

# Glavni projekt poslovno-stambene zgrade C u Spinutu u Splitu

---

**Glavinić, Marija**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:522061>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-21**



*Repository / Repozitorij:*

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



UNIVERSITY OF SPLIT



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

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

# **DIPLOMSKI RAD**

**Marija Glavinić**

**Split, 2020.**

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

**Marija Glavinić**

**Glavni projekt poslovno-stambene zgrade C  
u Spinutu u Splitu**

**Diplomski rad**

**Split, 2020.**

# **Glavni projekt poslovno - stambene zgrade C u Spinutu u Splitu**

## ***Sažetak:***

U radu je prikazan glavni projekt poslovno – stambene zgrade C u Spinutu u Splitu. Građevina se sastoji od tri konstrukcijske cjeline (dilatacije) – lijeve, srednje i desne zgrade od kojih svaka ima 7 nadzemnih etaža.

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

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

## **Main design of the business and residential building C in Spinut in Split**

## ***Abstract:***

Main design of the business and residential building, which is positioned in Spinut in Split is presented in this work.

The building has three structural parts (dilatations)- left, middle and right building. Each of dilatation has 7 floors above ground.

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

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

## ***Keywords:***

residential-business building, main design, monolithic construction





SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING,  
ARCHITECTURE AND GEODESY

STUDIJ: **SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ  
GRAĐEVINARSTVA**

SMJER: **KONSTRUKCIJE**

KANDIDAT: **Marija Glavinić**

BROJ INDEKSA: **752**

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

PREDMET: **Betonske konstrukcije**

### **ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD**

Tema: **Glavni projekt poslovno-stambene zgrade C u Spinutu 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, srpanj 2020.

**Voditelj diplomskog rada:**

Doc. dr. sc. Marija Smilović Zulim

**Komentor:**

Izv. prof. dr. sc. Vesna Perković Jović

**Predsjednik povjerenstva  
za diplomske ispite**

Doc. dr. sc. Ivo Andrić

## Sadržaj:

1.	TEHNIČKI OPIS.....	1
1.1.	Općenito (projektni zadatak) .....	1
1.2.	Oblik i veličina građevinske čestice .....	2
1.3.	Namjena građevine .....	2
1.4.	Konstruktivne pojedinosti – općenito .....	5
1.5.	Konstruktivne pojedinosti – prizemlje.....	5
1.6.	Konstruktivne pojedinosti - katovi .....	6
1.7.	Lokacija i opterećenja .....	6
1.8.	Izvedba.....	6
1.9.	Materijali.....	7
2.	GEOTEHNIČKI IZVJEŠTAJ .....	7
2.1.	Podaci o istražnim radovima.....	7
2.2.	Geološka i inženjersko - geološka istraživanja.....	8
2.3.	Dubina podzemne vode .....	8
2.4.	Temeljenje .....	8
3.	PLAN KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE .....	9
3.1.	Opće napomene.....	9
3.2.	Postizanje zahtijevane geometrije.....	9
3.3.	Zemljani radovi .....	10
3.4.	Betonski, armirano betonski i tesarski radovi .....	10
3.4.1.	Beton.....	10
3.4.2.	Betonski čelik .....	11
3.4.3.	Prekidi betoniranja.....	12
3.4.4.	Oplata .....	12
3.4.5.	Primijenjeni standardi.....	13
3.5.	Ostali radovi i materijali .....	16
3.6.	Kontrolna ispitivanja .....	17
3.7.	Dužnosti izvođača.....	17
4.	OPĆI I POSEBNI TEHNIČKI UVJETI.....	18
4.1.	Oplate i skele .....	18
4.2.	Transport i ugradnja betona.....	20
4.3.	Betoniranje pri visokim vanjskim temperaturama.....	21
4.4.	Betoniranje pri niskim vanjskim temperaturama.....	22
4.5.	Obaveze izvođača .....	22
5.	NAČIN ZBRINJAVANJA GRAĐEVNOG OTPADA .....	23

6. UVJETI ODRŽAVANJA I PROJEKTIRANI VIJEK TRAJANJA .....	24
7. PLANOVI POZICIJA .....	27
8. ANALIZA OPTEREĆENJA .....	29
8.1. Stalno opterećenje.....	29
8.1.1. Vlastita težina .....	29
8.1.2. Dodatno stalno opterećenje .....	29
8.2. Promjenjivo opterećenje .....	33
8.2.1. Korisno opterećenje.....	33
8.2.2. Opterećenje snijegom .....	34
8.2.3. Opterećenje vjetrom .....	36
8.3. Izvanredno opterećenje.....	54
8.3.1. Potresno opterećenje.....	54
9. NUMERIČKI MODEL .....	58
9.1. Numerički model općenito .....	58
9.2. Kombinacije opterećenja .....	58
10. REZULTATI DINAMIČKE ANALIZE .....	66
11. PRORAČUN HORIZONTALNIH ELEMENATA KONTRUKCIJE.....	75
11.1. Proračun ploče pozicije 300 (ploča visokog prizemlja) $d_{pl}=15$ cm .....	75
11.1.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje-GSN .....	75
11.1.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče.....	79
11.2. Proračun ploča pozicija 400,600 i 800 (ploče I., III. i V. kata) $d_{pl}=15$ cm.....	82
11.2.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje-GSN .....	82
11.2.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče.....	86
11.3. Proračun ploča pozicija 500,700 i 900 (ploče II., IV. i VI. kata) $d_{pl}=15$ cm.....	89
11.3.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje-GSN .....	89
11.3.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče.....	93
11.4. Proračun ploče pozicije 1000 (ploča krova) $d_{pl}=15$ cm.....	97
11.4.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje-GSN .....	97
11.4.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče.....	100
11.5. Proračun ploče pozicije 400 (ploča I. kata) $d_{pl}=15$ cm.....	103
11.5.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje-GSN .....	103
11.5.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče.....	107
11.6. Proračun ploča pozicija 500 do 1000 (ploče II. – VII. kata) $d_{pl}=15$ cm.....	111
11.6.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje-GSN .....	111
11.6.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče.....	114
11.7. Proračun ploče pozicije 1100 (ploča krova) $d_{pl}=15$ cm.....	117
11.7.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje-GSN .....	117

11.7.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče.....	120
11.8. Proračun ploče pozicije 300 (ploča visokog prizemlja) $d_{pl}=15$ cm .....	123
11.8.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje-GSN .....	123
11.8.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče.....	125
11.9. Proračun ploča pozicija 400 do 1000 (ploče I. – VII. kata) $d_{pl}=15$ cm .....	128
11.9.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje-GSN .....	128
11.9.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče.....	132
11.10. Proračun ploče pozicije 1100 (ploča krova) $d_{pl}=15$ cm.....	137
11.10.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje-GSN .....	137
11.10.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče.....	139
11.11. Odabrana armatura po pozicijama .....	142
12. DIMENZIONIRANJE STUBIŠTA.....	145
12.1. Dimenzioniranje stubišta 1 .....	145
12.2. Dimenzioniranje stubišta 2 .....	148
13. PRORAČUN ZIDOVA .....	151
13.1. Proračun zida u smjeru X .....	151
13.2. Proračun zida u smjeru Y .....	168
14. PRORAČUN TEMELJA.....	184
14.1. Proračun trakastog temelja lijeve zgrade.....	184
14.1.1. Rezne sile – kombinacija $M_{max} + N$ pripadna .....	189
14.1.2. Dimenzioniranje temelja.....	192
14.1.3. Rezne sile – kombinacija $N_{max} + M$ pripadni .....	186
14.1.4. Dimenzioniranje temelja.....	192
14.2. Proračun trakastog temelja srednje zgrade .....	184
14.2.1. Rezne sile – kombinacija $M_{max} + N$ pripadna .....	189
14.2.2. Dimenzioniranje temelja.....	192
14.2.3. Rezne sile – kombinacija $N_{max} + M$ pripadni .....	189
14.2.4. Dimenzioniranje temelja.....	192
14.3. Proračun trakastog temelja desne zgrade.....	184
14.3.1. Rezne sile – kombinacija $M_{max} + N$ pripadna .....	189
14.3.2. Dimenzioniranje temelja.....	192
14.3.3. Rezne sile – kombinacija $N_{max} + M$ pripadni .....	189
14.3.4. Dimenzioniranje temelja.....	192
15. GRAFIČKI PRILOZI .....	199
16. LITERATURA .....	201

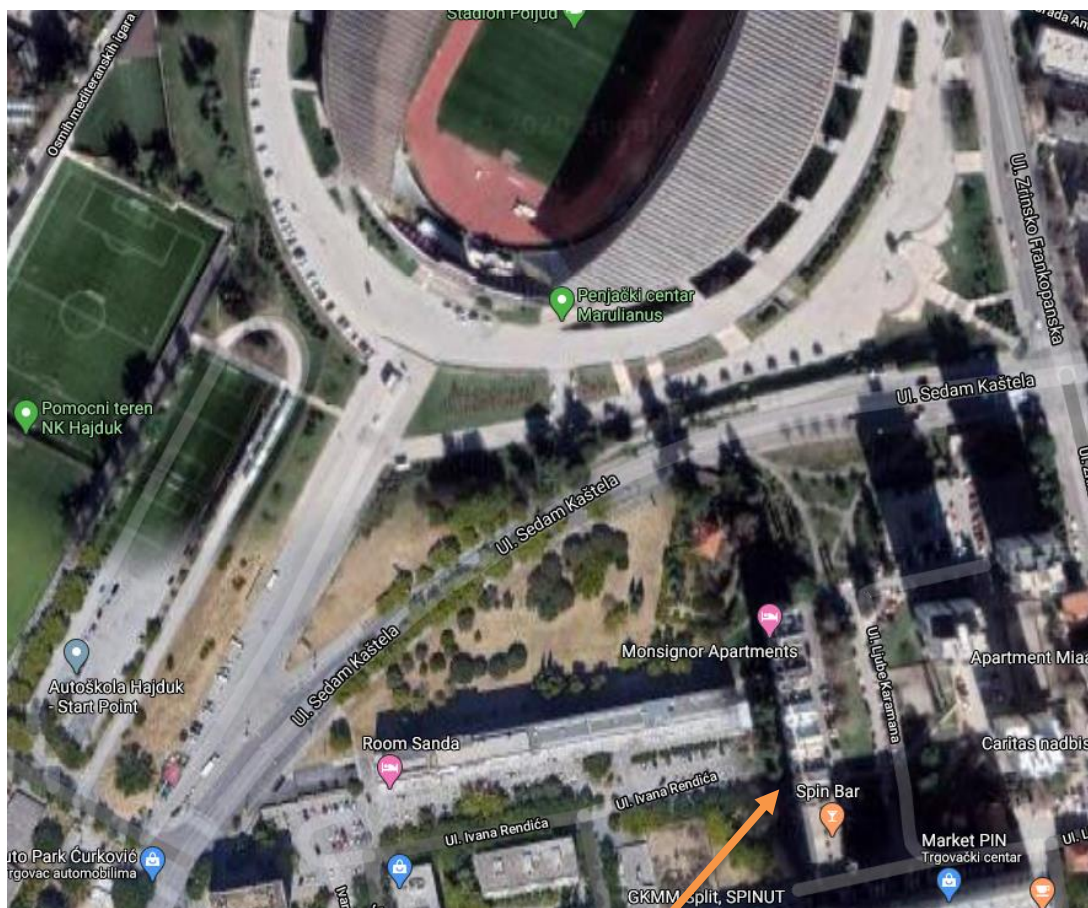
## 1. TEHNIČKI OPIS

### 1.1. Općenito (projektni zadatak)

U ulici Ljube Karamana u Spinutu u Splitu nalazi se građevinska čestica na kojoj investitor ima namjeru izgraditi poslovno-stambenu zgradu.

Građevinska parcela površine je cca 2365 m<sup>2</sup>. Analizirajući lokaciju, oblik i veličinu građevinske parcele, visinske razlike prisutne na terenu, a vodeći računa o važećoj planskoj dokumentaciji, izrađeno je arhitektonsko rješenje samostojećeg poslovno-stambenog objekta.

Ovaj glavni projekt usklađen je sa svim prostorno – planskim parametrima s važećom lokacijskom dozvolom, formiranje čestice, namjena građevine, veličina i površina građevine, izgrađenost, visina, etažnost, smještaj građevine na građevnoj čestici, uređenje čestice, priključenje na javno – prometnu površinu i komunalnu infrastrukturu, parkirališna mjesta.



Slika 1.1. Situacija-položaj kompleksa stambenih zgrada s obzirom na okolni teren

## **1.2. Oblik i veličina građevinske čestice**

Novoformirana parcela pravilnog je oblika površine oko 2365 m<sup>2</sup>. Objekt se sastoji od tri konstrukcijski dilatirane zgrade. Tlocrtna površina objekta je 3157,9 m<sup>2</sup>. Smještaj građevine na parceli proizlazi iz prostorno – prometnih uvjeta, odnosno mogućnosti kolnog pristupa s glavnih prometnica.

## **1.3. Namjena građevine**

Zgrada C sastoji se od tri dilatacije – lijeve, srednje i desne zgrade. Visoko prizemlje lijeve zgrade je poslovne namjene, dok je ostalih šest katova stambene namjene.

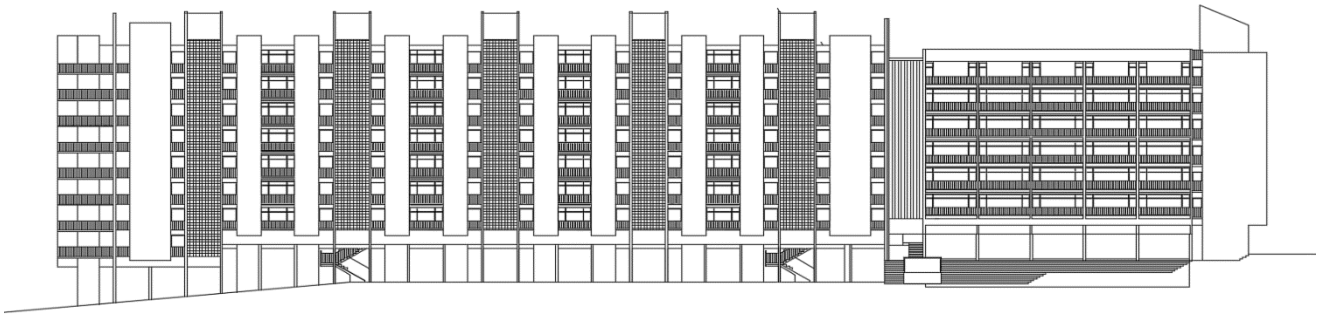
Srednja i desna zgrada su stambene namjene, a sastoje od niskog i visokog prizemlja te sedam katova.

Vertikalna komunikacija unutar objekta ostvaruje se stubištima i liftovima.

Lijeva i srednja zgrada nalaze se na ravnom terenu, dok je dio terena desne zgrade u padu.

Lijeva zgrada visoka je 24.88 m, a srednja i desna 28.94 m.

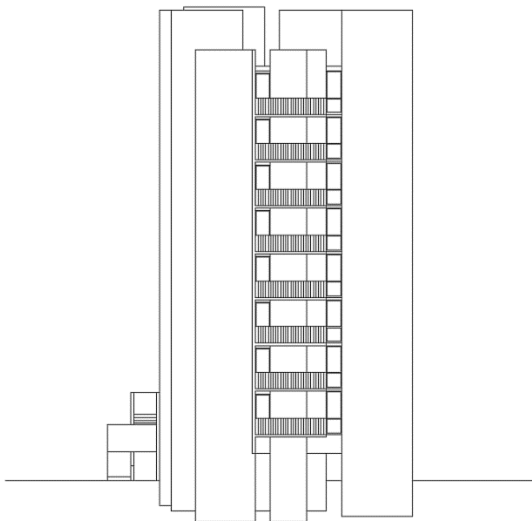
Visina pojedinog kata mjerena od vrha ploče prethodne etaže do vrha ploče sljedeće etaže iznosi 2.8 m.



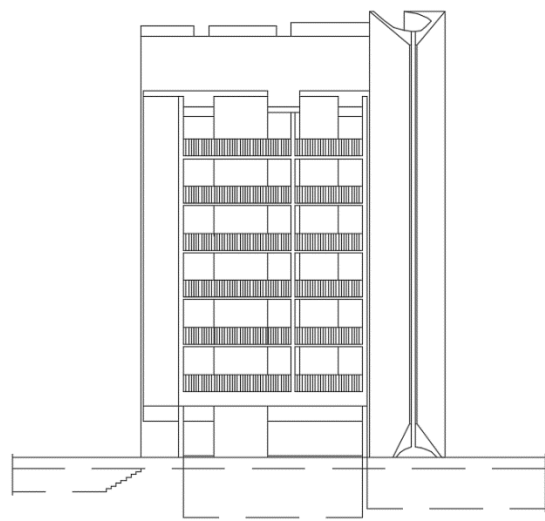
*Slika 1.2. Zapadno pročelje stambene zgrade*



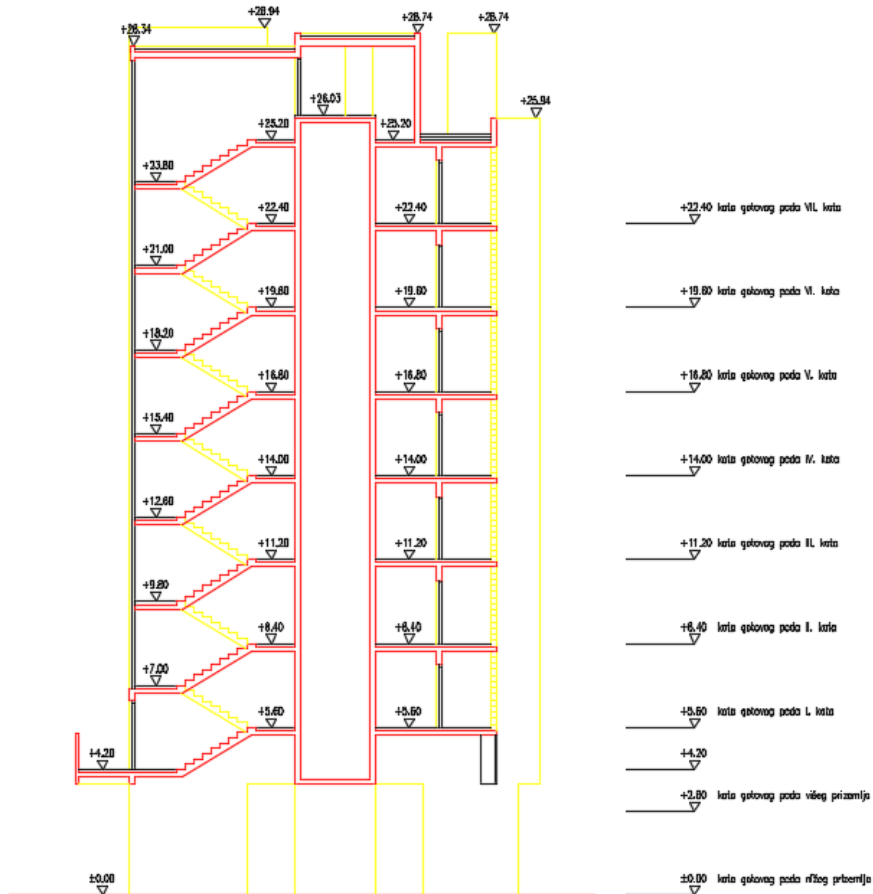
*Slika 1.3. Istočno pročelje stambene zgrade*



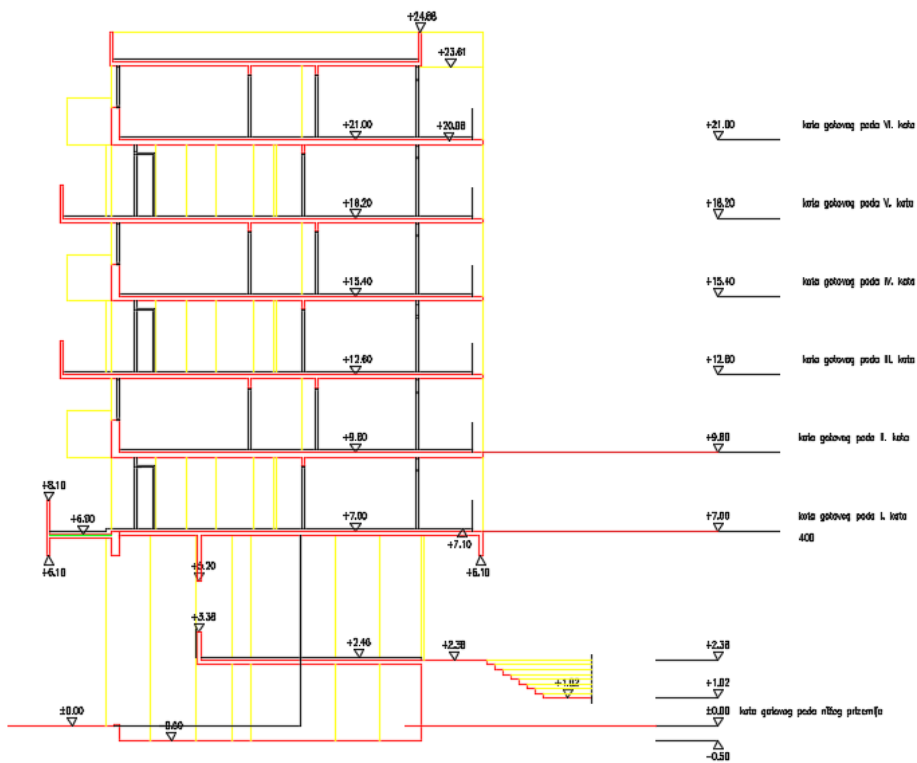
*Slika 1.4. Sjeverno pročelje stambene zgrade*



*Slika 1.5. Južno pročelje stambene zgrade*

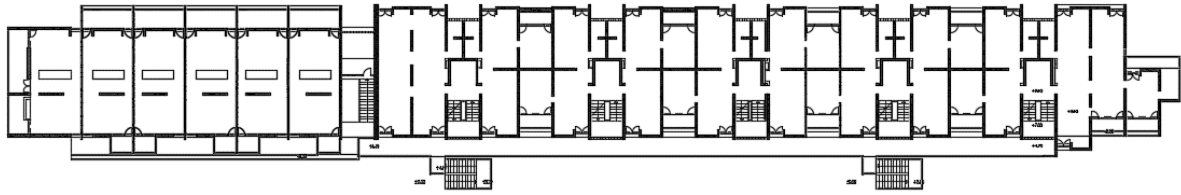


Slika 1.6. Presjek kroz stubišni krak srednje stambene zgrade



Slika 1.7. Presjek kroz lijevu stambenu zgradu





Slika 1.8. Tlocrt karakterističnog kata

#### 1.4. Konstruktivne pojedinosti – općenito

U konstrukcijskom smislu građevina je standardna armirano – betonska konstrukcija koja će se izvesti prema ovom projektu. Sastoji se od tri zgrade (lijeve, srednje i desne) koje su međusobno dilatirane za 2 cm. Temelji objekta izvesti će se kao trakasti temelji . Dubina temelja definirana je arhitektonskim i ovim projektom.

Međukatnu konstrukciju čine AB ploče debljine 15 cm.

Nosivi zidovi su također armirano - betonski, debljina 20 i 25 cm, s potrebnim termičkim slojevima. Točan položaj betonskih zidova dan je u prilogima. Sve ostale vertikalne pregrade izvedene su kao lagane pregrade, zidane porobetonskim blokovima (npr. Ytong) ili šupljom opekom.

#### 1.5. Konstruktivne pojedinosti – prizemlje

Vertikalni nosivi sustav su AB zidovi debljine 20 i 25 cm.

Materijal izrade je beton klase C 30/37.

### **1.6. Konstruktivne pojedinosti – katovi**

Za izvedbu međukatne konstrukcije predviđena je AB ploča. Izrađena je od betona klase C30/37 (prikazano u planovima pozicija), debljine  $d=15$  cm.

Betonska ploča izvodi se lijevanjem na licu mjesta u oplati. U proračunu su dane osnovne dimenzije i količine armature za pojedine konstruktivne elemente uglavnom kroz skice armature. Elementi koji nisu računati armiraju se konstruktivno ( $\geq 0.1\%$  površine betonskog presjeka). Vertikalni nosivi sustav čine AB zidovi debljina 20 i 25 cm.

### **1.7. Lokacija i opterećenja**

Građevina se nalazi na lokaciji koja prema važećim propisima spada u zonu za koju je zadano projektno ubrzanje tla  $a_g=0.22g$ . Konstrukcija seizmičke sile preuzima sustavom armirano-betonskih zidova i stupova, što je u skladu s Eurokodom 2 i Eurokodom 8. Građevina se nalazi na lokaciji koja prema važećim propisima spada u II. zonu opterećenja vjetrom.

### **1.8. Izvedba**

U trenutku izrade projektne dokumentacije nije poznat izvođač konstrukcije. Prilikom izrade statičkog proračuna usklađena je geometrija presjeka elemenata konstrukcije s izvođačkim mogućnostima većine građevinskih firmi. Prilikom odabira izvođača moguće je da dođe do manjih odstupanja u obliku poprečnog presjeka pojedinih elemenata u odnosu na elemente iz statičkog proračuna, ali se ne očekuju bitna odstupanja koja bi imala utjecaj na ukupnu stabilnost građevine te je dovoljno ove razlike obraditi u izvedbenom projektu konstrukcije. Opterećenja su uzeta prema podacima dobivenim od strane investitora, projektanata instalacija te prema normama i pravilima struke.

Zbog veličine i složenosti građevine u cilju osiguranja što kvalitetnije izvedbe nosive konstrukcije investitor je dužan osigurati projektantski nadzor nad konstrukcijom tijekom cijelog vremena izvedbe konstrukcije u skladu s Zakonom o gradnji (NN1 53/13).

## **1.9. Materijali**

### a) Beton

Za sve betonske radove predviđen je beton C 30/37, izuzev izrade temelja za koje je predviđen beton C25/30, a sve prema "Tehničkim propisima za građevinske konstrukcije" ("TPGK" N.N. 17/17).

### b) Armatura

Predviđena armatura je B 500B (prema "TPGK") za sve elemente, u obliku šipki ili mreža.

Zaštitni slojevi betona do armature iznose min 2 cm.

Veličinu zaštitnog sloja osigurati dostatnim brojem kvalitetnih 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. Veličina i kvaliteta zaštitnog sloja betona presudni su za trajnost objekta.

U potpunosti poštivati projektirani raspored i položaj armaturnih šipki, koje trebaju biti nepomične kod betoniranja. Sva upotrebljena armatura treba imati odgovarajuće ateste o kakvoći.

Skidanje oplata za grede i ploče može se izvršiti nakon što beton postigne min. 70% čvrstoće (cca 7 dana uz normalnu njegu betona). Za temelje se može upotrijebiti beton niže klase.

## **2. GEOTEHNIČKI IZVJEŠTAJ**

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

Geotehnički istražni radovi su se sastojali od obilaska terena s prospekcijskim pregledom i detaljnim geološkim kartiranjem, izrade fotodokumentacije, georadarskog snimanja, seizmičkog snimanja i iskopa i pregleda dvije istražne jame. Sve istražne jame su iskopane do dubine pojave matične stijene, na dijagonalnim kutovima građevine.

U nastavku su izneseni samo najvažniji zaključci iz geotehničkog elaborata koji su bitni za ovu predmetnu građevinu.

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

Tlo je uglavnom ujednačenog sastava. U tlu se najčešće protežu čisti slojevi lapora koji su tvrdi i imaju karakteristike slične vapnencima.

Na području predmetne lokacije moguće je postojanje većih krških pojava (kaverne i sl.), zbog čega je potrebno nakon iskopa temeljnih jama izvršiti kompresorsku provjeru stijenske mase.

## **2.3. Dubina podzemne vode**

U hidrogeološkom smislu, razlomljene i okršene naslage lapora imaju pukotinsku i moguće kaverno-znu poroznost te se oborinske vode relativno brzo procjeđuju u podzemlje. U nijednoj istražnoj jami nije zabilježena pojava podzemne vode.

## **2.4. Temeljenje**

Površinski sloj sačinjavaju elementi nastali trošenjem matične stijene ili nasipni materijal, koji se sastoji uglavnom od žućkasto smeđe gline, same ili pomiješane s crvenkasto smeđom zemljom.

Kako je predviđena dubina dna temelja pretpostavlja se da će se svi temelji nalaziti na kvalitetnoj laporovitoj stijeni.

Dopuštena centrična naprezanja tla na detaljno očišćenim naslagama matične stijene uzeta su za osnovna opterećenja 0.50 MPa.

Za predviđeni način temeljenja ne očekuju se slijeganja niti diferencijalna slijeganja.

Naročitu pažnju treba posvetiti na eventualne proširene pukotine bez ispune koje mogu biti dio većeg podzemnog sustava. Na tim mjestima je potrebno izvršiti provjeru bušenjem svrdlom Ø32 mm ("štamptom") do dubine 2.0 do 3.0 m od kote temeljenja.

### **3. PLAN KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE**

#### **3.1. Opće napomene**

Izvoditelj je odgovoran za kvalitetu izvođenja radova i za uredno poslovanje. Izvoditelj ne smije odstupati od projekta bez pismenog odobrenja nadzornog inženjera investitora, a uz prethodnu suglasnost projektanta. Sve izmjene se moraju unijeti u građevinsku knjigu i građevinski dnevnik.

Kvaliteta korištenog građevinskog materijala, poluproizvoda i gotovih proizvoda, kao i kvaliteta izvedenih radova mora odgovarati prethodno navedenim uvjetima propisanim važećim propisima, standardima, uvjetima iz tehničke dokumentacije, te uvjetima iz ugovora. Ukoliko izvoditelj ugrađuje materijal koji nije standardiziran, za isti je dužan pribaviti odgovarajuće dokaze o kakvoći i priložiti ih u pismenoj formi.

Pri izvođenju građevine izvoditelj se dužan pridržavati navedenih propisa kao i svih ostalih Pravilnika, Tehničkih normativa, posebnih uvjeta za izradu, ugradnju i obradu pojedinih elemenata građevine, kao i standarda propisanih za izvođenje radova na građevini (temeljenje, betonski radovi, skele i oplata, armatura, čelik za armiranje, kontrola kvalitete betona i čelika, zidanje zidova, završni radovi), kako bi osigurao da izvedena građevina odgovara projektu, te svim propisima i standardima RH.

#### **3.2. Postizanje zahtijevane geometrije**

Od faze iskolčenja objekta, preko svih faza izgradnje do završetka objekta, nužan je stalni geodetski nadzor. Tijekom građenja vršiti:

- Stalnu kontrolu geometrije svih elemenata i objekata kao cjeline
- Kontrolu osiguranja svih točaka
- Kontrolu postavljenih profila
- Kontrolu repera i poligonalnih točaka

### 3.3. Zemljani radovi

#### 1) Iskopi

Tijekom radova na iskopima kontrolirati sljedeće:

- Iskop se obavlja prema profilima i visinskim kotama iz projekta te s propisanim nagibima pokosa iskopa (uzimajući u obzir geomehanička svojstva tla)
- Tijekom rada ne smije doći do potkopavanja ili oštećenja okolnih građevina ili okolnog tla
- Ne smiju se iskopati nepotrebno povećani ili štetni iskopi
- Ne smije se degradirati ili oštetiti temeljno tlo zbog nekontroliranih miniranja i neadekvatnih iskopa
- Za vrijeme rada na iskopu pa do završetka svih radova na objektu izvođač je dužan osigurati pravilnu odvodnju ( ne smije dozvoliti zadržavanje vode u iskopima)

#### 2) 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 po propisanim debljinama slojeva i s propisanom zbijenošću. Kontrola zbijenosti vrši se probno po slojevima i obvezno na vrhu.

### 3.4. Betonski, armirano betonski i tesarski radovi

#### 3.4.1. Beton

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

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

Betonski radovi moraju se izvoditi prema projektu konstrukcije i projektu betona (kojeg je dužan izraditi Izvođač), a u svemu sukladno s Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije (N.N.17/17) te sa svim pratećim normativima.

Kod projektiranog betona u projektu mora biti specificiran razred tlačne čvrstoće (marka betona) i to kao karakteristična vrijednost 95%-tne vjerojatnosti s kriterijima sukladnosti prema normi HRN EN 206-1. Sastavni materijali od kojih se beton proizvodi, ili koji mu se pri proizvodnji dodaju, moraju ispunjavati zahtjeve normi na koje upućuje norma HRN EN 206-1 i zahtjeve prema Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije. Zahtjevi za isporuku betona i informacije proizvođača betona korisniku moraju sadržavati podatke prema normi HRN EN 206-1. Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstava svježeg betona provodi se prema normama niza HRN EN 12350, a ispitivanje svojstava očvrslulog betona prema normama niza HRN EN 12390.

Eventualna vremenski ubrzana proizvodnja betonskih elemenata, u cilju ubrzanja građenja, dopuštena je samo uz poseban projekt tehnologije izvođenja i dokaz zahtijevanih svojstava prethodnim ispitivanjima. Za svako odstupanje od projekta, nadzorni inženjer je dužan izvijestiti projektanta i investitora. Nužna je njega ugrađenog betona da se ne pojave štetne pukotine, a u svemu prema projektu betona, važećim propisima i pravilima struke.

### 3.4.2. Betonski čelik

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

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

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

Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstava čelika za armiranje provodi se prema normama nizova nHRN EN 10080, odnosno nHRN EN 10138, i prema normama niza HRN EN ISO 15630 i prema normi HRN EN 10002-1. Preklopi se izvode prema odredbama priznatim tehničkim pravilima iz Priloga H Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije, odnosno prema normi HRN ENV 1992-1-1:2004.

Sva armatura je iz čelika B500 u obliku šipki ili mreža. Osobito poštivati projektom predviđene razmake i zaštitne slojeve armature. Ni jedno betoniranje elementa ne može započeti bez prethodnog detaljnog pregleda armature od strane nadzornog inženjera i njegove dozvole.

### **3.4.3. Prekidi betoniranja**

Prekid i nastavci betoniranja konstrukcija moraju biti obrađeni projektom betona.

### **3.4.4. Oplata**

Za izvedbu svih betonskih i armiranobetonskih elemenata potrebno je pravovremeno izraditi, postaviti i učvrstiti odgovarajuću drvenu, metalnu ili sličnu oplatu. Oplata mora odgovarati mjerama građevinskih nacрта, detalja i planova oplata. Podupiranjem i razupiranjem oplata mora se osigurati njena stabilnost i nedeformabilnost pod teretom ugrađene mješavine. Unutarnje površine moraju biti ravne i glatke, bilo da su vertikalne, horizontalne ili kose. Postavljena oplata mora se lako i jednostavno rastaviti, bez udaranja i upotrebe pomoćnih alata i sredstava čime bi se "mlada" konstrukcija izložila štetnim vibracijama. Ako se nakon skidanja oplata ustanovi da izvedena konstrukcija dimenzijama i oblikom ne odgovara projektu Izvođač je obavezan istu srušiti i ponovo izvesti prema projektu. Prije ugradnje svježe mješavine betona u oplatu istu, ako je drvena, potrebno je dobro navlažiti, a ako je metalna mora se premazati odgovarajućim premazom.

Izvođač ne može započeti betoniranje dok nadzor ne izvrši pregled postavljene oplata i pismeno je ne odobri.



### 3.4.5. Primijenjeni standardi

→ Standardi za beton – osnovni:

HRN EN 206- EN1:2002	Beton-1.dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206-1:2000)
HRN EN 206-EN1/A1:2004	Beton – 1. dio: Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206-1:2000/A1:2004)
nHRN EN 206- EN1/A2	Beton – 1. dio: Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN206-1:2000/prA2:2004)

→

→ Standardi za beton – ostali:

→

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 očvrtnulog betona – 1. dio: Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe
HRN EN 12390-2	Ispitivanje očvrtnulog betona – 2. dio: Izradba i njegovanje uzoraka za ispitivanje čvrstoće
HRN EN 12390-3	Ispitivanje očvrtnulog betona – 3. dio: Tlačna čvrstoća uzoraka
HRN EN 12390-6	Ispitivanje očvrtnulog betona – 6. dio: Vlačna čvrstoća cijepanjem uzoraka
HRN EN 12390-7	Ispitivanje očvrtnulog betona – 7. dio: Gustoća očvrtnulog betona
HRN EN 12390-8	Ispitivanje očvrtnulog betona – 8. dio: Dubina prodiranja vode pod tlakom

- prCEN/TS 12390-9 Ispitivanje očvrnulog 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 očvrnulom 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
- Standardi za čelik za armiranje – osnovni
- nHRN EN 10080-1 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 1.dio: Opći zahtjevi (prEN 10080-1:1999)
- nHRN EN 10080-2 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 2. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda A (prEN 10080-2:1999)
- nHRN EN 10080-3 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 3. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda B (prEN 10080-3:1999)

- nHRN EN 10080-4 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 4. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda C (prEN 10080-4:1999)
- nHRN EN 10080-5 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 5. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih armaturnih mreža (prEN 10080-5:1999)
- nHRN EN 10080-6 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 6. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih rešetki za gredice (prEN 10080-6:1999)

→ Standardi za čelik za armiranje – ostali

- 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
- 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: Armaturne šipke i žice
HRN EN ISO 15630-2	Čelik za armiranje i prednapinjanje betona – Ispitne metode – 2. dio: Zavarene mreže

→ Ostali standardi:

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 kvaliteti radova i ugrađenih proizvoda i opreme prema Zakonu i prema zahtjevima iz projekta, te u tom smislu mora čuvati dokumentaciju o ispitivanju ugrađenog materijala, proizvoda i opreme prema programu ispitivanja iz projekta.

Nadzorni inženjer dužan je voditi računa da je kvaliteta radova, ugrađenih proizvoda i opreme u skladu sa zahtjevima projekta te da je kvaliteta dokazana propisanim ispitivanjima i dokumentima. Nadzorni inženjer dužan je da za tehnički pregled priredi završno izvješće o izvedbi građevine.

### **3.5. Ostali radovi i materijali**

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

Preporuča se stalni kvalificirani nadzor građevinske struke koji će moći realizirati sve postavke ovog proračuna.

### **3.6. Kontrolna ispitivanja**

Kontrolna ispitivanja provodi nadzorni organ, a za konačnu ocjenu kvalitete materijala i radova mjerodavni su rezultati kontrolnog ispitivanja. Kontrolna ispitivanja obavljaju se u tijeku izvedbe radova po vrsti, obujmu i vremenu, kako to nalažu zakonski propisi i tehnička regulativa. Ukoliko rezultati kontrolnih ispitivanja pokažu da kvaliteta upotrijebljenih materijala i izvedenih radova ne odgovara zahtijevanim uvjetima, nadzorni organ je dužan izdati nalog izvođaču da nekvalitetan materijal zamijeni kvalitetnim i radove dovede u ispravno stanje. Izvođač je dužan napraviti Projekt betona koji će zadovoljiti uvjete dane ovom projektnom dokumentacijom, a istovremeno uvažiti tehnologiju proizvodnje i ugradbe betona koju primjenjuje izvođač te zadovoljiti propisane uvjete. Kontrolu kvalitete betonskih radova treba provjeriti u za to registriranoj organizaciji, a kontrolna ispitivanja je potrebno primijeniti u skladu s „TPGK“ N.N. 17/17.

### **3.7. Dužnosti izvođača**

Radove izvoditi na način određen ugovorom, propisima i pravilima struke, tehničkim normativima i standardima propisanim i prihvaćenim u RH, te prema odobrenoj projektnoj dokumentaciji. Poduzeti sve potrebne mjere za sigurnost zaposlenih radnika, javnog prometa, kao i susjednih objekata pored kojih se izvode radovi. Organizirati kontrolu radova u terenskim i pogonskim laboratorijima ili povjeriti tu kontrolu stručnim organizacijama koju su za to upisane u sudski registar. Ugrađivani materijal, predgotovljene elemente, elemente, uređaje i tehničku opremu koji odgovaraju propisanim standardima i tehničkim normativima. Kvalitetu radova, materijala i uređaja koji mogu utjecati na stabilnost i sigurnost objekta i kvalitetu cijelog objekta, odnosno radove, dokumentirati obrađenim rezultatima ispitivanja ili ispravama izdanim u skladu sa zakonom ili propisima o tehničkim normativima i standardima. Radove izvoditi po redoslijedu kojim se osigurava kvalitetno izvođenje i o izvođenju pojedinih faza na vrijeme obavijestiti nadzorni organ zbog pregleda i utvrđivanja kvalitete. Rezultate ispitivanja izvođač je dužan dostaviti nadzornom inženjeru. Dužan je pribaviti sve ateste kada je to propisano tehničkim normativima ili propisima. Ne smije upotrebljavati građevinske materijale bez odobrenja nadzornog organa, a u slučaju da ih upotrijebi snosi rizik i troškove koji iz toga nastanu.

Izvođač je dužan tijekom građenja i po završetku istog pribaviti dokaze o kvaliteti upotrijebljenog građevinskog materijala, poluproizvoda i gotovih proizvoda od ovlaštenih organizacija kao što je:

- Upis geomehaničara u građevinski dnevnik s potvrdom kvalitete temeljnog tla
- Izvješće o kvaliteti betona za monolitne AB konstrukcije
- Izvješće o ispitivanju betonskog čelika
- Uvjerenje o kvaliteti zavarene građevinske armaturne mreže

#### **4. OPĆI I POSEBNI TEHNIČKI UVJETI**

##### **4.1. 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. Ukoliko 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.

Oplati i skeli mora biti osiguran pristup radi čišćenja, kontrole i preuzimanja. Oplata mora biti tako izrađena, naročito za nosače i konstrukcije izložene proticanju vode, da se skidanje može obaviti lako i bez oštećenja rubova i površine.

Površina oplata 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, ukoliko je drvena, mora prije betoniranja biti natopljena vodom na svim površinama koje će doći u dodir s betonom i zaštićena od prijanjanja 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 redoslijedu, 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, ukrućene dijagonalno u poprečnom i uzdužnom smislu, te solidno vezane sponama i kliještima. Mosnice i ograde trebaju biti također dovoljno ukrućene. 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 tršćanim 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.

## 4.2. 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 1.0 m. Nije dozvoljeno transportiranje betona po kosinama. Transportna sredstva ne smiju se 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 nastavka 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.



### 4.3. 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 preporuča 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.

Ukoliko 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. Redosljed 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. Ukoliko 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.

#### **4.4. 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.

#### **4.5. 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 otkloniti sa 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 koji se u toku garantnog roka pojave. Izvođač ne smije vršiti bušenja armirano - betonskih konstrukcije 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.

## 5. NAČIN ZBRINJAVANJA GRAĐEVNOG OTPADA

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

- Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13), koji u sebi sadrži sve ostale relevantne pravilnike:
  - Pravilnik o vrstama otpada
  - Pravilnik o postupanju s otpadom, itd.

Prema navedenom zakonu građevni otpad spada u inertni 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
- 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 slijedeći otpad:

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

Kondicioniranjem se može obraditi slijedeći otpad:

- građevinski materijali na bazi azbesta
- asfalt koji sadrži katran
- asfalt (bez katrana)
- katran i proizvodi koji sadrže katran
- izolacijski materijal koji sadrži azbest
- 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.

## **6. UVJETI ODRŽAVANJA I PROJEKTIRANI VIJEK TRAJANJA**

Razmatrana građevina ne zahtijeva poseban tretman održavanja. Tehnološkim mjerama, koje su navedene u ovom projektu pokušalo se dobiti što kvalitetniju i trajniju konstrukciju. U tom smislu neophodno je poštovati mjere za postizanje kvalitete materijala i konstrukcija, kao i posebne tehničke uvjete.

Radnje u okviru održavanja betonskih konstrukcija treba provoditi prema odredbama Priloga J.3. Održavanje betonskih konstrukcija, Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (N.N. 17/17) i normama na koje upućuje Prilog J.3., te odgovarajućom primjenom odredaba ostalih priloga Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (N.N. 17/17).

Redoviti pregled predmetne građevine, od strane kvalificiranih osoba, a u svrhu održavanja konstrukcije za predmetnu građevinu treba provoditi najmanje svakih 5 godina (zgrade javne namjene). 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 građevine vrše godišnje preglede i ukoliko 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.

Manje nedostatke može ispraviti stručna osoba (zanatlija) na licu mjesta, a kod većih zahvata vlasnik (ili korisnici) građevine 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.

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 njihova 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)

Očekivani vijek trajanja građevine je 50 godina.

Preduvjet za postizanje očekivanog vijeka trajanja je pravilna izvedba te pravilno održavanje u skladu s prethodno navedenim zahtjevima struke te zakonima i pravilima.

## 7. PLANOVI POZICIJA

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

Ploče su označavane velikim slovom P (P100, P200, ...)

U grafičkim priložima numeričkog proračuna vidljiva je potrebna količina armature na pojedinim mjestima u ploči.

Svi računalni proračuni izvršeni su računalnim programom "Scia Engineer 18.1". Zbog opširnosti projekta prikazani su samo oni rezultati koji su smatrani relevantnim. Svi ulazni i izlazni podaci mogu se, na zahtjev, dobiti kod autora ovog projekta.

Svi ostali podaci i detalji relevantni za predmetni objekt dani su kroz projektna rješenja. Za sve izmjene i dopune konzultirati projektanta.

Sva opterećenja uzeta prema:

HRN ENV 1991-1	Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 1. dio: Osnove projektiranja (ENV 1991-1:1994)
HRN ENV 1991-2-1	1 Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 2- 1. dio: Djelovanja na konstrukcije – Prostorne težine, vlastite težine, uporabna opterećenja (ENV 1991-2-1:1995)
HRN ENV 1991-2-2	Eurokod 1: Osnove proračuna i djelovanja na konstrukcije – 2-2. dio: Djelovanja na konstrukcije – Djelovanja na konstrukcije izložene požaru (ENV 1991-2-2:1995)
HRN ENV 1991-2-3	Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 2- 3. dio: Djelovanja na konstrukcije – Opterećenje snijegom (ENV 1991-2-3:1995)
HRN ENV 1991-2-4	Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 2- 4. dio: Djelovanja na konstrukcije – Opterećenje vjetrom (ENV 1991-2-4:1995)
HRN ENV 1991-2-6	Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 2- 6. dio: Djelovanja na konstrukcije – Djelovanja tijekom izvedbe (ENV 1991-2-6:1997)

- HRN ENV 1991-2-7 7 Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 2-7. dio: Djelovanja na konstrukcije – Izvanredna djelovanja prouzročena udarom i eksplozijom (ENV 1991-2- 7:1998)
- HRN ENV 1998-1-1:2005 Eurokod 8: Projektiranje konstrukcija otpornih na potres – 1-1. dio: Opća pravila – Potresna djelovanja i opći zahtjevi za konstrukcije (ENV 1998-1-1:1994)



## 8. ANALIZA OPTEREĆENJA

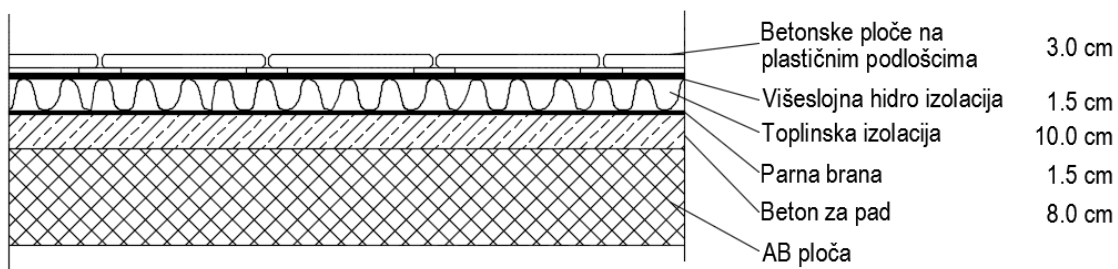
### 8.1. Stalno opterećenje

#### 8.1.1. Vlastita težina

Vlastita težina svih konstruktivnih elementa automatski je uključena u programskom paketu Scia Engineer 18.1.

#### 8.1.2. Dodatno stalno opterećenje

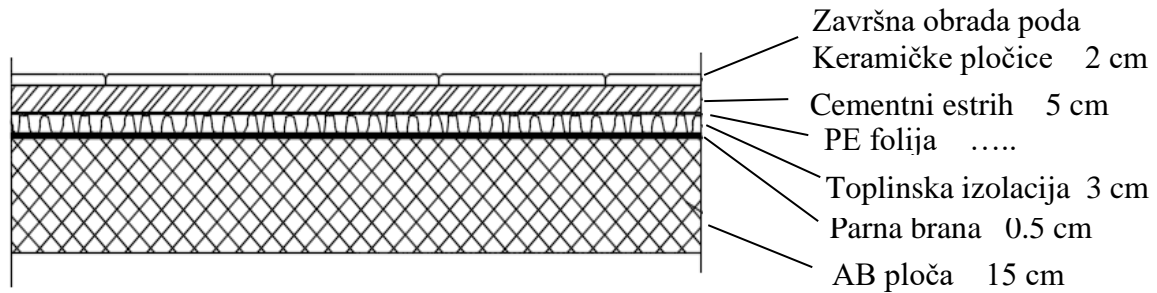
a) Ravni krov-PLOČE POZICIJA 1000 i 1100



Slika 8.1. Slojevi ravnog krova

SLOJ:	d(m)	g(kN/m <sup>3</sup> )	d·g(kN/m <sup>2</sup> )
BETONSKA PLOČA s PODMETAČIMA	0.03	25	0.750
PE FOLIJA	-	-	-
HIDROIZOLACIJA+PARNA BRANA	0.015·2	20	0.60
TOPLINSKA IZOLACIJA	0.10	3.0	0.30
BETON ZA PAD	0.08	24	1.92
AB PLOČA	uključena kroz računalni program		
<b>Ukupno dodatno stalno opterećenje : 3.57 kN/m<sup>2</sup></b>			

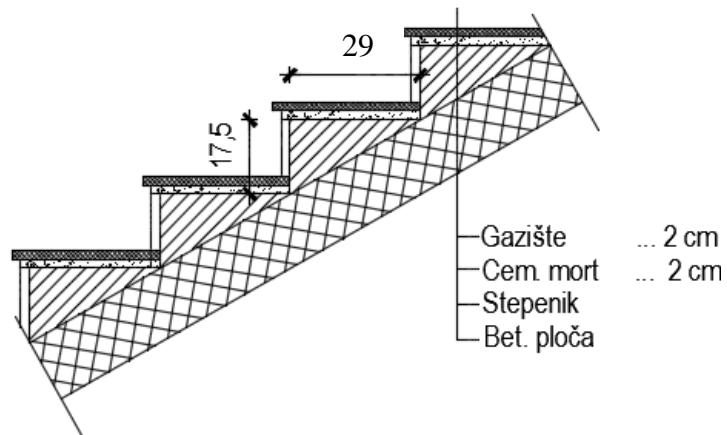
## b) Pod između stanova- PLOČE POZICIJA 300-900



Slika 8.2. Slojevi poda

Sloj:	d(m)	g(kn/m <sup>3</sup> )	d·g(kN/m <sup>2</sup> )
Keramičke pločice	0.02	24	0.48
Cementni estrih	0.05	24	1.20
PE folija	-	-	-
Toplinska izolacija	0.03	2	0.06
Hidroizolacija + parna brana	0.005	20	0.10
AB ploča	Uključena kroz računalni program		
<b>Ukupno dodatno stalno opterećenje: 1.84 kN/m<sup>2</sup></b>			

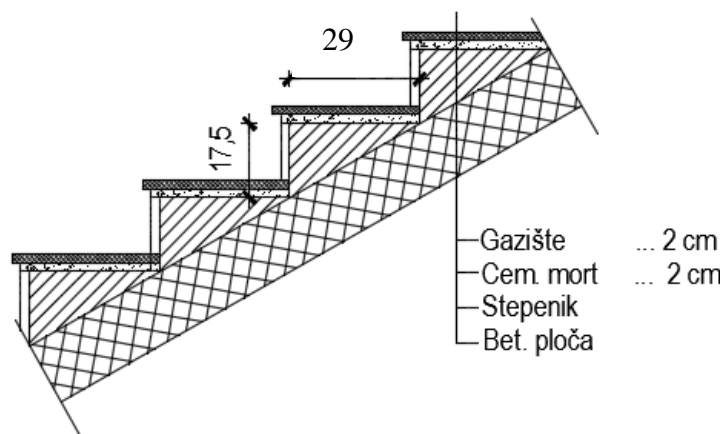
## c) STUBIŠTE 1 – dvokrako stubište



Slika 8.3. Slojevi poda stubišta

SLOJ:	d(m)	g(kN/m <sup>3</sup> )	d·g(kN/m <sup>2</sup> )
KAMENE PLOČE(gazište)	0.02	29	0.58
CEMENTNI MORT	0.02	20	0.40
STUBE	0.0875	24	2.10
AB PLOČA	uključena kroz računalni program		
<b>Ukupno dodatno stalno opterećenje: 3.08 kN/m<sup>2</sup></b>			

## d) STUBIŠTE 2 – jednokrako stubište



Slika 8.4. Slojevi poda stubišta

SLOJ:	d(m)	g(kN/m <sup>3</sup> )	d·g(kN/m <sup>2</sup> )
KAMENE PLOČE(gazište)	0.02	29	0.58
CEMENTNI MORT	0.02	20	0.40
STUBE	0.0875	24	2.10
AB PLOČA	uključena kroz računalni program		
<b>Ukupno dodatno stalno opterećenje: 3.08 kN/m<sup>2</sup></b>			

## 8.2. Promjenjivo opterećenje

### 8.2.1. Pokretno opterećenje

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

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

NAPOMENA: Nije rađeno postavljanje pokretnog opterećenja u najkritičnije položaje već su njegove vrijednosti u polju uvećane za 20% .

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

	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>A Stambene prostorije, odjeli u bolnicama, hotelske sobe</b>	
uobičajene prostorije	2,0
stubišta	3,0
balkoni	4,0
<b>B Uredi</b>	
uredi	3,0
<b>C Prostorije na kojima je moguće okupljanje ljudi</b>	
C1 (prostorije sa stolovima, škole, kavane, restorani, čitaonice, recepcije)	3,0
C2 (prostorije s nepomičnim sjedalima, crkve, kina, predavaonice, čekaonice, konferencijske dvorane)	4,0
C3 (prostorije bez prepreka za kretanje ljudi, izložbeni prostori, pristupi u javnim i državnim zgradama, hotelima i sl.)	5,0
C4 (športske prostorije i prostori za igru, plesne dvorane, gimnastičke dvorane)	5,0
C5 (prostorije za velika okupljanja ljudi, zgrade za javne priredbe, koncertne dvorane, športske dvorane)	5,0
<b>D Prodajne prostorije</b>	
D1 (prostorije u trgovinama)	5,0
D2 (prostorije u robnim kućama i trgovinama na veliko)	5,0
<b>E Prostorije s mogućnošću gomilanja robe i stvari</b>	
(skladišta uključujući i knjižnice)	6,0

Slika 8.5. Vrijednosti korisnog opterećenja

### 8.2.2. Opterećenje snijegom

Opterećenje snijegom definira se izrazom:

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

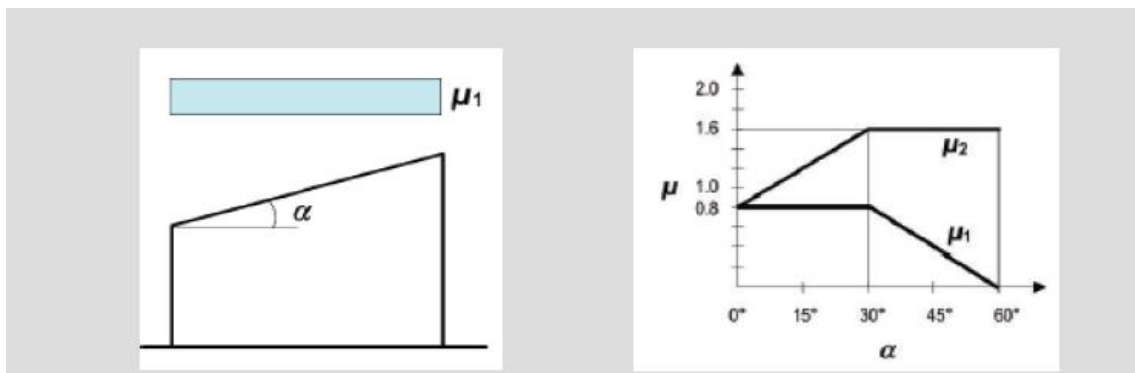
-  $\mu_i$  - koeficijent oblika za opterećenje snijegom – ravni i jednostrešni krov

– 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 8.6. 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 8.7 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.

### 8.2.3. Opterećenje vjetrom

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

- $v_{b0}$  (ili  $v_{ref\ 0}$  - u prednormi) je poredbena vrijednost brzine vjetra ovisna o geografskom položaju objekta (dana na karti). Poredbena vrijednost brzine vjetra je karakteristična srednja 10-minutna vrijednost brzine vjetra, neovisna o smjeru vjetra, vremenu i godišnjem dobu, na 10 m iznad površine otvorenog terena, koji može biti obrastao travom, grmljem i manjim preprekama.

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

$$\text{➤ } v_b = c_{dir} \cdot c_{tem} \cdot c_{alt} \cdot v_{b,0}$$

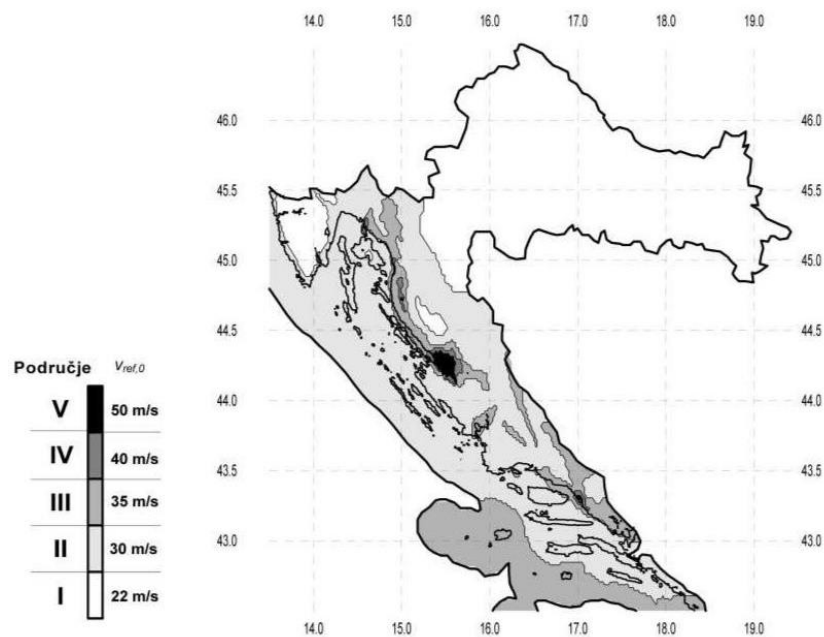
- Koeficijent smjera vjetra ( $c_{DIR}$ ) proizlazi iz odnosa brzine vjetra za različiti smjer vjetra i uzima se za cijelo područje Hrvatske:  $c_{dir} = 1.0$ .
- Koeficijent godišnjeg doba ( $c_{TEM}$ ) uzima se za cijelo područje Hrvatske:  $c_{tem} = 1.0$ .
- Koeficijent nadmorske visine ( $c_{ALT}$ ) koji obuhvaća povećanje brzine vjetra s nadmorskom visinom, zbog ograničenog broja mjernih mjesta na planinskom području Republike Hrvatske nije moguće egzaktno odrediti, te se koristi izraz:

$$c_{alt} = 1 + 0.0001 \cdot a_s = 1 + 0.0001 \cdot 10 = 1.001$$

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

PODRUČJE	$v_{B,0}(m/s)$
I	22
II	30
III	35
IV	40
V	50





Slika 8.8 Karta osnovnih brzina vjetra obzirom na područje

→ Objekt se nalazi na području grada Splita te prema prikazanoj karti pripada II. vjetrovnoj zoni. Iz toga slijedi:

$$v_{b,0} = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow \text{očitano za Split}$$

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{tem} \cdot c_{alt} \cdot v_{b,0} = 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.001 \cdot 30.0 = 30.03 \text{ m/s}$$

Srednja brzina vjetra iznad terena na nekoj visini  $z$ :

$$v_{m(z)} = c_{r(z)} \cdot c_{0(z)} \cdot v_b$$

$c_{0(z)}$  – koeficijent topografije (uglavnom se uzima 1,0)

$c_{r(z)}$  – koeficijent hrapavosti

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

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

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

Kategorija terena	Opis	$K_r$	$z_0$ [m]	$Z_{min}$ [m]
0	More ili područje uz more otvoreno prema moru	0.156	0.003	1
I	Uzburkano otvoreno more ili jezero, s najmanje 5 km dužine navjetrine i gladak ravan teren bez prepreka	0.170	0.01	1
II	Poljoprivredno zemljište s ogradama, povremenim malim poljoprivrednim objektima, kućama ili drvećem	0.190	0.05	2
III	Predgrađa ili industrijske zone i stalne šume	0.215	0.30	5
IV	Urbane zone u kojima je najmanje 15% površine pokriveno zgradama čija je srednja visina veća od 15 m	0.234	1.00	10

Slika 8.9 Parametri vjetrovnog opterećenja ovisno o kategoriji terena

→ Za područje grada Splita kategorija terena prema tablici je IV. Stoga su vrijednosti sljedeće:

$$z_0 = 1.0 \quad z_{min} = 10.0 \quad z_{max} = \text{obično se uzima } 200m$$

➤ Turbulencija vjetra na visini  $z$  iznad terena dana je izrazom:

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

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

➤ Maksimalni tlak brzine vjetra iznosi:

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

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

$$\rho = 1.25 \frac{kg}{m^3}$$

➤ Rezultirajuća sila vjetra:

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

$c_{pe}$  – koeficijent vanjskog tlaka

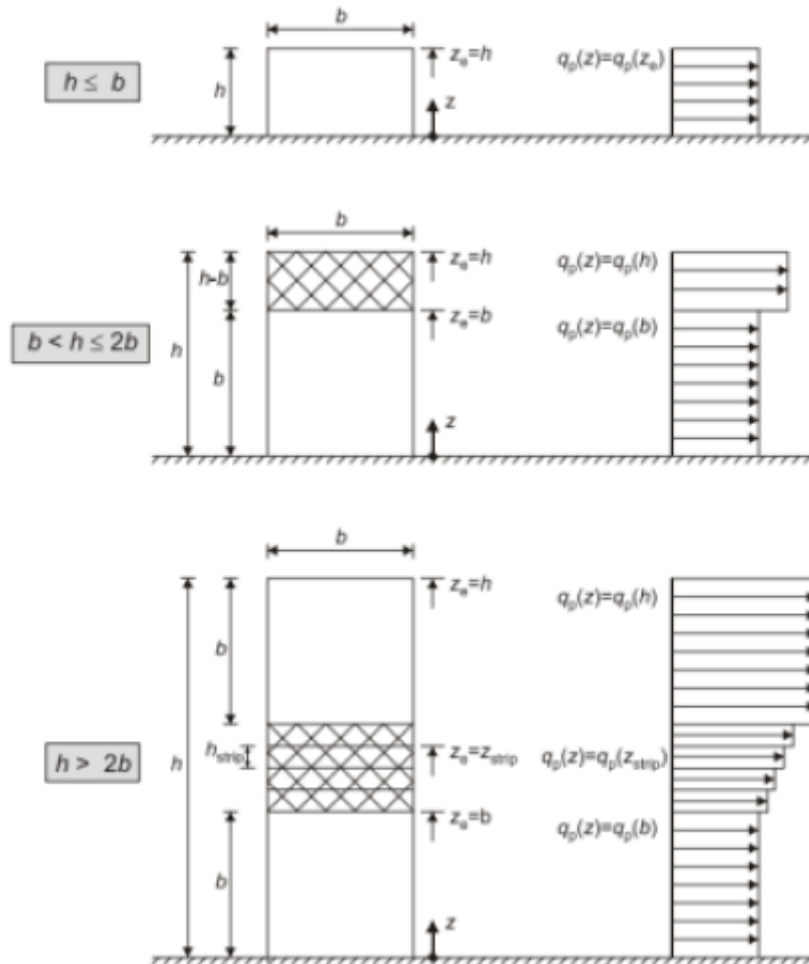
$$w_e = q_p(z_i) \cdot c_{pi} [kN/m^2] - \text{sila vjetra na unutarnje plohe}$$

$c_{pi}$  – koeficijent unutarnjeg tlaka

$z_i$  – referentna visina objekta

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

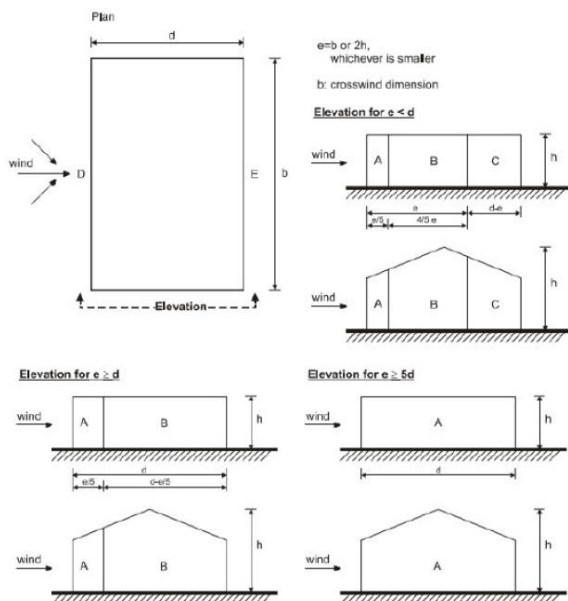
I. Referentna visina objekta  $z_e$ - određuje se prema odnosu  $h/b$



Slika 8.10 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.

II. Podjela zgrade na zone (za vertikalne zidove)



Slika 8.11 Podjela zgrade na vjetrovne zone

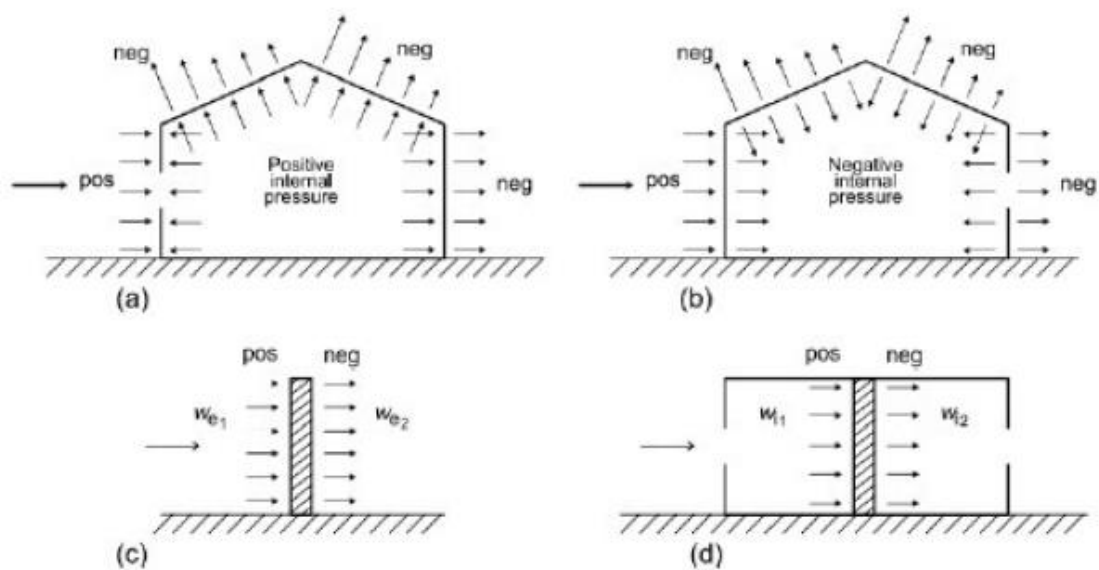
Zone	A		B		C		D		E	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	

Slika 8.12 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.



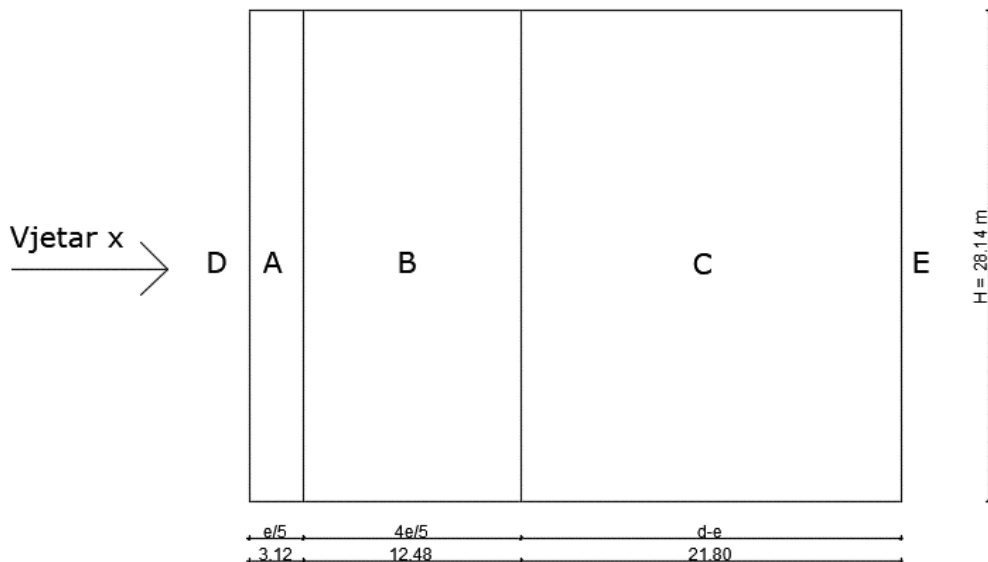
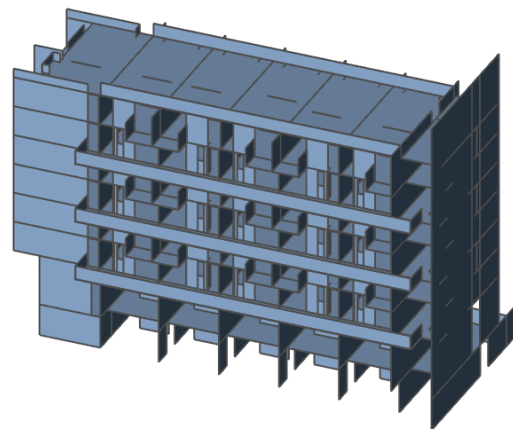
Slika 8.13 Smjer djelovanja unutarnjeg i vanjskog tlaka na zidove i krovove zgrade

## Proračun vjetra na konstrukciju

## Proračun vjetra za lijevu zgradu – x smjer

X smjer vjetra		
Ze	28.14	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
Co(z)	1.00	
Vm	23.450	m/s
lv	0.300	
$\rho$ (zraka)	1.250	kg
qp(z)	1.747	kN

H ( m )	28.14
b ( m )	15.60
d ( m )	37.40
e ( m )	15.60 < d = 37.40 zone A,B,C,D i E
H/d	0.752



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

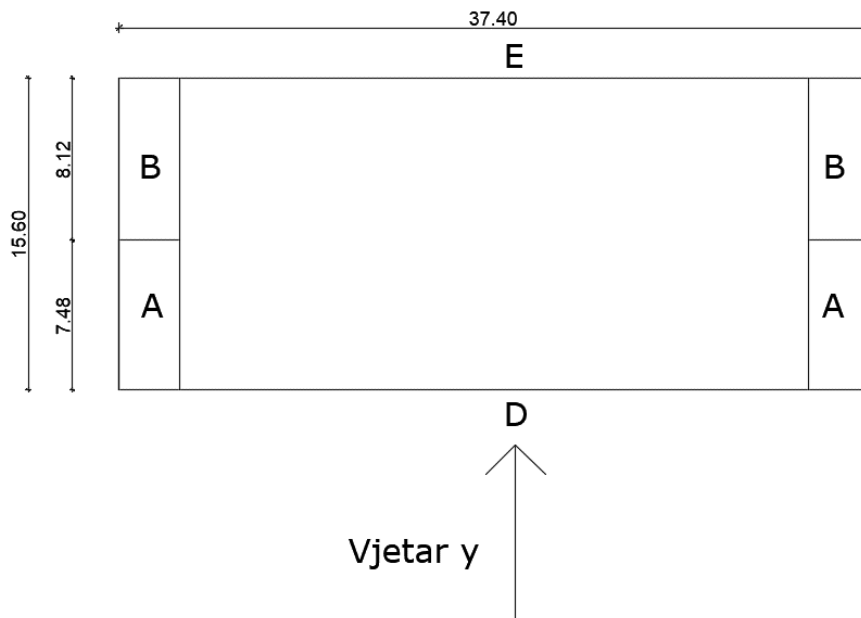
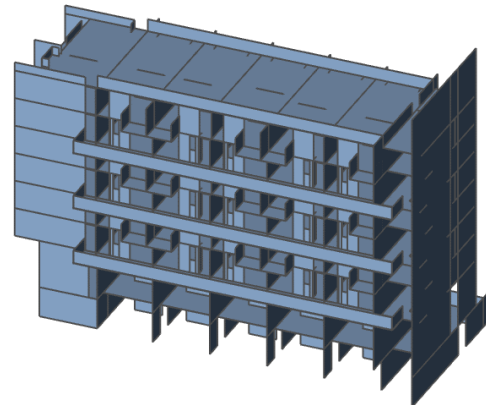
-Zona C na duljini  $d-e = 21.80$  m

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 lijevu zgradu – y smjer

y smjer vjetra		
$Z_e$	28.14	m
$V_{b,0}$	30.000	m/s
$C_{alt}$	1.001	
$C_{dir}$	1.000	
$C_{tem}$	1.000	
$V_b$	30.030	m/s
$C_r(z)$	0.781	
$k_r$	0.234	
$Z$	28.14	m
$Z_0$	1.00	m
$C_0(z)$	1.00	
$V_m$	23.45	m/s
$l_v$	0.300	
$\rho(\text{zraka})$	1.250	kg
$q_p(z)$	1.747	kN

$H$ ( m )	28.14
$b$ ( m )	37.40
$d$ ( m )	15.60
$e$ ( m )	$37.40 > d = 15.60$ ; zone A,B, D i E
$H/d$	1.804



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

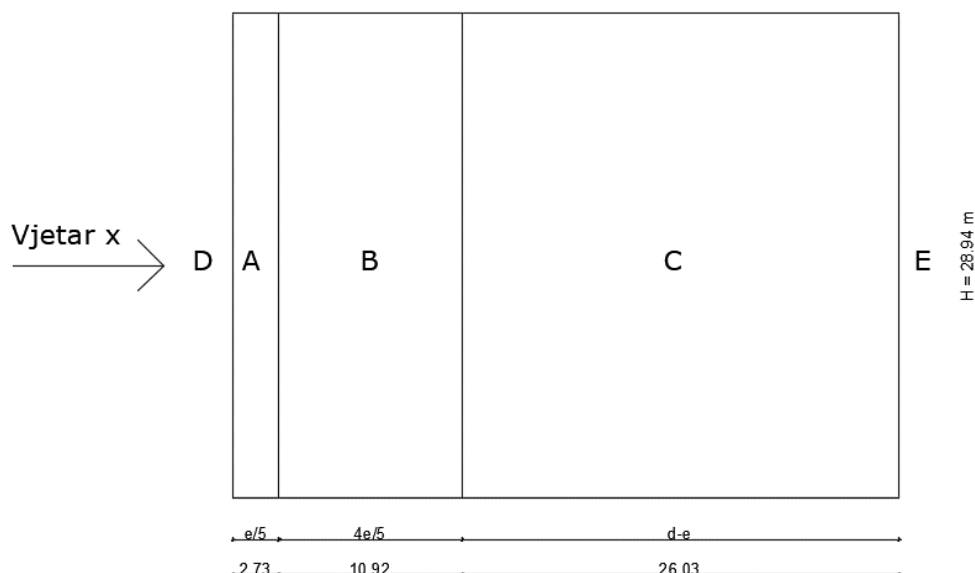
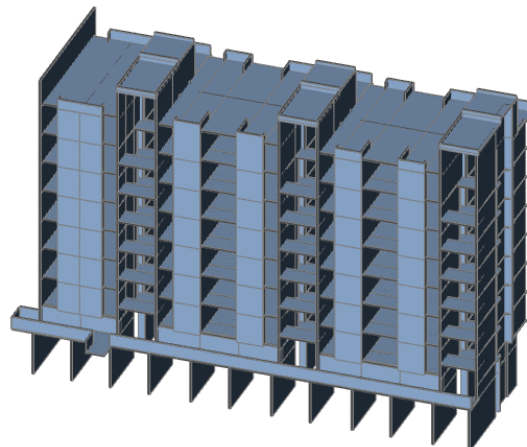
zona vjetra	qp(z) (kN)	Cpe,10	Cpi,max	Cpi,min	We (kN)	Wi,max (kN)	Wi,min (kN)	Wuk,max	Wuk,min	Wekv
A	1.747	-1.20	0.80	-0.5	-2.096	1.398	-0.874	-3.49	-1.22	-3.49
B	1.747	-0.80	0.80	-0.5	-1.398	1.398	-0.874	-2.80	-0.52	-2.80
D	1.747	+0.80	0.80	-0.5	+1.398	1.398	-0.874	0.00	+2.27	+2.27
E	1.747	-0.540	0.80	-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

## Proračun vjetra za srednju zgradu – x smjer

X smjer vjetra		
$Z_e$	28.94	m
$V_{b,0}$	30.000	m/s
$C_{alt}$	1.001	
$C_{dir}$	1.000	
$C_{tem}$	1.000	
$V_b$	30.030	m/s
$C_r(z)$	0.787	
$k_r$	0.234	
$Z$	28.94	m
$Z_0$	1.00	m
$C_0(z)$	1.00	
$V_m$	23.634	m/s
$l_v$	0.297	
$\rho(\text{zraka})$	1.250	kg
$q_p(z)$	1.075	kN

$H$ ( m )	28.94
$b$ ( m )	13.65
$d$ ( m )	39.68
$e$ ( m )	$13.65 < d = 39.68$ zone A,B,C,D i E
$H/d$	0.729



Slika 8.16 Djelovanje vjetra iz X smjera na srednju zgradu

-Zona A na duljini  $e/5 = 2.73$  m

-Zona B na duljini  $4/5e = 10.92$  m

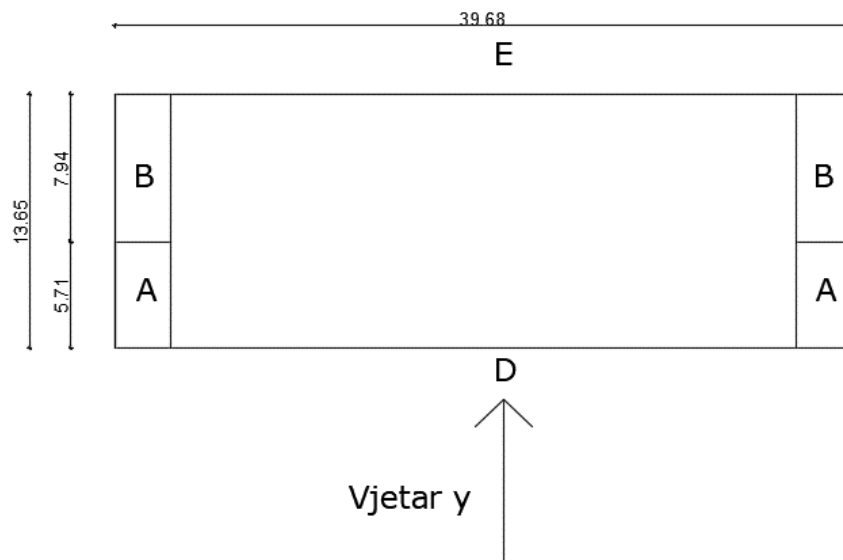
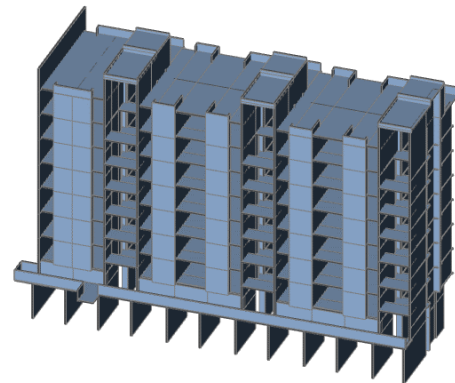
-Zona C na duljini  $d-e = 26.03$  m

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	1.075	-1.20	0.80	-0.5	-1.290	0.860	-0.538	-2.15	-0.75	-2.15
B	1.075	-0.80	0.80	-0.5	-0.860	0.860	-0.538	-1.72	-0.32	-1.72
C	1.075	-0.50	0.80	-0.5	-0.538	0.860	-0.538	-1.42	-0.02	-1.42
D	1.075	+0.80	0.80	-0.5	+0.860	0.860	-0.538	0.00	+1.40	+1.40
E	1.075	-0.425	0.80	-0.5	-0.457	0.860	-0.538	-1.32	+0.08	-1.32

## Proračun vjetra za srednju zgradu – y smjer

y smjer vjetra		
$Z_e$	28.94	m
$V_{b,0}$	30.000	m/s
$C_{alt}$	1.001	
$C_{dir}$	1.000	
$C_{tem}$	1.000	
$V_b$	30.030	m/s
$C_r(z)$	0.787	
$k_r$	0.234	
$Z$	28.94	m
$Z_0$	1.00	m
$C_0(z)$	1.00	
$V_m$	23.634	m/s
$l_v$	0.297	
$\rho(\text{zraka})$	1.250	kg
$q_p(z)$	1.075	kN

$H$ ( m )	28.94
$b$ ( m )	39.68
$d$ ( m )	13.65
$e$ ( m )	$39.68 > d = 13.65$ zone A,B,D i E
$H/d$	2.120



Slika 8.17. Djelovanje vjetra iz y smjera na srednju zgradu

-Zona A na duljini  $d-e/5 = 5.71$  m

-Zona B na duljini  $e/5 = 7.94$  m

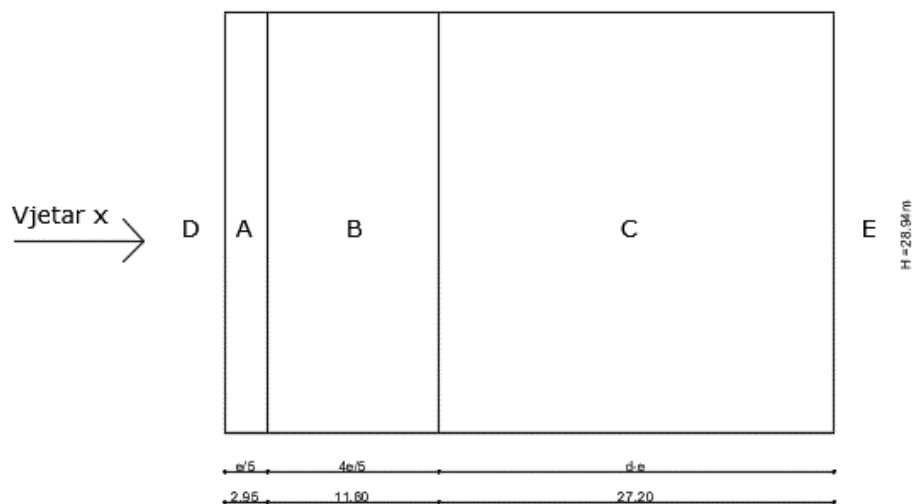
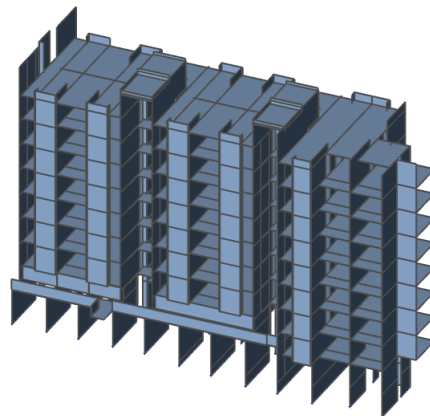
zona vjetra	qp(z) (kN)	Cpe,10	Cpi,max	Cpi,min	We (kN)	Wi,max (kN)	Wi,min (kN)	Wuk,max	Wuk,min	Wekv
A	1.075	-1.20	0.80	-0.5	-1.290	0.860	-0.538	-2.15	-0.75	-2.15
B	1.075	-0.80	0.80	-0.5	-0.860	0.860	-0.538	-1.72	-0.32	-1.72
D	1.075	+0.80	0.80	-0.5	+0.860	0.860	-0.538	0.00	+1.40	+1.40
E	1.075	-0.556	0.80	-0.5	-0.598	0.860	-0.538	-1.46	-0.06	-1.46

Zona vjetra	širina ( m )	visina ( m )	Površina ( m <sup>2</sup> )	tlak vjetra	sila u čvoru ( kN )
D	19.85	14.47	287.23	+1.40	+402.10
E	19.85	14.47	287.23	-1.46	-419.40

## Proračun vjetra za desnu zgradu – x smjer

X smjer vjetra		
$Z_e$	28.94	m
$V_{b,0}$	30.000	m/s
$C_{alt}$	1.001	
$C_{dir}$	1.000	
$C_{tem}$	1.000	
$V_b$	30.030	m/s
$C_r(z)$	0.787	
$k_r$	0.234	
$Z$	28.94	m
$Z_0$	1.00	m
$C_0(z)$	1.00	
$V_m$	23.634	m/s
$l_v$	0.297	
$\rho(\text{zraka})$	1.250	kg
$q_p(z)$	1.075	kN

$H$ ( m )	28.94
$b$ ( m )	14.75
$d$ ( m )	41.95
$e$ ( m )	$14.75 < d = 41.95$ zone A,B,C,D i E
$H/d$	0.690



Slika 8.18. Djelovanje vjetra iz X smjera na desnu zgradu

-Zona A na duljini  $e/5 = 2.95$  m

-Zona B na duljini  $4/5e = 11.80$  m

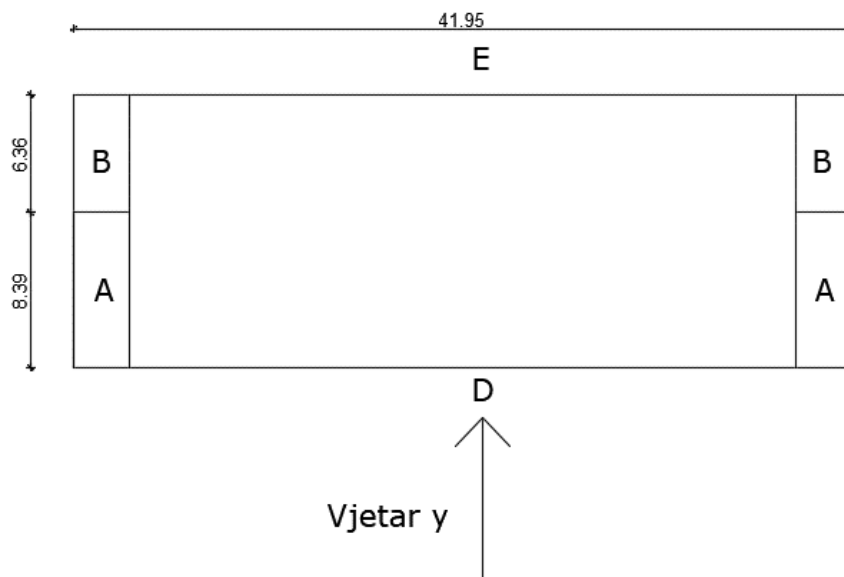
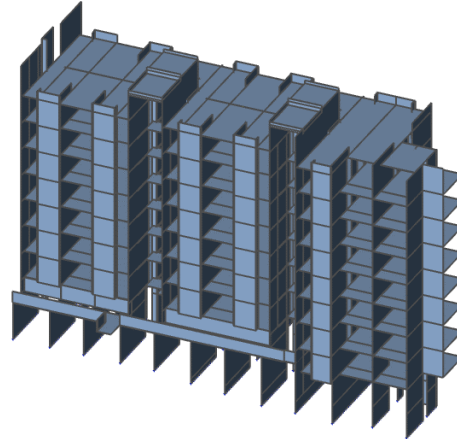
-Zona C na duljini  $d-e = 27.20$  m

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	1.075	-1.20	0.80	-0.5	-1.290	0.860	-0.538	-2.15	-0.75	-2.15
B	1.075	-0.80	0.80	-0.5	-0.860	0.860	-0.538	-1.72	-0.32	-1.72
C	1.075	-0.50	0.80	-0.5	-0.538	0.860	-0.538	-1.42	-0.02	-1.42
D	1.075	+0.80	0.80	-0.5	+0.860	0.860	-0.538	0.00	+1.40	+1.40
E	1.075	-0.415	0.80	-0.5	-0.447	0.860	-0.538	-1.31	+0.09	-1.31

## Proračun vjetra za desnu zgradu – y smjer

y smjer vjetra		
$Z_e$	28.94	m
$V_{b,0}$	30.000	m/s
$C_{alt}$	1.001	
$C_{dir}$	1.000	
$C_{tem}$	1.000	
$V_b$	30.030	m/s
$C_r(z)$	0.787	
$k_r$	0.234	
$Z$	28.94	m
$Z_0$	1.00	m
$C_0(z)$	1.00	
$V_m$	23.634	m/s
$l_v$	0.297	
$\rho(\text{zraka})$	1.250	kg
$q_p(z)$	1.075	kN

$H$ ( m )	28.94
$b$ ( m )	41.95
$d$ ( m )	14.75
$e$ ( m )	$41.95 > d = 14.75$ zone A, B, D i E
$H/d$	1.962



Slika 8.19. Djelovanje vjetra iz y smjera na desnu zgradu



-Zona A na duljini  $e/5 = 8.39$  m

-Zona B na duljini  $d-e = 6.36$  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	1.075	-1.20	0.80	-0.5	-1.290	0.860	-0.538	-2.15	-0.75	-2.15
B	1.075	-0.80	0.80	-0.5	-0.860	0.860	-0.538	-1.72	-0.32	-1.72
D	1.075	+0.80	0.80	-0.5	+0.860	0.860	-0.538	0.00	+1.40	+1.40
E	1.075	-0.548	0.80	-0.5	-0.589	0.860	-0.538	-1.45	-0.05	-1.45

Zona vjetra	širina ( m )	visina ( m )	Površina ( m <sup>2</sup> )	tlak vjetra	sila u čvoru ( kN )
D	20.98	14.47	303.58	+1.40	+425.01
E	20.98	14.47	303.58	-1.45	-440.19

### 8.3. Izvanredno opterećenje

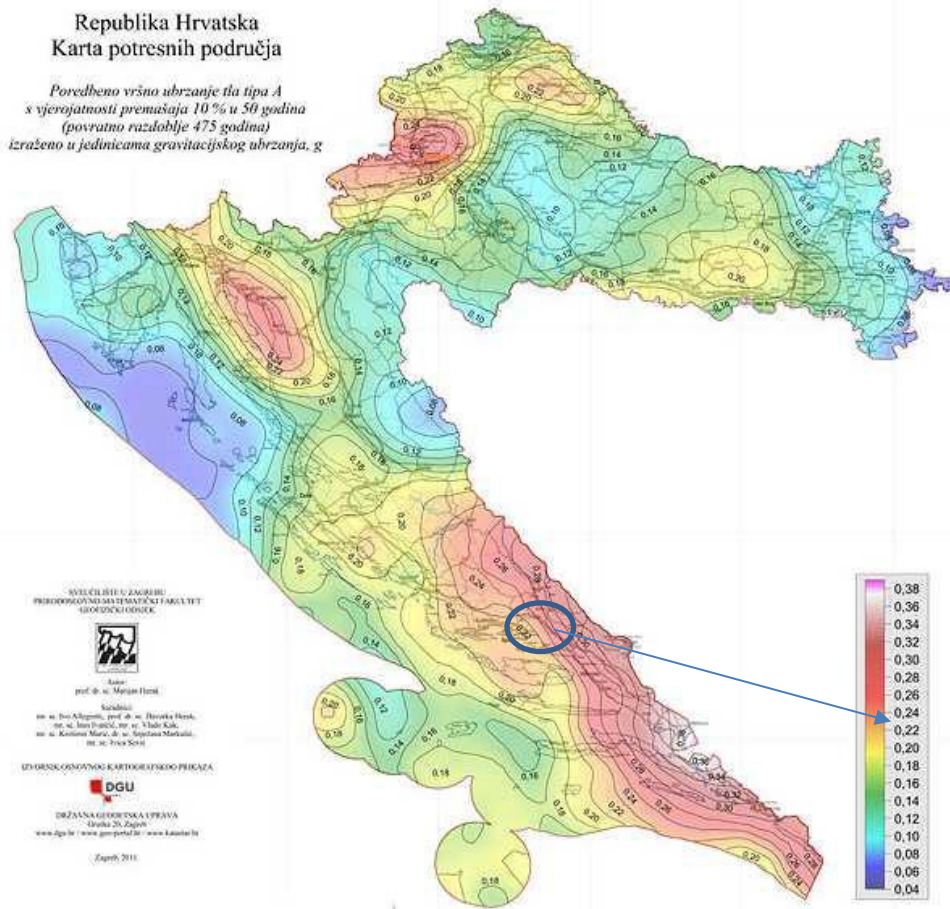
#### 8.3.1. Potresno opterećenje

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.

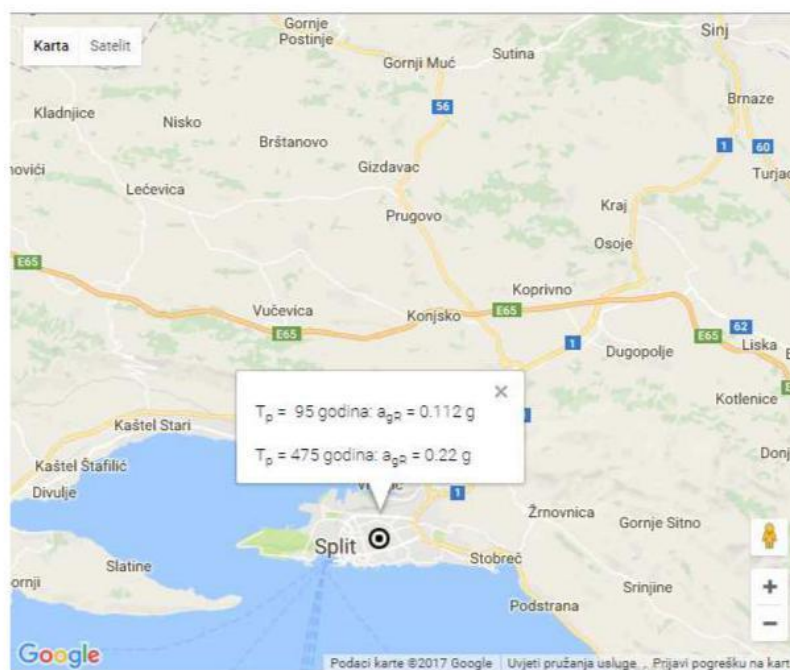
Potresno djelovanje u nekoj točki na površini prikazuje se elastičnim spektrom odziva. Ovisno o očekivanoj magnitudi površinskih poprečnih valova razlikuju se dva tipa elastičnog spektra odziva. Za magnitude veće od 5.5 odabiremo tip 1, a za magnitude manje od 5.5 elastični spektar odziva tip 2.

Budući da se dio potresne energije u konstrukciji troši njenim deformiranjem ovisno o sklonosti deformiranju općenito se dopušta proračun na djelovanje sila koje su manje od onih u elastičnom spektru odziva. Da bi se izbjegao nelinearni proračun uzima se u obzir kapacitet 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

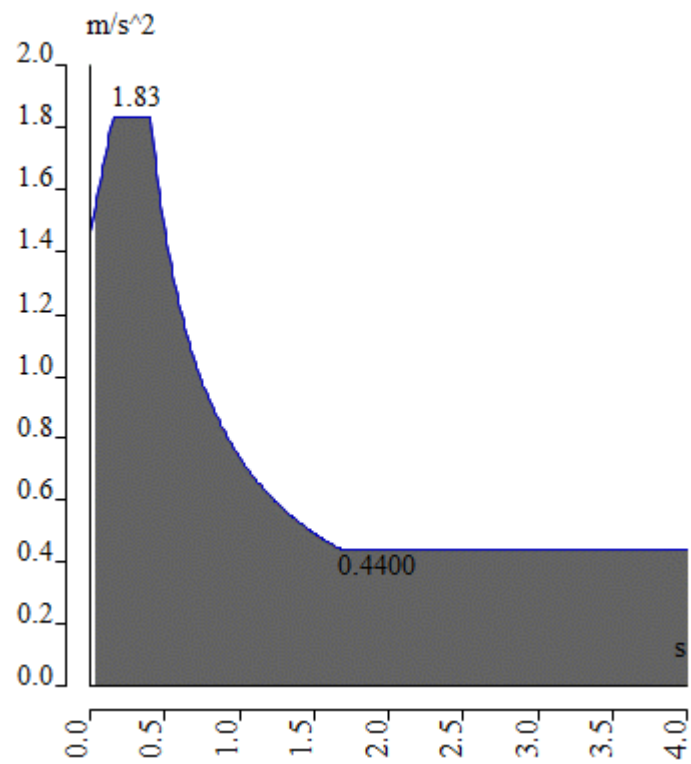
Slika 8.23 Određivanje osnovnog faktora ponašanja

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

⇒ Ulazni podaci za proračun:

coeff accel. ag	0,224
ag - design ac...	2,200
q - behaviour f...	3,000
beta	0,200
S, Tb, Tc, Td m...	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

Slika 8.24 Ulazni podaci za proračun na potres



Slika 8.25 Proračunski spektar ubrzanja za unesene podatke

## 9. NUMERIČKI MODEL

### 9.1. Numerički model općenito

Za potrebe proračuna u računalnom programu SciaEngineer 18.1. izrađen je 3D model koji obuhvaća sve ploče i nosive zidove. Model je opterećen stalnim opterećenjem (vlastita težina konstrukcije), dodatnim stalnim opterećenjem (nekonstruktivni slojevi konstrukcije) te korisnim opterećenjem, pri čemu su sva opterećenja zadana kao raspodijeljena opterećenja po pločama.

Na krov i balkone koji nisu zaštićeni ostatkom konstrukcije naneseo je i opterećenje snijegom.

AB zidovi debljina 20cm i 25 cm opterećeni su silom vjetrova koja je simulirana površinskim opterećenjem u dva glavna smjera.

Na temelju rezultata statičke analize provedeno je dimenzioniranje konstruktivnih elemenata (kombinacije za granično stanje nosivosti) te kontrola progiba i pukotina (kombinacije za granično stanje uporabljivosti).

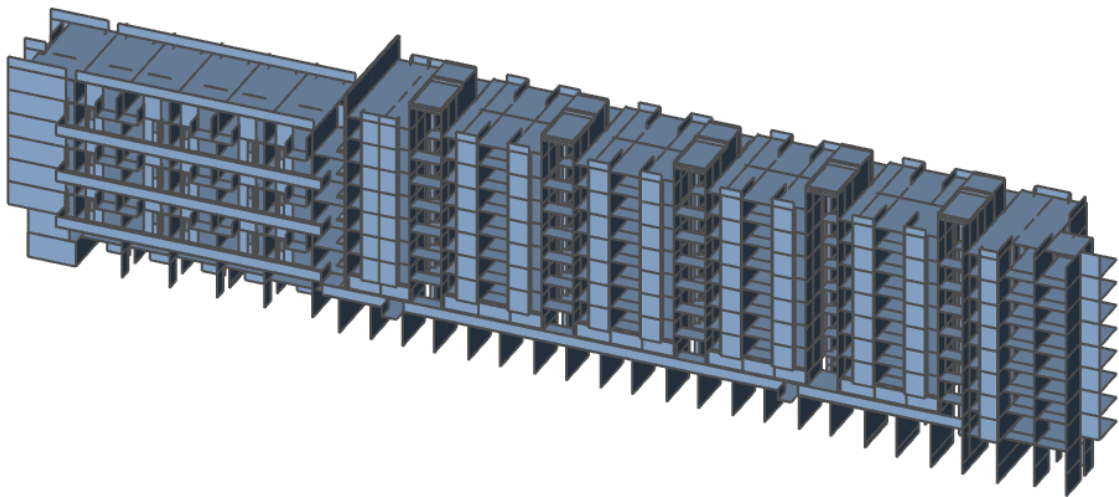
Osim statičke provedena je i dinamička analiza konstrukcije na djelovanje potresa.

Dinamička analiza podrazumijeva višemodalnu spektralnu analizu pri čemu su rezultati svakog vlastitog oblika (moda) kombinirani SRSS metodom.

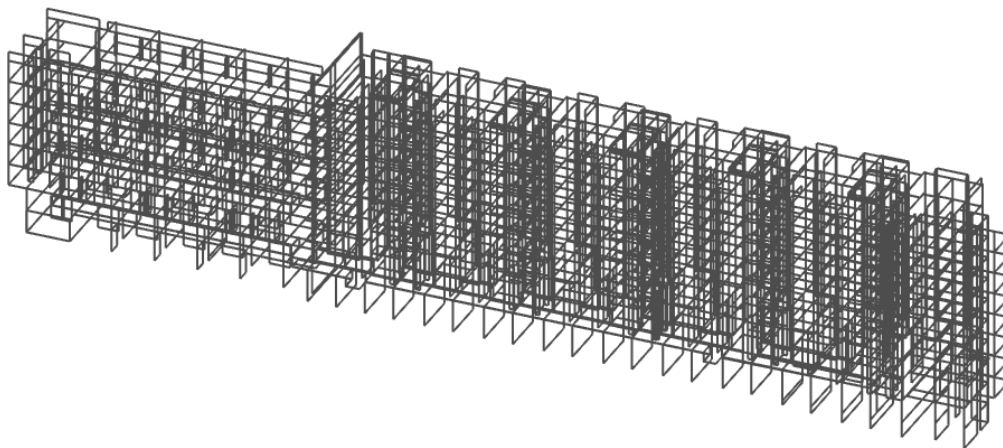
### 9.2. Kombinacije opterećenja

Uobičajena kombinacija:	
GSN1	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot 1.2 \cdot Q_k$
GSN2	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot Q_k$
GSN3	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.35(1.2 \cdot Q_k + W_x + S)$
GSN4	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.35(Q_k + W_x + S)$
GSN5	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.35(1.2 \cdot Q_k + W_y + S)$
GSN6	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.35(Q_k + W_y + S)$
GSN7	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot 1.2 \cdot Q_k + 0.6(1.5W_x + 1.5S)$
GSN8	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot Q_k + 0.6(1.5W_x + 1.5S)$
GSN9	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot 1.2 \cdot Q_k + 0.6(1.5W_y + 1.5S)$
GSN10	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot Q_k + 0.6(1.5W_y + 1.5S)$
GSN11	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot 1.2 \cdot W_x + 0.7 \cdot 1.5Q_k + 0.6 \cdot 1.5S$
GSN12	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot W_x + 0.7 \cdot 1.5Q_k + 0.6 \cdot 1.5S$
GSN13	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot W_y + 0.7 \cdot 1.2 \cdot 1.5Q_k + 0.6 \cdot 1.5S$

GSN14	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot y + 0.7 \cdot 1.5Q_k + 0.6 \cdot 1.5S$
GSN15	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 0.6 \cdot W_y + 0.7 \cdot 1.2 \cdot 1.5Q_k + 1.5S$
GSN16	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 0.6 \cdot W_y + 0.7 \cdot 1.5Q_k + 1.5S$
GSN17	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 0.6 \cdot W_x + 0.7 \cdot 1.2 \cdot 1.5Q_k + 1.5S$
GSN18	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 0.6 \cdot W_x + 0.7 \cdot 1.5Q_k + 1.5S$
Seizmička kombinacija:	
GSN19	$1.0 \cdot (G_k + \Delta G) + 0.5 \cdot Q_k + 1.0 \cdot S_x$
GSN20	$1.0 \cdot (G_k + \Delta G) + 0.5 \cdot Q_k + 1.0 \cdot S_y$
Granično stanje uporabljivosti:	
GSU1	$1.0 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.0 \cdot Q_k$
GSU2	$1.0 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.0Q_k + 1.0W_x + 1.0S$
GSU3	$1.0 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.0Q_k + 1.0W_y + 1.0S$

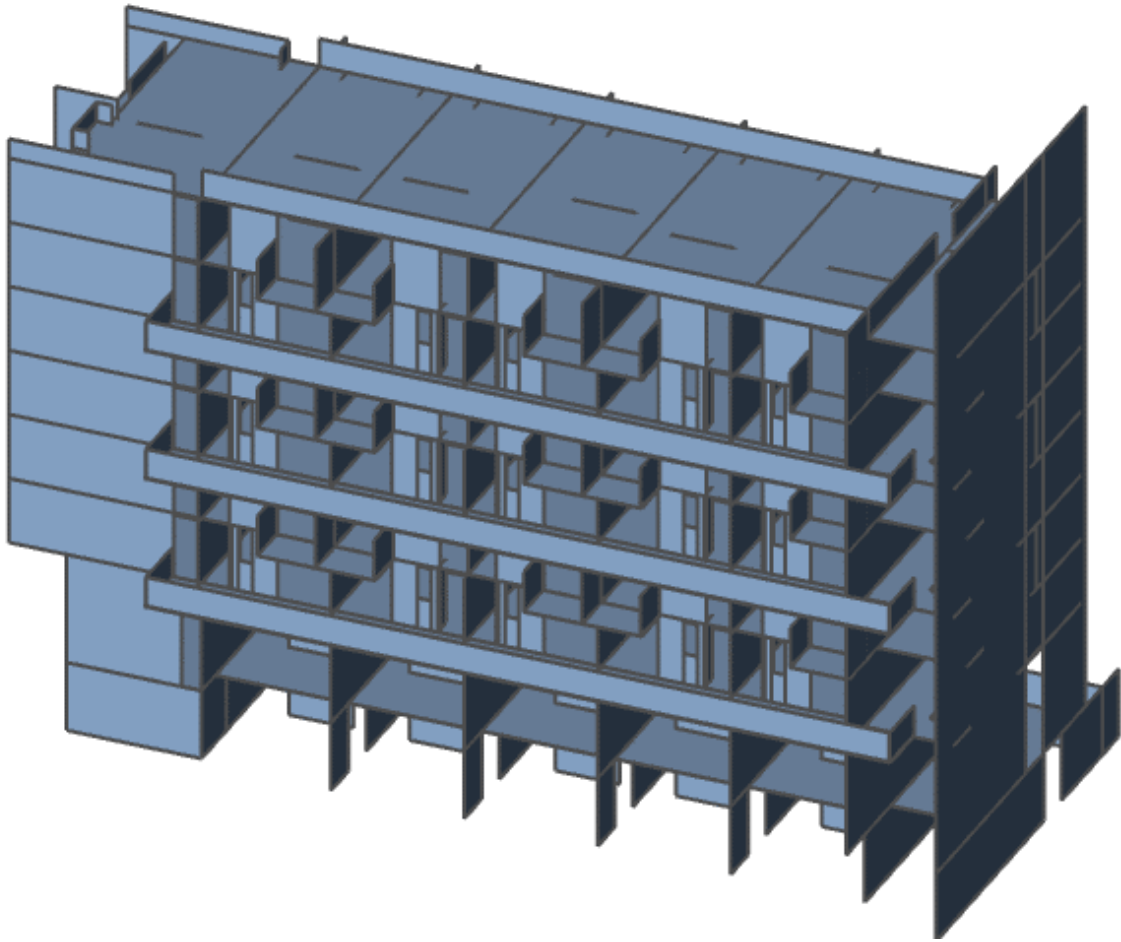


Slika 9.1 Renderirani prikaz modela zgrade C - aksonometrija

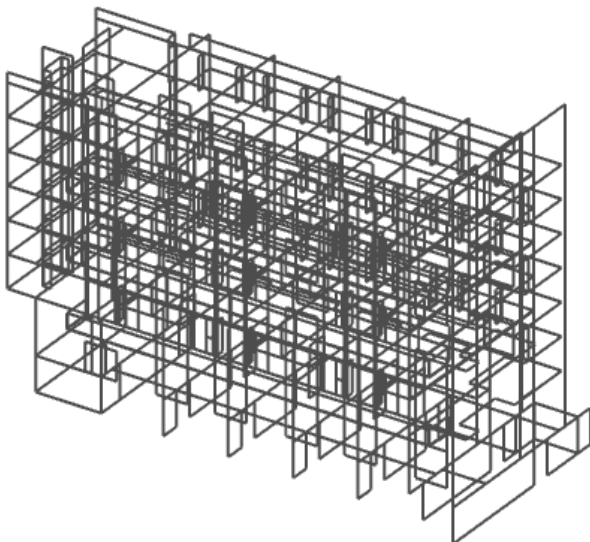


Slika 9.2 Model za proračun – aksonometrija

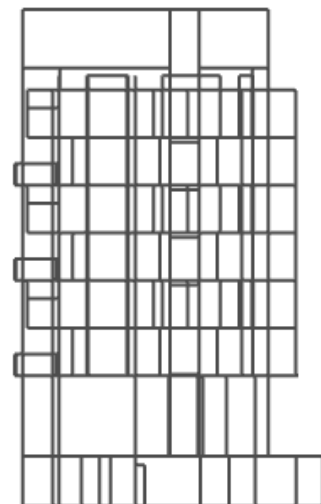
**Lijeva zgrada**



*Slika 9.3 Renderirani prikaz modela lijeve zgrade – aksonometrija*

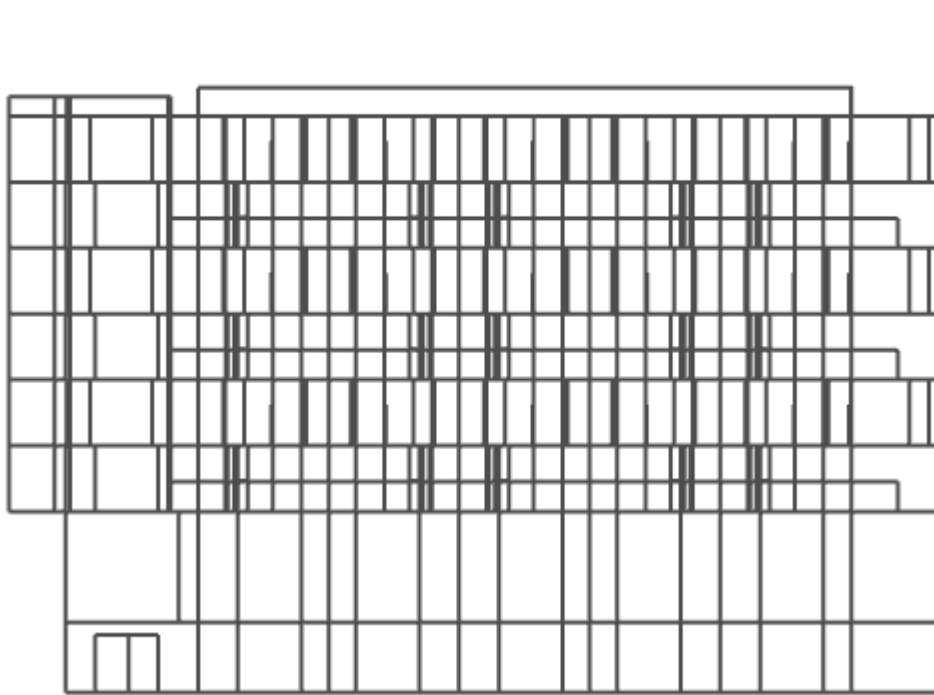


*Slika 9.4 Model za proračun – aksonometrija*

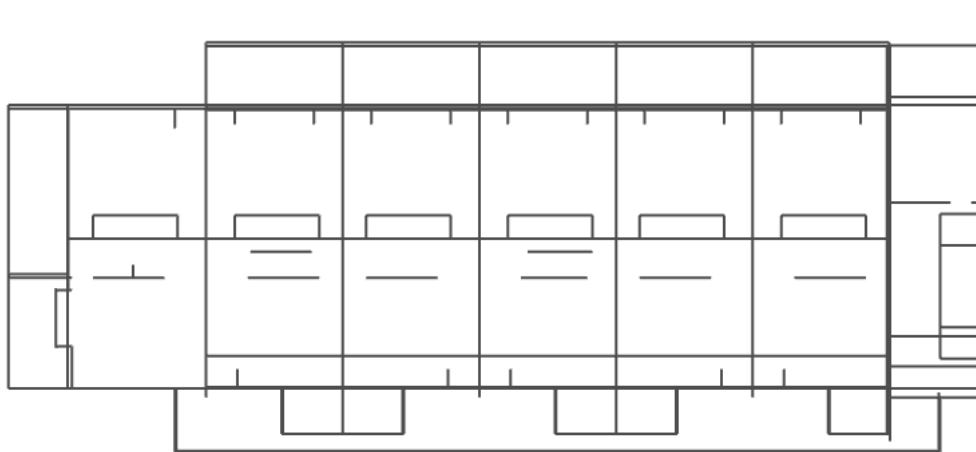


*Slika 9.5 Model za proračun (pogled u x smjeru)*



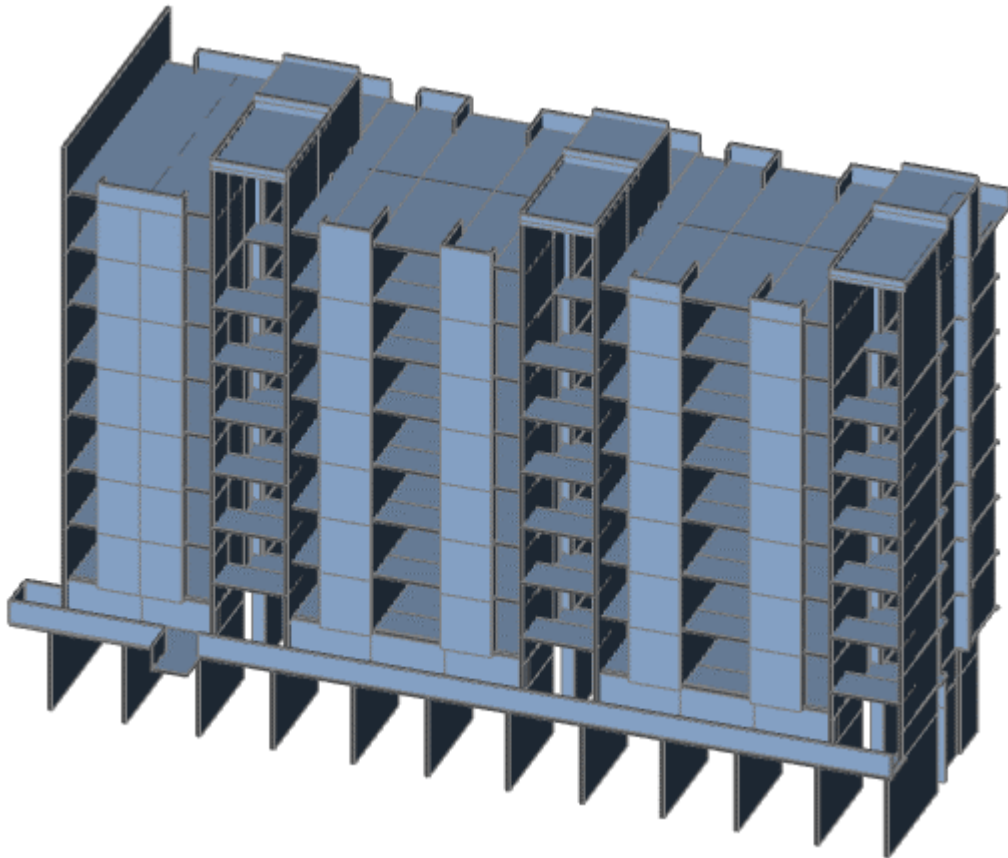


*Slika 9.6 Model za proračun ( pogled u y smjeru )*

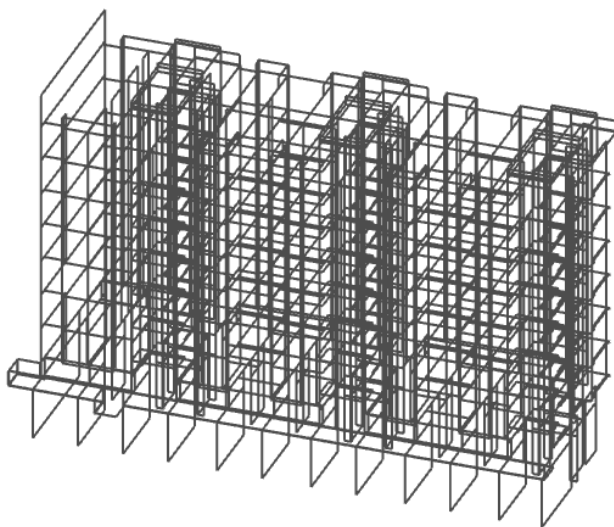


*Slika 9.7 Model za proračun ( pogled u z smjeru )*

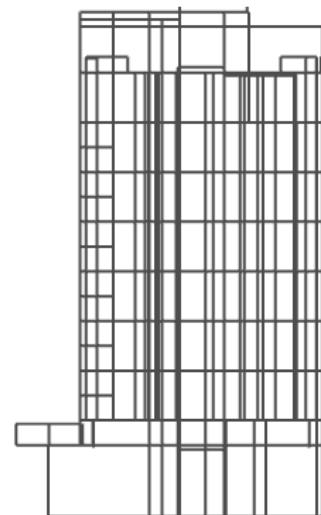
**Srednja zgrada**



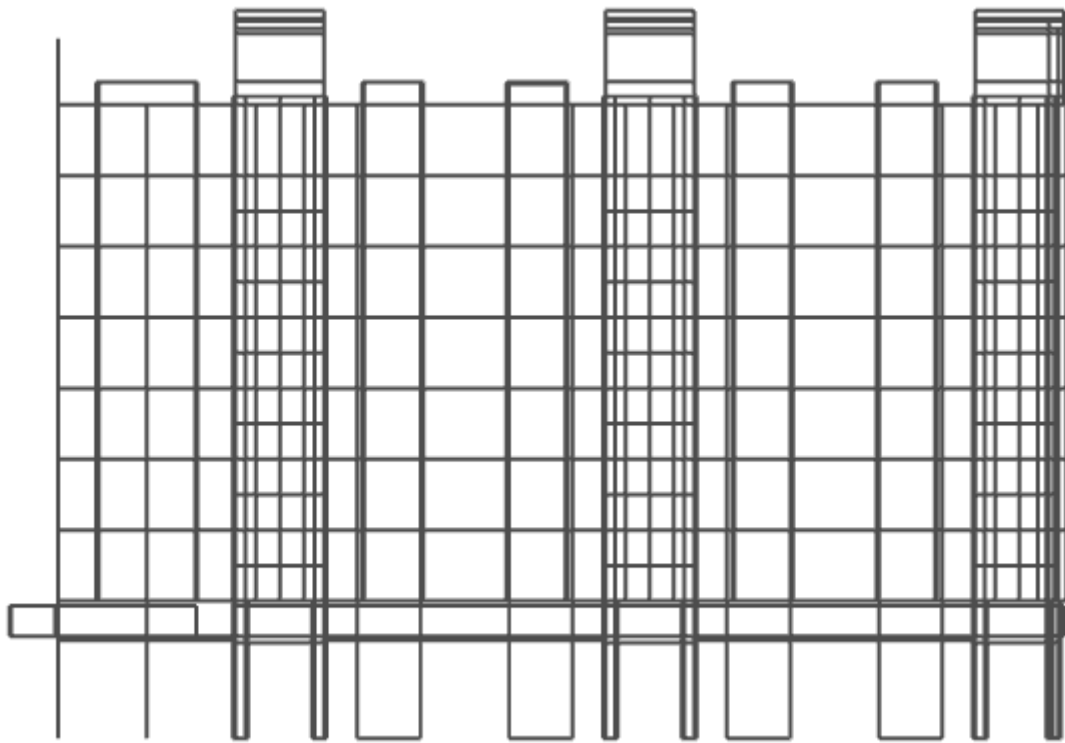
*Slika 9.8 Renderirani prikaz modela srednje zgrade - aksonometrija*



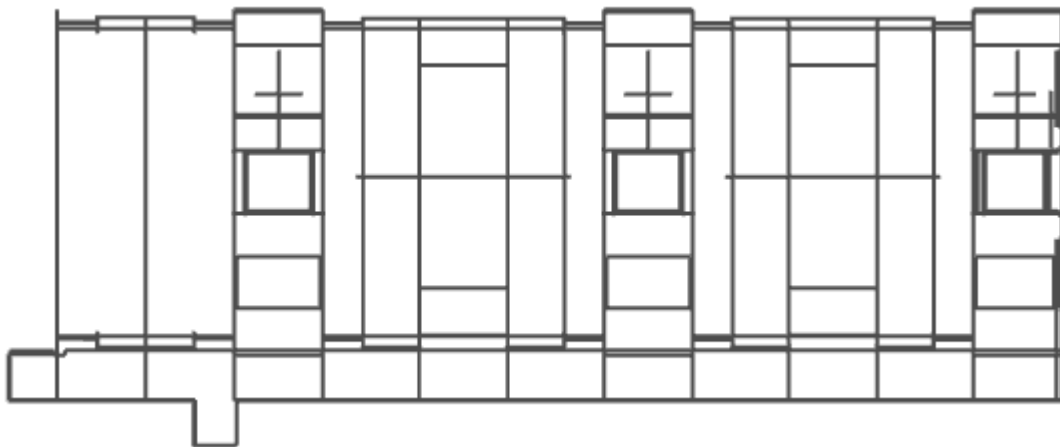
*Slika 9.9 Model za proračun – aksonometrija*



*Slika 9.10 Model za proračun (pogled u x smjeru)*

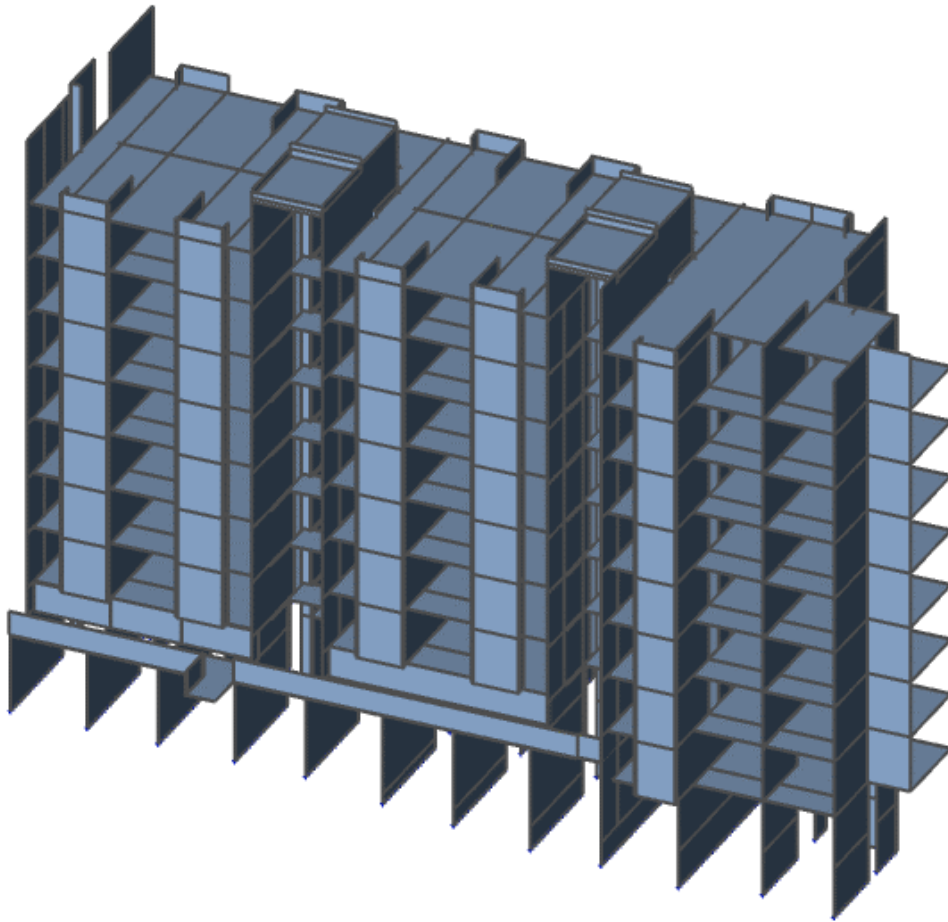


*Slika 9.11 Model za proračun ( pogled u y smjeru )*

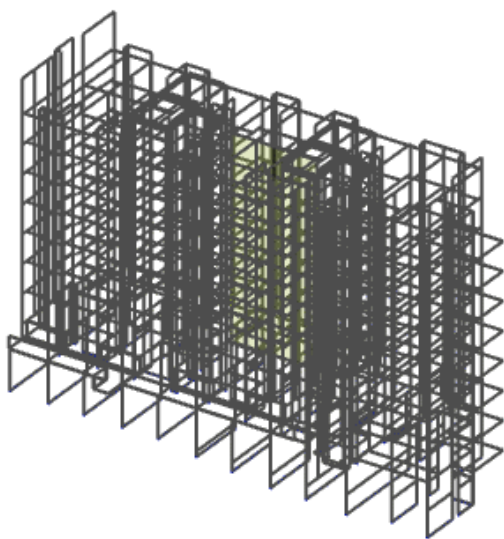


*Slika 9.12 Model za proračun ( pogled u z smjeru )*

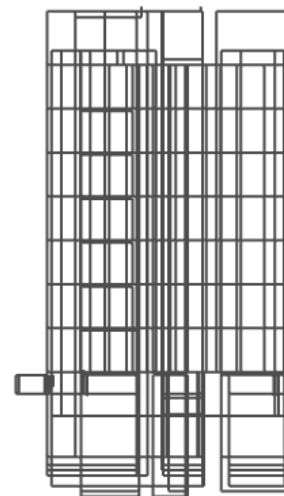
**Desna zgrada**



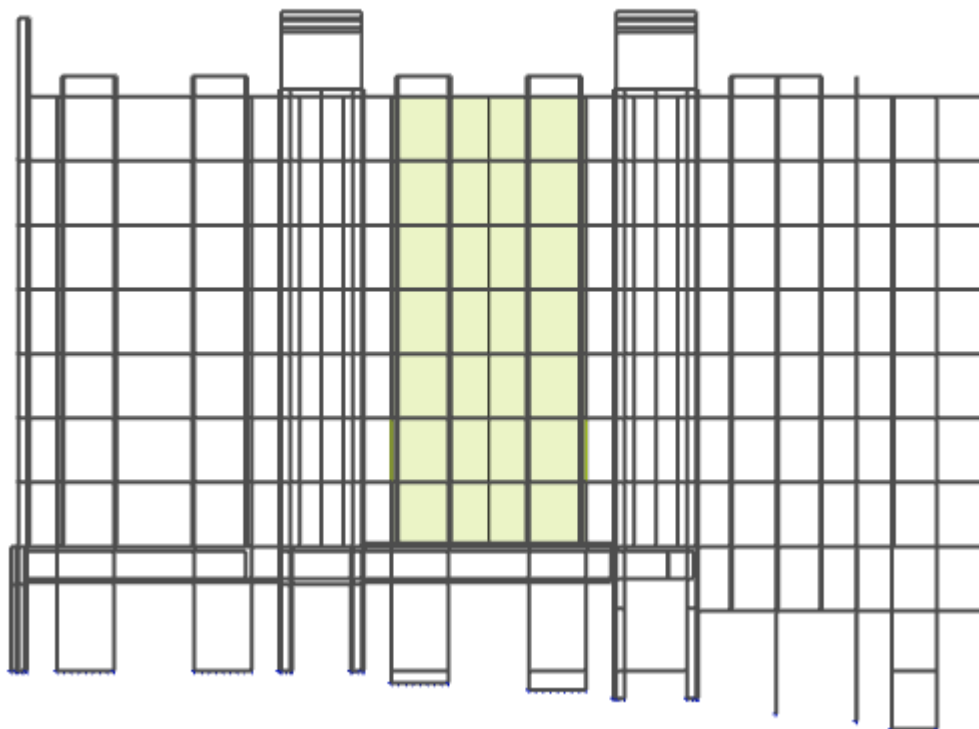
*Slika 9.13 Renderirani prikaz modela desne zgrade - aksonometrija*



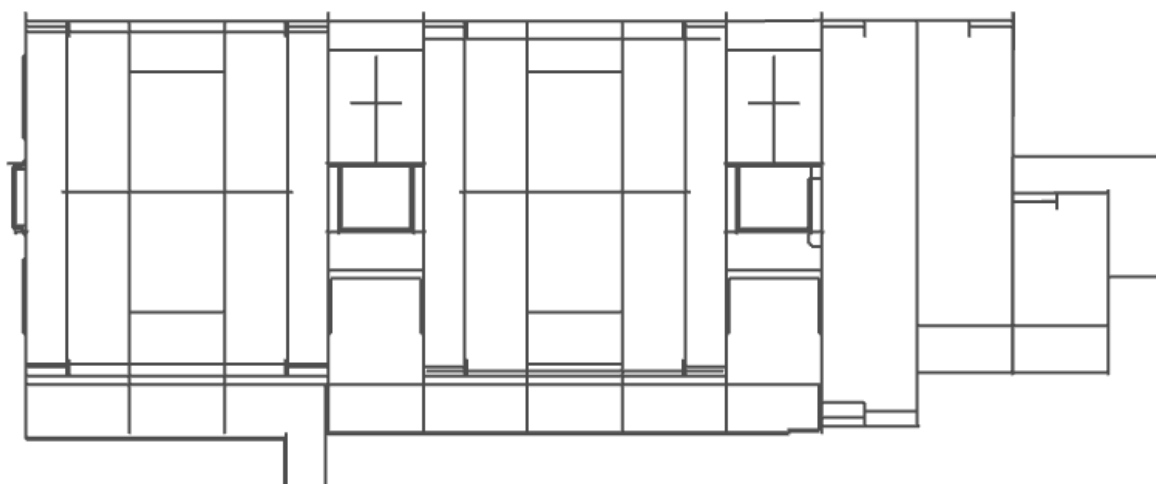
*Slika 9.14 Model za proračun – aksonometrija*



*Slika 9.15 Model za proračun ( pogled u x smjeru)*



*Slika 9.16 Model za proračun ( pogled u y smjeru )*



*Slika 9.17 Model za proračun ( pogled u z smjeru )*

## 10. REZULTATI DINAMIČKE ANALIZE

### Lijeva zgrada

#### Prikaz aktivacije mase pri potresnom djelovanju

##### Calculation protocol

###### Solution of free vibration

Number of 2D elements	16144
Number of 1D elements	n
Number of mesh nodes	12907
Number of equations	77442
Combination of mass groups	MC1 CMI
Number of frequencies	50
Method	Lanczos
Bending theory	Mindlin
Type of analysis model	Standard
Start of calculation	08.07.2020 09:16
End of calculation	08.07.2020 09:18

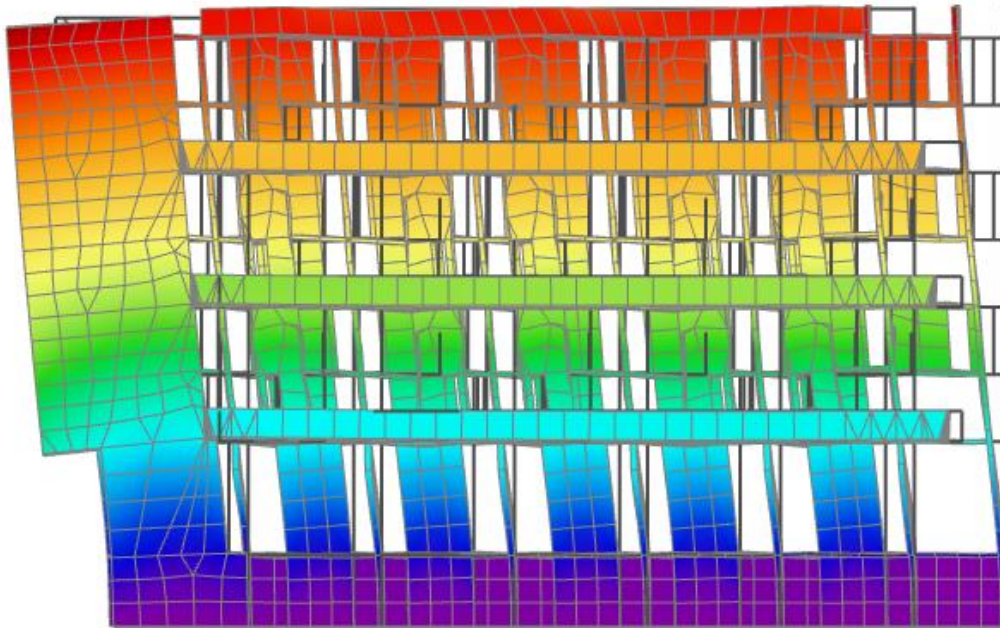
###### Sum of masses

Mass type	X [kg]	Y [kg]	Z [kg]
1 Moving mass	4304010,5	4304010,5	4304010,5
1 Total mass	4344670,5	4344670,5	4344670,5

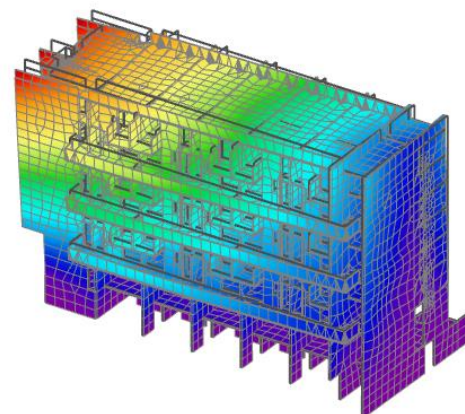
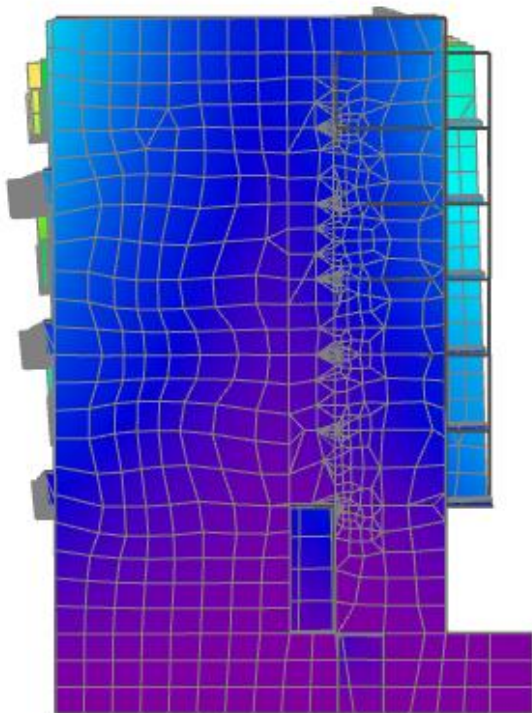
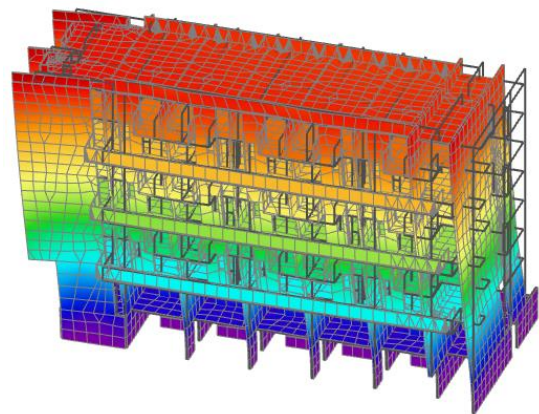
###### Relative modal masses

Mode	omega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	W <sub>0</sub> /W <sub>tot</sub>	W <sub>1</sub> /W <sub>tot</sub>	W <sub>2</sub> /W <sub>tot</sub>	W <sub>3</sub> /W <sub>tot</sub>	W <sub>4</sub> /W <sub>tot</sub>	W <sub>5</sub> /W <sub>tot</sub>	W <sub>6</sub> /W <sub>tot</sub>
1	16.2681	0,39	2,59	0,7788	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001	0,0679	0,0000
2	23.043	0,27	3,67	0,0001	0,5252	0,0040	0,2207	0,0000	0,1585	0,0000
3	29.9696	0,21	4,77	0,0051	0,0017	0,0000	0,0009	0,0017	0,0020	0,0000
4	33.0376	0,19	5,26	0,0000	0,1373	0,0017	0,0896	0,0003	0,5470	0,0000
5	39.48	0,16	6,28	0,0000	0,0001	0,0000	0,0002	0,0000	0,0029	0,0000
6	55.7466	0,11	8,87	0,0000	0,0002	0,0095	0,0013	0,0000	0,0000	0,0000
7	62.1159	0,10	9,89	0,1020	0,0000	0,0000	0,0001	0,1516	0,0003	0,0000
8	63.7272	0,10	10,14	0,0009	0,0000	0,0000	0,0000	0,0013	0,0000	0,0000
9	65.9744	0,10	10,50	0,0000	0,0004	0,0024	0,0006	0,0016	0,0005	0,0000
10	72.7252	0,09	11,57	0,0001	0,0002	0,0039	0,0005	0,0014	0,0003	0,0000
11	72.9339	0,09	11,61	0,0001	0,0000	0,0004	0,0000	0,0007	0,0000	0,0000
12	73.0358	0,09	11,62	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
13	80.6019	0,08	12,83	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0016	0,0003	0,0000
14	82.8207	0,08	13,18	0,0000	0,6005	0,0010	0,0007	0,6127	0,0002	0,0000
15	85.2215	0,07	13,56	0,0000	0,0494	0,2121	0,0416	0,0057	0,0006	0,0000
16	86.4448	0,07	13,76	0,0000	0,0199	0,0696	0,0162	0,0052	0,0002	0,0000
17	87.7709	0,07	13,97	0,0000	0,0238	0,0905	0,0188	0,0678	0,0204	0,0000
18	88.768	0,07	14,13	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000
19	89.4428	0,07	14,24	0,0000	0,0001	0,0055	0,0003	0,0450	0,0019	0,0000
20	89.9319	0,07	14,31	0,0001	0,0037	0,0291	0,0064	0,0853	0,0006	0,0000
21	90.3844	0,07	14,39	0,0000	0,0001	0,0008	0,0002	0,0006	0,0000	0,0000
22	90.4801	0,07	14,40	0,0000	0,0007	0,0042	0,0013	0,0038	0,0003	0,0000
23	92.4353	0,07	14,71	0,0000	0,0034	0,0196	0,0108	0,0001	0,0069	0,0000
24	93.9912	0,07	14,96	0,0012	0,0000	0,0008	0,0001	0,0008	0,0007	0,0000
25	97.0221	0,06	15,44	0,0000	0,0267	0,1030	0,0691	0,0072	0,0171	0,0000
26	99.7271	0,06	15,87	0,0000	0,0011	0,0021	0,0005	0,0242	0,0041	0,0000
27	100.618	0,06	16,01	0,0001	0,0164	0,0000	0,0362	0,0071	0,0095	0,0000
28	102.339	0,06	16,29	0,0000	0,0003	0,0018	0,0013	0,0011	0,0233	0,0000
29	103.385	0,06	16,45	0,0010	0,0003	0,0002	0,0007	0,0000	0,0005	0,0000
30	104.481	0,06	16,63	0,0000	0,0007	0,0003	0,0018	0,0010	0,0012	0,0000
31	104.834	0,06	16,68	0,0000	0,0000	0,0040	0,0001	0,0004	0,0001	0,0000
32	105.312	0,06	16,76	0,0000	0,0034	0,0035	0,0118	0,0419	0,0048	0,0000
33	105.525	0,06	16,79	0,0000	0,0016	0,0061	0,0078	0,0001	0,0000	0,0000
34	107.314	0,06	17,08	0,0000	0,0101	0,0016	0,0202	0,0009	0,0061	0,0000
35	107.378	0,06	17,09	0,0000	0,0000	0,0114	0,0003	0,0001	0,0014	0,0000
36	107.882	0,06	17,17	0,0000	0,0047	0,0044	0,0066	0,0002	0,0032	0,0000
37	109.737	0,06	17,47	0,0000	0,0001	0,0123	0,0000	0,0084	0,0003	0,0000
38	109.804	0,06	17,48	0,0000	0,0000	0,0008	0,0000	0,0002	0,0002	0,0000
39	111.121	0,06	17,69	0,0002	0,0002	0,0147	0,0015	0,0008	0,0000	0,0000
40	111.722	0,06	17,78	0,0000	0,0004	0,0036	0,0006	0,0000	0,0003	0,0000
41	112.58	0,06	17,92	0,0000	0,0001	0,0041	0,0003	0,0006	0,0001	0,0000
42	112.708	0,06	17,94	0,0001	0,0000	0,0018	0,0001	0,0004	0,0001	0,0000
43	112.962	0,06	17,98	0,0000	0,0011	0,0024	0,0029	0,0002	0,0000	0,0000
44	113.278	0,06	18,03	0,0000	0,0050	0,0037	0,0120	0,0000	0,0014	0,0000
45	113.677	0,06	18,09	0,0001	0,0006	0,0011	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000
46	114.35	0,05	18,20	0,0002	0,0000	0,0000	0,0005	0,0004	0,0001	0,0000
47	114.801	0,05	18,27	0,0007	0,0008	0,0031	0,0019	0,0000	0,0002	0,0000
48	115.019	0,05	18,31	0,0003	0,0243	0,0400	0,0492	0,0000	0,0108	0,0000
49	115.622	0,05	18,40	0,0000	0,0111	0,0006	0,0324	0,0099	0,0218	0,0000
50	117.746	0,05	18,74	0,0003	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
				0,8919	0,8769	0,6822	0,6689	0,5684	0,8504	0,0000

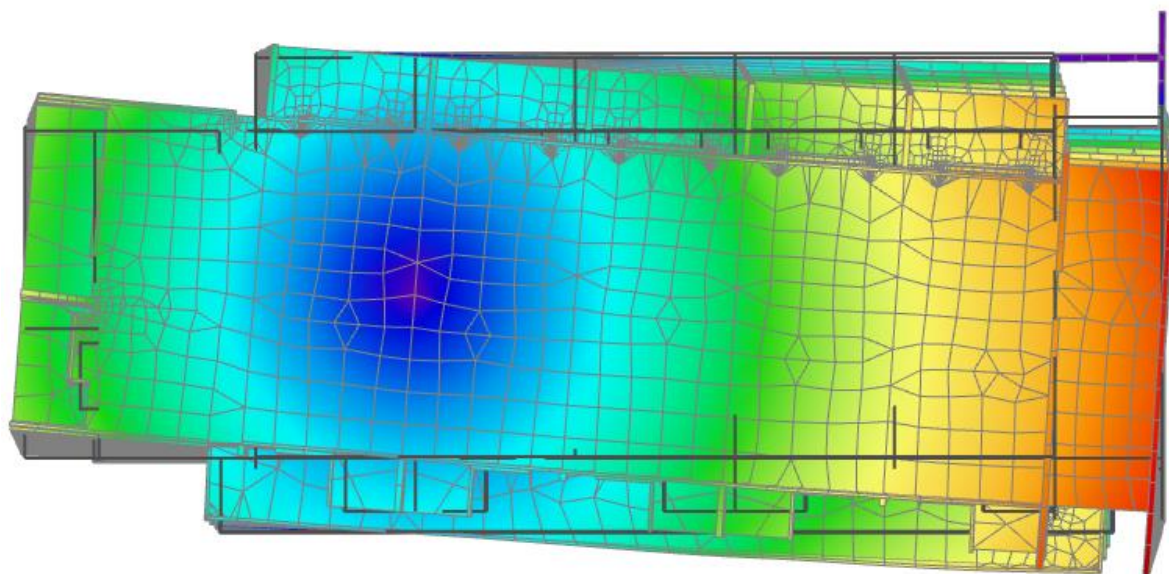




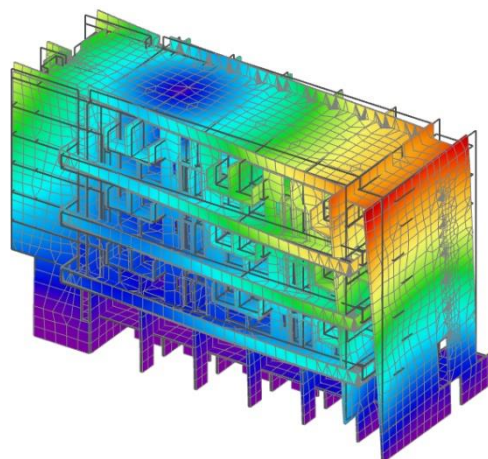
*Slika 10.1 Prvi vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju*



*Slika 10.2 Drugi vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju*



*Slika 10.3 Treći vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju*





## Srednja zgrada

## Prikaz aktivacije mase pri potresnom djelovanju

## Calculation protocol

## Solution of Free vibration

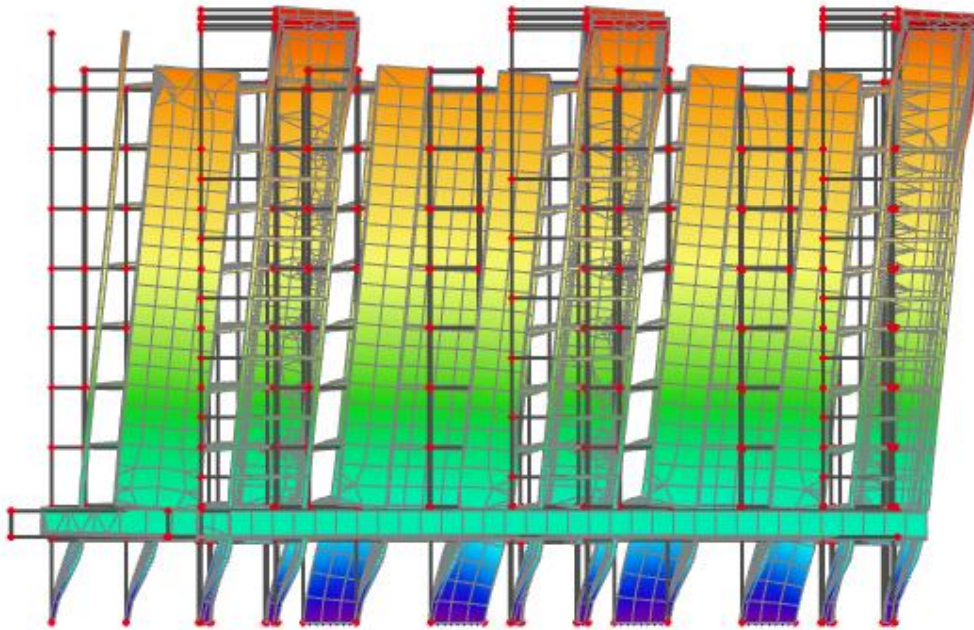
Number of 2D elements	28591
Number of 1D elements	1
Number of mesh nodes	23908
Number of equations	143448
Combination of mass groups	MCI CMI
Number of frequencies	50
Method	Lanczos
Bending theory	Mindlin
Type of analysis model	Standard
Start of calculation	19.05.2020 20:54
End of calculation	19.05.2020 20:58

## Sum of masses

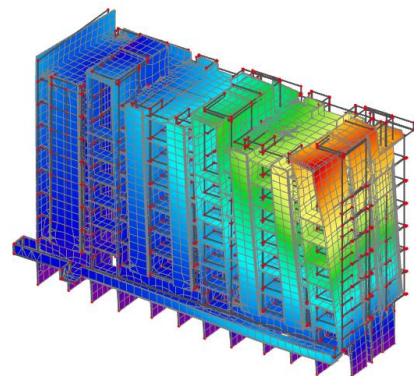
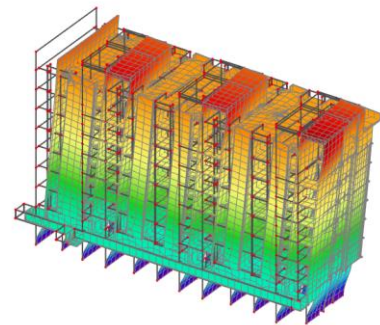
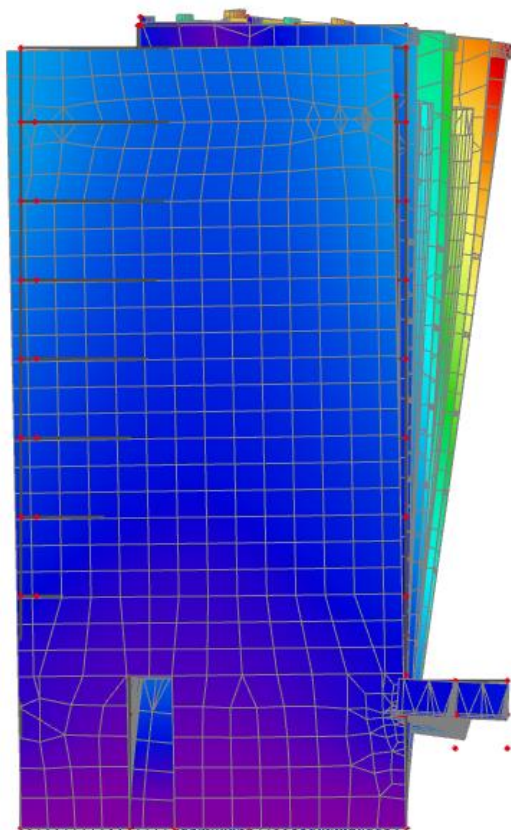
	X [kg]	Y [kg]	Z [kg]
1	5392969,9	5392969,9	5392969,9

## Relative modal masses

Mode	omega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	$W_{01}/W_{tot}$	$W_{02}/W_{tot}$	$W_{03}/W_{tot}$	$N_{01,1}/W_{tot,1}$	$N_{01,2}/W_{tot,1}$	$N_{01,3}/W_{tot,1}$
1	15.5696	0,40	2,48	0.898263	0.000755005	1.63155e-08	0.000278438	0.0306461	4.05002e-05
2	18.3364	0,34	2,92	2.79669e-08	0.000211892	0.00198505	0.00154878	0.00304301	0.000397651
3	25.1388	0,25	4,00	0.000335672	0.413352	4.59032e-06	0.118657	4.38598e-08	0.350479
4	29.1596	0,22	4,64	0.0018728	0.349981	1.97324e-06	0.101133	0.000410174	0.392505
5	37.2229	0,17	6,00	1.51653e-05	0.000669798	0.00429087	0.00125347	0.000165626	0.000116913
6	39.4739	0,16	6,28	4.34577e-07	0.000365342	0.00383851	0.00118957	0.00272523	0.000203306
7	41.4073	0,15	6,59	4.77856e-06	4.79045e-05	0.000160659	4.06011e-05	0.0003137	0.0001881
8	45.3118	0,14	7,21	0.0470689	0.000816331	1.10894e-07	0.000223132	0.142702	0.00698899
9	45.839	0,14	7,30	5.52702e-05	8.23518e-05	1.12687e-06	0.00027331	3.0535e-06	3.8022e-06
10	49.4582	0,13	7,87	0.0252569	0.000714191	4.42166e-06	7.21329e-06	0.0881123	0.00268239
11	54.3798	0,12	8,65	3.81565e-05	5.27687e-07	0.000113219	0.000207152	0.000112506	2.8685e-05
12	57.2294	0,11	9,11	0.00216693	0.000245301	3.19896e-06	0.000358735	0.00925469	0.00287907
13	60.938	0,10	9,70	2.27695e-06	3.57019e-07	2.19337e-06	1.38083e-06	0.000626415	0.000117269
14	60.9988	0,10	9,71	3.01109e-05	0.000593834	0.00280481	8.00173155	0.000861055	5.87418e-07
15	66.7026	0,09	10,62	0	1.51385e-05	0.000495866	0.000203309	0.000377043	1.30097e-05
16	69.2132	0,09	11,02	3.5643e-05	3.48336e-05	0.000184705	0.000265837	0.000281844	0.000986257
17	72.2923	0,09	11,51	0.00288726	8.66087e-05	0.00458379	0.000555346	0.0196451	0.000739608
18	73.1992	0,09	11,65	0.00136385	0.000255038	0.0103184	0.000420141	0.000957944	0.000385174
19	77.7404	0,08	12,37	1.1993e-07	6.83251e-06	0.000390325	1.29841e-05	4.15129e-05	1.64086e-05
20	80.1409	0,08	12,75	0.000266735	7.26263e-05	0.000275136	7.44149e-05	0.00241551	7.45372e-06
21	84.7248	0,07	13,48	6.79538e-07	0.000118896	0.00114452	0.000869653	0.00230497	0.000638305
22	88.1778	0,07	14,03	2.21319e-07	0.00468674	0.000945473	0.0142421	0.00231197	0.00896
23	89.4803	0,07	14,24	3.14493e-05	2.1218e-06	0.00108423	3.16422e-05	0.00195596	0.000133871
24	90.6267	0,07	14,42	1.36488e-06	0.00127826	0.000578698	0.00224243	0.000161481	0.000362235
25	93.9565	0,07	14,95	2.26409e-06	0.00721782	0.0272082	0.0246497	0.0140935	0.0113727
26	95.4959	0,07	15,20	0	1.96641e-07	1.14693e-06	1.54053e-06	9.40472e-05	1.64477e-05
27	95.8407	0,07	15,25	1.6182e-07	4.56258e-06	2.56565e-06	6.38374e-06	0.000136802	1.23876e-05
28	97.8322	0,06	15,57	4.18208e-05	0.0203384	0.000203426	0.0650634	0.000409241	0.0478543
29	99.2575	0,06	15,80	1.85471e-05	0.00266998	0.000924526	0.0113693	2.01619e-08	0.0441988
30	103.994	0,06	16,55	9.52804e-07	0.098155	0.00314288	0.345487	0.00159604	0.0113502
31	107.97	0,06	17,18	1.14062e-05	6.73793e-05	0.000309625	0.000248907	0.000417551	0.000965938
32	112.04	0,06	17,83	3.22236e-05	0.000516861	0.00106105	0.00145347	0.00067224	9.8695e-05
33	113.072	0,06	18,00	0.000138232	0.0136063	0.0291271	0.0427666	0.00255917	0.00209121
34	113.488	0,06	18,06	2.00747e-06	0.000783247	0.00110649	0.00270825	0.0239246	0.000101517
35	115.984	0,05	18,46	4.853e-08	0.000140302	0.000602488	0.000544353	0.000139659	0.000365205
36	118.212	0,05	18,81	0.000103535	0.000762462	0.0273032	0.0032458	0.0593603	0.0109244
37	120.531	0,05	19,18	0.00197679	0.00833641	0.0108741	0.0232835	3.13585e-05	0.00337482
38	121.972	0,05	19,41	0.000791685	0.000191676	0.0136253	0.000259699	0.000195463	0.000381059
39	123.058	0,05	19,59	1.80021e-05	4.2287e-05	0.00651766	0.000201577	0.00352332	2.34043e-06
40	123.503	0,05	19,66	0.00021812	0.00447599	0.0104045	0.0102381	0.00303237	0.0232754
41	124.823	0,05	19,87	9.76582e-06	2.15325e-05	0.0255817	2.64543e-05	0.0303574	0.00140745
42	126.866	0,05	20,16	3.26457e-06	0.00039023	0.35947	0.000476887	0.160645	0.00141066
43	128.595	0,05	20,47	1.30965e-06	2.27052e-06	0.165029	4.255e-06	0.193953	1.59047e-05
44	132.791	0,05	21,13	5.78467e-06	8.12864e-05	0.0211359	0.00105507	0.000118147	6.67388e-07
45	135.127	0,05	21,51	1.33894e-05	0.000247962	0.00822134	0.00113546	0.0200772	0.000686644
46	137.12	0,05	21,82	1.04388e-05	5.49726e-07	0.0107233	2.45027e-05	0.00062284	0.0004581
47	137.283	0,05	21,85	4.46501e-05	0.00054382	0.000596192	0.000939971	0.00303179	0.000171093
48	140.244	0,04	22,32	1.00509e-05	3.41971e-05	6.63251e-05	6.6156e-05	1.43725e-05	0.000350336
49	141.337	0,04	22,49	0	0.000252402	0.00032288	0.000772998	1.71784e-05	1.0957e-05
50	142.233	0,04	22,64	9.90477e-08	6.7225e-06	0.000579684	4.59527e-05	0.000335918	3.11406e-05
				0.983153	0.933283	0.057352	0.781897	0.829088	0.933231

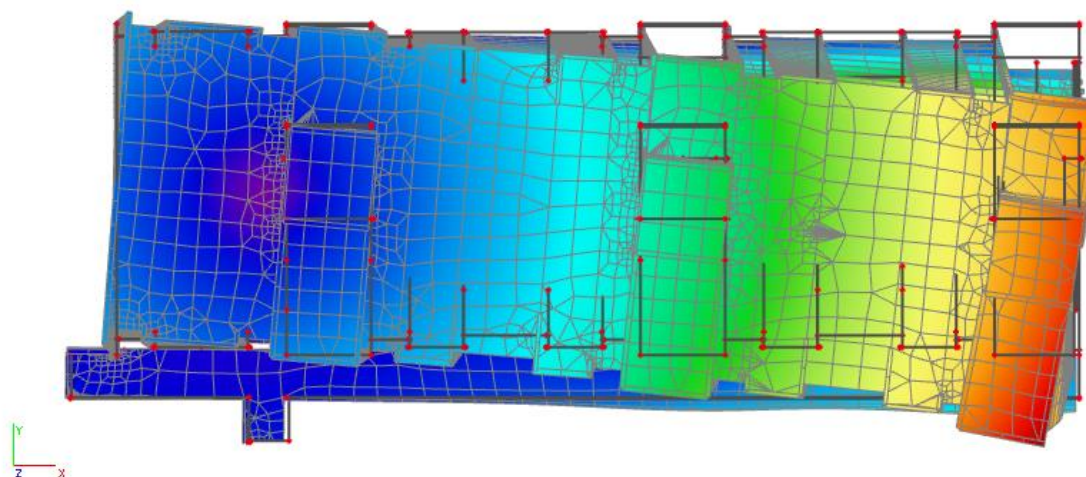


*Slika 10.4 Prvi vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju*

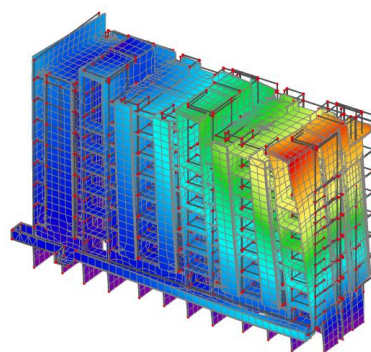


*Slika 10.5 Drugi vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju*





*Slika10.6 Treći vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju*



## Desna zgrada

## Prikaz aktivacije mase pri potresnom djelovanju

## Calculation protocol

## Solution of Free vibration

Number of 2D elements	26017
Number of 3D elements	0
Number of mesh nodes	22008
Number of equations	132048
Combination of mass groups	MCI CMI
Number of frequencies	50
Method	Lanczos
Bending theory	Mindlin
Type of analysis model	Standard
Start of calculation	19.05.2020 23:11
End of calculation	19.05.2020 23:14

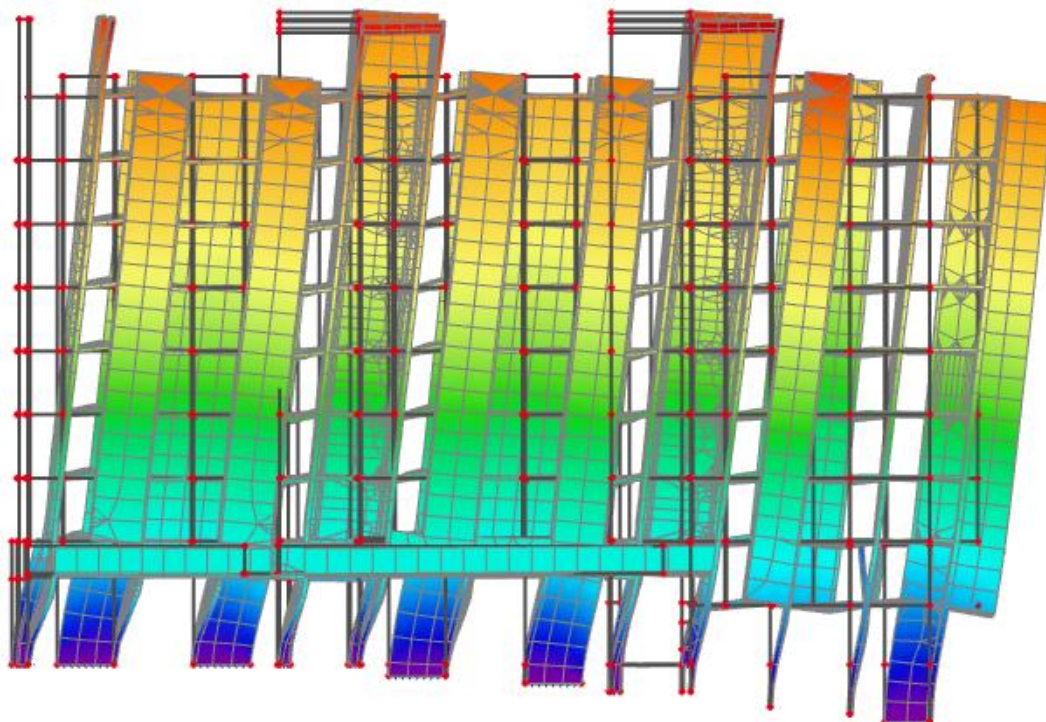
## Sum of masses

	X [kg]	Y [kg]	Z [kg]
1	5341201,1	5341201,1	5341201,1

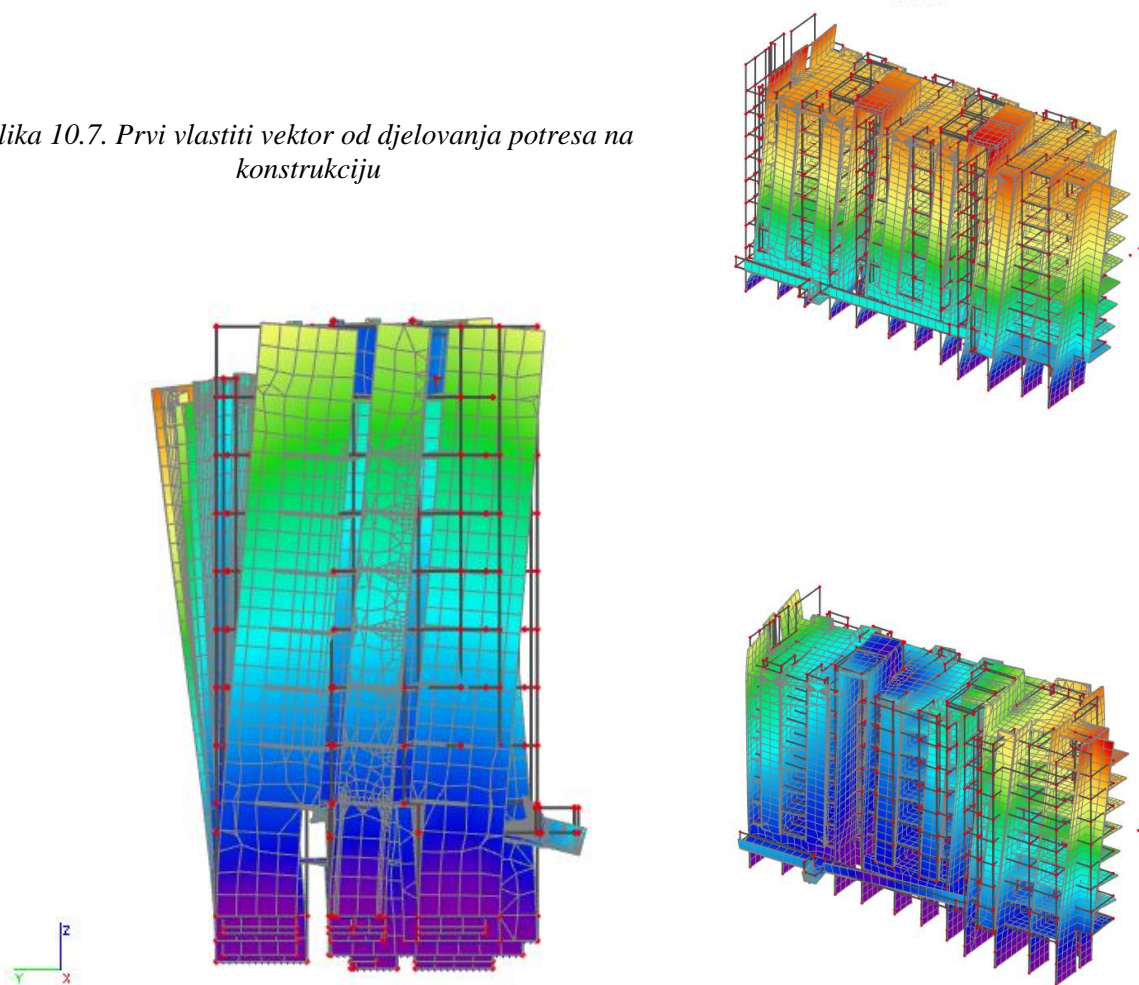
## Relative modal masses

Mode	mega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	$W_{x1}/W_{tot}$	$W_{y1}/W_{tot}$	$W_{z1}/W_{tot}$	$N_{x1,1}/W_{tot,1}$	$N_{y1,1}/W_{tot,1}$	$N_{z1,1}/W_{tot,1}$
1	14.5405	0,43	2,31	0.859907	0.00130765	1.13956e-05	0.000642204	0.0389438	0.00855892
2	23.1194	0,27	3,68	0.00846152	0.119175	0.000771816	0.0283882	0.000670876	0.605099
3	25.0369	0,25	3,98	0.0101218	0.610641	7.04216e-05	0.199898	9.91473e-06	0.113748
4	26.962	0,23	4,29	0.000391674	0.0170491	0.0043361	0.000545277	0.00276219	0.00625272
5	33.7515	0,19	5,37	2.27613e-06	0.000130029	0.00169267	0.000360086	0.000452614	4.46292e-05
6	35.3168	0,18	5,62	0.000956322	5.04589e-05	2.66797e-08	1.32921e-05	0.00272411	3.88276e-08
7	42.6144	0,15	6,78	5.12558e-05	3.01793e-05	0.000475808	0.000439692	0.000146919	1.29716e-05
8	44.8171	0,14	7,13	0.0847138	0.00212407	1.59212e-06	0.000534109	0.22043	0.00679828
9	48.083	0,13	7,65	0.000135751	0.000139518	2.64863e-05	0.000283892	0.000470619	0.000277844
10	48.6951	0,13	7,75	7.68365e-06	8.32356e-05	0.00186358	0.000827513	0.00104773	4.14344e-05
11	49.3294	0,13	7,85	0.0034322	7.96798e-05	8.36263e-07	5.63609e-06	0.00983544	0.000800882
12	51.2079	0,12	8,15	6.20378e-06	1.99471e-05	0.000193851	0.000346355	7.61517e-05	0.000320711
13	52.3607	0,12	8,33	0.00107378	3.16847e-05	0.000108961	0.000714364	0.00330334	0.000313146
14	53.6305	0,12	8,54	0.00139484	7.25916e-05	2.25147e-05	0.000137922	0.00432936	0.000595405
15	57.706	0,11	9,18	1.38894e-06	3.94804e-06	3.08287e-05	1.16809e-05	0.000136576	4.50639e-05
16	62.1747	0,10	9,90	2.12491e-07	0.000125246	0.000284207	0.000574432	0.000183471	2.78492e-05
17	74.9015	0,08	11,97	0.00104457	0.00361663	0.00471479	0.00390138	0.0119346	0.0027749
18	77.1234	0,08	12,27	0.000342904	0.00608054	0.0109983	0.00534677	0.0108026	0.0235015
19	79.149	0,08	12,60	0.000479773	0.000540983	0.00128009	0.000329756	0.00057819	0.00157173
20	80.2913	0,08	12,78	0.0015933	0.000196745	0.00699482	1.26522e-05	0.0269248	0.000881644
21	80.9944	0,08	12,89	7.79358e-05	4.60111e-05	6.56654e-05	3.03099e-05	0.000738191	3.58623e-05
22	83.5371	0,08	13,30	0.00149354	0.000250626	0.0149413	0.00459442	0.0141064	2.86586e-06
23	86.6934	0,07	13,80	0.000183352	0.00420566	0.0033201	0.0135966	0.0100374	0.0122383
24	88.597	0,07	14,10	4.39904e-06	0.0108285	0.000420788	0.0381839	0.00219701	0.0858525
25	90.2883	0,07	14,37	0.000252392	0.000158161	0.00191052	0.000227913	0.00383462	0.00030149
26	91.2758	0,07	14,53	3.08628e-05	5.63703e-06	0.000793085	0.000103555	0.00138596	0.00101585
27	91.5135	0,07	14,56	0.000275672	2.07544e-05	0.000722876	4.24146e-05	0.00435647	0.00590246
28	91.7673	0,07	14,61	4.61406e-05	8.47541e-06	0.00064705	1.09504e-05	0.00417637	4.70505e-07
29	92.6629	0,07	14,75	1.19786e-05	0.000423025	0.000679455	0.00160093	0.0021258	0.00427594
30	93.332	0,07	14,85	8.84311e-06	0.000122374	0.000219487	0.00019797	4.92559e-06	5.28352e-05
31	93.4391	0,07	14,87	3.0134e-05	0.000331201	0.000668146	0.000536556	3.77417e-05	3.72545e-05
32	93.4875	0,07	14,88	8.47664e-08	1.26545e-05	3.18641e-05	1.51978e-05	5.76744e-07	2.91567e-05
33	94.6788	0,07	15,07	0.000542227	0.00990178	0.0472475	0.0139192	0.0089915	0.00695038
34	97.2388	0,06	15,48	0.000134686	0.00012873	0.00309575	0.000216531	0.000458611	0.00267802
35	97.7483	0,06	15,56	0.000492484	0.0119154	0.0570997	0.0510762	0.00100181	0.00154251
36	98.7351	0,06	15,71	0.000195942	0.123441	0.00448636	0.358792	0.000282471	0.0138004
37	102.251	0,06	16,27	1.95442e-06	0.002981	0.10498	0.00658772	0.107301	0.00135806
38	104.123	0,06	16,57	0.000119665	5.48689e-05	0.000301189	0.000295806	1.13728e-05	0.00216558
39	104.381	0,06	16,61	0.000171738	0.000203091	0.000253403	0.00131738	0.000387645	0.00506
40	110.545	0,06	17,59	1.78242e-05	0.000170155	0.009868509	0.00113166	0.0209821	1.53145e-05
41	110.885	0,06	17,65	1.30247e-06	0.000167396	0.00347292	8.29878e-05	0.010197	0.000413678
42	111.812	0,06	17,80	5.24959e-06	3.38846e-06	0.000519053	7.79354e-06	2.4098e-05	8.89088e-05
43	111.883	0,06	17,81	9.14012e-06	4.67933e-06	5.70435e-06	2.19879e-05	0.000166601	0.000133919
44	112.195	0,06	17,86	0.000339651	1.31528e-05	0.001099	0.000105622	0.000604924	0.000369495
45	113.589	0,06	18,08	5.6125e-06	1.34058e-06	0.000598047	1.22582e-05	2.18707e-06	8.00793e-05
46	114.539	0,05	18,23	1.55625e-06	0.000899116	0.0475831	0.00431848	0.0287734	6.36247e-05
47	115.795	0,05	18,43	2.98921e-06	1.67604e-05	0.000279328	4.85184e-05	0.000181093	2.35394e-07
48	118.305	0,05	18,83	0.000378572	1.06216e-05	0.0580402	4.24089e-05	0.00135002	0.00724208
49	121.426	0,05	19,33	8.89755e-06	4.27668e-06	0.0579949	7.02418e-05	0.0279333	2.56852e-05
50	122.071	0,05	19,43	5.97551e-07	3.36623e-05	0.0472831	0.000197194	0.0227867	1.86881e-05
				0.978964	0.527822	0.490324	0.740698	0.6102	0.92337

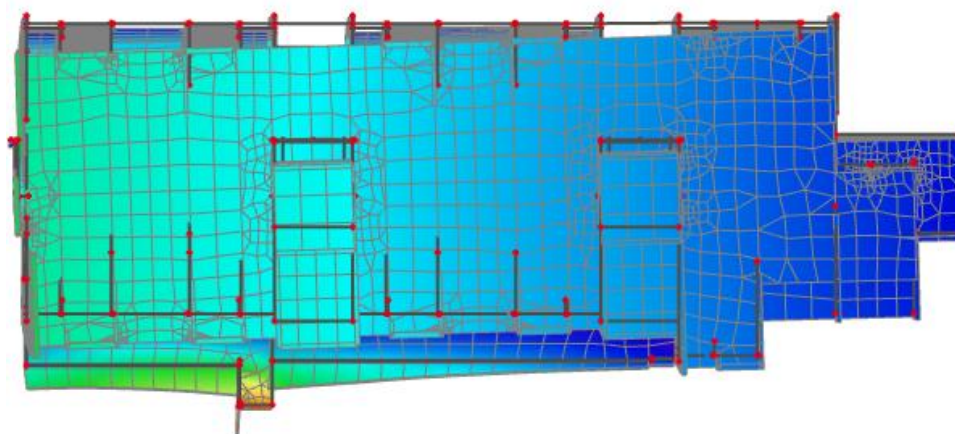




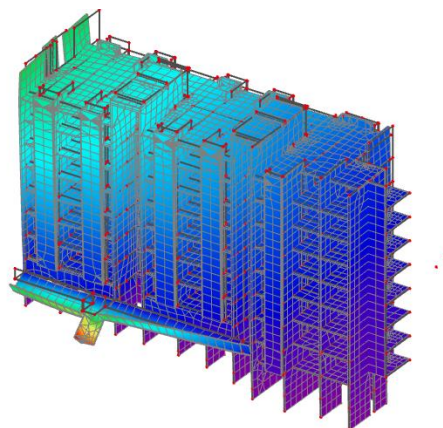
Slika 10.7. Prvi vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju



Slika 10.8 Drugi vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju



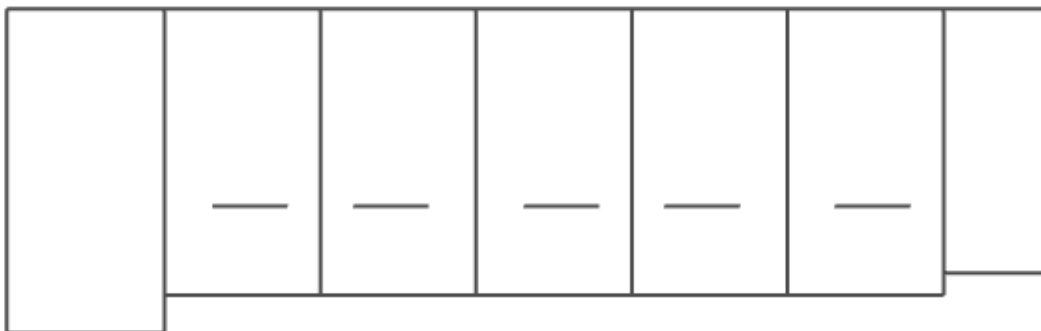
*Slika 10.9 Treći vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju*



## 11. PRORAČUN HORIZONTALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE

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

### 11.1. Lijeva zgrada – proračun ploče pozicije 300 (ploča visokog prizemlja)



Slika 11.1 Prikaz ploče pozicije 300

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

$$\begin{aligned} \text{Beton: } C 30/37 \quad f_{cd} &= \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}; & f_{cd} &= 2.0 \text{ kN/cm}^2 \\ \text{Armatura: B 500B} \quad f_{yd} &= \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa}; & f_{yd} &= 43.48 \text{ kN/cm}^2 \\ b_{pl} &= 100 \text{ cm}, \quad h_{pl} = 15 \text{ cm} \\ c_{nom} &= 2 \text{ cm (XC1 klasa)} \\ d_1 &= 3 \text{ cm} \quad d = 12 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 12^2 \cdot 2 = 45.79 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 12 \cdot 43.48$$

$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = 0.1 \cdot 100 \cdot \frac{15}{100} = 1.5 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = 2.0 \cdot 100 \cdot \frac{15}{100} = 30.0 \text{ cm}^2$$

U sljedećoj tablici prikazani su ultimativni momenti nosivosti za odabranu mrežastu armaturu za dimenzioniranje ploča Lijeve zgrade:

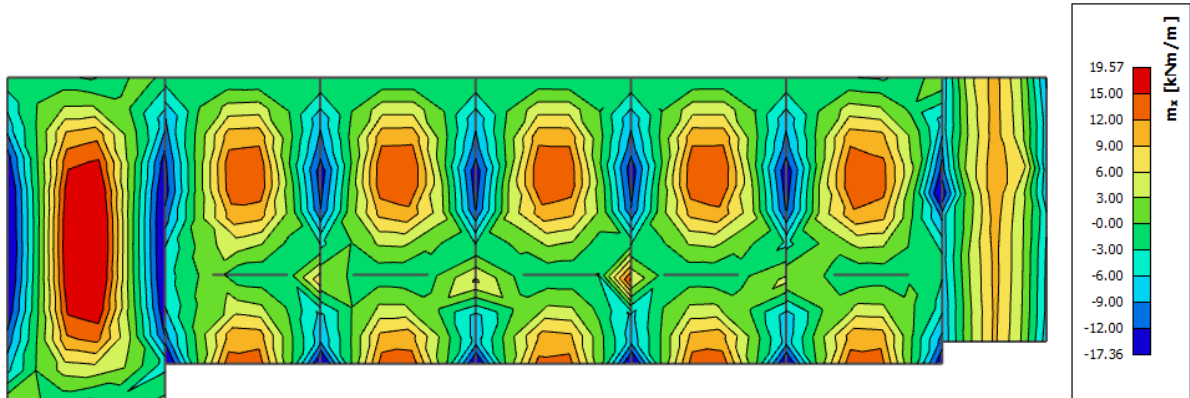
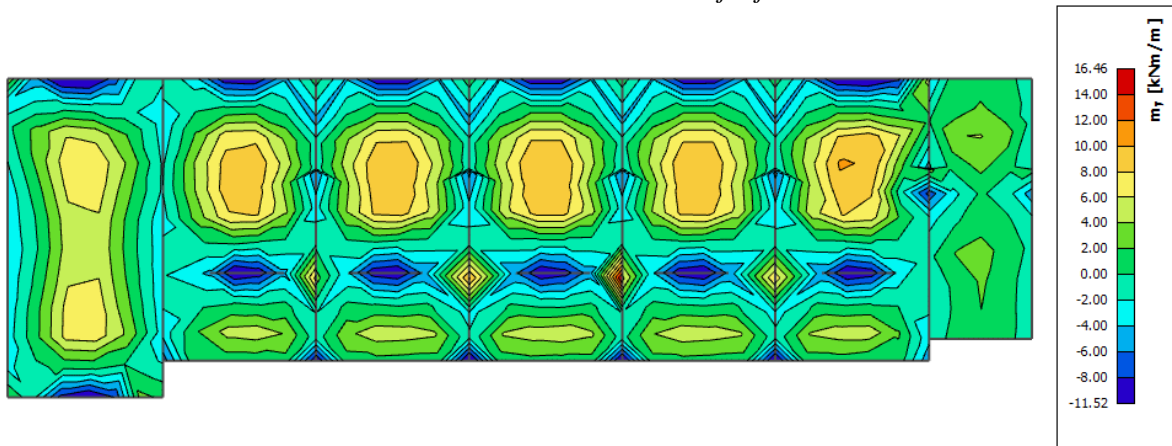
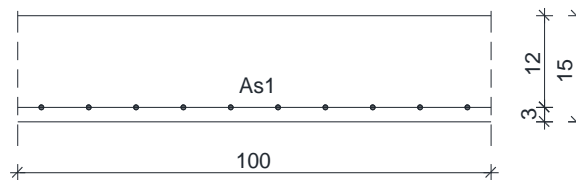
Mreža		Površina $A_{s1}$	Moment nosivosti betona $M_{Rd,c,lim}$	Moment nosivosti armature $M_{Rd,s,lim}$	Postotak armature
		[cm <sup>2</sup> /m']	[kNm]	[kNm]	%
R/Q	- 283	2,83	45,79	13,29	0,19
R/Q	- 335	3,35	45,79	15,73	0,22
R/Q	- 385	3,85	45,79	18,08	0,26
R/Q	- 424	4,24	45,79	19,91	0,28
R/Q	- 503	5,03	45,79	23,62	0,34
R/Q	- 524	5,24	45,79	24,61	0,35
R/Q	- 636	6,36	45,79	29,87	0,42
R/Q	- 785	7,85	45,79	36,86	0,52

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 <sup>2</sup> /m']	[kNm]	[kNm]	%
R/Q	- 257	3,05	45,79	14,32	0,20
R/Q	- 283	3,36	45,79	15,78	0,22
R/Q	- 335	3,97	45,79	18,64	0,26
R/Q	- 385	4,57	45,79	21,46	0,30
R/Q	- 424	5,03	45,79	23,62	0,34
R/Q	- 503	5,97	45,79	28,03	0,40
R/Q	- 524	6,21	45,79	29,16	0,41
R/Q	- 636	7,54	45,79	35,41	0,50
R/Q	- 785	9,31	45,79	43,72	0,62



## Proračun u polju

Slika 11.2 Prikaz momenata savijanja  $m_x$ Slika 11.3 Prikaz momenata savijanja  $m_y$ 

$$M_{Ed,max} = 19.57 \text{ kNm/m'}$$

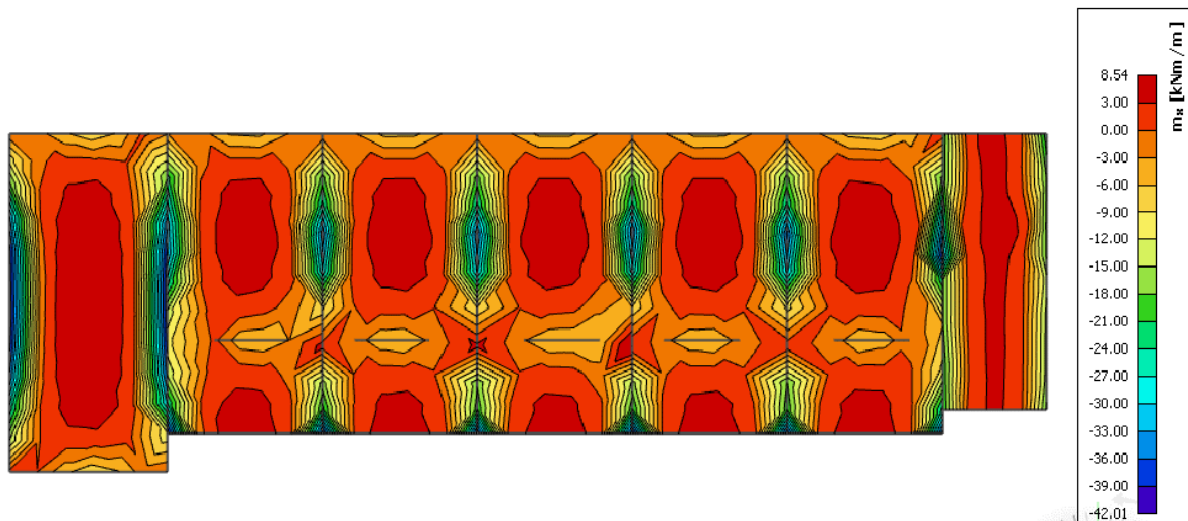
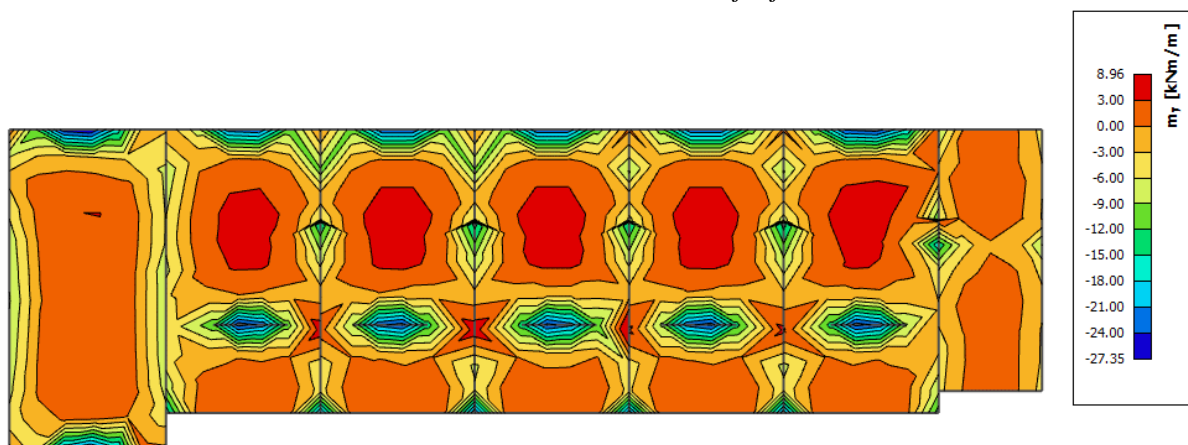
$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1957}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.068$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1957}{0.947 \cdot 12 \cdot 43.48} = 3.96 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q-385** + preklop 40 cm ( $A_s = 4.57 \text{ cm}^2$ )

## Proračun na ležaju

Slika 11.4 Prikaz momenata savijanja  $m_x$ Slika 11.5 Prikaz momenata savijanja  $m_y$ 

$$M_{Ed,min} = 42.01 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{4201}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.146$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 3,2 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.901 \quad \xi = 0.242$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{4201}{0.901 \cdot 12 \cdot 43.48} = 8.94 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **R - 785** + preklap 40 cm ( $A_s = 9.31 \text{ cm}^2$ )

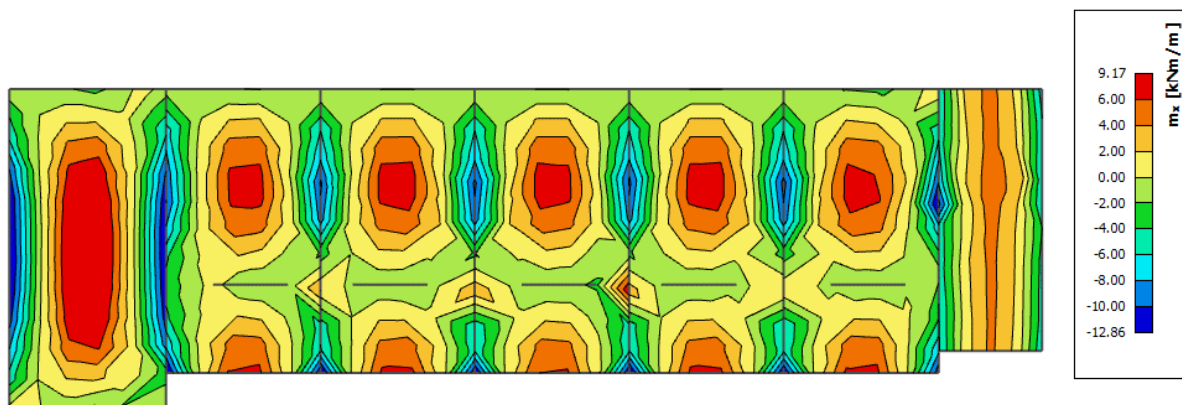
### 11.1.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče

#### Pukotine

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

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

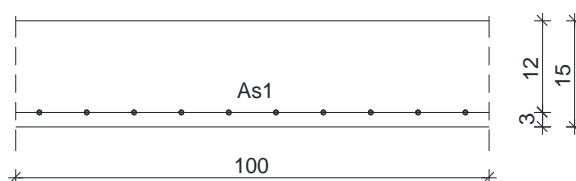
Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2) :  $w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_g$



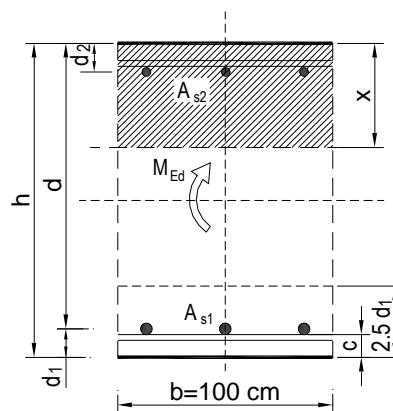
Slika 11.6 Maksimalni momenti savijanja - GSU

Maksimalni eksploatacijski ( radni ) moment u polju :  $M_{Ed} = 9.17 \text{ kNm}$

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

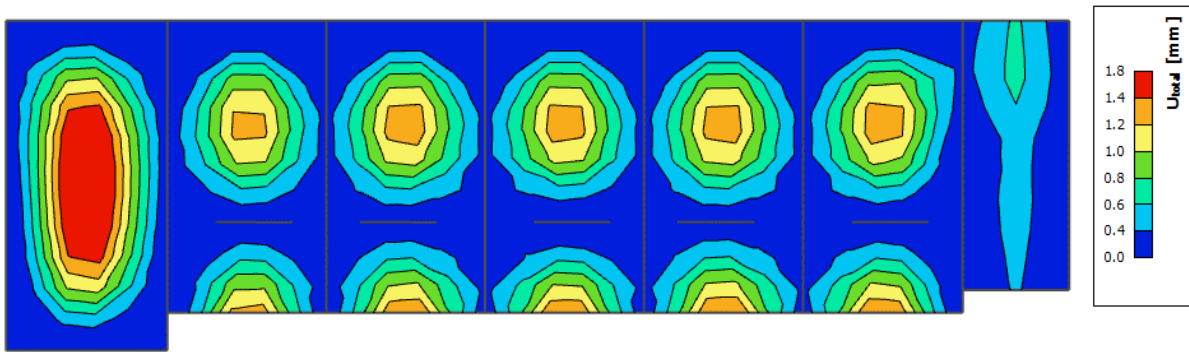


$b =$	100,0 cm	$d =$	12,0 cm	$h =$	15,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	4,57 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	9,17 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	178,74 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,32 cm	$r_{p,eff} =$	0,0061		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	-0,000092	$< 0.6 \cdot s_s / E_s =$	0,000536		
$\varnothing =$	7,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	297,30 mm				



$$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,159 \text{ mm} < w_g$$

Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.159 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da odabrana armatura zadovoljava.

**Progibi**

Slika 11.7. Prikaz progiba - GSU

Granična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{530}{250} = 2.12 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0.18 \text{ cm}$

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

$$A_c = b \times h = 100 \times 15 = 1500 \text{ cm}^2$$

$$u_c = 2 \times (b + h) = 2 \times (100 + 15) = 230 \text{ cm}$$

$$h_0 = 2 \cdot A_c / u = 2 \cdot 1500 / 230 = 13.04 \text{ cm} = 130.4 \text{ mm} \text{ srednji polumjer konstrukcijskog elementa}$$

RH=80% → vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{130.4}} = 1.39 \quad \text{koef. utjecaja relativne vlažnosti RH}$$

$$f_{cm} = f_{ck} + \Delta f = 30 + 8 = 38 \text{ MPa} \quad \text{srednja tlačna čvrstoća betona klase C 30/37}$$

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{38}} = 2.725 \quad \text{koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje}$$

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

$$\beta_H = 1.5 \times \left[ 1 + (0.012 \times RH)^{18} \right] \times h_0 + 250 = 1.5 \times \left[ 1 + (0.012 \times 80)^{18} \right] \times 130.4 + 250 = 539.41$$

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

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0.488 \quad \text{koeficijenti starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana}$$

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

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

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

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

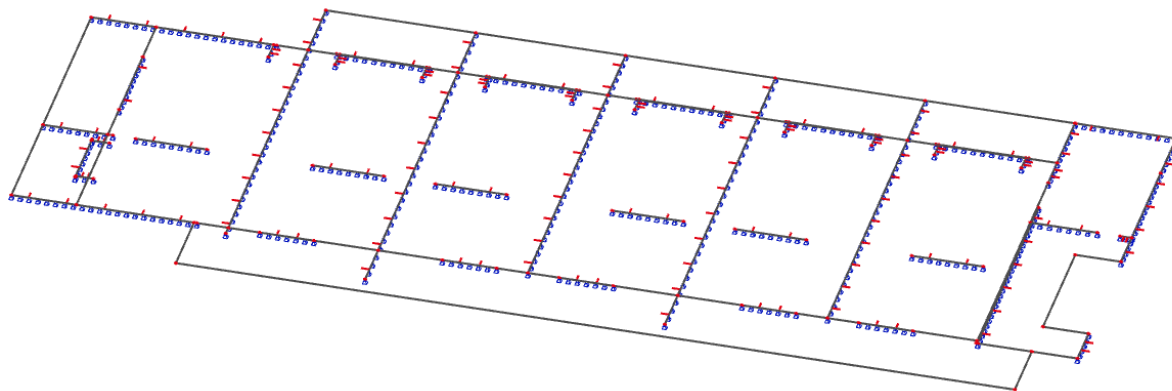
$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{4.57} = 0.85$$

$$f_d = 1.85 \cdot 0.85 \cdot 0.13 = 0.204 \text{ cm}$$

$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.18 + 0.204 = 0.384 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2.12 \text{ cm}$$

$\rightarrow$  Odabrane dimenzije ploče i armatura zadovoljavaju u pogledu progiba.

## 11.2. Lijeva zgrada - proračun ploča pozicija 400, 600 i 800 ( ploče I., III. i V. kata )



Slika 11.8. Prikaz modela i rubnih uvjeta

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

Beton: C 30/37  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 2.0 \text{ kN/cm}^2$

Armatura: B 500B  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$

$$b_{pl} = 100 \text{ cm}, \quad h_{pl} = 15 \text{ cm}$$

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

$$d_1 = 3 \text{ cm} \quad d = 12 \text{ cm}$$

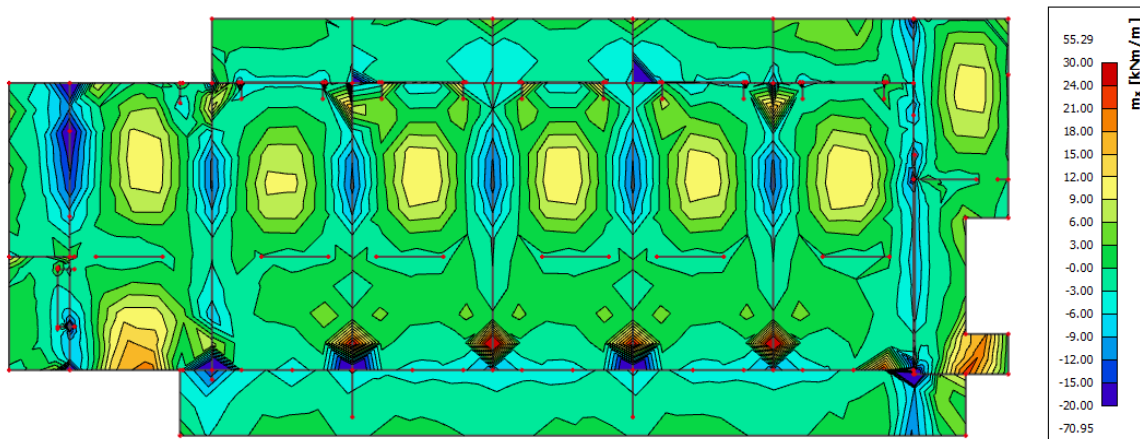
$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 12^2 \cdot 2 = 45.79 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 12 \cdot 43.48$$

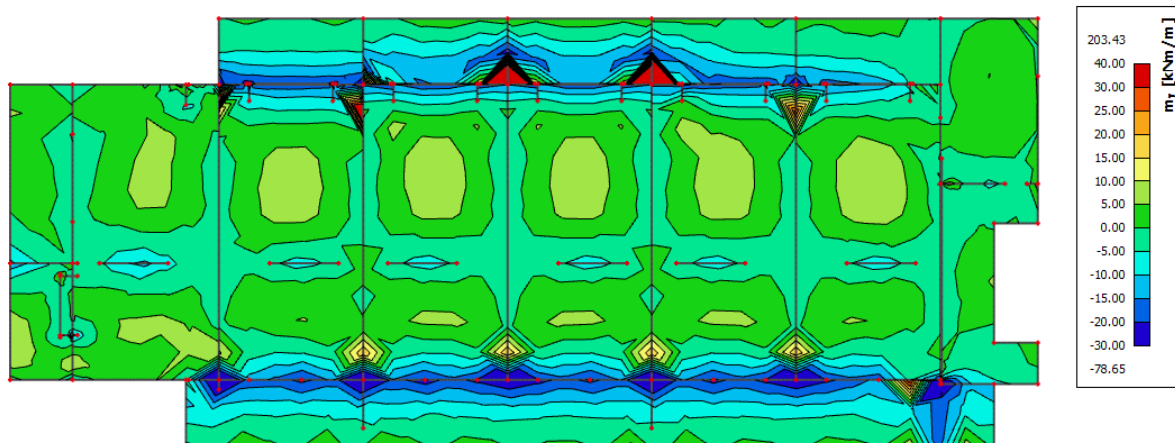
$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = 0.1 \cdot 100 \cdot \frac{15}{100} = 1.5 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = 2.0 \cdot 100 \cdot \frac{15}{100} = 30.0 \text{ cm}^2$$

### Proračun u polju



Slika 11.9 Prikaz momenata savijanja – mx

Slika 11.10 Prikaz momenata savijanja -  $m_y$ 

### Proračun u kritičnim presjecima

Slika 11.11 Prikaz kritičnih presjeka

$$M_{Ed,max} = 24.00 \text{ kNm/m'}$$

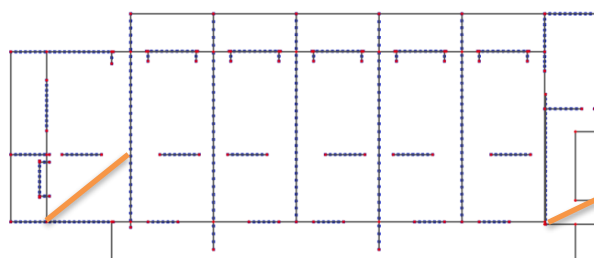
$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2400}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.083$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1.9 \text{ ‰}$$

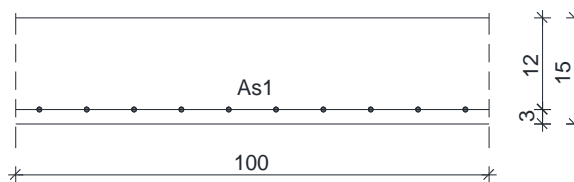
$$\zeta = 0.941 \quad \xi = 0.160$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2400}{0.941 \cdot 12 \cdot 43.48} = 4.89 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q – 424** + preklop 40 cm ( $A_s = 5.03 \text{ cm}^2$ )



### Proračun za ostale dijelove ploče u polju:



$$M_{Ed,max} = 12.00 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1200}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.042$$

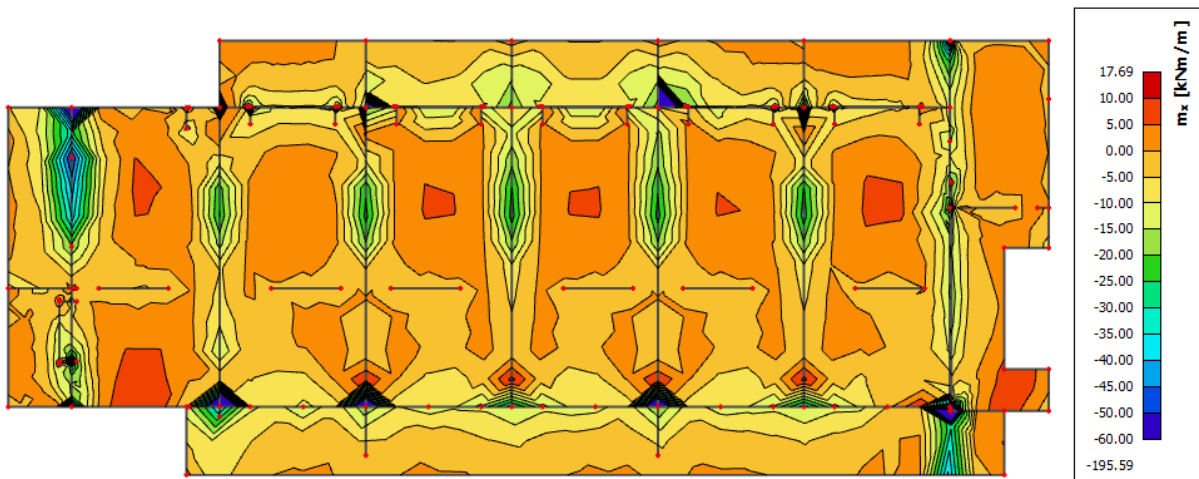
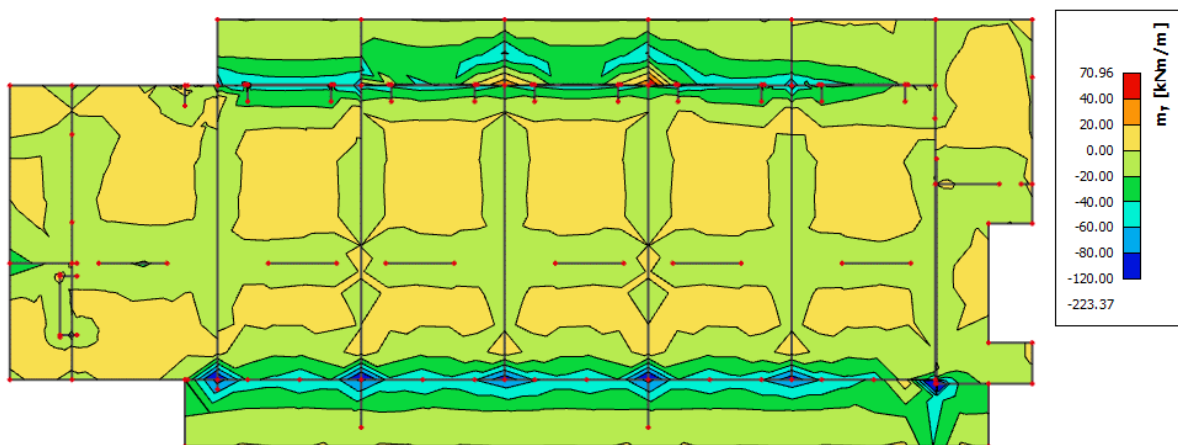
$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1.2 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.962 \quad \xi = 0.107$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1200}{0.962 \cdot 12 \cdot 43.48} = 2.39 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q – 283** + preklop 40 cm ( $A_s = 3.36 \text{ cm}^2$ )



## Proračun na ležaju

Slika 11.12 Prikaz momenata savijanja –  $m_x$ Slika 11.13 Prikaz momenata savijanja –  $m_y$ 

## Proračun u kritičnim presjecima:

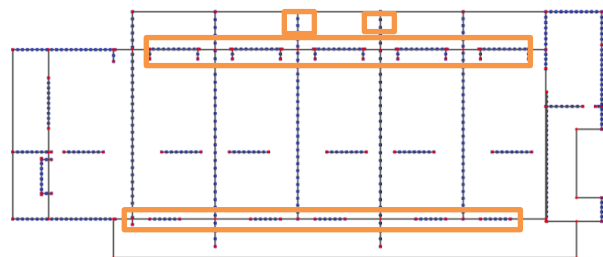
$$M_{Ed,max} = 60.00 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{6000}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.208$$

$$\mu_{sd} > \mu_{sd,lim} = 0.159$$

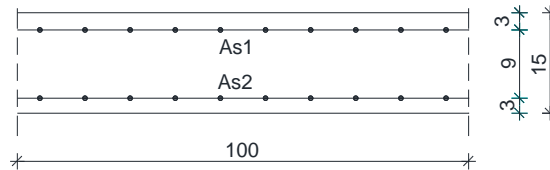
→ Dvostruko armirani presjek

## Slika 11.14 Prikaz kritičnih presjeka



$$\text{Očitano za } \mu_{sd,lim}: \quad \varepsilon_{s1} = 10.0 \% \quad \varepsilon_{c2} = 3.5 \% \quad \zeta = 0.892 \quad \xi = 0.259$$





Vlačna armatura

$$A_{s1} = \frac{M_{Rd,lim}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} + \frac{M_{Ed,max} - M_{Rd,lim}}{(d - d_2) \cdot f_{yd}} = \frac{4579}{0.892 \cdot 12 \cdot 43.48} + \frac{6000 - 4579}{(12 - 3) \cdot 43.48}$$

$$A_{s1} = 13.47 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **R - 785 + 4φ14** ( $A_s = 14.01 \text{ cm}^2$ )

Tlačna armatura:

$$A_{s2} = \frac{M_{Ed,max} - M_{Rd,lim}}{(d - d_2) \cdot f_{yd}} = 3.63 \text{ cm}^2$$

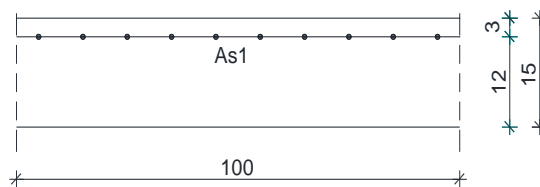
Odabrana armatura: **φ10** ( $A_s = 0.79 \text{ cm}^2$ )

Odabrana armatura donje zone ploče: **Q - 283 + preklop 40 cm** ( $A_s = 3.36 \text{ cm}^2$ )

Ukupna tlačna armatura:  $A_s = 3.36 \text{ cm}^2 + 0.79 \text{ cm}^2 = 4.15 \text{ cm}^2$

Napomena: Potrebna količine armature za donju zonu na ovim pozicijama je  $A_s = 2.39 \text{ cm}^2$ , a armirana je sa  $A_s = 3.36 \text{ cm}^2$ . Stoga je dio potrebne tlačne armature već pokriven sa tom razlikom.

**Proračun u ostalim presjecima na ležajevima:**



$$M_{Ed,max} = 40.00 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{4000}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.139$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{4000}{0.904 \cdot 12 \cdot 43.48} = 8.48 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **R - 785 + preklop 40 cm** ( $A_s = 9.31 \text{ cm}^2$ )

Napomena. Armaturene mreže odabrane su na temelju potrebnih površina armature  $A_{s1}$  koje su za svaku od mreža prikazane u tablicama na stranici 76.

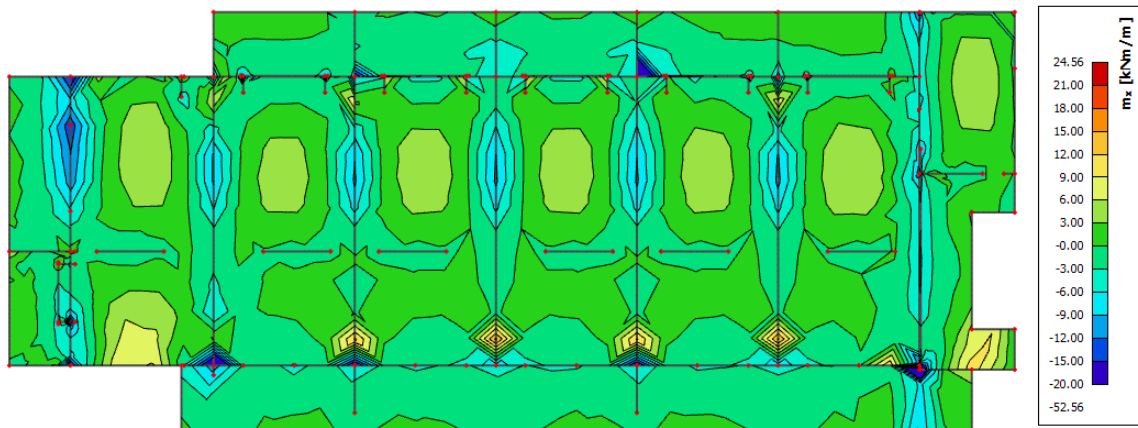
### 11.2.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče

#### Pukotine

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

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

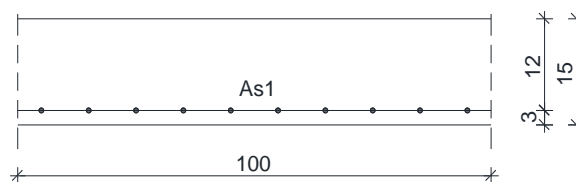
Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2) :  $w_k = s_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_g$



Slika 11.15 – Maksimalni momenti savijanja – GSU

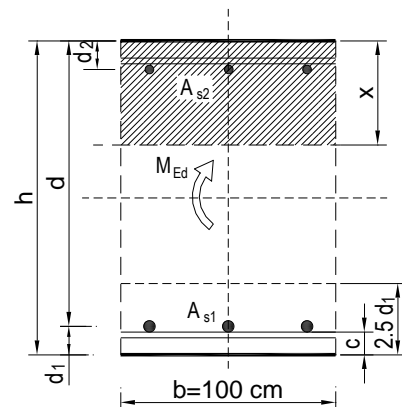
Maksimalni eksploatacijski ( radni ) moment u polju za kritične presjeke :  $M_{Ed} = 12.00 \text{ kNm}$

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



$b =$	100,0 cm	$d =$	12,0 cm	$h =$	15,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	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>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	12,00 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	213,16 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,42 cm	$r_{p,\text{eff}} =$	0,0067		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000167	$< 0.6 \cdot s_s / E_s =$	0,000639		
$\varnothing =$	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				

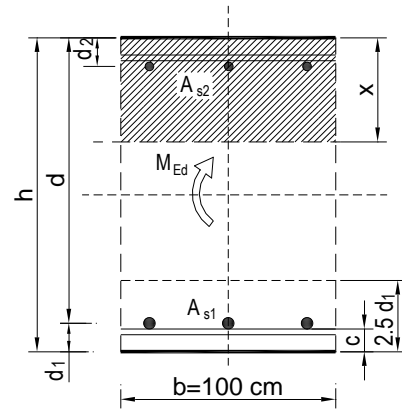
$$w_k = s_{r,\max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,211 \text{ mm} < w_g$$



Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.211 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da odabrana armatura zadovoljava.

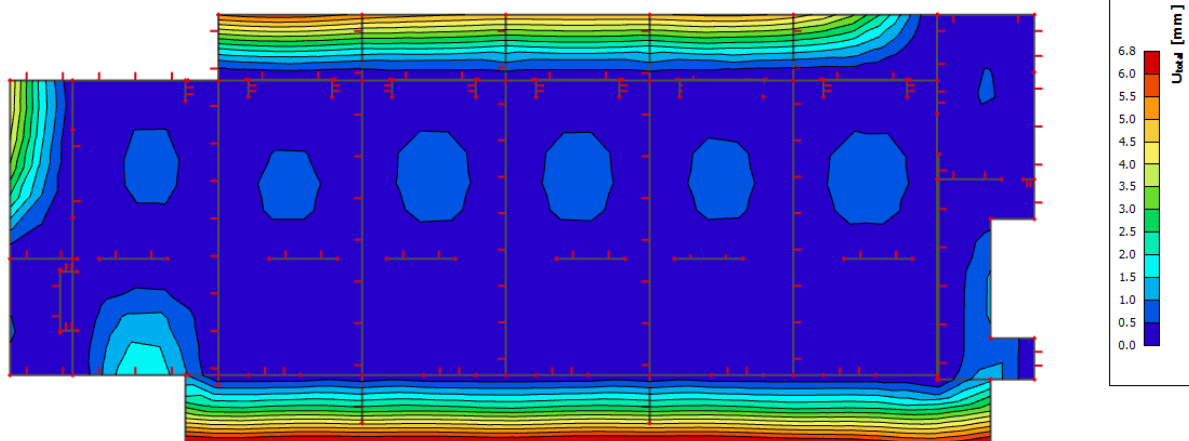
Maksimalni eksploatacijski ( radni ) moment u polju za ostale presjke :  $M_{Ed} = 9.00 \text{ kNm}$   
 Armatura ploče donja zona za ostale presjke:  $Q - 283 + \text{preklop } 40 \text{ cm}$  ( $A_s = 3.36 \text{ cm}^2$ )

$b =$	100,0 cm	$d =$	12,0 cm	$h =$	15,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,36 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
$M_{Ed} =$	9,00 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	236,50 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,02 cm	$r_{p,eff} =$	0,0045		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	-0,000146	$< 0.6 \cdot s_s / E_s =$	0,000709		
$\emptyset =$	6,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	329,68 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,234 mm	$< w_g$			



Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.234 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da odabrana armatura zadovoljava.

### Progibi



Slika 11.16. Prikaz progiba - GSU

Granična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{150} = \frac{230}{150} = 1.53 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0.68 \text{ cm}$

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

$$A_c = b \times h = 100 \times 15 = 1500 \text{ cm}^2$$

$$u_c = 2 \times (b + h) = 2 \times (100 + 15) = 230 \text{ cm}$$

$$h_0 = 2 \cdot A_c / u = 2 \cdot 1500 / 230 = 13.04 \text{ cm} = 130.4 \text{ mm} \text{ srednji polumjer konstrukcijskog elementa}$$

RH=80% → vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{130.4}} = 1.39 \quad \text{koef. utjecaja relativne vlažnosti RH}$$

$$f_{cm} = f_{ck} + \Delta f = 30 + 8 = 38 \text{ MPa} \quad \text{srednja tlačna čvrstoća betona klase C 30/37}$$

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{38}} = 2.725 \quad \text{koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje}$$

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

$$\beta_H = 1.5 \times \left[ 1 + (0.012 \times RH)^{18} \right] \times h_0 + 250 = 1.5 \times \left[ 1 + (0.012 \times 80)^{18} \right] \times 130.4 + 250 = 539.41$$

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

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0.488 \quad \text{koeficijenti starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana}$$

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

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

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

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

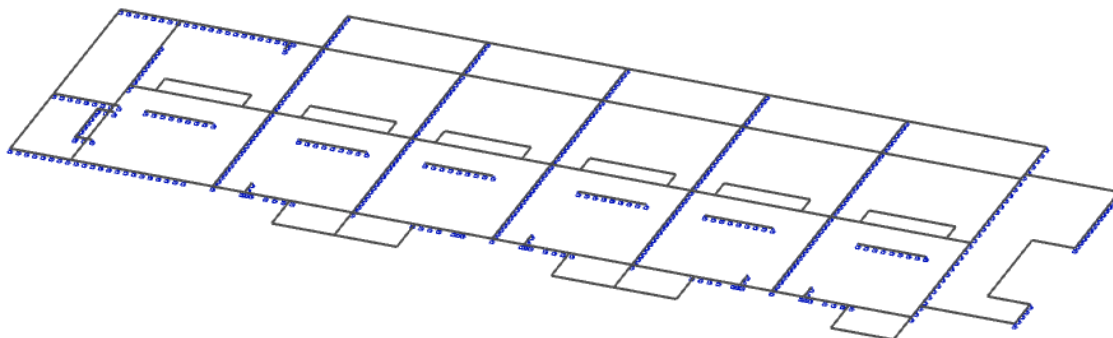
$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{3.36} = 0.85$$

$$f_d = 1.85 \cdot 0.85 \cdot 0.13 = 0.204 \text{ cm}$$

$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.68 + 0.204 = 0.884 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 1.53 \text{ cm}$$

→ Odabrane dimenzije ploče i armatura zadovoljavaju u pogledu progiba.

### 11.3. Lijeva zgrada – proračun ploča pozicija 500, 700 i 900 ( ploče II., IV. i VI. kata )



Slika 11.17 Prikaz modela i rubnih uvjeta

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

Beton: C 30/37  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 2.0 \text{ kN/cm}^2$

Armatura: B 500B  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$

$b_{pl} = 100 \text{ cm}, \quad h_{pl} = 15 \text{ cm}$

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

$d_1 = 3 \text{ cm} \quad d = 12 \text{ cm}$

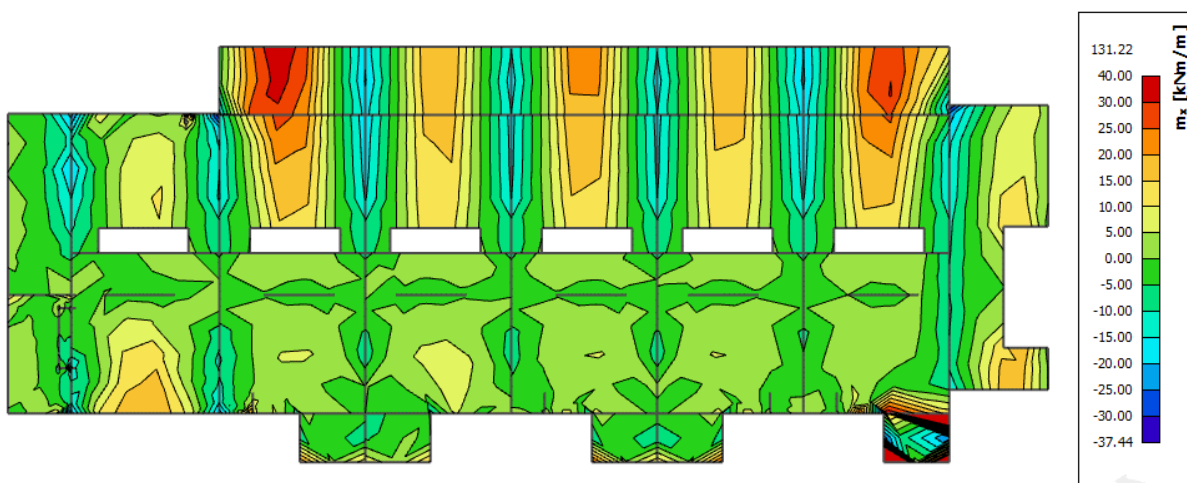
$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 12^2 \cdot 2 = 45.79 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 12 \cdot 43.48$$

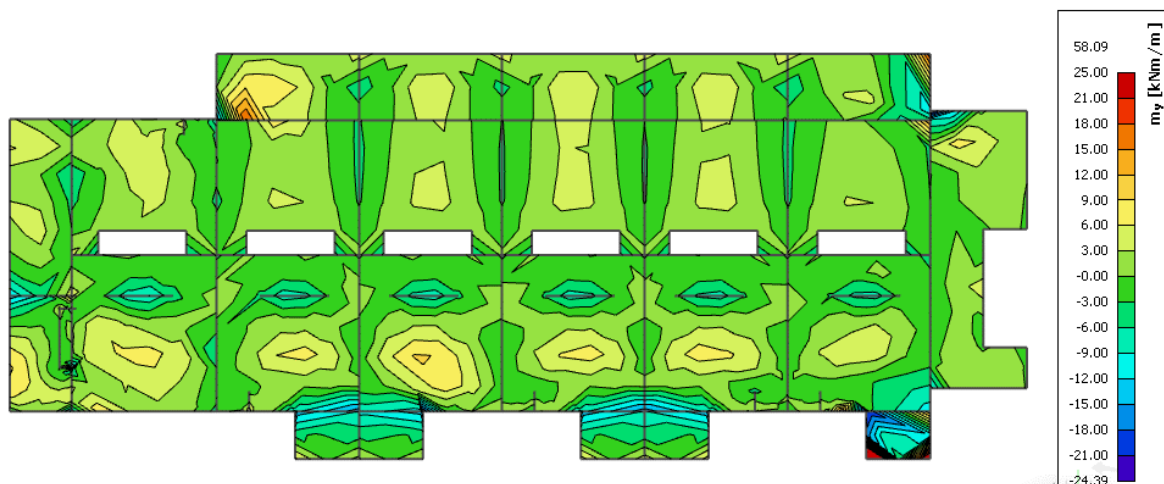
$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = 0.1 \cdot 100 \cdot \frac{15}{100} = 1.5 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = 2.0 \cdot 100 \cdot \frac{15}{100} = 30.0 \text{ cm}^2$$

#### Proračun u polju



Slika 11.18 Prikaz momenata savijanja –  $m_x$

Slika 11.19 Prikaz momenata savijanja –  $m_y$ 

### Proračun za kritične presjeke

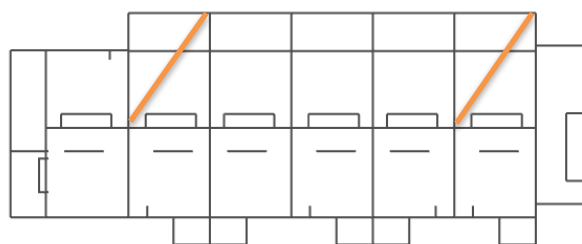
$$M_{Ed,max} = 40.00 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{4000}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.139$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 3.1 \text{ ‰}$$

$$\zeta = 0.904 \quad \xi = 0.237$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{4000}{0.904 \cdot 12 \cdot 43.48} = 8.48 \text{ cm}^2$$



Slika 11.20 Prikaz kritičnih presjeka

Odabrana armatura: **Q – 785** + preklop 40 cm ( $A_s = 9.31 \text{ cm}^2$ )

### Proračun za ostale dijelove ploče u polju

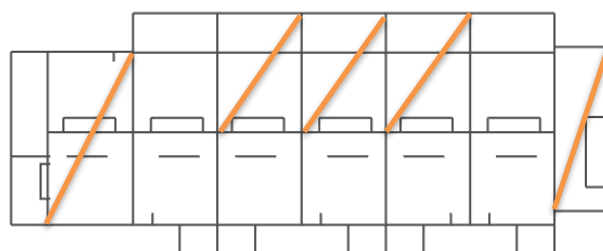
$$M_{Ed,max} = 25.00 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2500}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.087$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 2.0 \text{ ‰}$$

$$\zeta = 0.938 \quad \xi = 0.167$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2500}{0.938 \cdot 12 \cdot 43.48} = 5.11 \text{ cm}^2$$



Slika 11.21 Prikaz ploča armiranih sa mrežom Q -503

Odabrana armatura: **Q – 503** + preklop 40 cm ( $A_s = 5.97 \text{ cm}^2$ )

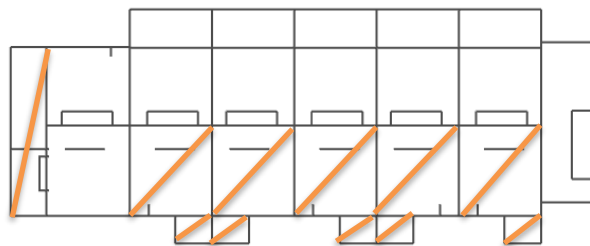
$$M_{Ed,max} = 10.00 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1000}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.035$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1.1 \text{ ‰}$$

$$\zeta = 0.965 \quad \xi = 0.099$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1000}{0.965 \cdot 12 \cdot 43.48} = 1.99 \text{ cm}^2$$

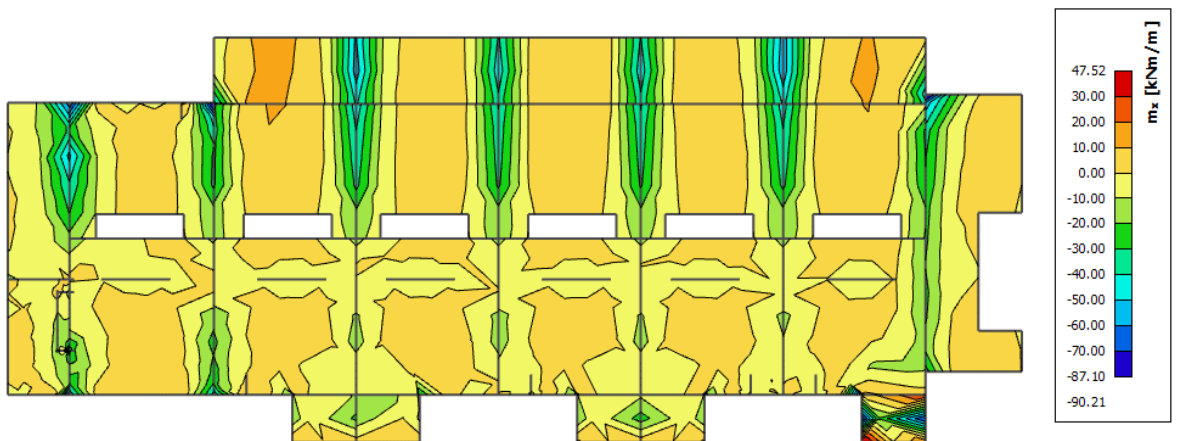


Slika 11.22 Prikaz ploča armiranih sa mrežom Q -283

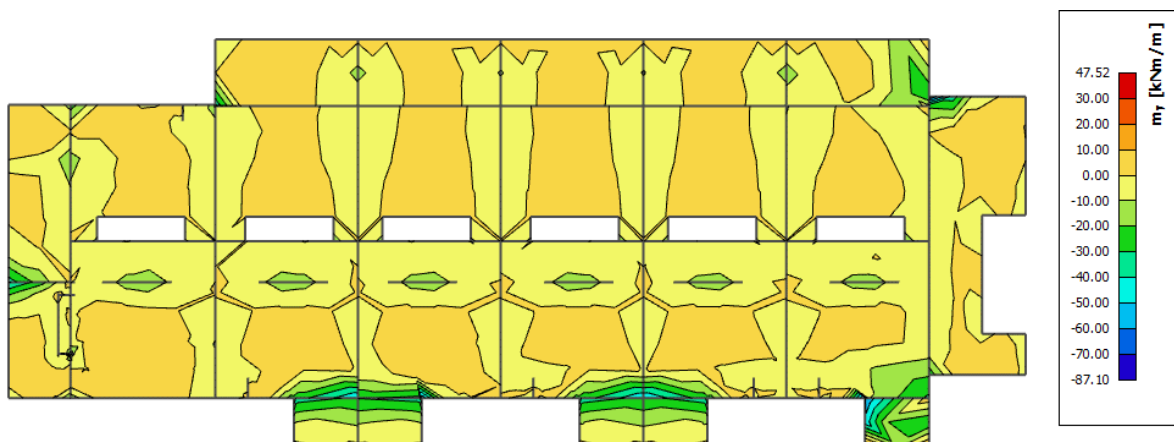
Odabrana armatura: **Q – 283** + preklop 40 cm ( $A_s = 3.36 \text{ cm}^2$ )

Napomena. Armaturene mreže odabrane su na temelju potrebnih površina armature  $A_{s1}$  koje su za svaku od mreža prikazane u tablicama na stranici 76.

### Proračun na ležaju



Slika 11.23 Prikaz momenata savijanja -  $m_x$



Slika 11.24 Prikaz momenata savijanja –  $m_y$

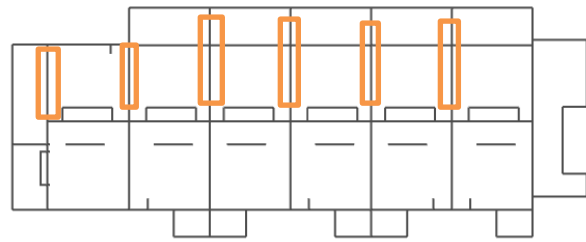
**Proračun u kritičnim presjecima**

$$M_{Ed,max} = 50.00 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{5000}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.173$$

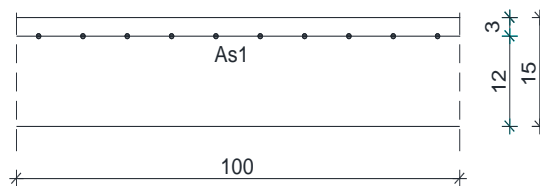
$$\mu_{sd} > \mu_{sd,lim} = 0.159$$

→ Dvostruko armirani presjek



Slika 11.25 Prikaz kritičnih presjeka

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



Vlačna armatura

$$A_{s1} = \frac{M_{Rd,lim}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} + \frac{M_{Ed,max} - M_{Rd,lim}}{(d - d_2) \cdot f_{yd}} = \frac{4579}{0.892 \cdot 12 \cdot 43.48} + \frac{5000 - 4579}{(12 - 3) \cdot 43.48}$$

$$A_{s1} = 10.91 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **R - 785 + 3φ14** ( $A_s = 12.47 \text{ cm}^2$ )

Tlačna armatura:

$$A_{s2} = \frac{M_{Ed,max} - M_{Rd,lim}}{(d - d_2) \cdot f_{yd}} = 1.08 \text{ cm}^2$$

Napomena:

Za armaturu donje zone na ovim pozicijama odabrano je  $A_s = 3.36 \text{ cm}^2$ . S obzirom da potrebna količina armature za donju zonu iznosi  $A_s = 1.99 \text{ cm}^2$  nije potrebno dodavati dodatnu vlačnu armaturu jer je navedena razlika od  $1.37 \text{ cm}^2$  veća od potrebne tlačne armature na ležajevima.

**Proračun u ostalim presjecima na ležajevima**

$$M_{Ed,max} = 20.00 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2000}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.069$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2000}{0.947 \cdot 12 \cdot 43.48} = 4.05 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **R - 385 + preklop 40 cm** ( $A_s = 4.57 \text{ cm}^2$ )



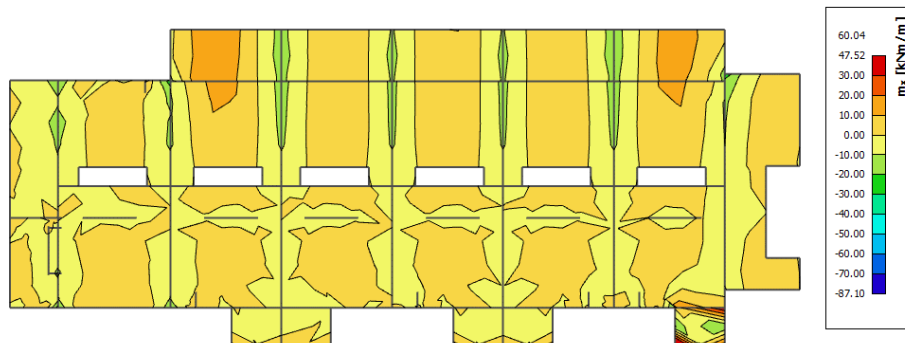
### 11.3.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče

#### Pukotine

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

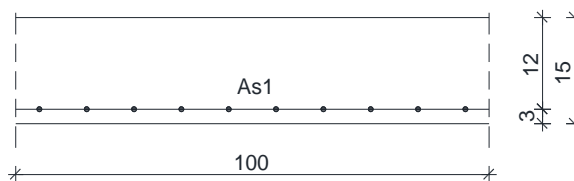
Granična vrijednost širine pukotine za AB konstrukcije :  $w_g = 0.3 \text{ mm}$  (EC-2)

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

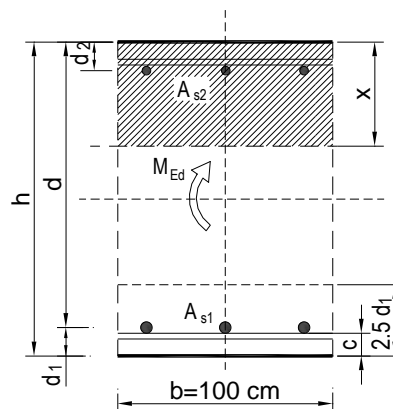


Slika 11.26 – Maksimalni momenti savijanja -GSU

Maksimalni eksploatacijski ( radni ) moment u polju za kritični presjek :  $M_{Ed} = 20.00 \text{ kNm}$   
 Armatura ploče donja zona za kritični presjek: Q – 785 + preklop 40 cm ( $A_s = 9.31 \text{ cm}^2$ )



$b =$	100,0 cm	$d =$	12,0 cm	$h =$	15,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	9,31 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	20,00 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	196,29 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,01 cm	$r_{p,eff} =$	0,0124		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,000479	$< 0.6 \cdot s_s / E_s =$	0,000589		
$\varnothing =$	10,0 mm	$c =$	2,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	204,95 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,121 \text{ mm} < w_g$					



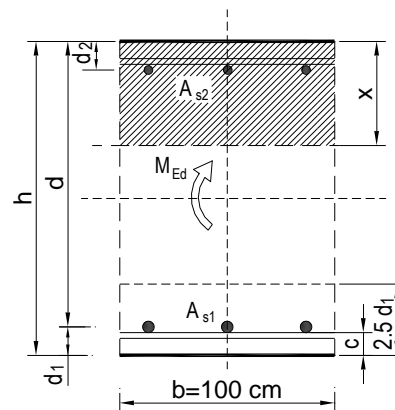
**Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.121 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da odabrana armatura zadovoljava.**

Maksimalni eksploatacijski ( radni ) moment u polju :  $M_{Ed} = 20.00 \text{ kNm}$

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

$b =$	100,0 cm	$d =$	12,0 cm	$h =$	15,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	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>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	20,00 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	301,03 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,01 cm	$r_{p,eff} =$	0,0080		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000742	$< 0.6 \cdot s_s / E_s =$	0,000903		
$\emptyset =$	8,0 mm	$c =$	2,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	238,85 mm				

$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,216 \text{ mm} < w_g$



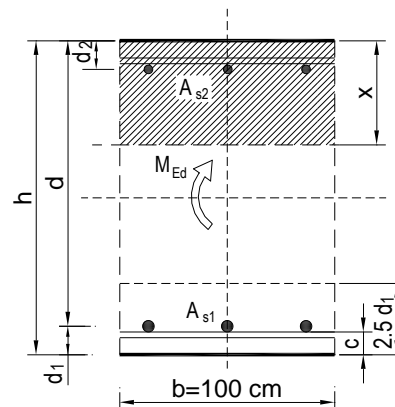
**Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.216 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da odabrana armatura zadovoljava.**

Maksimalni eksploatacijski ( radni ) moment za ostale presjeke u polju :  $M_{Ed} = 10.00 \text{ kNm}$

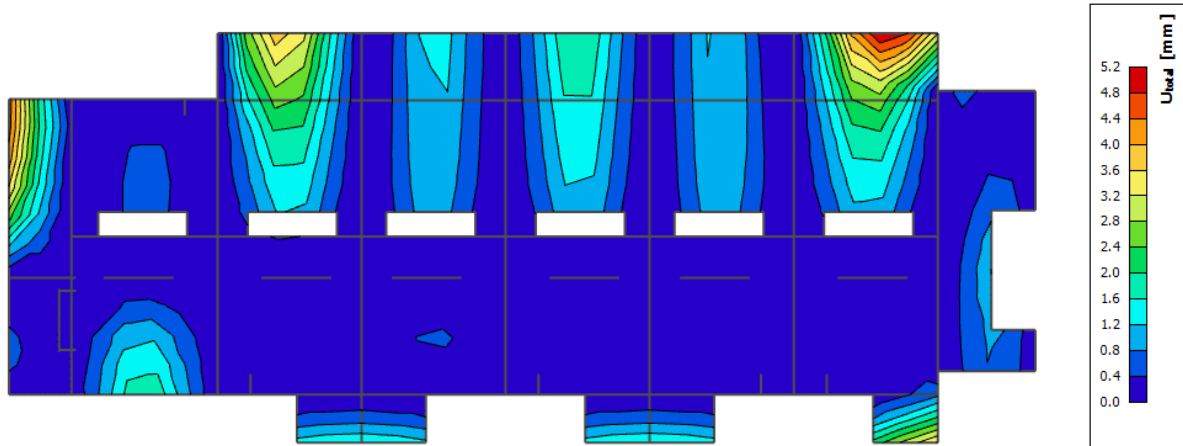
Armatura ploče donja zona : Q – 283 + preklop 40 cm ( $A_s = 3.36 \text{ cm}^2$ )

$b =$	100,0 cm	$d =$	12,0 cm	$h =$	15,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,36 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
$M_{Ed} =$	10,00 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	262,78 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,01 cm	$r_{p,eff} =$	0,0045		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	-0,000015	$< 0.6 \cdot s_s / E_s =$	0,000788		
$\emptyset =$	6,0 mm	$c =$	2,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	295,68 mm				

$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,233 \text{ mm} < w_g$



**Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.233 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da odabrana armatura zadovoljava.**

**Progibi**

Slika 11.27 Prikaz progiba - GSU

Granična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{150} = \frac{235}{150} = 1.57 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0.52 \text{ cm}$

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

$$A_c = b \times h = 100 \times 15 = 1500 \text{ cm}^2$$

$$u_c = 2 \times (b + h) = 2 \times (100 + 15) = 230 \text{ cm}$$

$$h_0 = 2 \cdot A_c / u = 2 \cdot 1500 / 230 = 13.04 \text{ cm} = 130.4 \text{ mm} \text{ srednji polumjer konstrukcijskog elementa}$$

RH=80% → vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{130.4}} = 1.39 \quad \text{koef. utjecaja relativne vlažnosti RH}$$

$$f_{cm} = f_{ck} + \Delta f = 30 + 8 = 38 \text{ MPa} \quad \text{srednja tlačna čvrstoća betona klase C 30/37}$$

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{38}} = 2.725 \quad \text{koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje}$$

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

$$\beta_H = 1.5 \times \left[ 1 + (0.012 \times RH)^{18} \right] \times h_0 + 250 = 1.5 \times \left[ 1 + (0.012 \times 80)^{18} \right] \times 130.4 + 250 = 539.41$$

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

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

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

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

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

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

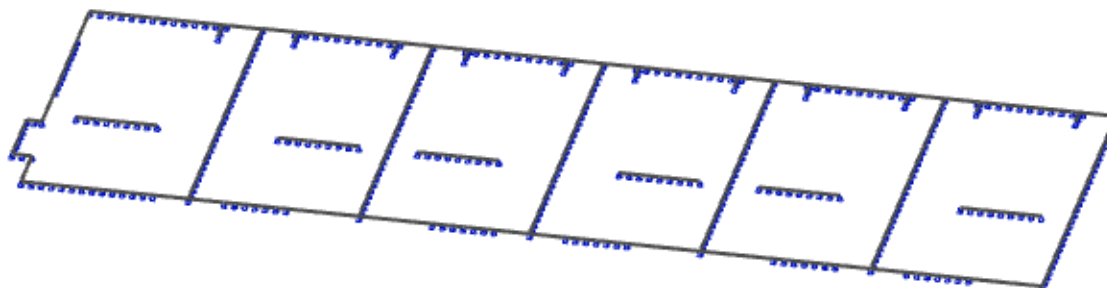
$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{3.36} = 0.85$$

$$f_d = 1.85 \cdot 0.85 \cdot 0.13 = 0.204 \text{ cm}$$

$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.52 + 0.204 = 0.724 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 1.57 \text{ cm}$$

$\rightarrow$  Odabrane dimenzije ploče i armatura zadovoljavaju u pogledu progiba.

### 11.4 Lijeva zgrada- proračun ploče pozicije 1000 ( proračun ploče krova)



Slika 11.28 Prikaz modela i rubnih uvjeta

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

Beton: C 30/37  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa};$   $f_{cd} = 2.0 \text{ kN/cm}^2$   
 Armatura: B 500B  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa};$   $f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$

$$b_{pl} = 100 \text{ cm}, \quad h_{pl} = 15 \text{ cm}$$

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

$$d_1 = 3 \text{ cm} \quad d = 12 \text{ cm}$$

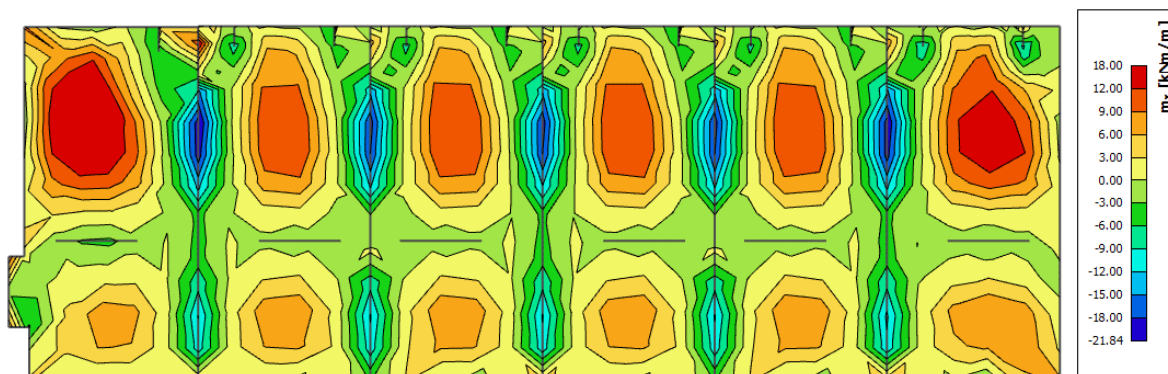
$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 12^2 \cdot 2 = 45.79 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 12 \cdot 43.48$$

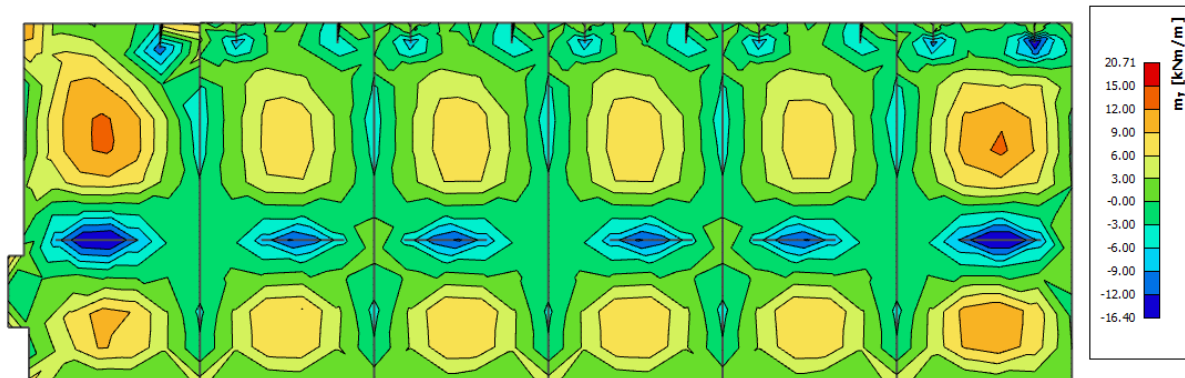
$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = 0.1 \cdot 100 \cdot \frac{15}{100} = 1.5 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = 2.0 \cdot 100 \cdot \frac{15}{100} = 30.0 \text{ cm}^2$$

#### Proračun u polju



Slika 11.29 Prikaz momenata savijanja –  $m_x$



Slika 11.30 Prikaz momenata savijanja - my

### Proračun za kritične presjeka

$$M_{Ed,max} = 20.71 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2045}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.071$$

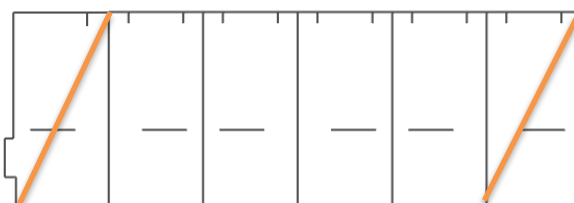
$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1.7 \text{ ‰}$$

$$\zeta = 0.947 \quad \xi = 0.145$$

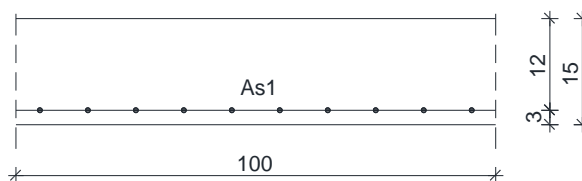
$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2071}{0.947 \cdot 12 \cdot 43.48} = 4.19 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q – 424** + preklop 40 cm ( $A_s = 5.03 \text{ cm}^2$ )

Slika 11.31 Prikaz kritičnih presjeka



### Proračun u ostalim presjecima u polju



$$M_{Ed,max} = 12.00 \text{ kNm/m'}$$

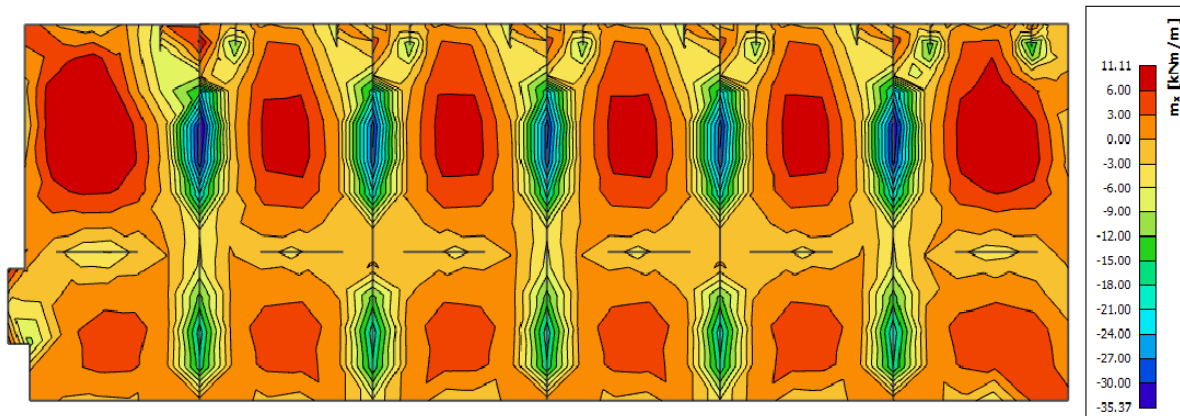
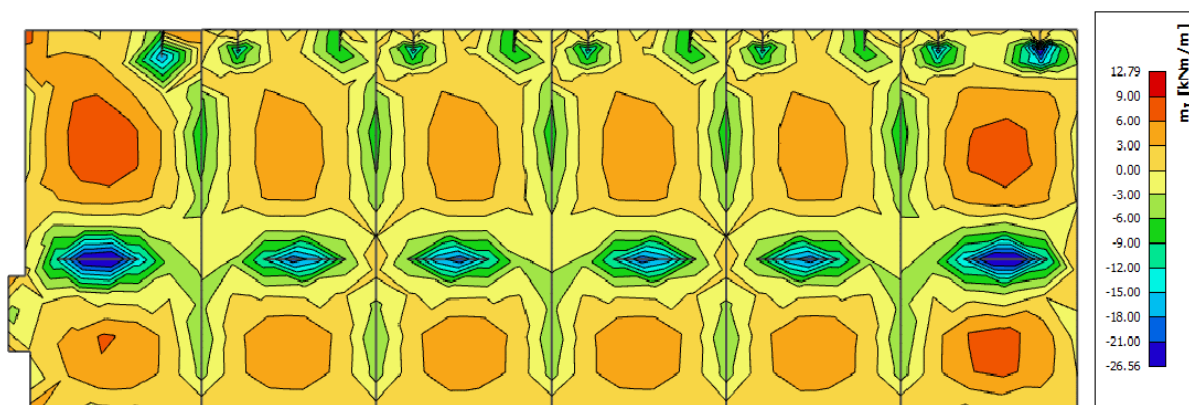
$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1200}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.042$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1200}{0.962 \cdot 12 \cdot 43.48} = 2.39 \text{ cm}^2$$

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

## Proračun na ležaju

Slika 11.32 Prikaz momenata savijanja –  $m_x$ Slika 11.33 Prikaz momenata savijanja –  $m_y$ 

$$M_{Ed,max} = 35.37 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3537}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.123$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 2.7 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.916 \quad \xi = 0.213$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3537}{0.916 \cdot 12 \cdot 43.48} = 7.40 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **R – 785** + preklop 40 cm ( $A_s = 9.31 \text{ cm}^2$ )

Napomena. Armaturene mreže odabrane su na temelju potrebnih površina armature  $A_{s1}$  koje su za svaku od mreža prikazane u tablicama na stranici 76.

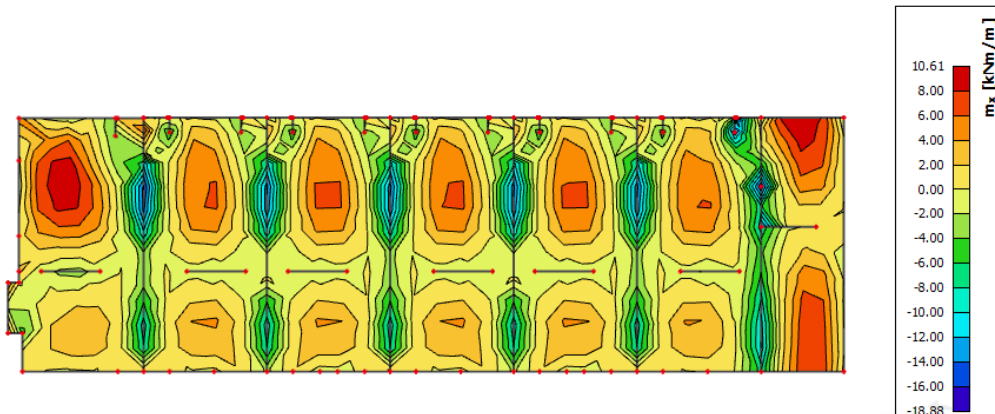
### 11.4.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče

#### Pukotine

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

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

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

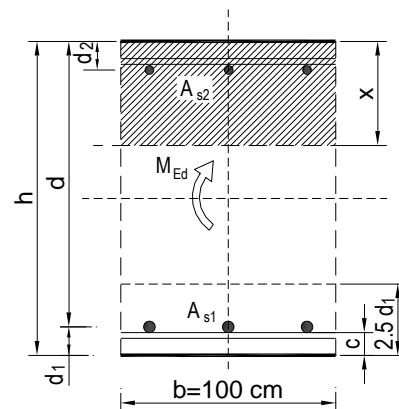


Slika 11.34 Maksimalni momenti savijanja –GSU

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju za kritične presjeke :  $M_{Ed} = 10.61 \text{ kNm/m}$   
 Armatura ploče donja zona za kritične presjeke: Q – 424 + preklop 40 cm ( $A_s = 5.03 \text{ cm}^2$ )



$b =$	100,0 cm	$d =$	12,0 cm	$h =$	15,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	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>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	10,61 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	188,47 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,01 cm	$r_{p,\text{eff}} =$	0,0067		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,000043	$< 0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000565		
$\varnothing =$	9,0 mm	$c =$	2,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,\max} =$	296,13 mm				
$w_k = s_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,167 \text{ mm} < w_g$					



**Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.167 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da odabrana armatura zadovoljava.**

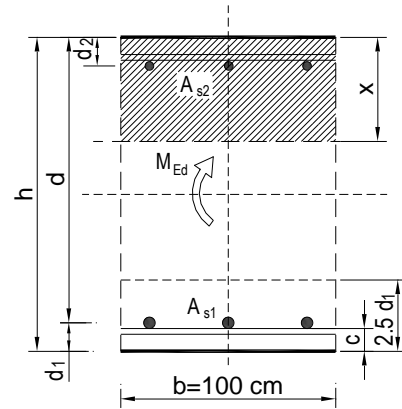


Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju za ostale presjeke :  $M_{Ed} = 8.00 \text{ kNm/m}$

Armatura ploče donja zona za ostale presjeke: Q – 257 + preklop 40 cm ( $A_s = 3.05 \text{ cm}^2$ )

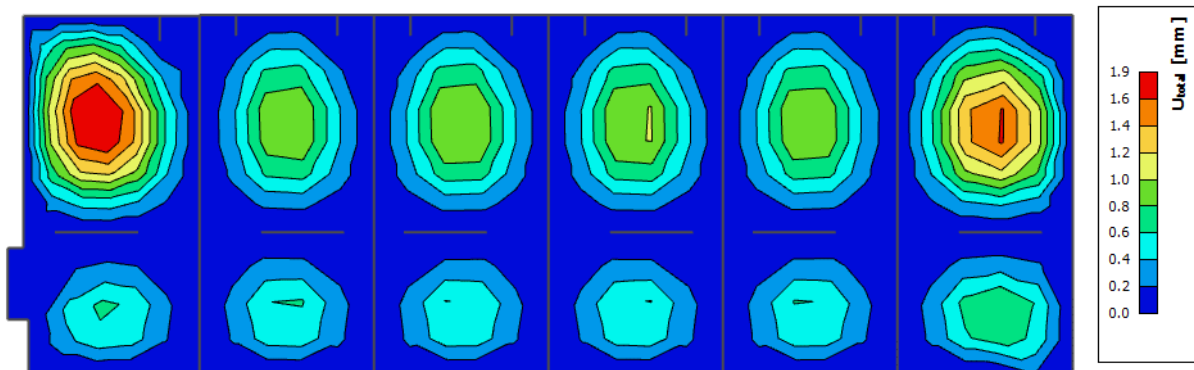
$b =$	100,0 cm	$d =$	12,0 cm	$h =$	15,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,05 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	8,00 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	230,99 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,01 cm	$r_{p,eff} =$	0,0041		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	-0,000305	$< 0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000693		
$\emptyset =$	7,0 mm	$c =$	2,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	360,62 mm				

$$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,250 \text{ mm} < w_g$$



**Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.250 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da odabrana armatura zadovoljava.**

### Progibi



Slika 11.35. Prikaz progiba - GSU

Granična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{515}{250} = 2.06 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0.19 \text{ cm}$

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

$$A_c = b \times h = 100 \times 15 = 1500 \text{ cm}^2$$

$$u_c = 2 \times (b + h) = 2 \times (100 + 15) = 230 \text{ cm}$$

$$h_0 = 2 \cdot A_c / u = 2 \cdot 1500 / 230 = 13.04 \text{ cm} = 130.4 \text{ mm} \text{ srednji polumjer konstrukcijskog elementa}$$

RH=80% → vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{130.4}} = 1.39 \quad \text{koef. utjecaja relativne vlažnosti RH}$$

$$f_{cm} = f_{ck} + \Delta f = 30 + 8 = 38 \text{ MPa} \quad \text{srednja tlačna čvrstoća betona klase C 30/37}$$

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{38}} = 2.725 \quad \text{koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje}$$

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

$$\beta_H = 1.5 \times \left[ 1 + (0.012 \times RH)^{18} \right] \times h_0 + 250 = 1.5 \times \left[ 1 + (0.012 \times 80)^{18} \right] \times 130.4 + 250 = 539.41$$

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

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

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

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

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

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

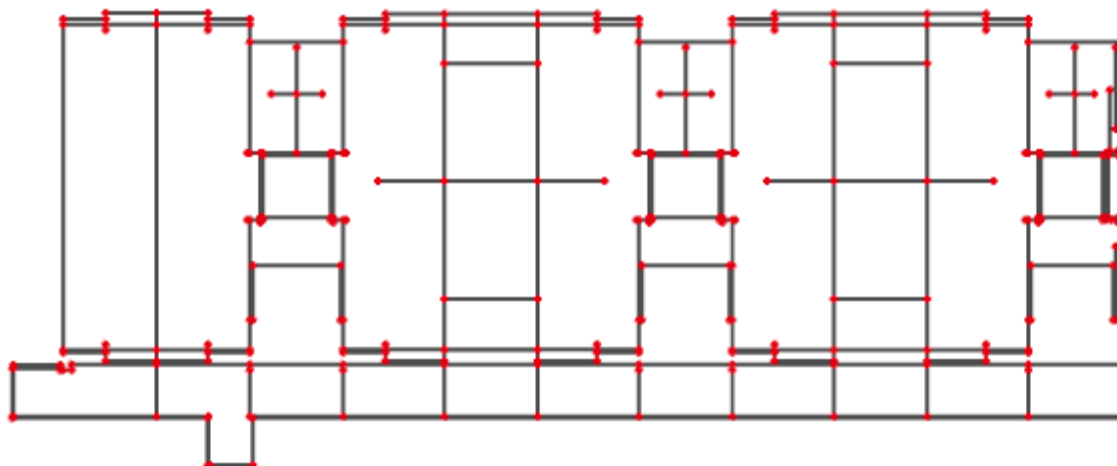
$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{5.03} = 0.85$$

$$f_d = 1.85 \cdot 0.85 \cdot 0.13 = 0.204 \text{ cm}$$

$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.19 + 0.204 = 0.394 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2.06 \text{ cm}$$

→ Odabrane dimenzije ploče i armatura zadovoljavaju u pogledu progiba.

### 11.5. Srednja zgrada – proračun ploče pozicije 400 ( ploča I. kata )



Slika 11.36 Prikaz ploče pozicije 400

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

Beton: C 30/37

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 2.0 \text{ kN/cm}^2$$

Armatura: B 500B

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$$

$$b_{pl} = 100 \text{ cm}, \quad h_{pl} = 15 \text{ cm}$$

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

$$d_1 = 3 \text{ cm} \quad d = 12 \text{ cm}$$

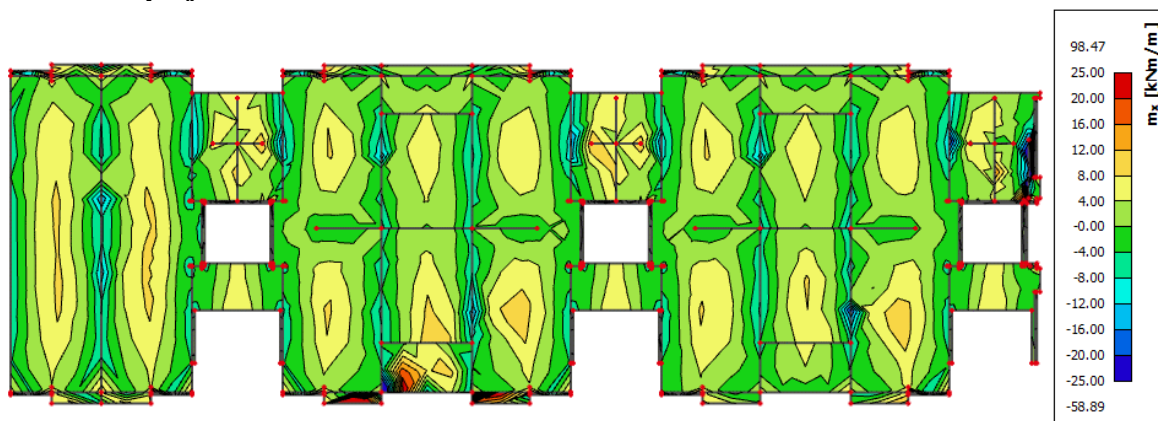
$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 12^2 \cdot 2 = 45.79 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 12 \cdot 43.48$$

$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = 0.1 \cdot 100 \cdot \frac{15}{100} = 1.5 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = 2.0 \cdot 100 \cdot \frac{15}{100} = 30.0 \text{ cm}^2$$

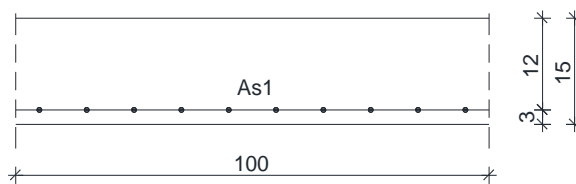
#### Proračun u polju



Slika 11.37 Prikaz momenata savijanja – mx



Slika 11.38 Prikaz momenata savijanja – my



$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed,max}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1200}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.042$$

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

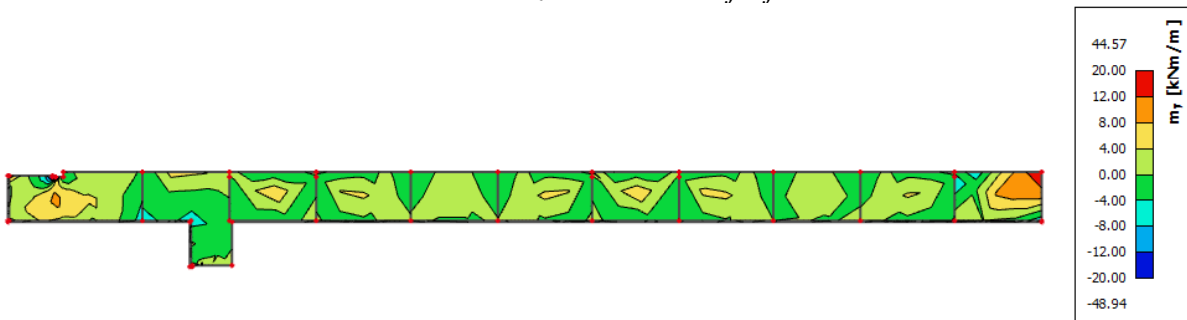
$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1200}{0.962 \cdot 12 \cdot 43.48} = 2.39 \text{ cm}^2$$

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

**Terasa**



Slika 11.39 Prikaz momenata savijanja – mx



Slika 11.40 Prikaz momenata savijanja – my

$$M_{Ed,max} = 12.00 \text{ kNm/m'}$$

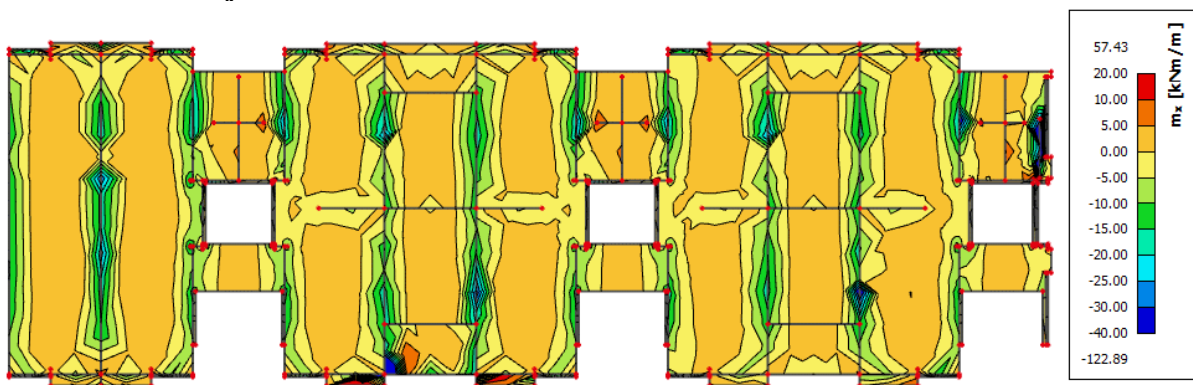
$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1200}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.042$$

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

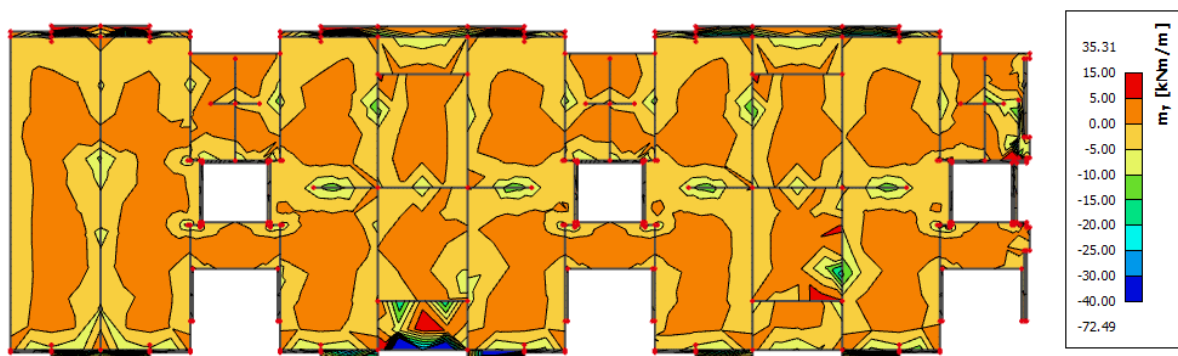
$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1200}{0.962 \cdot 12 \cdot 43.48} = 2.39 \text{ cm}^2$$

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

### Proračun na ležaju

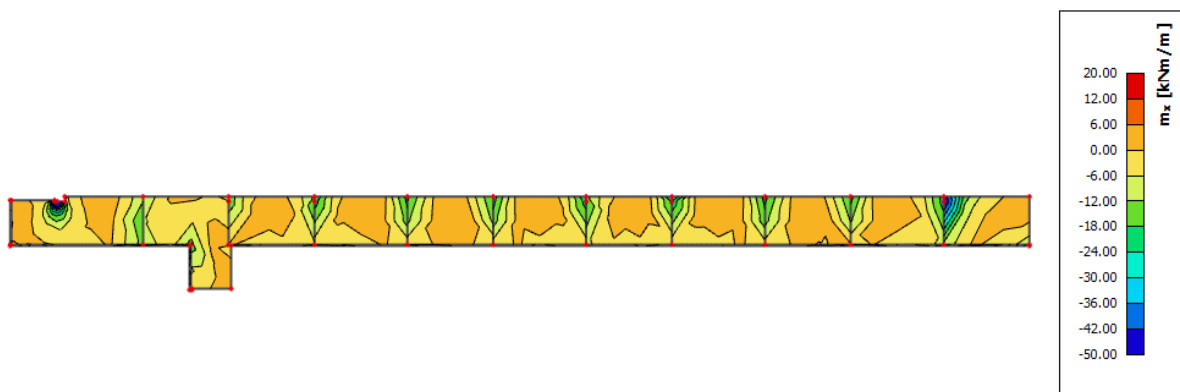


Slika 11.41 Prikaz momenata savijanja –  $m_x$

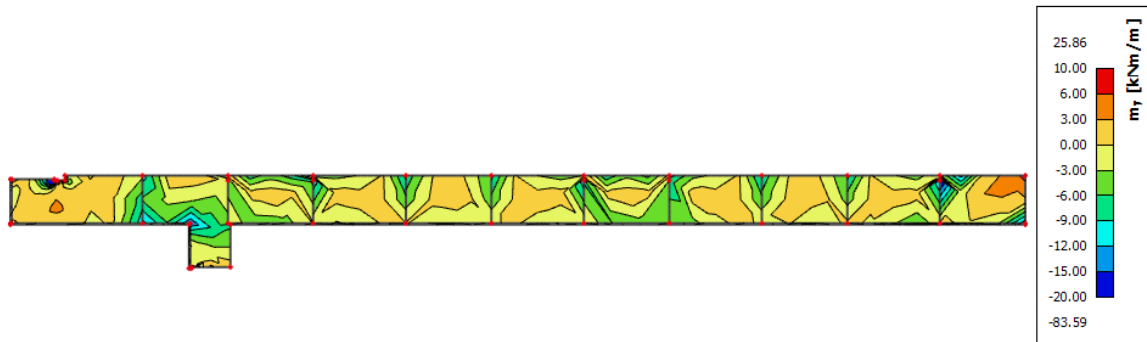
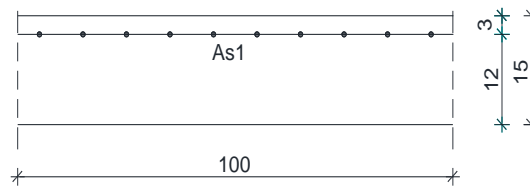


Slika 11.42 Prikaz momenata savijanja –  $m_y$

### Terasa



Slika 11.43 Prikaz momenata savijanja –  $m_x$

Slika 11.44 Prikaz momenata savijanja –  $m_y$ **Proračun međukatne konstrukcije**

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

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3000}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.104$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 2.3 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.928 \quad \xi = 0.187$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3000}{0.928 \cdot 12 \cdot 43.48} = 6.20 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **R – 636** + preklop 40 cm ( $A_s = 7.54 \text{ cm}^2$ )

**Proračun za kritični presjek – terasa**

$$M_{Ed,max} = 42.00 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{4200}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.146$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 3.2 \text{ ‰} \\ \zeta = 0.901 \quad \xi = 0.242$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{4200}{0.901 \cdot 12 \cdot 43.48} = 8.93 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **R – 785** + preklop 40 cm ( $A_s = 9.31 \text{ cm}^2$ )

**Proračun za ostatak ploče**

$$M_{Ed,max} = 24.00 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2400}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.083$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2400}{0.941 \cdot 12 \cdot 43.48} = 4.89 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **R – 503** + preklop 40 cm ( $A_s = 5.97 \text{ cm}^2$ )

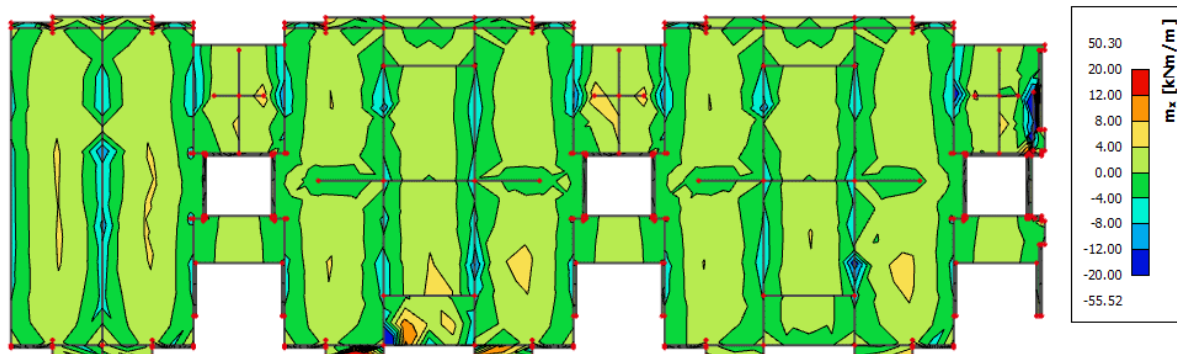
### 11.5.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče

#### Pukotine

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

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

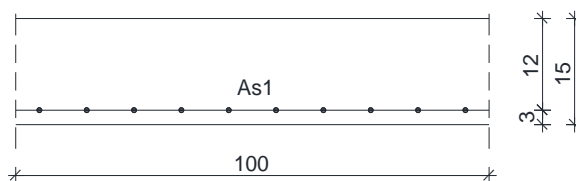
Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2) :  $w_k = S_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_g$



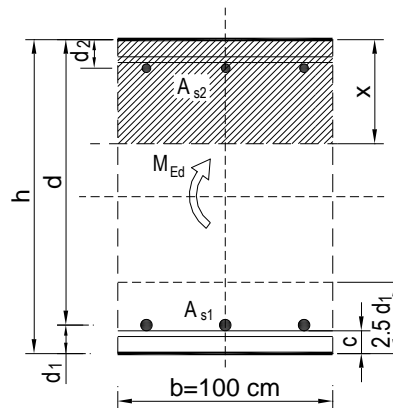
Slika 11.46– Maksimalni momenti savijanja – GSU

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju:  $M_{Ed} = 8.00 \text{ kNm/m}$

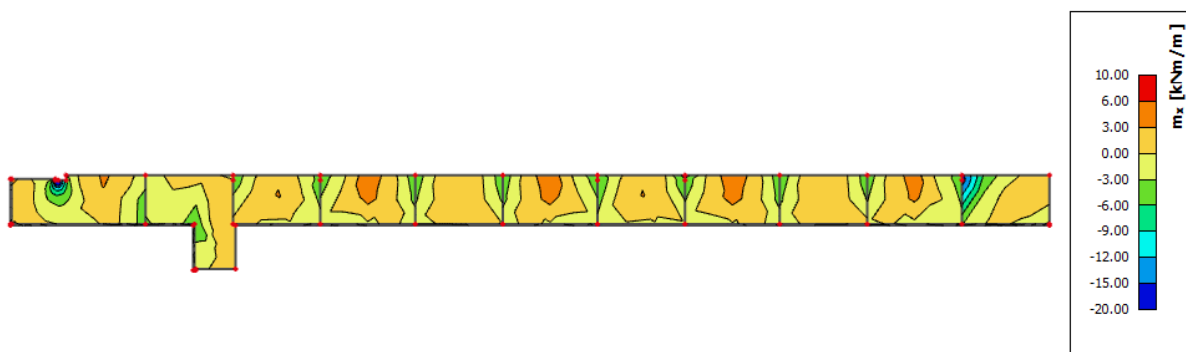
Armatura ploče donja zona: Q – 257 + preklop 40 cm ( $A_s = 3.05 \text{ cm}^2$ )



$b =$	100,0 cm	$d =$	12,0 cm	$h =$	15,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,05 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
$M_{Ed} =$	8,00 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	230,99 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,01 cm	$r_{p,\text{eff}} =$	0,0041		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	-0,000305	$< 0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000693		
$\varnothing =$	7,0 mm	$c =$	2,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$S_{r,\max} =$	360,62 mm				
$w_k = S_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,250 \text{ mm} < w_g$					



**Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.250 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da odabrana armatura zadovoljava.**

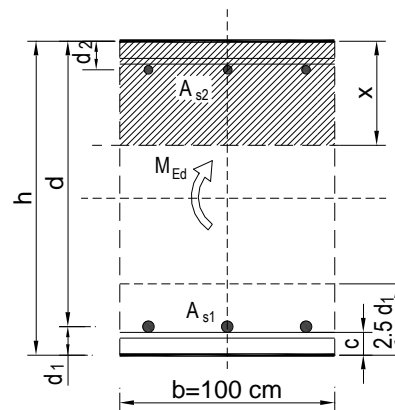


Slika 11.47 Maksimalni momenti savijanja – GSU

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju na terasi:  $M_{Ed} = 6,00 \text{ kNm/m}$

Armatura ploče donja zona - terasa: Q – 257 + preklop 40 cm ( $A_s = 3,05 \text{ cm}^2$ )

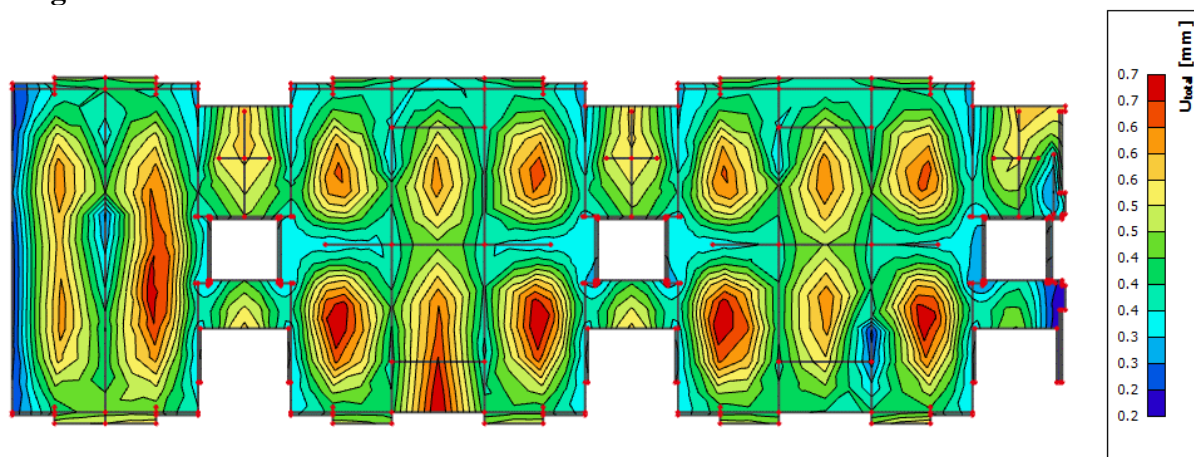
$b =$	100,0 cm	$d =$	12,0 cm	$h =$	15,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,05 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	6,00 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	173,25 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,01 cm	$r_{p,eff} =$	0,0041		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	-0,000594	$< 0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000520		
$\emptyset =$	7,0 mm	$c =$	2,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	360,62 mm				



$$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,187 \text{ mm} < w_g$$

Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.250 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da odabrana armatura zadovoljava.

### Progibi



Slika 11.48 Prikaz progiba - GSU



$$\text{Granična vrijednost progiba ploče u polju: } f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{380}{250} = 1.52 \text{ cm}$$

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

$$\text{Granična vrijednost progiba ploče terase u polju: } f_{p,dop} = \frac{l}{150} = \frac{190}{150} = 1.27 \text{ cm}$$

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

$$\text{Ukupni progib: } f_d = \Phi_0 \cdot K_r \cdot f_k$$

$$A_c = b \times h = 100 \times 15 = 1500 \text{ cm}^2$$

$$u_c = 2 \times (b + h) = 2 \times (100 + 15) = 230 \text{ cm}$$

$$h_0 = 2 \cdot A_c / u = 2 \cdot 1500 / 230 = 13.04 \text{ cm} = 130.4 \text{ mm} \text{ srednji polumjer konstrukcijskog elementa}$$

RH=80% → vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{130.4}} = 1.39 \quad \text{koef. utjecaja relativne vlažnosti RH}$$

$$f_{cm} = f_{ck} + \Delta f = 30 + 8 = 38 \text{ MPa} \quad \text{srednja tlačna čvrstoća betona klase C 30/37}$$

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{38}} = 2.725 \quad \text{koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje}$$

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

$$\beta_H = 1.5 \times \left[ 1 + (0.012 \times RH)^{18} \right] \times h_0 + 250 = 1.5 \times \left[ 1 + (0.012 \times 80)^{18} \right] \times 130.4 + 250 = 539.41$$

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

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0.488 \quad \text{koeficijenti starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana}$$

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

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

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

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

$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{3.05} = 0.85$$

$$f_d = 1.85 \cdot 0.85 \cdot 0.13 = 0.204 \text{ cm}$$

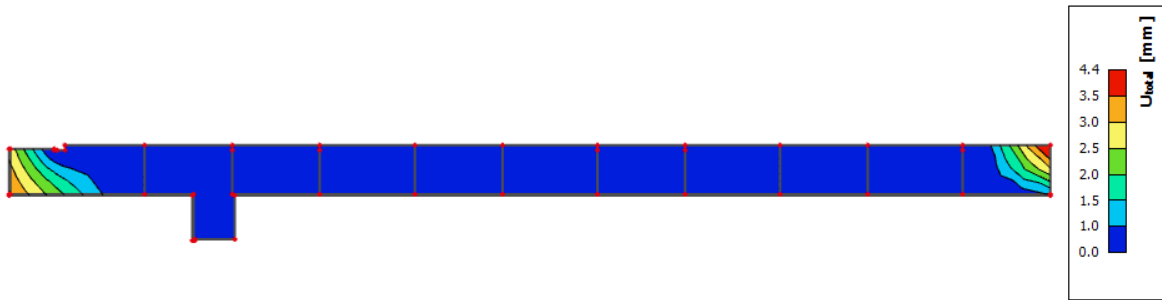
Međukatna konstrukcija:

$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.07 + 0.204 = 0.274 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 1.52 \text{ cm}$$

Terasa:

$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.07 + 0.204 = 0.274 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 1.27 \text{ cm}$$

→ Odabrane dimenzije ploče i armatura zadovoljavaju u pogledu progiba



Slika 11.49 Prikaz progiba - GSU

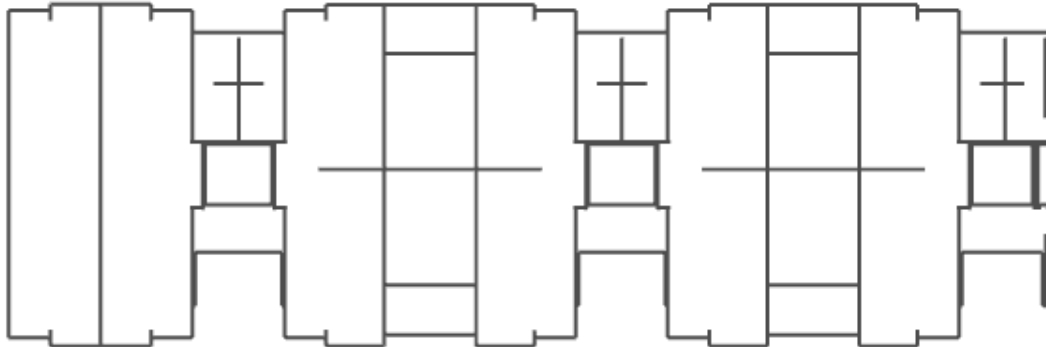
Granična vrijednost progiba ploče terase u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{150} = \frac{200}{150} = 1.33 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0.44 \text{ cm}$

$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.44 + 0.204 = 0.644 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 1.33 \text{ cm}$$

→ Odabrane dimenzije ploče i armatura zadovoljavaju u pogledu progiba

### 11.6. Srednja zgrada – proračun ploča pozicija 500, 600, 700, 800, 900 i 1000 ( ploče II., III., IV., V., VI. i VII. kata )



Slika 11.50 Prikaz ploče pozicija 500, 600, 700, 800, 900 i 1000

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

Beton: C 30/37  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa};$   $f_{cd} = 2.0 \text{ kN/cm}^2$

Armatura: B 500B  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa};$   $f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$

$$b_{pl} = 100 \text{ cm}, \quad h_{pl} = 15 \text{ cm}$$

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

$$d_1 = 3 \text{ cm} \quad d = 12 \text{ cm}$$

$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 12^2 \cdot 2 = 45.79 \text{ kNm}$$

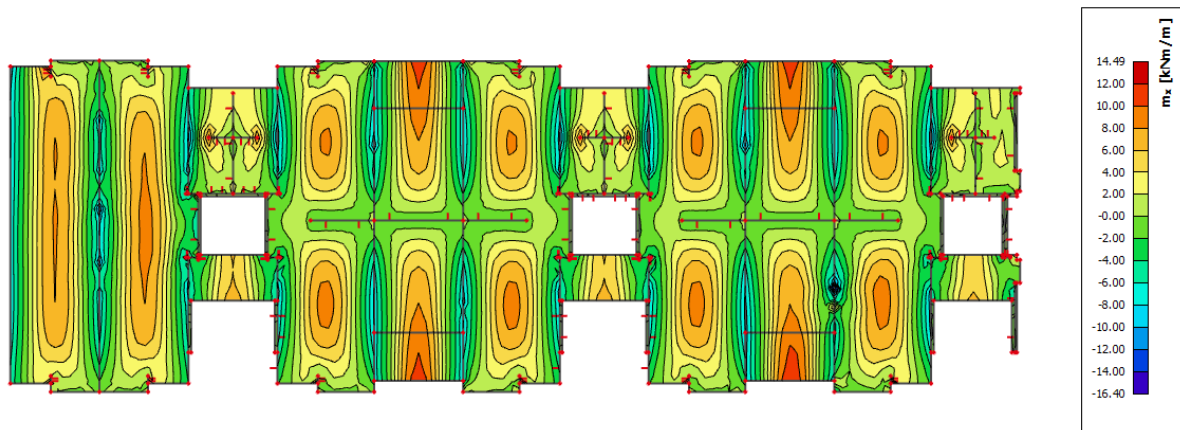
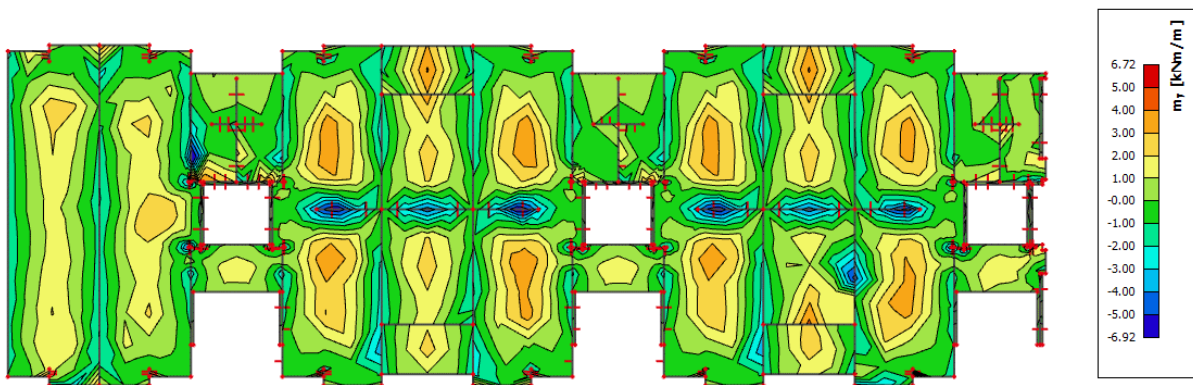
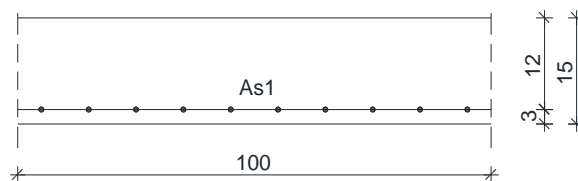
$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 12 \cdot 43.48$$

$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = 0.1 \cdot 100 \cdot \frac{15}{100} = 1.5 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = 2.0 \cdot 100 \cdot \frac{15}{100} = 30.0 \text{ cm}^2$$

Napomena. Armaturene mreže odabrane su na temelju potrebnih površina armature  $A_{s1}$  koje su za svaku od mreža prikazane u tablicama na stranici 76.

## Proračun u polju

Slika 11.51 Prikaz momenata savijanja –  $m_x$ Slika 11.52 Prikaz momenata savijanja –  $m_y$ 

$$M_{Ed,max} = 12.00 \text{ kNm/m'}$$

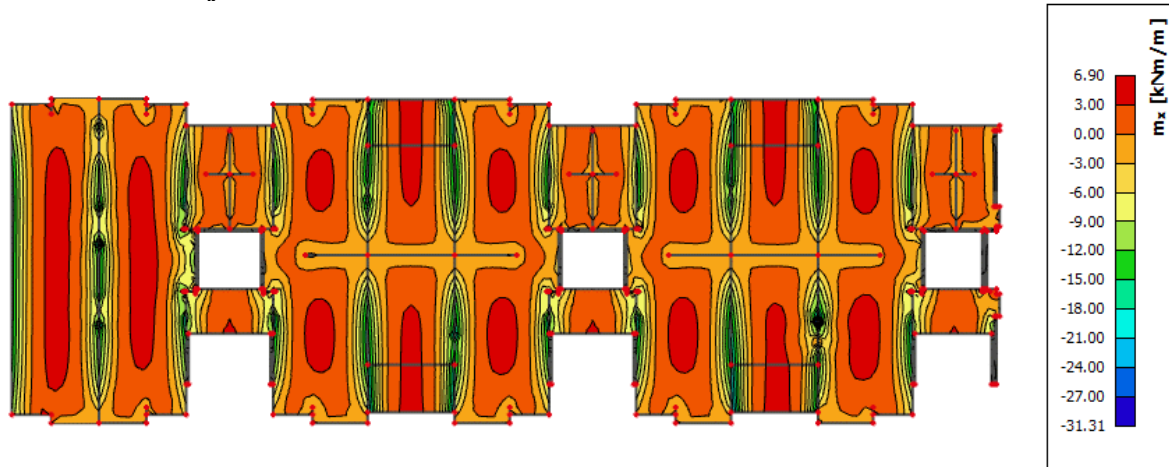
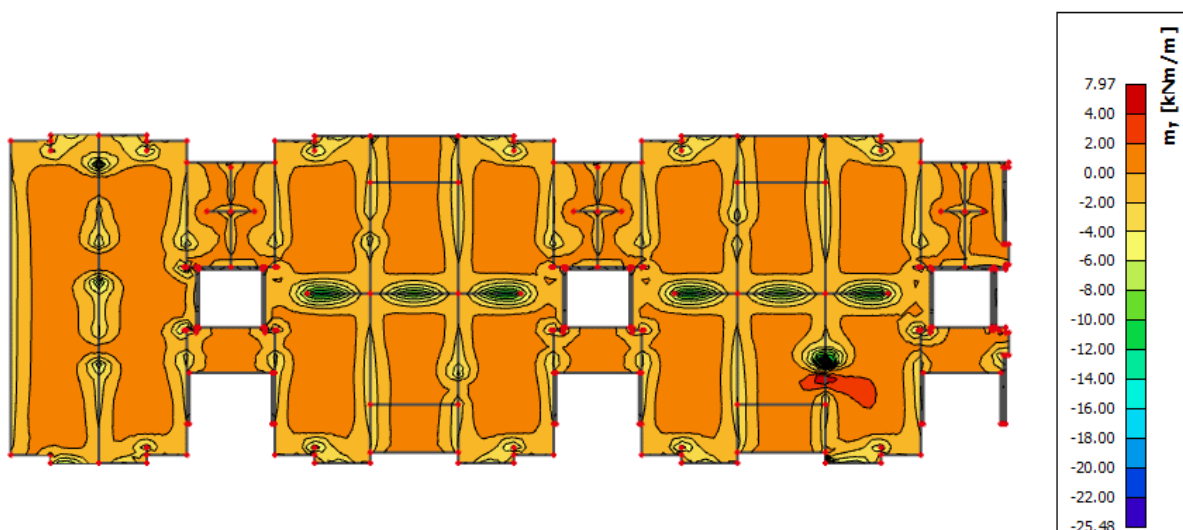
$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1200}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.042$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1200}{0.962 \cdot 12 \cdot 43.48} = 2.39 \text{ cm}^2$$

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

## Proračun na ležajevima

Slika 11.53 Prikaz momenata savijanja –  $m_x$ Slika 11.54 Prikaz momenata savijanja –  $m_y$ 

$$M_{Ed,max} = 25.48 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2548}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.088$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 2.0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.938 \quad \xi = 0.167$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2548}{0.938 \cdot 12 \cdot 43.48} = 5.21 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **R – 503** + preklap 40 cm ( $A_s = 5.97 \text{ cm}^2$ )

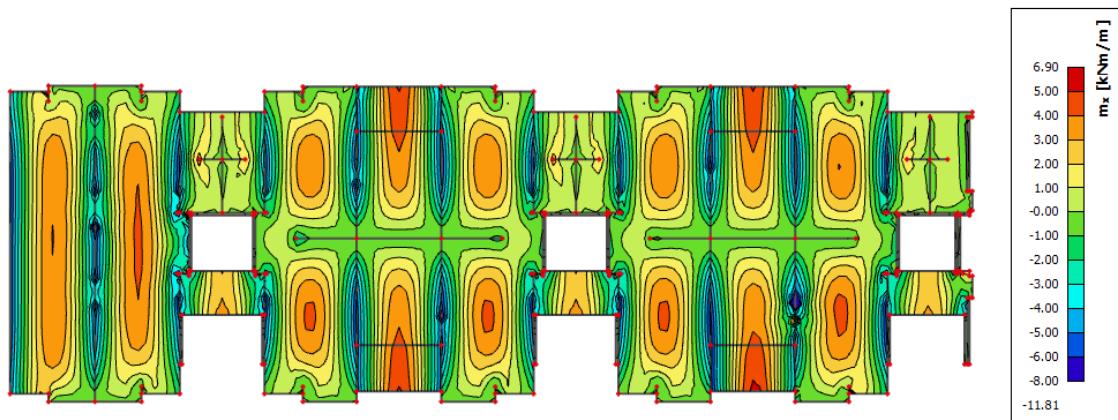
### 11.6.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče

#### Pukotine

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

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

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

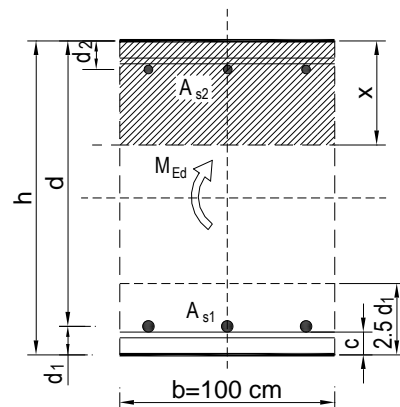


Slika 11.55 Maksimalni momenti savijanja – GSU

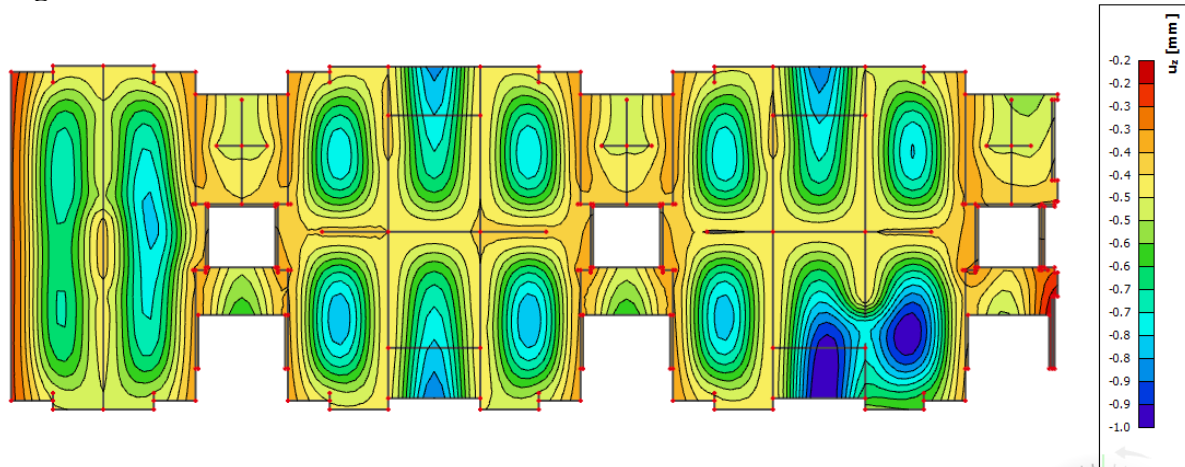
Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju za kritične presjeke :  $M_{Ed} = 6.90 \text{ kNm/m}$   
 Armatura ploče donja zona za kritične presjeke: Q – 257 + preklop 40 cm ( $A_s = 3.05 \text{ cm}^2$ )



$b =$	100,0 cm	$d =$	12,0 cm	$h =$	15,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,05 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
$M_{Ed} =$	6,90 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	199,23 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,01 cm	$r_{p,\text{eff}} =$	0,0041		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	-0,000464	$< 0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000598		
$\varnothing =$	7,0 mm	$c =$	2,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,\max} =$	360,62 mm				
$w_k = s_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,216 \text{ mm} < w_g$					



Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.216 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da odabrana armatura zadovoljava.

**Progibi**

Slika 11.56 Prikaz progiba - GSU

Granična vrijednost progiba ploče balkona:  $f_{p,dop} = \frac{l}{150} = \frac{190}{150} = 1.27 \text{ cm}$

Granična vrijednost progiba međukatne ploče:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{380}{250} = 1.52 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0.10 \text{ cm}$

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

$$A_c = b \times h = 100 \times 15 = 1500 \text{ cm}^2$$

$$u_c = 2 \times (b + h) = 2 \times (100 + 15) = 230 \text{ cm}$$

$$h_0 = 2 \cdot A_c / u = 2 \cdot 1500 / 230 = 13.04 \text{ cm} = 130.4 \text{ mm} \text{ srednji polumjer konstrukcijskog elementa}$$

RH=80% → vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{130.4}} = 1.39 \quad \text{koef. utjecaja relativne vlažnosti RH}$$

$$f_{cm} = f_{ck} + \Delta f = 30 + 8 = 38 \text{ MPa} \quad \text{srednja tlačna čvrstoća betona klase C 30/37}$$

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{38}} = 2.725 \quad \text{koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje}$$

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

$$\beta_H = 1.5 \times \left[ 1 + (0.012 \times RH)^{18} \right] \times h_0 + 250 = 1.5 \times \left[ 1 + (0.012 \times 80)^{18} \right] \times 130.4 + 250 = 539.41$$

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

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

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

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

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

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

$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{3.05} = 0.85$$

$$f_d = 1.85 \cdot 0.85 \cdot 0.13 = 0.204 \text{ cm}$$

Balkon:

$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.10 + 0.204 = 0.304 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 1.27 \text{ cm}$$

$\rightarrow$  Odabrane dimenzije ploče i armatura zadovoljavaju u pogledu progiba.

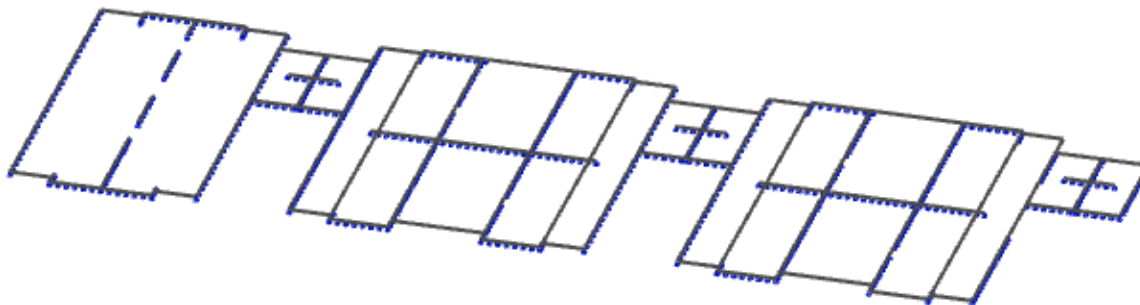
Međukatna konstrukcija:

$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.10 + 0.204 = 0.304 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 1.52 \text{ cm}$$

$\rightarrow$  Odabrane dimenzije ploče i armatura zadovoljavaju u pogledu progiba.



### 11.7. Srednja zgrada – proračun ploče pozicije 1100 ( ploča krova )



Slika 11.57 Prikaz modela i rubnih uvjeta

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

Beton: C 30/37  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 2.0 \text{ kN/cm}^2$

Armatura: B 500B  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$

$$b_{pl} = 100 \text{ cm}, \quad h_{pl} = 15 \text{ cm}$$

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

$$d_1 = 3 \text{ cm} \quad d = 12 \text{ cm}$$

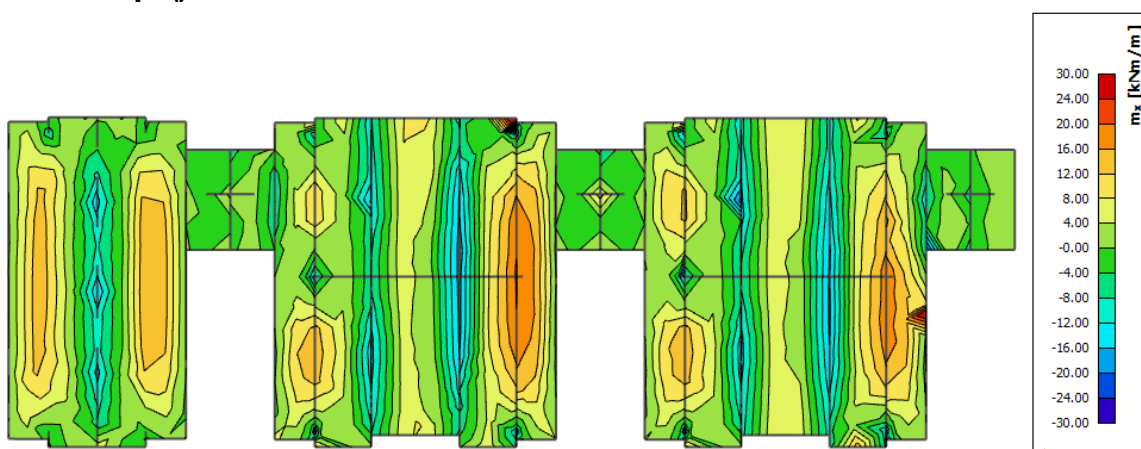
$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 12^2 \cdot 2 = 45.79 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 12 \cdot 43.48$$

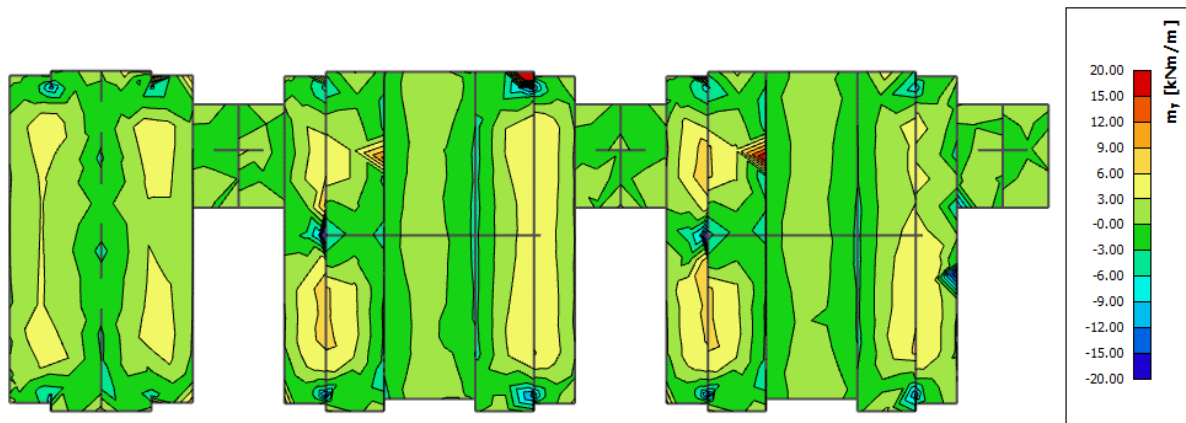
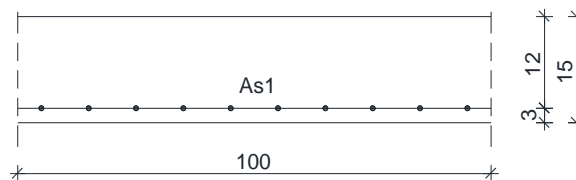
$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = 0.1 \cdot 100 \cdot \frac{15}{100} = 1.5 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = 2.0 \cdot 100 \cdot \frac{15}{100} = 30.0 \text{ cm}^2$$

#### Proračun u polju



Slika 11.58 Prikaz momenata savijanja –  $m_x$

Slika 11.59 Prikaz momenata savijanja -  $m_y$ 

$$M_{Ed,max} = 20.00 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2000}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.069$$

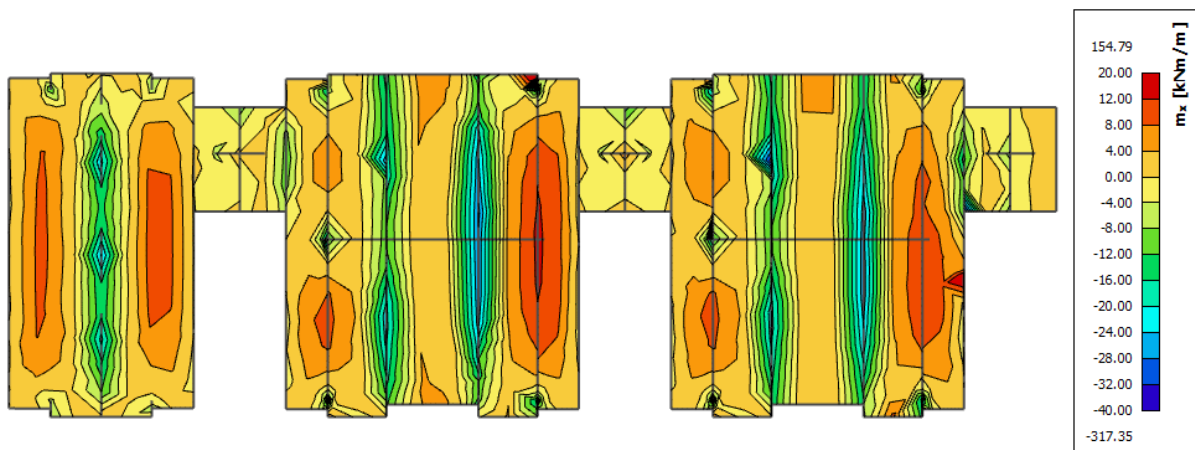
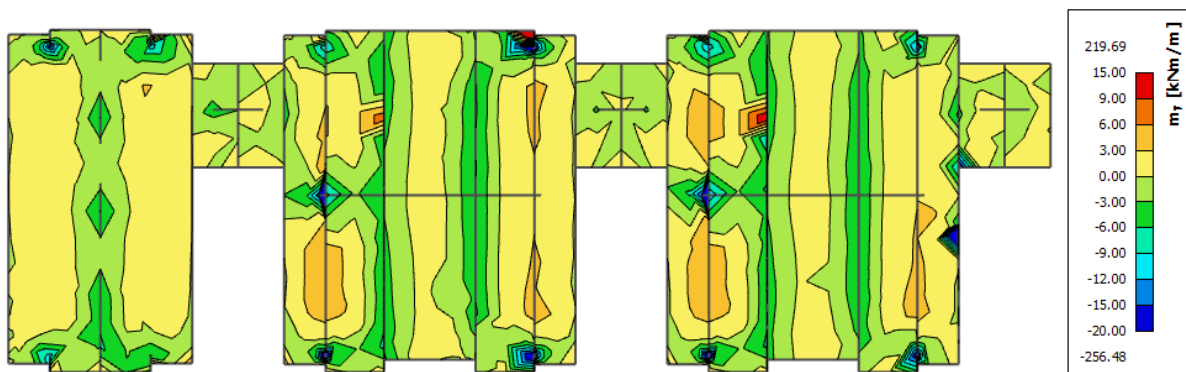
$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1.7 \text{ ‰}$$

$$\zeta = 0.947 \quad \xi = 0.145$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2000}{0.947 \cdot 12 \cdot 43.48} = 4.05 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q – 385** + preklop 40 cm ( $A_s = 4.57 \text{ cm}^2$ )

## Proračun na ležaju

Slika 11.60 Prikaz momenata savijanja –  $m_x$ Slika 11.61 Prikaz momenata savijanja –  $m_y$ 

$$M_{Ed,max} = 28.00 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2800}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.097$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2800}{0.931 \cdot 12 \cdot 43.48} = 5.76 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **R – 524** + preklap 40 cm ( $A_s = 6.21 \text{ cm}^2$ )

Napomena. Armature mreže odabrane su na temelju potrebnih površina armature  $A_{s1}$  koje su za svaku od mreža prikazane u tablicama na stranici 76.

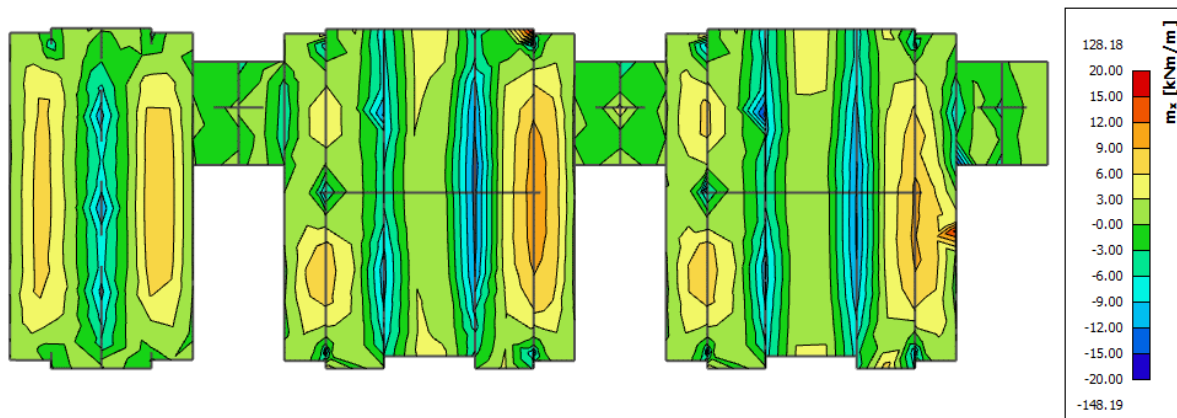
### 11.7.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče

#### Pukotine

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

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

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



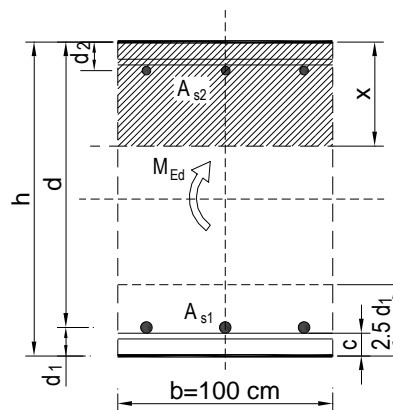
Slika 11.62 Maksimalni momenti savijanja - GSU

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju :  $M_{Ed} = 12.00 \text{ kNm/m}$

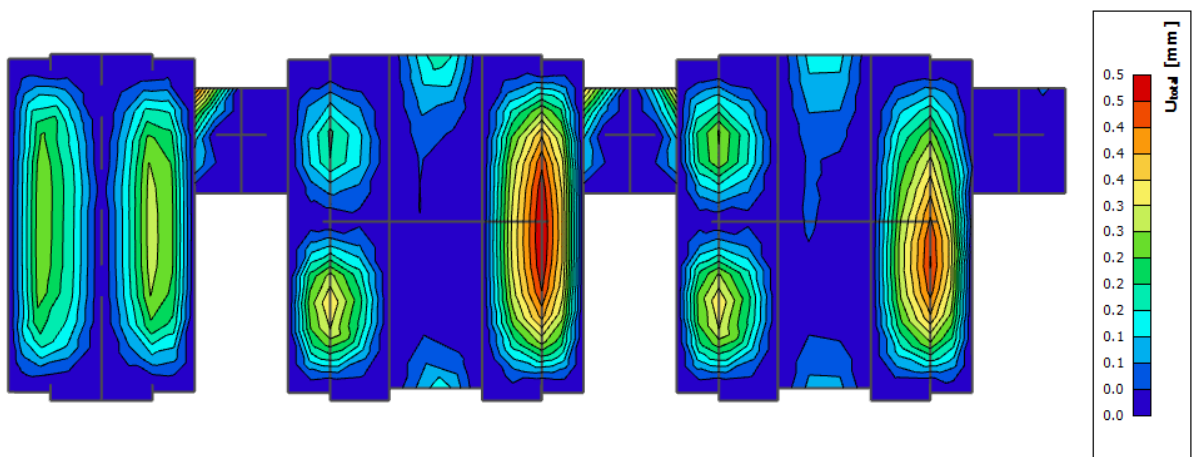
Armatura ploče donja zona: Q – 385 + preklop 40 cm ( $A_s = 4.57 \text{ cm}^2$ )



$b =$	100,0 cm	$d =$	12,0 cm	$h =$	15,0 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
$M_{Ed} =$	12,00 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	233,91 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,01 cm	$r_{p,\text{eff}} =$	0,0061		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,000184	$< 0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000702		
$\varnothing =$	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				
$w_k = s_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,185 mm $<$ $w_g$				



Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.185 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da odabrana armatura zadovoljava.

**Progibi**

Slika 11.63 Prikaz progiba - GSU

Granična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{225}{250} = 0.90 \text{ cm}$

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

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

$$A_c = b \times h = 100 \times 15 = 1500 \text{ cm}^2$$

$$u_c = 2 \times (b + h) = 2 \times (100 + 15) = 230 \text{ cm}$$

$$h_0 = 2 \cdot A_c / u = 2 \cdot 1500 / 230 = 13.04 \text{ cm} = 130.4 \text{ mm} \text{ srednji polumjer konstrukcijskog elementa}$$

RH=80% → vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{130.4}} = 1.39 \quad \text{koef. utjecaja relativne vlažnosti RH}$$

$$f_{cm} = f_{ck} + \Delta f = 30 + 8 = 38 \text{ MPa} \quad \text{srednja tlačna čvrstoća betona klase C 30/37}$$

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{38}} = 2.725 \quad \text{koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje}$$

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

$$\beta_H = 1.5 \times \left[ 1 + (0.012 \times RH)^{18} \right] \times h_0 + 250 = 1.5 \times \left[ 1 + (0.012 \times 80)^{18} \right] \times 130.4 + 250 = 539.41$$

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

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

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

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

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

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

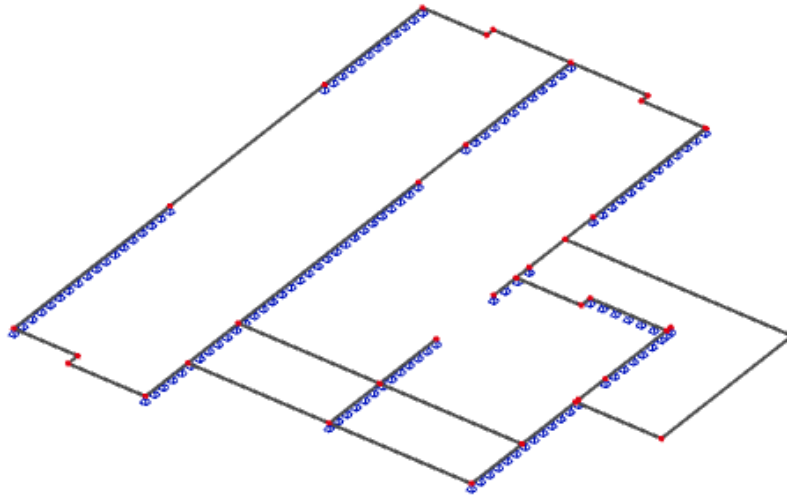
$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{4.57} = 0.85$$

$$f_d = 1.85 \cdot 0.85 \cdot 0.13 = 0.204 \text{ cm}$$

$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.50 + 0.204 = 0.704 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 0.90 \text{ cm}$$

$\rightarrow$  Odabrane dimenzije ploče i armatura zadovoljavaju u pogledu progiba.

### 11.8. Desna zgrada – proračun ploče pozicije 300 (ploča visokog prizemlja)



Slika 11.64 Prikaz modela i rubnih uvjeta

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

Beton: C 30/37  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 2.0 \text{ kN/cm}^2$

Armatura: B 500B  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$

$b_{pl} = 100 \text{ cm}, \quad h_{pl} = 15 \text{ cm}$

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

$d_1 = 3 \text{ cm} \quad d = 12 \text{ cm}$

$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 12^2 \cdot 2 = 45.79 \text{ kNm}$$

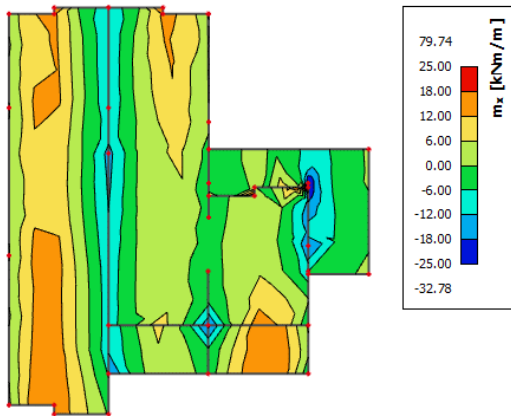
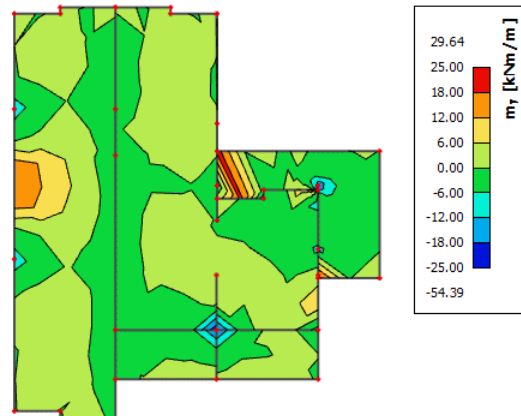
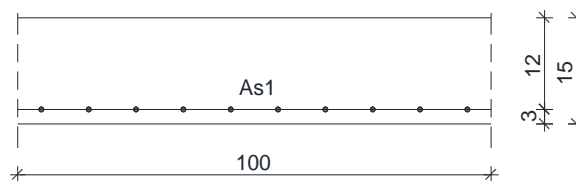
$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 12 \cdot 43.48$$

$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = 0.1 \cdot 100 \cdot \frac{15}{100} = 1.5 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = 2.0 \cdot 100 \cdot \frac{15}{100} = 30.0 \text{ cm}^2$$

Napomena. Armaturne mreže odabrane su na temelju potrebnih površina armature  $A_{s1}$  koje su za svaku od mreža prikazane u tablicama na stranici 76.

## Proračun u polju

Slika 11.65 Prikaz momenata savijanja –  $m_x$ Slika 11.66 Prikaz momenata savijanja –  $m_y$ 

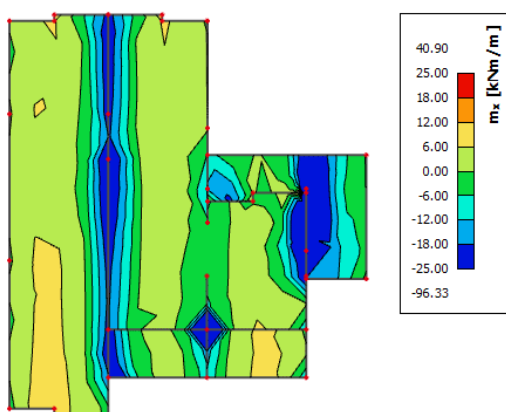
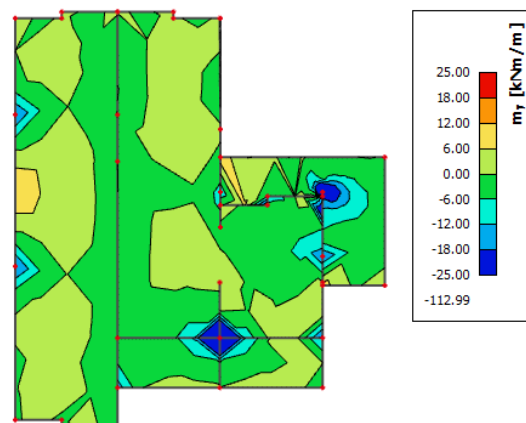
$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed,max}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1800}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.063$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1.6 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.950 \quad \xi = 0.138$$

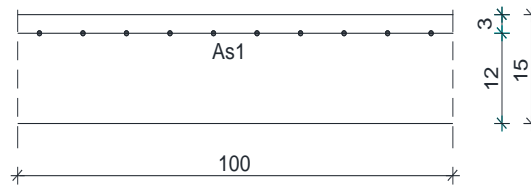
$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1800}{0.950 \cdot 12 \cdot 43.48} = 3.63 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q – 385** + preklap 40 cm ( $A_s = 4.57 \text{ cm}^2$ )

## Proračun na ležaju

Slika 11.67 Prikaz momenata savijanja –  $m_x$ Slika 11.68 Prikaz momenata savijanja –  $m_y$





$$M_{Ed,max} = 25.00 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2500}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.087$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 2.0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.938 \quad \xi = 0.167$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2500}{0.938 \cdot 12 \cdot 43.48} = 5.11 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **R – 503** + preklop 40 cm ( $A_s = 5.97 \text{ cm}^2$ )

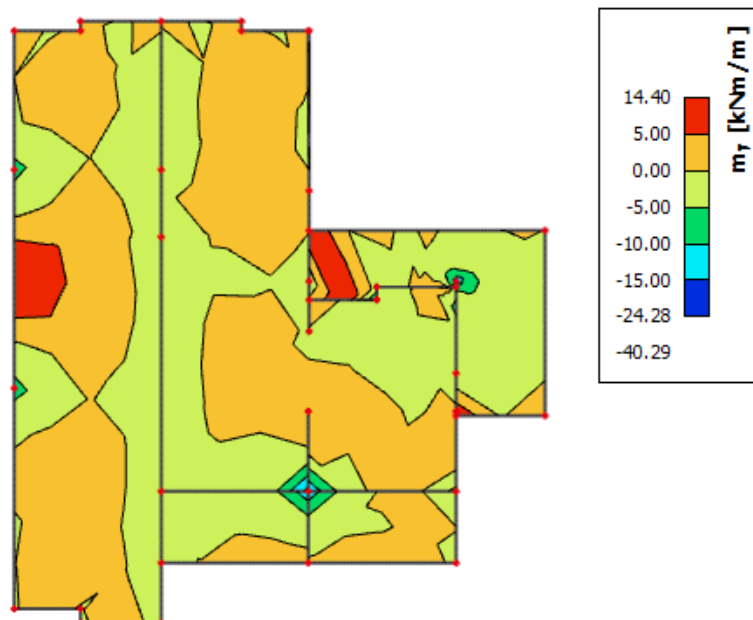
### 11.8.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče

#### Pukotine

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

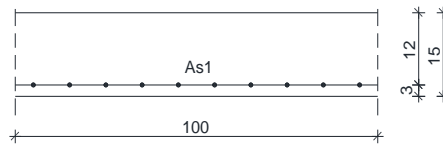
Granična vrijednost širine pukotine za AB konstrukcije :  $w_g = 0.3 \text{ mm}$  (EC-2)

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



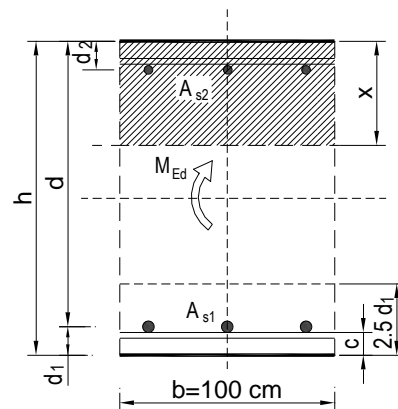
Slika 11.69 Maksimalni momenti savijanja - GSU

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju za kritične presjeke :  $M_{Ed} = 14.40 \text{ kNm/m}$   
 Armatura ploče donja zona za kritične presjeke:  $Q - 385 + \text{preklop } 40 \text{ cm}$  ( $A_s = 4.57 \text{ cm}^2$ )



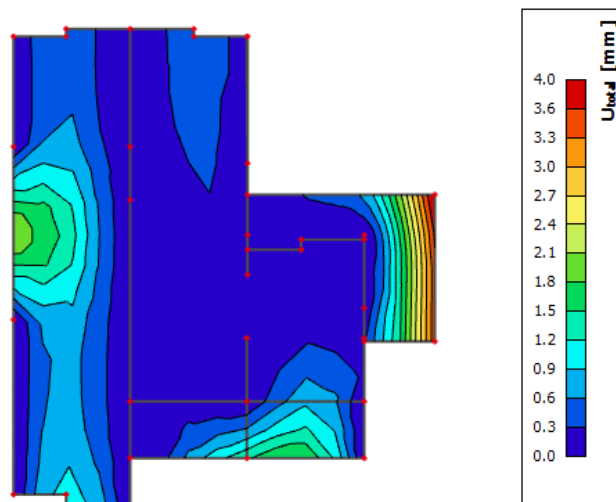
$b =$	100,0 cm	$d =$	12,0 cm	$h =$	15,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	4,57 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	14,40 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	280,69 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,01 cm	$r_{p,eff} =$	0,0061		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000417	$< 0.6 \cdot s_s / E_s =$	0,000842		
$\emptyset =$	7,0 mm	$c =$	2,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	263,30 mm				

$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,222 \text{ mm} < w_g$



Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.222 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da odabrana armatura zadovoljava.

### Progibi



Slika 11.70 Prikaz progiba - GSU

Granična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{150} = \frac{210}{150} = 1.40 \text{ cm}$

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

$$\text{Ukupni progib: } f_d = \Phi_0 \cdot K_r \cdot f_k$$

$$A_c = b \times h = 100 \times 15 = 1500 \text{ cm}^2$$

$$u_c = 2 \times (b + h) = 2 \times (100 + 15) = 230 \text{ cm}$$

$$h_0 = 2 \cdot A_c / u = 2 \cdot 1500 / 230 = 13.04 \text{ cm} = 130.4 \text{ mm} \text{ srednji polumjer konstrukcijskog elementa}$$

RH=80% → vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{130.4}} = 1.39 \quad \text{koef. utjecaja relativne vlažnosti RH}$$

$$f_{cm} = f_{ck} + \Delta f = 30 + 8 = 38 \text{ MPa} \quad \text{srednja tlačna čvrstoća betona klase C 30/37}$$

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{38}} = 2.725 \quad \text{koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje}$$

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

$$\beta_H = 1.5 \times \left[ 1 + (0.012 \times RH)^{18} \right] \times h_0 + 250 = 1.5 \times \left[ 1 + (0.012 \times 80)^{18} \right] \times 130.4 + 250 = 539.41$$

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

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0.488 \quad \text{koeficijenti starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana}$$

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

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

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

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

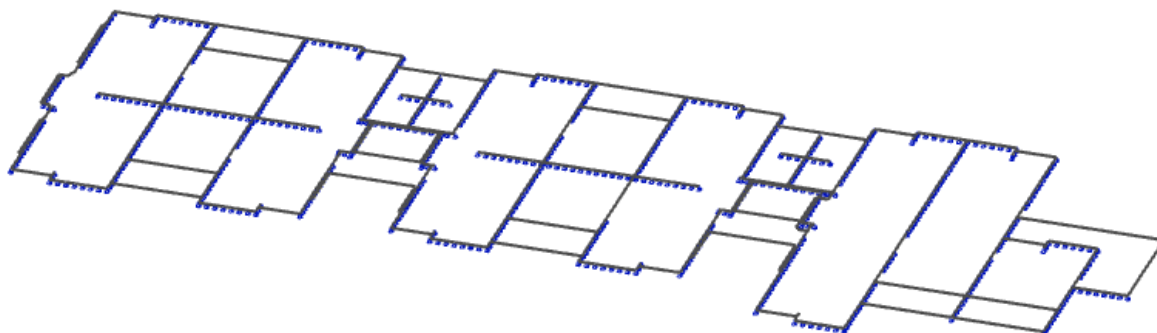
$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{4.57} = 0.85$$

$$f_d = 1.85 \cdot 0.85 \cdot 0.13 = 0.204 \text{ cm}$$

$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.40 + 0.204 = 0.604 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 1.40 \text{ cm}$$

-Odabrane dimenzije ploče i armatura zadovoljavaju u pogledu progiba.

### 11.9. Desna zgrada – proračun ploča pozicija 400, 500, 600, 700, 800, 900 i 1000 ( ploče I., II., III., IV., V., VI. i VII. kata )



Slika 11.71 Prikaz modela i rubnih uvjeta

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

Beton: C 30/37  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 2.0 \text{ kN/cm}^2$

Armatura: B 500B  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$

$b_{pl} = 100 \text{ cm}, \quad h_{pl} = 15 \text{ cm}$

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

$d_1 = 3 \text{ cm} \quad d = 12 \text{ cm}$

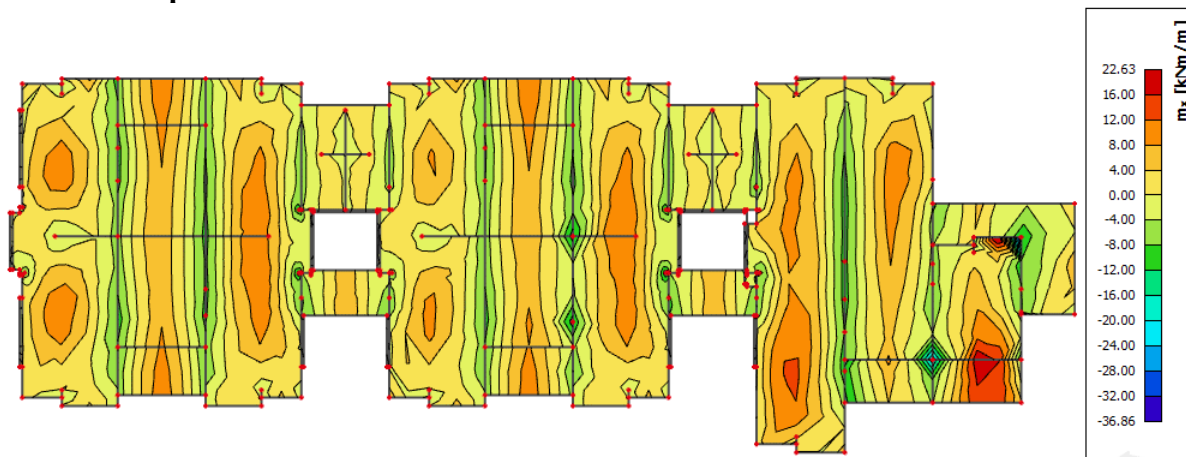
$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 12^2 \cdot 2 = 45.79 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 12 \cdot 43.48$$

$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = 0.1 \cdot 100 \cdot \frac{15}{100} = 1.5 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = 2.0 \cdot 100 \cdot \frac{15}{100} = 30.0 \text{ cm}^2$$

#### Proračun za ploče



Slika 11.72 Prikaz momenata savijanja – mx

Slika 11.73 Prikaz momenata savijanja –  $m_y$ **Proračun za kritične presjeka**

$$M_{Ed,max} = 22.63 \text{ kNm/m'}$$

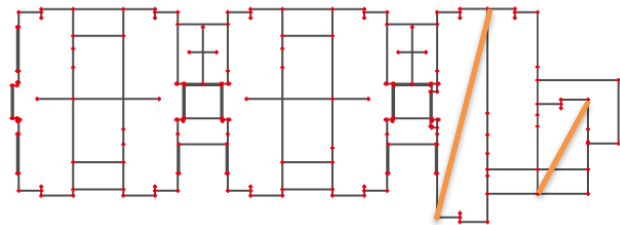
$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2263}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.079$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1.9 \text{ ‰}$$

$$\zeta = 0.941 \quad \xi = 0.160$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2263}{0.941 \cdot 12 \cdot 43.48} = 4.61 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q – 424** + preklop 40 cm ( $A_s = 5.03 \text{ cm}^2$ )

**Slika 11.74 Prikaz kritičnih presjeka****Proračun za ostale presjeka u polju**

$$M_{Ed,max} = 12.00 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1200}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.042$$

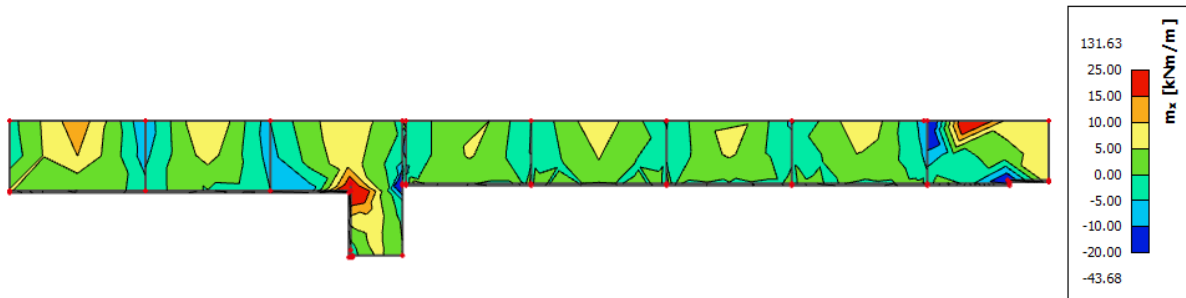
$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1.2 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.962 \quad \xi = 0.107$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1200}{0.962 \cdot 12 \cdot 43.48} = 2.39 \text{ cm}^2$$

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

Napomena. Armaturene mreže odabrane su na temelju potrebnih površina armature  $A_{s1}$  koje su za svaku od mreža prikazane u tablicama na stranici 76.

## Terasa

Slika 11.75 Prikaz momenata savijanja –  $m_x$ Slika 11.76 Prikaz momenata savijanja –  $m_y$ 

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

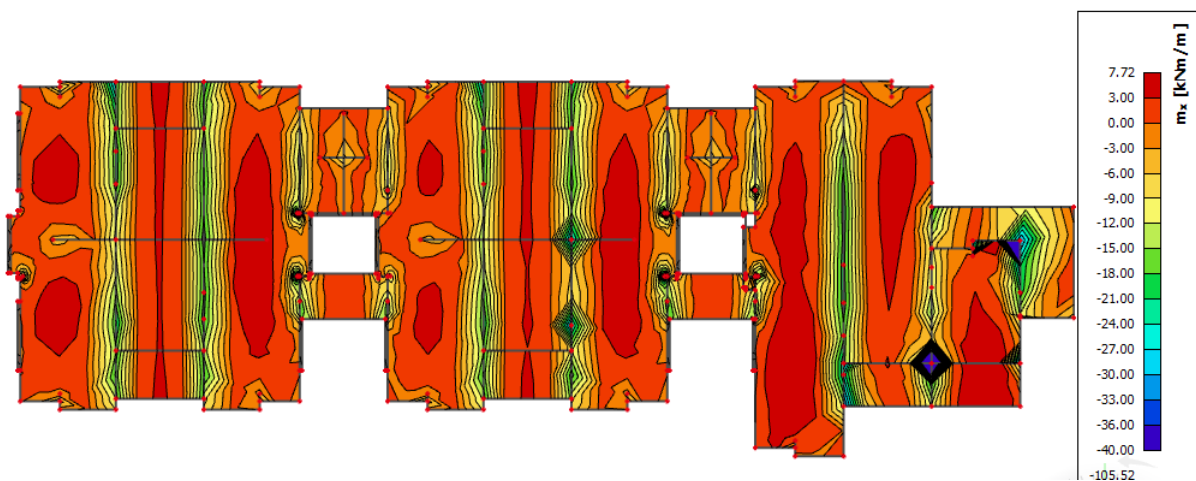
$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1500}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.052$$

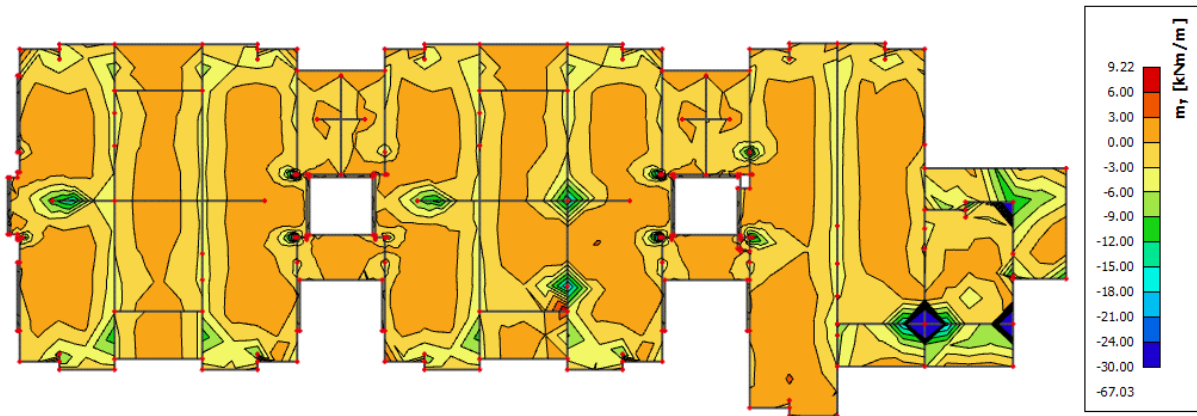
$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1.4 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.956 \quad \xi = 0.123$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1500}{0.956 \cdot 12 \cdot 43.48} = 3.01 \text{ cm}^2$$

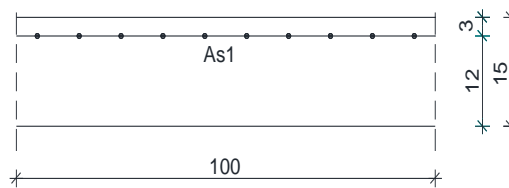
Odabrana armatura: **Q – 335** + preklap 40 cm ( $A_s = 3.97 \text{ cm}^2$ )

## Proračun na ležaju

Slika 11.77 Prikaz momenata savijanja –  $m_x$



Slika 11.78 Prikaz momenata savijanja – my



$$M_{Ed,max} = 25.00 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2500}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.087$$

Očitano:  $\epsilon_{s1} = 10.0 \%$     $\epsilon_{c2} = 2.0 \%$     $\zeta = 0.938$     $\xi = 0.167$

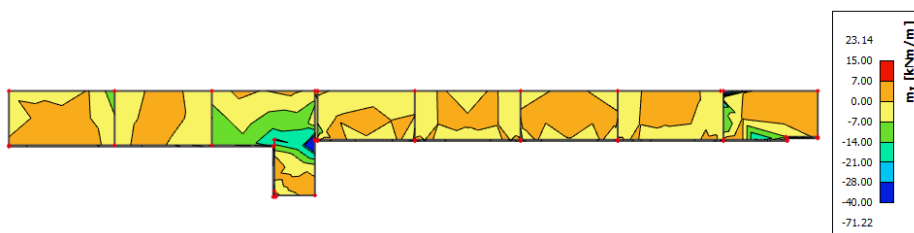
$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2500}{0.938 \cdot 12 \cdot 43.48} = 5.11 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **R – 503** + preklap 40 cm ( $A_s = 5.97 \text{ cm}^2$ )

**Terasa**



Slika 11.79 Prikaz momenata savijanja – mx



Slika 11.80 Prikaz momenata savijanja – my

**Proračun kritičnog presjeka terase na ležaju**

$$M_{Ed,max} = 40.00 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{4000}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.0139$$

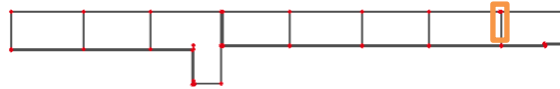
$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 3.1 \text{ ‰}$$

$$\zeta = 0.904 \quad \xi = 0.237$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{4000}{0.904 \cdot 12 \cdot 43.48} = 8.48 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **R – 785** + preklop 40 cm ( $A_s = 9.31 \text{ cm}^2$ )

Slika 11.81 Prikaz kritičnog presjeka

**Proračun za ostale presjeke terase na ležajevima**

$$M_{Ed,max} = 28.00 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2800}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.097$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2800}{0.931 \cdot 12 \cdot 43.48} = 5.76 \text{ cm}^2$$

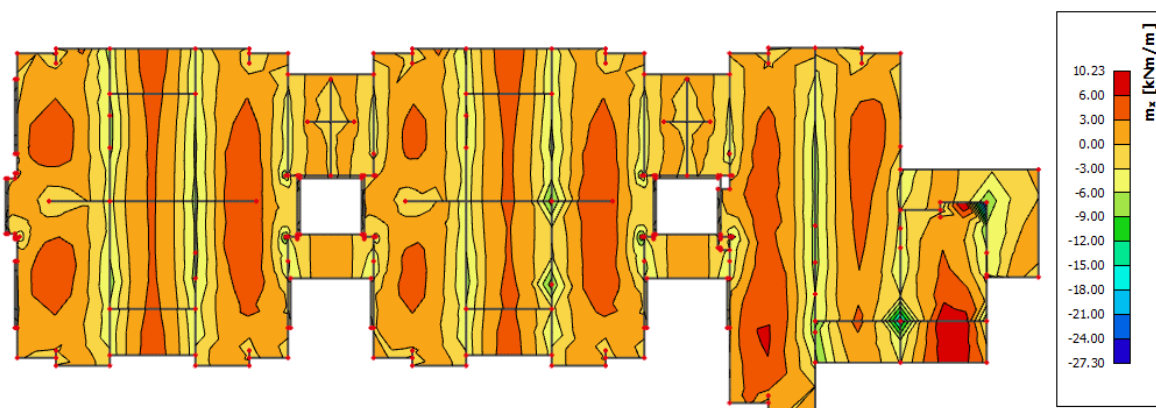
Odabrana armatura: **R – 524** + preklop 40 cm ( $A_s = 6.21 \text{ cm}^2$ )

**11.9.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče****Pukotine**

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

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

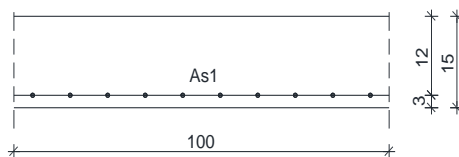
Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2) :  $w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_g$



Slika 11.82 Maksimalni momenti savijanja – GSU

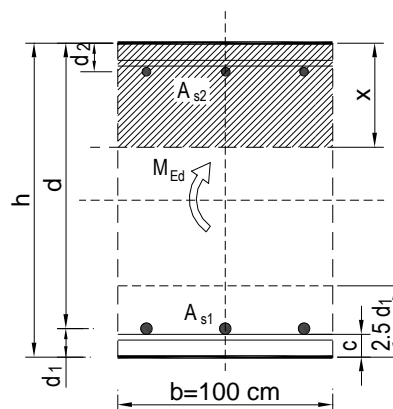


Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju za kritične presjeke :  $M_{Ed} = 10.23 \text{ kNm/m}$   
 Armatura ploče donja zona za kritične presjeke: Q – 424 + preklop 40 cm ( $A_s = 5.03 \text{ cm}^2$ )



$b =$	100,0 cm	$d =$	12,0 cm	$h =$	15,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	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>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	10,23 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	181,72 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,01 cm	$r_{p,eff} =$	0,0067		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000010	$< 0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000545		
$\emptyset =$	9,0 mm	$c =$	2,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	296,13 mm				

$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,161 \text{ mm} < w_g$

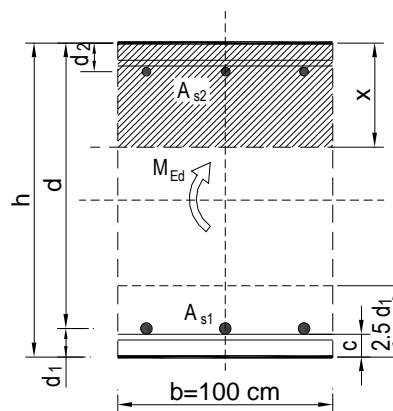


**Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.161 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da odabrana armatura zadovoljava.**

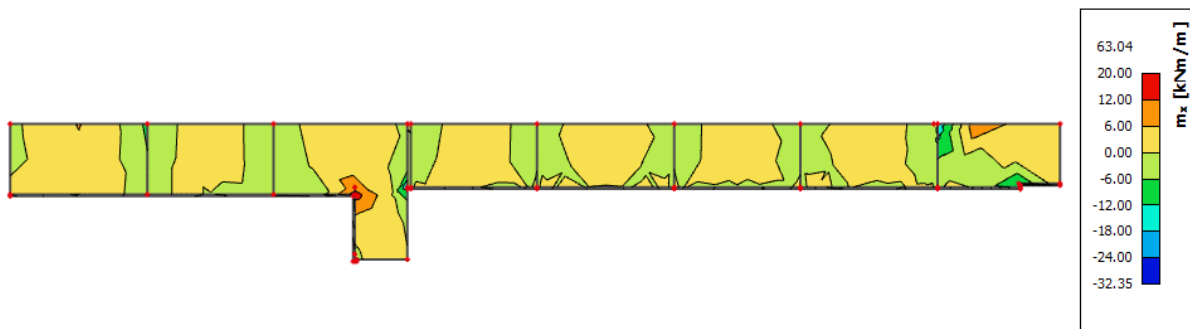
Maksimalni eksploatacijski (radni) moment za ostale presjeke u polju :  $M_{Ed} = 6.00 \text{ kNm/m}$   
 Armatura ploče donja zona za ostale presjeke: Q – 257 + preklop 40 cm ( $A_s = 3.05 \text{ cm}^2$ )

$b =$	100,0 cm	$d =$	12,0 cm	$h =$	15,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,05 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
$M_{Ed} =$	6,00 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	173,25 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,01 cm	$r_{p,eff} =$	0,0041		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	-0,000594	$< 0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000520		
$\emptyset =$	7,0 mm	$c =$	2,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	360,62 mm				

$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,187 \text{ mm} < w_g$



**Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.187 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da odabrana armatura zadovoljava.**

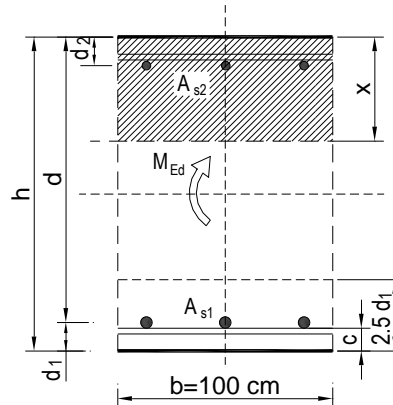


Slika 11.83 Maksimalni momenti savijanja – GSU

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment za ostale presjeke u polju :  $M_{Ed} = 12,00 \text{ kNm/m}$

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

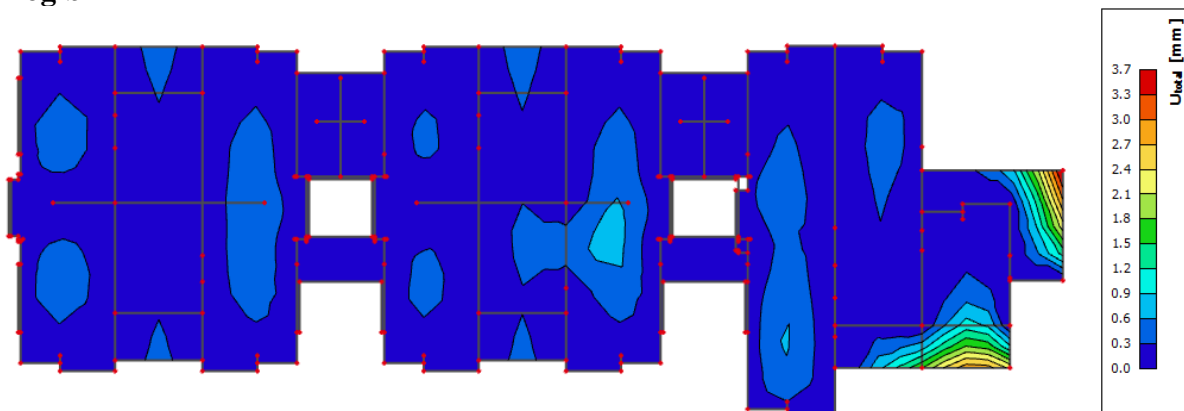
$b =$	100,0 cm	$d =$	12,0 cm	$h =$	15,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,97 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	12,00 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	268,13 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,01 cm	$r_{p,eff} =$	0,0053		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000211	$< 0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000804		
$\varnothing =$	8,0 mm	$c =$	2,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	324,93 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,261 mm $<$ wg				



Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.261 mm je manja od granične vrijednosti

koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da odabrana armatura zadovoljava

### Progibi



Slika 11.84 Prikaz progiba - GSU

$$\text{Granična vrijednost progiba ploče u polju: } f_{p,dop} = \frac{l}{150} = \frac{210}{150} = 1.40 \text{ cm}$$

$$\text{Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela): } f_k = 0.37 \text{ cm}$$

$$\text{Ukupni progib: } f_d = \Phi_0 \cdot K_r \cdot f_k$$

$$A_c = b \times h = 100 \times 15 = 1500 \text{ cm}^2$$

$$u_c = 2 \times (b + h) = 2 \times (100 + 15) = 230 \text{ cm}$$

$$h_0 = 2 \cdot A_c / u = 2 \cdot 1500 / 230 = 13.04 \text{ cm} = 130.4 \text{ mm} \text{ srednji polumjer konstrukcijskog elementa}$$

RH=80% → vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{130.4}} = 1.39 \quad \text{koef. utjecaja relativne vlažnosti RH}$$

$$f_{cm} = f_{ck} + \Delta f = 30 + 8 = 38 \text{ MPa} \quad \text{srednja tlačna čvrstoća betona klase C 30/37}$$

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{38}} = 2.725 \quad \text{koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje}$$

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

$$\beta_H = 1.5 \times \left[ 1 + (0.012 \times RH)^{18} \right] \times h_0 + 250 = 1.5 \times \left[ 1 + (0.012 \times 80)^{18} \right] \times 130.4 + 250 = 539.41$$

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

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0.488 \quad \text{koeficijenti starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana}$$

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

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

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

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

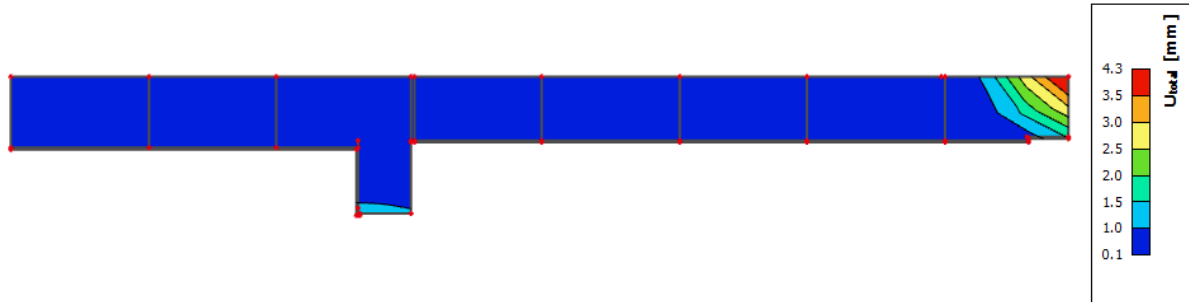
$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{3.05} = 0.85$$

$$f_d = 1.85 \cdot 0.85 \cdot 0.13 = 0.204 \text{ cm}$$

$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.37 + 0.204 = 0.574 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 1.40 \text{ cm}$$

→ Odabrane dimenzije ploče i armatura zadovoljavaju u pogledu progiba.

## Terasa



Slika 11.85 Prikaz progiba - GSU

Granična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{150} = \frac{180}{150} = 1.20 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0.43 \text{ cm}$

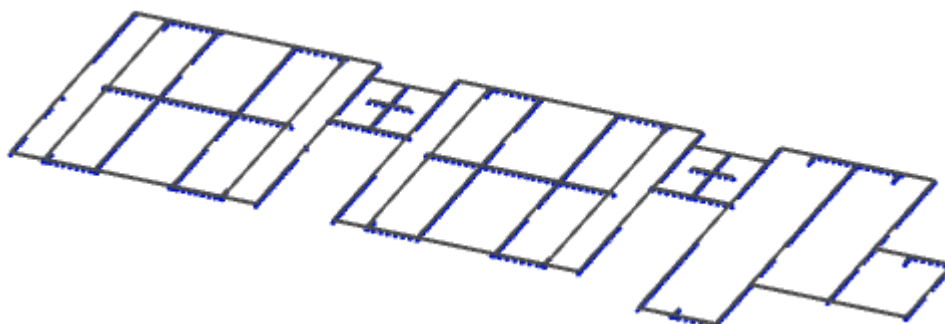
$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{3.97} = 0.85$$

$$f_d = 1.85 \cdot 0.85 \cdot 0.13 = 0.204 \text{ cm}$$

$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.43 + 0.204 = 0.634 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 1.20 \text{ cm}$$

→ Odabrane dimenzije ploče i armatura zadovoljavaju u pogledu progiba.

### 11.10. Desna zgrada – proračun ploče pozicije 1100 ( ploča krova )



Slika 11.86 Prikaz modela i rubnih uvjeta

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

Beton: C 30/37  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 2.0 \text{ kN/cm}^2$

Armatura: B 500B  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$

$b_{pl} = 100 \text{ cm}, \quad h_{pl} = 15 \text{ cm}$

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

$d_1 = 3 \text{ cm} \quad d = 12 \text{ cm}$

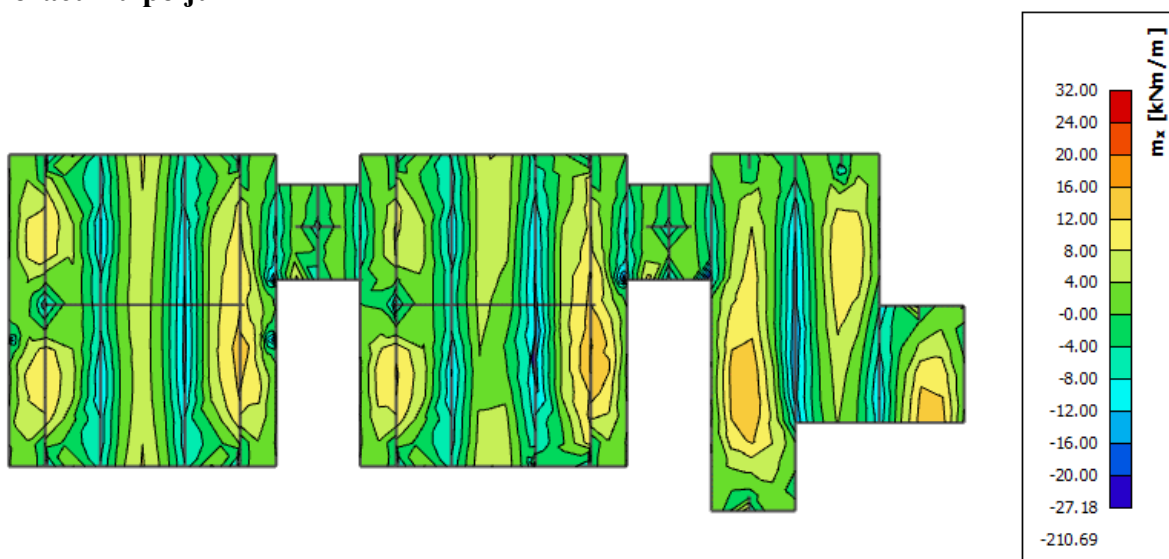
$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 12^2 \cdot 2 = 45.79 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 12 \cdot 43.48$$

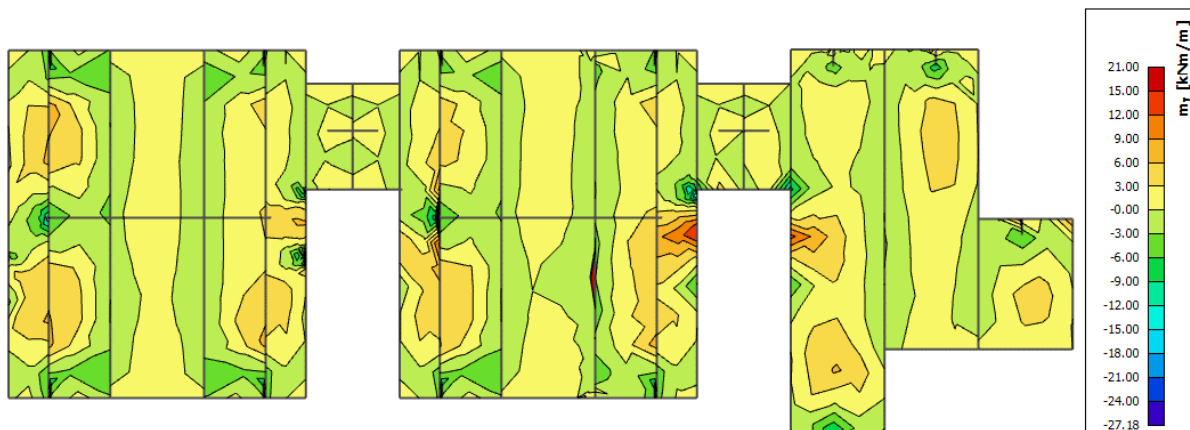
$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = 0.1 \cdot 100 \cdot \frac{15}{100} = 1.5 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = 2.0 \cdot 100 \cdot \frac{15}{100} = 30.0 \text{ cm}^2$$

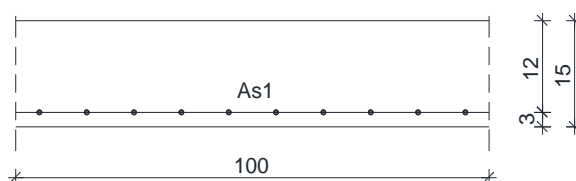
#### Proračun u polju



Slika 11.87 Prikaz momenata savijanja –  $m_x$



Slika 11.88 Prikaz momenata savijanja - my



$$M_{Ed,max} = 16.00 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1600}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.056$$

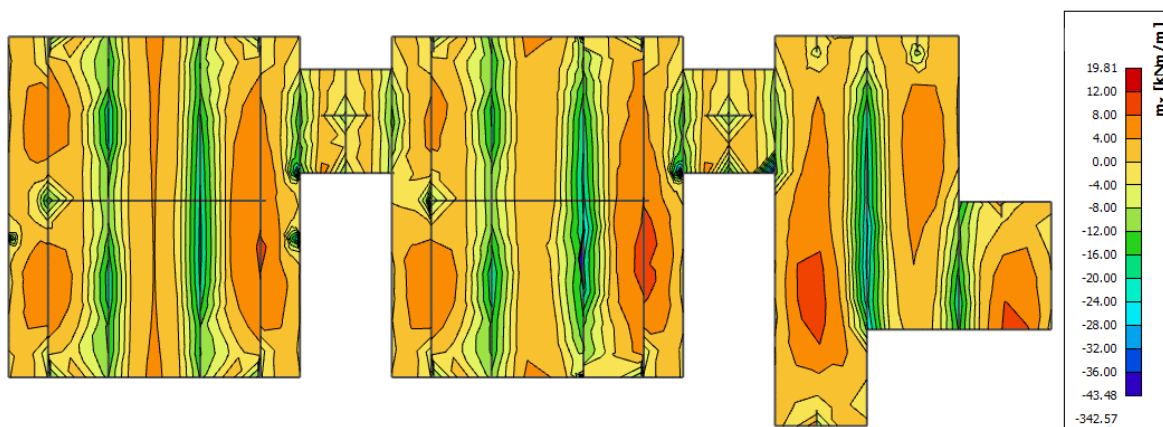
$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1.5 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.953 \quad \xi = 0.130$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1600}{0.953 \cdot 12 \cdot 43.48} = 3.22 \text{ cm}^2$$

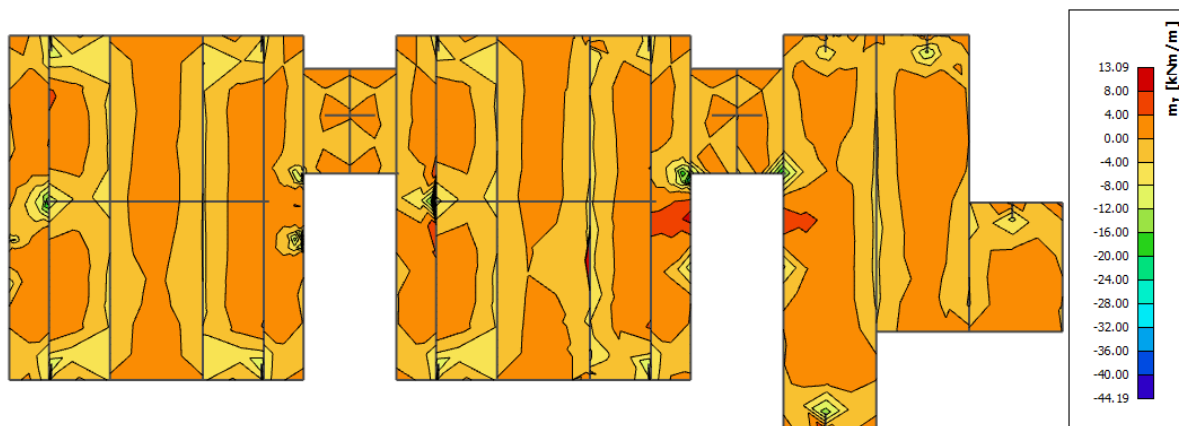
Odabrana armatura: **Q – 335 + preklap 40 cm** ( $A_s = 3.97 \text{ cm}^2$ )

Napomena. Armaturene mreže odabrane su na temelju potrebnih površina armature  $A_{s1}$  koje su za svaku od mreža prikazane u tablicama na stranici 76.

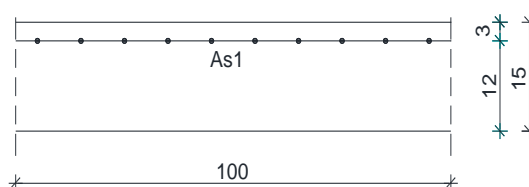
### Proračun na ležaju



Slika 11.89 Prikaz momenata savijanja – mx



Slika 11.90 Prikaz momenata savijanja – my



$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed,max}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2800}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.097$$

Očitano:  $\varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$      $\varepsilon_{c2} = 2.2 \text{ ‰}$      $\zeta = 0.981$      $\xi = 0.180$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2800}{0.981 \cdot 12 \cdot 43.48} = 5.47 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **R – 524** + preklap 40 cm ( $A_s = 6.21 \text{ cm}^2$ )

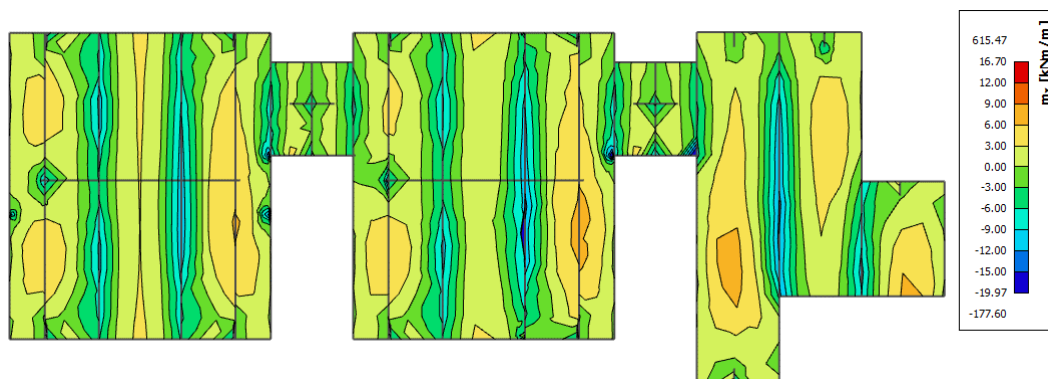
### 11.10.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče

#### Pukotine

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

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

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

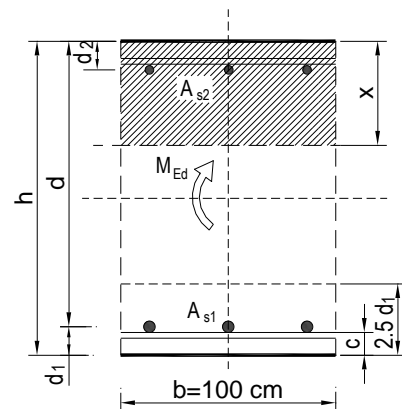


Slika 11.91 Maksimalni momenti savijanja – GSU

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju za kritične presjeke :  $M_{Ed} = 9.00 \text{ kNm/m}$   
 Armatura ploče donja zona za kritične presjeke: Q – 335 + preklop 40 cm ( $A_s = 3.97 \text{ cm}^2$ )



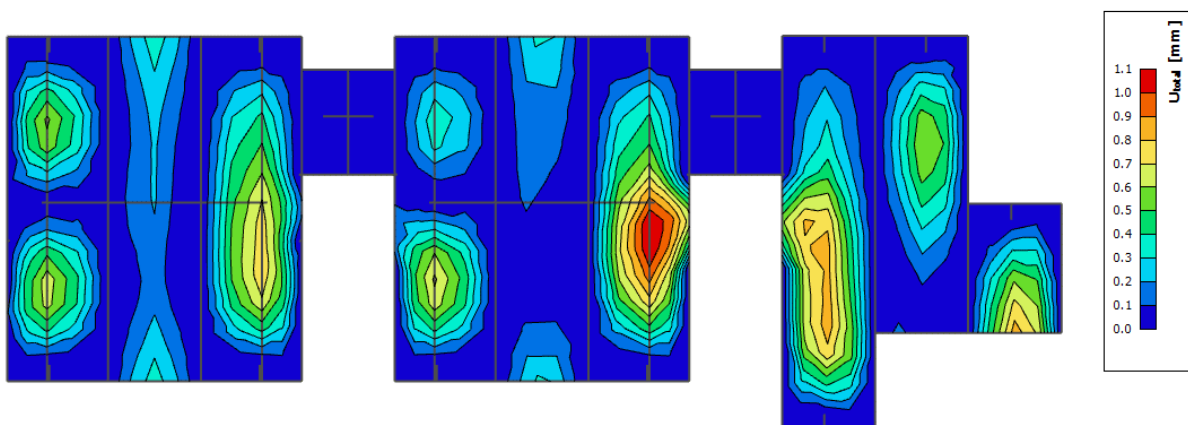
$b =$	100,0 cm	$d =$	12,0 cm	$h =$	15,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,97 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	9,00 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	201,10 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,01 cm	$r_{p,eff} =$	0,0053		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	-0,000124	$< 0.6 \cdot s_s / E_s =$	0,000603		
$\emptyset =$	8,0 mm	$c =$	2,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	324,93 mm				

  
 $w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,196 \text{ mm} < w_g$ 


Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.196 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da odabrana armatura zadovoljava.

### Progibi

Mjerodavni progibi ploče dobiveni su kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja: GSU : 1.0 (G+ΔG) + 1.0Q .



Slika 11.92 Prikaz progiba - GSU

Granična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{230}{250} = 0.92 \text{ cm}$



Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0.11 \text{ cm}$

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

$$A_c = b \times h = 100 \times 15 = 1500 \text{ cm}^2$$

$$u_c = 2 \times (b + h) = 2 \times (100 + 15) = 230 \text{ cm}$$

$$h_0 = 2 \cdot A_c / u = 2 \cdot 1500 / 230 = 13.04 \text{ cm} = 130.4 \text{ mm} \text{ srednji polumjer konstrukcijskog elementa}$$

RH=80% → vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{130.4}} = 1.39 \quad \text{koef. utjecaja relativne vlažnosti RH}$$

$$f_{cm} = f_{ck} + \Delta f = 30 + 8 = 38 \text{ MPa} \quad \text{srednja tlačna čvrstoća betona klase C 30/37}$$

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{38}} = 2.725 \quad \text{koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje}$$

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

$$\beta_H = 1.5 \times \left[ 1 + (0.012 \times RH)^{18} \right] \times h_0 + 250 = 1.5 \times \left[ 1 + (0.012 \times 80)^{18} \right] \times 130.4 + 250 = 539.41$$

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

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0.488 \quad \text{koeficijenti starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana}$$

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

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

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

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

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

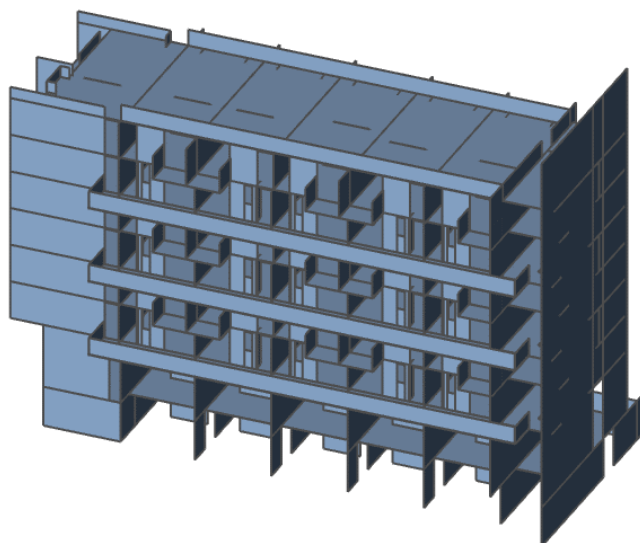
$$f_d = 1.85 \cdot 0.85 \cdot 0.13 = 0.204 \text{ cm}$$

$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.11 + 0.204 = 0.314 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 0.92 \text{ cm}$$

→ Odabrane dimenzije ploče i armatura zadovoljavaju u pogledu progiba.

## 11.11 Odabrana armatura po pozicijama

## Lijeva zgrada



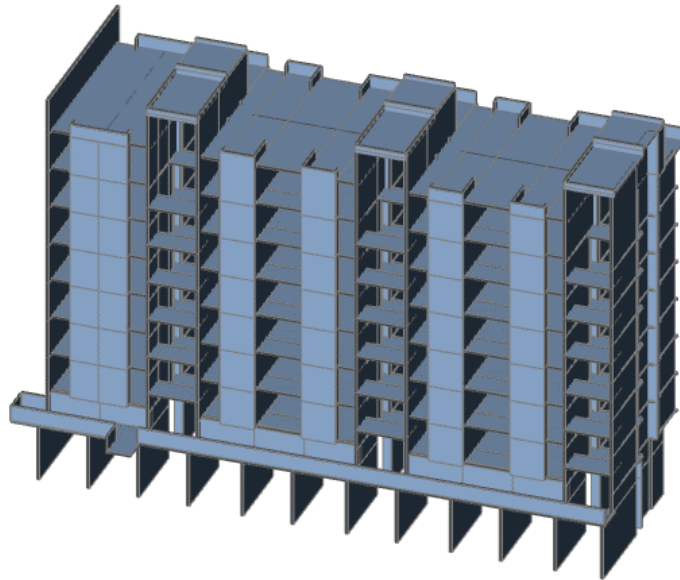
→ Donja zona

<i>POZICIJA PLOČE</i>	<b>Odabrana armatura</b>	<b>Odabrana armatura u kritičnim presjecima</b>
<b>POZ 1000</b>	Q257 + preklop 40 cm	Q424 + preklop 40 cm
<b>POZ 900</b>	Q283 + preklop 40 cm Q503 + preklop 40 cm	Q785 + preklop 40 cm
<b>POZ 800</b>	Q283 + preklop 40 cm	Q424 + preklop 40 cm
<b>POZ 700</b>	Q283 + preklop 40 cm Q503 + preklop 40 cm	Q785 + preklop 40 cm
<b>POZ 600</b>	Q283 + preklop 40 cm	Q424 + preklop 40 cm
<b>POZ 500</b>	Q283 + preklop 40 cm Q503 + preklop 40 cm	Q785 + preklop 40 cm
<b>POZ 400</b>	Q283 + preklop 40 cm	Q424 + preklop 40 cm
<b>POZ 300</b>	Q385 + preklop 40 cm	

→ Gornja zona

<i>POZICIJA PLOČE</i>	<b>Odabrana armatura</b>	<b>Odabrana armatura u kritičnim presjecima</b>
<b>POZ 1000</b>	R785 + preklop 40 cm	
<b>POZ 900</b>	R385 + preklop 40 cm	R785 + 3Φ14
<b>POZ 800</b>	R785 + preklop 40 cm	R785 + 4Φ14
<b>POZ 700</b>	R385 + preklop 40 cm	R785 + 3Φ14
<b>POZ 600</b>	R785 + preklop 40 cm	R785 + 4Φ14
<b>POZ 500</b>	R385 + preklop 40 cm	R785 + 3Φ14
<b>POZ 400</b>	R785 + preklop 40 cm	R785 + 4Φ14
<b>POZ 300</b>	R785 + preklop 40 cm	

## Srednja zgrada



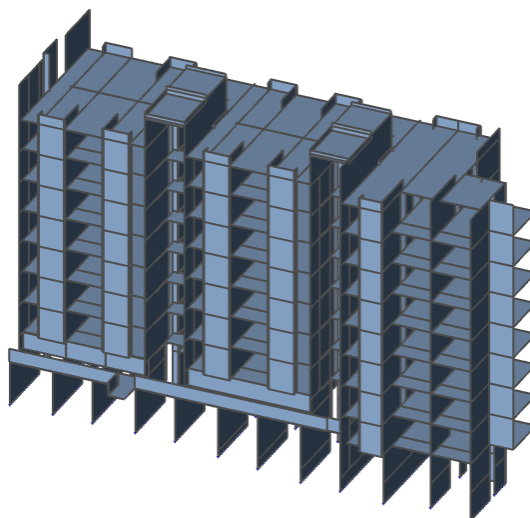
→ Donja zona

<i><b>POZICIJA PLOČE</b></i>	<b>Odabrana armatura</b>
<b>POZ 1100</b>	Q385 + preklop 40 cm
<b>POZ 1000</b>	Q257 + preklop 40 cm
<b>POZ 900</b>	Q257 + preklop 40 cm
<b>POZ 800</b>	Q257 + preklop 40 cm
<b>POZ 700</b>	Q257 + preklop 40 cm
<b>POZ 600</b>	Q257 + preklop 40 cm
<b>POZ 500</b>	Q257 + preklop 40 cm
<b>POZ 400</b>	Q257 + preklop 40 cm
<b>Terasa</b>	Q257 + preklop 40 cm

→ Gornja zona

<i><b>POZICIJA PLOČE</b></i>	<b>Odabrana armatura</b>	<b>Odabrana armatura u kritičnim presjecima</b>
<b>POZ 1100</b>	R524 + preklop 40 cm	
<b>POZ 1000</b>	R503 + preklop 40 cm	
<b>POZ 900</b>	R503 + preklop 40 cm	
<b>POZ 800</b>	R503 + preklop 40 cm	
<b>POZ 700</b>	R503 + preklop 40 cm	
<b>POZ 600</b>	R503 + preklop 40 cm	
<b>POZ 500</b>	R503 + preklop 40 cm	
<b>POZ 400</b>	R636 + preklop 40 cm	
<b>Terasa</b>	R503 + preklop 40 cm	R785 + preklop 40 cm

## Desna zgrada



→ Donja zona

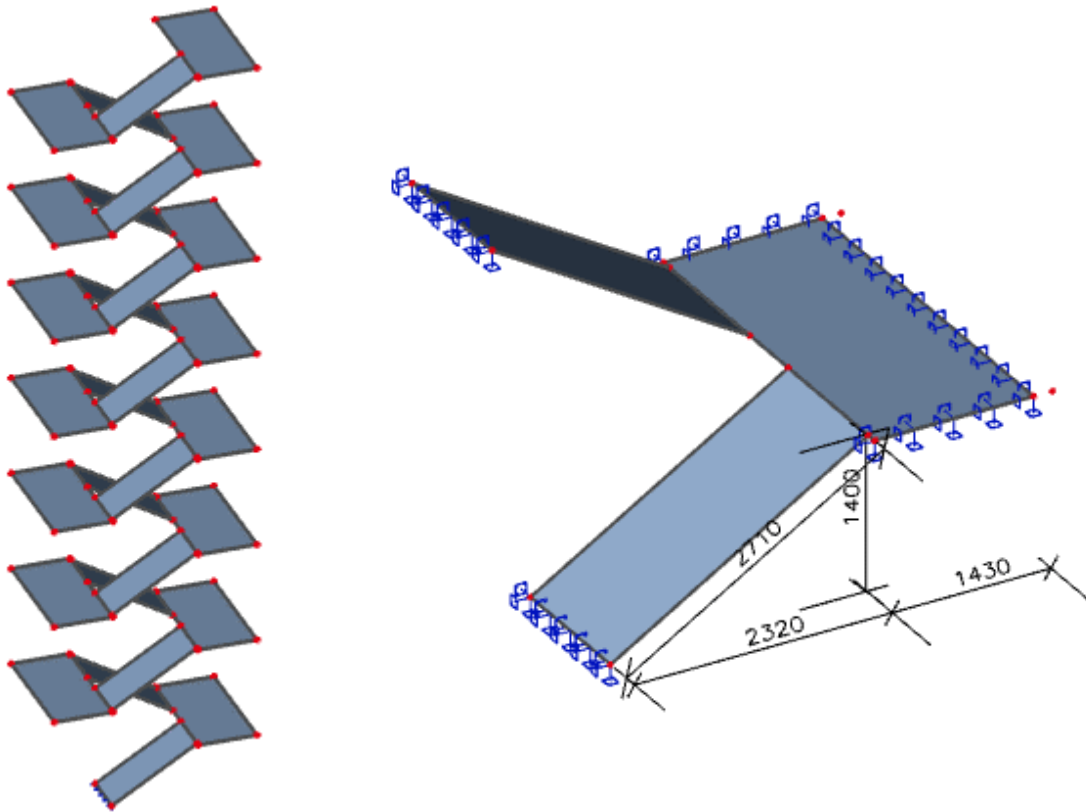
<i><b>POZICIJA PLOČE</b></i>	<b>Odabrana armatura</b>	<b>Odabrana armatura u kritičnim presjecima</b>
<b>POZ 1100</b>	Q335 + preklop 40 cm	
<b>POZ 1000</b>	Q257 + preklop 40 cm	Q424 + preklop 40 cm
<b>POZ 900</b>	Q257 + preklop 40 cm	Q424 + preklop 40 cm
<b>POZ 800</b>	Q257 + preklop 40 cm	Q424 + preklop 40 cm
<b>POZ 700</b>	Q257 + preklop 40 cm	Q424 + preklop 40 cm
<b>POZ 600</b>	Q257 + preklop 40 cm	Q424 + preklop 40 cm
<b>POZ 500</b>	Q257 + preklop 40 cm	Q424 + preklop 40 cm
<b>POZ 400</b>	Q257 + preklop 40 cm	Q424 + preklop 40 cm
<b>Terasa</b>	Q335 + preklop 40 cm	
<b>POZ 300</b>	Q385 + preklop 40 cm	
<b>POZ 200</b>	Q385 + preklop 40 cm	

→ Gornja zona

<i><b>POZICIJA PLOČE</b></i>	<b>Odabrana armatura</b>	<b>Odabrana armatura u kritičnim presjecima</b>
<b>POZ 1100</b>	R524 + preklop 40 cm	
<b>POZ 1000</b>	R503 + preklop 40 cm	
<b>POZ 900</b>	R503 + preklop 40 cm	
<b>POZ 800</b>	R503 + preklop 40 cm	
<b>POZ 700</b>	R503 + preklop 40 cm	
<b>POZ 600</b>	R503 + preklop 40 cm	
<b>POZ 500</b>	R503 + preklop 40 cm	
<b>POZ 400</b>	R503 + preklop 40 cm	
<b>Terasa</b>	R524 + preklop 40 cm	R785 + preklop 40 cm
<b>POZ 300</b>	R503 + preklop 40 cm	
<b>POZ 200</b>	R503 + preklop 40 cm	

## 12. DIMENZIONIRANJE STUBIŠTA

### 12.1. Dimenzioniranje stubišta 1



Slika 12.1 Prikaz stubišnog kraka desne zgrade

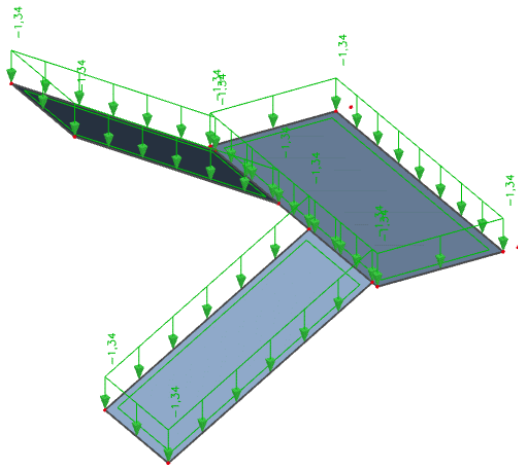
Opterećenja:

- vlastita težina

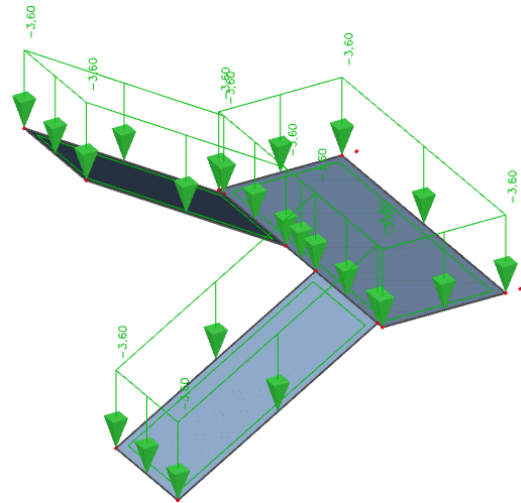
Napomena: Iako je vlastita težina podesta nešto manja od vlastite težine stubišnog kraka za potrebe proračuna usvojena je vlastita težina stubišnog kraka na cijeloj duljini statičkog sustava.

$$g = 0.175 \cdot \left( \frac{1}{\cos 31} \right) \cdot 25 = 5.10 \text{ kN/m}^2$$

- dodatno stalno opterećenje  $\Delta g = 3.08 \text{ kN/m}^2$
- korisno (pokretno) opterećenje  $q = 3.6 \text{ kN/m}^2$



Slika 12.2 Dodatno stalno opterećenje



Slika 12.3 Korisno opterećenje

**Polje:**

$$M_g = \frac{(g + \Delta g) \cdot l^2}{14} = \frac{(5.10 + 3.08) \cdot 3.75^2}{14} = 8.22 \text{ kNm}$$

$$M_q = \frac{q \cdot l^2}{14} = \frac{3.6 \cdot 3.75^2}{14} = 3.62 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,max} = 1.35 \cdot M_g + 1.50 \cdot M_q = 1.35 \cdot 8.22 + 1.50 \cdot 3.62 = 16.53 \text{ kNm}$$

**Ležaj:**

$$M_g = -\frac{(g + \Delta g) \cdot l^2}{8} = -\frac{(5.10 + 3.08) \cdot 3.75^2}{8} = -14.38 \text{ kNm}$$

$$M_q = -\frac{q \cdot l^2}{8} = -\frac{3.6 \cdot 3.75^2}{8} = -6.33 \text{ kNm}$$

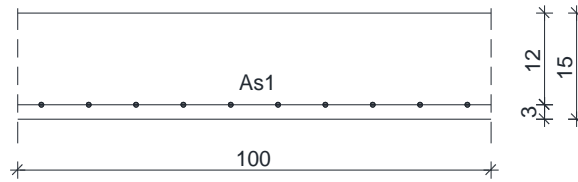
$$M_{Ed,max} = 1.35 \cdot M_g + 1.50 \cdot M_q = 1.35 \cdot 14.38 + 1.50 \cdot 6.33 = 28.91 \text{ kNm}$$

**Dimenzioniranje na moment savijanja:**

$$h = 15 \text{ cm}, b = 100 \text{ cm}, d_1 = 3 \text{ cm}, d = h - d_1 = 15 - 3 = 12 \text{ cm}$$

$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = 0.001 \cdot 100 \cdot 12 = 1.2 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = 0.02 \cdot 100 \cdot 12 = 24 \text{ cm}^2$$

**Proračun u polju:**

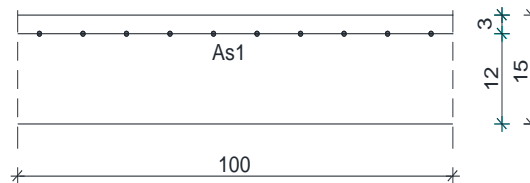
$$M_{Ed,max} = 16.53 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1653}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.057$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1.5 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.953 \quad \xi = 0.130$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1653}{0.953 \cdot 12 \cdot 43.48} = 3.32 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q – 335** ( $A_s = 3.35 \text{ cm}^2$ )

**Proračun na ležaju (spoj sa pločom kata):**

$$M_{Ed,max} = 28.91 \text{ kNm/m'}$$

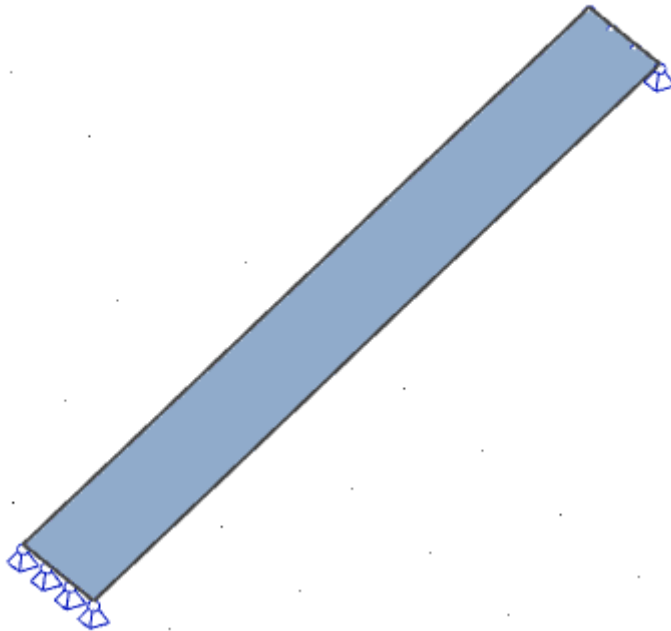
$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2891}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.100$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1.3 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.928 \quad \xi = 0.187$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2891}{0.928 \cdot 12 \cdot 43.48} = 5.97 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **R – 636** ( $A_s = 6.36 \text{ cm}^2$ )

## 12.2. Dimenzioniranje stubišta 2



Slika 12.4 Prikaz stubišnog kraka lijeve zgrade

Opterećenja:

- vlastita težina

$$g = 0.175 \cdot \left( \frac{1}{\cos 31} \right) \cdot 25 = 5.10 \text{ kN/m}^2$$

- dodatno stalno opterećenje  $\Delta g = 3.08 \text{ kN/m}^2$
- korisno (pokretno) opterećenje  $q = 3.6 \text{ kN/m}^2$



**Polje:**

$$M_g = \frac{(g + \Delta g) \cdot l^2}{14} = \frac{(5.10 + 3.08) \cdot 4.65^2}{14} = 12.63 \text{ kNm}$$

$$M_q = \frac{q \cdot l^2}{14} = \frac{3.6 \cdot 4.65^2}{14} = 5.56 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,max} = 1.35 \cdot M_g + 1.50 \cdot M_q = 1.35 \cdot 12.63 + 1.50 \cdot 5.56 = 25.39 \text{ kNm}$$

**Ležaj:**

$$M_g = -\frac{(g + \Delta g) \cdot l^2}{8} = -\frac{(5.10 + 3.08) \cdot 4.65^2}{8} = -22.11 \text{ kNm}$$

$$M_q = -\frac{q \cdot l^2}{8} = -\frac{3.6 \cdot 4.65^2}{8} = -9.73 \text{ kNm}$$

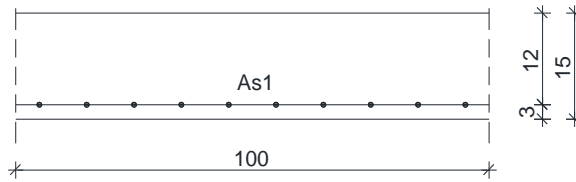
$$M_{Ed,max} = 1.35 \cdot M_g + 1.50 \cdot M_q = 1.35 \cdot 22.11 + 1.50 \cdot 9.73 = 44.44 \text{ kNm}$$

**Dimenzioniranje na moment savijanja:**

$$h = 15 \text{ cm}, b = 100 \text{ cm}, d_1 = 3 \text{ cm}, d = h - d_1 = 15 - 3 = 12 \text{ cm}$$

$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = 0.001 \cdot 100 \cdot 12 = 1.2 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = 0.02 \cdot 100 \cdot 12 = 24 \text{ cm}^2$$

**Proračun u polju:**

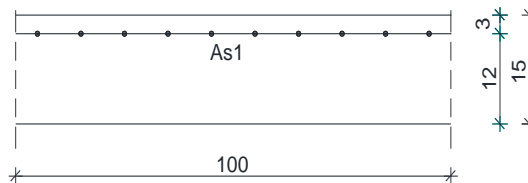
$$M_{Ed,max} = 25.39 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2539}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.088$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 2.0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.938 \quad \xi = 0.167$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2539}{0.938 \cdot 12 \cdot 43.48} = 5.03 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q – 636** ( $A_s = 6.36 \text{ cm}^2$ )

**Proračun na ležaju (spoj sa pločom kata):**

$$M_{Ed,max} = 44.44 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{4444}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.154$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 3.4 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.895 \quad \xi = 0.254$$

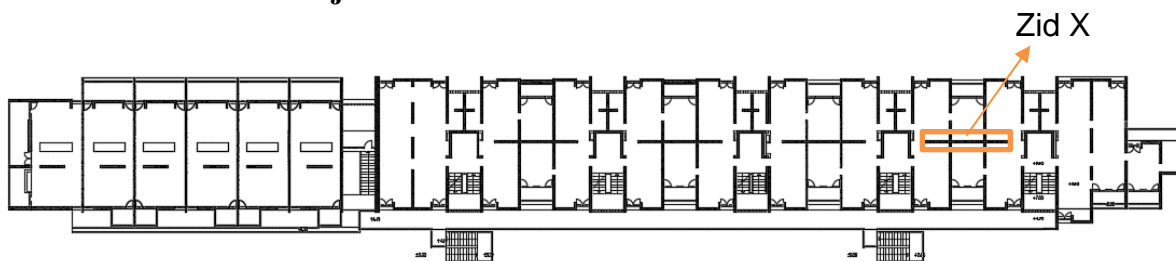
$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{4444}{0.895 \cdot 12 \cdot 43.48} = 9.52 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **R – 785 + 2φ12** ( $A_s = 10.11 \text{ cm}^2$ )

### 13. PRORAČUN ZIDOVA

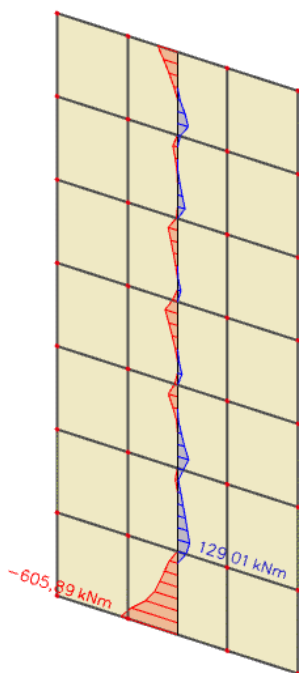
Proračun zidova proveden je prema EC-8 (Projektiranje konstrukcija na otpornost potresa). Proračun je proveden za jedan karakterističan zid u smjeru x i jedan u smjeru y. Zidovi su izvedeni kao AB debljine 20 cm od betona C30/37, armirani sa B500B te debljine zaštitnog sloja od 2 cm. Proračun je proveden za uobičajene i seizmičke kombinacije na način da su za odabrane zidove iz modela očitane maksimalne rezne sile: moment savijanja  $M$ , uzdužna sila  $N$  i poprečna sila  $V$ . S obzirom da su vrijednosti poprilično ujednačene na svim zidovima za sve zidove usvojena je armatura koja je proračunata za ova dva zida. Unutarnje sile u zidovima prikazane su kao na 1D elementu, a dobivene su integriranjem naprezanja duž cijele duljine odabranog zida korištenjem opcije Integration strip u računalnom programu Scia Engineer 18.1.

#### 13.1. Proračun zida u smjeru X

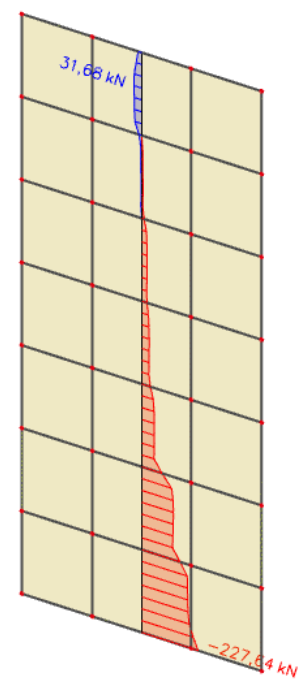


Slika 13.1 Položaj proračunatog zida u smjeru X

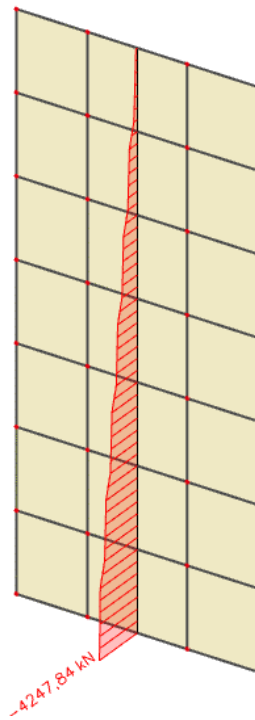
#### Uobičajena kombinacija:



Slika 13.2 Moment savijanja  $M$



Slika 13.3 Poprečna sila  $V$

Slika 13.4 Uzdužna sila  $N$ 

### Ograničenje normalizirane uzdužne sile

Ned (kN)	4247.84
Debljina zida $b$ (cm)	20
Duljina zida $l$ (cm)	850
$f_{cd}$ (kN/cm <sup>2</sup> )	2.0

$$v_d = \frac{N_{Ed}}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = \frac{4247.84}{20 \cdot 1960 \cdot 2} = 0.0542 < 0.4$$

Ograničenje normalizirane uzdužne sile za DCM zadovoljava.

### Geometrijska ograničenja za klasu duktilnosti DCM

Svijetla visina kata  $h_s = 2.65$  m

Debljina hrpta  $b_{w0} \geq \max(0.15 \text{ m}; h_s / 20)$

$$b_{w0} \geq \max(0.15 \text{ m}; 2.65 \text{ m} / 20) \rightarrow b_{w0} \geq 0.15 \text{ m}$$

## Proračun zida na savijanje

### Provjera vitkosti zida

visina zida $h_w$ (cm)	1960
duljina zida $l_w$ (cm)	850

$$\frac{h_w}{l_w} = \frac{1960}{850} = 2.31 > 2$$

Zid je vitak, stoga je potrebno povećanje reznih sila koristeći ovojnici momenata savijanja.

### Ovojnica reznih sila

Visina kritičnog presjeka

$$h_{kr} \leq \begin{cases} h_{kr} = \max(l_w; h_w/6) = \max(850; 1960/6 = 326.7) = 850 \text{ cm} \\ 2l_w = 2 \cdot 850 = 1700 \text{ cm} \\ 2h_s = 2 \cdot 265 = 530 \text{ cm za zgrade sa 7 i više katova} \end{cases} \rightarrow H_{kr} = 530 \text{ cm}$$

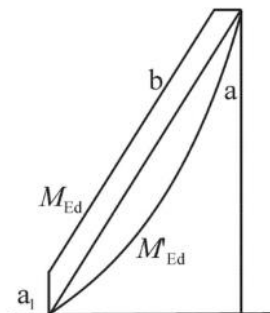
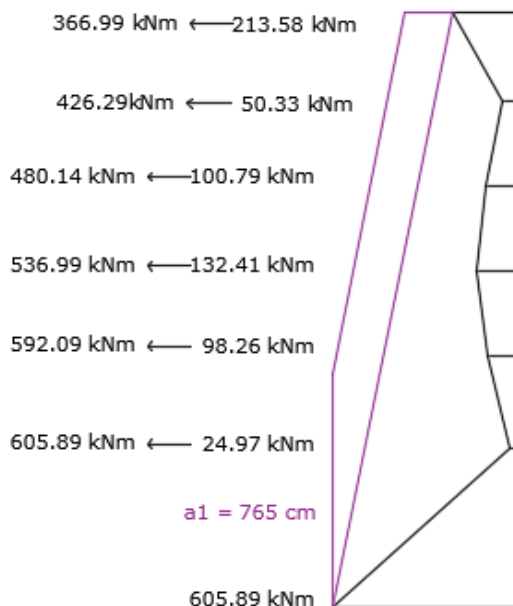
### Proračunska ovojnica momenata savijanja

$a_1 = d \cot \theta$  - vlačni pomak uslijed povećanja poprečne sile

DCM  $\rightarrow 1 \leq \cot \theta \leq 2.5$ , odabrano  $\cot \theta = 1$

$d = 0.9 \cdot l_w = 0.9 \cdot 850 = 765 \text{ cm}$

$a_1 = 765 \cdot 1 = 765 \text{ cm}$



Legenda:

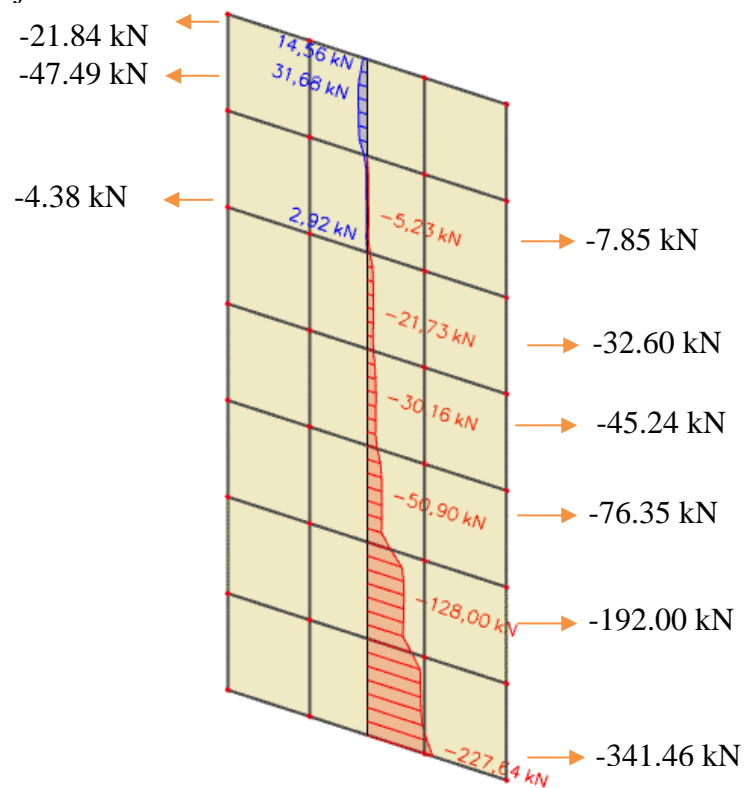
- a momentni dijagram prema proračunu
- b proračunska ovojnica
- $a_1$  „vlačni pomak“

Slika 13.5 Ovojnica momenata savijanja

### Proračunska ovojnica poprečnih sila

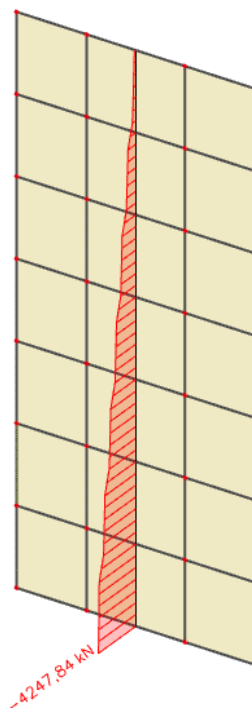
Proračunska ovojnica poprečnih sila  $V_{sd}$  izvodi se iz  $V_{sd} = \varepsilon \cdot V'_{Ed}$

gdje je  $V_{Ed}$  poprečna sila po visini zida dobivena proračunom, a  $\varepsilon$  faktor uvećanja te za klasu duktilnosti DCM vrijedi  $\varepsilon=1.5$ .



Slika 13.6 Ovojnica poprečnih sila

### Uzdužne sile



Slika 13.7 Uzdužne sile

**Geometrijske karakteristike zida**

$h_s$ – visina etaže (cm)	280
$b_w$ - debljina zida (cm)	20
$l_w$ – duljina zida (cm)	850
$h_w$ – visina zida (cm)	1960
$n$ – broj etaža	7
$d_1$ (cm)	3
$d$ (cm)	847

**Gradivo**

<b>Beton</b>	
klasa	C30/37
$f_{ck}$ (MPa)	30
$f_{cd}$ (MPa)	20
$t_{Rd}$ (MPa)	0.34

<b>Armatura</b>	
tip	B500B
$f_{yk}$ (MPa)	500
$f_{yd}$ (MPa)	434.78

<b>Koeficijenti sigurnosti materijala</b>	
$g_c$	1.50
$g_s$	1.15

**Proračun nosivosti na uzdužnu silu i moment**

$$M_{Ed} = 605.89 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = 4247.84 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 341.46 \text{ kN}$$

$$b = 20 \text{ cm} ; d = 847 \text{ cm}$$

**Određivanje duljine rubnog elementa i razmještanje savojne armature**

Najmanja vrijednost  $b_{w0}$  ovijenog rubnog elementa :

$$b_{w0} = \min \{0.15l_w; 1.50b_w\} = \min \{127.5; 30.0\} = 30.0 \text{ cm}$$

-pretpostavimo širinu zaštitnog sloja od 2 cm i vilice  $\varnothing 10\text{mm}$

$$b_o = 200 - 2 \cdot 20 - 2 \cdot 10/2 = 150 \text{ mm}$$

$$b_c = 200\text{mm}$$

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{A_c} - \text{omjer armiranja vertikalnim šipkama u hrptu zida}$$

$A_{sv}$  – ukupna ploština vertikalne armature u hrptu zida

$$A_{sv,min} = 0.002A_c = 0.002 \cdot 200 \cdot 1000 = 400 \frac{mm^2}{m},$$

odabrano  $Q - 335$  obostrano

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{A_c} = \frac{670}{200 \cdot 1000} = 0.00335$$

$$\omega_{vd} = \frac{\rho_v f_{yd,v}}{f_{cd}} - \text{mehanički omjer armiranja hrpta vertikalnom armaturom}$$

$f_{yd,v}$ -proračunska vrijednost granice popuštanja vertikalne armature hrpta

$$\omega_{vd} = \frac{\rho_v f_{yd,v}}{f_{cd}} = 0.00335 \cdot \frac{434.8}{20} = 0.0727$$

$$M_{Ed} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right) = 605.89 + 4247.84 \cdot \left(8.47 - \frac{2.80}{2}\right) = 30638.12 \text{ kNm}$$

Moment nosivosti jednostruko armiranog presjeka:

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

$$M_{Rd,lim} = 0.159 \cdot 0.20 \cdot 8.47^2 \cdot 20000 = 45627.21 \text{ kNm/m} > M_{Ed}$$

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{30638.12 \cdot 100}{20 \cdot 847^2 \cdot 2.0} = 0.107$$

$$\varepsilon_{s1} = 10\text{‰}; \varepsilon_{c2} = 2.4\text{‰}; \xi = 0.194; \zeta = 0.925$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} - \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{30638.12 \cdot 100}{0.925 \cdot 847 \cdot 43.48} - \frac{4247.84}{43.48} = -7.76 \text{ cm}^2$$

Potrebna minimalna površina uzdužne vlačne armature u rubovima zida:

$$A_{s1,min} = 0.15\% \cdot b \cdot d = 0.0015 \cdot 20 \cdot 847 = 25.41 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **18 Ø14** ( $A_s = 27.72 \text{ cm}^2$ )



**Dimenzioniranje na poprečnu silu**

Vrijednost  $V_{Rd,max}$  u kritičnom području i izvan kritičnog područja za DCM (kao u EC2 s  $z = 0.8l_w$ )

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

$\alpha_{cw} = 1 \rightarrow$  za konstrukcije koje nisu prednapete

$$v_1 = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}(MPa)}{250}\right) = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) = 0.528$$

$tg\theta = 1 -$  nagib tlačnih štapova prema vertikali

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_{wo} \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{ctg\theta + tg\theta} = \frac{1 \cdot 20 \cdot (0.8 \cdot 850) \cdot 0.528 \cdot 2.0}{1 + 1} = 7180.8 kN$$

$$V_{Ed} = \varepsilon \cdot V_{Ed}$$

$\varepsilon$ - korekcijski faktor

$$\varepsilon = q \cdot \sqrt{\frac{\gamma_{Rd}}{q} \cdot \frac{M_{Rd}}{M_{Ed}} + 0.1 \cdot \left(\frac{s_e(T_c)}{s_e(T_1)}\right)^2} \leq q$$

Kako gornji izraz mora biti manji od  $q$  zbog jednostavnosti uzimamo  $\varepsilon = q = 2.4$

$$V_{Ed} = 2.4 \cdot 341.46 = 819.50 kN$$

$$V_{Rd,max} = 7180.8 kN > V_{Ed} = 819.50 kN$$

**Dijagonalni vlačni slom hrpta zbog posmika**

-postupak ovisi o koeficijentu  $\alpha_s$

$$\alpha_s = \frac{M_{Ed}}{V_{Ed} \cdot l_w} = \frac{605.89}{341.46 \cdot 8.50} = 0.21$$

Za  $\alpha_s < 2$  horizontalna armatura računa se iz izraza:

$$V_{Ed} \leq b_{wo} \cdot (0.8l_w) \rho_h \cdot f_{yd,h} \cdot ctg\theta$$

$\rho_h$  – omjer armiranja hrpta horizontalnim šipkama

$f_{yd,h}$  – proračunska vrijednost granice popuštanja horizontalne armature hrpta

$$\rho_h \geq \frac{V_{Ed}}{(0.8l_w) \cdot f_{yd,h} \cdot b_{wo} \cdot ctg\theta} = \frac{341.46}{0.8 \cdot 850 \cdot 43.48 \cdot 20 \cdot 1} = 0.00058$$

$$\rho_{h,min} = \max(0.001; 0.25 \cdot \rho_v) = \max(0.001; 0.25 \cdot 0.00058) = \max(0.001; 0.000145)$$

$$\rho_h = \frac{A_h}{b_{w0} \cdot S_h} \rightarrow A_h = \rho_h \cdot b_{w0} \cdot S_h = 0.001 \cdot 20 \cdot 100 = 2.0 \text{ cm}^2$$

Odabrano: **Q-166** ( $A_{S,odabrano} = 3.32 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$  (obostrano))

**Za klasu duktilnosti M nije potrebna provjera na posmični slom klizanjem!**

**Lom tlačne dijagonale u zidu**

$$V_{Ed} \leq V_{Rd2}$$

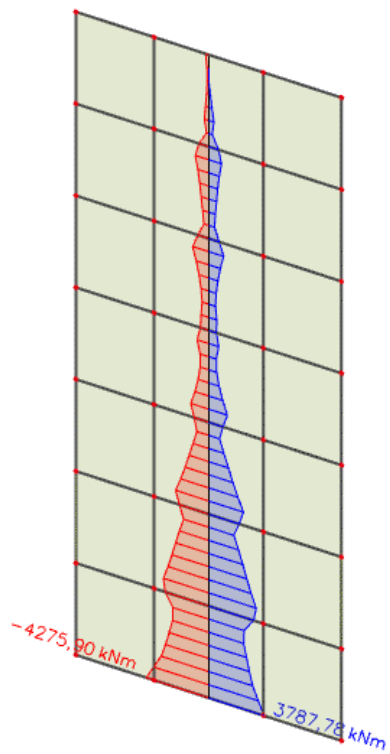
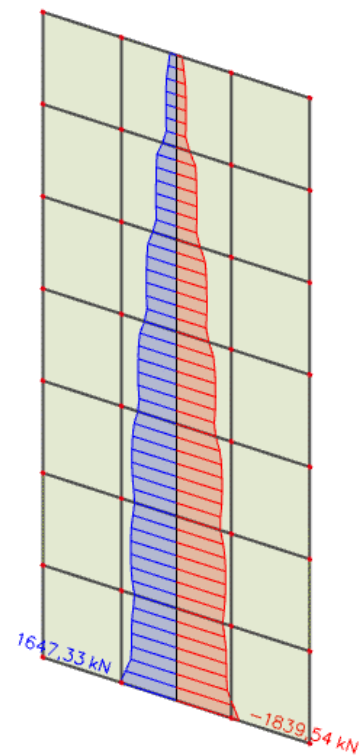
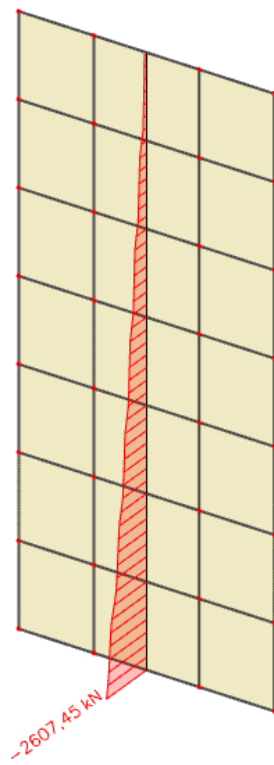
$V_{Rd2} = \begin{cases} 0.4 \cdot (0.7 - f_{ck} / 200) \cdot f_{cd} \cdot b_{w0} \cdot z \\ 0.5 \cdot (0.7 - f_{ck} / 200) \cdot f_{cd} \cdot b_{w0} \cdot z \end{cases}$	u kritičnoj zoni
	van kritične zone

$$V_{Rd2} = \begin{cases} 0.4 \cdot (0.7 - 2.0/200) \cdot 2.0 \cdot 20 \cdot 0.9 \cdot 847 = 8415.79 \text{ kN} \\ 0.5 \cdot (0.7 - 2.0/200) \cdot 2.0 \cdot 20 \cdot 0.9 \cdot 847 = 10519.74 \text{ kN} \end{cases}$$

$$V_{Ed} = 341.46 \text{ kN} \leq V_{Rd2}(8415.79; 10519.74) \text{ kN}$$

Zid zadovoljava na slom tlačne dijagonale.

## Izvanredna kombinacija:

Slika 13.8 Moment savijanja  $M$ Slika 13.9 Poprečna sila  $V$ Slika 13.10 Uzdužna sila  $N$

## Geometrijska ograničenja za klasu duktilnosti DCM

Svijetla visina kata  $h_s = 2.65$  m

Debljina hrpta  $b_{w0} \geq \max(0.15 \text{ m}; h_s / 20)$

$$b_{w0} \geq \max(0.15 \text{ m}; 2.65 \text{ m} / 20) \rightarrow b_{w0} \geq 0.15 \text{ m}$$

## Proračun zida na savijanje

### Provjera vitkosti zida

visina zida $h_w$ (cm)	1960
duljina zida $l_w$ (cm)	850

$$\frac{h_w}{l_w} = \frac{1960}{850} = 2.31 > 2$$

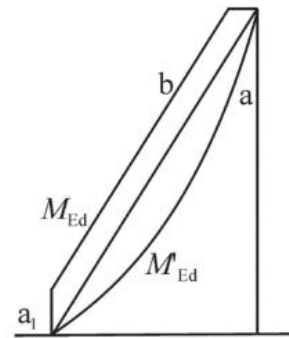
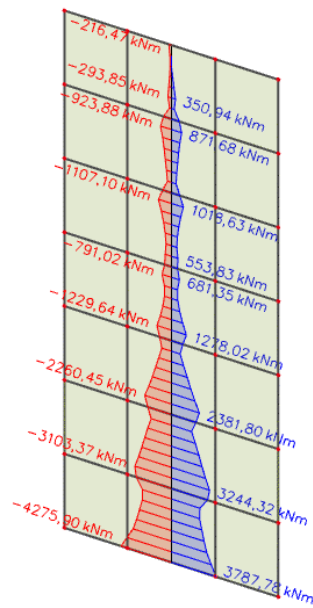
Zid je vitak, stoga je potrebno povećanje reznih sila koristeći ovojnici momenata savijanja.

### Ovojnica reznih sila

Visina kritičnog presjeka

$$h_{kr} \leq \begin{cases} h_{kr} = \max(l_w; h_w/6) = \max(850; 1960/6 = 326.7) = 850 \text{ cm} \\ 2 l_w = 2 * 850 = 1700 \text{ cm} \\ 2 h_s = 530 \text{ cm za zgrade sa 7 i više katova} \end{cases} \rightarrow H_{kr} = 530 \text{ cm}$$

**Proračunska ovojnica momenata savijanja**



**Legenda:**

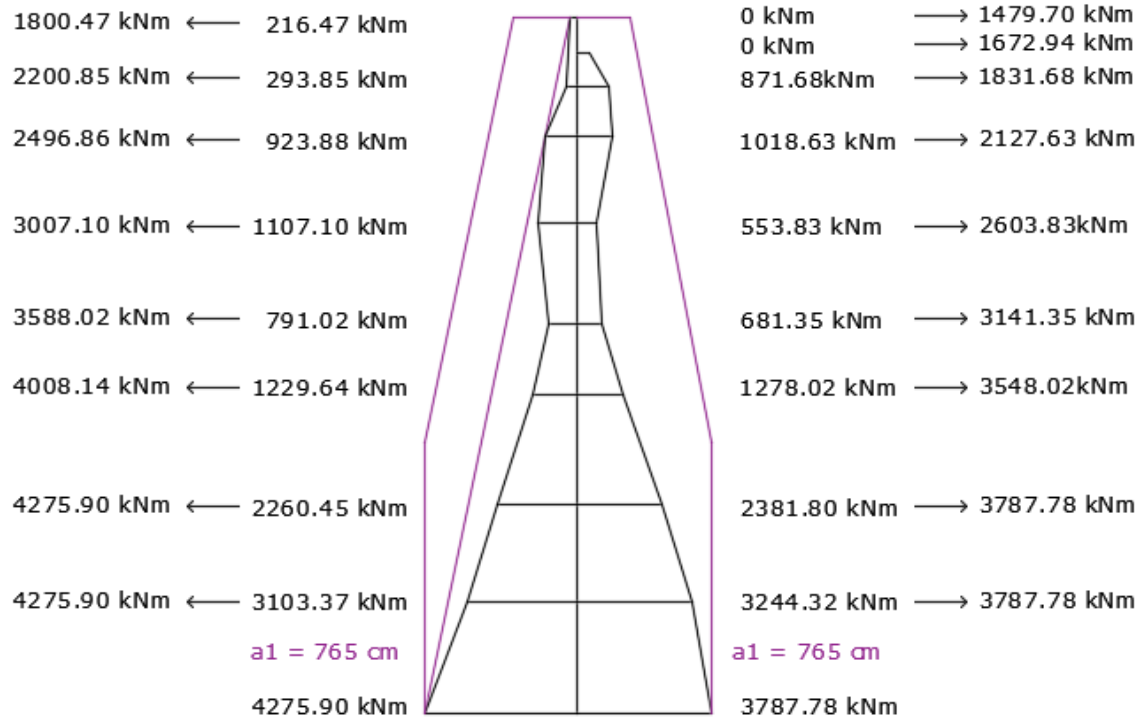
- a momentni dijagram prema proračunu
- b proračunska ovojnica
- a<sub>1</sub> „vlačni pomak“

$a_1 = d \cot\theta$  - vlačni pomak uslijed povećanja poprečne sile

DCM →  $1 \leq \cot\theta \leq 2.5$ , odabrano  $\cot\theta = 1$

$d = 0.9 \cdot l_w = 0.9 \cdot 850 = 765 \text{ cm}$

$a_1 = 765 \cdot 1 = 765 \text{ cm}$

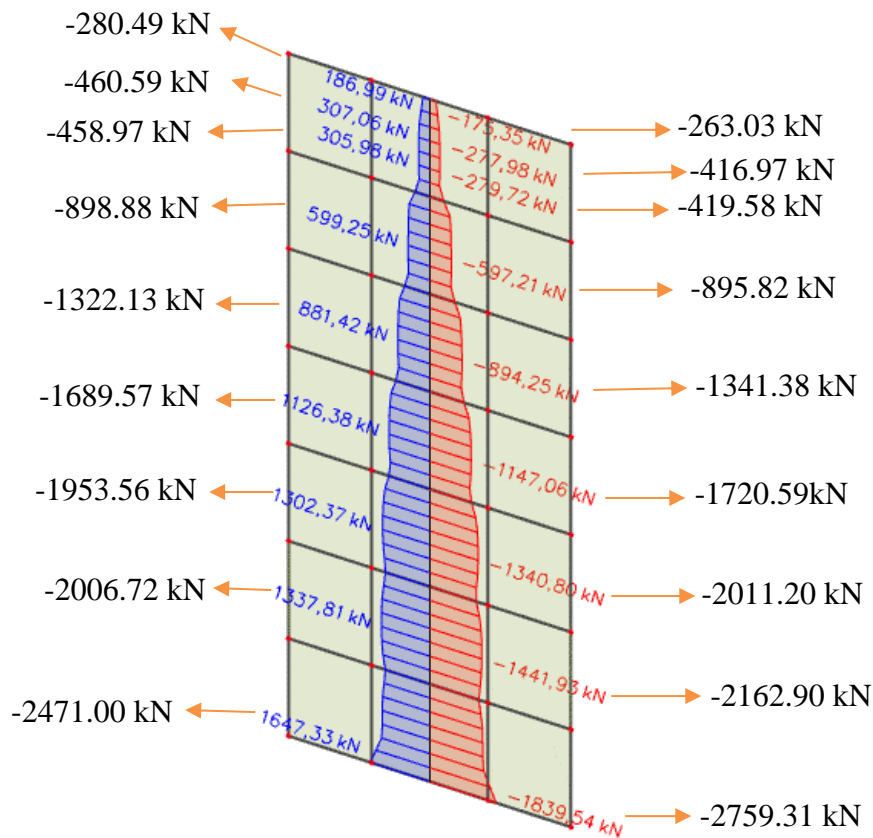


Slika 13.11 Ovojnica momenata savijanja

### Proračunska ovojnica poprečnih sila

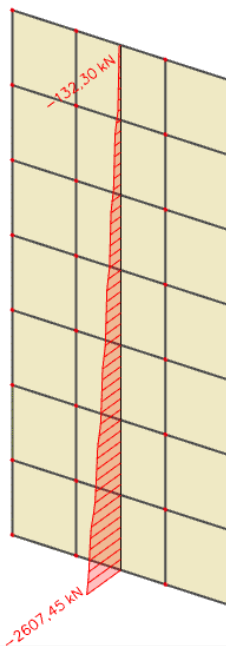
Proračunska ovojnica poprečnih sila  $V_{sd}$  izvodi se iz  $V_{sd} = \varepsilon \cdot V'_{Ed}$

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



lika 13.12 Ovojnica poprečnih sila

### Uzdužne sile



Slika 13.13 Uzdužne sile

**Proračun nosivosti na uzdužnu silu i moment**

$$M_{Ed} = 4275.90 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = 2607.45 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 2759.31 \text{ kN}$$

$$b = 20 \text{ cm} ; d = 847 \text{ cm}$$

**Određivanje duljine rubnog elementa i razmještanje savojne armature**

Najmanja vrijednost  $b_{w0}$  ovijenog rubnog elementa :

$$b_{w0} = \min \{0.15l_w; 1.50b_w\} = \min \{127.5; 30.0\} = 30.0 \text{ cm}$$

-pretpostavimo širinu zaštitnog sloja od 2 cm i vilice  $\varnothing 10\text{mm}$

$$b_o = 200 - 2 \cdot 20 - 2 \cdot 10/2 = 150 \text{ mm}$$

$$b_c = 200\text{mm}$$

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{A_c} - \text{omjer armiranja vertikalnim šipkama u hrptu zida}$$

$A_{sv}$  – ukupna ploština vertikalne armature u hrptu zida

$$A_{sv,min} = 0.002A_c = 0.002 \cdot 200 \cdot 1000 = 400 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}},$$

odabrano Q – 335 obostrano

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{A_c} = \frac{670}{200 \cdot 1000} = 0.00335$$

$$\omega_{vd} = \frac{\rho_v f_{yd,v}}{f_{cd}} - \text{mehanički omjer armiranja hrpta vertikalnom armaturom}$$

$f_{yd,v}$ -proračunska vrijednost granice popuštanja vertikalne armature hrpta

$$\omega_{vd} = \frac{\rho_v f_{yd,v}}{f_{cd}} = 0.00335 \cdot \frac{434.8}{20} = 0.0728$$

$$M_{Ed} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right) = 4275.90 + 2607.45 \cdot \left(8.47 - \frac{2.80}{2}\right) = 22710.57 \text{ kNm}$$

Moment nosivosti jednostruko armiranog presjeka:

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

$$M_{Rd,lim} = 0.159 \cdot 0.20 \cdot 8.47^2 \cdot 20000 = 45627.21 \text{ kNm/m} > M_{Ed}$$

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{22710.57 \cdot 100}{20 \cdot 847^2 \cdot 2.0} = 0.079$$

$$\varepsilon_{s1} = 10\text{‰}; \varepsilon_{c2} = 1.9\text{‰}; \xi = 0.160; \zeta = 0.941$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} - \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{22710.57 \cdot 100}{0.941 \cdot 847 \cdot 43.48} - \frac{2607.45}{43.48} = 5.56 \text{ cm}^2$$

Potrebna minimalna površina uzdužne vlačne armature u rubovima zida:

$$A_{s1,min} = 0.15\text{‰} \cdot b \cdot d = 0.0015 \cdot 20 \cdot 847 = 25.41 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **18 Ø14** ( $A_s = 27.72 \text{ cm}^2$ )

### Dimenzioniranje na poprečnu silu

Vrijednost  $V_{Rd,max}$  u kritičnom području i izvan kritičnog područja za DCM (kao u EC2 s  $z = 0.8l_w$ )

$$V_{Rd,amx} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_{wo} \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{ctg\theta + tg\theta}$$

$$\alpha_{cw} = 1 \rightarrow \text{za konstrukcije koje nisu prednapete}$$

$$v_1 = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}(MPa)}{250}\right) = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) = 0.528$$

$$tg\theta = 1 - \text{nagib tlačnih štapova prema vertikali}$$

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_{wo} \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{ctg\theta + tg\theta} = \frac{1 \cdot 20 \cdot (0.8 \cdot 850) \cdot 0.528 \cdot 2.0}{1 + 1} = 7180.8 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = \varepsilon \cdot V_{Ed}$$

$\varepsilon$ - korekcijski faktor

$$\varepsilon = q \cdot \sqrt{\frac{\gamma_{Rd}}{q} \cdot \frac{M_{Rd}}{M_{Ed}} + 0.1 \cdot \left(\frac{s_e(T_c)}{s_e(T_1)}\right)^2} \leq q$$

Kako gornji izraz mora biti manji od  $q$  zbog jednostavnosti uzimamo  $\varepsilon = q = 2.4$

$$V_{Ed} = 2.4 \cdot 2759.31 = 6622.34 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = 7180.8 \text{ kN} > V_{Ed} = 6622.34 \text{ kN}$$



**Dijagonalni vlačni slom hrpta zbog posmika**

-postupak ovisi o koeficijentu  $\alpha_s$

$$\alpha_s = \frac{M_{Ed}}{V_{Ed} \cdot l_w} = \frac{4275.90}{2759.31 \cdot 8.50} = 0.182$$

Za  $\alpha_s < 2$  horizontala armatura računa se iz izraza:

$$V_{Ed} \leq b_{wo} \cdot (0.8l_w) \rho_h \cdot f_{yd,h} \cdot ctg\theta$$

$\rho_h$  – omjer armiranja hrpta horizontalnim šipkama

$f_{yd,h}$  – proračunska vrijednost granice popuštanja horizontalne armature hrpta

$$\rho_h \geq \frac{V_{Ed}}{(0.8l_w) \cdot f_{yd,h} \cdot b_{wo} \cdot ctg\theta} = \frac{2759.31}{0.8 \cdot 850 \cdot 43.48 \cdot 20 \cdot 1} = 0.00467$$

$$\rho_{h,min} = \max(0.001; 0.25 \cdot \rho_v) = \max(0.001; 0.25 \cdot 0.00467) = \max(0.001; 0.001168)$$

$$\rho_h = \frac{A_h}{b_{wo} \cdot S_h} \rightarrow A_h = \rho_h \cdot b_{wo} \cdot S_h = 0.00467 \cdot 20 \cdot 100 = 9.34 \text{ cm}^2$$

Odabrano: **Q-503** ( $A_{S,odabrano} = 10.06 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$  (obostrano))

**Za klasu duktilnosti M nije potrebna provjera na posmični slom klizanjem!**

**Lom tlačne dijagonale u zidu**

$$V_{Ed} \leq V_{Rd2}$$

$V_{Rd2} = \begin{cases} 0.4 \cdot (0.7 - f_{ck} / 200) \cdot f_{cd} \cdot b_{w0} \cdot z \\ 0.5 \cdot (0.7 - f_{ck} / 200) \cdot f_{cd} \cdot b_{w0} \cdot z \end{cases}$	u kritičnoj zoni
	van kritične zone

$$V_{Rd2} = \begin{cases} 0.4 \cdot (0.7 - 2.0/200) \cdot 2.0 \cdot 20 \cdot 0.9 \cdot 847 = 8415.79 \text{ kN} \\ 0.5 \cdot (0.7 - 2.0/200) \cdot 2.0 \cdot 20 \cdot 0.9 \cdot 847 = 10519.74 \text{ kN} \end{cases}$$

$$V_{Ed} = 2759.31 \text{ kN} \leq V_{Rd2}(8415.79; 10519.74) \text{ kN}$$

Zid zadovoljava na slom tlačne dijagonale.

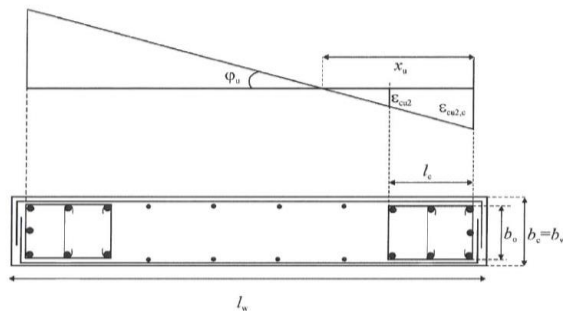
## Detaljiranje lokalne duktilnosti

Pretpostavljene vrijednosti:

Debljina zaštitnog sloja: 2 cm

Promjer vilice:  $\Phi$  1 cm

$b_0$	širina ovijene jezgre rubnog elementa zida (do osi spona)
$b_c$	bruto širina ovijene jezgre
$x_u$	visina neutralne osi
$\epsilon_{cu2}$	granična deformacija neovijenog betona
$\epsilon_{cu2,c}$	granična deformacija ovijenog betona, uzima se vrijednost 0.0035
$\alpha$	faktor učinkovitosti ovijanja
$\omega_{wd}$	mehanički obujamski omjer armiranja ovijenom armaturom



$$b_0 = b_c - 2 \cdot d_{zs} - 2 \cdot \varphi/2 = 15 \text{ cm}$$

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

Omjer armiranja vertikalnim šipkama u hrptu zida :

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{A_c} = \frac{6.70}{20 \cdot 100} = 0.00335$$

pri čemu je :

Asv - ukupna površina vertikalne armature u hrptu zida

Mehanički omjer armiranja hrpta vertikalnom armaturom :

$$\omega_v = \frac{\rho_v \cdot f_{yd,v}}{f_{cd}} = \frac{0.00335 \cdot 434.80}{20} = 0.0728$$

pri čemu je :

$f_{yd,v}$ -proračunska vrijednost granice popuštanja vertikalne armature hrpta

### Koeficijent duktilnosti s obzirom na zakrivljenost

$$\mu_\phi = 1 + 2(q_o - 1)T_C/T_1, T_1 < T_C \quad T_1 = 0.40; T_C = 0.40$$

$$\mu_\phi = 1 + 2(q_o - 1) \frac{T_C}{T_1} = 1 + 2(3.0 - 1) \frac{0.40}{0.40} = 5.0$$

$$\epsilon_{sy,d} = \frac{434.8}{200000} = 0.002174$$

$$\alpha \omega_{vd} \geq 30 \cdot \mu_\phi \cdot (v_d + \omega_v) \cdot \epsilon_{s,yd} \cdot \frac{b_c}{b_0} - 0.035$$

$$\alpha\omega_{vd} \geq 30 \cdot 5.0 \cdot (0.0333 + 0.0728) \cdot 0.002174 \cdot \frac{200}{150} = 0.046$$

$$\varepsilon_{cu2,c} = 0.0035 + 0.1 \cdot 0.0728 = 0.01078$$

$$x_u = (v_d + \omega_v) \cdot \frac{l_w \cdot b_c}{b_0}$$

$$x_u = (0.0333 + 0.0728) \cdot \frac{850 \cdot 200}{150} = 120.25 \text{ cm}$$

$$h_0 = x_u \cdot \frac{1 - \varepsilon_{cu2}}{\varepsilon_{cu2,c}}$$

$$h_0 = 120.25 \cdot \left(1 - \frac{0.0035}{0.01078}\right) = 81.21 \text{ cm}$$

$$l_c \geq \{0.15l_w; 1.5b_w; \text{duljina } h_0 \text{ na kojoj je } \varepsilon_{cu2} > 0.0035\}$$

$$l_c \geq \{1.275; 0.300; 0.8121\}$$

$$\text{odabrano } l_c = 140 \text{ cm}$$

$$\text{odabrana armatura: } \mathbf{18\emptyset 14} \text{ (} A_s = 27.72 \text{ cm}^2\text{)}$$

$$b_c = 20 \text{ cm} \quad h_0 = 81.21 \text{ cm}$$

$$\text{odabrana armatura: } A_{\text{odabir}} = 27.72 \text{ cm}^2$$

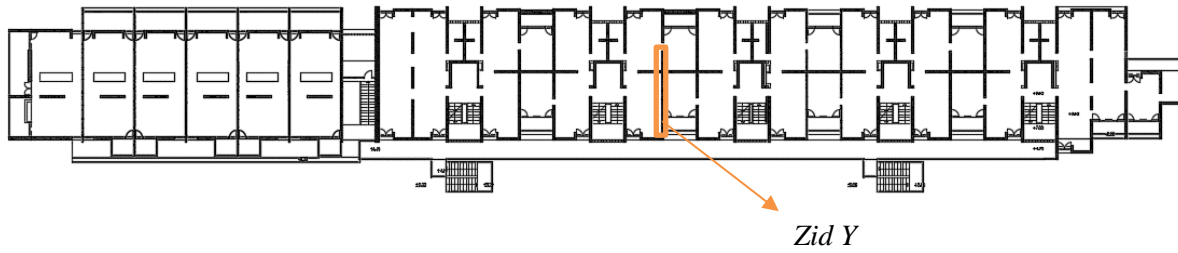
$$A_{s,min} = \frac{0.5}{100} \cdot b_c \cdot h_0 = \frac{0.5}{100} \cdot 20 \cdot 81.21 = 8.1 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = \frac{4}{100} \cdot b_c \cdot h_0 = \frac{4}{100} \cdot 20 \cdot 81.21 = 65.0 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,min} < A_{\text{odabrano}} < A_{s,max}$$

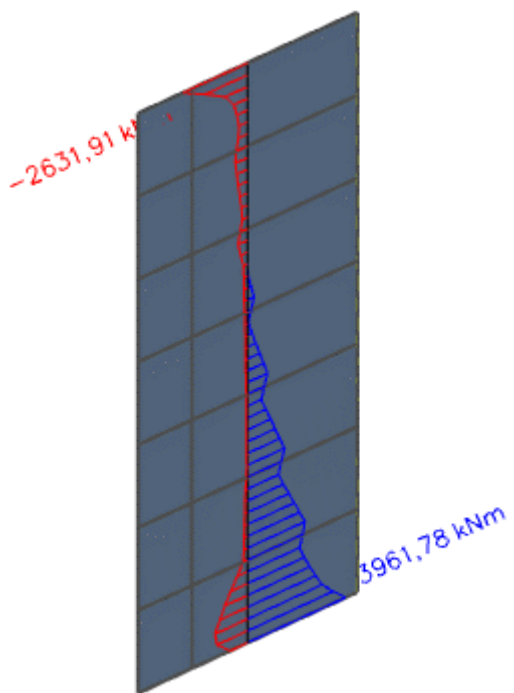
$$8.1 \text{ cm}^2 < 27.72 \text{ cm}^2 < 65.0 \text{ cm}^2$$

### 13.2. Proračun zida u smjeru Y

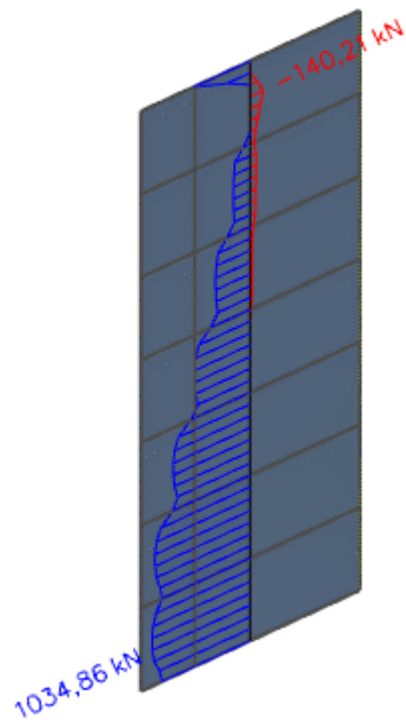


Slika 13.14 Prikaz položaja proračunatog zida u smjeru Y

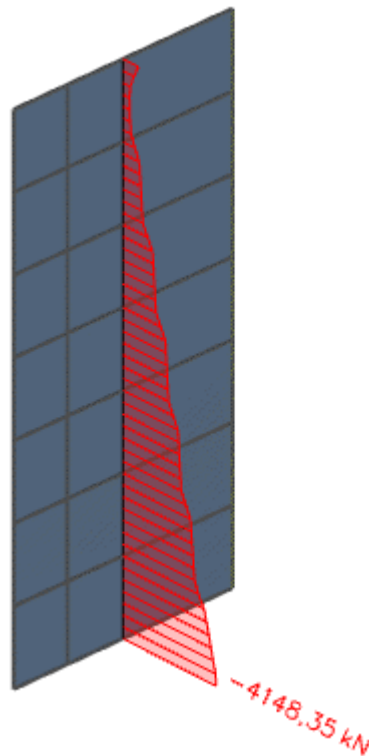
Uobičajena kombinacija:



Slika 13.15 Moment savijanja  $M$



Slika 13.16 Poprečna sila  $V$

Slika 13.17 Uzdužna sila  $N$ 

### Geometrijska ograničenja za klasu duktilnosti DCM

Svijetla visina kata  $h_s = 2.65 \text{ m}$

Debljina hrpta  $b_{w0} \geq \max(0.15 \text{ m}; h_s / 20)$

$$b_{w0} \geq \max(0.15 \text{ m}; 2.65 \text{ m} / 20) \rightarrow b_{w0} \geq 0.15 \text{ m}$$

### Proračun zida na savijanje

#### Provjera vitkosti zida

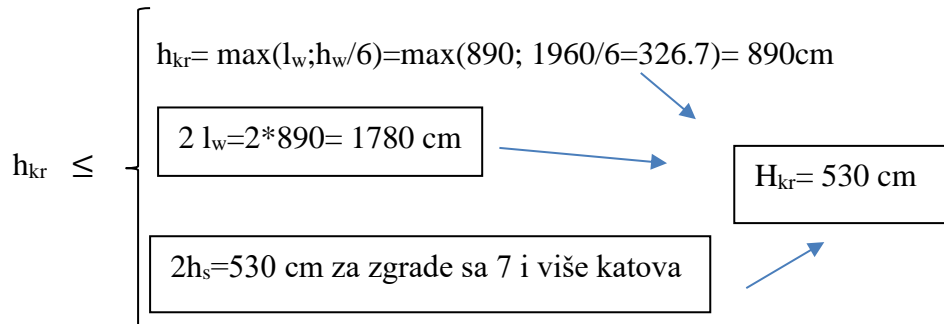
visina zida $h_w$ (cm)	1960
duljina zida $l_w$ (cm)	890

$$\frac{h_w}{l_w} = \frac{1960}{890} = 2.2 > 2$$

Zid je vitak, stoga je potrebno povećanje reznih sila koristeći ovojnici momenata savijanja.

### Ovojnica reznih sila

Visina kritičnog presjeka



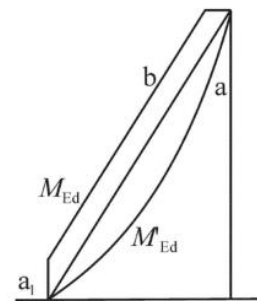
### Proračunska ovojnica momenata savijanja

$a_1 = d \cot\theta$  - vlačni pomak uslijed povećanja poprečne sile

DCM  $\rightarrow 1 \leq \cot\theta \leq 2.5$ , odabrano  $\cot\theta = 1$

$d = 0.9 \cdot l_w = 0.9 \cdot 890 = 801 \text{ cm}$

$a_1 = 801 \cdot 1 = 801 \text{ cm}$

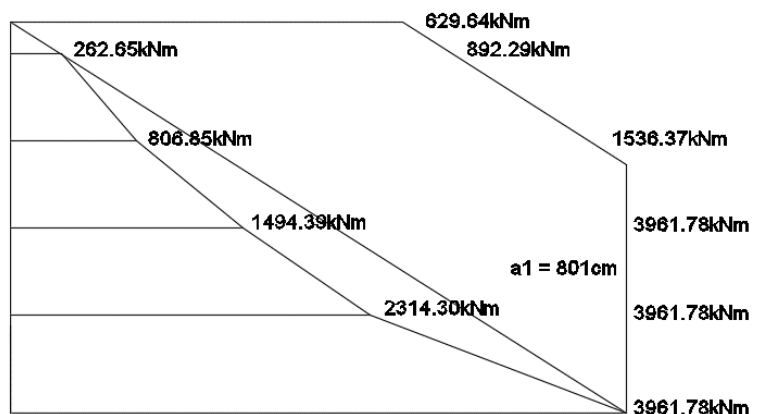
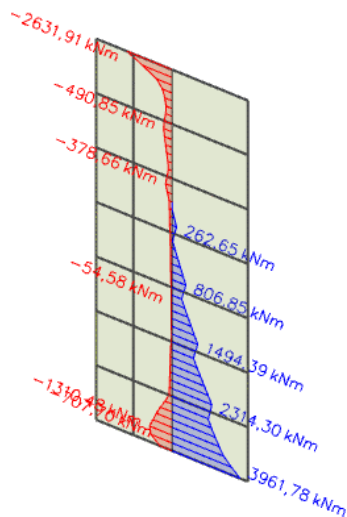


Legenda:

a momentni dijagram prema proračunu

b proračunska ovojnica

$a_1$  „vlačni pomak“

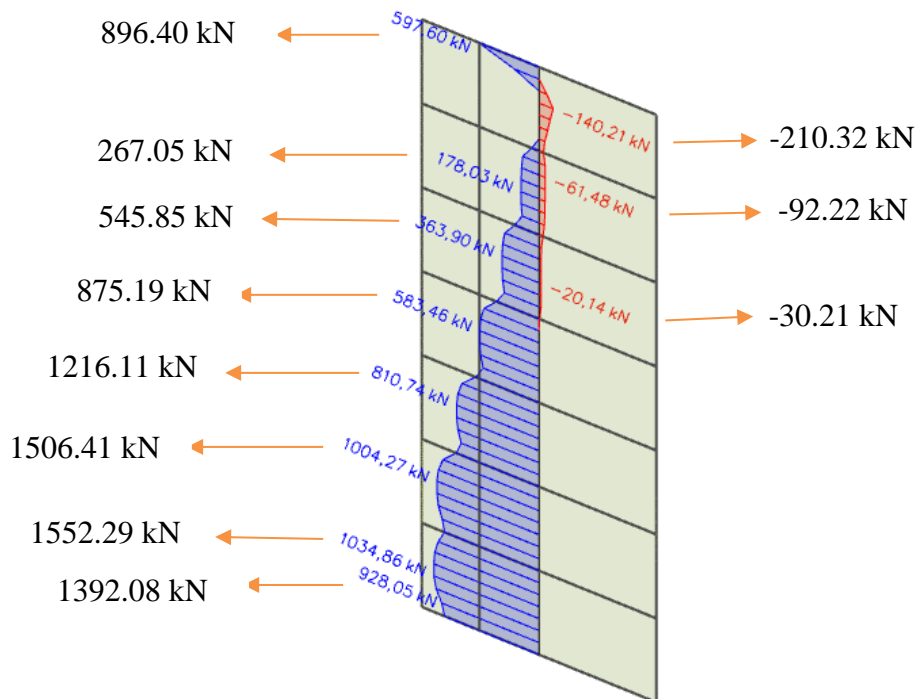


Slika 13.18 Ovojnica momenata savijanja

### Proračunska ovojnica poprečnih sila

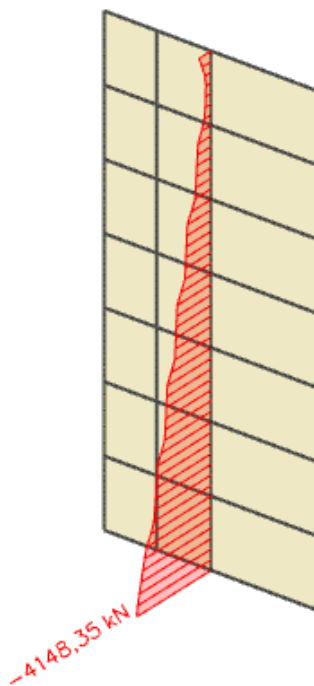
Proračunska ovojnica poprečnih sila  $V_{sd}$  izvodi se iz  $V_{sd} = \varepsilon \cdot V'_{Ed}$

gdje je  $V_{Ed}$  poprečna sila po visini zida dobivena proračunom, a  $\varepsilon$  faktor uvećanja te za klasu duktilnosti DCM vrijedi  $\varepsilon=1.5$ .



Slika 13.19 Ovojnica poprečnih sila

### Uzdužne sile



Slika 13.20 Uzdužne sile

**Geometrijske karakteristike zida**

$h_s$ – visina etaže (cm)	280
$b_w$ - debljina zida (cm)	20
$l_w$ – duljina zida (cm)	890
$h_w$ – visina zida (cm)	1960
$n$ – broj etaža	7
$d_l$ (cm)	3
$d$ (cm)	887

<b>Koeficijent sigurnosti materijala</b>	
$g_c$	1.50
$g_s$	1.15

**Gradivo**

<b>Beton</b>	
klasa	C30/37
$f_{ck}$ (MPa)	30
$f_{cd}$ (MPa)	20
$t_{Rd}$ (MPa)	0.34

<b>Armatura</b>	
tip	B500B
$f_{yk}$ (MPa)	500
$f_{yd}$ (MPa)	434.78

**Proračun nosivosti na uzdužnu silu i moment**

$$M_{Ed} = 3961.78 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = 4148.35 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 1552.29 \text{ kN}$$

$$b = 20 \text{ cm} ; d = 847 \text{ cm}$$

**Određivanje duljine rubnog elementa i razmještanje savojne armature**

Najmanja vrijednost  $b_{w0}$  ovijenog rubnog elementa :

$$b_{w0} = \min \{0.15l_w; 1.50b_w\} = \min \{133.5; 30.0\} = 30.0 \text{ cm}$$

-pretpostavimo širinu zaštitnog sloja od 2 cm i vilice  $\varnothing 10\text{mm}$

$$b_o = 200 - 2 \cdot 20 - 2 \cdot 10/2 = 150 \text{ mm}$$

$$b_c = 200\text{mm}$$

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{A_c} - \text{omjer armiranja vertikalnim šipkama u hrptu zida}$$

$A_{sv}$  – ukupna ploština vertikalne armature u hrptu zida

$$A_{sv,min} = 0.002A_c = 0.002 \cdot 200 \cdot 1000 = 400 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}},$$

odabrano Q – 335 obostrano

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{A_c} = \frac{670}{200 \cdot 1000} = 0.00335$$

$$\omega_{vd} = \frac{\rho_v f_{yd,v}}{f_{cd}} - \text{mehanički omjer armiranja hrpta vertikalnom armaturom}$$



$f_{yd,v}$ -proračunska vrijednost granice popuštanja vertikalne armature hrpta

$$\omega_{vd} = \frac{\rho_v f_{yd,v}}{f_{cd}} = 0.00335 \cdot \frac{434.8}{20} = 0.0728$$

$$M_{Ed} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right) = 3961.78 + 4148.35 \cdot \left(8.87 - \frac{2.80}{2}\right) = 34949.95 \text{ kNm}$$

Moment nosivosti jednostruko armiranog presjeka:

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

$$M_{Rd,lim} = 0.159 \cdot 0.20 \cdot 8.87^2 \cdot 20000 = 50038.51 \text{ kNm/m} > M_{Ed}$$

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{34949.95 \cdot 100}{20 \cdot 887^2 \cdot 2.0} = 0.111$$

$$\varepsilon_{s1} = 10\text{‰}; \varepsilon_{c2} = 2.5\text{‰}; \xi = 0.200; \zeta = 0.922$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} - \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{34949.95 \cdot 100}{0.922 \cdot 887 \cdot 43.48} - \frac{4148.35}{43.48} = 2.88 \text{ cm}^2$$

Potrebna minimalna površina uzdužne vlačne armature u rubovima zida:

$$A_{s1,min} = 0.15\% \cdot b \cdot d = 0.0015 \cdot 20 \cdot 887 = 26.61 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: 18 Ø14 ( $A_s = 27.72 \text{ cm}^2$ )

### Dimenzioniranje na poprečnu silu

Vrijednost  $V_{Rd,max}$  u kritičnom području i izvan kritičnog područja za DCM (kao u EC2 s  $z = 0.8l_w$ )

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

$$\alpha_{cw} = 1 \rightarrow \text{za konstrukcije koje nisu prednapete}$$

$$v_1 = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}(MPa)}{250}\right) = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) = 0.528$$

$$tg\theta = 1 - \text{nagib tlačnih štapova prema vertikali}$$

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_{wo} \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{ctg\theta + tg\theta} = \frac{1 \cdot 20 \cdot (0.8 \cdot 890) \cdot 0.528 \cdot 2.0}{1+1} = 7518.7 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = \varepsilon \cdot V_{Ed}$$

$\varepsilon$ - korekcijski faktor

$$\varepsilon = q \cdot \sqrt{\frac{\gamma_{Rd} \cdot M_{Rd}}{q \cdot M_{Ed}} + 0.1 \cdot \left( \frac{s_e(T_c)}{s_e(T_1)} \right)^2} \leq q$$

Kako gornji izraz mora biti manji od  $q$  zbog jednostavnosti uzimamo  $\varepsilon = q = 2.4$

$$V_{Ed} = 2.4 \cdot 1552.29 = 3725.50 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = 7518.7 \text{ kN} > V_{Ed} = 3725.50 \text{ kN}$$

### Dijagonalni vlačni slom hrpta zbog posmika

-postupak ovisi o koeficijentu  $\alpha_s$

$$\alpha_s = \frac{M_{Ed}}{V_{Ed} \cdot l_w} = \frac{3961.78}{1552.29 \cdot 8.90} = 0.287$$

Za  $\alpha_s < 2$  horizontala armatura računa se iz izraza:

$$V_{Ed} \leq b_{wo} \cdot (0.8l_w) \rho_h \cdot f_{yd,h} \cdot ctg\theta$$

$\rho_h$  – omjer armiranja hrpta horizontalnim šipkama

$f_{yd,h}$  – proračunska vrijednost granice popuštanja horizontalne armature hrpta

$$\rho_h \geq \frac{V_{Ed}}{(0.8l_w) \cdot f_{yd,h} \cdot b_{wo} \cdot ctg\theta} = \frac{1552.29}{0.8 \cdot 890 \cdot 43.48 \cdot 20 \cdot 1} = 0.00251$$

$$\rho_{h,min} = \max(0.001; 0.25 \cdot \rho_v) = \max(0.001; 0.25 \cdot 0.00251) = \max(0.001; 0.00063)$$

$$\rho_h = \frac{A_h}{b_{wo} \cdot S_h} \rightarrow A_h = \rho_h \cdot b_{wo} \cdot S_h = 0.00063 \cdot 20 \cdot 100 = 1.26 \text{ cm}^2$$

Odabrano: Q-131 ( $A_{S,odabrano} = 2.62 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$  (obostrano))

**Za klasu duktilnosti M nije potrebna provjera na posmični slom klizanjem!**

**Lom tlačne dijagonale u zidu**

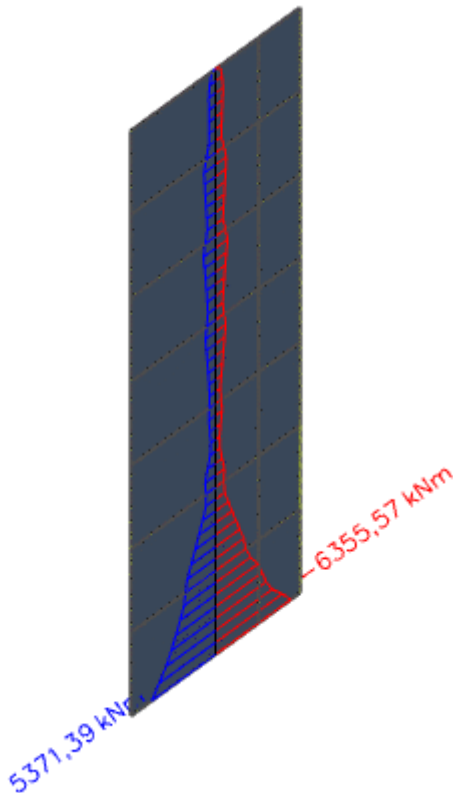
$$V_{Ed} \leq V_{Rd2}$$

$V_{Rd2} = \begin{cases} 0.4 \cdot (0.7 - f_{ck} / 200) \cdot f_{cd} \cdot b_{w0} \cdot z \\ 0.5 \cdot (0.7 - f_{ck} / 200) \cdot f_{cd} \cdot b_{w0} \cdot z \end{cases}$	u kritičnoj zoni
	van kritične zone

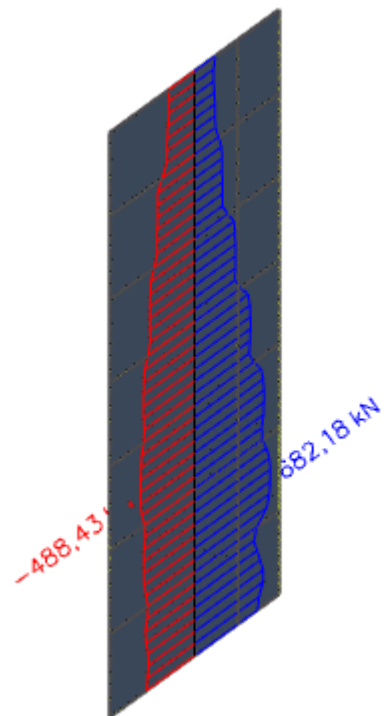
$$V_{Rd2} = \begin{cases} 0.4 \cdot (0.7 - 2.0/200) \cdot 2.0 \cdot 20 \cdot 0.9 \cdot 887 = 8813.23 \text{ kN} \\ 0.5 \cdot (0.7 - 2.0/200) \cdot 2.0 \cdot 20 \cdot 0.9 \cdot 887 = 11016.54 \text{ kN} \end{cases}$$

$$V_{Ed} = 1552.29 \text{ kN} \leq V_{Rd2}(8813.23; 11016.54) \text{ kN}$$

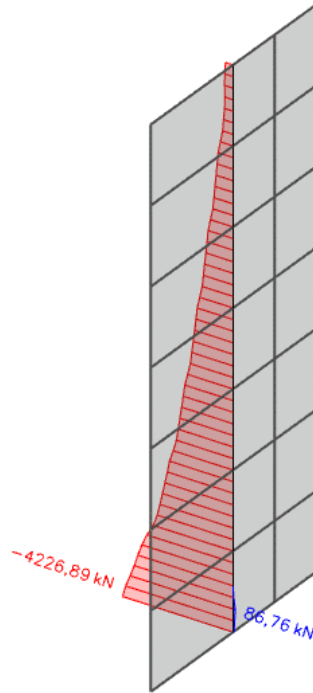
Zid zadovoljava na slom tlačne dijagonale

**Izvanredna kombinacija:**

Slika 13.21 Moment savijanja *M*



Slika 13.22 Poprečna sila *V*

Slika 13.23 Uzdužna sila  $N$ 

### Geometrijska ograničenja za klasu duktilnosti DCM

Svijetla visina kata  $h_s = 2.65 \text{ m}$

Debljina hrpta  $b_{w0} \geq \max(0.15 \text{ m}; h_s / 20)$

$$b_{w0} \geq \max(0.15 \text{ m}; 2.65 \text{ m} / 20) \rightarrow b_{w0} \geq 0.15 \text{ m}$$

Debljina zida od 20 cm veća je od minimalne potrebne debljine zida za klasu duktilnosti DCM.

### Proračun zida na savijanje

#### Provjera vitkosti zida

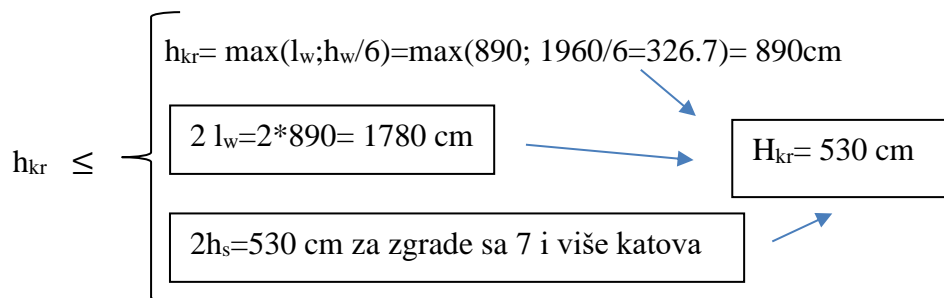
visina zida $h_w$ (cm)	1960
duljina zida $l_w$ (cm)	890

$$\frac{h_w}{l_w} = \frac{1960}{890} = 2.2 > 2$$

Zid je vitak, stoga je potrebno povećanje reznih sila koristeći ovojnici momenata savijanja.

### Ovojnica reznih sila

Visina kritičnog presjeka



### Proračunska ovojnica momenata savijanja

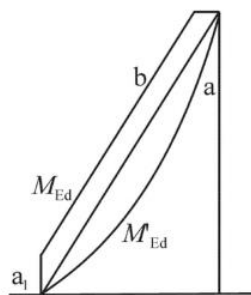
$a_1 = d \cdot \cot\theta$  - vlačni pomak uslijed povećanja poprečne sile

DCM  $\rightarrow 1 \leq \cot\theta \leq 2.5$ ,

odabrano  $\cot\theta = 1$

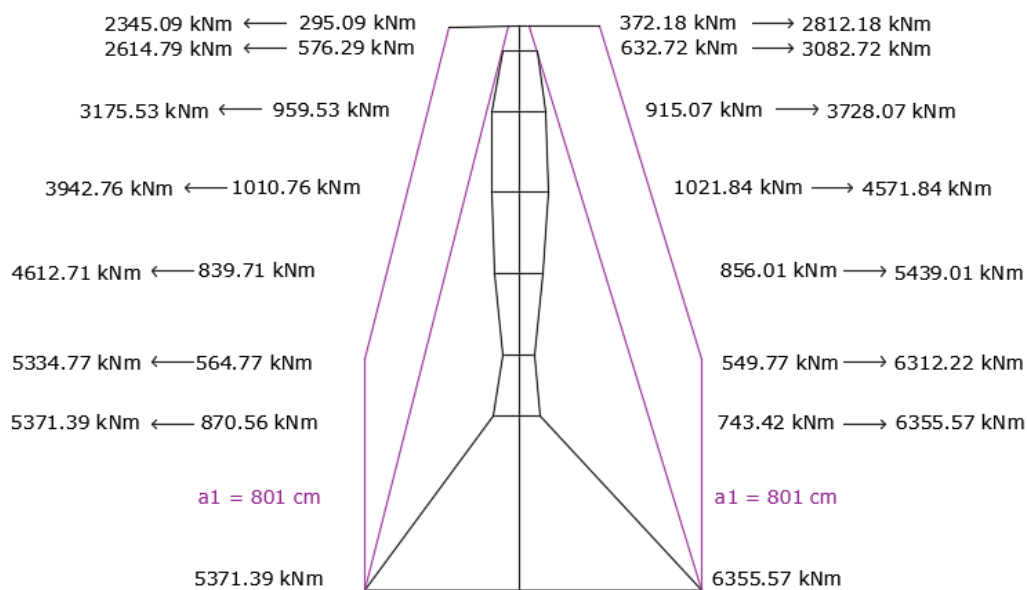
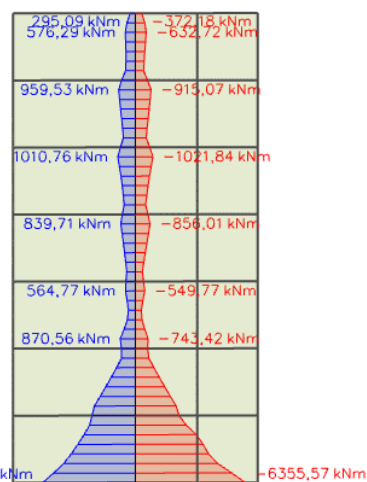
$d = 0.9 \cdot l_w = 0.9 \cdot 890 = 801 \text{ cm}$

$a_1 = 801 \cdot 1 = 801 \text{ cm}$



Legenda:

- a momentni dijagram prema proračunu
- b proračunska ovojnica
- a<sub>1</sub> „vlačni pomak“

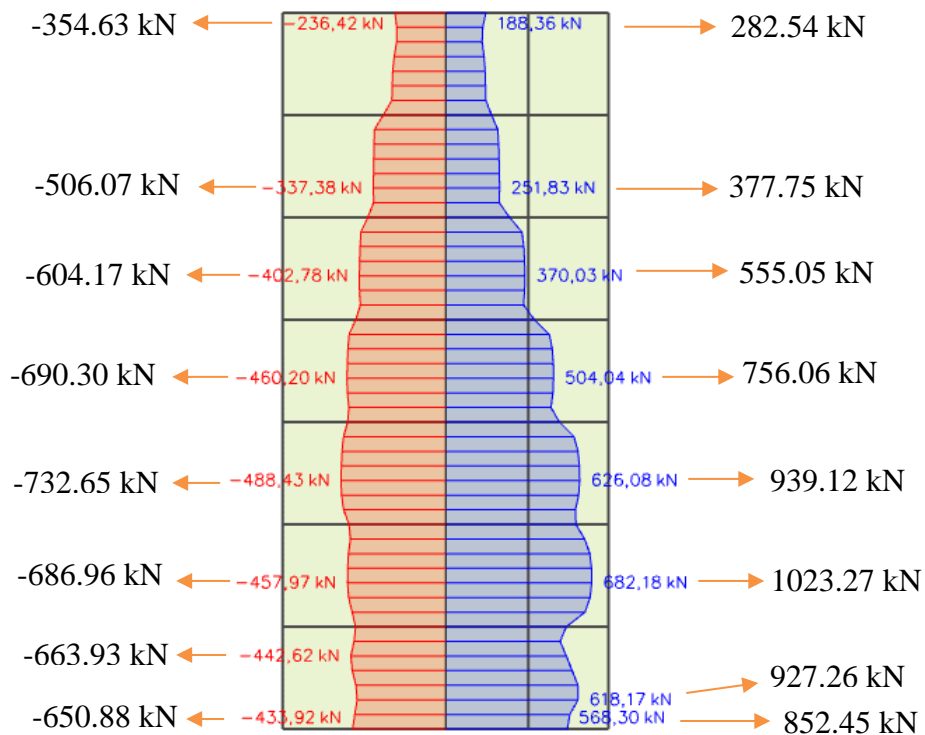


Slika 13.24 Ovojnica momenata savijanja

### Proračunska ovojnica poprečnih sila

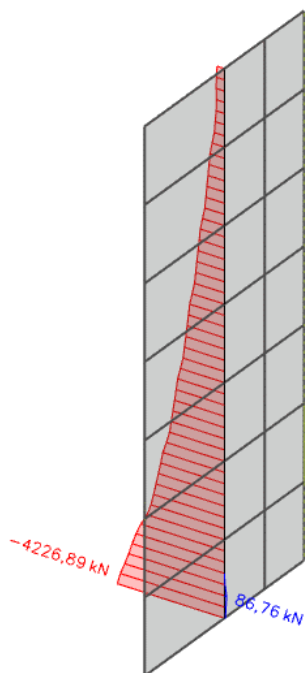
Proračunska ovojnica poprečnih sila  $V_{sd}$  izvodi se iz  $V_{sd} = \varepsilon \cdot V'_{Ed}$

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



Slika 13.25 Ovojnica poprečnih sila

### Uzdužne sile



Slika 13.26 Uzdužne sile

**Proračun nosivosti na uzdužnu silu i moment**

$$M_{Ed} = 6355.57 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = 4226.89 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 682.18 \text{ kN}$$

$$b = 20 \text{ cm} ; d = 887 \text{ cm}$$

**Određivanje duljine rubnog elementa i razmještanje savojne armature**

Najmanja vrijednost  $b_{w0}$  ovijenog rubnog elementa :

$$b_{w0} = \min \{0.15l_w; 1.50b_w\} = \min \{133.5; 30.0\} = 30.0 \text{ cm}$$

-pretpostavimo širinu zaštitnog sloja od 2 cm i vilice  $\varnothing 10\text{mm}$

$$b_o = 200 - 2 \cdot 20 - 2 \cdot 10/2 = 150 \text{ mm}$$

$$b_c = 200\text{mm}$$

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{A_c} - \text{omjer armiranja vertikalnim šipkama u hrptu zida}$$

$A_{sv}$  – ukupna ploština vertikalne armature u hrptu zida

$$A_{sv,min} = 0.002A_c = 0.002 \cdot 200 \cdot 1000 = 400 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}},$$

odabrano  $Q - 335$  obostrano

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{A_c} = \frac{670}{200 \cdot 1000} = 0.00335$$

$$\omega_{vd} = \frac{\rho_v f_{yd,v}}{f_{cd}} - \text{mehanički omjer armiranja hrpta vertikalnom armaturom}$$

$f_{yd,v}$ -proračunska vrijednost granice popuštanja vertikalne armature hrpta

$$\omega_{vd} = \frac{\rho_v f_{yd,v}}{f_{cd}} = 0.00335 \cdot \frac{434.8}{20} = 0.0728$$

$$M_{Ed} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right) = 6355.57 + 4226.89 \cdot \left(8.87 - \frac{2.80}{2}\right) = 37930.44 \text{ kNm}$$

Moment nosivosti jednostruko armiranog presjeka:

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

$$M_{Rd,lim} = 0.159 \cdot 0.20 \cdot 8.87^2 \cdot 20000 = 50038.51 \text{ kNm/m} > M_{Ed}$$

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{37930.62 \cdot 100}{20 \cdot 887^2 \cdot 2.0} = 0.119$$

$$\varepsilon_{s1} = 10\text{‰}; \varepsilon_{c2} = 2.6\text{‰}; \xi = 0.206; \zeta = 0.919$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} - \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{37445.62 \cdot 100}{0.919 \cdot 887 \cdot 43.48} - \frac{4230.18}{43.48} = 8.36 \text{ cm}^2$$

Potrebna minimalna površina uzdužne vlačne armature u rubovima zida:

$$A_{s1,min} = 0.15\% \cdot b \cdot d = 0.0015 \cdot 20 \cdot 887 = 26.61 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **18 Ø14** ( $A_s = 27.72 \text{ cm}^2$ )

### Dimenzioniranje na poprečnu silu

Vrijednost  $V_{Rd,max}$  u kritičnom području i izvan kritičnog područja za DCM (kao u EC2 s  $z = 0.8l_w$ )

$$V_{Rd,amx} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_{wo} \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{ctg\theta + tg\theta}$$

$$\alpha_{cw} = 1 \rightarrow \text{za konstrukcije koje nisu prednapete}$$

$$v_1 = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}(MPa)}{250}\right) = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) = 0.528$$

$$tg\theta = 1 - \text{nagib tlačnih štapova prema vertikali}$$

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_{wo} \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{ctg\theta + tg\theta} = \frac{1 \cdot 20 \cdot (0.8 \cdot 890) \cdot 0.528 \cdot 2.0}{1 + 1} = 7518.7 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = \varepsilon \cdot V_{Ed}$$

$\varepsilon$ - korekcijski faktor

$$\varepsilon = q \cdot \sqrt{\frac{\gamma_{Rd}}{q} \cdot \frac{M_{Rd}}{M_{Ed}} + 0.1 \cdot \left(\frac{s_e(T_c)}{s_e(T_1)}\right)^2} \leq q$$

Kako gornji izraz mora biti manji od  $q$  zbog jednostavnosti uzimamo  $\varepsilon = q = 2.4$

$$V_{Ed} = 2.4 \cdot 849.15 = 2037.96 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = 7518.7 \text{ kN} > V_{Ed} = 2037.96 \text{ kN}$$



**Dijagonalni vlačni slom hrpta zbog posmika**

-postupak ovisi o koeficijentu  $\alpha_s$

$$\alpha_s = \frac{M_{Ed}}{V_{Ed} \cdot l_w} = \frac{5846.18}{849.15 \cdot 8.90} = 0.774$$

Za  $\alpha_s < 2$  horizontala armatura računa se iz izraza:

$$V_{Ed} \leq b_{wo} \cdot (0.8l_w) \rho_h \cdot f_{yd,h} \cdot ctg\theta$$

$\rho_h$  – omjer armiranja hrpta horizontalnim šipkama

$f_{yd,h}$  – proračunska vrijednost granice popuštanja horizontalne armature hrpta

$$\rho_h \geq \frac{V_{Ed}}{(0.8l_w) \cdot f_{yd,h} \cdot b_{wo} \cdot ctg\theta} = \frac{849.15}{0.8 \cdot 890 \cdot 43.48 \cdot 20 \cdot 1} = 0.00137$$

$$\rho_{h,min} = \max(0.001; 0.25 \cdot \rho_v) = \max(0.001; 0.25 \cdot 0.00137) = \max(0.001; 0.00034)$$

$$\rho_h = \frac{A_h}{b_{wo} \cdot S_h} \rightarrow A_h = \rho_h \cdot b_{wo} \cdot S_h = 0.00137 \cdot 20 \cdot 100 = 2.74 \text{ cm}^2$$

Odabrano: Q-166 ( $A_{S,odabrano} = 3.32 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$  (obostrano))

**Za klasu duktilnosti M nije potrebna provjera na posmični slom klizanjem!**

**Lom tlačne dijagonale u zidu**

$$V_{Ed} \leq V_{Rd2}$$

$V_{Rd2} = \begin{cases} 0.4 \cdot (0.7 - f_{ck} / 200) \cdot f_{cd} \cdot b_{w0} \cdot z \\ 0.5 \cdot (0.7 - f_{ck} / 200) \cdot f_{cd} \cdot b_{w0} \cdot z \end{cases}$	u kritičnoj zoni
	van kritične zone

$$V_{Rd2} = \begin{cases} 0.4 \cdot (0.7 - 2.0/200) \cdot 2.0 \cdot 20 \cdot 0.9 \cdot 887 = 8813.23 \text{ kN} \\ 0.5 \cdot (0.7 - 2.0/200) \cdot 2.0 \cdot 20 \cdot 0.9 \cdot 887 = 11016.54 \text{ kN} \end{cases}$$

$$V_{Ed} = 849.15 \text{ kN} \leq V_{Rd2}(8813.23; 11016.54) \text{ kN}$$

Zid zadovoljava na slom tlačne dijagonale.

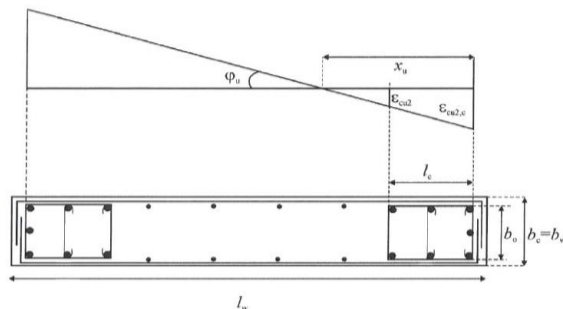
## Detaljiranje lokalne duktilnosti

Pretpostavljene vrijednosti:

Debljina zaštitnog sloja: 2 cm

Promjer vilice:  $\Phi$  1 cm

$b_0$	širina ovijene jezgre rubnog elementa zida (do osi spona)
$b_c$	bruto širina ovijene jezgre
$x_u$	visina neutralne osi
$\epsilon_{cu2}$	granična deformacija neovijenog betona
$\epsilon_{cu2,c}$	granična deformacija ovijenog betona, uzima se vrijednost 0.0035
$\alpha$	faktor učinkovitosti ovijanja
$\omega_{wd}$	mehanički obujamski omjer armiranja ovijenom armaturom



$$b_0 = b_c - 2 \cdot d_{zs} - 2 \cdot \varphi/2 = 15 \text{ cm}$$

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

Omjer armiranja vertikalnim šipkama u hrptu zida :

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{A_c} = \frac{6.70}{20 \cdot 100} = 0.00335$$

pri čemu je :

Asv - ukupna površina vertikalne armature u hrptu zida

Mehanički omjer armiranja hrpta vertikalnom armaturom :

$$\omega_v = \frac{\rho_v \cdot f_{yd,v}}{f_{cd}} = \frac{0.00335 \cdot 434.80}{20} = 0.0728$$

pri čemu je :

$f_{yd,v}$ -proračunska vrijednost granice popuštanja vertikalne armature hrpta

### Koeficijent duktilnosti s obzirom na zakrivljenost

$$\mu_\phi = 1 + 2(q_o - 1)T_C/T_1, T_1 < T_C \quad T_1 = 0.40; T_C = 0.4$$

$$\mu_\phi = 1 + 2(q_o - 1) \frac{T_C}{T_1} = 1 + 2(3.0 - 1) \frac{0.40}{0.40} = 5.0$$

$$\epsilon_{sy,d} = \frac{434.8}{200000} = 0.002174$$

$$\alpha \omega_{vd} \geq 30 \cdot \mu_\phi \cdot (v_d + \omega_v) \cdot \epsilon_{s,yd} \cdot \frac{b_c}{b_o} - 0.035$$

$$\alpha\omega_{vd} \geq 30 \cdot 5.0 \cdot (0.0539 + 0.0728) \cdot 0.002174 \cdot \frac{200}{150} = 0.0551$$

$$\varepsilon_{cu2,c} = 0.0035 + 0.1 \cdot 0.0728 = 0.01078$$

$$x_u = (v_d + \omega_v) \cdot \frac{l_w \cdot b_c}{b_0}$$

$$x_u = (0.0539 + 0.0728) \cdot \frac{890 \cdot 200}{150} = 150.35 \text{ cm}$$

$$h_0 = x_u \cdot \left(1 - \frac{\varepsilon_{cu2}}{\varepsilon_{cu2,c}}\right)$$

$$h_0 = 150.35 \cdot \left(1 - \frac{0.0035}{0.01078}\right) = 101.54 \text{ cm}$$

$$l_c \geq \{0.15l_w; 1.5b_w; \text{duljina } h_0 \text{ na kojoj je } \varepsilon_{cu2} > 0.0035\}$$

$$l_c \geq \{1.335; 0.300; 1.0154\}$$

$$\text{odabrano } l_c = 140 \text{ cm}$$

$$\text{odabrana armatura: } \mathbf{18\emptyset 14} \text{ (} A_s = 27.72 \text{ cm}^2\text{)}$$

$$b_c = 20 \text{ cm} \quad h_0 = 101.54 \text{ cm}$$

$$\text{odabrana armatura: } A_{\text{odabir}} = 27.72 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,min} = \frac{0.5}{100} \cdot b_c \cdot h_0 = \frac{0.5}{100} \cdot 20 \cdot 101.54 = 10.15 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = \frac{4}{100} \cdot b_c \cdot h_0 = \frac{4}{100} \cdot 20 \cdot 101.54 = 81.23 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,min} < A_{\text{odabrano}} < A_{s,max}$$

$$10.15 \text{ cm}^2 < 27.72 \text{ cm}^2 < 81.23 \text{ cm}^2$$

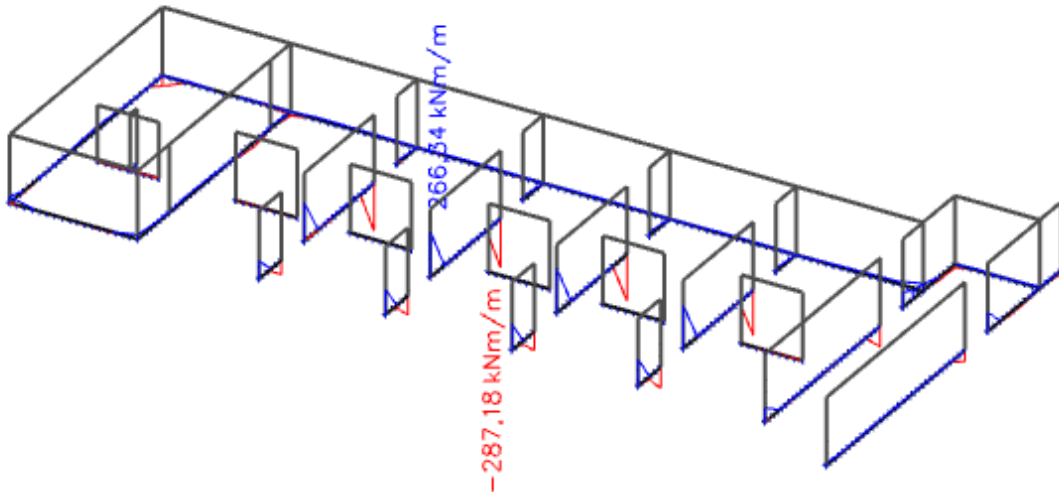
## 14. PRORAČUN TEMELJA

Temelji se izvode kao trakasti temelji ispod zidova . Sve temeljne trake izvedene su od betona C25/30 te armirane armaturom B500B. Na slici je prikazan raspored temelja. Radi jednostavnosti izvedbe a i ujednačenosti reakcija ispod zidova i temelja sve su temeljne trake istih dimenzija te jednako armirane. Proračun je proveden na način da su iz prostornog modela za kritične uobičajene kombinacije dobivene maksimalne rezne sile na ležajevima ispod zidova. Potom je provedena kontrola naprezanja koje mora zadovoljiti uvjet  $\sigma < \sigma_{dop} = 0.5MPa$ .

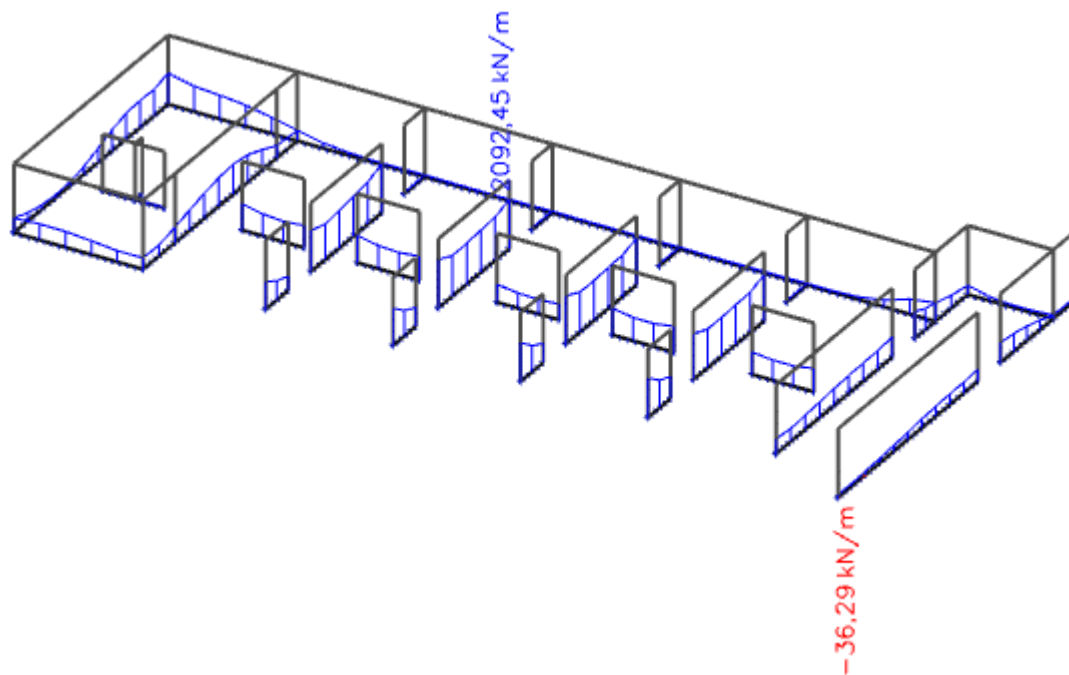
### 14.1 Proračun trakastog temelja za lijevu zgradu

#### 14.1.1. I. kombinacija $M_{max} + N_{pripadno}$

Rezne sile



Slika 14.1  $M_{max}, N_{pripadno}$ -prikaz  $M_x$

Slika 14.2  $M_{max}, N_{pripadno}$ -prikaz  $N$ 

### 14.1.2 Dimenzioniranje temelja

Težina temelja:  $W = B \cdot L \cdot h \cdot \gamma_{bet} = B \cdot 5.00 \cdot 0.40 \cdot 25 = B \cdot 50.00$

$$V_d = 2092.45 + B \cdot 50.00$$

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

$$A = B \cdot 5.00$$

$$W = \frac{bL^2}{6} = \frac{B \cdot 5.00^2}{6}$$

$$\sigma_1 = \frac{2092.45 + B \cdot 50.00}{B \cdot 5.00} + \frac{287.18}{\frac{B \cdot 5.00^2}{6}} < 500 \frac{kN}{m^2}$$

$$\frac{2092.45 \cdot 5.00 + B \cdot 50.00 \cdot 5.00}{B \cdot 5.00^2} + \frac{6 \cdot 287.18}{B \cdot 5.00^2} < 500 \frac{kN}{m^2}$$

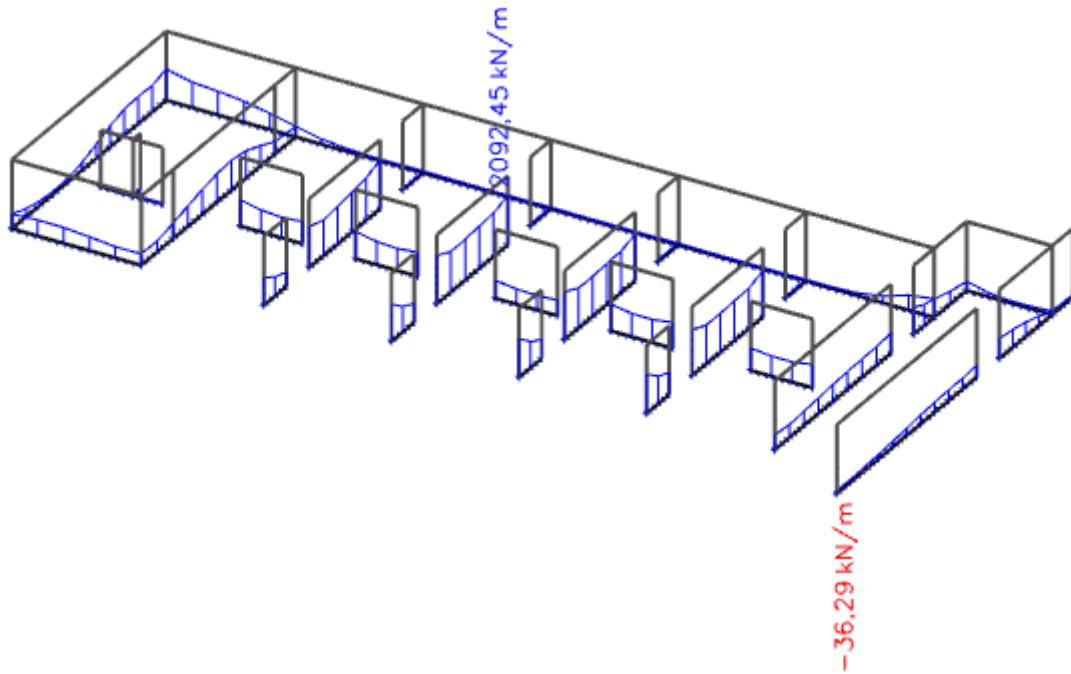
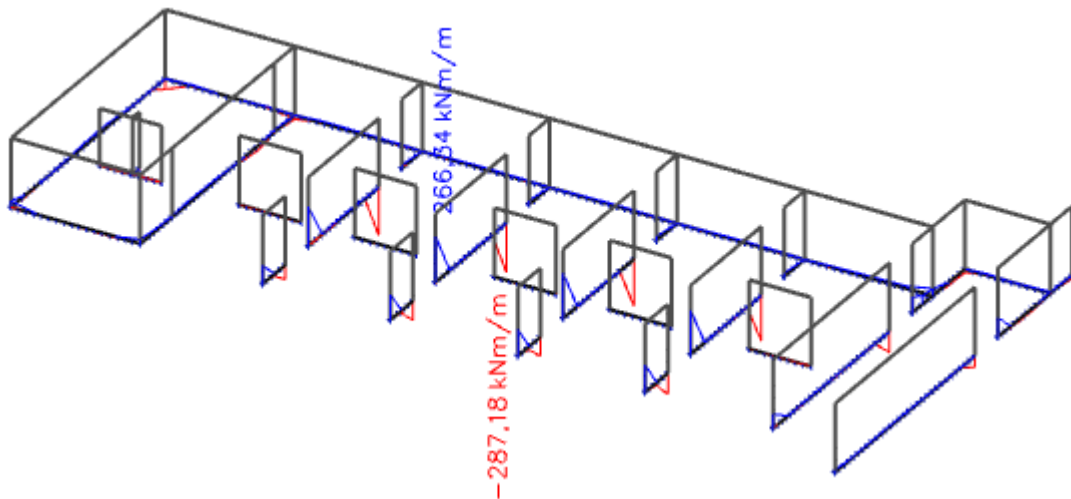
$$B > 1.00m$$

$$\sigma_2 = \frac{2092.45 + B \cdot 50.00}{B \cdot 5.00} - \frac{287.18}{\frac{B \cdot 5.00^2}{6}} < 500 \frac{kN}{m^2}$$

$$B > 0.70m$$

**14.1.3. II. kombinacija  $N_{max} + M_{pripadni}$** 

Rezne sile

*Slika 14.3  $N_{max}, M_{pripadni}$ -prikaz  $N$* *Slika 14.4  $N_{max}, M_{pripadni}$ -prikaz  $M_x$*

#### 14.1.4 Dimenzioniranje temelja

Težina temelja:  $W = B \cdot L \cdot h \cdot \gamma_{bet} = B \cdot 5.00 \cdot 0.40 \cdot 25 = B \cdot 50.00$

$$V_d = 2092.45 + B \cdot 50.00$$

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

$$A = B \cdot 5.00$$

$$W = \frac{bL^2}{6} = \frac{B \cdot 5.00^2}{6}$$

$$\sigma_1 = \frac{2092.45 + B \cdot 50.00}{B \cdot 5.00} + \frac{287.18}{\frac{B \cdot 5.00^2}{6}} < 500 \frac{kN}{m^2}$$

$$\frac{2092.45 \cdot 5.00 + B \cdot 50.00 \cdot 5.00}{B \cdot 5.00^2} + \frac{6 \cdot 287.18}{B \cdot 5.00^2} < 500 \frac{kN}{m^2}$$

$$B > 1.00m$$

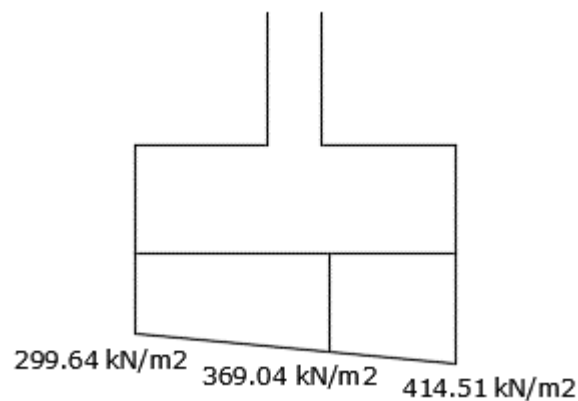
$$\sigma_2 = \frac{2092.45 + B \cdot 50.00}{B \cdot 5.00} - \frac{287.18}{\frac{B \cdot 5.00^2}{6}} < 500 \frac{kN}{m^2}$$

$$B > 0.70m$$

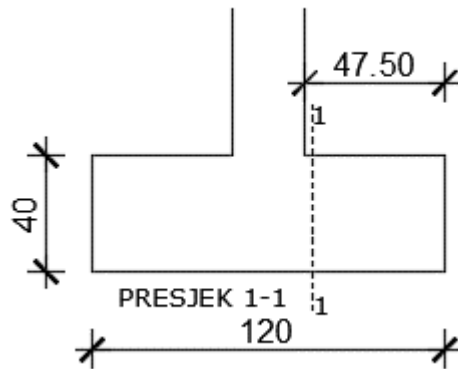
**Odabrana širina temelja  $B=120 \text{ cm}$**

$$\sigma_1 = \frac{2092.45 + 50.00}{6.00} + \frac{287.18}{5.00} = 414.51 < 500 \frac{kN}{m^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{2092.45 + 50.00}{6.00} - \frac{287.18}{5.00} = 299.64 < 500 \frac{kN}{m^2}$$



Slika 14.5 Prikaz naprezanja



Slika 14.6 Odabrane dimenzije temelja lijeve zgrade

$$M'_{Ed} = \sigma' \cdot \frac{b'^2}{2} + (\sigma_1 - \sigma') \cdot \frac{2b'^2}{6} = 369.04 \cdot \frac{0.475^2}{2} + (414.51 - 369.04) \cdot \frac{0.475^2}{3} = 45.05 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 45.05 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{4505}{120 \cdot 37^2 \cdot 1.67} = 0.016$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0\% \quad \varepsilon_{c2} = 0.70\% \quad \zeta = 0.977$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{4505}{0.977 \cdot 37 \cdot 43.48} = 2.87 \text{ cm}^2$$

$$A_{min} = 0.15\% \cdot b \cdot d = 0.15 \cdot 120 \cdot \frac{37}{100} = 6.66 \text{ cm}^2$$

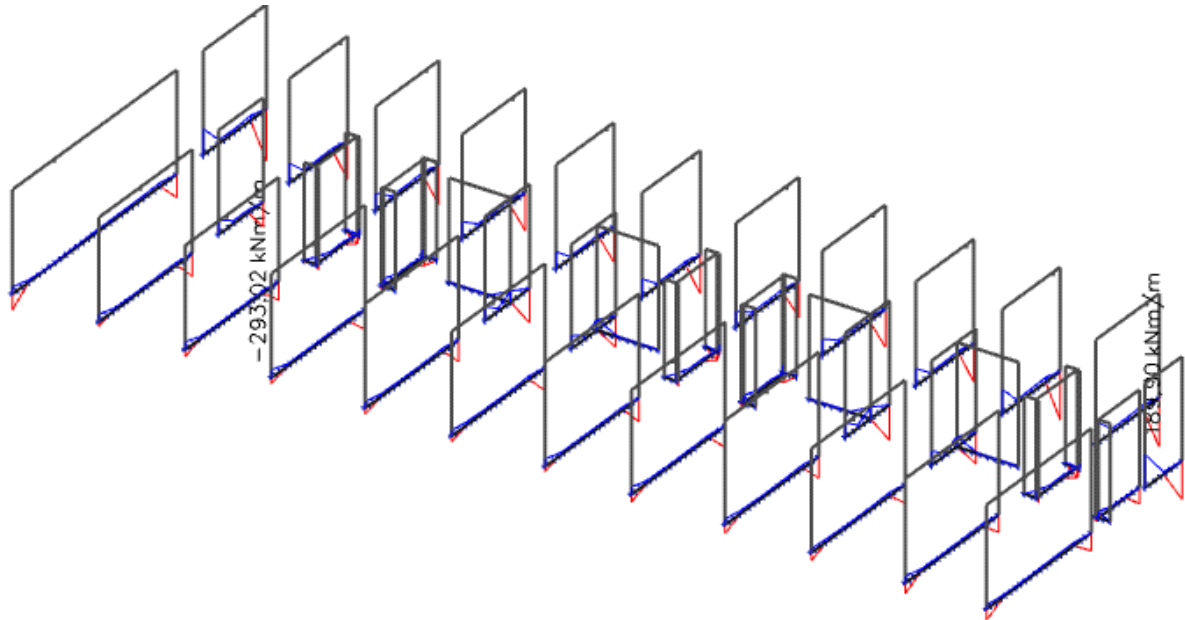
$$\text{Odabrana armatura: } 7\emptyset 12 \quad A_s = 7.92 \text{ cm}^2$$



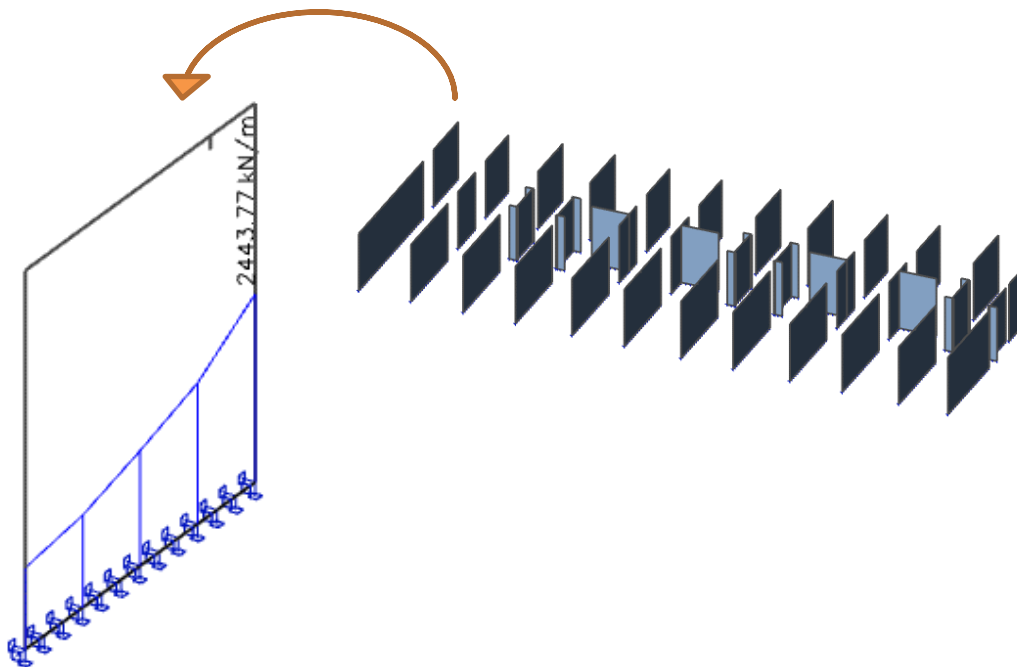
## 14.2 Proračun trakastog temelja za srednju zgradu

### 14.2.1. I. Kombinacija $M_{max} + N_{pripadno}$

Rezne sile



Slika 14.7  $M_{max}, N_{pripadno}$ -prikaz  $M_x$



Slika 14.8  $M_{max}, N_{pripadno}$ -prikaz  $N$

### 14.2.2. Dimenzioniranje temelja

Težina temelja:  $W = B \cdot L \cdot h \cdot \gamma_{bet} = B \cdot 3.85 \cdot 0.40 \cdot 25 = B \cdot 38.50$

$$V_d = 2443.77 + B \cdot 38.50$$

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

$$A = B \cdot 3.85$$

$$W = \frac{bL^2}{6} = \frac{B \cdot 3.85^2}{6}$$

$$\sigma_1 = \frac{2443.77 + B \cdot 38.50}{B \cdot 3.85} + \frac{276.14}{\frac{B \cdot 3.85^2}{6}} < 500 \frac{kN}{m^2}$$

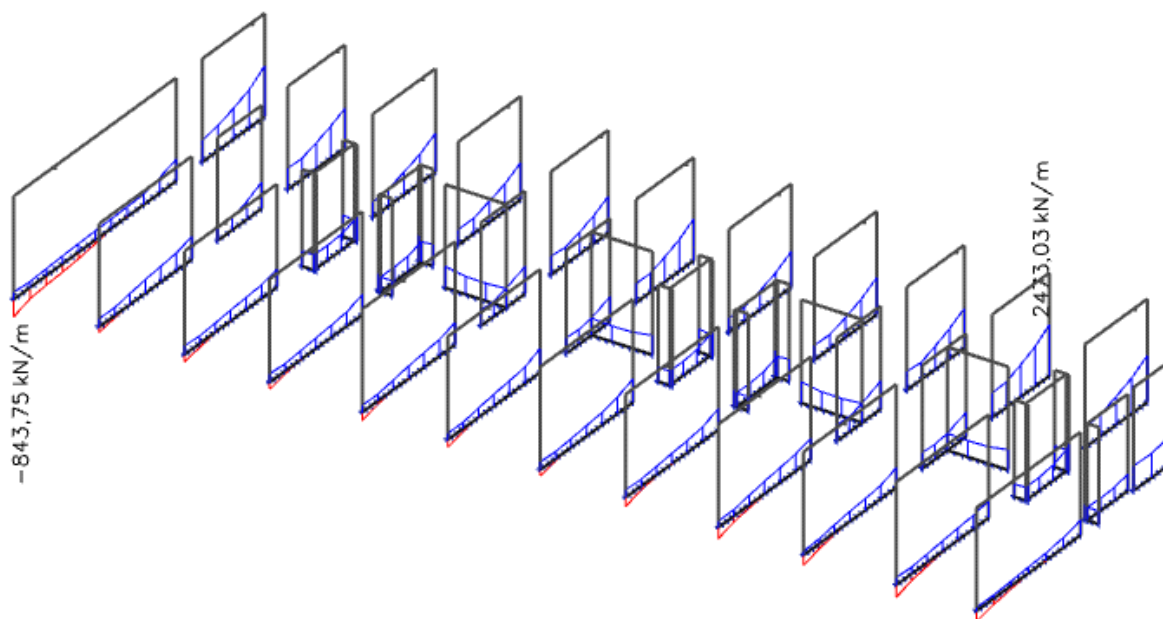
$$\frac{2443.77 \cdot 3.85 + B \cdot 38.50 \cdot 3.85}{B \cdot 3.85^2} + \frac{6 \cdot 276.14}{B \cdot 3.85^2} < 500 \frac{kN}{m^2}$$

$$B > 1.50m$$

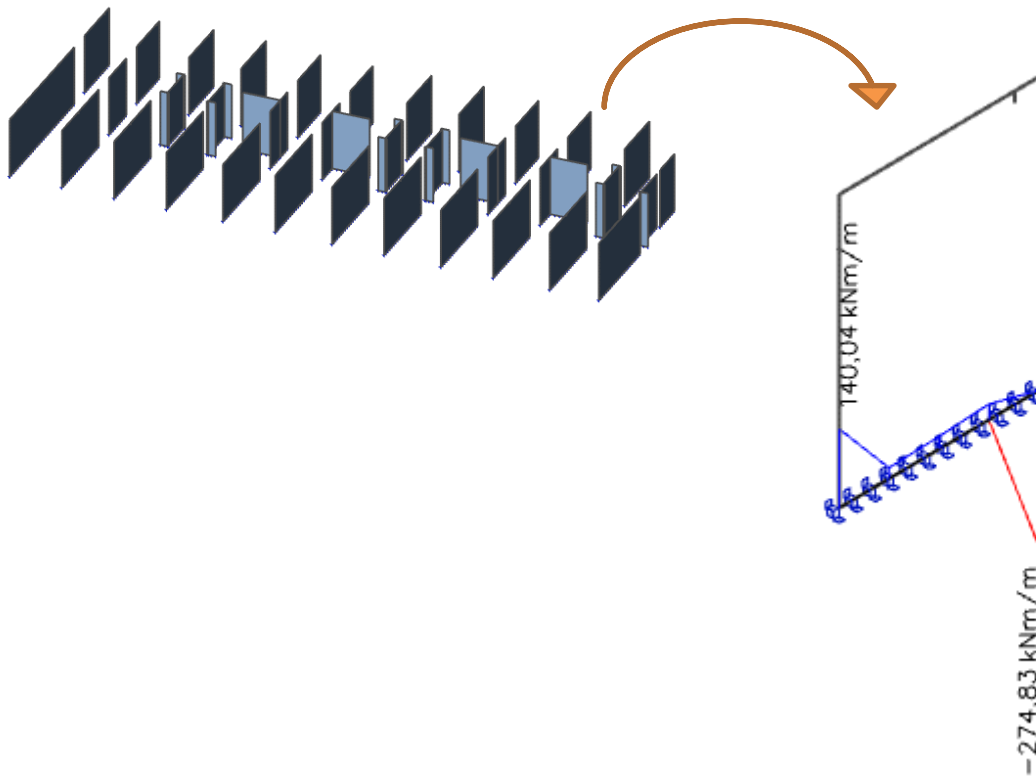
$$\sigma_2 = \frac{2443.77 + B \cdot 38.50}{B \cdot 3.85} - \frac{276.14}{\frac{B \cdot 3.85^2}{6}} < 500 \frac{kN}{m^2}$$

$$B > 1.10m$$

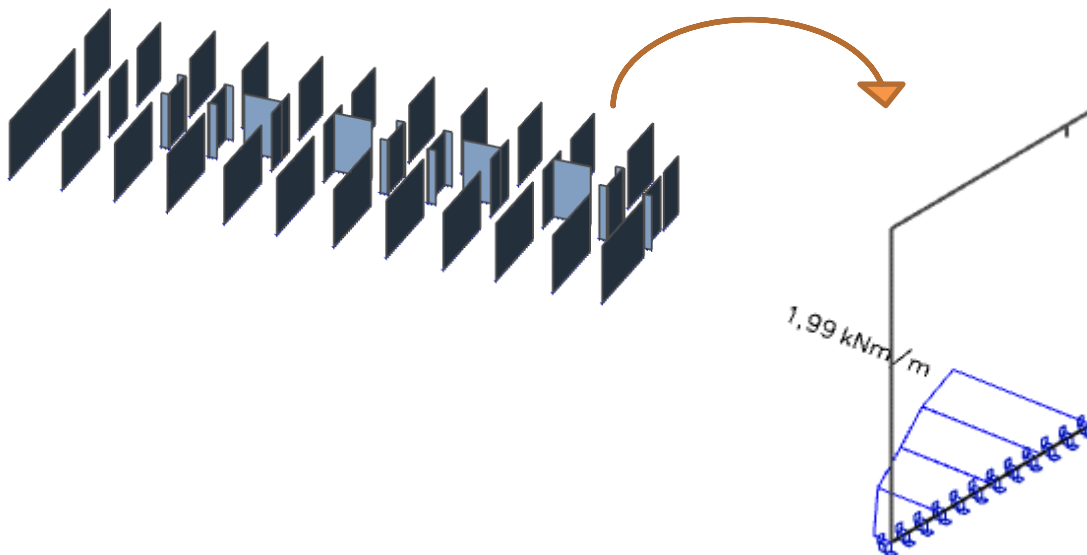
### 14.2.3. II. Kombinacija Nmax + Mpripadni



Slika 14.9  $N_{max}, M_{pripadni}$ -prikaz  $N$



Slika 14.10  $N_{max}, M_x$  pripadni-prikaz  $M$



Slika 14.11  $N_{max}, M_y$  pripadni-prikaz  $M_y$

#### 14.2.4 Dimenzioniranje temelja

Težina temelja:  $W = B \cdot L \cdot h \cdot \gamma_{bet} = B \cdot 3.55 \cdot 0.40 \cdot 25 = B \cdot 35.50$

$$V_d = 2473.03 + B \cdot 35.50$$

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

$$A = B \cdot 3.55$$

$$W = \frac{bL^2}{6} = \frac{B \cdot 3.55^2}{6}$$

$$\sigma_1 = \frac{2473.03 + B \cdot 35.50}{B \cdot 3.55} + \frac{274.83}{\frac{B \cdot 3.55^2}{6}} < 500 \frac{kN}{m^2}$$

$$\frac{2473.03 \cdot 3.55 + B \cdot 35.50 \cdot 3.55}{B \cdot 3.55^2} + \frac{6 \cdot 274.83}{B \cdot 3.55^2} < 500 \frac{kN}{m^2}$$

$$B > 1.70m$$

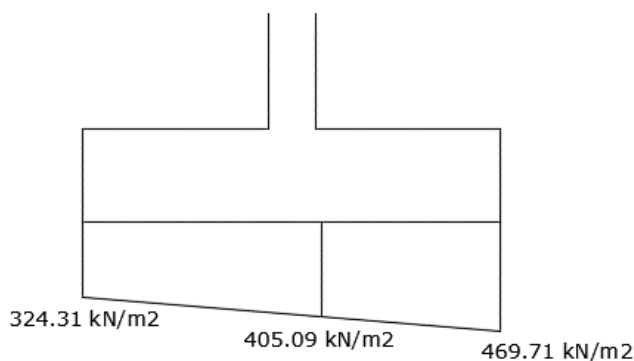
$$\sigma_2 = \frac{2473.03 + B \cdot 35.50}{B \cdot 3.55} - \frac{274.83}{\frac{B \cdot 3.55^2}{6}} < 500 \frac{kN}{m^2}$$

$$B > 1.20m$$

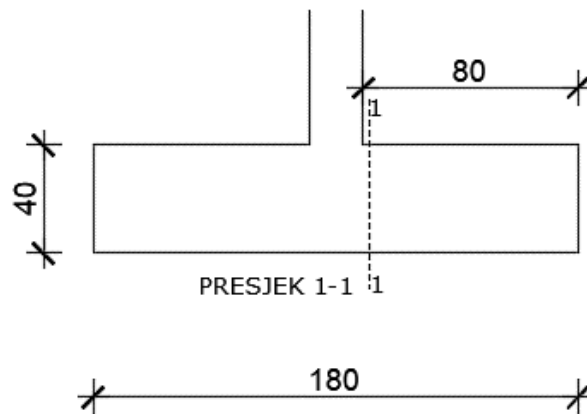
**Odabrana širina temelja  $B=180 \text{ cm}$**

$$\sigma_1 = \frac{2473.03 + 63.90}{6.39} + \frac{274.83}{3.78} = 469.71 < 500 \frac{kN}{m^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{2473.03 + 63.90}{6.39} - \frac{274.83}{3.78} = 324.31 < 500 \frac{kN}{m^2}$$



Slika 14.12 Prikaz naprezanja



Slika 14.13 Odabrane dimenzije temelja srednje zgrade

$$M'_{Ed} = \sigma' \cdot \frac{b'^2}{2} + (\sigma_1 - \sigma') \cdot \frac{2b'^2}{6} = 405.09 \cdot \frac{0.8^2}{2} + (469.71 - 405.09) \cdot \frac{0.8^2}{3} = 143.41 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 143.41 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{14341}{180 \cdot 37^2 \cdot 1.67} = 0.035$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0\% \quad \varepsilon_{c2} = 1.10\% \quad \zeta = 0.965$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{14341}{0.965 \cdot 37 \cdot 43.48} = 9.24 \text{ cm}^2$$

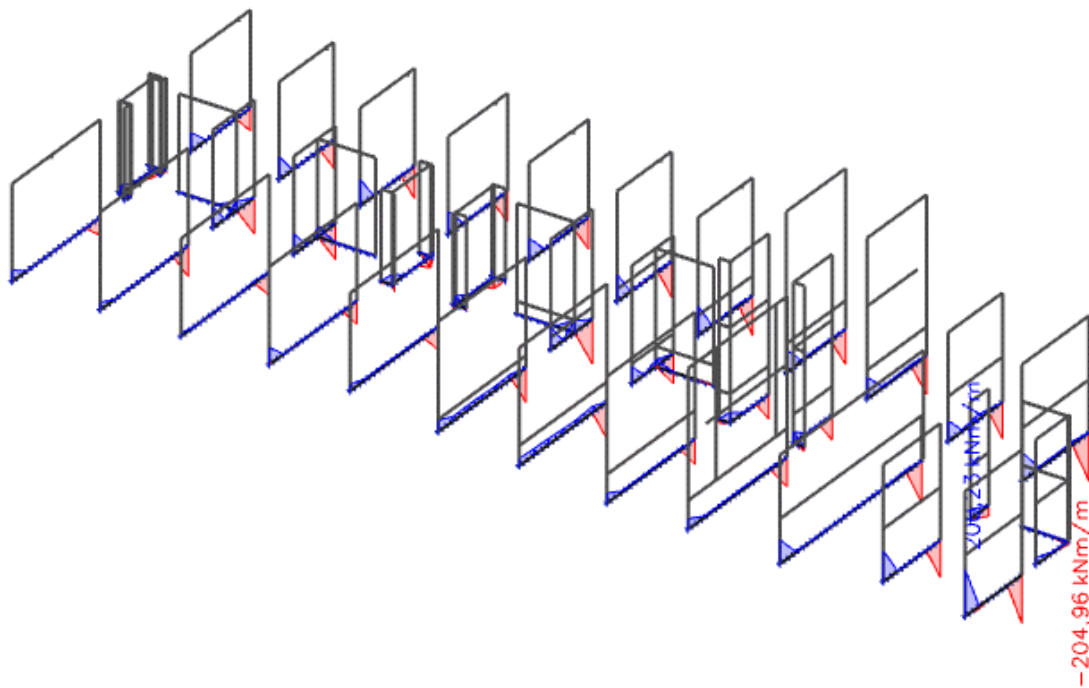
$$A_{min} = 0.15\% \cdot b \cdot d = 0.15 \cdot 180 \cdot \frac{37}{100} = 9.99 \text{ cm}^2$$

$$\text{Odabrana armatura: } \mathbf{10\emptyset 12} \quad A_s = 11.31 \text{ cm}^2$$

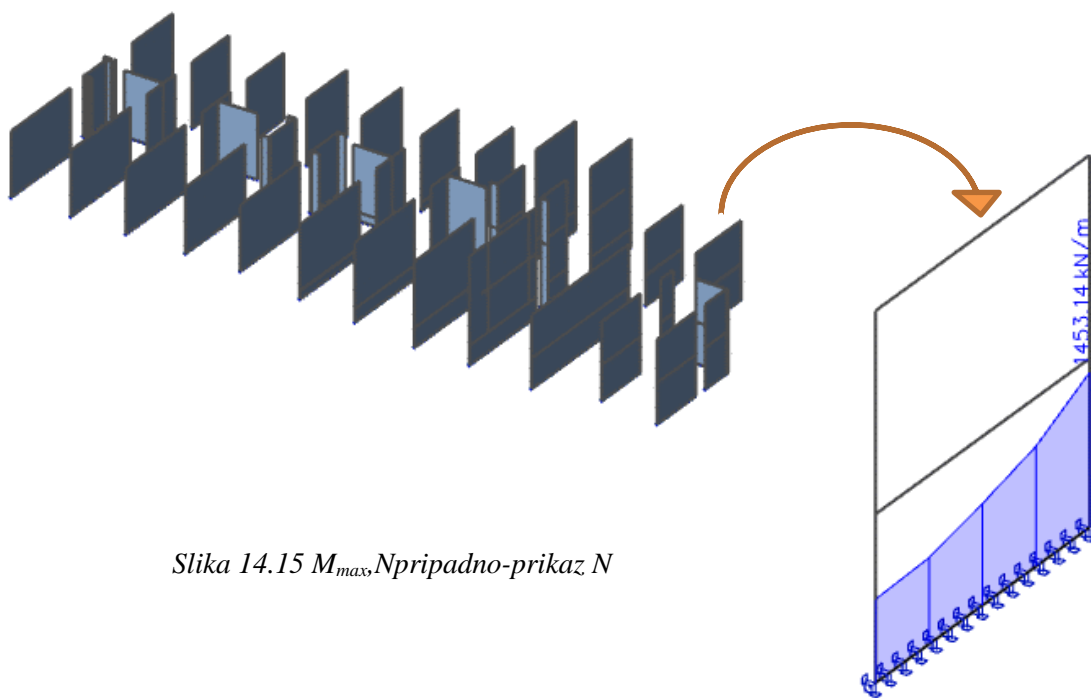
### 14.3 Proračun trakastog temelja za desnu zgradu

#### 14.3.1 I. kombinacija $M_{max} + N_{pripadno}$

Rezne sile



Slika 14.14  $M_{max}, N_{pripadno}$ -prikaz  $M_x$



Slika 14.15  $M_{max}, N_{pripadno}$ -prikaz  $N$

### 14.3.2 Dimenzioniranje temelja

Težina temelja:  $W = B \cdot L \cdot h \cdot \gamma_{bet} = B \cdot 4.35 \cdot 0.40 \cdot 25 = B \cdot 43.50$

$$V_d = 1453.14 + B \cdot 43.50$$

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

$$A = B \cdot 4.35$$

$$W = \frac{bL^2}{6} = \frac{B \cdot 4.35^2}{6}$$

$$\sigma_1 = \frac{1453.14 + B \cdot 43.50}{B \cdot 4.35} + \frac{204.96}{\frac{B \cdot 4.35^2}{6}} < 500 \frac{kN}{m^2}$$

$$\frac{1453.14 \cdot 4.35 + B \cdot 43.50 \cdot 4.35}{B \cdot 4.35^2} + \frac{6 \cdot 204.96}{B \cdot 4.35^2} < 500 \frac{kN}{m^2}$$

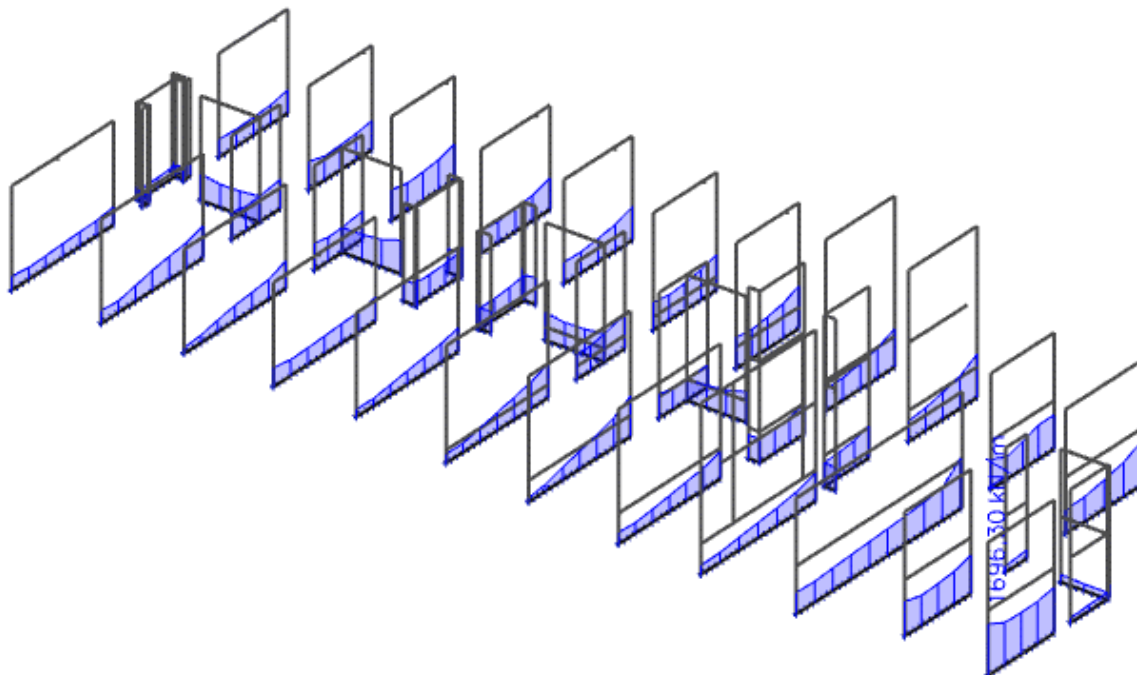
$$B > 0.80m$$

$$\sigma_2 = \frac{1453.14 + B \cdot 43.50}{B \cdot 4.35} - \frac{204.96}{\frac{B \cdot 4.35^2}{6}} < 500 \frac{kN}{m^2}$$

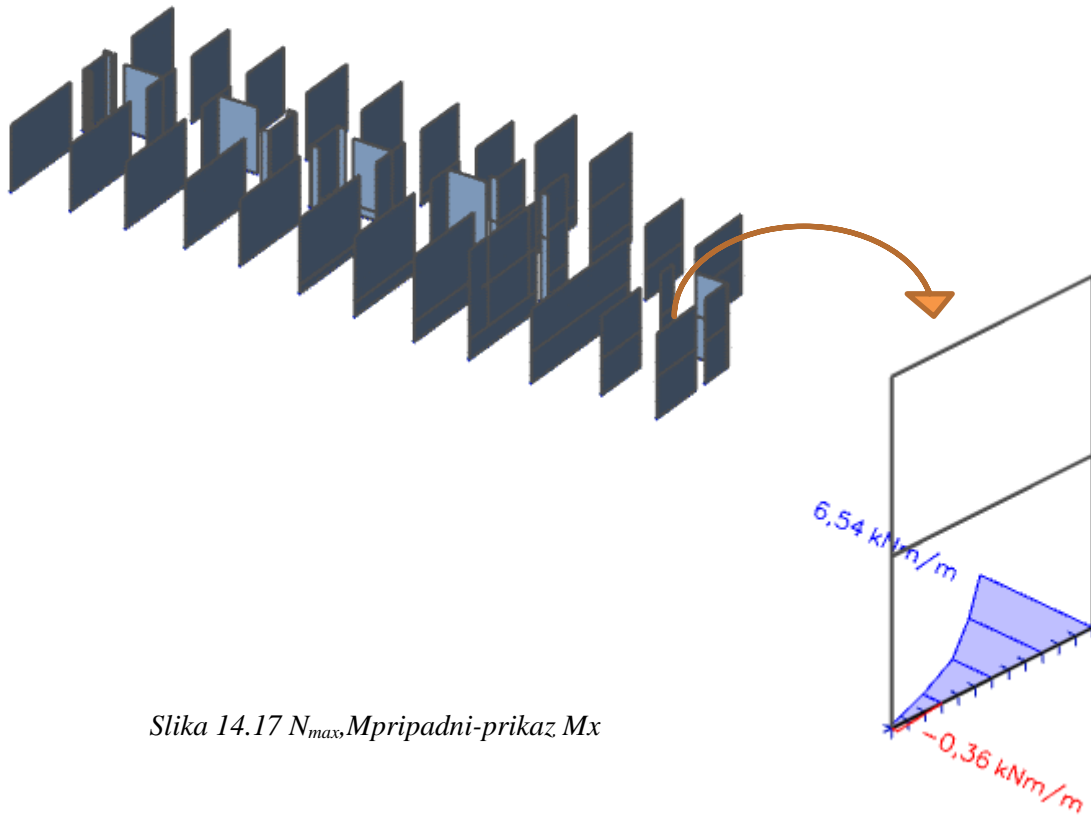
$$B > 0.55m$$

### 14.3.3 II. kombinacija Nmax + Mprispadni

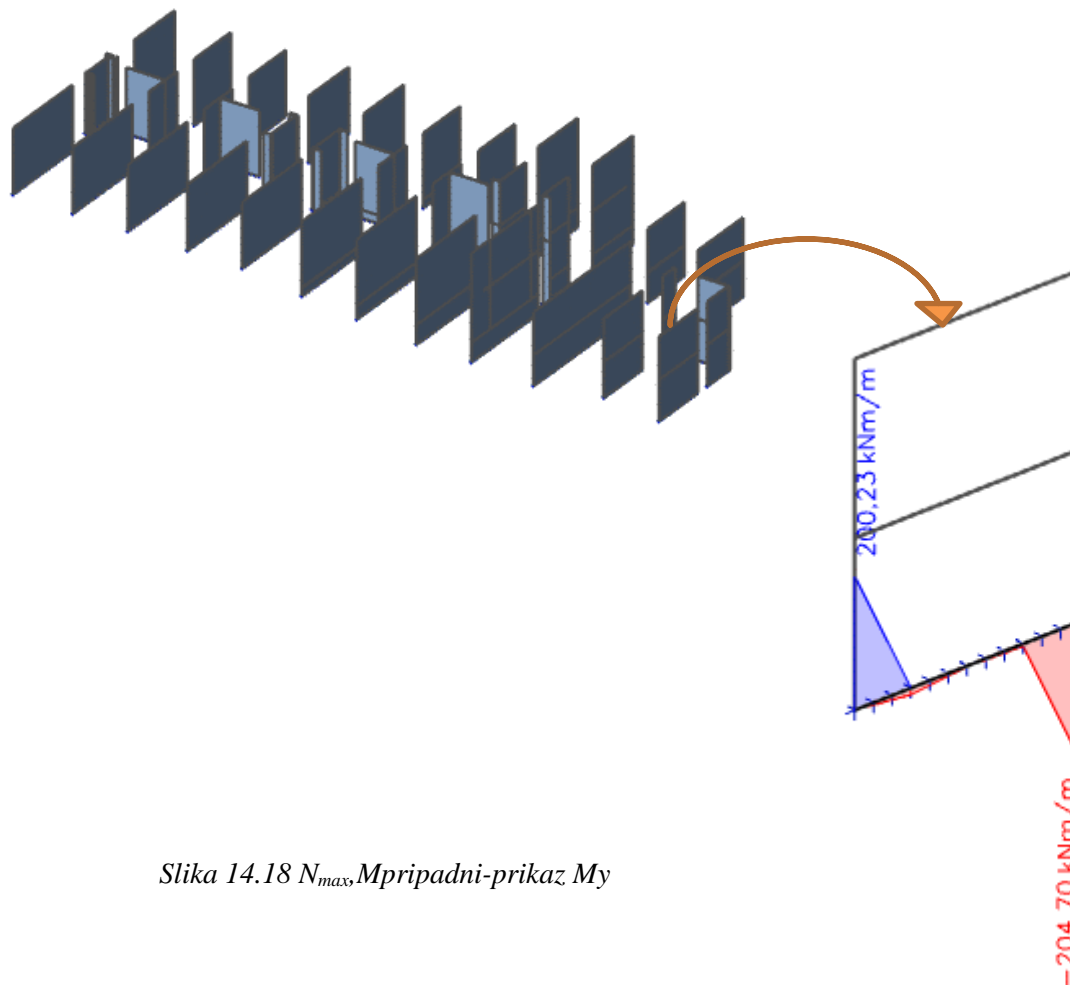
Rezne sile



Slika 14.16  $N_{max}, M_{prispadni}$ -prikaz  $N$



Slika 14.17  $N_{max}$  M pripadni-prikaz  $M_x$



Slika 14.18  $N_{max}$  M pripadni-prikaz  $M_y$



### 14.3.4 Dimenzioniranje temelja

Težina temelja:  $W = B \cdot L \cdot h \cdot \gamma_{bet} = B \cdot 3.70 \cdot 0.40 \cdot 25 = B \cdot 37.00$

$$V_d = 1696.30 + B \cdot 37.00$$

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

$$A = B \cdot 3.70$$

$$W = \frac{bL^2}{6} = \frac{B \cdot 3.70^2}{6}$$

$$\sigma_1 = \frac{1696.30 + B \cdot 37.00}{B \cdot 3.70} + \frac{204.70}{\frac{B \cdot 3.70^2}{6}} < 500 \frac{kN}{m^2}$$

$$\frac{1696.30 \cdot 3.70 + B \cdot 25.00 \cdot 3.70}{B \cdot 3.70^2} + \frac{6 \cdot 204.70}{B \cdot 3.70^2} < 500 \frac{kN}{m^2}$$

$$B > 1.10m$$

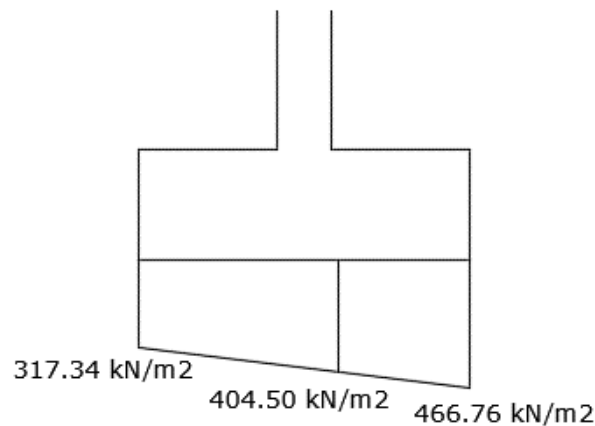
$$\sigma_2 = \frac{1696.30 + B \cdot 37.00}{B \cdot 3.70} - \frac{204.70}{\frac{B \cdot 3.70^2}{6}} < 500 \frac{kN}{m^2}$$

$$B > 0.75m$$

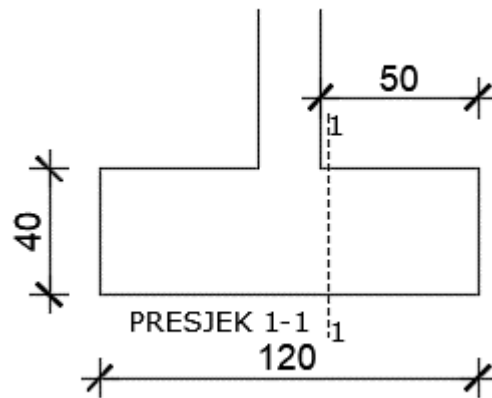
**Odabrana širina temelja  $B=120 \text{ cm}$**

$$\sigma_1 = \frac{1696.30 + 44.40}{4.44} + \frac{204.70}{2.74} = 466.76 < 500 \frac{kN}{m^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{1696.30 + 44.40}{4.44} - \frac{204.70}{2.74} = 317.34 < 500 \frac{kN}{m^2}$$



Slika 14.19 Prikaz naprezanja



Slika 14.20 Odabrane dimenzije temelja desne zgrade

$$M'_{Ed} = \sigma' \cdot \frac{b'^2}{2} + (\sigma_1 - \sigma') \cdot \frac{2b'^2}{6} = 404.50 \cdot \frac{0.5^2}{2} + (466.76 - 404.50) \cdot \frac{0.5^2}{3} = 55.75 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 55.75 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{5575}{120 \cdot 37^2 \cdot 1.67} = 0.0203$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0\% \quad \varepsilon_{c2} = 0.80\% \quad \zeta = 0.974$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{5575}{0.974 \cdot 37 \cdot 43.48} = 3.56 \text{ cm}^2$$

$$A_{min} = 0.15\% \cdot b \cdot d = 0.15 \cdot 120 \cdot \frac{37}{100} = 6.66 \text{ cm}^2$$

$$\text{Odabrana armatura: } 7\emptyset 12 \quad A_s = 7.92 \text{ cm}^2$$

**15. GRAFIČKI PRILOZI**

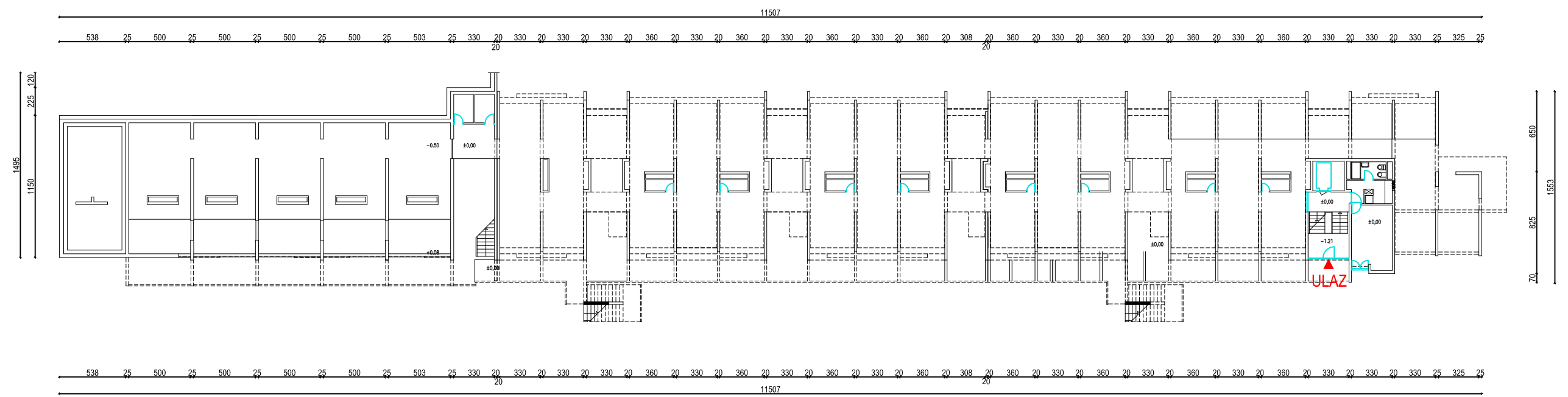
1. Tlocrt nižeg prizemlja- plan pozicija 200	M1:200
2. Tlocrt višeg prizemlja – plan pozicija 300	M1:200
3. Tlocrt I. kata – plan pozicija 400	M1:200
4. Tlocrt II., IV. I VI kata – plan pozicija 500,700 i 900	M1:200
5. Tlocrt III. i V. kata – plan pozicija 600 i 800	M1:200
6. Tlocrt VII. kata – plan pozicija 1100	M1:200
7. Tlocrt krovne terase	M1:200
8. Tlocrt krova iznad stepenišnih prostora	M1:200
9. Presjeci	M1:200
10. Zapadno pročelje	M1:200
11. Istočno pročelje	M1:200
12. Sjeverno i južno pročelje	M1:200
13. Armatura ploče pozicije 300- donja zona	M1:200
14. Armatura ploče pozicije 300- gornja zona	M1:200
15. Armatura ploča pozicija 400, 600 i 800- donja zona	M1:200
16. Armatura ploča pozicija 400, 600 i 800- gornja zona	M1:200
17. Armatura ploča pozicija 500, 700 i 900- donja zona	M1:200
18. Armatura ploča pozicija 500, 700 i 900- gornja zona	M1:200
19. Armatura ploče pozicije 1000- donja zona	M1:200
20. Armatura ploče pozicije 1000- gornja zona	M1:200
21. Armatura ploče pozicije 400- donja zona	M1:200
22. Armatura ploče pozicije 400- gornja zona	M1:200
23. Armatura ploča pozicija 500 do 1000 - donja zona	M1:200
24. Armatura ploča pozicija 500 do 1000 – gornja zona	M1:200
25. Armatura ploče pozicije 1100 – donja zona	M1:200
26. Armatura ploče pozicije 1100 – gornja zona	M1:200
27. Armatura ploče pozicije 200 – donja zona	M1:200
28. Armatura ploče pozicije 200 – gornja zona	M1:200
29. Armatura ploče pozicije 300 – donja zona	M1:200
30. Armatura ploče pozicije 300 – gornja zona	M1:200
31. Armatura ploče pozicije 400 – donja zona	M1:200

32. Armatura ploče pozicije 400 – gornja zona	M1:200
33. Armatura ploča pozicija 500 do 1000 – donja zona	M1:200
34. Armatura ploča pozicija 500 do 1000 – gornja zona	M1:200
35. Armatura ploče pozicije 1100 – donja zona	M1:200
36. Armatura ploče pozicija 1100 – gornja zona	M1:200
37. Plan pozicija 100 – temelji i armatura temelja	M1:20
38. Plan pozicija i armatura zidova	M1:20
39. Armatura stubišta S1	M1:20
40. Armatura stubišta S2	M1:20

**16. LITERATURA**

- (1) *A. Harapin, J.Radnić: Osnove betonskih konstrukcija, interna skripta- zapisi s predavanja; Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Split*
- (2) *I. Tomičić : Betonske konstrukcije -3. izmijenjeno i dopunjeno izdanje, Zagreb 1996*
- (3) *EN 1990:2008 Eurokod- osnove projektiranja konstrukcija (EN 1990:2008+A1:2005+AC:2008)*
- (4) *EN 1991: Eurokod 1 – Djelovanja na konstrukciju*
- (5) *EN 1992-1-1:2008 Eurokod 2 – Projektiranje betonskih konstrukcija –Dio 1-1 :Opća pravila i pravila za zgrade*
- (6) *EN 1998:2008 Eurokod 8 –Projektiranje konstrukcija otpornih na potres-1.dio*

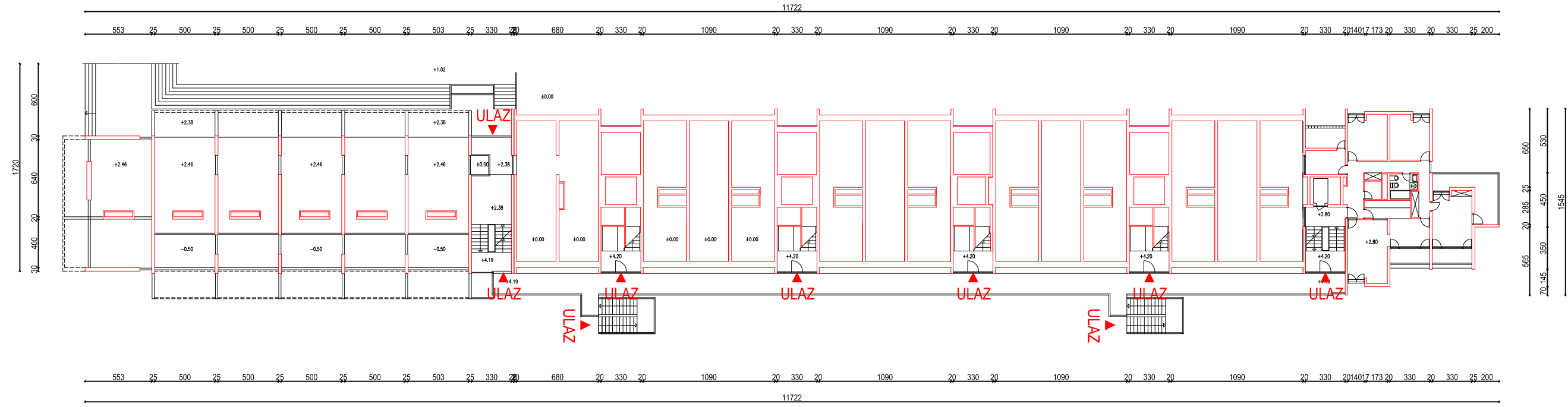
Tlocti nižeg prizemlja  
Plan pozicije 200  
M 1:200




INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERLO: 1:200
GRAĐEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
VISTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marja Glavinčić
SADRŽAJ: Tlocti nižeg prizemlja - plan pozicije 200	BROJ PRILOGA: 1

ODJELJEK U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA I ARHITEKTURE  
10000 ZIKAR  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15  
IB: 3-64633-04 + 385 (0) 30333, fax + 385 (0) 303148111

Tloct višeg prizemlja  
Plan pozicije 300  
M 1:200

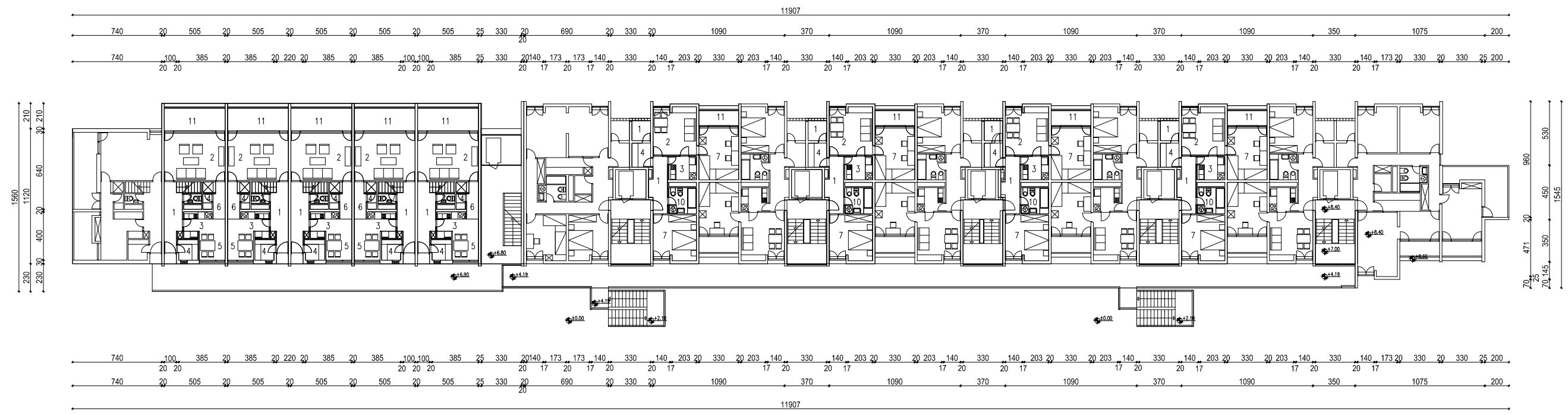



 <small>ODJELJEK ZA ARHITEKTURU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 IB: 314663348 + 385 (0) 30333, fax + 385 (0) 30148111</small>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VISTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marja Glavinčić
	SADRŽAJ: Tloct višeg prizemlja - plan pozicije 300	BROJ PRILOGA: <b>2</b>

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

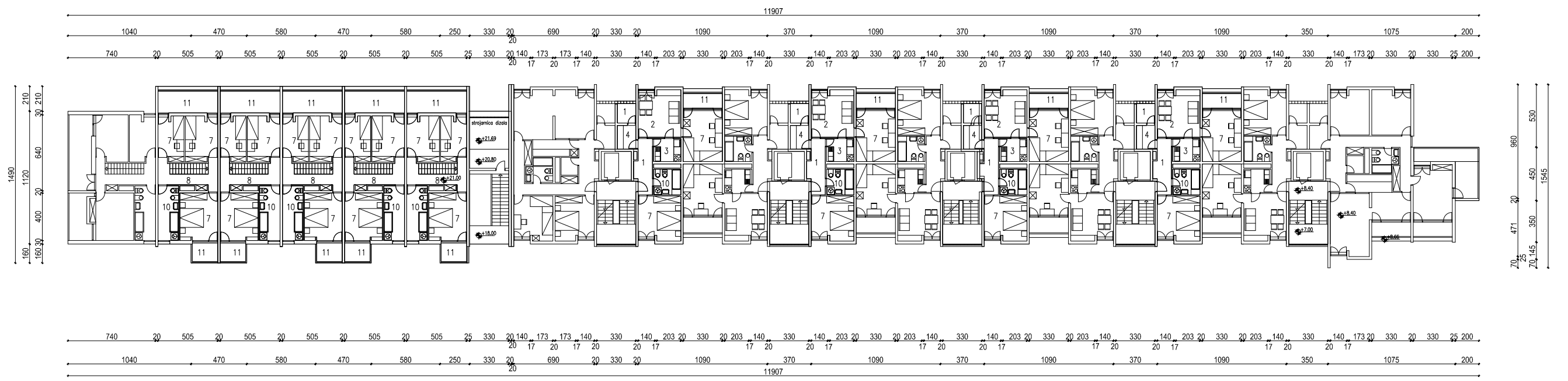
Tloct I. kata  
Plan pozicije 400  
M 1:200



 <p> <small>           OIB: 63014515            FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE            I GEODEZIJE            21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15            01 31 4662 04 • 01 31 521 3033, fax: +385 (0)21 48111         </small> </p>	INVESTITOR / NARUČITELJ:	FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERLO:	1:200
	GRAĐEVINA:	Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATA:	srpanj, 2020.
	VISTA PROJEKTA:	Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA:	kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA:	GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT:	Marja Glavinčić
	SADRŽAJ:	Tloct I. kata -plan pozicije 400	BROJ PRILOGA:	3



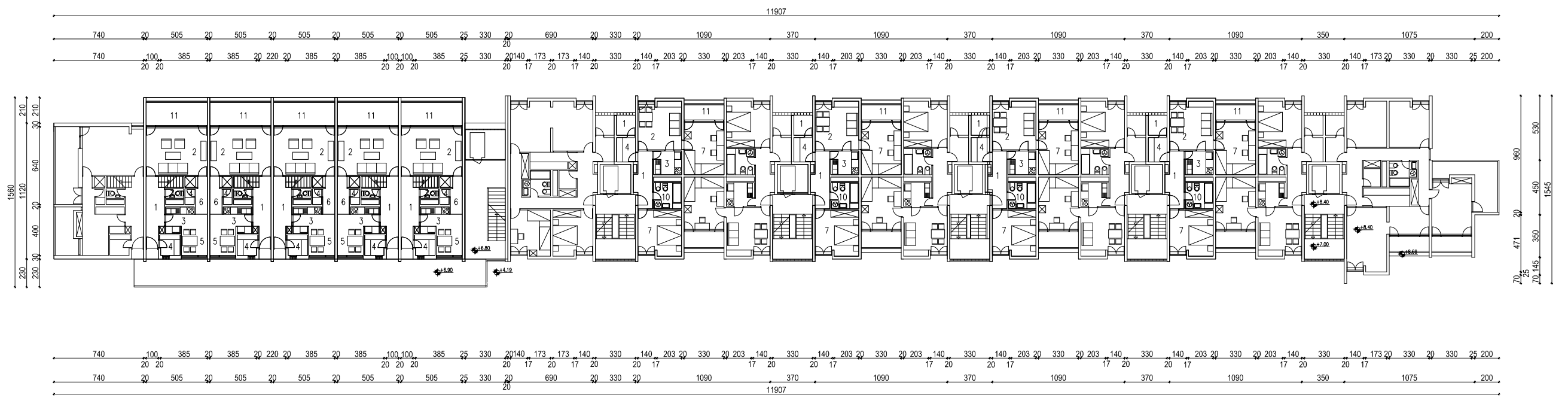
Tlocrt II., IV. i VI. kata  
Plan pozicija 500, 700 i 900  
M 1:200




ODJELJEŽITE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE  
I GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15  
IB: 31-64663-04 + 385 (0)21 303333, fax: +385 (0)21 488111

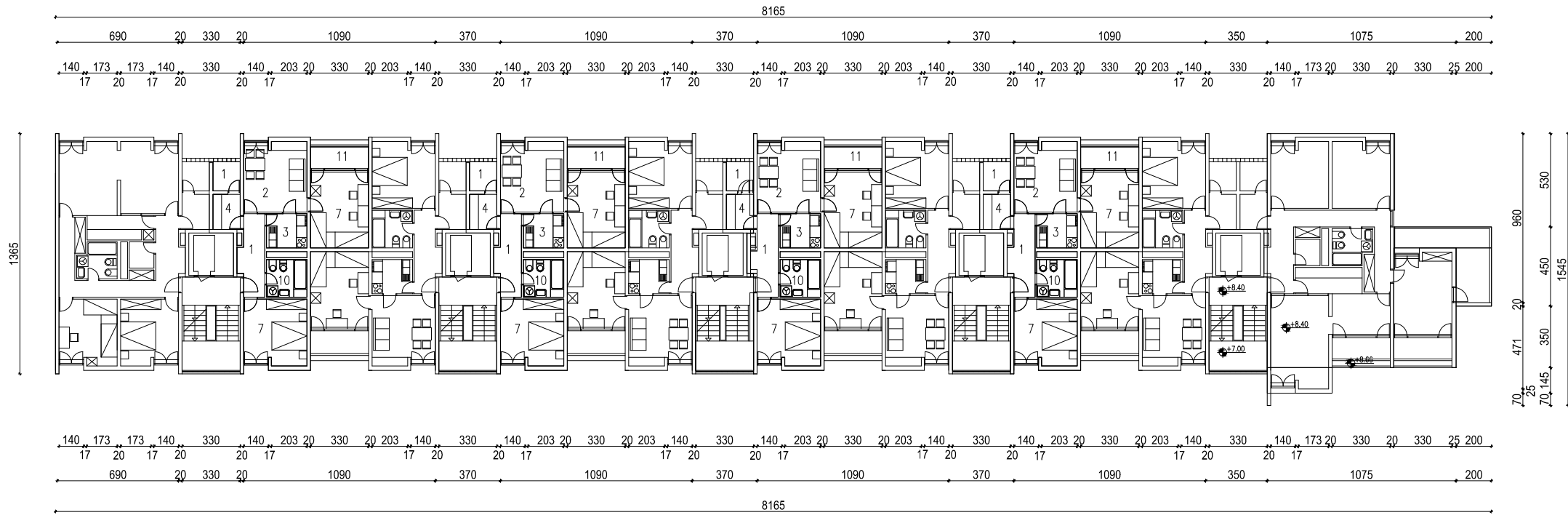
INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
GRADJEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATA: srpanj, 2020.
VISTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marja Glavinčić
SADRŽAJ: Tlocrt II., IV i VI. kata-plan pozicija 500,700 i 900	BROJ PRILOGA: 4

Tlocrt III. i V. kata  
Plan pozicija 600 i 800  
M 1:200



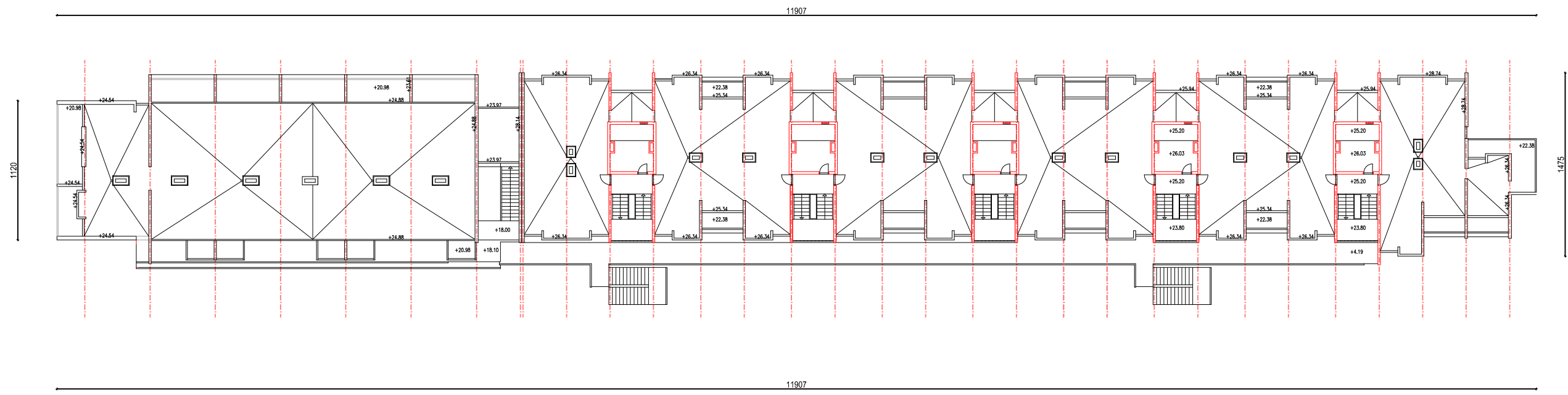
 <p>ODJELJEK ZA ARHITEKTURU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 IB: 31-64623-04 + 385 (0)21 303333, fax: +385 (0)21 485111</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERLO: 1:200
	GRADJEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATA: srpanj, 2020.
	VISTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marjia Glavinic
	SADRŽAJ: Tlocrt III. i V. kata -plan pozicija 600 i 800	BROJ PRILOGA: 5


Tlocrt VII. kata  
Plan pozicije 1100  
M 1:200



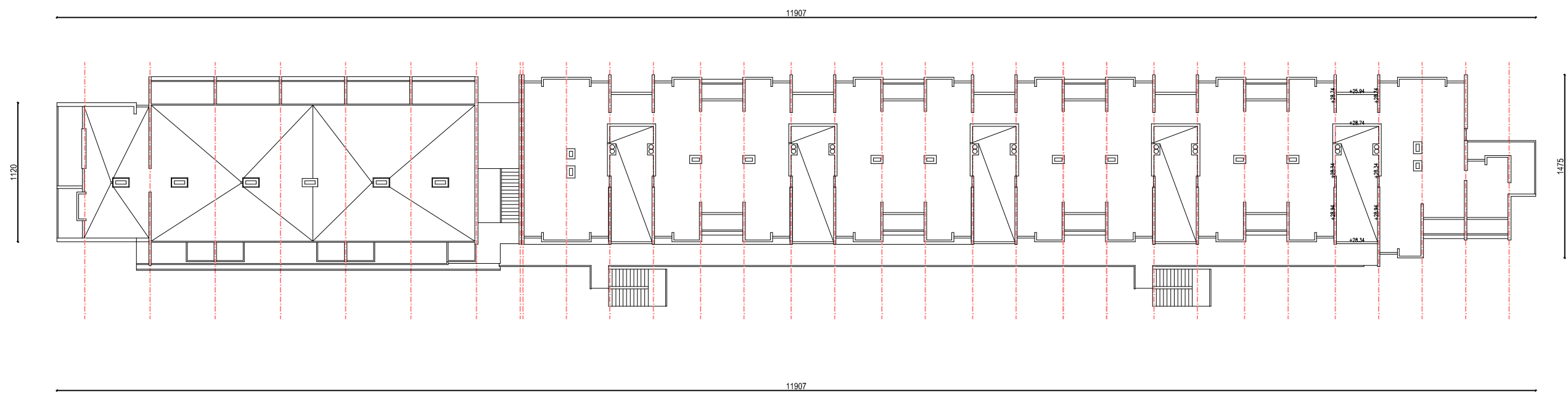
<p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 149463, tel. +385 (0)21 333333, fax +385 (0)21 485117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRADEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Glavinić
	SADRŽAJ: Tlocrt VII. kata - plan pozicije 1100	BROJ PRILOGA: 6


Tlocrt krovne terase  
M 1:200



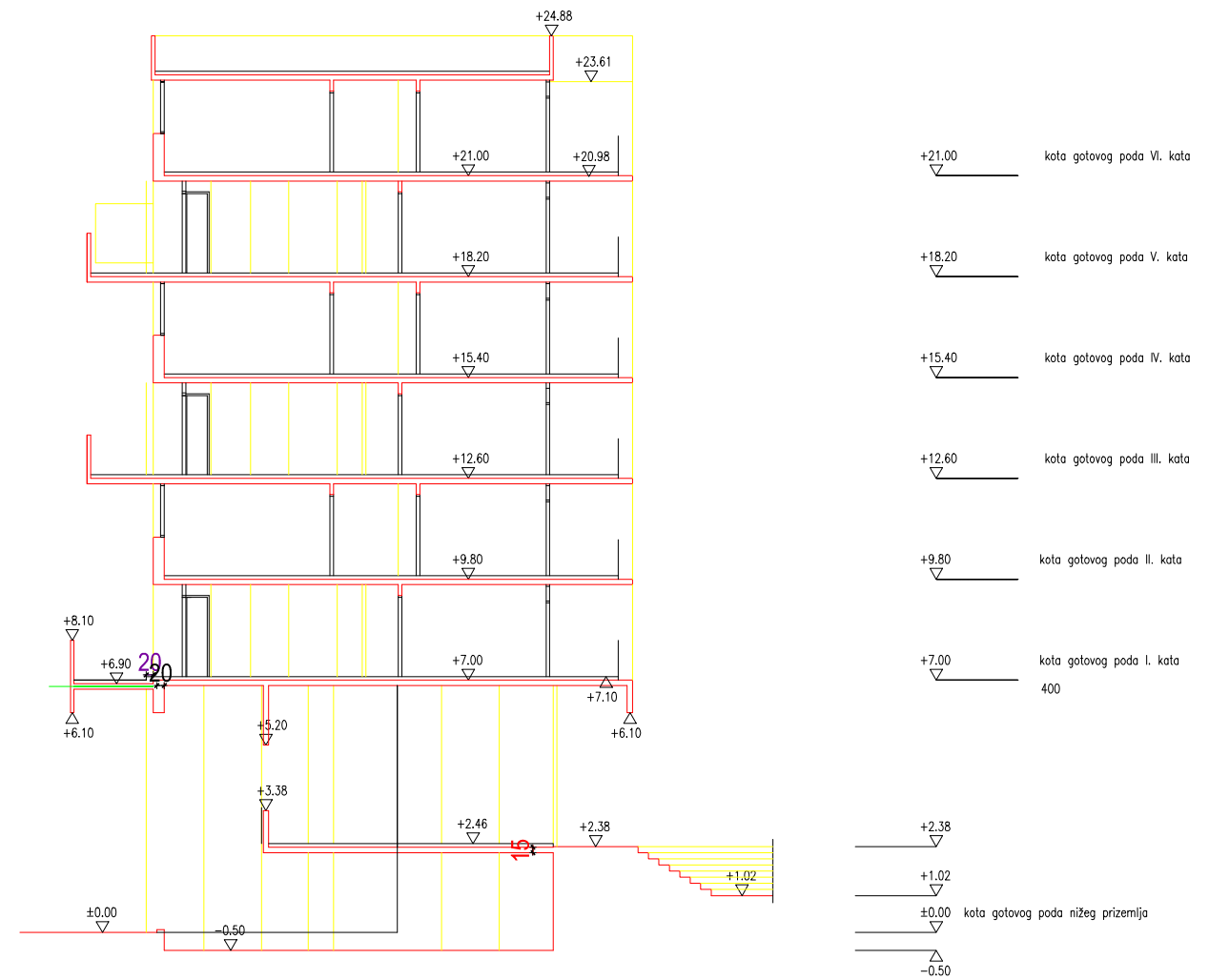
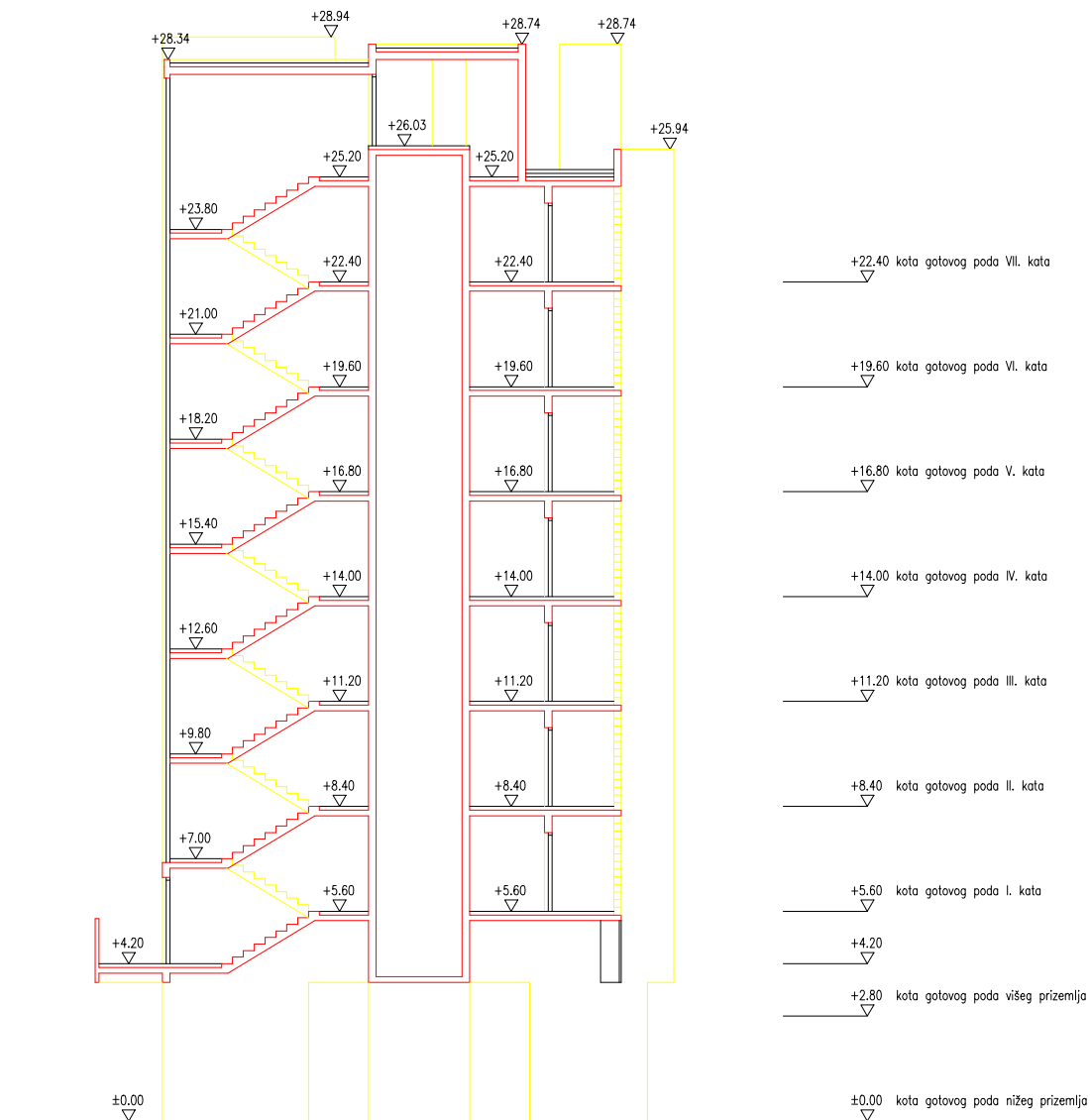
 <small>           IVEUČLJESTE U SPLITU            FAKULTET GRAĐEVINARSTVA I ARHITEKTURE            I ODSJECIJE            21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15            t: +385 (0)21 333333 fax: +385 (0)21 455111         </small>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Glavinić
	SADRŽAJ: Tlocrt krovne terase	BROJ PRILOGA: <b>7</b>

Tlocrt krova iznad stepenišnih prostora  
M 1:200



 <small>           IŠKOLAVIŠTE U SPLITU            FAKULTET GRAĐEVINARSTVA I ARHITEKTURE            I ŠKOLSKE            21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15            t: 051 2464134 • f: 051 2521333 • fax: 051 25214511         </small>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRADEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Glavinić
	SADRŽAJ: Tlocrt krova iznad stepenišnih prostora	BROJ PRILOGA: 8

# Presjeci M 1:200



 <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>1:200</b>
	GRAĐEVINA: <b>Stambena zgrada C u Spinutu u Splitu</b>	DATUM: <b>srpanj, 2020.</b>
	VRSTA PROJEKTA: <b>Projekt konstrukcije</b>	BROJ PROJEKTA: <b>kk-07-2020.</b>
	RAZINA PROJEKTA: <b>GLAVNI PROJEKT</b>	PROJEKTANT: <b>Marija Glavinić</b>
	SADRŽAJ: <b>Presjeci</b>	BROJ PRILOGA: <b>9</b>




PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

Istočno pročelje  
M 1:200



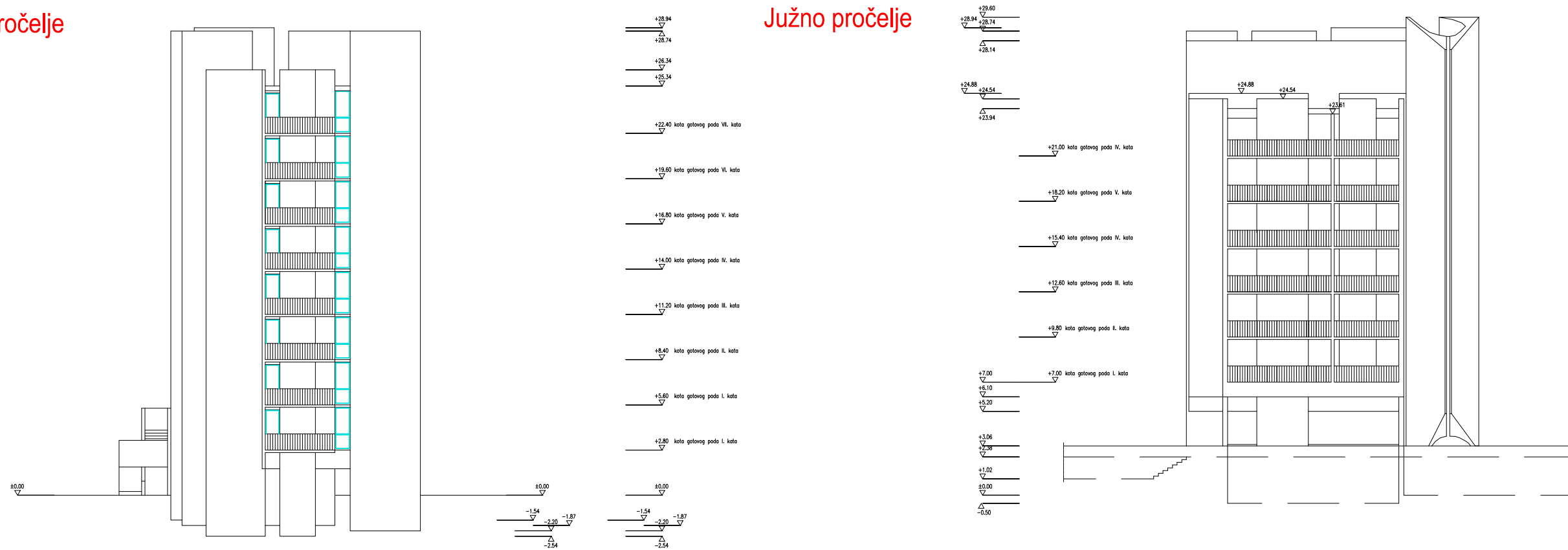
 <p>POSREDOVANJE U PROMETU NEKRETNIM PRAVNIM PREDMETIMA POSREDOVANJE U PROMETU PROMETNE NEKRETNOSTI POSREDOVANJE U PROMETU PROMETNE NEKRETNOSTI POSREDOVANJE U PROMETU PROMETNE NEKRETNOSTI POSREDOVANJE U PROMETU PROMETNE NEKRETNOSTI</p>	INVESTITOR I NARUČIOTELJ FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MERILO: 1:200
	GRADEVINA Poslovno-stambena zgrada C u Sprinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VISTA PROJEKTA Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT Marija Glavinčić
	SADRŽAJ: Istočno pročelje	BROJ PRELOGA 11




Sjeverno i južno pročelje  
M 1:200

Sjeverno pročelje

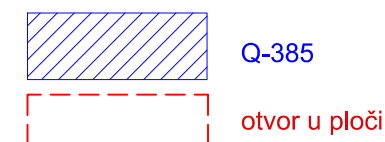
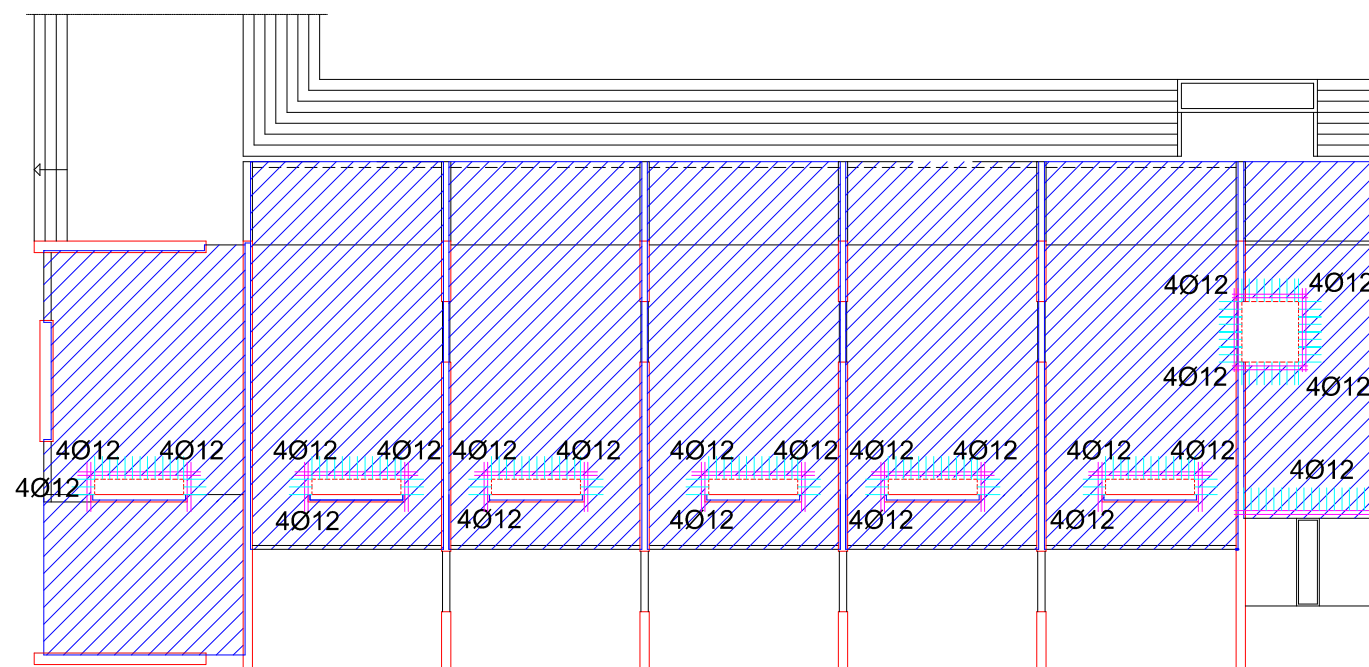
Južno pročelje



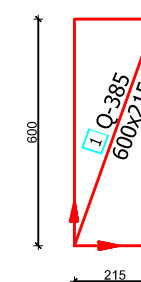
 <p>                 SVEUČILIŠTE U SPLITU                  FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE                  I OSPODOBLJE                  21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15                  MB 3140453, tel +385 (0)21 303333, fax +385 (0)21 485117             </p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Glavinić
	SADRŽAJ: Sjeverno i južno pročelje	BROJ PRILOGA: <b>12</b>

# Armatura ploče pozicija 300 - DONJA ZONA M 1:200

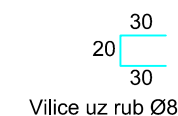
LIJEVA ZGRADA




**Napomene:** -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklopima 40 cm ili većim



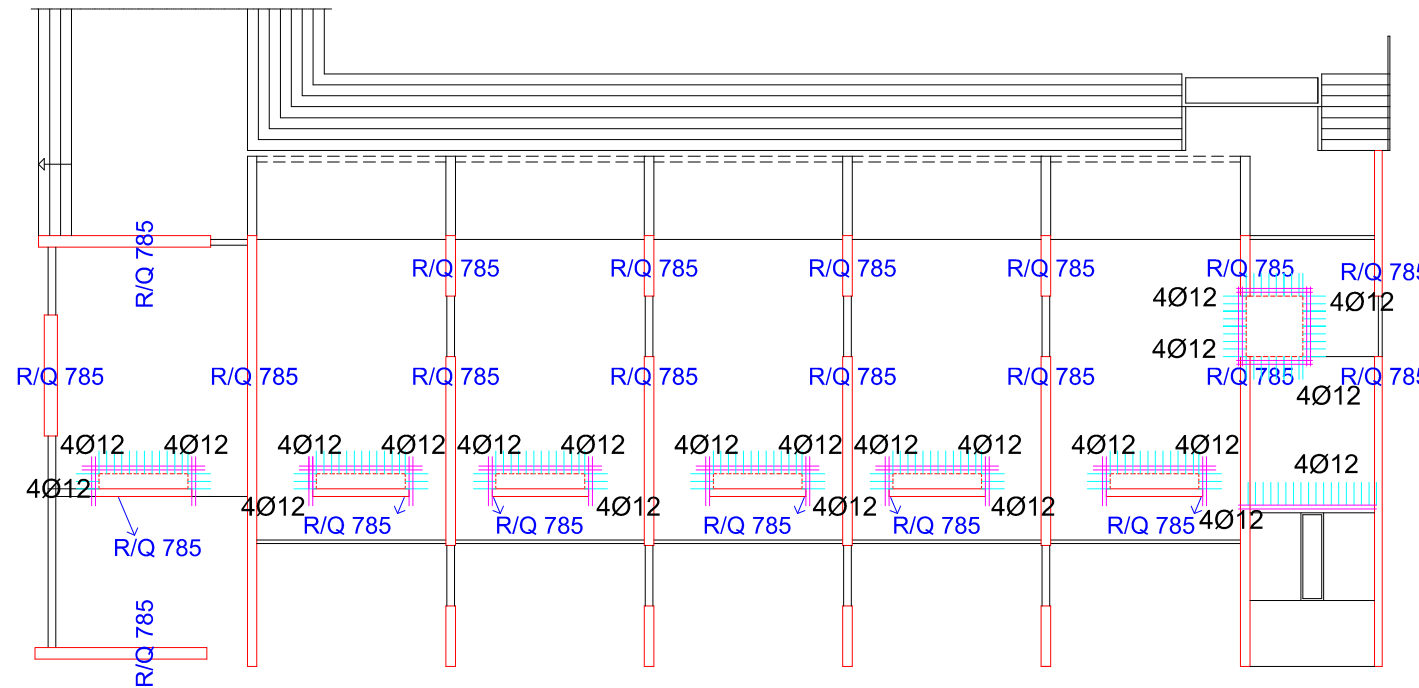
Beton: C 30/37  
Armatura: B 500B



 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Glavinić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 300 - donja zona	BROJ PRILOGA: <b>13</b>

# Armatura ploče pozicija 300 - GORNJA ZONA M 1:200

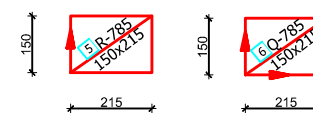
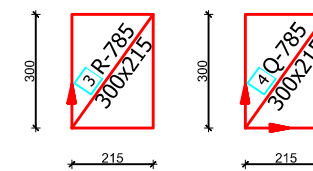
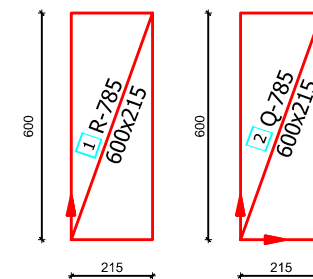
LIJEVA ZGRADA



otvor u ploči

- Napomene:**
- Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta
  - Mreže postavljati s preklopima 40 cm i većim
  - Na rubovima ploča postavljati mreže R-785 , izuzev na sjecištima zidova gdje se postavljaju mreže Q-785

Beton: C 30/37  
Armatura: B 500B

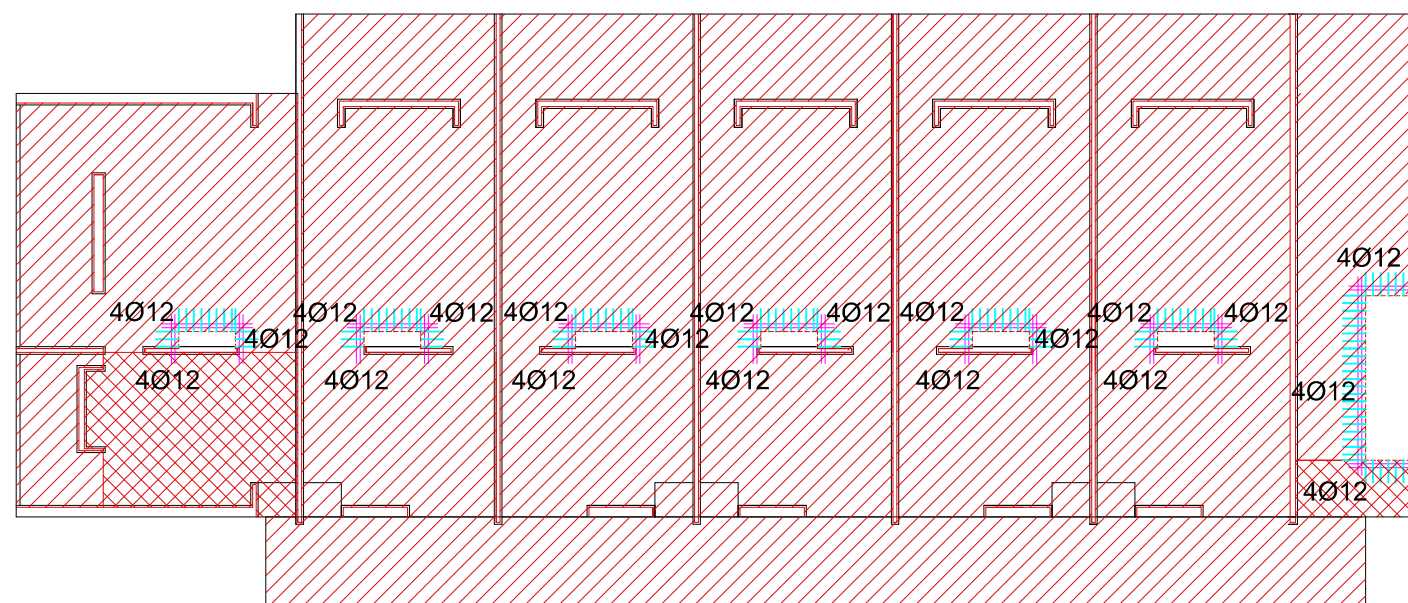


<p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Glavinić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 300 - gornja zona	BROJ PRILOGA: <b>14</b>

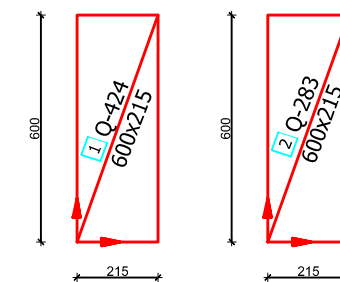
# Armatura ploča pozicija 400, 600 i 800 -DONJA ZONA

M 1:200

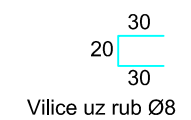
LIJEVA ZGRADA




**Napomene:** -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim



Beton: C 30/37  
Armatura: B 500B

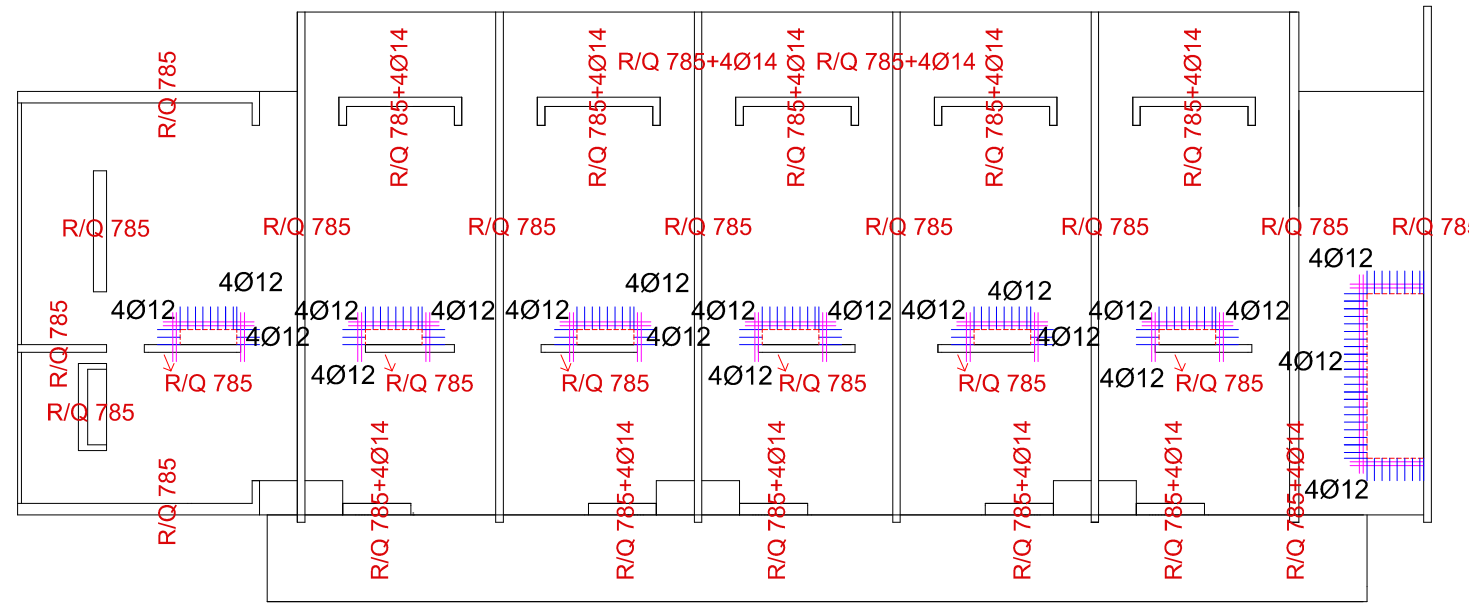


Vilice uz rub Ø8

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Glavinić
	SADRŽAJ: Armatura ploča poz 400, 600 i 800-donja zona	BROJ PRILOGA: <b>15</b>


# Armatura ploča pozicija 400, 600 i 800 -GORNJA ZONA M 1:200

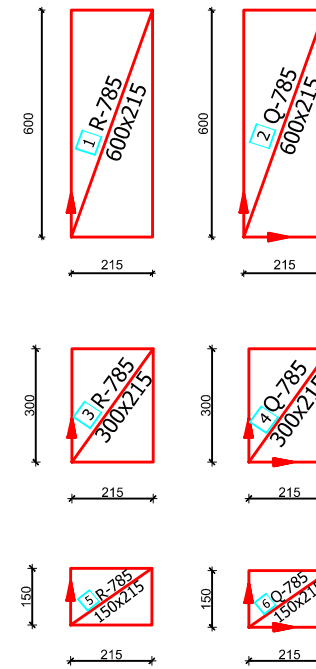
LIJEVA ZGRADA




  otvor u ploči

- Napomene:**
- Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta
  - Mreže postavljati s preklapima 40 cm i većim
  - Na rubovima ploča postavljati mreže R-785 , izuzev na sjecištima zidova gdje se postavljaju mreže Q-785

Beton: C 30/37  
 Armatura: B 500B  
  
 Vilice uz rub Ø8



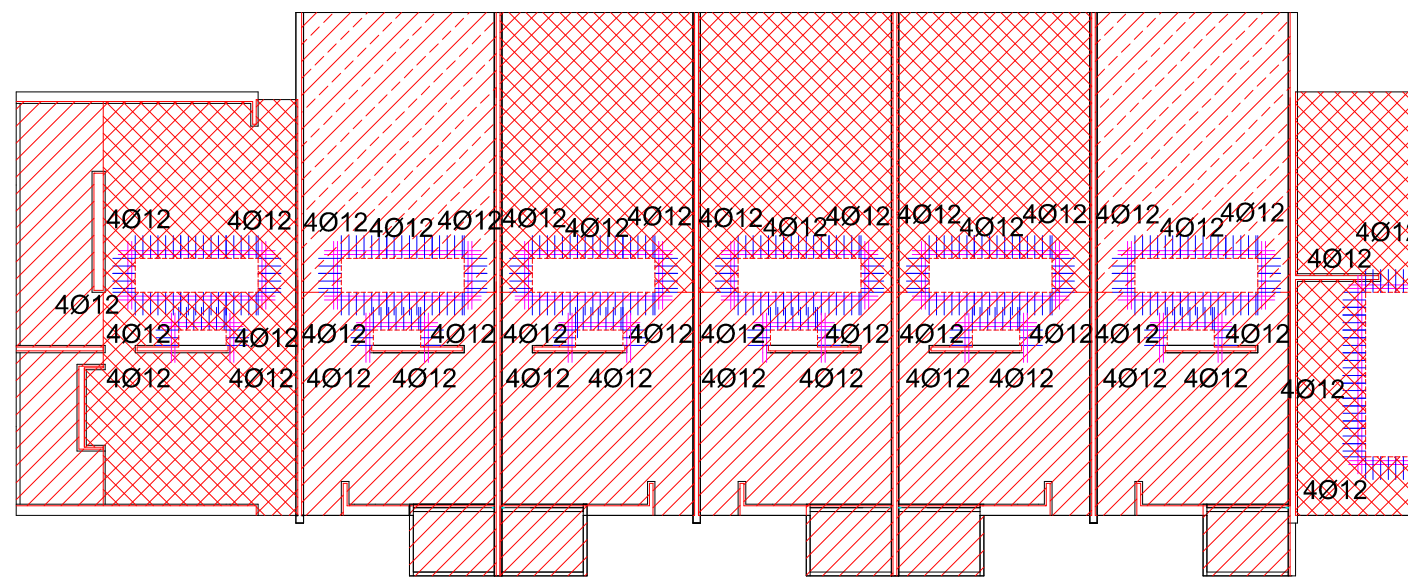
  SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Glavinić
	SADRŽAJ: Armatura ploča poz 400,600 i 800-gornja zona	BROJ PRILOGA: <b style="font-size: 2em;">16</b>

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

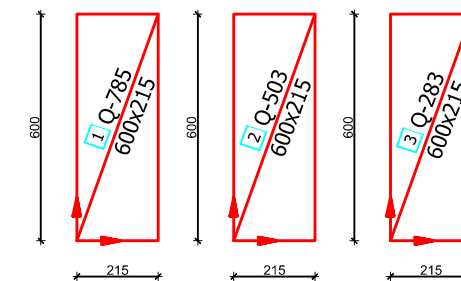
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

# Armatura ploča pozicija 500,700 i 900 -DONJA ZONA M 1:200


LIJEVA ZGRADA



**Napomene:** -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim

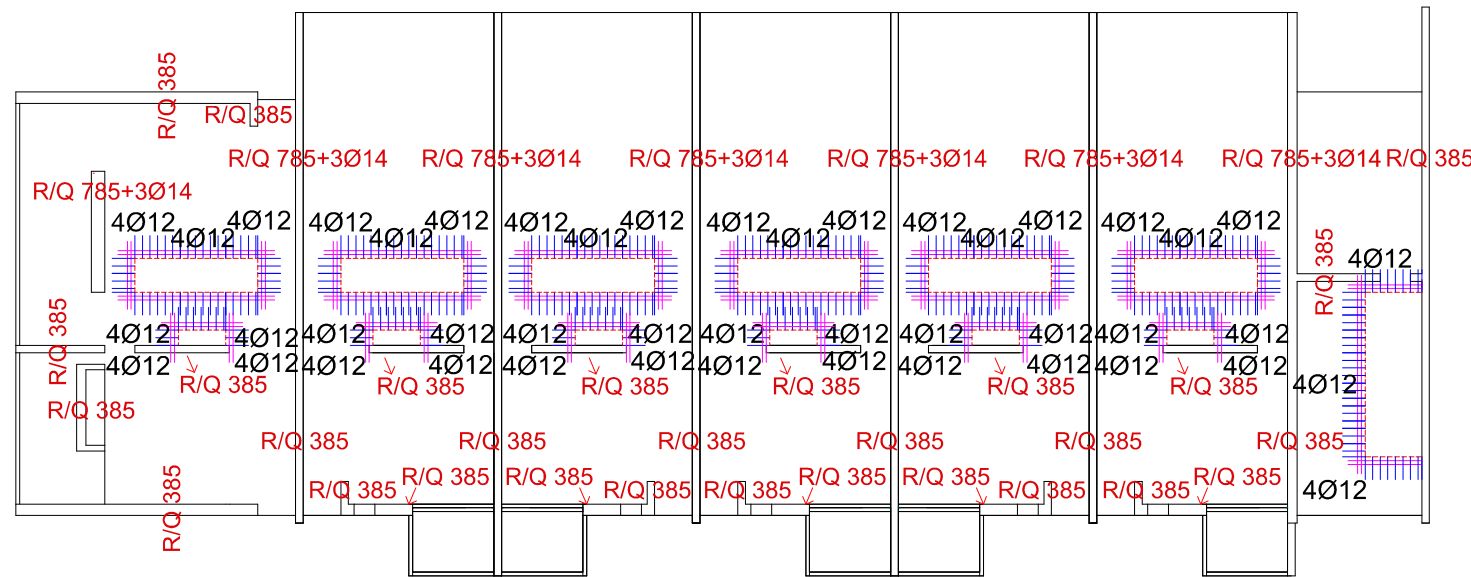


Beton: C 30/37  
Armatura: B 500B  
Vilice uz rub Ø8

  SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Glavinić
	SADRŽAJ: Armatura ploča poz 500,700 i 900-donja zona	BROJ PRILOGA: <b>17</b>

# Armatura ploča pozicija 500, 700 i 900 -GORNJA ZONA M 1:200

LIJEVA ZGRADA

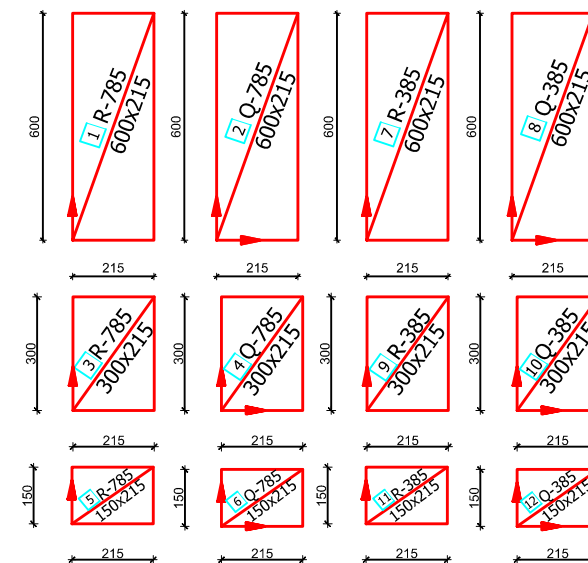
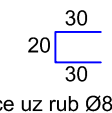



otvor u ploči

- Napomene:**
- Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta
  - Mreže postavljati s preklopima 40 cm i većim
  - Na rubovima ploča postavljati mreže R-385 i R-785, izuzev na sjecištima zidova gdje se postavljaju Q-385 i Q-785

Beton: C 30/37

Armatura: B 500B

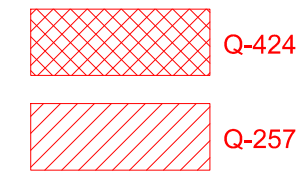
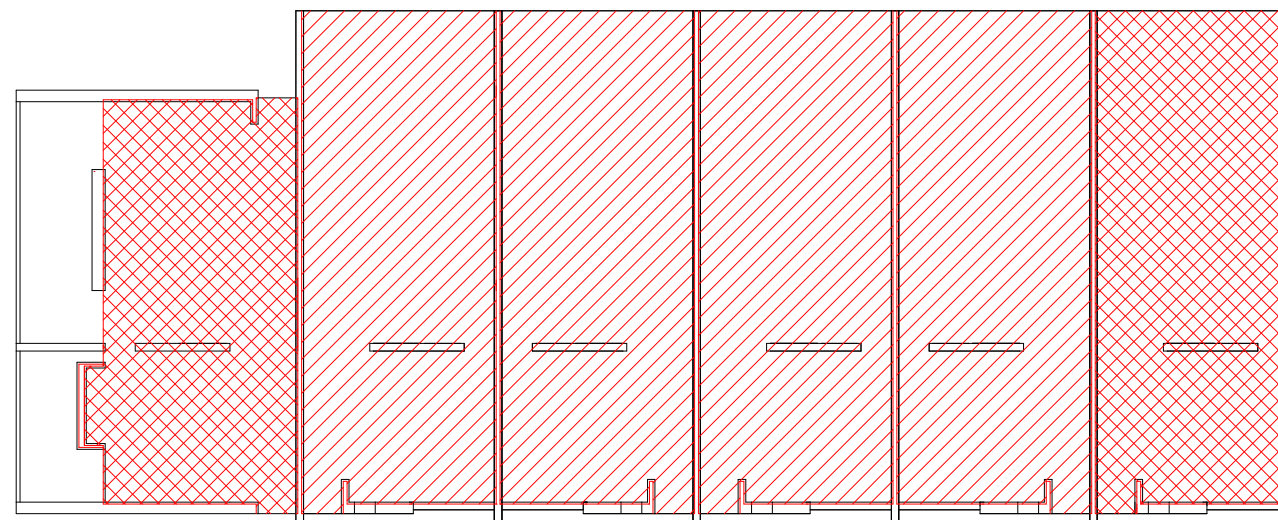


 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Glavinić
	SADRŽAJ: Armatura ploča poz 500,700 i 900-gornja zona	BROJ PRILOGA: <b>18</b>

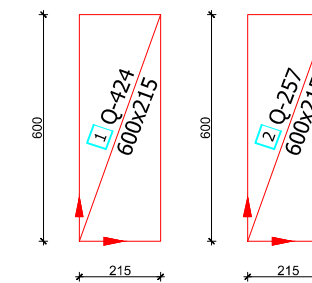


Armatura ploče pozicija 1000  
-DONJA ZONA  
M 1:200


LIJEVA ZGRADA



Napomene: -Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim



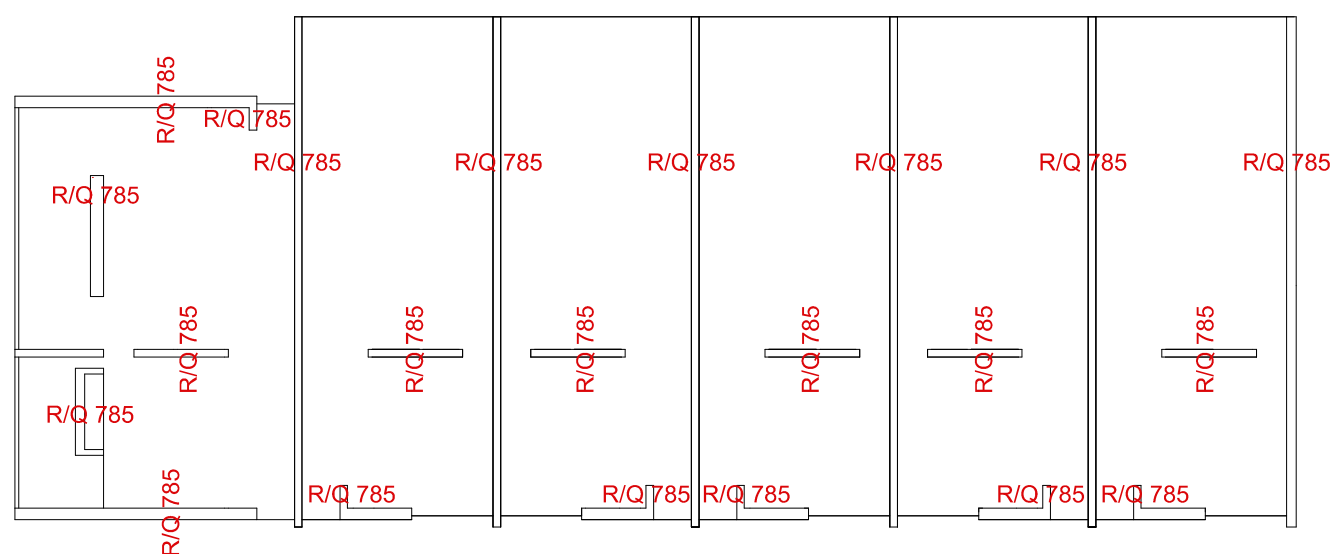
Beton: C 30/37  
Armatura: B 500B

  SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Glavinić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 1000 - donja zona	BROJ PRILOGA: <b>19</b>



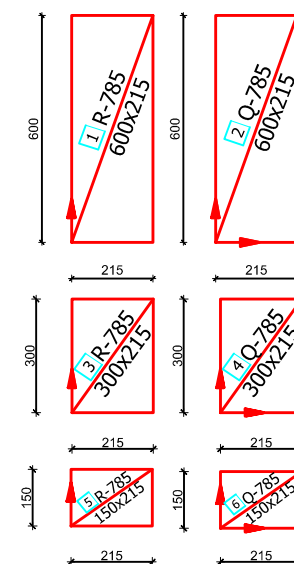
# Armatura ploče pozicija 1000 -GORNJA ZONA M 1:200


## LIJEVA ZGRADA



**Napomene:** -Mreže postavljati s preklapima 40 cm i većim  
-Na rubovima ploča postavljati mreže R-785, izuzev na sjecištima zidova gdje se postavljaju Q-785

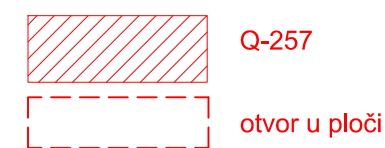
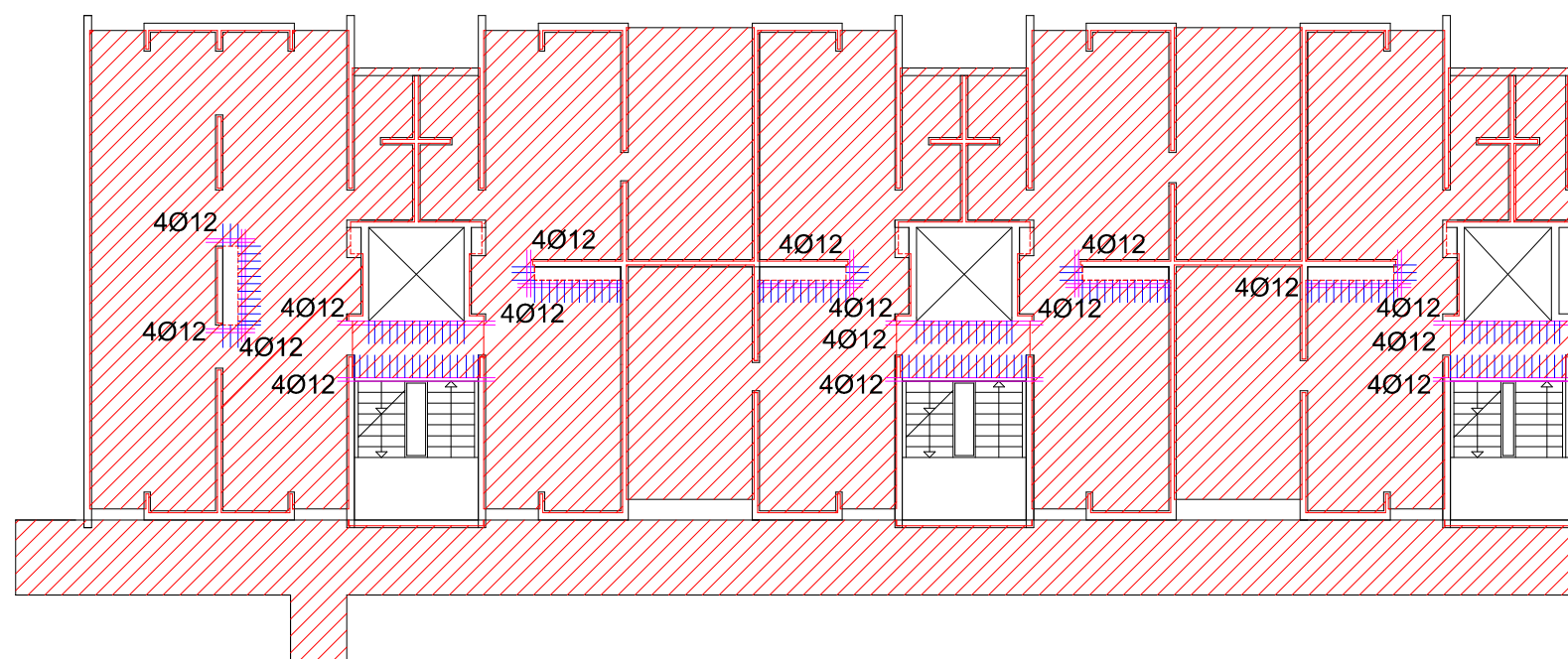
Beton: C 30/37  
Armatura: B 500B



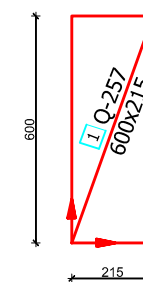
  SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Glavinić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 1000 - gornja zona	BROJ PRILOGA: <b>20</b>

Armatura ploče pozicija 400  
- DONJA ZONA  
M 1:200


SREDNJA ZGRADA



Napomene: -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim

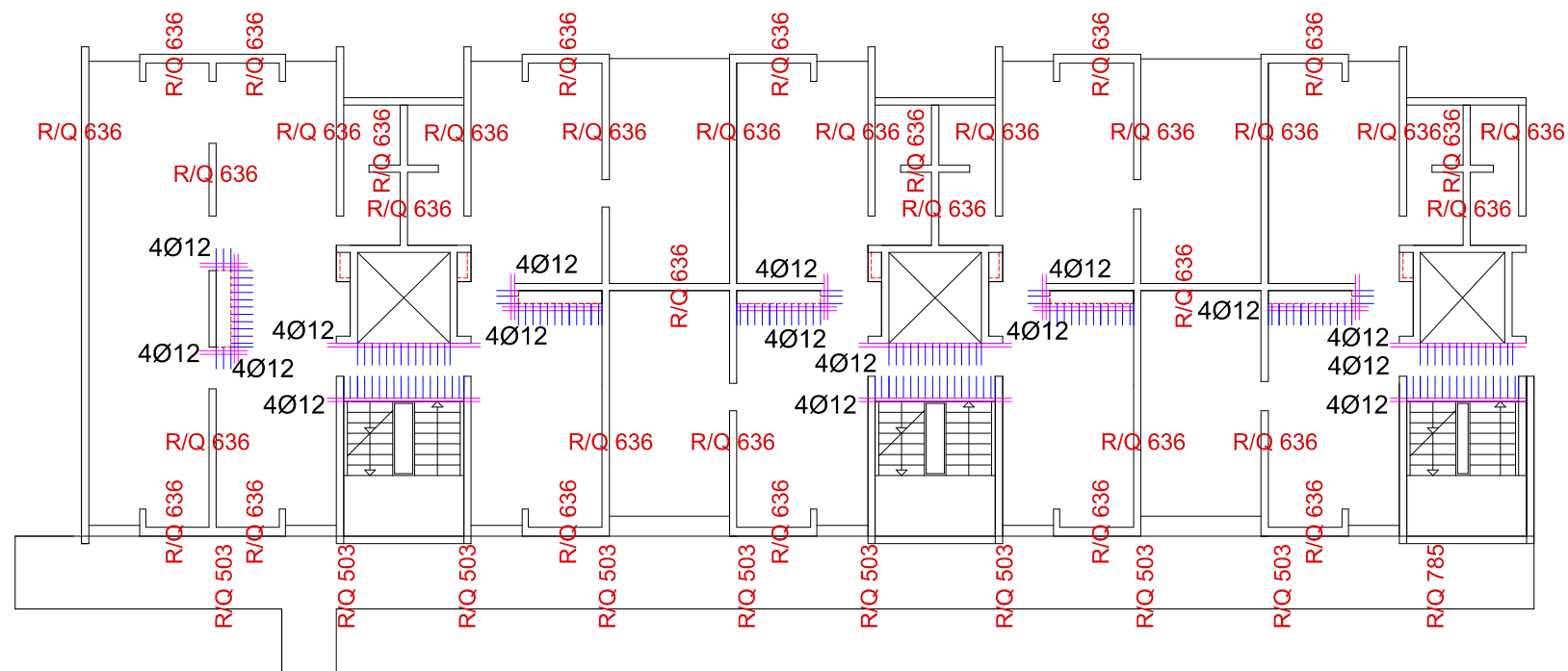


Beton: C 30/37  
Armatura: B 500B  
Vilice uz rub Ø8

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Glavinić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 400 - donja zona	BROJ PRILOGA: <b>21</b>

# Armatura ploče pozicija 400 - GORNJA ZONA M 1:200

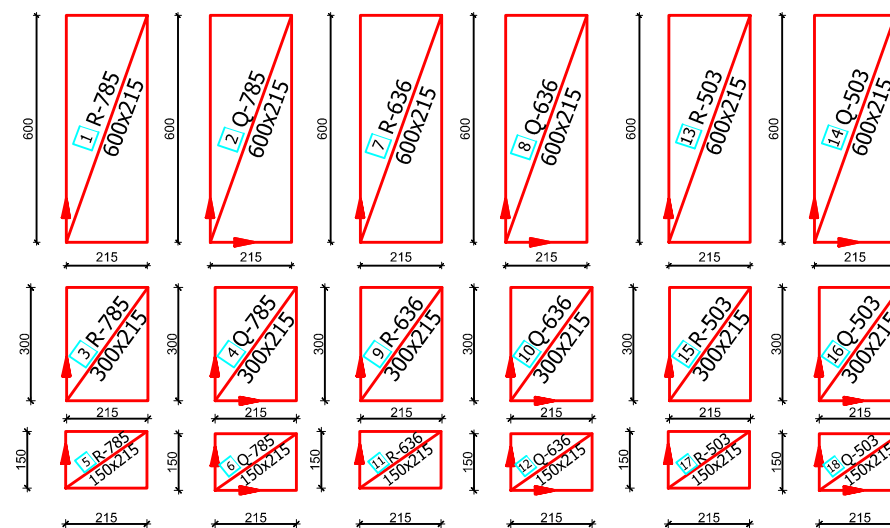
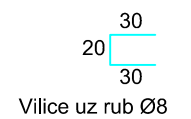
## SREDNJA ZGRADA



  otvor u ploči

- Napomene:**
- Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta
  - Mreže postavljati s preklapima 40 cm i većim
  - Na rubovima ploča postavljati mreže R-503,R-636 i R-785, izuzev na sjecištima zidova gdje se postavljaju mreže Q-503,Q-636 i Q-785

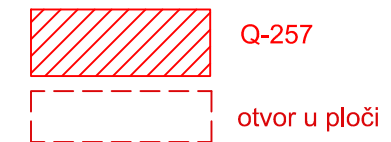
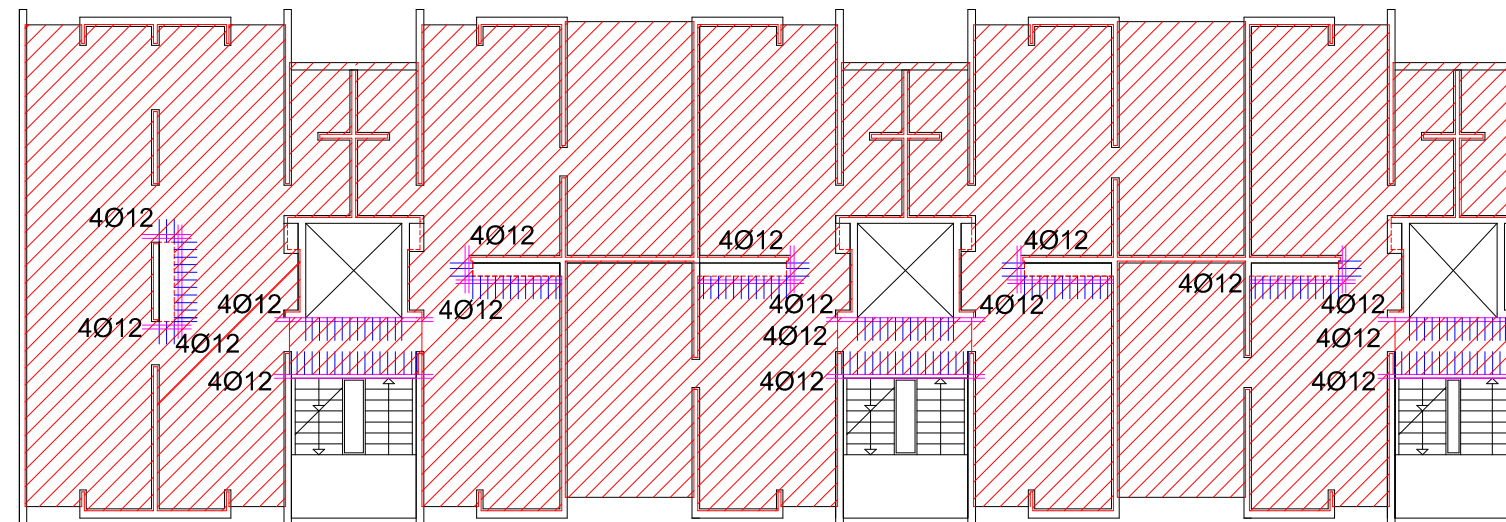
Beton: C 30/37  
Armatura: B 500B



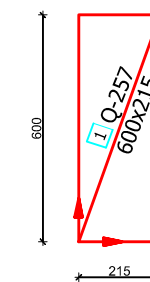
<p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Glavinić
SADRŽAJ: Armatura ploče poz 400 - gornja zona	BROJ PRILOGA: <b>22</b>	

Armatura ploča pozicija 500-1000  
- DONJA ZONA  
M 1:200

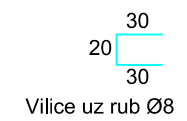
SREDNJA ZGRADA




Napomene: -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim



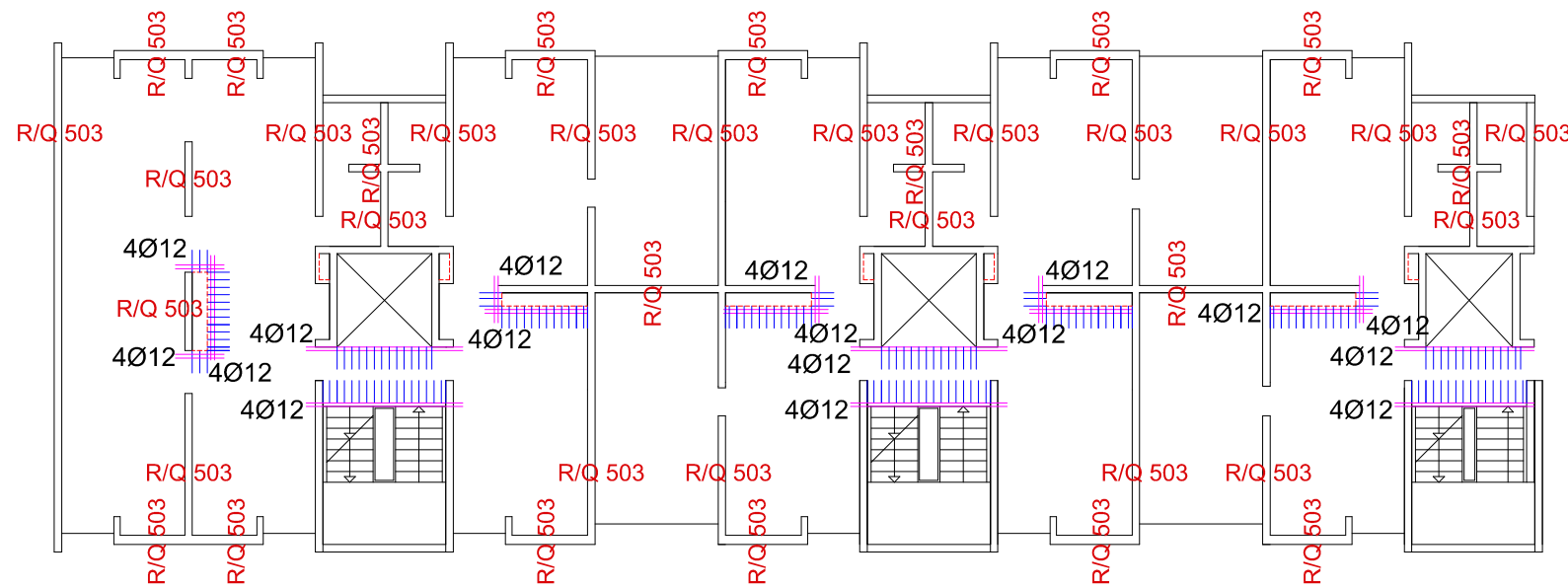
Beton: C 30/37  
Armatura: B 500B



 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Glavinić
SADRŽAJ: Armatura ploča poz 500-1000 - donja zona	BROJ PRILOGA: <b>23</b>	

# Armatura ploča pozicija 500-1000 - GORNJA ZONA M 1:200

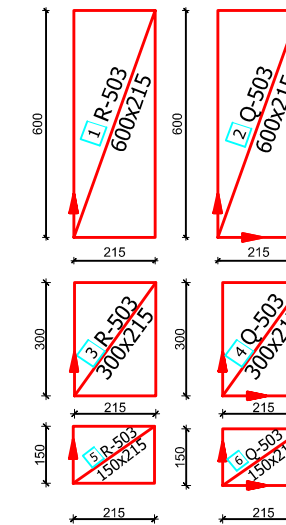
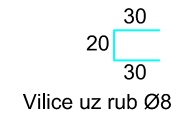
## SREDNJA ZGRADA




otvor u ploči

- Napomene:**
- Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta
  - Mreže postavljati s preklopima 40 cm i većim
  - Na rubovima ploča postavljati mreže R-503, izuzev na sjecištima zidova gdje se postavlja Q-503

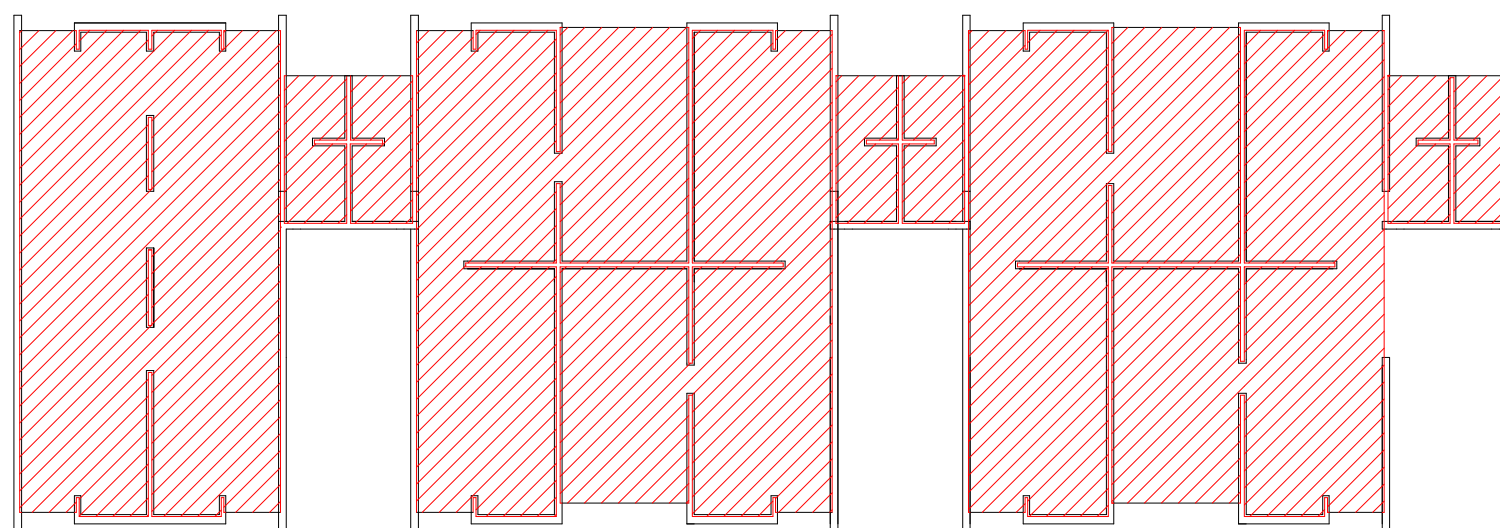
Beton: C 30/37  
Armatura: B 500B



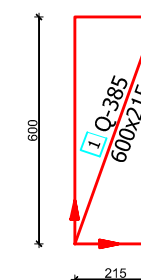
 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Glavinić
	SADRŽAJ: Armatura ploča poz 500-1000 - gornja zona	BROJ PRILOGA: <b>24</b>

Armatura ploče pozicija 1100  
 - DONJA ZONA  
 M 1:200


SREDNJA ZGRADA



Napomene: -Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim

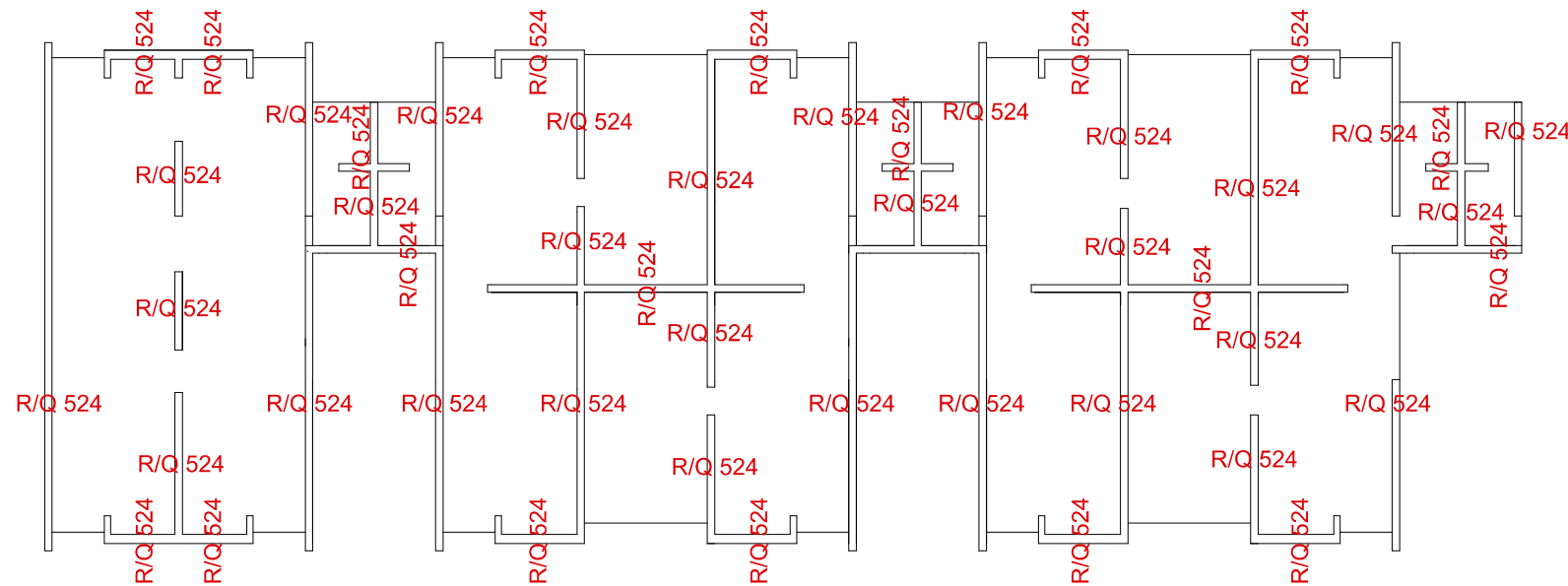


Beton: C 30/37  
 Armatura: B 500B

 SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Glavinić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 1100 - donja zona	BROJ PRILOGA: <b>25</b>

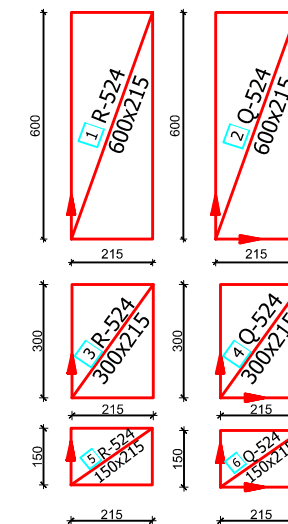
Armatura ploče pozicija 1100  
- GORNJA ZONA  
M 1:200


SREDNJA ZGRADA



**Napomene:** -Mreže postavljati s preklopima 40 cm i većim  
-Na rubovima ploča postavljati mreže R-524, izuzev na sjecištima zidova gdje se postavlja Q-524

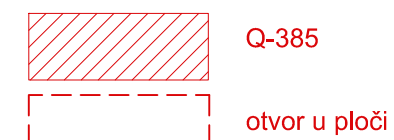
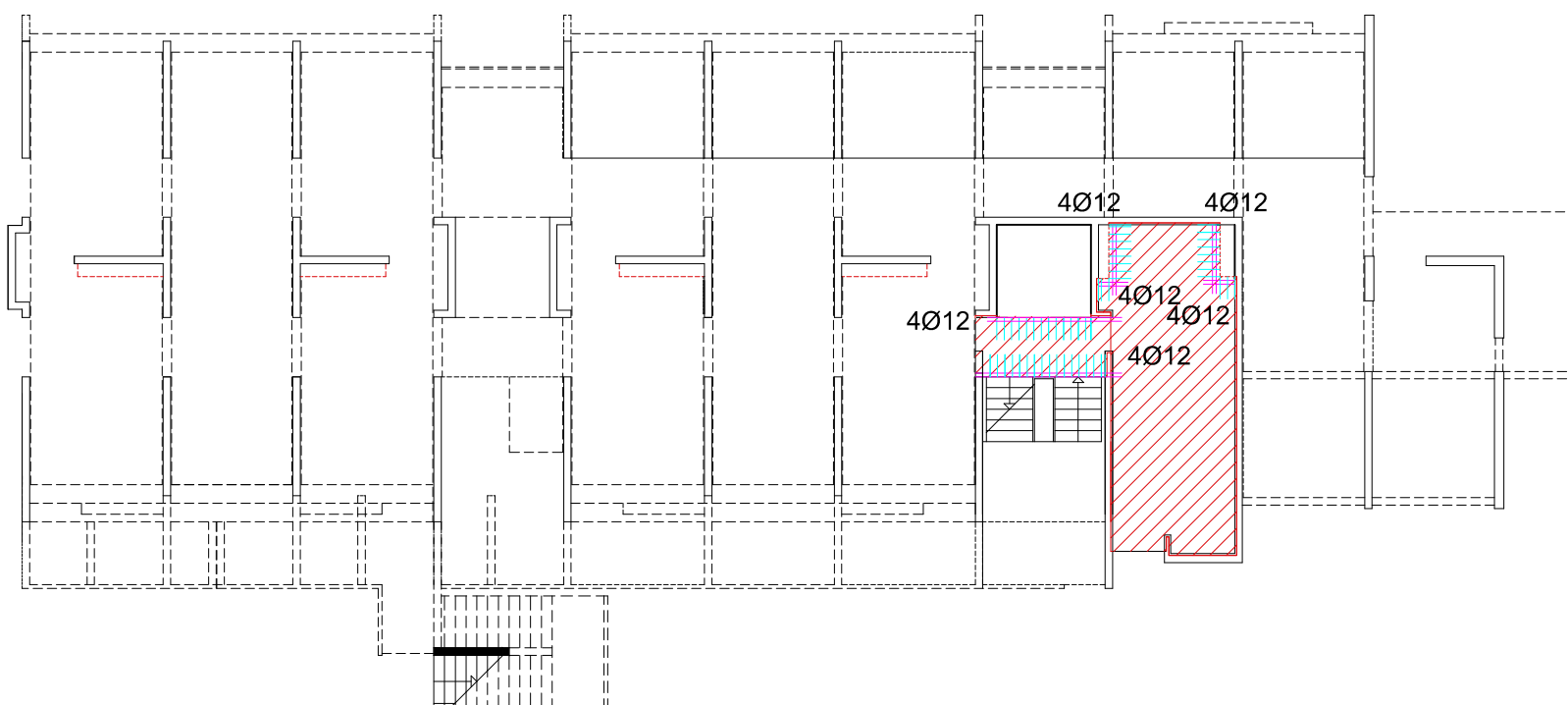
Beton: C 30/37  
Armatura: B 500B



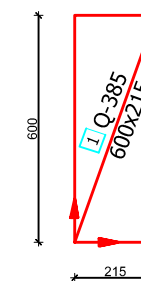
 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Glavinić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 1100 - gornja zona	BROJ PRILOGA: <b>26</b>

# Armatura ploče pozicija 200 - DONJA ZONA M 1:200

DESNA ZGRADA




**Napomene:** -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim



Beton: C 30/37  
Armatura: B 500B



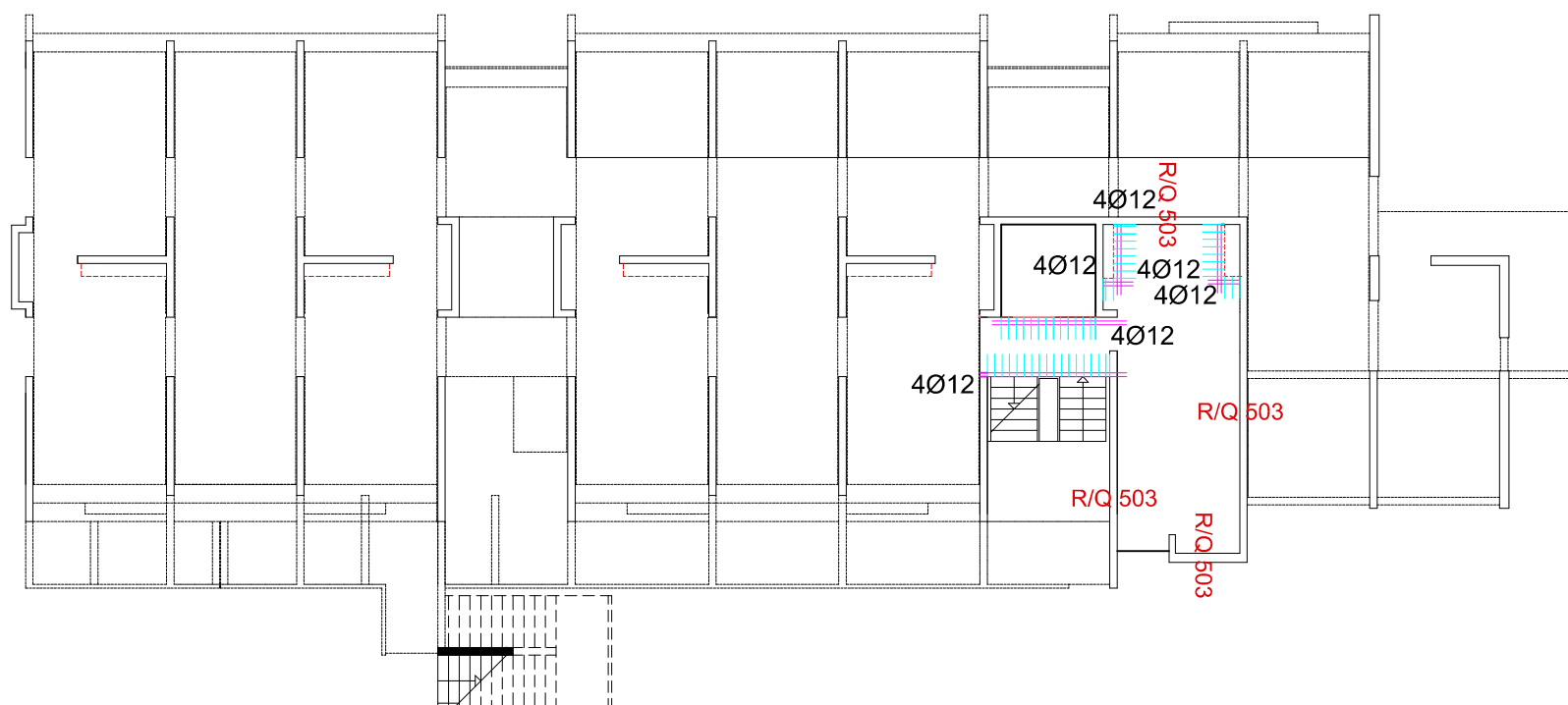
Vilice uz rub Ø8

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Glavinić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 200 - donja zona	BROJ PRILOGA: <b>27</b>



# Armatura ploče pozicija 200 - GORNJA ZONA M 1:200

DESNA ZGRADA

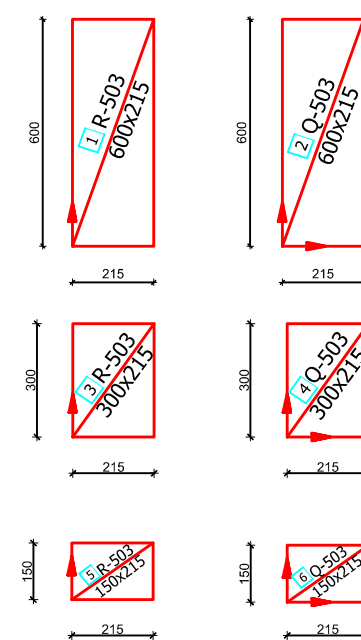
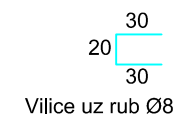


otvor u ploči

- Napomene:**
- Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta
  - Mreže postavljati s preklapima 40 cm i većim
  - Na rubovima ploča postavljati mreže R-503, izuzev na sjecištima zidova gdje se postavlja Q-503

Beton: C 30/37

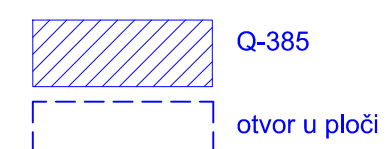
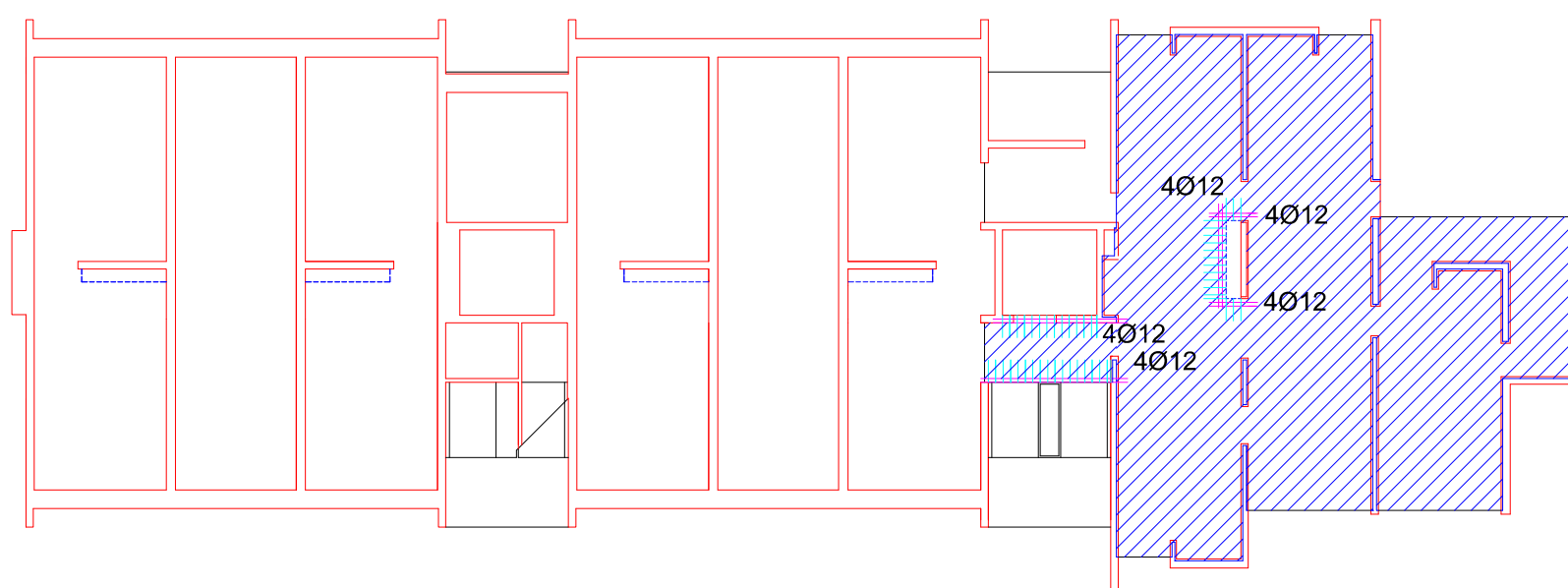
Armatura: B 500B



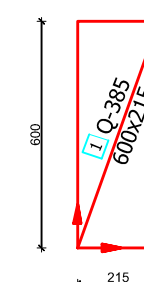
<p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Glavinić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 200 - gornja zona	BROJ PRILOGA: <b>28</b>

# Armatura ploče pozicija 300 - DONJA ZONA M 1:200

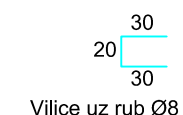
DESNA ZGRADA




**Napomene:** -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklopima 40 cm ili većim



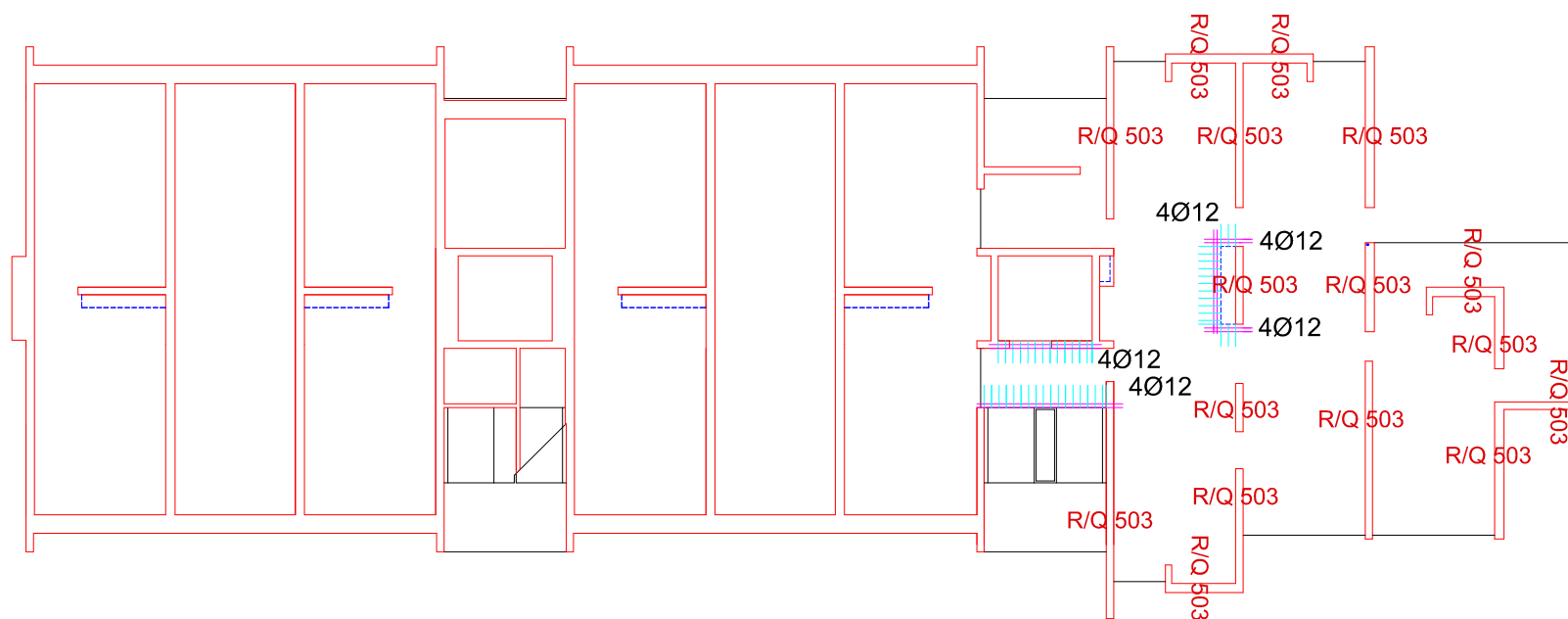
Beton: C 30/37  
Armatura: B 500B



 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Glavinić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 300 - donja zona	BROJ PRILOGA: <b>29</b>

# Armatura ploče pozicija 300 - GORNJA ZONA M 1:200

DESNA ZGRADA

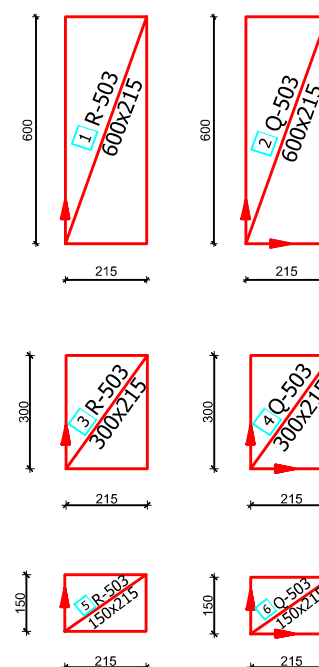
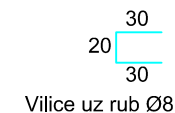


otvor u ploči

**Napomene:**

- Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta
- Mreže postavljati s preklopima 40 cm i većim
- Na rubovima ploča postavljati mreže R-503, izuzev na sjecištima zidova gdje se postavlja Q-503

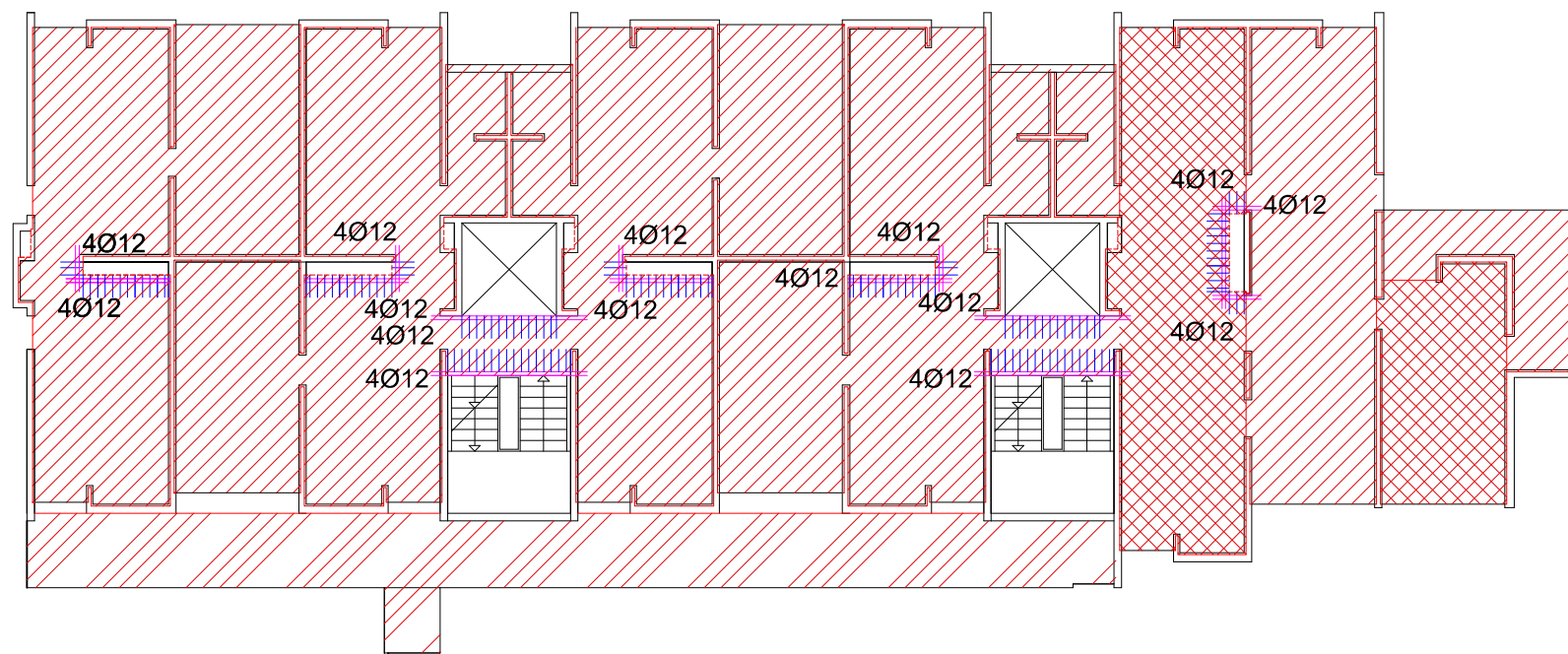
Beton: C 30/37  
Armatura: B 500B



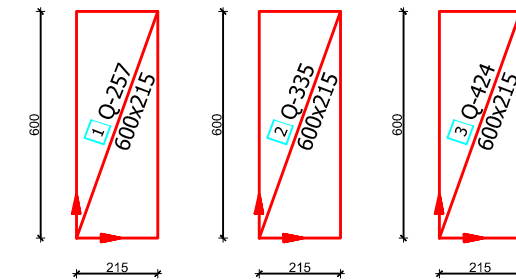
<p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Glavinić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 300 - gornja zona	BROJ PRILOGA: <b>30</b>

# Armatura ploče pozicija 400 - DONJA ZONA M 1:200

DESNA ZGRADA

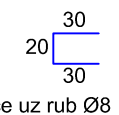



**Napomene:** -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim



Beton: C 30/37

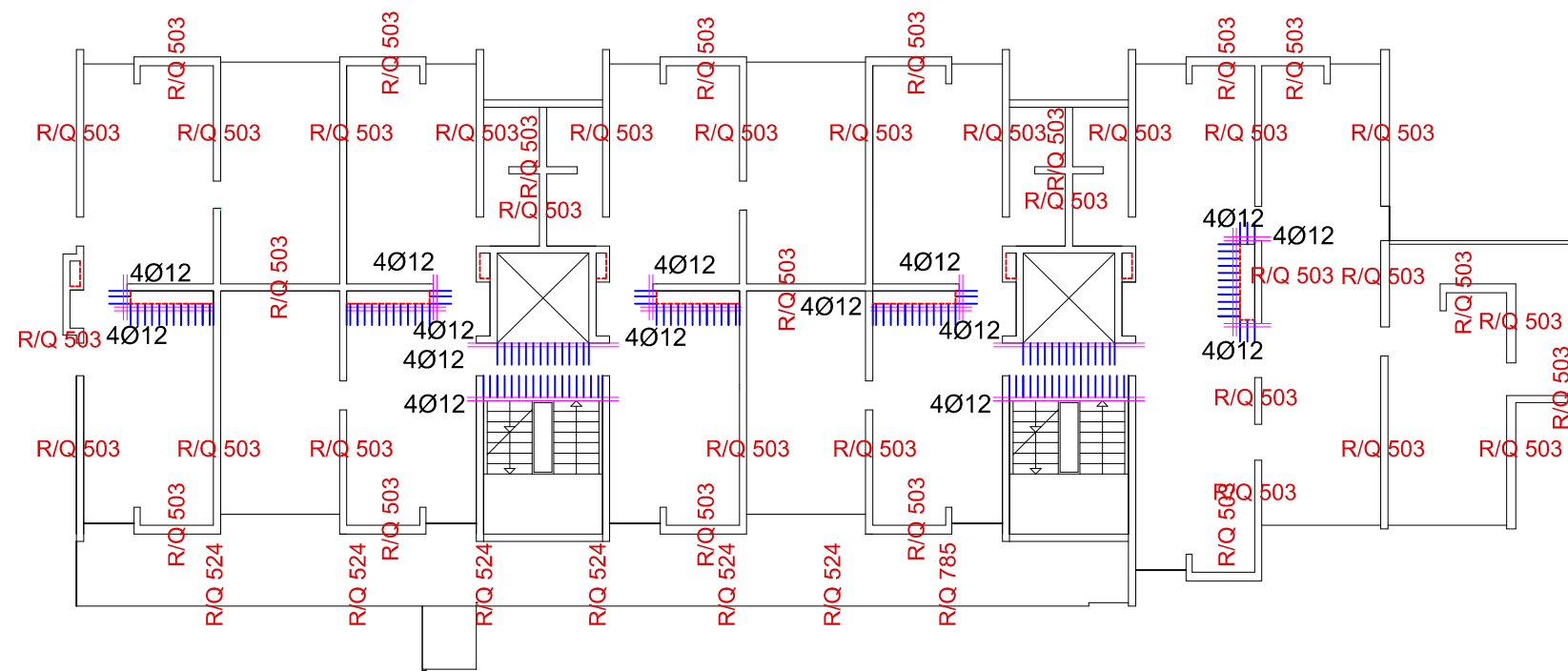
Armatura: B 500B



 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Glavinić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 400 - donja zona	BROJ PRILOGA: <b>31</b>

# Armatura ploče pozicija 400 - GORNJA ZONA M 1:200

## DESNA ZGRADA



otvor u ploči

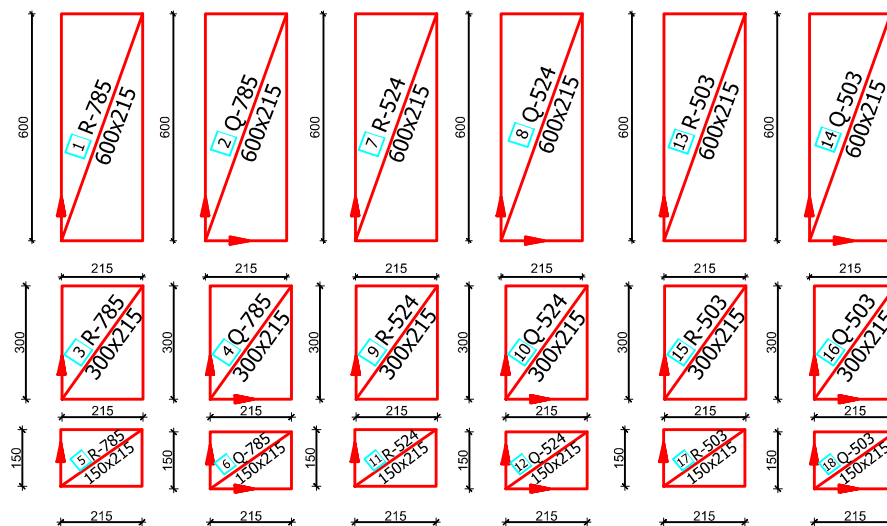
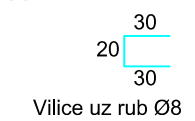
Napomene: -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta


-Mreže postavljati s preklapima 40 cm i većim

-Na rubovima ploča postavljati mreže R-503,R-524 i R-785, izuzev na sjecištima zidova gdje se postavlja Q-503,Q-524 i Q-785

Beton: C 30/37

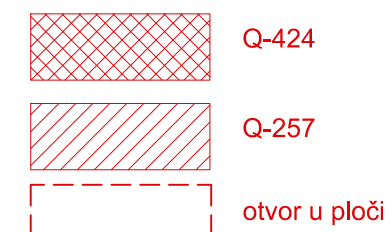
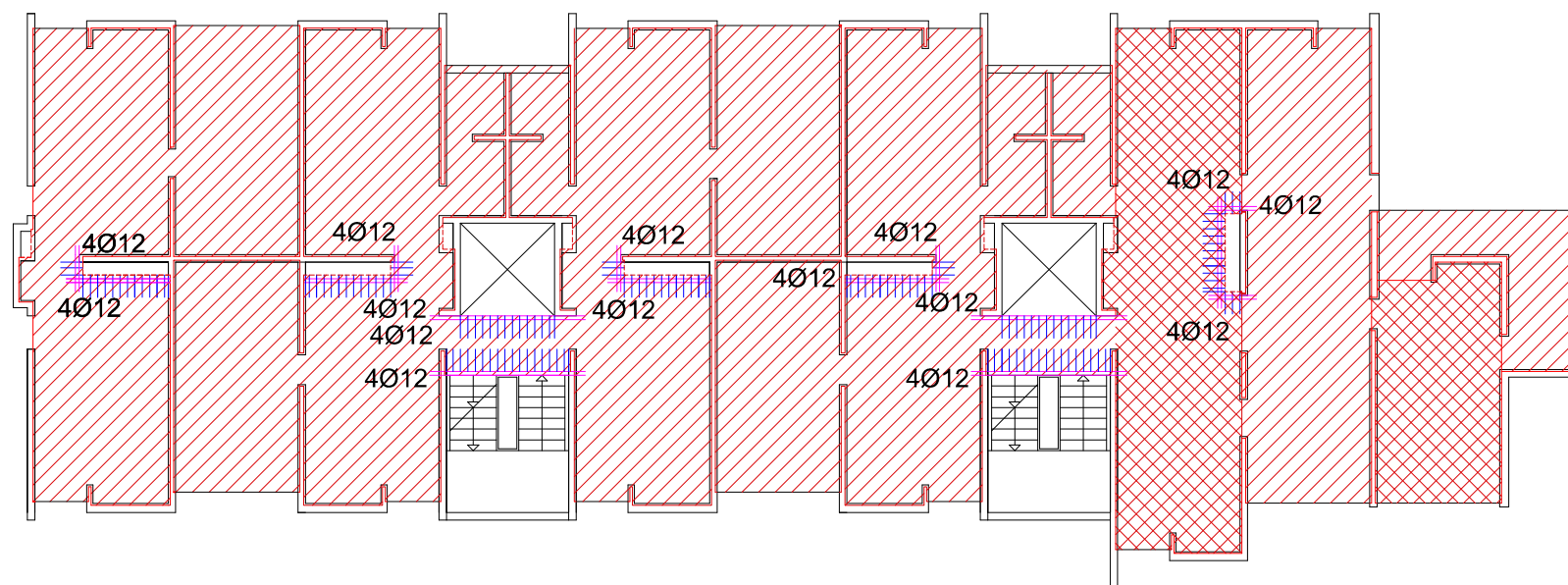
Armatura: B 500B



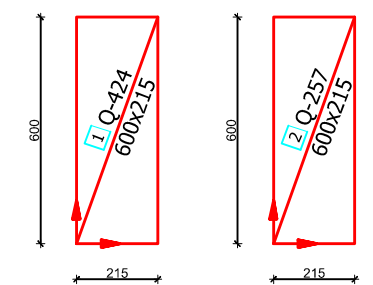
 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Glavinić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 400 - gornja zona	BROJ PRILOGA: <b>32</b>

Armatura ploča pozicija 500-1000  
- DONJA ZONA  
M 1:200

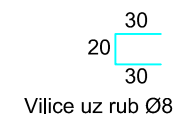
DESNA ZGRADA




Napomene: -Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta  
-Mreže postavljati s preklapima 40 cm ili većim



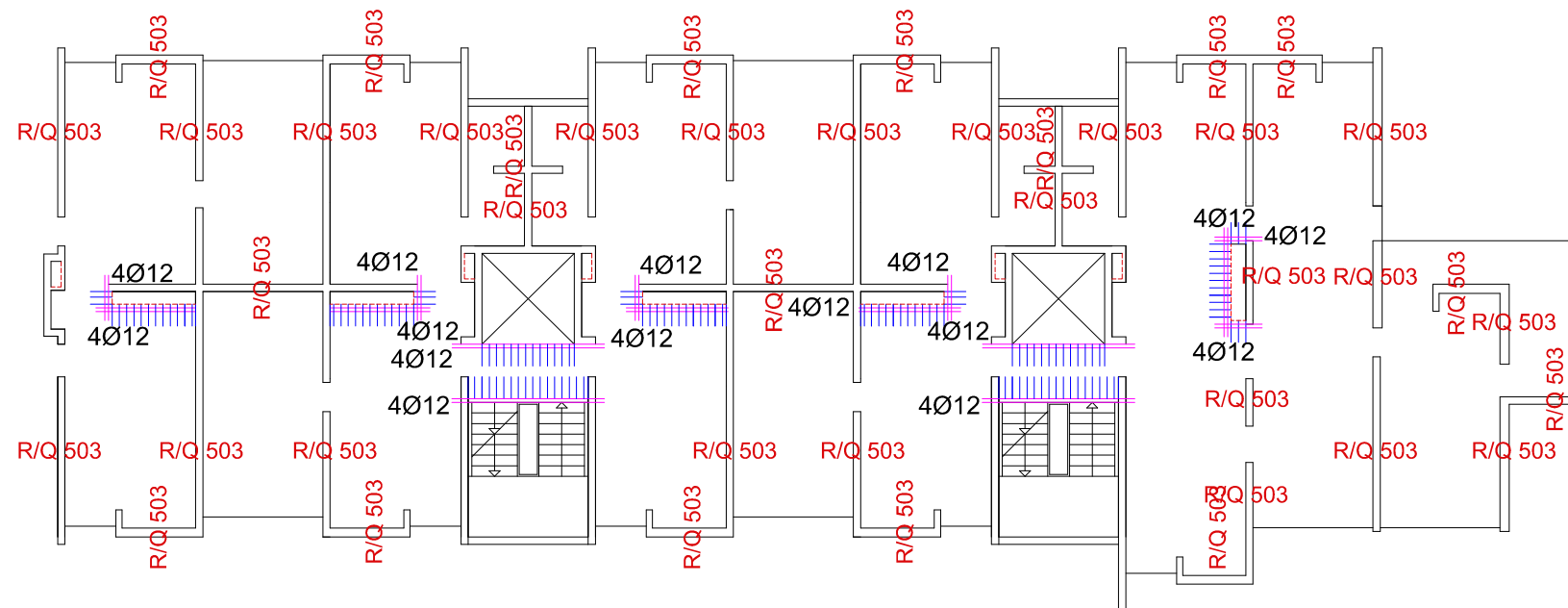
Beton: C 30/37  
Armatura: B 500B



  SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Glavinić
	SADRŽAJ: Armatura ploča poz 500 do 1000- donja zona	BROJ PRILOGA: <b>33</b>

# Armatura ploča pozicija 500-1000 - GORNJA ZONA M 1:200

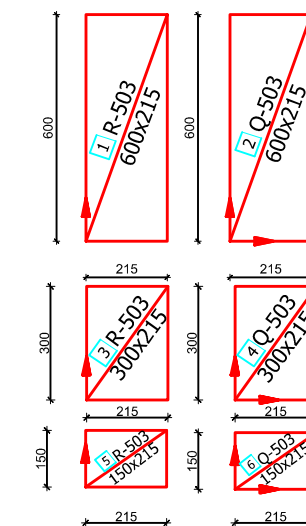
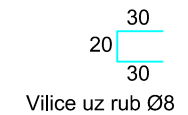
## DESNA ZGRADA




otvor u ploči

- Napomene:**
- Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta
  - Mreže postavljati s preklapima 40 cm i većim
  - Na rubovima ploča postavljati mreže R-503, izuzev na sjecištima zidova gdje se postavlja Q-503

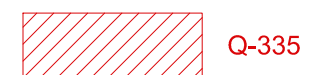
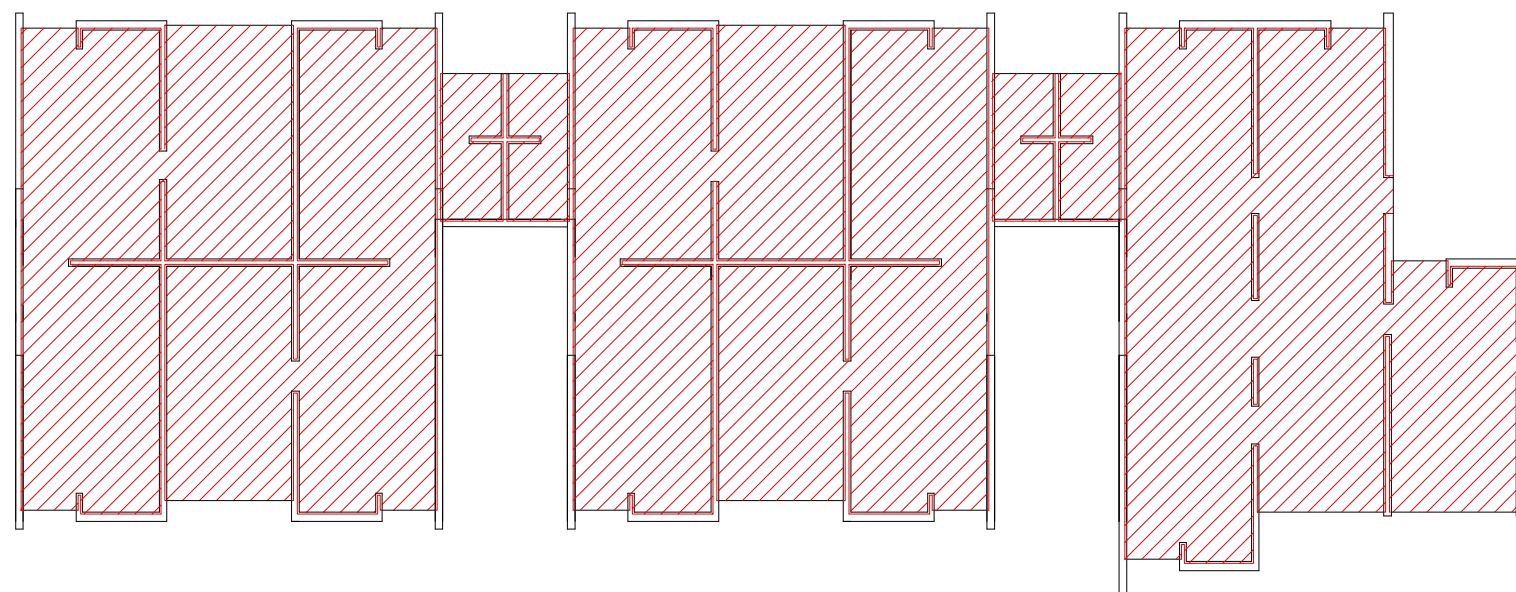
Beton: C 30/37  
Armatura: B 500B



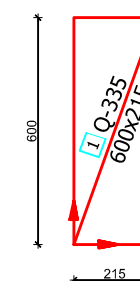
 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Glavinić
	SADRŽAJ: Armatura ploča poz 500 do 1000 - gornja zona	BROJ PRILOGA: <b>34</b>

Armatura ploče pozicija 1100  
- DONJA ZONA  
M 1:200


DESNA ZGRADA



Napomena: -Mreže postavljati s  
preklopima 40 cm ili većim



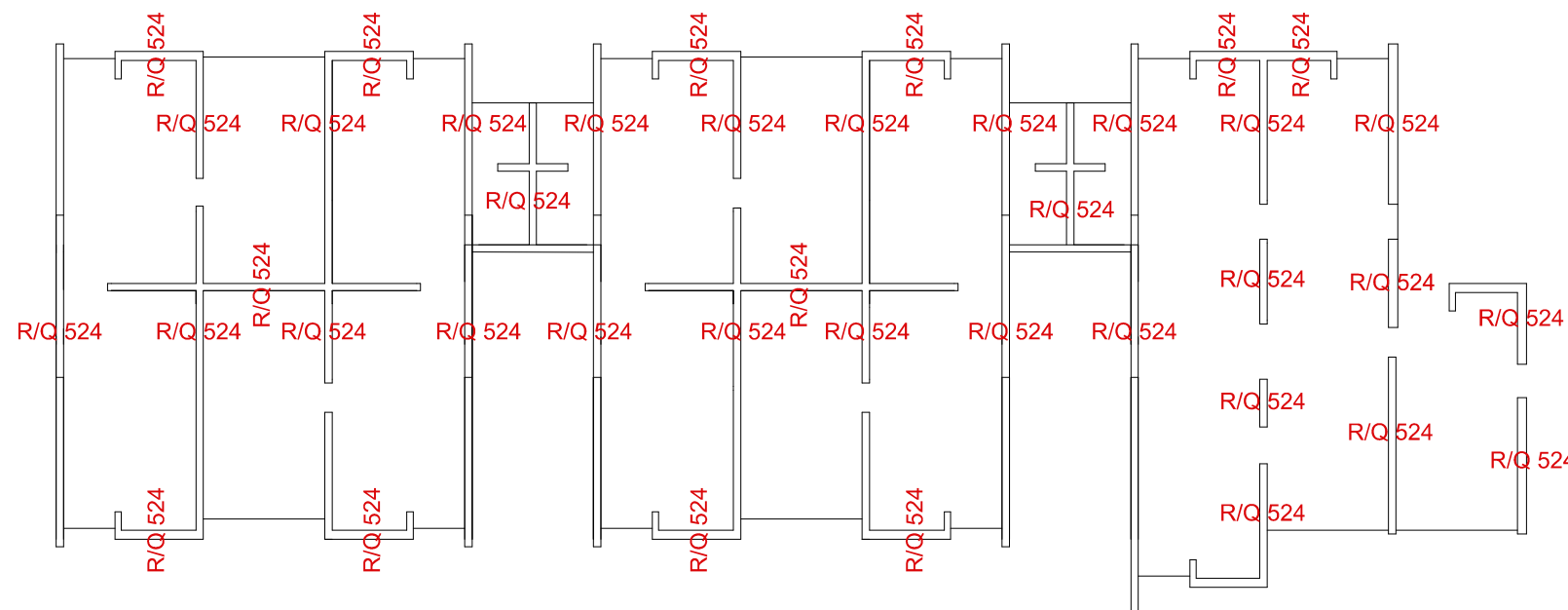
Beton: C 30/37  
Armatura: B 500B

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Glavinić
	SADRŽAJ: Armatura ploča poz 1100- donja zona	BROJ PRILOGA: <b>35</b>



# Armatura ploče pozicija 1100 - GORNJA ZONA M 1:200

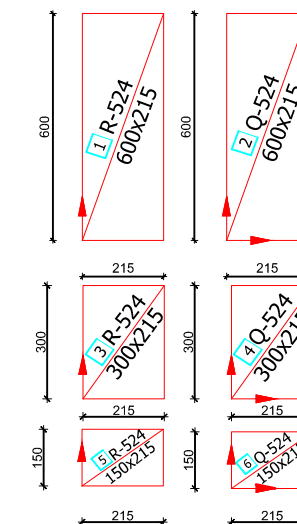
## DESNA ZGRADA




Napomene: -Mreže postavljati s preklopima 40 cm i većim

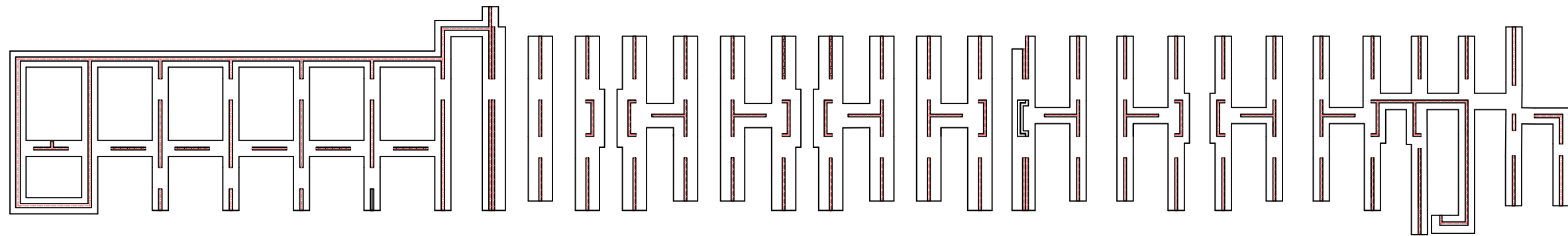
-Na rubovima ploča postavljati mreže R-524, izuzev na sjecištima zidova gdje se postavlja Q-524

Beton: C 30/37  
Armatura: B 500B

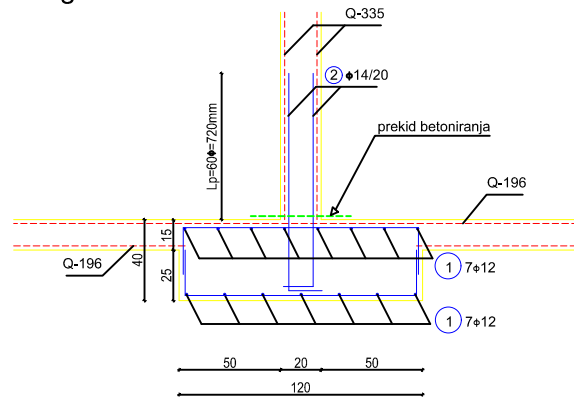


 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Glavinić
	SADRŽAJ: Armatura ploče poz 1100 - gornja zona	BROJ PRILOGA: <b>36</b>

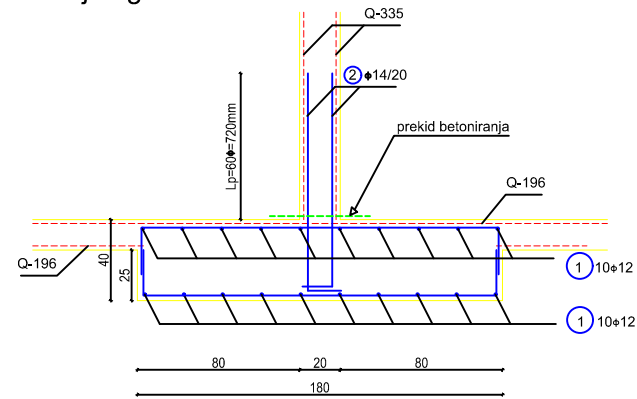
Plan pozicija 100 - temelji  
 Armatura temelja  
 M 1:20



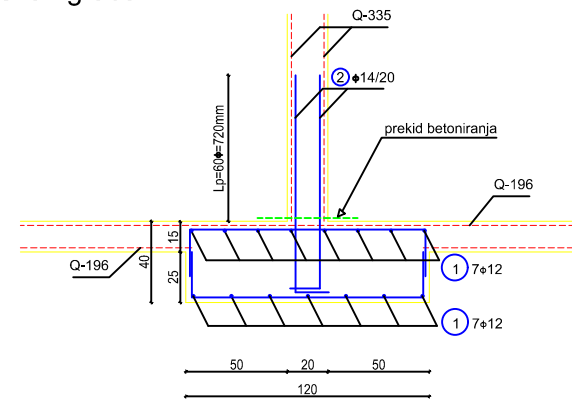
Lijeva zgrada



Srednja zgrada

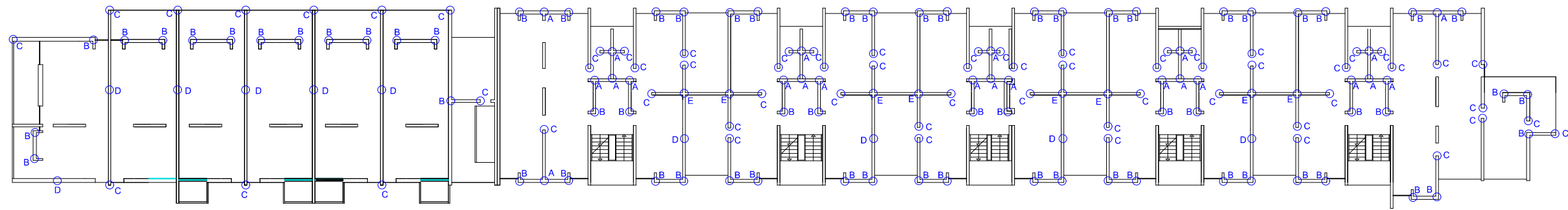


Desna zgrada

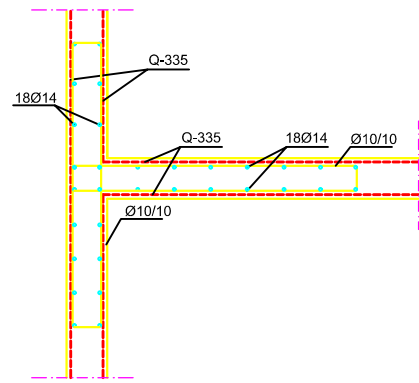


<p> <small>                 OIB: 630416710                  FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE                  I GEODEZIJE                  21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15                  01 37 6462 04 • 05 521 30333, fax: +385 (0)21 48111             </small> </p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJEŠLO: 1:20
	GRAĐEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VISTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Glavinčić
	SADRŽAJ: Plan pozicija 100-temelji i armatura temelja	BROJ PRILOGA: 37

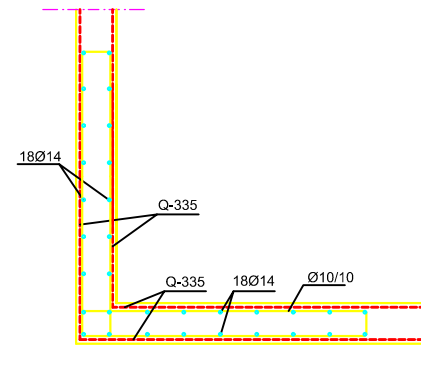
Plan pozicija i armatura zidova  
M 1:20



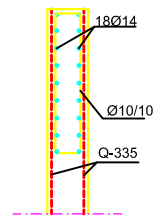
Detalj A



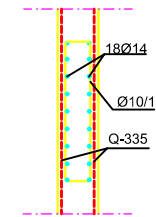
Detalj B



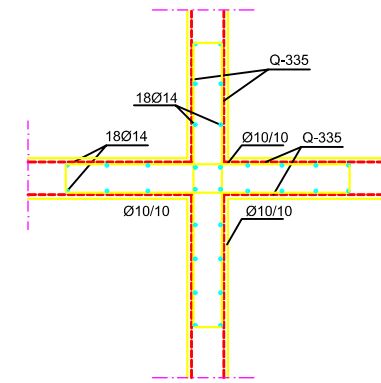
Detalj C



Detalj D

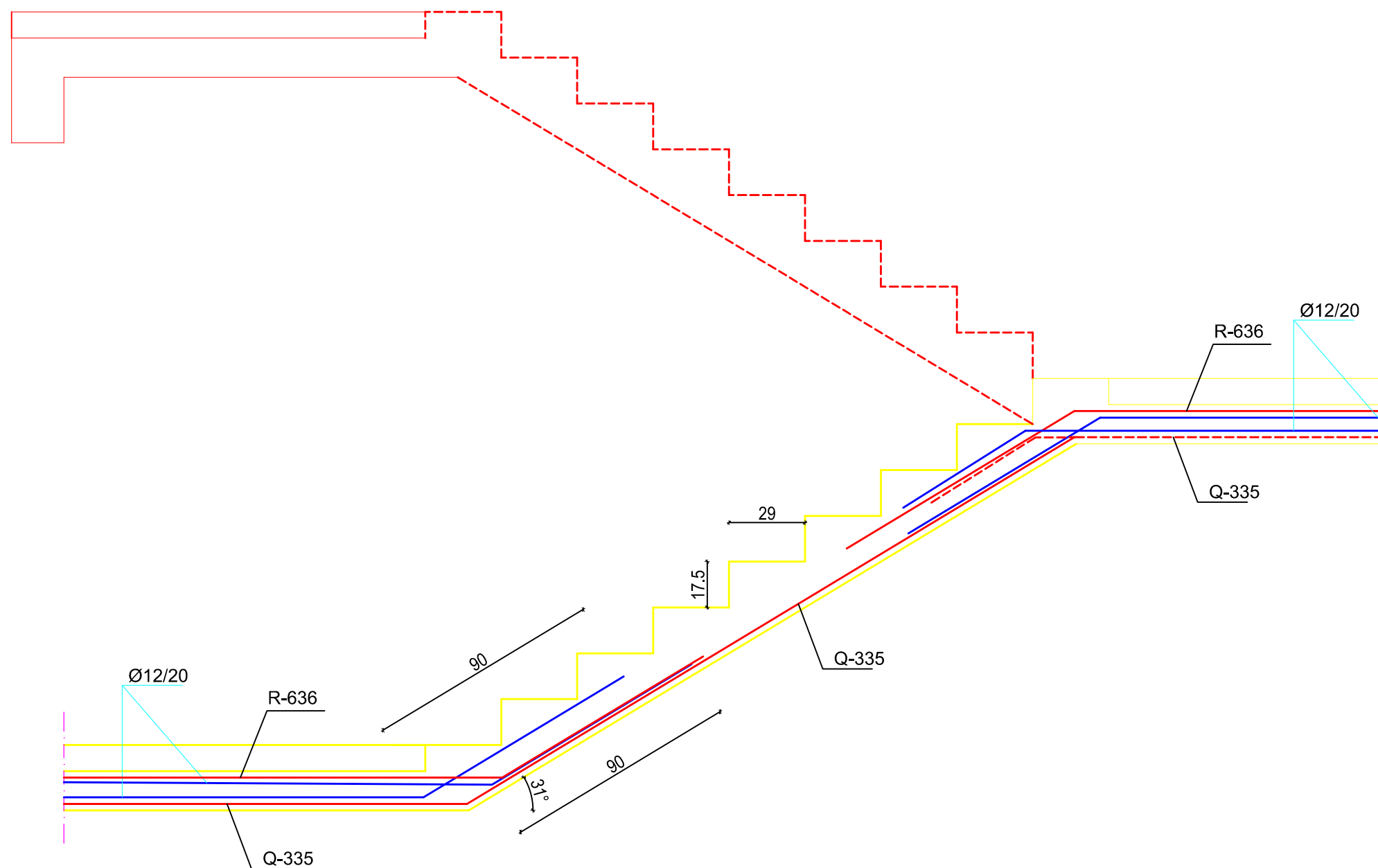



Detalj E



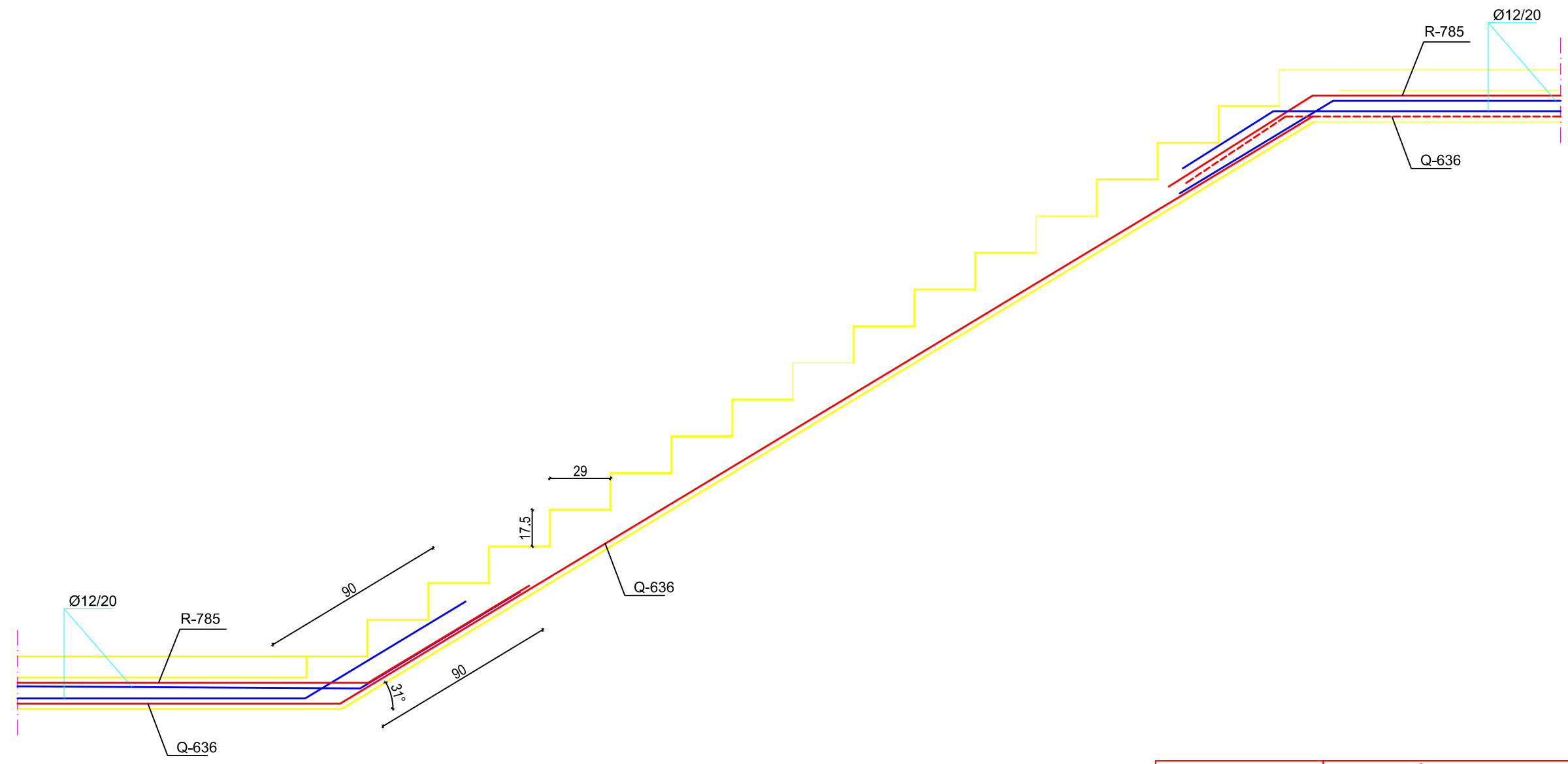
INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:20
GRAĐEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATA: srpanj, 2020.
VISTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marja Glavinić
SADRŽAJ: Plan pozicija i armatura zidova	BROJ PRILOGA: 38


# Armatura stubišta S1 M 1:20



  SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:20
	GRAĐEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Glavinić
	SADRŽAJ: Armatura stubišta S1	BROJ PRILOGA: <b>39</b>

# Armatura stubišta S2 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: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:20
	GRADEVINA: Poslovno-stambena zgrada C u Spinutu u Splitu	DATUM: srpanj, 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-07-2020.
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marija Glavinić
	SADRŽAJ: Armatura stubišta S2	BROJ PRILOGA: <b>40</b>

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION