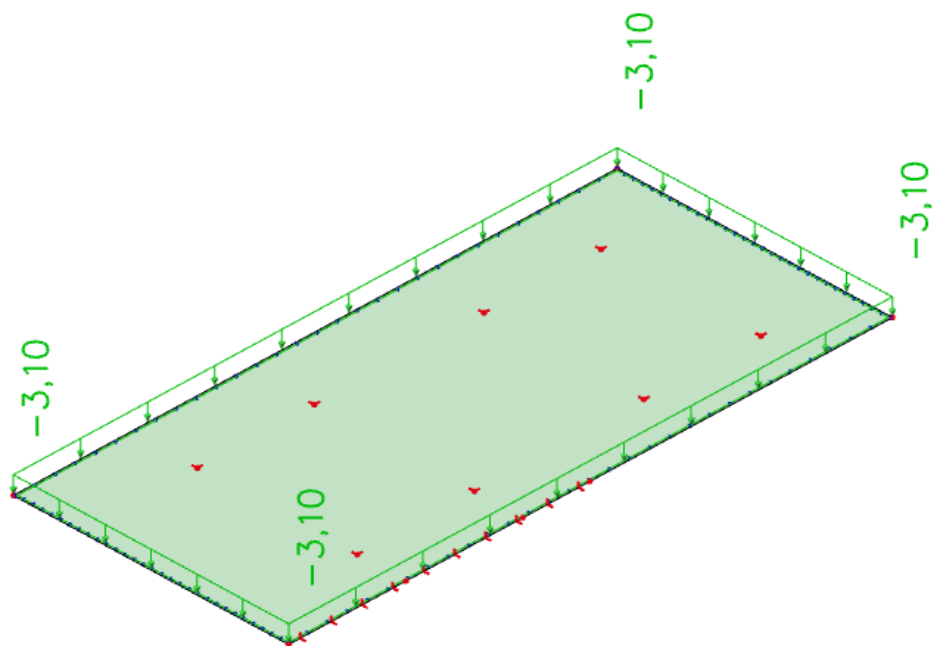
$$\Phi_0(28) = 1.39 \times 2.725 \times 0.488 = 1.85$$

$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{3.36} = 0.85$$

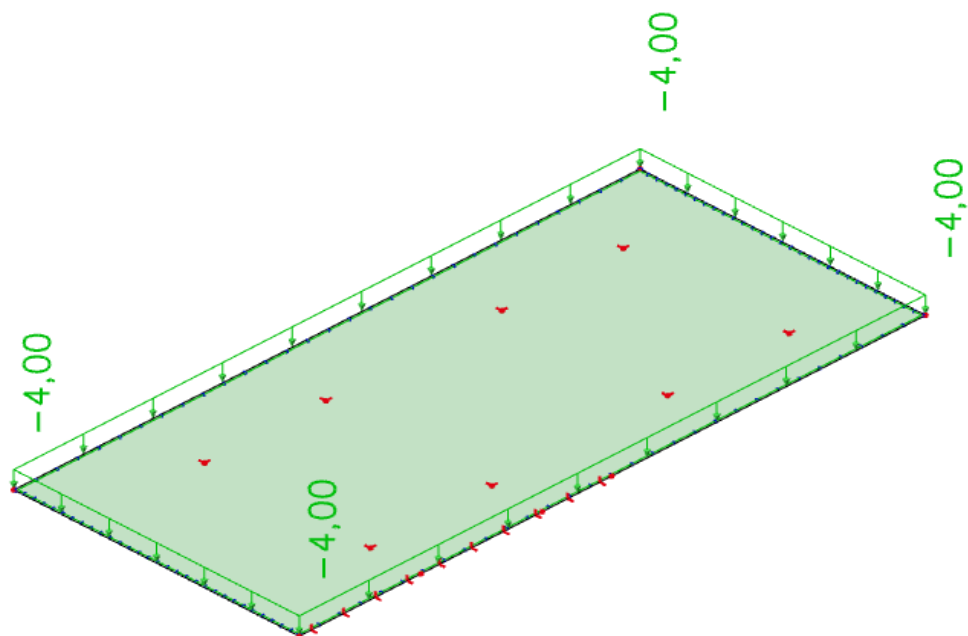
$$f_d = 1.85 \cdot 0.85 \cdot 1,08 = 1,7 \text{ cm}$$

$$f_{uk} = f_k + f_d = 1,08 + 1,7 = 2,93 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 3,88 \text{ cm}$$

## 6.8. PLOCA GARŽA POZICIJA 200B



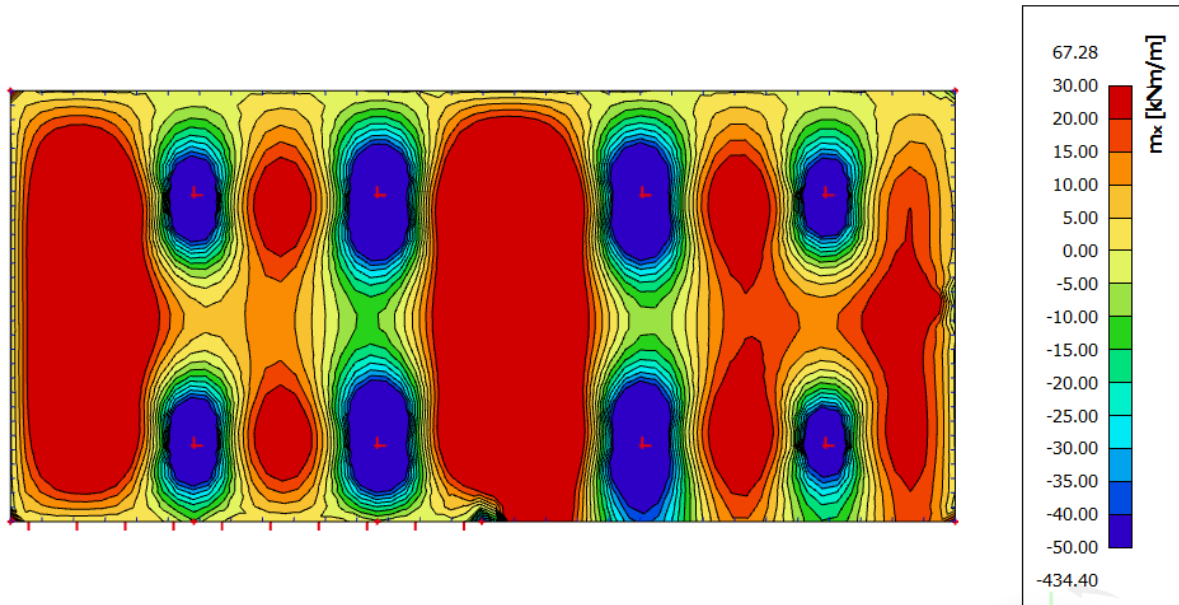
Slika 6.30. Dodatno stalno opterećenje ( $\text{kN/m}^2$ )



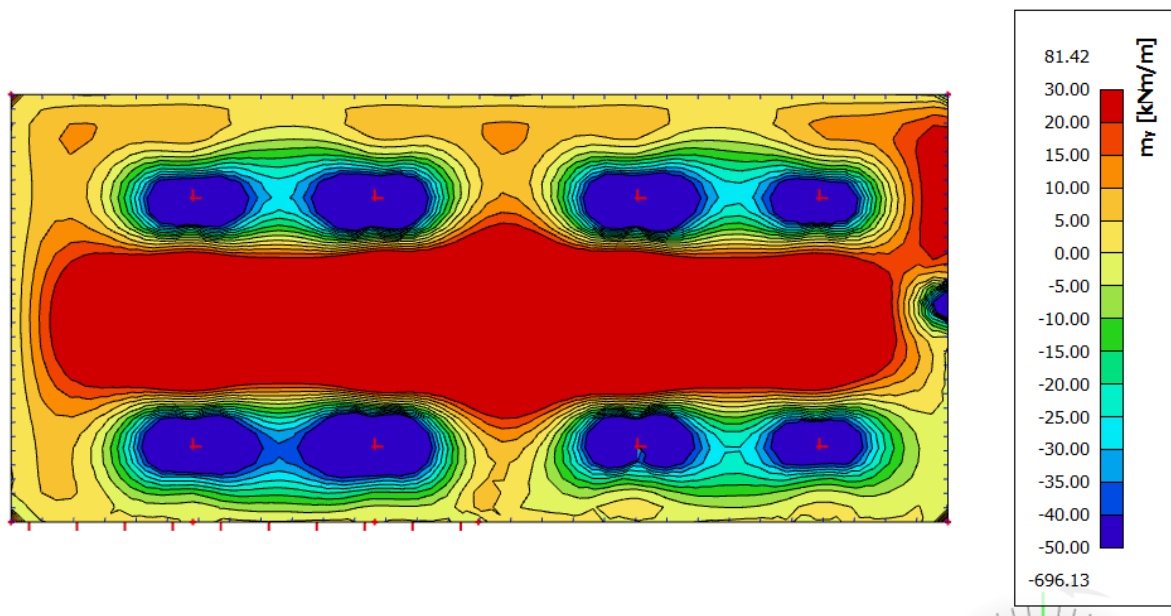
Slika 6.31. Korisno opterećenje ( $\text{kN/m}^2$ )

GSN

POLJE



Slika 6.40. Prikaz momenata savijanja u polju  $M_x$  – GSN2



Slika 6.41. Prikaz momenata savijanja u polju  $M_y$  – GSN2

$$M_{Ed,max} = 15.00 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1500}{100 \cdot 17^2 \cdot 2.0} = 0.031$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1500}{0.965 \cdot 17 \cdot 43.48} = 2,1 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q – 257** + preklop 40 cm ( $A_s = 3.05 \text{ cm}^2$ )

$$M_{Ed,max} = 30.00 \text{ kNm/m'}$$

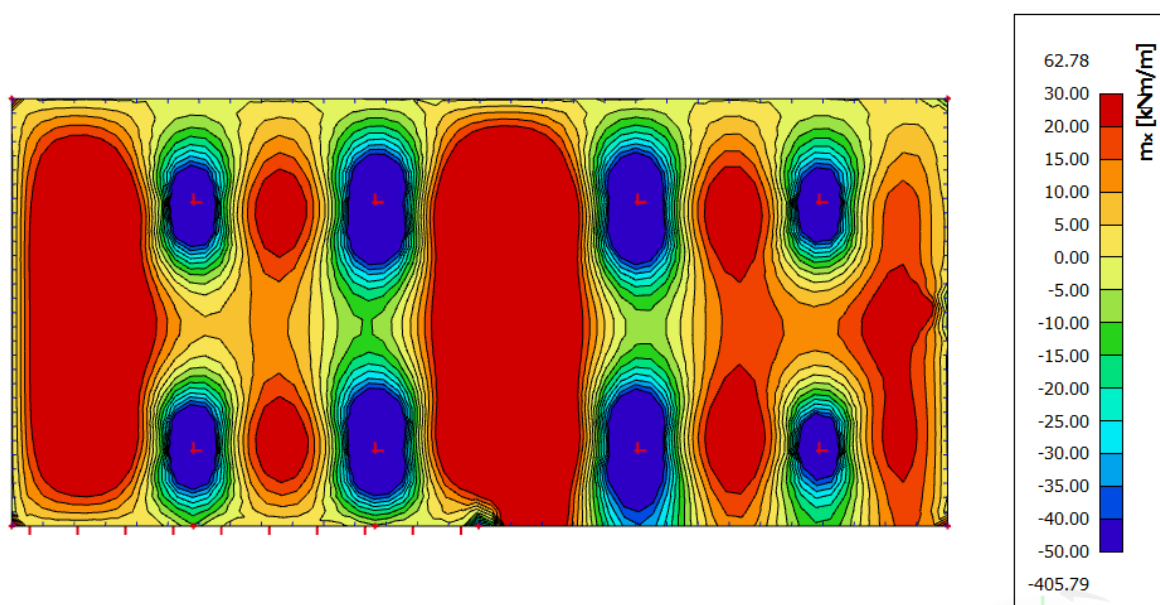
$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3000}{100 \cdot 17^2 \cdot 1.67} = 0,062$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1,6 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.950 \quad \xi = 0.138$$

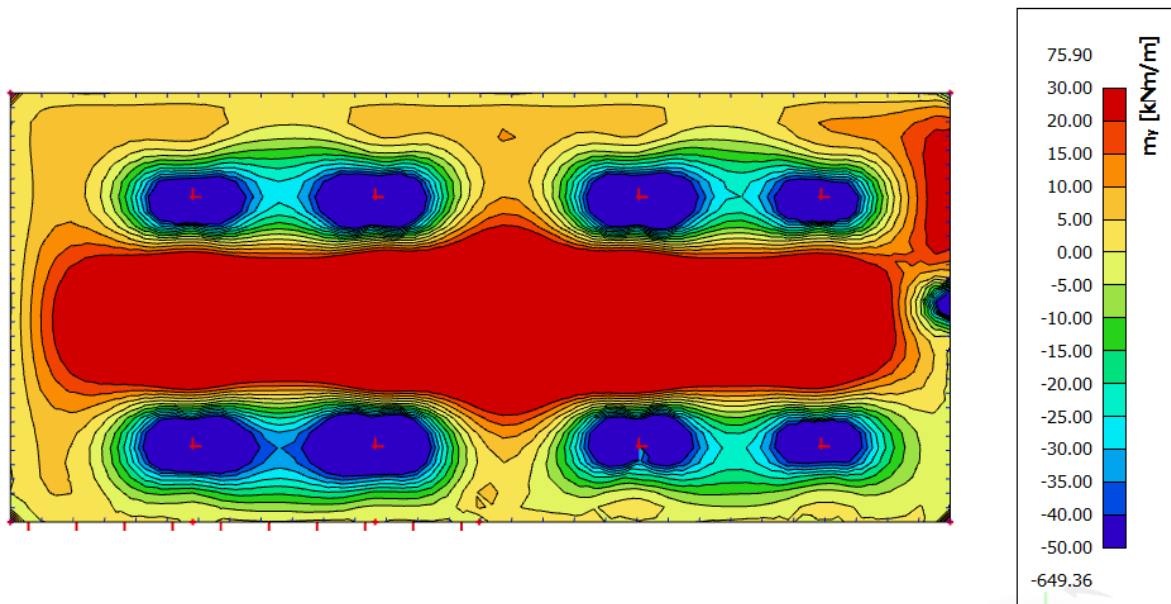
$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3000}{0.950 \cdot 17 \cdot 43.48} = 4,3 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q – 424** + preklop 40 cm ( $A_s = 4,57 \text{ cm}^2$ )

LEZAJ



**Slika 6.40.** Prikaz momenata savijanja na ležajevima  $M_x$  – GSN1



**Slika 6.41.** Prikaz momenata savijanja na ležajevima  $M_y$  – GSN1

$$M_{Ed,max} = 50,00 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{5000}{100 \cdot 17^2 \cdot 1,67} = 0,104$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 2,3 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,928 \quad \xi = 0,187$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{5000}{0,928 \cdot 17 \cdot 43,48} = 7,3 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **R – 785 +** preklop 40 cm ( $A_s = 9,36 \text{ cm}^2$ )

#### Proračun u ostalim kritičnim presjecima

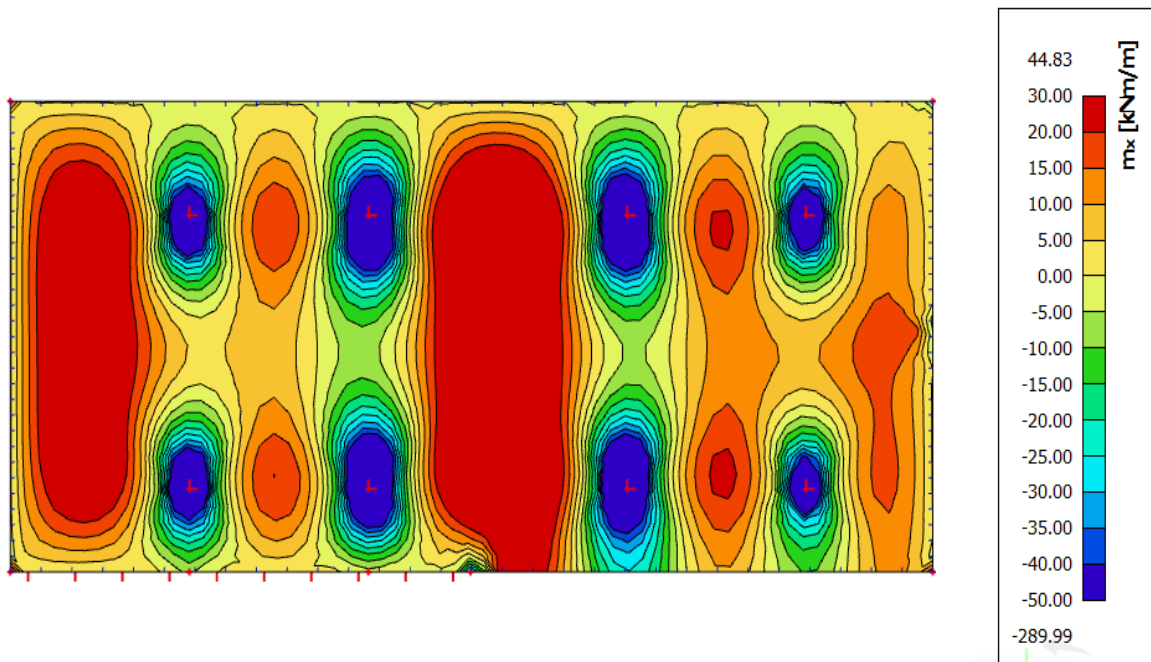
$$M_{Ed,max} = 30,00 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3000}{100 \cdot 17^2 \cdot 1,67} = 0,062$$

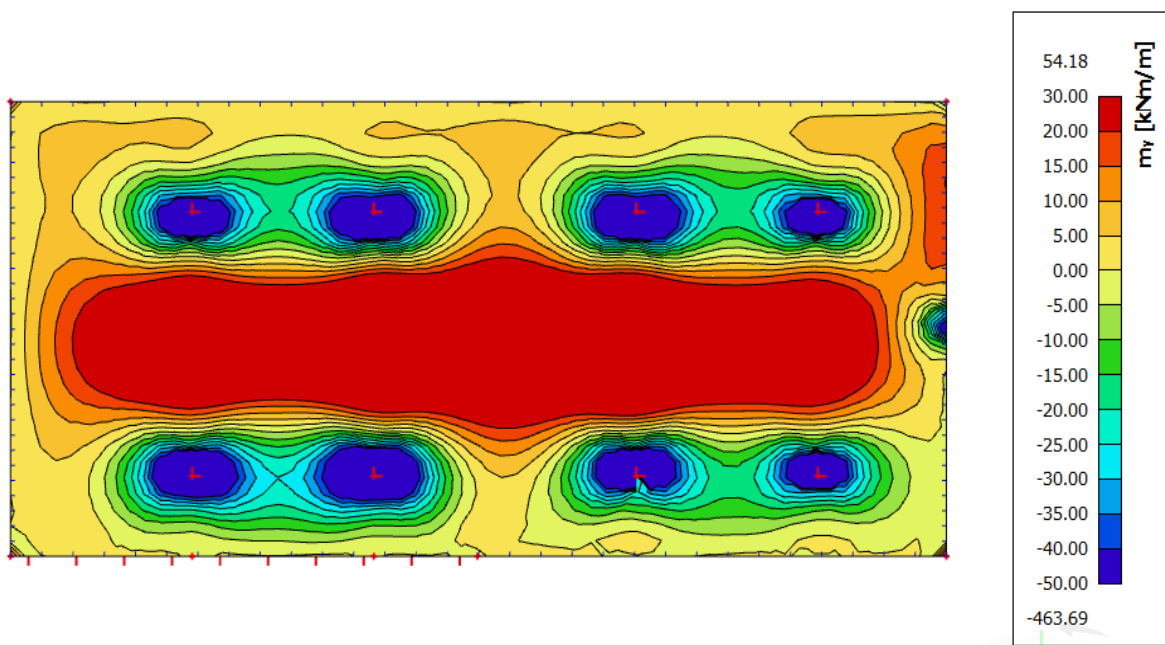
$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1,6 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,950 \quad \xi = 0,138$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3000}{0,950 \cdot 17 \cdot 43,48} = 4,3 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **R – 424 +** preklop 40 cm ( $A_s = 4,57 \text{ cm}^2$ )



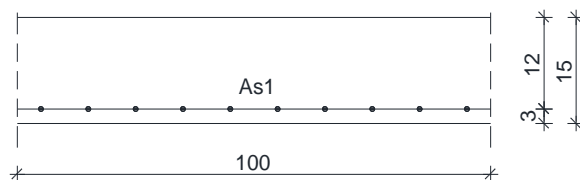
Slika 6.35. Maksimalni momenti savijanja  $M_x$ , za kombinaciju GSU



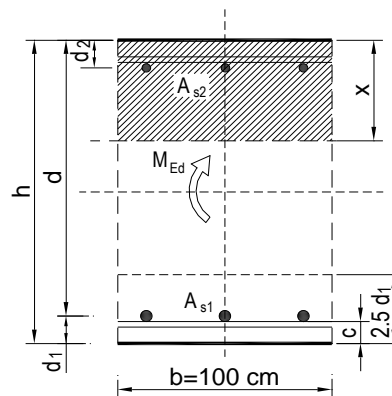
Slika 6.36. Maksimalni momenti savijanja  $M_y$ , za kombinaciju GSU

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju za kritične presjeke :  $M_{Ed} = 30 \text{ kNm/m}$

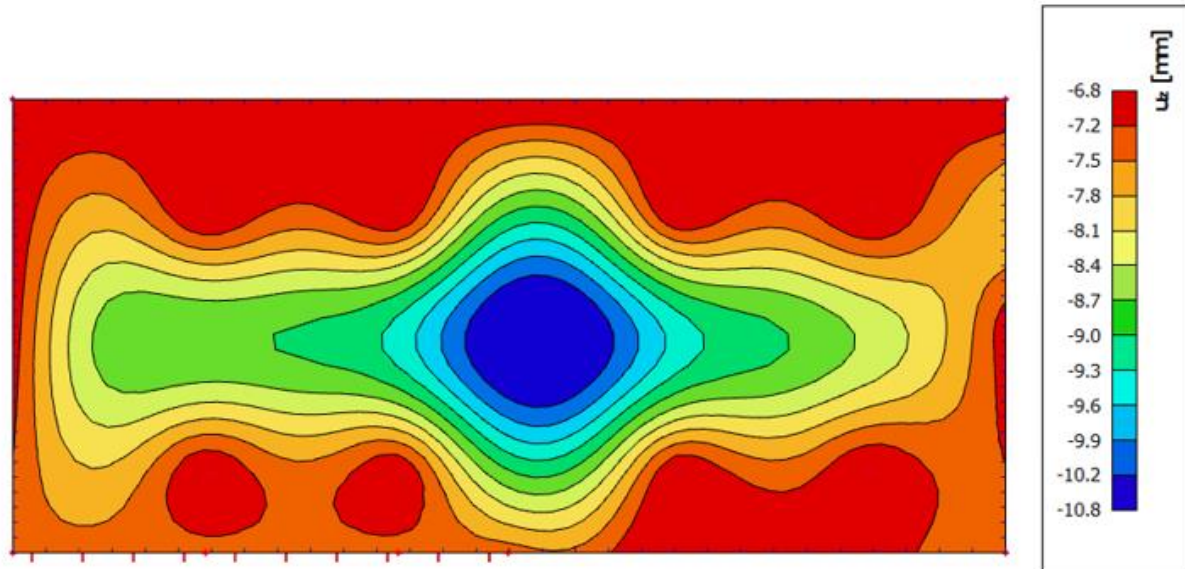
Armatura ploče donja zona za kritične presjeke:  $Q - 424 + \text{preklop } 40 \text{ cm}$  ( $A_s = 4,57 \text{ cm}^2$ )



$b =$	100,0 cm	$d =$	17,0 cm	$h =$	20,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 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>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	30,00 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	408,68 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,01 cm	$r_{p,eff} =$	0,0061		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,001057	$<$	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,001226	
$\varnothing =$	7,0 mm	$c =$	2,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	263,30 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,299 \text{ mm} < w_g$					



Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.299 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da odabrana armatura zadovoljava.



Slika 6.21. Prikaz progiba za ploču za kombinaciju GSU

Granična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{970}{250} = 3,88\text{cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 1,08\text{ cm}$

Ukupni progib:  $f_d = \Phi_0 \cdot K_r \cdot f_k$

$A_c = b \times h = 100 \times 20 = 2000\text{ cm}^2$

$u_c = 2 \times (b + h) = 2 \times (100 + 20) = 240\text{ cm}$

$r_0 = \frac{2 \cdot A_c}{u} = \frac{2 \cdot 2000}{240} = 16,67\text{ cm} = 166,7\text{ mm}$

srednji polumjer konstrukcijskog elementa

RH=80% → vlažnost zraka

$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - \frac{RH}{100}}{0.1 \cdot \sqrt[3]{r_0}} = 1 + \frac{1 - \frac{80}{100}}{0.1 \cdot \sqrt[3]{166,7}} = 1.363$

koef. utjecaja relativne vlažnosti RH



$$f_{cm} = f_{ck} + \Delta f = 20 + 8 = 28 \text{ MPa}$$

srednja tlačna čvrstoća betona klase C 20/25

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{28}} = 3,17$$

koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje

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

$$\beta_H = 1.5 \times [1 + (0.012 \times RH)^{18}] \times \varnothing_0 + 250 = 1.5 \times [1 + (0.012 \times 80)^{18}] \times 166,7 + 250 = 619,97$$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0.1 + t_0^{0,20}}$$

koeficijenti starosti betona u trenutku opterećivanja

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0,2}} = 0,488$$

koeficijenti starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana

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

$$\Phi_0(28) = \Phi_{RH} \times \beta(f_{cm}) \times \beta(t_0) \quad \text{osnovna veličina koef. puzanja (opt. nakon 28 dana)}$$

$$\Phi_0(28) = 1.39 \times 2.725 \times 0.488 = 1.85$$

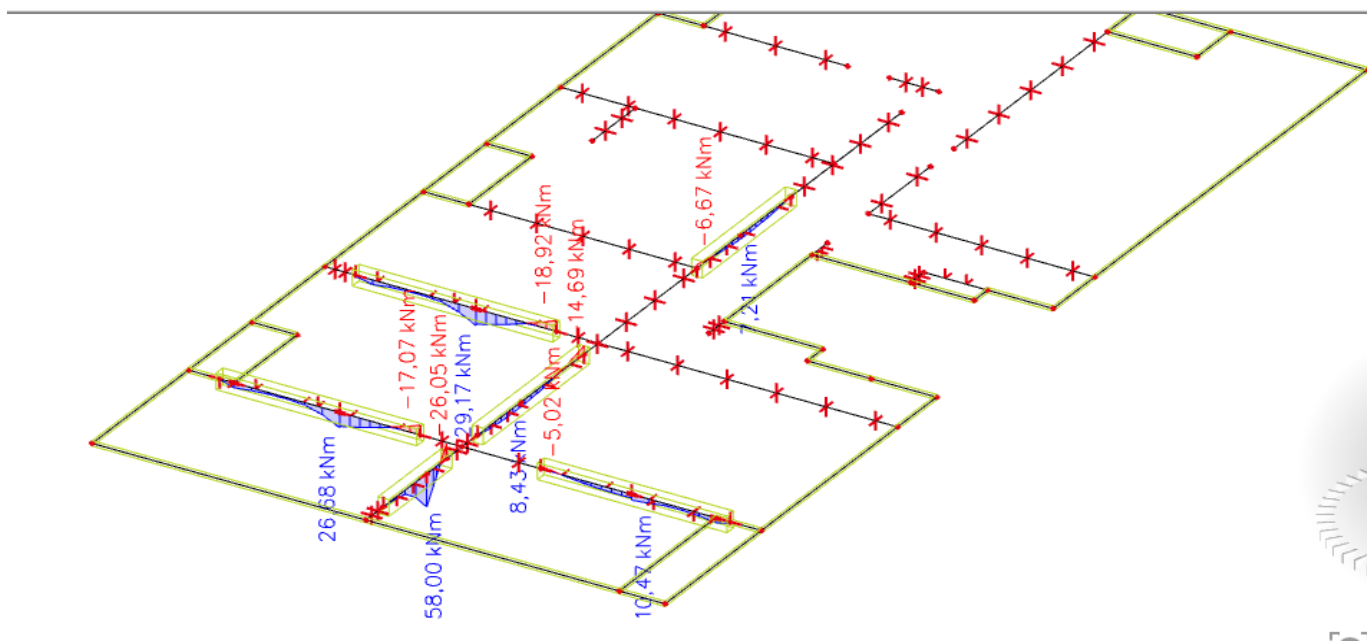
$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{3.36} = 0.85$$

$$f_d = 1.85 \cdot 0.85 \cdot 1,08 = 1,7 \text{ cm}$$

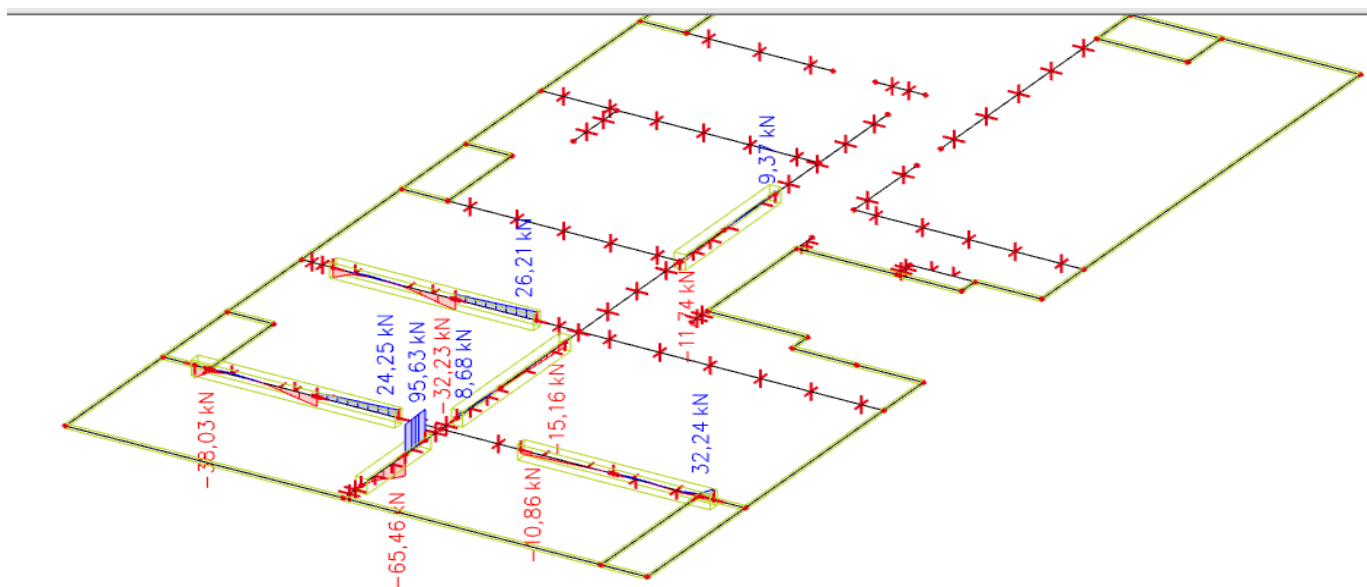
$$f_{uk} = f_k + f_d = 1,08 + 1,7 = 2,93 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 3,88 \text{ cm}$$

## 7. PRORAČUN GREDA

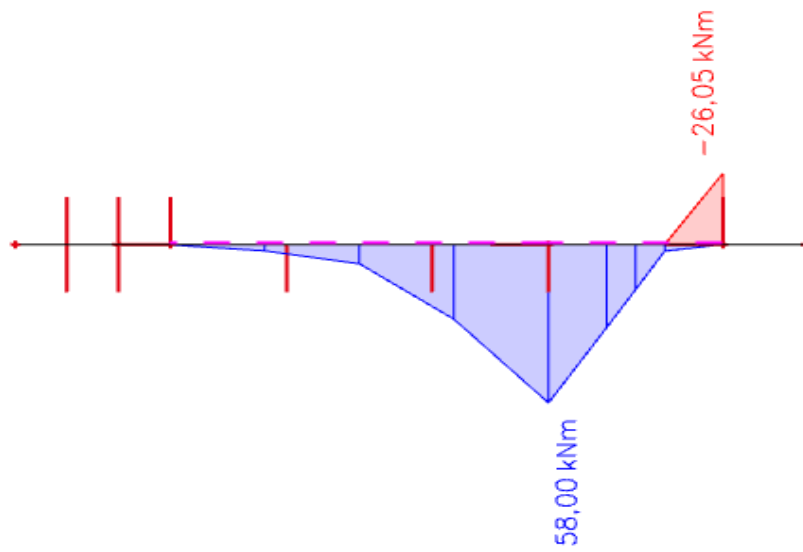
### 7.1. GREDE POZICIJE 300



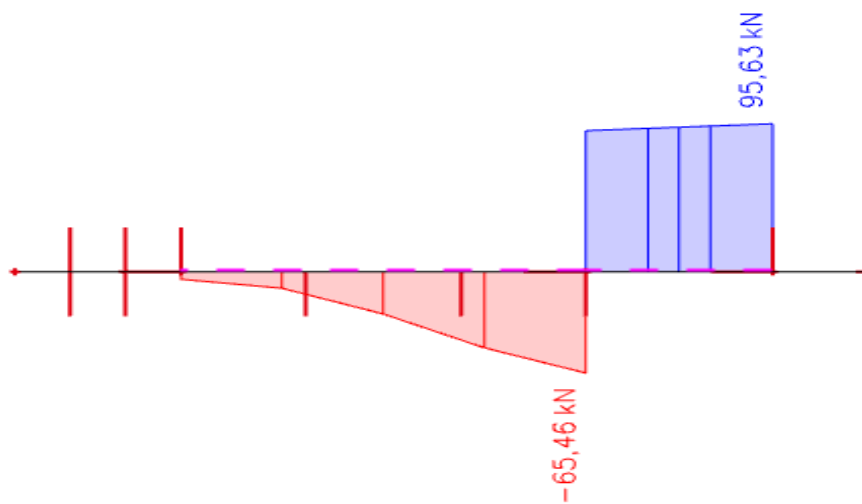
Slika 7.1. Prikaz momenata savijanja za grede pozicije 300



Slika 7.2. Prikaz poprečnih sila za grede pozicije 300

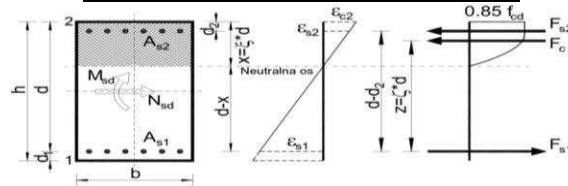


**Slika 7.3.** Prikaz momenata savijanja grede -  $M_y$



**Slika 7.4.** Prikaz poprečnih sila grede -  $V_z$

Dimenzioniranje na savijanje – maksimalni moment u polju



Uobičajena kombinacija
C 25/30
$f_{cd}=25/1.5=16.67$ MPa
B 500B
$f_{yd}=500/1.15=434.8$ MPa
$M_{Ed}= 58,00$ kNm
$N_{Ed}= 0$ kN

<b>b</b>	30	cm		C	25   30
<b>h</b>	50	cm	$f_{cd}$		1,67 kN/cm <sup>2</sup>
<b>d<sub>1</sub>(d<sub>2</sub>)</b>	5	cm	$f_{yd}$		43,48 kN/cm <sup>2</sup>
<b>d</b>	45	cm			
<b>Jednostruko armiranje</b>					
<b>M<sub>Ed</sub></b>	58,0	kNm	<b>ω</b>		14,301 %
<b>N<sub>Ed</sub></b>	0	kN	<b>ρ</b>		0,548 %
<b>ε<sub>s1</sub></b>	10	‰	<b>ξ</b>		0,18
<b>ε<sub>c2</sub></b>	2,2	‰	<b>ζ</b>		0,931
<b>M<sub>sds</sub></b>	91,2	kNm	<b>A<sub>s1</sub></b>		5,27 cm <sup>2</sup>
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	160,33	kNm	<b>A<sub>s2</sub></b>		cm <sup>2</sup>
<b>μ<sub>sdl</sub></b>	0,097		<b>A<sub>s,min</sub></b>		1,2 cm <sup>2</sup>

Odabrana armatura: 3Φ16                      **As1= 6,03 cm<sup>2</sup>**

Dimenzioniranje na savijanje – maksimalni moment na ležaju

Uobičajena kombinacija
C 25/30
$f_{cd}=25/1.5=16.67$ MPa
B 500B
$f_{yd}=500/1.15=434.8$ MPa
$M_{Ed}= 26,05$ kNm
$N_{Ed}= 0$ kN

<b>b</b>	30	cm		C	25   30
<b>h</b>	50	cm	$f_{cd}$		1,67 kN/cm <sup>2</sup>
<b>d<sub>1</sub>(d<sub>2</sub>)</b>	5	cm	$f_{yd}$		43,48 kN/cm <sup>2</sup>
<b>d</b>	45	cm			
<b>Jednostruko armiranje</b>					
<b>M<sub>Ed</sub></b>	26,05	kNm	<b>ω</b>		14,301 %
<b>N<sub>Ed</sub></b>	0	kN	<b>ρ</b>		0,548 %
<b>ε<sub>s1</sub></b>	10	‰	<b>ξ</b>		0,153
<b>ε<sub>c2</sub></b>	1,8	‰	<b>ζ</b>		0,944
<b>M<sub>sds</sub></b>	59,94	kNm	<b>A<sub>s1</sub></b>		2,74 cm <sup>2</sup>
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	160,33	kNm	<b>A<sub>s2</sub></b>		cm <sup>2</sup>
<b>μ<sub>sdl</sub></b>	0,059		<b>A<sub>s,min</sub></b>		1,2 cm <sup>2</sup>

Odabrana armatura: 3Φ16                      **As1= 6,03 cm<sup>2</sup>**

$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[ C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{2/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$ $V_{Rd,c,min} \geq \left[ v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$ $V_{Rd,c,mjer} = \max(V_{Rd,c}, V_{Rd,c,min})$ $V_{Ed} \leq V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$ $V_{wd} = \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot Z}{S_w}$		<u>Dimenzioniranje na poprečnu silu</u>																																																																																		
<p>C 25/30</p> <p><math>f_{cd}=25/1.5=16,67</math> MPa</p> <p><math>A_{sl}=6\emptyset 16+4\emptyset 10=15,52</math> cm<sup>2</sup></p> <p><math>V_{sd,y,max}=95,63</math> kN</p> <p><math>N_{sd}=0.0</math> kN</p>	<table border="0"> <tr><td><b>b<sub>w</sub></b></td><td>30,00</td><td>cm</td></tr> <tr><td><b>h</b></td><td>50,00</td><td>cm</td></tr> <tr><td><b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b></td><td>5,00</td><td>cm</td></tr> <tr><td><b>d</b></td><td>45,00</td><td>cm</td></tr> <tr><td><b>A<sub>sl</sub></b></td><td>15,52</td><td>cm<sup>2</sup></td></tr> <tr><td><b>V<sub>Ed,max</sub></b></td><td>95,63</td><td>kN</td></tr> <tr><td><b>N<sub>sd</sub></b></td><td>0,00</td><td>kN</td></tr> <tr><td><b>k</b></td><td>1,60</td><td></td></tr> <tr><td><b>ρ<sub>l</sub></b></td><td>0,0141</td><td></td></tr> <tr><td><b>v<sub>min</sub></b></td><td>0,36</td><td></td></tr> <tr><td><b>σ<sub>cp</sub></b></td><td>0,00</td><td>kN/cm<sup>2</sup></td></tr> <tr><td><b>V<sub>Rd,c</sub></b></td><td>69,4</td><td>kN</td></tr> <tr><td><b>V<sub>Rd,c,min</sub></b></td><td>39,1</td><td>kN</td></tr> <tr><td><b>V<sub>Rd,c,mjer</sub></b></td><td>69,4</td><td>kN</td></tr> <tr><td><b>v</b></td><td>0,540</td><td></td></tr> <tr><td><b>V<sub>Rd2</sub></b></td><td>495,0</td><td>kN</td></tr> </table>	<b>b<sub>w</sub></b>	30,00	cm	<b>h</b>	50,00	cm	<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	5,00	cm	<b>d</b>	45,00	cm	<b>A<sub>sl</sub></b>	15,52	cm <sup>2</sup>	<b>V<sub>Ed,max</sub></b>	95,63	kN	<b>N<sub>sd</sub></b>	0,00	kN	<b>k</b>	1,60		<b>ρ<sub>l</sub></b>	0,0141		<b>v<sub>min</sub></b>	0,36		<b>σ<sub>cp</sub></b>	0,00	kN/cm <sup>2</sup>	<b>V<sub>Rd,c</sub></b>	69,4	kN	<b>V<sub>Rd,c,min</sub></b>	39,1	kN	<b>V<sub>Rd,c,mjer</sub></b>	69,4	kN	<b>v</b>	0,540		<b>V<sub>Rd2</sub></b>	495,0	kN	<p><b>C 25/30</b></p> <table border="0"> <tr><td><b>f<sub>ck</sub></b></td><td>25,00</td><td>Mpa</td></tr> <tr><td><b>f<sub>cd</sub></b></td><td>1,67</td><td>kN/cm<sup>2</sup></td></tr> <tr><td><b>f<sub>yd</sub>, f<sub>yw,d</sub></b></td><td>43,48</td><td>kN/cm<sup>2</sup></td></tr> <tr><td><b>τ<sub>Rd</sub></b></td><td>0,30</td><td>kN/cm<sup>2</sup></td></tr> </table> <p><b>Računska armatura</b></p> <table border="0"> <tr><td><b>ρ<sub>min</sub></b></td><td>0,0011</td><td></td></tr> <tr><td><b>m</b></td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td><b>V<sub>Ed,max</sub>/V<sub>Rd2</sub></b></td><td>0,15</td><td></td></tr> <tr><td><b>S<sub>w,max</sub></b></td><td>30,0</td><td>cm</td></tr> <tr><td><b>A<sub>sw,min</sub></b></td><td>0,330</td><td>cm<sup>2</sup></td></tr> </table> <p>Odabrano: <b>Ø8 / 20</b></p> <table border="0"> <tr><td><b>A<sub>sw,od</sub></b></td><td>0,50</td><td>cm<sup>2</sup></td></tr> <tr><td><b>V<sub>wd</sub></b></td><td>108,18</td><td>kN</td></tr> </table>	<b>f<sub>ck</sub></b>	25,00	Mpa	<b>f<sub>cd</sub></b>	1,67	kN/cm <sup>2</sup>	<b>f<sub>yd</sub>, f<sub>yw,d</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>	<b>τ<sub>Rd</sub></b>	0,30	kN/cm <sup>2</sup>	<b>ρ<sub>min</sub></b>	0,0011		<b>m</b>	2		<b>V<sub>Ed,max</sub>/V<sub>Rd2</sub></b>	0,15		<b>S<sub>w,max</sub></b>	30,0	cm	<b>A<sub>sw,min</sub></b>	0,330	cm <sup>2</sup>	<b>A<sub>sw,od</sub></b>	0,50	cm <sup>2</sup>	<b>V<sub>wd</sub></b>	108,18	kN	
<b>b<sub>w</sub></b>	30,00	cm																																																																																		
<b>h</b>	50,00	cm																																																																																		
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	5,00	cm																																																																																		
<b>d</b>	45,00	cm																																																																																		
<b>A<sub>sl</sub></b>	15,52	cm <sup>2</sup>																																																																																		
<b>V<sub>Ed,max</sub></b>	95,63	kN																																																																																		
<b>N<sub>sd</sub></b>	0,00	kN																																																																																		
<b>k</b>	1,60																																																																																			
<b>ρ<sub>l</sub></b>	0,0141																																																																																			
<b>v<sub>min</sub></b>	0,36																																																																																			
<b>σ<sub>cp</sub></b>	0,00	kN/cm <sup>2</sup>																																																																																		
<b>V<sub>Rd,c</sub></b>	69,4	kN																																																																																		
<b>V<sub>Rd,c,min</sub></b>	39,1	kN																																																																																		
<b>V<sub>Rd,c,mjer</sub></b>	69,4	kN																																																																																		
<b>v</b>	0,540																																																																																			
<b>V<sub>Rd2</sub></b>	495,0	kN																																																																																		
<b>f<sub>ck</sub></b>	25,00	Mpa																																																																																		
<b>f<sub>cd</sub></b>	1,67	kN/cm <sup>2</sup>																																																																																		
<b>f<sub>yd</sub>, f<sub>yw,d</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>																																																																																		
<b>τ<sub>Rd</sub></b>	0,30	kN/cm <sup>2</sup>																																																																																		
<b>ρ<sub>min</sub></b>	0,0011																																																																																			
<b>m</b>	2																																																																																			
<b>V<sub>Ed,max</sub>/V<sub>Rd2</sub></b>	0,15																																																																																			
<b>S<sub>w,max</sub></b>	30,0	cm																																																																																		
<b>A<sub>sw,min</sub></b>	0,330	cm <sup>2</sup>																																																																																		
<b>A<sub>sw,od</sub></b>	0,50	cm <sup>2</sup>																																																																																		
<b>V<sub>wd</sub></b>	108,18	kN																																																																																		

Kontrola pukotina

Mjerodavni momenti u gredi su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja:

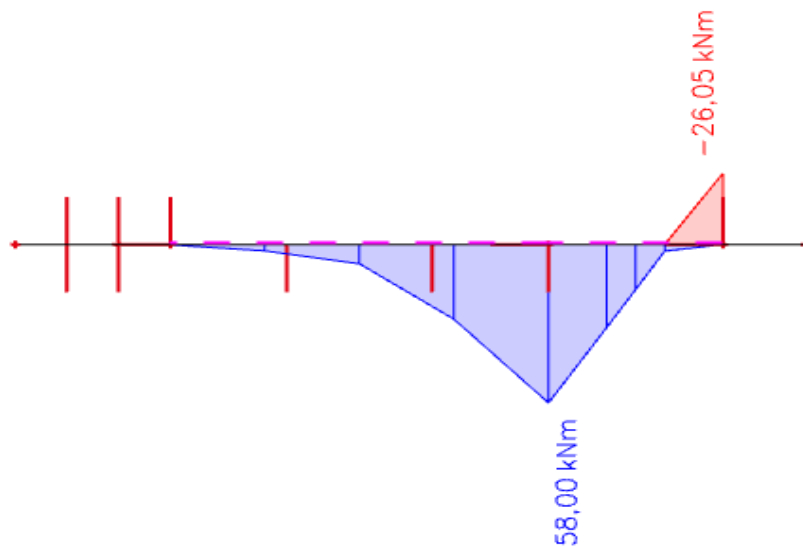
GSU 1 : 1,0 G + 1,0ΔG + 1,0Q

Granična vrijednost širine pukotine:

$$w_g = 0.3 \text{ mm (EC-2)}$$

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

$$w_k = S_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) \leq w_g$$



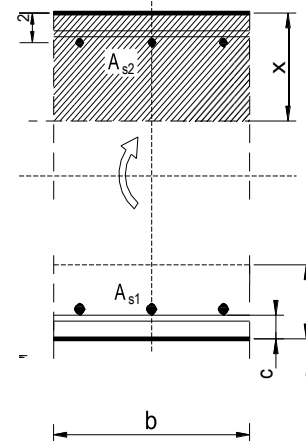
**Slika 7.5.** Dijagram maksimalnih momenata savijanja u polju i na ležaju  $M_y$

Polje:

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju:  $M_{Ed} = 58 \text{ kNm}$  Armatura

grede u polju:  $3 \text{ } \varnothing 16 (A_s = 6,03 \text{ cm}^2)$

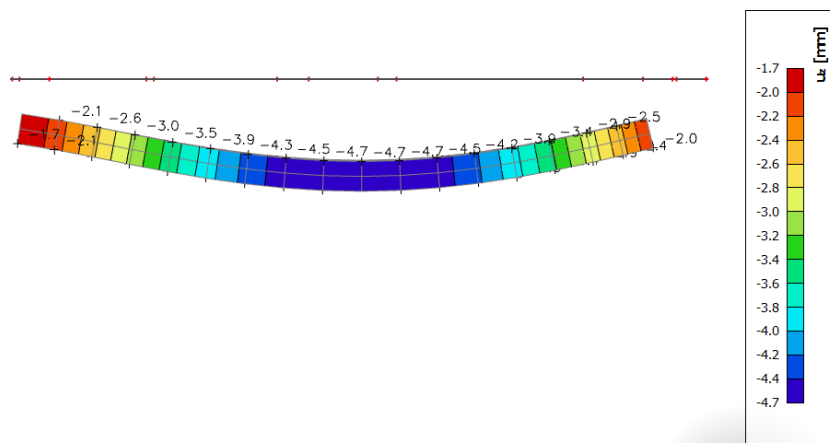
$b =$	30,0 cm	$d =$	50,0 cm	$h =$	50 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	6,03 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 MN/m <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	5,0 cm GN/m <sup>2</sup>
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 cm <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	58,00 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	233,99 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	12,74 cm	$r_{p,eff} =$	0,0241		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000925	$>$	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000702	
$\varnothing =$	16,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	200,67 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,186 mm < $w_g$				



Odabrana armatura zadovoljava u pogledu širine pukotine.

### Kontrola progiba

Progibi gređa su također dobiveni kroz numerički model. Također se koriste rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja: GSU 1 : 1,0G + 1,0ΔG + 1,0Q



Slika 7.6. Dijagram progiba gređe za GSU

Granična vrijednost progiba gređe u polju:

$$f_{p,dop} = l/250 = 420/250 = 1,68$$

Kratkotrajni progib gređe (očitano iz modela):

$$f_k = 0,47 \text{ cm}$$

Ukupni progib:  $f_d = \phi(\infty) \cdot K_r \cdot f_k$

Starost betona u trenutku nanošenja opterećenja (dani)	Srednji polumjer presjeka $2 A_c/u$ (mm)					
	50	150	600	50	150	600
	Okolina elementa					
	Suho, unutrašnje prostorije Vlaga $\approx 50\%$			Vlažno, na otvorenom Vlaga $\approx 80\%$		
1	5.5	4.6	3.7	3.6	3.2	2.9
7	3.9	3.1	2.6	2.6	2.3	2.0
28	3.0	2.5	2.0	1.9	1.7	1.5
90	2.4	2.0	1.6	1.5	1.4	1.2
365	1.8	1.5	1.2	1.1	1.0	1.0

Konačni koeficijent pužanja za starost betona od 90 dana sa vlagom od 50%:

$$\rho(\infty) = 2,4$$

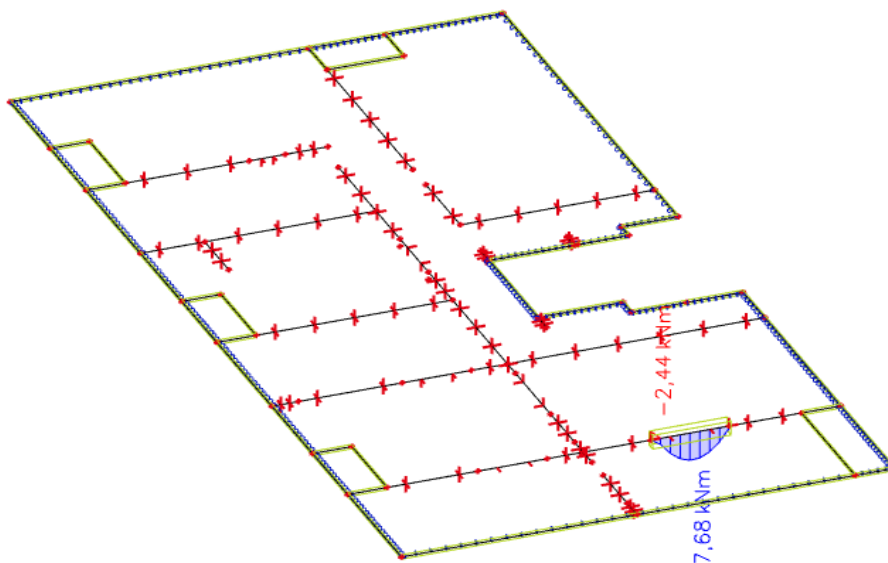
$$K_r = 0,85 - 0,45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0,85 - 0,45 \cdot \frac{0}{6,06} = 0,85$$

$$f_d = 2,4 \cdot 0,47 \cdot 0,85 = 0,9588 \text{ cm}$$

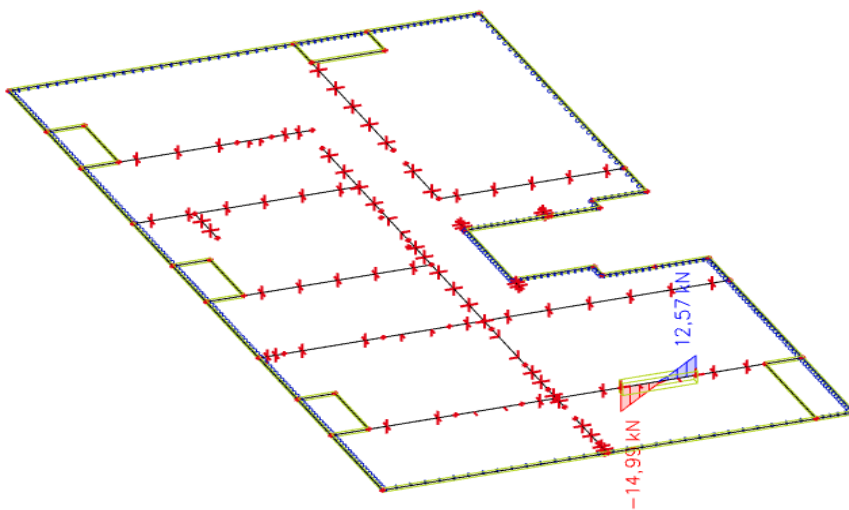
$$f_{uk} = f_k + f_d = 0,47 + 0,9588 = 1,43 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 1,68 \text{ cm}$$



7.2. GREDE POZICIJE (400,500,800,1100,1200,1300)

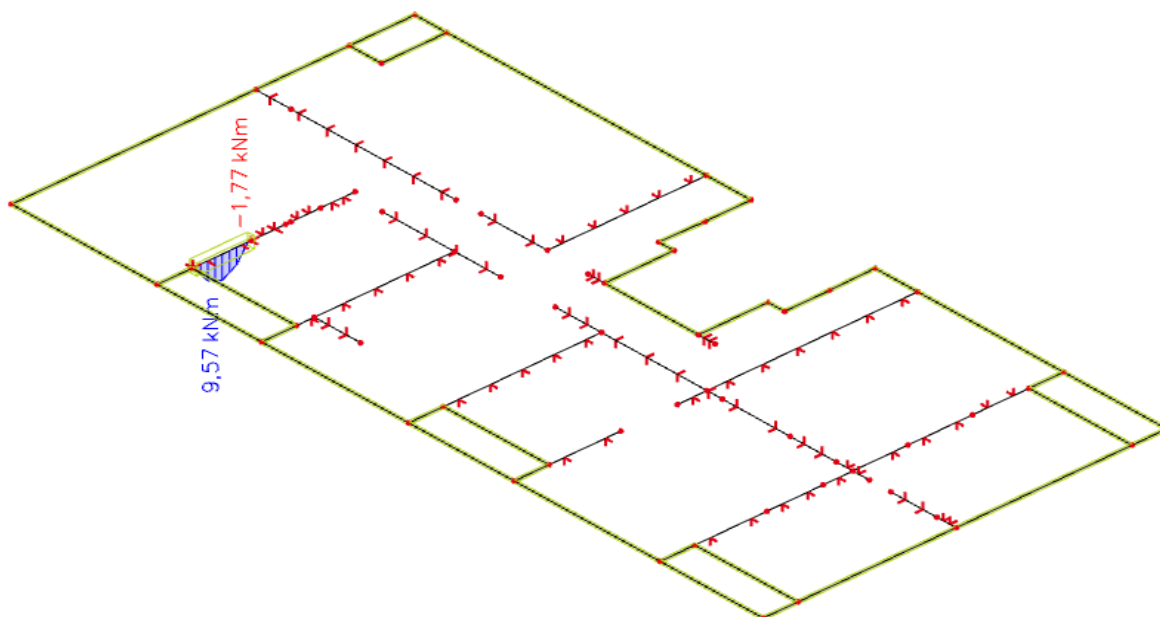


Slika 7.7. Prikaz momenata savijanja za grede pozicije 400,500,800,1100,1200,1300

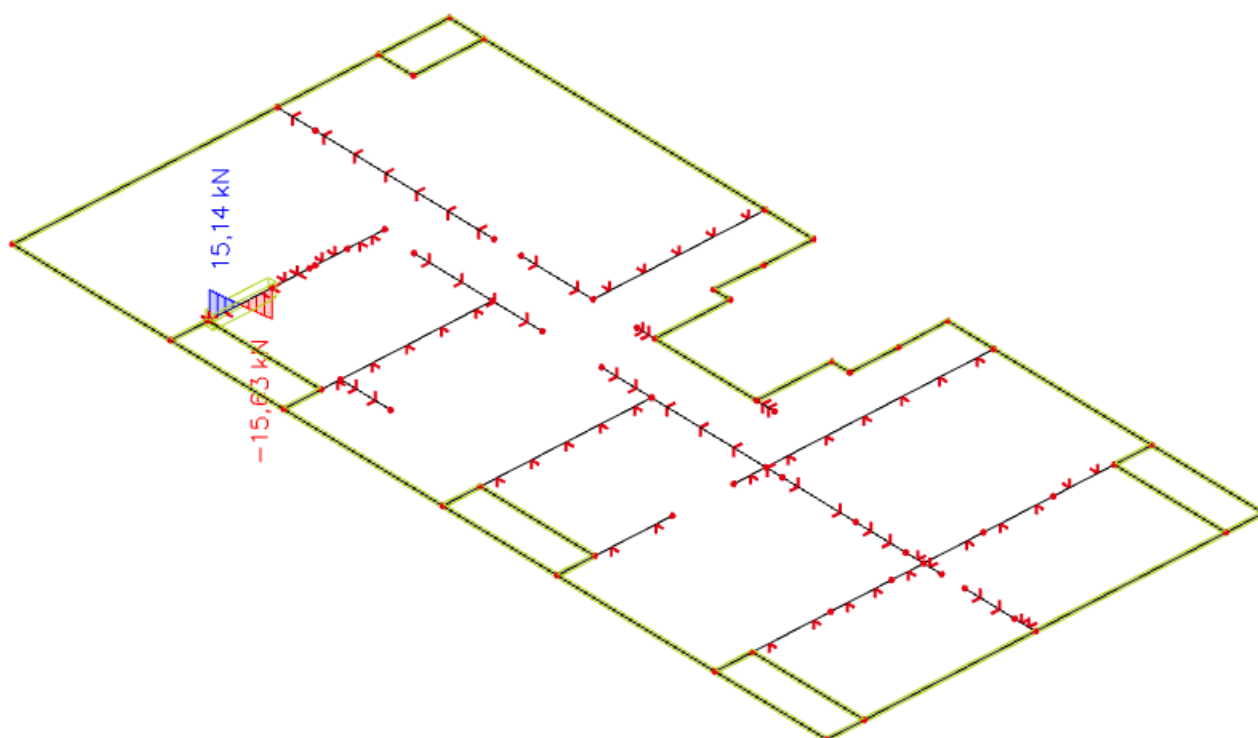


Slika 7.8. Prikaz poprečnih sila za grede pozicije 400,500,800,1100,1200,1300

7.3. GREDE POZICIJE 600,700,900,1000,1400,1500



Slika 7.7. Prikaz momenata savijanja za grede pozicije 600,700,900,1000,1400,1500

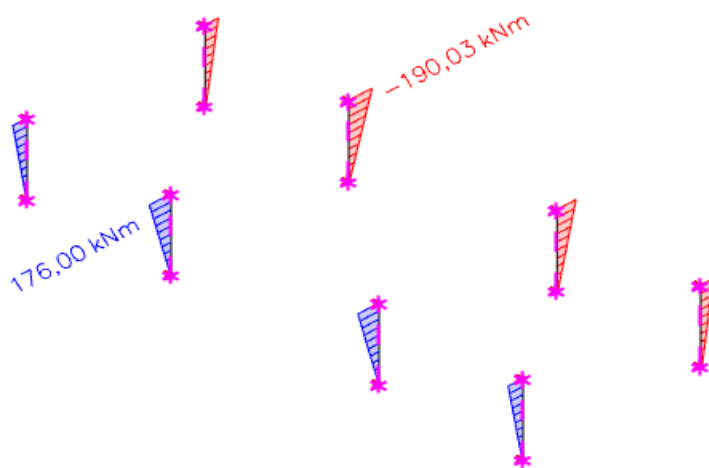


Slika 7.8. Prikaz poprečnih sila za grede pozicije 400,500,800,1100,1200,1300

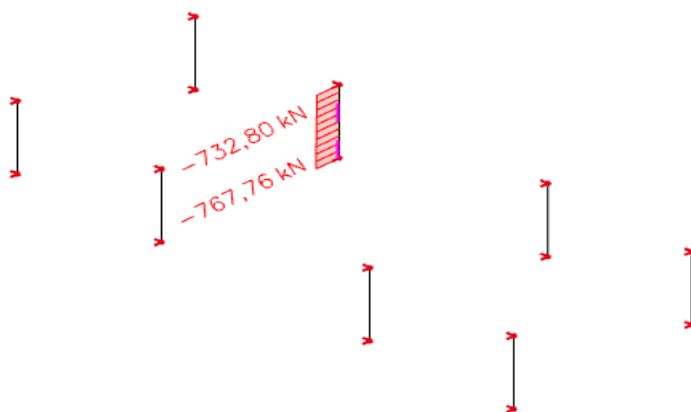
ZAKLJUČAK: Usvojena armatura za sve grede kao za gredu G1 POZICIJE 300

## 8. DIMENZIONIRANJE VERTIKALNI ELEMENATA

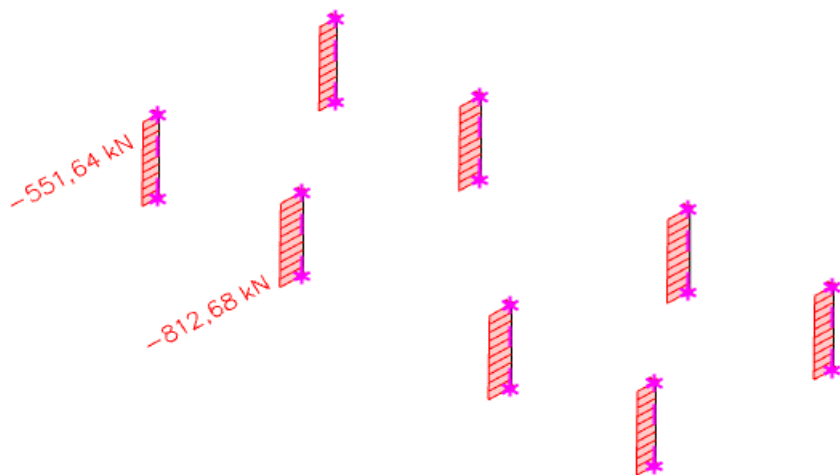
### 8.1. Proračun stupova S4 40x80 cm



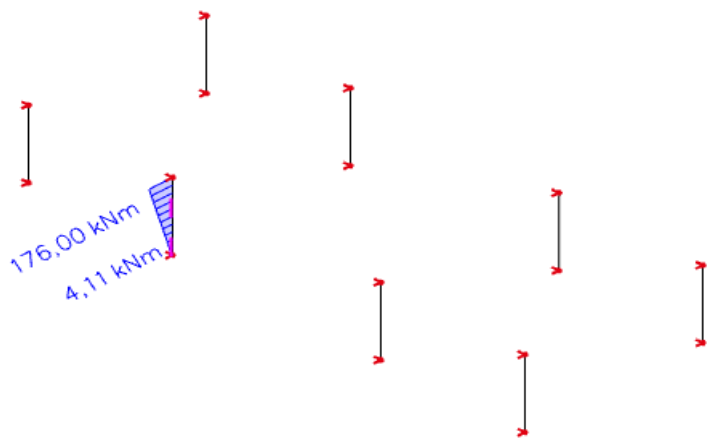
Slika 8.1 Maksimalni moment savijanja za kombinaciju GSN2



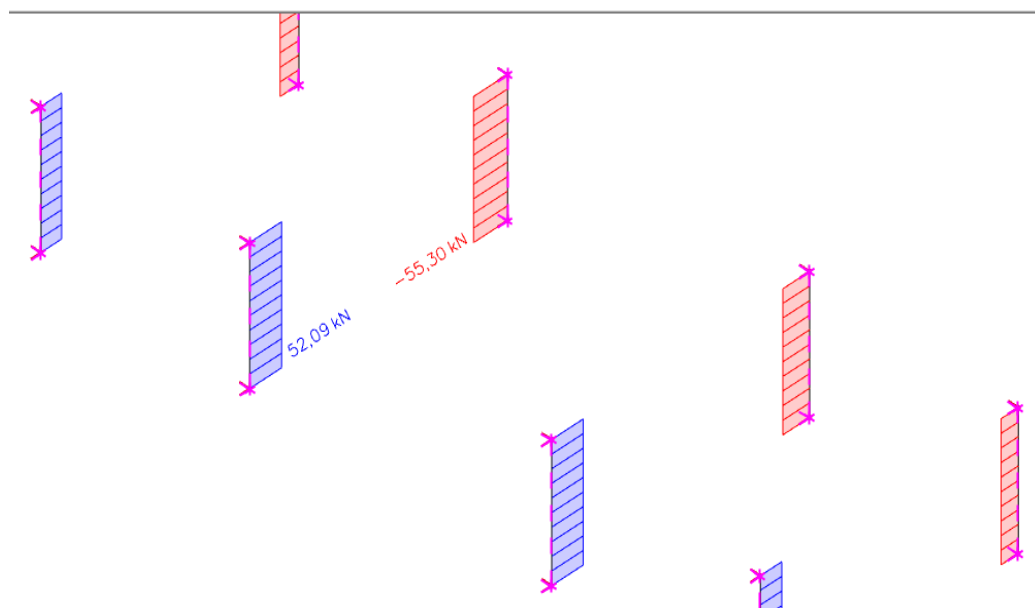
Slika 8.2 Pripadna uzdužna sila za kombinaciju GSN2



Slika 8.3 Maksimalna uzdužna sila za kombinaciju GSN2



Slika 8.4 Pripadni moment savijanja za kombinaciju GSN2



**Slika 8.5** Maksimalna poprečna sila za kombinaciju GSN2

Postupak povećanja početnog momenta savijanja

Maksimalni moment savijanja i uzdužna sila za kombinaciju:

$$M_{Ed}^I = 190,03 \text{ kNm} \quad N = 767,76 \text{ kN}$$

$$M_{Ed}^{II} = \psi \cdot M_{Ed}^I \quad ; \quad \psi = \frac{C_m}{1 - \frac{\gamma \cdot N}{N_e}} \quad ; \quad C_m = 1.0 \quad ; \quad \gamma = 1.5$$

$$N_e = \pi^2 \frac{E \Phi^I}{l_0^2} \quad ; \quad E_\Phi = \frac{E}{1 + \Phi} = \frac{20000}{1 + 1} = 10000 \text{ MPa}$$

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = 0,0171 \text{ m}^4$$

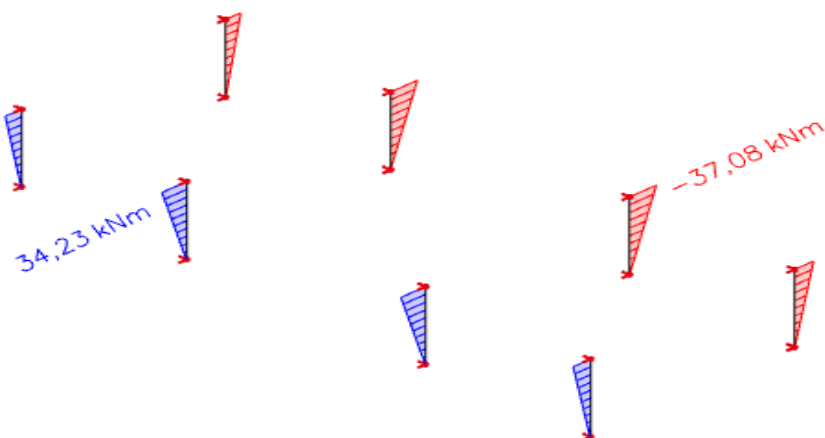
$$l_0 = 1,4 \cdot 4,32 = 6,048 \text{ m}$$

$$N_e = \pi^2 \frac{10.000.000,00 \cdot 0,0171}{6,048^2} = 122491,96 \text{ kN}$$

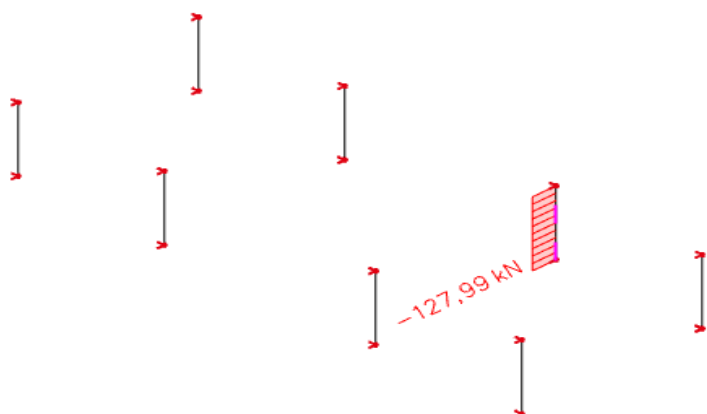
$$\psi = \frac{C_m}{1 - \frac{\gamma \cdot N}{N_e}} = \frac{1,0}{1 - \frac{1,5 \cdot 767,76}{122491,96}} = 1,01$$

$$M_{Ed}^I = 1,01 \cdot 190,03 = 191,834 \text{ kNm}$$

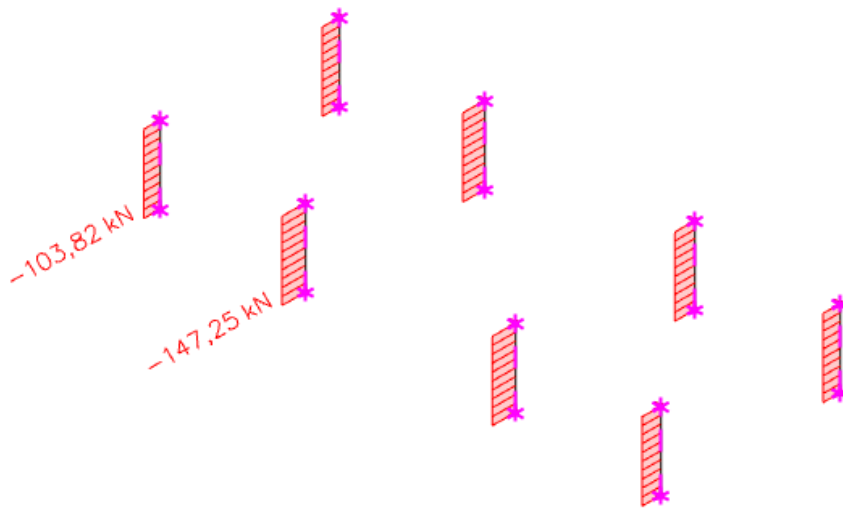
### Seizmička kombinacija



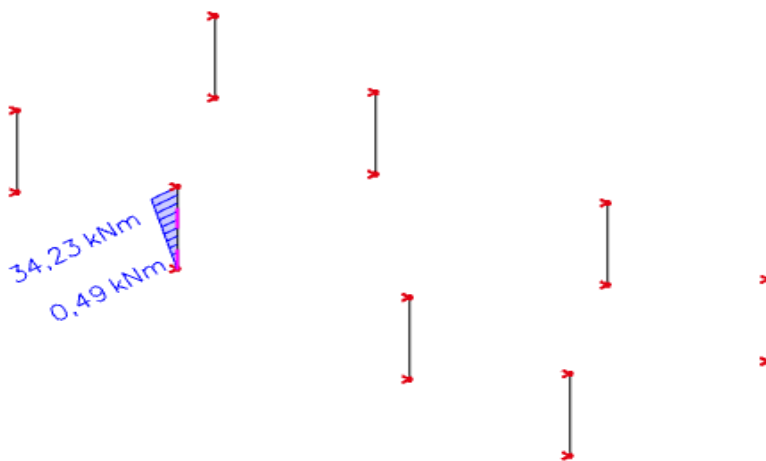
**Slika 8.6** Maksimalni moment savijanja za seizmičku kombinaciju KSX



**Slika 8.7** Pripadna uzdužna sila za seizmičku kombinaciju KSX

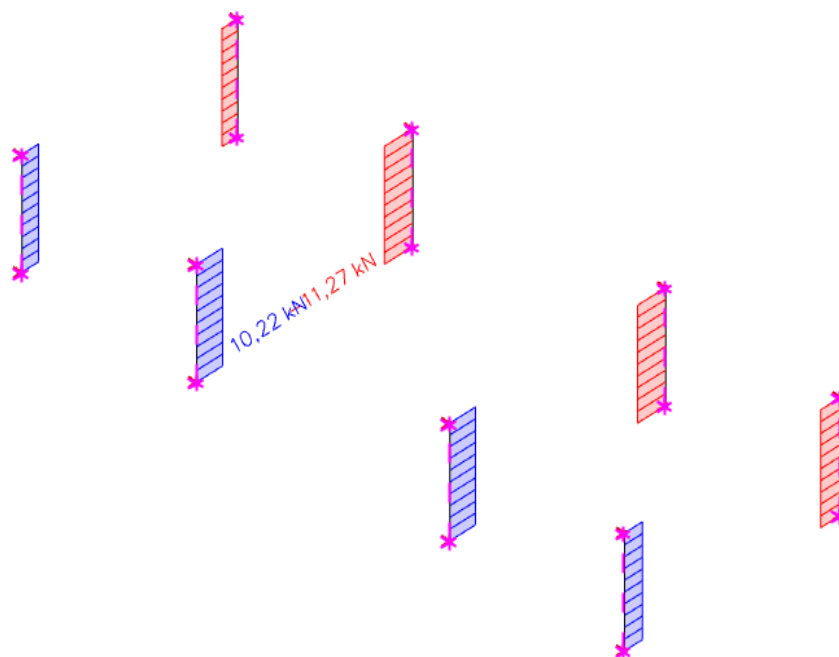


**Slika 8.8** Maksimalna uzdužna sila za seizmičku kombinaciju KSX



**Slika 8.9** Pripadni moment savijanja za seizmičku kombinaciju KSX





**Slika 8.10** Maksimalna poprečna sila za seizmičku kombinaciju KSX

Postupak povećanja početnog momenta savijanja

Maksimalni moment savijanja i uzdužna sila za kombinaciju:

$$M_{Ed}^I = 37,08 \text{ kNm} \quad N = 127,99 \text{ kN}$$

$$M_{Ed}^{II} = \psi \cdot M_{Ed}^I \quad ; \quad \psi = \frac{C_m}{1 - \frac{\gamma N}{N_e}} \quad ; \quad C_m = 1.0 \quad ; \quad \gamma = 1.5$$

$$N_e = \pi^2 \frac{E_\phi I}{l_0^2} \quad ; \quad E_\phi = \frac{E}{1 + \phi} = \frac{20000}{1 + 1} = 10000 \text{ MPa}$$

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = 0,0171 \text{ m}^4$$

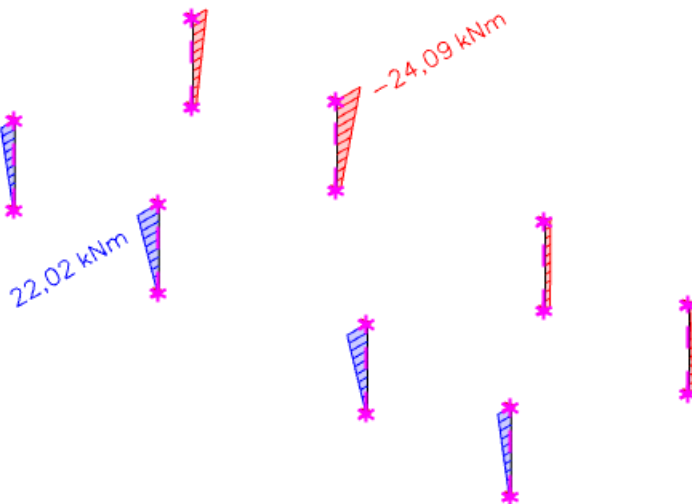
$$l_0 = 1,4 \cdot 4,32 = 6,048 \text{ m}$$

$$N_e = \pi^2 \frac{10.000.000,00 \cdot 0,0171}{6,048^2} = 122491,96 \text{ kN}$$

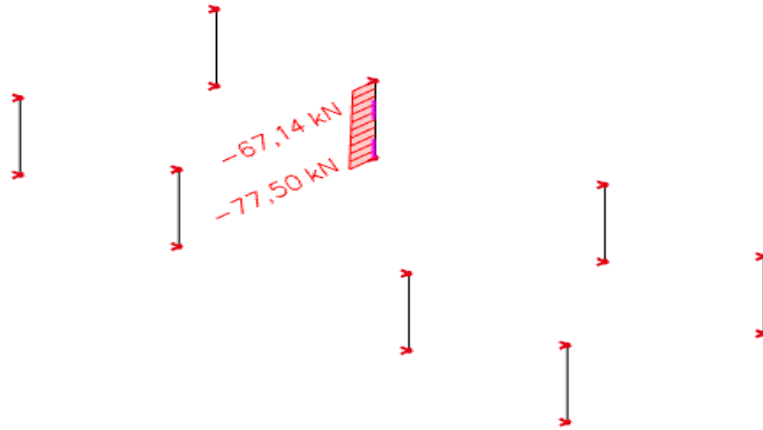
$$\psi = \frac{C_m}{1 - \frac{\gamma \cdot N}{N_e}} = \frac{1,0}{1 - \frac{1,5 \cdot 127,99}{122491,96}} = 1,002$$

$$M_{Ed}^{II} = 1,002 \cdot 37,08 = 37,19 \text{ kNm}$$

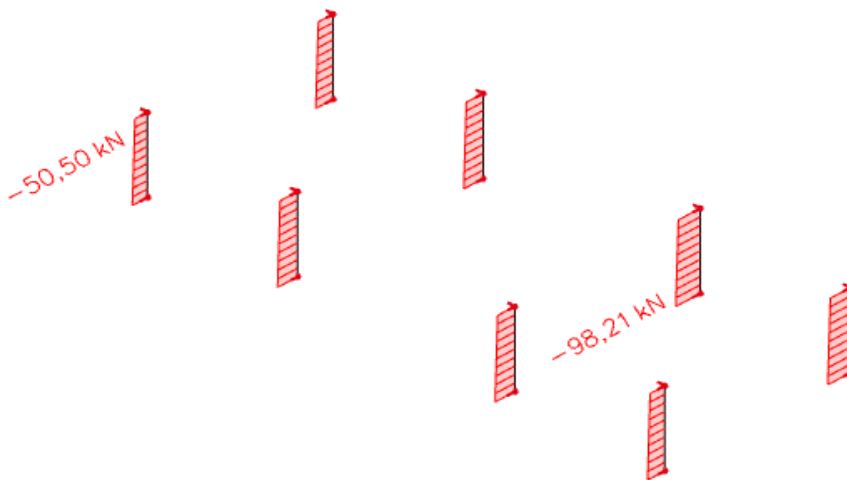
### Kombinacija djelovanja vjetra



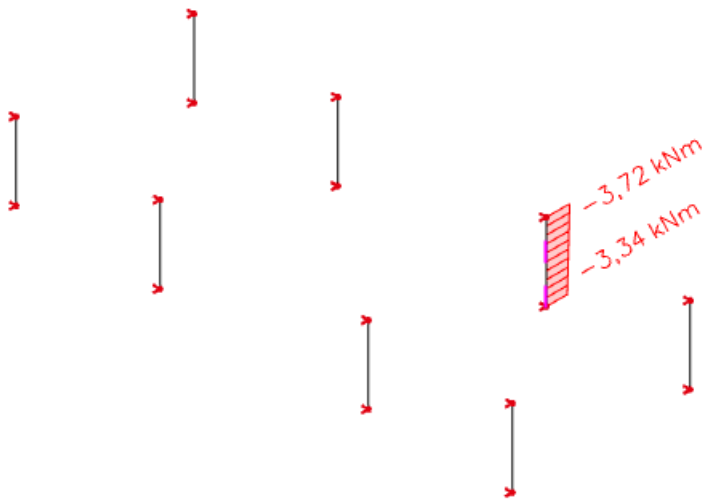
**Slika 8.6** Maksimalni moment savijanja za seizmičku kombinaciju GSN12



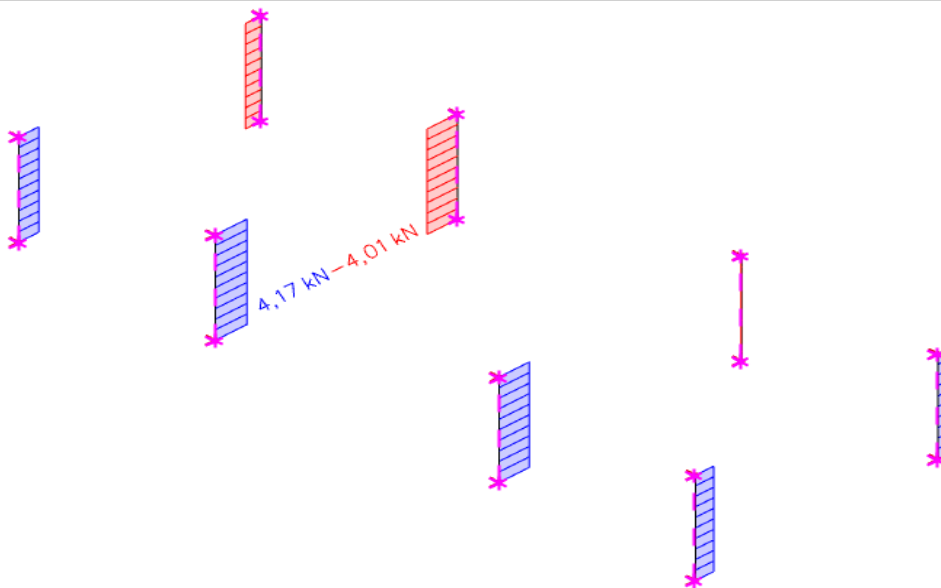
Slika 8.7 Pripadna uzdužna sila za seizmičku kombinaciju GSN12



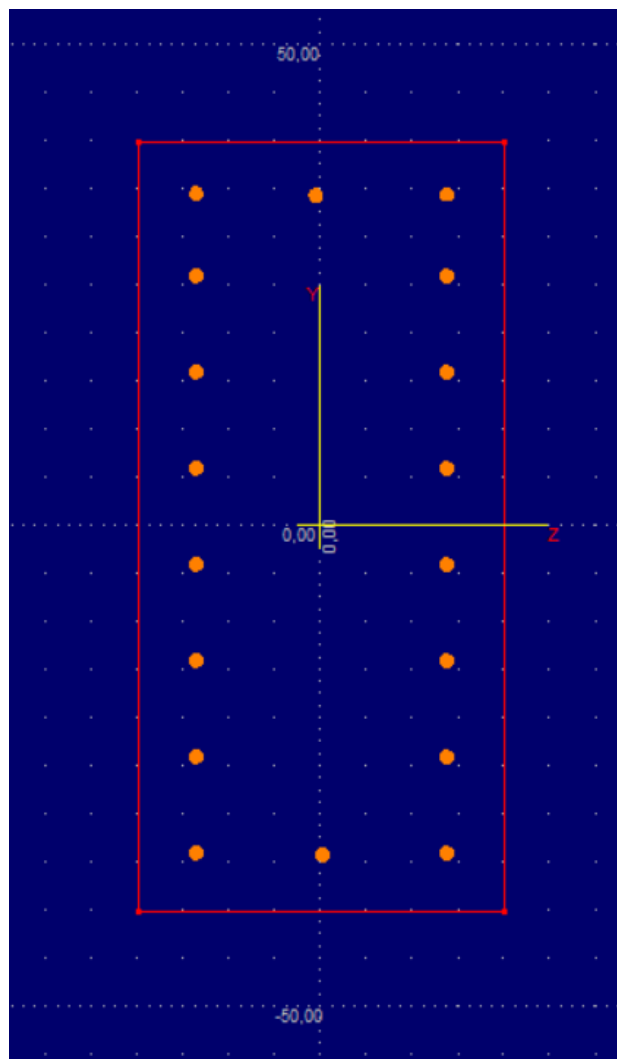
Slika 8.8 Maksimalna uzdužna sila za seizmičku kombinaciju GSN12



**Slika 8.9** Pripadni moment savijanja za seizmičku kombinaciju GSN12



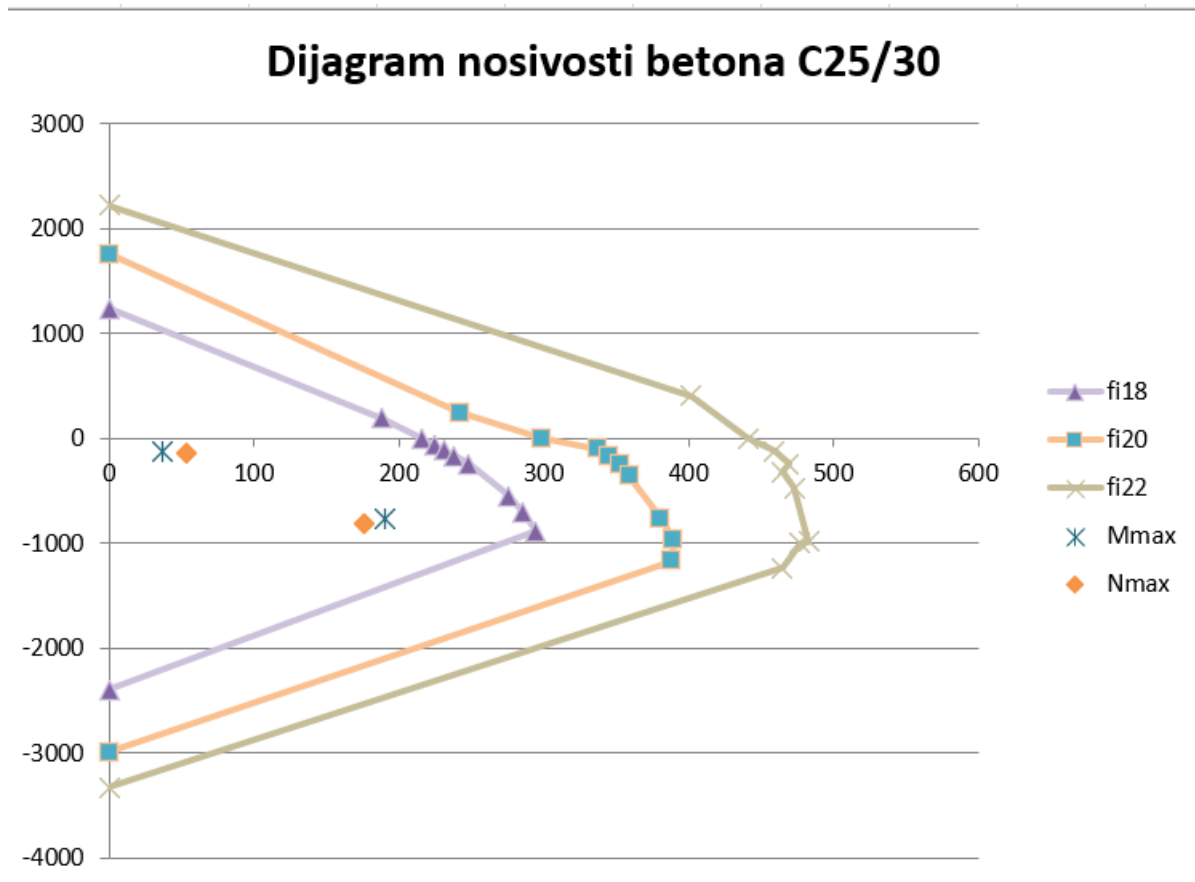
**Slika 8.10** Maksimalna poprečna sila za seizmičku kombinaciju GSN12



**Slika 8.11** Poprečni presjek stupa S4 s armaturom (Aspalathos Section Design)

Tablica 11.4 Rezne sile u stupovima

KOMBINACIJA	MJERODAVNE REZNE SILE			
	M MAX	N PRIP	N MAX	M PRIP
	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)
OSNOVNA	190,03	-767,76	-812,68	176,0
SEIZMIČKA	37,08	-127,99	-147,25	34,23
DJELOVANJE VJETRA	24,09	-77,50	-98,21	3,72



Slika 8.12 Dijagram nosivosti za stupove S4 u prizemlju

$$A_{s1,min} = 0,1\% \cdot a \cdot b = 0,001 \cdot 40 \cdot 80 = 3,2 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2,0\% \cdot a \cdot b = 0,02 \cdot 40 \cdot 80 = 55,81 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: 18Φ20 ( $A_{s1} = 56,54 \text{ cm}^2$ )

**Proračun na poprečnu silu**

<p>C 25/30</p> <p><math>f_{cd} = 25 / 1.5 = 16,67 \text{ MPa}</math></p> <p>Računska poprečna sila:</p>	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[ C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$ $V_{Rd,c,min} \geq \left[ v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$ $V_{Rd,c,mjer} = \max(V_{Rd,c}, V_{Rd,c,min})$ $V_{Ed} \leq V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$ $V_{wd} = \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{s_w}$
---	--

$$V_{Ed,max} = 55,30 \text{ kN}$$

Računska uzdužna sila:

$$N_{Ed} = 812,68 \text{ kN}$$

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2 \text{ [mm]}$$

$$k_1 = 0.15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0.0 \leq 0,2 \cdot f_{cd}$$

$$\rho_l = \frac{\sum A_s}{A_c}$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0.18}{1.5} = 0.12$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}}$$

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

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

$$A_{sw,min} = \frac{\rho_{min} \cdot s_w \cdot b_w}{m}$$

$$V_{Rd} = V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{yw,d} \cdot m \cdot ctg\theta$$

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

Na mjestu maksimalne poprečne sile:

$$s_w \leq \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{V_{Ed}}$$

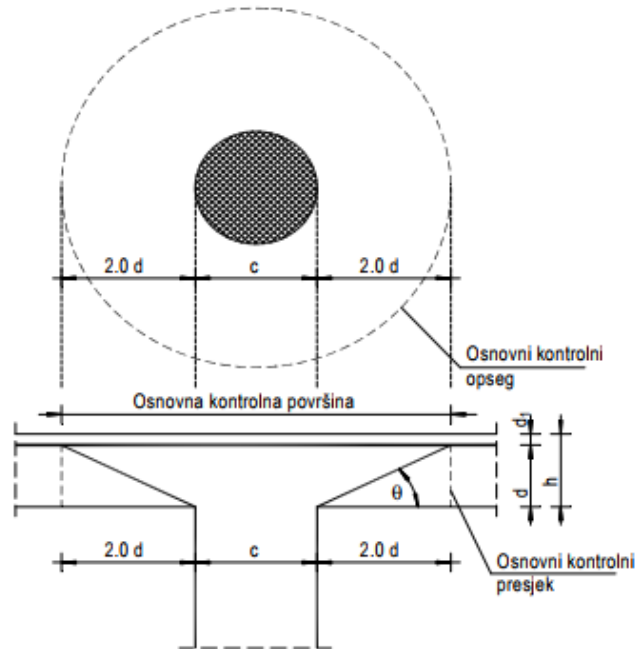
Andrea Mamić

$b_w$	40,00	cm	<b>C25/30</b>		
$h$	80,00	cm	$f_{ck}$	25,00	Mpa
$d_1 (d_2)$	3,50	cm	$f_{cd}$	1,67	kN/cm <sup>2</sup>
$d$	76,50	cm	$f_{yd}, f_{yw,d}$	43,48	kN/cm <sup>2</sup>
$A_{sl}$	13,57	cm <sup>2</sup>	$\tau_{Rd}$	0,34	kN/cm <sup>2</sup>
$V_{Ed,max}$	55,30	kN	<b>Konstruktivna armatura</b>		
$N_{sd}$	812,68	kN	$\rho_{min}$	0,0011	
$k$	1,51		$m$	2	
$\rho_l$	0,0044		$V_{Ed,max}/V_{Rd2}$	0,04	
$v_{min}$	0,33		$s_{w,max}$	30,0	cm
$\sigma_{cp}$	0,25	kN/cm <sup>2</sup>	$A_{sw,min}$	0,660	cm <sup>2</sup>
$V_{Rd,c}$	135,4	kN	Odabrano:	<b>Ø10 / 15</b>	
$V_{Rd,c,min}$	111,1	kN	$A_{sw,od}$	0,79	cm <sup>2</sup>
$V_{Rd,c,mjer}$	135,4	kN	$V_{wd}$	313,49	kN
$v$	0,540				
$V_{Rd2}$	1377,0	kN			

- Po sredini stupa povećati razmak na  $\Phi 10/20$  cm
- Detalji armiranja prikazani su u nacrtima



### 8.1.1. Kontrola stupa na proboj ploče



Slika 8.13 Proboj ploče

Uvjet nosivosti ploče na proboj:  $U_{Ed} \leq V_{Rd,max} = 0,4 \cdot v \cdot f_{cd}$

Ako je gornji uvjet nosivosti na proboj zadovoljen, potrebno je kontrolirati je li ugrađena armatura zadovoljava ili je potrebno ploču dodatno armirati na proboj.

Armatura za osiguravanje od proboj neće biti potrebna ako je zadovoljen uvjet

$$U_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[ C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \geq \left[ v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right]$$

$$U_{Ed} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_i \cdot d}$$

gdje je:

$\beta$  – korekcijski faktor kojim se uzima u obzir ekscentrično djelovanje sile proboja u odnosu na kritični presjek

$\beta = 1,15$  za unutrašnje stupove

$\beta = 1,4$  za stupove na rubu i stupove uz otvore

$\beta = 1,5$  za stupove u kutu → Stup je u kutu

$V_{Ed}$  – maksimalna sila u kritičnom opsegu ( $V_{Ed} = 812,68$  kN)

$u_i$  – osnovni kontrolni opseg

$d$  – statička visina ploče ( $d = 32$ cm)

$$u_i = 2 \cdot (2a) + 2 \cdot 2d \cdot \pi = 2 \cdot (2 \cdot 80) + 2 \cdot 2 \cdot 32 \cdot \pi = 721,92 \text{ cm}$$

$$U_{Ed} = 1,5 \cdot \frac{812,68}{721,92 \cdot 32} = 0,053 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = 0,53 \text{ MPa}$$

$V_{cd,Rd,max}$

$$v = 0,6 \cdot \left[ 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[ 1 - \frac{25}{250} \right] = 0,528$$

$V_{Rd,max}$

$$U_{Ed} = 0,12 \text{ MPa} < V_{Rd,max} = 3,52 \text{ MPa}$$

Uvjet nosivosti ploče na proboj je zadovoljen.

$$V_{Rd,c} = \left[ C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \geq [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}]$$

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$$

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

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{220}} = 1,95 < 2,0$$

Donja zona: odabrana armatura: Q -385 + preklop 40 cm ( $A_s = 4,57 \text{ cm}^2$ )

Gornja zona: odabrana armatura: R - 636 + preklop 40 cm ( $A_s = 7,54 \text{ cm}^2$ )

$$\rho_{l,x} = \rho_{l,y} = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{4,57 + 7,54}{100 \cdot 32} = 0,0038$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_{l,x} \cdot \rho_{l,y}} = \sqrt{0,0038^2} = 0,0038$$

$$k_1 = 0,15$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,95^{\frac{3}{2}} \cdot 25^{\frac{1}{2}} = 0,52$$

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 1,95 \cdot (100 \cdot 0,0038 \cdot 25)^{\frac{1}{3}} + 0 \right] \geq [0,52 + 0]$$

$$V_{Rd,c} = 0,54MPa < 0,52MPa$$

$$U_{Ed} = 1,2MPa \leq V_{Rd,c} = 0,54MPa$$

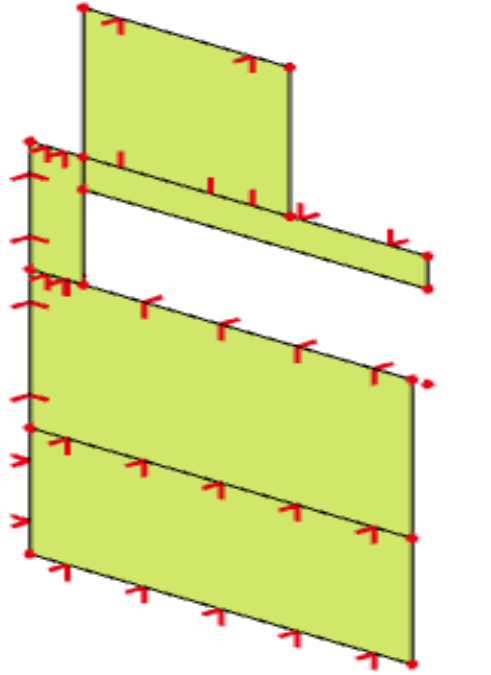
Potrebno je postaviti armaturu za proboj:

$$A_{sw} = (U_{Ed} - 0,75 \cdot V_{Rd,c}) \cdot \frac{d \cdot u}{f_{yd} \cdot \sin \alpha} = (0,012 - 0,75 \cdot 0,054) \cdot \frac{32 \cdot 721,92}{\frac{(250 + 0,25 \cdot 220)}{10} \cdot \sin 45} = 32,14cm^2$$

Odabrana armatura za proboj: 6Ø20 u oba smjera  $A_s=37,70 cm^2$

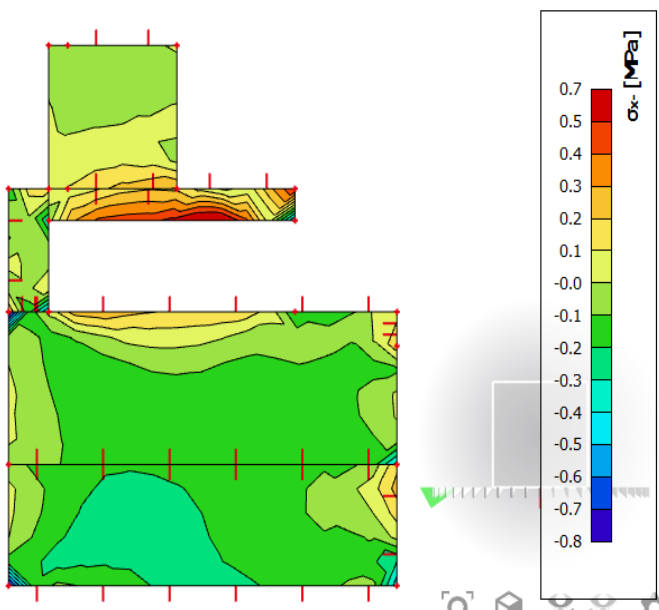
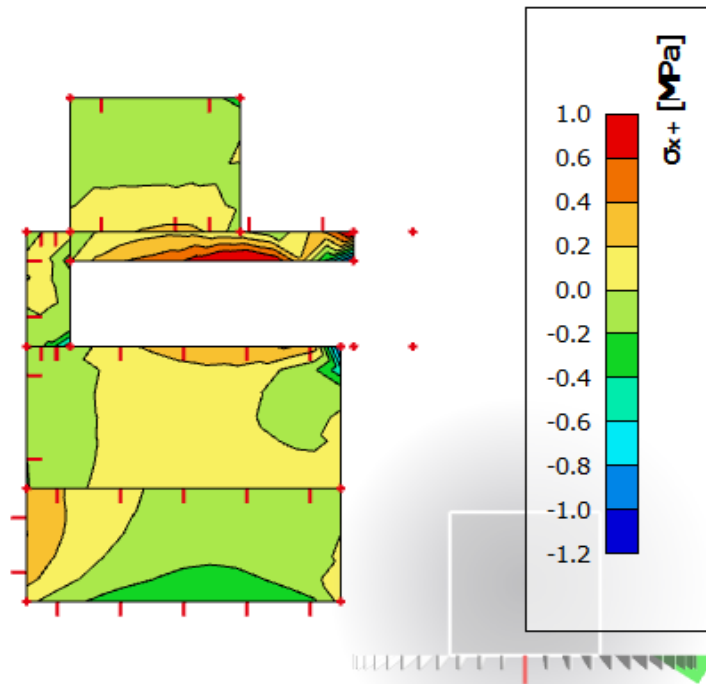
## 8.2. PRORAČUN VISOKOSTJENI NOSAČA I ZIDOVA

### NAPREZANJA U VISOKOSTIJENOM NOSAČU- VN1



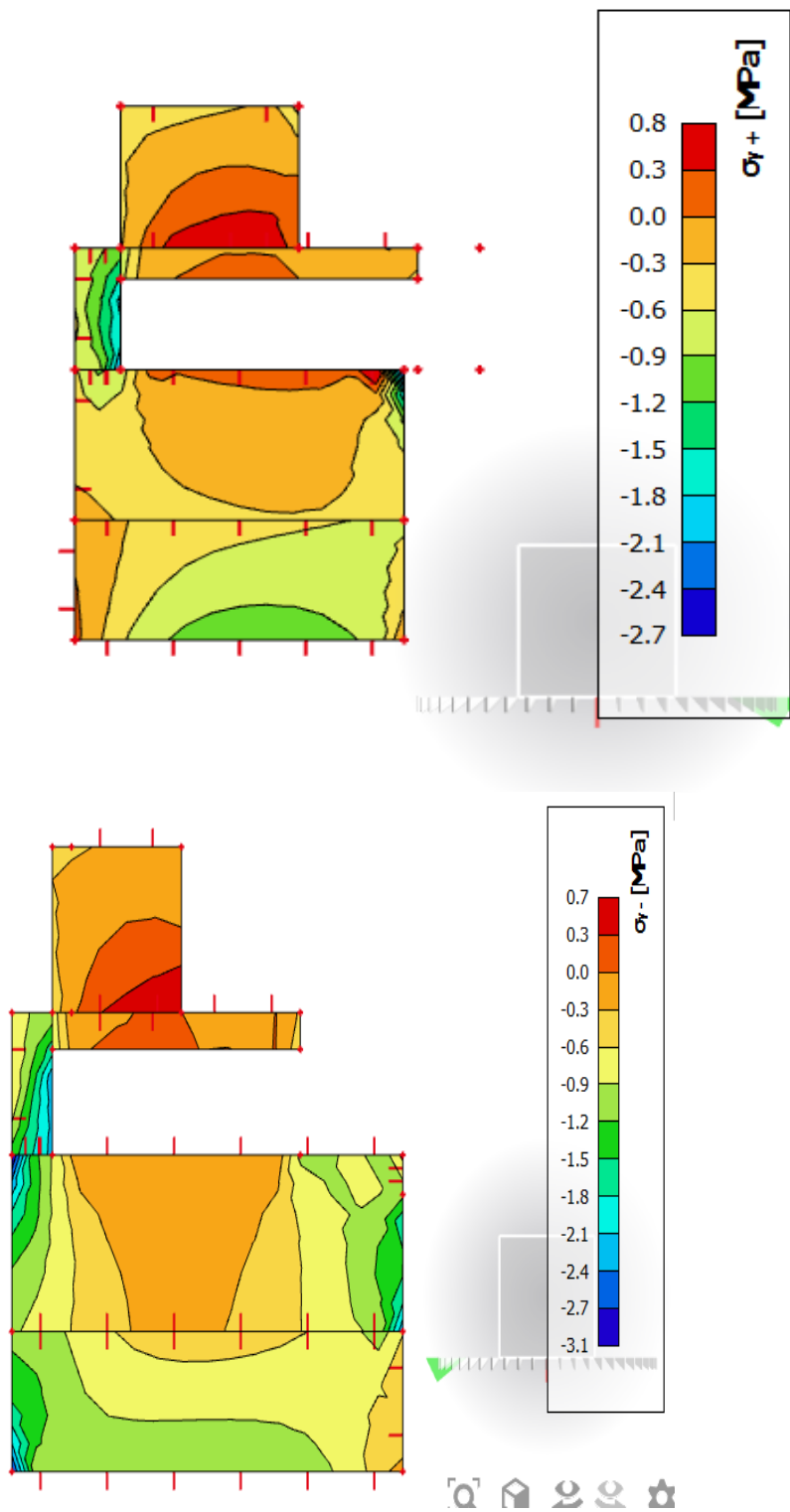
**Slika 8.15.** Prikaz visokostijenog nosača u modelu

Kontrola tlačnih napreznja u zidu za nazovistalnu kombinaciju  $1,0G + \Psi 2i-Qi$ , x i y smjer:



**Slika 8.16.** Napreznja u smjeru  $x$

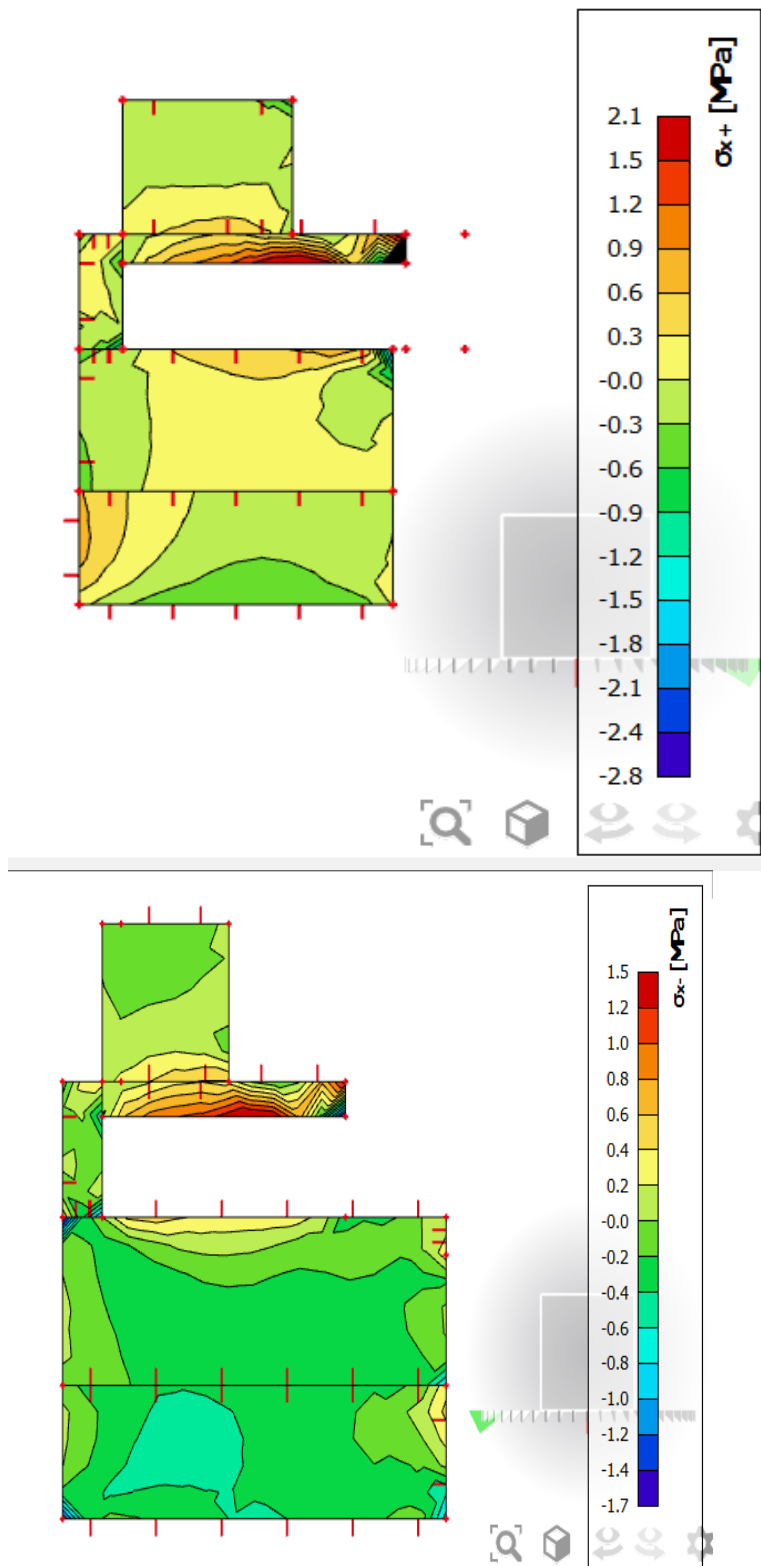
za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$



Slika 8.17. Naprezanja u smjeru y

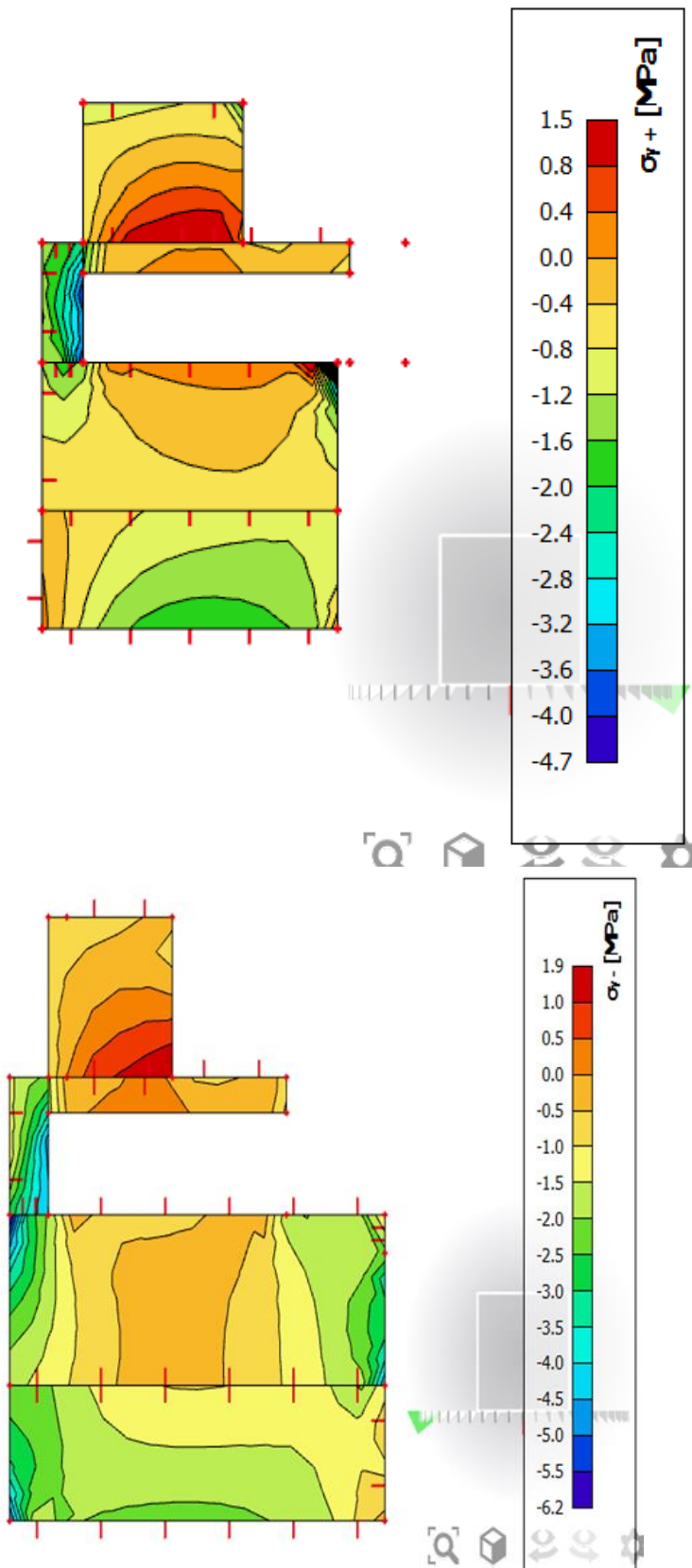
(za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$ )

Naprezanja u zidu za kombinaciju Naprezanja u zidu za anvelopu potresnih kombinacija (GSN\_Sx, GSN\_Sy), x i y smjer:



**Slika 8.18.** Naprezanja u smjeru x

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

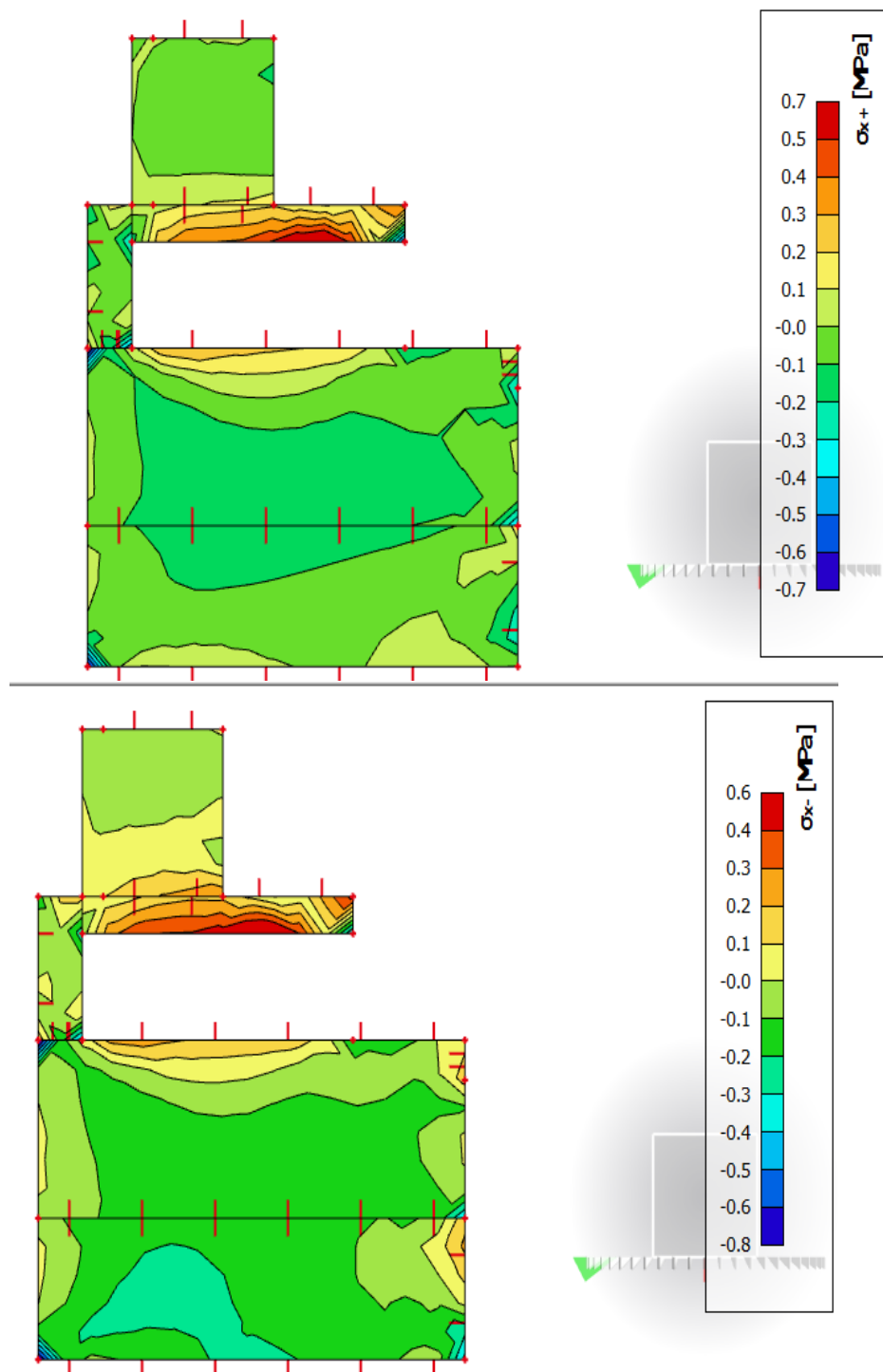


Slika 8.19. Naprezanja u smjeru y

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

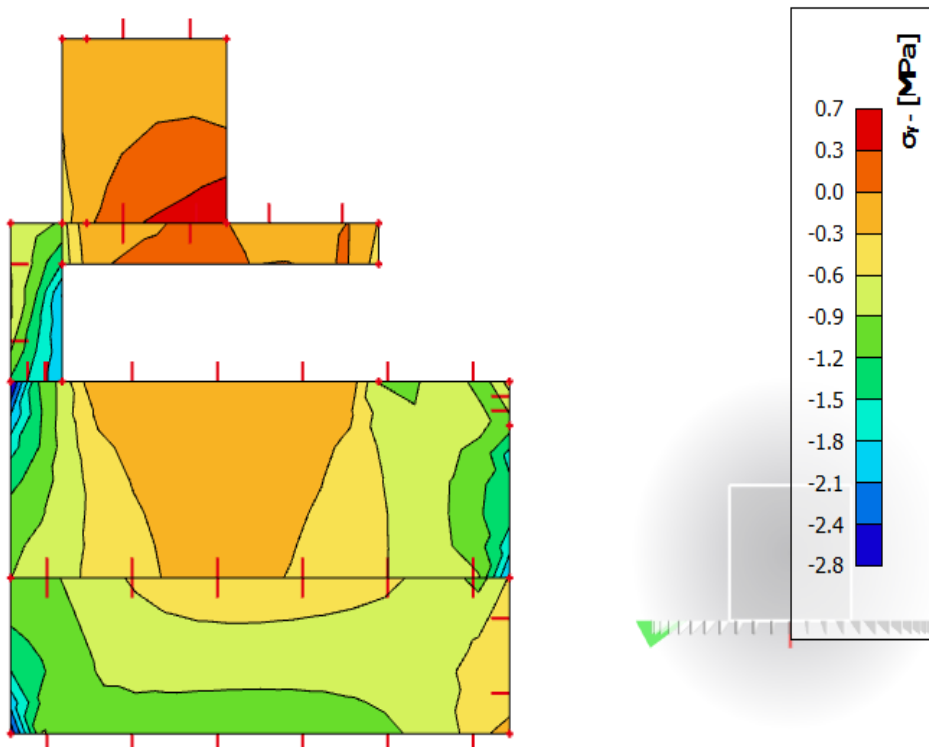
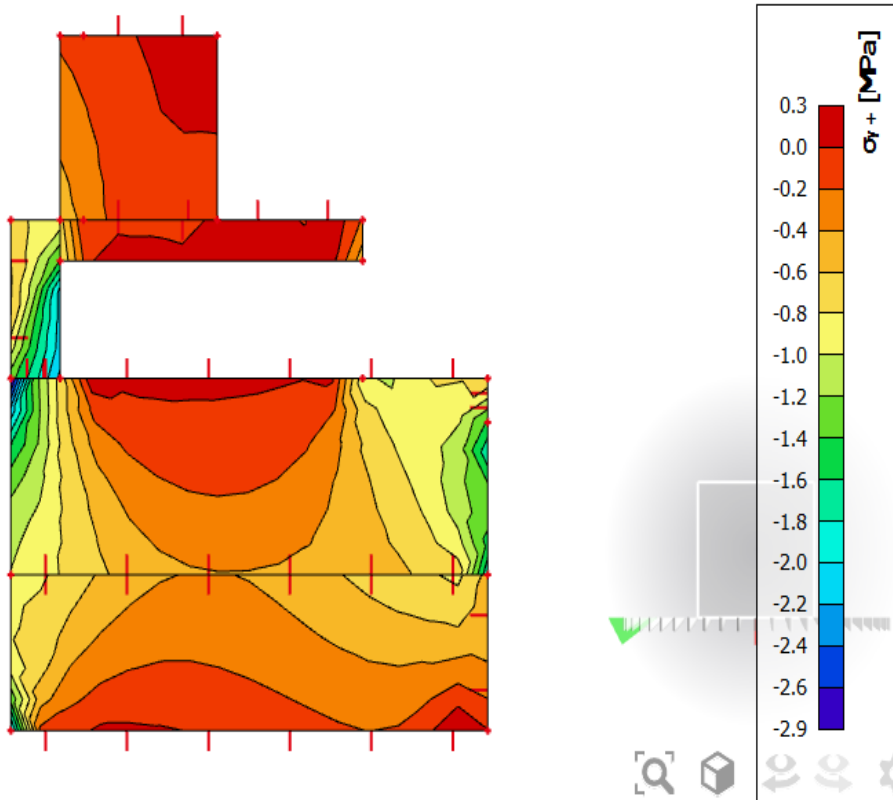


Naprezanja u zidu za kombinaciju djelovanja vjetra (GSN\_Wx, GSN\_Wy), x i y smjer:



**Slika 8.18.** Naprezanja u smjeru x

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



Slika 8.19. Naprezanja u smjeru y

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

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

Maksimalno tlačno naprezanje u zidu: -6,2 MPa

Maksimalno vlačno naprezanje na rubu zida: 2,1 MPa

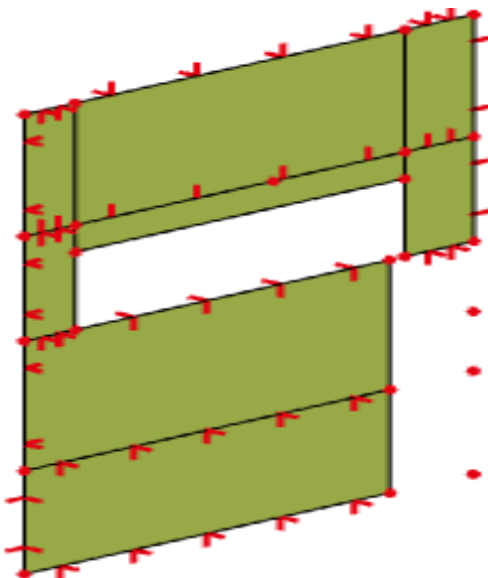
$A_{s1} = F_{sd}/f_{yd}$ ,  $F_{sd} = (2,1 \cdot 1000) \cdot 1,0 \cdot 0,2 = 320 \text{ kN}$ ,  $A_{s1} = (320/43,4) = 5,76 \text{ cm}^2/\text{m}$ . **VISOKOSTIJENI**

**NOSAČ VN3 ARMIRATI : ŠIPKAMA U DNU I VRHU. ODABRANO 3Ø16 U DNU NOSAČA I 3Ø16 U VRHU NOSAČA.**

**ARMIRATI OBOSTRANO SA MREŽAMA Q-283. OVJEŠENJE O PLOČU IZVESTI VILICAMA Ø12/20, NA KRAJEVIMA PROGUSTITI NA Ø12/15 ( U ŠIRINI OD 1M').**

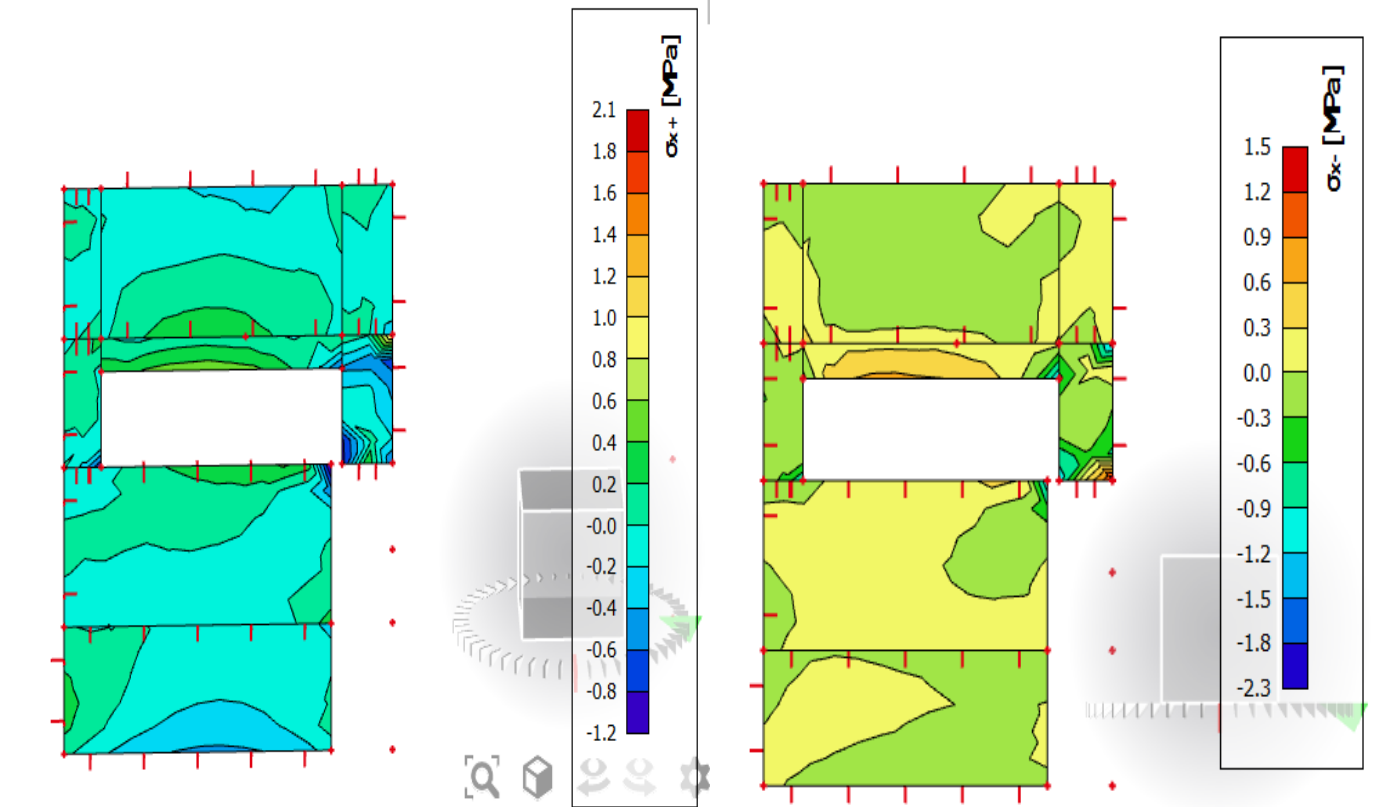
**OKO SVIH OTVORA ARMIRATI SA 4Ø14 I VILICAMA Ø10/20. NA MJESTIMA OSLANJANJA VISOKOSTIJENACA NA ZIDOVE POTREBNO JE ARMIRATI SA 4Ø16 U ŠIRINI OD 20 CM SA ZATVORENIM VILICAMA NA Ø10/20.**

#### 1) NAPREZANJA U VISOKOSTIJENOM NOSAČU- VN2



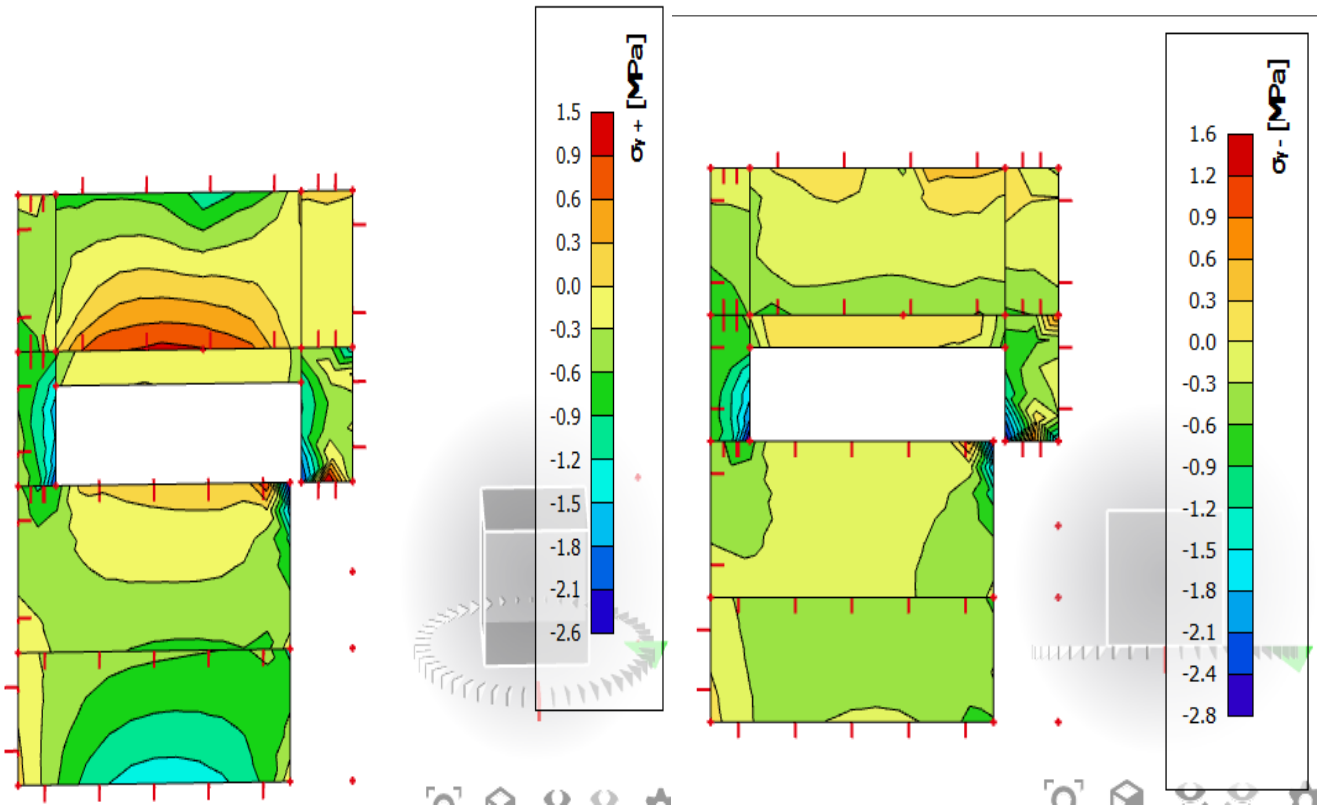
*Slika 8.20. Prikaz visokostijenog nosača u modelu*

Kontrola tlačnih naprezanja u zidu za nazovistalnu kombinaciju 1,0G +Ψ2i-Qi, x i y smjer:



**Slika 8.21.** Naprezanja u smjeru x

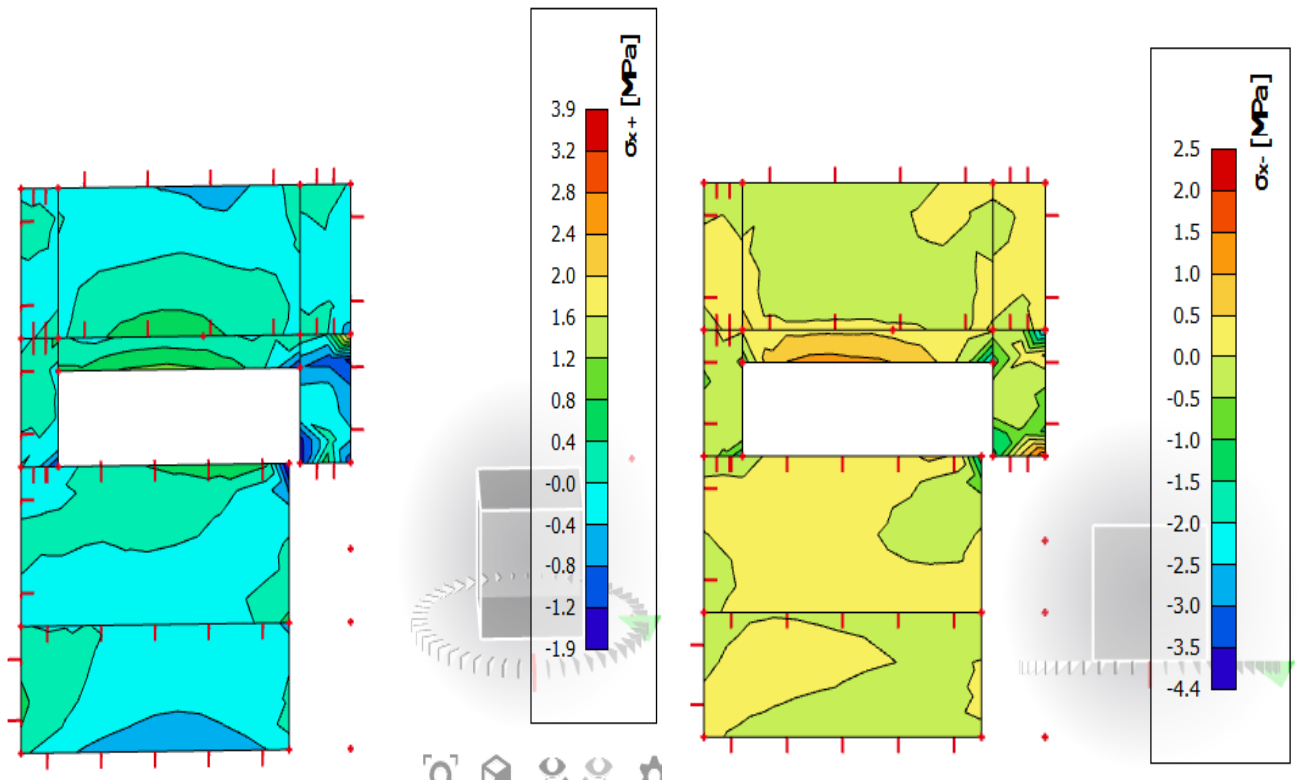
(za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$ )



Slika 8.22. Naprezanja u smjeru y

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

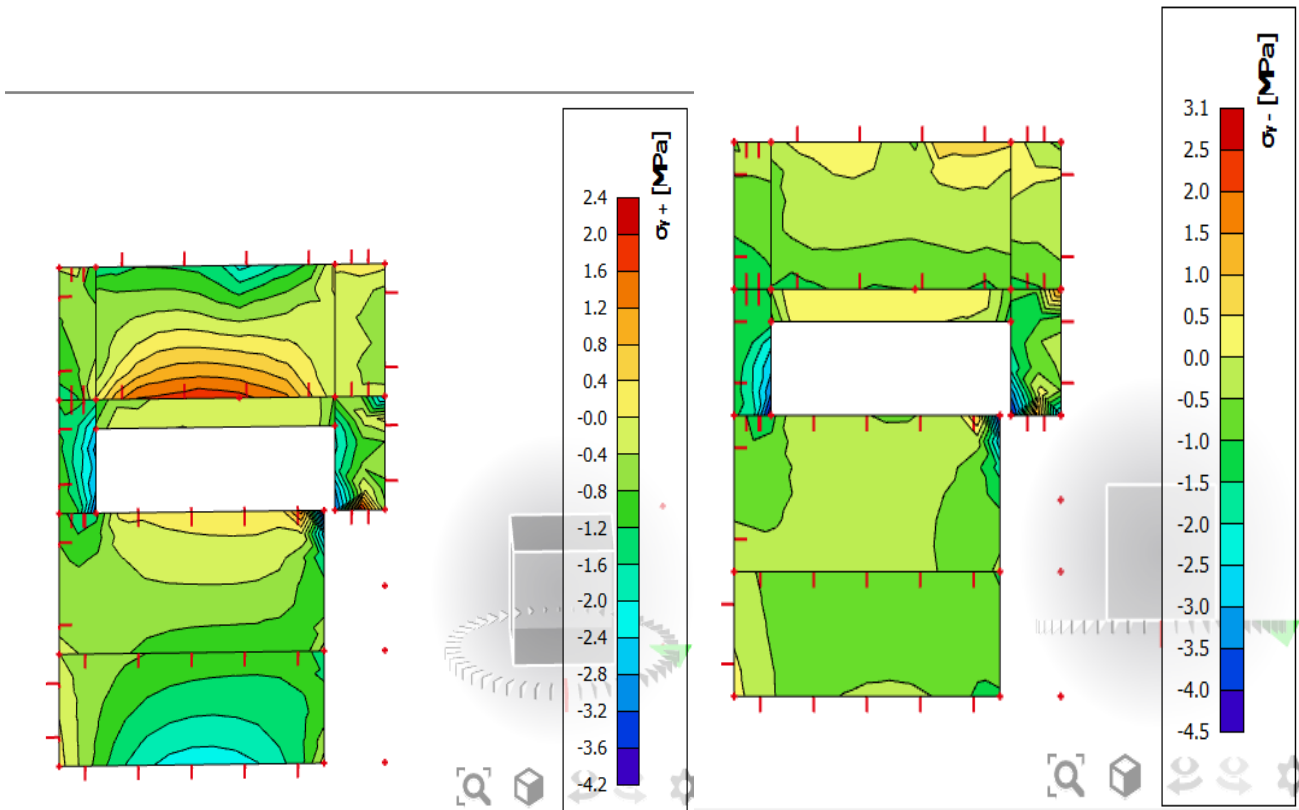
Naprezanja u zidu za kombinaciju Naprezanja u zidu za anvelopu potresnih kombinacija (GSN\_Sx, GSN\_Sy), x i y smjer:



**Slika 8.23.** Naprezanja u smjeru x

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

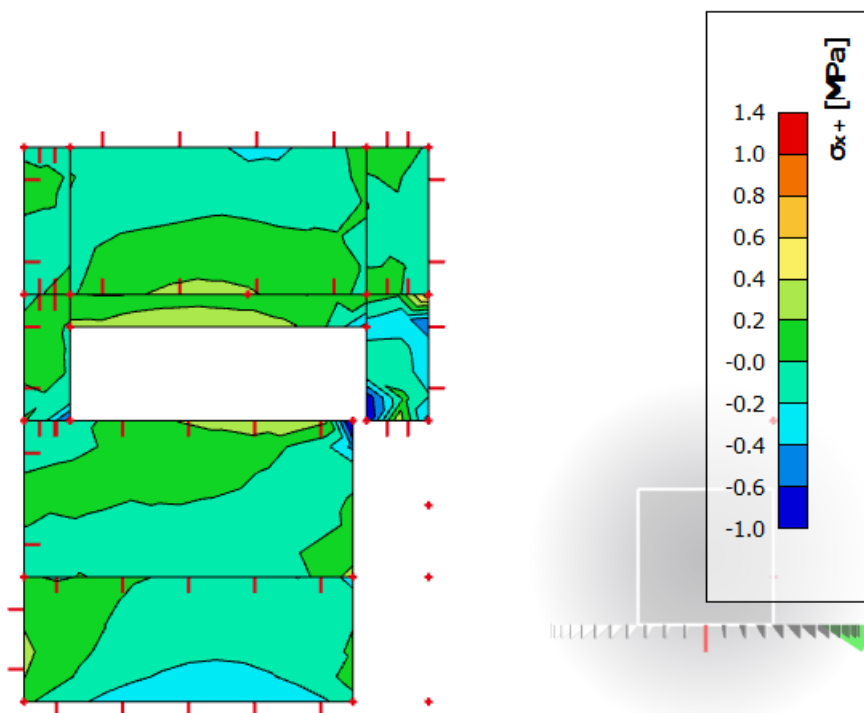
lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30;  $\sigma_{c,lok.} \leq 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$

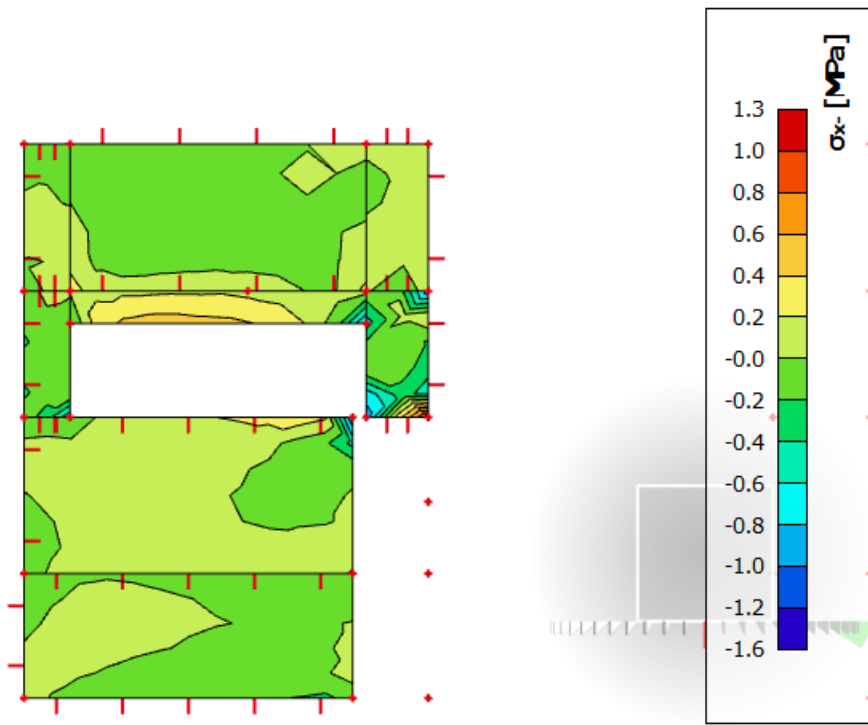


Slika 8.24. Naprezanja u smjeru y

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

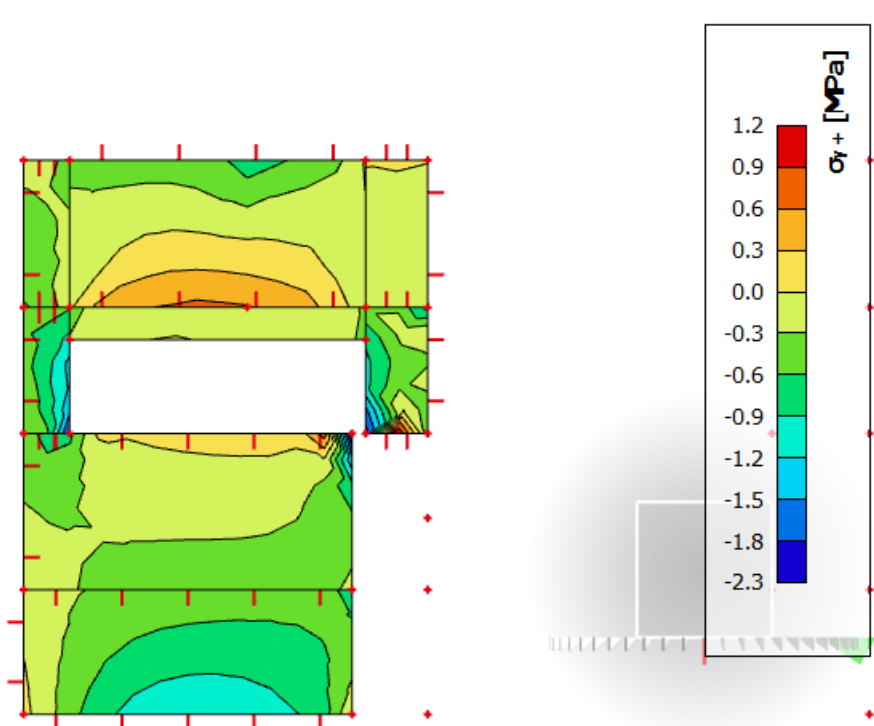
Naprezanja u zidu za kombinaciju Naprezanja u zidu za kombinaciju djelovanja vjetra (GSN\_Wx, GSN\_Wy), x i y smjer:



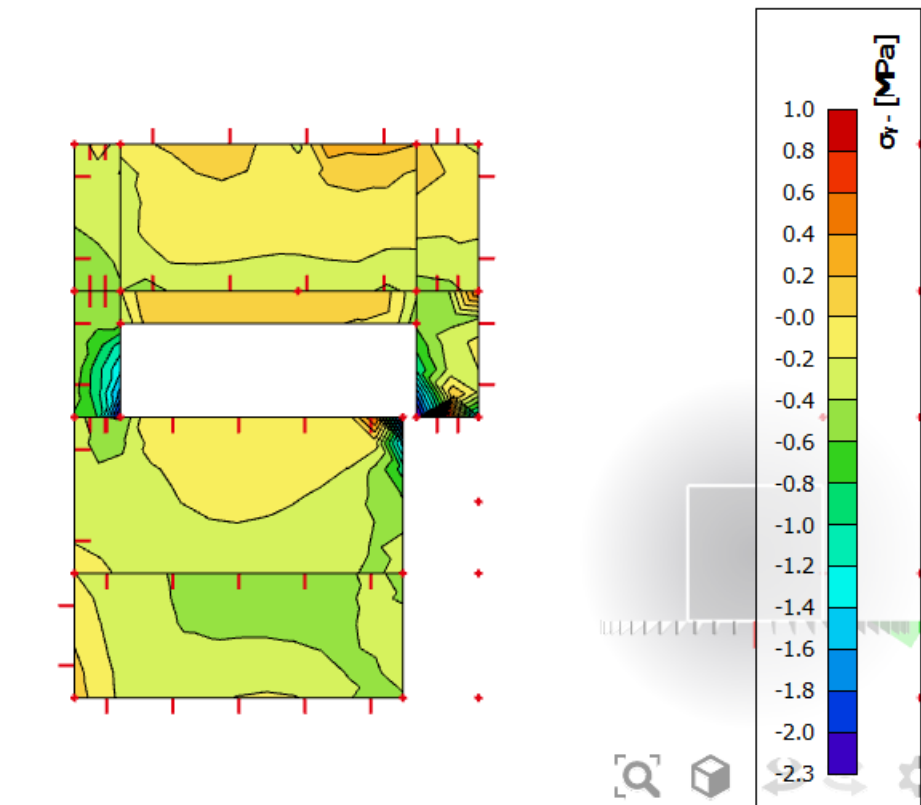


**Slika 8.18.** Naprezanja u smjeru x

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







Slika 8.19. Naprezanja u smjeru y

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

Maksimalno tlačno naprezanje u zidu: -4,5 MPa

Maksimalno vlačno naprezanje na rubu zida: 3,9 MPa

$A_{s1} = F_{sd}/f_{yd}$ ,  $F_{sd} = (3,9 \cdot 1000) \cdot 1,0 \cdot 0,2 = 576 \text{ kN}$ ,  $A_{s1} = (576/43,4) = 8,96 \text{ cm}^2/\text{m}$ . **VISOKOSTIJIENI**

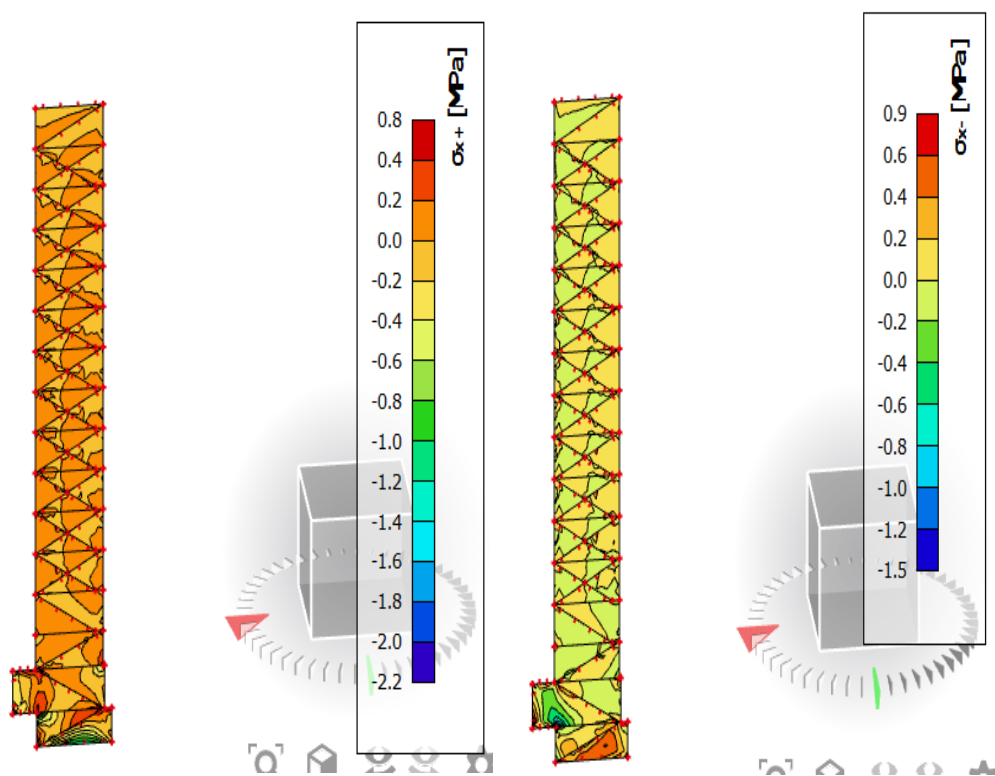
**NOSAČ VN3 ARMIRATI : ŠIPKAMA U DNU I VRHU. ODABRANO 3Ø16 U DNU NOSAČA I 3Ø16 U VRHU NOSAČA.**

**ARMIRATI OBOSTRANO SA MREŽAMA Q-283. OVJEŠENJE O PLOČU IZVESTI VILICAMA Ø12/20, NA KRAJEVIMA PROGUSTITI NA Ø12/15 ( U ŠIRINI OD 1M' ).**

**OKO SVIH OTVORA ARMIRATI SA 4Ø14 I VILICAMA Ø10/20. NA MJESTIMA OSLANJANJA VISOKOSTIJIENACA NA ZIDOVE POTREBNO JE ARMIRATI SA 4Ø16 U ŠIRINI OD 20 CM SA ZATVORENIM VILICAMA NA Ø10/20.**

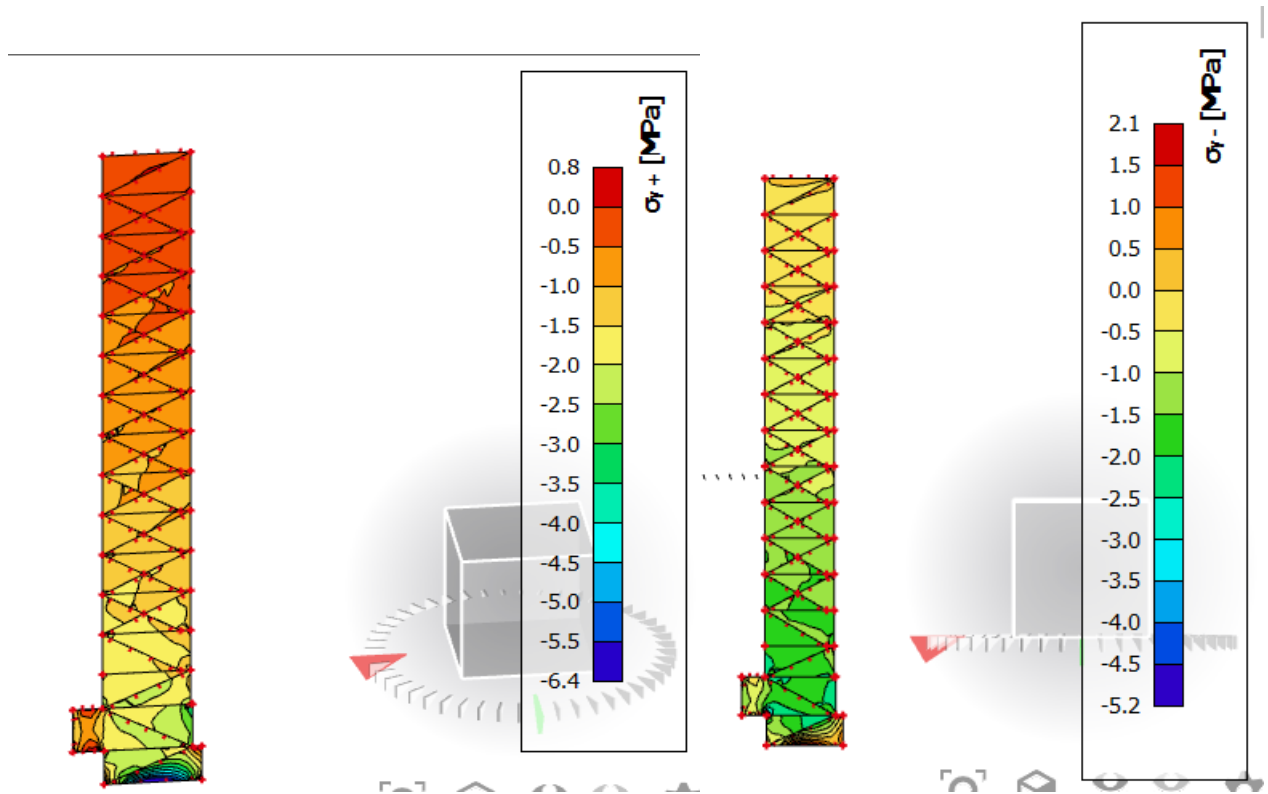
## 2) NAPREZANJA U ZIDU– SMJER X

Kontrola tlačnih naprezanja u zidu za nazovistalnu kombinaciju  $1,0G + \Psi 2i \cdot Q_i$ , x i y smjer:



**Slika 8.25.** Naprezanja u smjeru x

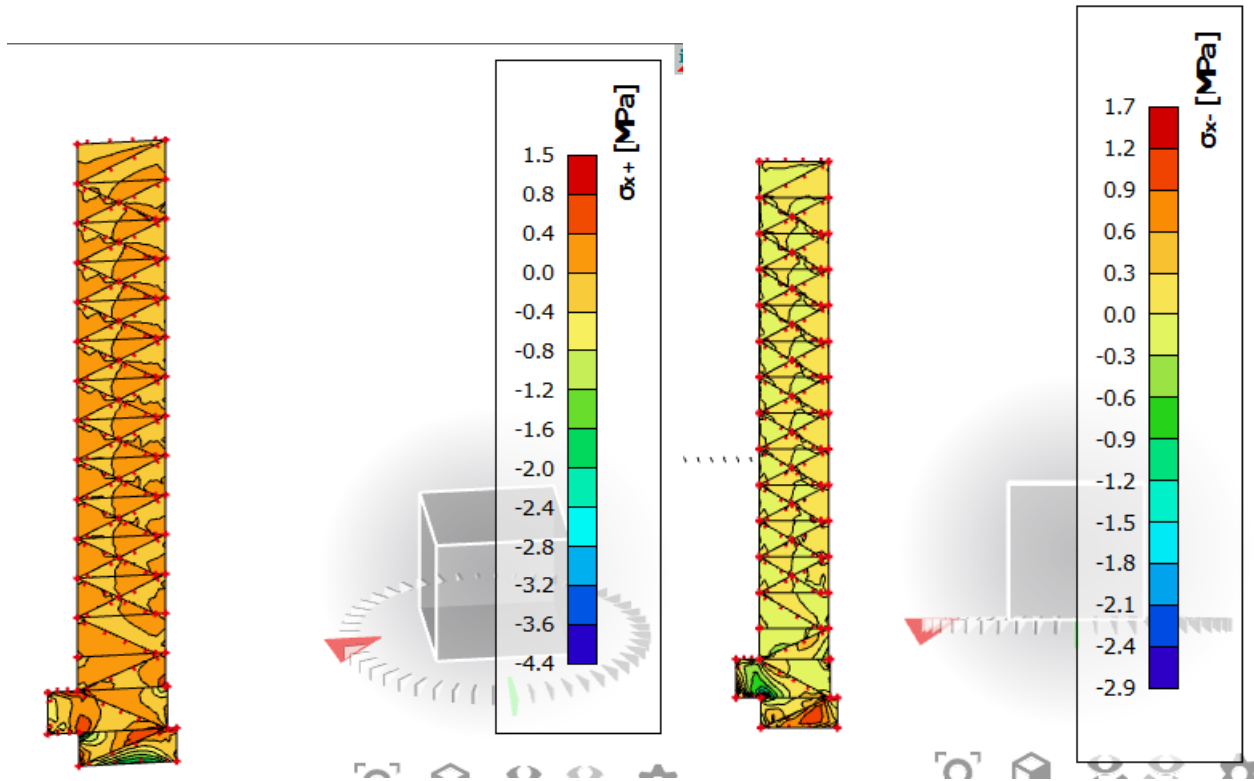
(za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$ )



**Slika 8.26.** Naprezanja u smjeru y

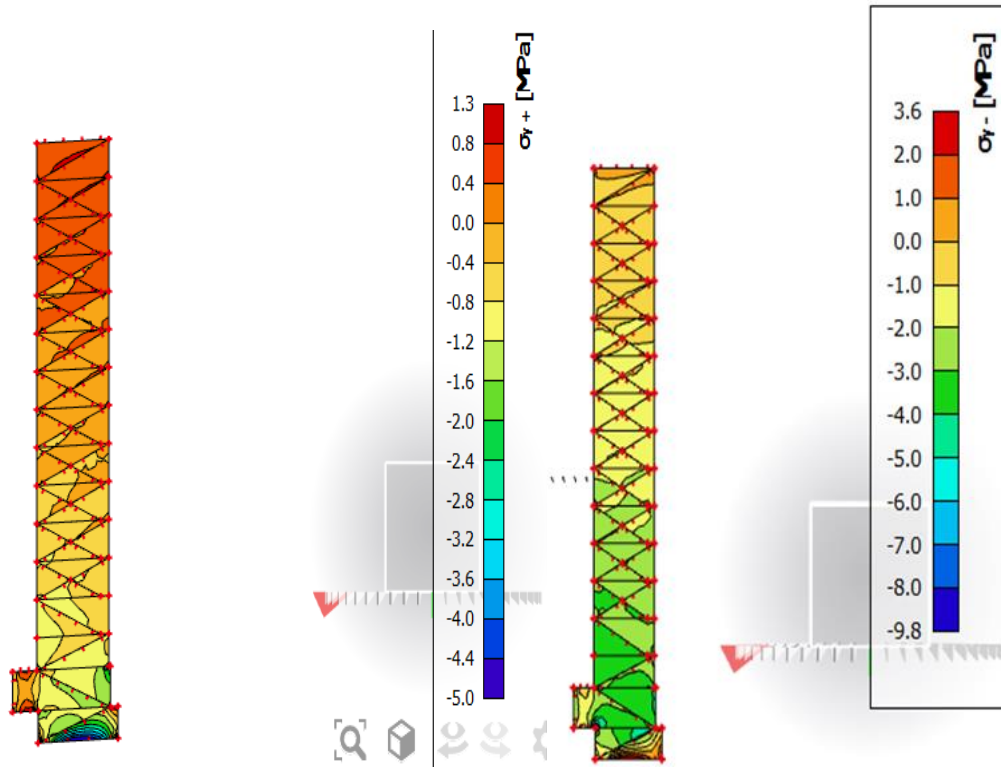
(za zidove od betona C25/30;  $\sigma_{c,Ed} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$ )

Naprezanja u zidu za kombinaciju Naprezanja u zidu za anvelopu potresnih kombinacija (GSN\_Sx, GSN\_Sy), x i y smjer:



**Slika 8.27.** Naprezanja u smjeru x

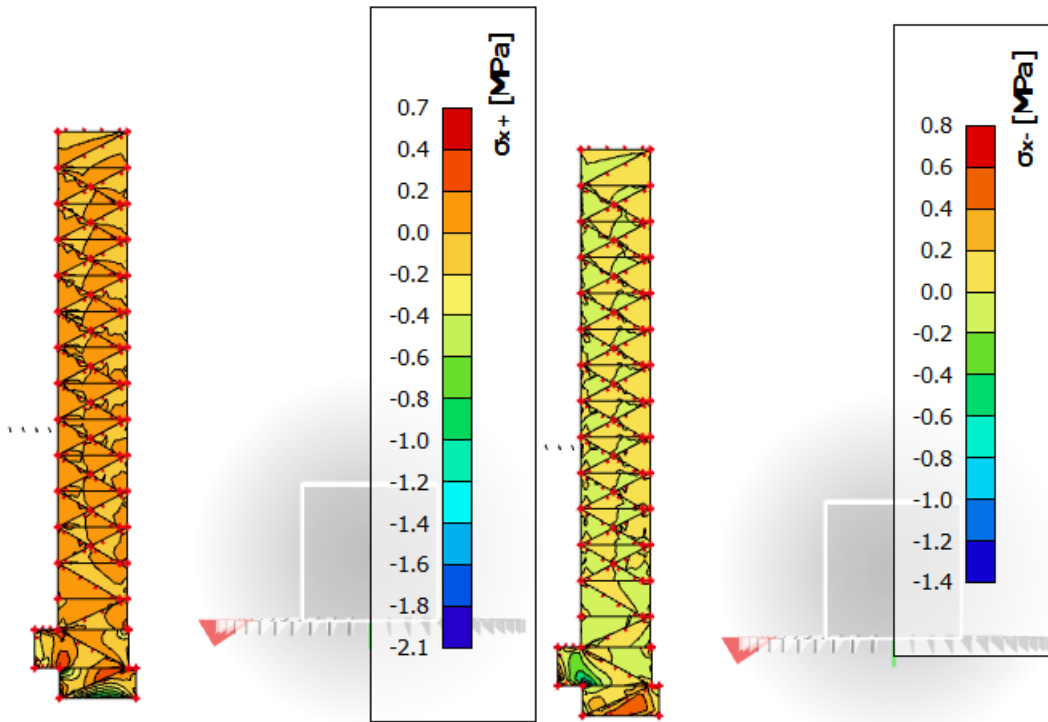
ograničenje srednjeg tlačnog naprezanja za C25/30;  $\sigma_{c,srednje} \leq 0,40 \cdot f_{cd} = 6,7 \text{ MPa}$   
 lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30;  $\sigma_{c,lok.} \leq 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$



**Slika 8.28.** Naprezanja u smjeru y

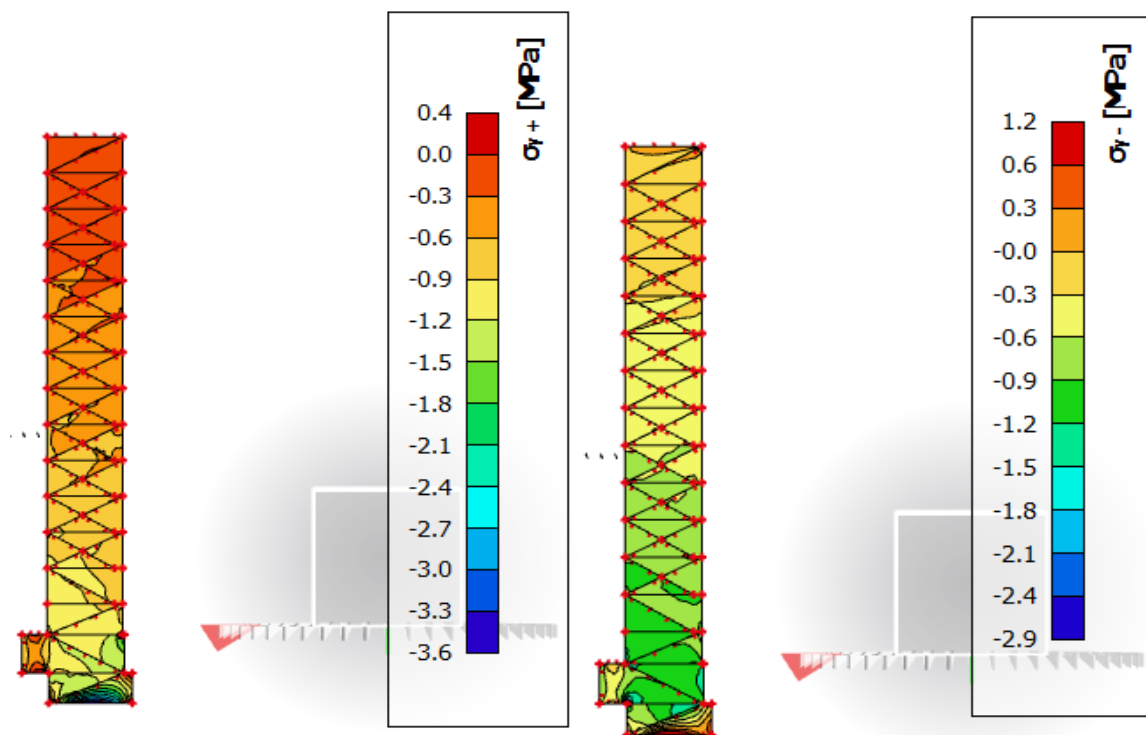
ograničenje srednjeg tlačnog naprezanja za C25/30;  $\sigma_{c,srednje} \leq 0,40 \cdot f_{cd} = 6,7 \text{ MPa}$   
 lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30;  $\sigma_{c,lok.} \leq 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$

Naprezanja u zidu za kombinaciju Naprezanja u zidu za kombinaciju djelovanja vjetra (GSN\_Wx, GSN\_Wy), x i y smjer:



Slika 8.27. Naprezanja u smjeru x

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



Slika 8.28. Naprezanja u smjeru y

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

Maksimalno tlačno naprezanje u zidu: -9,8 MPa

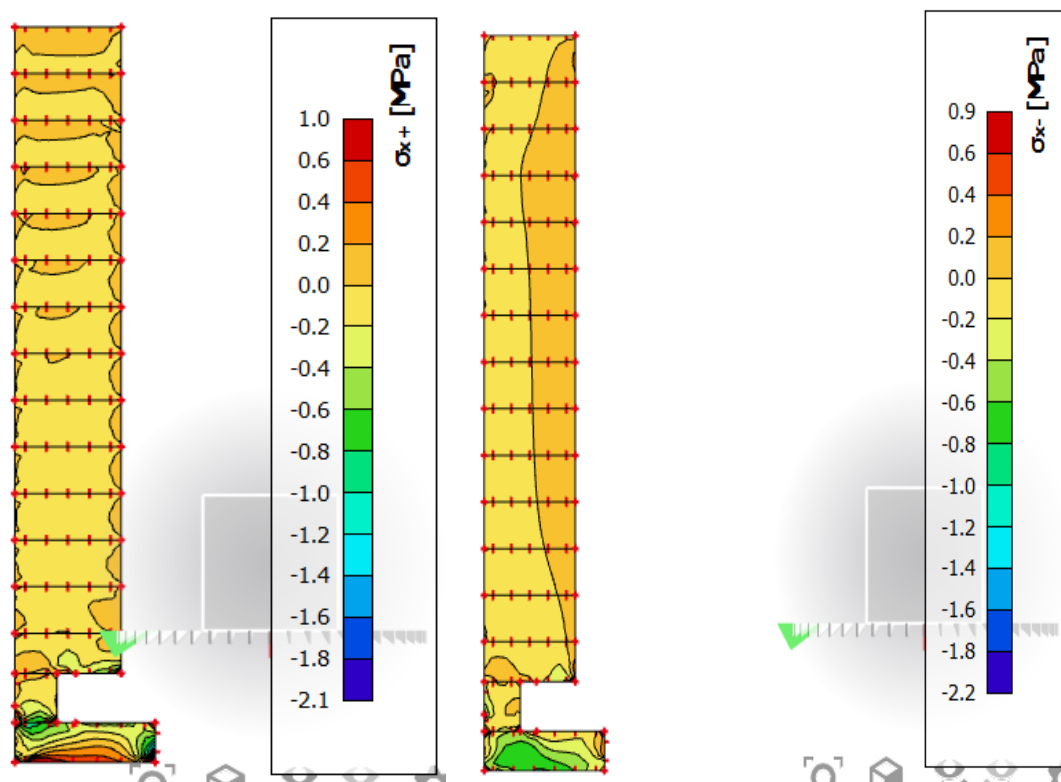
Maksimalno vlačno naprezanje na rubu zida: 1,5 MPa

$$A_{S1} = F_{Sd} / f_{yd}, F_{Sd} = (1,5 \cdot 1000) \cdot 1,0 \cdot 0,3 = 450 \text{ kN}, A_{S1} = (450 / 43,4) = 10,18 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**ZID U OSI D ARMIRATI : MREŽOM Q-283, A NA MJESTIMA VEĆIH VLAČNIH NAPREZANJA OKO OTVORA U ZIDU POTREBNO JE ARMIRATI KRAJ ZIDOVA SA ± 8Ø16 SA ZATVORENIM VILICAMA NA Ø10/15, A NA SVIM OSTALIM OTVORIMA ARMIRATI SA ± 4Ø16**

3) NAPREZANJA U ZIDU U OSI 6 – SMJER Y

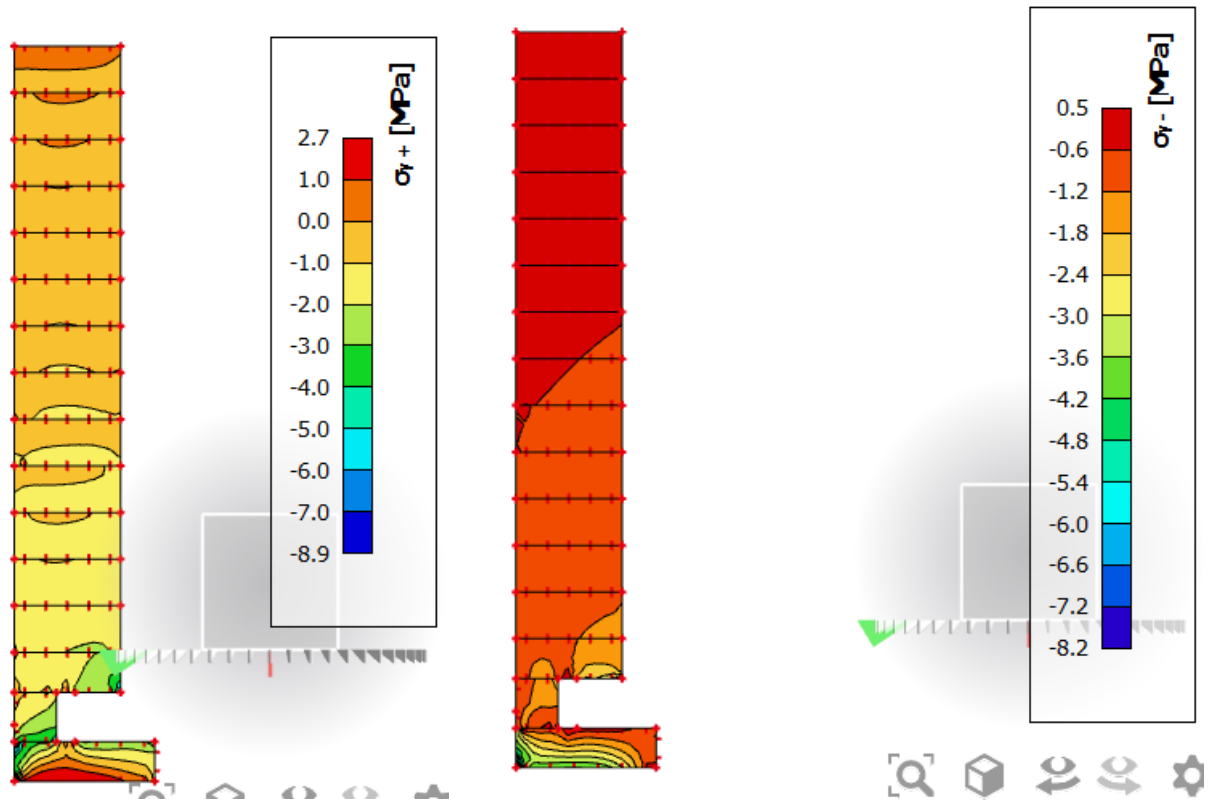
Kontrola tlačnih naprezanja u zidu za nazovistalnu kombinaciju 1,0G +Ψ2i·Qi, x i y



**Slika 8.33.** Naprezanja u smjeru x

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

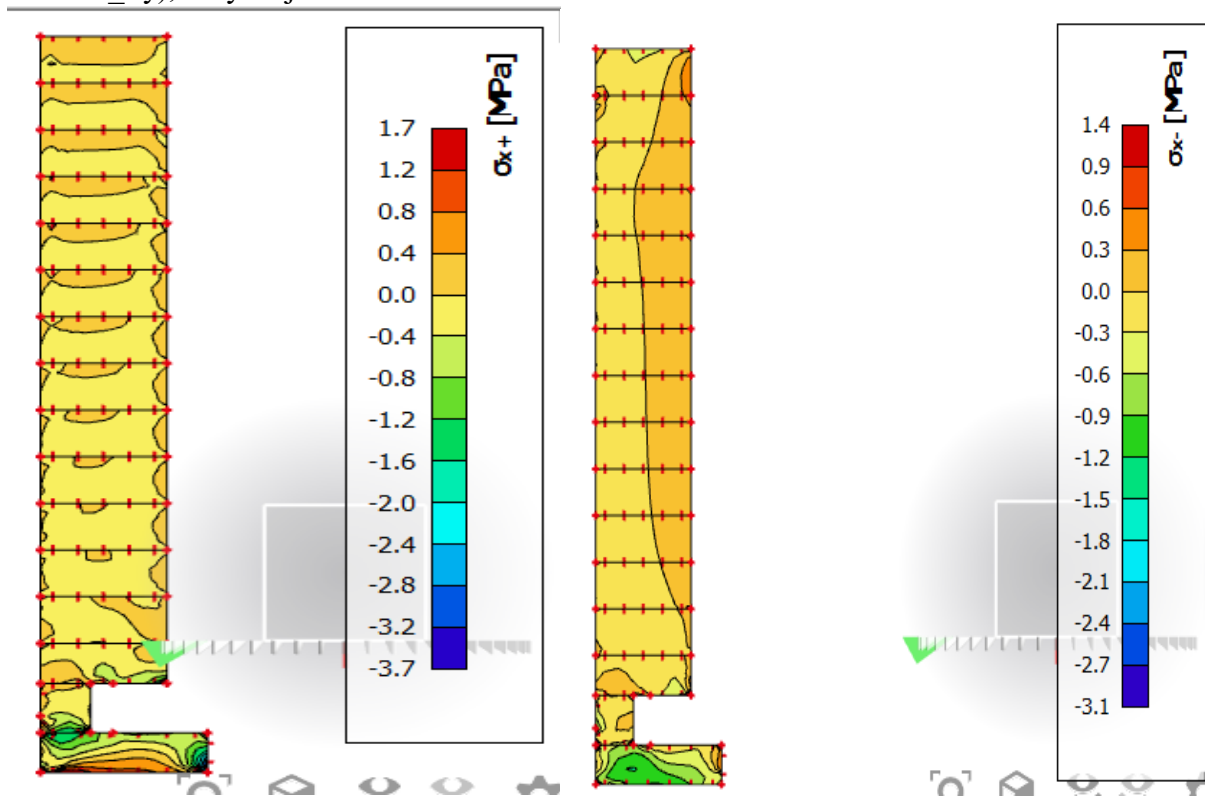




Slika 8.34. Naprezanja u smjeru y

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

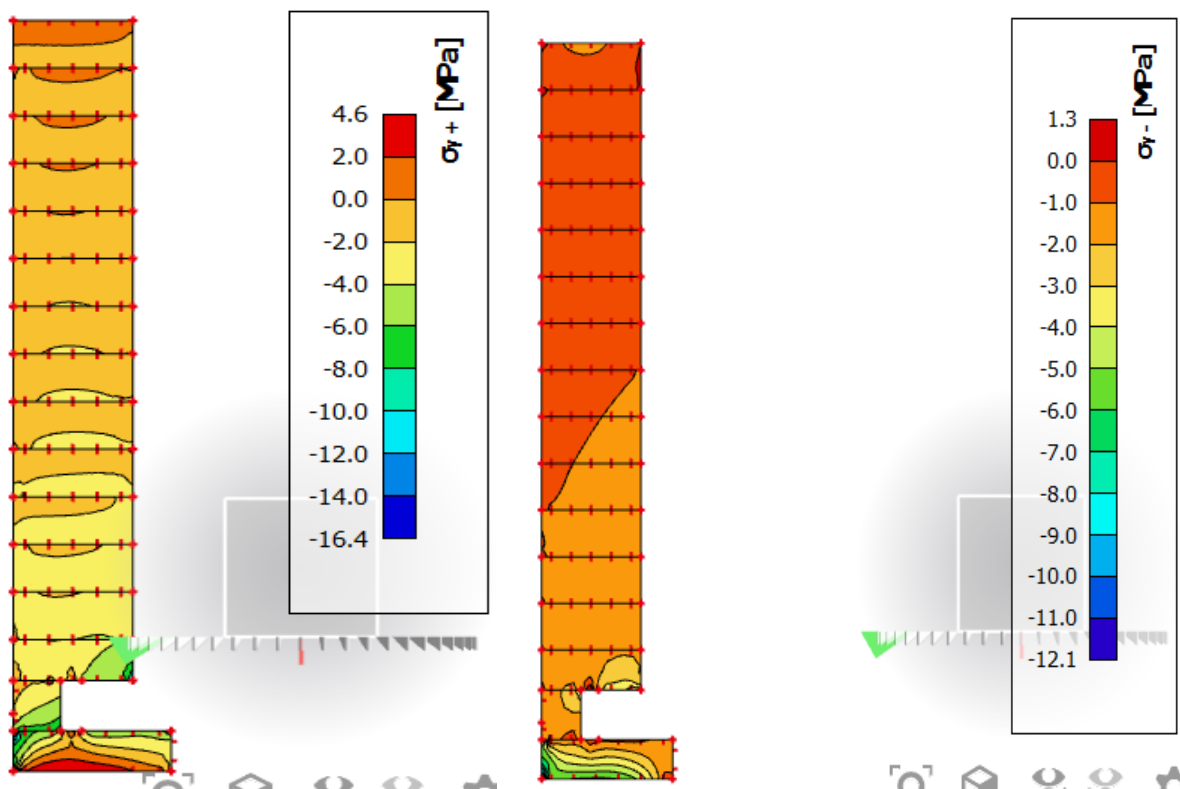
Naprezanja u zidu za kombinaciju Naprezanja u zidu za anvelopu potresnih kombinacija (GSN\_Sx, GSN\_Sy), x i y smjer:



Slika 8.35. Naprezanja u smjeru x

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

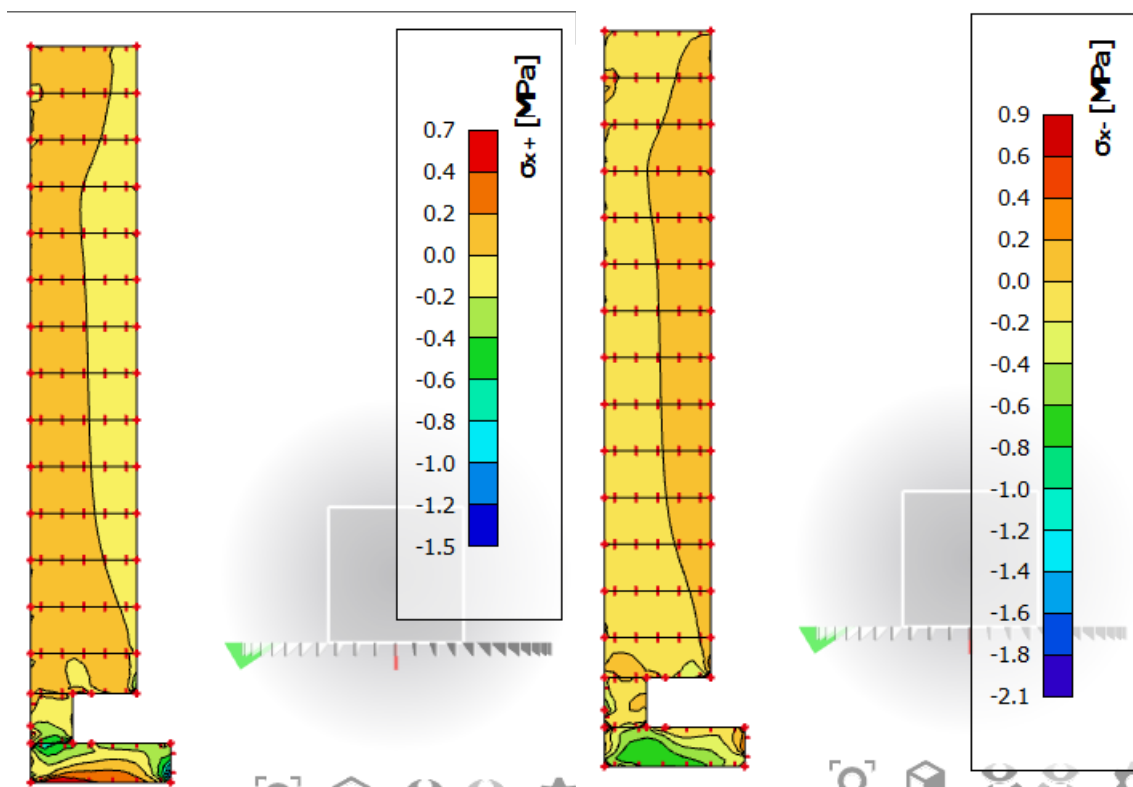
lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30;  $\sigma_{c,lok.} \leq 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$



Slika 8.36. Naprezanja u smjeru y

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

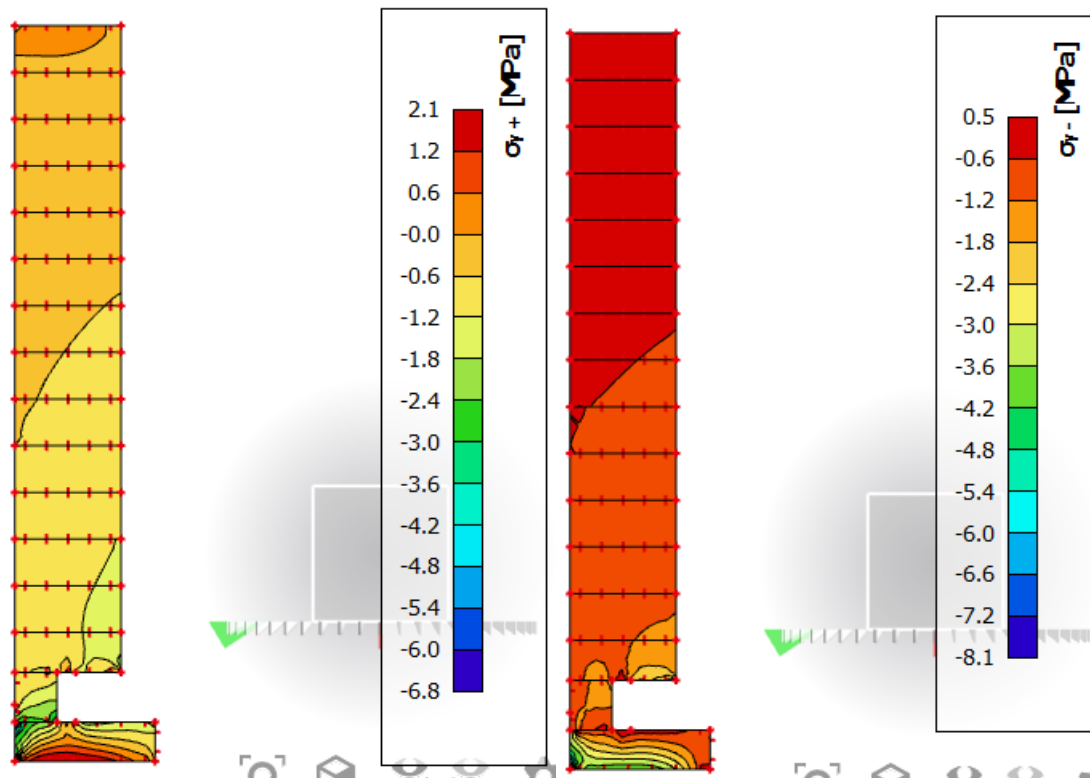
Naprezanja u zidu za kombinaciju Naprezanja u zidu za kombinaciju djelovanja vjtra (GSN\_Wx, GSN\_Wy), x i y smjer:



**Slika 8.35.** Naprezanja u smjeru x

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

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



Slika 8.36. Naprezanja u smjeru y

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

Maksimalno tlačno naprezanje u zidu: -16,4 MPa

Maksimalno vlačno naprezanje na rubu zida: 2,7 MPa

$$A_{s1} = F_{sd}/f_{yd}, F_{sd} = (2,7 \cdot 1000) \cdot 1,0 \cdot 0,3 = 725 \text{ kN}, A_{s1} = (725/43,4) = 14,91 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**ZID U OSI D ARMIRATI : MREŽOM Q-283, A NA MJESTIMA VEĆIH VLAČNIH NAPREZANJA OKO OTVORA U ZIDU POTREBNO JE ARMIRATI KRAJ ZIDOVA SA ± 8Ø16 SA ZATVORENIM VILICAMA NA Ø10/15, A NA SVIM OSTALIM OTVORIMA ARMIRATI SA ± 4Ø16**

### Rezultati proračuna karakterističnog zida garaže

Obodni zidovi u podzemnoj garaži dominantno su opterećeni aktivnim tlakom tla. Opterećen je aktivnim tlakom tla ( $p_a$ ), te dodatnim tlakom ( $p_0$ ).

Koeficijent tlaka mirovanja :  $K_0 = 0,4$

Horizontalni bočni tlak:  $\sigma_h = e_0 = \sigma_v \cdot K_0$

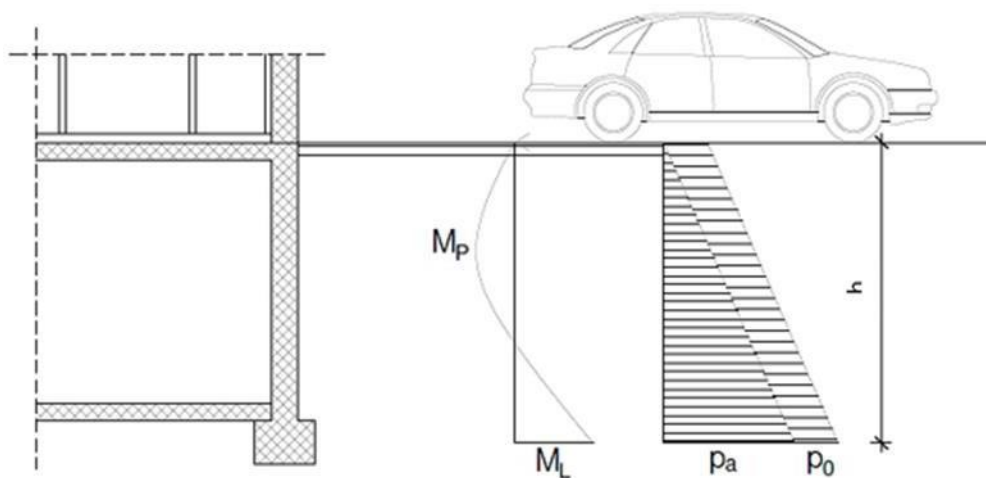
Dodatni tlak :  $p_0 = 2,0 \text{ kN/m}^2$

Visina zida:  $h = 2,67 \text{ m}$

Specifična težina tla :  $\gamma_{zem} = 19,0 \text{ kN/m}^3$

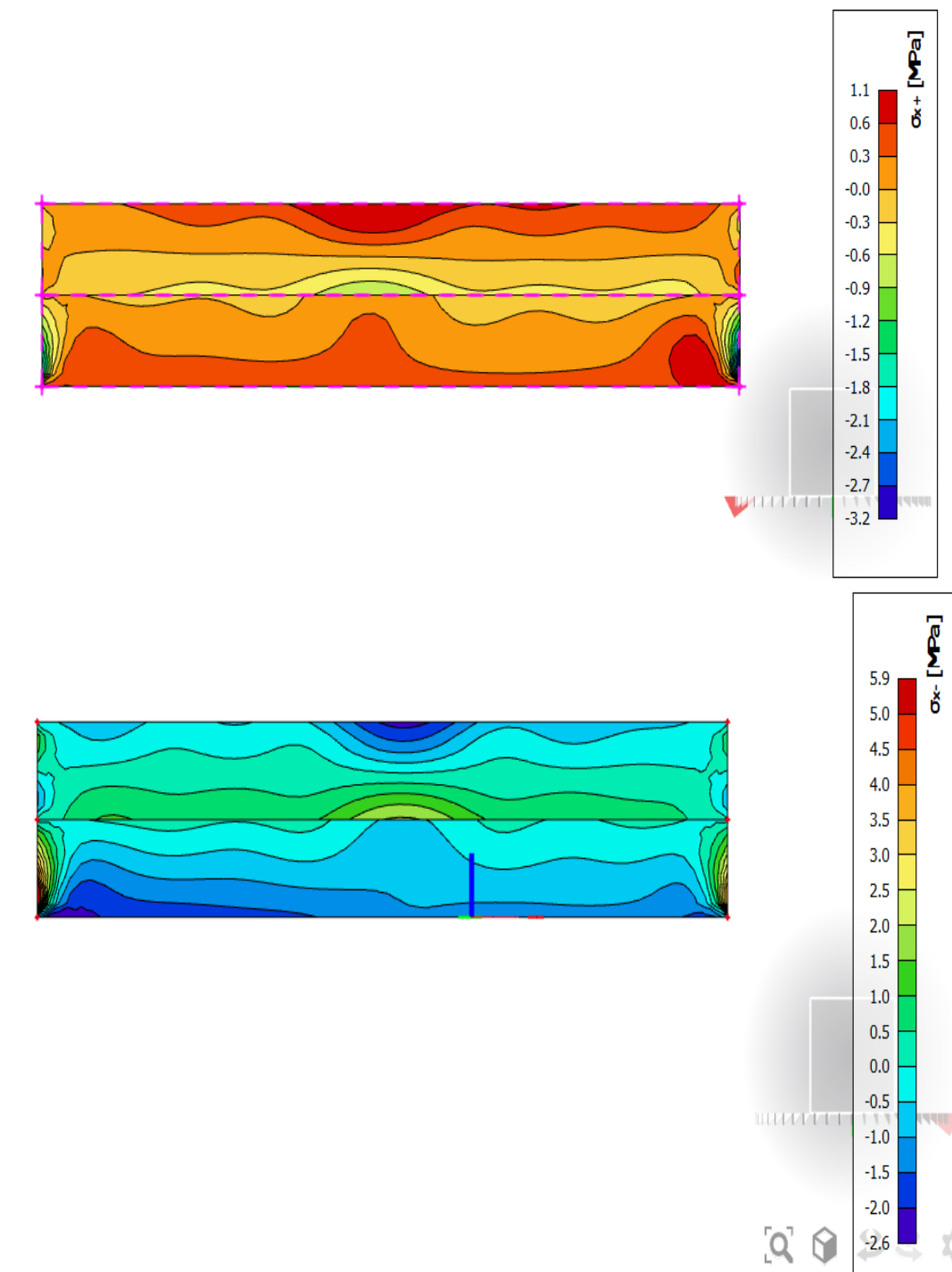
$p_a = \gamma_{zem} \cdot h \cdot K_0 = 19,0 \cdot 2,67 \cdot 0,4 = 20,316 \text{ kN/m}^2$

$p_a + p_0 = 20,316 + 2,0 = 22,316 \text{ kN/m}^2$



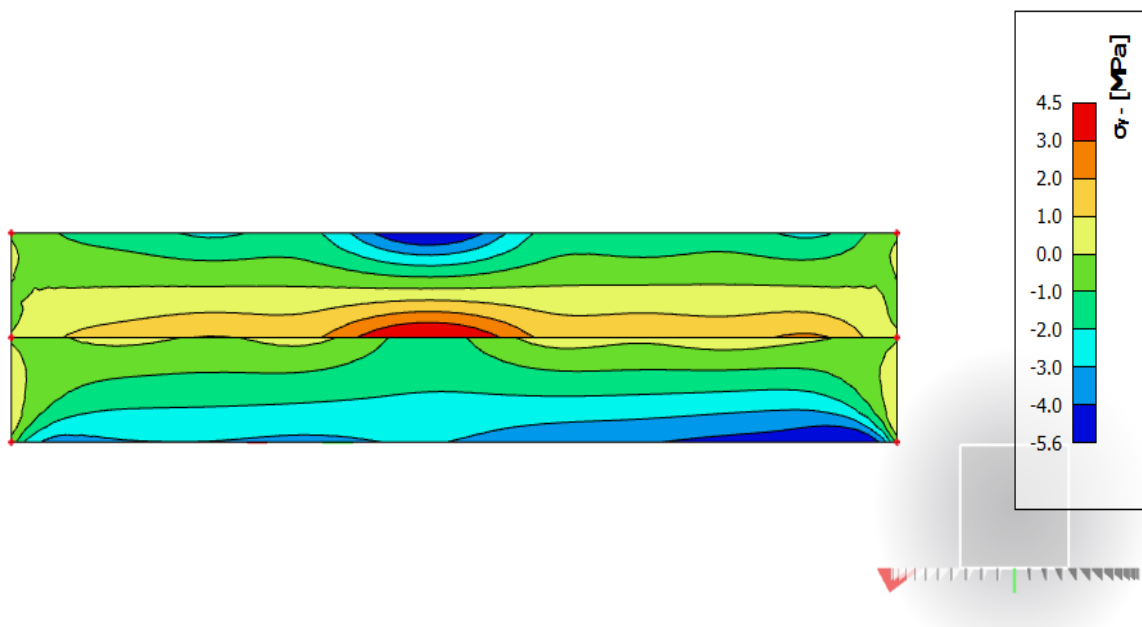
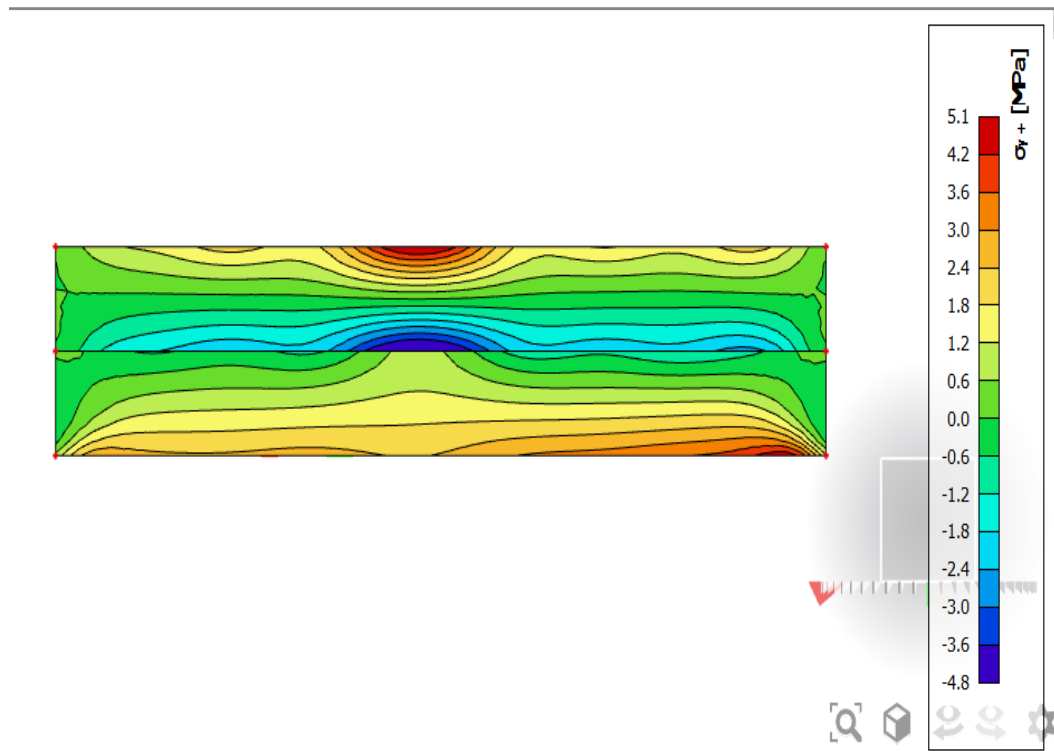
## 4) NAPREZANJA U ZIDU GARAŽE

Kontrola tlačnih naprezanja u zidu za nazovistalnu kombinaciju  $1,0G + \Psi 2i \cdot Qi$ , x i y smjer:



**Slika 8.29.** Naprezanja u smjeru x

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

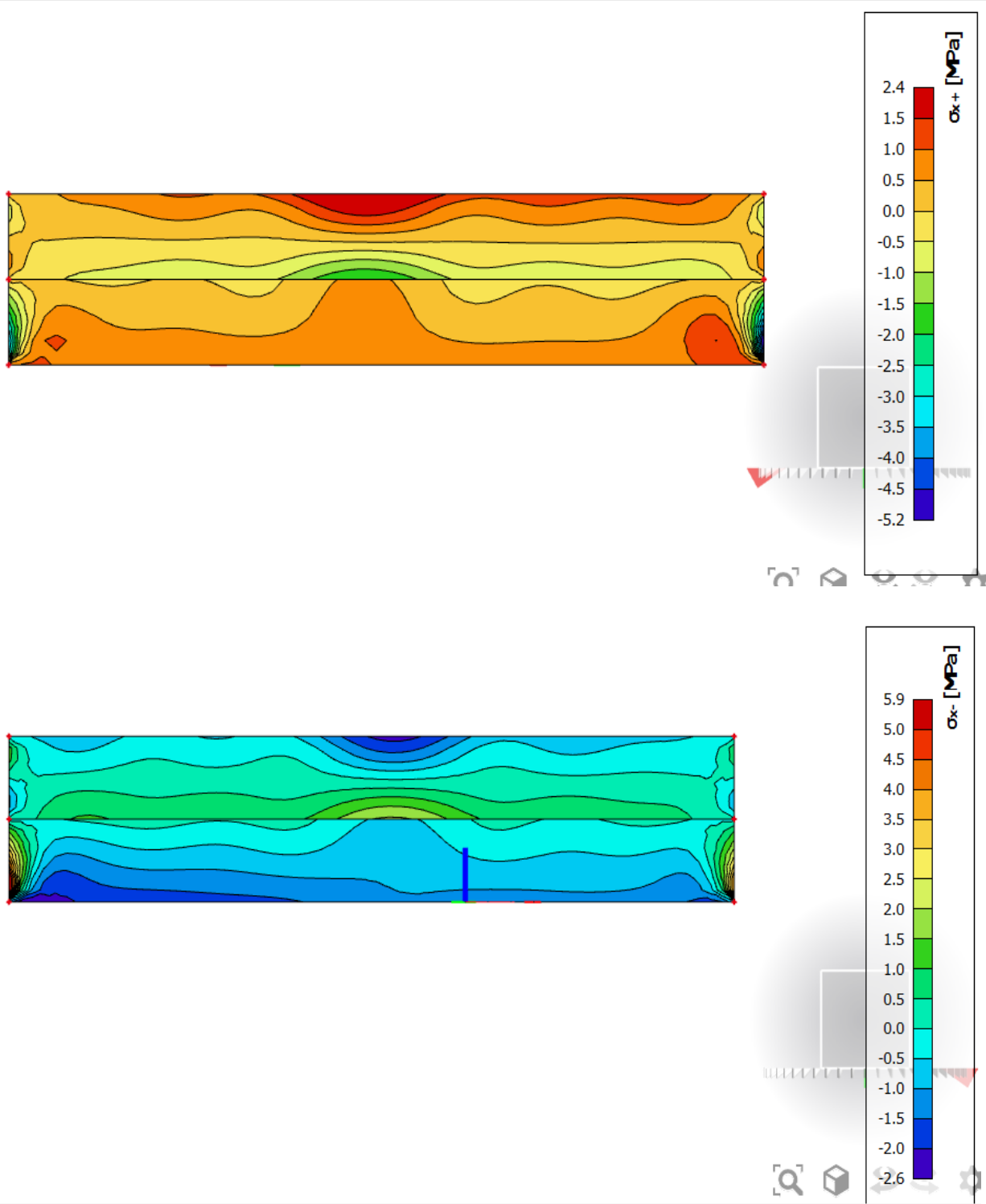


**Slika 8.30.** Naprezanja u smjeru y

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

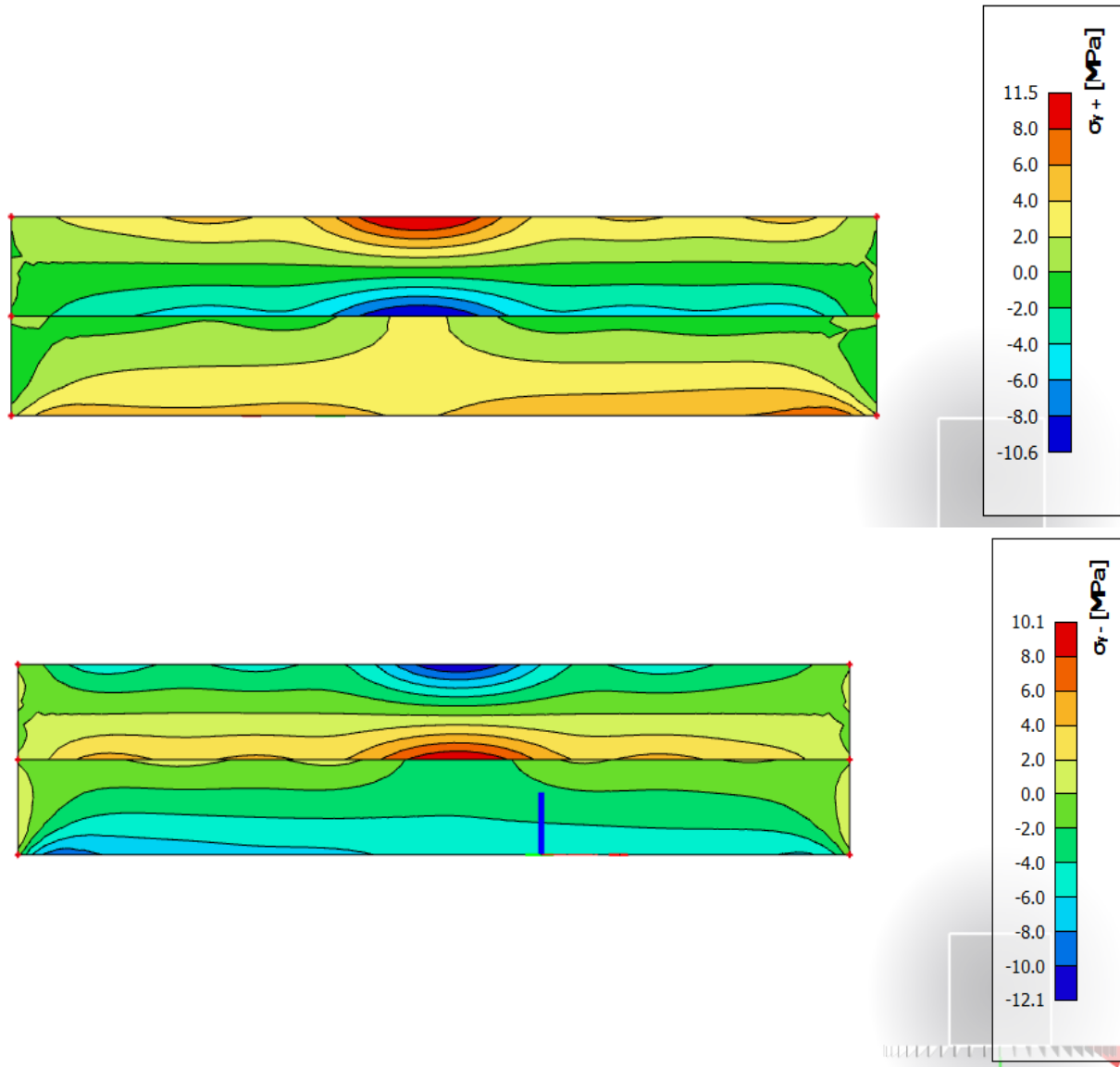


Napreznja u zidu za kombinaciju Napreznja u zidu za anvelopu potresnih kombinacija (GSN\_Sx, GSN\_Sy), x i y smjer:



Slika 8.31. Napreznja u smjeru x

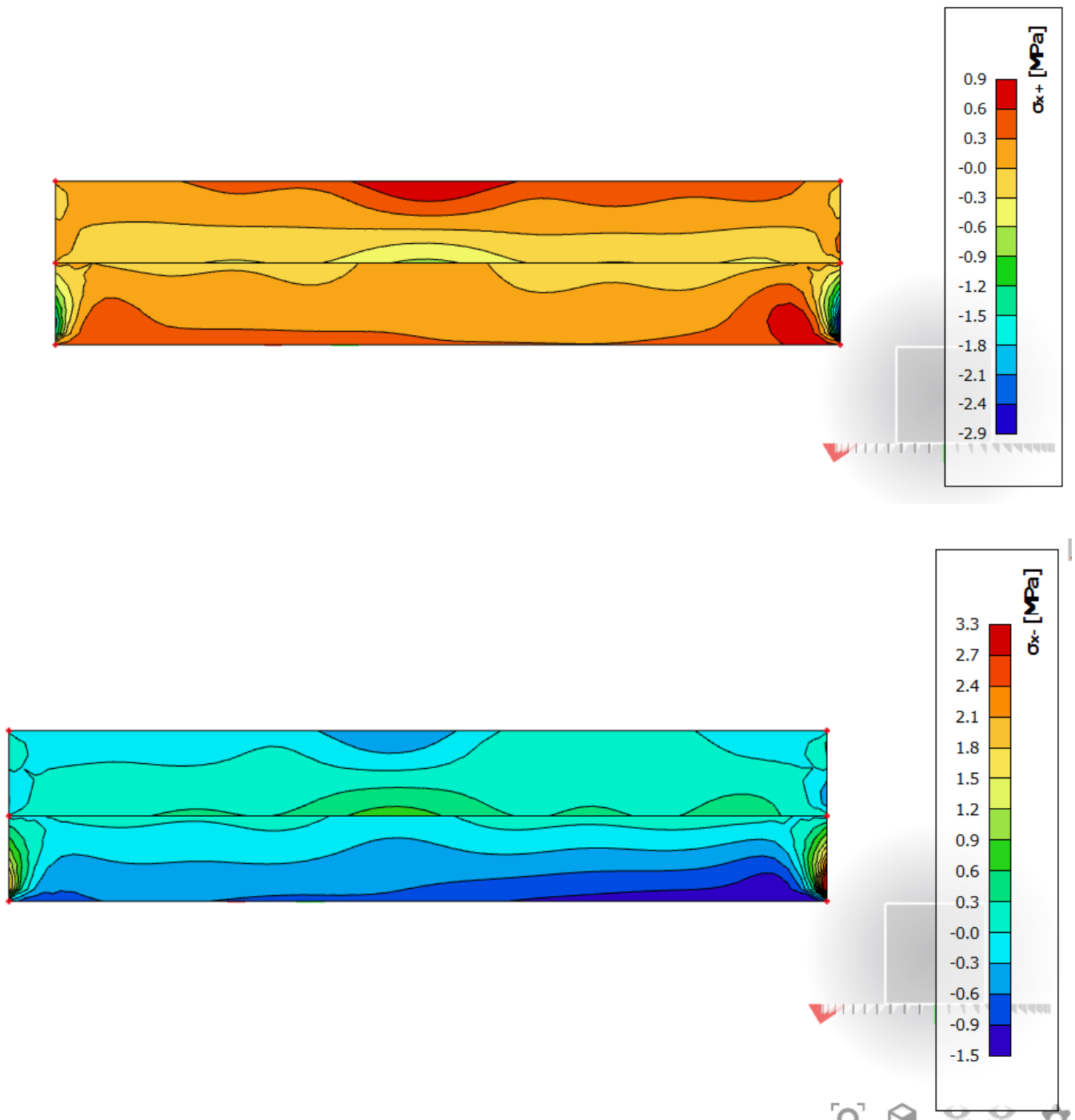
ograničenje srednjeg tlačnog naprezanja za C25/30;  $\sigma_{c,srednje} \leq 0,40 \cdot f_{cd} = 6,7 \text{ MPa}$   
 lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30;  $\sigma_{c,lok.} \leq 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$



**Slika 8.32.** Naprezanja u smjeru y

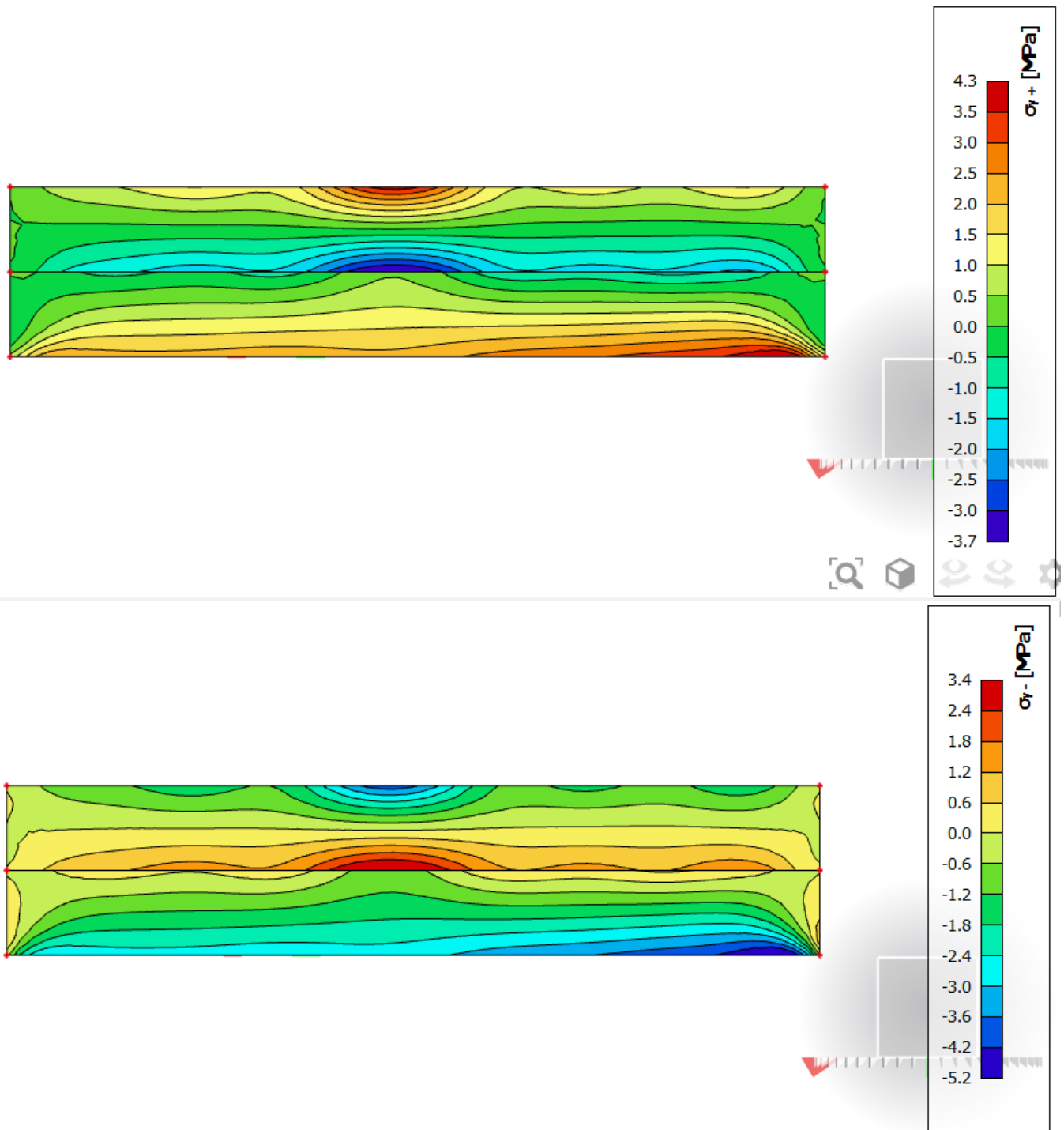
ograničenje srednjeg tlačnog naprezanja za C25/30;  $\sigma_{c,srednje} \leq 0,40 \cdot f_{cd} = 6,7 \text{ MPa}$   
 lokalno srednje tlačno naprezanje za C25/30;  $\sigma_{c,lok.} \leq 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$

Naprezanja u zidu za kombinaciju djelovanja vjetra (GSN\_Wx, GSN\_Wy), x i y smjer:



**Slika 8.31.** Naprezanja u smjeru x

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



**Slika 8.32.** Naprezanja u smjeru y

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

Maksimalno tlačno naprezanje u zidu: -12,1 MPa

Maksimalno vlačno naprezanje na rubu zida: 11,5 MPa

$A_{s1} = F_{sd}/f_{yd}$ ,  $F_{sd} = (11,5 \cdot 1000) \cdot 1,0 \cdot 0,2 = 2300$  kN,  $A_{s1} = (2300/43,4) = 44,92$  cm<sup>2</sup>/m

**1.1.1.1 ZID ARMIRATI : MREŽOM Q-283, A NA MJESTIMA VEĆIH VLAČNIH NAPREZANJA OKO OTVORA GARAŽNIH VRATA I RUBOVE ZIDOVA POTREBNO JE ARMIRATI SA ± 12Ø22 SA ZATVORENIM VILICAMA NA Ø10/15.**

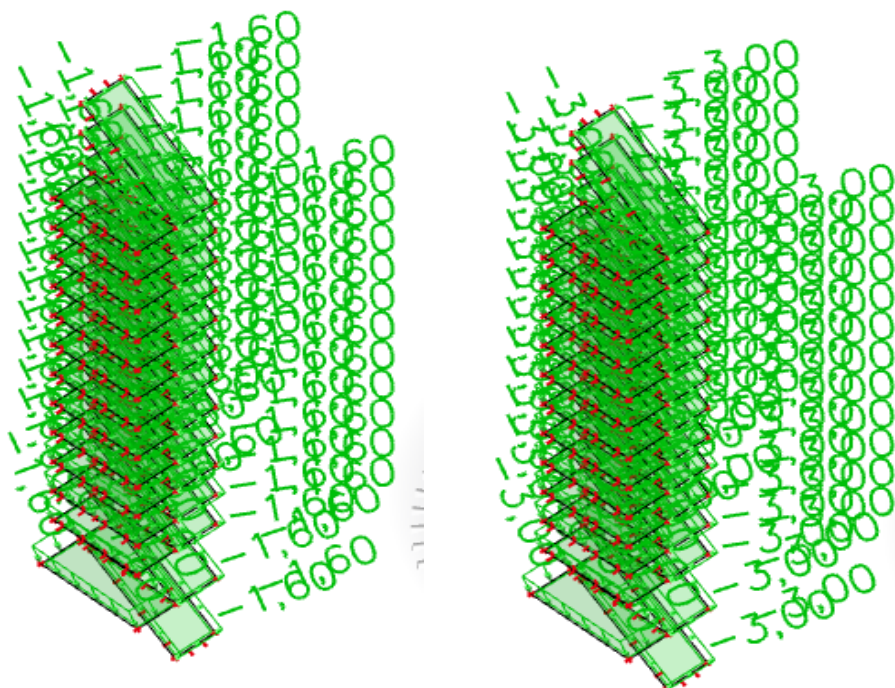
## 9. DIMENZIONIRANJE STUBIŠTA

### Dimenzioniranje stubišta

$d=15\text{ cm}$ , beton: C25/30, armatura: B500B

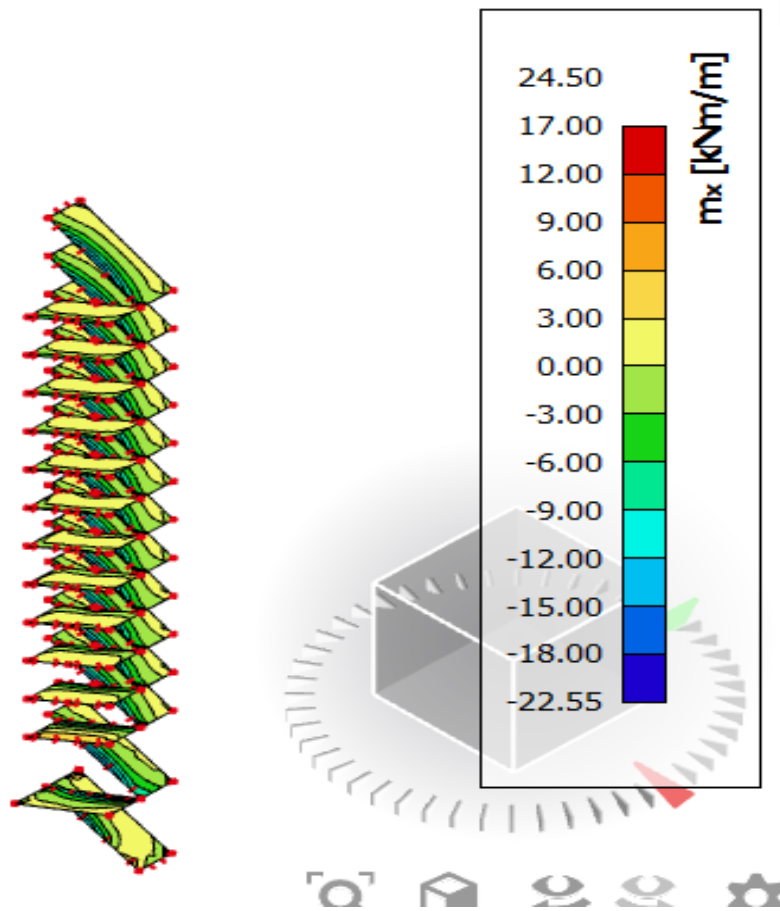
- a) Prikaz opterećenja zadanih proračunskim modelom – vlastita težina (zadana u računalnom modelu)

Vlastita težina zadana u računalnom modelu.

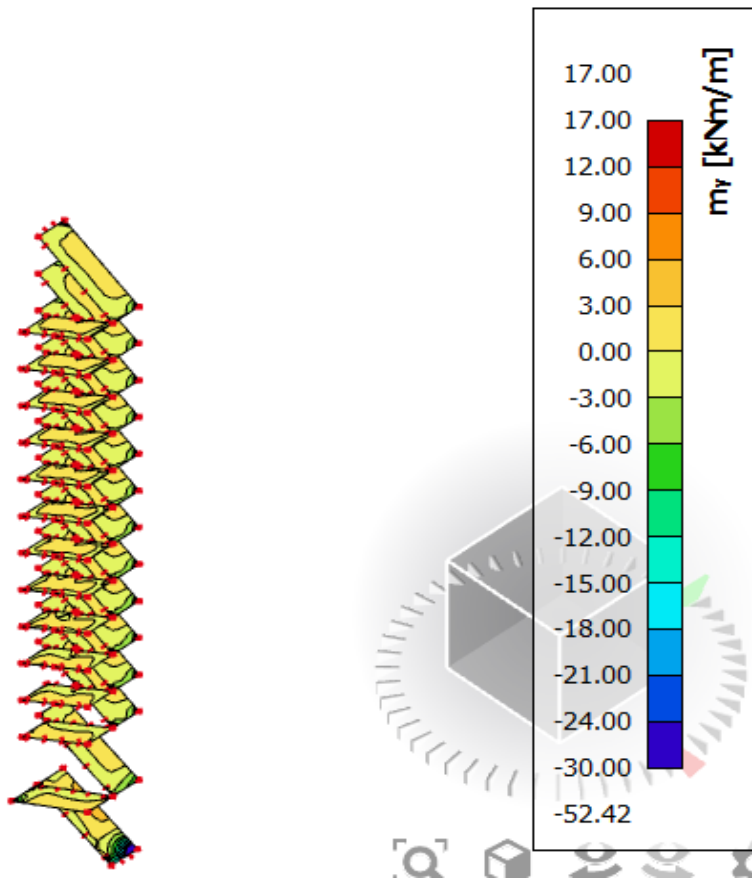


**Slika 9.1.** Dodatno stalno i pokretno opterećenje ( $\text{kN/m}^2$ )

b) Rezultati proračuna



Slika 9.2. Moment savijanje globalni smjer X



Slika 9.3. Moment savijanje globalni smjer Y

Potrebna površina armature ploče:  $A_{s1} = M_u \cdot 100 / (0.90 \cdot 12.5 \cdot 43.4) = M_u \cdot 0.205$

Minimalna armatura:  $A_{s1,MIN} \geq 0.6 \cdot b_t \cdot d / f_{yk} \geq 0.0015 \cdot b_t \cdot d$ ,  $\rightarrow 0.0015 \cdot 100 \cdot 17 = 2.55 \text{ cm}^2/\text{m}'$

$A_{o,min} = \text{Odabrana min armatura: Q-283 (MA) (B500B)}$

-Proračun u polju

Beton: C 25/30;  $f_{ck}=25.0 \text{ MPa}$

$$f_{cd}=25.0/1.5 = 16,67 \text{ MPa}$$

Armatura: B 500B;  $f_{yk}=500.0 \text{ MPa}$

$$M_{Ed} = 6,00 \text{ kNm/m}$$

$$M_{Ed}$$

$$600$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{600}{100 \cdot 12,5^2 \cdot 1,667} = 0,021$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0\text{‰} \quad \varepsilon_{c2} = 0,7\text{‰} \quad \eta = 0,977$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{600}{0.977 \cdot 12,5 \cdot 43.48} = 1,13 \text{ cm}^2$$

ODABRANO Q-283 ( $A_s=2,83\text{cm/m}$ )

Proračun na ležaju (spoj sa pločom kata)



$$M_{Ed} = 30 \text{ kNm/m}$$

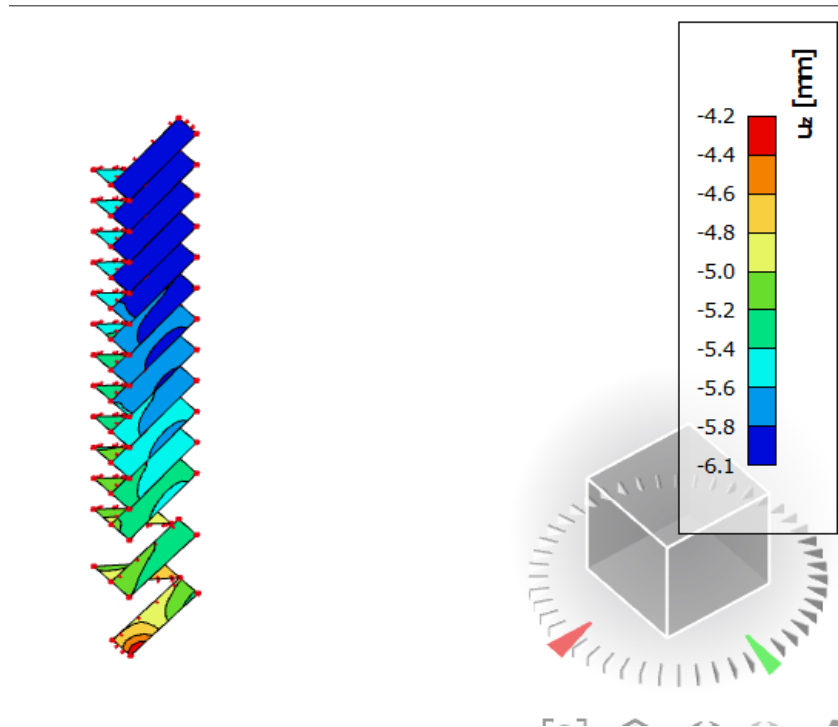
$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3000}{100 \cdot 12,5^2 \cdot 1,667} = 0,058$$

Očitano  $\varepsilon_{s1} = 10,0\text{‰}$   $\varepsilon_{c2} = 1,5\text{‰}$   $\eta = 0,953$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3000}{0,953 \cdot 12,5 \cdot 43,48} = 5,01 \text{ cm}^2$$

ODABRANO R-503(As=5,03 cm/m)

c) Progibi-prikazani rezultati u mm



**Slika 9.4.** Progibi (mm)

Napomena:

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

## 10. TEMELJI

Temeljenje objekta potrebno je izvesti na naslagama dobro građuiranog tla, odnosno, potrebno je u potpunosti ukloniti ostatke eventualnog razlomljenog i okršenog materijala koji je nepodesan za temelje. Nastali prostor potrebno je zapuniti rastresitim materijalom, te uvaljati i zbiti do zadovoljavajućeg modula zbijenosti. Potrebno je postići nosivost temeljnog tla od minimalno  $\sigma_{Ra} = 500 \text{ kN/m}^2$ . Ako je nosivost tla manja od  $500 \text{ kN/m}^2$  potrebno je izvesti poboljšanje temeljnog tla metodom zamjene prirodnog materijala ispod temelja objekta s dobro građuiranim drobljenim kamenim materijalom "armiran" geotekstilom. Ojačanje će se izvesti ako se ustanovi nedovoljna nosivost temeljnog tla u pogledu sloma tla pod temeljem, kao i prekoračenje proračunskog slijeganja temelja (1,5-2 cm).

Kota dna terena je 52 cm ispod kote površine terena. Kako bi se postigla potrebna dubina kote temelja (zbog smrzavanja) po obodu temeljne ploče izvesti će se rubna ojačanja.

Ispod predmetne građevine predviđena je temeljna ploča dimenzija prema planu pozicija ovog projekta.

Armiranje izvesti s armaturom B500B. Beton C25/30.

Budući da nisu izvršena geomehanička istraživanja predmetne lokacije pretpostavljene su geotehničke karakteristike tla kao i dubina temeljenja. Nakon iskopa za temelje potrebno je pozvati geomehaničara radi pregleda temeljnog tla. Geomehaničar upisom u građevinski dnevnik može odobriti izvedbu temeljne konstrukcije ili propisati eventualna ispitivanja lokacije. Dopuštene pritiske na predmetnoj lokaciji potrebno je provjeriti od strane ovlaštenog geomehaničara ili nadzornog inženjera nakon širokog iskopa. Ako se utvrdi razlika u odnosu na dopuštenu nosivost, potrebno je konzultirati projektanta konstrukcije radi eventualnih intervencija na projektiranim temeljima.

Geometrija, opterećenje i sva ostala svojstva u svemu su jednaka modelu sa spriječenim pomacima.

Umjesto spriječenih pomaka zadaje se ploča na elastičnoj podlozi.

Ispod temeljne ploče zadana je elastična podloga krutosti:  $C_z = 60 \text{ MN/m}^3$  (60 kPa/mm)

Dokaz nosivosti i stabilnosti se vrši sukladno HRN EN 1997-1:2012/NA:2012 prema projektnom pristupu 3.

Vrijednosti parcijalnih koeficijenata za djelovanja za proračunski slučaj STR i GEO su dane u nastavku:

**Tablica 10.1.** *Parcijalni koeficijenti za djelovanje*

Djelovanje		Simbol	Skupina	
			A1	A2
Stalno	nepovoljno	$\gamma_{G;sup}$	1,35	1,0
	povoljno	$\gamma_{G;inf}$	1,0	1,0
Promjenjivo	nepovoljno	$\gamma_Q$	1,5	1,3
	povoljno	$\gamma_Q$	0	0

Parcijalni koeficijenti za parametre tla za proračunski slučaj STR i GEO

**Tablica 11.2.** *Parcijalni koeficijenti za parametre tla za proračunski slučaj STR i GEO*

Parametri tla	Simbol	Skupina	
		M1	M2
Kut unutarnjeg trenja <sup>a</sup>	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Efektivna kohezija	$\gamma_c$	1,0	1,25
Nedrenirana posmična čvrstoća	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Jednoosna tlačna čvrstoća	$\gamma_{qu}$	1,0	1,4
Gustoća težine	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

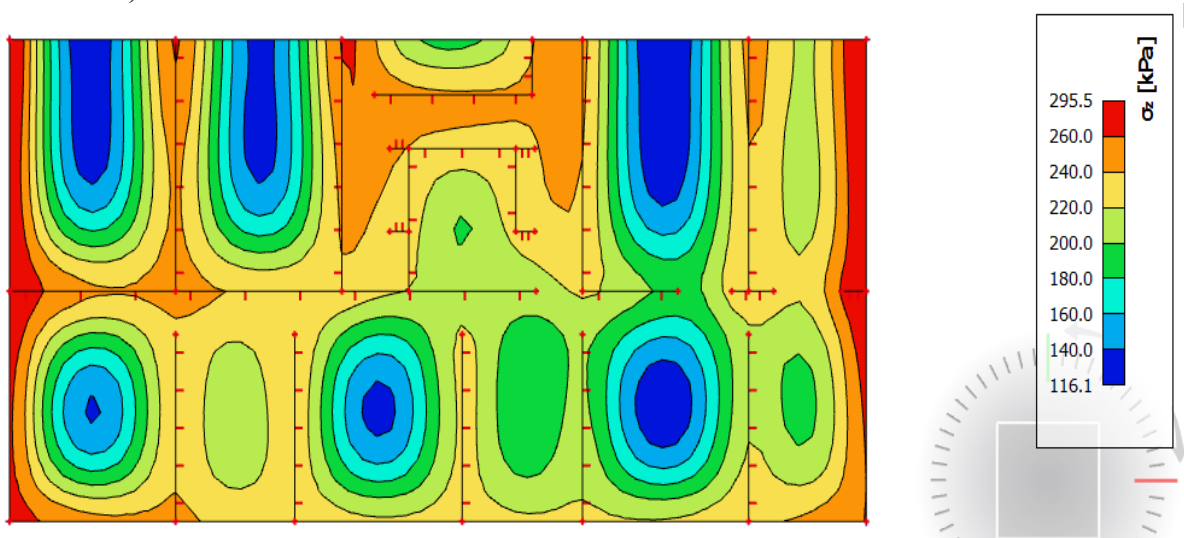
<sup>a</sup> S ovim se parcijalnim koeficijentom dijeli  $\tan\phi'$ .

Proračunski pristup 3 – (A1 ili A2)“+“M2“+“R3

**Pretpostavljena karakteristična tlačna čvrstoća tla iznosi 500 kPa**

## 10.1. TEMELJNA PLOČA pozicije 00A d=40 cm

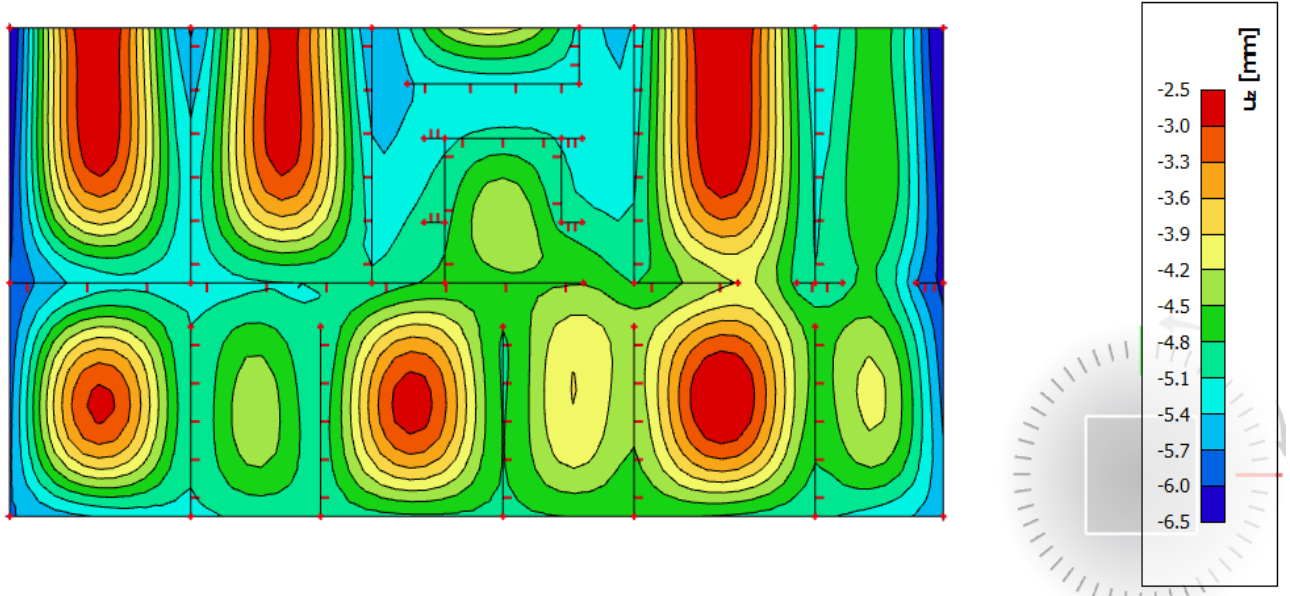
a) Dokaz za GSU



**Slika 10.1.** Naprezanja u tlu za kvazistalnu kombinaciju 1,0G+1,0Q

Maksimalna naprezanja u tlu su manja od proračunski dopuštenih 500 kPa.

Prema HRN EN 1997-1 maksimalni dozvoljeni relativni pomaci za plitku temeljnu ploču iznose od 1/2000 do 1/3000. Maksimalno diferencijalno slijeganje je pola ovog iznosa odnosno 1/4000 do 1/6000.



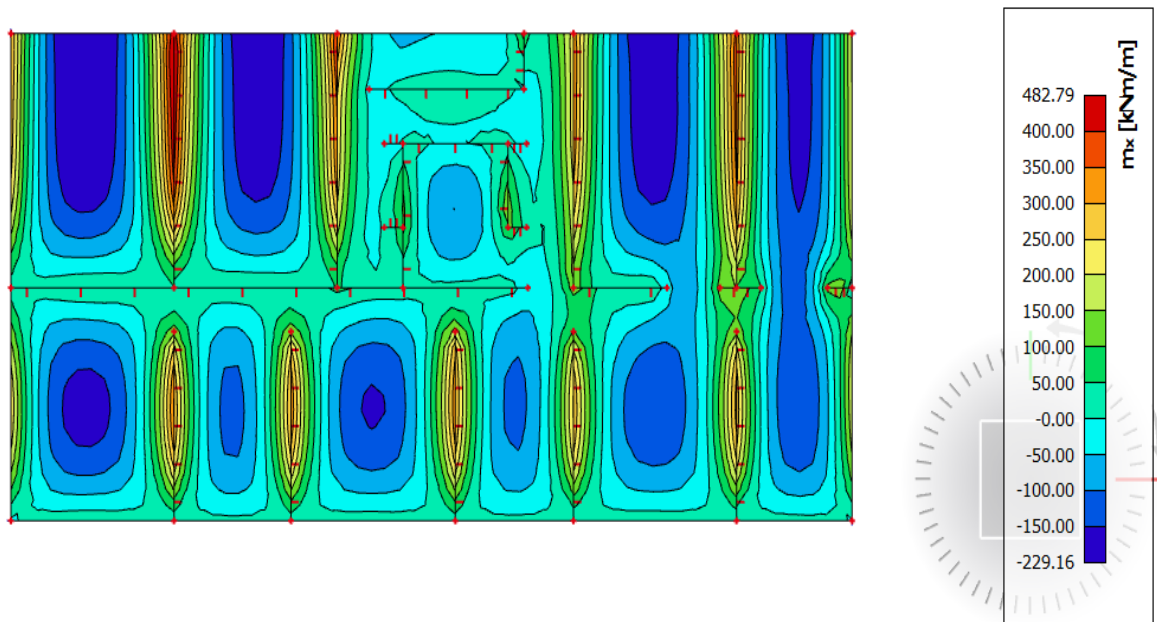
**Slika 11.2.** Ukupno pomaci temeljne ploče za kvazistalnu kombinaciju 1,0G+1.0Q

Granična vrijednost progiba ploče:  $f_{p,dop} = \frac{l}{300} = \frac{625}{300} = 2,1 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0,65 \text{ cm}$

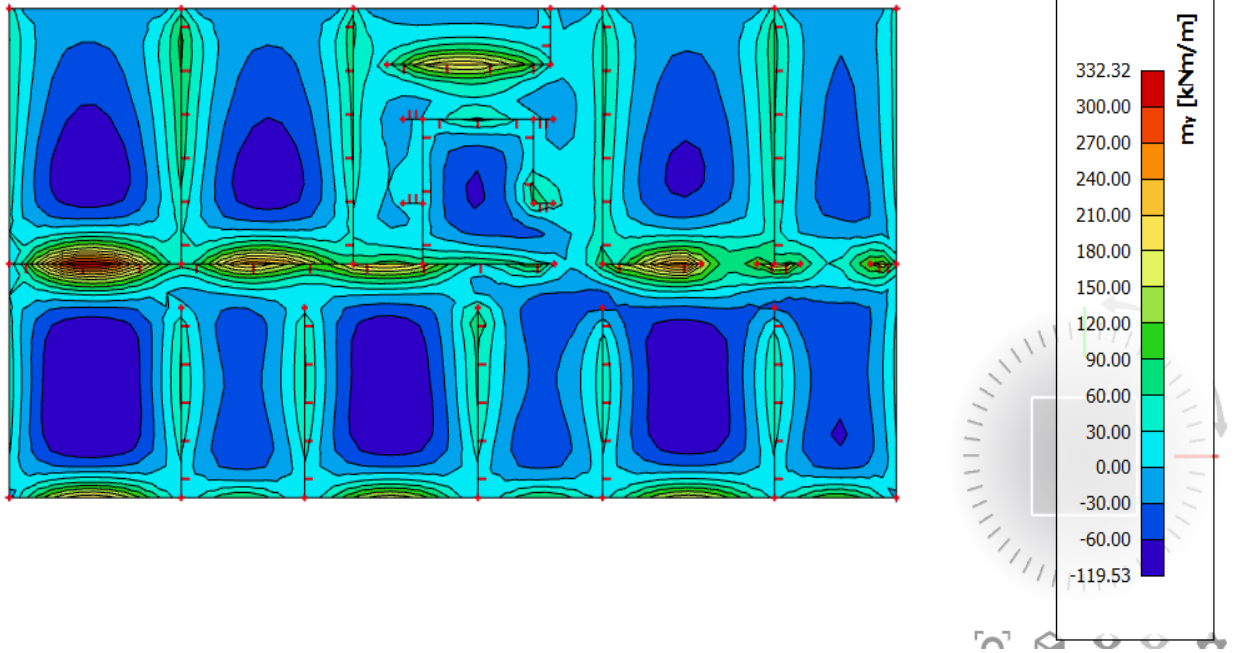
Ukupni progib:  $f_d = 3,0 \cdot 0,65 = 1,95 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2,1 \text{ cm}$

a) Dimenzioniranje temeljne ploče



Dimenzioniranje temeljne ploče se vrši na kombinaciju opterećenja 1,35G+1,5Q

**Slika 11.3.** Momenti  $M_x$  (kNm/m)



Slika 11.4. Momenti  $M_y$  (kNm/m)

## 10.2. Dimenzioniranje na savijanje

Postupak dimenzioniranja:

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

$$B\ 500B \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = 43,48 \text{ kN/cm}^2$$

b=100 cm; h=40 cm; d=35 cm

$$\mu_{sds}^* = 0,159; \quad \zeta \approx 0,9; \quad \varepsilon_c/\varepsilon_s = 3,5/10$$

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

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

$$A_{s1,min} = 0,1\% \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 100 \cdot 40 = 4,0 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2,0\% \cdot b \cdot h = 0,02 \cdot 100 \cdot 30 = 80,0 \text{ cm}^2$$

U sljedećoj tablici prikazani su ultimativni momenti nosivosti za odabranu mrežastu armaturu za dimenzije ploče prema prethodnoj slici:

Mreža		Površina $A_{s1}$	Moment nosivosti betona $M_{Rd,c,lim}$	Moment nosivosti armature $M_{Rd,s,lim}$	Postotak armature
		[ $\text{cm}^2/\text{m}^2$ ]	[kNm]	[kNm]	%
R/Q	- 335	3.35	389.55	45.90	0.08
R/Q	- 385	3.85	389.55	52.75	0.10
R/Q	- 424	4.24	389.55	58.10	0.11
R/Q	- 503	5.03	389.55	68.92	0.13
R/Q	- 524	5.24	389.55	71.80	0.13
R/Q	- 636	6.36	389.55	87.15	0.16
R/Q	- 785	7.85	389.55	107.56	0.20



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. Skica armature prikazana je u grafičkim priložima. Ako se u obzir uzmu i preklopi  $\geq 40$  cm  $\left( A'_{s1} = A_{s1} \cdot \frac{\text{širina mreže (215)} + \text{preklop (40)}}{\text{širina mreže (215)}} \right)$ :

Mreža	Površina $A_{s1}$ [cm <sup>2</sup> /m']	Moment nosivosti betona $M_{Rd,c,lim}$	Moment nosivosti armature $M_{Rd,s,lim}$	Postotak armature
		[kNm]	[kNm]	%
R/Q - 257	3.05	389.55	41.77	0.08
R/Q - 283	3.36	389.55	45.99	0.08
R/Q - 335	3.97	389.55	54.44	0.10
R/Q - 385	4.57	389.55	62.57	0.11
R/Q - 424	5.03	389.55	68.91	0.13
R/Q - 503	5.97	389.55	81.75	0.15
R/Q - 524	6.21	389.55	85.16	0.16
R/Q - 636	7.54	389.55	103.36	0.19
R/Q - 785	9.31	389.55	127.58	0.23

Armatura donje zone temeljne ploče na mjestu maksimalnog momenta:

→ pozitivni moment savijanja:  $M_{Ed} = 482,79$  kNm/m'

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{407,56 \cdot 100}{100 \cdot 35^2 \cdot 1,67} = 0,167$$

Očitano: :  $\epsilon_{s1} = 10,0$  ‰  $\epsilon_{c2} = 3,5$  ‰  $\zeta = 0,892$   $\xi = 0,259$

$$A_{s1} = \frac{M_{Rd,lim}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} + \frac{M_{Ed} - M_{Rd,lim}}{(d - d_1) \cdot f_{yd}} = \frac{445,27 \cdot 100}{0,892 \cdot 35 \cdot 43,48} + \frac{(482,79 - 345,27) \cdot 100}{(35 - 5) \cdot 43,48} = 31,58 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2} = \frac{M_{Ed} - M_{Rd,lim}}{(d - d_1) \cdot f_{yd}} = \frac{(482,79 - 345,27) \cdot 100}{(35 - 5) \cdot 43,48} = 1,83 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q - 785 + preklop 40 cm + Ø20/12,5 cm** ( $A_s = 33,86$  cm<sup>2</sup>)

Armatura gornje zone temeljne ploče na mjestu maksimalnog momenta:

→ negativni moment savijanja:  $M_{Ed} = 229,16$  kNm/m'

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{229,16 \cdot 100}{100 \cdot 35^2 \cdot 1,67} = 0,112$$

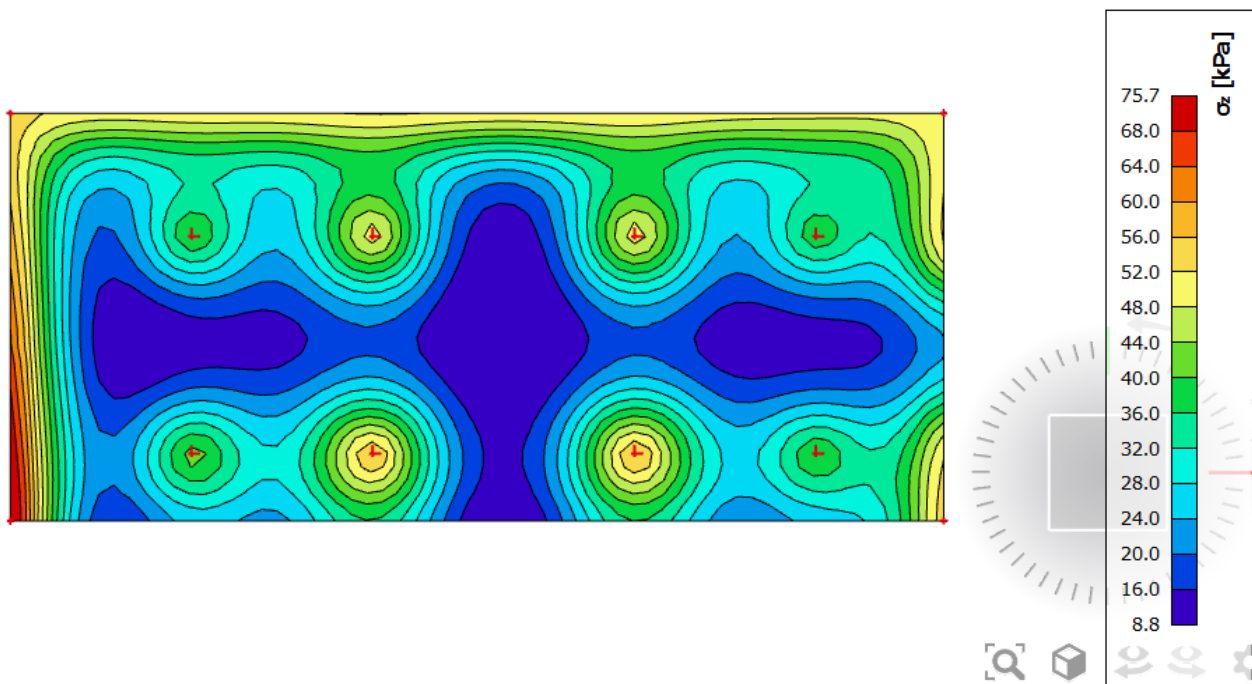
Očitano: :  $\epsilon_{s1} = 10,0$  ‰  $\epsilon_{c2} = 2,5$  ‰  $\zeta = 0,922$   $\xi = 0,200$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{229,16 \cdot 100}{0,944 \cdot 35 \cdot 43,48} = 16,33 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q - 785 + preklop 40 cm + Ø20/25 cm** ( $A_s = 21,93$  cm<sup>2</sup>)

## 10.3. TEMELJNA PLOČA pozicije 00B d=40 cm

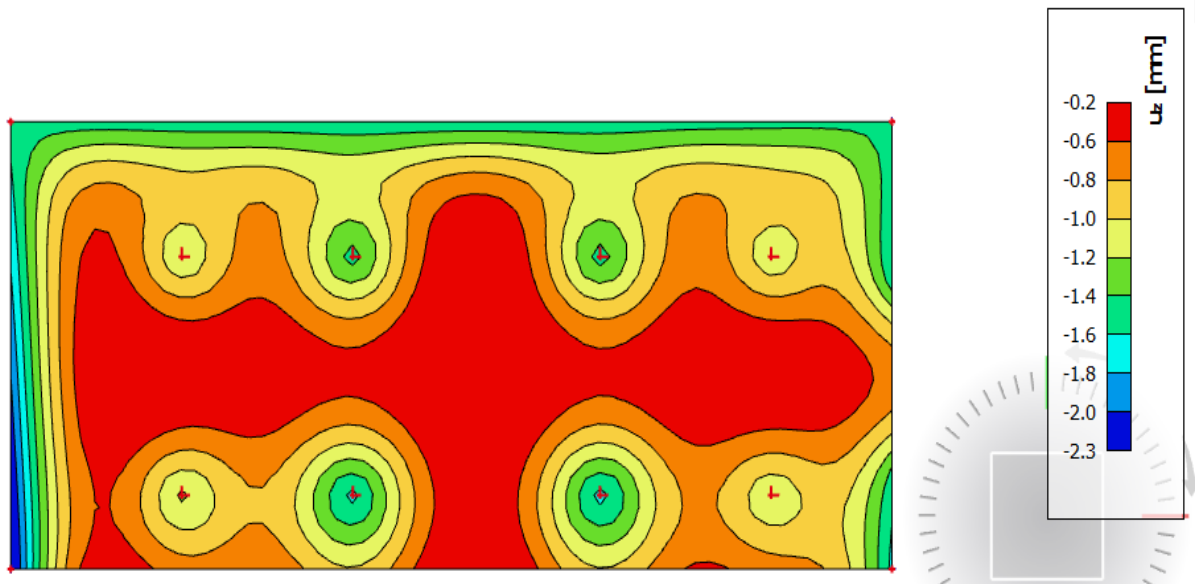
a) Dokaz za GSU



**Slika 10.1.** Naprezanja u tlu za kvazistalnu kombinaciju 1,0G+1,0Q

Maksimalna naprezanja u tlu su manja od proračunski dopuštenih 500 kPa.

Prema HRN EN 1997-1 maksimalni dozvoljeni relativni pomaci za plitku temeljnu ploču iznose od 1/2000 do 1/3000. Maksimalno diferencijalno slijeganje je pola ovog iznosa odnosno 1/4000 do 1/6000.



**Slika 11.2.** Ukupno pomaci temeljne ploče za kvazistalnu kombinaciju 1,0G+1,0Q

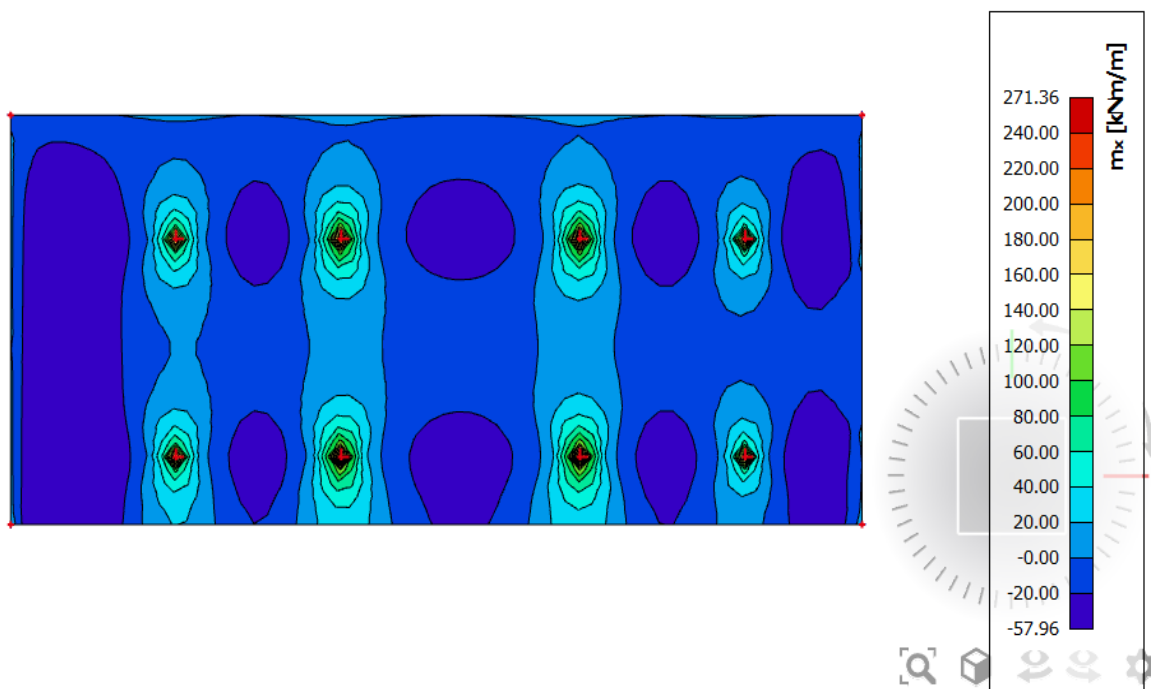
Granična vrijednost progiba ploče:  $f_{p,dop} = \frac{l}{300} = \frac{989}{300} = 3,29 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0,23 \text{ cm}$

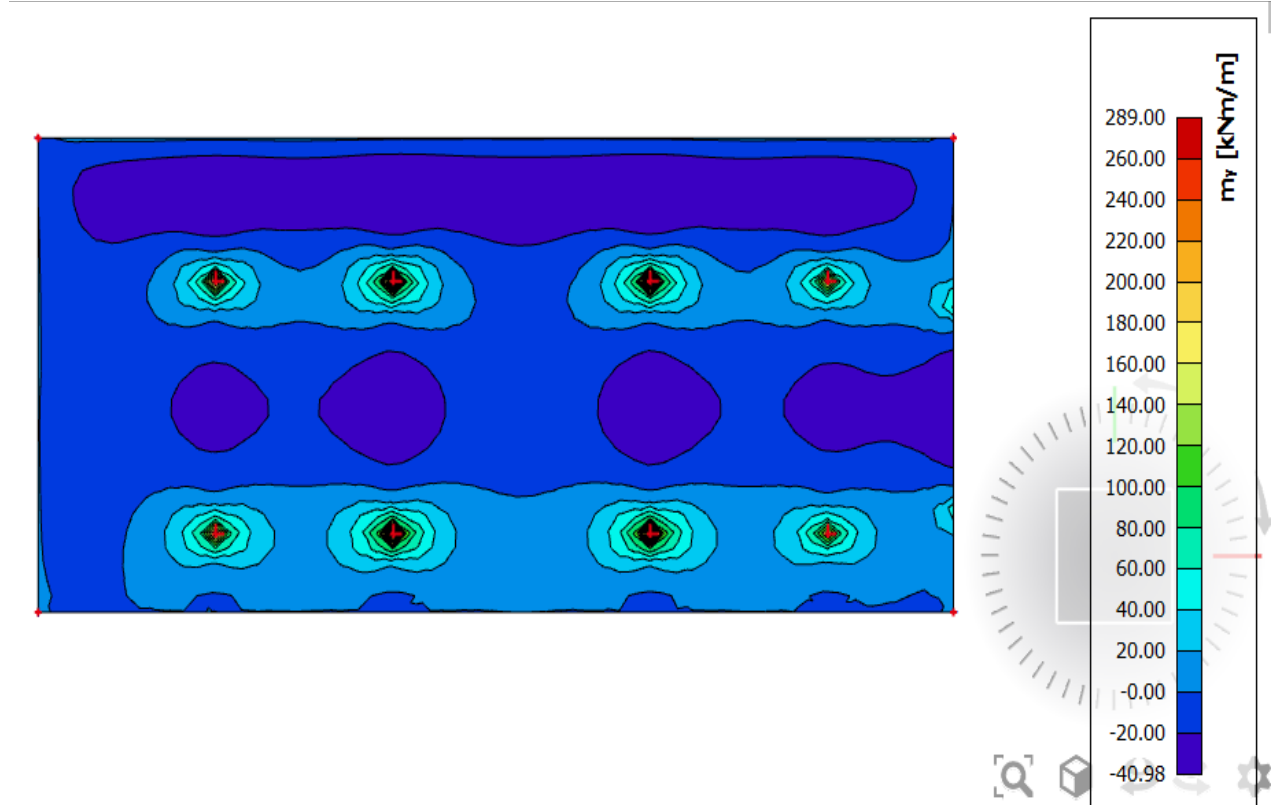
Ukupni progib:  $f_d = 3,0 \cdot 0,23 = 0,75 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 3,29 \text{ cm}$

b) Dimenzioniranje temeljne ploče

Dimenzioniranje temeljne ploče se vrši na kombinaciju opterećenja 1,35G+1,5Q



**Slika 11.3.** Momenti  $M_x$  (kNm/m)

Slika 11.4. Momenti  $M_y$  (kNm/m)

#### 10.4. Dimenzioniranje na savijanje

Postupak dimenzioniranja:

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

$$B\ 500B \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1,15} = 434,8\ \text{MPa}; \quad f_{yd} = 43,48\ \text{kN/cm}^2$$

b=100 cm; h=40 cm; d=35 cm

$$\mu_{sds}^* = 0,159; \zeta \approx 0,9; \varepsilon_c/\varepsilon_s = 3,5/10$$

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

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

$$A_{s1,min} = 0,1\% \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 100 \cdot 40 = 4,0 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2,0\% \cdot b \cdot h = 0,02 \cdot 100 \cdot 30 = 80,0 \text{ cm}^2$$

U sljedećoj tablici prikazani su ultimativni momenti nosivosti za odabranu mrežastu armaturu za dimenzije ploče prema prethodnoj slici:

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 - 335		3.35	389.55	45.90	0.08
R/Q - 385		3.85	389.55	52.75	0.10
R/Q - 424		4.24	389.55	58.10	0.11
R/Q - 503		5.03	389.55	68.92	0.13
R/Q - 524		5.24	389.55	71.80	0.13
R/Q - 636		6.36	389.55	87.15	0.16
R/Q - 785		7.85	389.55	107.56	0.20

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. Skica armature prikazana je u grafičkim priložima. Ako se u obzir uzmu i preklopi  $\geq 40$  cm  $\left( A'_{s1} = A_{s1} \cdot \frac{\text{širina mreže (215)} + \text{preklop (40)}}{\text{širina mreže (215)}} \right)$ :

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 - 257		3.05	389.55	41.77	0.08
R/Q - 283		3.36	389.55	45.99	0.08
R/Q - 335		3.97	389.55	54.44	0.10
R/Q - 385		4.57	389.55	62.57	0.11
R/Q - 424		5.03	389.55	68.91	0.13
R/Q - 503		5.97	389.55	81.75	0.15
R/Q - 524		6.21	389.55	85.16	0.16
R/Q - 636		7.54	389.55	103.36	0.19
R/Q - 785		9.31	389.55	127.58	0.23

Armatura donje zone temeljne ploče na mjestu maksimalnog momenta:

→ pozitivni moment savijanja  $M_{Ed} = 289,00 \text{ kNm/m'}$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{289,00 \cdot 100}{100 \cdot 35^2 \cdot 1,67} = 0,131$$

Očitano: :  $\varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰}$      $\varepsilon_{c2} = 2,9 \text{ ‰}$      $\zeta = 0,910$      $\xi = 0,225$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{289,00 \cdot 100}{0,910 \cdot 35 \cdot 43,48} = 18,21 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q - 785 + preklop 40 cm + Ø20/25 cm** ( $A_s = 21,93 \text{ cm}^2$ )

Armatura gornje zone temeljne ploče na mjestu maksimalnog momenta:

→ negativni moment savijanja:  $M_{Ed} = 57,96 \text{ kNm/m'}$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{57,96 \cdot 100}{100 \cdot 35^2 \cdot 1,67} = 0,028$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{57,96 \cdot 100}{0,968 \cdot 35 \cdot 43,48} = 3,93 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q - 424 + preklop 40 cm** ( $A_s = 5,03 \text{ cm}^2$ )

## 11. GRAFIČKI PRILOZI

- list 01 PRESJEK A-A
- list 02 ..... PRESJEK B-B
- list 03 ..... TLOCRT TEMELJNIH PLOČA - PLAN POZICIJA 00A/00B
- list 04 ..... TLOCRT SUTERENA I POSLOVNO PROSTORA - PLAN POZICIJA 100/100A
- list 05 ..... TLOCRT PRIZEMLJA - PLAN POZICIJA 200
- list 06.....TLOCRT MEĐUKATNE PLOČE-PLAN POZICIJA 300,400,700,1000,1100,1200
- list 07.....TLOCRT MEĐUKATNE PLOČE-PLAN POZICIJA 500,600,800,900,1300,1400,1500
- list 08.....TLOCRT KROVA-PLAN POZICIJA 1600
- list 09..... TLOCRT KATOVA GARAŽE-PLAN POZICIJA 100B,200B
- list 10.....PLAN ARMATURE TEMELJNE PLOČE-PLAN POZICIJE 00A
- list 11.....PLAN ARMATURE TEMELJNE PLOČE-PLAN POZICIJE 00B
- list 12.....PLAN ARMATURE PLOČE SUTERENA I POSLOVNO PROSTORA-PLAN POZICIJA 100/100A
- list 13 PLAN ARMATURE PRIZEMLJA- PLAN POZICIJA 200
- list 14 PLAN ARMATURE MEĐUKATNE PLOČE - PLAN POZICIJA 300,400,700,1000,1100,1200
- list 15 PLAN ARMATURE MEĐUKATNE - PLAN POZICIJA 500,600,800,900,1300,1400,1500
- list 16 PLAN ARMATURE PLOČE KROVA OBJEKTA A - PLAN POZICIJA 1600
- list 17 PLAN ARMATURE PLOČA GARAŽE - PLAN POZICIJA 100B
- list 18.....PLAN ARMATURE PLOČE GARAŽE - PLAN POZICIJA 200B
- list 19 PLAN ARMATURE I PLAN POZICIJA GREDA
- list 20 PLAN ARMATURE I PLAN POZICIJA STUPA
- list 21 ..... PLAN ARMATURE I PLAN POZICIJE ZIDOVA I VISOKOSTJENI NOSAČA
- list 22 PLAN ARMATURE STUBIŠTA

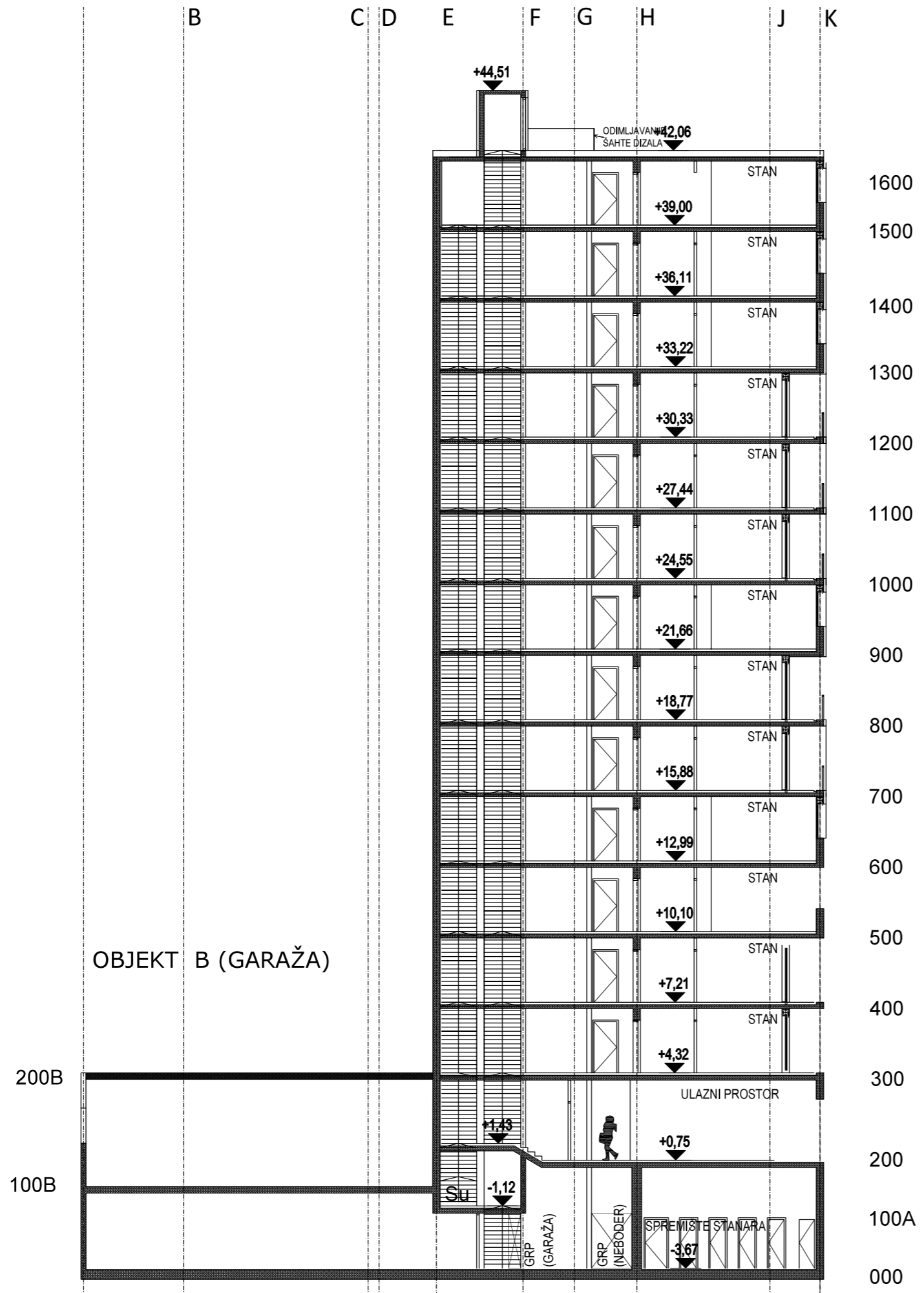
## 12.LITERATURA

- [1] A. Harapin, J. Radnić: OSNOVE BETONSKIH KONSTRUKCIJA - Interna skripta, Split, 2020.
- [2] I. Tomičić: BETONSKE KONSTRUKCIJE – 3. Izmijenjeno i dopunjeno izdanje, Zagreb, 1996.
- [3] J. Radnić i suradnici: Betonske konstrukcije – Priručnik, Zagreb 2006.
- [4] *EN 1992-1-1:2008 Eurokod 2 – Projektiranje betonskih konstrukcija –Dio 1-1 :Opća pravila i pravila za zgrade*




OBJEKT A (NEBODER)

GLOBALNI PLAN POZICIJA -OBJEKTA A I B  
PRESJEK B-B  
M 1:200

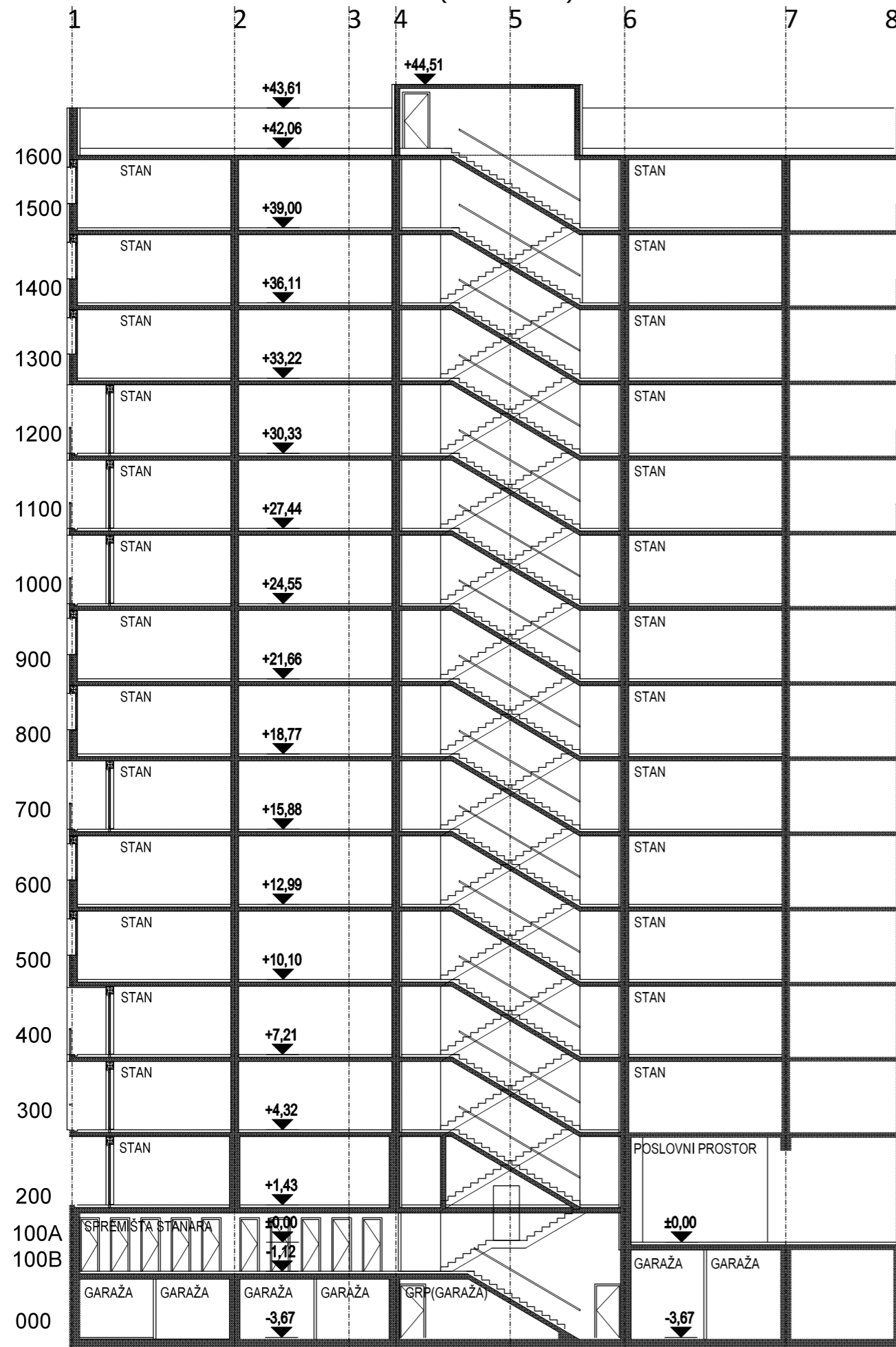



OBJEKT B (GARAŽA)

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3140463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 469117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovna zgrada u Splitu	DATUM: rujan, 2023.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Andrea Mamić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	SADRŽAJ: GLOBALNI PLAN POZICIJA - PRESJEK A-A, PRESJEK B-B	BROJ PRILOGA: 01

OBJEKT A (NEBODER)

GLOBALNI PLAN POZICIJA -OBJEKTA A  
PRESJEK A-A  
M 1:200

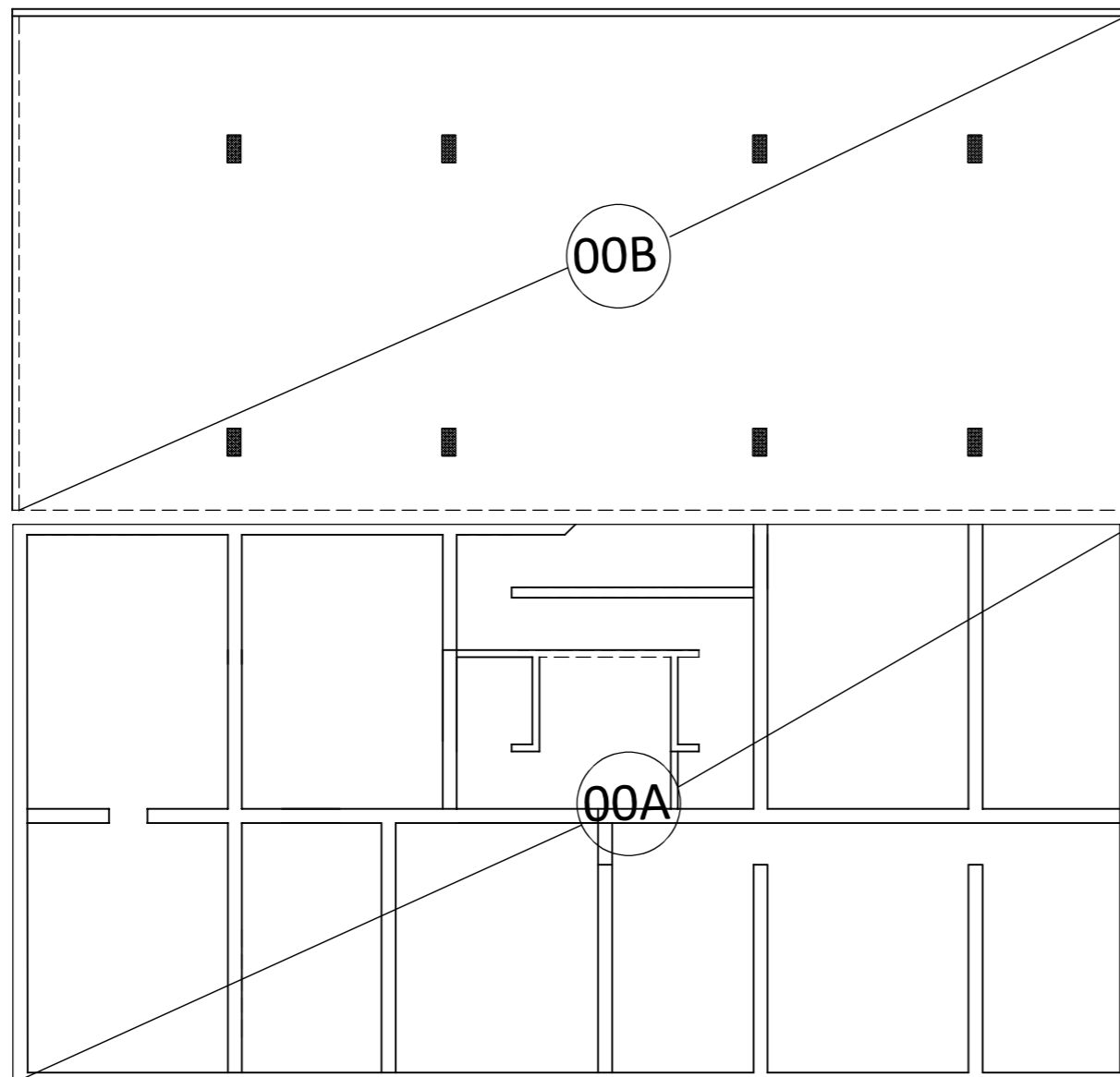



  
 SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE  
 I GEODEZIJE  
 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15  
 MB 3140463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 469117

INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
GRAĐEVINA: Stambeno-poslovna zgrada u Splitu	DATUM: rujan, 2023.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Andrea Mamić
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
SADRŽAJ: GLOBALNI PLAN POZICIJA - PRESJEK A-A, PRESJEK B-B	BROJ PRILOGA: 02

OBJEKT A (NEBODER) I OBJEKT B(GARAŽA)

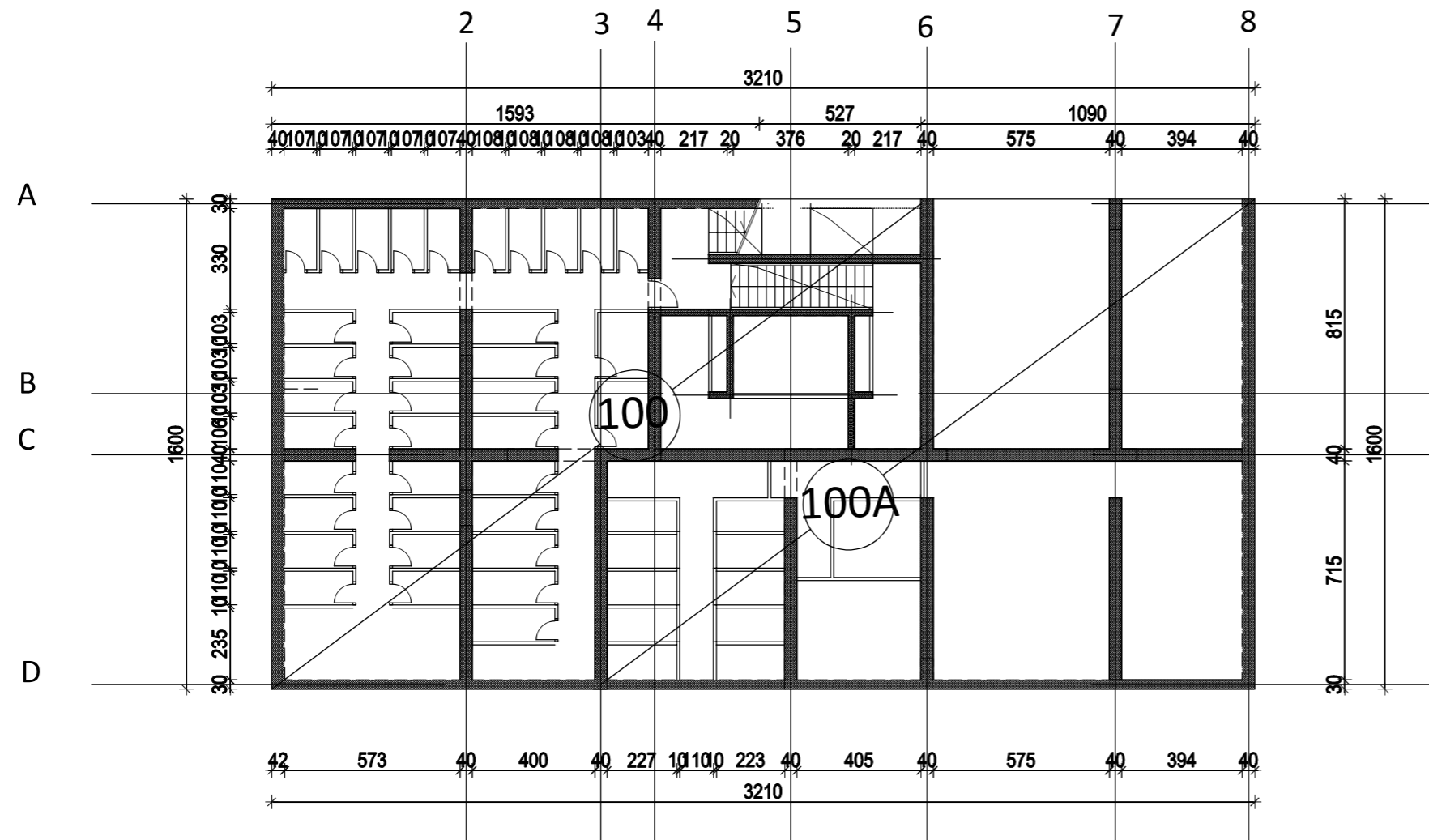
TLOCRT I PLAN POZICIJA 00A I 00B  
M 1:200




  SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3140463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 469117	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovna zgrada u Splitu	DATUM: rujan, 2023.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Andrea Mamić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	SADRŽAJ: TLOCRT TEMELJNIH PLOČA I PLAN POZICIJA 00A, 00B	BROJ PRILOGA: <b>03</b>

OBJEKT A (NEBODER)

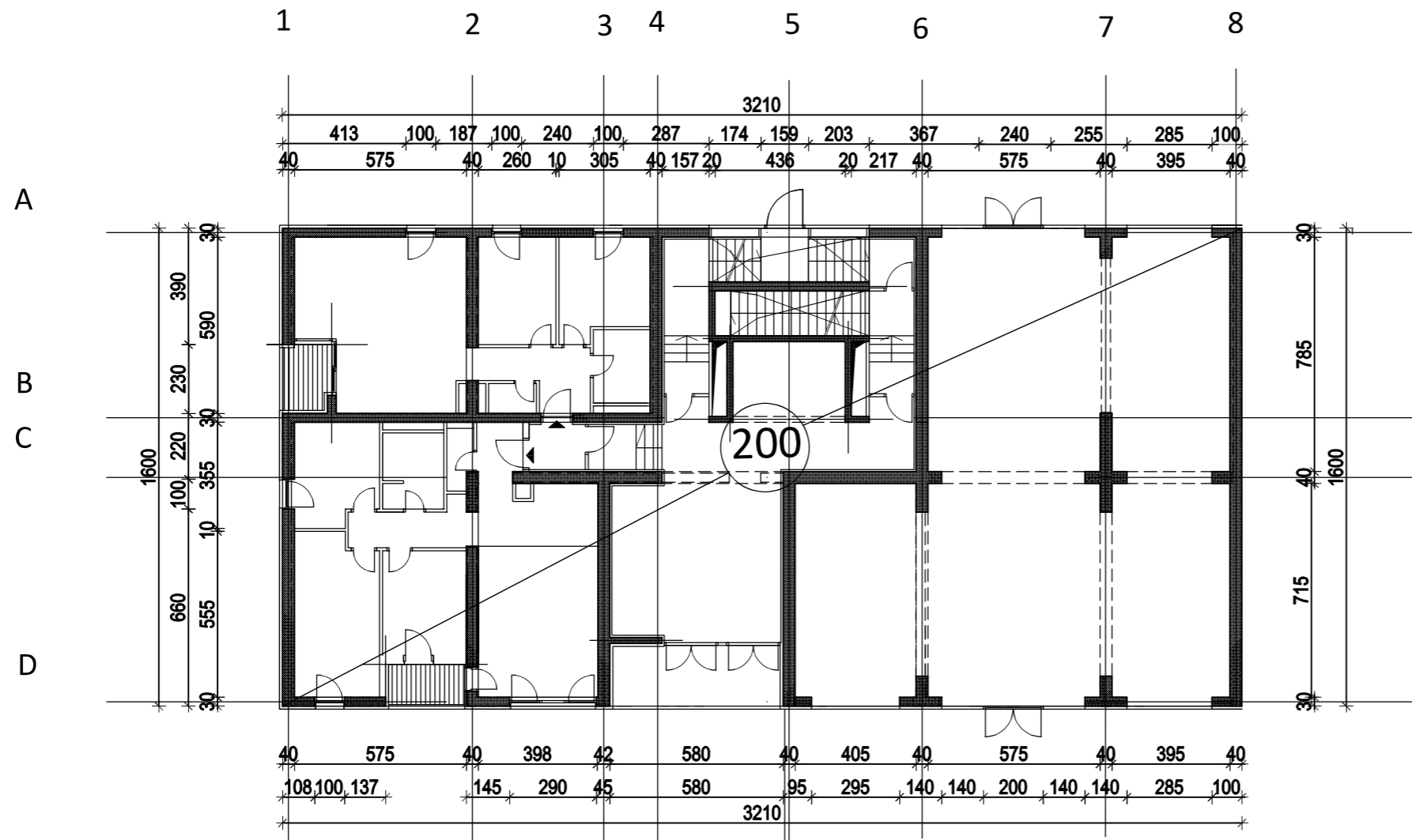
TLOCRT I PLAN POZICIJA 100 I 100A  
M 1:200




 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3140463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 469117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovna zgrada u Splitu	DATUM: rujan, 2023.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Andrea Mamić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	SADRŽAJ: TLOCRT I- PLAN POZICIJA 100, 100A	BROJ PRILOGA: 04

OBJEKT A (NEBODER)

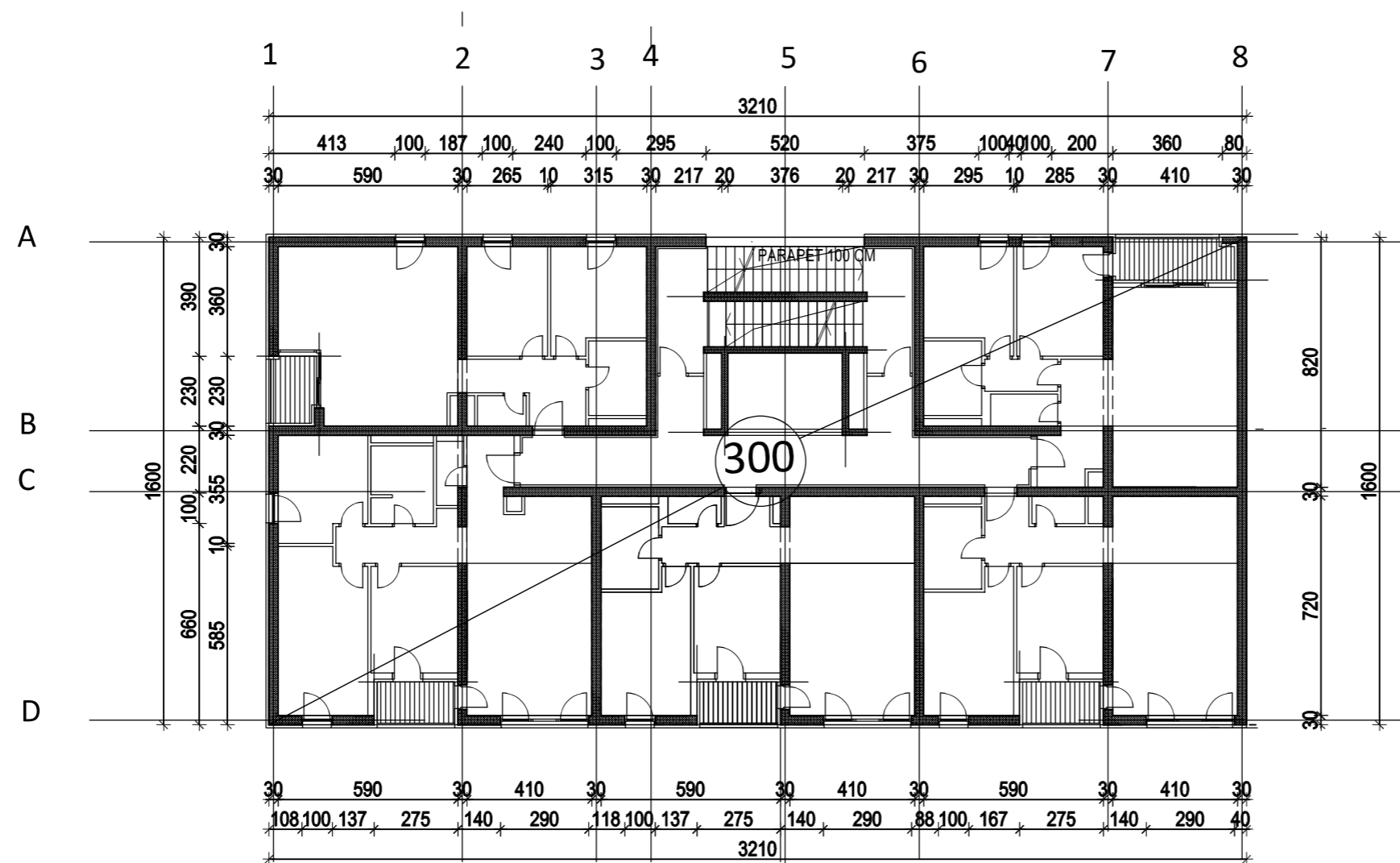
TLOCRT I PLAN POZICIJA 200 M 1:200




 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 9140463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 469117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovna zgrada u Splitu	DATUM: rujan, 2023.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Andrea Mamić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	SADRŽAJ: TLOCRT PRIZEMLJA - PLAN POZICIJA 200	BROJ PRILOGA: 05

# OBJEKT A (NEBODER)

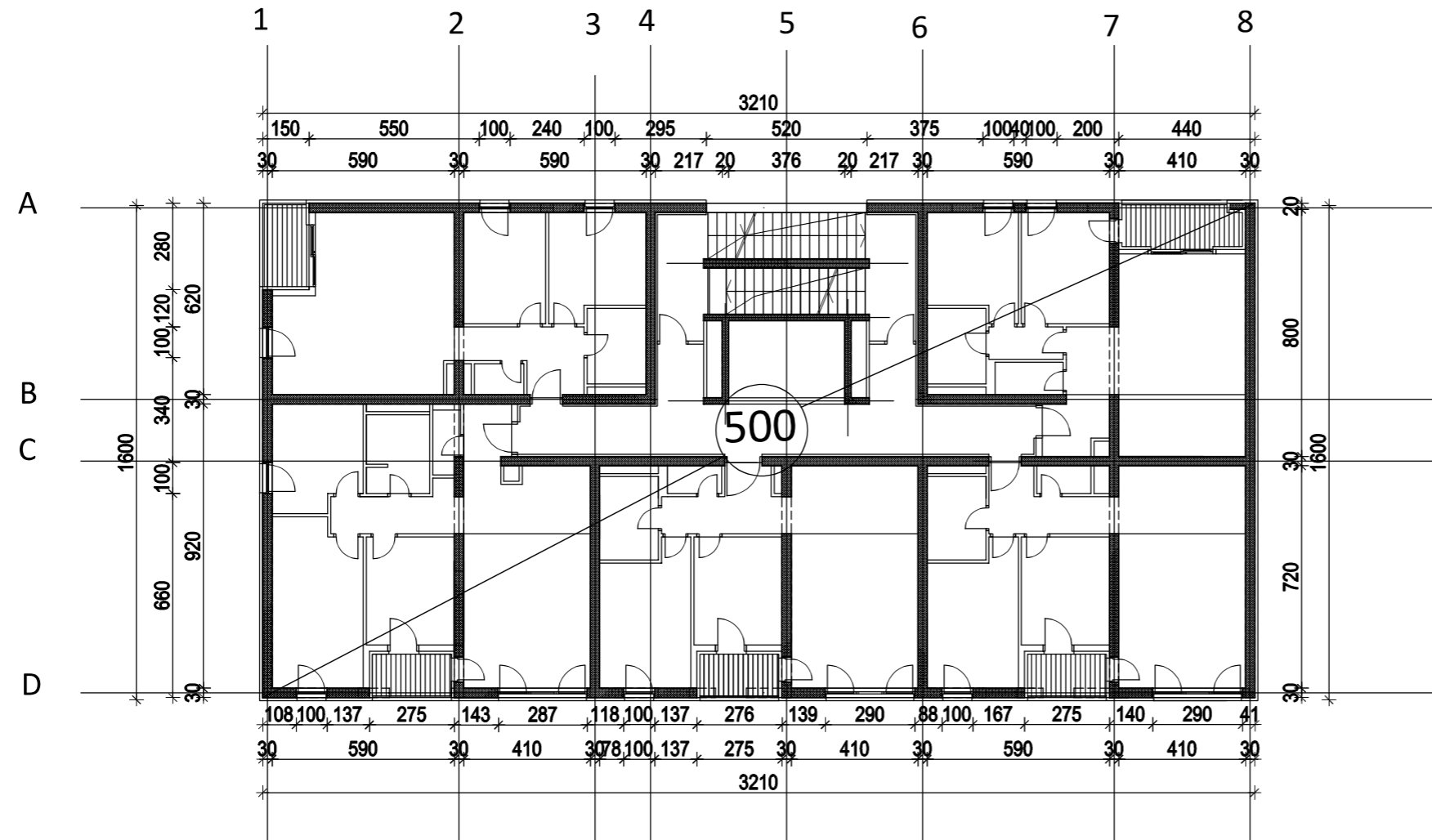
## TLOCRT I PLAN POZICIJA 300,400,700,1000,1100,1200 M 1:200




 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3140463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 469117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovna zgrada u Splitu	DATUM: rujan, 2023.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Andrea Mamić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	SADRŽAJ: TLOCRT 1. KATA I PL.POZICIJA 300,400,700,1000,1100,1200	BROJ PRILOGA: 06

# OBJEKT A (NEBODER)

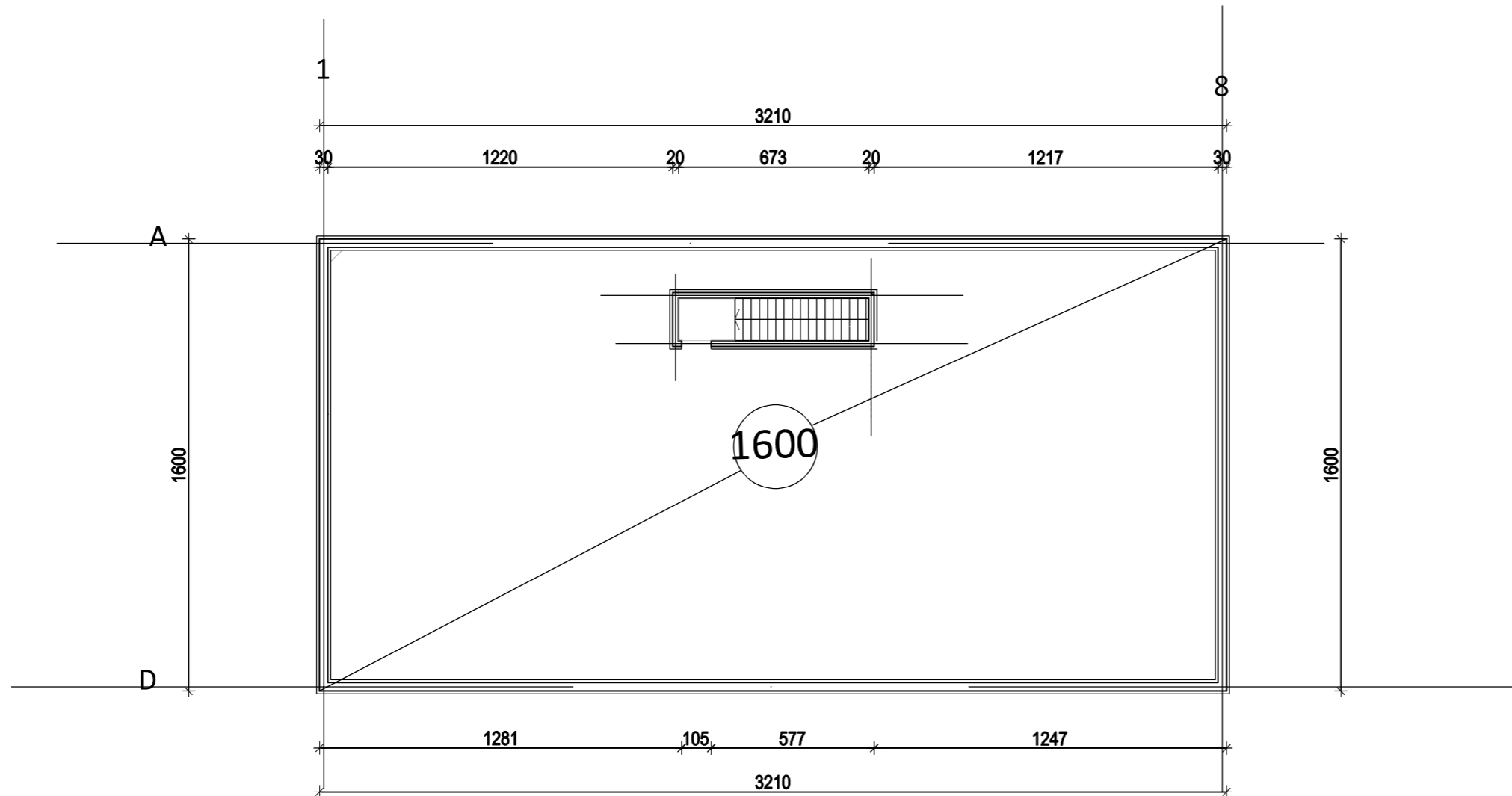
## TLOCRT KROVA - PLAN POZICIJA 500,600,800,900,1400,1500 M 1:200




 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3140463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 469117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: <b>FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split</b>	MJERILO: <b>1:200</b>
	GRAĐEVINA: <b>Stambeno-poslovna zgrada u Splitu</b>	DATUM: <b>srpanj, 2023.</b>
	VRSTA PROJEKTA: <b>Projekt konstrukcije</b>	STUDENT: <b>Andrea Mamić</b>
	RAZINA PROJEKTA: <b>GLAVNI PROJEKT</b>	OZNAKA DOKUMENTA: <b>Diplomski_rad.dwg</b>
	SADRŽAJ: <b>TLOCRT KROVA - PLAN POZICIJA 500,600,800,900,1300,1400,1500</b>	BROJ PRILOGA: <b>07</b>

OBJEKT A (NEBODER)

TLOCRT KROVA - PLAN POZICIJA  
1600 M 1:200

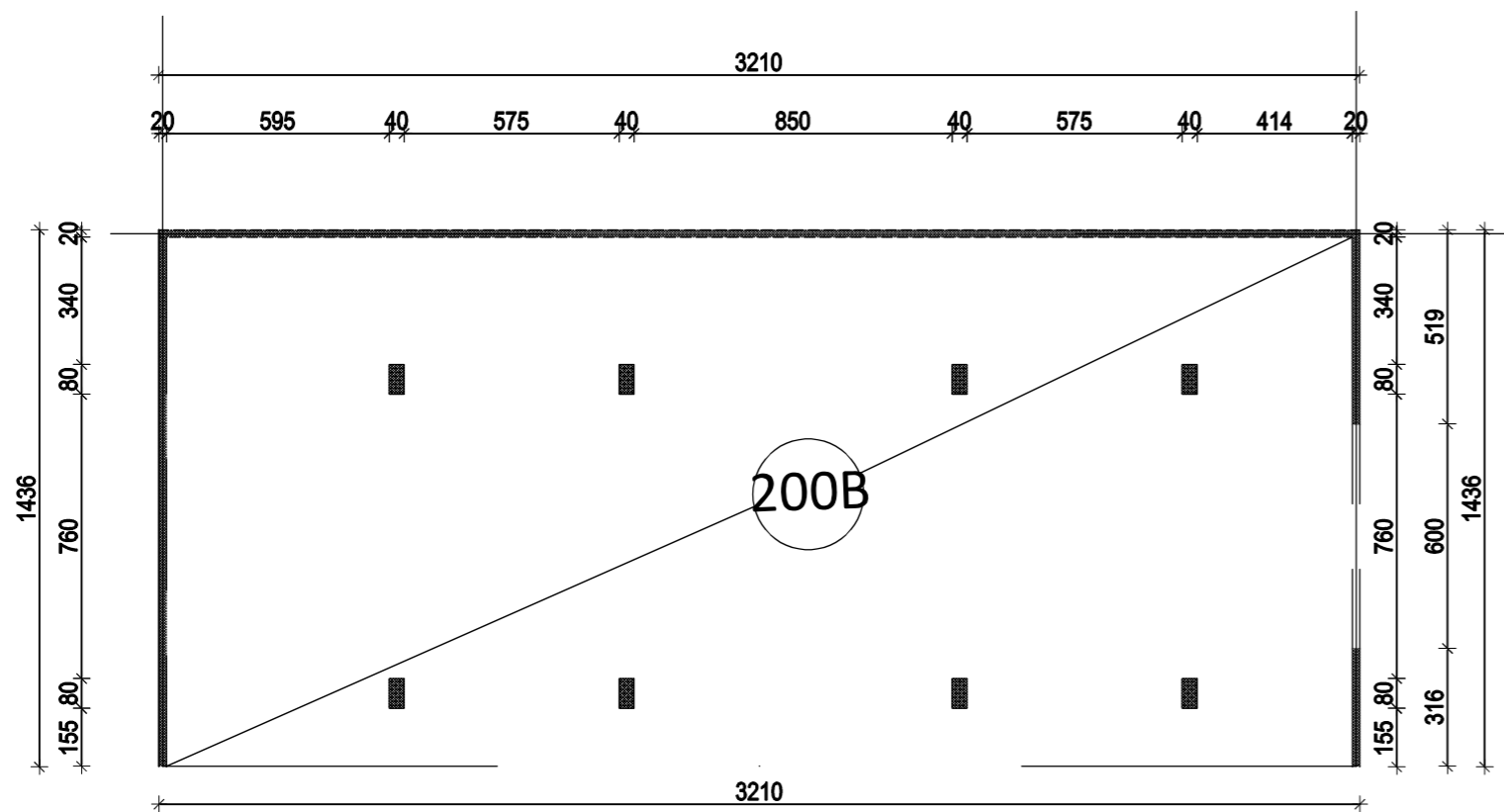
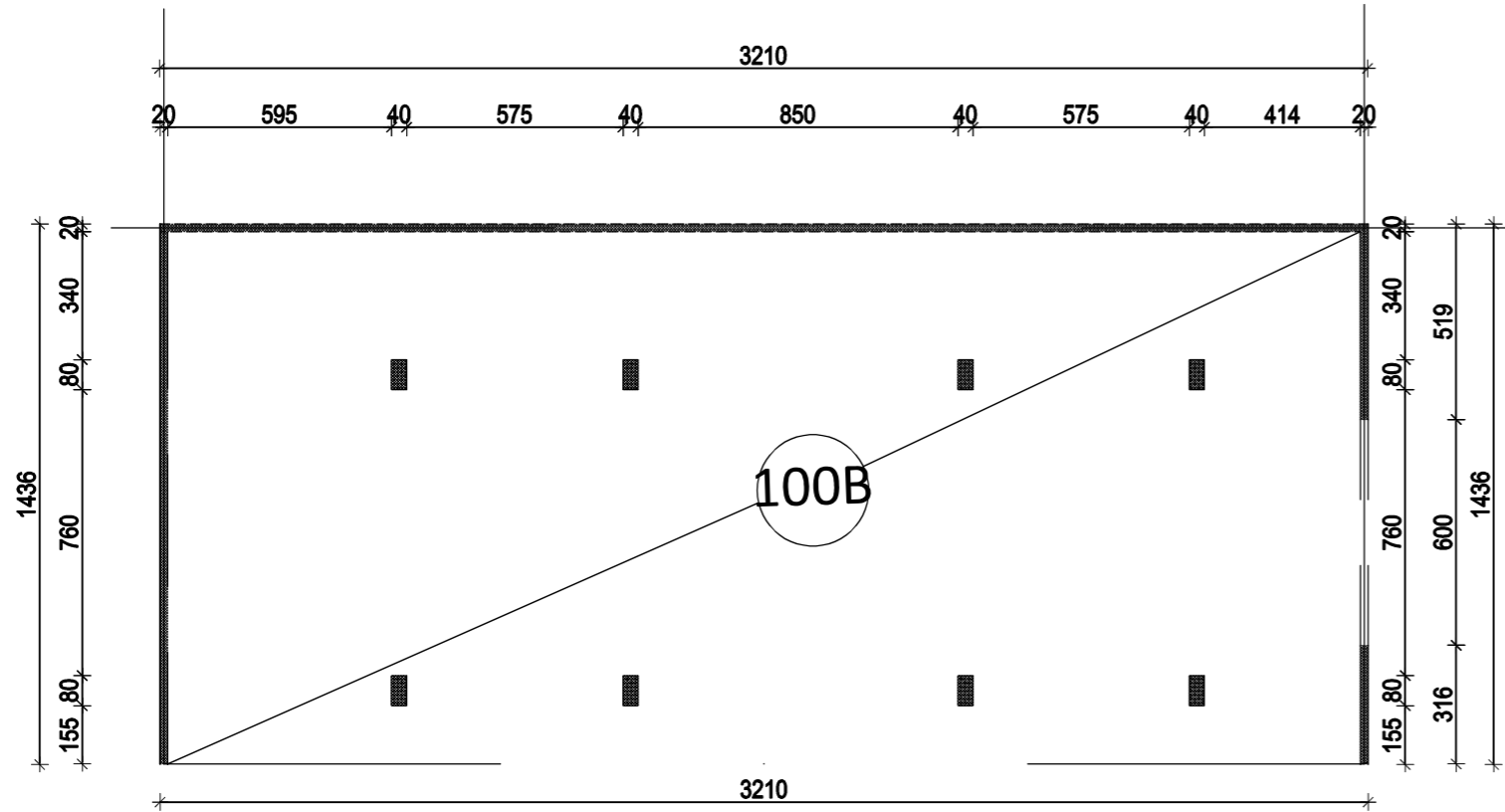



 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3140463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 469117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: <b>FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split</b>	MJERILO: <b>1:200</b>
	GRAĐEVINA: <b>Stambeno-poslovna zgrada u Splitu</b>	DATUM: <b>srpanj, 2023.</b>
	VRSTA PROJEKTA: <b>Projekt konstrukcije</b>	STUDENT: <b>Andrea Mamić</b>
	RAZINA PROJEKTA: <b>GLAVNI PROJEKT</b>	OZNAKA DOKUMENTA: <b>Diplomski_rad.dwg</b>
	SADRŽAJ: <b>TLOCRT KROVA - PLAN POZICIJA 1600</b>	BROJ PRILOGA: <b>08</b>



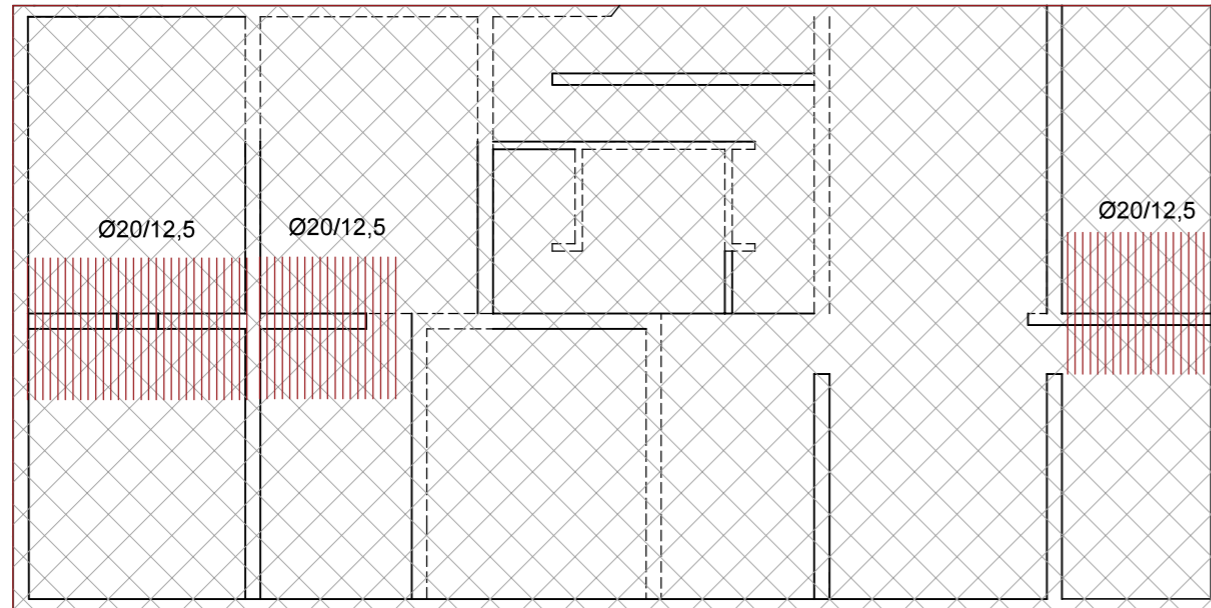
# OBJEKT B (GARAŽA)

# TLOCRT KATOVA GARAŽE - PLAN POZICIJA 100B I 200B M 1:200

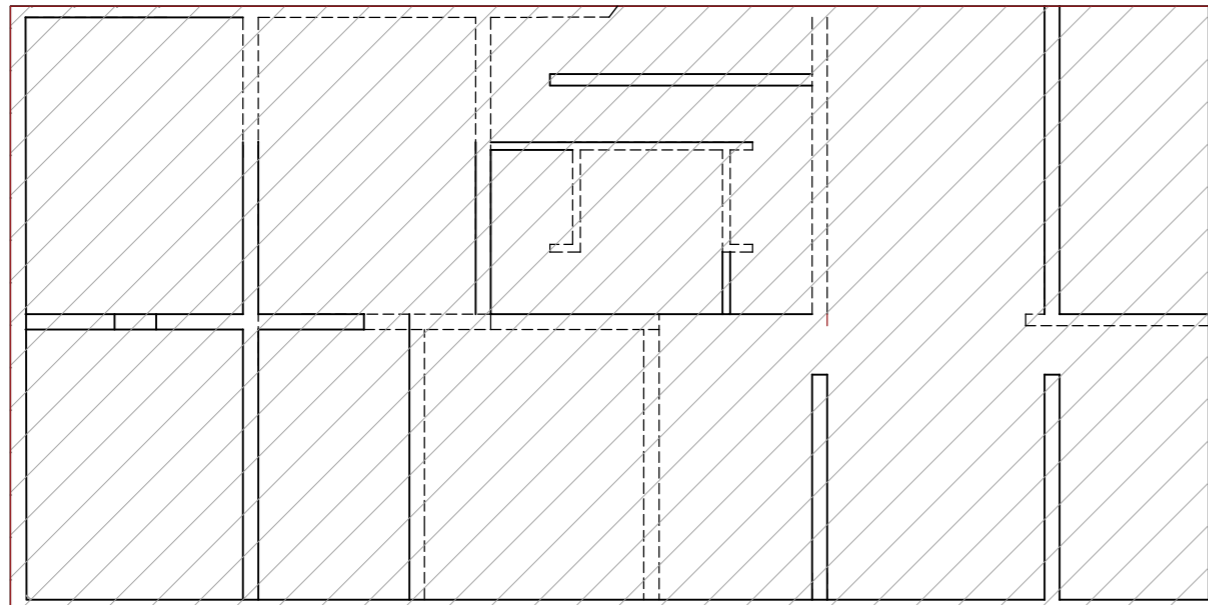


  SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3140463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 469117	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovna zgrada u Splitu	DATUM: rujan, 2023.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Andrea Mamić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	SADRŽAJ: TLOCRT GARAŽE - PLAN POZICIJA 100B/200B	BROJ PRILOGA: 09

DONJA ZONA  
M 1:200



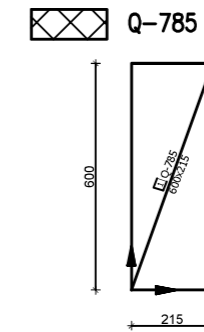
GORNJA ZONA  
M 1:200



## SKICA ARMATURE TEMELJNE PLOČE - PLAN POZICIJA 00A M 1:20

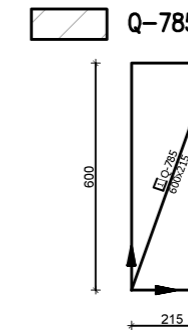
Napomene: –Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
–Mreže postavljati s preklopima 40 cm ili većim


Beton: C 25/30  
Armatura: B 500B



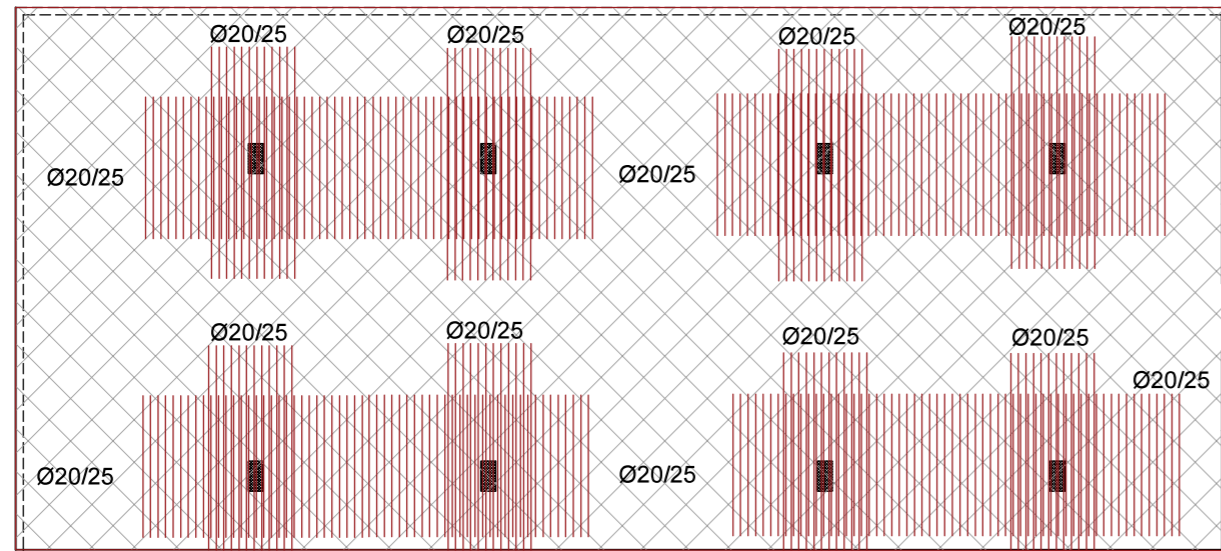
Napomene: –Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
–Mreže postavljati s preklopima 40 cm ili većim

Beton: C 25/30  
Armatura: B 500B

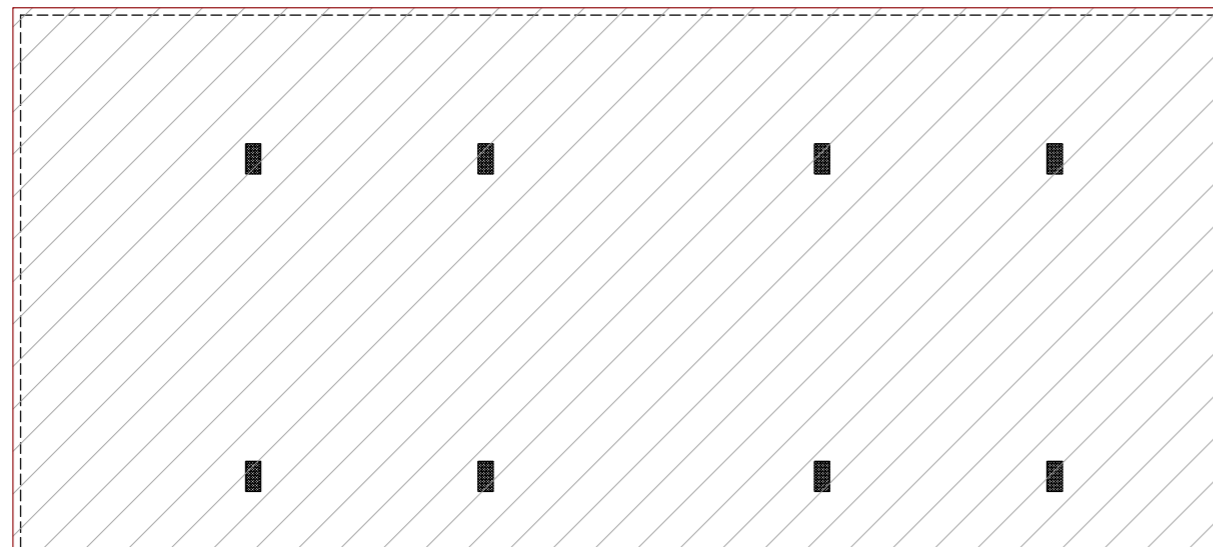


 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3140463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 469117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:20
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovna zgrada u Splitu	DATUM: rujan, 2023.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Andea Mamić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	SADRŽAJ: SKICA ARMATURE TEMELJNE PLOČE - PLAN POZICIJA 00B GORNJA I DONJA Z	BROJ PRILOGA: 10

DONJA ZONA  
M 1:200



GORNJA ZONA  
M 1:200



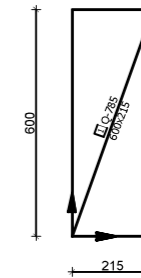
SKICA ARMATURE TEMELJNE PLOČE -  
PLAN POZICIJA 00B M 1:20

Napomene: -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim

Beton: C 25/30

Armatura: B 500B

 Q-785

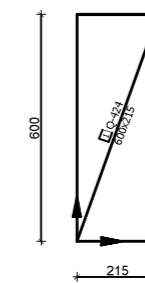



Napomene: -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim

Beton: C 25/30

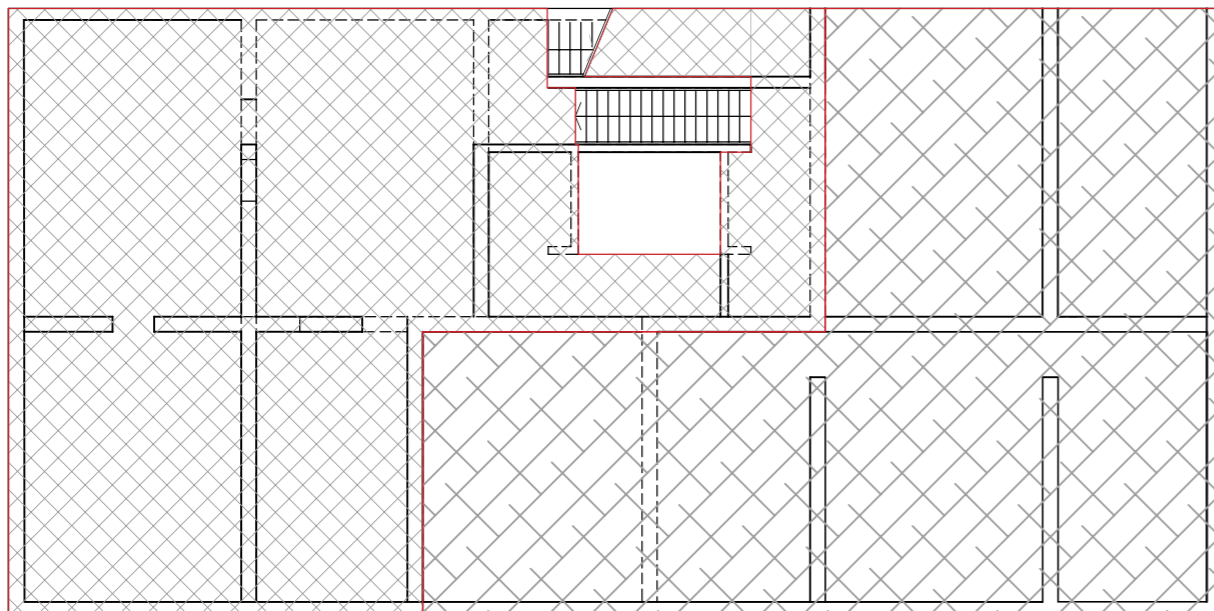
Armatura: B 500B

 Q-424



 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3140463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 469117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:20
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovna zgrada u Splitu	DATUM: rujan, 2023.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Andea Mamić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	SADRŽAJ: SKICA ARMATURE TEMELJNE PLOČE - PLAN POZICIJA 00A DONJA I GORNJA Z	BROJ PRILOGA: 11

DONJA ZONA  
M 1:200

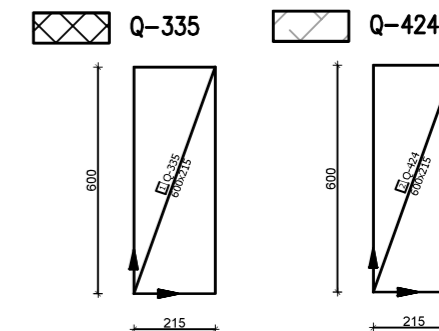


SKICA ARMATURE PLOČE  
SUTEREN, POSLOVNI -  
PLAN POZICIJA 100 I 100A  
M 1:200

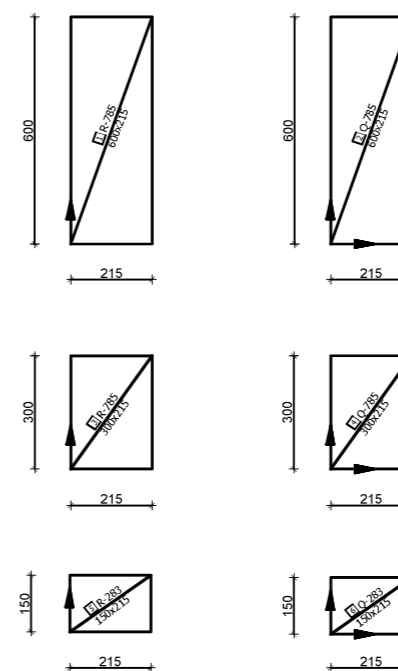
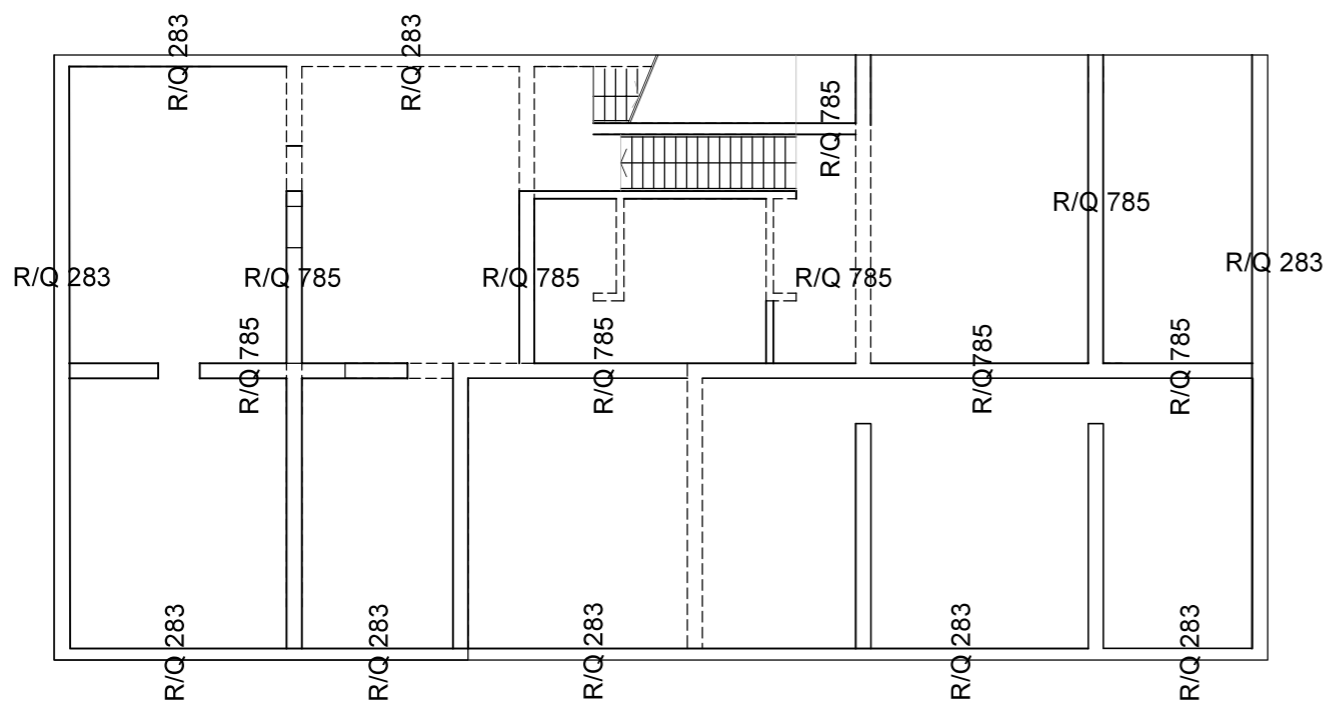
Napomene: -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim

Beton: C 25/30

Armatura: B 500B




GORNJA ZONA  
M 1:200



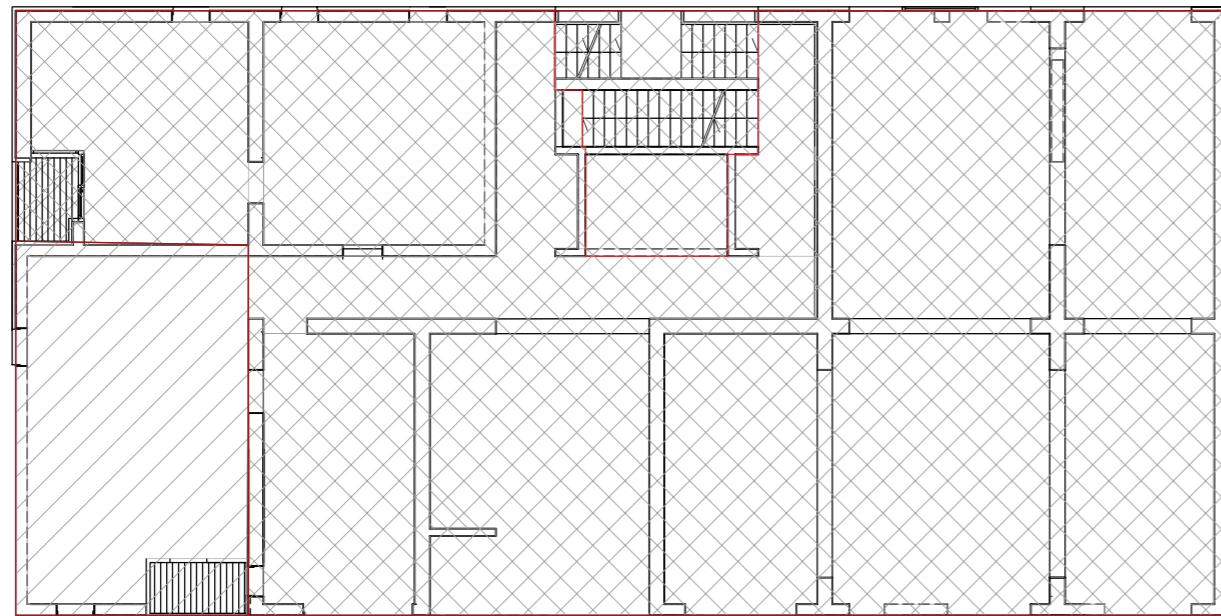
Napomene: -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim  
-Na rubovima ploča postavljati mreže R/Q-283  
-Na prijelazima ploča preko zidova postavljati mreže R-785  
-Na mjestima promjene smjera zidova, mjestima iznad stupova i oko otvora u ploči postavljati mreže Q-785

Beton: C 30/37

Armatura: B 500B

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3140463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 469117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovna zgrada u Splitu	DATUM: rujan, 2023.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Andrea Mamić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	SADRŽAJ: SKICA ARMATURE PLOČE SUTEREN PLAN POZICIJA 100,100A	BROJ PRILOGA: 12

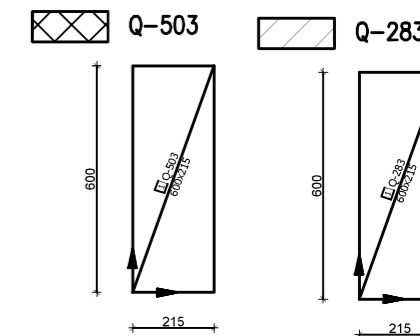
DONJA ZONA  
M 1:200



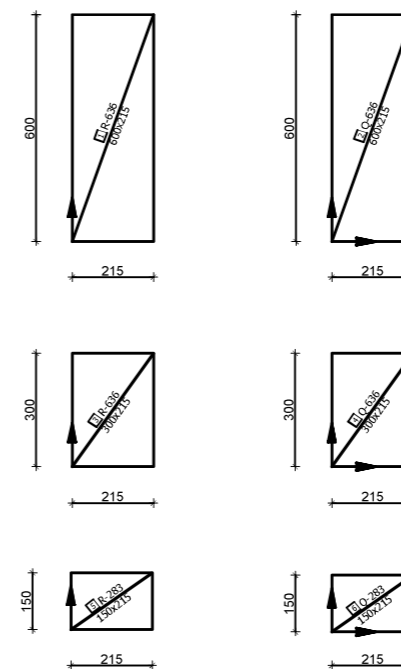
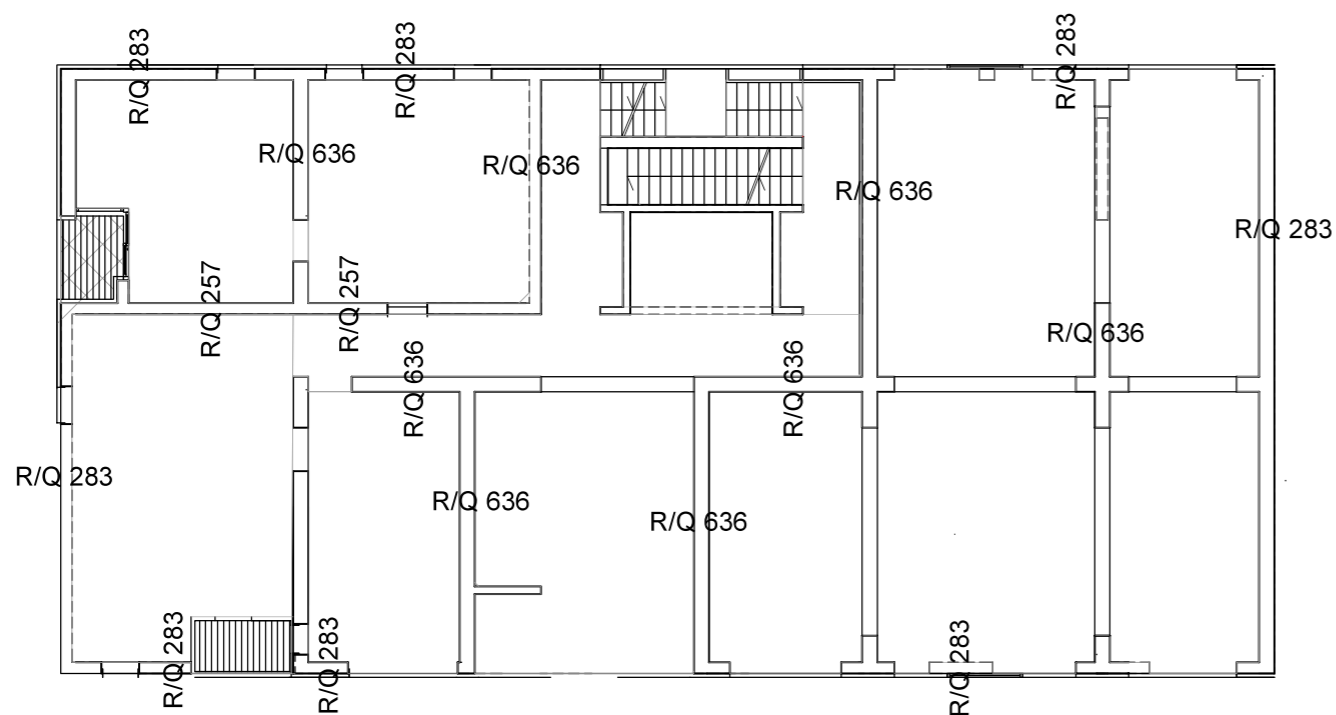
SKICA ARMATURE PLOČE PRIZEMLJA -  
PLAN POZICIJA 200  
M 1:200

Napomene: -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim


Beton: C 25/30  
Armatura: B 500B



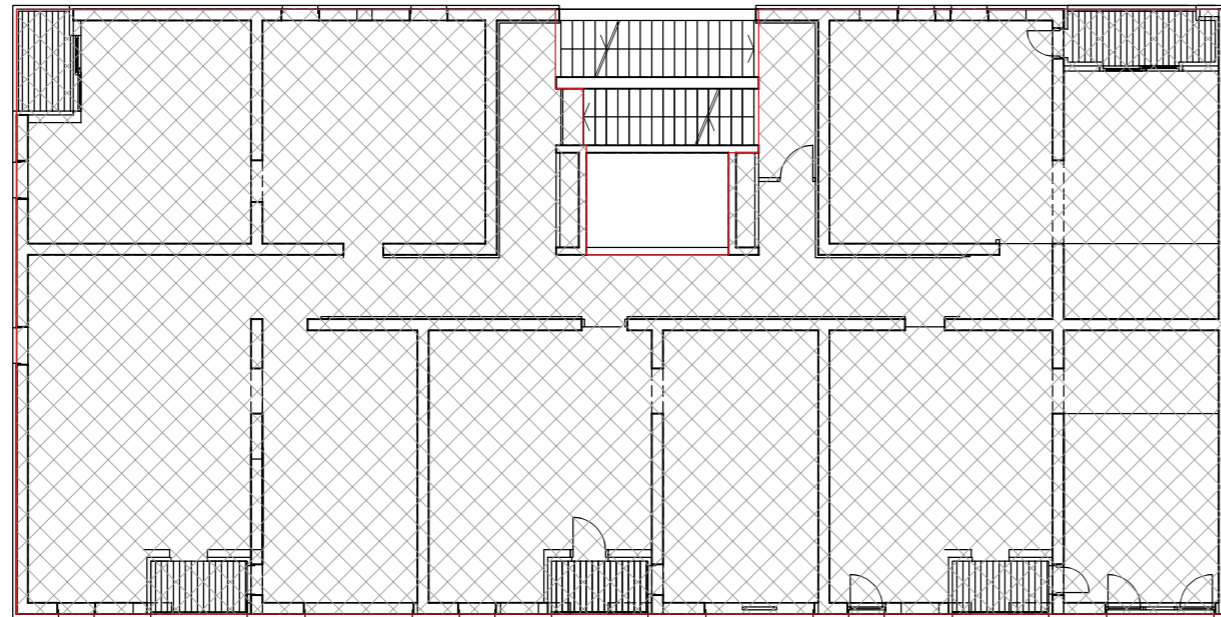
GORNJA ZONA  
M 1:200



Napomene: -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim  
-Na rubovima ploča postavljati mreže R/Q-283  
-Na prijelazima ploča preko zidova postavljati mreže R-636 i R-257  
-Na mjestima promjene smjera zidova, mjestima iznad stupova i oko otvora u ploči postavljati mreže Q-636 i Q-257  
Beton: C 30/37  
Armatura: B 500B

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3140463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 469117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovna zgrada u Splitu	DATUM: rujan, 2023.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Andrea Mamić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	SADRŽAJ: SKICA ARMATURE PLOČE prizemlja - PLAN POZICIJA 200	BROJ PRILOGA: 13

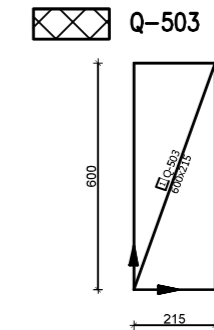
DONJA ZONA  
M 1:200



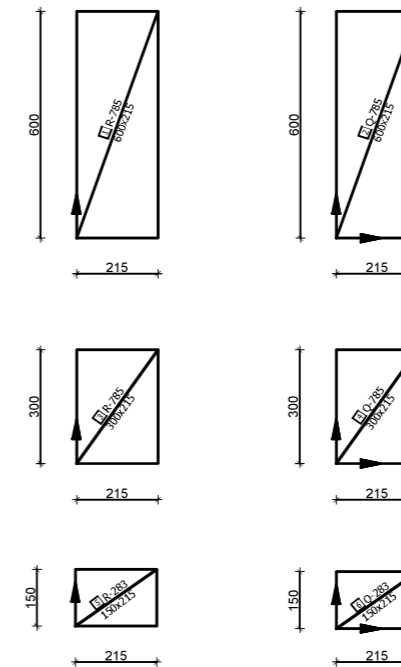
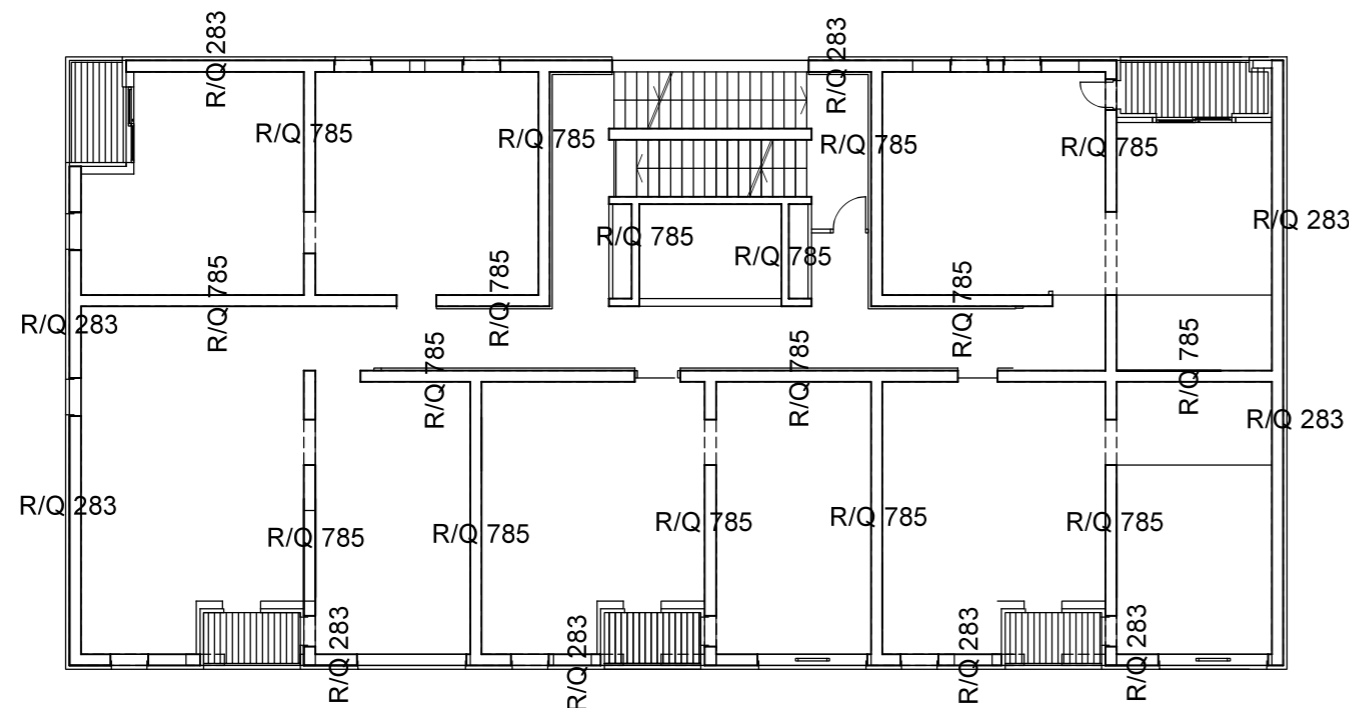
SKICA ARMATURE PLOČE MEĐUKATA -  
PLAN POZICIJA  
500,,600,00,900,1300,1400,1500  
M 1:200

Napomene: -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklopima 40 cm ili većim


Beton: C 25/30  
Armatura: B 500B



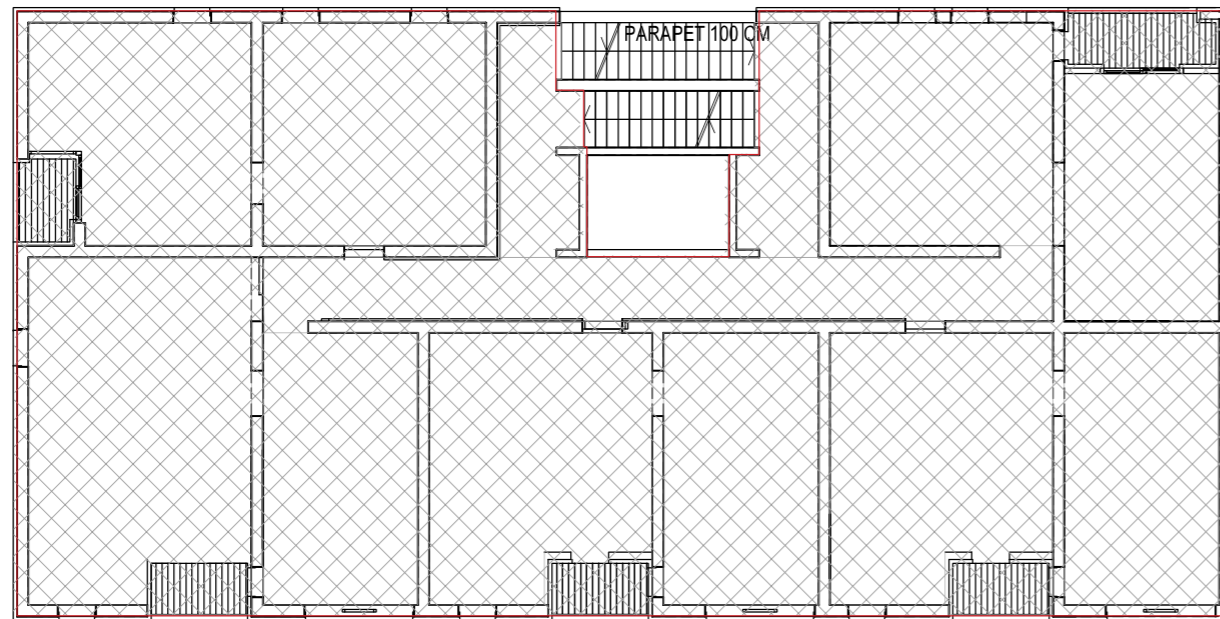
GORNJA ZONA  
M 1:200



Napomene: -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklopima 40 cm ili većim  
-Na rubovima ploča postavljati mreže R/Q-283  
-Na prijelazima ploča preko zidova postavljati mreže R-785  
-Na mjestima promjene smjera zidova, mjestima iznad stupova i oko otvora u ploči postavljati mreže Q-785  
Beton: C 30/37  
Armatura: B 500B

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3140463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 469117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovna zgrada u Splitu	DATUM: rujan, 2019.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Andrea Mamić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	SADRŽAJ: SKICA ARMATURE PLOČE MEĐUKATA 500,600,800,900,1300,1400,1500	BROJ PRILOGA: 14

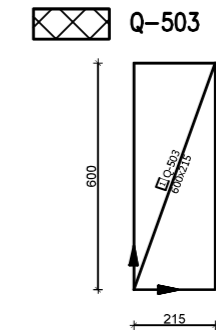
DONJA ZONA  
M 1:200



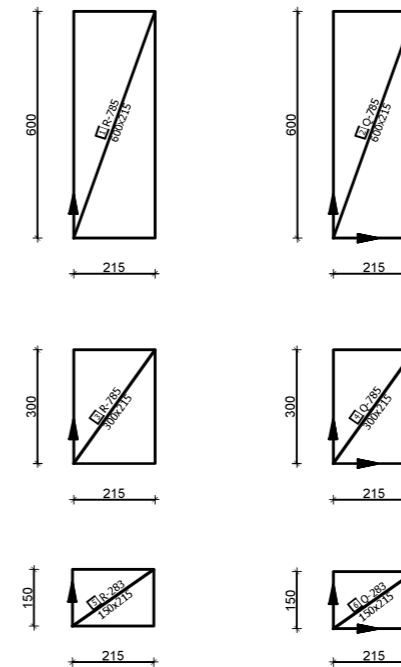
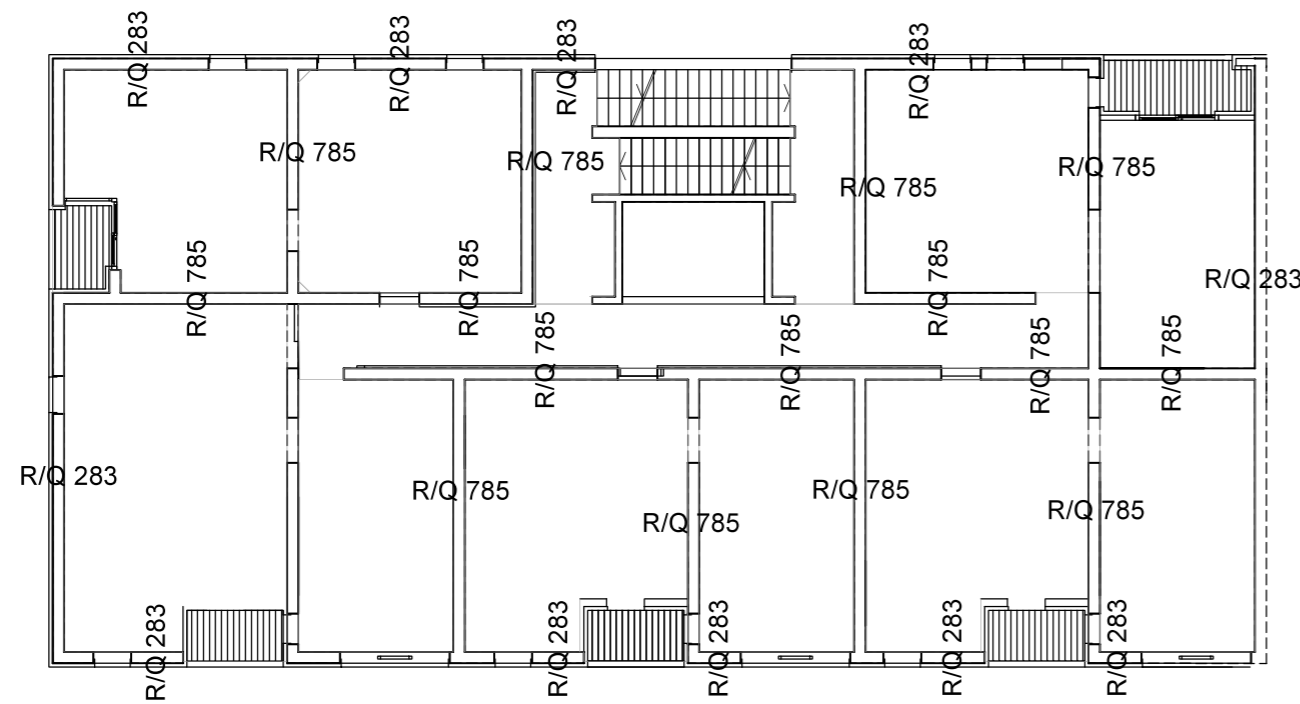
SKICA ARMATURE PLOČE MEĐUKATA -  
PLAN POZICIJA  
300,400,700,1000,1100,1200  
M 1:200

Napomene: -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklopima 40 cm ili većim

Beton: C 25/30  
Armatura: B 500B



GORNJA ZONA  
M 1:200



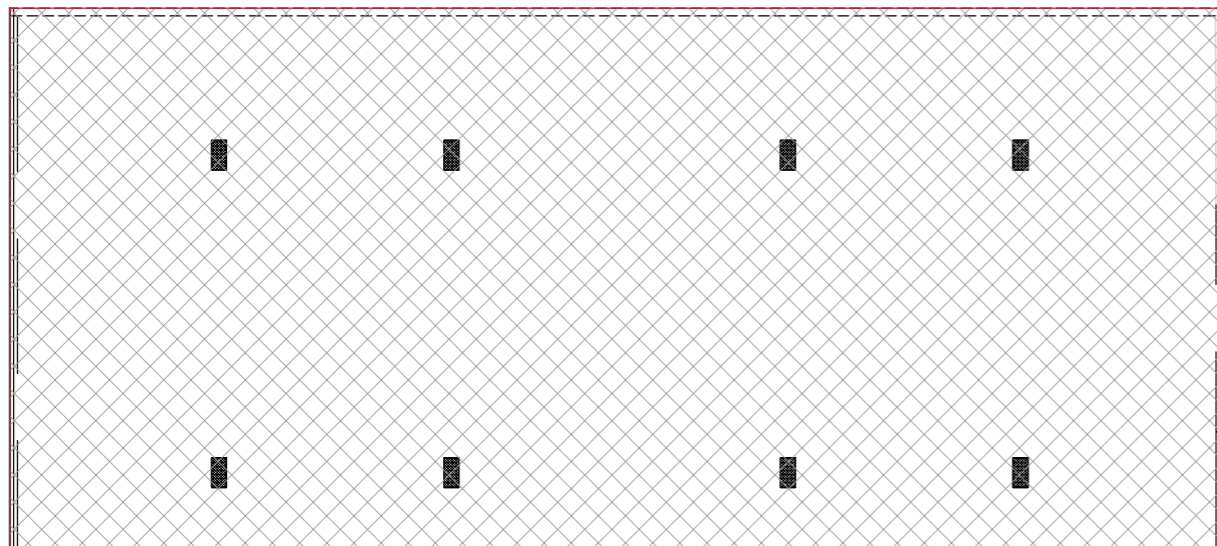
Napomene: -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklopima 40 cm ili većim  
-Na rubovima ploča postavljati mreže R/Q-283  
-Na prijelazima ploča preko zidova postavljati mreže R-785  
-Na mjestima promjene smjera zidova, mjestima iznad stupova i oko otvora u ploči postavljati mreže Q-785  
Beton: C 30/37  
Armatura: B 500B

**GA**

SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE  
I GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15  
MB 3140463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 469117

INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
GRAĐEVINA: Stambeno-poslovna zgrada u Splitu	DATUM: rujan, 2019.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Andrea Mamić
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
SADRŽAJ: SKICA ARMATURE PLOČE MEĐUKATA 300,400,700,1000,1100,1200	BROJ PRILOGA: 15

DONJA ZONA  
M 1:200



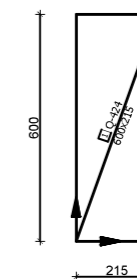
SKICA ARMATURE PLOČE GARAŽE  
OBJEKT B -  
PLAN POZICIJA 100, DONJA I GORNJA  
ZONA  
M 1:200

Napomene: -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklopima 40 cm ili većim

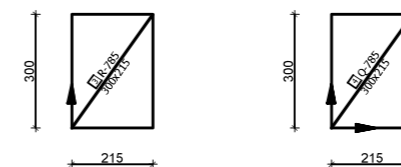
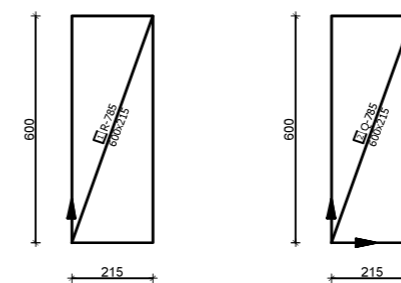
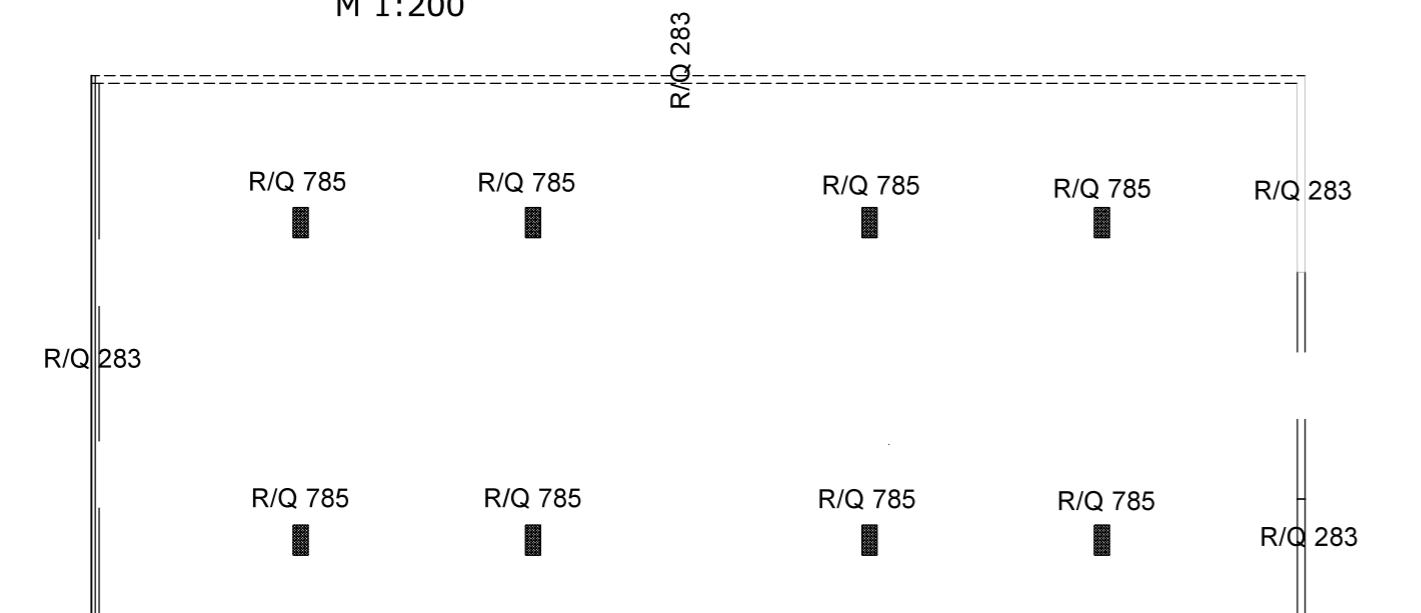
Beton: C 25/30

Armatura: B 500B

 Q-424




GORNJA ZONA  
M 1:200



Napomene: -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklopima 40 cm ili većim  
-Na rubovima ploča postavljati mreže R/Q-283  
-Na prijelazima ploča preko zidova postavljati mreže R-785  
-Na mjestima promjene smjera zidova, mjestima iznad stupova i oko otvora u ploči postavljati mreže Q-785

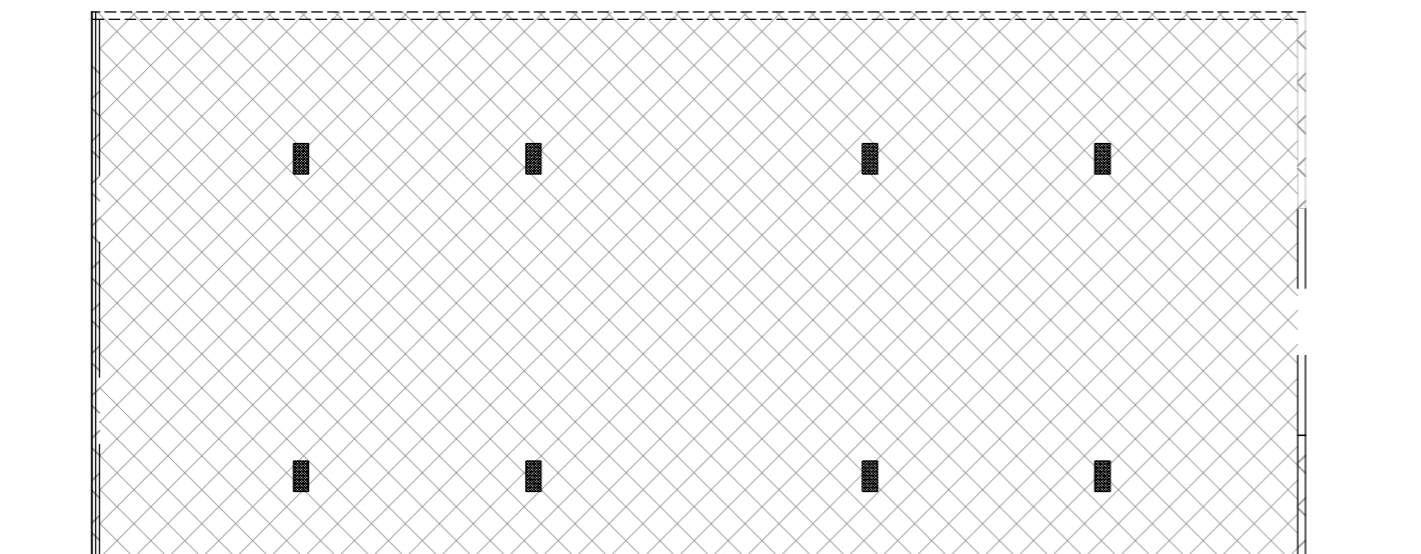
Beton: C 30/37

Armatura: B 500B

  SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3140463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 469117	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovna zgrada u Splitu	DATUM: rujan, 2023.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Andrea Mamić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	SADRŽAJ: SKICA ARMATURE PLOČE PRIZEMLJA - PLAN POZICIJA 200	BROJ PRILOGA: 16



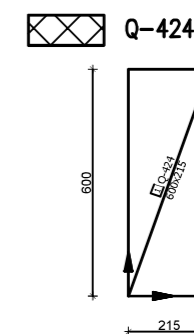
DONJA ZONA  
M 1:200



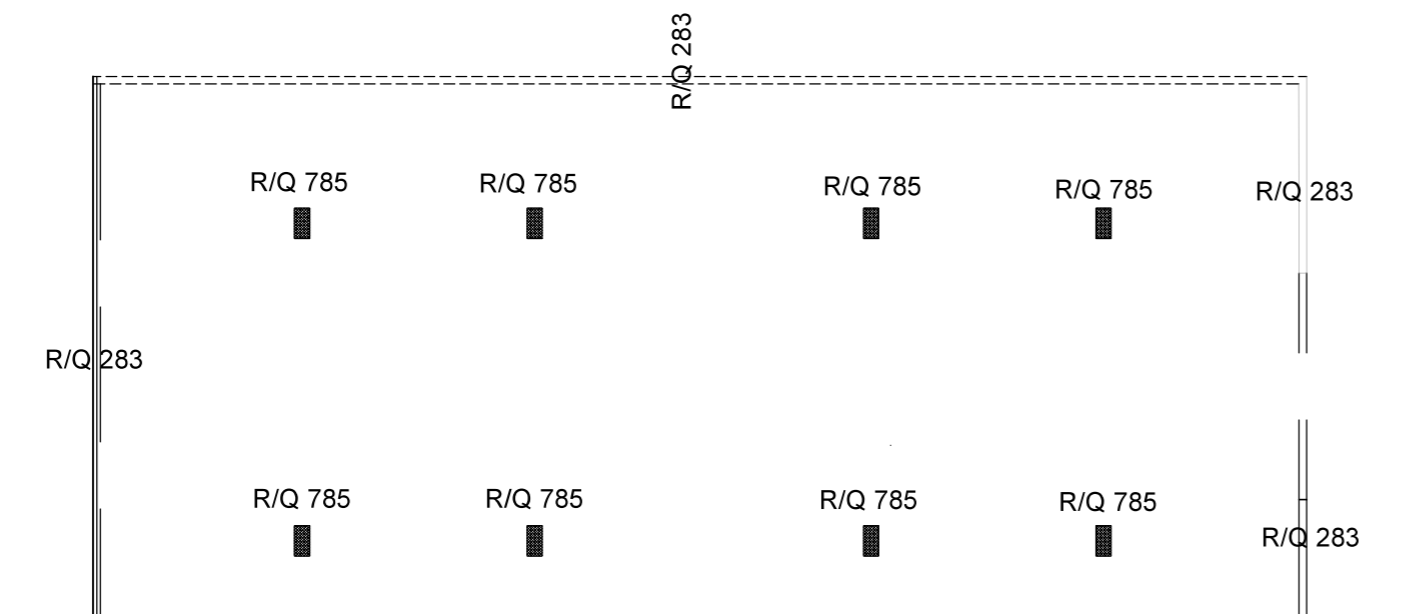
SKICA ARMATURE PLOČE GARAŽE  
OBJEKT B -  
PLAN POZICIJA 200, DONJA I GORNJA  
ZONA  
M 1:200

Napomene: -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklopima 40 cm ili većim

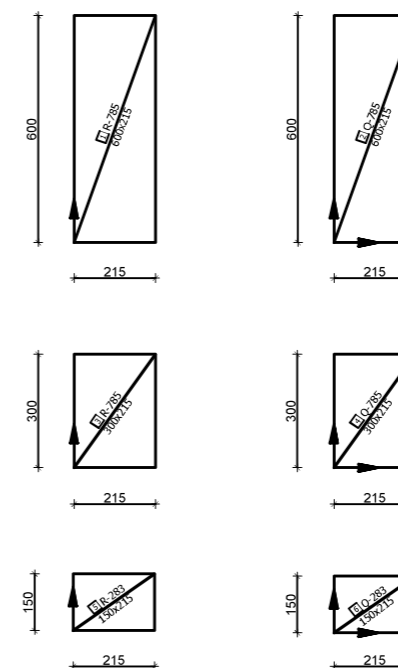
Beton: C 25/30  
Armatura: B 500B




GORNJA ZONA  
M 1:200



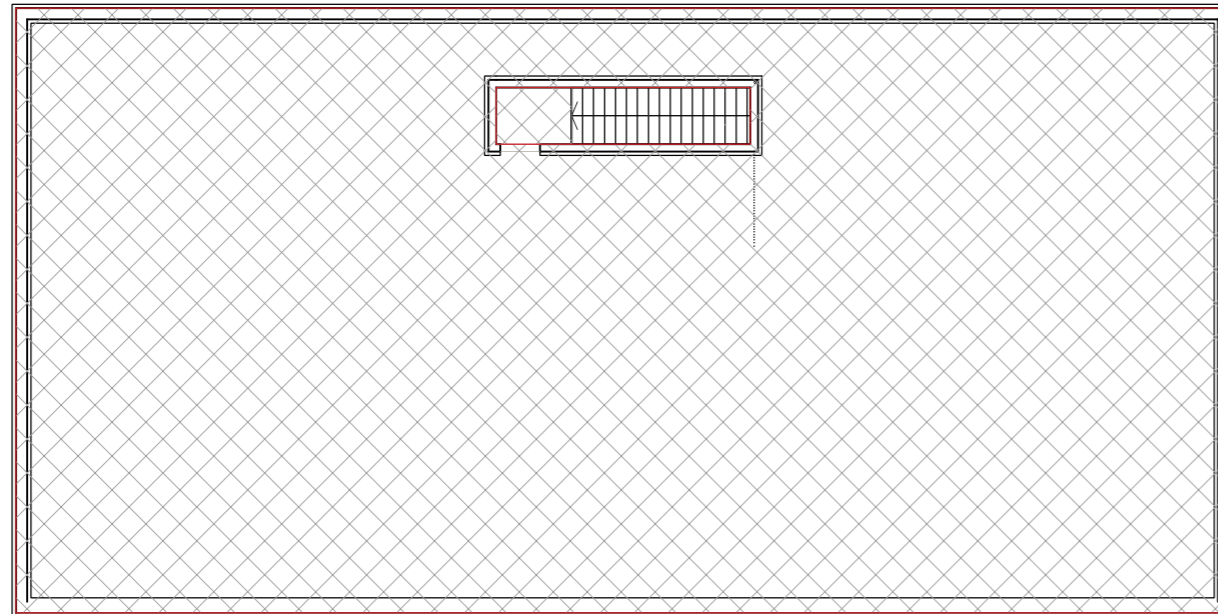
Napomene: -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklopima 40 cm ili većim  
-Na rubovima ploča postavljati mreže R/Q-283  
-Na prijelazima ploča preko zidova postavljati mreže R-785  
-Na mjestima promjene smjera zidova, mjestima iznad stupova i oko otvora u ploči postavljati mreže Q-785  
Beton: C 30/37  
Armatura: B 500B



 SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3140463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 469117	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovna zgrada u Splitu	DATUM: rujan, 2023.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Andrea Mamić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	SADRŽAJ: SKICA ARMATURE PLOČE PRIZEMLJA - PLAN POZICIJA 200;	BROJ PRILOGA: 17

OBJEKT A

# SKICA ARMATURE PLOČE KROVA - PLAN POZICIJA 1600; DONJA I GORNJA ZONA M 1:200

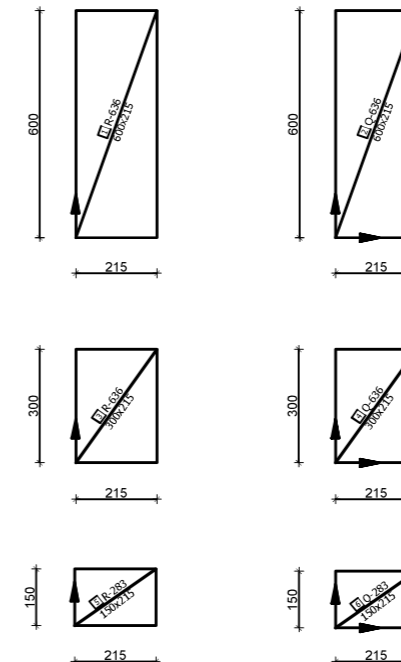
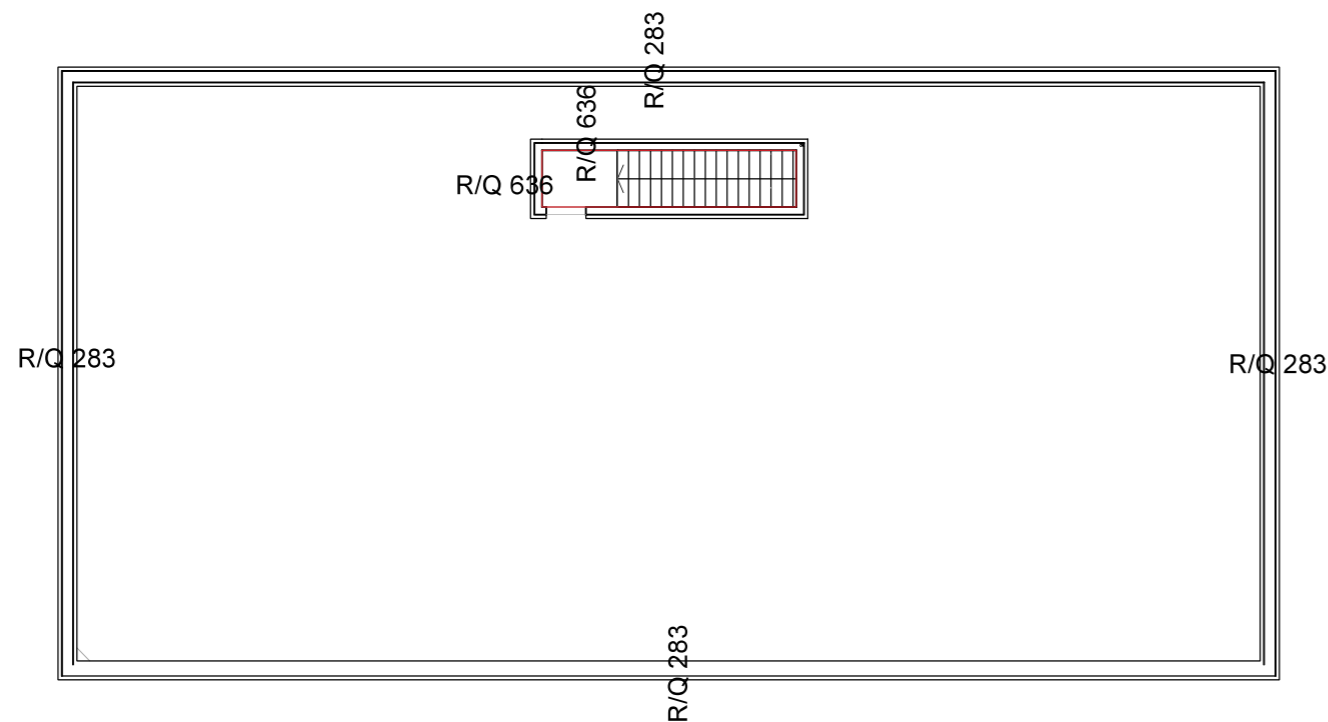
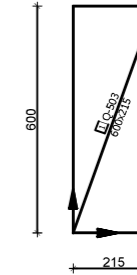


Napomene: -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim


Beton: C 25/30

Armatura: B 500B

 Q-503



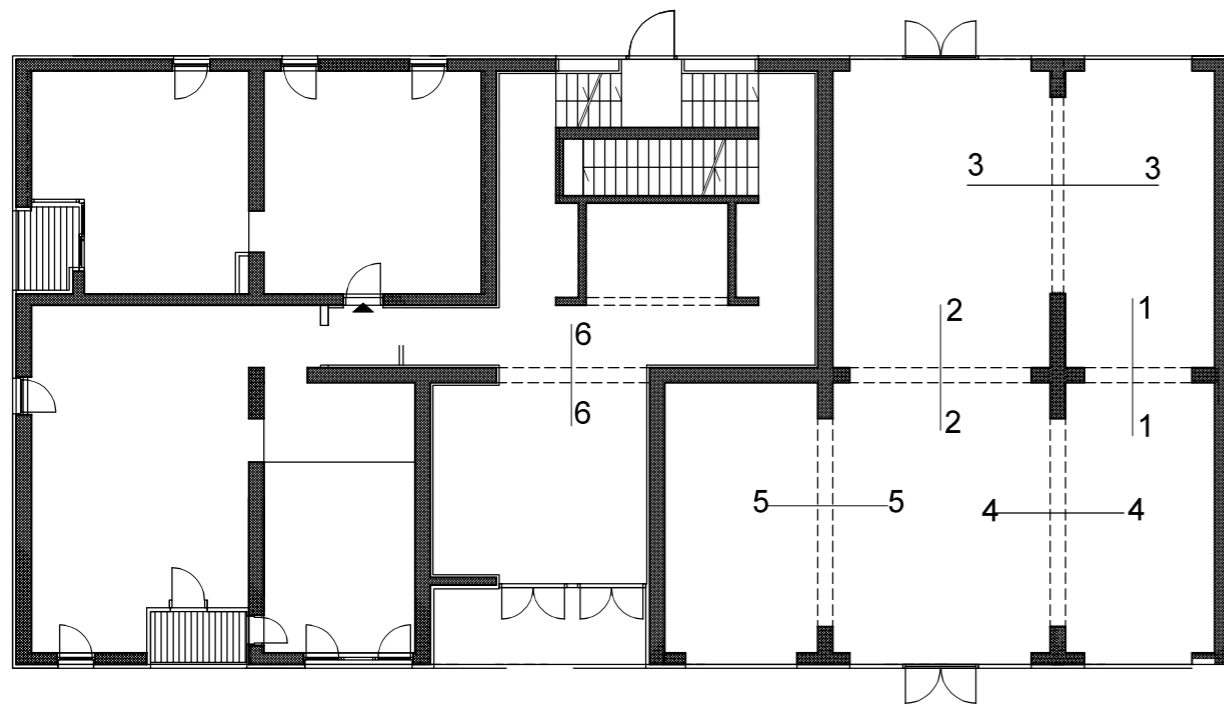
Napomene: -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim  
-Na rubovima ploča postavljati mreže R/Q-283  
-Na prijelazima ploča preko zidova postavljati mreže R-636  
-Na mjestima promjene smjera zidova, mjestima iznad stupova i oko otvora u ploči postavljati mreže Q-636  
Beton: C 30/37  
Armatura: B 500B

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3140463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 469117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovna zgrada u Splitu	DATUM: rujan, 2023.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Andrea Mamić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	SADRŽAJ: SKICA ARMATURE PLOČE 1. KATA - PLAN POZICIJA 300A I 300B; DONJA ZONA	BROJ PRILOGA: 18

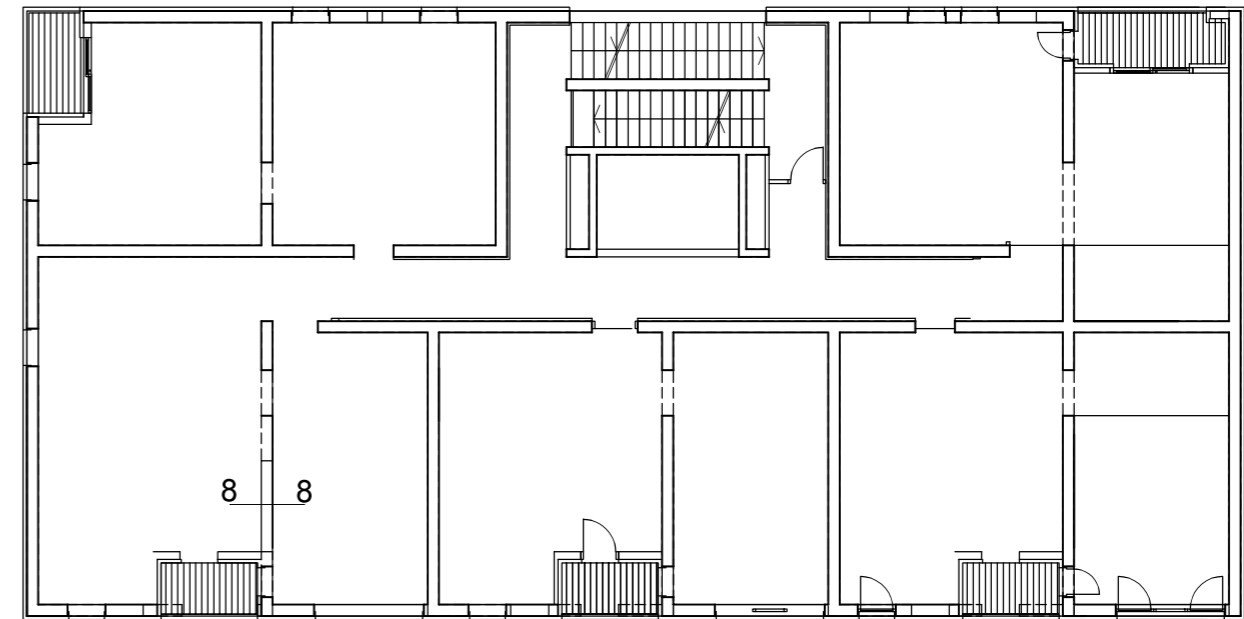
OBJEKT A NEBODER

SKICA ARMATURE GREDA  
M 1:20

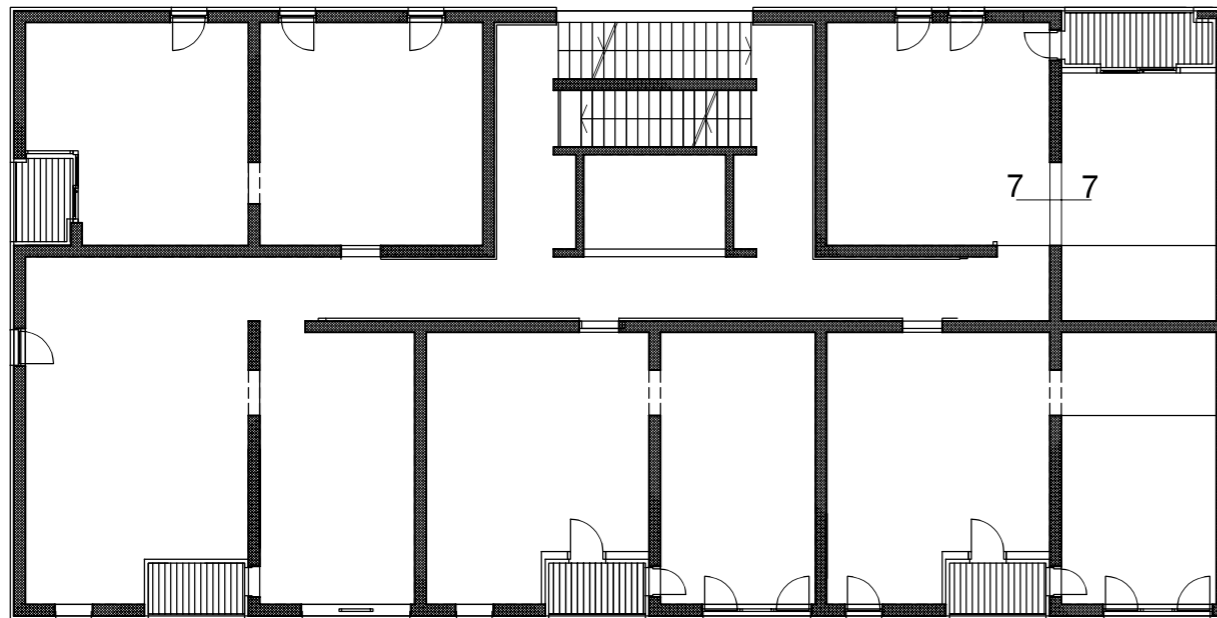
KAT 1



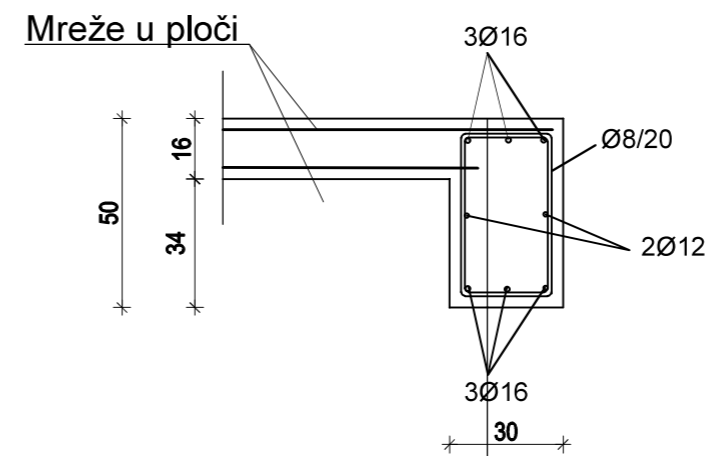
KAT 5




KAT 2



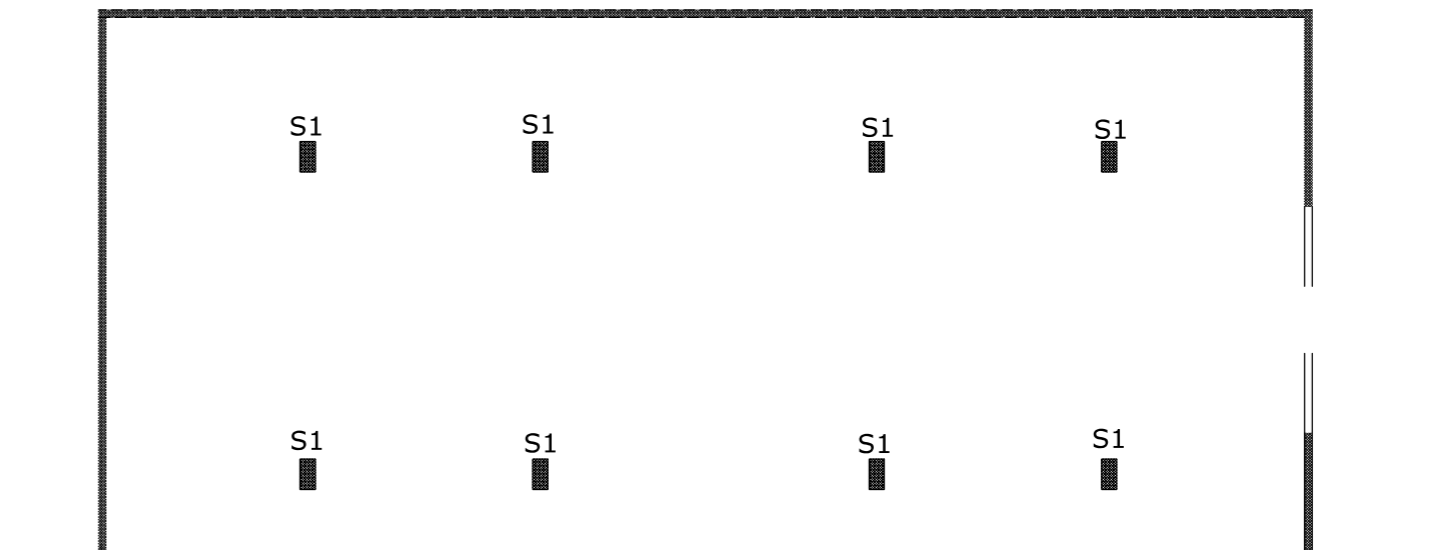
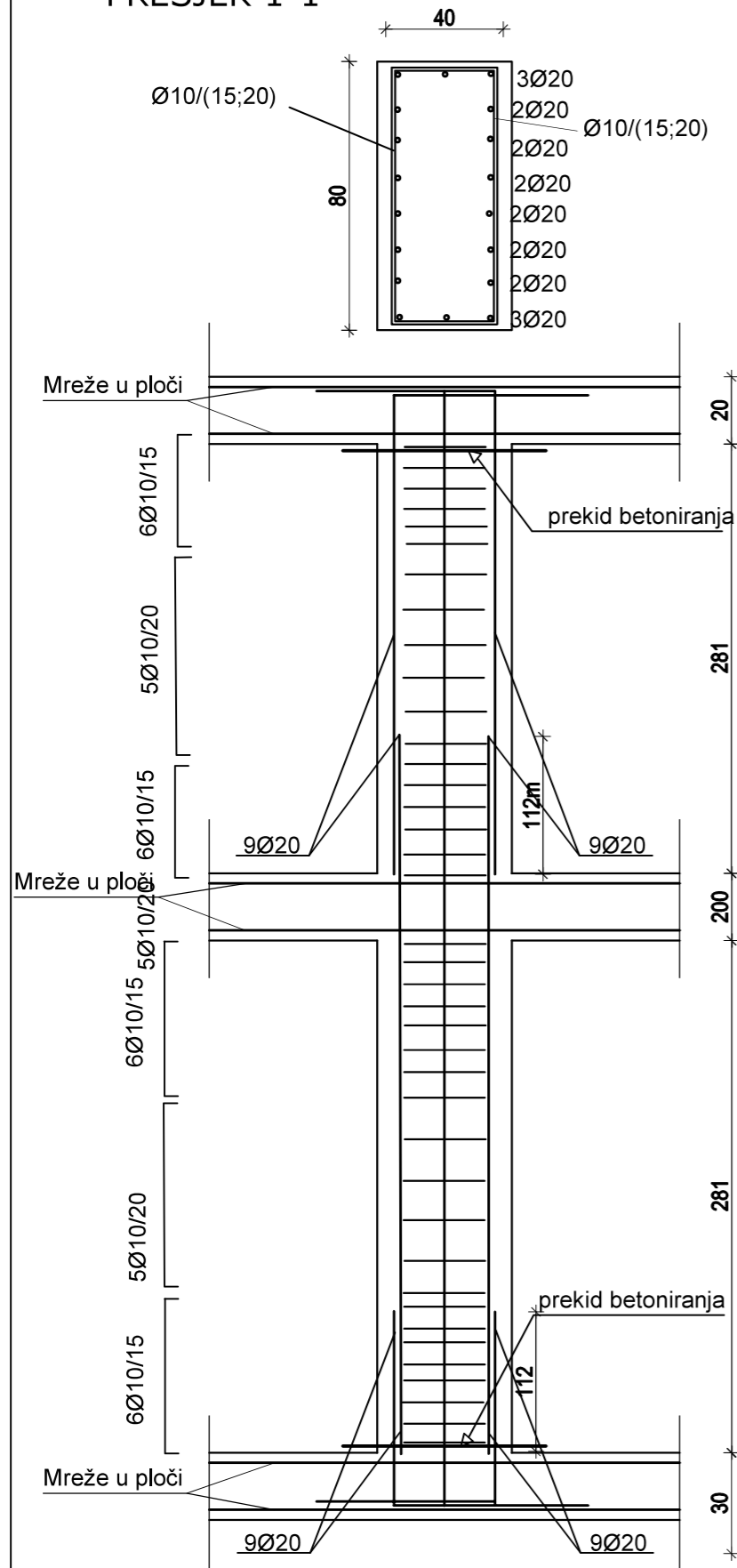
Presjek 1-1 (301)



 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3140463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 469117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: <b>FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split</b>	MJERILO: 1:20
	GRAĐEVINA: <b>Stambeno-poslovna zgrada u Splitu</b>	DATUM: rujan, 2023.
	VRSTA PROJEKTA: <b>Projekt konstrukcije</b>	STUDENT: <b>Andrea Mamić</b>
	RAZINA PROJEKTA: <b>GLAVNI PROJEKT</b>	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	SADRŽAJ: <b>SKICA ARMATURE GREDA</b>	BROJ PRILOGA: <b>19</b>

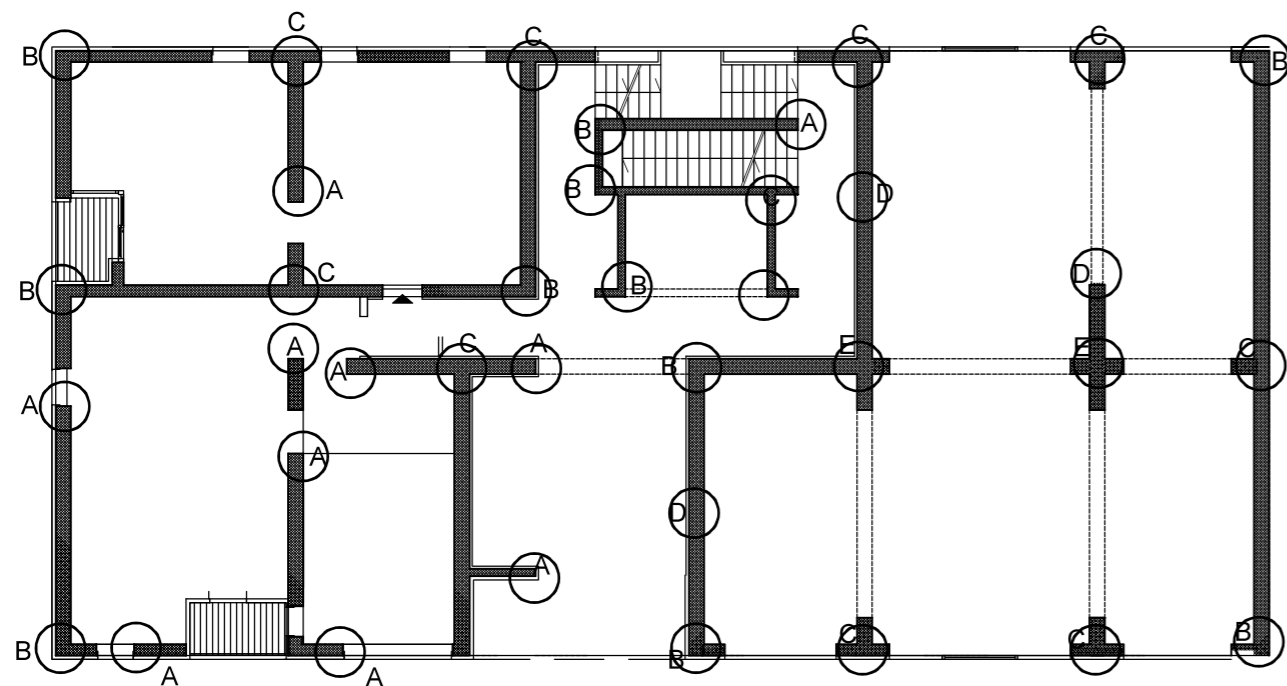
SKICA ARMATURE STUPA S1 -  
PLAN POZICIJA 100  
M 1:20

PRESJEK 1-1

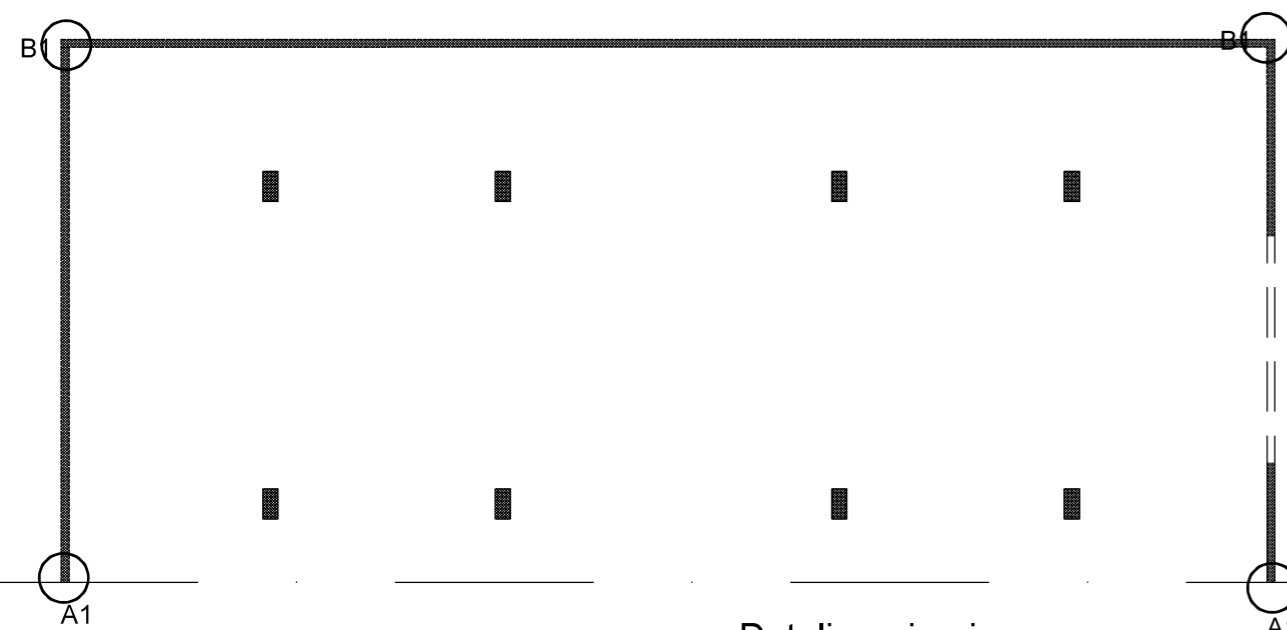


 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3140463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 469117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:20
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovna zgrada u Splitu	DATUM: rujan, 2023.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Andrea Mamić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	SADRŽAJ: SKICA ARMATURE STUPA S1 - PLAN POZICIJA 100	BROJ PRILOGA: 20

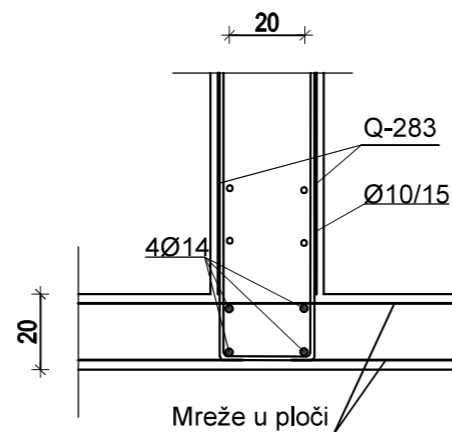
OBJEKT A



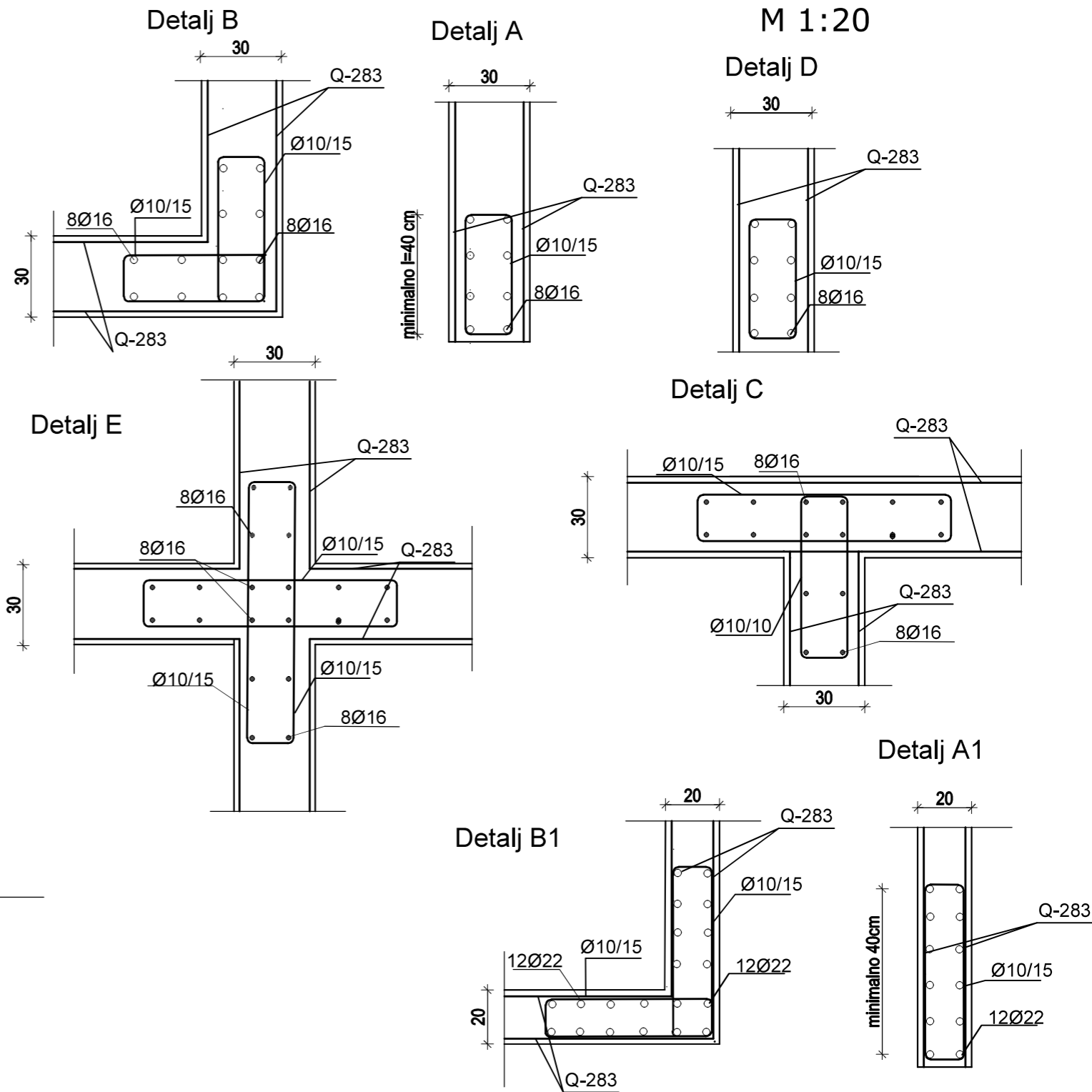
OBJEKT B



Detalj armiranja visokostijenog nosača

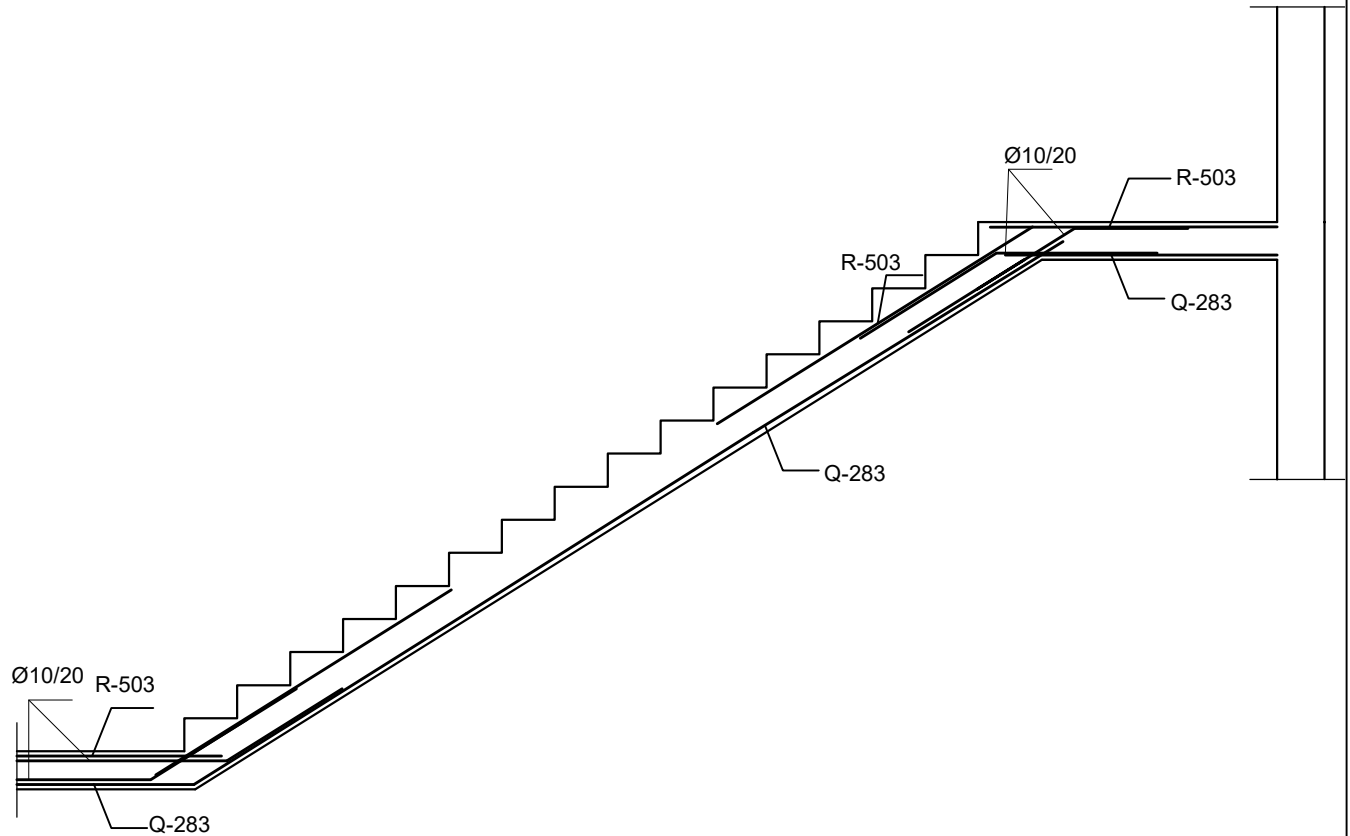



SKICA ARMATURE ZIDOVA -  
PLAN POZICIJA 400A I 400B  
M 1:20



<p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3140463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 469117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:20
	GRAĐEVINA: Stambeno-poslovna zgrada u Splitu	DATUM: rujan, 2023.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Andrea Mamić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	SADRŽAJ: SKICA ARMATURE ZIDOVA - PLAN POZICIJA 400A I 400B	BROJ PRILOGA: 21

# SKICA ARMATURE STUBIŠTA M 1:20



 <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: <b>FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split</b>	MJERILO: <b>1:20</b>
	GRAĐEVINA: <b>Stambeno-poslovna zgrada u Splitu</b>	DATUM: <b>rujan, 2023.</b>
	VRSTA PROJEKTA: <b>Projekt konstrukcije</b>	STUDENT: <b>Andrea Mamić</b>
	RAZINA PROJEKTA: <b>GLAVNI PROJEKT</b>	OZNAKA DOKUMENTA: <b>Diplomski_rad.dwg</b>
	SADRŽAJ: <b>SKICA ARMATURE ZIDOVA - PLAN POZICIJA 400A I 400B</b>	BROJ PRILOGA: <b>22</b>