

# Glavni projekt stambene zgrade u naselju Vitrenjak, Zadar, Zgrada 2

---

Čavčić, Anđela

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:123:488219>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-29**



*Repository / Repozitorij:*

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



UNIVERSITY OF SPLIT



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

# **DIPLOMSKI RAD**

**Anđela Čavčić**

**Split, 2022.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**

**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

**Anđela Čavčić**

**Glavni projekt stambene zgrade u naselju Vitrenjak,  
Zadar, Zgrada 2**

**Diplomski rad**

**Split, 2022.**

# **Glavni projekt stambene zgrade u naselju Vitrenjak, Zadar, Zgrada 2**

## ***Sažetak:***

U radu je prikazan glavni projekt jedne od pet stambenih zgrada koje se nalaze u naselju Vitrenjak u Zadru. Glavni projekt predmetne građevine predviđen je na građevinskoj čestici k.č. 1196/2, koja pripada katarstarskoj općini Zadar.

Predmetna građevina sastoji se od pet dijelova (zgrada), ukupne katnosti od pet katova nad zemljom, te ukopanom garažom koja se nalazi ispod njih, ukupne katnosti od jednog kata. Građevina je izvedena u armiranom betonu, sve monolitne izvedbe s armirano betonskim zidovima, stupovima i armirano betonskim pločama kao međukatnom konstrukcijom. Projekt sadrži: tehnički opis konstrukcije, opće i posebne tehničke uvjete, plan kontrole i osiguranja kvalitete, proračun nosivih konstrukcijskih elemenata i karakteristične građevinske nacрте i armaturne planove.

## ***Ključne riječi:***

stambena građevina, glavni projekt, monolitna izvedba

# **Main design of the residential building in settlement Vitrenjak, Zadar, Building 2**

## ***Abstract:***

Main design of the complex of residential buildings, which are positioned in place Vitrenjak near Omiš, is presented in this work. Main design of subject building is planned on the construction particle 1196/2, which belongs to cadaster municipality Zadar.

Subject building consists of five parts (buildings), with total number of five storeys above ground, and underground garage that is located under them, with total number of one storey. Building is made of reinforced concrete elements: walls, columns and ceiling slabs, all casting in site. The work includes technical description of the structure, general and particular conditions of civil engineering works, control plan and quality assurance plan, calculation of the main structural elements as well as characteristic structural plans and reinforcement plans.

## ***Keywords:***

residential building, main design, monolithic construction

**STUDIJ: DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**

**SMJER: KONSTRUKCIJE**

**KANDIDAT: Anđela Čavčić**

**JMBAG: 0083221361**

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

**PREDMET: Betonske konstrukcije**

## **ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD**

**Tema: Glavni projekt stambene zgrade u Zadru**

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

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

U Splitu, ožujak, 2022.

Prof. dr. sc. Alen Harapin

Doc. dr. sc. Ivo Andrić

# SADRŽAJ

1.	TEHNIČKI OPIS .....	1
1.1.	OPĆENITO (PROJEKTNI ZADATAK).....	1
1.2.	NOSIVA KONSTRUKCIJA.....	2
1.2.1.	PODACI O GEOTEHNIČKIM ISTRAŽNIM RADOVIMA .....	2
1.2.2.	HORIZONTALNE NOSIVE KONSTRUKCIJE .....	2
1.2.3.	VERTIKALNE NOSIVE KONSTRUKCIJE.....	2
1.2.4.	OSTALE NOSIVE KONSTRUKCIJE.....	2
1.2.5.	OTPORNOST A-B KONSTRUKCIJE NA DJELOVANJE POŽARA.....	3
2.	PLAN KONTROLE I OSIGURANJE KVALITETE .....	3
2.1.	OPĆENITO .....	3
2.2.	OPĆI PODACI I DEFINICIJE .....	4
2.3.	KONTROLA KVALITETE.....	7
2.4.	MATERIJALI .....	8
2.5.	BETONSKI I ARMIRANOBETONSKI RADOVI.....	11
2.6.	IZVEDBA ZIDOVA .....	18
2.7.	OSTALI RADOVI I MATERIJALI .....	18
2.8.	NADZOR .....	19
2.9.	MJERE U SLUČAJU NESUKLADNOSTI .....	20
2.10.	NORME KOJE TRETIRAJU RADOVE U OVOM PROGRAMU KONTROLE	
	21	
3.	POSEBNI TEHNIČKI UVJETI .....	25
3.1.	OPLATA I SKELE .....	25
3.2.	TRANSPORT I UGRADNJA BETONA .....	26
3.3.	BETONIRANJE PRI VISOKIM TEMPERATURAMA .....	27
3.4.	BETONIRANJE PRI NISKIM VANJSKIM TEMPERATURAMA.....	28

3.5.	OBAVEZE IZVOĐAČA .....	28
3.6.	NAČIN ZBRINJAVANJA GRAĐEVNOG OTPADA .....	28
4.	ANALIZA OPTEREĆENJA .....	30
4.1.	PODACI O DJELOVANJIMA NA KONSTRUKCIJU.....	30
4.1.1.	STALNO DJELOVANJE (G) .....	31
4.1.2.	PROMJENJIVO DJELOVANJE (Q) .....	33
4.1.3.	OPTEREĆENJE SNIJEGOM.....	33
4.1.4.	OPTEREĆENJE VJETROM.....	35
4.1.5.	IZVANREDNO OPTEREĆENJE .....	48
5.	NUMERIČKI MODEL.....	54
6.	PRIKAZ DJELOVANJA NA KONSTRUKCIJU.....	57
6.1.	STROPNA PLOČA GARAŽE- POZICIJA P101 I P102.....	57
6.2.	STROPNA PLOČA PRIZEMLJA- P200 .....	58
6.3.	STROPNA PLOČA PRVOG KATA- P300 .....	59
6.4.	STROPNA PLOČA DRUGOG KATA P400 .....	60
6.5.	STROPNA PLOČA TREĆEG KATA P500.....	61
6.6.	STROPNA PLOČA LIFTA I STUBIŠTA P600 .....	62
6.7.	STUBIŠTE .....	63
7.	KOMBINACIJE DJELOVANJA .....	64
8.	DIMENZIONIRANJE KARAKTERISTIČNIH ELEMENATA.....	69
8.1.	HORIZONTALNE KONSTRUKCIJE .....	70
8.2.	DIMENZIONIRANJE GREDA.....	98
8.3.	PRORAČUN ŠIRINE PUKOTINA.....	144
9.	DIMENZIONIRANJE VERTIKALNIH KONSTRUKCIJA.....	162
9.1.	ZIDOVI I VISOKOSTIJENI NOSAČI.....	162
9.2.	DIMENZIONIRANJE ZIDOVA NA POPREČNU SILU.....	191
10.	ZIDOVI ZASUTI TLOM .....	195
11.	DIMENZIONIRANJE STUPOVA.....	197

12.	DIMENZIONIRANJE TEMELJA .....	200
13.	DETALJI.....	202
14.	LITERATURA .....	205
15.	GRAFIČKI PRILOZI .....	206



# 1. TEHNIČKI OPIS

## 1.1. OPĆENITO (PROJEKTNI ZADATAK)

Cilj ovoga rada je izrada glavnog projekta stambene građevine na lokaciji u Zadru (Vitrenjak), k. č. 1196/2 Zadar – Vitrenjak, Zgrada broj 2. Katnost planirane građevine je podrum -1, prizemlje i 4 kata završno sa ravnim krovom (P0-1,PR+4K).

**PODRUM -1** –garažna mjesta

**PRIZEMLJE**–stambene jedinice

**1.KAT**–stambene jedinice

**2.KAT**–stambene jedinice

**3.KAT**–stambene jedinice

**4.KAT**–prohodna terasa (nadgrađe lifta)



Slika 1.1. Skica zgrada i pozicija Zgrade

## 1.2. NOSIVA KONSTRUKCIJA

Osnovnu nosivu konstrukciju građevine čine armiranobetonski elementi: temeljne ploče, zidovi, stupovi, visokostijeni nosači, međukatne i krovne ploče te gredni nosači.

### 1.2.1. PODACI O GEOTEHNIČKIM ISTRAŽNIM RADOVIMA

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

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

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

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

Napomena: U proračunu je kao dozvoljeno naprezanje u tlu korišteno:  $\sigma_{dop,tla} = 400 \text{ kPa}$ .

### 1.2.2. HORIZONTALNE NOSIVE KONSTRUKCIJE

Međukatne i krovne konstrukcije će se izvesti kao AB ploče debljine 15, 20 i 25cm, sve prema ovom projektu i planu pozicija te izraditi od betona C25/30 i armirati s armaturnim čelikom B500B. AB grede izvesti prema proračunu i skicama koje su definirane za svaku pojedinu stavku ovog projekta. Potrebno ih je izraditi od betona C25/30 i armirati s armaturnim čelikom B500B.

### 1.2.3. VERTIKALNE NOSIVE KONSTRUKCIJE

Vertikalne nosive konstrukcije čine: ab zidovi, ab stupovi i visokostijeni nosači. Sve detaljnije označeno u planu pozicija. Sve armirano betonske vertikalne nosive konstrukcije izvesti od betona C25/30, dimenzija prema planu pozicija. Armirati ih obostrano mrežama B500B i šipkastom armaturom B500B na krajevima zidova - a sve prema proračunu iz ovog projekta.

### 1.2.4. OSTALE NOSIVE KONSTRUKCIJE

#### Stubište

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

### **1.2.5. OTPORNOST A-B KONSTRUKCIJE NA DJELOVANJE POŽARA**

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

## **2. PLAN KONTROLE I OSIGURANJE KVALITETE**

### **2.1. OPĆENITO**

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

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

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

## 2.2. OPĆI PODACI I DEFINICIJE

PRIMJENA OPĆIH TEHNIČKIH UVJETA: Ovi tehnički uvjeti i program kontrole kvaliteta (u daljnjem tekstu Tehnički uvjeti) sadrže tehničke uvjete izvođenja radova, tehnologiju izvođenja i način ocjenjivanja kvalitete. Tehnički uvjeti vrijede za radove na konstrukciji i za radove koji se naknadno odrede na gradilištu, a koji su neophodni za potpuno dovršenje predmetne građevina. Primjena ovih Tehničkih uvjeta je obavezna. Ovi tehnički uvjeti izrađeni su sukladno Zakonu o gradnji (NN. br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19). Svi sudionici u građenju (investitor, izvođač i dr.) dužni su se pridržavati odredbi navedenog zakona i drugih zakona, pravilnika i tehničkih propisa na koje upućuje navedeni zakon.

### Investitor je dužan:

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

### Izvođač je dužan:

1. Radove izvoditi prema ugovoru u skladu s građevinskom dozvolom i drugim dokumentima.
2. Radove izvoditi prema Projektima za koje je izdana građevinska dozvola, a u skladu s tehničkim propisima i pravilima struke.
3. Organizirati kontrolu svih radova u izvedbi.

4. Radove izvoditi na način da zadovolje svojstva u smislu: pouzdanosti, mehaničke otpornosti i stabilnosti, sigurnosti za slučaj požara, zaštite zdravlja ljudi, zaštite korisnika od povreda, zaštite od buke i vibracija, toplinske zaštite i uštede energije, zaštite od korozije, te ostala funkcionalna i zaštitna svojstva.
5. Ugrađivati materijale, opremu i proizvode predviđene projektom, provjerene u praksi, a čija je kvaliteta dokazana certifikatima i tehničkim dopuštenjima sukladno važećim propisima i normama.
6. Osigurati dokaze o kvaliteti radova i ugrađenih proizvoda i opreme, statistički obrađenim rezultatima obavljenih ispitivanja i na drugi način, te certifikatima izdanim prema važećim tehničkim propisima i svim uvjetima danim u ovom poglavlju.
7. Izvođač je dužan odrediti voditelja građenja na projektiranom objektu, a prema potrebi i za pojedine vrste radova.
8. Izraditi program popravaka eventualnih oštećenja pojedinih elemenata konstrukcije i predložiti ga nadzornom inženjeru i projektantu konstrukcije na odobrenje.
9. Izvođač osigurava ili izrađuje svu navedenu dokumentaciju u potpoglavlju "Dokumentacija koju osigurava Izvođač radova".

#### Dokumentacija koju osigurava Izvođač radova

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

1. Lokacijsku dozvolu (ako je potrebna) i građevinsku dozvolu.
2. Projektnu dokumentaciju potrebnu za izvođenje (glavni i izvedbeni projekt ovjeren od projektanata).
3. Projekt pripremnih radova i organizacije gradilišta.
4. Projekt tehnologije i izvođenja pojedinih radova.
5. Projekt zaštite gradilišta, radova u izgradnji, sigurnosti ljudi i zaštite na radu.
6. Zapisnik o iskolčenju objekta i način osiguranja stalnih točaka iskolčenja.
7. Uredno vođen građevinski dnevnik i građevinsku knjigu s obračunskim nacrtima.
8. Dokumentaciju kojom se dokazuje tražena kvaliteta radova, konstrukcija i ugrađenog materijala i opreme. (potvrde o sukladnosti, uvjerenja, certifikati, jamstveni listovi i sl.) a naročito:
  - Program ispitivanja kvalitete ugrađenog betona i Izvještaje o ispitivanju betona od strane ovlaštene institucije,
  - Potvrde o sukladnosti čeličnih elemenata konstrukcije te dokaze kvalitete spojeva,
  - Izvještaje o prethodnim ispitivanjima za materijale koji se ugrađuju, ako se proizvode na gradilištu,

- Izvještaje o svim ostalim ispitivanjima koja su provedena po nalogu za ispitivanju nadzornog inženjera ili bez njegovog naloga, a koja su potrebna radi dokazivanja kvalitete izvedenih radova i ugrađenih materijala.

### Kontrolna ispitivanja

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

Izvješće o pogodnosti ugrađenih materijala mora sadržavati slijedeće dijelove:

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

Uzimanje uzoraka i rezultati laboratorijskih ispitivanja moraju se upisivati u laboratorijsku i gradilišnu dokumentaciju (građevinski dnevnik). Uz dokumentaciju koja prati isporuku proizvoda ili poluproizvoda proizvođač je dužan priložiti rezultate tekućih ispitivanja koja se odnose na isporučene količine. Potrebno je provesti pregled i ispitivanje nosivih čeličnih konstrukcija glede geometrije, deformabilnosti nosive konstrukcije i vibracija sukladno važećem tehničkom propisu. Program ispitivanja potrebno je prethodno usuglasiti s nadzornim inženjerom i projektantom konstrukcije. Sva izvješća, potvrde sukladnosti, certifikati i drugi dokazi kvalitete moraju se odmah po dobivanju dostaviti i nadzornom inženjeru.

### POSTIZANJE ZAHTIJEVANE GEOMETRIJE

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

### 2.3. KONTROLA KVALITETE

Tehnička svojstva, ocjenjivanje i provjera stalnosti svojstava i dokazivanje uporabljivosti građevnih proizvoda koji se ugrađuju u građevinu te uvjete za njihovo stavljanje na tržište, distribuciju i uporabu u mjeri potrebnoj za ispunjavanje bitnih zahtjeva za građevinu propisano je Zakonom o građevnim proizvodima (NN 76/13, NN 30/14, NN 130/17) i pripadajućim pravilnicima.

Tehnička svojstva građevnog proizvoda moraju biti takva da uz propisanu ugradnju sukladno namjeni građevine, uz propisano, odnosno projektom određeno održavanje podnose sve utjecaje uobičajene uporabe i utjecaja okoline, tako da građevina u koju je ugrađen tijekom projektiranog roka uporabe ispunjava bitne zahtjeve za građevinu. Proizvođač, uvoznik, ovlašteni zastupnik i distributer dužni su poduzimanjem odgovarajućih mjera osigurati da tehnička svojstva građevnog proizvoda tijekom njegove distribucije ostanu nepromijenjena. Izvođač i druga osoba koja je preuzela građevni proizvod radi građenja dužni su poduzimanjem odgovarajućih mjera osigurati da tehnička svojstva građevnog proizvoda od njegova preuzimanja do ugradnje ostanu nepromijenjena. Građevni proizvod je uporabljiv ako su njegova tehnička svojstva sukladna tehničkoj specifikaciji. Uporabljivost građevnog proizvoda dokazuje se, ovisno o njegovoj vrsti i tehničkoj specifikaciji, izjavom o svojstvima koja se izdaje nakon provedbe, odnosno osiguranja provedbe postupka ocjenjivanja i provjere stalnosti tehničkih svojstava građevnog proizvoda s tehničkom specifikacijom te oznakom koja potvrđuje sukladnost građevnoga proizvoda s objavljenim svojstvima u odnosu na bitne značajke obuhvaćene tom specifikacijom. Isprave o stalnosti svojstava građevnog proizvoda su certifikat o stalnosti svojstava proizvoda i izjava o svojstvima.

Certifikat o stalnosti svojstava izdaje ovlaštena pravna osoba na zahtjev proizvođača, ovlaštenog zastupnika, odnosno uvoznika građevnog proizvoda, koji snosi troškove njezina izdavanja. Izjavu o svojstvima izdaje proizvođač, ovlašteni zastupnik, odnosno uvoznik građevnog proizvoda.

Proizvođač, ovlašteni zastupnik, odnosno uvoznik građevnog proizvoda mora prije stavljanja na tržište, odnosno uporabe građevnog proizvoda izraditi tehničke upute i proizvod označiti oznakom oznakom koja potvrđuje sukladnost građevnoga proizvoda s objavljenim svojstvima u odnosu na bitne značajke obuhvaćene tom specifikacijom. Građevni proizvod se ne smije stavljati na tržište niti distribuirati bez tehničke upute i oznake koja potvrđuje sukladnost građevnoga proizvoda s objavljenim svojstvima u odnosu na bitne značajke obuhvaćene tom specifikacijom. Tehničke upute moraju slijediti svaki građevni proizvod koji se isporučuje. Kada se dva ili više istih građevnih proizvoda isporučuju odjednom, tehničke upute moraju slijediti svako pojedinačno pakiranje. Kod isporuke građevnog proizvoda u rasutom stanju tehničke upute moraju slijediti svaku pojedinačnu isporuku. Za građevni proizvod za koji nije donesen tehnički propis uporabljivost se dokazuje prema priznatim tehničkim pravilima.

Propisane mjere kontrole kvalitete i nadzora osiguravaju da zahtijevana kvalitete bude i dosegnuta tijekom izvođenja. Gotovi građevni proizvodi koji se ugrađuju moraju imati popratne izjave o svojstvima. Kontrola kvalitete podrazumijeva laboratorijska ispitivanja materijala, kao i ispitivanje izvedenih radova. Ispitivanje treba provoditi prema postupcima ispitivanja propisanim tehničkim specifikacijama. Provjera stalnosti svojstava je dio vanjske provjere, a provodi se da bi se utvrdilo da li su određena proizvodnja ili rad izvedeni prema ugovornim odredbama.

Sustav certificiranja o stalnosti svojstava građevnih proizvoda propisan je Pravilnikom o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda (NN 103/08, NN 147/09, NN 87/10, NN 129/11).

## **2.4. MATERIJALI**

Na osnovu rezultata početnih ispitivanja sastojaka i svojstava betona odabrati će se isporučiooci sastojaka. Odabrani cement, agregat i voda moraju zadovoljavati uvjete propisane u normi HRN EN 206-1 i tamo navedenim normama. Za proizvodnju betona mogu se upotrebljavati samo sastojci betona koji imaju propisanu deklaraciju i certifikat o sukladnosti s odgovarajućim specifikacijama. Vrste i učestalost nadzora/kontrole ispitivanja opreme i sastojaka betona provode se prema HRN EN 206-1.

### Cement

Za proizvodnju betona mogu se upotrebljavati samo cementi čija su osnovna svojstva uvjetovana propisima odgovarajućih standarda, prethodno dokazana. Prethodna ispitivanja i dokaze podobnosti cementa za betonske radove obavlja institucija ovlaštena za poslove provođenja dokaza sukladnosti kvalitete cementa. Prethodni dokaz kvalitete mora se pribaviti za svaku vrstu i razred cementa pri čemu se pod vrstom cementa podrazumijeva cement određene oznake i određenog proizvođača. Na prijedlog Izvođača, odluku o vrsti cementa donosi Projektant ili Nadzorni inženjer na temelju prethodnih ispitivanja i certifikata ovlaštene ustanove. Ovim projektom zahtijeva se da cementi trebaju biti razreda tlačne čvrstoće 42,5N prema normi HRN EN 197-1.

### Voda

Ako se koristi voda iz javnog vodovoda može se upotrebljavati bez potrebe dokazivanja uporabljivosti. Ako se za pripremanje betona koristi voda koja nije pitka Izvođač mora prethodno dokazati uporabljivost te vode u skladu s normom HRN EN 1008:2002, najmanje jednom svaka tri mjeseca (postojanje soli, sadržaj organskih tvari). Voda ne smije sadržavati nikakve sastojke koji bi mogli ugroziti kvalitetu ili izgled betona ili morta. Isto vrijedi za vodu za njegovanje svježeg betona. Kontrola vode za pripremu betona provodi se u centralnoj betonari (tvornici betona), u betonari pogona za proizvodnju predgotovljenih betonskih proizvoda i u betonari na gradilištu prije prve upotrebe.



### Agregat

Tehnička svojstva agregata, ovisno o porijeklu, opće i posebne zahtjeve bitne za krajnju namjenu u betonu, moraju biti specificirana prema normi HRN EN 12620, normama na koje ta norma upućuje kao i odredbama TPGK. Razred kvalitete i sva svojstva agregata određena su prema normi HRN EN 206-1 "Beton -1 dio Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost" i drugim važećim HRN normama. Potvrđivanje sukladnosti agregata provodi se prema odredbama dodatka za norme HRN EN 12620 i odredbama posebnog propisa (Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama sukladnosti i označavanju građevinskih proizvoda).

Kontrola agregata prije proizvodnje betona provodi se u centralnoj betonari (tvornici betona), u betonari pogona za predgotovljene betonske proizvode i u betonari na gradilištu prema normi HRN EN 206-1.

### Dodaci betonu (kemijski i mineralni)

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

### Kemijski dodaci betonu

Opća prikladnost kemijskih dodataka utvrđuje se ispitivanjem prema HRN EN 934-2. Za konkretnu primjenu kemijskog dodatka izvođač mora pribaviti certifikat prije početka prethodnih ispitivanja.

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

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

### Mineralni dodaci betonu

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

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

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

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

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

Čelik za armiranje

Vrsta čelika za armiranje koja se upotrebljava mora biti sukladna Tehničkim propisima za građevinske konstrukcije (NN. br. 17/17, 75/20). Čelik za armiranje mora imati isprave o sukladnosti u skladu s Pravilnikom o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda (NN.br. 103/08, 147/09, 87/10, 129/11). Za armirano betonske konstrukcije predviđen je slijedeći čelik za armiranje prikazan u tablici 2.2.

Tablica 2.2. Čelik za armiranje armirano betonskih konstrukcija

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

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

## 2.5. BETONSKI I ARMIRANOBETONSKI RADOVI

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

Osnovni zahtjevi po dijelovima konstrukcije su:

*Tablica 2.3. Nearnirani elementi konstrukcije - podložni beton i elementi koji nemaju armaturu*

Oznaka razreda	B1
<b>OSNOVNI ZAHTJEVI</b>	
razred tlačne čvrstoće	C12/15
razred izloženosti	X0
najveće zrno agregata, mm	16
razred konzistencije	S3

*Tablica 2.4. Elementi temeljne konstrukcije – vanjski potpuno ukopani zaštićeni armiranobetonski elementi koji nisu izloženi kloridima iz sredstava za odmrzavanje*

Oznaka razreda	B2
<b>OSNOVNI ZAHTJEVI</b>	
razred tlačne čvrstoće	C30/37
razred izloženosti	XC4/XD1/XS1/XF3
najveće zrno agregata, mm	16
razred sadržaja klorida	Cl 0,2
v/c omjer, max	0,55
razred konzistencije,	S3 ili S4
min. količina cementa (kg)	320
cementi koji se ne smiju koristiti za izradu betona	cementi visoke topline hidratacije
posebni zahtjev	-

Tablica 2.5. Glavna nosiva konstrukcija građevine - armiranobetonski elementi zaštićeni od vanjskih utjecaja i visoke vlage –stropne ploče, grede, zidovi

Oznaka razreda	B3
<b>OSNOVNI ZAHTJEVI</b>	
razred tlačne čvrstoće	C25/30
razred izloženosti	XC4/XD1/XS1/XF3
najveće zrno agregata, mm	16
razred sadržaja klorida	Cl 0,2
v/c omjer, max	0,55
razred konzistencije,	S3 ili S4
min. količina cementa (kg)	320
cementi koji se ne smiju koristiti za izradu betona	cementi visoke topline hidratacije
posebni zahtjev	-

Tablica 2.6. Vanjski nezaštićeni elementi – okoliš. – vanjski nezaštićeni armiranobetonski elementi koji su izloženi kloridima iz sredstava za odmrzavanje – potporni zdovi, sabirne jame, sprinkler

Oznaka razreda	B3
<b>OSNOVNI ZAHTJEVI</b>	
razred tlačne čvrstoće	C25/30
razred izloženosti	XC4/XD1/XS1/XF3
najveće zrno agregata, mm	16
razred sadržaja klorida	Cl 0,2
v/c omjer, max	0,55
razred konzistencije,	S3 ili S4
min. količina cementa (kg)	320
cementi koji se ne smiju koristiti za izradu betona	cementi visoke topline hidratacije
posebni zahtjev	-

Tablica 2.7. Parkirališta, staze, pločnici i sl. – vanjski horizontalni nezaštićeni armiranobetonski elementi koji su izloženi kloridima iz sredstava za odmrzavanje

Oznaka razreda	B4
<b>OSNOVNI ZAHTJEVI</b>	
razred tlačne čvrstoće	C35/45
razred izloženosti	XC4/XD3/XF4
najveće zrno agregata, mm	32 ili 16
razred sadržaja klorida	Cl 0,2
v/c omjer, max	0,45
razred konzistencije,	S3 ili S4
min. količina cementa (kg)	340
cementi koji se ne smiju koristiti za izradu betona	cementi visoke topline hidratacije
posebni zahtjev	vodonepropusni beton – VDP 2

Sastav betona određuje se na osnovu početnih ispitivanja, koja se provode u laboratoriju proizvođača betona, a zatim s odabranim sastavima na betonari. Ukoliko se beton proizvodi na gradilištu, Izvođač radova mora sastaviti Program početnih ispitivanja betona i sastojaka i predati ga nadzornom inženjeru na odobrenje 14 dana prije početka ispitivanja. Početnim ispitivanjima moraju se dokazati sva svojstva predviđena prethodnim tablicama. Prodor vode kroz beton (vodonepropusnost) ispitati prema HRN EN 12390-8. Primijeniti sastav betona kako bi se hidratacijska toplina velikih armiranobetonskih elemenata (temeljna ploča ispod tribina) svela na minimalnu moguću razinu. Također tehnologiju izvedbe prilagoditi kako se u betonu ne bi razvila veća temperatura od 65 °C.

#### SASTAV BETONSKIH MJEŠAVINA

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

## ISPORUKA SVJEŽEG BETONA

Informacije korisnika betona proizvođaču

Korisnik će usuglasiti s proizvođačem:

- datum isporuke
- vrijeme i
- količinu,
  - i informirati proizvođača o:
    - posebnom transportu na gradilište,
    - posebnim postupcima ugradnje,
    - ograničenjima vozila isporuke, npr. tipa (agitirajuća ili neagitirajuća oprema), veličine, visine ili bruto težine.

### Informacije proizvođača betona korisniku

Kada naručuje beton, korisnik će zahtijevati informacije o sastavu mješavine betona radi primjene pravilne ugradnje i zaštite svježeg betona i utvrđivanja razvoja čvrstoće betona. Te informacije mora na zahtjev korisnika dati proizvođač prije isporuke betona, već prema tome kako odgovara korisniku. Kad je posrijedi tvornički proizvedeni beton, informacije, kad se zatraže, mogu također biti dane i referencama proizvođačeva kataloga sastava mješavina betona, u kojima su iskazane pojedinosti o klasama čvrstoće, klasama konzistencije, težina mješavine i drugi mjerodavni podaci. Proizvođač treba informirati korisnika o zdravstvenom riziku koji se može pojaviti tijekom rukovanja betonom.

### Otpremnica za gotov (tvornički proizveden) beton

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

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

### Konzistencija pri isporuci

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

### Kontrola sukladnosti i kriteriji sukladnosti

Kontrola sukladnosti sastoji se od aktivnosti i odluka koje treba poduzeti u skladu s pravilima sukladnosti prilagođenim unaprijed radi provjere sukladnosti betona s propisanim uvjetima. Kontrola sukladnosti je integralni dio kontrole proizvodnje. Svojstva betona kojima se kontrolira sukladnost jesu ona koja se mjere odgovarajućim ispitivanjima prema normiranim postupcima. Stvarne vrijednosti svojstava betona u konstrukcijama mogu se razlikovati od tih utvrđenih ispitivanjima, npr. ovisno o dimenzijama konstrukcije, ugradnji, zbijanju, njegovanju i klimatskim uvjetima. Plan uzorkovanja i ispitivanja te kriteriji sukladnosti trebaju zadovoljavati postupke navedene u ovom poglavlju. Mjesto uzimanja uzoraka za ispitivanje sukladnosti treba odabrati tako da se mjerodavna svojstva betona i sastav betona značajnije ne mijenjaju od mjesta uzorkovanja do mjesta isporuke. Kada su ispitivanja kontrole proizvodnje ista kao i ispitivanja uvjetovana za kontrolu sukladnosti, treba ih uzeti u obzir pri vrednovanju sukladnosti. Proizvođač može koristiti i druge rezultate ispitivanja isporučenog betona u prihvaćanju sukladnosti.

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

### Kontrola proizvodnje

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

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

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

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



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

#### Vrednovanje i potvrđivanje sukladnosti

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

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

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

Proizvođač je odgovoran za održavanje sustava kontrole proizvodnje.

#### Betonski čelik

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

Nadzorni inženjer neposredno prije početka betoniranja mora:

- provjeriti postoji li isprava o sukladnosti za čelik za armiranje, odnosno za armaturu i jesu li iskazana svojstva sukladna zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije.
- provjeriti je li armatura izrađena, postavljena i povezana u skladu s projektom betonske konstrukcije te u skladu s Prilozima »B« te dokumentirati nalaze svih provedenih provjera zapisom u građevinski dnevnik.

Savijanje, rezanje, prijevoz i skladištenje Čelik za armiranje betona treba rezati i savijati prema projektnim specifikacijama.

Pri tome:

- savijanje treba izvoditi jednolikom brzinom,
- savijanje čelika pri temperaturi ispod  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ako je dopušteno projektnim specifikacijama, treba izvoditi uz poduzimanje odgovarajućih posebnih mjera osiguranja,
- savijanje armature grijanjem smije se izvoditi samo uz posebno odobrenje u projektnim specifikacijama. Promjer trna za savijanje šipki treba biti prilagođen stvarnom tipu armature.

## 2.6. IZVEDBA ZIDOVA

Prilikom izvođenja zidova, izvođač se mora pridržavati slijedećih mjera:

- kada se za zidanje koristi cementni malter, zidni element se prije zidanja moraju namočiti vodom ako nemaju potrebnu vlažnost
- kada se zidovi izvode od porobetonskih blokova, tada isključivo za zidanje koristiti originalni tankoslojni mort - ljepilo, prema uputama proizvođača.
- zidanje se mora izvoditi s pravilnim vezovima, s preklopima najmanje 1/3 dužine zidanog elementa
- ako se zidanje izvodi za vrijeme zimskog perioda, treba poduzeti potrebne mjere protiv smrzavanja
- svako naknadno bušenje ili žlijebljenje zidova, koje nije predviđeno projektom, može se izvoditi samo ako je projektom konstrukcije utvrđeno da je nosivost zidova nakon bušenja zadovoljavajuća
- žbukanje zidova zgrade može se izvoditi tek kad se utvrdi da su zidovi izvedeni u skladu s tehničkim uvjetima i mjerama. Materijal od kojeg se izvode zidovi mora odgovarati važećim normama.

## 2.7. OSTALI RADOVI I MATERIJALI

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

Za vrijeme izvođenja radova potreban je stalni tehnički nadzor.

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

## 2.8. NADZOR

Pregledi i nadzor trebaju osigurati da se radovi završavaju u skladu s ovim Tehničkim uvjetima i zahtjevima projektnih specifikacija. Nadzor u ovom kontekstu odnosi se na verifikaciju (potvrđivanje) sukladnosti svojstava proizvoda i materijala koji će se upotrijebiti i na nadzor nad izvedbom radova. Plan nadzora treba identificirati sve nadzore, motrenja i ispitivanja za potrebne dokaze kvalitete. Glavni nadzor nad provođenjem sustava održavanja kvalitete obavlja glavni nadzorni inženjer (kontinuirano). Glavni nadzorni inženjer može imati pomoćnike-specijaliste iz područja tehnologije betona, proračuna konstrukcije, te prisutnost projektanta koji obavlja projektantski nadzor. U skladu sa zakonskim propisima vanjski nadzor može obavljati i nezavisna ovlaštena organizacija za kontrolu kvalitete.

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

### – PROJEKTANTSKI NADZOR

Projektantski nadzor nad izvođenjem predmetnih radova obavlja projektant osobno ili preko svojih suradnika. Taj nadzor vodi brigu da se radovi izvedu prema projektu i njegovim dopunama (ako budu postojale) i svrsishodno namjeni koja proizlazi iz projekta. Projektantski nadzor projektanta je povremenog karaktera. Projektant ima pravo donositi odluke u slučaju kada se ukaže potreba da se izvrše izmjene pojedinih dijelova projekta, bilo po opsegu, postupku ili redoslijedu izvođenja radova.

### – STRUČNI NADZOR

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

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

– IZVJEŠĆE O IZVEDENIM RADOVIMA

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

## **2.9. MJERE U SLUČAJU NESUKLADNOSTI**

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

Kad je nesukladnost potvrđena, treba istražiti sljedeće:

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

Veličina nesukladnosti uvjetovanih svojstava gradiva utvrđuje se naknadnim ispitivanjima istih svojstava na uzorcima iz konstrukcijskog elementa prema važećim normama. Ispitivanja se odlukom nadzornog inženjera povjeravaju odgovarajućoj ovlaštenoj instituciji. Ako su neispravnosti i nesukladnosti zanemarive za izvedbu i uporabu element treba preuzeti. Ako se nesukladnost može popraviti, element treba preuzeti nakon popravka. Ocjenu sukladnosti elementa nakon popravka trebaju dati nadzorni inženjer i ovlaštena institucija koja je utvrdila veličinu nesukladnosti i uvjetovala popravak. Popravak mora biti u skladu s projektnim specifikacijama i ovim Tehničkim uvjetima. Dokumentaciju postupka i materijala koji će se upotrijebiti treba prije popravka odobriti nadzorni inženjer.

## 2.10. NORME KOJE TRETIRAJU RADOVE U OVOM PROGRAMU KONTROLE

Tablica 2.8. Norme za beton – osnovne norme

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

Tablica 2.9. Norme za beton - ostale norme

HRN EN 12350-1	Ispitivanje svježeg betona – 1. dio: Uzorkovanje
HRN EN 12350-2	Ispitivanje svježeg betona – 2. dio: Ispitivanje slijeganjem
HRN EN 12350-3	Ispitivanje svježeg betona – 3. dio: VeBe ispitivanje
HRN EN 12350-4	Ispitivanje svježeg betona – 4. dio: Stupanj zbijenosti
HRN EN 12350-5	Ispitivanje svježeg betona – 5. dio: Ispitivanje rasprostranjem
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 očvrstnalog betona – 1. dio: Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe
HRN EN 12390-2	Ispitivanje očvrstnalog betona – 2. dio: Izradba i njegovanje uzoraka za ispitivanje čvrstoće
HRN EN 12390-3	Ispitivanje očvrstnalog betona – 3. dio: Tlačna čvrstoća uzoraka
HRN EN 12390-6	Ispitivanje očvrstnalog betona – 6. dio: Vlačna čvrstoća cijepanjem uzoraka
HRN EN 12390-7	Ispitivanje očvrstnalog betona – 7. dio: Gustoća očvrstnalog betona

HRN EN 12390-8	Ispitivanje očvrtnulog betona – 8. dio: Dubina prodiranja vode pod tlakom
prCEN/TS 12390-9	Ispitivanje očvrtnulog 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 očvrtnulom 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

Tablica 2.10. Norme za čelik za armiranje – osnovne norme

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

Tablica 2.11. Norme za čelik za armiranje – ostale norme

HRN EN 10020	Definicije i razredba vrsta čelika
HRN EN 10025	Toplovaljani proizvodi od nelegiranih konstrukcijskih čelika – Tehnički uvjeti isporuke
HRN EN 10027-1	Sustavi označivanja čelika – 1. dio: Nazivi čelika, glavni simboli
HRN EN 10027-2	Sustavi označivanja čelika – 2. dio: Brojčani sustav
EN 10079	Definicije čeličnih proizvoda
HRN EN 10204	Metalni proizvodi – Vrste dokumenata o ispitivanju (uključuje dopunu A1:1995)
prEN ISO 17660	Zavarivanje čelika za armiranje
HRN EN 287-1	Provjera osposobljenosti zavarivača – Zavarivanje taljenjem – 1. dio: Čelici
HRN EN 719	Koordinacija zavarivanja – Zadaci i odgovornosti

HRN EN 729-3	Zahtjevi za kakvoću zavarivanja – Zavarivanje taljenjem metalnih materijala – 3. dio: Standardni zahtjevi za kakvoću
HRN EN ISO 4063	Zavarivanje i srodni postupci – Nomenklatura postupaka i referentni brojevi
HRN EN ISO 377	Čelik i čelični proizvodi – Položaj i priprema uzoraka i ispitnih uzoraka za mehanička ispitivanja
HRN EN 10002-1	Metalni materijali – Vlačni pokus – 1. dio: Metoda ispitivanja (pri sobnoj temperaturi)
HRN EN ISO 15630-1	Čelik za armiranje i prednapinjanje betona – Ispitne metode – 1. dio: Armaturene šipke i žice
HRN EN ISO 15630-2	Čelik za armiranje i prednapinjanje betona – Ispitne metode – 2. dio: Zavarene mreže

Tablica 2.12. Ostale norme

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

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

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



### 3. POSEBNI TEHNIČKI UVJETI

#### 3.1. OPLATA I SKELE

Skele i oplata moraju imati takvu sigurnost i krutost da bez slijeganja i štetnih deformacija mogu primati 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 oplata 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 oplata dokazuju se računski i geodetski se provjeravaju prije betoniranja. Oplata mora biti toliko vodotijesna da spriječi istjecanje cementnog mlijeka. Ukoliko se za učvršćenje oplata 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 oplata ne smiju prolaziti kroz vanjske plohe gdje bi bile vidljive. Radne reške moraju biti, gdje god je moguće, horizontalne ili vertikalne i moraju biti na istoj visini zadržavajući kontinuitet. Pristup oplati i skeli radi čišćenja, kontrole i preuzimanja, mora biti osiguran. Oplata mora biti tako izrađena, naročito za nosače i konstrukcije izložene 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 prianjanja za beton premazom vapnom. Skidanje oplata se mora izvršiti čim je to provedivo, naročito tamo gdje oplata ne dozvoljava polijevanje betona, ali nakon što je beton dovoljno očvrstnuo. Svi popravci betona trebaju se izvršiti na predviđen način i to što je prije moguće.

Oplata se mora skidati prema određenom redosljedu, pažljivo i stručno, da se izbjegnu oštećenja.

Moraju se poduzeti mjere predostrožnosti za slučaj neplaniranog kolapsa. Nadzorni inženjer će odrediti kad se mora, odnosno može, skidati oplata. Sve skele (za oplatu, pomoćne i fasadne) moraju se izvesti od zdravoga drva ili čeličnih cijevi potrebnih dimenzija.

Sve skele moraju biti stabilne, ukružene dijagonalno u poprečnom i uzdužnom smislu, te solidno vezane sponama i kliještima. Mosnice i ograde trebaju biti također dovoljno ukružene. Skelama treba

dati nadvišenje koje se određuje iskustveno u ovisnosti o građevini ili proračunski. Ako to traži nadzorni inženjer, vanjska skela, s vanjske strane, treba biti prekrivena 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.

### **3.2. TRANSPORT I UGRADNJA BETONA**

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

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

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

Transportna sredstva ne smiju izazivati segregaciju smjese betona.

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

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

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

Transportna sredstva se ne smiju oslanjati na oplatu ili armaturu kako ne bi dovela u pitanje njihov projektirani položaj. Svaki započeti betonski odsjek, konstruktivni dio ili element objekta mora biti neprekidno izbetoniran u opsegu, koji je predviđen programom betoniranja, bez obzira na radno vrijeme, brze vremenske promjene ili isključenja pojedinih uređaja mehanizacije pogona. Ako dođe do neizbježnog, nepredvidljivog prekida rada, betoniranje mora biti završeno tako da se na mjestu prekida može izraditi konstruktivno i tehnološki odgovarajući radni spoj. Izrada takvog radnog spoja moguća je samo uz odobrenje nadzornog inženjera.

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

Beton treba ubaciti što bliže njegovom konačnom položaju u konstrukciji da bi se izbjegla segregacija. Smije se vibrirati samo oplatom uklješten beton. Nije dozvoljeno transportiranje betona pomoću pervibratora. Ugrađeni beton ne smije imati temperaturu veću od 45 °C u periodu od 3 dana nakon ugradnje.

### **3.3. BETONIRANJE PRI VISOKIM 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. Redoslijed betoniranja mora omogućiti povezivanje novog betona s prethodnim. U uvjetima vrućeg vremena najpogodnije je njegovanje vodom.

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

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

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.

### **3.4. BETONIRANJE PRI NISKIM VANJSKIM TEMPERATURAMA**

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

Upotreba smrznutog agregata u mješavini nije dozvoljena, a zagrijavanje pijeska parom nije preporučljivo zbog poteškoća s održavanjem konzistencije betona. Pri ugradnji svježi beton mora imati minimalnu temperaturu od +6 °C, koja se na nižim temperaturama zraka ( $0 < t < +5$  °C) može postići samo zagrijavanjem vode, pri čemu temperatura mješavine agregata i vode prije dodavanja cementa ne smije prijeći +25 °C. Temperatura svježeg betona u zimskom periodu na mjestu ugradnje mora biti od +6 °C do +15 °C.

Da bi se omogućio normalni tok procesa stvrdnjavanja i spriječilo smrzavanje, odmah poslije ugradnje, beton se toplinski zaštićuje prekrivanjem otvorenih površina izolacijskim materijalima i izolacijom čeličnih oplata. Toplinska izolacija betona mora biti takva da osigura postizanje najmanje 50 % projektirane čvrstoće na pritisak prije nego što beton bude izložen djelovanju mraza. Pri temperaturama zraka nižim od +5 °C, temperatura svježeg betona mjeri se najmanje jedanput u toku 2h.

### **3.5. OBAVEZE IZVOĐAČA**

Izvođač je dužan na svoj trošak otkloniti sve nedostatke koji se ukažu u dogovorenom roku. Investitor može priznati samo količine materijala koje su ugrađene. Sav neispravan ili nepropisan materijal ne smije se ugrađivati i mora se ukloniti s gradilišta. Po završetku svih radova izvođenja, treba izvršiti tehnički pregled i sastaviti zapisnik o nedostacima. Garantni rok za ispravnost ugrađenih materijala i izvršenih radova regulira se ugovorom o izvođenju radova. Za vrijeme garantnog roka izvođač je dužan da na poziv investitora otkloni sve nedostatke koje se u toku garantnog roka pojave. Izvođač ne smije vršiti bušenja armirano betonskih konstrukcija bez prethodnog odobrenja i uputstava nadzornog organa, što treba unijeti u građevinski dnevnik. Izvođač je dužan nabaviti sve ateste za sav ugrađeni materijal. Izvođač radova je obavezan da korisniku preda upute za rukovanje ugrađenom opremom.

### **3.6. NAČIN ZBRINJAVANJA GRAĐEVNOG OTPADA**

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

- Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13, 73/17, 14/19, 98/19)
- Pravilnik o vrstama otpada (NN 27/96)
- Pravilnik o uvjetima za postupanje s otpadom (NN 123/97)

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

Nakon završetka radova gradilište treba očistiti od otpadaka i suvišnog materijala i okolni dio terena dovesti u prvobitno stanje. Pravilnikom o vrstama otpada određeno je da je proizvođač otpada čija se vrijedna sredstva mogu iskoristiti dužan otpad razvrstavati na mjestu nastanka, odvojeno skupljati po vrstama i osigurati uvjete skladištenja za očuvanje kakvoće u svrhu ponovne obrade. Taj pravilnik predviđa slijedeće moguće postupke s otpadom:

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

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

Termička obrada je obrada termičkim postupkom. Provodi se s ciljem mijenjanja kemijskih, fizikalnih, odnosno bioloških svojstava, a može biti: spaljivanje, piroliza, isparavanje, destilacija, sinteriranje, žarenje, taljenje, zataljivanje u staklo. Kondicioniranje otpada je priprema za određeni način obrade ili odlaganja, a može biti: usitnjavanje, ovlaživanje, pakiranje, odvodnjavanje, oprašivanje, 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 i
- 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 i

- miješani građevni otpad i otpad od rušenja.

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

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

## 4. ANALIZA OPTEREĆENJA

### 4.1. PODACI O DJELOVANJIMA NA KONSTRUKCIJU

Tablica 4.1. Osnovna opterećenja uzeta u proračunskom modelu

Oznaka osnovnog djelovanja	Opis djelovanja
G	<p><b>Stalno djelovanje.</b> Djelovanje je podijeljeno na:</p> <p><b>G0</b> = Vlastita težina elemenata nosive konstrukcije (zidovi, ploče, grede, stupovi, stubišta)</p> <p><b>G1</b> = Ostalo stalno djelovanje: obloga (podovi), stalna oprema, itd. nanosi se kao dodatno opterećenje (plošno, linijsko ili koncentrirano) na proračunske modele.</p>
Q1	<b>Promjenjiva djelovanja:</b> uporabno opterećenje, pokretna oprema i sl.
W	<b>Vjetar.</b> Djelovanje u smjeru globalne osi <b>W<sub>x</sub></b> i <b>W<sub>y</sub></b>
S	<p><b>Potres:</b></p> <p><b>S<sub>x</sub></b>- djelovanje u smjeru globalne osi X</p> <p><b>S<sub>y</sub></b> - djelovanje u smjeru globalne osi Y</p> <p><b>T<sub>x</sub>,T<sub>y</sub></b> - uvrtnje (slučajni ekscentricitet)</p>

#### 4.1.1. STALNO DJELOVANJE (G)

##### Vlastita težina konstrukcije (G0)

Stalno opterećenje vlastitom težinom elemenata konstrukcije generirano je u proračunskom modelu u računalnom programu SCIA Engineer 19.1 preko specifične težine betona koja iznosi 25 kN/m<sup>3</sup> i dimenzija poprečnog presjeka pojedinog elementa.

##### Ostala stalna djelovanja (G1)

##### Ravni prohodni i neprohodni krov sa laganim betonom:

završna obrada	0.70 kN/m <sup>2</sup>
hidroizolacija, toplinska izolacija, folije	0.20 kN/m <sup>2</sup>
armirani plivajući cementni estrih	0.90 kN/m <sup>2</sup>
laki beton ( $\rho \leq 300$ kg/m <sup>3</sup> ) u padu, 3-10 cm	0.20 kN/m <sup>2</sup>
AB ploča –uključeno u računalnom programu	-
<u>glet masa, instalacije, ostalo stalno opterećenje</u>	<u>0.10 kN/m<sup>2</sup></u>
	<b>g<sub>dod</sub> = 2.10 kN/m<sup>2</sup></b>

##### Ravni krov bazen

slojevi bazena; dsred=4,00 cm; 0.04*20,0=	0,80 kN/m <sup>2</sup>
instalacije, glet/žbuka, ostali stalni teret	0.20 kN/m <sup>2</sup>
<u>voda: 1,15*10=</u>	<u>11,5 kN/m<sup>2</sup></u>
	<b>g = 12,50 kN/m<sup>2</sup></b>

##### Međukatne konstrukcije (stanovi)

pregradni zidovi (gipskartonske ploče)	0.50 kN/m <sup>2</sup>
završni sloj poda	0.50 kN/m <sup>2</sup>
a-c estrih, d ≤ 7 cm; 0.07×22.0=	1.50 kN/m <sup>2</sup>
<u>izolacije, instalacije, glet/žbuka</u>	<u>0.20 kN/m<sup>2</sup></u>
	<b>g = 2.70 kN/m<sup>2</sup></b>

##### Stubište - podesti

završni sloj poda	0.60 kN/m <sup>2</sup>
cem. mort, d ≤ 4 cm; 0.04×22.0=	0.90 kN/m <sup>2</sup>
<u>glet/žbuka</u>	<u>0.20 kN/m<sup>2</sup></u>
	<b>g = 1.70 kN/m<sup>2</sup></b>

**Stubište - krakovi**

gazišta ( $d \leq 6.5$ cm; $0.065 \times 26.0$ )	1.70 kN/m <sup>2</sup>
završni sloj poda	0.60 kN/m <sup>2</sup>
cem. mort, $d \leq 4$ cm; $0.04 \times 22.0 =$	0.90 kN/m <sup>2</sup>
<u>glet/žbuka</u>	<u>0.20 kN/m<sup>2</sup></u>
	<b><math>g = 3.40 \text{ kN/m}^2</math></b>

**Balkoni:**

slojevi poda	1.90 kN/m <sup>2</sup>
AB ploča $d=20$ cm – uključeno u računalnom programu	-
<u>glet masa, instalacije, ostalo stalno opterećenje</u>	<u>0.10 kN/m<sup>2</sup></u>
	<b><math>g_{\text{dod}} = 2.00 \text{ kN/m}^2</math></b>

**Krovovi - terase**

završna obloga – betonske ploče na podmetačima; $d_{\text{max}}=5$ cm; $0.05 \times 24.0 =$	1.20 kN/m <sup>2</sup>
izolacije	0.20 kN/m <sup>2</sup>
laki beton za pad; $d_{\text{sred}}=8$ cm; $0.08 \times 12.0 \text{ kN/m}^3 =$	1.00 kN/m <sup>2</sup>
<u>instalacije, glet/žbuka, ostali stalni teret</u>	<u>0.20 kN/m<sup>2</sup></u>
	<b><math>g = 2.60 \text{ kN/m}^2</math></b>

**Zeleni krov sa laganim betonom za pad:**

humus ( $2200 \text{ kg/m}^3$ ) $h=0,20$ m	4.40 kN/m <sup>2</sup>
šljunak ( $1700 \text{ kg/m}^3$ ) $h=7$ cm	1.20 kN/m <sup>2</sup>
hidroizolacija, toplinska izolacija, folije	0.20 kN/m <sup>2</sup>
lagani beton ( $\rho=300 \text{ kg/m}^3$ ) u padu	0.10 kN/m <sup>2</sup>
AB ploča – uključeno u računalnom programu	-
<u>glet masa, instalacije, ostalo stalno opterećenje</u>	<u>0.10 kN/m<sup>2</sup></u>
$G_{\text{dod}} =$ dodatno stalno djelovanje	<b><math>g_{\text{dod}} = 6.00 \text{ kN/m}^2</math></b>

**Zid od YTONG bloka  $h=2,85$ :**

<u>YTONG blok</u>	<u>2,64 kN/m'</u>
	<b><math>g = 2,64 \text{ kN/m}'</math></b>

**AB nadozid  $h \approx 0,30$ :**

<u>armiranobetonski zid – 20 cm</u>	<u><math>0.20 \text{ m} \times 0.30 \text{ m} \times 23 \text{ kN/m}^3 = 1,38 \text{ kN/m}'</math></u>
	<b><math>g_{\text{dod}} = 1,38 \text{ kN/m}'</math></b>



### 4.1.2 PROMJENJIVO DJELOVANJE (Q)

Tablica 4.2. Promjenjiva opterećenja korištena u proračunskom modelu

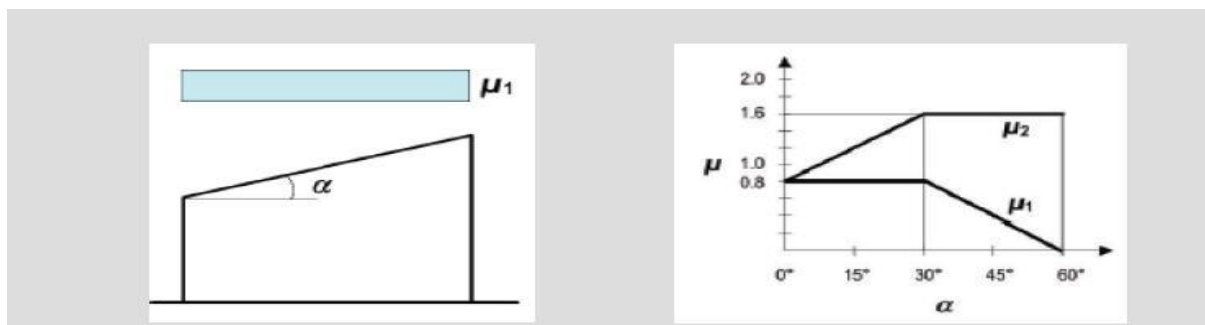
<p><b>Q:</b> stanovi - unutarnji prostori; <math>\Psi_1=0.5</math>; <math>\Psi_2=0.3</math>                  Kategorija A2 (<math>q_{min}=1.5</math> kN/m<sup>2</sup>)</p>	<p><b><math>q_k=2.0</math> kN/m<sup>2</sup></b></p>
<p><b>Q:</b> stubišta; <math>\Psi_1=0.5</math>; <math>\Psi_2=0.3</math> Kategorija S1                  (<math>q_{min}=3.0</math> kN/m<sup>2</sup>)</p>	<p><b><math>q_k=3.0</math> kN/m<sup>2</sup></b></p>
<p><b>Q:</b> uredi; <math>\Psi_1=0.5</math>; <math>\Psi_2=0.3</math>                  Kategorija B2 (<math>q_{min}=3.0</math> kN/m<sup>2</sup>)</p>	<p><b><math>q_k=3.0</math> kN/m<sup>2</sup></b></p>
<p><b>Q:</b> neprohodni krovovi, <math>&lt;20^\circ</math>; <math>\Psi_1=0.0</math>; <math>\Psi_2=0.0</math>                  Kategorija H (<math>q_{min}=0.6</math> kN/m<sup>2</sup>)</p>	<p><b><math>q_k=1.0</math> kN/m<sup>2</sup></b></p>
<p><b>Q:</b> Prohodni krovovi</p>	<p><b><math>q_k=4.0</math> kN/m<sup>2</sup></b></p>
<p><b>Q:</b> Balkoni (<math>q_{min}=2.5</math> kN/m<sup>2</sup>)</p>	<p><b><math>q_k=4.0</math> kN/m<sup>2</sup></b></p>

### 4.1.3. OPTEREĆENJE SNIJEGOM

Opterećenje snijegom je Eurokodom 1991-1-3, te se za stalne i prolazne situacije definira se izrazom:

$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

- $\mu_1$  - koef. oblika za opterećenje snijegom-RAVNI I JEDNOSTREŠNI KROV-nagib krova  $\rightarrow \alpha = 0^\circ$



Slika 4.1. Očitavanje koeficijenta oblika  $\alpha = 0^\circ \rightarrow \mu_1 = 0.8$

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

Slika 4.2. Očitavanje koeficijenta oblika  $\alpha = 0^\circ \rightarrow \mu_1 = 0.8$

- $s_k$ - karakteristična vrijednost opterećenja na tlu u  $[kN/m^2]$   
 $\Rightarrow$ zona Zadar, područje 3. (priobalje i otoci), nadmorska visina do 100 m



Slika 4.3. Karta RH za opterećenje snijegom

Tablica 8. Karakteristične vrijednosti djelovanja snijega prema zonama (vidi zone na slici 6)

Nadmorska visina do (m)	$s_k$ (kN/m <sup>2</sup> )			
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
100	1,10	1,10	0,45	0,35
200	1,30	1,40	0,80	0,50
300	1,55	1,75	1,20	0,70
400	1,80	2,20	1,65	0,90
500	2,05	2,65	2,15	1,15
600	2,35	3,15	2,70	-
700	2,65	3,70	3,30	-
800	2,95	4,25	3,95	-
900	3,25	4,90	4,65	-
1000	3,60	5,55	5,40	-
1100	3,95	6,25	6,20	-
1200	4,30	7,00	7,05	-
1300	-	7,80	7,95	-
1400	-	8,65	8,90	-
1500	-	9,50	9,90	-
1600	-	10,40	10,95	-
1700	-	11,40	12,05	-
1800	-	-	13,20	-

Slika 4.4. Karta karakterističnih vrijednosti opterećenja snijegom obzirom na područje

- $C_e$ - koef. Izloženosti  $\rightarrow C_e = 1.0$
- $C_t$ - toplinski koef.  $\rightarrow C_t = 1.0$
- $\mu_1$  - koeficijent oblika opterećenja snijegom na krovu
- $s_k$  – karakteristična vrijednost opterećenja od snijega na tlo

$$\Rightarrow s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0.8 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 0.45 = 0.36 [kN/m^2]$$

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

#### 4.1.4. OPTEREĆENJE VJETROM

Opterećenje vjetrom je promjenjivo slobodno djelovanje. Pojednostavljeni postupak vjetrovog opterećenja može se koristiti za zgrade visine manje od 200 m te se djelovanje vjetra uzima kao zamjenjujuće statičko opterećenje. U nastavku je prikazan pojednostavljen proračun.

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

$v_{b,0}$  (ili  $v_{ref,0}$  - u prednormi) je osnovna poredbena brzina vjetra ovisna o geografskom položaju objekta (dana na mapi na sljedećoj stranici). Osnovna poredbena vrijednost brzine vjetra je karakteristična srednja 10 - minutna vrijednost brzine vjetra, neovisna o smjeru vjetra, vremenu i godišnjem dobu, na 10 m iznad površine otvorenog terena, koji može biti obrastao travom i grmljem i manjim preprekama. Vrijednost osnovne poredbene brzine vjetra  $v_{b,0}$  (na mapi) dodatno se korigira s obzirom na smjer vjetra, godišnje doba i nadmorsku visinu, te se tako dobiva poredbena (referentna) brzina vjetra:

$$v_b = c_{DIR} \cdot c_{TEM} \cdot c_{ALT} \cdot v_{b,0}$$

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

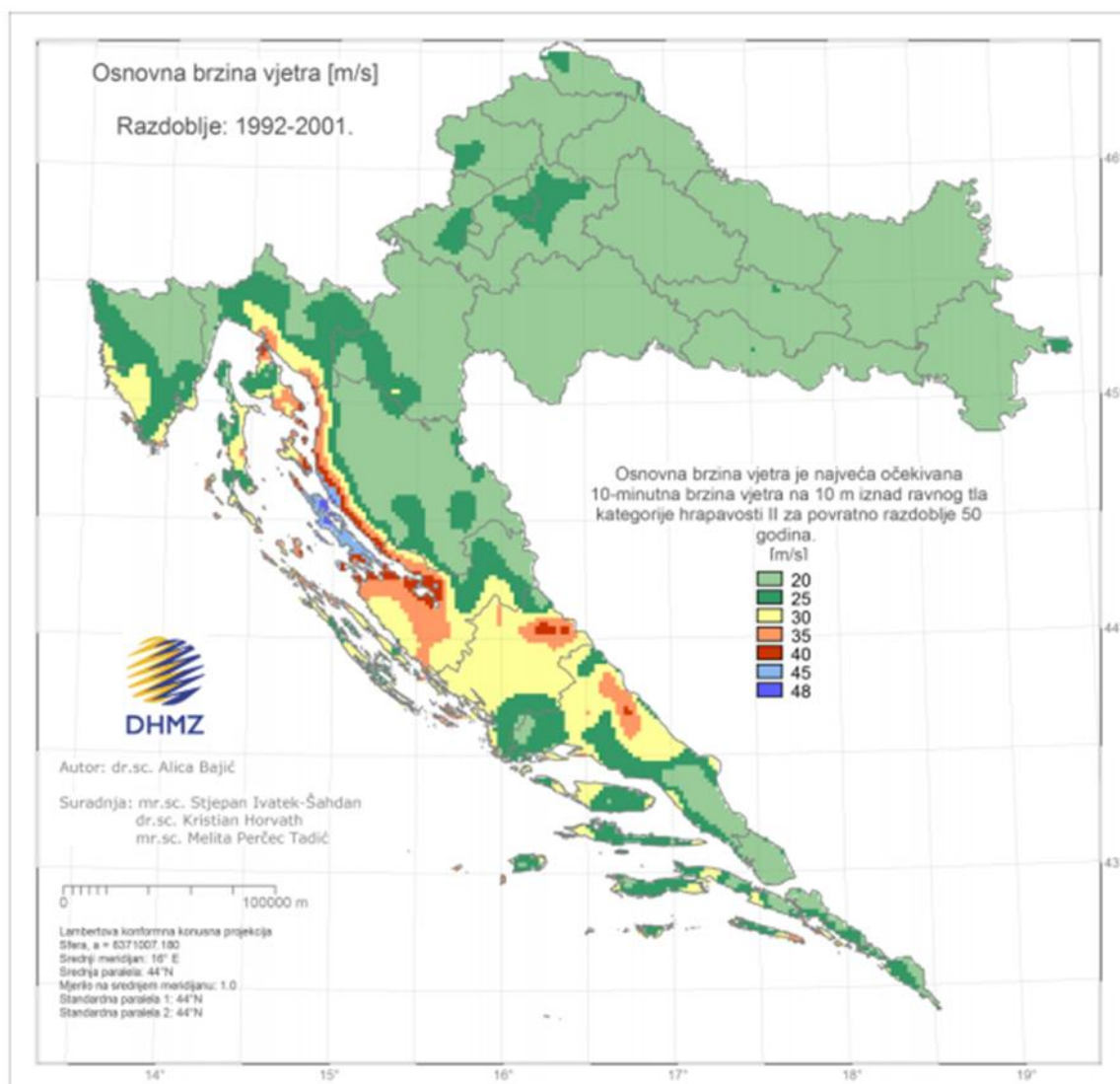
Koeficijent godišnjeg doba ( $c_{TEM}$ ) uzima se za cijelo područje Hrvatske  $c_{TEM} = 1.0$ .

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:  $c_{ALT} = 1 + 0.0001 \cdot a_s$ ,

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

Tablica 4.3. Osnovna brzina vjetra ovisno o području

Područja	Vb,0 (m/s)
I	22
II	30
III	35
IV	40
V	50



Slika 4.5. Karta vjetrovnih zona Republike Hrvatske

Srednja brzina vjetra na nekoj visini z:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b$$

$c_r(z)$  – koeficijent hrapavosti

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

$$c_r(z) = [k_r \cdot (z_{\min})] \quad \text{za } z \leq z_{\max}$$

$$k_r = 0.19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right) - \text{koeficijent terena (Tablica 4.3.)}$$

$c_0(z)$  – koeficijent topografije, uglavnom se uzima 1.0

Tablica 4.4. Koeficijent terena ( $k_r$ ) s obzirom na kategoriju zemljišta

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

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

Intezitet turbulencije vjetra na visini z iznad terena dana je izrazom:

$$l_v(z) = \frac{1}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} \quad \text{za } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$$l_v(z) = l_v(z_{\min}) \quad \text{za } z \leq z_{\max}$$

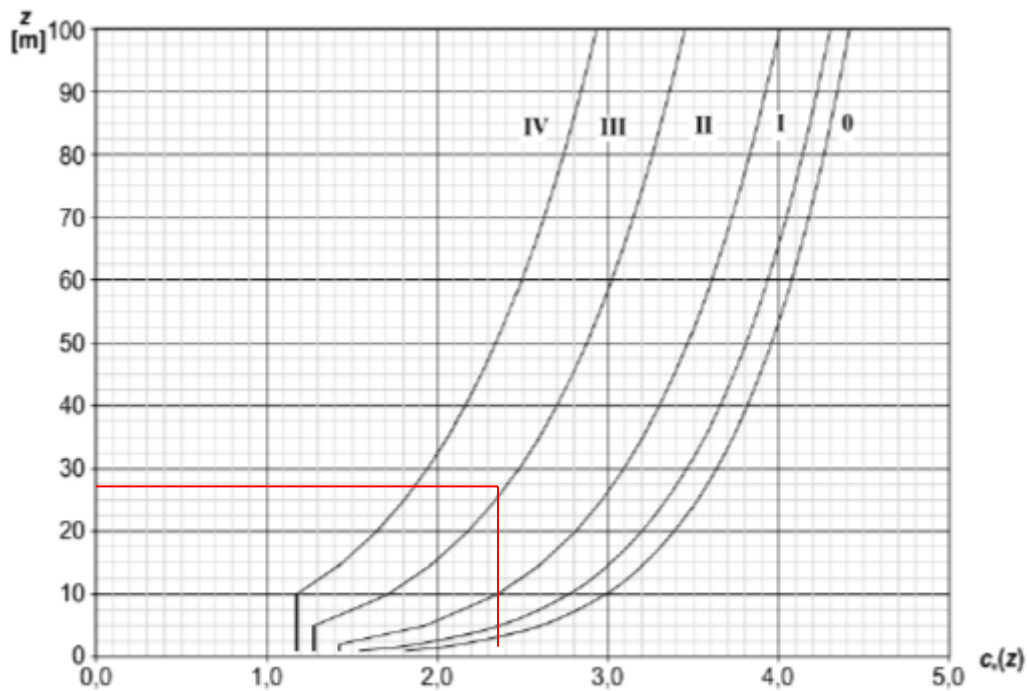
Maksimalni pritisak brzine vjetra:

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

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

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

Faktor izloženosti  $c_e(z)$  također se može očitati sa dijagrama u ovisnosti kategorije terena i visine objekta iznad terena.



Slika 4.6. Dijagram ovisnosti kategorije terena i visine objekta iznad terena

Rezultirajući pritisak vjetra:

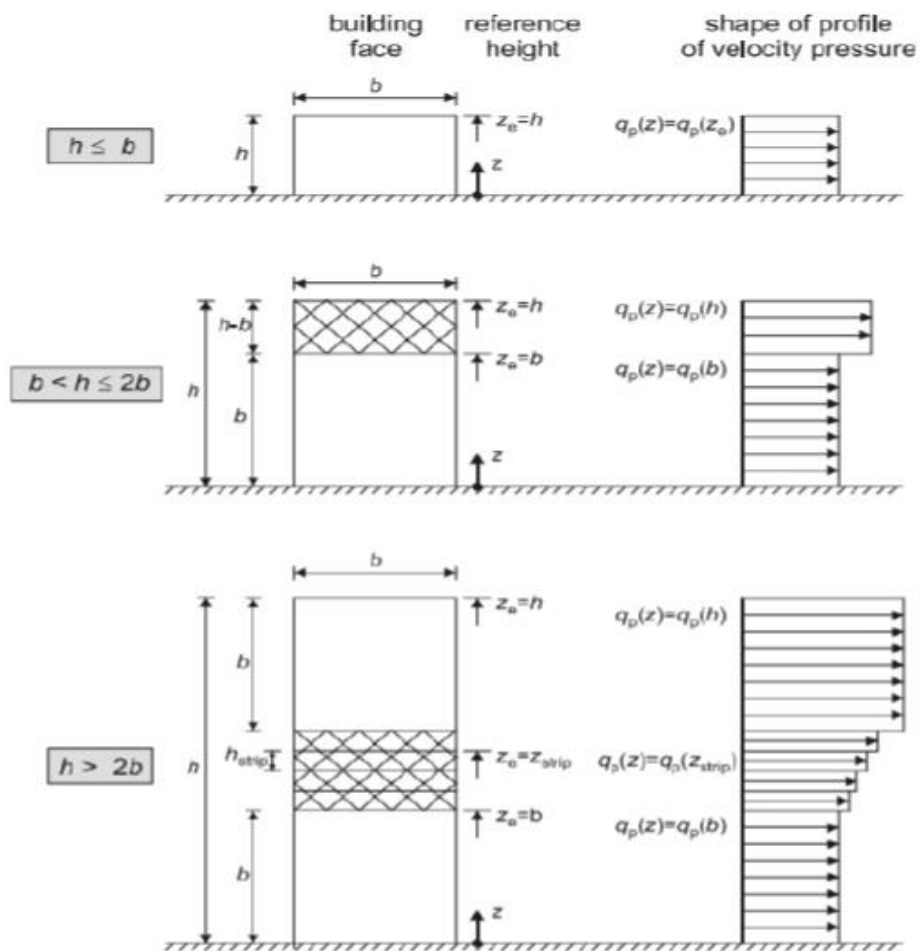
$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe} \quad - \text{pritisak vjetra na vanjske plohe};$$

$c_{pe}$  – koeficijent vanjskog tlaka

$$w_i = q_p(z_e) \cdot c_{pi} \quad - \text{pritisak vjetra na unutarnje plohe};$$

$c_{pi}$  – koeficijent unutarnjeg tlaka

$z_e$  – referentna visina objekta (pri izračunu  $q_p(z_e)$ , za  $z$  koristiti  $z_e$ )

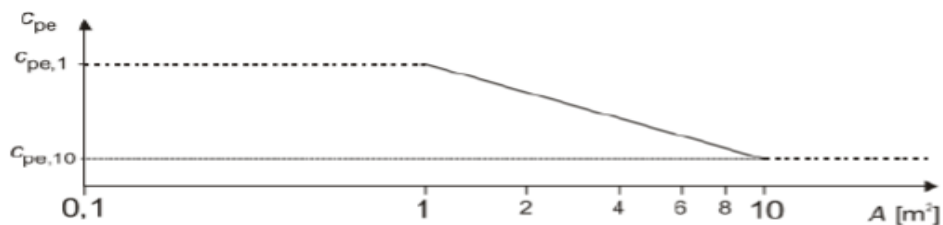


Slika 4.5. Referentna visina  $z_e$  u ovisnosti o  $h$  i  $b$ , te odgovarajući profil brzina

### Određivanje koeficijenta vanjskog pritiska $c_{pe}$ :

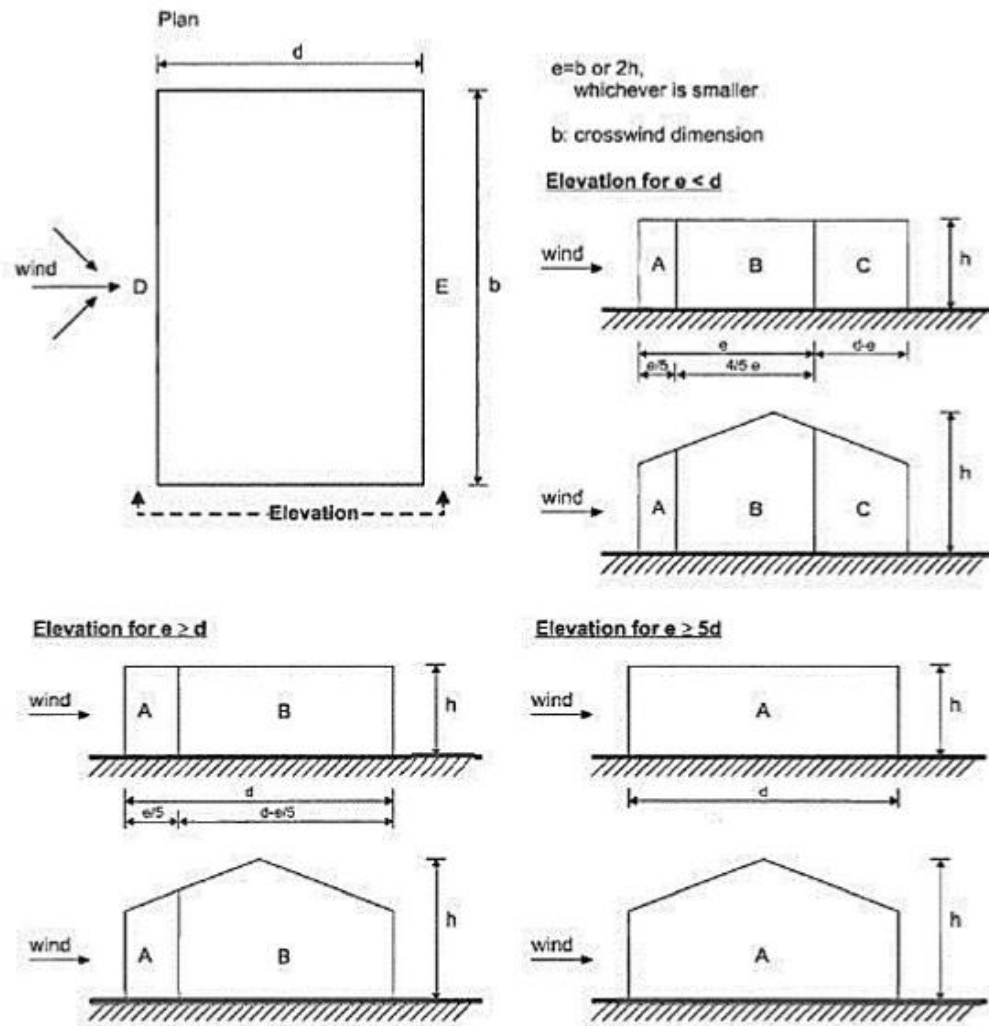
Rezultirajuća sila vjetra, tj. koeficijent rezultirajuće sile  $c_{pe}$ , ovisi i o površini na koju vjetar djeluje.

Primjenjuje se sljedeći graf:



Ako je površina na koju vjetar djeluje manja od  $10 m^2$ , uzima se  $c_{pe,1}$ , a ako je veća od  $10 m^2$ , uzima se  $c_{pe,10}$ .

- Vertikalni zidovi



Slika 4.7. Podjela na zone A, B, C, D i E u ovisnosti o  $e$  i  $d$

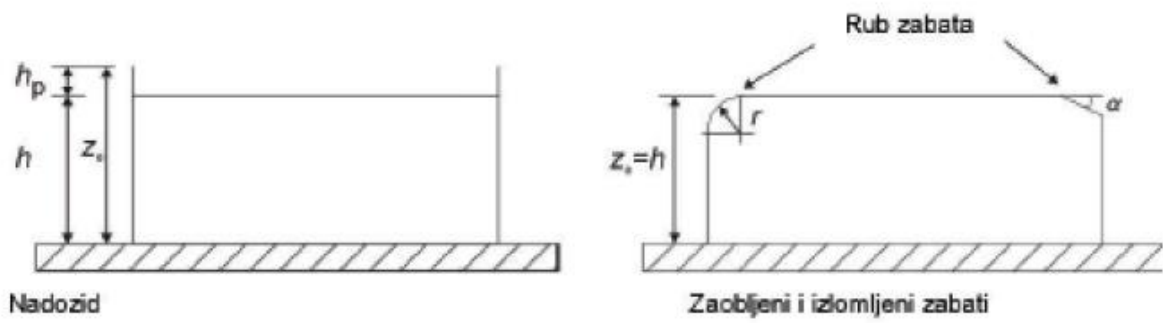
Tablica 4.5. Preporučene vrijednosti koeficijenata vanjskog pritiska na vertikalne zidove

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

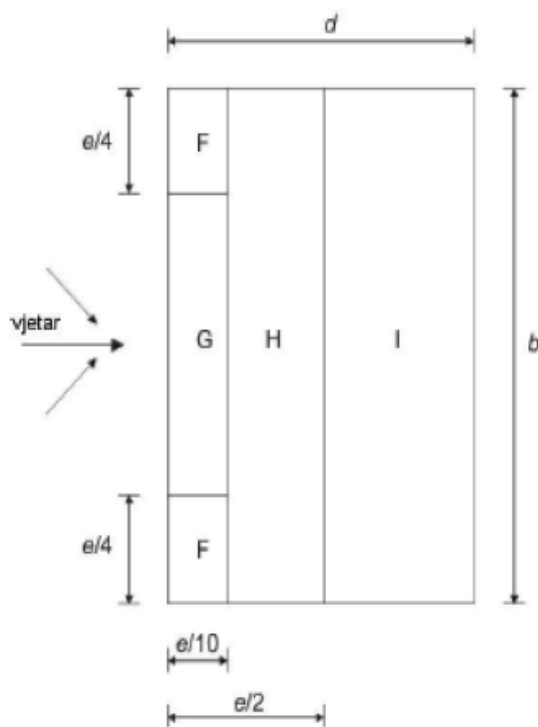
NAPOMENA: Za pojedinačne zgrade na otvorenome terenu u područjima u zavjetrini mogu nastupiti i veće sile. Međuvrijednosti se smiju linearno interpolirati. Za zgrade čiji je omjer  $h/d > 5$ , ukupno opterećenje vjetrom smije se temeljiti na odredbama iz točaka od 7.6 do 7.8 i 7.9.2.



- Ravni krov



Slika 4.8. Način izvedbe ravnog krova



$e = b$  ili  $2 \cdot h \rightarrow$  odabire se manja vrijednost

$b$  - dimenzija okomito na vjetar

Slika 4.9. Prikaz područja vjetra za ravni krov

Tablica 4.6. Vrijednosti koeficijenta vanjskog pritiska za područja ravnog krova

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

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

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

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

NAPOMENA 4: Za sami izlomljeni zabat, koeficijenti vanjskog tlaka dani su u tablici 7.4a „Koeficijenti vanjskog tlaka za dvostrešne krovove; smjer vjetra 0°“, područje F i G, ovisno o nagibu izlomljenog zabata.

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

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

**Određivanje koeficijenta unutarnjeg pritiska  $c_{pi}$ :**

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

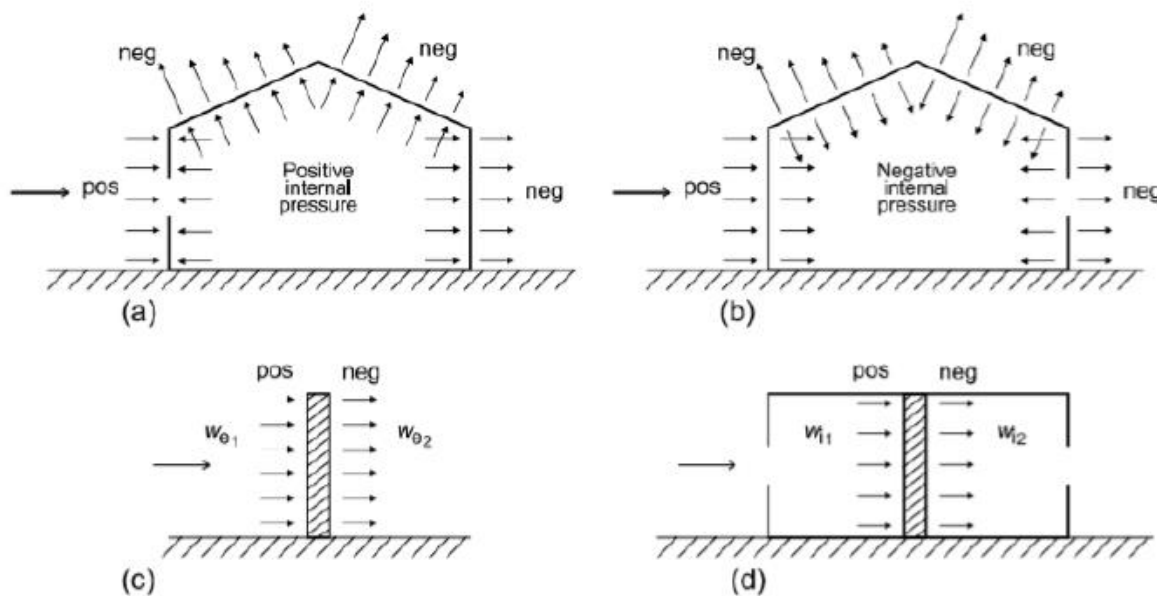
Koeficijent unutarnjeg pritiska se uzima:

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

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

### Rezultirajući pritisci vjetra $w_e$ i $w_i$

Rezultirajuće pritiske vjetra je potrebno rasporediti prema shemi prikazanoj na slici 4.14. Mora se uzeti u obzir da vanjski i unutarnji pritisci djeluju u isto vrijeme. Zbrajanjem odnosno oduzimanjem rezultirajuće sile vjetra dobiva se ekvivalentna sila vjetra na plohu.



Slika 4.10. Shema vanjskog i unutarnjeg pritiska

### Rezultati proračuna vjetra

$$v_{b,0} = 30 \frac{m}{s} - \text{očitano za grad Zadar (područje III)}$$

$$c_{DIR} = 1.0$$

$$c_{TEM} = 1.0$$

$$c_{ALT} = 1 + 0.0001 \cdot a_s, \quad a_s = 6 \text{ m. n. m.}$$

$$c_{ALT} = 1 + 0.0001 \cdot 6 = 1.006$$

$$v_b = c_{DIR} \cdot c_{TEM} \cdot c_{ALT} \cdot v_{b,0} = 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.006 \cdot 30 = 30.18 \text{ m/s}$$

Kako je zgrada veće širine od visine, mjerodavna visina joj je ukupna visina. Mjerodavna visina zgrade je 18,31 m. Mjerodavna visina je veća od minimalne (2.0 m) i manja od maksimalne (200 m), pa je:

$$c_r(z) = \left[ k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \right] = 0,156 \cdot \ln\left(\frac{18,31}{1}\right) = 0.454$$

Srednja brzina vjetra:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 0.454 \cdot 1 \cdot 30,18 = 13.70 \text{ m/s}$$

Intezitet tubulencije:

$$I_v(z) = \frac{1}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z_e}{z_0}\right)} = \frac{1}{1 \cdot \ln\left(\frac{18,31}{1}\right)} = 0.344$$

Maksimalni pritisak brzine vjetra  $q_p(z)$ :

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

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

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot 0.344] \cdot \frac{1.25}{2} \cdot 13,70^2 = 3.408 \cdot 117.31 = \frac{399,78N}{m^2} = 0,4 \frac{kN}{m^2}$$

### Koeficijenti vanjskog vjetra

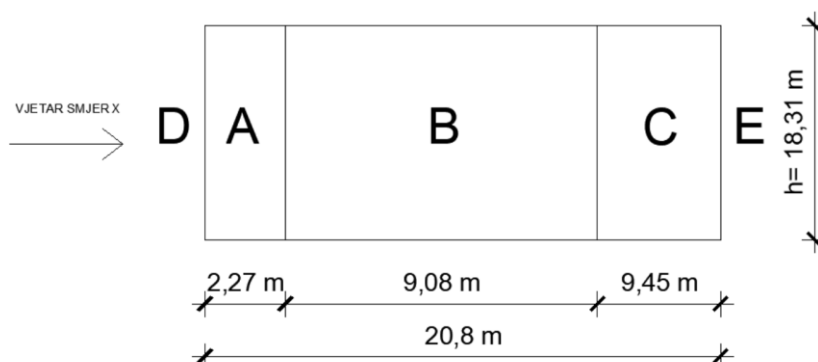
Smjer x

- Vertikalni zidovi

$$h = 18,31 \text{ m}$$

$$e = 2 \cdot h = 2 \cdot 18,31 = 36,62 \text{ m}$$

$$e = b = 11,35 \text{ m} < d = 20,8 \text{ m}$$



Slika 4.11. Područja A, B, C, D i E za smjer x

Vrijednosti  $c_{pe,10}$  iz Tablice 4.6. su linearno interpolirane za  $h/d=18,31/20,8=0.88$  (Tablica 4.4.).

Tablica 4.7. Prikaz vrijednosti koeficijena vanjskog pritiska na vertikalne zidove za  $h/d=18,31/20,8=0.88$

Područje	A	B	C	D	E
$c_{pe}$	-1.2	-0.8	-0.5	+0.784	-0.468

- Ravni krov

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

- Koeficijenti unutranjeg vjetra

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

$$q_p(z_e) = q_p(z) = 0,40 \frac{kN}{m^2}$$

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

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

Tablica 4.8. Rezultirajuće djelovanje vjetra u x smjeru

Područje	A	B	C	D	E
$c_{pe}$	-1.2	-0.8	-0.5	0	-0.47
	0	0	0	0.78	0
$c_{pi}$	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
$w_{e1} = q_p(z) \cdot c_{pe}$	-0,48	-0,32	-0,2	0	-0,19
$w_{e2} = q_p(z) \cdot c_{pe}$	0	0	0	0,31	0
$w_{i1} = q_p(z) \cdot c_{pi}$	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
$w_{i2} = q_p(z) \cdot c_{pi}$	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
$w_1 = w_{e1} + w_{i1}$	-0,68	-0,52	-0,4	-0,2	-0,39
$w_2 = w_{e1} + w_{i2}$	-0,16	0	0,12	0,32	0,132
$w_3 = w_{e2} + w_{i1}$	-0,2	-0,2	-0,2	0,112	-0,2
$w_4 = w_{e2} + w_{i2}$	0,32	0,32	0,32	0,632	0,32

Tablica 4.9. Mjerodavno djelovanje vjetra u x smjeru

Područje	A	B	C	D	E
$w_{mjerodavno} \left[ \frac{kN}{m^2} \right]$	-0,68	-0,52	-0,4	0,63	-0,39

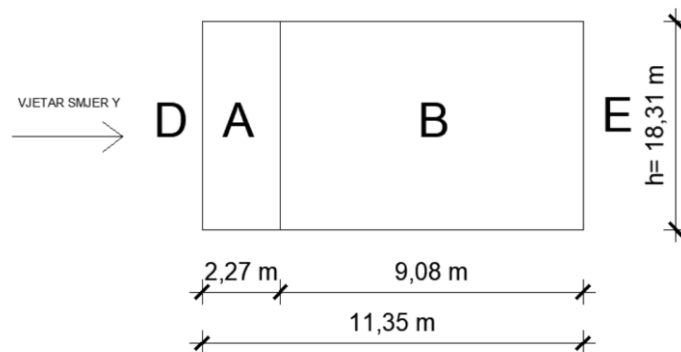
Smjer y

- Vertikalni zidovi

$$h = 18,31 \text{ m}$$

$$e = 2 \cdot h = 2 \cdot 18,31 = 36,62 \text{ m}$$

$$e = b = 20,8 \text{ m} > d = 11,35 \text{ m}$$



Slika 4.12. Područja A, B, D i E za smjer y

Vrijednosti  $c_{pe,10}$  iz Tablice 4.9. su linearno interpolirane za  $h/d=18,31/11,35=1,61$  (Tablica 4.4.).

Tablica 4.10. Prikaz vrijednosti koeficijena vanjskog pritiska na vertikalne zidove za  $h/d=18,31/11,35=1,61$

Područje	A	B	D	E
$c_{pe}$	-1.23	-0.8	+0.8	-0.5

- Ravni krov

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

- Koeficijenti unutranjeg vjetra

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

$$q_p(z_e) = q_p(z) = 0,4 \frac{kN}{m^2}$$

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

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

Tablica 4.11. Rezultirajuće djelovanje vjetra u x smjeru

Područje	A	B	D	E
$c_{pe}$	-1.2	-0.8	0	-0.43
	0	0	0.77	0
$c_{pi}$	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
	0.8	0.8	0.8	0.8
$w_{e1} = q_p(z) \cdot c_{pe}$	-0,49	-0,32	0	-0,2
$w_{e2} = q_p(z) \cdot c_{pe}$	0	0	0,32	0
$w_{i1} = q_p(z) \cdot c_{pi}$	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
$w_{i2} = q_p(z) \cdot c_{pi}$	0,32	0,32	0,32	0,32
$w_1 = w_{e1} + w_{i1}$	-0,69	-0,52	-0,2	-0,4
$w_2 = w_{e1} + w_{i2}$	-0,17	0	0,32	0,12
$w_3 = w_{e2} + w_{i1}$	-0,2	-0,2	0,12	-0,2
$w_4 = w_{e2} + w_{i2}$	-0,32	0,32	0,64	0,32

Tablica 4.12. Mjerodavno djelovanje vjetra u x smjeru

Područje	A	B	D	E
$w_{mjerodavno} \left[ \frac{kN}{m^2} \right]$	-0,69	-0,52	0,64	-0,4

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

#### 4.1.5. IZVANREDNO OPTEREĆENJE

##### Seizmičko opterećenje

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

Proračun potresnog opterećenja napravljen je koristeći prostorni model konstrukcije u računalnom programu Scia Engineer 19.1. Potresne sile su određene koristeći IRS metodu prema EC-8 sa SRSS metodom izračuna. Potresne sile uvelike ovise o unesenim parametrima kao što su *klasa tla* na kojoj će se nalaziti građevina, *proračunsko ubrzanje tla* na tom području, *duktilnost konstrukcije* itd. Neki od tih parametara direktno se unose na temelju normama definiranih vrijednosti dok se ostale vrijednosti parametara uzimaju u obzir kroz vrijednosti faktora ponašanja o kojemu će kasnije u tekstu biti riječ.

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

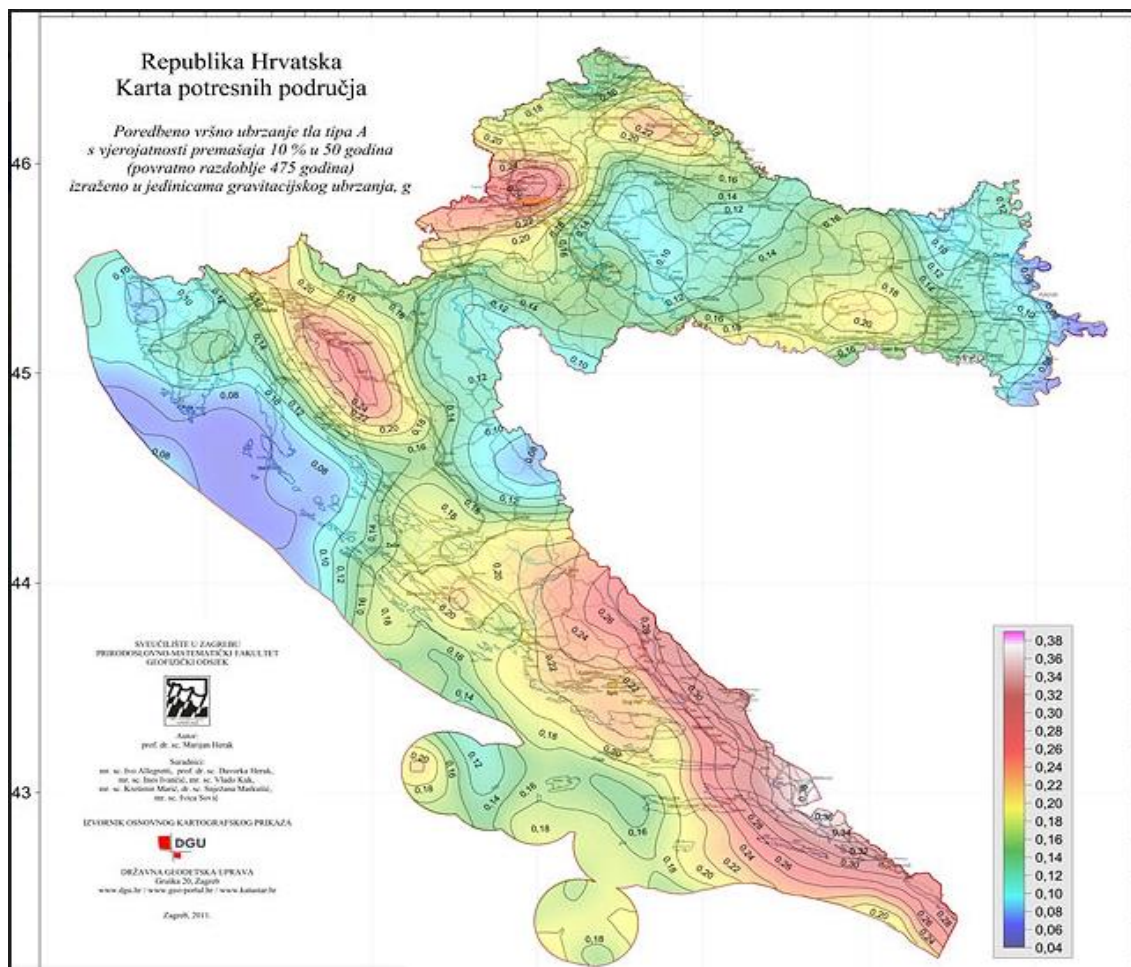
Predmetna građevina nalazi se u **Zadru**, koji se prema seizmičkoj rajonizaciji nalazi u poručju gdje je poredbeno vršno ubrzanje tla 0,183 g .

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

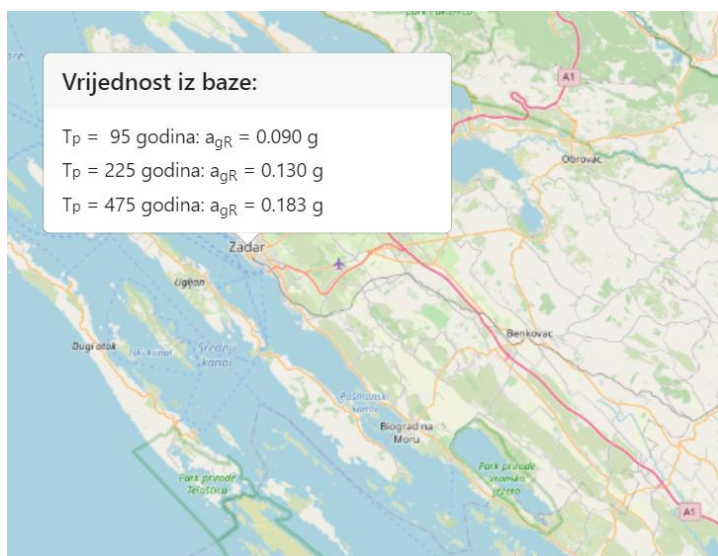
**Vrijednosti poredbenog horizontalnog vršnog ubrzanja** tla očitavaju se koristeći seizmološke karte Republike Hrvatske. Za traženo područje očita se ubrzanje tla za povratni period od 475 godina za GSN.

Za područje grada Zadra  $a_{gR,GSN}=0.183 g$





Slika 4.13. Seizmička karta Republike Hrvatske



Slika 4.14. Prikaz parametara za predmetnu lokaciju

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

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

Tablica 4.13. Parametri elastičnog spektra ubrzanja podloge tipa I.

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

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

**Faktor ponašanja** za horizontalna potresna djelovanja  $q$  ovisi o vrsti i tipu konstrukcije. Pretpostavlja se srednja klasa (DCM) duktilnog ponašanja konstrukcije te sustav povezanih zidova.

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

$q_0$  - osnovna vrijednost faktora ponašanja ovisna o tipu konstrukcijskog sustava i njegovoj pravilnosti po visini

$k_w$  - faktor kojim se uzima u obzir prevladavajući oblik sloma konstrukcijskih sustava sa zidovima

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

$$\frac{\alpha_0}{\alpha_1} = 1,1$$

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

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

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

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

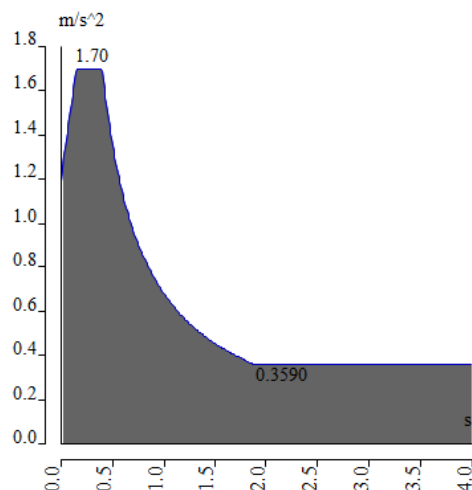
$$q = 0,8 \cdot q_0 \cdot k_w = 0,8 \cdot 3,3 \cdot 1 = 2,64$$

**Usvojeno:  $q=2.64$**

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

coeff accel. ag	0,183
ag - design ac...	1,795
q - behaviour f...	2,640
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 4.15. Upotrijebljeni parametri u proračunu



Slika 4.16. Normalni računski spektar odziva

Na temelju ulaznih podataka i prostornog modela konstrukcije provedena je višemodalna analiza na način da je automatski generirana ukupna masa na temelju sudjelujućih masa od stalnog (vlastita težina i dodatno stalno opterećenje) i pokretnog opterećenja (30% pokretnog opterećenja). Po provedenom proračunu dobiveni su rezultati modalne analize u vidu 42 vlastita oblika konstrukcije, njima pripadajući periodi te ukupna sudjelujuća masa po svakom smjeru. Kao što je prikazano u rezultatima dinamičke analize naknadno u tekstu nije aktivirano svih 90 % mase po pojedinom smjeru djelovanja potresnih sila. Stoga su sve potresne sile uvećane recipročno aktiviranoj masi (uključen je taj postupak kroz program i opciju „Missing mass in modes“). Po dovršenoj modalnoj analizi napravljen je i linearni proračun za potresne kombinacije djelovanja na temelju čijih su rezultata dobivene mjerodavne sile za dimenzioniranje vertikalnih elemenata konstrukcije.

Relative modal masses

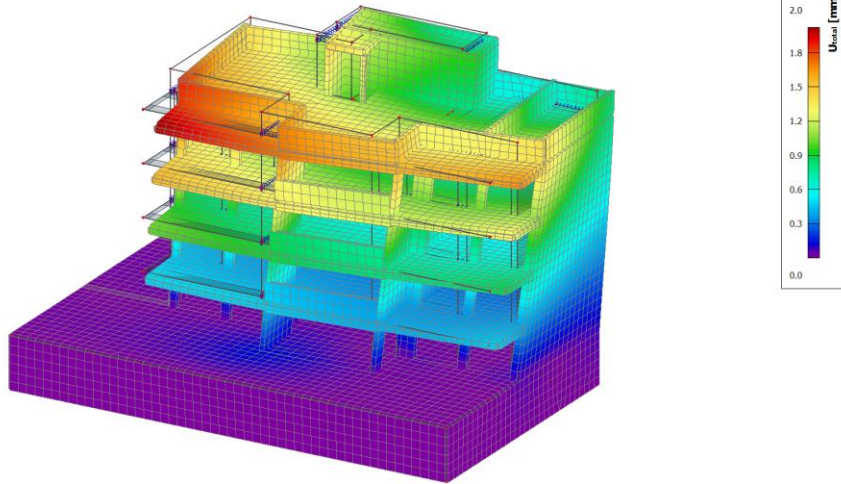
Mode	omega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	W <sub>xi</sub> /W <sub>xtot</sub>	W <sub>yi</sub> /W <sub>ytot</sub>	W <sub>zi</sub> /W <sub>ztot</sub>	W <sub>xi_R</sub> /W <sub>xtot_F</sub>	W <sub>yi_R</sub> /W <sub>ytot_F</sub>	W <sub>zi_R</sub> /W <sub>ztot_F</sub>
1	24.8904	0,25	3,96	0,3863	0,0407	0,0001	0,0243	0,1052	0,0443
2	38.2295	0,16	6,08	0,1103	0,3942	0,0089	0,2657	0,0376	0,0164
3	41.1162	0,15	6,54	0,0756	0,0781	0,0031	0,0551	0,0578	0,3521
4	43.9684	0,14	7,00	0,0011	0,0012	0,0670	0,0308	0,1036	0,0013
5	50.3077	0,12	8,01	0,0001	0,0001	0,0246	0,0198	0,0591	0,0000
6	69.9982	0,09	11,14	0,0053	0,0001	0,1386	0,0035	0,1240	0,0027
7	75.7138	0,08	12,05	0,0006	0,0073	0,2352	0,0085	0,0646	0,0030
8	76.3941	0,08	12,16	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000
9	76.7673	0,08	12,22	0,0000	0,0006	0,0000	0,0007	0,0020	0,0001
10	78.3529	0,08	12,47	0,0024	0,0016	0,0461	0,0391	0,0324	0,0012
11	78.5739	0,08	12,51	0,0021	0,0231	0,0898	0,0001	0,0143	0,0033
12	82.9528	0,08	13,20	0,0003	0,0000	0,0006	0,0000	0,0035	0,0001
13	83.0505	0,08	13,22	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0002	0,0000
14	84.8241	0,07	13,50	0,0597	0,0073	0,0012	0,0058	0,0190	0,0127
15	88.8057	0,07	14,13	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
16	89.1477	0,07	14,19	0,0006	0,0000	0,0071	0,0000	0,0012	0,0001
17	97.3857	0,06	15,50	0,0006	0,0043	0,0000	0,0075	0,0037	0,0022
18	103.475	0,06	16,47	0,0001	0,0091	0,0173	0,0015	0,0032	0,0027
19	108.162	0,06	17,21	0,0038	0,0110	0,0233	0,0350	0,0228	0,0022
20	122.93	0,05	19,56	0,0192	0,0229	0,0006	0,0118	0,0052	0,0252
21	126.604	0,05	20,15	0,0003	0,0452	0,0016	0,0182	0,0000	0,0375
22	136.161	0,05	21,67	0,0091	0,0047	0,0000	0,0028	0,0022	0,0016
23	157.062	0,04	25,00	0,0009	0,0019	0,0006	0,0014	0,0000	0,0010
24	167.63	0,04	26,68	0,0023	0,0008	0,0003	0,0009	0,0016	0,0001
25	178.297	0,04	28,38	0,0008	0,0015	0,0498	0,0263	0,0020	0,0043
26	183.377	0,03	29,19	0,0050	0,0014	0,0017	0,0016	0,0001	0,0063
27	188.466	0,03	30,00	0,0007	0,0000	0,0083	0,0026	0,0014	0,0016
28	203.387	0,03	32,37	0,0000	0,0205	0,0005	0,0182	0,0019	0,0051
29	207.895	0,03	33,09	0,0005	0,0067	0,0006	0,0054	0,0006	0,0001
30	220.796	0,03	35,14	0,0000	0,0426	0,0000	0,0414	0,0000	0,0029
31	223.816	0,03	35,62	0,0023	0,0000	0,0000	0,0001	0,0011	0,0009
32	231.422	0,03	36,83	0,0003	0,0000	0,0001	0,0002	0,0017	0,0000
33	253.575	0,02	40,36	0,0000	0,0029	0,0000	0,0025	0,0000	0,0394
34	273.35	0,02	43,51	0,0541	0,0000	0,0000	0,0000	0,0299	0,0012
35	312.144	0,02	49,68	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0003	0,0000
36	354.901	0,02	56,48	0,0002	0,0076	0,0000	0,0048	0,0000	0,0019
37	377.64	0,02	60,10	0,1754	0,0004	0,0000	0,0002	0,0654	0,0452
38	444.963	0,01	70,82	0,0013	0,0215	0,0000	0,0079	0,0009	0,0917
39	451.217	0,01	71,81	0,0011	0,0880	0,0002	0,0515	0,0002	0,1630
40	802.009	0,01	127,64	0,0000	0,0002	0,1849	0,0186	0,0090	0,0005
41	918.996	0,01	146,26	0,0000	0,0002	0,0383	0,0120	0,1784	0,0000
42	1191.31	0,01	189,60	0,0000	0,0007	0,0466	0,1512	0,0000	0,0000
				0,9223	0,8484	0,9974	0,8773	0,9559	0,8742

Slika 4.17. Prikaz proračuna iz Scie

Možemo uočiti kako nije aktivirano 90 % mase u svim smjerovima. U x smjeru je aktivirano 92 % mase, a u y smjeru 85 % mase. Stoga je potrebno rezne sile od potresne kombinacije u y smjeru uvaćati u odnosu postotka aktivirane mase tj.  $1/0.85=1.18$ . Ovdje je to napravljeno na način da je u programu uključena opcija Missing mass in modes koja automatski uvećava sve sile na gore opisani način.

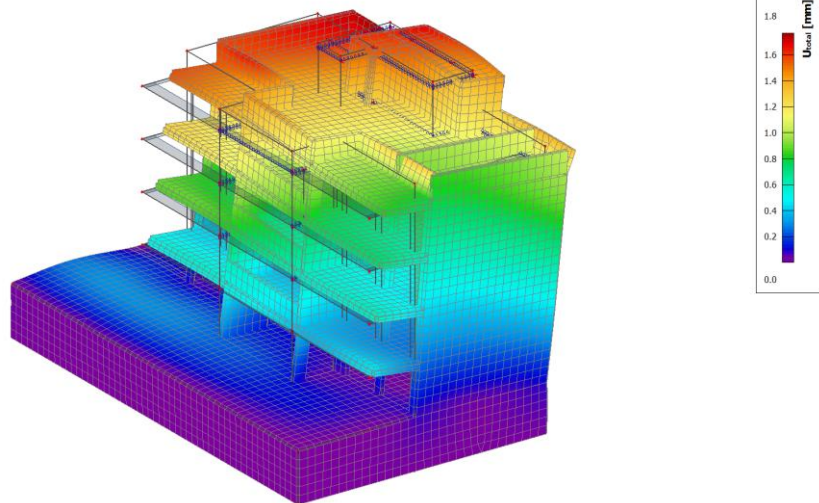
Na sljedećim grafičkim priložima prikazano je nekoliko karakterističnih vlastitih oblika (modova), nastalih uslijed djelovanja potresa.

**3D displacement**  
 Values:  $U_{total}$   
 Modal shapes are normalized, so that the generalized modal mass of each mode is equal to 1kg.  
 Mass combination: CM1/1 - 3,96  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg., System: Global



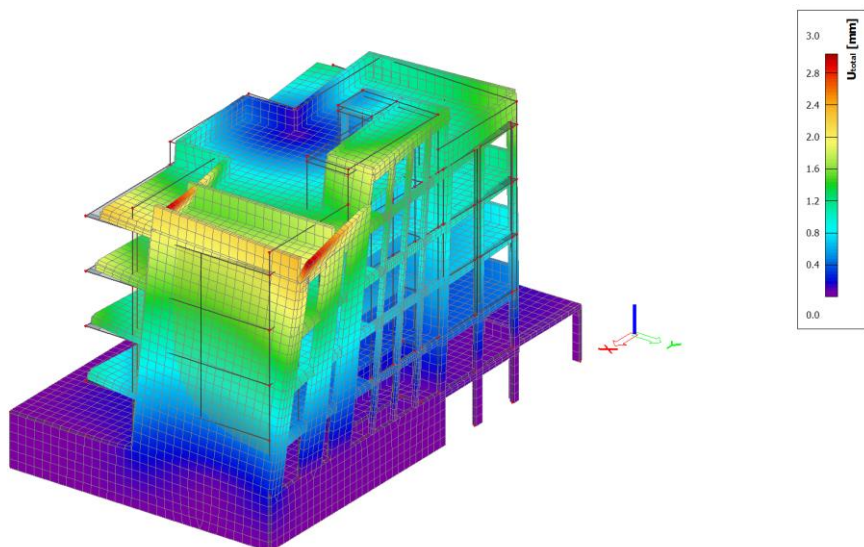
Slika 4.18. Prvi vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju  $T=0,25$  s

**3D displacement**  
 Values:  $U_{total}$   
 Modal shapes are normalized, so that the generalized modal mass of each mode is equal to 1kg.  
 Mass combination: CM1/2 - 6,08  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg., System: Global



Slika 4.19. Drugi vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju  $T=0,16$  s

**3D displacement**  
 Values:  $U_{total}$   
 Modal shapes are normalized, so that the generalized modal mass of each mode is equal to 1kg.  
 Mass combination: CM1/3 - 6,54  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg., System: Global



Slika 4.20. Treći vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju  $T=0,15$  s

## 5. NUMERIČKI MODEL

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

Model je opterećen stalnim opterećenjem (vlastita težina konstrukcije i nekonstruktivnih elemenata) te korisnim opterećenjem. Vlastita težina je uključena u proračunski model, a dodatno stalno i korisno opterećenje je zadano kao plošno, po  $m^2$  ploče ili linijsko, po  $m'$  ploče – ovisno o vrsti i karakteru opterećenja, te o prijenosu i prijvatu opterećenja na horizontalnim konstrukcijama – gredama i pločama.

Sva opterećenja za dimenzioniranje elemenata konstrukcije detaljno su obrađena u točki:

### 4. PODACI O PREDVIĐENIM DJELOVANJIMA I UTJECAJIMA

Opterećenja zadana modelom su:

1. vlastita težina,  $G$
2. stalno opterećenje,  $DG$
3. korisno opterećenje,  $Q$
4. potres u vidu prethodno izračunatih i navedenih ulaznih parametara na osnovu kojih je provedena dinamička analiza građevine

Mjerodavne kombinacije opterećenja:

1.  $1.0(G+G_{dod})+1.0Q$
2.  $1.0(G+G_{dod})+0.3Q$
3.  $1.35(G+G_{dod})+1.5Q$

Glavna seizmička kombinacija sa ostalim opterećenjima bit će prema izrazu:

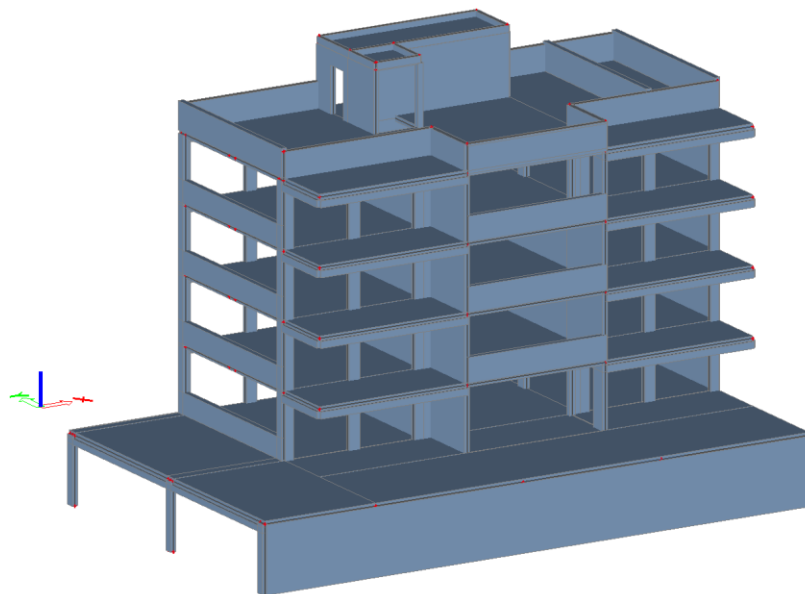
4.  $1.0G+1.0S_x+0.3S_y+0.3Q$  – za smjer  $X$
5.  $1.0G+1.0S_y+0.3S_x+0.3Q$  – za smjer  $Y$

Podaci o materijalima i geometrijskim svojstvima proračunskog modela:

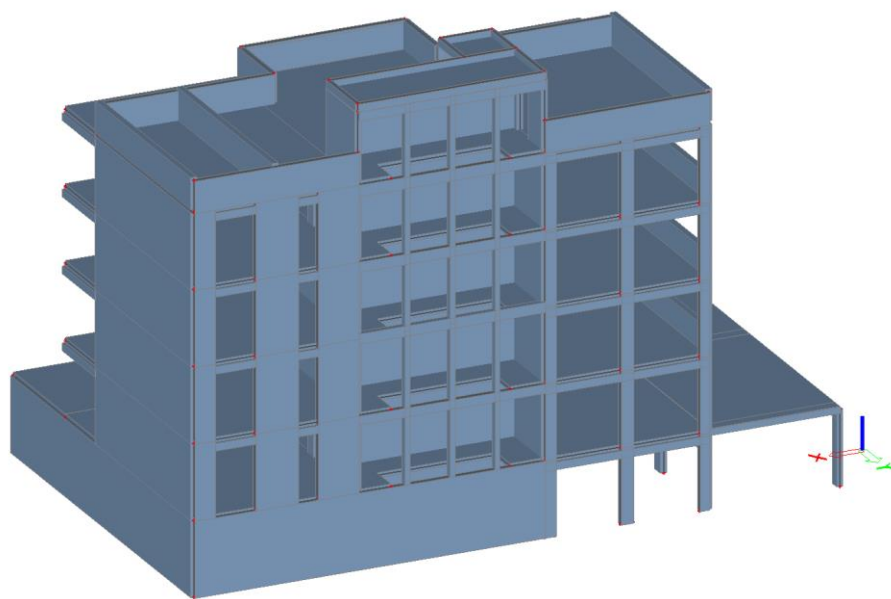
Beton: C25/30

Čelik za armiranje: B500

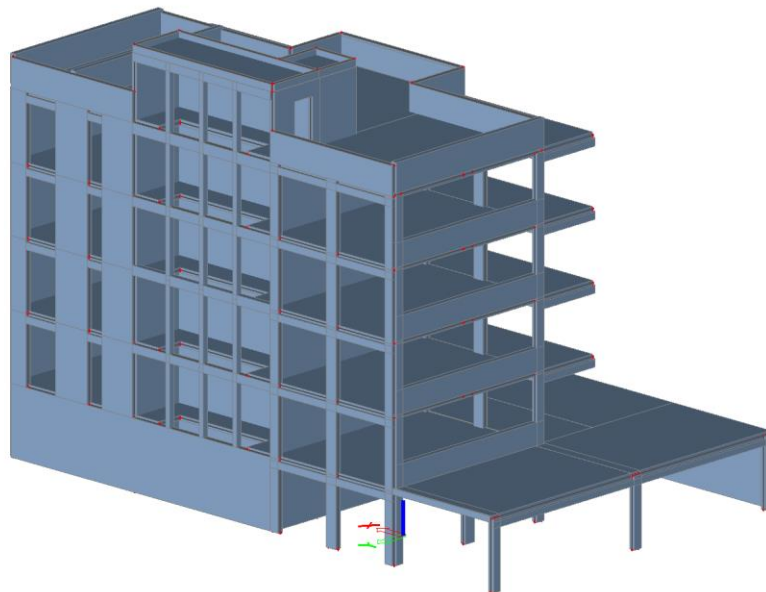
- ab ploče: ab ploče predmetne građevine bit će debljine 20 cm, odnosno, zadnja ploča 25 cm
- ab grede: geometrijska svojstva greda su vidljiva i detaljno obrađena u planu pozicija
- ab zidovi: svi ab zidovi predmetne građevine bit će debljine 25,0 cm



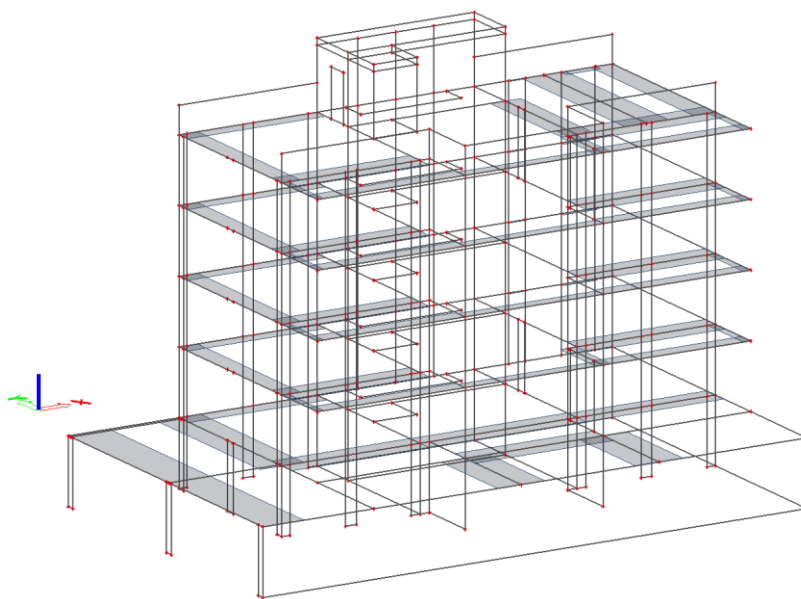
*Slika 5.1. Renderirani prikaz modela zgrade - aksonometrija I*



*Slika 5.2. Renderirani prikaz modela zgrade - aksonometrija II*



*Slika 5.3. Renderirani prikaz modela zgrade - aksonometrija III*

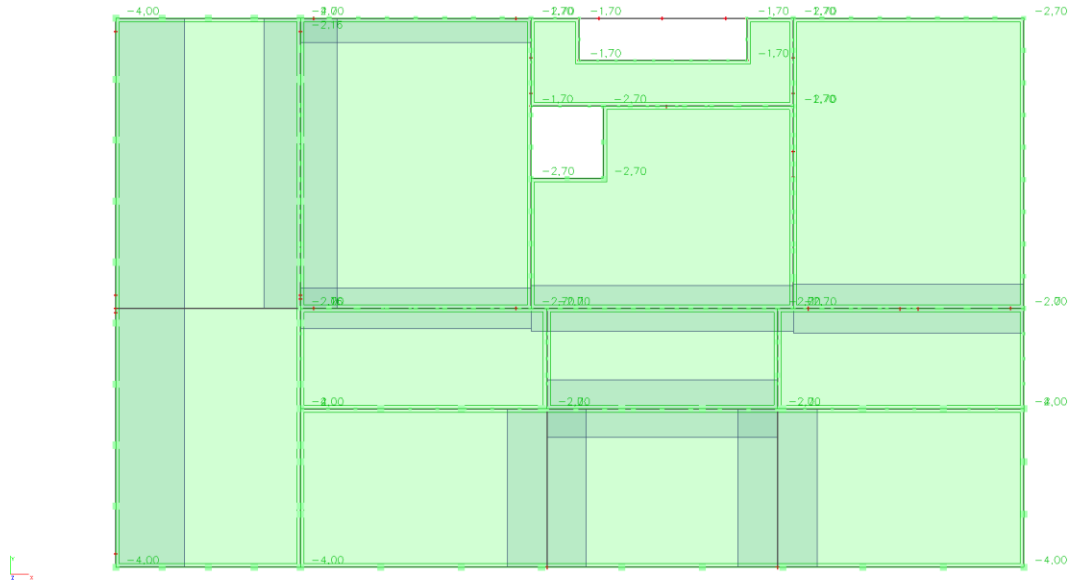


*Slika 5.4. Model za proračun zgrade – aksonometrija*

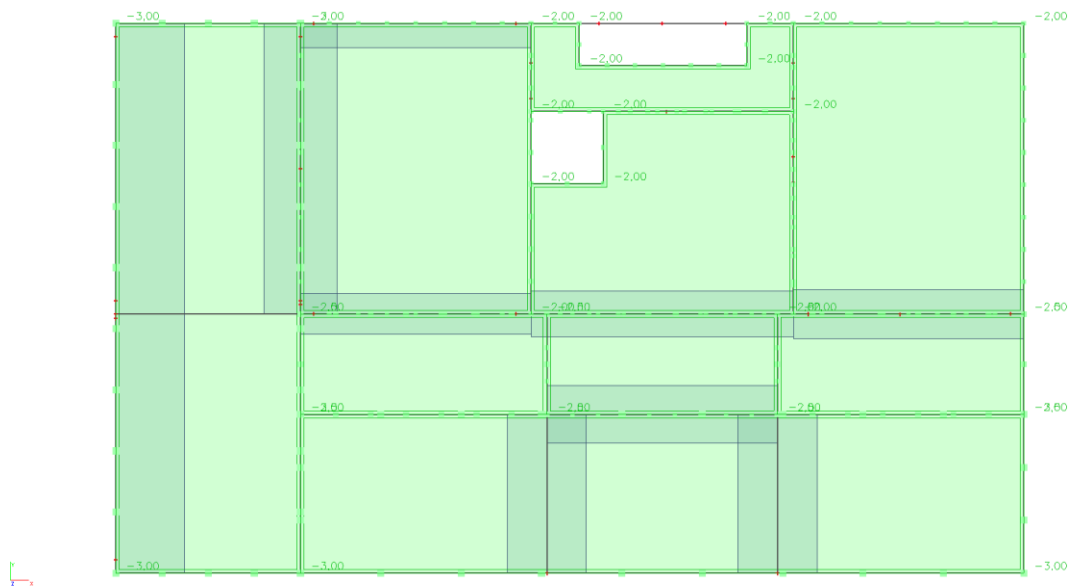


## 6. PRIKAZ DJELOVANJA NA KONSTRUKCIJU

### 6.1. STROPNA PLOČA GARAŽE- POZICIJA P101 I P102

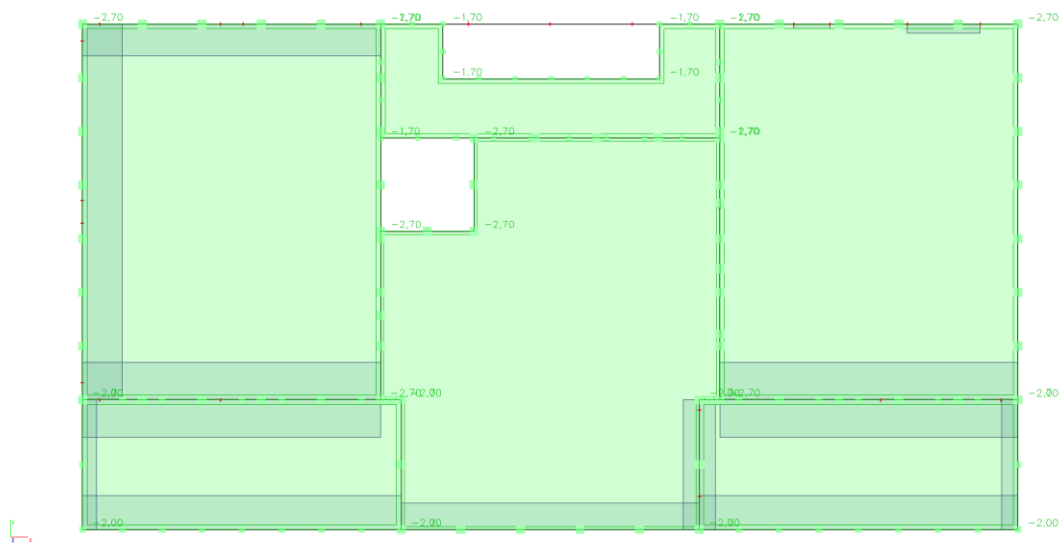


Slika 6.1. Dodatno stalno opterećenje

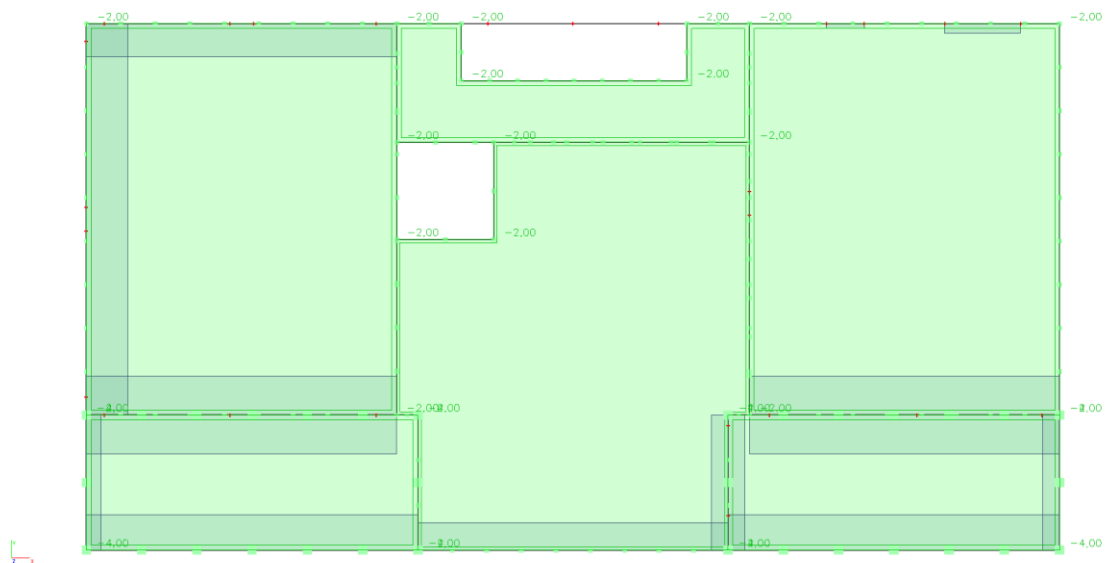


Slika 6.2. Promjenjivo opterećenje

## 6.2. STROPNA PLOČA PRIZEMLJA- P200

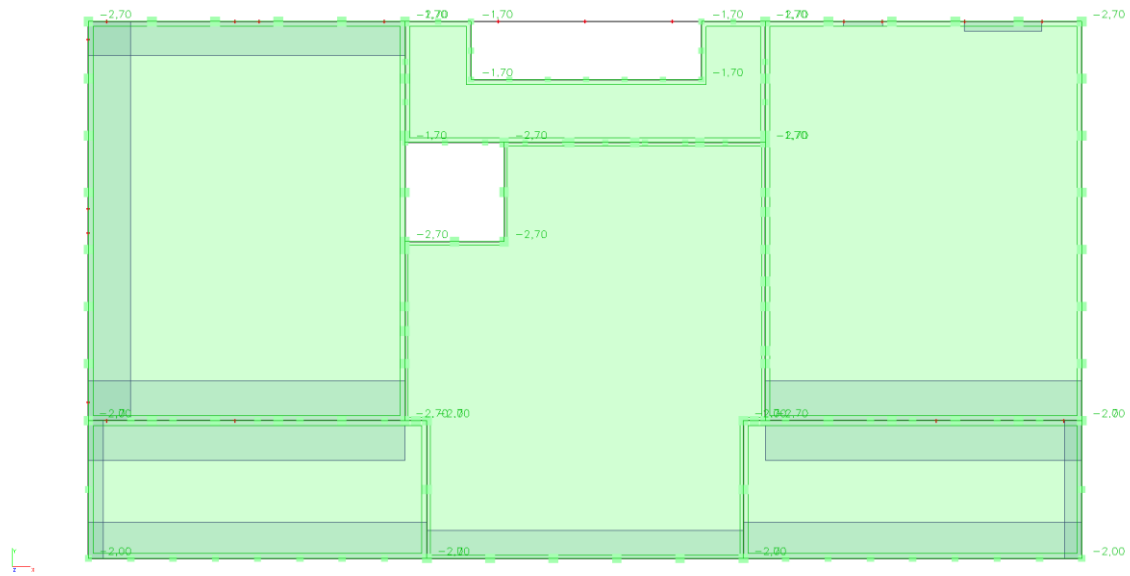


Slika 6.3. Dodatno stalno opterećenje

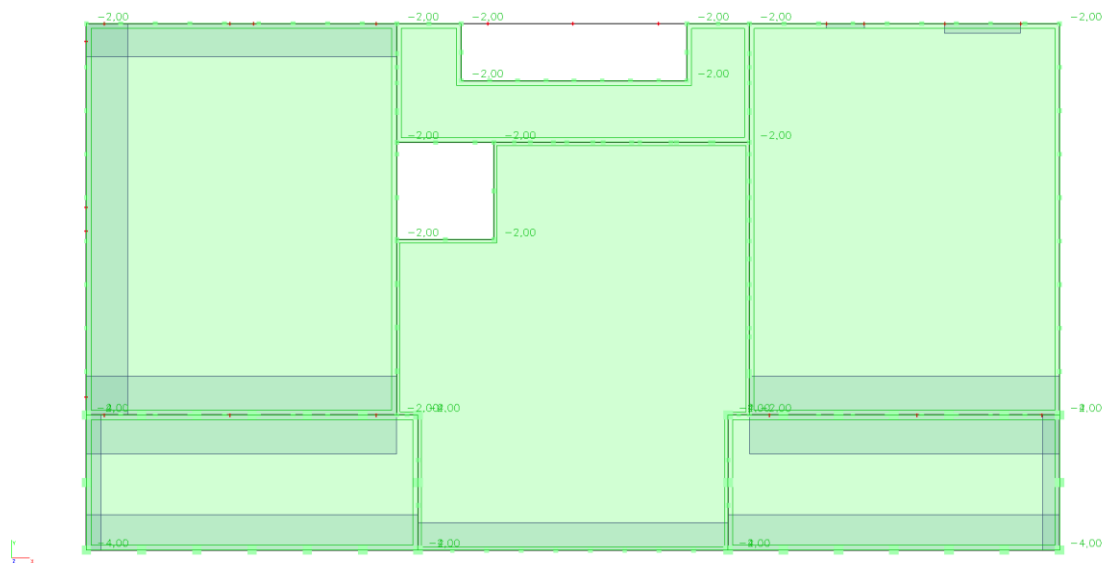


Slika 6.4. Promjenjivo opterećenje

### 6.3. STROPNA PLOČA PRVOG KATA- P300

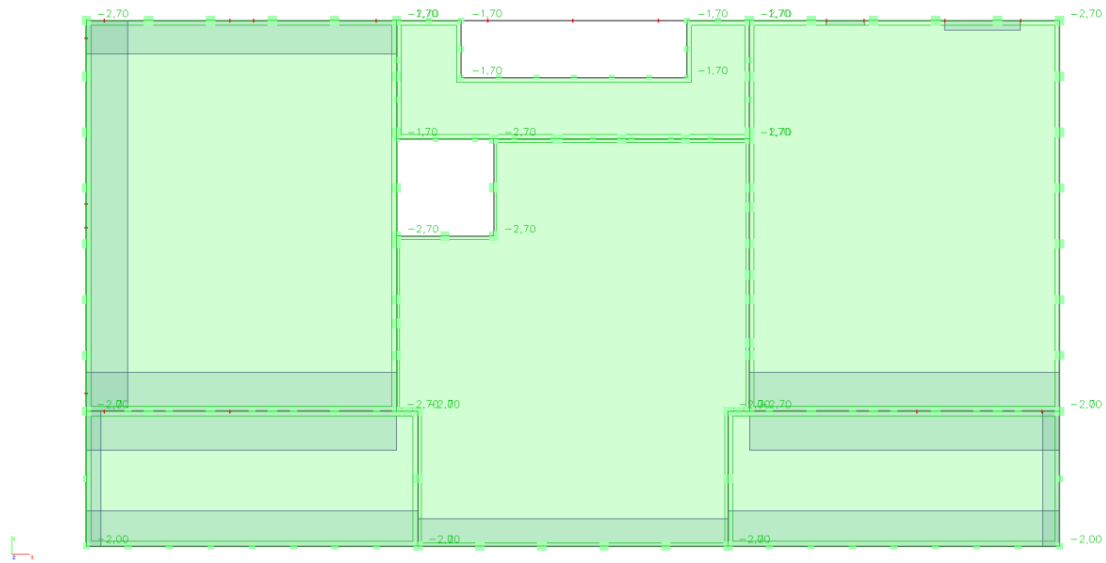


Slika 6.5. Dodatno stalno opterećenje

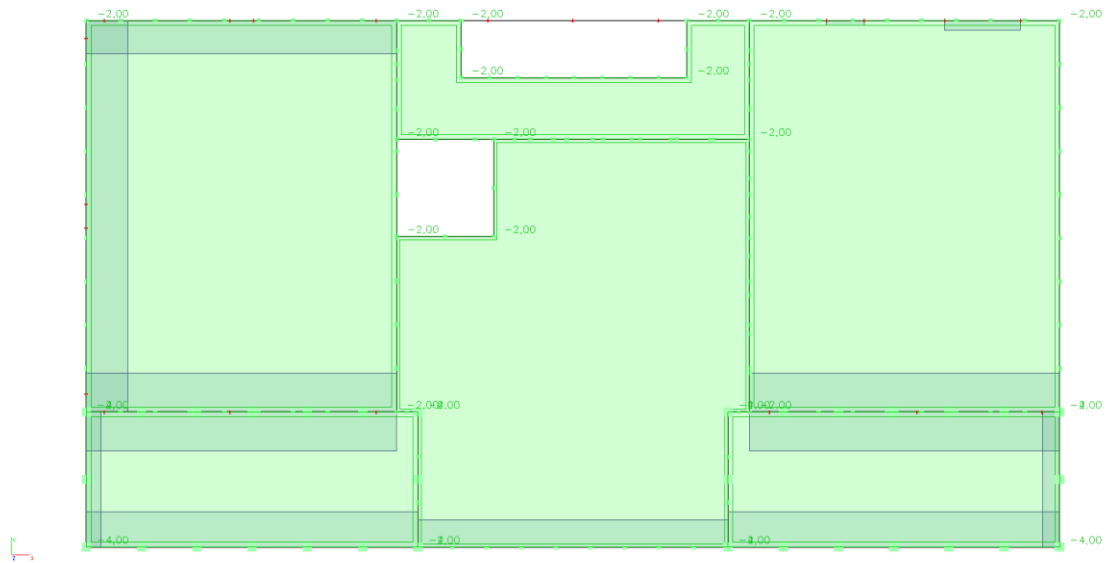


Slika 6.6. Promjenjivo opterećenje

### 6.4. STROPNA PLOČA DRUGOG KATA P400

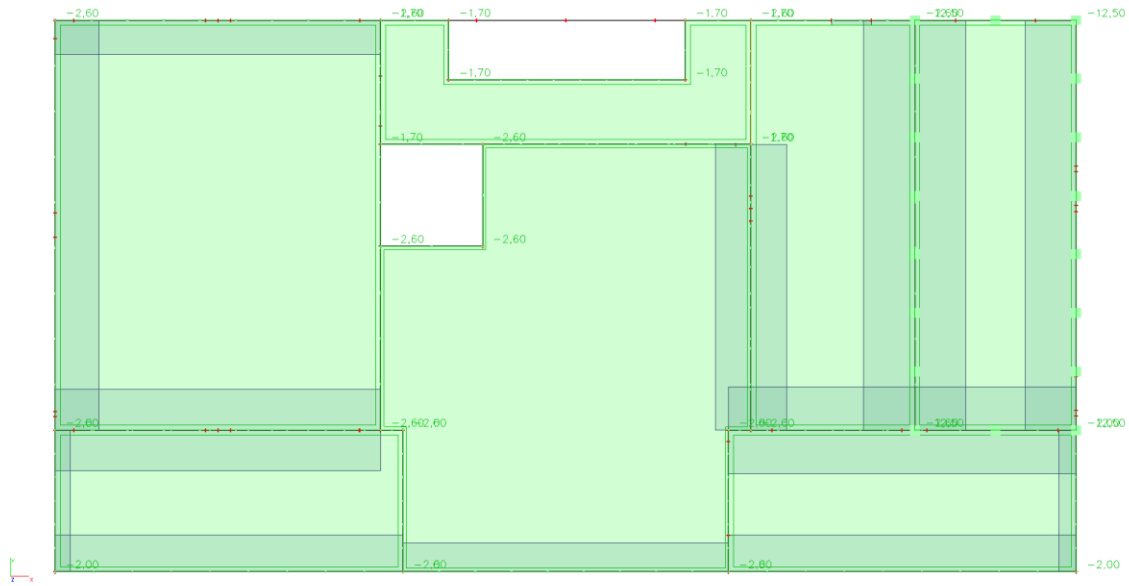


Slika 6.7. Dodatno stalno opterećenje

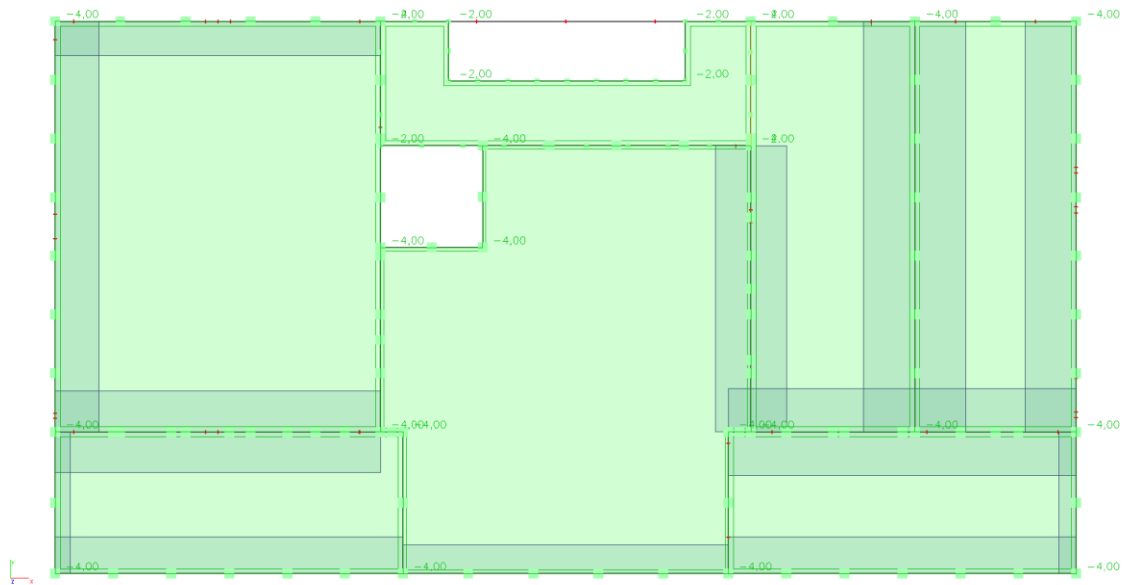


Slika 6.8. Promjenjivo opterećenje

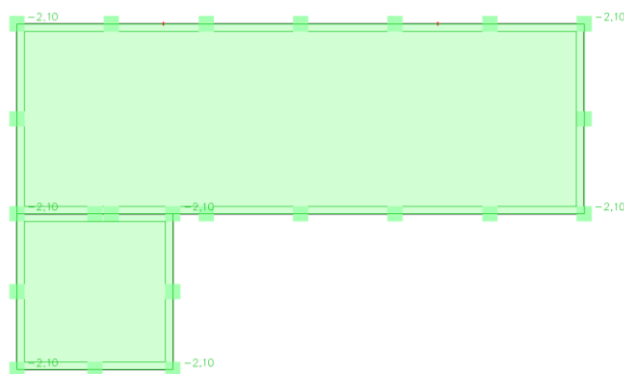
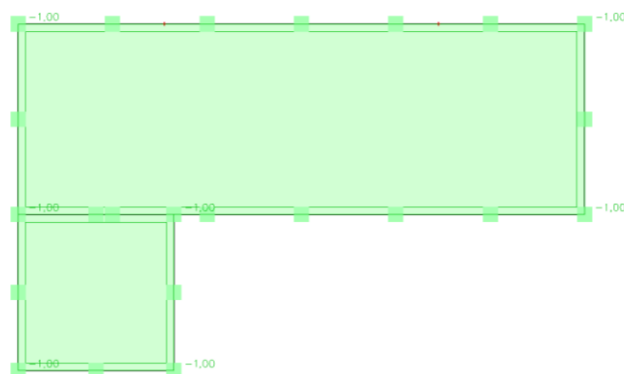
### 6.5. STROPNA PLOČA TREĆEG KATA P500



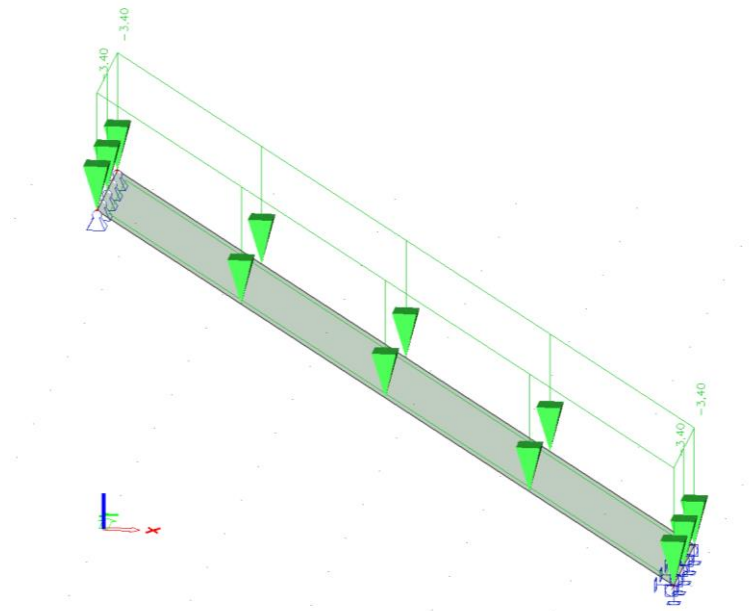
Slika 6.9. Dodatno stalno opterećenje



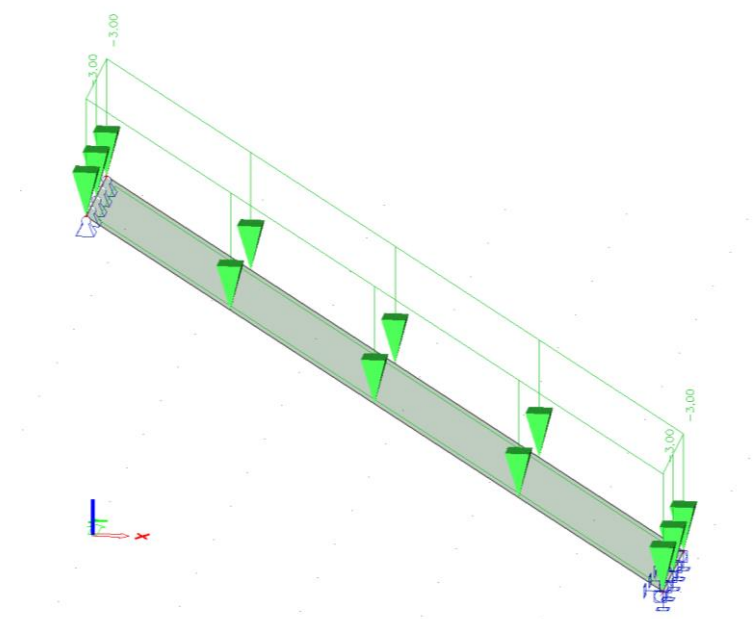
Slika 6.10. Promjenjivo opterećenje

**6.6. STROPNA PLOČA LIFTA I STUBIŠTA P600***Slika 6.11. Dodatno stalno opterećenje**Slika 6.12. Promjenjivo opterećenje*

## 6.7. STUBIŠTE



Slika 6.13. Dodatno stalno opterećenje



Slika 6.14. Promjenjivo opterećenje

## 7. KOMBINACIJE DJELOVANJA

Osnovna djelovanja kombiniraju se za granično stanje nosivosti i granično stanje uporabljivosti

### Granično stanje uporabljivosti

Oznaka kombinacije	Opis kombinacije i faktoriranje	Kontrola:
<b>GSU-1</b>	česta kombinacija: $1.0G + \Psi_{1i} * Q_i$ $1.0G + 0.5Q_1 + 1.0Z$	progibi ploča i greda
<b>GSU-2</b>	nazovistalna kombinacija: $1.0G + \Psi_{2i} * Q_i$ $1.0G + 0.3Q_1 + 1.0Z$	ograničenje tlačnog naprezanja u a-b elementima; dugotrajni progib

### Granično stanje nosivosti

	<b>vodeće djelovanje Q (promjenjivo)</b>
<b>GSN</b>	$1,35 * G + 1,5 * Q$

	<b>vodeće djelovanje F (potres) (koeficijent zauzetosti – nezavisno zauzeti katovi: <math>\varphi=0.5</math>)</b> <b>Napomena: Program automatski generira kombinacije s <math>+S_x</math> i <math>-S_x</math>, odnosno <math>+S_y</math> i <math>-S_y</math></b>
<b>GSN-SX</b>	$1.0G \pm 1.0 * (1.0S_x \pm 0.3 * S_y \pm T_x) + 0.3Q$
<b>GSN-SY</b>	$1.0G \pm 1.0 * (1.0S_y \pm 0.3 * S_x \pm T_y) + 0.3Q$

### Ograničenja naprezanja u betonu

- Ograničenje srednjeg tlačnog naprezanja:

$\sigma_c \leq 0.45 f_{ck}$  za nazovistalnu kombinaciju  $GSU2 = 1.0G + \psi_2 Q_i$

za C25/30,  $\sigma_c \leq 0.45 * 25 = 11.25$  Mpa

za C30/37,  $\sigma_c \leq 0.45 * 30 = 13.50$  MPa



**AB zidovi**

- Minimalna debljina:  $b_{wo} \geq \max \{0.15 \text{ m}, h_s/20=3.52/20=0.18 \text{ m}\}$ , ( $h_s$ =svijetla katna visina)

- Ograničenje naprezanja u betonu (srednjeg tlačnog naprezanja) je:

$$\mathbf{v_d = N_{Ed}/A_{cfd} \leq 0.60 \text{ (klasa DCM), odnosno } \sigma_c, S_d, E \leq 0.60 * f_{ck}}$$

$N_{Ed}$  = uzdužna sila u proračunu potresne proračunske situacije

seizmička kombinacija za C25/30:  $\sigma_c, S_d, E \leq 0.60 * (25) = 15 \text{ Mpa}$

seizmička kombinacija za C30/37:  $\sigma_c, S_d, E \leq 0.60 * (30) = 18 \text{ Mpa}$

- Kritično područje:

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

$h_s$ =svijetla katna visina)

- Minimalno armiranje:

na krajevima zida:

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

spone: min  $\emptyset 6$ ; max. razmak:  $\min \{8db_L, b_o/2, 175 \text{ mm}\}$  ( $db_L$ =promjer vert. šipki;

$b_o$ =širina jezgre)

ostali dio zida:

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

$b = 25 \text{ cm}$ ;  $A_{s,min} = 0.002 * 25 * 100/2 = 2.5 \text{ cm}^2/\text{m}$  obostrano

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

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

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

- Najmanji omjer poprečne armature  $\rho_{w,min}$  velikih slabo armiranih betonskih zidova:

$\rho_{w,min} = 0.15 \cdot (f_{ct,m}/f_{yd})$ .

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

$b = 25 \text{ cm}$ ;  $A_{s,min} = 0.0009 * 25 * 100/2 = 1.125 \text{ cm}^2/\text{m}$  obostrano

C 30/37 ( $f_{ct,m} = 2.9 \text{ MPa}$ ); B 500B ( $f_y = 500 \text{ MPa}$ );  $\rho_{w,min} = 0.15 * (2.9/435) = 0.001$

$b = 25 \text{ cm}$ ;  $A_{s,min} = 0.001 * 25 * 100/2 = 1.250 \text{ cm}^2/\text{m}$  obostrano

- Kontroliraju se posmična naprezanja za seizmičke kombinacije. Računska posmična naprezanja (poprečna sila) se uvećavaju za 50% u kritičnom presjeku.

Računsko posmično naprezanje ( $\tau_c$ ) koje preuzima zid s minimalnom armaturom iznosi:

$$V_{Rd,c} = [CR_{d,c} * k * (100 * \rho_1 * f_{ck})^{1/3} + k_1 * \sigma_{cp}] * b_w * d$$

$$CR_{d,c} = 0.18 / \gamma_c = 0.18 / 1.5 = 0.12 ; k_1 = 0.15$$

$$b_w = 25 \text{ cm}; k = 1 + (200/d)^{(1/2)} \leq 2; (d \text{ u mm}); k = 1 + (200/1000)^{(1/2)} = 1.5$$

$$\rho_1 = A_s / (b_w * d) \leq 0.02 = 2.8300 / (25 * 100) = 0.0011 \text{ (Q 283 minimalno)}$$

$$V_{Rd,c} = (0.12 * 1.5 * (100 * 0.0011 * 25)^{(1/3)} + 0.15 * 0.0) * 1.0 * 0.25 * 1000 = 63,05 \text{ kN/m}$$

$$v_{min} = 0.035 * k^{3/2} * f_{ck}^{1/2} = 0.035 * 1.5^{(3/2)} * 25.0^{(1/2)} = 0.32$$

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = (0.32 + 0.15 \cdot 0.0) \cdot 1.0 \cdot 0.25 \cdot 1000 = 80 \text{ kN/m}$$

( $\sigma_{cp,min} = 0.0 \text{ MPa}$ )

### Stupovi

- Za stupove koji ne preuzimaju sile potresa:
  - Minimalne dimenzije presjeka stupova  $b_{min} = 20 \text{ cm}$ .
  - Horizontalni razmak vertikalne armature stupova  $\leq 40 \text{ cm}$ .
  - Min. i max. % armature za stupove:  $A_{s,min} = 0.003 \cdot b \cdot h$ ;  $A_{s,max} = 0.040 \cdot b \cdot h$
  - $A_{s,min} = 4\emptyset 12$ ; za okrugli stup:  $A_{s,min} = 6\emptyset 12$
- Za stupove koji preuzimaju sile potresa:
  - Minimalne dimenzije presjeka stupova su  $b_{min} = 25 \text{ cm}$ .
  - Ograničenje naprezanja u betonu (srednjeg tlačnog naprezanja) je:
 
$$A_c = b \cdot h \geq (N_{Ed}) / (0.65 \cdot f_{cd})$$
; (klasa M),  $N_{Ed}$  = uzdužna sila u proračunu potresne proračunske situacije
  - Horizontalni razmak vertikalne armature stupova  $\leq 20 \text{ cm}$ .
  - Min. i max. % armature za stupove:  $A_{s,min,potres} = 0.010 \cdot b \cdot h$ ;  $A_{s,min} = 8\emptyset 12$ ;  $A_{s,max} = 0.040 \cdot b \cdot h$
  - Spone (vilice) na srednjoj visini stupa su na razmaku od 12 puta najmanjeg promjera vertikalne armature. Uz vrh i uz podnožje stupa, na duljini veće dimenzije presjeka stupa, taj je razmak smanjen tako da je množen s 0.6.

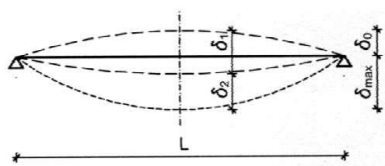
### Grede

- Minimalne dimenzije presjeka greda: širina  $b = 20 \text{ cm}$ , visina  $h = L/12$
- Min. i max. % armature za grede T-presjeka:
  - u polju:  $A_{s,min} = 0.0015 \cdot b_w \cdot d$      $A_{s,max} = 0.85 \cdot b_{eff} \cdot h_f \cdot (f_{cd}/f_{yd})$
  - na ležaju:  $A_{s,min} = 0.0015 \cdot b_{eff} \cdot d$      $A_{s,max} = 0.31 \cdot b_w \cdot d \cdot (f_{cd}/f_{yd})$
- Granične (max.) širine pukotina su  $w \leq 0.3 \text{ mm}$

### Progibi

Maksimalni dopušteni progib:  $\delta_{max} = \delta_1 + \delta_2 - \delta_0$

- Granični (max.) progib je:  $\delta_{max} = L/250$



$\delta_0$  = nadvišenje  
 $\delta_1$  = progib od kratkotrajnog opterećenja  
 $\delta_2$  = progib od vremenskih efekata  
 $\delta_{max}$  = maksimalni (ukupni) progib

- $\delta_0$  = nadvišenje u oplati ( $\delta_{0,max} = L/350$ )
- $\delta_1$  = kratkotrajni trenutni progib od stalnih i promjenjivih opterećenja (bez puzanja):

Mjerodavna kombinacija, česta kombinacija:

$$GSU-1 = 1.0G + \psi 1i * Qi = 1.0G + 0.5Q1$$

-  $\delta 2$  = dugotrajni (s uključenjem puzanja): GSU-2:  $1.0G + \psi 2i Q1$

Mjerodavna kombinacija, nazovistalna kombinacija:

$$GSU-2 = 1.0G + \psi 2i Q1 = 1.0G + 0.3Q1$$

### - PROVJERA PROGIBA:

Elastični progib dobiven proračunom po linearnoj teoriji:  $\delta EL$

1/ Progib od kratkotrajnog opterećenja (nelinearni):  $\delta 1 = 2.5 * \delta EL$

2/ Progib od kratkotrajnog opterećenja + vremenskih efekata:  $\delta 1 + \delta 2 = 5.0 * \delta EL$

**1/ Progib od kratkotrajnog opterećenja (s uključenjem materijalne nelinearnosti):**

$$GSU-1 = 1.0G + \psi 1i * Qi = 1.0G + 0.5Q1$$

**Dopušteni računski progib od kratkotrajnog opterećenja:**  $\delta_{max, RAČ} = \delta 1 - \delta 0 \leq L/400$

$$\delta 1 \approx 2.5 * \delta EL ; \text{nadvišenje } \delta 0 = L/350 \quad \delta_{max, RAČ} = \delta EL * 2.5 - \delta 0 \leq L/400$$

$$\text{s nadvišenjem } \delta 0 = L/350: \delta EL \leq (L/400 + L/350)/2.5 = L/467$$

$$\text{bez nadvišenja: } \delta EL \leq (L/400)/2.5 = L/1000$$

**2/ Progib od kratkotrajnog opterećenja + vremenskih efekata (puzanje):**

$$GSU-2 = 1.0G + \psi 2i * Qi = 1.0G + 0.3Q1$$

Približni iznos ukupnog progiba od kratkotrajnog opterećenja + vremenskih efekata:

$$(\delta 1 + \delta 2) \approx \delta EL * 5.0$$

**Dopušteni računski progib:**  $\delta_{max, RAČ} = (\delta 1 + \delta 2) - \delta 0 \leq L/250$

$$\delta 1 + \delta 2 = 5.0 * \delta EL; \text{nadvišenje } \delta 0 = L/350 \quad \delta_{max, RAČ} = \delta EL * 5.0 - L/350 \leq L/250$$

$$\text{s nadvišenjem } \delta 0 = L/350: \delta EL \leq (L/250 + L/350)/5.0 = L/730$$

$$\text{bez nadvišenja: } \delta EL \leq (L/250)/5.0 = L/1250$$

### Pomaci od djelovanja potresa

Za proračun pomaka na djelovanje potresa primjenjuje se model sa spriječenim pomacima pri dnu zidova podrumске etaže.:

Računsko ubrzanje tla: (TNCR=95 godina; 10 godina; PNCR=10%):  $agr, GSU = 0.183$

$$g = 1,795 \text{ m/s}^2$$

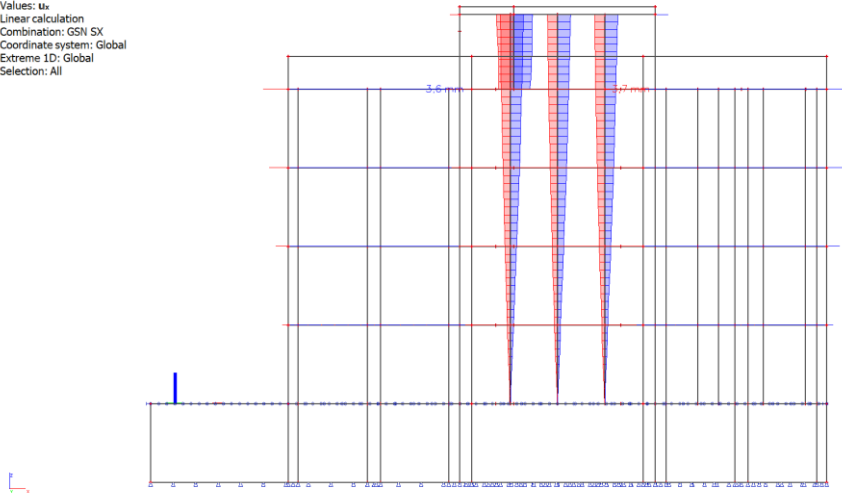
Krutost svih a-b presjeka (zidova) uzima se s 50% intenziteta (kroz smanjenje modula

E):  $KGSU = 0.5KGSN$

Ograničenje međukatnog pomaka:  $dr \leq 0.005 h$

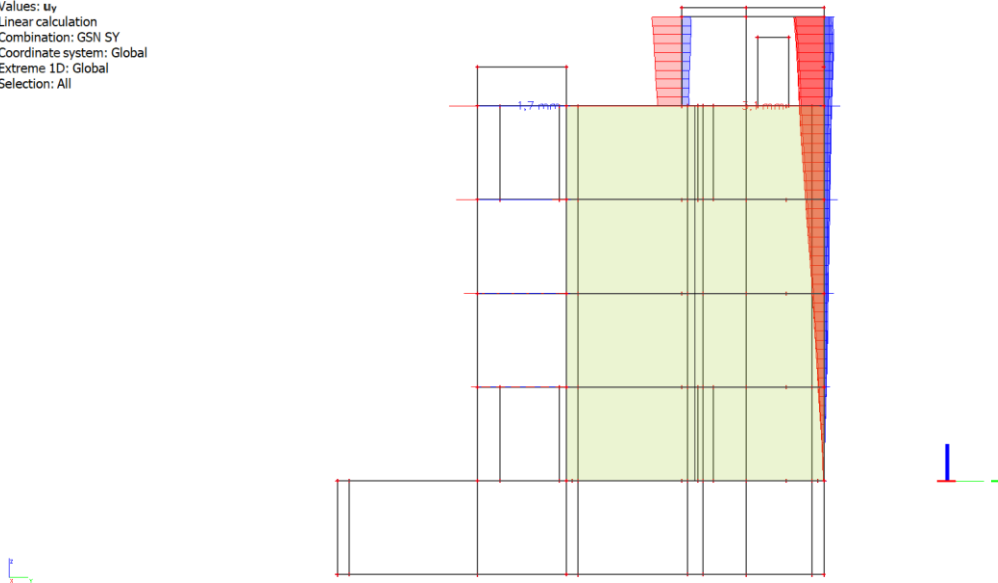
Za visinu etaže  $h = 3.0 \text{ m}$ ;  $de, max = 3000 \text{ mm} * 0.005 / 1.5 = 10 \text{ mm}$

**1D deformations**  
 Values:  $u_x$   
 Linear calculation  
 Combination: GSN SX  
 Coordinate system: Global  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All



Slika 7.1. Pomak u smjeru  $x$  za potresnu kombinaciju GSN SX

**1D deformations**  
 Values:  $u_y$   
 Linear calculation  
 Combination: GSN SY  
 Coordinate system: Global  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All



Slika 7.2. Pomak u smjeru  $y$  za potresnu kombinaciju GSN SY

## 8. DIMENZIONIRANJE KARAKTERISTIČNIH ELEMENATA

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

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

Mjerodavna kombinacija za dimenzioniranje horizontalnih elemenata:

GSU: 1.0g+0.3q – granično stanje uporabljivosti

KGS: 1.35g+1.5q – krajnje granično stanje

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

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

Međukatne ploče predmetne konstrukcije projektirane su debljine 20,25 cm.

Minimalna potrebna armatura za ploče:

→ za ploču d=20,0 cm →  $0.0015 \cdot 100 \cdot 17.5 = 2.63 \text{ cm}^2/\text{m}^1$  → odabrano minimalno Q-283

→ za ploču d=25,0 cm →  $0.0015 \cdot 100 \cdot 22.5 = 3.38 \text{ cm}^2/\text{m}^1$  → odabrano minimalno Q-385

U nastavku je prikazan proračun:

Pozicije 101,102,103 – ploča iznad garaže – međukatna konstrukcija

Pozicije 200 – ploča iznad prizemlja – međukatna konstrukcija

Pozicije 300 – ploča iznad 1. kata – međukatna konstrukcija

Pozicije 400 – ploča iznad 2. kata – međukatna konstrukcija

Pozicije 500 – ploča iznad 3. kata – međukatna konstrukcija

Pozicije 600 – ploča iznad lifta i stubišta – krovna konstrukcija

Sve ab elemente izraditi od betona C25/30 i armirati s B500B.

## 8.1. HORIZONTALNE KONSTRUKCIJE

## POZICIJA 101

## POZICIJA 101- KONSTRUKCIJA IZNAD GARAŽE

Poprečni presjek ploče:



h=20 cm

zaštitni sloj a=3 cm, a'=3 cm

d=17 cm

Beton:

C 25/30;  $f_{ck}=25.0$  MPa

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25.0}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}$$

Armatura:

B 500B;  $f_{yk}=500.0$  MPa

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500.0}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}$$

Limitirajući moment savijanja:

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

$$M_{Rd,lim} = 0.159 \cdot (1.0 \cdot 0.17^2) \cdot (25/1.5) \cdot 1000 = \mathbf{76,59 \text{ kNm}}$$

Min. i max. % armature za ploče:

$$A_{s,min} = 0.0015 \cdot b \cdot d = 0.0015 \cdot 100 \cdot 17.0 = 2,55 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = 0.6 \cdot b \cdot d / f_{yk} = 0.6 \cdot 100 \cdot 17.0 / 500 = 2,04 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,max} = 0.31 \cdot b \cdot d \cdot (f_{cd} / f_{yd}) = 0.31 \cdot 100 \cdot 17.0 \cdot (25/1.5) / (500 / 1.15) = 20,20 \text{ cm}^2/\text{m}$$

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

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

$$A_{s1,s2} = M_{Sd} \cdot 0,15$$

Napomena: Prethodni izrazi vrijede za moment  $M_{Sd}$  u [kNm] i armaturu  $A_{s1,s2}$  u [cm<sup>2</sup>].**Dobivenu armaturu zbog preraspodjele umanjiti nad ležajem za 15 % i povećati u polju 25%.**

Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c = 0.18 / 1.5 = 0.12 ; k_1 = 0.15$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2; (d \text{ u mm});$$

$$k = 1 + (200/170)^{1/2} = 2,08 \quad k = 2$$

$$\rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d) \leq 0.02 = 2,55 / (100 \cdot 17) = 0,0015$$

$$V_{Rd,c} = (0.12 \cdot 2.0 \cdot (100 \cdot 0.0015 \cdot 25)^{1/3} +$$

$$+ 0.15 \cdot 0.0) \cdot 1.0 \cdot 0.17 \cdot 1000$$

$$V_{Rd,c} = 65,92 \text{ kN/m}$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 2.0^{3/2} \cdot 25.0^{1/2} = 0.525$$

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d =$$

$$(0.525 + 0.15 \cdot 0.0) \cdot 1.0 \cdot 0.17 \cdot 1000 = \mathbf{89,25 \text{ kN/m}}$$

Dopušteni računski progib s uključenjem materijalne nelinearnosti (za kratkotrajno djelovanje):

$$GSU-1 = 1.0G + \psi_{1i} \cdot Q_i = 1.0G + 0.5Q_1$$

$$\text{bez nadvišenja: } \delta_{EL} \leq L/1000$$

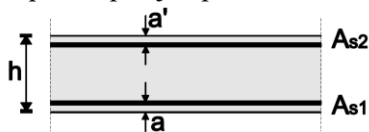
Dopušteni računski progib s uključenjem puzanja (za dugotrajno djelovanje):

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

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

### POZICIJA 102,103- KONSTRUKCIJA IZNAD GARAŽE

Poprečni presjek ploče:



$h=25$  cm

zaštitni sloj  $a=3$  cm,  $a'=3$  cm

$d=22$  cm

Beton:

C 25/30;  $f_{ck}=25.0$  MPa

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25.0}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}$$

Armatura:

B 500B;  $f_{yk}=500.0$  MPa

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500.0}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}$$

Limitirajući moment savijanja:

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

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

Min. i max. % armature za ploče:

$$A_{s,min} = 0.0015 \cdot b \cdot d = 0.0015 \cdot 100 \cdot 22.0 = 3,3 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = 0.6 \cdot b \cdot d / f_{yk} = 0.6 \cdot 100 \cdot 22.0 / 500 = 2,64 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,max} = 0.31 \cdot b \cdot d \cdot (f_{cd} / f_{yd}) = 0.31 \cdot 100 \cdot 22.0 \cdot (25/1.5) / (500/1.15) = 26,14 \text{ cm}^2/\text{m}$$

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

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

$$A_{s1,s2} = M_{Sd} \cdot 0,15$$

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

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

Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c = 0.18 / 1.5 = 0.12 ; k_1 = 0.15$$

$$k = 1 + (200/d)^{(1/2)} \leq 2; (d \text{ u mm});$$

$$k = 1 + (200/220)^{(1/2)} = 1,95$$

$$\rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d) \leq 0.02 = 3,3 / (100 \cdot 22) = 0,0015$$

$$V_{Rd,c} = (0.12 \cdot 1,95 \cdot (100 \cdot 0.0015 \cdot 25)^{(1/3)} +$$

$$+ 0.15 \cdot 0.0) \cdot 1.0 \cdot 0.22 \cdot 1000$$

$$V_{Rd,c} = 80,12 \text{ kN/m}$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 1,95^{(3/2)} \cdot 25.0^{(1/2)} = 0.478$$

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d =$$

$$(0.478 + 0.15 \cdot 0.0) \cdot 1.0 \cdot 0.22 \cdot 1000 = \mathbf{105,12 \text{ kN/m}}$$

Dopušteni računski progib s uključenjem materijalne nelinearnosti (za kratkotrajno djelovanje):

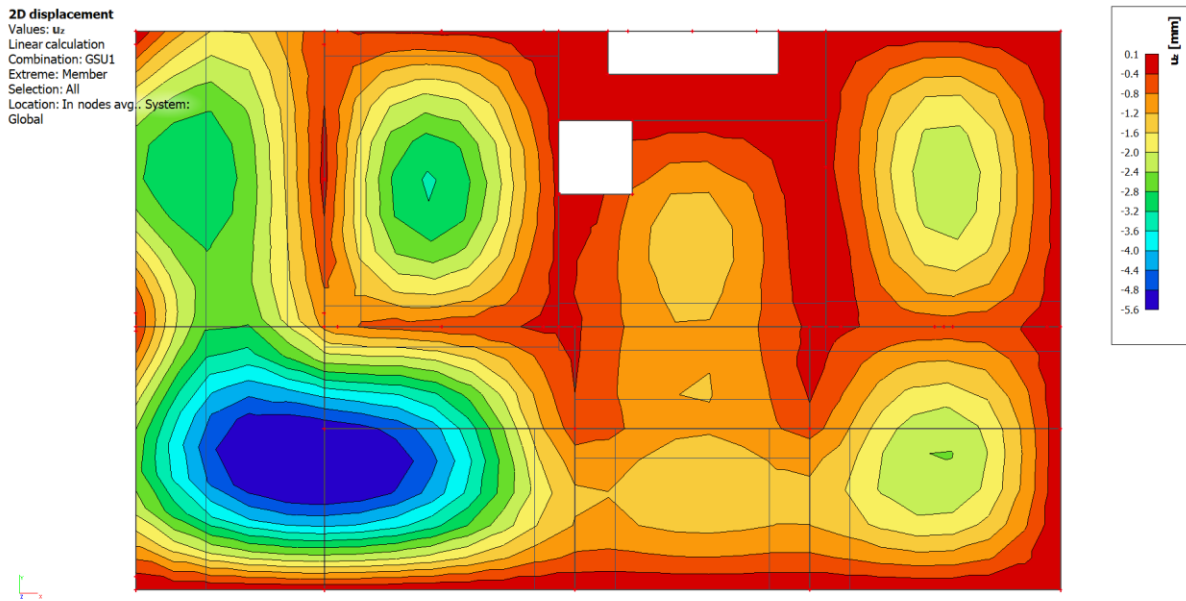
$$GSU-1 = 1.0G + \psi_{1i} \cdot Q_i = 1.0G + 0.5Q_1$$

$$\text{bez nadvišenja: } \delta_{EL} \leq L/1000$$

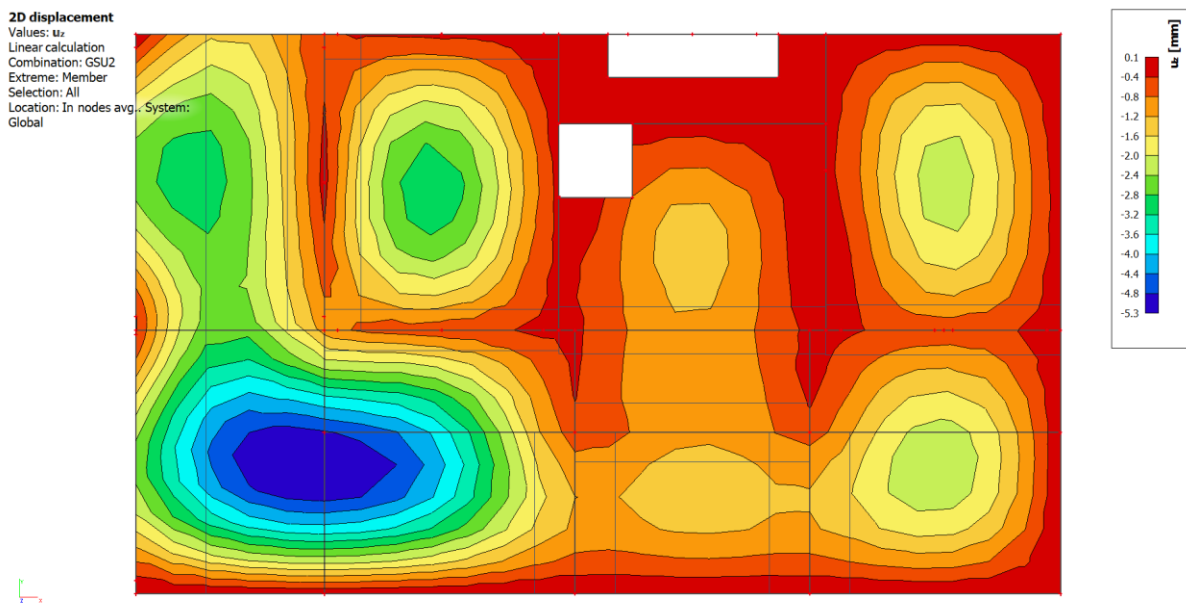
Dopušteni računski progib s uključenjem puzanja (za dugotrajno djelovanje):

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

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

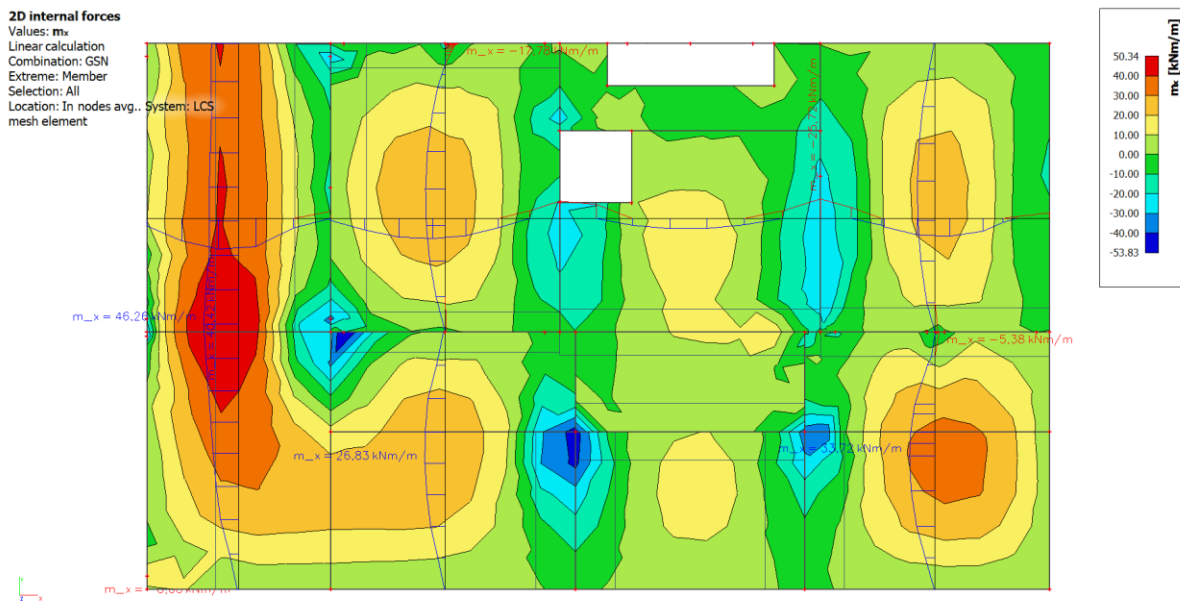


Slika 8.1.1. Progibi ploča [mm] za GSU-1 ( $\delta EL \leq L/250$ )

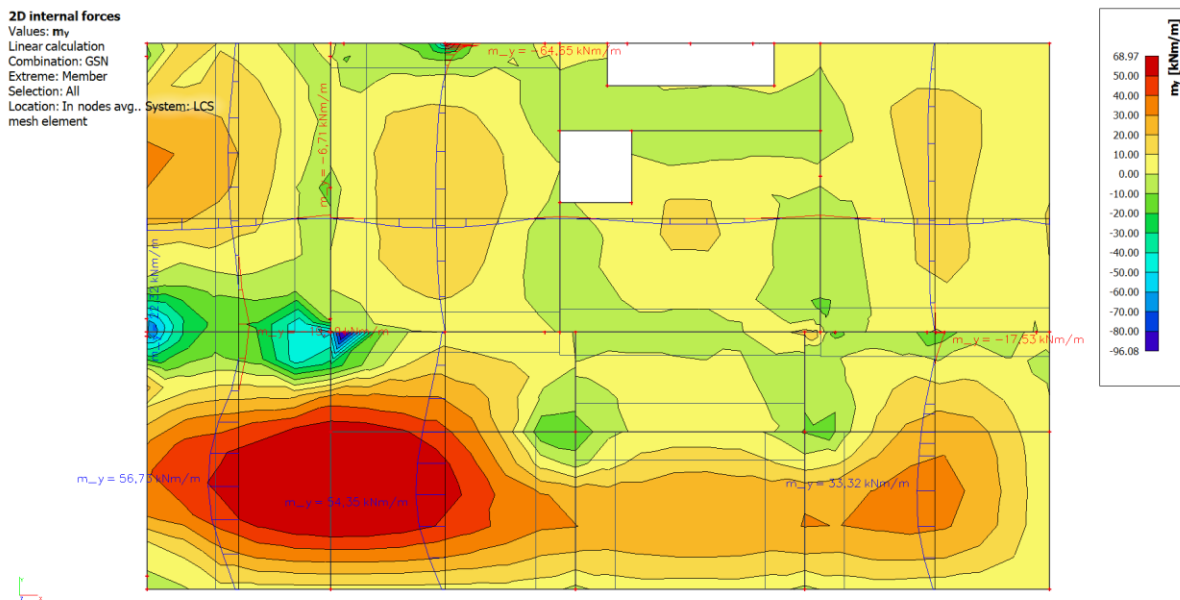


Slika 8.1.2. Progibi ploča [mm] za GSU-2 ( $\delta EL \leq L/1250$ )

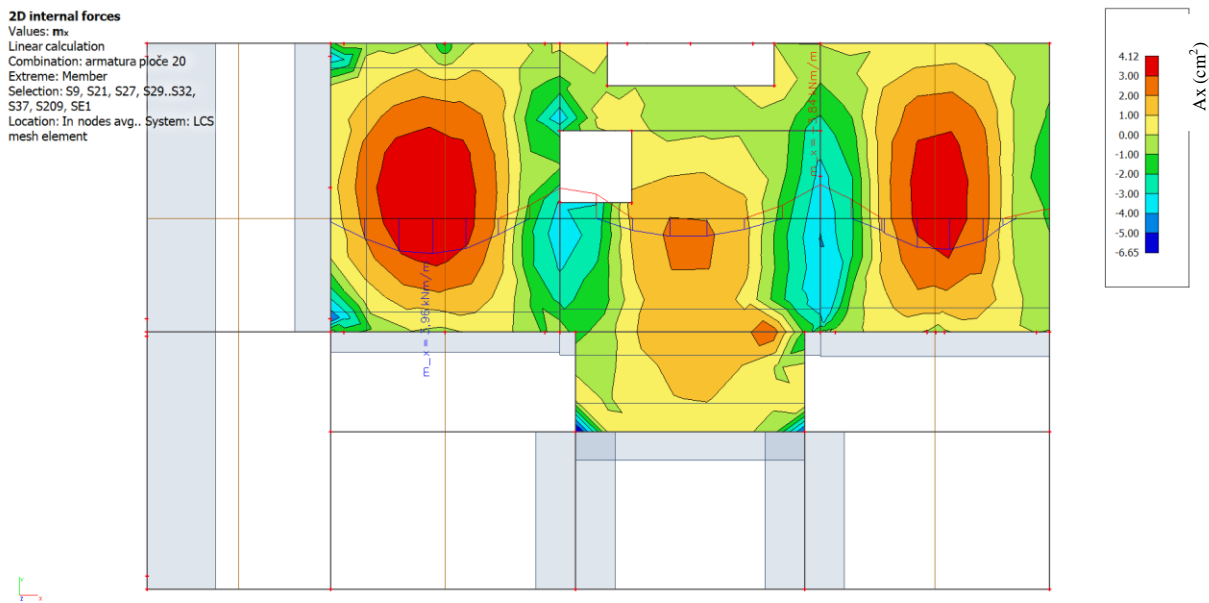




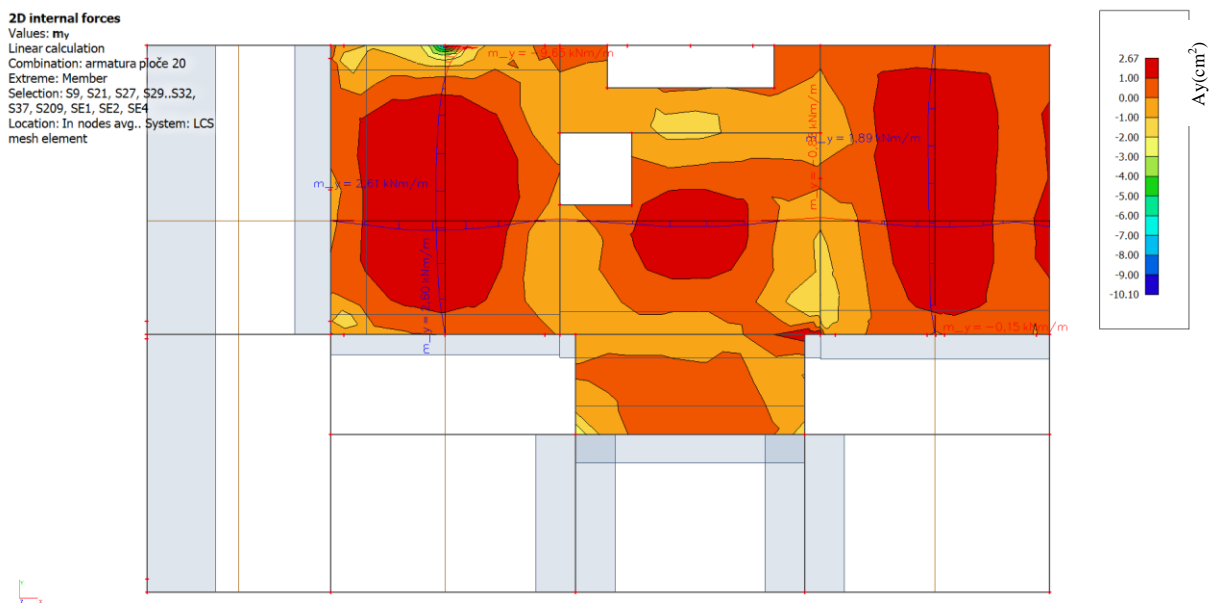
Slika 8.1.3. Momenti savijanja  $M_x$  za GSN



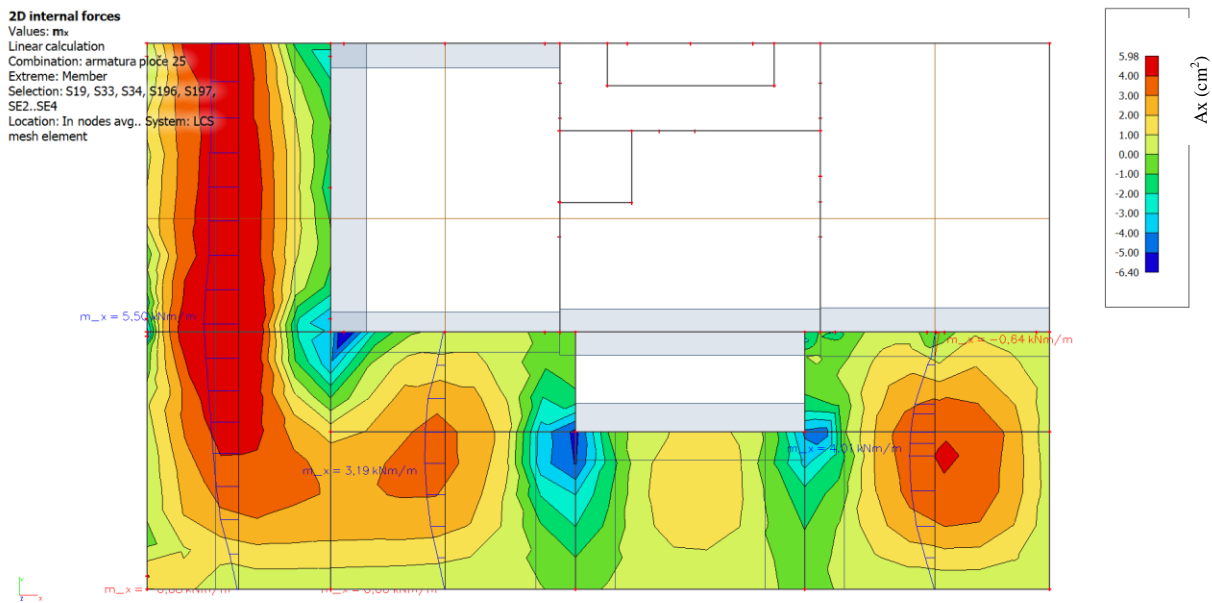
Slika 8.1.4. Momenti savijanja  $M_y$  za GSN



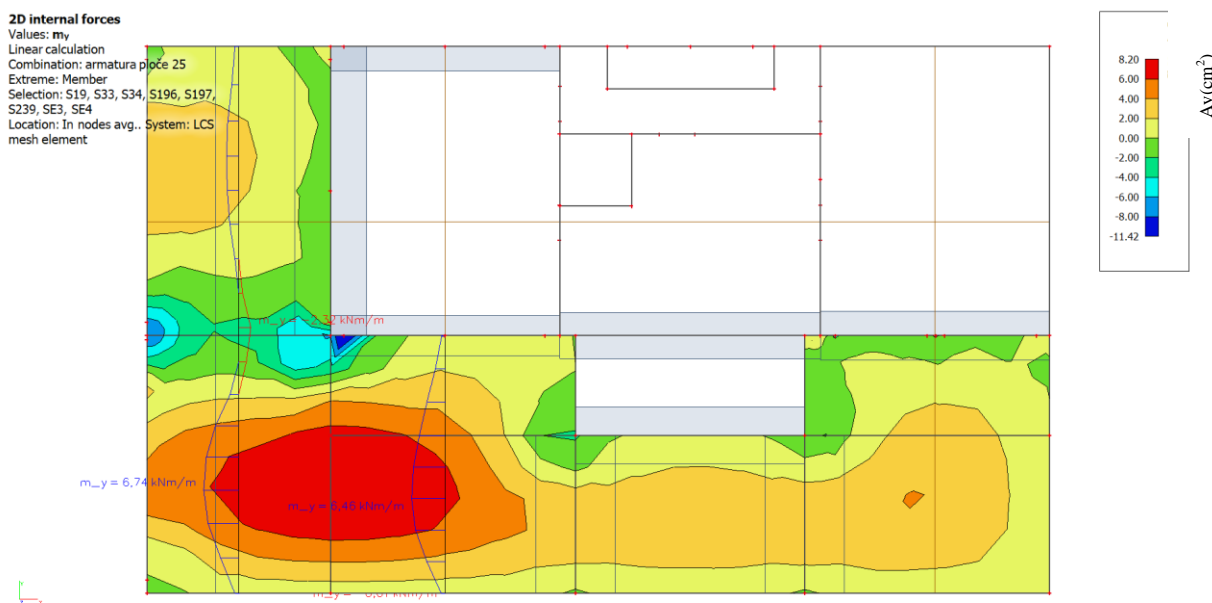
Slika 8.1.5. Armatura ploče  $d=20\text{cm}$  smjer  $x-x$  za GSN



Slika 8.1.6. Armatura ploče  $d=20\text{cm}$  smjer  $y-y$  za GSN



Slika 8.1.7. Armatura ploče d=25cm smjer x-x za GSN



Slika 8.1.8. Armatura ploče d=25cm smjer y-y za GSN

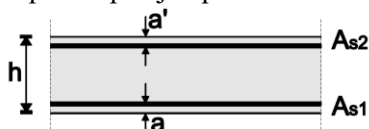
Ploču pozicije P101 armirati sa mrežastom armaturom **Q503** u donju zonu i **Q196** u gornju zonu, pozicije P102 i P103 armirati sa **Q503** u donju zonu i između osi 0-2/C-E te 5-6/C-E dodatno armirati šipkama **Ø10/20**. Preko svih oslonaca u gornju zonu armirati mrežom **Q503+Ø10/20** preko oslonca.

Napomena: Ekstreme u kutovima ploča dodatno armirati šipkama pod kutom od 45° **2xØ12**.

## POZICIJA 200

## POZICIJA 200- KONSTRUKCIJA IZNAD PRIZEMLJA

Poprečni presjek ploče:



h=20 cm

zaštitni sloj a=3 cm, a'=3 cm

d=17 cm

Beton:

C 25/30;  $f_{ck}=25.0$  MPa

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25.0}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}$$

Armatura:

B 500B;  $f_{yk}=500.0$  MPa

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500.0}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}$$

Limitirajući moment savijanja:

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

$$M_{Rd,lim} = 0.159 * (1.0 * 0.17^2) * (25/1.5) * 1000 = \mathbf{76,59 \text{ kNm}}$$

Min. i max. % armature za ploče:

$$A_{s,min} = 0.0015 * b * d = 0.0015 * 100 * 17.0 = 2,55 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = 0.6 * b * d / f_{yk} = 0.6 * 100 * 17.0 / 500 = 2,04 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,max} = 0.31 * b * d * (f_{cd} / f_{yd}) = 0.31 * 100 * 17.0 * (25/1.5) / (500/1.15) = 20,20 \text{ cm}^2/\text{m}$$

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

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

$$A_{s1,s2} = M_{Sd} * 0,15$$

Napomena: Prethodni izrazi vrijede za moment  $M_{Sd}$  u [kNm] i armaturu  $A_{s1,s2}$  u [cm<sup>2</sup>].**Dobivenu armaturu zbog preraspodjele umanjiti nad ležajem za 15 % i povećati u polju 25%.**

Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} * k * (100 * \rho_1 * f_{ck})^{1/3} + k_1 * \sigma_{cp}] * b_w * d$$

$$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c = 0.18 / 1.5 = 0.12 ; k_1 = 0.15$$

$$k = 1 + (200/d)^{(1/2)} \leq 2; (d \text{ u mm});$$

$$k = 1 + (200/170)^{(1/2)} = 2,08 \quad k = 2$$

$$\rho_1 = A_{s1} / (b_w * d) \leq 0.02 = 2,55 / (100 * 17) = 0,0015$$

$$V_{Rd,c} = (0.12 * 2.0 * (100 * 0.0015 * 25)^{(1/3)} +$$

$$+ 0.15 * 0.0) * 1.0 * 0.17 * 1000$$

$$V_{Rd,c} = 65,92 \text{ kN/m}$$

$$v_{min} = 0.035 * k^{3/2} * f_{ck}^{1/2} = 0.035 * 2.0^{(3/2)} * 25.0^{(1/2)} = 0.525$$

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 * \sigma_{cp}) * b_w * d =$$

$$(0.525 + 0.15 * 0.0) * 1.0 * 0.17 * 1000 = \mathbf{89,25 \text{ kN/m}}$$

Dopušteni računski progib s uključenjem materijalne nelinearnosti (za kratkotrajno djelovanje):

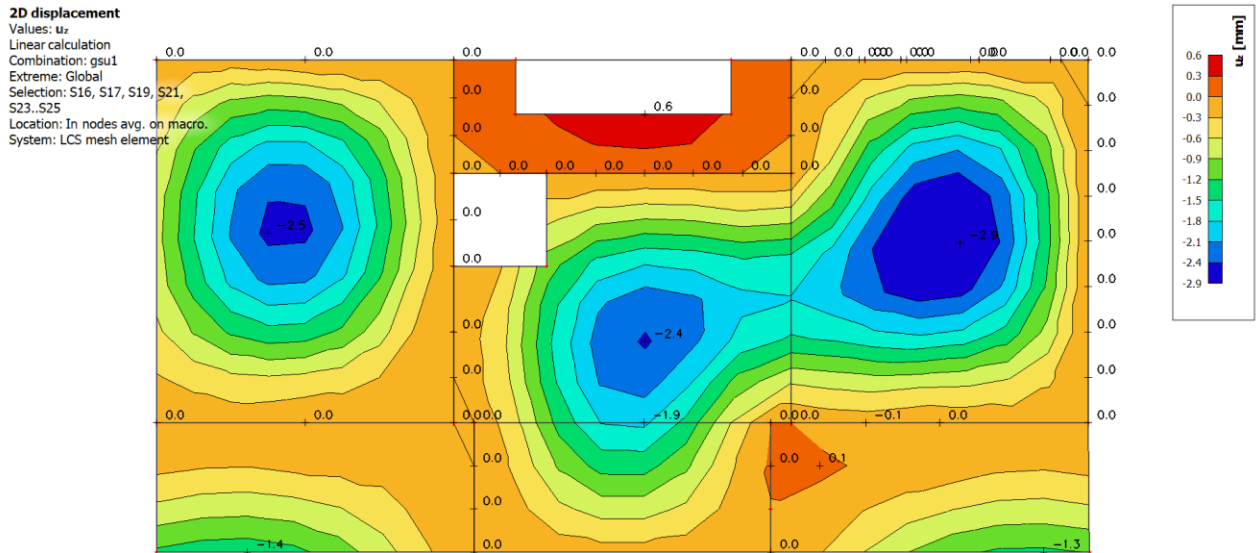
$$GSU-1 = 1.0G + \psi_{1i} * Q_i = 1.0G + 0.5Q_1$$

$$\text{bez nadvišenja: } \delta_{EL} \leq L/1000$$

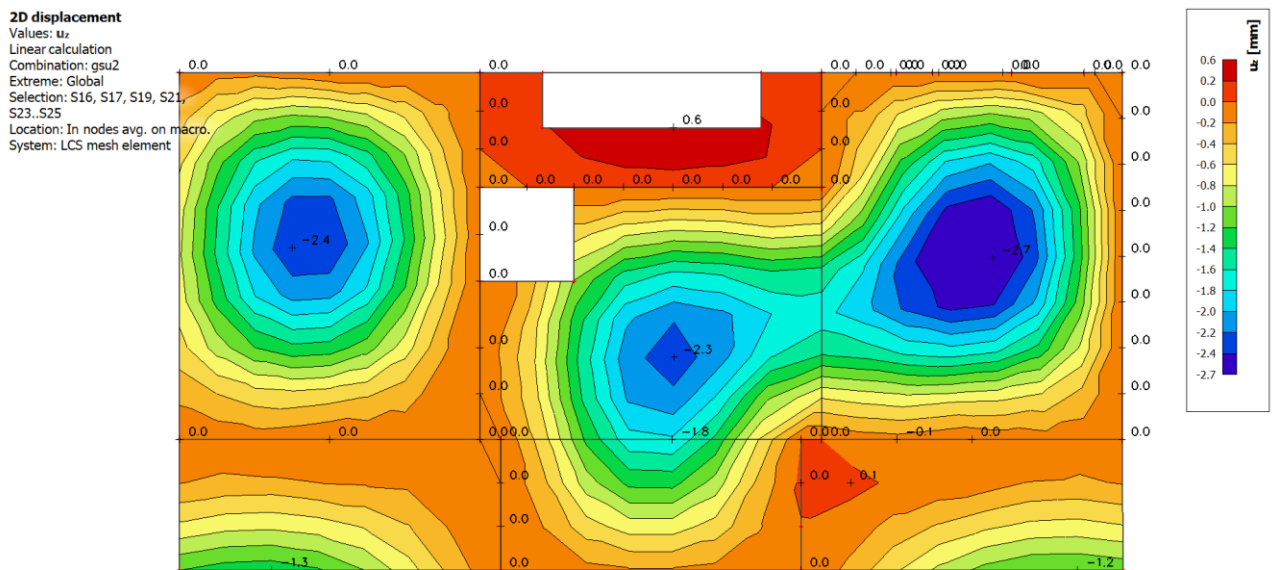
Dopušteni računski progib s uključenjem puzanja (za dugotrajno djelovanje):

$$GSU-2 = 1.0G + \psi_{2i} * Q_i = 1.0G + 0.3Q_1$$

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

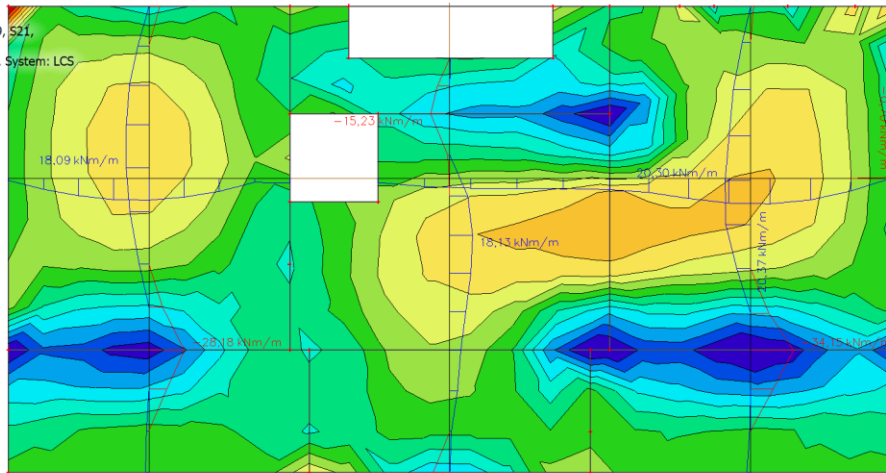


Slika 8.1.9. Progibi ploča [mm] za GSU-1 ( $\delta EL \leq L/250$ )



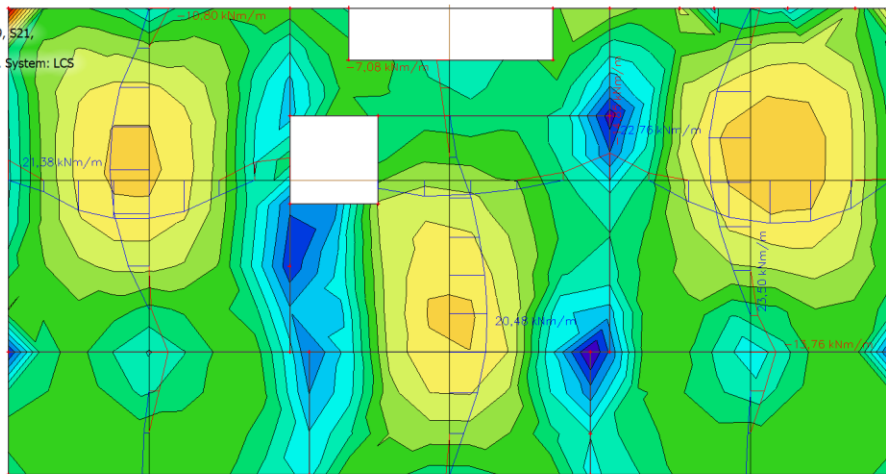
Slika 8.1.10. Progibi ploča [mm] za GSU-2 ( $\delta EL \leq L/1250$ )

**2D internal forces**  
 Values: m<sub>x</sub>  
 Linear calculation  
 Combination: gsn  
 Extreme: Member  
 Selection: S16, S17, S19, S21,  
 S23, S25, SE1...SE4  
 Location: In nodes avg., System: LCS  
 mesh element

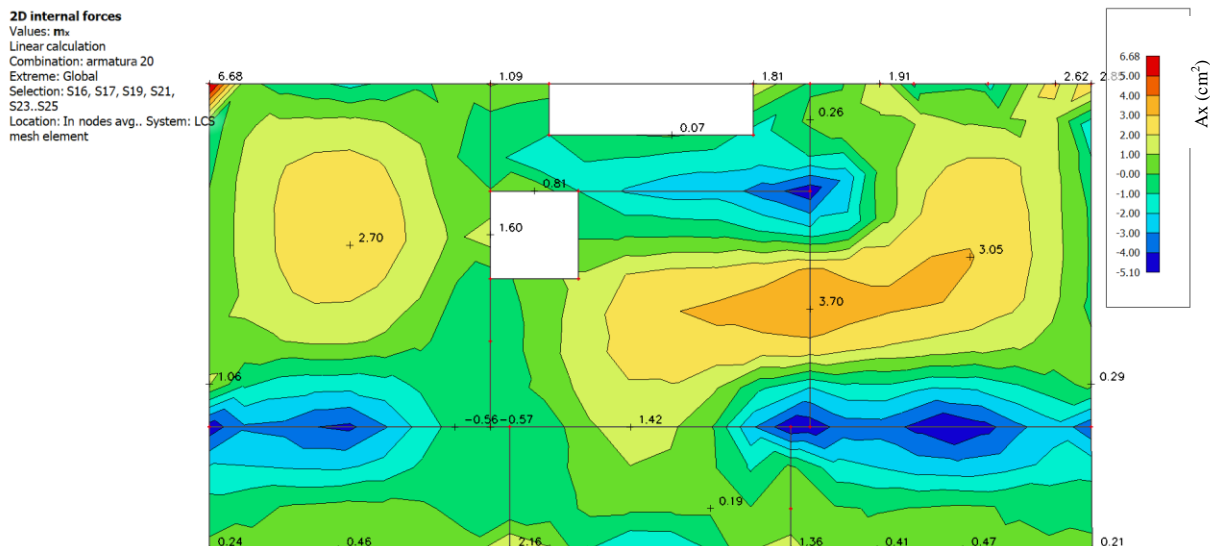


Slika 8.1.11. Momenti savijanja  $M_x$  za GSN

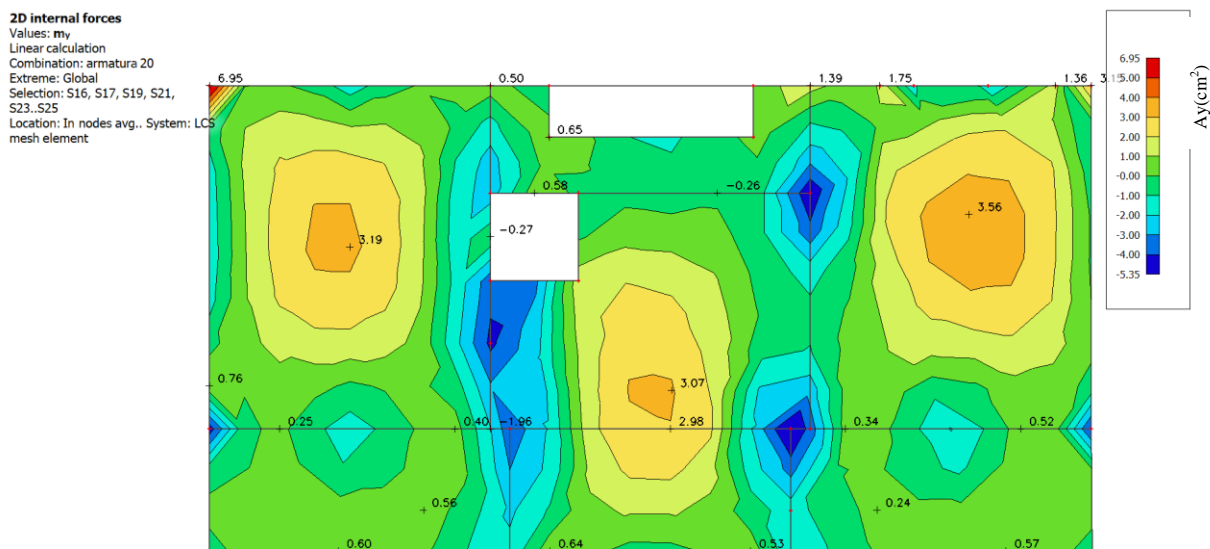
**2D internal forces**  
 Values: m<sub>y</sub>  
 Linear calculation  
 Combination: gsn  
 Extreme: Member  
 Selection: S16, S17, S19, S21,  
 S23, S25, SE1...SE4  
 Location: In nodes avg., System: LCS  
 mesh element



Slika 8.1.12. Momenti savijanja  $M_y$  za GSN



Slika 8.1.13. Armatura ploče  $d=20\text{cm}$  smjer  $x-x$  za GSN



Slika 8.1.14. Armatura ploče  $d=20\text{cm}$  smjer  $y-y$  za GSN

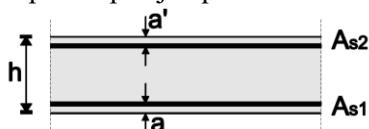
Ploču pozicije P200 armirati sa mrežastom armaturom **Q503** u donju zonu i **Q196** u gornju zonu. Preko svih oslonaca u gornju zonu armirati mrežom **Q503+Ø10/20** preko oslonca.

Napomena: Ekstreme u kutovima ploča dodatno armirati šipkama pod kutom od  $45^\circ$  **2x2Ø12**.

## POZICIJA 300

## POZICIJA 300- KONSTRUKCIJA IZNAD PRVOG KATA

Poprečni presjek ploče:



h=20 cm

zaštitni sloj a=3 cm, a'=3 cm

d=17 cm

Beton:

C 25/30;  $f_{ck}=25.0$  MPa

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25.0}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}$$

Armatura:

B 500B;  $f_{yk}=500.0$  MPa

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500.0}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}$$

Limitirajući moment savijanja:

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

$$M_{Rd,lim} = 0.159 \cdot (1.0 \cdot 0.17^2) \cdot (25/1.5) \cdot 1000 = \mathbf{76,59 \text{ kNm}}$$

Min. i max. % armature za ploče:

$$A_{s,min} = 0.0015 \cdot b \cdot d = 0.0015 \cdot 100 \cdot 17.0 = 2,55 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = 0.6 \cdot b \cdot d / f_{yk} = 0.6 \cdot 100 \cdot 17.0 / 500 = 2,04 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,max} = 0.31 \cdot b \cdot d \cdot (f_{cd} / f_{yd}) = 0.31 \cdot 100 \cdot 17.0 \cdot (25/1.5) / (500/1.15) = 20,20 \text{ cm}^2/\text{m}$$

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

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

$$A_{s1,s2} = M_{Sd} \cdot 0,15$$

Napomena: Prethodni izrazi vrijede za moment  $M_{Sd}$  u [kNm] i armaturu  $A_{s1,s2}$  u [cm<sup>2</sup>].**Dobivenu armaturu zbog preraspodjele umanjiti nad ležajem za 15 % i povećati u polju 25%.**

Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c = 0.18 / 1.5 = 0.12 ; k_1 = 0.15$$

$$k = 1 + (200/d)^{(1/2)} \leq 2; (d \text{ u mm});$$

$$k = 1 + (200/170)^{(1/2)} = 2,08 \quad k=2$$

$$\rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d) \leq 0.02 = 2,55 / (100 \cdot 17) = 0,0015$$

$$V_{Rd,c} = (0.12 \cdot 2 \cdot (100 \cdot 0.0015 \cdot 25)^{(1/3)} +$$

$$+ 0.15 \cdot 0.0) \cdot 1.0 \cdot 0.17 \cdot 1000$$

$$V_{Rd,c} = 65,92 \text{ kN/m}$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 2.08^{(3/2)} \cdot 25.0^{(1/2)} = 0.525$$

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d =$$

$$(0.525 + 0.15 \cdot 0.0) \cdot 1.0 \cdot 0.17 \cdot 1000 = \mathbf{89,25 \text{ kN/m}}$$

Dopušteni računski progib s uključenjem materijalne nelinearnosti (za kratkotrajno djelovanje):

$$GSU-1 = 1.0G + \psi_{1i} \cdot Q_i = 1.0G + 0.5Q_1$$

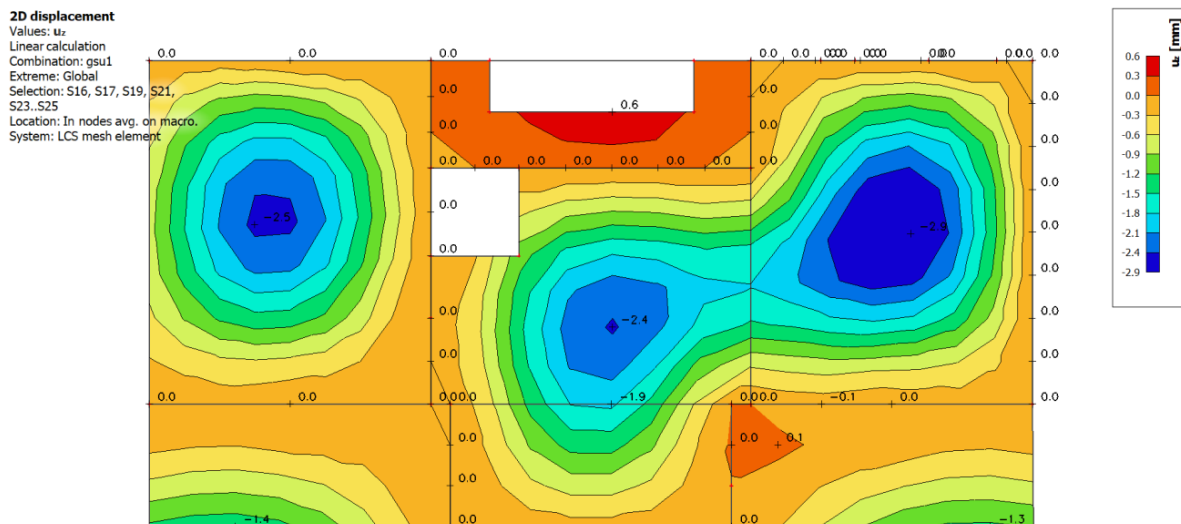
$$\text{bez nadvišenja: } \delta_{EL} \leq L/1000$$

Dopušteni računski progib s uključenjem puzanja (za dugotrajno djelovanje):

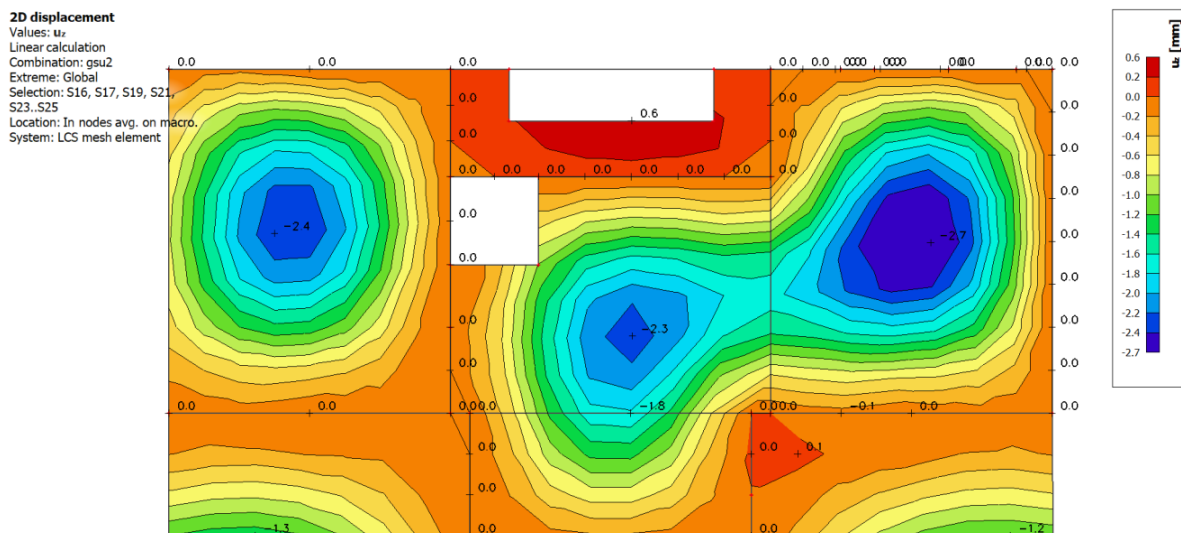
$$GSU-2 = 1.0G + \psi_{2i} \cdot Q_i = 1.0G + 0.3Q_1$$

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





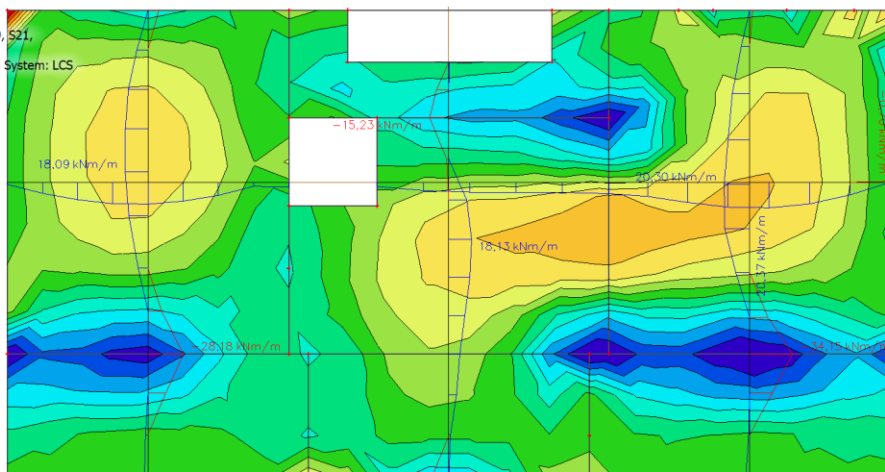
Slika 8.1.15. Progibi ploča [mm] za GSU-1 ( $\delta EL \leq L/250$ )



Slika 8.1.16. Progibi ploča [mm] za GSU-2 ( $\delta EL \leq L/1250$ )

**2D internal forces**

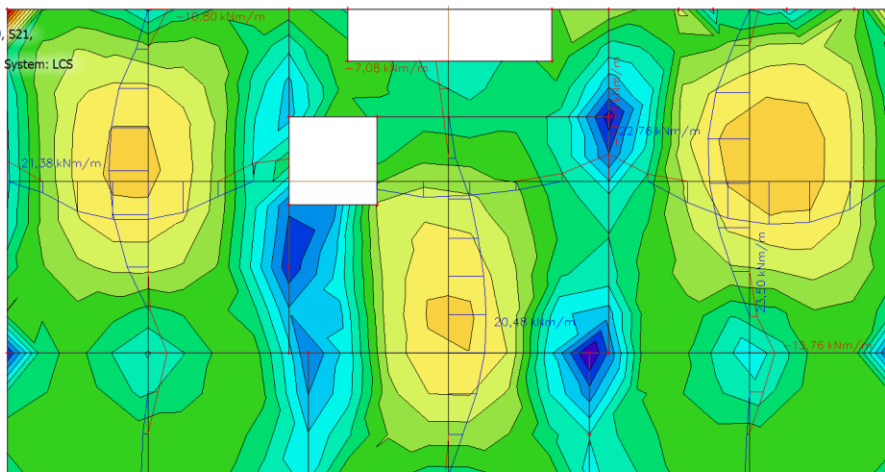
Values:  $m_x$   
 Linear calculation  
 Combination: gsn  
 Extreme: Member  
 Selection: S16, S17, S19, S21, S23, S25, SE1, SE4  
 Location: In nodes avg., System: LCS  
 mesh element



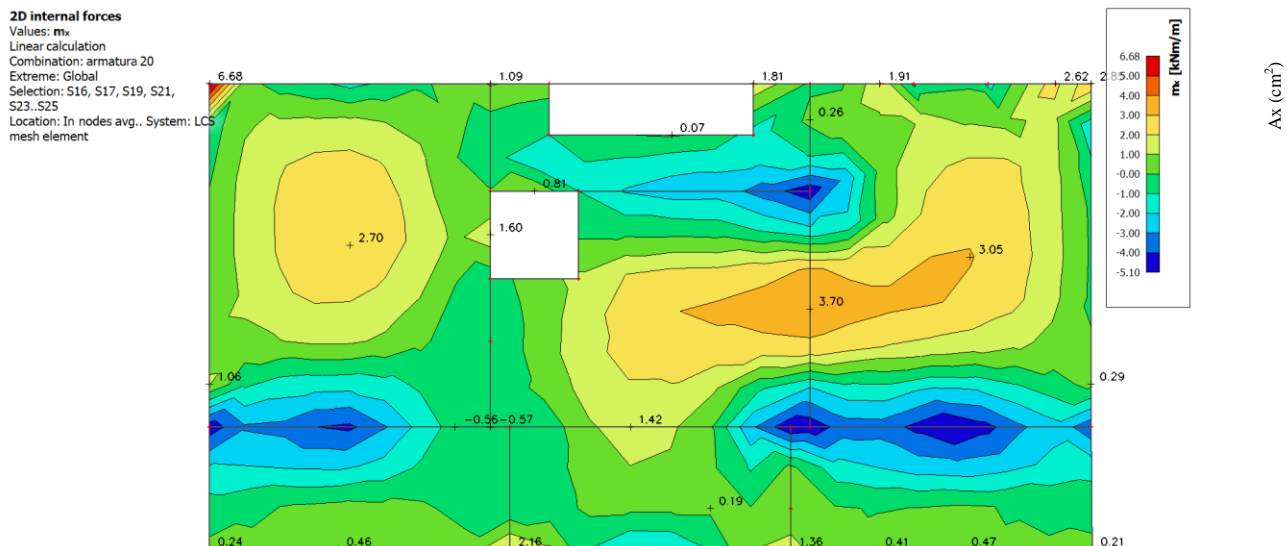
Slika 8.1.17. Momenti savijanja  $M_x$  za GSN

**2D internal forces**

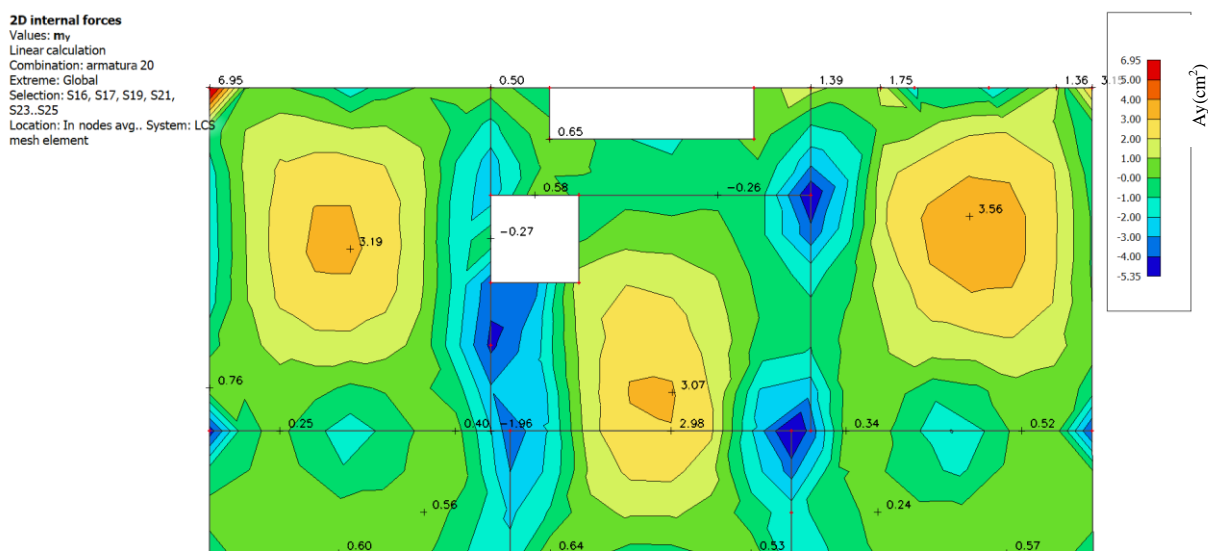
Values:  $m_y$   
 Linear calculation  
 Combination: gsn  
 Extreme: Member  
 Selection: S16, S17, S19, S21, S23, S25, SE1, SE4  
 Location: In nodes avg., System: LCS  
 mesh element



Slika 8.1.18. Momenti savijanja  $M_y$  za GSN



Slika 8.1.19. Armatura ploče  $d=20\text{cm}$  smjer  $x-x$  za GSN



Slika 8.1.20. Armatura ploče  $d=20\text{cm}$  smjer  $y-y$  za GSN

Ploču pozicije P300 armirati sa mrežastom armaturom **Q503** u donju zonu i **Q196** u gornju zonu. Preko svih oslonaca u gornju zonu armirati mrežom **Q503+Ø10/20** preko oslonca.

Napomena: Ekstreme u kutovima ploča dodatno armirati šipkama pod kutom od  $45^\circ$  **2xØ12**.

## POZICIJA 400

## POZICIJA 400- KONSTRUKCIJA IZNAD DRUGOG KATA

Poprečni presjek ploče:



h=20 cm

zaštitni sloj a=3 cm, a'=3 cm

d=17 cm

Beton:

C 25/30;  $f_{ck}=25.0$  MPa

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25.0}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}$$

Armatura:

B 500B;  $f_{yk}=500.0$  MPa

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500.0}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}$$

Limitirajući moment savijanja:

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

$$M_{Rd,lim} = 0.159 \cdot (1.0 \cdot 0.17^2) \cdot (25/1.5) \cdot 1000 = \mathbf{76,59 \text{ kNm}}$$

Min. i max. % armature za ploče:

$$A_{s,min} = 0.0015 \cdot b \cdot d = 0.0015 \cdot 100 \cdot 17.0 = 2,55 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = 0.6 \cdot b \cdot d / f_{yk} = 0.6 \cdot 100 \cdot 17.0 / 500 = 2,04 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,max} = 0.31 \cdot b \cdot d \cdot (f_{cd} / f_{yd}) = 0.31 \cdot 100 \cdot 17.0 \cdot (25/1.5) / (500/1.15) = 20,20 \text{ cm}^2/\text{m}$$

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

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

$$A_{s1,s2} = M_{Sd} \cdot 0,15$$

Napomena: Prethodni izrazi vrijede za moment  $M_{Sd}$  u [kNm] i armaturu  $A_{s1,s2}$  u [cm<sup>2</sup>].**Dobivenu armaturu zbog preraspodjele umanjiti nad ležajem za 15 % i povećati u polju 25%.**

Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c = 0.18 / 1.5 = 0.12 ; k_1 = 0.15$$

$$k = 1 + (200/d)^{(1/2)} \leq 2; (d \text{ u mm});$$

$$k = 1 + (200/170)^{(1/2)} = 2,08 \quad k=2$$

$$\rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d) \leq 0.02 = 2,55 / (100 \cdot 17) = 0,0015$$

$$V_{Rd,c} = (0.12 \cdot 2 \cdot (100 \cdot 0.0015 \cdot 25)^{(1/3)} +$$

$$+ 0.15 \cdot 0.0) \cdot 1.0 \cdot 0.17 \cdot 1000$$

$$V_{Rd,c} = 65,92 \text{ kN/m}$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 2.08^{(3/2)} \cdot 25.0^{(1/2)} = 0.525$$

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d =$$

$$(0.525 + 0.15 \cdot 0.0) \cdot 1.0 \cdot 0.17 \cdot 1000 = \mathbf{89,25 \text{ kN/m}}$$

Dopušteni računski progib s uključenjem materijalne nelinearnosti (za kratkotrajno djelovanje):

$$GSU-1 = 1.0G + \psi_{1i} \cdot Q_i = 1.0G + 0.5Q_1$$

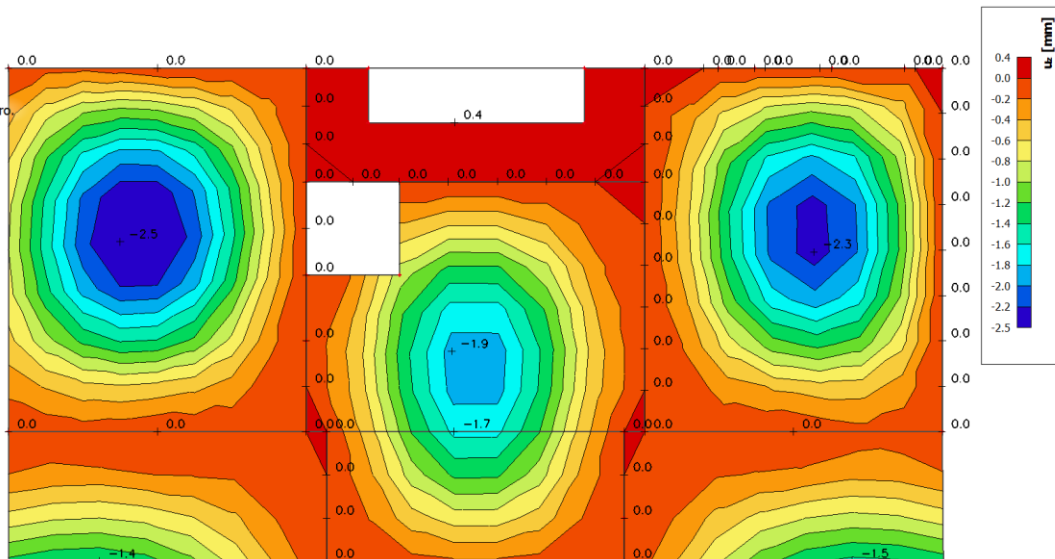
$$\text{bez nadvišenja: } \delta_{EL} \leq L/1000$$

Dopušteni računski progib s uključenjem puzanja (za dugotrajno djelovanje):

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

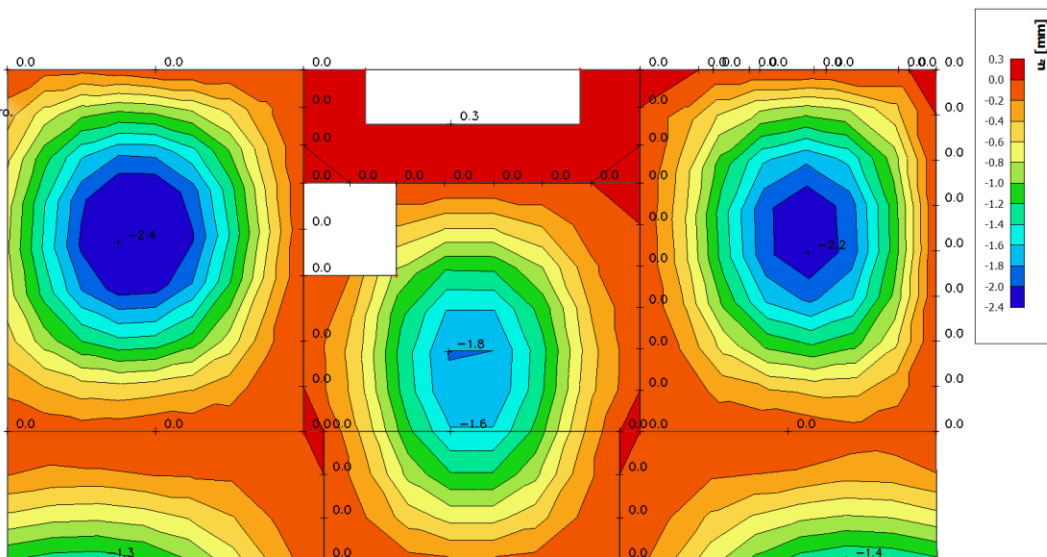
$$\text{bez nadvišenja: } \delta_{max,RAC} \leq L/1250$$

**2D displacement**  
 Values:  $u_z$   
 Linear calculation  
 Combination: gsu1  
 Extreme: Global  
 Selection: S26..S32  
 Location: In nodes avg. on macro  
 System: LCS mesh element

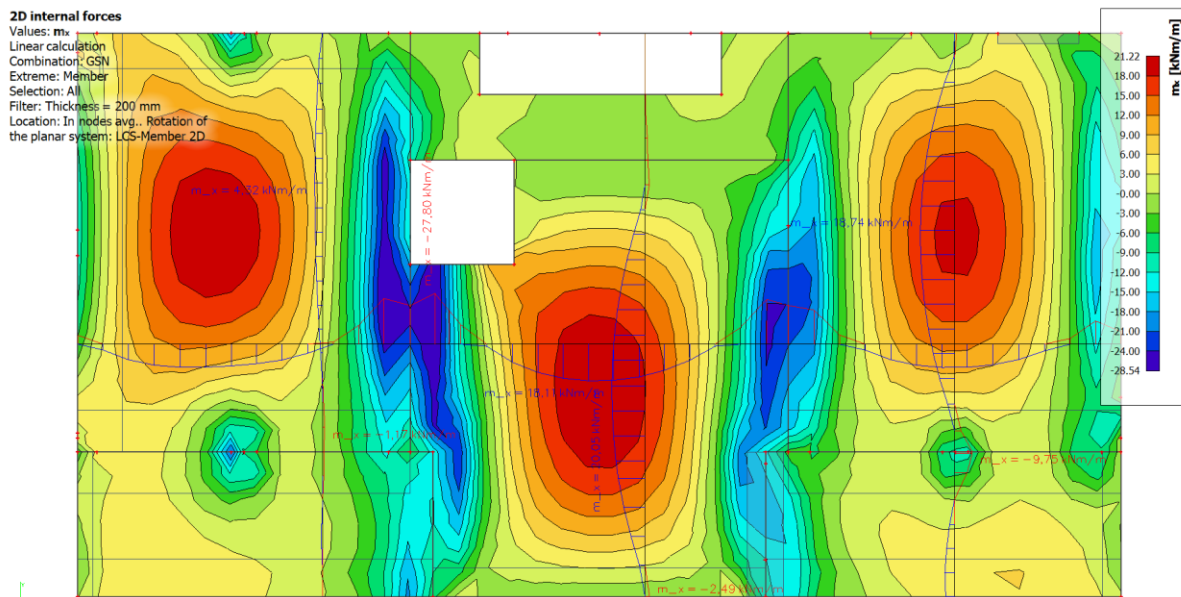


Slika 8.1.21. Progibi ploča [mm] za GSU-1 ( $\delta EL \leq L/250$ )

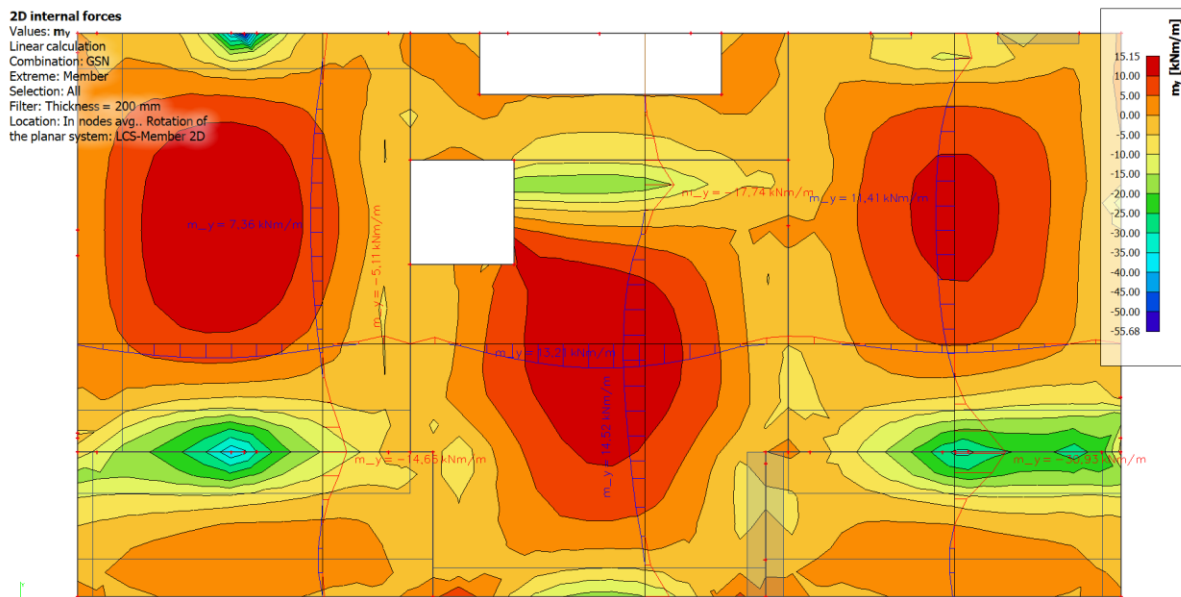
**2D displacement**  
 Values:  $u_z$   
 Linear calculation  
 Combination: gsu2  
 Extreme: Global  
 Selection: S26..S32  
 Location: In nodes avg. on macro  
 System: LCS mesh element



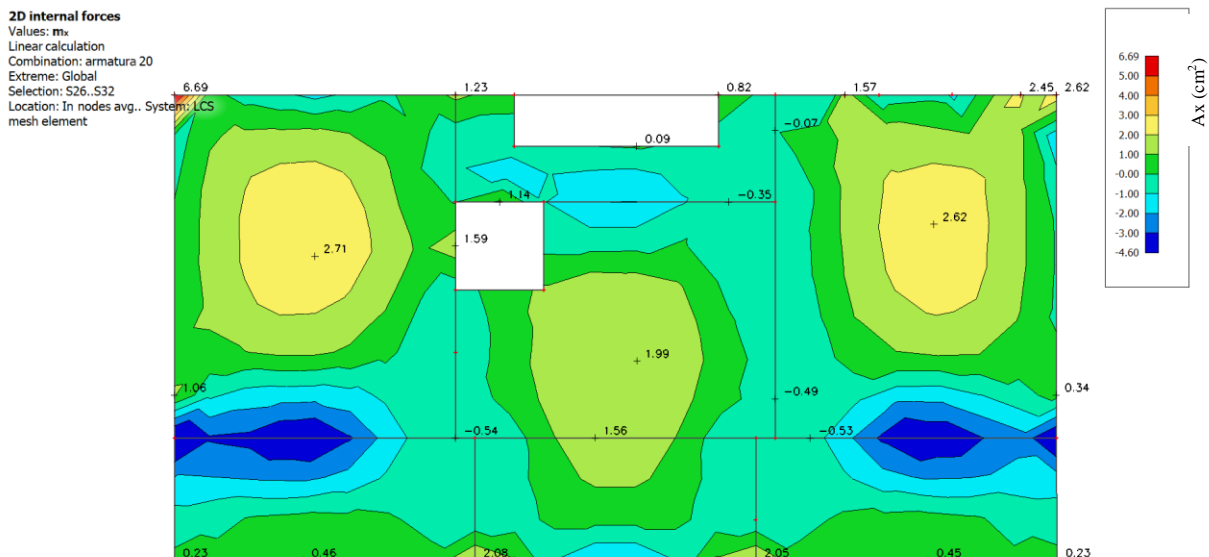
Slika 8.1.22. Progibi ploča [mm] za GSU-2 ( $\delta EL \leq L/1250$ )



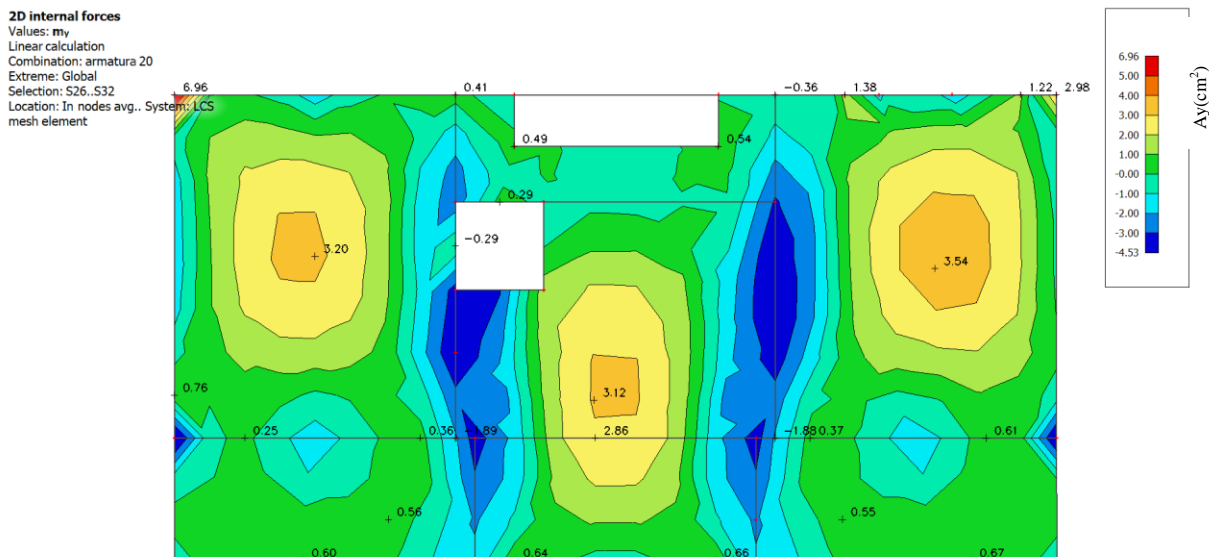
Slika 8.1.23. Momenti savijanja  $M_x$  za GSN



Slika 8.1.24. Momenti savijanja  $M_y$  za GSN



Slika 8.1.25. Armatura ploče d=20cm smjer x-x za GSN



Slika 8.1.26. Armatura ploče d=20cm smjer y-y za GSN

Ploču pozicije P400 armirati sa mrežastom armaturom **Q503** u donju zonu i **Q196** u gornju zonu. Preko svih oslonaca gornju zonu armirati mrežom **Q503+Ø10/20** preko oslonca.

Napomena: Ekstreme u kutovima ploča dodatno armirati šipkama pod kutom od 45° **2x2Ø12**.

## POZICIJA 500

## POZICIJA 500- RAVNI PROHODNI KROV

Poprečni presjek ploče:



h=25 cm

zaštitni sloj a=3 cm, a'=3 cm

d=22 cm

Beton:

C 25/30;  $f_{ck}=25.0$  MPa

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25.0}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}$$

Armatura:

B 500B;  $f_{yk}=500.0$  MPa

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500.0}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}$$

Limitirajući moment savijanja:

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

$$M_{Rd,lim} = 0.159 * (1.0 * 0.17^2) * (25/1.5) * 1000 = 128,26 \text{ kNm}$$

Min. i max. % armature za ploče:

$$A_{s,min} = 0.0015 * b * d = 0.0015 * 100 * 22.0 = 3,3 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = 0.6 * b * d / f_{yk} = 0.6 * 100 * 22.0 / 500 = 2,64 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,max} = 0.31 * b * d * (f_{cd} / f_{yd}) = 0.31 * 100 * 22.0 * (25/1.5) / (500 / 1.15) = 26,14 \text{ cm}^2/\text{m}$$

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

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

$$A_{s1,s2} = M_{Sd} * 0,15$$

Napomena: Prethodni izrazi vrijede za moment  $M_{Sd}$  u [kNm] i armaturu  $A_{s1,s2}$  u [cm<sup>2</sup>].**Dobivenu armaturu zbog preraspodjele umanjiti nad ležajem za 15 % i povećati u polju 25%.**

Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} * k * (100 * \rho_1 * f_{ck})^{1/3} + k_1 * \sigma_{cp}] * b_w * d$$

$$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c = 0.18 / 1.5 = 0.12 ; k_1 = 0.15$$

$$k = 1 + (200/d)^{(1/2)} \leq 2; (d \text{ u mm});$$

$$k = 1 + (200/220)^{(1/2)} = 1,95$$

$$\rho_1 = A_{s1} / (b_w * d) \leq 0.02 = 3,3 / (100 * 22) = 0,0015$$

$$V_{Rd,c} = (0.12 * 1,95 * (100 * 0.0015 * 25)^{(1/3)} +$$

$$+ 0.15 * 0.0) * 1.0 * 0.22 * 1000$$

$$V_{Rd,c} = 80,12 \text{ kN/m}$$

$$v_{min} = 0.035 * k^{3/2} * f_{ck}^{1/2} = 0.035 * 1,95^{(3/2)} * 25.0^{(1/2)} = 0.478$$

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 * \sigma_{cp}) * b_w * d =$$

$$(0.478 + 0.15 * 0.0) * 1.0 * 0.22 * 1000 = 105,12 \text{ kN/m}$$

Dopušteni računski progib s uključenjem materijalne nelinearnosti (za kratkotrajno djelovanje):

$$GSU-1 = 1.0G + \psi_{1i} * Q_i = 1.0G + 0.5Q_1$$

$$\text{bez nadvišenja: } \delta_{EL} \leq L/1000$$

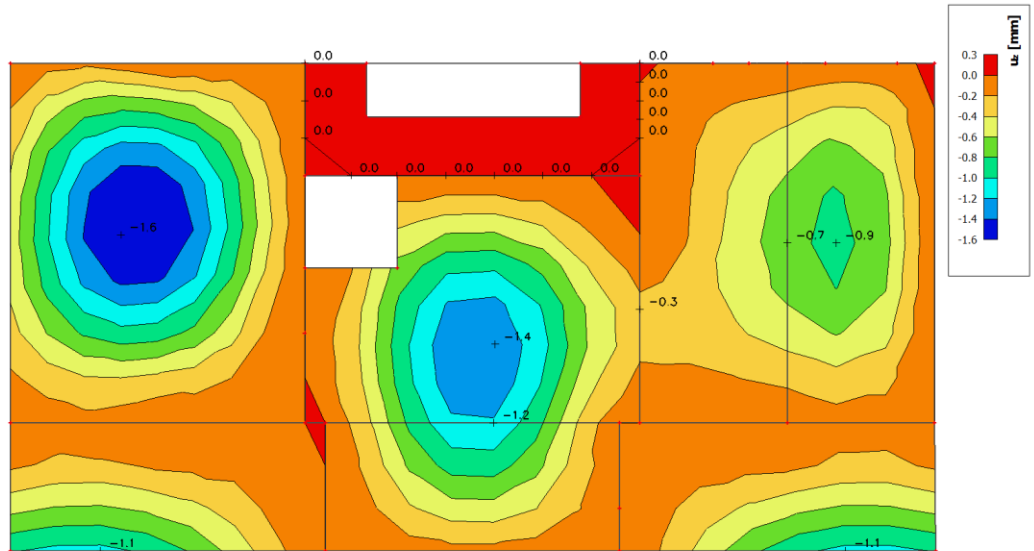
Dopušteni računski progib s uključenjem puzanja (za dugotrajno djelovanje):

$$GSU-2 = 1.0G + \psi_{2i} * Q_i = 1.0G + 0.3Q_1$$

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

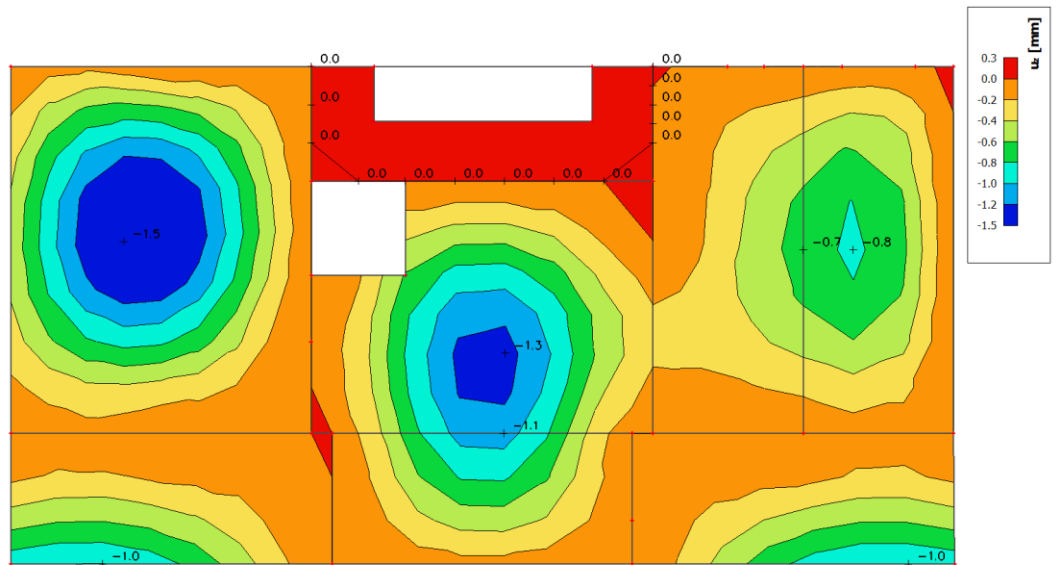


**2D displacement**  
 Values:  $u_z$   
 Linear calculation  
 Combination: gsu1  
 Extreme: Global  
 Selection: S33..S35, S37..S41  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element

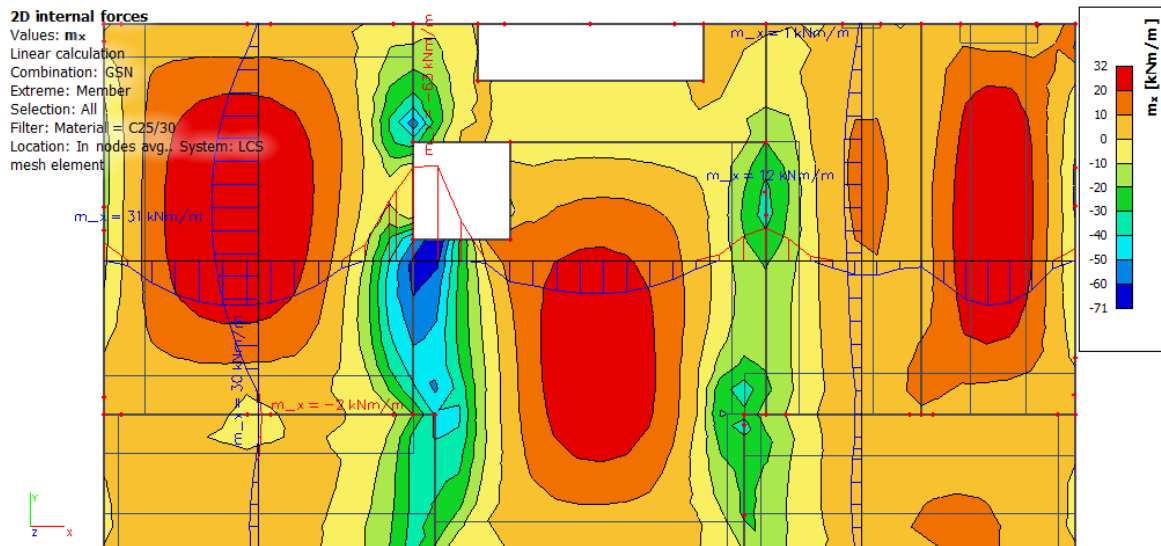


Slika 8.1.27. Progibi ploča [mm] za GSU-1 ( $\delta EL \leq L/250$ )

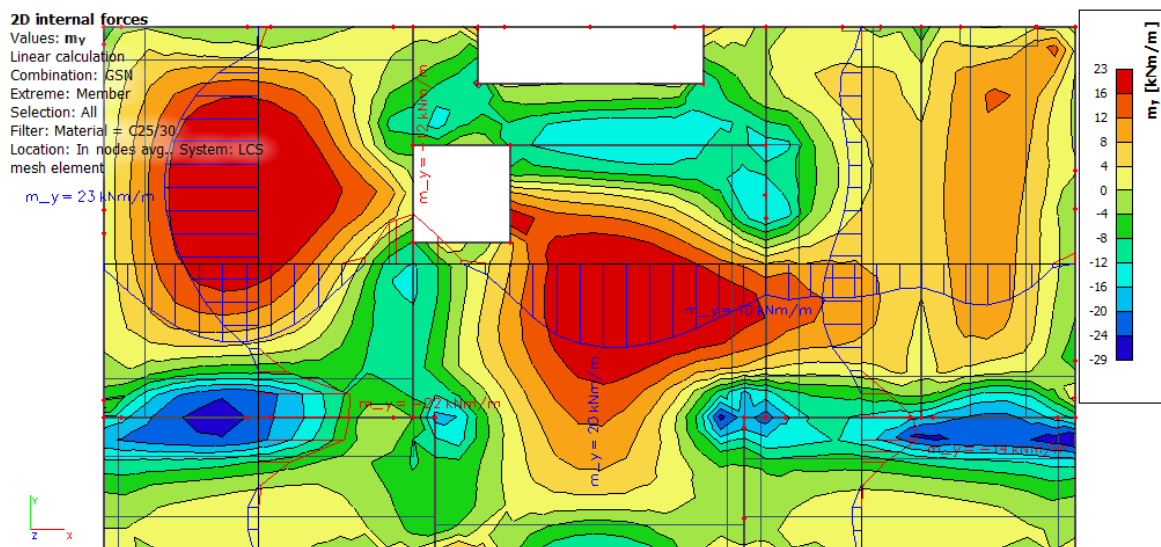
**2D displacement**  
 Values:  $u_z$   
 Linear calculation  
 Combination: gsu2  
 Extreme: Global  
 Selection: S33..S35, S37..S41  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element



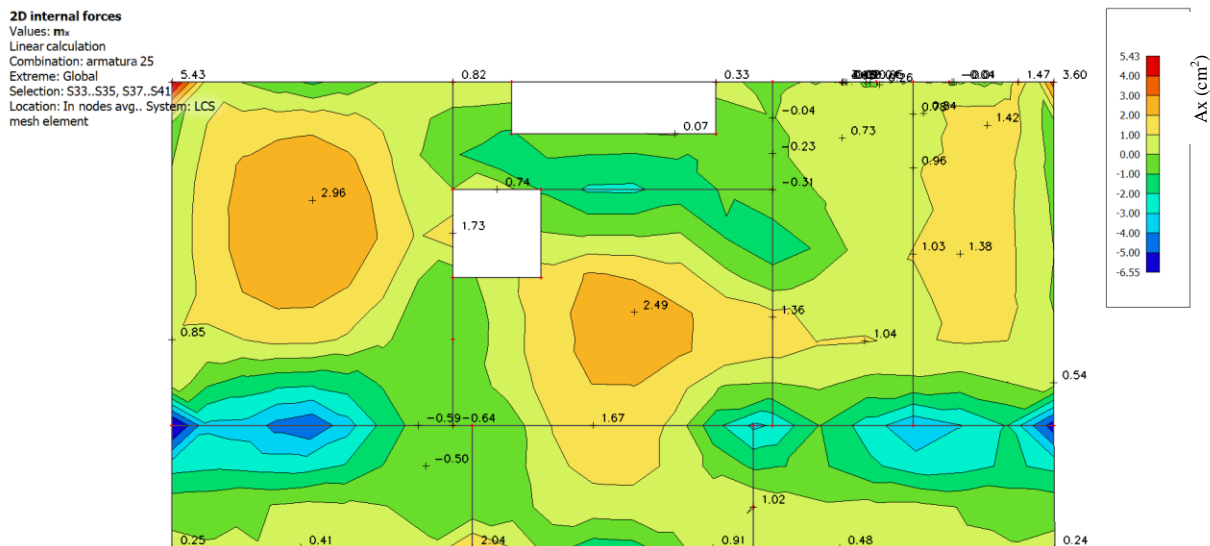
Slika 8.1.28. Progibi ploča [mm] za GSU-2 ( $\delta EL \leq L/1250$ )



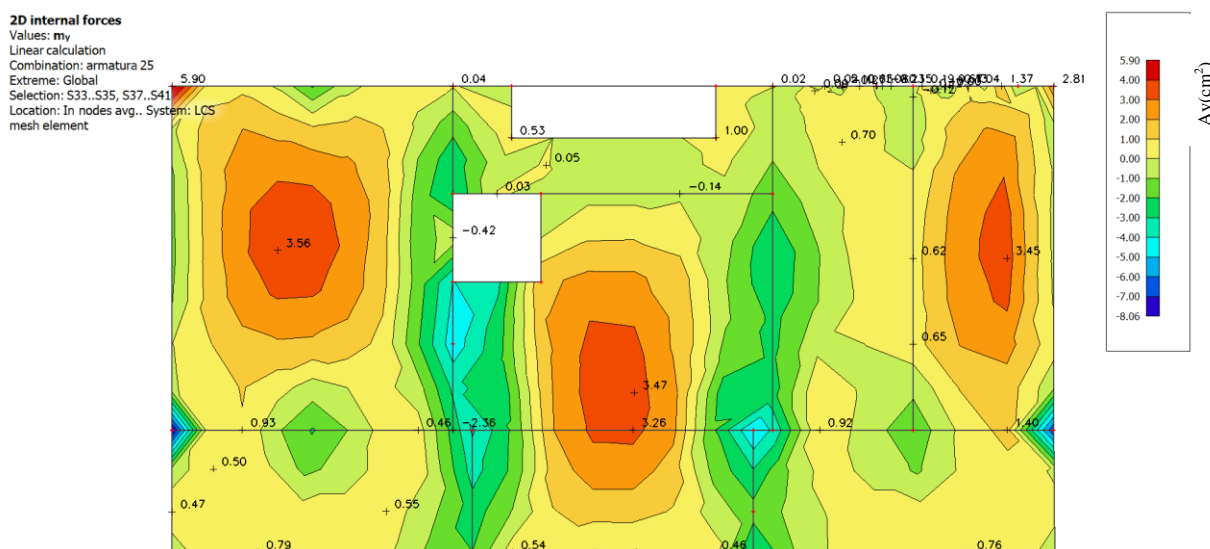
Slika 8.1.29. Momenti savijanja  $M_x$  za GSN



Slika 8.1.30. Momenti savijanja  $M_y$  za GSN



Slika 8.1.31. Armatura ploče  $d=25$  cm smjer  $x-x$  za GSN



Slika 8.1.32. Armatura ploče  $d=25$  cm smjer  $y-y$  za GSN

Ploču pozicije P500 armirati sa mrežastom armaturom **Q503** u donju zonu i **Q196** u gornju zonu. Preko svih oslonaca gornju zonu armirati mrežom **Q503+Ø10/20** preko oslonca.

Napomena: Ekstreme u kutovima ploča dodatno armirati šipkama pod kutom od  $45^\circ$  **2xØ12**.

## POZICIJA 600

## POZICIJA 600- RAVNI NEPROHODNI KROV

Poprečni presjek ploče:



h=15 cm

zaštitni sloj a=3 cm, a'=3 cm

d=12 cm

Beton:

C 25/30;  $f_{ck}=25.0$  MPa

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25.0}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}$$

Armatura:

B 500B;  $f_{yk}=500.0$  MPa

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500.0}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}$$

Limitirajući moment savijanja:

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

$$M_{Rd,lim} = 0.159 \cdot (1.0 \cdot 0.15^2) \cdot (25/1.5) \cdot 1000 = \mathbf{38,16 \text{ kNm}}$$

Min. i max. % armature za ploče:

$$A_{s,min} = 0.0015 \cdot b \cdot d = 0.0015 \cdot 100 \cdot 15.0 = 1,8 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = 0.6 \cdot b \cdot d / f_{yk} = 0.6 \cdot 100 \cdot 12.0 / 500 = 1,44 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,max} = 0.31 \cdot b \cdot d \cdot (f_{cd} / f_{yd}) = 0.31 \cdot 100 \cdot 12.0 \cdot (25/1.5) / (500/1.15) = 14,26 \text{ cm}^2/\text{m}$$

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

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

$$A_{s1,s2} = M_{Sd} \cdot 0,21$$

Napomena: Prethodni izrazi vrijede za moment  $M_{Sd}$  u [kNm] i armaturu  $A_{s1,s2}$  u [cm<sup>2</sup>].**Dobivenu armaturu zbog preraspodjele umanjiti nadležajem za 15 % i povećati u polju 25%.**

Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c = 0.18 / 1.5 = 0.12 ; k_1 = 0.15$$

$$k = 1 + (200/d)^{(1/2)} \leq 2; (d \text{ u mm});$$

$$k = 1 + (200/120)^{(1/2)} = 2,29 \quad k=2$$

$$\rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d) \leq 0.02 = 3,3 / (100 \cdot 12) = 0,0015$$

$$V_{Rd,c} = (0.12 \cdot 2 \cdot (100 \cdot 0.0015 \cdot 25)^{(1/3)} +$$

$$+ 0.15 \cdot 0.0) \cdot 1.0 \cdot 0.12 \cdot 1000$$

$$V_{Rd,c} = 44,74 \text{ kN/m}$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 2^{(3/2)} \cdot 25.0^{(1/2)} = 0.495$$

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d =$$

$$(0.495 + 0.15 \cdot 0.0) \cdot 1.0 \cdot 0.12 \cdot 1000 = \mathbf{59,40 \text{ kN/m}}$$

Dopušteni računski progib s uključenjem materijalne nelinearnosti (za kratkotrajno djelovanje):

$$GSU-1 = 1.0G + \psi_{1i} \cdot Q_i = 1.0G + 0.5Q_1$$

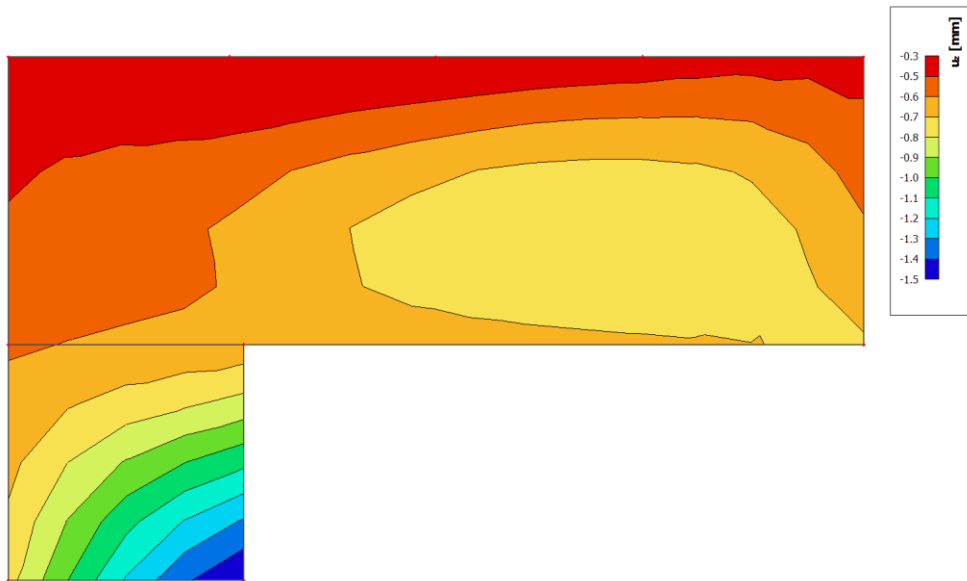
$$\text{bez nadvišenja: } \delta_{EL} \leq L/1000$$

Dopušteni računski progib s uključenjem puzanja (za dugotrajno djelovanje):

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

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

**2D displacement**  
 Values:  $u_z$   
 Linear calculation  
 Combination: GSU1  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg.. System:  
 Global

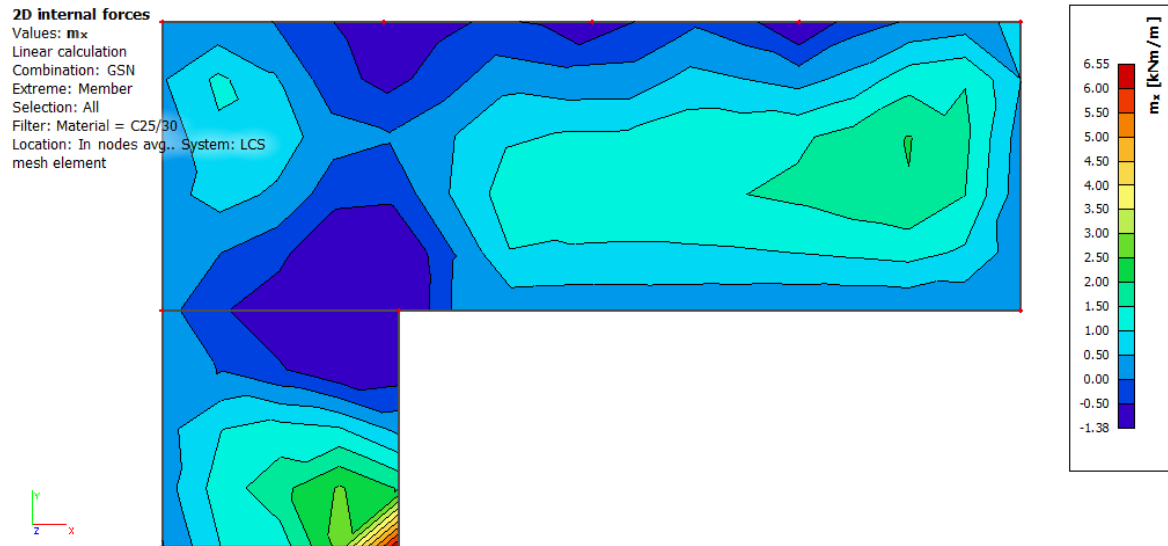


Slika 8.1.33. Progibi ploča [mm] za GSU-1 ( $\delta EL \leq L/250$ )

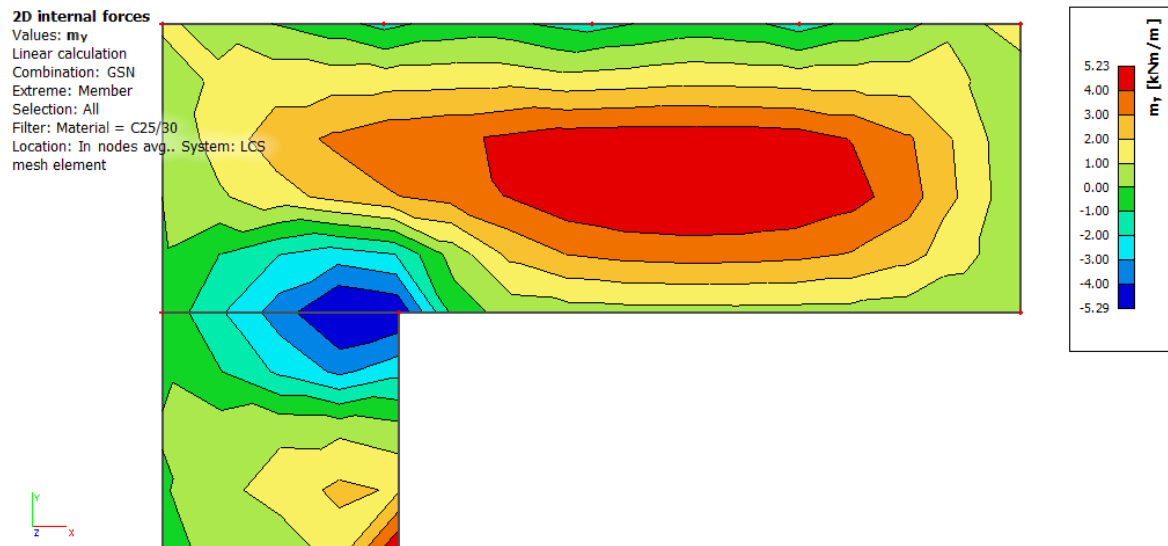
**2D displacement**  
 Values:  $u_z$   
 Linear calculation  
 Combination: GSU2  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg.. System:  
 Global



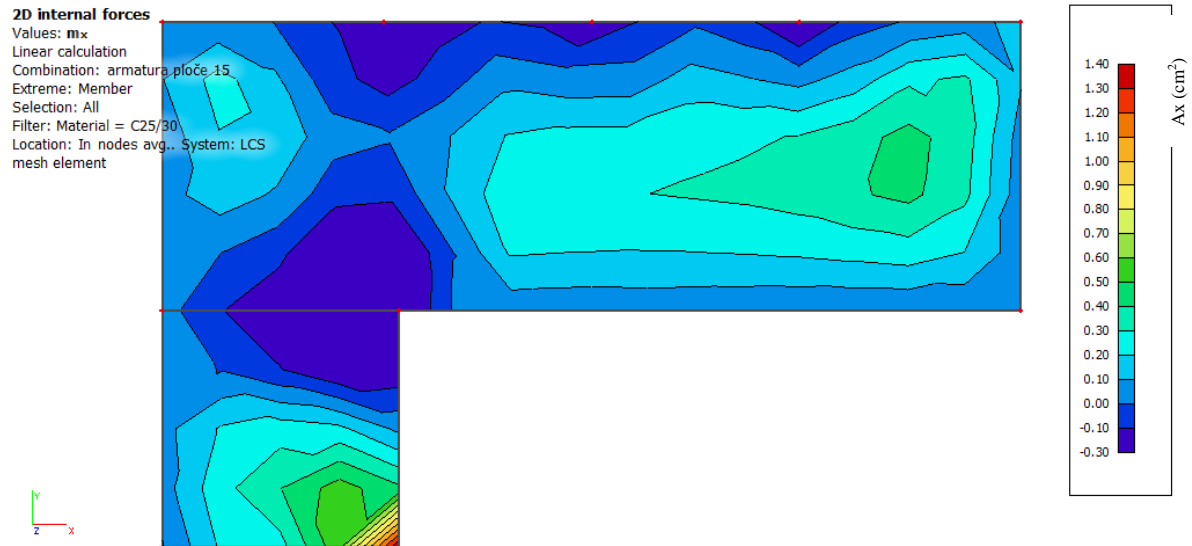
Slika 8.1.34. Progibi ploča [mm] za GSU-2 ( $\delta EL \leq L/1250$ )



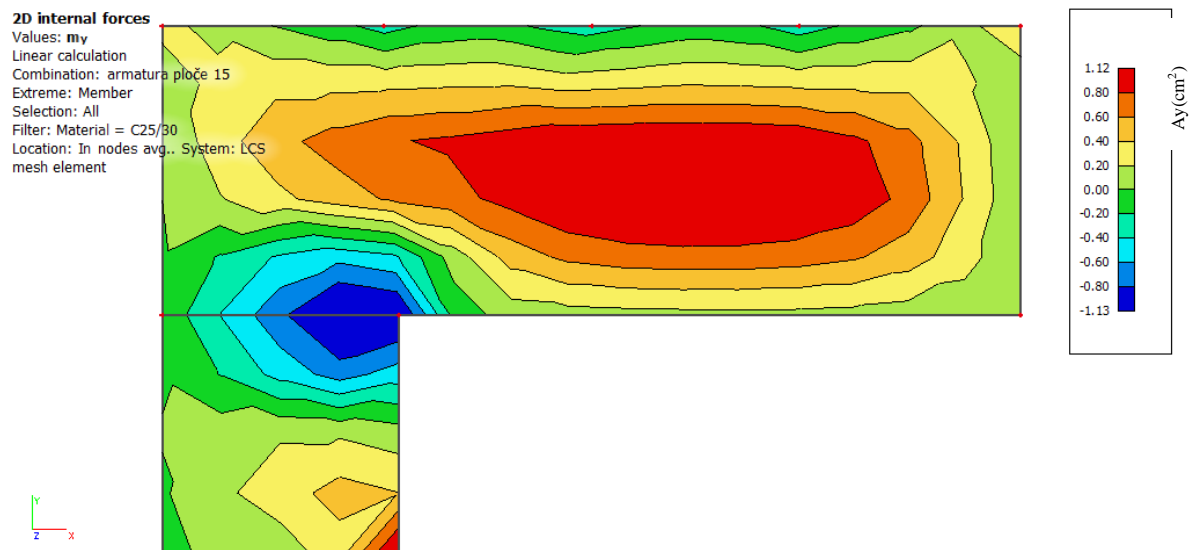
Slika 8.1.35. Momenti savijanja  $M_x$  za GSN



Slika 8.1.36. Momenti savijanja  $M_y$  za GSN



Slika 8.1.37. Armatura ploče  $d=15$  cm smjer  $x-x$  za GSN



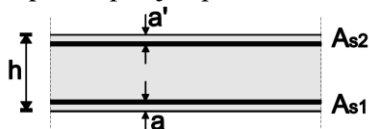
Slika 8.1.38. Armatura ploče  $d=15$  cm smjer  $y-y$  za GSN

Ploču pozicije P600 armirati sa mrežastom armaturom **Q283** obostrano. Preko svih oslonaca gornju zonu armirati mrežom **Q283** preko oslonca.

STUBIŠTE

**PLOČA STUBIŠTA**

Poprečni presjek ploče:



h=20 cm

zaštitni sloj a=3 cm, a'=3 cm

d=17 cm

Beton:

C 25/30;  $f_{ck}=25.0$  MPa

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25.0}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}$$

Armatura:

B 500B;  $f_{yk}=500.0$  MPa

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500.0}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}$$

Limitirajući moment savijanja:

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

$$M_{Rd,lim} = 0.159 * (1.0 * 0.17^2) * (25/1.5) * 1000 = 76,59 \text{ kNm}$$

Min. i max. % armature za ploče:

$$A_{s,min} = 0.0015 * b * d = 0.0015 * 100 * 17.0 = 2,55 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = 0.6 * b * d / f_{yk} = 0.6 * 100 * 17.0 / 500 = 2,04 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,max} = 0.31 * b * d * (f_{cd} / f_{yd}) = 0.31 * 100 * 17.0 * (25/1.5) / (500 / 1.15) = 20,20 \text{ cm}^2/\text{m}$$

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

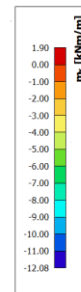
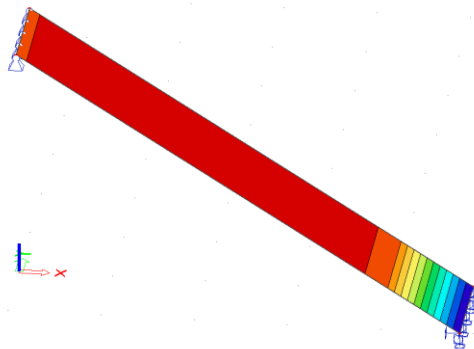
$$A_{s1,s2} = M_{Sd} * 100 / (\zeta * d * f_{yd}) = M_{Sd} * 100 / (0.9 * 17.0 * (50/1.15)) =$$

$$A_{s1,s2} = M_{Sd} * 0,15$$

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

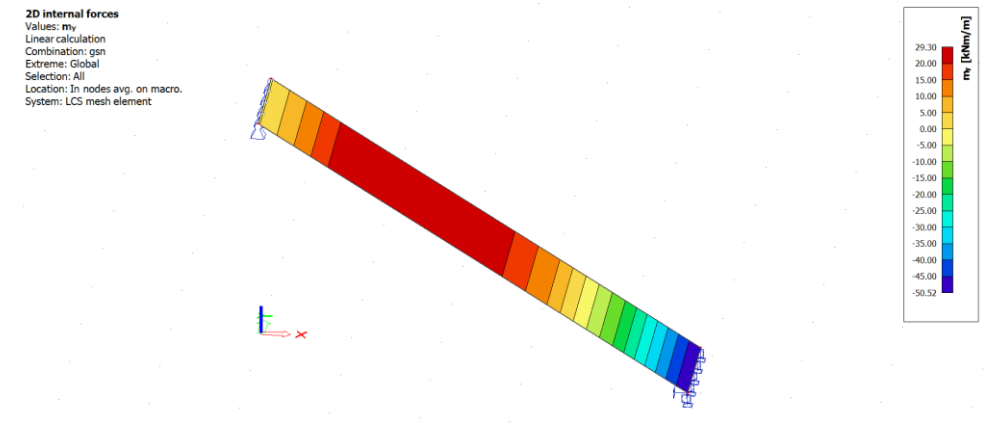
2D internal forces

Values: m  
Linear calculation  
Combination: gsn  
Extreme: Global  
Selection: All  
Location: In nodes avg. on macro.  
System: LCS mesh element

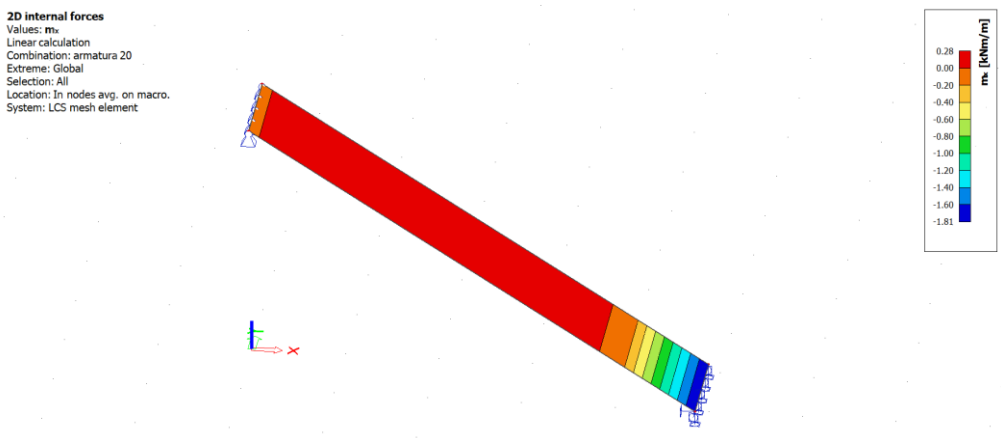


Slika 8.1.39. Momenti savijanja  $M_x$  za GSN

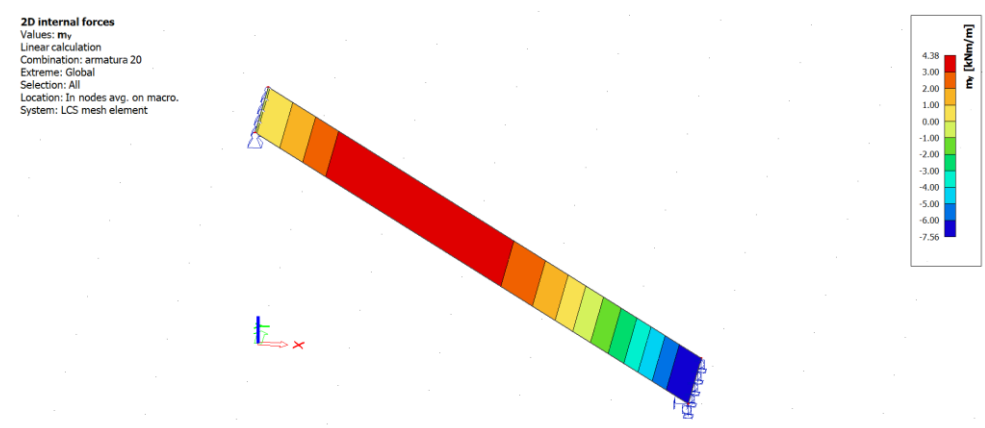




Slika 8.1.40. Momenti savijanja  $M_y$  za GSN



Slika 8.1.41. Armatura ploče stubišta  $d=20$  cm smjer x-x za GSN



Slika 8.1.42. Armatura ploče stubišta  $d=20$  cm smjer y-y za GSN

Stubište armirati sa armaturnom mrežom **Q503 OBOSTRANO**. Stubište je dimenzionirano tako da NIJE vezano za bočne zidove. Spoj međukatne konstrukcije i stubišnog kraka izvesti prema pravilima armiranja na način kao da je stubište upeto na oba kraja u međukatnu konstrukciju.

## 8.2. DIMENZIONIRANJE GREDA

Limitirajući moment savijanja:  $M_{Rd,lim}=0.159*(bw*d^2)*f_{cd}$

Minimalna armatura / maksimalna armatura:

$$A_{s,min}=0.0015*bw*d / A_{s,max}= 0.31*bw*d*(f_{cd}/f_{yd})$$

Potrebna površina armature:

$$\text{-za } M_{Sd} \leq M_{Rd}: A_{s1}=M_{Sd}*100/(\zeta*d*f_{yd}); \zeta=0.9$$

$$\text{-za } M_{Sd} > M_{Rd}: A_{s1}=M_{Rd,lim}*100/(\zeta_{lim}*d*f_{yd})+(M_{Sd}-M_{Rd,lim})*100/((d-d_2)*f_{yd});$$

$$\zeta_{lim}=0.892$$

$$A_{s2}=(M_{Sd}-M_{Rd,lim})*100/((d-d_2)*\sigma_{s2}); \zeta=0.9$$

$$\sigma_{s2}=\epsilon_{s2}*E_s$$

$$\epsilon_{s2}=3.5*(\zeta_{lim}-d_2/d)/\zeta_{lim} (\text{‰}); \zeta_{lim}=0.259$$

Preraspodjela momenata savijanja u gredama: iznad ležaj: 0.85MSd; u polju: 1.25MSd

Proračunska posmična otpornost elementa bez poprečne armature:

$$V_{Rd,c}=[C_{Rd,c}*k*(100*\rho_1*f_{ck})^{1/3}+k_1*\sigma_{cp}]*bw*d \geq (v_{min}+k_1*\sigma_{cp})*bw*d \text{ (fck u MPa)}$$

$$k=1+(200/d)^{1/2} \leq 2.0 \text{ (d u mm)}$$

$$\rho_1=A_{s1}/(bw*d) \leq 0.02$$

$$v_{min}=0.035*k^{3/2}*f_{ck}^{1/2}$$

$$C_{Rd,c}=0.18/\gamma_c \quad k_1=0.15$$

Nosivost tlačnih štapova:

$$V_{Rd,max}=0.5*v*f_{cd}*bw*d$$

$$v=0.6(1-f_{ck}/250) \text{ (fck u MPa)}$$

Minimalna armatura - vilice:

$$A_{sw,min}=\rho_{min}*s_w*bw/m=0.0011*s_w*bw/m$$

Nosivost na poprečnu silu s armaturom:

$$V_{Rd,s}=A_{sw}*f_{yw,d}*m*z/s_w; A_{sw} = \text{površina jedne grane vilice}$$

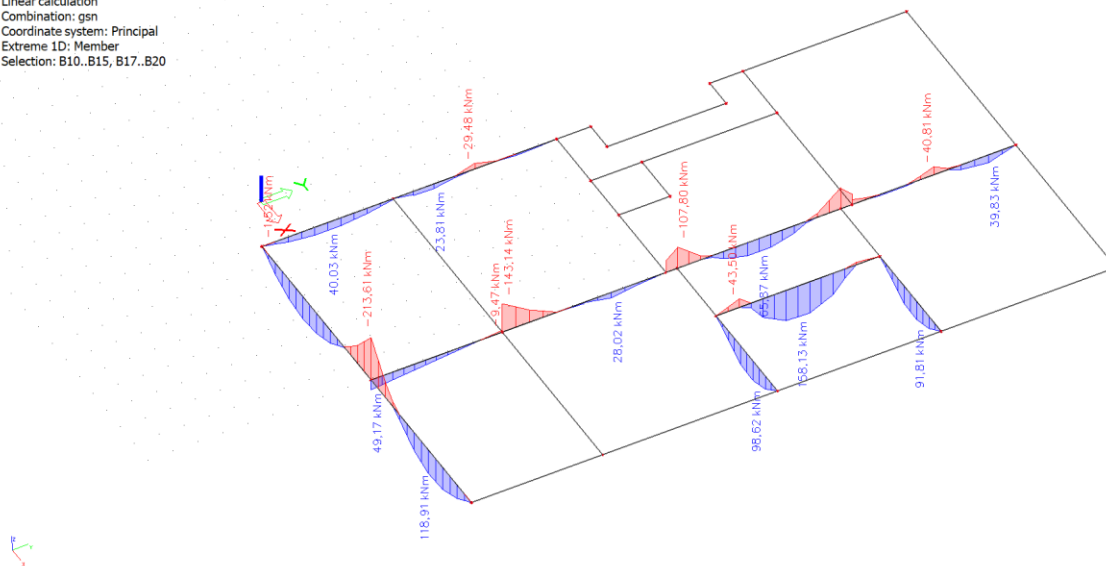
$$s_w = \text{razmak spona}; f_{yw,d}=500/1.15=434.8 \text{ MPa}; m=2 \text{ (reznost)}$$

Ukupna nosivost na poprečnu silu:

$$V_{Rd} = V_{Rd,s}$$

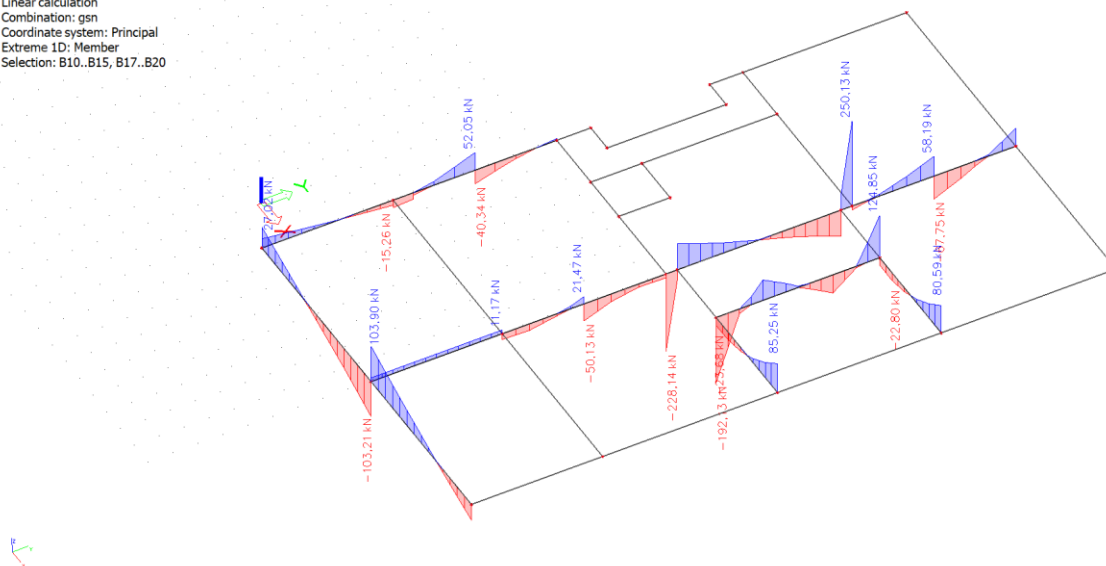
### GREDE PLOČE POZICIJE 101, 102, 103

**1D internal forces**  
 Values:  $M_y$   
 Linear calculation  
 Combination: gsn  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Member  
 Selection: B10..B15, B17..B20



Slika 8.2.1. Momenti savijanja  $M_y$

**1D internal forces**  
 Values:  $V_z$   
 Linear calculation  
 Combination: gsn  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Member  
 Selection: B10..B15, B17..B20



Slika 8.2.2. Poprečna sila  $V_z$

**GREDE G2, G3, G4 b/h 25/45 cm**

**Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment u polju**

Tablica 8.1. Dimenzioniranje greda na moment savijanja u polju

			Dimenzioniranje pravokutnog presjeka na moment savijanja	
b	25,00	cm		
h	45,00	cm		
d <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )	2,50	cm		
d	42,50	cm		
f <sub>cd</sub>	1,67	kN/cm <sup>2</sup>		
f <sub>yd</sub>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>		
M <sub>sd</sub>	60,00	kNm		
N <sub>sd</sub>	0,00	kN		
e <sub>s1</sub>	10,00	%		
e <sub>c2</sub>	1,86	%		
M <sub>sds</sub>	60,00	kNm		
M <sub>Rd,lim</sub>	120,02	kNm		
μ <sub>sd</sub>	0,081			
Jednostruko armiranje				
ω	8,550	%		
ρ	0,324	%		
ξ	0,157	x	6,66 cm	
ζ	0,942			
A <sub>s1</sub>	3,45	cm <sup>2</sup>		
A <sub>s2</sub>	0,00	cm <sup>2</sup>		

**Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment na ležaju**

Tablica 8.2. Dimenzioniranje greda na moment savijanja na ležaju

b	25,00	cm
h	45,00	cm
d <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )	2,50	cm
d	42,50	cm
f <sub>cd</sub>	1,67	kN/cm <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>
M <sub>sd</sub>	100,61	kNm
N <sub>sd</sub>	0,00	kN
e <sub>s1</sub>	10,00	%
e <sub>c2</sub>	2,90	%
M <sub>sds</sub>	100,61	kNm
M <sub>Rd,lim</sub>	120,02	kNm
μ <sub>sd</sub>	0,134	
Jednostruko armiranje		
ω	14,707	%
ρ	0,563	%
ξ	0,225	
ζ	0,910	
A <sub>s1</sub>	5,99	cm <sup>2</sup>
A <sub>s2</sub>	0,00	cm <sup>2</sup>

$$A_{s,min} = 0.0015 * 25 * 42,5 = 1,59 \text{ cm}^2$$

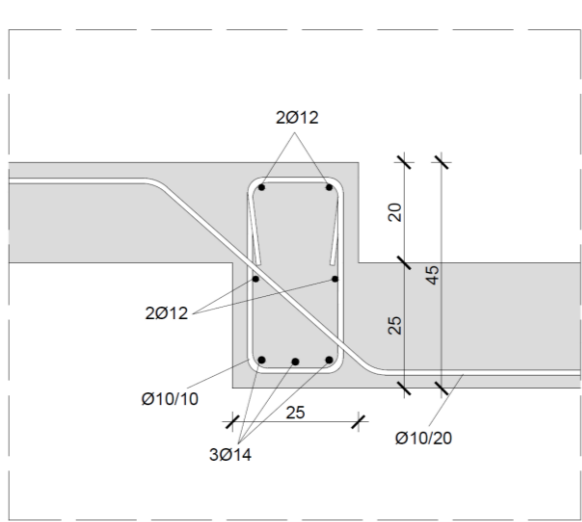
$$A_{s,max} = 0.31 * 25 * 42,5 * (1,67 / 43,48) = 12,65 \text{ cm}^2$$

### Dimenzioniranje na poprečnu silu

Tablica 8.3. Dimenzioniranje greda na poprečnu silu

Poprečni presjek grede:		Limitirajući moment savijanja:	
h=	45 cm	MRd,lim=	119,66 kNm
zaštitni sloj:		Min. i max. postotak armature:	
a=	2,5 cm	As,min=	1,59 cm <sup>2</sup> /m
a'=	2,5 cm	As,min=	1,275 cm <sup>2</sup> /m
d=	42,5 cm	As,max=	12,63 cm <sup>2</sup> /m
bw=	25 cm		
Beton:		Potrebna armatura:	
C25/30		As1,s2=	Msd* 0,06
fck=	25		
γc=	1,5	Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:	
fcd=	16,67 MPa	CRd,c=	0,12      σcp= 0
Armatura:		k=	1,69 < 2      1,69 k1= 0,15
B 500B; f <sub>yk</sub> =500.0 MPa		ρ1=	0,000015
f <sub>yk</sub> =	500	VRd,c=	719,52 kN/m
γs=	1,15	v <sub>min</sub> =	0,383
f <sub>yd</sub> =	434,78 MPa	VRd,c,min=	4070,53 kN/m
		ρl=	0,0095
Ulazni podaci:		Vrd,c mora biti veća od:	
Vsd=	100 kN	Vrd,c >	407,05
As1=	4,52 cm <sup>2</sup>	v=	0,54 kN
As2=	6,16 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	478125 N
Ac=	1125 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	478,125 kN
		VEd,max/VRd,max=	0,21      VEd= 100 kN
		s <sub>max</sub> =	30
		ρ <sub>min</sub> =	0,0011 cm
		m=	2
		Asw,min=	0,413 cm <sup>2</sup>
		Odabrane minimalne spone:	Ø10/10      Asw= 0,7 cm <sup>2</sup>
		VRd=	137,20 kN
		<b>VEd &lt; VRd</b>	
		Na mjestu maksimalne poprečne sile:	
		sw <	23,28 cm
		Postaviti spone:	Ø10/10

Grede G2, G3, G4 armirati s 3Ø14 u donjoj zonu u polju i 4Ø14 u gornjoj zoni iznad ležaja te konstruktivno s 2x2Ø12. Poprečnu armaturu uzeti Ø10/10 u polju i Ø10/10 uz ležajeve.



Slika 8.2.3. Skica armature greda G2, G3 i G4 u polju

**GREDA G5 b/h 25/155 cm**

**Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment u polju**

Tablica 8.4. Dimenzioniranje greda na moment savijanja u polju

b		25,00	cm	
h	155,00	cm		
d <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )	2,50	cm		
d	152,50	cm		
f <sub>cd</sub>	1,67	kN/cm <sup>2</sup>		
f <sub>yd</sub>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>		
M <sub>sds</sub>	156,37	kNm		
N <sub>sds</sub>	0,00	kN		
e <sub>s1</sub>	10,00	‰		
e <sub>c2</sub>	0,68	‰		
M <sub>sds</sub>	156,37	kNm		
M <sub>Rd,lim</sub>	1545,33	kNm		
μ <sub>sds</sub>	0,016			
Jednostruko armiranje				
ω	1,647	%		
ρ	0,063	%		
ξ	0,064	x	9,76	cm
ζ	0,978			
A <sub>s1</sub>	2,41	cm <sup>2</sup>		
A <sub>s2</sub>	0,00	cm <sup>2</sup>		

$A_{s,min}=0.0015*25*152,5= 5,72 \text{ cm}^2$

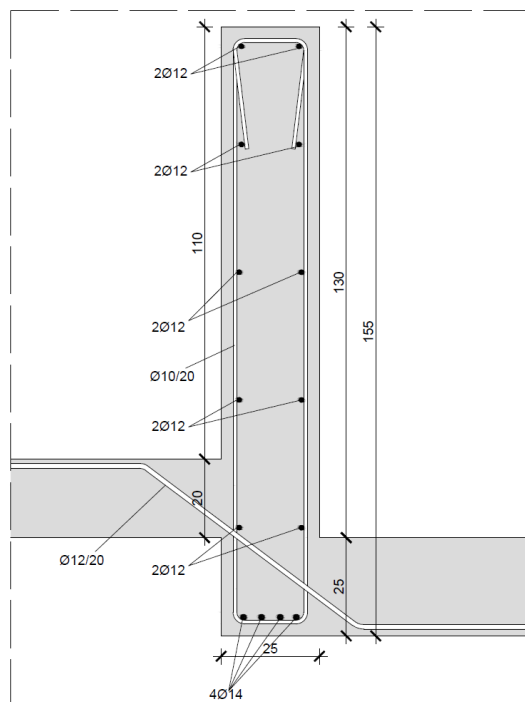
$A_{s,max}= 0.31*25*152,5*(1,67/43,48)= 45,39 \text{ cm}^2$

**Dimenzioniranje na poprečnu silu**

Tablica 8.5. Dimenzioniranje greda na poprečnu silu

Poprečni presjek grede:		Limitirajući moment savijanja:	
h=	155 cm	MRd,lim=	1540,73 kNm
zaštitni sloj:		Min. i max. postotak armature:	
a=	2,5 cm	As,min=	5,72 cm <sup>2</sup> /m
a'=	2,5 cm	As,min=	4,575 cm <sup>2</sup> /m
d=	152,5 cm	As,max=	45,31 cm <sup>2</sup> /m
bw=	25 cm		
<b>Beton:</b>		Potrebna armatura:	
C25/30		As1,s2=	Msd* 0,02
fck=	25	Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:	
γc=	1,5	CRd,c=	0,12
fcd=	16,67 MPa	k=	1,36 <2
<b>Armatura:</b>		ρ1=	0,000015
B 500B; f <sub>yk</sub> =500.0 MPa		VRdc=	2085,89 kN/m
f <sub>yk</sub> =	500	vmin=	0,278
γs=	1,15	VRdc,min=	10606,74 kN/m
f <sub>yd</sub> =	434,78 MPa	ρl=	0,0039
<b>Ulazni podaci:</b>		Vrd,c mora biti veća od:	
Vsd=	195 kN	Vrd,c >	1060,67
As1=	6,16 cm <sup>2</sup>	v=	0,54 kN
As2=	9,04 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	1715625 N
Ac=	3875 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	1715,625 kN
		VEd,max/VRd,max=	0,11
		VEd=	195 kN
		smax=	30
		ρmin=	0,0011 cm
		m=	2
		Asw,min=	0,413 cm <sup>2</sup>
		Odobrane minimalne spone:	∅10/20
		VRd=	246,15 kN
		Asw=	0,7 cm <sup>2</sup>
		<b>VEd&lt;VRd</b>	
		Na mjestu maksimalne poprečne sile:	
		sw<	42,84 cm
		Postaviti spone:	∅10/20

Gredu G5 armirati s **4Ø14** u donjoj zoni u polju i **2Ø12** u gornjoj zoni iznad ležaja te konstruktivno s **4x2Ø12**. Poprečnu armaturu uzeti **Ø10/20** u polju i **Ø10/20** uz ležajeve.



Slika 8.2.4. Skica armature za gredu G5 u polju

**GREDA G6 b/h 25/50 cm**

**Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment u polju**

Tablica 8.6. Dimenzioniranje greda na moment savijanja u polju

Dimenzioniranje pravokutnog presjeka na moment savijanja		
<b>b</b>	25,00	cm
<b>h</b>	50,00	cm
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	2,50	cm
<b>d</b>	47,50	cm
<b>f<sub>cd</sub></b>	1,67	kN/cm <sup>2</sup>
<b>f<sub>yd</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>
<b>M<sub>sd</sub></b>	100,00	kNm
<b>N<sub>sd</sub></b>	0,00	kN
<b>e<sub>s1</sub></b>	10,00	‰
<b>e<sub>c2</sub></b>	2,32	‰
<b>M<sub>sds</sub></b>	100,00	kNm
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	149,92	kNm
<b>μ<sub>sd</sub></b>	0,106	
Jednostruko armiranje		
<b>ω</b>	11,432	%
<b>ρ</b>	0,440	%
<b>ξ</b>	0,189	x 8,96 cm
<b>ζ</b>	0,927	
<b>A<sub>s1</sub></b>	5,22	cm <sup>2</sup>
<b>A<sub>s2</sub></b>	0,00	cm <sup>2</sup>

**As,min**=0.0015\*25\*57,5= 2,16 cm<sup>2</sup>

**As,max**= 0.31\*25\*57,5\*(1,67/43,48)= 17,12 cm<sup>2</sup>

### Dimenzioniranje na poprečnu silu

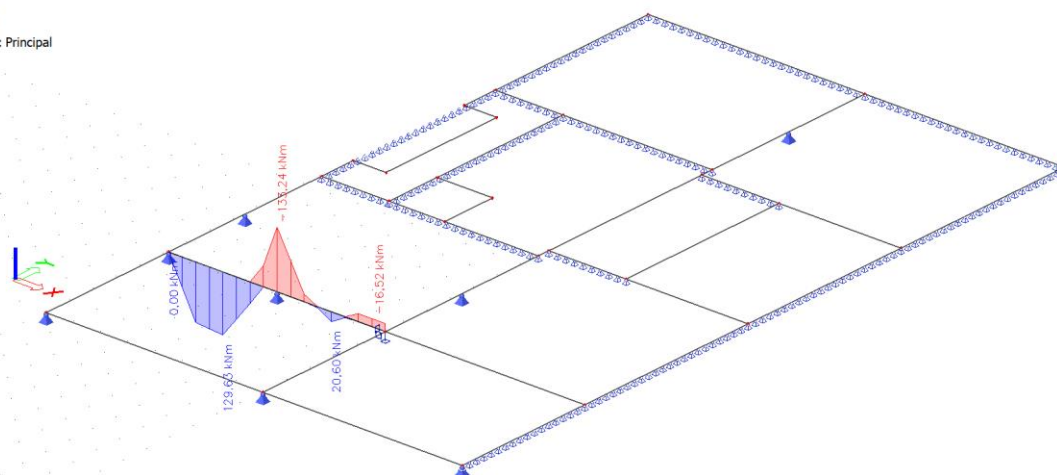
Tablica 8.7. Dimenzioniranje greda na poprečnu silu

Poprečni presjek grede:		Limitirajući moment savijanja:	
h=	50 cm	MRd,lim=	149,48 kNm
zaštitni sloj:		Min. i max. postotak armature:	
a=	2,5 cm	As,min=	1,78 cm <sup>2</sup> /m
a'=	2,5 cm	As,min=	1,425 cm <sup>2</sup> /m
d=	47,5 cm	As,max=	14,11 cm <sup>2</sup> /m
bw=	25 cm		
Beton:		Potrebna armatura:	
C25/30		As1,s2=	Msd* 0,05
fck=	25	Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:	
yc=	1,5	CRd,c=	0,12 ocp= 0
fcd=	16,67 MPa	k=	1,65 <2 1,65 k1= 0,15
Armatura:		ρ1=	0,000015
B 500B; f <sub>yk</sub> =500.0 MPa		VRdc=	786,47 kN/m
f <sub>yk</sub> =	500	vmin=	0,371
ys=	1,15	VRdc,min=	4400,05 kN/m
f <sub>yd</sub> =	434,78 MPa	ρl=	0,0085
Ulazni podaci:		Vrd, c mora biti veća od:	
Vsd=	86 kN	Vrd, c >	440,00
As1=	6,16 cm <sup>2</sup>	v=	0,54 kN
As2=	4,52 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	534375 N
Ac=	1250 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	534,375 kN
		VEd,max/VRd,max=	0,16 VEd= 86 kN
		smax=	30
		pmin=	0,0011 cm
		m=	2
		Asw,min=	0,413 cm <sup>2</sup>
		Odabrane minimalne spone:	Ø10/10 Asw= 0,7 cm <sup>2</sup>
		VRd=	153,34 kN
		<b>VEd &lt; VRd</b>	
		Na mjestu maksimalne poprečne sile:	
		sw <	30,26 cm
		Postaviti spone:	Ø10/10

Gredu G6 armirati s **4Ø14** u donjoj zoni u polju i **2Ø12** u gornjoj zoni iznad ležaja te konstruktivno s **2x2Ø12**. Poprečnu armaturu uzeti **Ø10/10** u polju i **Ø10/10** uz ležajeve.

### GREDA G7 b/h 25/95 cm

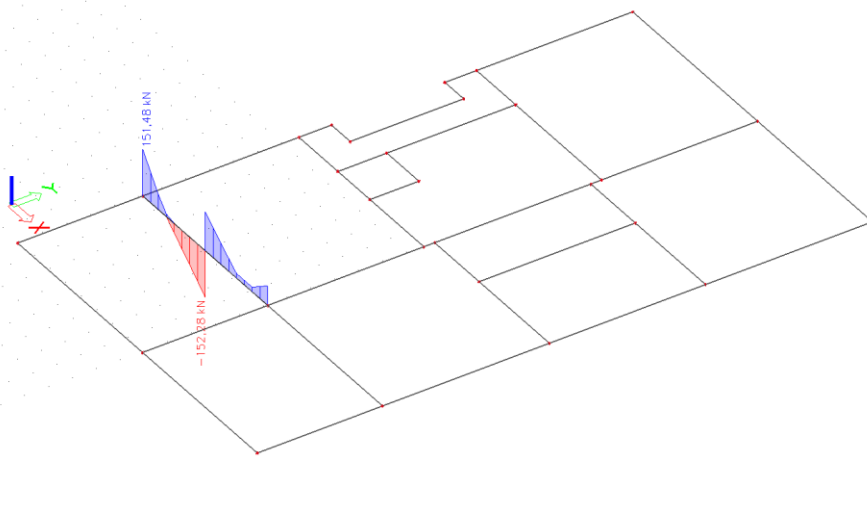
1D internal forces  
 Values: My  
 Linear calculation  
 Combination: gsn  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Local  
 Selection: B16



Slika 8.2.5. Moment savijanja My na gredi G7



1D internal forces  
 Values: Vz  
 Linear calculation  
 Combination: gsn  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Member  
 Selection: B16



Slika 8.2.6. Poprečna sila Vz na gredi G7

**Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment u polju**

Tablica 8.8. Dimenzioniranje greda na moment savijanja u polju

		Dimenzioniranje pravokutnog presjeka na moment savijanja																												
<b>b</b>	25,00	cm																												
<b>h</b>	95,00	cm																												
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	2,50	cm																												
<b>d</b>	92,50	cm																												
<b>f<sub>cd</sub></b>	1,67	kN/cm <sup>2</sup>																												
<b>f<sub>yd</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>																												
<b>M<sub>sd</sub></b>	325,00	kNm																												
<b>N<sub>sd</sub></b>	0,00	kN																												
<b>e<sub>s1</sub></b>	10,00	‰																												
<b>e<sub>c2</sub></b>	2,05	‰																												
<b>M<sub>sds</sub></b>	325,00	kNm		<table border="1"> <tr> <td><b>M<sub>Rd,lim</sub></b></td> <td>568,54</td> <td>kNm</td> </tr> <tr> <td><b>μ<sub>sd</sub></b></td> <td>0,091</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Jednostruko armiranje</td> </tr> <tr> <td><b>ω</b></td> <td>9,763</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td><b>ρ</b></td> <td>0,373</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td><b>ξ</b></td> <td>0,170</td> <td>x 15,74 cm</td> </tr> <tr> <td><b>ζ</b></td> <td>0,936</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>A<sub>s1</sub></b></td> <td>8,63</td> <td>cm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td><b>A<sub>s2</sub></b></td> <td>0,00</td> <td>cm<sup>2</sup></td> </tr> </table>	<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	568,54	kNm	<b>μ<sub>sd</sub></b>	0,091		Jednostruko armiranje			<b>ω</b>	9,763	%	<b>ρ</b>	0,373	%	<b>ξ</b>	0,170	x 15,74 cm	<b>ζ</b>	0,936		<b>A<sub>s1</sub></b>	8,63	cm <sup>2</sup>	<b>A<sub>s2</sub></b>	0,00
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	568,54	kNm																												
<b>μ<sub>sd</sub></b>	0,091																													
Jednostruko armiranje																														
<b>ω</b>	9,763	%																												
<b>ρ</b>	0,373	%																												
<b>ξ</b>	0,170	x 15,74 cm																												
<b>ζ</b>	0,936																													
<b>A<sub>s1</sub></b>	8,63	cm <sup>2</sup>																												
<b>A<sub>s2</sub></b>	0,00	cm <sup>2</sup>																												
<b>M<sub>sds</sub></b>	325,00	kNm																												
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	568,54	kNm																												
<b>μ<sub>sd</sub></b>	0,091																													
Jednostruko armiranje																														
<b>ω</b>	9,763	%																												
<b>ρ</b>	0,373	%																												
<b>ξ</b>	0,170	x 15,74 cm																												
<b>ζ</b>	0,936																													
<b>A<sub>s1</sub></b>	8,63	cm <sup>2</sup>																												
<b>A<sub>s2</sub></b>	0,00	cm <sup>2</sup>																												

$$A_{s,min} = 0.0015 * 25 * 47,5 = 1,78 \text{ cm}^2$$

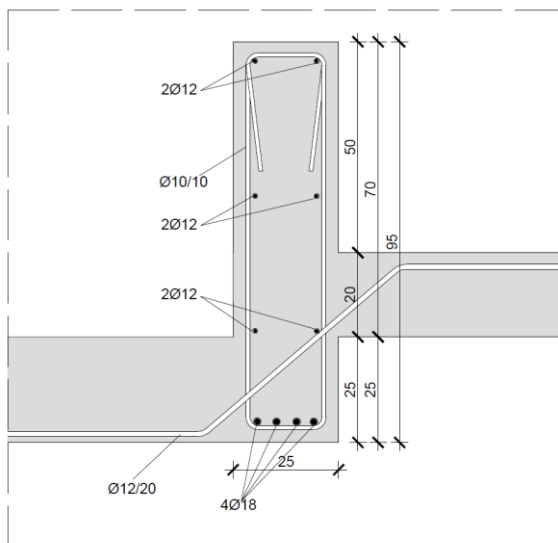
$$A_{s,max} = 0.31 * 25 * 47,5 * (1,67 / 43,48) = 14,14 \text{ cm}^2$$

### Dimenzioniranje na poprečnu silu

Tablica 8.9. Dimenzioniranje greda na poprečnu silu

Poprečni presjek grede:		Limitirajući moment savijanja:	
h=	95 cm	MRd,lim=	566,85 kNm
zaštitni sloj:		Min. i max. postotak armature:	
a=	2,5 cm	As,min=	3,47 cm <sup>2</sup> /m
a'=	2,5 cm	As,min=	2,775 cm <sup>2</sup> /m
d=	92,5 cm	As,max=	27,48 cm <sup>2</sup> /m
bw=	25 cm		
Beton:		Potrebna armatura:	
C25/30		As1,s2=	Msd* 0,03
fck=	25	Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:	
γc=	1,5	CRd,c=	0,12
fcd=	16,67 MPa	k=	1,46 < 2
Armatura:		ρ1=	0,000015
B 500B; f <sub>yk</sub> =500.0 MPa		VRdc=	1360,74 kN/m
f <sub>yk</sub> =	500	v <sub>min</sub> =	0,310
γs=	1,15	VRdc,min=	7175,83 kN/m
f <sub>yd</sub> =	434,78 MPa	ρl=	0,0071
Ulazni podaci:		Vrd,c mora biti veća od:	
Vsd=	152 kN	Vrd,c >	717,58
As1=	10,18 cm <sup>2</sup>	v=	0,54 kN
As2=	6,78 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	1040625 N
Ac=	2375 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	1040,625 kN
		VEd,max/VRd,max=	0,15
		s <sub>max</sub> =	30
		ρ <sub>min</sub> =	0,0011 cm
		m=	2
		Asw,min=	0,413 cm <sup>2</sup>
		Odabrane minimalne spone:	Ø10/10
		VRd=	298,61 kN
		Asw=	0,7 cm <sup>2</sup>
		<b>VEd &lt; VRd</b>	
		Na mjestu maksimalne poprečne sile:	
		sw <	33,34 cm
		Postaviti spone:	Ø10/10

Gredu G7 armirati s 4Ø18 u donjoj zoni u polju i 2Ø12 u gornjoj zoni iznad ležaja te konstruktivno s 3x2Ø12. Poprečnu armaturu uzeti Ø10/10 u polju i Ø10/10 uz ležajeve.



Slika 8.2.7. Skica armature za gredu G7 u polju

**GREDE G8 i G9 b/h 25/50 cm**

**Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment u polju**

Tablica 8.10. Dimenzioniranje greda na moment savijanja u polju

			Dimenzioniranje pravokutnog presjeka na moment savijanja	
<b>b</b>	25,00	cm		
<b>h</b>	50,00	cm		
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	2,50	cm		
<b>d</b>	47,50	cm		
<b>f<sub>cd</sub></b>	1,67	kN/cm <sup>2</sup>		
<b>f<sub>yd</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>		
<b>M<sub>sd</sub></b>	125,12	kNm		
<b>N<sub>sd</sub></b>	0,00	kN		
<b>e<sub>s1</sub></b>	10,00	‰		
<b>e<sub>c2</sub></b>	2,90	‰		
<b>M<sub>sds</sub></b>	125,12	kNm		
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	149,92	kNm		
<b>μ<sub>sd</sub></b>	0,134			
Jednostruko armiranje				
<b>ω</b>	14,707	%		
<b>ρ</b>	0,561	%		
<b>ξ</b>	0,225		x 10,67 cm	
<b>ζ</b>	0,910			
<b>A<sub>s1</sub></b>	6,66	cm <sup>2</sup>		
<b>A<sub>s2</sub></b>	0,00	cm <sup>2</sup>		

**Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment na ležaju**

Tablica 8.11. Dimenzioniranje greda na moment savijanja na ležaju

<b>b</b>	25,00	cm
<b>h</b>	50,00	cm
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	2,50	cm
<b>d</b>	47,50	cm
<b>f<sub>cd</sub></b>	1,67	kN/cm <sup>2</sup>
<b>f<sub>yd</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>
<b>M<sub>sd</sub></b>	204,00	kNm
<b>N<sub>sd</sub></b>	0,00	kN
<b>e<sub>s1</sub></b>	10,00	‰
<b>e<sub>c2</sub></b>	3,50	‰
<b>M<sub>sds</sub></b>	204,00	kNm
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	149,92	kNm
<b>μ<sub>sd</sub></b>	0,159	
Dvostruko armiranje		
<b>ω</b>	17,840	%
<b>ρ</b>	1,179	%
<b>ξ</b>	0,259	
<b>ζ</b>	0,892	
<b>A<sub>s1</sub></b>	11,07	cm <sup>2</sup>
<b>A<sub>s2</sub></b>	2,93	cm <sup>2</sup>

**As,min**=0.0015\*25\*57,5= 2,16 cm<sup>2</sup>

**As,max**= 0.31\*25\*57,5\*(1,67/43,48)= 17,12 cm<sup>2</sup>

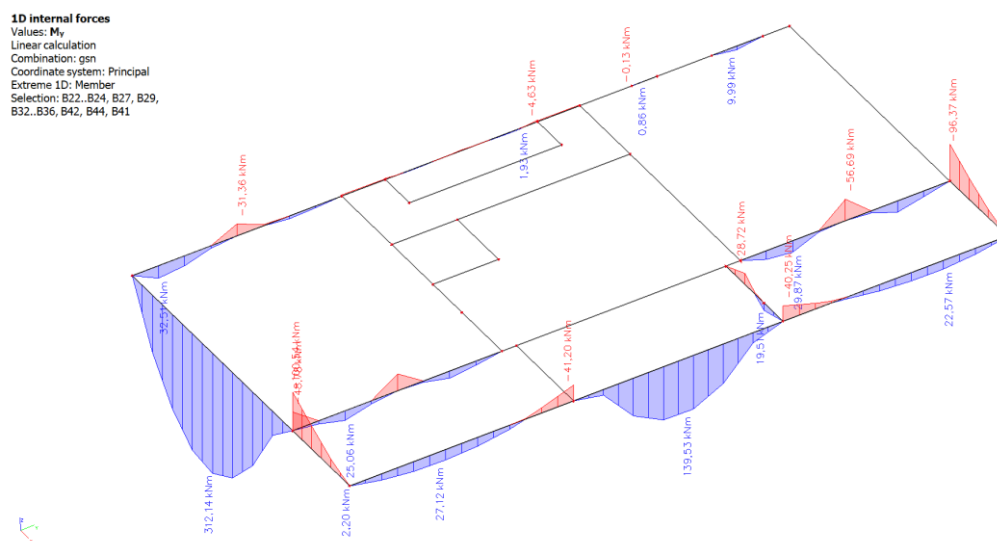
### Dimenzioniranje na poprečnu silu

Tablica 8.12. Dimenzioniranje greda na poprečnu silu

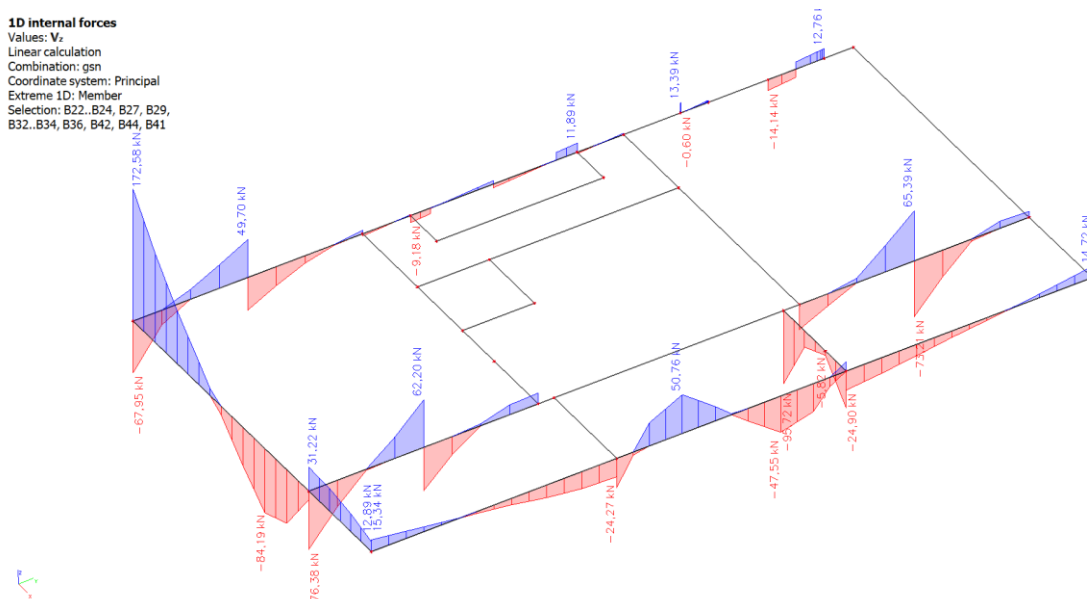
<b>Poprečni presjek grede:</b>		Limitirajući moment savijanja:	
h=	50 cm	MRd,lim=	149,48 kNm
zaštitni sloj:		Min. i max. postotak armature:	
a=	2,5 cm	As,min=	1,78 cm <sup>2</sup> /m
a'=	2,5 cm	As,min=	1,425 cm <sup>2</sup> /m
d=	47,5 cm	As,max=	14,11 cm <sup>2</sup> /m
bw=	25 cm		
<b>Beton:</b>		Potrebna armatura:	
C25/30		As1,s2=	Msd* 0,05
fck=	25	Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:	
γc=	1,5	CRd,c=	0,12
fcd=	16,67 MPa	k=	1,65 < 2
<b>Armatura:</b>		ρ1=	0,000015
B 500B; f <sub>yk</sub> =500,0 MPa		VRd,c=	786,47 kN/m
f <sub>yk</sub> =	500	v <sub>min</sub> =	0,371
γs=	1,15	VRd,c,min=	4400,05 kN/m
f <sub>yd</sub> =	434,78 MPa	ρl=	0,0155
<b>Ulazni podaci:</b>		VRd,c mora biti veća od:	
Vsd=	103 kN	VRd,c >	440,00
As1=	6,78 cm <sup>2</sup>	v=	0,54 kN
As2=	12,57 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	534375 N
Ac=	1250 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	534,375 kN
		VEd,max/VRd,max=	0,19
		s <sub>max</sub> =	30
		p <sub>min</sub> =	0,0011 cm
		m=	2
		Asw,min=	0,413 cm <sup>2</sup>
		Odabrane minimalne spone:	Ø8/10
		VRd=	153,34 kN
		VEd < VRd	
		Na mjestu maksimalne poprečne sile:	
		sw <	25,26 cm
		Postaviti spone:	Ø8/10
		VEd=	103 kN
		Asw=	0,7 cm <sup>2</sup>

Grede G8 i G9 armirati s 4Ø16 u donjoj zoni u polju i 4Ø20 u gornjoj zoni iznad ležaja te konstruktivno s 2x2Ø12. Poprečnu armaturu uzeti Ø10/10 u polju i Ø10/10 uz ležajeve.

### GREDE PLOČE POZICIJE 200 i 300



Slika 8.2.8. Momenti savijanja My



Slika 8.2.9. Poprečna sila Vz

**GREDE G1, G5 i G6 b/h 25/50 cm**

**Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment u polju**

Tablica 8.13. Dimenzioniranje greda na moment savijanja u polju

		Dimenzioniranje pravokutnog presjeka na moment savijanja																															
<b>b</b>	25,00	cm																															
<b>h</b>	50,00	cm																															
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	2,50	cm																															
<b>d</b>	47,50	cm																															
<b>f<sub>cd</sub></b>	1,67	kN/cm <sup>2</sup>																															
<b>f<sub>yd</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>																															
<b>M<sub>sd</sub></b>	52,20	kNm																															
<b>N<sub>sd</sub></b>	0,00	kN																															
<b>e<sub>s1</sub></b>	10,00	‰																															
<b>e<sub>c2</sub></b>	1,42	‰																															
<b>M<sub>sds</sub></b>	52,20	kNm	<table border="1"> <tr> <td><b>M<sub>sds</sub></b></td> <td>52,20</td> <td>kNm</td> </tr> <tr> <td><b>M<sub>Rd,lim</sub></b></td> <td>149,92</td> <td>kNm</td> </tr> <tr> <td><b>μ<sub>sd</sub></b></td> <td>0,055</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Jednostruko armiranje</td> </tr> <tr> <td><b>ω</b></td> <td>5,740</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td><b>ρ</b></td> <td>0,223</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td><b>ξ</b></td> <td>0,124</td> <td>x</td> </tr> <tr> <td><b>ζ</b></td> <td>0,955</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>A<sub>s1</sub></b></td> <td>2,65</td> <td>cm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td><b>A<sub>s2</sub></b></td> <td>0,00</td> <td>cm<sup>2</sup></td> </tr> </table>	<b>M<sub>sds</sub></b>	52,20	kNm	<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	149,92	kNm	<b>μ<sub>sd</sub></b>	0,055		Jednostruko armiranje			<b>ω</b>	5,740	%	<b>ρ</b>	0,223	%	<b>ξ</b>	0,124	x	<b>ζ</b>	0,955		<b>A<sub>s1</sub></b>	2,65	cm <sup>2</sup>	<b>A<sub>s2</sub></b>	0,00	cm <sup>2</sup>
<b>M<sub>sds</sub></b>	52,20	kNm																															
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	149,92	kNm																															
<b>μ<sub>sd</sub></b>	0,055																																
Jednostruko armiranje																																	
<b>ω</b>	5,740	%																															
<b>ρ</b>	0,223	%																															
<b>ξ</b>	0,124	x																															
<b>ζ</b>	0,955																																
<b>A<sub>s1</sub></b>	2,65	cm <sup>2</sup>																															
<b>A<sub>s2</sub></b>	0,00	cm <sup>2</sup>																															
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	149,92	kNm																															
<b>μ<sub>sd</sub></b>	0,055																																
Jednostruko armiranje																																	
<b>ω</b>	5,740	%																															
<b>ρ</b>	0,223	%																															
<b>ξ</b>	0,124	x																															
<b>ζ</b>	0,955																																
<b>A<sub>s1</sub></b>	2,65	cm <sup>2</sup>																															
<b>A<sub>s2</sub></b>	0,00	cm <sup>2</sup>																															

### Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment na ležaju

Tablica 8.14. Dimenzioniranje greda na moment savijanja na ležaju

b	25,00	cm
h	50,00	cm
d <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )	2,50	cm
d	47,50	cm
f <sub>cd</sub>	1,67	kN/cm <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>
M <sub>sd</sub>	64,60	kNm
N <sub>sd</sub>	0,00	kN
e <sub>s1</sub>	10,00	‰
e <sub>c2</sub>	1,64	‰
M <sub>sds</sub>	64,60	kNm
M <sub>Rd,lim</sub>	149,92	kNm
μ <sub>sd</sub>	0,068	
Jednostruko armiranje		
ω	7,140	%
ρ	0,278	%
ξ	0,141	
ζ	0,949	
A <sub>s1</sub>	3,30	cm <sup>2</sup>
A <sub>s2</sub>	0,00	cm <sup>2</sup>

$$A_{s,min} = 0.0015 * 25 * 47,5 = 1,78 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = 0.31 * 25 * 47,5 * (1,67/43,48) = 14,14 \text{ cm}^2$$

### Dimenzioniranje na poprečnu silu

Tablica 8.15. Dimenzioniranje greda na poprečnu silu

Poprečni presjek grede:		Limitirajući moment savijanja:	
h=	50 cm	MRd,lim=	149,48 kNm
zaštitni sloj:		Min. i max. postotak armature:	
a=	2,5 cm	As,min=	1,78 cm <sup>2</sup> /m
a'=	2,5 cm	As,min=	1,425 cm <sup>2</sup> /m
d=	47,5 cm	As,max=	14,11 cm <sup>2</sup> /m
bw=	25 cm		
<b>Beton:</b>		Potrebna armatura:	
C25/30		As1,s2=	Msd* 0,05
fck=	25	Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:	
γc=	1,5	CRd,c=	0,12 αcp= 0
fcd=	16,67 MPa	k=	1,65 < 2 1,65 k1= 0,15
<b>Armatura:</b>		ρ1=	0,000015
B 500B; f <sub>yk</sub> =500.0 MPa		VRdc=	786,47 kN/m
f <sub>yk</sub> =	500	vmin=	0,371
γs=	1,15	VRdc,min=	4400,05 kN/m
f <sub>yd</sub> =	434,78 MPa	ρl=	0,0063
<b>Ulazni podaci:</b>		Vrd,c mora biti veća od:	
Vsd=	81 kN	Vrd,c >	440,00
As1=	3,39 cm <sup>2</sup>	v=	0,54 kN
As2=	4,52 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	534375 N
Ac=	1250 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	534,375 kN
		VEd,max/VRd,max=	0,15 VEd= 81 kN
		smax=	30
		ρmin=	0,0011 cm
		m=	2
		Asw,min=	0,413 cm <sup>2</sup>
		Odabrane minimalne spone:	Ø8/10 Asw= 0,7 cm <sup>2</sup>
		VRd=	153,34 kN
		<b>VEd &lt; VRd</b>	
		Na mjestu maksimalne poprečne sile:	
		sw <	32,13 cm
		Postaviti spone:	Ø8/10

Grede G1, G5 i G6 armirati s **3Ø12** u donjoj zoni u polju i **3Ø12** u gornjoj zoni iznad ležaja te konstruktivno s **2x2Ø12**. Poprečnu armaturu uzeti **Ø8/10** u polju i **Ø8/10** uz ležajeve.

**GREDA G2 b/h 25/35 cm**

$A_{s,min}=0.0015*25*32,5= 1,22 \text{ cm}^2$

$A_{s,max}= 0.31*25*32,5*(1,67/43,48)= 9,67 \text{ cm}^2$

Gredu G2 armirati s **2Ø12** u donjoj zoni u polju i **2Ø12** u gornjoj zoni iznad ležaja te konstruktivno s **2x2Ø12**. Poprečnu armaturu uzeti **Ø8/20** u polju i **Ø8/20** uz ležajeve.

**GREDA G3 b/h 25/50 cm**

$A_{s,min}=0.0015*25*47,5= 1,78 \text{ cm}^2$

$A_{s,max}= 0.31*25*47,5*(1,67/43,48)= 14,14 \text{ cm}^2$

Gredu G3 armirati s **2Ø12** u donjoj zoni u polju i **2Ø12** u gornjoj zoni iznad ležaja te konstruktivno s **2x2Ø12**. Poprečnu armaturu uzeti **Ø8/20** u polju i **Ø8/20** uz ležajeve.

**GREDA G7 b/h 25/50 cm**

**Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment u polju**

Tablica 8.16. Dimenzioniranje greda na moment savijanja u polju

		Dimenzioniranje pravokutnog presjeka na moment savijanja			
<b>b</b>	25,00	cm			
<b>h</b>	50,00	cm			
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	2,50	cm			
<b>d</b>	47,50	cm			
<b>f<sub>cd</sub></b>	1,67	kN/cm <sup>2</sup>			
<b>f<sub>yd</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>			
<b>M<sub>sd</sub></b>	44,00	kNm			
<b>N<sub>sd</sub></b>	0,00	kN			
<b>e<sub>s1</sub></b>	10,00	%			
<b>e<sub>c2</sub></b>	1,29	%			
<b>M<sub>sds</sub></b>	44,00	kNm			
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	149,92	kNm			
<b>μ<sub>sd</sub></b>	0,047				
Jednostruko armiranje					
<b>ω</b>	4,888	%			
<b>ρ</b>	0,187	%			
<b>ξ</b>	0,114	x		5,41	cm
<b>ζ</b>	0,959				
<b>A<sub>s1</sub></b>	2,22	cm <sup>2</sup>			
<b>A<sub>s2</sub></b>	0,00	cm <sup>2</sup>			

$A_{s,min}=0.0015*25*47,5= 1,78 \text{ cm}^2$

$A_{s,max}= 0.31*25*47,5*(1,67/43,48)= 14,14 \text{ cm}^2$

### Dimenzioniranje na poprečnu silu

Tablica 8.17. Dimenzioniranje greda na poprečnu silu

Poprečni presjek grede:		Limitirajući moment savijanja:	
h=	50 cm	M <sub>Rd,lim</sub> =	149,48 kNm
zaštitni sloj:		Min. i max. postotak armature:	
a=	2,5 cm	A <sub>s,min</sub> =	1,78 cm <sup>2</sup> /m
a'=	2,5 cm	A <sub>s,min</sub> =	1,425 cm <sup>2</sup> /m
d=	47,5 cm	A <sub>s,max</sub> =	14,11 cm <sup>2</sup> /m
bw=	25 cm		
Beton:		Potrebna armatura:	M <sub>sd</sub> * 0,05
C25/30		A <sub>s1,s2</sub> =	
f <sub>ck</sub> =	25		
γ <sub>c</sub> =	1,5	Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:	
f <sub>cd</sub> =	16,67 MPa	CR <sub>d,c</sub> =	0,12 σ <sub>cp</sub> = 0
Armatura:		k=	1,65 < 2 1,65 k <sub>1</sub> = 0,15
B 500B; f <sub>yk</sub> =500.0 MPa		ρ <sub>1</sub> =	0,000015
f <sub>yk</sub> =	500	V <sub>Rd,c</sub> =	786,47 kN/m
γ <sub>s</sub> =	1,15	v <sub>min</sub> =	0,371
f <sub>yd</sub> =	434,78 MPa	V <sub>Rd,c,min</sub> =	4400,05 kN/m
		ρ <sub>l</sub> =	0,0054
Ulazni podaci:		V <sub>rd,c</sub> mora biti veća od:	
V <sub>sd</sub> =	86 kN	V <sub>rd,c</sub> >	440,00
A <sub>s1</sub> =	2,26 cm <sup>2</sup>	v=	0,54 kN
A <sub>s2</sub> =	4,52 cm <sup>2</sup>	V <sub>Rd,max</sub> =	534375 N
A <sub>c</sub> =	1250 cm <sup>2</sup>	V <sub>Rd,max</sub> =	534,375 kN
		V <sub>Ed,max</sub> /V <sub>Rd,max</sub> =	0,16 V <sub>Ed</sub> = 86 kN
		s <sub>max</sub> =	30
		ρ <sub>min</sub> =	0,0011 cm
		m=	2
		A <sub>sw,min</sub> =	0,413 cm <sup>2</sup>
		Odobrane minimalne spone:	Ø8/10 A <sub>sw</sub> = 0,5 cm <sup>2</sup>
		V <sub>Rd</sub> =	153,34 kN
		V <sub>Ed</sub> <V <sub>Rd</sub>	
		Na mjestu maksimalne poprečne sile:	
		sw<	21,61 cm
		Postaviti spone:	Ø8/10

Gredu G7 armirati s 2Ø12 u donjoj zoni u polju i 2Ø12 u gornjoj zoni iznad ležaja te konstruktivno s 2x2Ø12. Poprečnu armaturu uzeti Ø8/20 u polju i Ø8/20 uz ležajeve.



### GREDA G4 b/h 25/120 cm

Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment u polju

Tablica 8.18. Dimenzioniranje greda na moment savijanja u polju

b		25,00	cm
h		120,00	cm
d <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )		2,50	cm
d		117,50	cm
f <sub>cd</sub>		1,67	kN/cm <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub>		43,48	kN/cm <sup>2</sup>
M <sub>sd</sub>		288,00	kNm
N <sub>sd</sub>		0,00	kN
e <sub>s1</sub>		10,00	‰
e <sub>c2</sub>		1,34	‰
M <sub>sds</sub>		288,00	kNm
M <sub>Rd,lim</sub>		917,39	kNm
μ <sub>sd</sub>		0,050	
Jednostruko armiranje			
ω		5,226	%
ρ		0,200	%
ξ		0,118	x 13,88 cm
ζ		0,958	
A <sub>s1</sub>		5,89	cm <sup>2</sup>
A <sub>s2</sub>		0,00	cm <sup>2</sup>

$$A_{s,min} = 0.0015 \cdot 25 \cdot 117,5 = 4,41 \text{ cm}^2$$

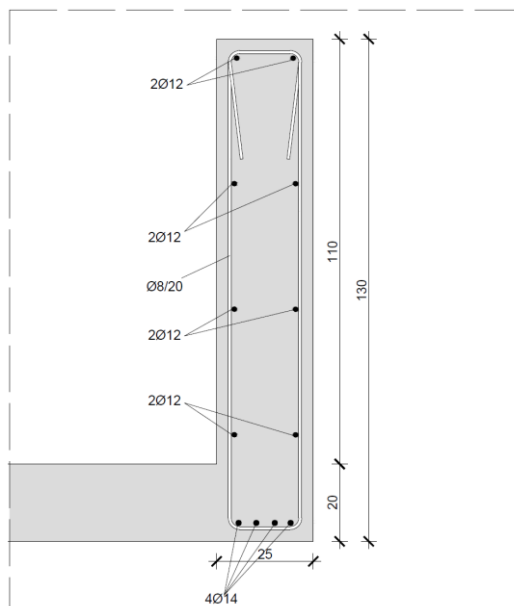
$$A_{s,max} = 0.31 \cdot 25 \cdot 117,5 \cdot (1,67/43,48) = 35,22 \text{ cm}^2$$

### Dimenzioniranje na poprečnu silu

Tablica 8.19. Dimenzioniranje greda na poprečnu silu

Poprečni presjek greda:		Limitirajući moment savijanja:	
h=	120 cm	MRd,lim=	914,66 kNm
zaštitni sloj:		Min. i max. postotak armature:	
a=	2,5 cm	As,min=	4,41 cm <sup>2</sup> /m
a'=	2,5 cm	As,min=	3,525 cm <sup>2</sup> /m
d=	117,5 cm	As,max=	34,91 cm <sup>2</sup> /m
bw=	25 cm		
Beton:		Potrebna armatura:	As1,s2= Msd* 0,02
C25/30		Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:	
fck=	25	CRd,c=	0,12
γc=	1,5	k=	1,41 < 2
fcd=	16,67 MPa	σcp=	0
Armatura:		ρ1=	0,000015
B 500B; fyk=500.0 MPa		VRdc=	1666,66 kN/m
fyk=	500	vmin=	0,294
γs=	1,15	VRdc,min=	8630,39 kN/m
fyd=	434,78 MPa	pl=	0,0051
Ulazni podaci:		Vrd,c mora biti veća od:	
Vsd=	165 kN	Vrd,c >	863,04
As1=	6,16 cm <sup>2</sup>	v=	0,54 kN
As2=	9,04 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	1321875 N
Ac=	3000 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	1321,875 kN
		VEd,max/VRd,max=	0,12
		smax=	30
		pmin=	0,0011 cm
		m=	2
		Asw,min=	0,413 cm <sup>2</sup>
		Odabrane minimalne spone:	Ø8/20
		VRd=	189,66 kN
		Asw=	0,5 cm <sup>2</sup>
		VED<VRd	
		Na mjestu maksimalne poprečne sile:	
		sw<	27,87 cm
		Postaviti spone:	Ø8/20

Gredu G4 armirati s **4Ø14** u donjoj zoni u polju i **2Ø12** u gornjoj zoni iznad ležaja te konstruktivno s **4x2Ø12**. Poprečnu armaturu uzeti **Ø8/20** u polju i **Ø8/20** uz ležajeve.



Slika 8.2.10. Skica armature grede G4 u polju

### GREDE G8 i G12 b/h 25/50 cm

#### Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment na ležaju i u polju

Tablica 8.20. Dimenzioniranje greda na moment savijanja u polju i na ležaju

<b>b</b>	25,00	cm
<b>h</b>	50,00	cm
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	2,50	cm
<b>d</b>	47,50	cm
<b>f<sub>cd</sub></b>	1,67	kN/cm <sup>2</sup>
<b>f<sub>yd</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>
<b>M<sub>sd</sub></b>	100,00	kNm
<b>N<sub>sd</sub></b>	0,00	kN
<b>e<sub>s1</sub></b>	10,00	‰
<b>e<sub>c2</sub></b>	2,32	‰
<b>M<sub>sds</sub></b>	100,00	kNm
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	149,92	kNm
<b>μ<sub>sd</sub></b>	0,106	
Jednostruko armiranje		
<b>ω</b>	11,432	%
<b>ρ</b>	0,440	%
<b>ξ</b>	0,189	
<b>ζ</b>	0,927	
<b>A<sub>s1</sub></b>	5,22	cm <sup>2</sup>
<b>A<sub>s2</sub></b>	0,00	cm <sup>2</sup>

$$A_{s,min} = 0.0015 * 25 * 47.5 = 1.78 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = 0.31 * 25 * 47.5 * (1.67 / 43.48) = 14.14 \text{ cm}^2$$

### Dimenzioniranje na poprečnu silu

Tablica 8.21. Dimenzioniranje greda na poprečnu silu

Poprečni presjek grede:		Limitirajući moment savijanja:	
h=	50 cm	MRd,lim=	149,48 kNm
zaštitni sloj:		Min. i max. postotak armature:	
a=	2,5 cm	As,min=	1,78 cm <sup>2</sup> /m
a'=	2,5 cm	As,min=	1,425 cm <sup>2</sup> /m
d=	47,5 cm	As,max=	14,11 cm <sup>2</sup> /m
bw=	25 cm		
Beton:		Potrebna armatura:	
C25/30		As1,s2=	Msd* 0,05
fc,k=	25	Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:	
γc=	1,5	CRd,c=	0,12 σcp= 0
fcd=	16,67 MPa	k=	1,65 <2 1,65 k1= 0,15
Armatura:		p1=	0,000015
B 500B; f <sub>yk</sub> =500,0 MPa		VRd,c=	786,47 kN/m
f <sub>yk</sub> =	500	vmin=	0,371
γs=	1,15	VRd,c,min=	4400,05 kN/m
f <sub>yd</sub> =	434,78 MPa	ρl=	0,0085
Ulazni podaci:		Vrd,c mora biti veća od:	
Vsd=	34 kN	Vrd,c >	440,00
As1=	4,52 cm <sup>2</sup>	v=	0,54 kN
As2=	6,16 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	534375 N
Ac=	1250 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	534,375 kN
		VEd,max/VRd,max=	0,06 VEd= 34 kN
		smax=	30
		ρmin=	0,0011 cm
		m=	2
		Asw,min=	0,413 cm <sup>2</sup>
		Odabrane minimalne spone: Ø8/20	Asw= 0,5 cm <sup>2</sup>
		VRd=	76,67 kN
		<b>VEd &lt; VRd</b>	
		Na mjestu maksimalne poprečne sile:	
		sw <	54,67 cm
		Postaviti spone: Ø8/20	

Grede G8 i G12 armirati s **4Ø14** u gornjoj zoni u polju i na ležaju te konstruktivno s **2x2Ø12**.

Poprečnu armaturu uzeti **Ø8/20** u polju i **Ø8/20** uz ležajeve.

**GREDE G9 i G11 b/h 25/50 cm**

**Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment u polju**

Tablica 8.22. Dimenzioniranje greda na moment savijanja u polju

			Dimenzioniranje pravokutnog presjeka na moment savijanja	
b	25,00	cm		
h	50,00	cm		
d <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )	2,50	cm		
d	47,50	cm		
f <sub>cd</sub>	1,67	kN/cm <sup>2</sup>		
f <sub>yd</sub>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>		
M <sub>sd</sub>	27,00	kNm		
N <sub>sd</sub>	0,00	kN		
e <sub>s1</sub>	10,00	%		
e <sub>c2</sub>	0,96	%		
M <sub>sds</sub>	27,00	kNm		
M <sub>Rd,lim</sub>	149,92	kNm		
μ <sub>sd</sub>	0,029			
Jednostruko armiranje				
ω	2,986	%		
ρ	0,114	%		
ξ	0,087		x	4,15 cm
ζ	0,970			
A <sub>s1</sub>	1,35	cm <sup>2</sup>		
A <sub>s2</sub>	0,00	cm <sup>2</sup>		

**Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment na ležaju**

Tablica 8.21. Dimenzioniranje greda na moment savijanja na ležaju

b	25,00	cm
h	50,00	cm
d <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )	2,50	cm
d	47,50	cm
f <sub>cd</sub>	1,67	kN/cm <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>
M <sub>sd</sub>	51,00	kNm
N <sub>sd</sub>	0,00	kN
e <sub>s1</sub>	10,00	%
e <sub>c2</sub>	1,42	%
M <sub>sds</sub>	51,00	kNm
M <sub>Rd,lim</sub>	149,92	kNm
μ <sub>sd</sub>	0,055	
Jednostruko armiranje		
ω	5,740	%
ρ	0,218	%
ξ	0,124	
ζ	0,955	
A <sub>s1</sub>	2,58	cm <sup>2</sup>
A <sub>s2</sub>	0,00	cm <sup>2</sup>

$$A_{s,min} = 0.0015 * 25 * 47,5 = 1,78 \text{ cm}^2$$

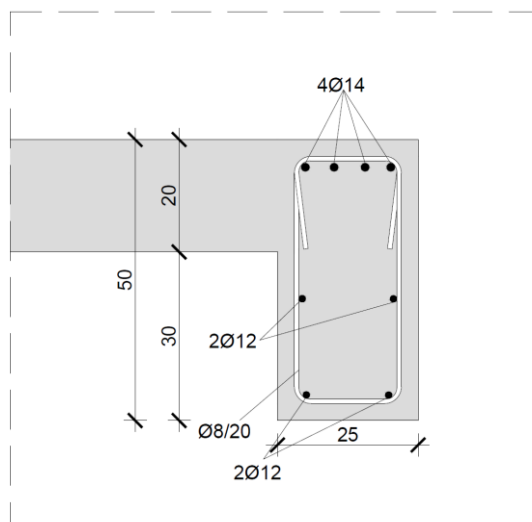
$$A_{s,max} = 0.31 * 25 * 47,5 * (1,67 / 43,48) = 14,14 \text{ cm}^2$$

### Dimenzioniranje na poprečnu silu

Tablica 8.23. Dimenzioniranje greda na poprečnu silu

Poprečni presjek grede:		Limitirajući moment savijanja:	
h=	50 cm	MRd,lim=	149,48 kNm
zaštitni sloj:		Min. i max. postotak armature:	
a=	2,5 cm	As,min=	1,78 cm <sup>2</sup> /m
a'=	2,5 cm	As,min=	1,425 cm <sup>2</sup> /m
d=	47,5 cm	As,max=	14,11 cm <sup>2</sup> /m
bw=	25 cm		
Beton:		Potrebna armatura:	
C25/30		As1,s2=	Msd* 0,05
fck=	25	Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:	
γc=	1,5	CRd,c=	0,12      ocp= 0
fcd=	16,67 MPa	k=	1,65 < 2      1,65 k1= 0,15
Armatura:		ρ1=	0,000015
B 500B; f <sub>yk</sub> =500.0 MPa		VRdc=	786,47 kN/m
f <sub>yk</sub> =	500	vmin=	0,371
γs=	1,15	VRdc,min=	4400,05 kN/m
f <sub>yd</sub> =	434,78 MPa	ρl=	0,0085
		Vrd,c mora biti veća od:	
Ulazni podaci:		Vrd,c >	440,00
Vsd=	78 kN	v=	0,54 kN
As1=	4,52 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	534375 N
As2=	6,16 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	534,375 kN
Ac=	1250 cm <sup>2</sup>	VEd,max/VRd,max=	0,15      VEd= 78 kN
		smax=	30
		ρmin=	0,0011 cm
		m=	2
		Asw,min=	0,413 cm <sup>2</sup>
		Odabrane minimalne spone:	Ø8/10      Asw= 0,5 cm <sup>2</sup>
		VRd=	153,34 kN
		<b>VEd &lt; VRd</b>	
		Na mjestu maksimalne poprečne sile:	
		sw <	23,83 cm
		Postaviti spone:	Ø8/10

Grede G9 i G11 armirati s 2Ø12 u donjoj zoni u polju i 4Ø14 u gornjoj zoni iznad ležaja te konstruktivno s 2x2Ø12. Poprečnu armaturu uzeti Ø8/20 u polju i Ø8/20 uz ležajeve.



Slika 8.2.11. Skica armature za grede G9 i G11 iznad ležaja

### GREDA G10 b/h 25/130 cm

Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment u polju

Tablica 8.24. Dimenzioniranje greda na moment savijanja u polju

b		25,00	cm
h		130,00	cm
d <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )		2,50	cm
d		127,50	cm
f <sub>cd</sub>		1,67	kN/cm <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub>		43,48	kN/cm <sup>2</sup>
M <sub>sd</sub>		137,00	kNm
N <sub>sd</sub>		0,00	kN
e <sub>s1</sub>		10,00	‰
e <sub>c2</sub>		0,77	‰

M <sub>sd,s</sub>		137,00	kNm
M <sub>Rd,lim</sub>		1080,19	kNm
μ <sub>sd</sub>		0,020	
Jednostruko armiranje			
ω		2,019	%
ρ		0,079	%
ξ		0,071	x 9,07 cm
ζ		0,975	
A <sub>s1</sub>		2,53	cm <sup>2</sup>
A <sub>s2</sub>		0,00	cm <sup>2</sup>

$$A_{s,min} = 0.0015 * 25 * 127,5 = 4,78 \text{ cm}^2$$

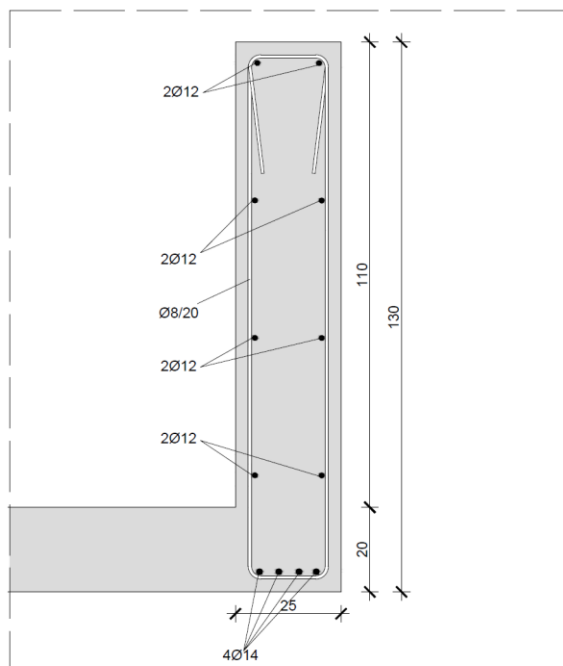
$$A_{s,max} = 0.31 * 25 * 127,5 * (1,67/43,48) = 37,95 \text{ cm}^2$$

### Dimenzioniranje na poprečnu silu

Tablica 8.25. Dimenzioniranje greda na poprečnu silu

Poprečni presjek grede:		Limitirajući moment savijanja:	
h=	130 cm	MRd,lim=	1076,98 kNm
zaštitni sloj:		Min. i max. postotak armature:	
a=	2,5 cm	As,min=	4,78 cm <sup>2</sup> /m
a'=	2,5 cm	As,min=	3,825 cm <sup>2</sup> /m
d=	127,5 cm	As,max=	37,88 cm <sup>2</sup> /m
bw=	25 cm		
Beton:		Potrebna armatura:	
C25/30		As1,s2=	Msd* 0,02
fck=	25	Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:	
γc=	1,5	CRd,c=	0,12
fcd=	16,67 MPa	k=	1,40 <2
Armatura:		ρ1=	0,000015
B 500B; f <sub>yk</sub> =500.0 MPa		VRdc=	1787,36 kN/m
f <sub>yk</sub> =	500	v <sub>min</sub> =	0,289
γs=	1,15	VRdc,min=	9201,19 kN/m
f <sub>yd</sub> =	434,78 MPa	ρl=	0,0047
Ulazni podaci:		Vrd,c mora biti veća od:	
Vsd=	50 kN	Vrd,c >	920,12
As1=	6,16 cm <sup>2</sup>	v=	0,54 kN
As2=	9,04 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	1434375 N
Ac=	3250 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	1434,375 kN
		VEd,max/VRd,max=	0,03
		smax=	30
		ρ <sub>min</sub> =	0,0011 cm
		m=	2
		Asw,min=	0,413 cm <sup>2</sup>
		Odabrane minimalne spone:	Ø8/20
		VRd=	205,80 kN
		VEd < VRd	
		Na mjestu maksimalne poprečne sile:	
		sw <	99,78 cm
		Postaviti spone:	Ø8/20

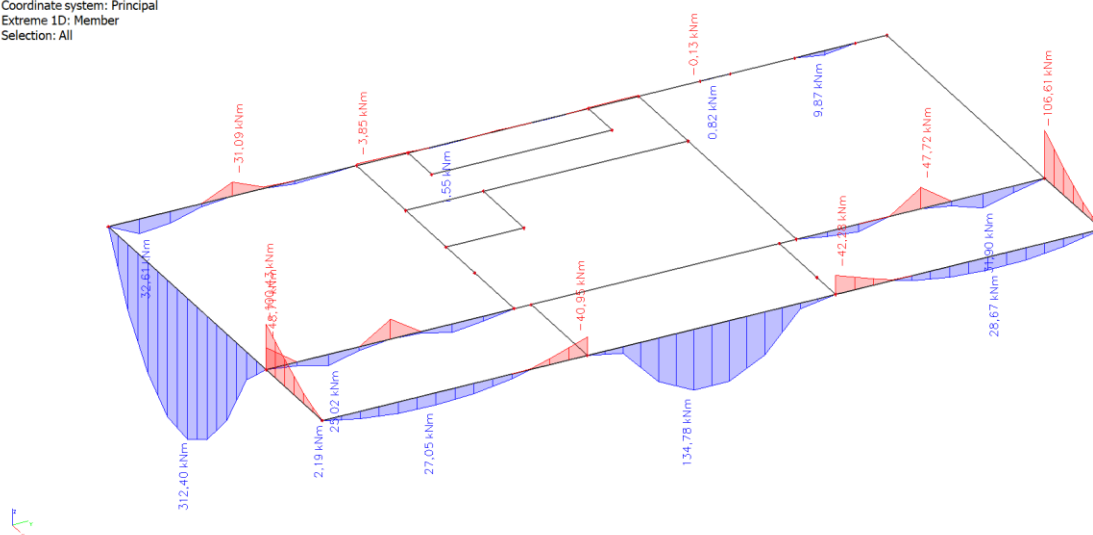
Gredu G10 armirati s **4Ø14** u donjoj zoni u polju i **4Ø14** u gornjoj zoni iznad ležaja te konstruktivno s **4x2Ø12**. Poprečnu armaturu uzeti **Ø8/20** u polju i **Ø8/20** uz ležajeve.



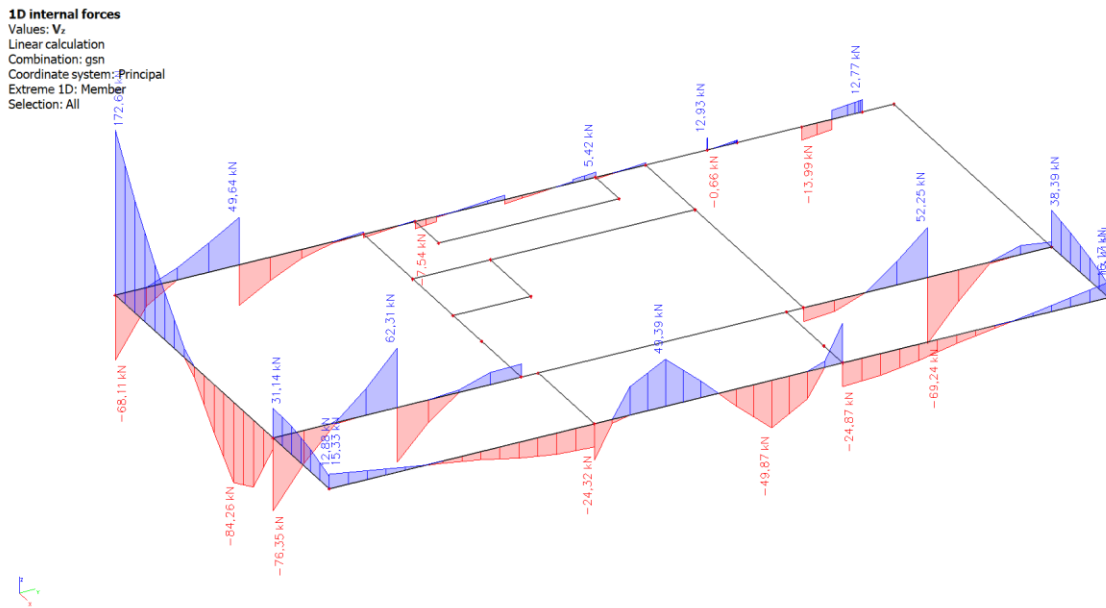
Slika 8.2.12. Skica armature za gredu G10 u polju

### GREDE PLOČE POZICIJE 400

1D internal forces  
 Values:  $M_y$   
 Linear calculation  
 Combination: gsn  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Member  
 Selection: All



Slika 8.2.13. Momenti savijanja  $M_y$



Slika 8.2.14. Poprečna sila Vz

**GREDE G1, G5 i G6 b/h 25/50 cm**

**Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment u polju**

Tablica 8.26. Dimenzioniranje greda na moment savijanja u polju

		Dimenzioniranje pravokutnog presjeka na moment savijanja			
<b>b</b>	25,00	cm			
<b>h</b>	50,00	cm			
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	2,50	cm			
<b>d</b>	47,50	cm			
<b>f<sub>cd</sub></b>	1,67	kN/cm <sup>2</sup>			
<b>f<sub>yd</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>			
<b>M<sub>sd</sub></b>	32,50	kNm			
<b>N<sub>sd</sub></b>	0,00	kN			
<b>e<sub>s1</sub></b>	10,00	‰			
<b>e<sub>c2</sub></b>	1,07	‰			
<b>M<sub>sds</sub></b>	32,50	kNm			
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	149,92	kNm			
<b>μ<sub>sd</sub></b>	0,035				
Jednostruko armiranje					
<b>ω</b>	3,591	%			
<b>ρ</b>	0,137	%			
<b>ξ</b>	0,096	x		4,58	cm
<b>ζ</b>	0,966				
<b>A<sub>s1</sub></b>	1,63	cm <sup>2</sup>			
<b>A<sub>s2</sub></b>	0,00	cm <sup>2</sup>			



**Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment na ležaju**

Tablica 8.27. Dimenzioniranje greda na moment savijanja na ležaju

<b>b</b>	25,00	cm
<b>h</b>	50,00	cm
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	2,50	cm
<b>d</b>	47,50	cm
<b>f<sub>cd</sub></b>	1,67	kN/cm <sup>2</sup>
<b>f<sub>yd</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>
<b>M<sub>sd</sub></b>	48,00	kNm
<b>N<sub>sd</sub></b>	0,00	kN
<b>e<sub>s1</sub></b>	10,00	‰
<b>e<sub>c2</sub></b>	1,37	‰
<b>M<sub>sds</sub></b>	48,00	kNm
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	149,92	kNm
<b>μ<sub>sd</sub></b>	0,052	
Jednostruko armiranje		
<b>ω</b>	5,396	%
<b>ρ</b>	0,205	%
<b>ξ</b>	0,120	
<b>ζ</b>	0,957	
<b>A<sub>s1</sub></b>	2,43	cm <sup>2</sup>
<b>A<sub>s2</sub></b>	0,00	cm <sup>2</sup>

$$A_{s,\min}=0.0015*25*47,5= 1,78 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,\max}= 0.31*25*47,5*(1,67/43,48)= 14,14 \text{ cm}^2$$

### Dimenzioniranje na poprečnu silu

Tablica 8.28. Dimenzioniranje greda na poprečnu silu

Poprečni presjek grede:		Limitirajući moment savijanja:	
h=	50 cm	MRd,lim=	149,48 kNm
zaštitni sloj:		Min. i max. postotak armature:	
a=	2,5 cm	As,min=	1,78 cm <sup>2</sup> /m
a'=	2,5 cm	As,min=	1,425 cm <sup>2</sup> /m
d=	47,5 cm	As,max=	14,11 cm <sup>2</sup> /m
bw=	25 cm		
Beton:		Potrebna armatura:	
C25/30		As1,s2=	Msd* 0,05
fck=	25	Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:	
yc=	1,5	CRd,c=	0,12      σcp= 0
fcd=	16,67 MPa	k=	1,65 <2      1,65 k1= 0,15
Armatura:		ρ1=	0,000015
B 500B; f <sub>yk</sub> =500.0 MPa		VRdc=	786,47 kN/m
f <sub>yk</sub> =	500	vmin=	0,371
γ <sub>s</sub> =	1,15	VRdc,min=	4400,05 kN/m
f <sub>yd</sub> =	434,78 MPa	ρl=	0,0063
Ulazni podaci:		Vrd,c mora biti veća od:	
Vsd=	76 kN	Vrd,c >	440,00
As1=	4,52 cm <sup>2</sup>	v=	0,54 kN
As2=	3,39 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	534375 N
Ac=	1250 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	534,375 kN
		VEd,max/VRd,max=	0,14      VEd= 76 kN
		smax=	30
		pmin=	0,0011 cm
		m=	2
		Asw,min=	0,413 cm <sup>2</sup>
		Odabrane minimalne spone:	Ø8/20      Asw= 0,5 cm <sup>2</sup>
		VRd=	76,67 kN
		<b>VEd &lt; VRd</b>	
		Na mjestu maksimalne poprečne sile:	
		sw <	24,46 cm
		Postaviti spone:	Ø8/20

Grede G1, G5 i G6 armirati s **2Ø12** u donjoj zoni u polju i **3Ø12** u gornjoj zoni iznad ležaja te konstruktivno s **2x2Ø12**. Poprečnu armaturu uzeti **Ø8/20** u polju i **Ø8/20** uz ležajeve.

#### GREDA G2 b/h 25/40 cm

$$As_{min} = 0.0015 * 25 * 37,5 = 1,41 \text{ cm}^2$$

$$As_{max} = 0.31 * 25 * 37,5 * (1,67/43,48) = 11,16 \text{ cm}^2$$

Gredu G2 armirati s **2Ø12** u donjoj zoni u polju i **2Ø12** u gornjoj zoni iznad ležaja te konstruktivno s **2x2Ø12**. Poprečnu armaturu uzeti **Ø8/20** u polju i **Ø8/20** uz ležajeve.

#### GREDA G3 b/h 25/50 cm

$$As_{min} = 0.0015 * 25 * 47,5 = 1,78 \text{ cm}^2$$

$$As_{max} = 0.31 * 25 * 47,5 * (1,67/43,48) = 14,14 \text{ cm}^2$$

Gredu G3 armirati s **2Ø12** u donju i **2Ø12** u gornju zonu te konstruktivno s **2x2Ø12**. Poprečnu armaturu uzeti **Ø8/20** u polju i **Ø8/20** uz ležajeve.

**GREDA G4 b/h 25/120 cm**

**Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment u polju**

Tablica 8.29. Dimenzioniranje greda na moment savijanja u polju

b		25,00	cm
h		120,00	cm
d <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )		2,50	cm
d		117,50	cm
f <sub>cd</sub>		1,67	kN/cm <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub>		43,48	kN/cm <sup>2</sup>
M <sub>sd</sub>		312,20	kNm
N <sub>sd</sub>		0,00	kN
e <sub>s1</sub>		10,00	‰
e <sub>c2</sub>		1,42	‰

M <sub>sds</sub>		312,20	kNm
M <sub>Rd,lim</sub>		917,39	kNm
μ <sub>sd</sub>		0,055	
Jednostruko armiranje			
ω		5,740	%
ρ		0,218	%
ξ		0,124	x 14,63 cm
ζ		0,955	
A <sub>s1</sub>		6,40	cm <sup>2</sup>
A <sub>s2</sub>		0,00	cm <sup>2</sup>

**As,min**=0.0015\*25\*117,5= 4,41 cm<sup>2</sup>

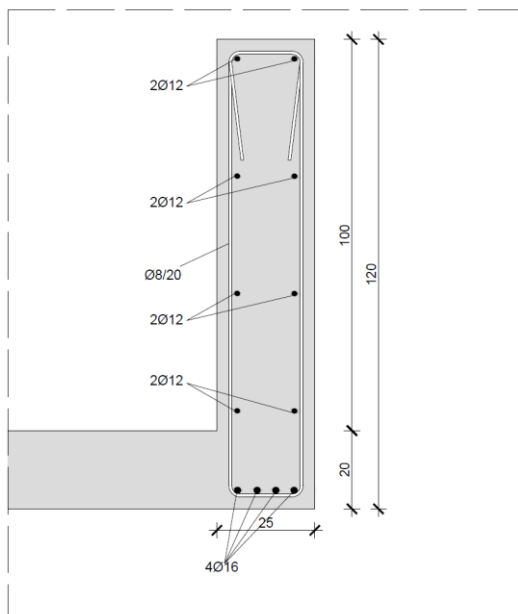
**As,max**= 0.31\*25\*117,5\*(1,67/43,48)= 34,98 cm<sup>2</sup>

**Dimenzioniranje na poprečnu silu**

Tablica 8.30. Dimenzioniranje greda na poprečnu silu

Poprečni presjek grede:		Limitirajući moment savijanja:	
h=	120 cm	<b>MRd,lim=</b>	914,66 kNm
zaštitni sloj:		Min. i max. postotak armature:	
a=	2,5 cm	<b>As,min=</b>	4,41 cm <sup>2</sup> /m
a'=	2,5 cm	<b>As,min=</b>	3,525 cm <sup>2</sup> /m
d=	117,5 cm	<b>As,max=</b>	34,91 cm <sup>2</sup> /m
bw=	25 cm		
Beton:		Potrebna armatura:	
C25/30		<b>As1,s2=</b>	Msd * 0,02
fck=	25		
γc=	1,5	Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:	
fcd=	16,67 MPa	CRd,c=	0,12 ocp= 0
Armatura:		k=	1,41 < 2 1,41 k1= 0,15
B 500B; f <sub>yk</sub> =500.0 MPa		ρ1=	0,000015
fyk=	500	<b>VRd,c=</b>	1666,66 kN/m
γs=	1,15	vmin=	0,294
fyd=	434,78 MPa	<b>VRd,c,min=</b>	8630,39 kN/m
		ρl=	0,0057
Ulazni podaci:		Vrd,c mora biti veća od:	
Vsd=	173 kN	<b>Vrd,c &gt;</b>	863,04
As1=	8,04 cm <sup>2</sup>	v=	0,54 kN
As2=	9,04 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	1321875 N
Ac=	3000 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	1321,875 kN
		VEd,max/VRd,max=	0,13 VEd= 173 kN
		smax=	30
		ρmin=	0,0011 cm
		m=	2
		Asw,min=	0,413 cm <sup>2</sup>
		Odabrane minimalne spone:	<b>Ø8/20</b> Asw= 0,5 cm <sup>2</sup>
		VRd=	189,66 kN
		<b>VEd &lt; VRd</b>	
		Na mjestu maksimalne poprečne sile:	
		sw <	26,58 cm
		Postaviti spone:	<b>Ø8/20</b>

Gredu G4 armirati s **4Ø16** u donju u polju i **4Ø12** u gornjoj zoni iznad ležaja te konstruktivno s **4x2Ø12**. Poprečnu armaturu uzeti **Ø8/20** u polju i **Ø8/20** uz ležajeve.



Slika 8.2.15. Skica armature za gredu G4 u polju

### GREDE G7 i G11 b/h 25/50 cm

#### Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment na ležaju

Tablica 8.31. Dimenzioniranje greda na moment savijanja na ležaju

<b>b</b>	25,00	cm
<b>h</b>	50,00	cm
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	2,50	cm
<b>d</b>	47,50	cm
<b>f<sub>cd</sub></b>	1,67	kN/cm <sup>2</sup>
<b>f<sub>yd</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>
<b>M<sub>sd</sub></b>	107,00	kNm
<b>N<sub>sd</sub></b>	0,00	kN
<b>e<sub>s1</sub></b>	10,00	%
<b>e<sub>c2</sub></b>	2,46	%
<b>M<sub>sds</sub></b>	107,00	kNm
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	149,92	kNm
<b>μ<sub>sd</sub></b>	0,113	
Jednostruko armiranje		
<b>ω</b>	12,239	%
<b>ρ</b>	0,473	%
<b>ξ</b>	0,197	
<b>ζ</b>	0,923	
<b>A<sub>s1</sub></b>	5,61	cm <sup>2</sup>
<b>A<sub>s2</sub></b>	0,00	cm <sup>2</sup>

$$A_{s,min} = 0.0015 * 25 * 47,5 = 1,78 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = 0.31 * 25 * 47,5 * (1,67 / 43,48) = 14,14 \text{ cm}^2$$

### Dimenzioniranje na poprečnu silu

Tablica 8.32. Dimenzioniranje greda na poprečnu silu

Poprečni presjek grede:		Limitirajući moment savijanja:	
h=	50 cm	MRd,lim=	149,48 kNm
zaštitni sloj:		Min. i max. postotak armature:	
a=	2,5 cm	As,min=	1,78 cm <sup>2</sup> /m
a'=	2,5 cm	As,min=	1,425 cm <sup>2</sup> /m
d=	47,5 cm	As,max=	14,11 cm <sup>2</sup> /m
bw=	25 cm		
Beton:		Potrebna armatura:	
C25/30		As1,s2=	Msd* 0,05
fck=	25		
yc=	1,5	Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:	
fcd=	16,67 MPa	CRd,c=	0,12 $\alpha_{cp}= 0$
Armatura:		k=	1,65 < 2 $1,65 k1= 0,15$
B 500B; f <sub>yk</sub> =500.0 MPa		p1=	0,000015
f <sub>yk</sub> =	500	VRd,c=	786,47 kN/m
γ <sub>s</sub> =	1,15	vmin=	0,371
f <sub>yd</sub> =	434,78 MPa	VRd,c,min=	4400,05 kN/m
		ρl=	0,0085
Ulazni podaci:		Vrd,c mora biti veća od:	
Vsd=	38 kN	Vrd,c >	440,00
As1=	4,52 cm <sup>2</sup>	v=	0,54 kN
As2=	6,16 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	534375 N
AC=	1250 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	534,375 kN
		VEd,max/VRd,max=	0,07 $VEd= 38 \text{ kN}$
		smax=	30
		ρmin=	0,0011 cm
		m=	2
		Asw,min=	0,413 cm <sup>2</sup>
		Odabrane minimalne spone:	Ø8/20 $Asw= 0,5 \text{ cm}^2$
		VRd=	76,67 kN
		<b>VEd &lt; VRd</b>	
		Na mjestu maksimalne poprečne sile:	
		sw <	48,91 cm
		Postaviti spone:	Ø8/20

Grede G7 i G11 armirati s **4Ø14** u donjoj zoni u polju i na ležaju te konstruktivno s **2x2Ø12**.

Poprečnu armaturu uzeti **Ø8/20** u polju i **Ø8/20** uz ležajeve.

**GREDE G8 i G10 b/h 25/50 cm**

**Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment u polju**

Tablica 8.33. Dimenzioniranje greda na moment savijanja u polju

Dimenzioniranje pravokutnog presjeka na moment savijanja		
b	25,00	cm
h	50,00	cm
d <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )	2,50	cm
d	47,50	cm
f <sub>cd</sub>	1,67	kN/cm <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>
M <sub>sd</sub>	29,00	kNm
N <sub>sd</sub>	0,00	kN
e <sub>s1</sub>	10,00	‰
e <sub>c2</sub>	0,98	‰
M <sub>sds</sub>	29,00	kNm
M <sub>Rd,lim</sub>	149,92	kNm
μ <sub>sd</sub>	0,030	
Jednostruko armiranje		
ω	3,134	%
ρ	0,122	%
ξ	0,090	x 4,26 cm
ζ	0,969	
A <sub>s1</sub>	1,45	cm <sup>2</sup>
A <sub>s2</sub>	0,00	cm <sup>2</sup>

**Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment na ležaju**

Tablica 8.34. Dimenzioniranje greda na moment savijanja na ležaju

b	25,00	cm
h	50,00	cm
d <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )	2,50	cm
d	47,50	cm
f <sub>cd</sub>	1,67	kN/cm <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>
M <sub>sd</sub>	41,00	kNm
N <sub>sd</sub>	0,00	kN
e <sub>s1</sub>	10,00	‰
e <sub>c2</sub>	1,23	‰
M <sub>sds</sub>	41,00	kNm
M <sub>Rd,lim</sub>	149,92	kNm
μ <sub>sd</sub>	0,044	
Jednostruko armiranje		
ω	4,555	%
ρ	0,174	%
ξ	0,110	
ζ	0,961	
A <sub>s1</sub>	2,07	cm <sup>2</sup>
A <sub>s2</sub>	0,00	cm <sup>2</sup>

$$A_{s,min} = 0.0015 * 25 * 47,5 = 1,78 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = 0.31 * 25 * 47,5 * (1,67 / 43,48) = 14,14 \text{ cm}^2$$

### Dimenzioniranje na poprečnu silu

Tablica 8.35. Dimenzioniranje greda na poprečnu silu

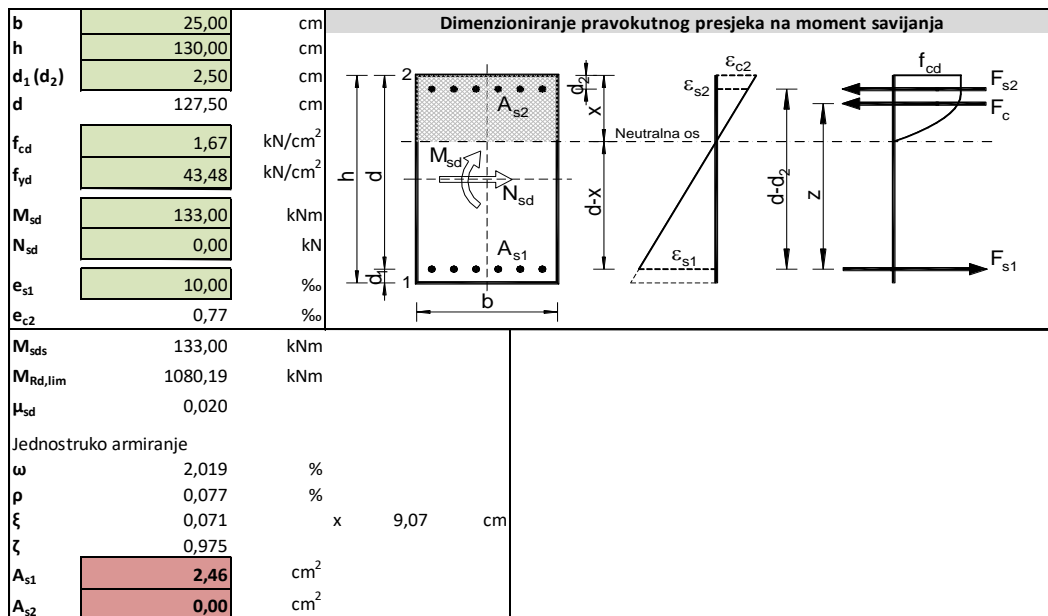
<b>Poprečni presjek grede:</b>		Limitirajući moment savijanja:	
h=	50 cm	MRd,lim=	149,48 kNm
zaštitni sloj:		Min. i max. postotak armature:	
a=	2,5 cm	As,min=	1,78 cm <sup>2</sup> /m
a'=	2,5 cm	As,min=	1,425 cm <sup>2</sup> /m
d=	47,5 cm	As,max=	14,11 cm <sup>2</sup> /m
bw=	25 cm		
<b>Beton:</b>		Potrebna armatura:	Msd * 0,05
C25/30		As1,s2=	
fck=	25	Ražunska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:	
γc=	1,5	CRd,c=	0,12 σcp= 0
fcd=	16,67 MPa	k=	1,65 <2 1,65 k1= 0,15
<b>Armatura:</b>		ρ1=	0,000015
B 500B; f <sub>yk</sub> =500,0 MPa		VRdc=	786,47 kN/m
f <sub>yk</sub> =	500	vmin=	0,371
γs=	1,15	VRdc,min=	4400,05 kN/m
f <sub>yd</sub> =	434,78 MPa	ρl=	0,0054
<b>Ulazni podaci:</b>		Vrd,c mora biti veća od:	
Vsd=	25 kN	Vrd,c >	440,00
As1=	2,26 cm <sup>2</sup>	v=	0,54 kN
As2=	4,52 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	534375 N
Ac=	1250 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	534,375 kN
		VEd,max/VRd,max=	0,05 VEd= 25 kN
		smax=	30
		ρmin=	0,0011 cm
		m=	2
		Asw,min=	0,413 cm <sup>2</sup>
		Odabrane minimalne spone:	Ø8/20 Asw= 0,5 cm <sup>2</sup>
		VRd=	76,67 kN
		<b>VEd &lt; VRd</b>	
		Na mjestu maksimalne poprečne sile:	
		sw <	74,35 cm
		Postaviti spone:	Ø8/20

Grede G8 i G10 armirati s 2Ø12 u donjoj zoni u polju i 2Ø12 u gornjoj zoni iznad ležaja te konstruktivno s 2x2Ø12. Poprečnu armaturu uzeti Ø8/20 u polju i Ø8/20 uz ležajeve.

**GREDA G9 b/h 25/130 cm**

**Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment u polju**

Tablica 8.36. Dimenzioniranje greda na moment savijanja u polju



$$A_{s,min} = 0.0015 * 25 * 127,5 = 4,78 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = 0.31 * 25 * 127,5 * (1,67 / 43,48) = 37,95 \text{ cm}^2$$



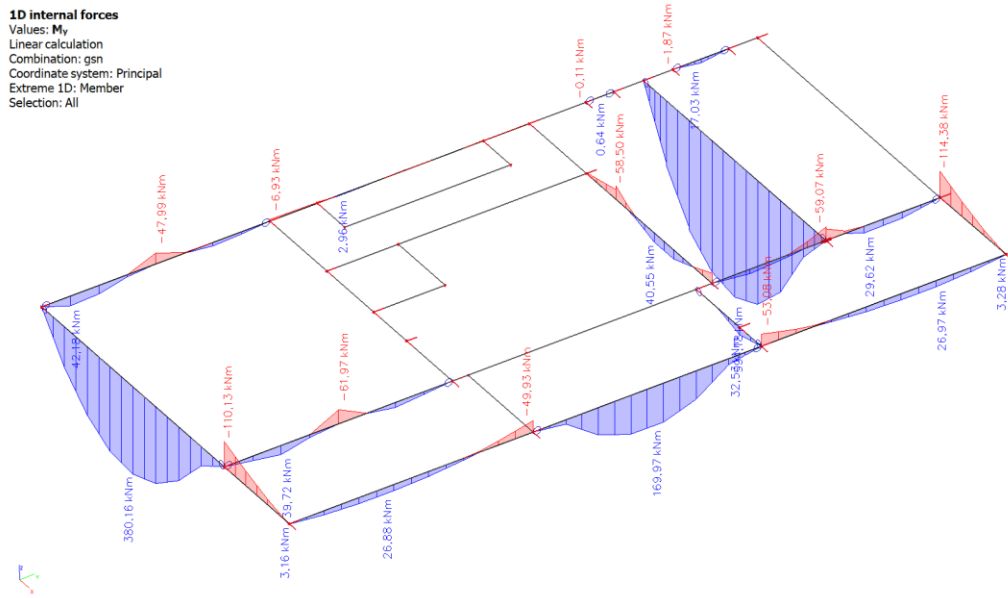
### Dimenzioniranje na poprečnu silu

Tablica 8.37. Dimenzioniranje greda na poprečnu silu

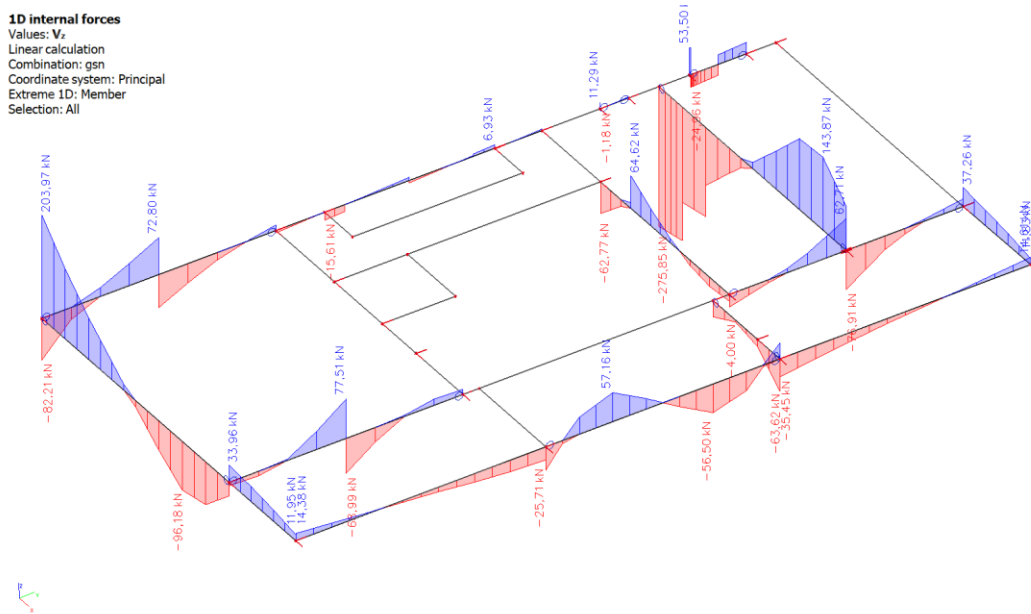
<b>Poprečni presjek grede:</b>		Limitirajući moment savijanja:	
h=	130 cm	MRd,lim=	1076,98 kNm
zaštitni sloj:		Min. i max. postotak armature:	
a=	2,5 cm	As,min=	4,78 cm <sup>2</sup> /m
a'=	2,5 cm	As,min=	3,825 cm <sup>2</sup> /m
d=	127,5 cm	As,max=	37,88 cm <sup>2</sup> /m
bw=	25 cm		
<b>Beton:</b>		Potrebna armatura:	Msd* 0,02
C25/30		Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:	
fck=	25	CRd,c=	0,12 σcp= 0
γc=	1,5	k=	1,40 < 2 1,40 k1= 0,15
fcd=	16,67 MPa	ρ1=	0,000015
<b>Armatura:</b>		VRdc=	1787,36 kN/m
B 500B; f <sub>yk</sub> =500.0 MPa		vmin=	0,289
f <sub>yk</sub> =	500	VRdc,min=	9201,19 kN/m
γs=	1,15	ρl=	0,0047
f <sub>yd</sub> =	434,78 MPa	Vrd,c mora biti veća od:	
<b>Ulazni podaci:</b>		Vrd,c >	920,12
Vsd=	50 kN	v=	0,54 kN
As1=	6,16 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	1434375 N
As2=	9,04 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	1434,375 kN
Ac=	3250 cm <sup>2</sup>	VEd,max/VRd,max=	0,03 VEd= 50 kN
		smax=	30
		ρmin=	0,0011 cm
		m=	2
		Asw,min=	0,413 cm <sup>2</sup>
		Odabrane minimalne spone:	Ø8/20 Asw= 0,5 cm <sup>2</sup>
		VRd=	205,80 kN
		<b>VEd &lt; VRd</b>	
		Na mjestu maksimalne poprečne sile:	
		sw <	99,78 cm
		Postaviti spone:	Ø8/20

Gredu G9 armirati s 4Ø14 u donjoj zoni u polju i 4Ø14 u gornjoj zoni iznad ležaja te konstruktivno s 4x2Ø12. Poprečnu armaturu uzeti Ø8/20 u polju i Ø8/20 uz ležajeve.

GREDE PLOČE POZICIJE 500



Slika 8.2.16. Moment savijanja  $M_y$



Slika 8.2.17. Poprečna sila  $V_z$

**GREDA G1, G7 i G8 b/h 25/55 cm**

**Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment u polju**

Tablica 8.38. Dimenzioniranje greda na moment savijanja u polju

			Dimenzioniranje pravokutnog presjeka na moment savijanja	
<b>b</b>	25,00	cm		
<b>h</b>	55,00	cm		
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	2,50	cm		
<b>d</b>	52,50	cm		
<b>f<sub>cd</sub></b>	1,67	kN/cm <sup>2</sup>		
<b>f<sub>yd</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>		
<b>M<sub>sd</sub></b>	42,00	kNm		
<b>N<sub>sd</sub></b>	0,00	kN		
<b>e<sub>s1</sub></b>	10,00	‰		
<b>e<sub>c2</sub></b>	1,09	‰		
<b>M<sub>sds</sub></b>	42,00	kNm		
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	183,15	kNm		
<b>μ<sub>sd</sub></b>	0,036			
Jednostruko armiranje				
<b>ω</b>	3,748	%		
<b>ρ</b>	0,145	%		
<b>ξ</b>	0,099		x 5,18 cm	
<b>ζ</b>	0,965			
<b>A<sub>s1</sub></b>	1,91	cm <sup>2</sup>		
<b>A<sub>s2</sub></b>	0,00	cm <sup>2</sup>		

**Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment na ležaju**

Tablica 8.39. Dimenzioniranje greda na moment savijanja na ležaju

<b>b</b>	25,00	cm
<b>h</b>	55,00	cm
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	2,50	cm
<b>d</b>	52,50	cm
<b>f<sub>cd</sub></b>	1,67	kN/cm <sup>2</sup>
<b>f<sub>yd</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>
<b>M<sub>sd</sub></b>	62,00	kNm
<b>N<sub>sd</sub></b>	0,00	kN
<b>e<sub>s1</sub></b>	10,00	‰
<b>e<sub>c2</sub></b>	1,42	‰
<b>M<sub>sds</sub></b>	62,00	kNm
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	183,15	kNm
<b>μ<sub>sd</sub></b>	0,055	
Jednostruko armiranje		
<b>ω</b>	5,740	%
<b>ρ</b>	0,217	%
<b>ξ</b>	0,124	
<b>ζ</b>	0,955	
<b>A<sub>s1</sub></b>	2,84	cm <sup>2</sup>
<b>A<sub>s2</sub></b>	0,00	cm <sup>2</sup>

**Dimenzioniranje na poprečnu silu**

Tablica 8.40. Dimenzioniranje greda na poprečnu silu

Poprečni presjek grede:		Limitirajući moment savijanja:	
h=	55 cm	MRd,lim=	182,60 kNm
zaštitni sloj:		Min. i max. postotak armature:	
a=	2,5 cm	As,min=	1,97 cm <sup>2</sup> /m
a'=	2,5 cm	As,min=	1,575 cm <sup>2</sup> /m
d=	52,5 cm	As,max=	15,60 cm <sup>2</sup> /m
bw=	25 cm		
Beton:		Potrebna armatura:	
C25/30		As1,s2=	Msd* 0,05
fck=	25	Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:	
γc=	1,5	CRd,c=	0,12      σcp= 0
fcd=	16,67 MPa	k=	1,62 <2      1,62 k1= 0,15
Armatura:		p1=	0,000015
B 500B; f <sub>yk</sub> =500.0 MPa		VRd,c=	852,56 kN/m
f <sub>yk</sub> =	500	vm <sub>in</sub> =	0,360
γs=	1,15	VRd,c,min=	4723,77 kN/m
f <sub>yd</sub> =	434,78 MPa	p <sub>l</sub> =	0,0058
Ulazni podaci:		Vrd,c mora biti veća od:	
Vsd=	78 kN	Vrd,c >	472,38
As1=	3,39 cm <sup>2</sup>	v=	0,54 kN
As2=	4,52 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	590625 N
Ac=	1375 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	590,625 kN
		VEd,max/VRd,max=	0,13      VEd= 78 kN
		s <sub>max</sub> =	30
		p <sub>min</sub> =	0,0011 cm
		m=	2
		Asw,min=	0,413 cm <sup>2</sup>
		Odabrane minimalne spone:	Ø8/20      Asw= 0,5 cm <sup>2</sup>
		VRd=	84,74 kN
		<b>VEd &lt; VRd</b>	
		Na mjestu maksimalne poprečne sile:	
		sw <	26,34 cm
		Postaviti spone:	Ø8/20

Grede G1, G7 i G8 armirati s **2Ø12** u donjoj zoni u polju i **3Ø12** u gornjoj zoni iznad ležaja te konstruktivno s **2x2Ø12**. Poprečnu armaturu uzeti **Ø8/20** u polju i **Ø8/20** uz ležajeve.

### GREDA G2 b/h 25/45 cm

$$As,min=0.0015*25*37,5= 1,41 \text{ cm}^2$$

$$As,max= 0.31*25*37,5*(1,67/43,48)= 11,16 \text{ cm}^2$$

Gredu G2 armirati s **2Ø12** u donjoj zoni u polju i **2Ø12** u gornjoj zoni iznad ležaja te konstruktivno s **2x2Ø12**. Poprečnu armaturu uzeti **Ø8/20** u polju i **Ø8/20** uz ležajeve.

### GREDA G4 b/h 25/150 cm

**Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment u polju**

Tablica 8.41. Dimenzioniranje greda na moment savijanja u polju

		Dimenzioniranje pravokutnog presjeka na moment savijanja																															
b	25,00	cm																															
h	150,00	cm																															
d <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )	2,50	cm																															
d	147,50	cm																															
f <sub>cd</sub>	1,67	kN/cm <sup>2</sup>																															
f <sub>yd</sub>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>																															
M <sub>sd</sub>	380,00	kNm																															
N <sub>sd</sub>	0,00	kN																															
e <sub>s1</sub>	10,00	‰																															
e <sub>c2</sub>	1,20	‰																															
M <sub>sds</sub>	380,00	kNm	<table border="1"> <tr> <td>M<sub>sds</sub></td> <td>380,00</td> <td>kNm</td> </tr> <tr> <td>M<sub>Rd,lim</sub></td> <td>1445,65</td> <td>kNm</td> </tr> <tr> <td>μ<sub>sd</sub></td> <td>0,042</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Jednostruko armiranje</td> </tr> <tr> <td>ω</td> <td>4,390</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>ρ</td> <td>0,167</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>ξ</td> <td>0,107</td> <td>x 15,84 cm</td> </tr> <tr> <td>ζ</td> <td>0,962</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A<sub>s1</sub></td> <td>6,16</td> <td>cm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>A<sub>s2</sub></td> <td>0,00</td> <td>cm<sup>2</sup></td> </tr> </table>	M <sub>sds</sub>	380,00	kNm	M <sub>Rd,lim</sub>	1445,65	kNm	μ <sub>sd</sub>	0,042		Jednostruko armiranje			ω	4,390	%	ρ	0,167	%	ξ	0,107	x 15,84 cm	ζ	0,962		A <sub>s1</sub>	6,16	cm <sup>2</sup>	A <sub>s2</sub>	0,00	cm <sup>2</sup>
M <sub>sds</sub>	380,00	kNm																															
M <sub>Rd,lim</sub>	1445,65	kNm																															
μ <sub>sd</sub>	0,042																																
Jednostruko armiranje																																	
ω	4,390	%																															
ρ	0,167	%																															
ξ	0,107	x 15,84 cm																															
ζ	0,962																																
A <sub>s1</sub>	6,16	cm <sup>2</sup>																															
A <sub>s2</sub>	0,00	cm <sup>2</sup>																															
M <sub>sds</sub>	380,00	kNm																															
M <sub>Rd,lim</sub>	1445,65	kNm																															
μ <sub>sd</sub>	0,042																																
Jednostruko armiranje																																	
ω	4,390	%																															
ρ	0,167	%																															
ξ	0,107	x 15,84 cm																															
ζ	0,962																																
A <sub>s1</sub>	6,16	cm <sup>2</sup>																															
A <sub>s2</sub>	0,00	cm <sup>2</sup>																															

$$A_{s,min} = 0.0015 * 25 * 147,5 = 5,53 \text{ cm}^2$$

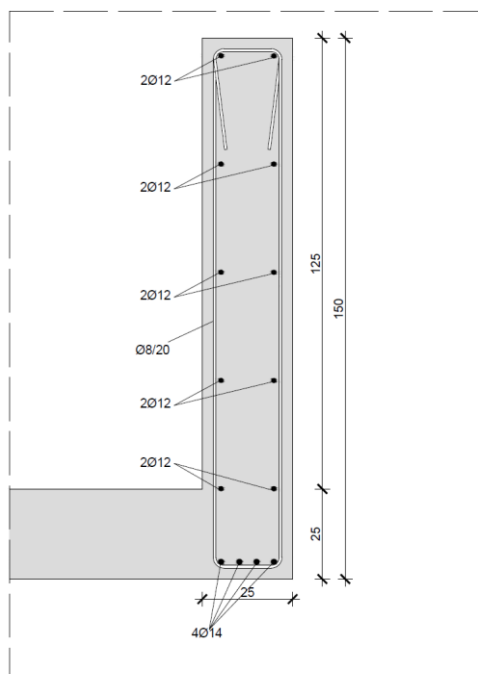
$$A_{s,max} = 0.31 * 25 * 147,5 * (1,67/43,48) = 43,91 \text{ cm}^2$$

**Dimenzioniranje na poprečnu silu**

Tablica 8.42. Dimenzioniranje greda na poprečnu silu

<b>Poprečni presjek grede:</b>		Limitirajući moment savijanja:	
h=	150 cm	MRd,lim=	1441,35 kNm
zaštitni sloj:		Min. i max. postotak armature:	
a=	2,5 cm	As,min=	5,53 cm <sup>2</sup> /m
a'=	2,5 cm	As,min=	4,425 cm <sup>2</sup> /m
d=	147,5 cm	As,max=	43,82 cm <sup>2</sup> /m
bw=	25 cm		
<b>Beton:</b>		Potrebna armatura:	
C25/30		As1,s2=	Msd* 0,02
fck=	25	Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:	
γc=	1,5	CRd,c=	0,12 σcp= 0
fcd=	16,67 MPa	k=	1,37 <2 1,37 k1= 0,15
<b>Armatura:</b>		ρ1=	0,000015
B 500B; f <sub>yk</sub> =500.0 MPa		VRd,c=	2026,51 kN/m
f <sub>yk</sub> =	500	vmin=	0,280
γs=	1,15	VRd,c,min=	10327,82 kN/m
f <sub>yd</sub> =	434,78 MPa	ρl=	0,0047
<b>Ulazni podaci:</b>		Vrd,c mora biti veća od:	
Vsd=	204 kN	Vrd,c >	1032,78
As1=	6,16 cm <sup>2</sup>	v=	0,54 kN
As2=	11,3 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	1659375 N
Ac=	3750 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	1659,375 kN
		VEd,max/VRd,max=	0,12 VEd= 204 kN
		smax=	30
		ρmin=	0,0011 cm
		m=	2
		Asw,min=	0,413 cm <sup>2</sup>
		Odabrane minimalne spone:	Ø8/20 Asw= 0,5 cm <sup>2</sup>
		VRd=	238,08 kN
		<b>VEd &lt; VRd</b>	
		Na mjestu maksimalne poprečne sile:	
		sw <	28,29 cm
		Postaviti spone:	Ø8/20

Gredu G4 armirati s 4Ø14 u donjoj zoni u polju i 4Ø14 u gornjoj zoni iznad ležaja te konstruktivno s 5x2Ø12. Poprečnu armaturu uzeti Ø8/20 u polju i Ø8/20 uz ležajeve.



Slika 8.2.18. Skica armature za gredu G4 u polju

GREDA G5 b/h 25/50 cm

### Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment u polju

Tablica 8.43. Dimenzioniranje greda na moment savijanja u polju

			Dimenzioniranje pravokutnog presjeka na moment savijanja	
<b>b</b>	25,00	cm		
<b>h</b>	50,00	cm		
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	2,50	cm		
<b>d</b>	47,50	cm		
<b>f<sub>cd</sub></b>	1,67	kN/cm <sup>2</sup>		
<b>f<sub>yd</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>		
<b>M<sub>sd</sub></b>	42,00	kNm		
<b>N<sub>sd</sub></b>	0,00	kN		
<b>e<sub>s1</sub></b>	10,00	‰		
<b>e<sub>c2</sub></b>	1,26	‰		
<b>M<sub>sds</sub></b>	42,00	kNm		
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	149,92	kNm		
<b>μ<sub>sd</sub></b>	0,045			
Jednostruko armiranje				
<b>ω</b>	4,721	%		
<b>ρ</b>	0,178	%		
<b>ξ</b>	0,112		x	5,31 cm
<b>ζ</b>	0,960			
<b>A<sub>s1</sub></b>	2,12	cm <sup>2</sup>		
<b>A<sub>s2</sub></b>	0,00	cm <sup>2</sup>		

### Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment na ležaju

Tablica 8.44. Dimenzioniranje greda na moment savijanja u polju

<b>b</b>	25,00	cm
<b>h</b>	50,00	cm
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	2,50	cm
<b>d</b>	47,50	cm
<b>f<sub>cd</sub></b>	1,67	kN/cm <sup>2</sup>
<b>f<sub>yd</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>
<b>M<sub>sd</sub></b>	60,00	kNm
<b>N<sub>sd</sub></b>	0,00	kN
<b>e<sub>s1</sub></b>	10,00	‰
<b>e<sub>c2</sub></b>	1,59	‰
<b>M<sub>sds</sub></b>	60,00	kNm
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	149,92	kNm
<b>μ<sub>sd</sub></b>	0,065	
Jednostruko armiranje		
<b>ω</b>	6,788	%
<b>ρ</b>	0,257	%
<b>ξ</b>	0,137	
<b>ζ</b>	0,950	
<b>A<sub>s1</sub></b>	3,06	cm <sup>2</sup>
<b>A<sub>s2</sub></b>	0,00	cm <sup>2</sup>

$$A_{s,min} = 0.0015 * 25 * 47,5 = 1,78 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = 0.31 * 25 * 47,5 * (1,67 / 43,48) = 14,14 \text{ cm}^2$$

### Dimenzioniranje na poprečnu silu

Tablica 8.45. Dimenzioniranje greda na poprečnu silu

Poprečni presjek grede:		Limitirajući moment savijanja:	
h=	50 cm	MRd,lim=	149,48 kNm
zaštitni sloj:		Min. i max. postotak armature:	
a=	2,5 cm	As,min=	1,78 cm <sup>2</sup> /m
a'=	2,5 cm	As,min=	1,425 cm <sup>2</sup> /m
d=	47,5 cm	As,max=	14,11 cm <sup>2</sup> /m
bw=	25 cm		
Beton:		Potrebna armatura:	
C25/30		As1,s2=	Ms d* 0,05
fck=	25	Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:	
γc=	1,5	CRd,c=	0,12      σcp= 0
fcd=	16,67 MPa	k=	1,65 <2      1,65 k1= 0,15
Armatura:		p1=	0,000015
B 500B; f <sub>yk</sub> =500.0 MPa		VRdc=	786,47 kN/m
f <sub>yk</sub> =	500	vmin=	0,371
γs=	1,15	VRdc,min=	4400,05 kN/m
f <sub>yd</sub> =	434,78 MPa	p1=	0,0063
Ulazni podaci:		Vrd,c mora biti veća od:	
Vsd=	66 kN	Vrd,c >	440,00
As1=	3,39 cm <sup>2</sup>	v=	0,54 kN
As2=	4,52 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	534375 N
Ac=	1250 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	534,375 kN
		VEd,max/VRd,max=	0,12      VEd= 66 kN
		smax=	30
		pmin=	0,0011 cm
		m=	2
		Asw,min=	0,413 cm <sup>2</sup>
		Odabrane minimalne spone:	Ø8/20      Asw= 0,5 cm <sup>2</sup>
		VRd=	76,67 kN
		<b>VEd &lt; VRd</b>	
		Na mjestu maksimalne poprečne sile:	
		sw <	28,16 cm
		Postaviti spone:	Ø8/20

Gredu G5 armirati s 2Ø12 u donjoj zoni u polju i 3Ø12 u gornjoj zoni iznad ležaja te konstruktivno s 2x2Ø12. Poprečnu armaturu uzeti Ø8/20 u polju i Ø8/20 uz ležajeve.



### Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment u polju

Tablica 8.46. Dimenzioniranje greda na moment savijanja u polju

Dimenzioniranje pravokutnog presjeka na moment savijanja	
b	25,00 cm
h	150,00 cm
d <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )	2,50 cm
d	147,50 cm
f <sub>cd</sub>	1,67 kN/cm <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub>	43,48 kN/cm <sup>2</sup>
M <sub>sd</sub>	595,00 kNm
N <sub>sd</sub>	0,00 kN
e <sub>s1</sub>	10,00 ‰
e <sub>c2</sub>	1,61 ‰
M <sub>sds</sub>	595,00 kNm
M <sub>Rd,lim</sub>	1445,65 kNm
μ <sub>sd</sub>	0,066
Jednostruko armiranje	
ω	6,964 ‰
ρ	0,265 ‰
ξ	0,139 x 20,49 cm
ζ	0,949
A <sub>s1</sub>	9,77 cm <sup>2</sup>
A <sub>s2</sub>	0,00 cm <sup>2</sup>

$$A_{s,min} = 0.0015 \cdot 25 \cdot 147,5 = 5,53 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = 0.31 \cdot 25 \cdot 147,5 \cdot (1,67/43,48) = 43,91 \text{ cm}^2$$

### Dimenzioniranje na poprečnu silu

Tablica 8.47. Dimenzioniranje greda poprečnu silu

Poprečni presjek grede:		Limitirajući moment savijanja:	
h=	150 cm	MRd,lim=	1441,35 kNm
zaštitni sloj:		Min. i max. postotak armature:	
a=	2,5 cm	As,min=	5,53 cm <sup>2</sup> /m
a'=	2,5 cm	As,min=	4,425 cm <sup>2</sup> /m
d=	147,5 cm	As,max=	43,82 cm <sup>2</sup> /m
bw=	25 cm		
<b>Beton:</b>		Potrebna armatura:	
C25/30		As1,s2=	Msd * 0,02
fck=	25		
γc=	1,5	Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:	
fcd=	16,67 MPa	CRd,c=	0,12 σcp= 0
<b>Armatura:</b>		k=	1,37 < 2 1,37 k1= 0,15
B 500B; fyk=500.0 MPa		ρ1=	0,000015
fyk=	500	VRd,c=	2026,51 kN/m
γs=	1,15	vmin=	0,280
fyd=	434,78 MPa	VRd,c,min=	10327,82 kN/m
<b>Ulazni podaci:</b>		ρl=	0,0057
Vsd=	276 kN	Vrd,c mora biti veća od:	
As1=	10,18 cm <sup>2</sup>	Vrd,c >	1032,78
As2=	11,3 cm <sup>2</sup>	v=	0,54 kN
Ac=	3750 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	1659375 N
		VRd,max=	1659,375 kN
		VEd,max/VRd,max=	0,17 VEd= 276 kN
		smax=	30
		ρmin=	0,0011 cm
		m=	2
		Asw,min=	0,413 cm <sup>2</sup>
		Odabrane minimalne spone:	Ø8/10 Asw= 0,5 cm <sup>2</sup>
		VRd=	476,17 kN
		VEd < VRd	
		Na mjestu maksimalne poprečne sile:	
		sw <	20,91 cm
		Postaviti spone:	Ø8/20

Gredu G6 armirati s 4Ø18 u donjoj zoni u polju i 4Ø14 u gornjoj zoni iznad ležaja te konstruktivno s 5x2Ø12. Poprečnu armaturu uzeti Ø8/20 u polju i Ø8/10 uz ležajeve.

GREDA G9 b/h 25/50 cm

### Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment u polju

Tablica 8.48. Dimenzioniranje greda na moment savijanja u polju

<b>b</b>	25,00	cm																																				
<b>h</b>	50,00	cm																																				
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	2,50	cm																																				
<b>d</b>	47,50	cm																																				
<b>f<sub>cd</sub></b>	1,67	kN/cm <sup>2</sup>																																				
<b>f<sub>yd</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>																																				
<b>M<sub>sd</sub></b>	32,00	kNm																																				
<b>N<sub>sd</sub></b>	0,00	kN																																				
<b>ε<sub>s1</sub></b>	10,00	‰																																				
<b>ε<sub>c2</sub></b>	1,04	‰																																				
<b>M<sub>sds</sub></b>	32,00	kNm	<table border="1"> <tr> <td><b>M<sub>Rd,lim</sub></b></td> <td>149,92</td> <td>kNm</td> </tr> <tr> <td><b>μ<sub>sd</sub></b></td> <td>0,033</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Jednostruko armiranje</td> </tr> <tr> <td><b>ω</b></td> <td>3,437</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td><b>ρ</b></td> <td>0,135</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td><b>ξ</b></td> <td>0,094</td> <td>x</td> <td>4,47</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td><b>ζ</b></td> <td>0,967</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>A<sub>s1</sub></b></td> <td>1,60</td> <td>cm<sup>2</sup></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>A<sub>s2</sub></b></td> <td>0,00</td> <td>cm<sup>2</sup></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	149,92	kNm	<b>μ<sub>sd</sub></b>	0,033		Jednostruko armiranje			<b>ω</b>	3,437	%	<b>ρ</b>	0,135	%	<b>ξ</b>	0,094	x	4,47	cm	<b>ζ</b>	0,967				<b>A<sub>s1</sub></b>	1,60	cm <sup>2</sup>			<b>A<sub>s2</sub></b>	0,00	cm <sup>2</sup>		
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	149,92	kNm																																				
<b>μ<sub>sd</sub></b>	0,033																																					
Jednostruko armiranje																																						
<b>ω</b>	3,437	%																																				
<b>ρ</b>	0,135	%																																				
<b>ξ</b>	0,094	x		4,47	cm																																	
<b>ζ</b>	0,967																																					
<b>A<sub>s1</sub></b>	1,60	cm <sup>2</sup>																																				
<b>A<sub>s2</sub></b>	0,00	cm <sup>2</sup>																																				
<b>M<sub>sds</sub></b>	32,00	kNm																																				
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	149,92	kNm																																				
<b>μ<sub>sd</sub></b>	0,033																																					
Jednostruko armiranje																																						
<b>ω</b>	3,437	%																																				
<b>ρ</b>	0,135	%																																				
<b>ξ</b>	0,094	x	4,47	cm																																		
<b>ζ</b>	0,967																																					
<b>A<sub>s1</sub></b>	1,60	cm <sup>2</sup>																																				
<b>A<sub>s2</sub></b>	0,00	cm <sup>2</sup>																																				

$$A_{s,min} = 0.0015 * 25 * 47,5 = 1,78 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = 0.31 * 25 * 47,5 * (1,67 / 43,48) = 14,14 \text{ cm}^2$$

### Dimenzioniranje na poprečnu silu

Tablica 8.49. Dimenzioniranje greda na poprečnu silu

<b>Poprečni presjek greda:</b>		Limitirajući moment savijanja:			
h=	50 cm	<b>M<sub>Rd,lim</sub></b> =	149,48 kNm		
zaštitni sloj:		Min. i max. postotak armature:			
a=	2,5 cm	<b>A<sub>s,min</sub></b> =	1,78 cm <sup>2</sup> /m		
a'=	2,5 cm	<b>A<sub>s,min</sub></b> =	1,425 cm <sup>2</sup> /m		
d=	47,5 cm	<b>A<sub>s,max</sub></b> =	14,11 cm <sup>2</sup> /m		
bw=	25 cm	Potrebna armatura:			
<b>Beton:</b>		<b>A<sub>s1,s2</sub></b> =	M <sub>sd</sub> * 0,05		
C25/30		Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:			
f <sub>ck</sub> =	25	CR <sub>d,c</sub> =	0,12	σ <sub>cp</sub> =	0
γ <sub>c</sub> =	1,5	k=	1,65 < 2	1,65 k <sub>1</sub> =	0,15
f <sub>cd</sub> =	16,67 MPa	ρ <sub>1</sub> =	0,000015	<b>VR<sub>d,c</sub></b> =	786,47 kN/m
<b>Armatura:</b>		<b>VR<sub>d,c</sub></b> =	0,371	<b>VR<sub>d,c,min</sub></b> =	4400,05 kN/m
B 500B; f <sub>yk</sub> =500.0 MPa		ρ <sub>1</sub> =	0,0054	V <sub>rd,c</sub> mora biti veća od:	
f <sub>yk</sub> =	500	<b>V<sub>rd,c</sub></b> >	440,00	v=	0,54 kN
γ <sub>s</sub> =	1,15	<b>VR<sub>d,max</sub></b> =	534375 N	<b>VR<sub>d,max</sub></b> =	534,375 kN
f <sub>yd</sub> =	434,78 MPa	<b>VE<sub>d,max</sub>/VR<sub>d,max</sub></b> =	0,12	<b>VE<sub>d</sub></b> =	63 kN
<b>Ulazni podaci:</b>		s <sub>max</sub> =	30	ρ <sub>min</sub> =	0,0011 cm
V <sub>sd</sub> =	63 kN	m=	2	<b>A<sub>sw,min</sub></b> =	0,413 cm <sup>2</sup>
A <sub>s1</sub> =	2,26 cm <sup>2</sup>	Odabrane minimalne spone: <b>Ø8/20</b>		<b>A<sub>sw</sub></b> =	0,5 cm <sup>2</sup>
A <sub>s2</sub> =	4,52 cm <sup>2</sup>	<b>VR<sub>d</sub></b> =	76,67 kN	<b>VE<sub>d</sub> &lt; VR<sub>d</sub></b>	
A <sub>c</sub> =	1250 cm <sup>2</sup>	Na mjestu maksimalne poprečne sile:		sw <	
		Postaviti spone: <b>Ø8/20</b>		29,50 cm	

Gredu G9 armirati s  $2\text{Ø}12$  u donjoj zoni u polju i  $2\text{Ø}12$  u gornjoj zoni iznad ležaja te konstruktivno s  $2x2\text{Ø}12$ . Poprečnu armaturu uzeti  $\text{Ø}8/20$  u polju i  $\text{Ø}8/20$  uz ležajeve.

### GREDE G10 i G14 b/h 25/55 cm

#### Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment u polju i na ležaju

Tablica 8.50. Dimenzioniranje greda na moment savijanja u polju i na ležaju

b	25,00	cm
h	55,00	cm
d <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )	2,50	cm
d	52,50	cm
f <sub>cd</sub>	1,67	kN/cm <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>
M <sub>sd</sub>	114,00	kNm
N <sub>sd</sub>	0,00	kN
e <sub>s1</sub>	10,00	‰
e <sub>c2</sub>	2,19	‰
M <sub>sds</sub>	114,00	kNm
M <sub>Rd,lim</sub>	183,15	kNm
μ <sub>sd</sub>	0,099	
Jednostruko armiranje		
ω	10,607	%
ρ	0,408	%
ξ	0,179	
ζ	0,932	
A <sub>s1</sub>	5,36	cm <sup>2</sup>
A <sub>s2</sub>	0,00	cm <sup>2</sup>

$$A_{s,\min} = 0.0015 * 25 * 52,5 = 1,97 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,\max} = 0.31 * 25 * 52,5 * (1,67/43,48) = 15,63 \text{ cm}^2$$

### Dimenzioniranje na poprečnu silu

Tablica 8.51. Dimenzioniranje greda na poprečnu silu

Poprečni presjek grede:		Limitirajući moment savijanja:	
h=	55 cm	MRd,lim=	182,60 kNm
zaštitni sloj:		Min. i max. postotak armature:	
a=	2,5 cm	As,min=	1,97 cm <sup>2</sup> /m
a'=	2,5 cm	As,min=	1,575 cm <sup>2</sup> /m
d=	52,5 cm	As,max=	15,60 cm <sup>2</sup> /m
bw=	25 cm		
Beton:		Potrebna armatura:	As1,s2= Msd* 0,05
C25/30		Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:	
fck=	25	CRd,c=	0,12 σcp= 0
γc=	1,5	k=	1,62 <2 1,62 k1= 0,15
fcd=	16,67 MPa	p1=	0,000015
Armatura:		B 500B; f <sub>yk</sub> =500.0 MPa	
fyk=	500	VRd,c=	852,56 kN/m
γs=	1,15	vmin=	0,360
fyd=	434,78 MPa	VRd,c,min=	4723,77 kN/m
		ρl=	0,0078
Ulazni podaci:		Vrd,c mora biti veća od:	
Vsd=	37 kN	Vrd,c >	472,38
As1=	4,52 cm <sup>2</sup>	v=	0,54 kN
As2=	6,16 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	590625 N
Ac=	1375 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	590,625 kN
		VEd,max/VRd,max=	0,06 VEd= 37 kN
		smax=	30
		pmin=	0,0011 cm
		m=	2
		Asw,min=	0,413 cm <sup>2</sup>
		Odabrane minimalne spone:	Ø8/20 Asw= 0,5 cm <sup>2</sup>
		VRd=	84,74 kN
		VEd < VRd	
		Na mjestu maksimalne poprečne sile:	
		sw <	55,52 cm
		Postaviti spone:	Ø8/20

Grede G10 i G14 armirati s **4Ø14** u gornjoj zoni u polju i iznad ležaja te konstruktivno s **2x2Ø12**.

Poprečnu armaturu uzeti **Ø8/20** u polju i **Ø8/20** uz ležajevе.

### GREDE G11 i G13 b/h 25/55 cm

#### Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment u polju

Tablica 8.52. Dimenzioniranje greda na moment savijanja u polju

b		Dimenzioniranje pravokutnog presjeka na moment savijanja	
b	25,00 cm		
h	55,00 cm		
d1 (d2)	2,50 cm		
d	52,50 cm		
f <sub>cd</sub>	1,67 kN/cm <sup>2</sup>		
f <sub>yd</sub>	43,48 kN/cm <sup>2</sup>		
M <sub>sd</sub>	26,00 kNm		
N <sub>sd</sub>	0,00 kN		
e <sub>s1</sub>	10,00 ‰		
e <sub>c2</sub>	0,82 ‰		
M <sub>sds</sub>	26,00 kNm		
M <sub>Rd,lim</sub>	183,15 kNm		
μ <sub>sd</sub>	0,022		
Jednostruko armiranje			
ω	2,282 ‰		
ρ	0,089 ‰		
ξ	0,076 x 3,98 cm		
ζ	0,974		
As1	1,17 cm <sup>2</sup>		
As2	0,00 cm <sup>2</sup>		

### Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment na ležaju

Tablica 8.53. Dimenzioniranje greda na moment savijanja na ležaju

b	25,00	cm
h	55,00	cm
d <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )	2,50	cm
d	52,50	cm
f <sub>cd</sub>	1,67	kN/cm <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>
M <sub>sd</sub>	58,00	kNm
N <sub>sd</sub>	0,00	kN
e <sub>s1</sub>	10,00	‰
e <sub>c2</sub>	1,34	‰
M <sub>sds</sub>	58,00	kNm
M <sub>Rd,lim</sub>	183,15	kNm
μ <sub>sd</sub>	0,050	
Jednostruko armiranje		
ω	5,226	%
ρ	0,202	%
ξ	0,118	
ζ	0,958	
A <sub>s1</sub>	2,65	cm <sup>2</sup>
A <sub>s2</sub>	0,00	cm <sup>2</sup>

$$A_{s,min} = 0.0015 * 25 * 52,5 = 1,97 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = 0.31 * 25 * 52,5 * (1,67/43,48) = 15,63 \text{ cm}^2$$

### Dimenzioniranje na poprečnu silu

Tablica 8.54. Dimenzioniranje greda na poprečnu silu

<b>Poprečni presjek grede:</b>		Limitirajući moment savijanja:	
h=	55 cm	MRd,lim=	182,60 kNm
zaštitni sloj:		Min. i max. postotak armature:	
a=	2,5 cm	As,min=	1,97 cm <sup>2</sup> /m
a'=	2,5 cm	As,min=	1,575 cm <sup>2</sup> /m
d=	52,5 cm	As,max=	15,60 cm <sup>2</sup> /m
bw=	25 cm		
<b>Beton:</b>		Potrebna armatura:	Ms <sub>d</sub> * 0,05
C25/30		Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:	
f <sub>ck</sub> =	25	CRd,c=	0,12 σ <sub>cp</sub> = 0
γ <sub>c</sub> =	1,5	k=	1,62 <2 1,62 k1= 0,15
f <sub>cd</sub> =	16,67 MPa	ρ1=	0,000015
<b>Armatura:</b>		VRd,c=	852,56 kN/m
B 500B; f <sub>yk</sub> =500.0 MPa		v <sub>min</sub> =	0,360
f <sub>yk</sub> =	500	VRd,c,min=	4723,77 kN/m
γ <sub>s</sub> =	1,15	ρl=	0,0058
f <sub>yd</sub> =	434,78 MPa	V <sub>rd,c</sub> mora biti veća od:	
<b>Ulazni podaci:</b>		V <sub>rd,c</sub> >	472,38
V <sub>sd</sub> =	36 kN	v=	0,54 kN
As1=	4,52 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	590625 N
As2=	3,39 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	590,625 kN
Ac=	1375 cm <sup>2</sup>	VE <sub>d,max</sub> /VR <sub>d,max</sub> =	0,06 VE <sub>d</sub> = 36 kN
		s <sub>max</sub> =	30
		ρ <sub>min</sub> =	0,0011 cm
		m=	2
		As <sub>w,min</sub> =	0,413 cm <sup>2</sup>
		Odabrane minimalne spone:	Ø8/20 As <sub>w</sub> = 0,5 cm <sup>2</sup>
		VR <sub>d</sub> =	84,74 kN
		<b>VE<sub>d</sub>&lt;VR<sub>d</sub></b>	
		Na mjestu maksimalne poprečne sile:	
		sw <	57,07 cm
		Postaviti spone:	Ø8/20

Grede G11 i G13 armirani s  $2\text{Ø}12$  u donjoj zoni u polju i  $3\text{Ø}12$  u gornjoj zoni iznad ležaja te konstruktivno s  $2x2\text{Ø}12$ . Poprečnu armaturu uzeti  $\text{Ø}8/20$  u polju i  $\text{Ø}8/20$  uz ležajeve.

**GREDA G12 b/h 25/150 cm**

**Dimenzioniranje na savijanje- maksimalni moment u polju**

Tablica 8.55. Dimenzioniranje greda na moment savijanja u polju

Dimenzioniranje pravokutnog presjeka na moment savijanja		
b	25,00	cm
h	150,00	cm
d <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )	2,50	cm
d	147,50	cm
f <sub>cd</sub>	1,67	kN/cm <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>
M <sub>sd</sub>	170,00	kNm
N <sub>sd</sub>	0,00	kN
ε <sub>s1</sub>	10,00	‰
ε <sub>c2</sub>	0,77	‰
M <sub>sds</sub>	170,00	kNm
M <sub>Rd,lim</sub>	1445,65	kNm
μ <sub>sd</sub>	0,020	
Jednostruko armiranje		
ω	2,019	%
ρ	0,074	%
ξ	0,071	x 10,49 cm
ζ	0,975	
A <sub>s1</sub>	2,72	cm <sup>2</sup>
A <sub>s2</sub>	0,00	cm <sup>2</sup>

$$A_{s,min} = 0.0015 * 25 * 147,5 = 5,53 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = 0.31 * 25 * 147,5 * (1,67/43,48) = 43,91 \text{ cm}^2$$

### Dimenzioniranje na poprečnu silu

Tablica 8.56. Dimenzioniranje greda na poprečnu silu

Poprečni presjek grede:		Limitirajući moment savijanja:	
h=	150 cm	MRd,lim=	1441,35 kNm
zaštitni sloj:		Min. i max. postotak armature:	
a=	2,5 cm	As,min=	5,53 cm <sup>2</sup> /m
a' =	2,5 cm	As,min=	4,425 cm <sup>2</sup> /m
d=	147,5 cm	As,max=	43,82 cm <sup>2</sup> /m
bw=	25 cm		
Beton:		Potrebna armatura:	
C25/30		As1,s2=	Msd* 0,02
fck=	25	Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:	
γc=	1,5	CRd,c=	0,12 σcp= 0
fcd=	16,67 MPa	k=	1,37 <2 1,37 k1= 0,15
Armatura:		ρ1=	0,000015
B 500B; f <sub>yk</sub> =500.0 MPa		VRdc=	2026,51 kN/m
f <sub>yk</sub> =	500	vmin=	0,280
γs=	1,15	VRdc,min=	10327,82 kN/m
f <sub>yd</sub> =	434,78 MPa	ρl=	0,0047
Ulazni podaci:		Vrd,c mora biti veća od:	
Vsd=	64 kN	Vrd,c >	1032,78
As1=	6,16 cm <sup>2</sup>	v=	0,54 kN
As2=	11,3 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	1659375 N
Ac=	3750 cm <sup>2</sup>	VRd,max=	1659,375 kN
		VEd,max/VRd,max=	0,04 VEd= 64 kN
		smax=	30
		ρmin=	0,0011 cm
		m=	2
		Asw,min=	0,413 cm <sup>2</sup>
		Odabrane minimalne spone:	Ø8/20 Asw= 0,5 cm <sup>2</sup>
		VRd=	238,08 kN
		<b>VEd&lt;VRd</b>	
		Na mjestu maksimalne poprečne sile:	
		sw<	90,18 cm
		Postaviti spone:	Ø8/20

Gredu G12 armirati s **4Ø14** u donjoj zoni u polju i **4Ø14** u gornjoj zoni iznad ležaja te konstruktivno s **5x2Ø12**. Poprečnu armaturu uzeti **Ø8/20** u polju i **Ø8/20** uz ležajeve.

### 8.3. PRORAČUN ŠIRINE PUKOTINA

Granično stanje širina pukotina biti će zadovoljeno ako vrijedi:

$$w_k < w_g$$

**Prognoza širine pukotina:**

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

$s_{r,max}$ - maksimalni razmak pukotina

$\varepsilon_{sm}$ - srednja deformacija armature pod relevantnom kombinacijom opterećenja, s uključenim efektom od prinudnih deformacija

$\varepsilon_{cm}$ - srednja deformacija betona između pukotina

**Proračun srednje deformacije armature:**

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

$f_{ct,eff}$ - srednja vrijednost vlačne čvrstoće betona u trenutku očekivane pukotine

$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}}$  - odnos modula elastičnosti betona i čelika

$\sigma_s = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_s} \approx \frac{M_{Ed}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_s}$  - naprezanje vlačne armature u potpuno raspucanom betonskom presjeku

$\rho_{p,eff}$ - efektivni koeficijent armiranja vlačne zone betona ( $A_s/A_{c,eff}$ )

$k_t$  – faktor trajanja opterećenja

0.4 (dugotrajno opterećenje)

0,6 (kratkotrajno opterećenje)

**Srednji razmak pukotina:**

$$s_{r,max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \frac{\phi}{\rho_{p,eff}} (mm)$$

$\phi$ - promjer šipke

c- zaštitni sloj

$k_1$ - faktor prionjivosti šipki i betona ( $k_1=0,8$ - za rebrastu armaturu;  $k_2=0,5$ - za savijanje)

$k_2$ - faktor razdiobe deformacija po presjeku

$k_3$ - 3,4

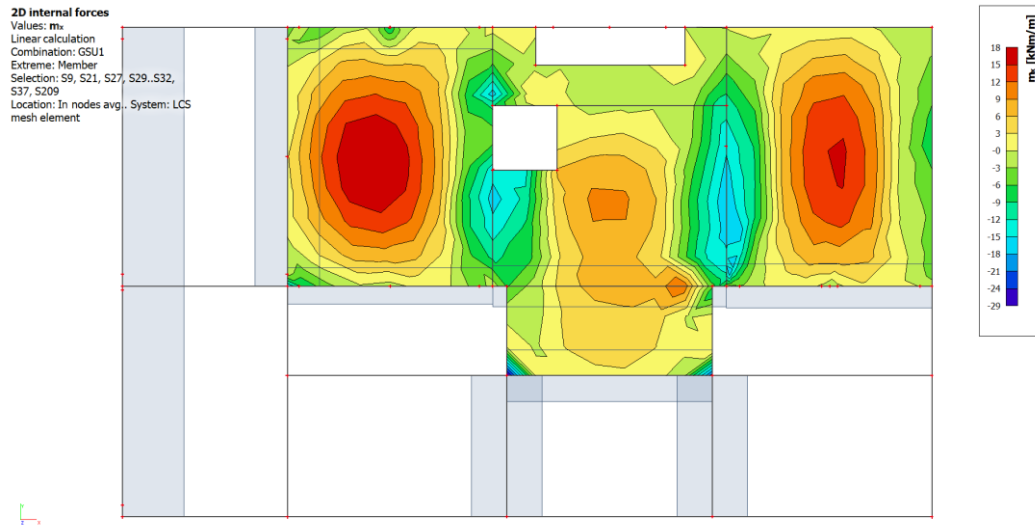
$k_4$ - 0,425

Granična vrijednost širine pukotine:  $w_g = 0,3$  mm (EC-2 – uobičajena sredina)

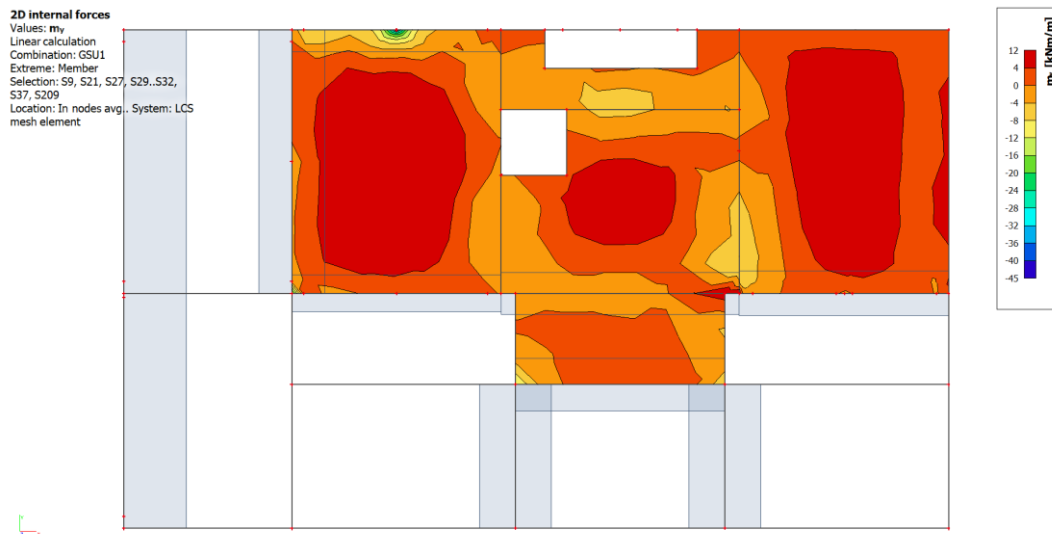


# PLOČE

## PLOČE POZICIJE 101 (h=20 cm)

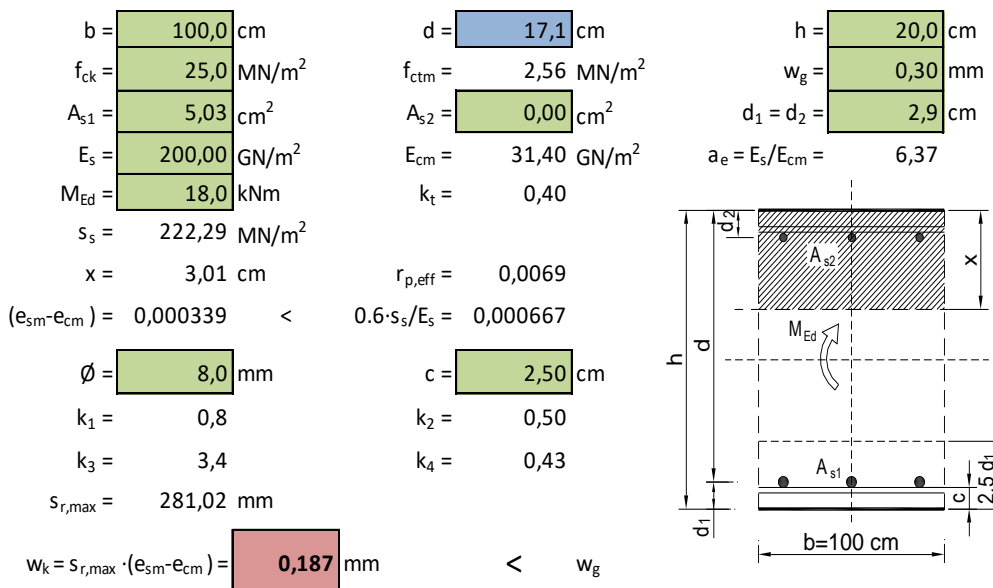


Slika 8.3.1. Momenti savijanja  $M_x$  za GSU1

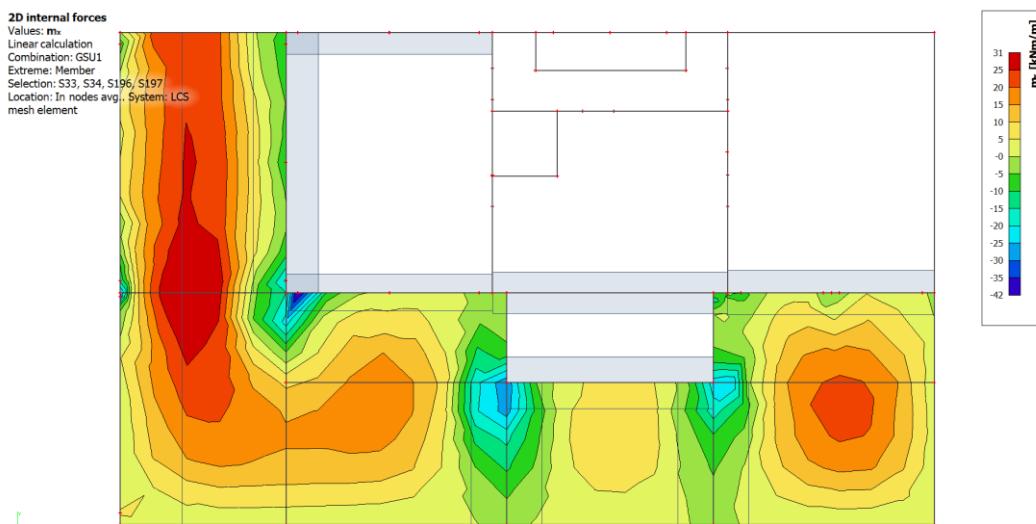


Slika 8.3.2. Momenti savijanja  $M_y$  za GSU1

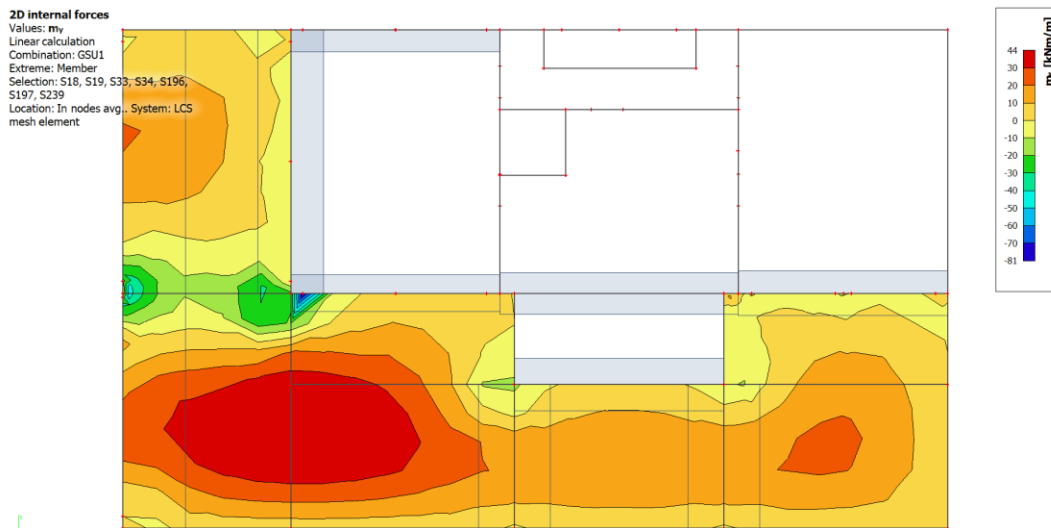
Tablica 8.57. Provjera űirine pukotina ploĀe



PLOĀE POZICIJE 102 i 103 (h=25 cm)



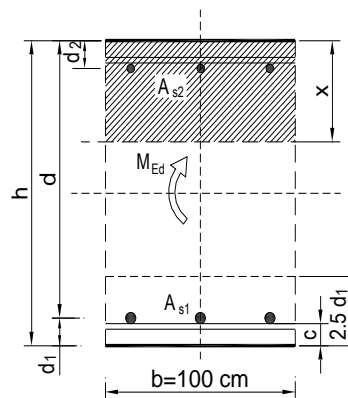
Slika 8.3.3. Momenti savijanja Mx za GSU1



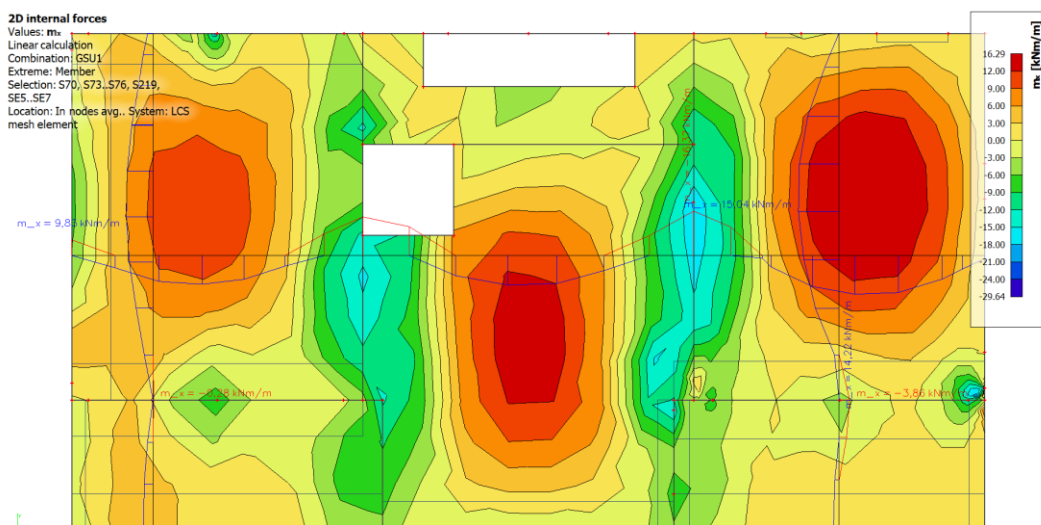
Slika 8.3.4 Momenti savijanja My za GSU1

Tablica 8.58. Provjera širine pukotina ploče

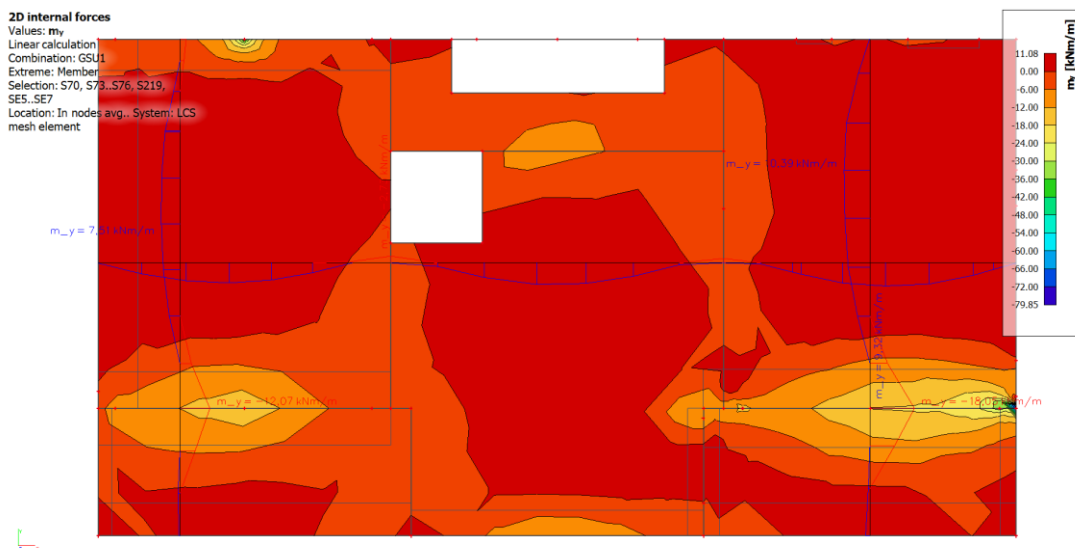
$b = 100,0$ cm	$d = 22,1$ cm	$h = 25,0$ cm
$f_{ck} = 25,0$ MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} = 2,56$ MN/m <sup>2</sup>	$w_g = 0,30$ mm
$A_{s1} = 9,03$ cm <sup>2</sup>	$A_{s2} = 0,00$ cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 = 2,9$ cm
$E_s = 200,00$ GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} = 31,40$ GN/m <sup>2</sup>	$a_e = E_s/E_{cm} = 6,37$
$M_{Ed} = 44,0$ kNm	$k_t = 0,40$	
$s_s = 236,53$ MN/m <sup>2</sup>		
$x = 4,50$ cm	$r_{p,eff} = 0,0125$	
$(e_{sm} - e_{cm}) = 0,000738 > 0,6 \cdot s_s/E_s = 0,000710$		
$\varnothing = 8,0$ mm	$c = 2,50$ cm	
$k_1 = 0,8$	$k_2 = 0,50$	
$k_3 = 3,4$	$k_4 = 0,43$	
$s_{r,max} = 194,19$ mm		
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,143$ mm	$< w_g$	



PLOČE POZICIJE 200

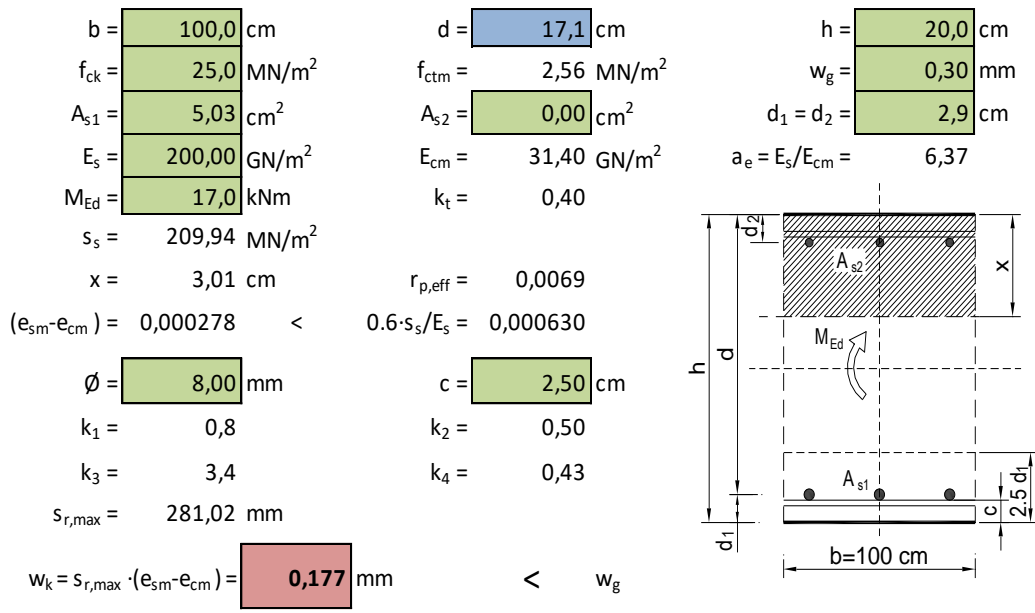


Slika 8.3.5. Momenti savijanja  $M_x$  za GSU1

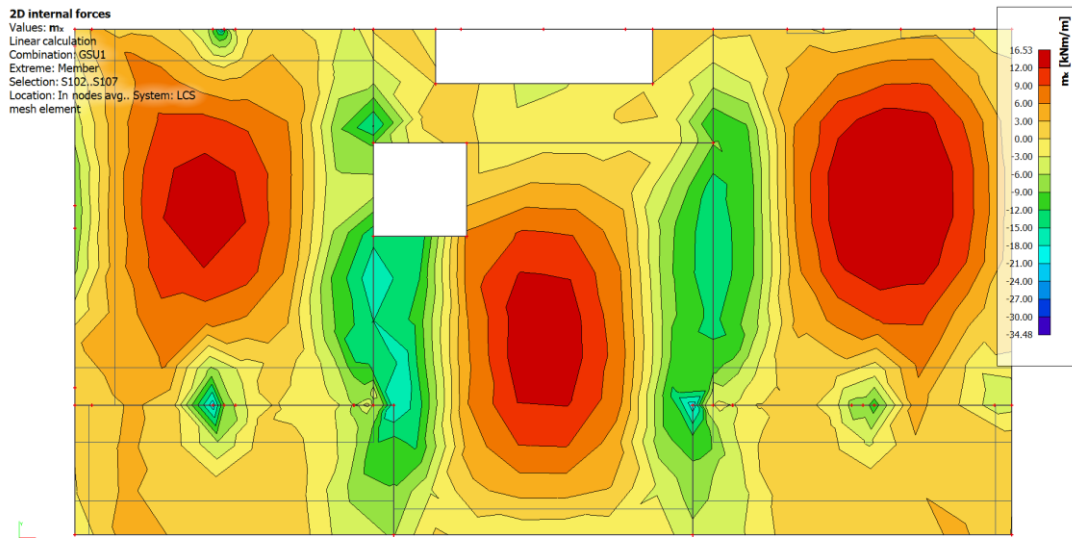


Slika 8.3.6. Momenti savijanja  $M_y$  za GSU1

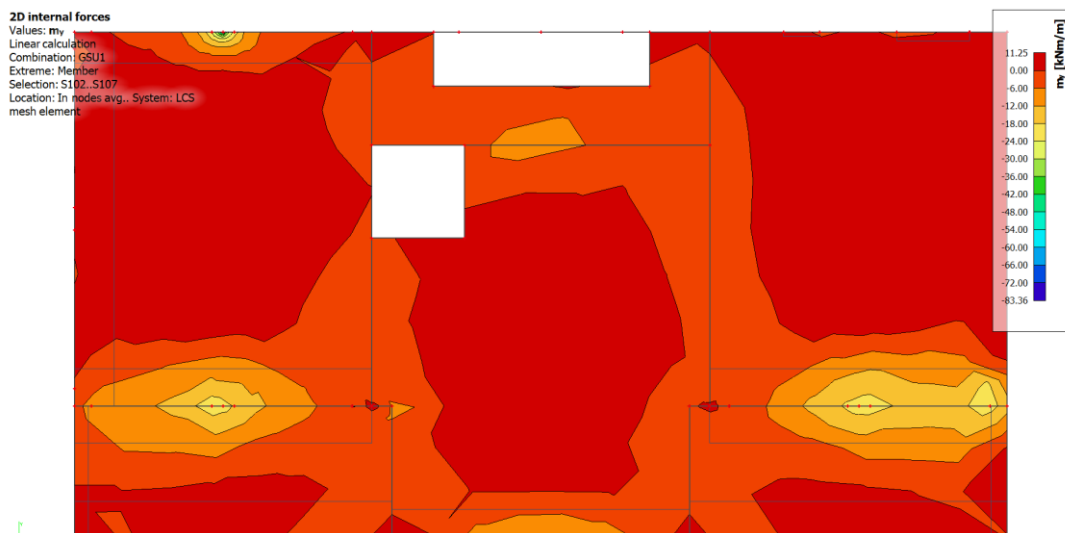
Tablica 8.59. Provjera širine pukotina ploče



**PLOČE POZICIJE 300**



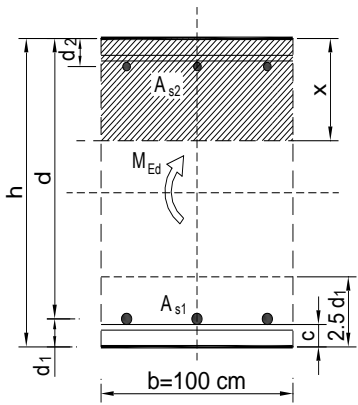
Slika 8.3.7. Momenti savijanja Mx za GSU1



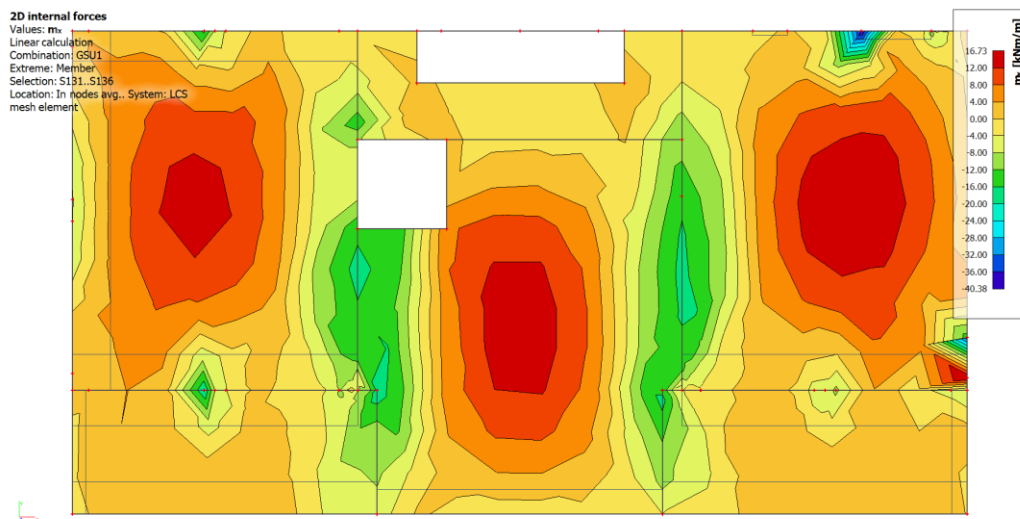
Slika 8.3.8. Momenti savijanja My za GSU1

Tablica 8.60. Provjera širine pukotina ploče

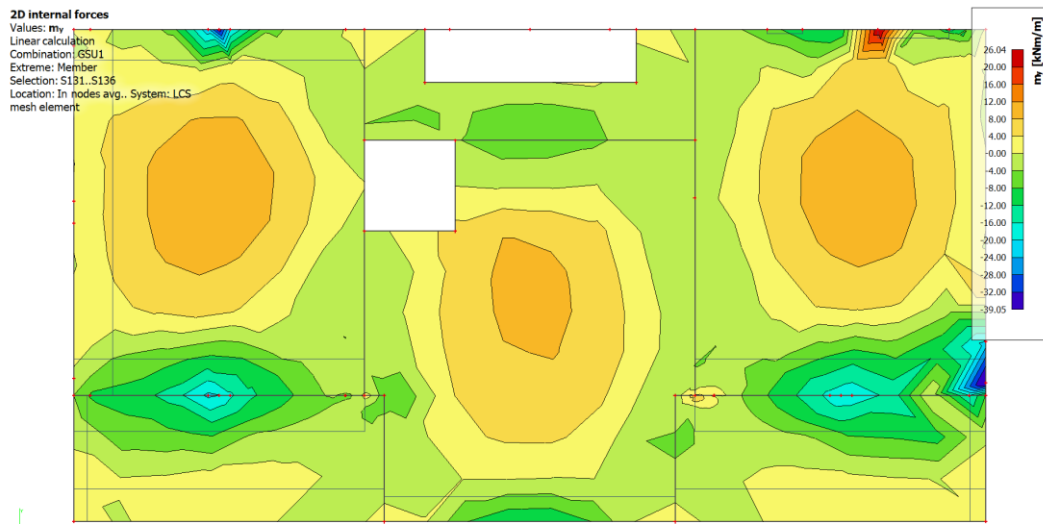
$b = 100,0$ cm	$d = 17,1$ cm	$h = 20,0$ cm
$f_{ck} = 25,0$ MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} = 2,56$ MN/m <sup>2</sup>	$w_g = 0,30$ mm
$A_{s1} = 5,03$ cm <sup>2</sup>	$A_{s2} = 0,00$ cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 = 2,9$ cm
$E_s = 200,00$ GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} = 31,40$ GN/m <sup>2</sup>	$a_e = E_s/E_{cm} = 6,37$
$M_{Ed} = 17,0$ kNm	$k_t = 0,40$	
$s_s = 209,94$ MN/m <sup>2</sup>		
$x = 3,01$ cm	$r_{p,eff} = 0,0069$	
$(e_{sm} - e_{cm}) = 0,000278 < 0,6 \cdot s_s/E_s = 0,000630$		
$\varnothing = 8,0$ mm	$c = 2,50$ cm	
$k_1 = 0,8$	$k_2 = 0,50$	
$k_3 = 3,4$	$k_4 = 0,43$	
$s_{r,max} = 281,02$ mm		
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,177$ mm	$< w_g$	



PLOČE POZICIJE 400

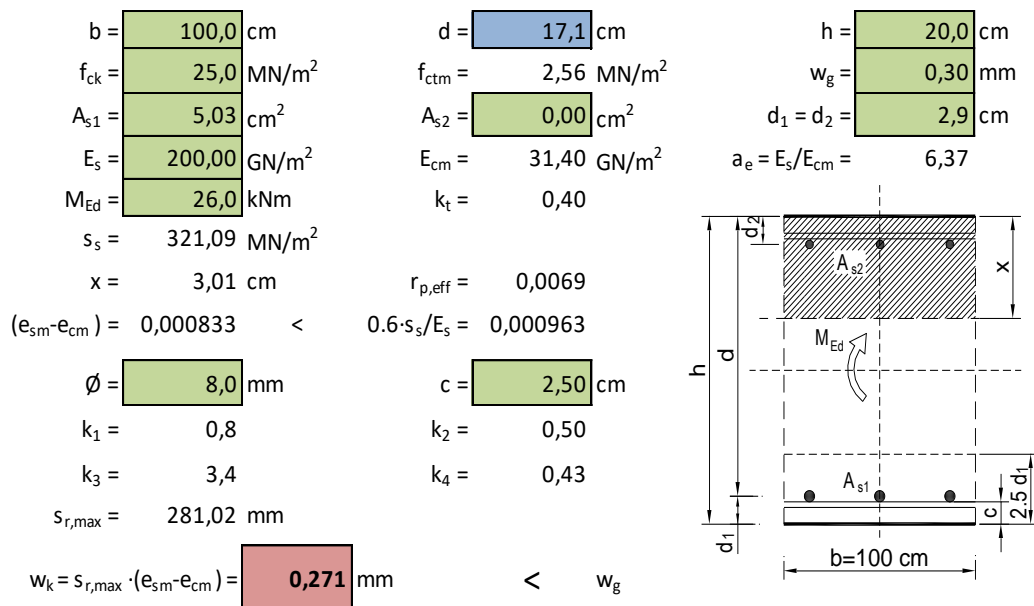


Slika 8.3.9. Momenti savijanja  $M_x$  za GSU1

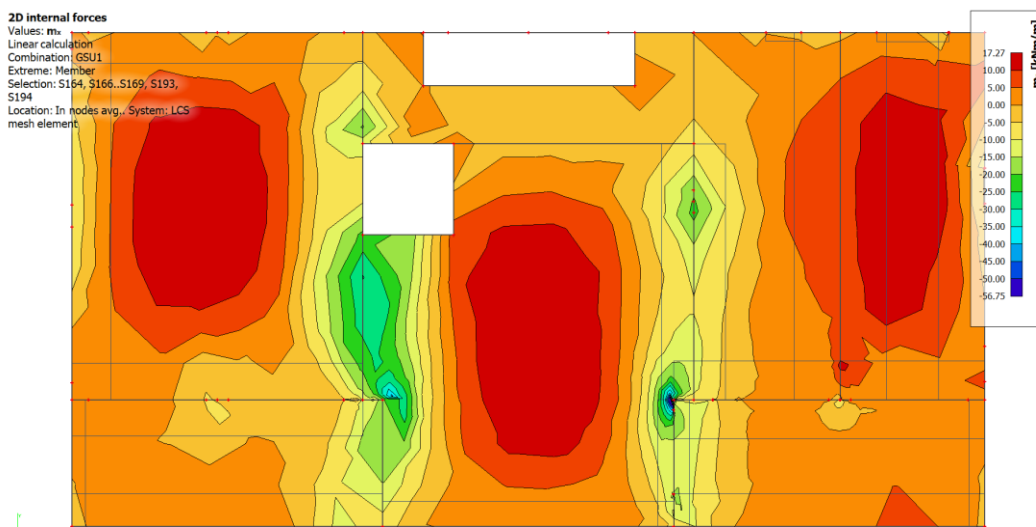


Slika 8.3.10. Momenti savijanja  $M_y$  za GSU1

Tablica 8.61. Provjera širine pukotina ploče

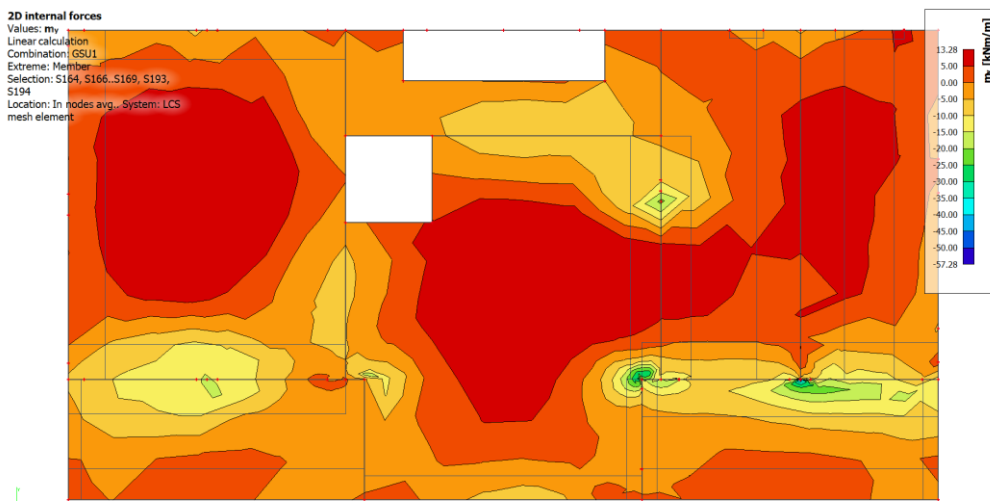


PLOČE POZICIJE 500



Slika 8.3.11. Momenti savijanja Mx za GSU1

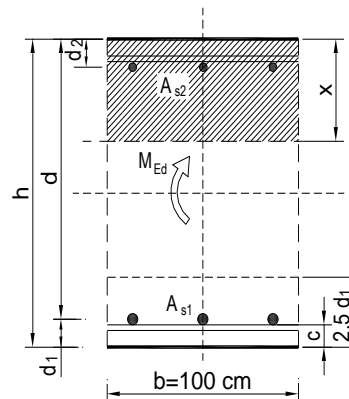




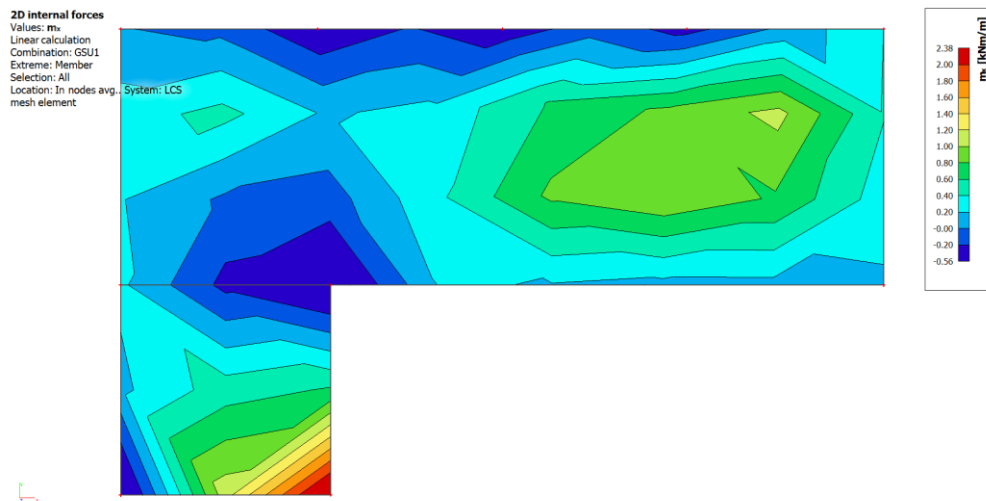
Slika 8.3.12. Momenti savijanja My za GSU1

Tablica 8.62. Provjera širine pukotina ploče

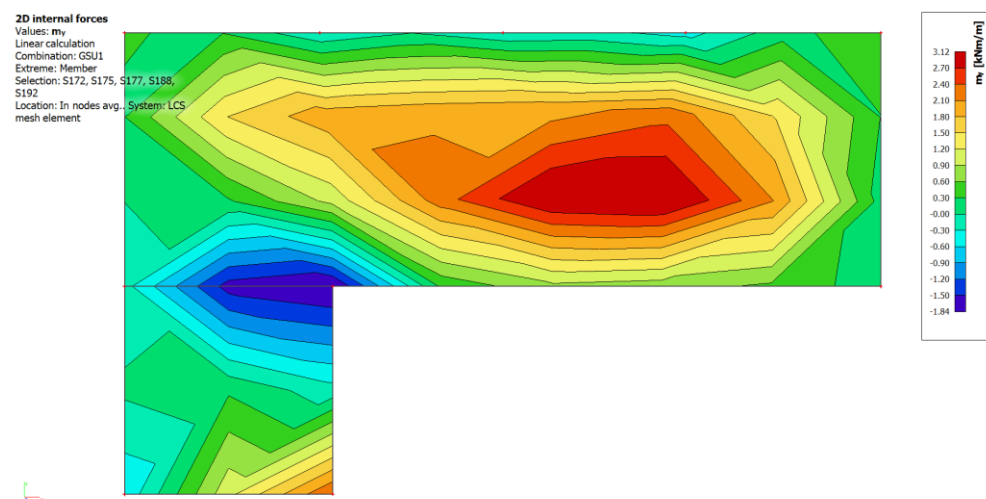
$b = 100,0$ cm	$d = 22,1$ cm	$h = 25,0$ cm
$f_{ck} = 25,0$ MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} = 2,56$ MN/m <sup>2</sup>	$w_g = 0,30$ mm
$A_{s1} = 5,03$ cm <sup>2</sup>	$A_{s2} = 0,00$ cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 = 2,9$ cm
$E_s = 200,00$ GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} = 31,40$ GN/m <sup>2</sup>	$a_e = E_s/E_{cm} = 6,37$
$M_{Ed} = 17,3$ kNm	$k_t = 0,40$	
$s_s = 164,19$ MN/m <sup>2</sup>		
$x = 3,46$ cm	$r_{p,eff} = 0,0069$	
$(e_{sm} - e_{cm}) = 0,000049 < 0,6 \cdot s_s / E_s = 0,000493$		
$\phi = 8,0$ mm	$c = 2,50$ cm	
$k_1 = 0,8$	$k_2 = 0,50$	
$k_3 = 3,4$	$k_4 = 0,43$	
$s_{r,max} = 281,02$ mm		
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,138$ mm < $w_g$		



PLOČE POZICIJE 600

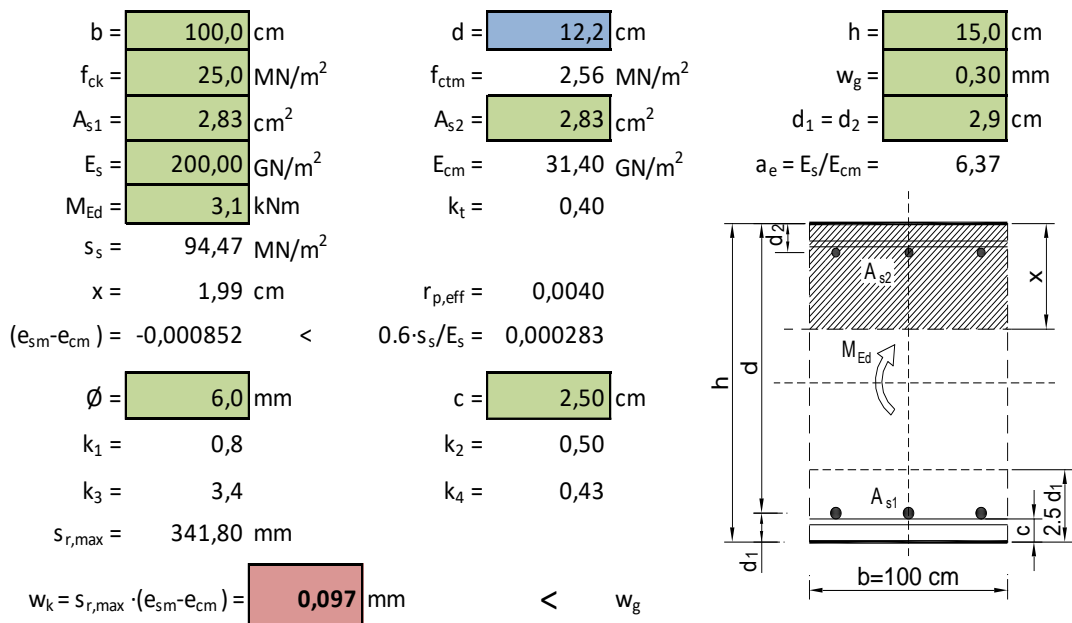


Slika 8.3.13. Momenti savijanja  $M_x$  za GSU1



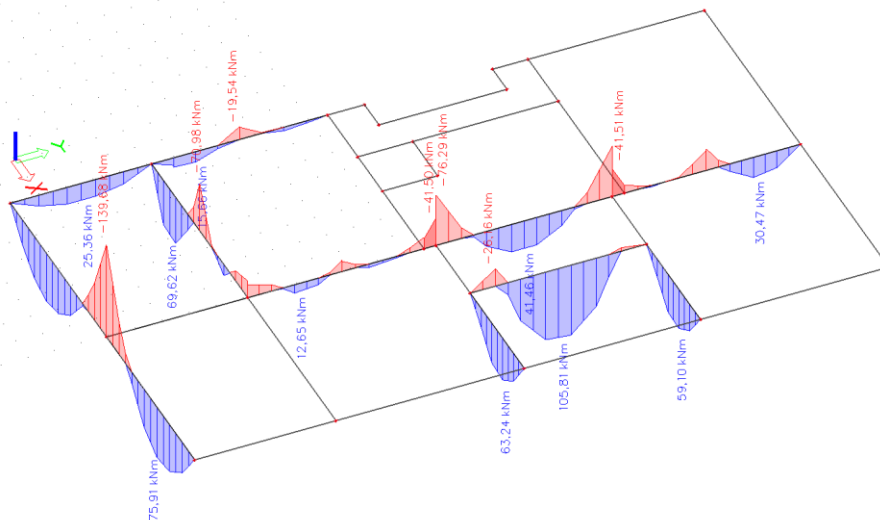
Slika 8.3.14. Momenti savijanja  $M_y$  za GSU1

Tablica 8.63. Provjera širine pukotina ploče



### GREDE PLOČE POZICIJE 100

1D internal forces  
 Values: M<sub>y</sub>  
 Linear calculation  
 Combination: gsu1  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Member  
 Selection: B10..B20

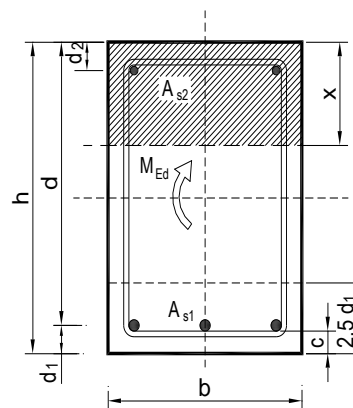


Slika 8.3.15. Momenti savijanja My za GSU1

**GREDA G3**

Tablica 8.64. Provjera širine pukotina grede

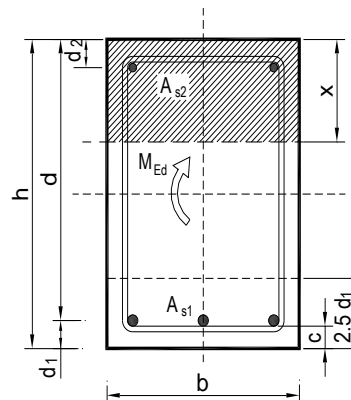
$b =$	25,0	cm	$d =$	46,8	cm	$h =$	50,0	cm
$f_{ck} =$	25,0	MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56	MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30	mm
$A_{s1} =$	6,88	cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	2,26	cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,2	cm
$E_s =$	200,00	GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40	GN/m <sup>2</sup>	$a_e = E_s/E_{cm} =$	6,37	
$M_{Ed} =$	41,5	kNm	$k_t =$	0,40				
$s_s =$	139,57	MN/m <sup>2</sup>						
$x =$	10,83	cm	$r_{p,eff} =$	0,0344				
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000516	>	$0.6 \cdot s_s / E_s =$	0,000419				
$\varnothing =$	14,0	mm	$c =$	2,50	cm			
$k_1 =$	0,8		$k_2 =$	0,50				
$k_3 =$	3,4		$k_4 =$	0,43				
$s_{r,max} =$	154,19	mm						
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,080	mm	<	$w_g$				



**GREDA G7**

Tablica 8.65. Provjera širine pukotina grede

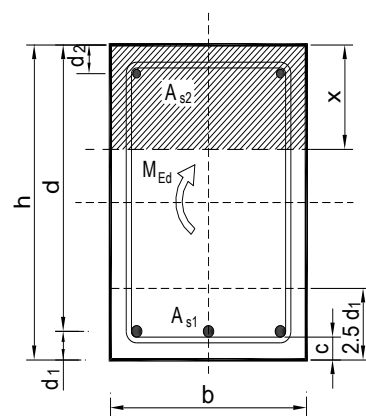
$b =$	25,0	cm	$d =$	91,6	cm	$h =$	95,0	cm
$f_{ck} =$	25,0	MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56	MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30	mm
$A_{s1} =$	12,44	cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	2,26	cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,4	cm
$E_s =$	200,00	GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40	GN/m <sup>2</sup>	$a_e = E_s/E_{cm} =$	6,37	
$M_{Ed} =$	70,0	kNm	$k_t =$	0,40				
$s_s =$	66,32	MN/m <sup>2</sup>						
$x =$	20,72	cm	$r_{p,eff} =$	0,0585				
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000211	>	$0.6 \cdot s_s / E_s =$	0,000199				
$\varnothing =$	18,0	mm	$c =$	2,50	cm			
$k_1 =$	0,8		$k_2 =$	0,50				
$k_3 =$	3,4		$k_4 =$	0,43				
$s_{r,max} =$	137,27	mm						
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,029	mm	<	$w_g$				



**GREDA G8**

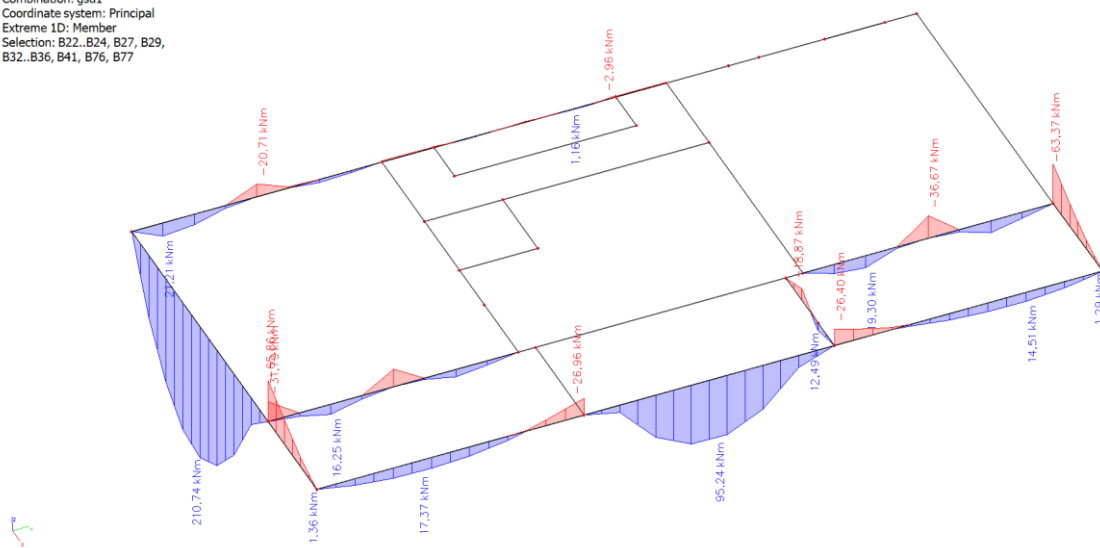
Tablica 8.66. Provjera širine pukotina grede

$b =$	25,0	cm	$d =$	46,7	cm	$h =$	50,0	cm
$f_{ck} =$	25,0	MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56	MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30	mm
$A_{s1} =$	10,60	cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	2,26	cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,3	cm
$E_s =$	200,00	GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40	GN/m <sup>2</sup>	$a_e = E_s/E_{cm} =$	6,37	
$M_{Ed} =$	76,0	kNm	$k_t =$	0,40				
$s_s =$	169,05	MN/m <sup>2</sup>						
$x =$	13,06	cm	$r_{p,eff} =$	0,0514				
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000713	>	$0.6 \cdot s_s / E_s =$	0,000507				
$\varnothing =$	16,0	mm	$c =$	2,50	cm			
$k_1 =$	0,8		$k_2 =$	0,50				
$k_3 =$	3,4		$k_4 =$	0,43				
$s_{r,max} =$	137,92	mm						
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,098	mm	<	$w_g$				



### GREDE PLOČE POZICIJE 200 i 300

**1D internal forces**  
 Values: My  
 Linear calculation  
 Combination: gsu1  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Member  
 Selection: B22..B24, B27, B29,  
 B32..B36, B41, B76, B77



Slika 8.3.16. Momenti savijanja My za GSU1

**GREDA G4**

Tablica 8.67. Provjera širine pukotina grede

$b = 25,0$ cm	$d = 116,8$ cm	$h = 120,0$ cm
$f_{ck} = 25,0$ MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} = 2,56$ MN/m <sup>2</sup>	$w_g = 0,30$ mm
$A_{s1} = 8,42$ cm <sup>2</sup>	$A_{s2} = 2,26$ cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 = 3,2$ cm
$E_s = 200,00$ GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} = 31,40$ GN/m <sup>2</sup>	$a_e = E_s/E_{cm} = 6,37$
$M_{Ed} = 210,7$ kNm	$k_t = 0,40$	
$s_s = 226,82$ MN/m <sup>2</sup>		
$x = 19,91$ cm	$r_{p,eff} = 0,0421$	
$(e_{sm} - e_{cm}) = 0,000980 >$	$0,6 \cdot s_s / E_s = 0,000680$	
$\varnothing = 14,0$ mm	$c = 2,50$ cm	
$k_1 = 0,8$	$k_2 = 0,50$	
$k_3 = 3,4$	$k_4 = 0,43$	
$s_{r,max} = 141,53$ mm		
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,139$ mm	$<$	$w_g$

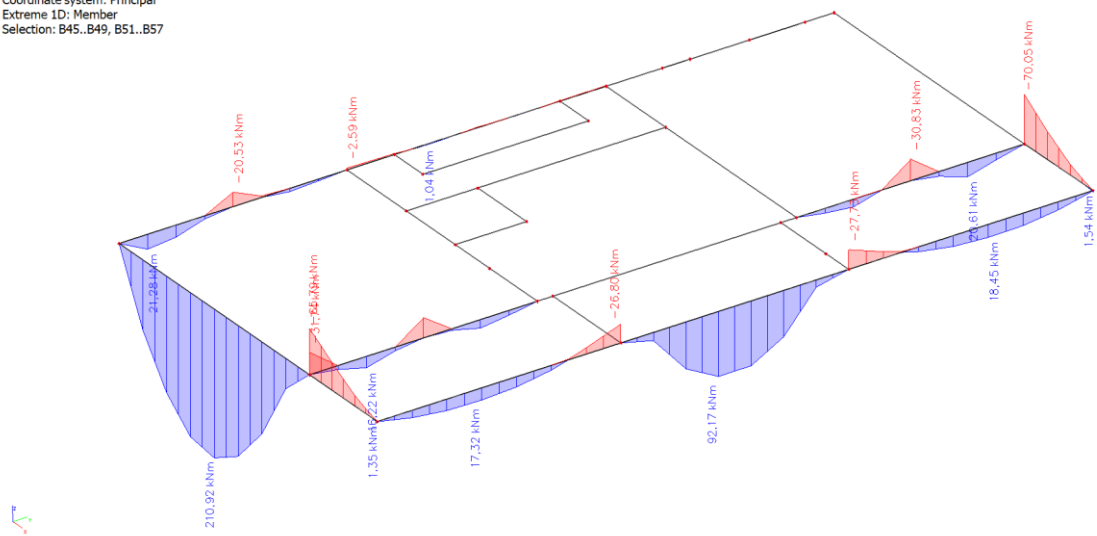
**GREDA G10**

Tablica 8.68. Provjera širine pukotina grede

$b = 25,0$ cm	$d = 126,8$ cm	$h = 130,0$ cm
$f_{ck} = 25,0$ MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} = 2,56$ MN/m <sup>2</sup>	$w_g = 0,30$ mm
$A_{s1} = 8,42$ cm <sup>2</sup>	$A_{s2} = 2,26$ cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 = 3,2$ cm
$E_s = 200,00$ GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} = 31,40$ GN/m <sup>2</sup>	$a_e = E_s/E_{cm} = 6,37$
$M_{Ed} = 95,2$ kNm	$k_t = 0,40$	
$s_s = 94,20$ MN/m <sup>2</sup>		
$x = 20,84$ cm	$r_{p,eff} = 0,0421$	
$(e_{sm} - e_{cm}) = 0,000316 >$	$0,6 \cdot s_s / E_s = 0,000283$	
$\varnothing = 14,0$ mm	$c = 2,50$ cm	
$k_1 = 0,8$	$k_2 = 0,50$	
$k_3 = 3,4$	$k_4 = 0,43$	
$s_{r,max} = 141,53$ mm		
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,045$ mm	$<$	$w_g$

### GREDE PLOČE POZICIJE 400

**1D internal forces**  
 Values:  $M_y$   
 Linear calculation  
 Combination: gsu1  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Member  
 Selection: B45..B49, B51..B57

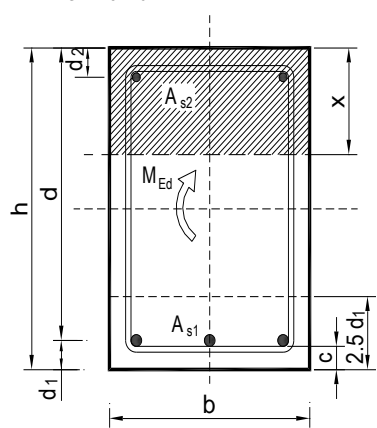


Slika 8.3.17. Momenti savijanja  $M_y$  za GSU1

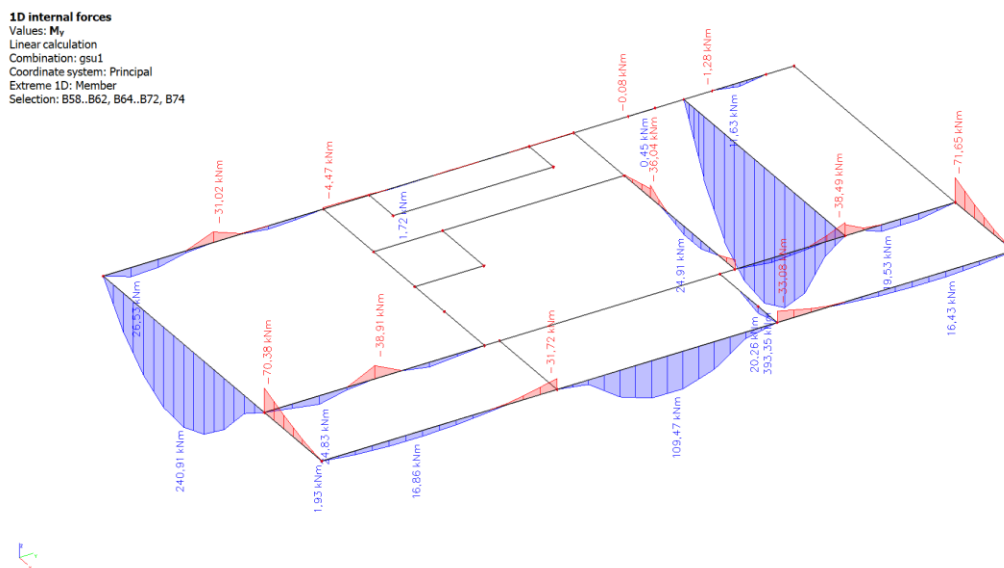
### GREDA G9

Tablica 8.69. Provjera širine pukotina grede

$b = 25,0$ cm	$d = 126,8$ cm	$h = 130,0$ cm
$f_{ck} = 25,0$ MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} = 2,56$ MN/m <sup>2</sup>	$w_g = 0,30$ mm
$A_{s1} = 8,42$ cm <sup>2</sup>	$A_{s2} = 2,26$ cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 = 3,2$ cm
$E_s = 200,00$ GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} = 31,40$ GN/m <sup>2</sup>	$a_e = E_s/E_{cm} = 6,37$
$M_{Ed} = 93,0$ kNm	$k_t = 0,40$	
$s_s = 92,03$ MN/m <sup>2</sup>		
$x = 20,84$ cm	$r_{p,eff} = 0,0421$	
$(e_{sm} - e_{cm}) = 0,000306 > 0,6 \cdot s_s/E_s = 0,000276$		
$\varnothing = 14,0$ mm	$c = 2,50$ cm	
$k_1 = 0,8$	$k_2 = 0,50$	
$k_3 = 3,4$	$k_4 = 0,43$	
$s_{r,max} = 141,53$ mm		
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,043$ mm	$< w_g$	



### GREDE PLOČE POZICIJE 500

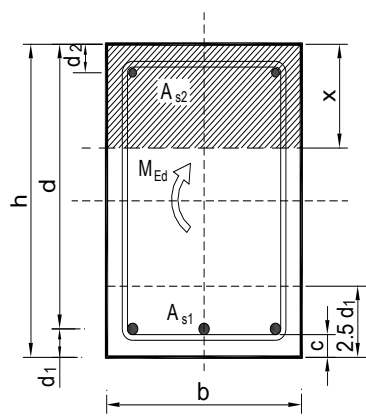


Slika 8.3.18. Momenti savijanja My za GSU1

### GREDA G4

Tablica 8.70. Provjera širine pukotina grede

$b =$	25,0	cm	$d =$	146,8	cm	$h =$	150,0	cm
$f_{ck} =$	25,0	MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56	MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30	mm
$A_{s1} =$	8,42	cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	2,26	cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,2	cm
$E_s =$	200,00	GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40	GN/m <sup>2</sup>	$a_e = E_s/E_{cm} =$	6,37	
$M_{Ed} =$	241,0	kNm	$k_t =$	0,40				
$s_s =$	205,25	MN/m <sup>2</sup>	$r_{p,eff} =$	0,0421				
$x =$	22,60	cm	$0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000616				
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000872	>						
$\varnothing =$	14,0	mm	$c =$	2,50	cm			
$k_1 =$	0,8		$k_2 =$	0,50				
$k_3 =$	3,4		$k_4 =$	0,43				
$s_{r,max} =$	141,53	mm						
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,123	mm	<	$w_g$				

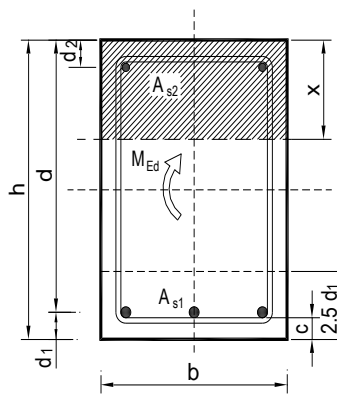




**GREDA G6**

Tablica 8.71. Provjera širine pukotina grede

$b =$	25,0 cm	$d =$	146,6 cm	$h =$	150,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	12,44 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	2,26 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,4 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,40 GN/m <sup>2</sup>	$a_e = E_s/E_{cm} =$	6,37
$M_{Ed} =$	394,0 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	229,86 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	27,03 cm	$r_{p,eff} =$	0,0585		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,001029 >	$0.6 \cdot s_s / E_s =$	0,000690		
$\varnothing =$	18,0 mm	$c =$	2,50 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	137,27 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,141 mm	<	$w_g$		



## 9. DIMENZIONIRANJE VERTIKALNIH KONSTRUKCIJA

### 9.1. ZIDOVI I VISOKOSTIJENI NOSAČI

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

Dokaz nosivosti i proračun potrebne armature provodi se prema slijedećem:

- 1/ Kontroliraju se tlačna naprezanja u zidu za nazovistalnu kombinaciju  $1.0G + \Psi 2i \cdot Q_i$  za beton C25/30  $\sigma_c$ , GSU2(1.0G + 0.30Q)  $\leq 0.45 f_{ck} = 0.45 \cdot 25 = 11.25$  Mpa
- 2/ Kontroliraju se tlačna naprezanja u zidu za mjerodavnu potresnu kombinaciju
- 3/ Proračunava se potrebna armatura:

Potrebna površina se određuje prema slijedećem:  $A_s = (n_{Ed} / f_{yd})$  [cm<sup>2</sup>/m] – vertikalna armatura

- 4/ Provjerava se računski nosivost na poprečnu silu:

Debljina zida prema EC-8 treba biti:

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

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

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

gdje je  $V_{Ed}$  poprečna sila po visini zida dobivena proračunom, a  $\varepsilon$  faktor uvećanja te za klasu duktilnosti DCM vrijedi  $\varepsilon = 2,64$

#### Slom tlačne dijagonale

U kritičnom području:

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

Izvan kritičnog područja:

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

#### Slom vlačne dijagonale

Postupak ovisi o koeficijentu  $\alpha_s$

Ako zid nosi izrazito posmično potrebno je da je:

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

Minimalna armatura zida iznosi:

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

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

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

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

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

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

Za izrazito visoke zidove - stupove

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

Razmak vilica je  $e_w = 15$  cm

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

Kritično područje:

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

### Minimalno armiranje:

na krajevima zida:

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

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

$b_o$ =širina jezgre)

ostali dio zida:

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

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

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

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

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

Najmanji omjer poprečne armature  $\rho_{w,min}$  velikih slabo armiranih betonskih zidova:

$\rho_{w,min} = 0.15 \cdot (f_{ct,m}/f_{yd})$ .

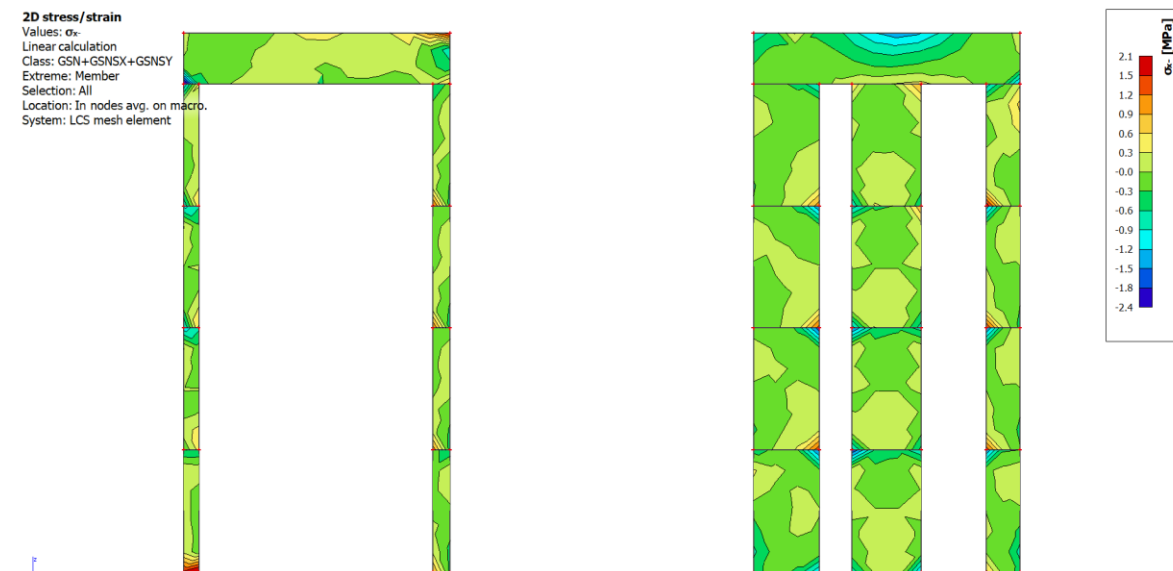
C 25/30 ( $f_{ct,m} = 2.6$  MPa); B 500B ( $f_y = 500$  MPa);  $\rho_{w,min} = 0.15 \cdot (2.6/435) = 0.0009$

$b = 25$  cm;  $A_{s,min} = 0.0009 \cdot 25 \cdot 100/2 = 1,125$   $\text{cm}^2/\text{m}$  obostrano

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

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

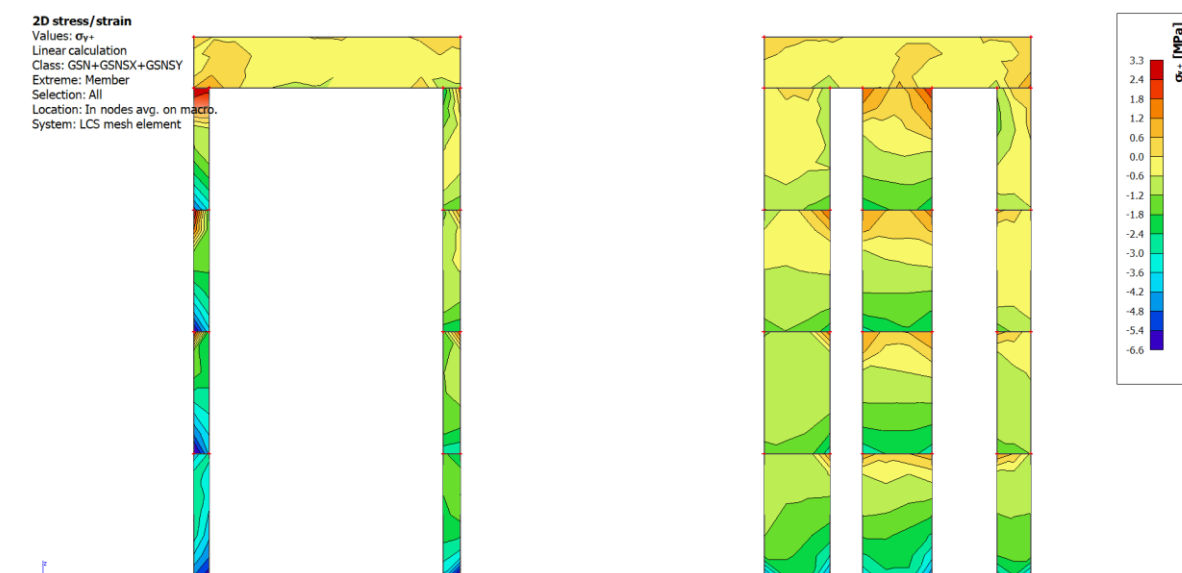
### ZIDOVI U OSI A



Slika 9.1.1. Naprezanja  $\sigma_x$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

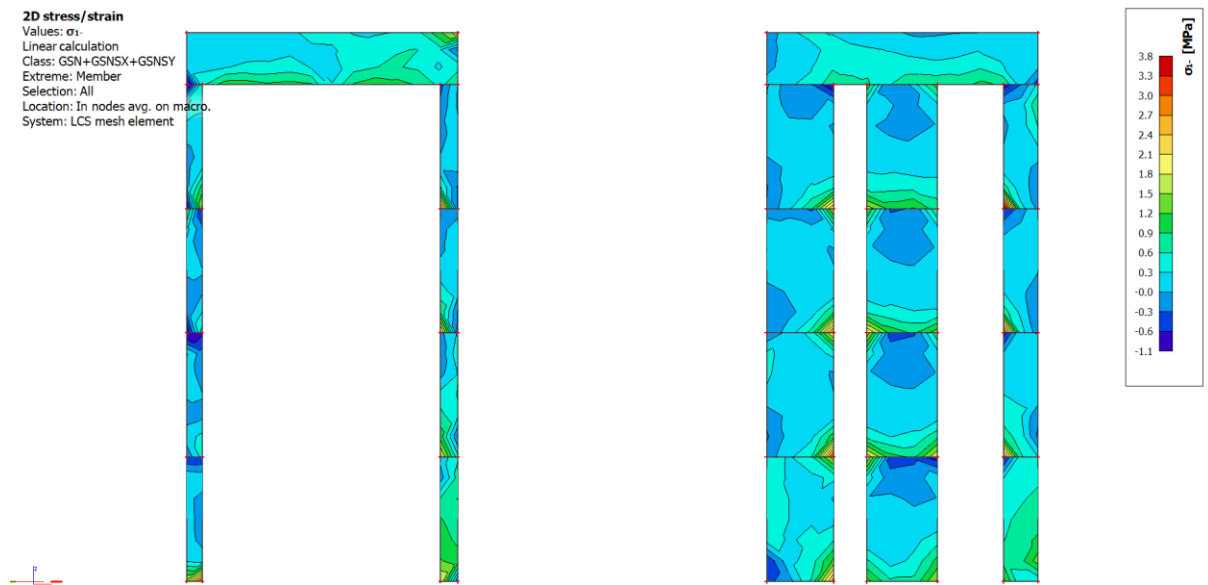
Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$



Slika 9.1.2. Naprezanja  $\sigma_y$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

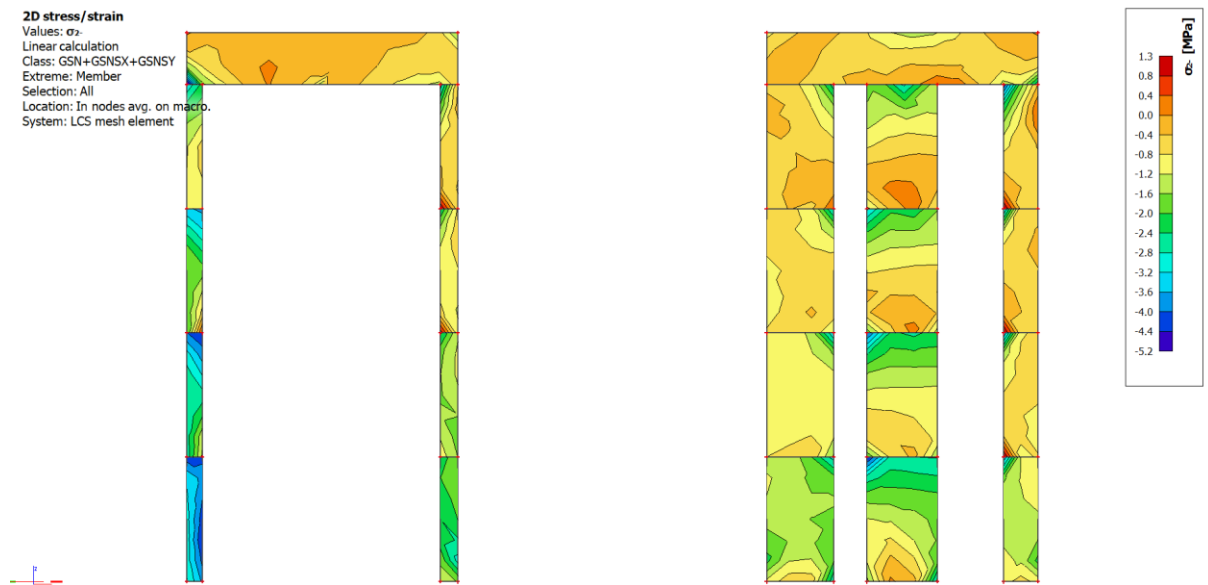
Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$



Slika 9.1.3. Naprezanja  $\sigma_1$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

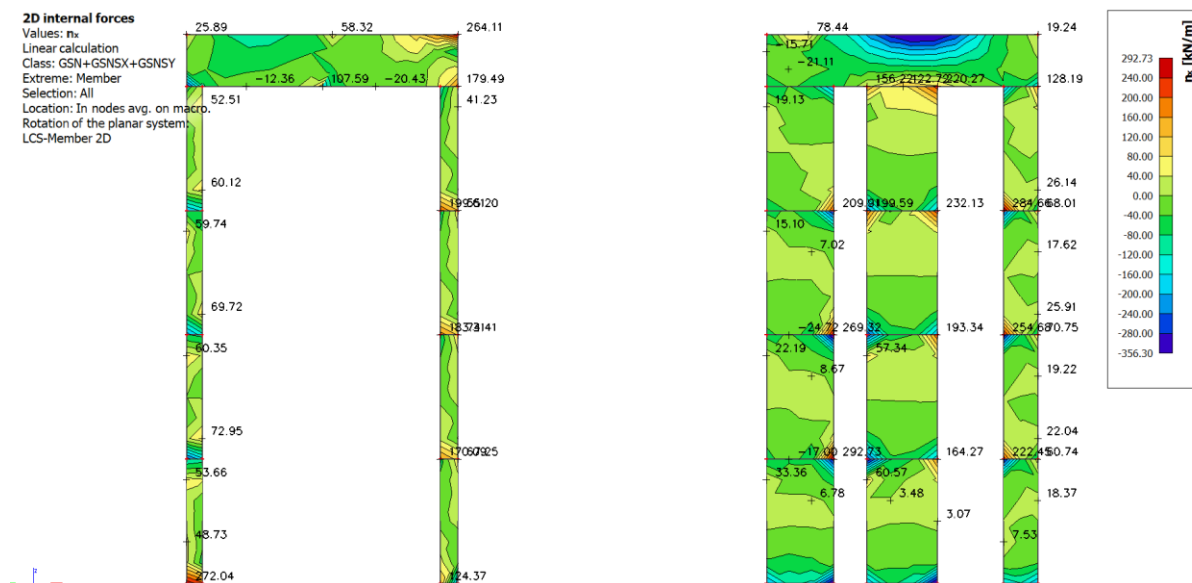
Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$



Slika 9.1.4. Naprezanja  $\sigma_2$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$



Slika 9.1.5. Uzdužna sila nx za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

**Maksimalno tlačno naprežanje u zidu: -6,6 MPa**

**Maksimalno vlačno naprežanje u dnu zida: 3,8 MPa**

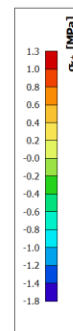
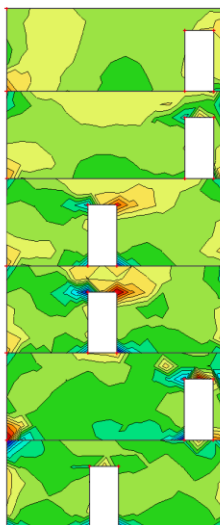
Tablica 9.1. Potrebna i odabrana armatura zidova po etažama

ETAŽA	Nx,max [kN]	As1 [cm2/m]	As,min [cm2/m]	As,odabrano [cm2]
prizemlje	40,00	0,920	2,83	2,83
prvi kat	40,00	0,920	2,83	2,83
drugi kat	40,00	0,920	2,83	2,83
treći kat	40,00	0,920	2,83	2,83
nadozid/nadgrađe	0,00	0,000	2,83	2,83

**Zidove u osi A armirati s Q-283 obostrano od prizemlja do trećeg kata. Nadozid armirati s Q-283 obostrano.**

### ZIDOVI U OSI B

**2D stress/strain**  
 Values:  $\sigma_x$   
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element

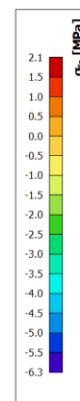
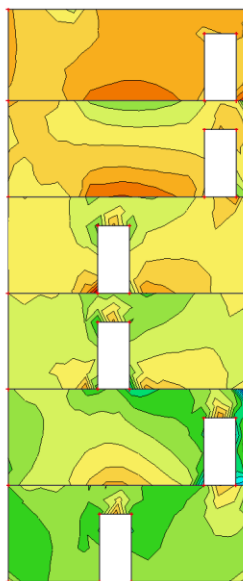


Slika 9.1.6. Naprezanja  $\sigma_x$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

Lokalno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$

**2D stress/strain**  
 Values:  $\sigma_y$   
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element

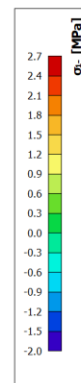
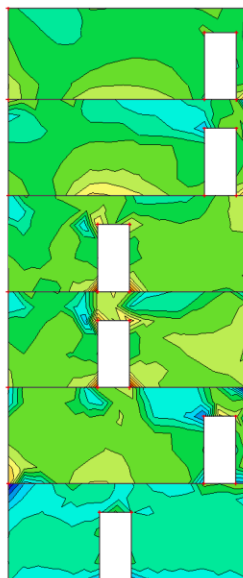


Slika 9.1.7. Naprezanja  $\sigma_y$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$

2D stress/strain  
 Values:  $\sigma_1$   
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element

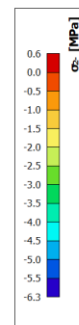
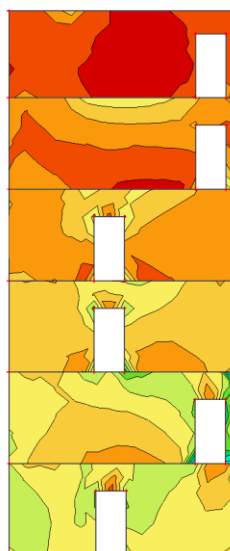


Slika 9.1.8. Naprezanja  $\sigma_1$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$

2D stress/strain  
 Values:  $\sigma_2$   
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element



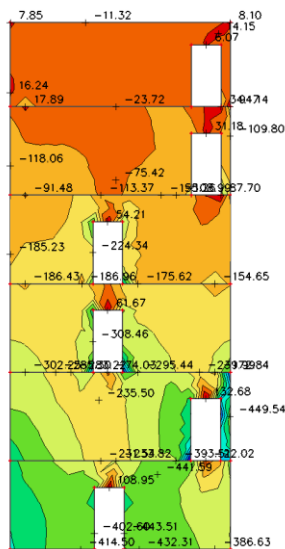
Slika 9.1.9. Naprezanja  $\sigma_2$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$



**2D internal forces**  
 Values:  $n_x$   
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Global  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 Rotation of the planar system:  
 LCS-Member 2D



Slika 9.1.10. Uzdužna sila  $n_x$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

**Maksimalno tlačno naprezanje u zidu: -6,3 MPa**

**Maksimalno vlačno naprezanje u dnu zida: 2,7 MPa**

Tablica 9.2. Potrebna i odabrana armatura zidova po etažama

ETAŽA	$N_{x,max}$ [kN]	$A_{s1}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$A_{s,min}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$A_{s,odabrano}$ [cm <sup>2</sup> ]
garaža	0	0,000	2,83	<b>2,83</b>
prizemlje	0,00	0,000	2,83	<b>2,83</b>
prvi kat	0,00	0,000	2,83	<b>2,83</b>
drugi kat	0,00	0,000	2,83	<b>2,83</b>
treći kat	0,00	0,000	2,83	<b>2,83</b>
nadozid/nadgrađe	0,00	0,000	2,83	<b>2,83</b>

**Zidove u osi B armirati s Q-283 obostrano.**

### ZIDOVI U OSI C

**2D stress/strain**

Values:  $\sigma_x$   
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element



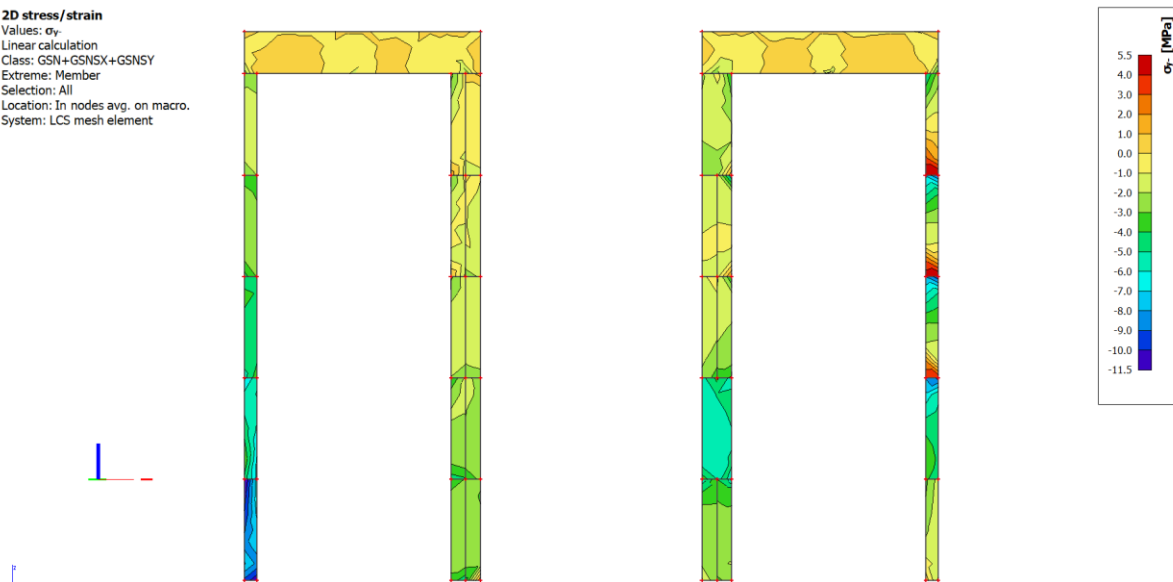
Slika 9.1.11. Naprezanja  $\sigma_x$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$

**2D stress/strain**

Values:  $\sigma_y$   
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element

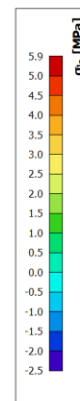
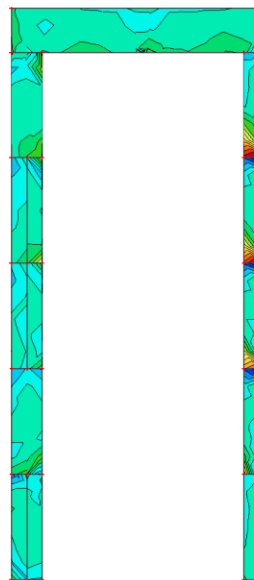
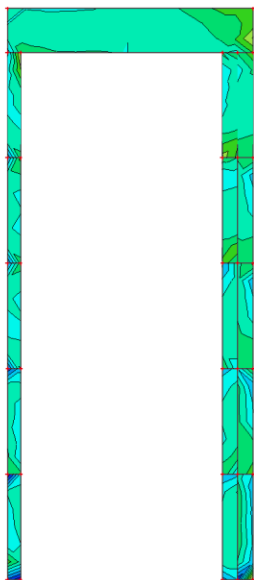
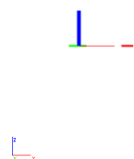


Slika 9.1.12. Naprezanja  $\sigma_y$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$

2D stress/strain  
 Values:  $\sigma_1$   
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element

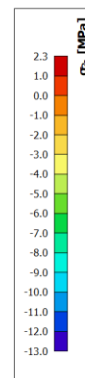
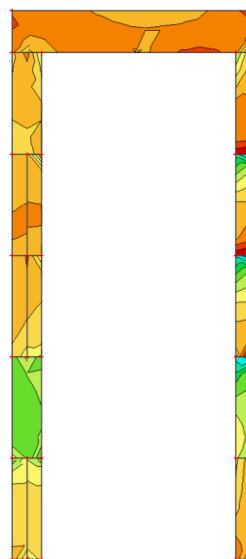
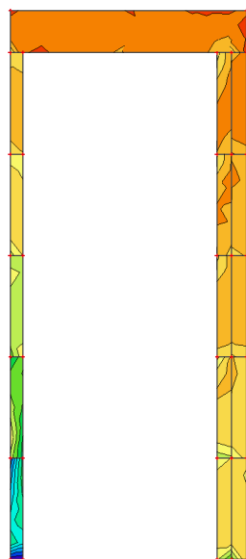
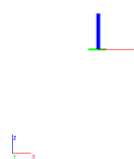


Slika 9.1.13. Naprezanja  $\sigma_1$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$

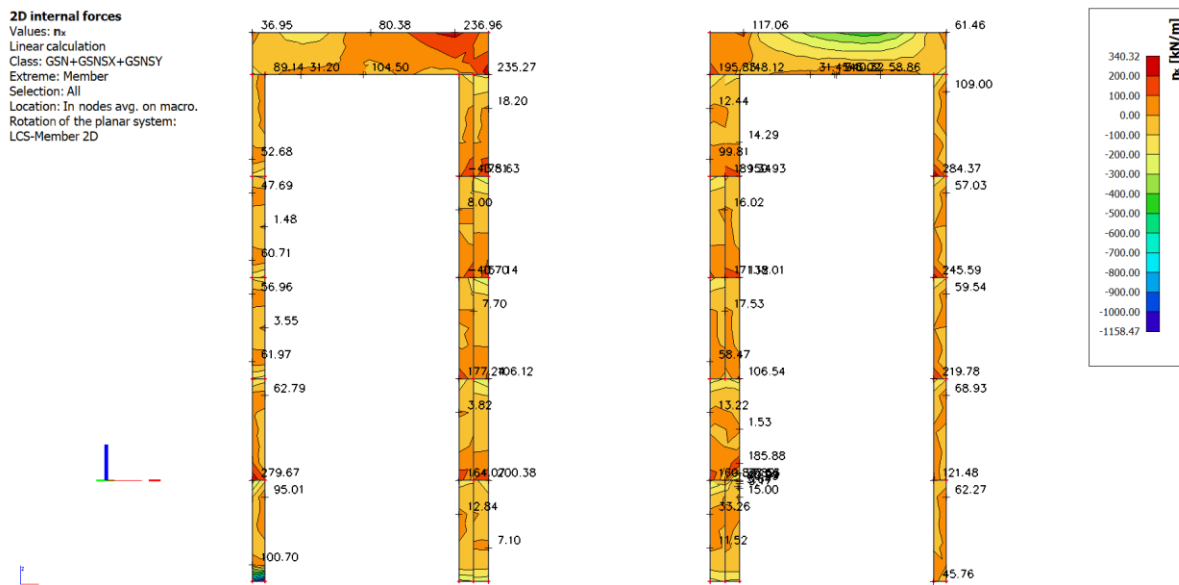
2D stress/strain  
 Values:  $\sigma_2$   
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element



Slika 9.1.14. Naprezanja  $\sigma_2$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$



Slika 9.1.15. Uzdužna sila nx za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

**Maksimalno tlačno naprezanje u zidu: -13,0 MPa**

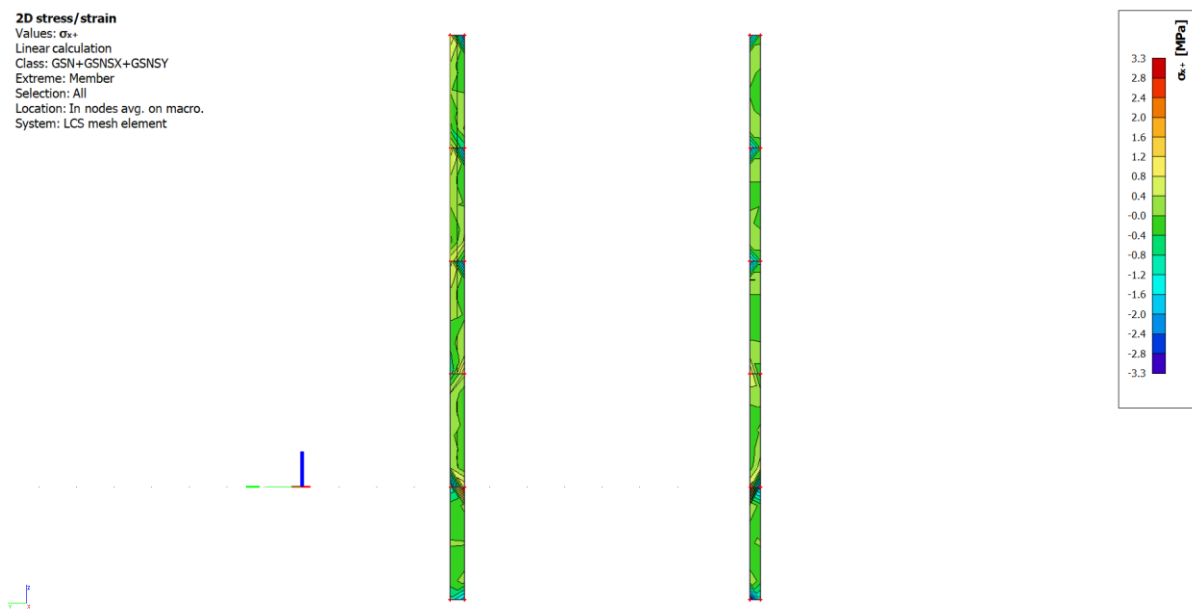
**Maksimalno vlačno naprezanje u dnu zida: 5,9 MPa**

Tablica 9.3. Potrebna i odabrana armatura zidova po etažama

ETAŽA	Nx,max [kN]	As1 [cm2/m]	As,min [cm2/m]	As,odabrano [cm2]
garaža	60	1,380	2,83	<b>2,83</b>
prizemlje	60,00	1,380	2,83	<b>2,83</b>
prvi kat	60,00	1,380	2,83	<b>2,83</b>
drugi kat	60,00	1,380	2,83	<b>2,83</b>
treći kat	100,00	2,300	2,83	<b>2,83</b>
nadozid/nadgrađe	100,00	2,300	2,83	<b>2,83</b>

**Zidove u osi C armirati s Q-283 obostrano.**

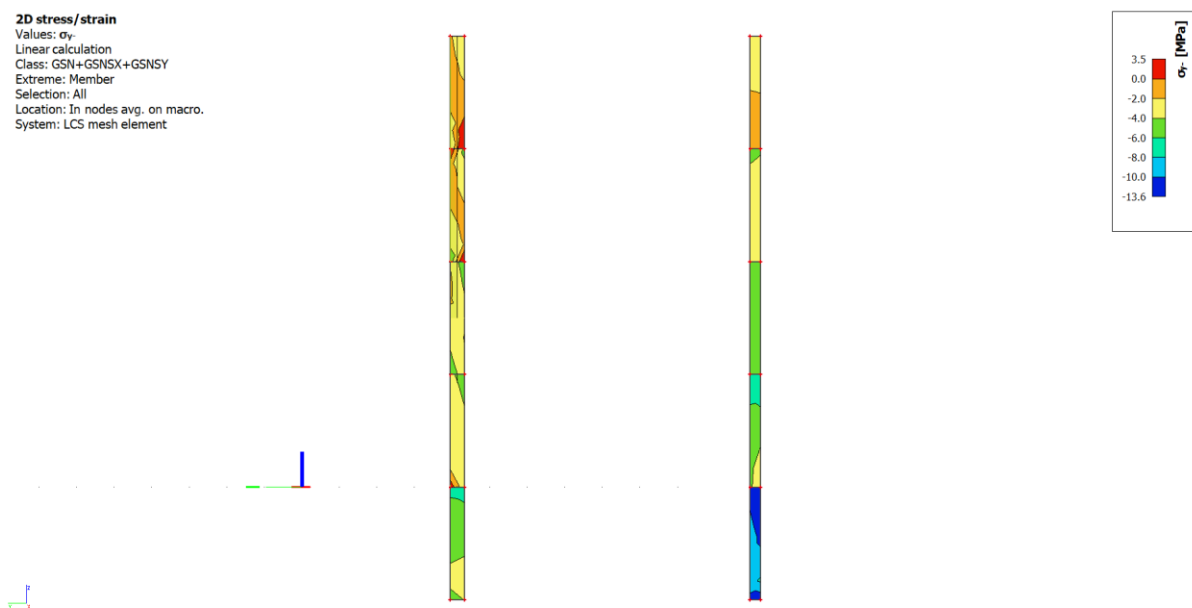
### ZIDOVI U OSI 1



Slika 9.1.16. Naprezanja  $\sigma_x$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

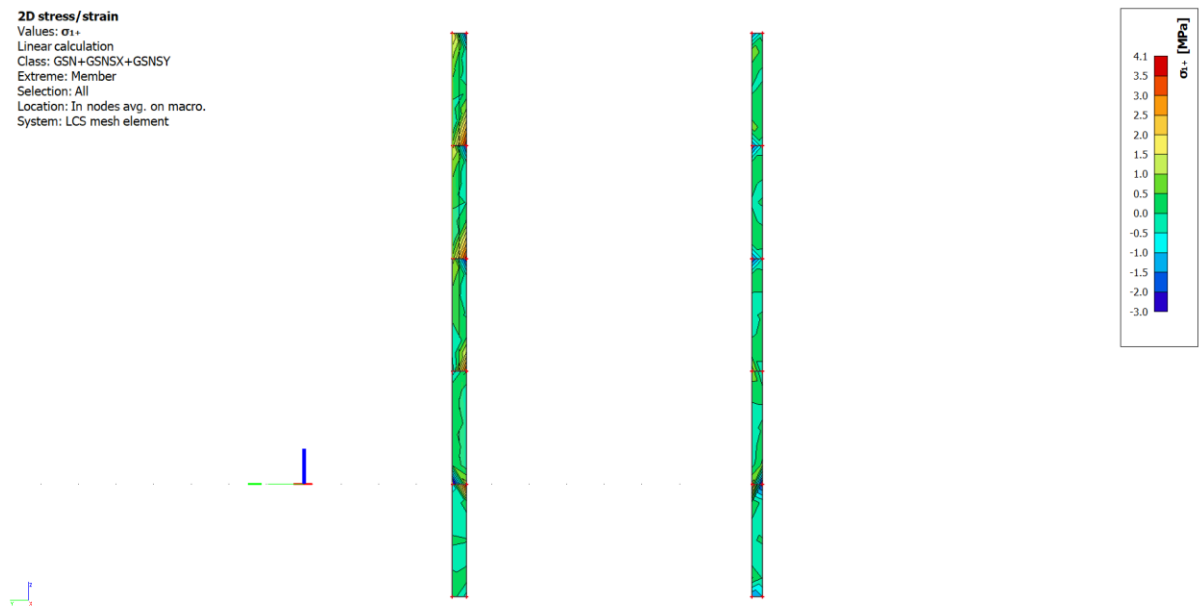
Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$



Slika 9.1.17. Naprezanja  $\sigma_y$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

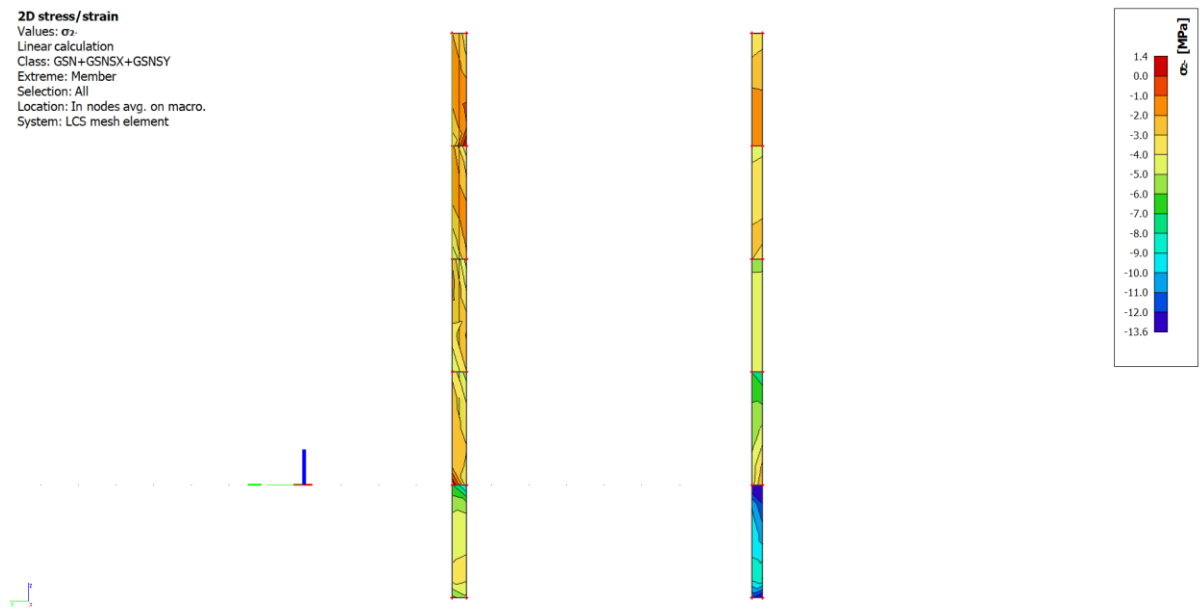
Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$



Slika 9.1.18. Naprezanja  $\sigma_1$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

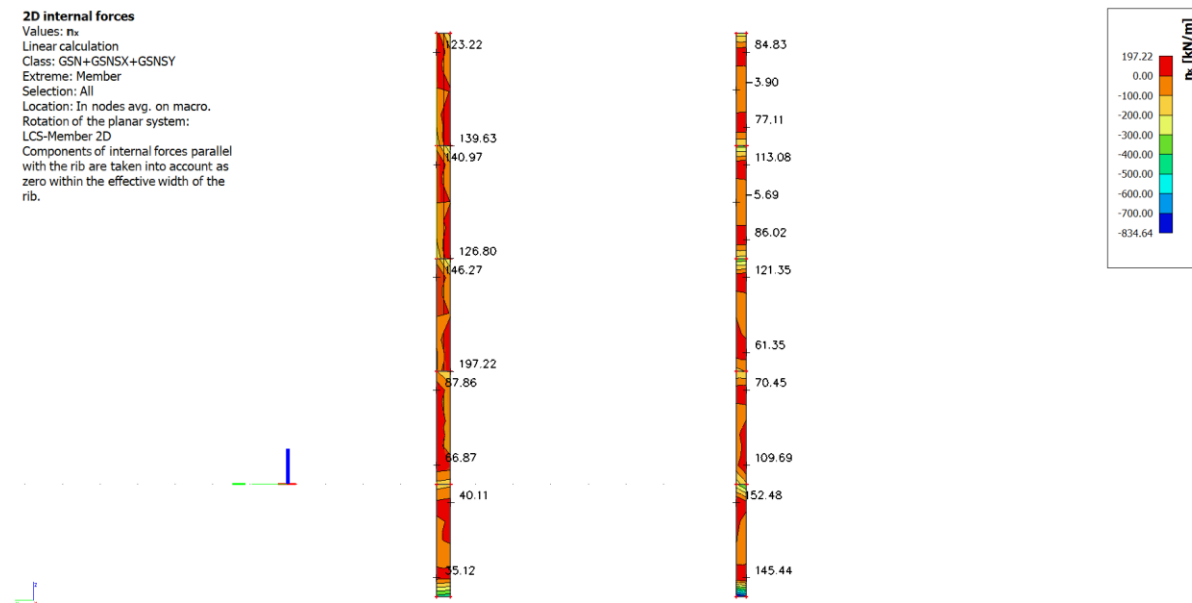
Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$



Slika 9.1.19. Naprezanja  $\sigma_2$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$



Slika 9.1.20. Uzdužna sila  $n_x$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

**Maksimalno tlačno naprezanje u zidu: -13,6 MPa**

**Maksimalno vlačno naprezanje u dnu zida: 3,7 MPa**

Tablica 9.4. Potrebna i odabrana armatura zidova po etažama

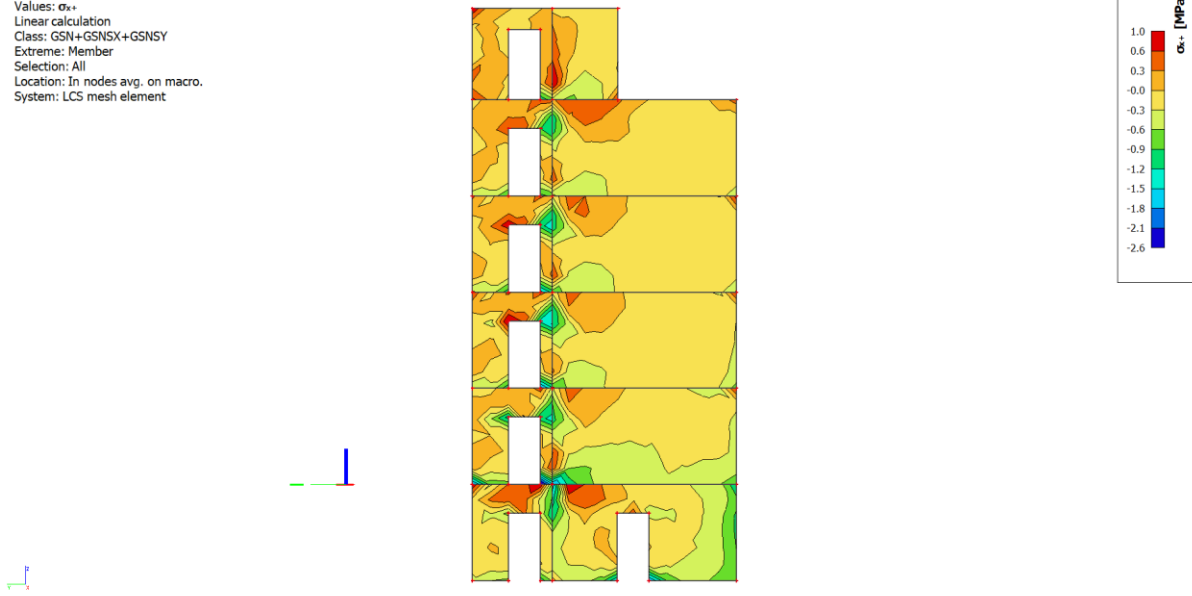
ETAŽA	$N_{x,max}$ [kN]	$A_{s1}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$A_{s,min}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$A_{s,odabrano}$ [cm <sup>2</sup> ]
garaža	150,00	3,450	2,83	3,45
prizemlje	120,00	2,760	2,83	2,83
prvi kat	120,00	2,760	2,83	2,83
drugi kat	110,00	2,530	2,83	2,83
treći kat	110,00	2,530	2,83	2,83

Zidove u osi 1 armirati s Q-283 obostrano od prizemlja do trećeg kata. Garažu armirati s Q-385.

### ZIDOVI U OSI 2

**2D stress/strain**

Values:  $\sigma_x$   
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element



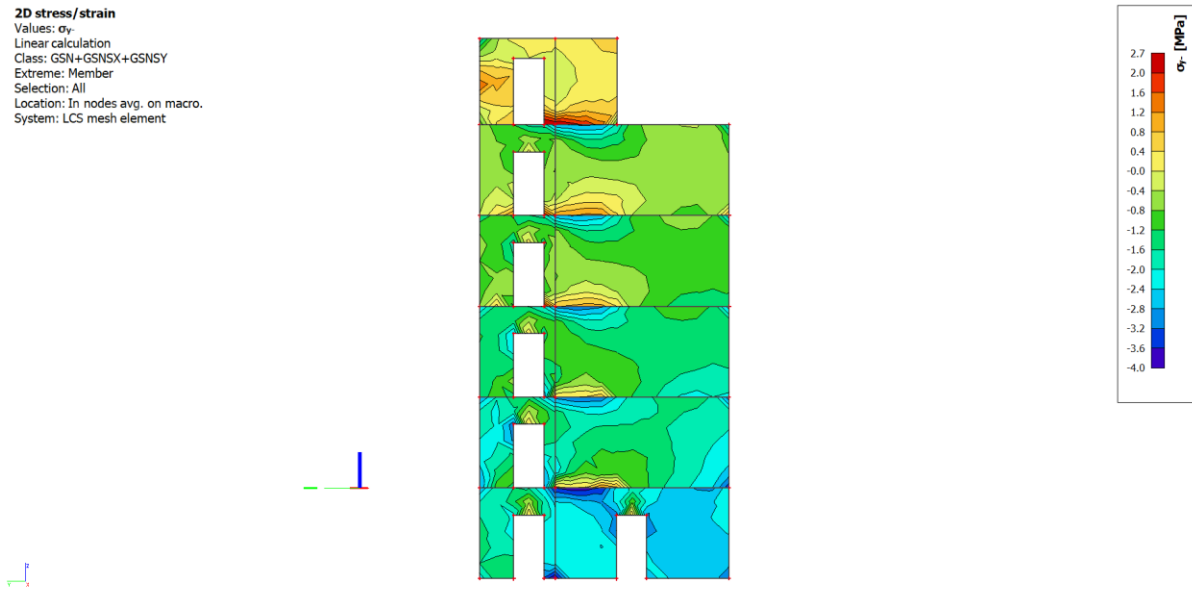
Slika 9.1.21. Naprezanja  $\sigma_x$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$

**2D stress/strain**

Values:  $\sigma_y$   
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element



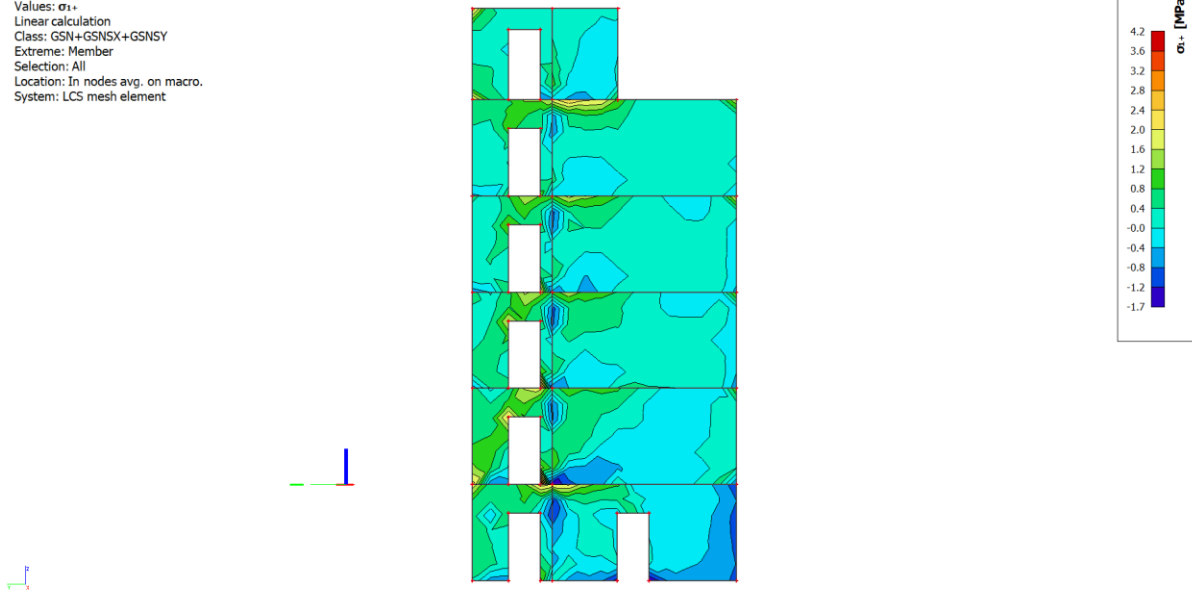
Slika 9.1.22. Naprezanja  $\sigma_y$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$



**2D stress/strain**  
 Values:  $\sigma_1$   
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element

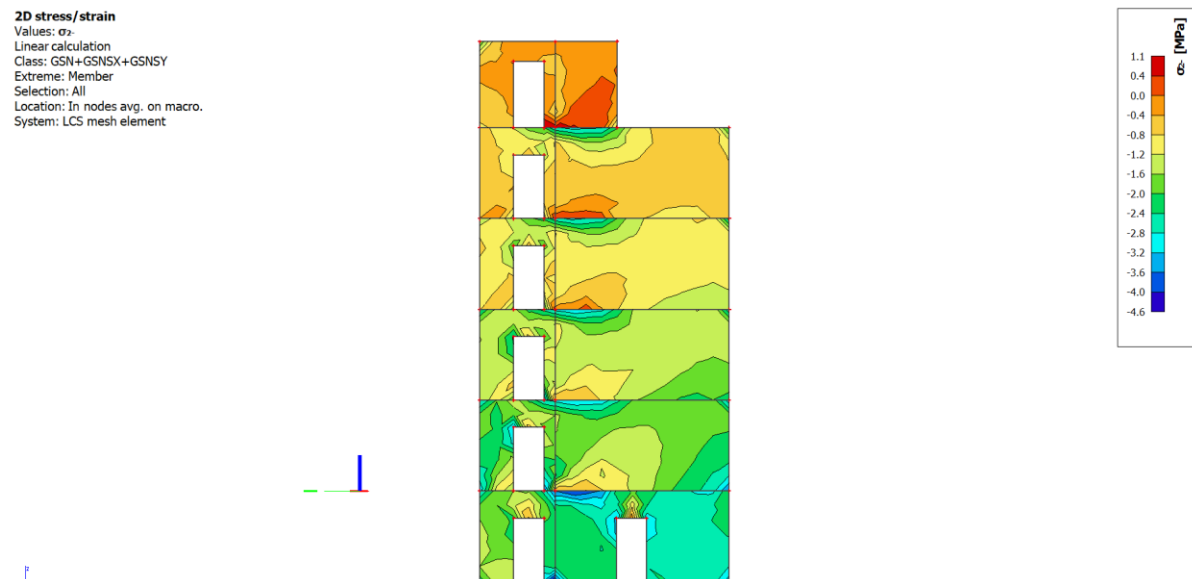


Slika 9.1.23. Naprezanja  $\sigma_1$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$

**2D stress/strain**  
 Values:  $\sigma_2$   
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element

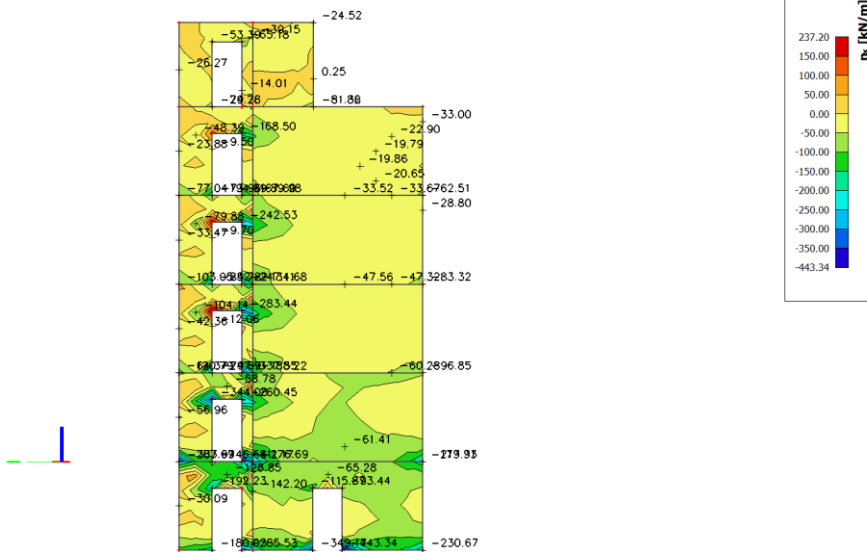


Slika 9.1.24. Naprezanja  $\sigma_2$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$

**2D internal forces**  
 Values: nx  
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element



Slika 9.1.25. Uzdužna sila nx za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

**Maksimalno tlačno naprezanje u zidu: -4,6 MPa**

**Maksimalno vlačno naprezanje u dnu zida: 4,2 MPa**

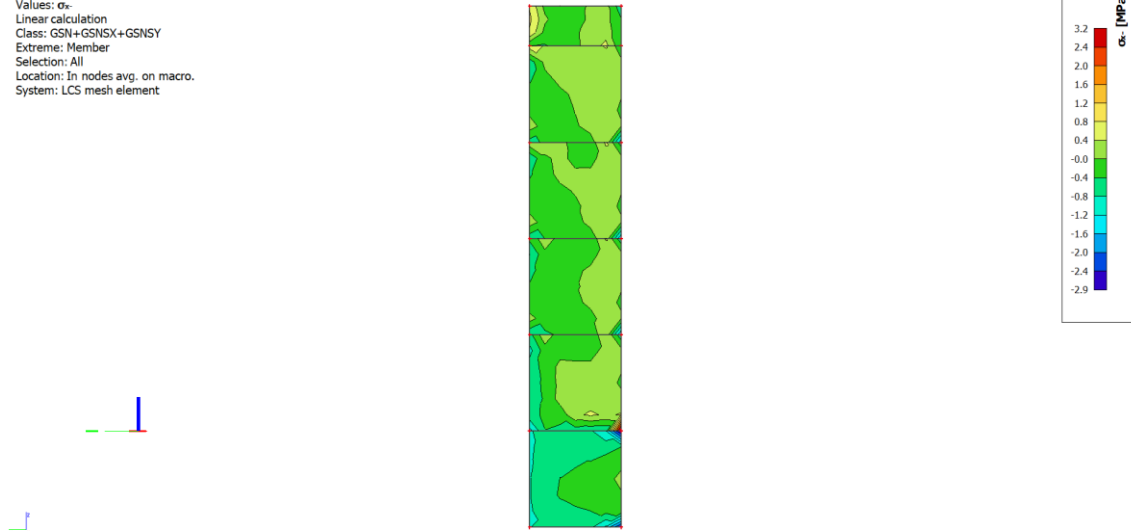
Tablica 9.5. Potrebna i odabrana armatura zidova po etažama

ETAŽA	Nx,max [kN]	As1 [cm2/m]	As,min [cm2/m]	As,odabrano [cm2]
garaža	0	0,000	2,83	2,83
prizemlje	0,00	0,000	2,83	2,83
prvi kat	0,00	0,000	2,83	2,83
drugi kat	0,00	0,000	2,83	2,83
treći kat	0,00	0,000	2,83	2,83
nadozid/nadgrađe	50,00	1,150	2,83	2,83

**Zidove u osi 2 armirati s Q-283 obostrano.**

### ZIDOVI U OSI 3

**2D stress/strain**  
 Values:  $\sigma_x$   
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element

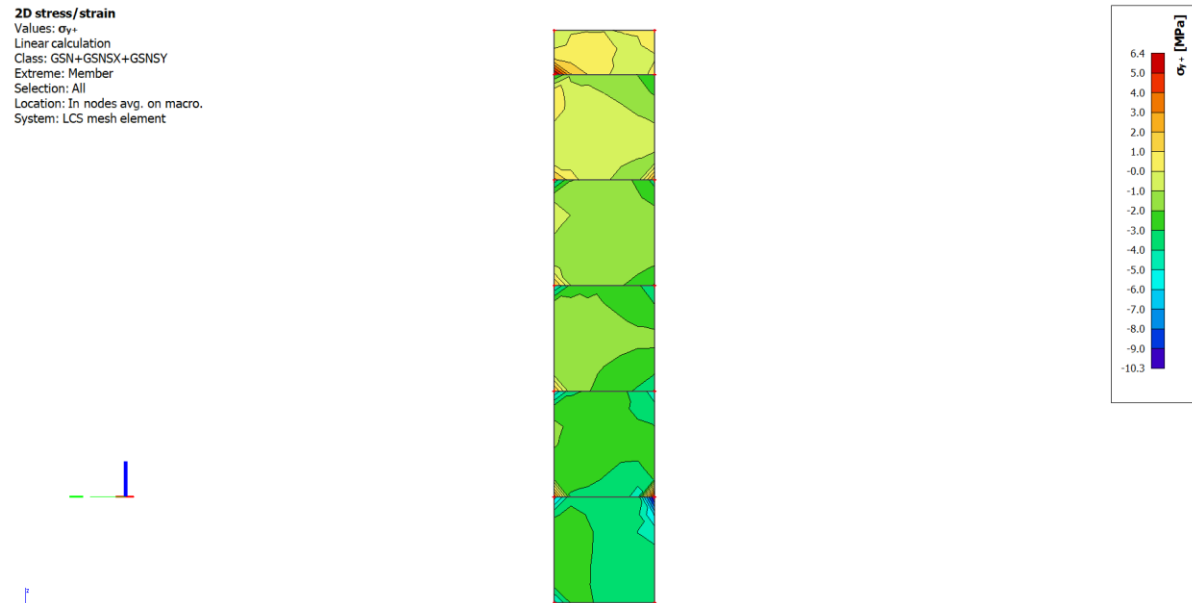


Slika 9.1.26. Naprezanja  $\sigma_x$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$

**2D stress/strain**  
 Values:  $\sigma_y$   
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element

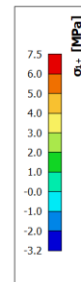
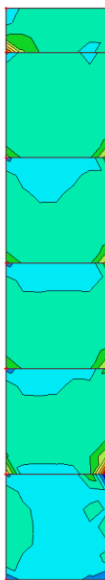
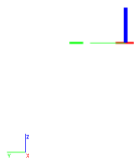


Slika 9.1.27. Naprezanja  $\sigma_y$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$

**2D stress/strain**  
 Values:  $\sigma_1$   
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element

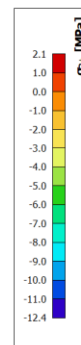
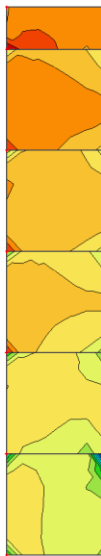
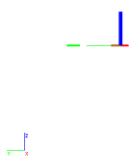


Slika 9.1.28. Naprezanja  $\sigma_1$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$

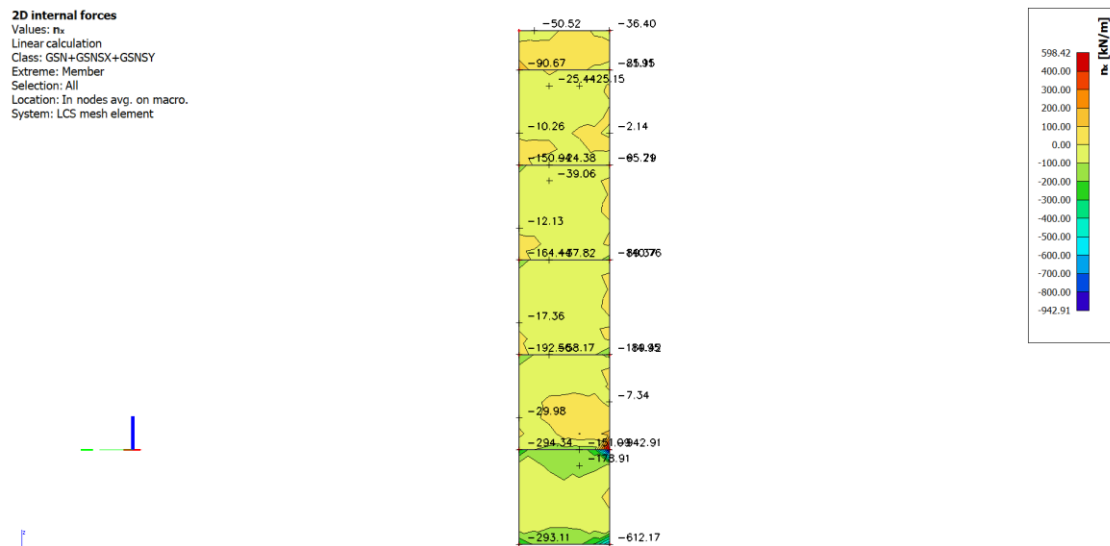
**2D stress/strain**  
 Values:  $\sigma_2$   
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element



Slika 9.1.29. Naprezanja  $\sigma_2$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$



Slika 9.1.30. Uzdužna sila nx za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

**Maksimalno tlačno naprezanje u zidu: -12,4 MPa**

**Maksimalno vlačno naprezanje u dnu zida: 7,5 MPa**

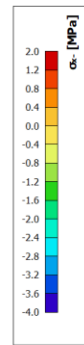
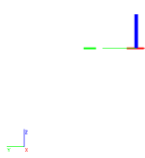
Tablica 9.6. Potrebna i odabrana armatura zidova po etažama

ETAŽA	Nx,max [kN]	As1 [cm <sup>2</sup> /m]	As,min [cm <sup>2</sup> /m]	As,odabrano [cm <sup>2</sup> ]
garaža	0	0,000	2,83	<b>2,83</b>
prizemlje	100,00	2,300	2,83	<b>2,83</b>
prvi kat	0,00	0,000	2,83	<b>2,83</b>
drugi kat	0,00	0,000	2,83	<b>2,83</b>
treći kat	0,00	0,000	2,83	<b>2,83</b>
nadozid/nadgrađe	100,00	2,300	2,83	<b>2,83</b>

**Zidove u osi 2 armirati s Q-283 obostrano.**

### ZIDOVI U OSI 4

**2D stress/strain**  
 Values:  $\sigma_x$   
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element

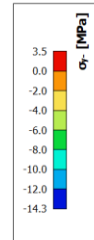
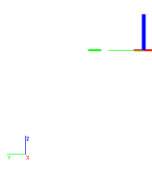


Slika 9.1.31. Naprezanja  $\sigma_x$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$

**2D stress/strain**  
 Values:  $\sigma_y$   
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element

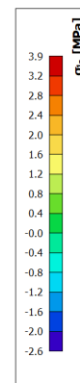
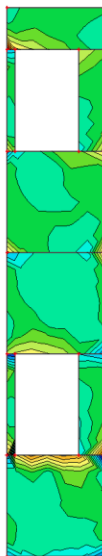
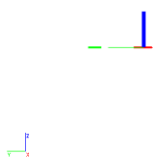


Slika 9.1.32. Naprezanja  $\sigma_y$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$

**2D stress/strain**  
 Values:  $\sigma_1$   
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element

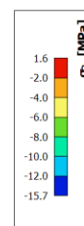
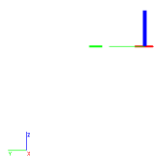


Slika 9.1.33. Naprezanja  $\sigma_1$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$

**2D stress/strain**  
 Values:  $\sigma_2$   
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element

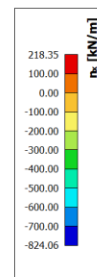
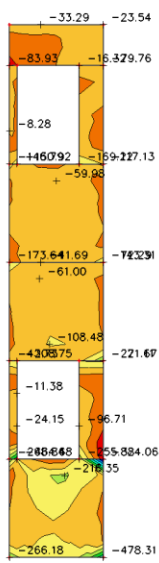
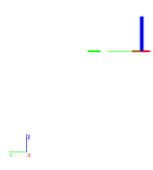


Slika 9.1.34. Naprezanja  $\sigma_2$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$

2D internal forces  
 Values: nx  
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element



Slika 9.1.35. Uzdužna sila nx za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

**Maksimalno tlačno naprezanje u zidu: -15,7 MPa**

**Maksimalno vlačno naprezanje u dnu zida: 3,9 MPa**

Tablica 9.7. Potrebna i odabrana armatura zidova po etažama

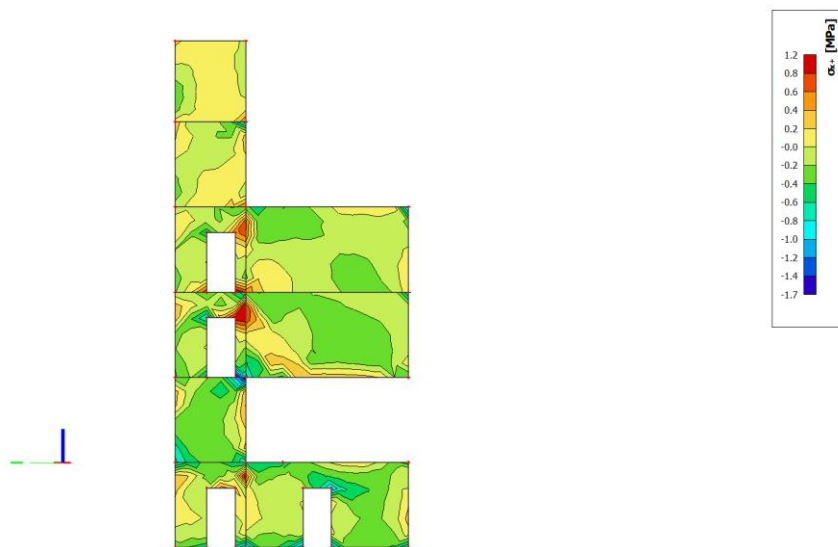
ETAŽA	Nx,max [kN]	As1 [cm2/m]	As,min [cm2/m]	As,odabrano [cm2]
garaža	0	0,000	2,83	<b>2,83</b>
prizemlje	100,00	2,300	2,83	<b>2,83</b>
prvi kat	0,00	0,000	2,83	<b>2,83</b>
drugi kat	0,00	0,000	2,83	<b>2,83</b>
treći kat	100,00	2,300	2,83	<b>2,83</b>
nadozid/nadgrađe	100,00	2,300	2,83	<b>2,83</b>

**Zidove u osi 4 armirati s Q-283 obostrano.**



## ZIDOVI U OSI 5 I VISOKOSTIJIJENI NOSAČ

2D stress/strain  
 Values:  $\sigma_x$   
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element

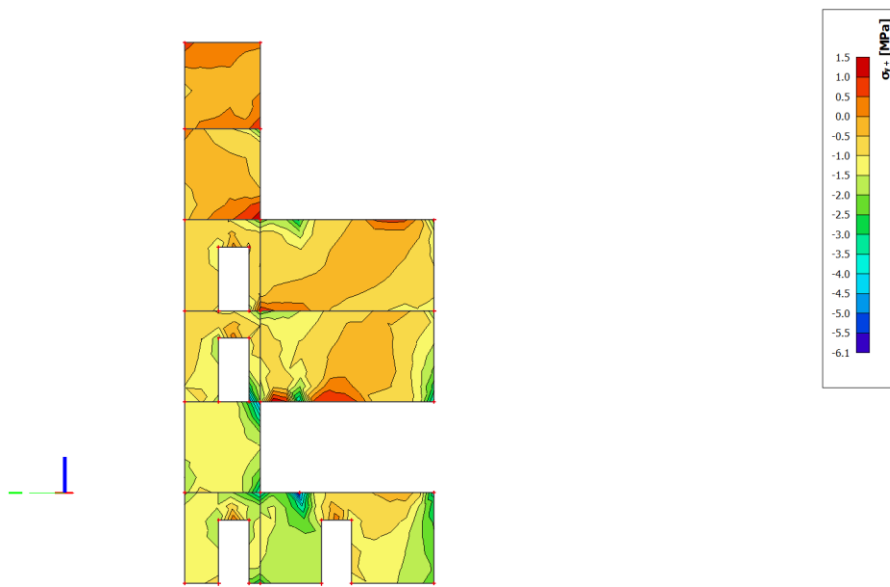


Slika 9.1.36. Naprezanja  $\sigma_x$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$

2D stress/strain  
 Values:  $\sigma_y$   
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element

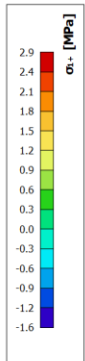
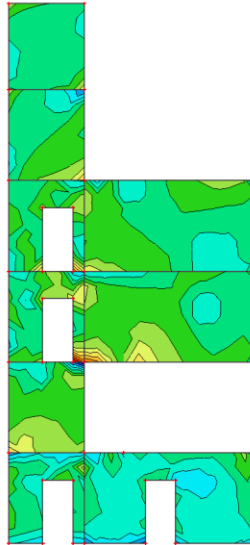


Slika 9.1.37. Naprezanja  $\sigma_y$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$

**2D stress/strain**  
 Values:  $\sigma_1$   
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element

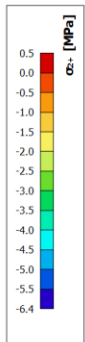
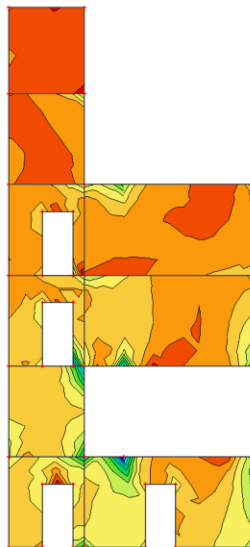


Slika 9.1.38. Naprezanja  $\sigma_1$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$

**2D stress/strain**  
 Values:  $\sigma_2$   
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element

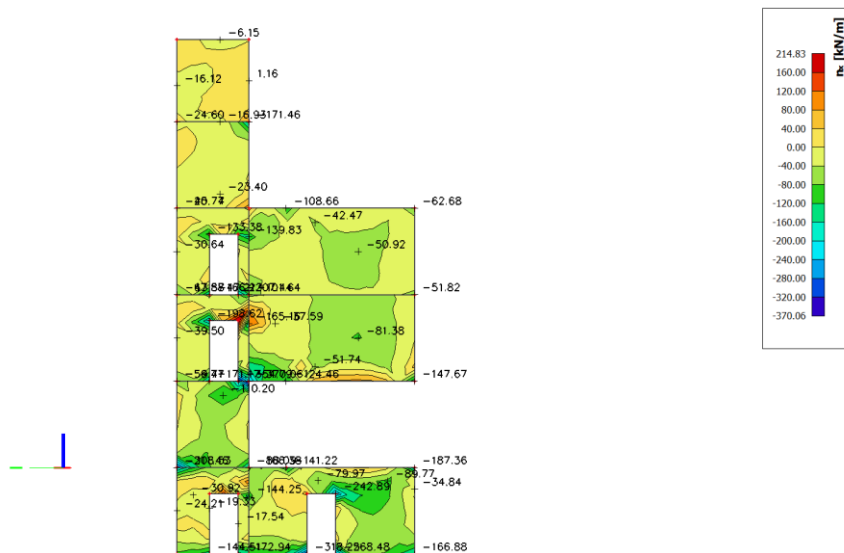


Slika 9.1.39. Naprezanja  $\sigma_2$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

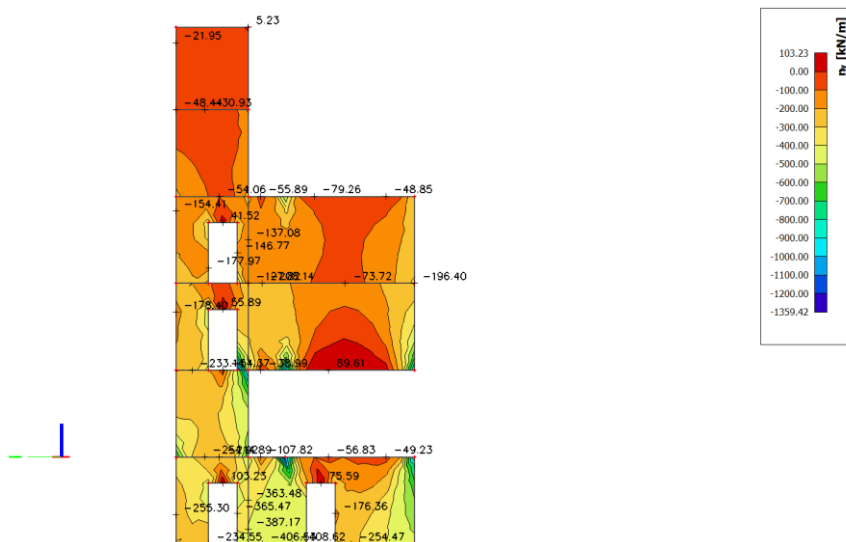
Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$

2D internal forces  
 Values: nx  
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element



Slika 9.1.40. Uzdužna sila nx za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

2D internal forces  
 Values: ny  
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 Rotation of the planar system:  
 LCS-Member 2D



Slika 9.1.41. Uzdužna sila ny za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

**Maksimalno tlačno naprezanje u zidu: -6,4 MPa**

**Maksimalno vlačno naprezanje u dnu zida: 2,9 MPa**

Tablica 9.8. Potrebna i odabrana armatura zidova po etažama

ETAŽA	Nx,max [kN]	As1 [cm2/m]	As,min [cm2/m]	As,odabrano [cm2]
garaža	40	0,920	2,83	<b>2,83</b>
prizemlje	0,00	0,000	2,83	<b>2,83</b>
prvi kat	0,00	0,000	2,83	<b>2,83</b>
drugi kat	0,00	0,000	2,83	<b>2,83</b>
treći kat	0,00	0,000	2,83	<b>2,83</b>
nadozid/nadgrađe	40,00	0,920	2,83	<b>2,83</b>

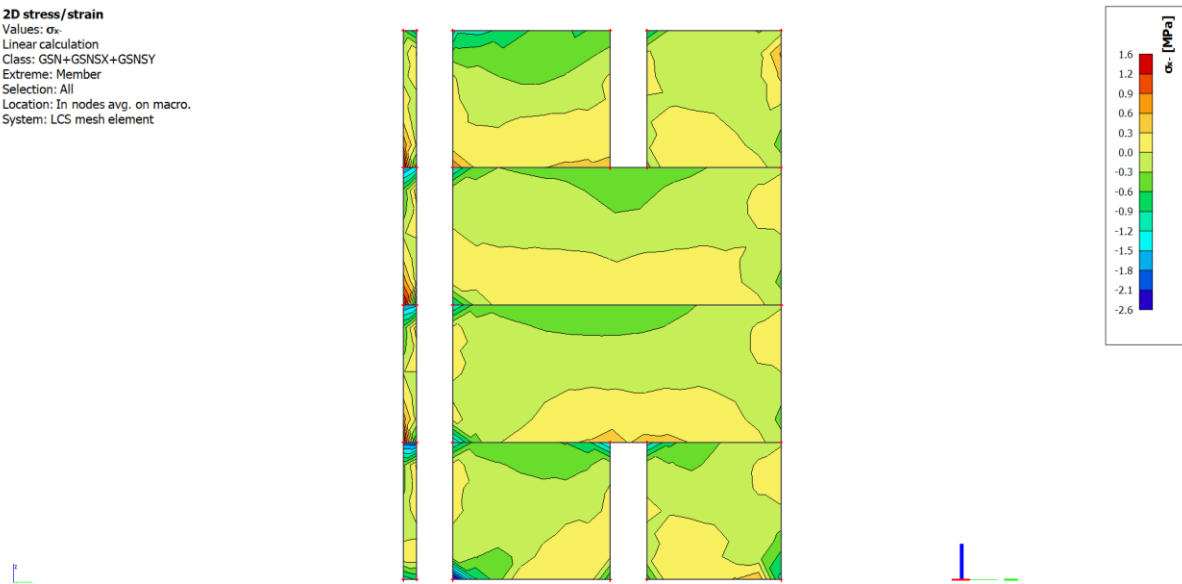
Tablica 9.9. Potrebna i odabrana armatura zidova po etažama

ETAŽA	Nx,max [kN]	As1 [cm2/m]	As,min [cm2/m]	As,odabrano [cm2]
prvi kat-dno	90,00	2,070	2,83	2,83

Zidove u osi 5 armirati s Q-283 obostrano. Visokostijeni nosač armirati s Q-283 obostrano, a spoj ploče i visokostjenog nosača armirati s 4Ø20.

ZIDOVI U OSI 6

2D stress/strain  
 Values:  $\sigma_x$   
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg., on macro.  
 System: LCS mesh element

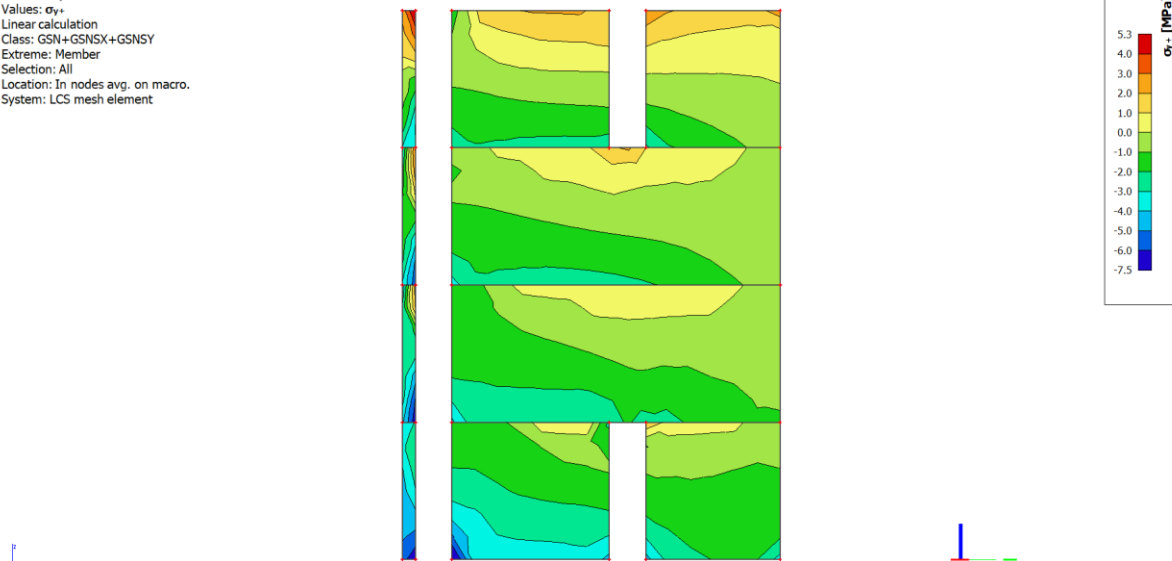


Slika 9.1.42. Naprezanja  $\sigma_x$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$

**2D stress/strain**  
 Values:  $\sigma_y$   
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element

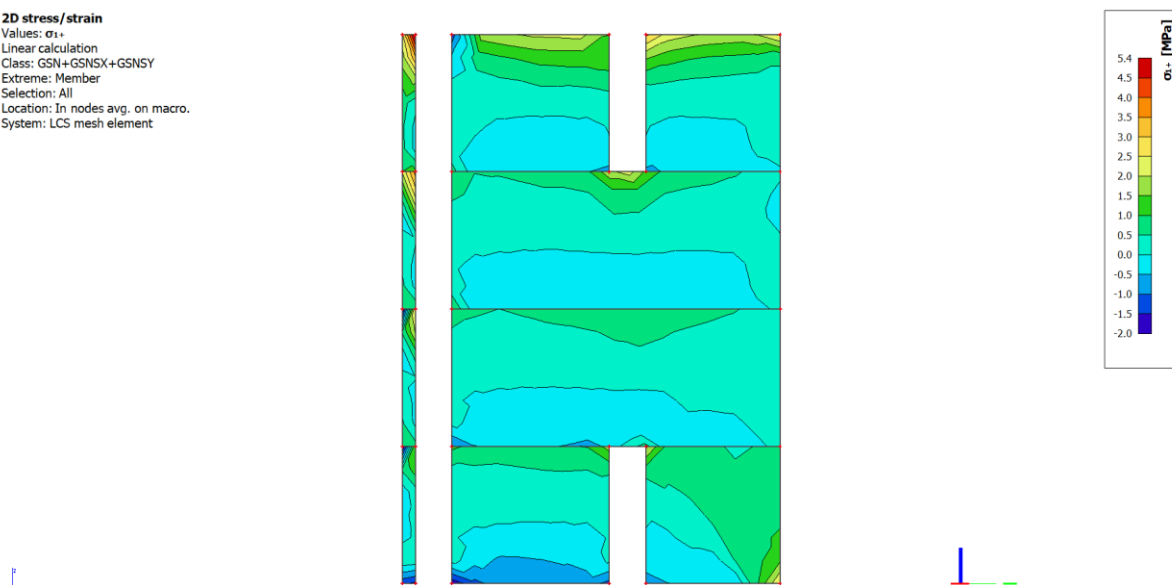


Slika 9.1.43. Naprezanja  $\sigma_y$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$

**2D stress/strain**  
 Values:  $\sigma_1$   
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element

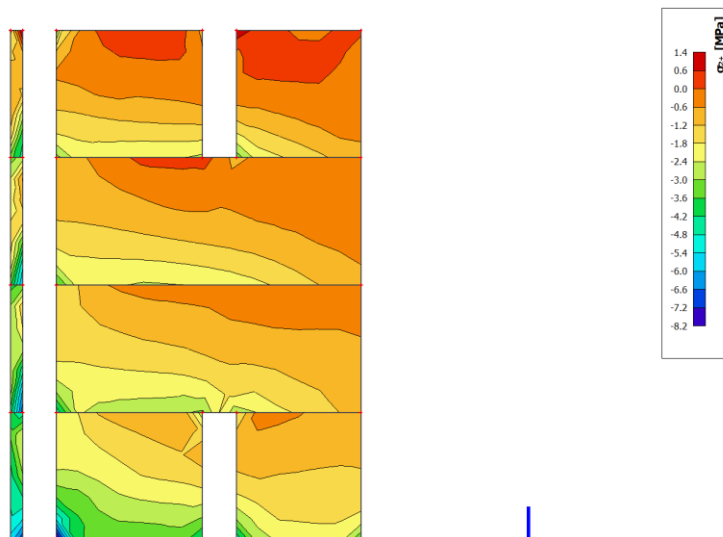


Slika 9.1.44. Naprezanja  $\sigma_1$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$

2D stress/strain  
 Values:  $\sigma_x$   
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element

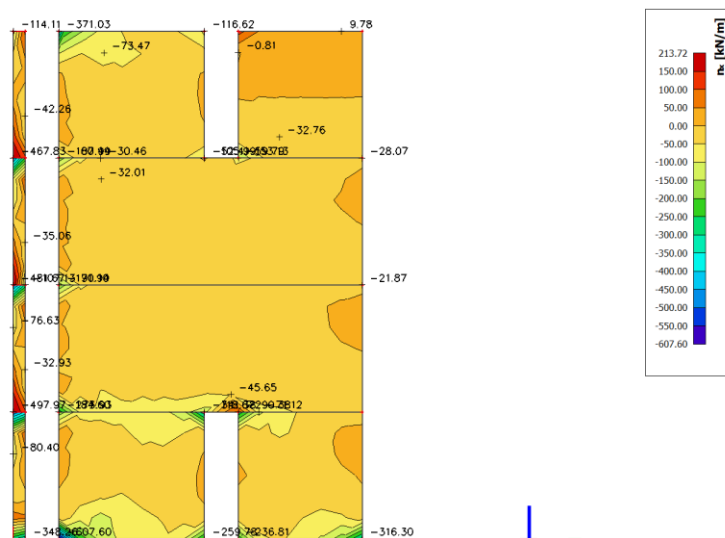


Slika 9.1.45. Naprezanja  $\sigma_2$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 6,67 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$

2D internal forces  
 Values:  $n_x$   
 Linear calculation  
 Class: GSN+GSNSX+GSNSY  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element



Slika 9.1.44. Uzdužna sila  $n_x$  za anvelopu opterećenja (GSNSX+GSNSY+GSN)

**Maksimalno tlačno naprezanje u zidu: -8,2 MPa**

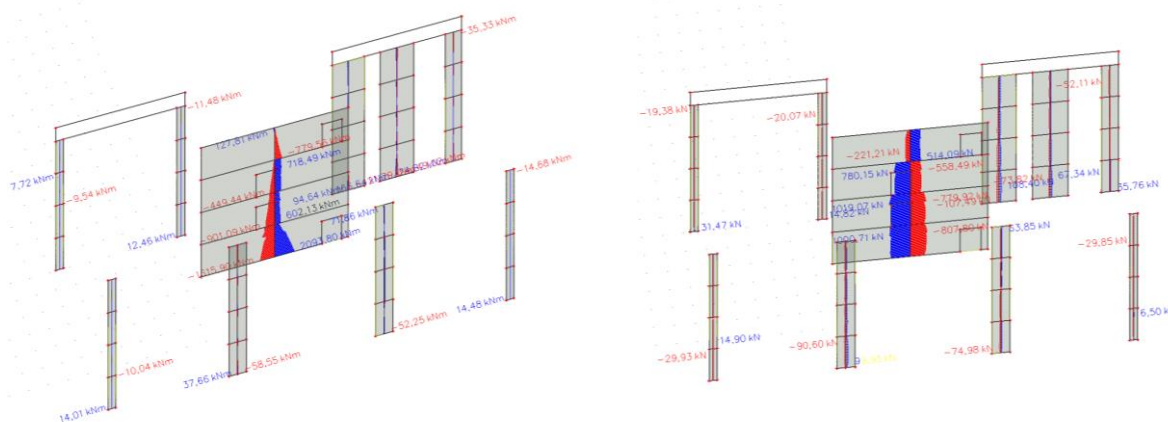
**Maksimalno vlačno naprezanje u dnu zida: 5,4 MPa**

Tablica 9.10. Potrebna i odabrana armatura zidova po etažama

ETAŽA	$N_{x,max}$ [kN]	$A_{s1}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$A_{s,min}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$A_{s,odabrano}$ [cm <sup>2</sup> ]
prizemlje	60,00	1,380	2,83	2,83
prvi kat	50,00	1,150	2,83	2,83
drugi kat	30,00	0,690	2,83	2,83
treći kat	30,00	0,690	2,83	2,83

Zidove u osi 6 armirati s Q-283 obostrano.

## 9.2. DIMENZIONIRANJE ZIDOVA NA POPREĶNU SILU



*Momen  $M_z$  za zidove u mjeru  $x$*

*PopreĶna sila  $V_y$  za zidove u smjeru  $x$*

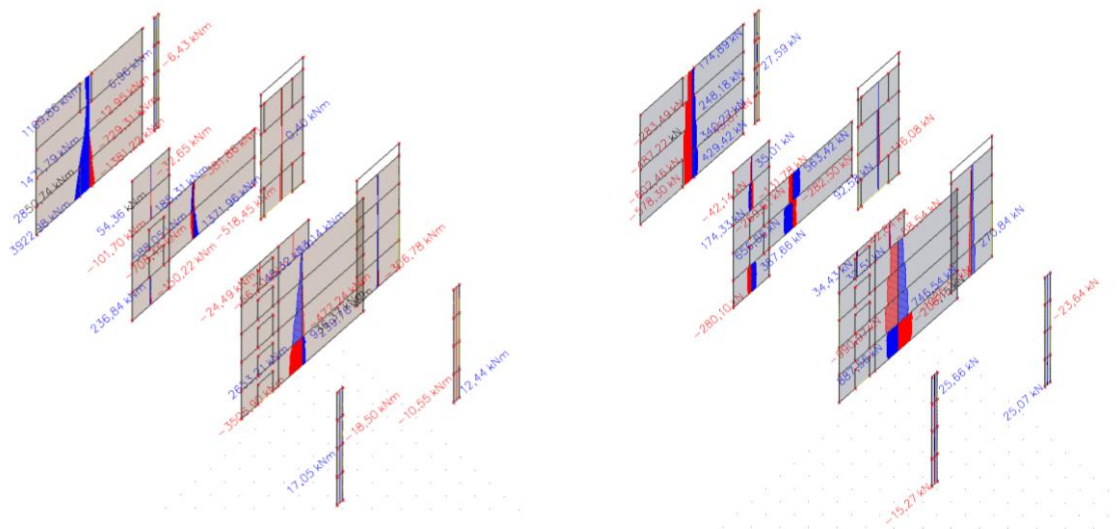
*Tablica 9.11. Provjera zidova na popreĶnu silu*

<b>Geometrija zida:</b>		$hcr < 3,4$	$hcr = 3$ m	
Lw=	1,7 m	$V_{Sd} = \epsilon V_{Sd}$		
hs=	3 m	$\epsilon = q = 1,5$		
bw=	0,25 m	$V_{Sd} = 111,00$ kN		
c=	2,5 cm	<b>Minimalna armatura u zidovima</b>		
d=	297,5 cm	$A_{z,min} = 2,5$ cm <sup>2</sup> /m		
<b>Beton:</b>		$A_s = 2,83$ cm <sup>2</sup> /m		
C25/30		<b>Nosivost zidova na popreĶne sile (s minimalnom armaturom)</b>		
fck=	25 MPa	Slom tlačne dijagonale		
$\gamma_c =$	1,5	U kritiĶnom podruĶju:	$V_{Sd} < V_{Rd2} = 2280,83$ kN	ZADOVOLJAVA
fcd=	16,67 MPa	Izvan kritiĶnog podruĶja:	$V_{Sd} < V_{Rd2} = 2851,04$ kN	ZADOVOLJAVA
<b>Armatura:</b>		Slom vlačne dijagonale	$\alpha_s = 1,327504$	ZADOVOLJAVA
B500B; $f_{yk} = 500,0$ MPa			$\alpha_s > 1,3$	ZADOVOLJAVA
$f_{yk} =$	500 MPa		$ph = pv = 0,0023$	ZADOVOLJAVA
$\gamma_s =$	1,15		$V_{Sd} < V_{Rd3} = 585,69$ kN	ZADOVOLJAVA
$f_{yd} =$	434,78 MPa			
<b>Ulazni podaci:</b>				
$V_{Sd} =$	74,00 kN			
$M_{Sd} =$	167,00 kN			

Tablica 9.12. Provjera zidova na poprečnu silu

<b>Geometrija zida:</b>		hcr < 14,9	hcr= 3 m
Lw= 7,45 m	hcr < 3	<b>Vsd' = εVsd</b>	
hs= 3 m	ε=q= 1,5	Vsd' = 1501,50 kN	
bw= 0,25 m	<b>Minimalna armatura u zidovima</b>		
c= 2,5 cm	Az,min= 2,5 cm <sup>2</sup> /m	As= 5,03 cm <sup>2</sup> /m	
d= 297,5 cm	<b>Nosivost zidova na poprečne sile (s minimalnom armaturom)</b>		
<b>Beton:</b>		Slom tlačne dijagonale	
C25/30	U kritičnom području:		
fck= 25 MPa	Vsd < VRd2= 2280,83 kN	ZADOVOLJAVA	
γc= 1,5	Izvan kritičnog područja:		
fcd= 16,67 MPa	Vsd < VRd2= 2851,04 kN	ZADOVOLJAVA	
<b>Armatura:</b>		Slom vlačne dijagonale	
B500B; fyk=500.0 MPa	αs= 0,216696	NE ZADOVOLJAVA	
fyk= 500 MPa	αs < 1,3		
γs= 1,15	ph=pv= 0,0040		
fyd= 434,78 MPa	Vsd' < VRd3= 1040,99 kN	ZADOVOLJAVA	
<b>Ulazni podaci:</b>			
Vsd= 1001,00 kN			
MSd= 1616,00 kN			

Zidove u osi x armirati s Q-283 obostrano. Zid u osi B armirati s Q-503 obostrano.



Moment Mz za zidove u smjeru y

Poprečna sila Vy za zidove u smjeru y



Tablica 9.12. Provjera zidova na poprečnu silu

<b>Geometrija zida:</b>		hcr < 16,5 3	hcr= 3 m
Lw= 8,25 m	hs= 3 m	<b>Vsd' = εVsd</b>	
bw= 0,25 m	c= 2,5 cm	ε=q= 1,5	
d= 297,5 cm		Vsd' = 1335,00 kN	
<b>Beton:</b>		<b>Minimalna armatura u zidovima</b>	
C25/30	fck= 25 MPa	Az,min= 2,5 cm <sup>2</sup> /m	
γc= 1,5	fcd= 16,67 MPa	As= 7,85 cm <sup>2</sup> /m	
<b>Armatura:</b>		<b>Nosivost zidova na poprečne sile (s minimalnom armaturom)</b>	
B500B; fyk=500.0 MPa	fyk= 500 MPa	Slom tlačne dijagonale	
γs= 1,15	fyd= 434,78 MPa	U kritičnom području:	
<b>Ulazni podaci:</b>		Vsd < VRd2= 2280,83 kN	ZADOVOLJAVA
Vsd= 890,00 kN	MSd= 3507,00 kN	Izvan kritičnog područja:	
		Vsd < VRd2= 2851,04 kN	ZADOVOLJAVA
		Slom vlačne dijagonale	
		αs= 0,47763	
		<b>αs &lt; 1,3</b>	NE ZADOVOLJAVA
		ph=pv= 0,0063	
		Vsd' < VRd3= 1624,61 kN	ZADOVOLJAVA

Tablica 9.13. Provjera zidova na poprečnu silu

<b>Geometrija zida:</b>		hcr < 16,5 3	hcr= 3 m
Lw= 8,25 m	hs= 3 m	<b>Vsd' = εVsd</b>	
bw= 0,25 m	c= 2,5 cm	ε=q= 1,5	
d= 297,5 cm		Vsd' = 985,50 kN	
<b>Beton:</b>		<b>Minimalna armatura u zidovima</b>	
C25/30	fck= 25 MPa	Az,min= 2,5 cm <sup>2</sup> /m	
γc= 1,5	fcd= 16,67 MPa	As= 5,03 cm <sup>2</sup> /m	
<b>Armatura:</b>		<b>Nosivost zidova na poprečne sile (s minimalnom armaturom)</b>	
B500B; fyk=500.0 MPa	fyk= 500 MPa	Slom tlačne dijagonale	
γs= 1,15	fyd= 434,78 MPa	U kritičnom području:	
<b>Ulazni podaci:</b>		Vsd < VRd2= 2280,83 kN	ZADOVOLJAVA
Vsd= 657,00 kN	MSd= 1372,00 kN	Izvan kritičnog područja:	
		Vsd < VRd2= 2851,04 kN	ZADOVOLJAVA
		Slom vlačne dijagonale	
		αs= 0,253125	
		<b>αs &lt; 1,3</b>	NE ZADOVOLJAVA
		ph=pv= 0,0040	
		Vsd' < VRd3= 1040,99 kN	ZADOVOLJAVA

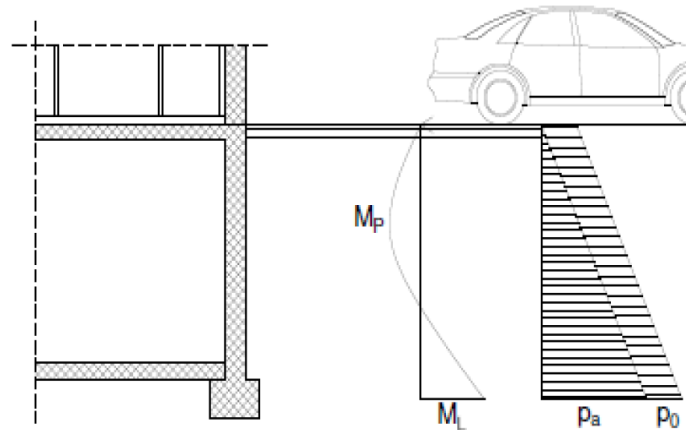
Tablica 9.14. Provjera zidova na poprečnu silu

<b>Geometrija zida:</b>		$h_{cr} < 14,34$	$h_{cr} = 3$ m	
Lw=	7,17 m	$V_{sd}' = \epsilon V_{sd}$		
hs=	3 m	$\epsilon = q = 1,5$		
bw=	0,25 m	$V_{sd}' = 645,00$ kN		
c=	2,5 cm			
d=	297,5 cm			
<b>Beton:</b>		<b>Minimalna armatura u zidovima</b>		
C25/30		$A_{z,min} = 2,5$ cm <sup>2</sup> /m		
f <sub>ck</sub> =	25 MPa	$A_s = 3,85$ cm <sup>2</sup> /m		
γ <sub>c</sub> =	1,5	<b>Nosivost zidova na poprečne sile (s minimalnom armaturom)</b>		
f <sub>cd</sub> =	16,67 MPa	Slom tlačne dijagonale		
<b>Armatura:</b>		U kritičnom području:		
B500B; f <sub>yk</sub> =500.0 MPa		$V_{sd} < V_{Rd2} = 2280,83$ kN	ZADOVOLJAVA	
f <sub>yk</sub> =	500 MPa	Izvan kritičnog područja:		
γ <sub>s</sub> =	1,15	$V_{sd} < V_{Rd2} = 2851,04$ kN	ZADOVOLJAVA	
f <sub>yd</sub> =	434,78 MPa	Slom vlačne dijagonale		
<b>Ulazni podaci:</b>		$\alpha_s = 1,272421$	NE ZADOVOLJAVA	
V <sub>Sd</sub> =	430,00 kN	$\alpha_s < 1,3$		
M <sub>Sd</sub> =	3923,00 kN	ph=pv= 0,0031		
		$V_{sd}' < V_{Rd3} = 796,78$ kN	ZADOVOLJAVA	

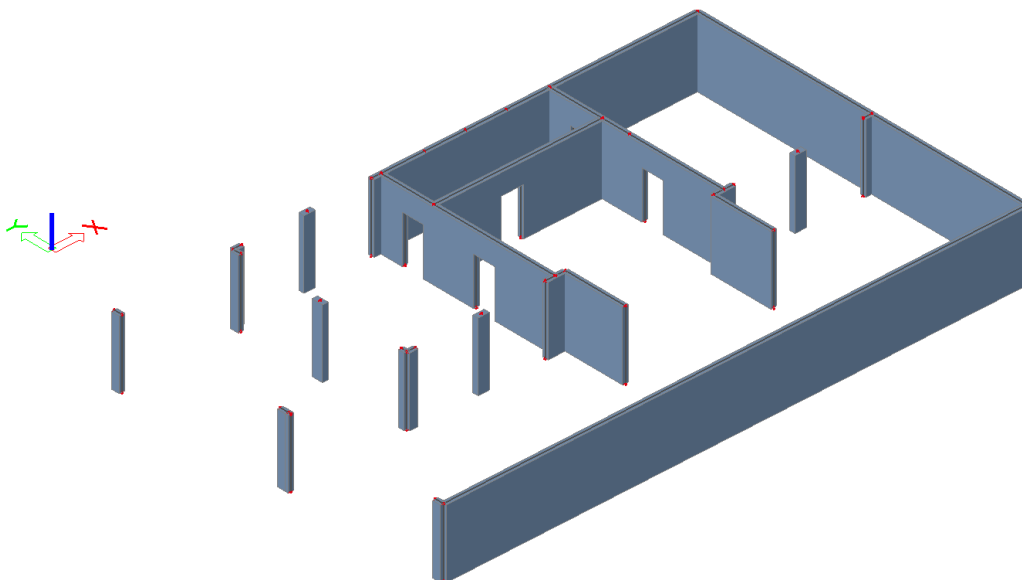
Zidove u osi y armirati s **Q-283 obostrano**. Zid u osi 2 armirati s **Q-785 obostrano**, zid u osi 6 i visokostijeni nosač armirati s **Q-503 obostrano**, zid u osi 6 armirati s **Q-385 obostrano**.

## 10. ZIDOVI ZASUTI TLOM

Obodni zidovi garaže (podruma -1) opterećeni su dodatno i aktivnim tlakom tla. Uz svoju nosivu ulogu u konstrukciji imaju i ulogu potpornog zida koji omeđuje cijelu građevinu na podzemnoj etaži. Postoji i mogućnost opterećenja toga zida uslijed dodatnog tlaka od terena u blizini zida na tlu (npr. automobili). Stoga je uzeto dodatno opterećenje u iznosu  $5.0 \text{ kN/m}^2$ . Dodatni tlak vode se ne uzima u obzir budući da je nivo podzemne vode niži od kote temeljenja.



Slika 10.1. Prikaz opterećenja na obodni zid garaže



Slika 10.2. Prikaz zidova i stupova garaže

Horizontalni bočni tlak uslijed opterećenja tlom računamo kao :  $\sigma_h = \sigma_v \cdot K_0$

$K_0 = 0.4$  –koeficijent aktivnog tlaka

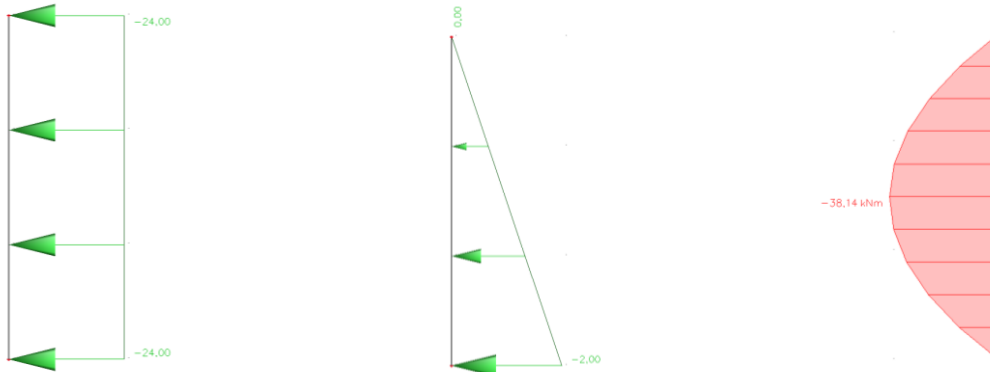
$\sigma_v = \gamma_{tla} \cdot H$  –vertikalno naprezanje u tlu

$\gamma_{tla} = 20 \text{ kN/m}^3$  – specifična težina zasipa

$H = 3 \text{ m}$  –visina zida ispod tla

$q_0 = 5.0 \cdot 0.4 = 2 \text{ kN/m}^2$

$p_{zasipa} = 20 \cdot 3 \cdot 0.4 = 24 \text{ kN/m}^2$  –horizontalni tlak zasipa



**Opterećenje tlom [kN/m']**

**Prometno opterećenje [kN/m']**

**Moment savijanja  $M_{Ed}$**

$$A_s = M_{Ed} / (z \cdot f_{yd}) = 38,14 \cdot 100 / (0,9 \cdot 25 \cdot 43,48) = 3,90 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

**Odabrana armatura za zidove garaže Q385 obostrano.**

## 11. DIMENZIONIRANJE STUPOVA

Dokaz nosivosti stupova i proračun potrebne armature provodi se prema sljedećem:

1) Srednje tlačno naprezanje u stupu za nazovistalnu kombinaciju:

$$G_{SU-2} = 1.0G + \alpha \cdot 2i \cdot Q_i = 1.0G + 0.3Q_1$$

$$\sigma_{c,Sd} \leq 0.45 f_{ck}$$

$$\text{za C25/30: } 0.45 f_{ck} = 0.45 \cdot 25 = 11,25 \text{ MPa}$$

2) Srednje tlačno naprezanje u stupu za potresnu kombinaciju:

$$\gamma_d = N_{Ed} / (b \cdot h \cdot f_{cd}) \leq 0.65; \text{ (klasa M), } N_{Ed} = \text{uzdužna sila u proračunu potresne proračunske situacije}$$

$$\text{za C25/30: } 0.65 f_{cd} = 0.65 \cdot (25/1.5) = 10,83 \text{ MPa}$$

3) Proračunava se uzdužna armatura stupa:

$N_{Ed}$  = uzdužna sila od seizmičke kombinacije

$M_{Ed,Y}$  = moment savijanja oko osi presjeka Y

$M_{Ed,Y,S} = M_{Ed,Y} + N_{GSU2} \cdot (d-h/2)$  = moment s obzirom na težište vlačne armature

$M_{Rd,Y,lim} = \mu_{lim} \cdot b d^2 f_{cd}$  = moment nosivosti;  $\mu_{lim} = 0.159$

$$A_{s1} = A_{s2} = M_{Ed,Y,S} \cdot 100 / (\zeta \cdot d \cdot f_{yd}) - N_{Ed} / f_{yd}; \zeta \sim 0.9$$

Identičan postupak se provodi i oko osi presjeka Z.

Min. i max. % armatura za stupove (ukupna):  $A_{s,min,potres} = 0.010 \cdot b \cdot h$ ;  $A_{s,max} = 0.040 \cdot b \cdot h$

4) Proračunava se poprečna armatura stupa:

$V_{Ed}$  = poprečna sila uslijed mogućeg djelovanja momenta od seizmičke kombinacije

1/ Proračunska posmična otpornost elementa bez poprečne armature:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \text{ (fck u MPa)}$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2.0 \text{ (d u mm)}$$

$$\rho_l = A_{s1} / (b_w \cdot d) \leq 0.02$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

$$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c \quad k_1 = 0.15$$

2/Minimalna armatura - vilice:

$$A_{sw,min} = \rho_{min} \cdot s_w \cdot b_w / m = 0.0011 \cdot s_w \cdot b_w / m$$

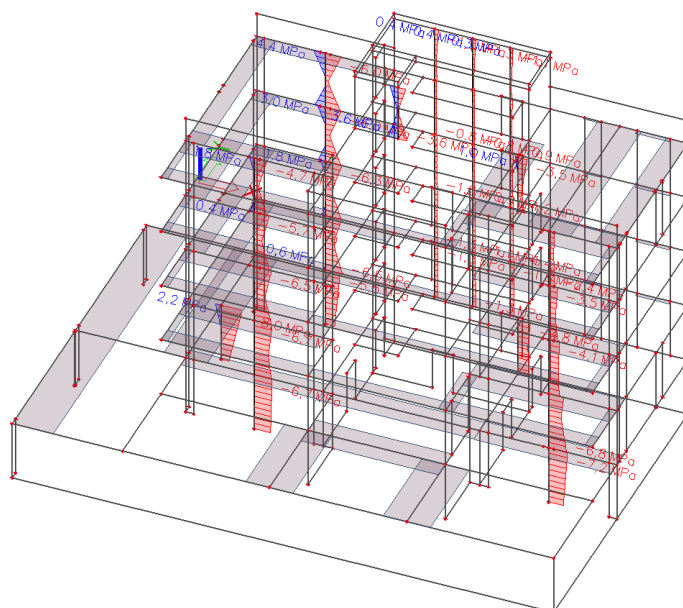
3/ Nosivost na poprečnu silu s armaturom:

$$V_{Rd,s} = A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot m \cdot z / s_w; A_{sw} = \text{površina jedne grane vilice}$$

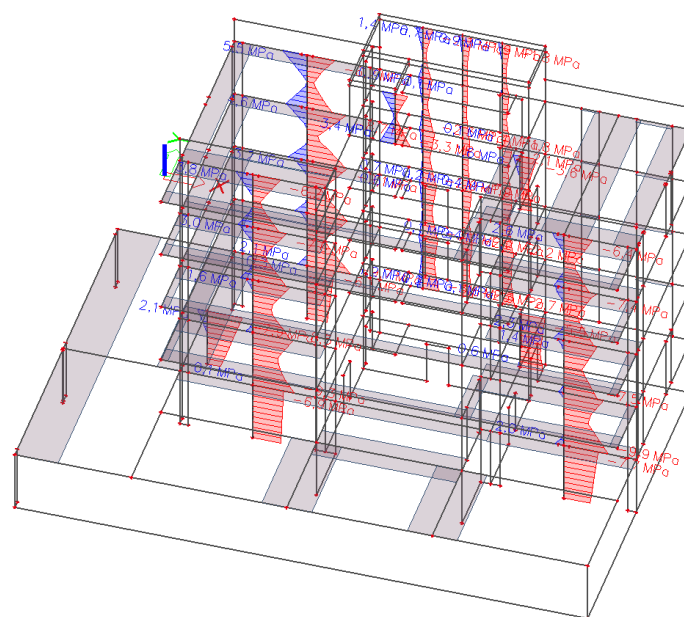
$$s_w = \text{razmak spona; } f_{yw,d} = 500/1.15 = 434.8 \text{ MPa; } m = 2 \text{ (reznost)}$$

4/ Ukupna nosivost na poprečnu silu:

$$V_{Rd} = V_{Rd,s}$$

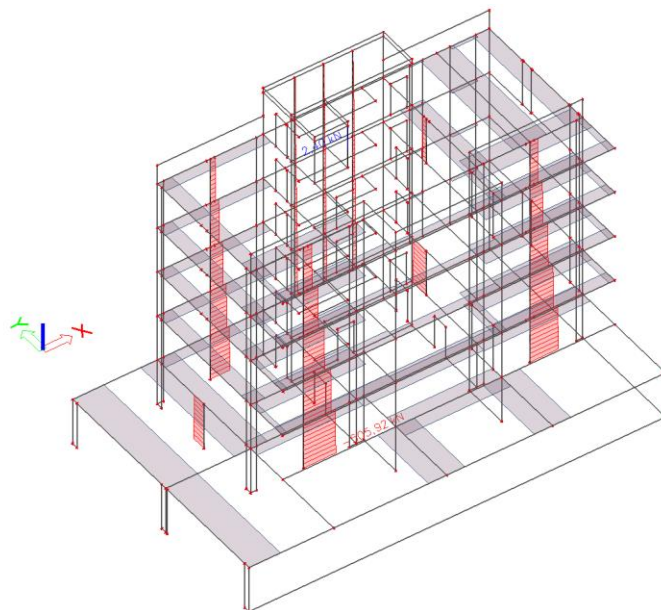


Slika 11.1. Tlačna naprezanja u stupovima [MPa] za GSU1  $\sigma_c < 11,25$  MPa



Slika 11.2. Tlačna naprezanja u stupovima [MPa] za GSU1  $\sigma_c < 10,83$  MPa

**1D internal forces**  
 Values: **N**  
 Linear calculation  
 Load case: LC1  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All  
 Filter: Type of beam = Column

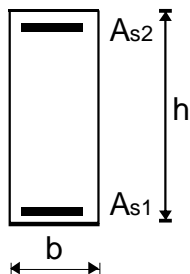


Slika 11.3. Uzdužne sile  $N_{Ed,z}$  [kN] u stupovima za anvelopu kombinacija GSN

### STUP

$b/h = 25/50$  cm; C25/30

Poprečni presjek:



$h = 50$  cm;  $b = 25$  cm

$a = a' = 3.0$  cm

Beton:

C25/30

$f_{ck} = 25,0$ MPa

$f_{cd} = 25.0/1.5 = 16,6$  MPa

$\sigma_{Rd} = 0,30$ MPa

$\rho_{min} = 0.0011$

Armatura:

B500B

$f_{yk} = 500.0$  MPa

$f_{yd} = 500.0/1.15 = 434.8$  MPa

Rezne sile u kritičnom presjeku:

$N_{Ed} = -506$  kN (GSN)

$M_{Ed} = 20,00$  kN (GSN)

**Uzdužna armatura** (proračun po teoriji 1. reda):

$$A_s = 0.15 \cdot \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} \geq 0.003A_c$$

$A_{s, \min} =$

$A_{s, \min} = 0.15 \cdot (506/43,45) = 1,75 \text{ cm}^2 < 3,75 \text{ cm}^2$

Odabrana uzdužna armatura: **6Ø14**

**Poprečna armatura:**

$A_{sw, \min} = 0.0011 \cdot 25 \cdot 50 = 1,38 \text{ cm}^2/\text{m}'$

Odabrana armatura: **Ø10/15 cm**

Maksimalni ekscentricitet:

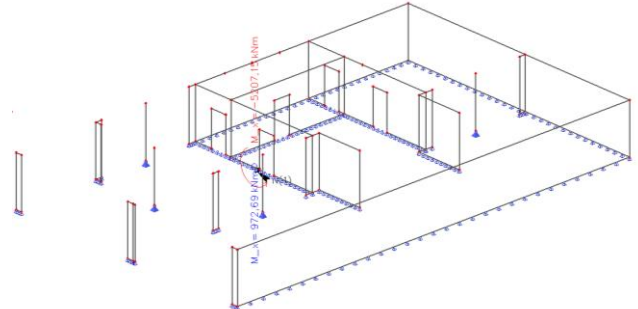
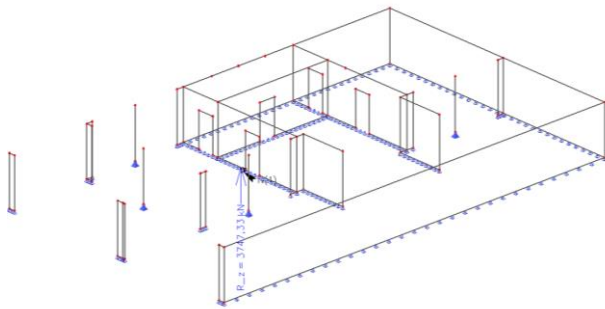
$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{20 \cdot 100}{506} = 3,95 \text{ (cm)} < b/6 = 50/6 = 8,33 \text{ cm}$$

Kontrola maksimalnog centričnog pritiska:

$$s_c = N/A_c = 506/(25 \cdot 50) = 0,40 \text{ kN/cm}^2 < 0,45 f_{ck} = 11,25 \text{ kN/cm}^2$$

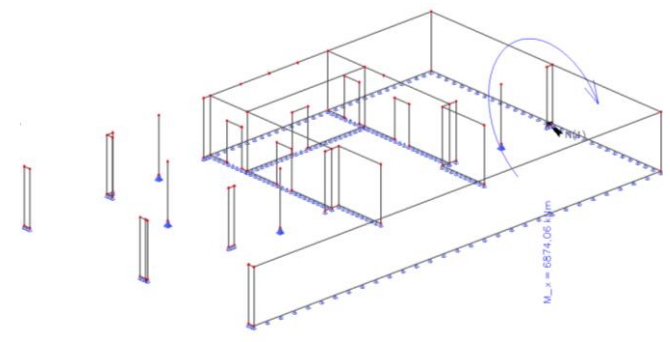
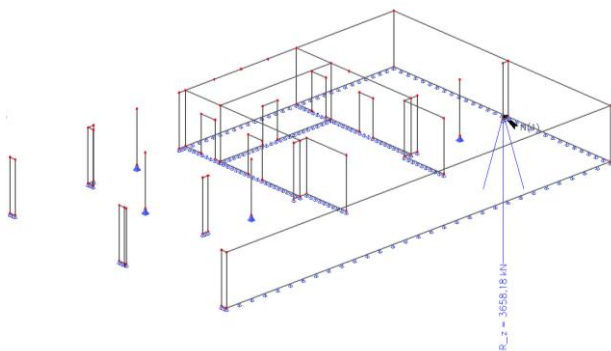
## 12. DIMENZIONIRANJE TEMELJA

### 12.1. PRORAČUN TEMELJNIH TRAKA



Rezultanta reakcija  $R_z$  za anvelopu opterećenja GSN

Rezultantni momen  $M_x$  za anvelopu opterećenja GSN



Rezultantna reakcija  $R_z$  za anvelopu opterećenja GSN

Rezultantni momen  $M_x$  anvelopu opterećenja GSN



Tablica 12.1. Proračun temeljih traka unutarnjeg zida

<p>Ned,max= 3750 kN Med= 5207 kNm</p> <p>h<sub>tem</sub>= 0,5 m σ<sub>dop, tla</sub>= 400 kN/m<sup>2</sup></p> <p>busvojeno 1 m l-duljina temelja 15,6 m γ<sub>b</sub> težina betona 25 kN/m<sup>3</sup> debljina zida= 0,25 m b<sub>1</sub>= 0,375 m</p> <p>Težina temelja: N<sub>t</sub> = b · l · h · γ<sub>B</sub> = 195 kN</p> <p>N<sub>Ed</sub> = N<sub>Ed,max</sub> + N<sub>t</sub> = 3945 kN</p> <p>Površina: A= 15,6 m<sup>2</sup></p> <p>moment otpora: W = <math>\frac{b \cdot l}{6}</math> = 40,56 m<sup>3</sup></p> <p>BETON: C30/37 f<sub>ck</sub> = 30 MPa f<sub>cd</sub> = 20 MPa</p> <p>ARMATURA: B 500B f<sub>yk</sub> = 500 MPa f<sub>yd</sub> = 434,8 MPa</p> <p>Minimalna armatura: A<sub>s,min</sub> = 0,022 · <math>\frac{f_{ck}}{f_{yk}}</math> · b · d = 5,94 cm<sup>2</sup> A<sub>s,min</sub> = 0,6 · b · <math>\frac{d}{f_{yk}}</math> = 5,4 cm<sup>2</sup></p> <p>Maksimalna armatura A<sub>s,max</sub> = 0,4 · <math>\frac{f_{ck}}{f_{yk}}</math> · b · d = 108 cm<sup>2</sup> A<sub>s,max</sub> = 0,310 · <math>\frac{f_{cd}}{f_{yd}}</math> · b · d = 64,17 cm<sup>2</sup></p>	<p>Naprezanja ispod temelja σ<sub>1,2</sub> ≤ σ<sub>dop, tla</sub></p> <p>σ<sub>1-1</sub> = <math>\frac{N_{Ed}}{A} \pm \frac{M_{Ed}}{W}</math> = 252,88 ± 128,38</p> <p>σ<sub>1</sub> = 381,2623 kN/m<sup>2</sup> &lt; σ<sub>dop, tla</sub> ZADOVOLJAVA</p> <p>σ<sub>2</sub> = 124,5069 kN/m<sup>2</sup> &lt; σ<sub>dop, tla</sub> ZADOVOLJAVA</p> <p>Naprezanja u presjeku 1-1:</p> <p>σ<sub>1-1</sub> = σ<sub>1</sub> - <math>\frac{b_1}{b}</math>(σ<sub>1</sub> - σ<sub>2</sub>) = 284,98 kN/m<sup>2</sup> ZADOVOLJAVA</p> <p>Moment u presjeku 1-1:</p> <p>M<sub>1-1</sub> = (2 · σ<sub>1</sub> + σ<sub>1-1</sub>) · <math>\frac{b_1^2}{6}</math> = 24,55 kNm/m'</p> <p>Proračun armature</p> <p>A<sub>1-1</sub> = <math>\frac{M_{Ed}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}}</math> = 1,39 cm<sup>2</sup>/m'</p>
---	--

Tablica 12.2. Proračun temeljih traka vanjskog zida

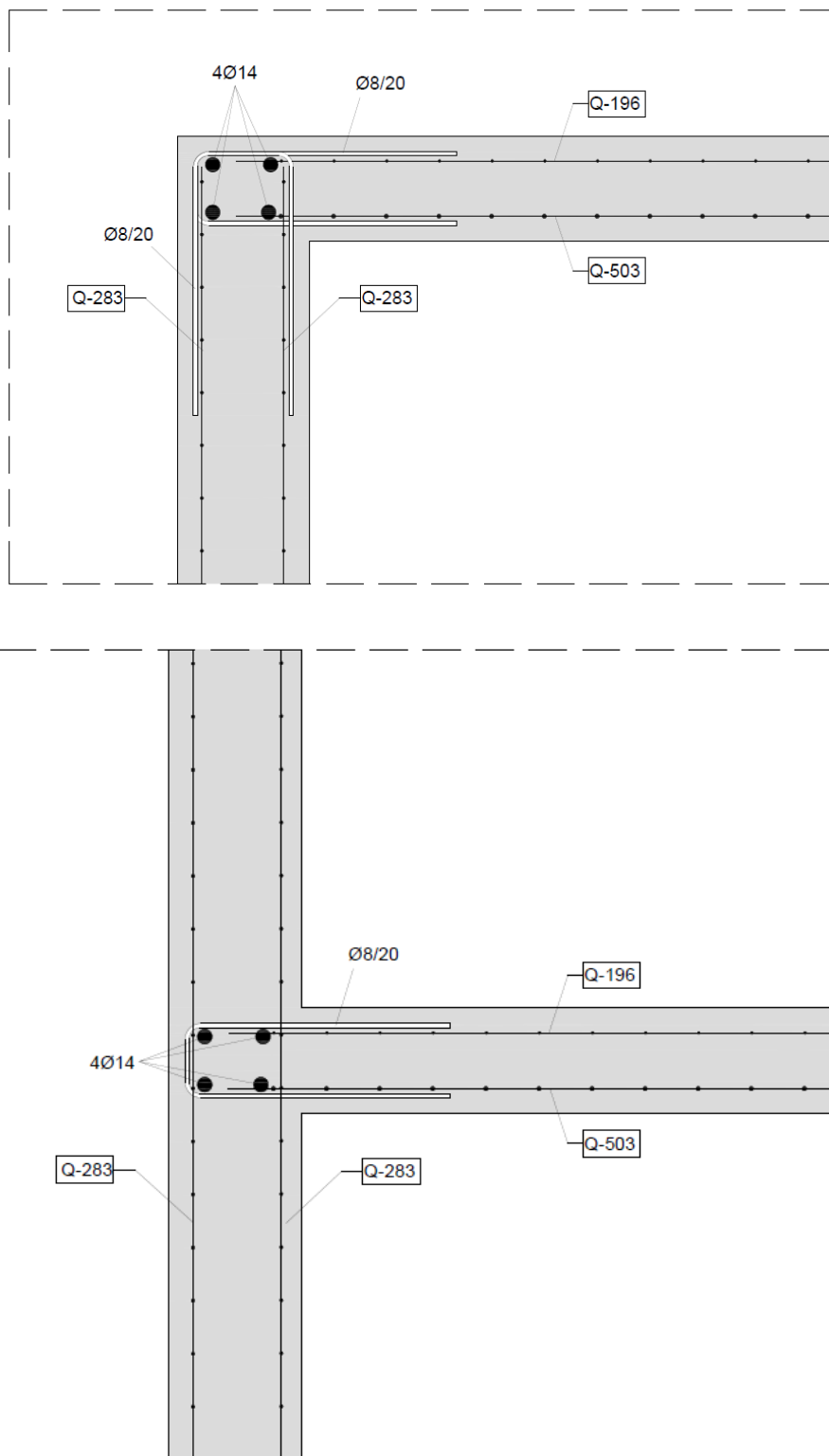
<p>Ned,max= 3660 kN Med= 6874 kNm</p> <p>h<sub>tem</sub>= 0,5 m σ<sub>dop, tla</sub>= 400 kN/m<sup>2</sup></p> <p>busvojeno 1,2 m l-duljina temelja 15,6 m γ<sub>b</sub> težina betona 25 kN/m<sup>3</sup> debljina zida= 0,25 m b<sub>1</sub>= 0,475 m</p> <p>Težina temelja: N<sub>t</sub> = b · l · h · γ<sub>B</sub> = 234 kN</p> <p>N<sub>Ed</sub> = N<sub>Ed,max</sub> + N<sub>t</sub> = 3894 kN</p> <p>Površina: A= 18,72 m<sup>2</sup></p> <p>moment otpora: W = <math>\frac{b \cdot l}{6}</math> = 48,672 m<sup>3</sup></p> <p>BETON: C30/37 f<sub>ck</sub> = 30 MPa f<sub>cd</sub> = 20 MPa</p> <p>ARMATURA: B 500B f<sub>yk</sub> = 500 MPa f<sub>yd</sub> = 434,8 MPa</p> <p>Minimalna armatura: A<sub>s,min</sub> = 0,022 · <math>\frac{f_{ck}}{f_{yk}}</math> · b · d = 7,128 cm<sup>2</sup> A<sub>s,min</sub> = 0,6 · b · <math>\frac{d}{f_{yk}}</math> = 6,48 cm<sup>2</sup></p> <p>Maksimalna armatura A<sub>s,max</sub> = 0,4 · <math>\frac{f_{ck}}{f_{yk}}</math> · b · d = 129,6 cm<sup>2</sup> A<sub>s,max</sub> = 0,310 · <math>\frac{f_{cd}}{f_{yd}}</math> · b · d = 77,004 cm<sup>2</sup></p>	<p>Naprezanja ispod temelja σ<sub>1,2</sub> ≤ σ<sub>dop, tla</sub></p> <p>σ<sub>1-1</sub> = <math>\frac{N_{Ed}}{A} \pm \frac{M_{Ed}}{W}</math> = 208,01 ± 141,23</p> <p>σ<sub>1</sub> = 349,2439 kN/m<sup>2</sup> &lt; σ<sub>dop, tla</sub> ZADOVOLJAVA</p> <p>σ<sub>2</sub> = 66,78172 kN/m<sup>2</sup> &lt; σ<sub>dop, tla</sub> ZADOVOLJAVA</p> <p>Naprezanja u presjeku 1-1:</p> <p>σ<sub>1-1</sub> = σ<sub>1</sub> - <math>\frac{b_1}{b}</math>(σ<sub>1</sub> - σ<sub>2</sub>) = 237,44 kN/m<sup>2</sup> ZADOVOLJAVA</p> <p>Moment u presjeku 1-1:</p> <p>M<sub>1-1</sub> = (2 · σ<sub>1</sub> + σ<sub>1-1</sub>) · <math>\frac{b_1^2}{6}</math> = 35,19 kNm/m'</p> <p>Proračun armature</p> <p>A<sub>1-1</sub> = <math>\frac{M_{Ed}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}}</math> = 2,00 cm<sup>2</sup>/m'</p>
--	--

ODABRANO: visina temeljnih traka **h=0,5 m** i širina **1,2 m**

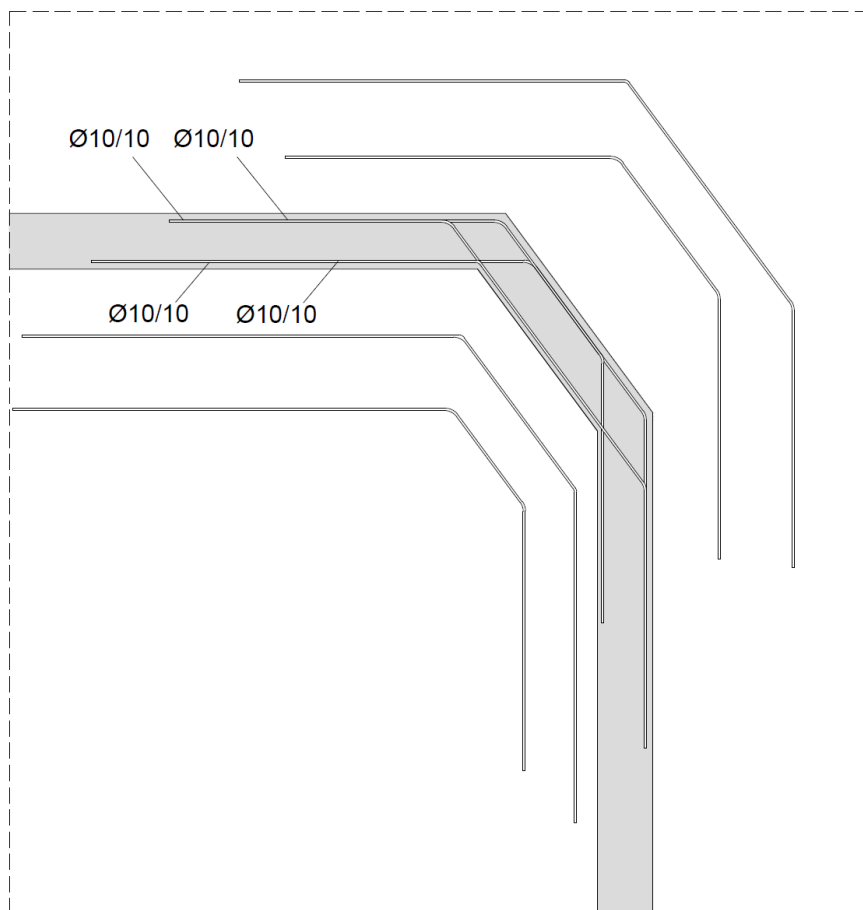
Temeljne trake armirati s **Ø10/20**.

Napomena: Sve stupove temeljnima trakama povezati sa zidovima.

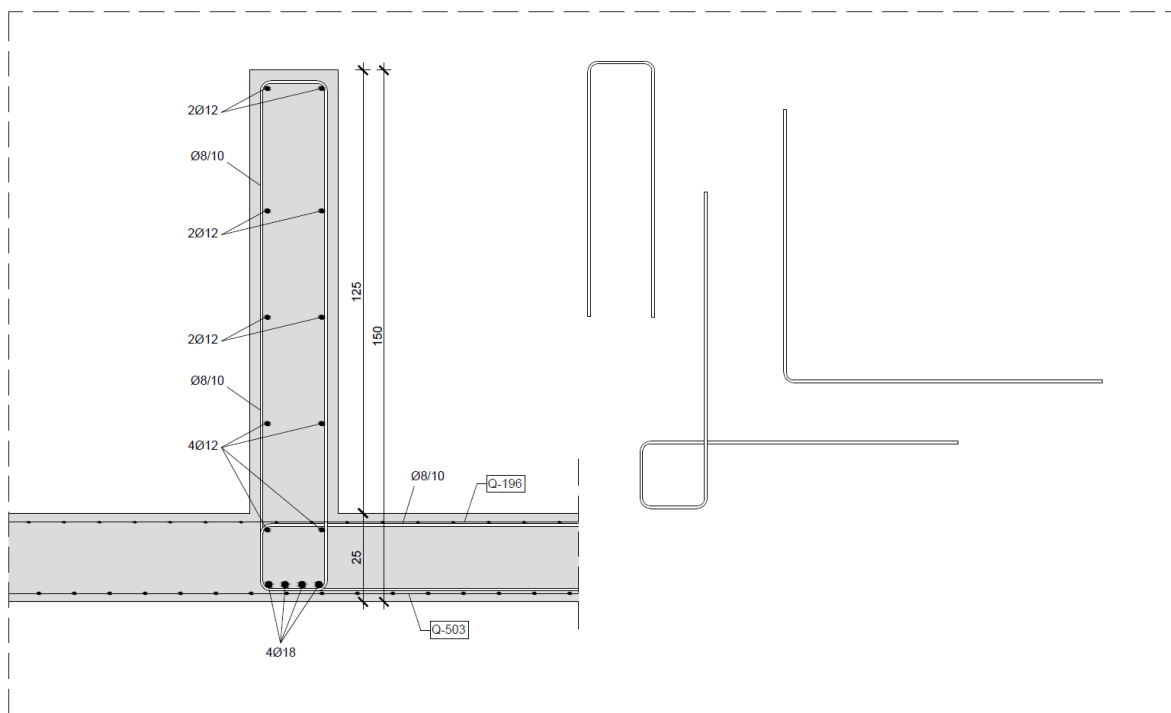
### 13. DETALJI



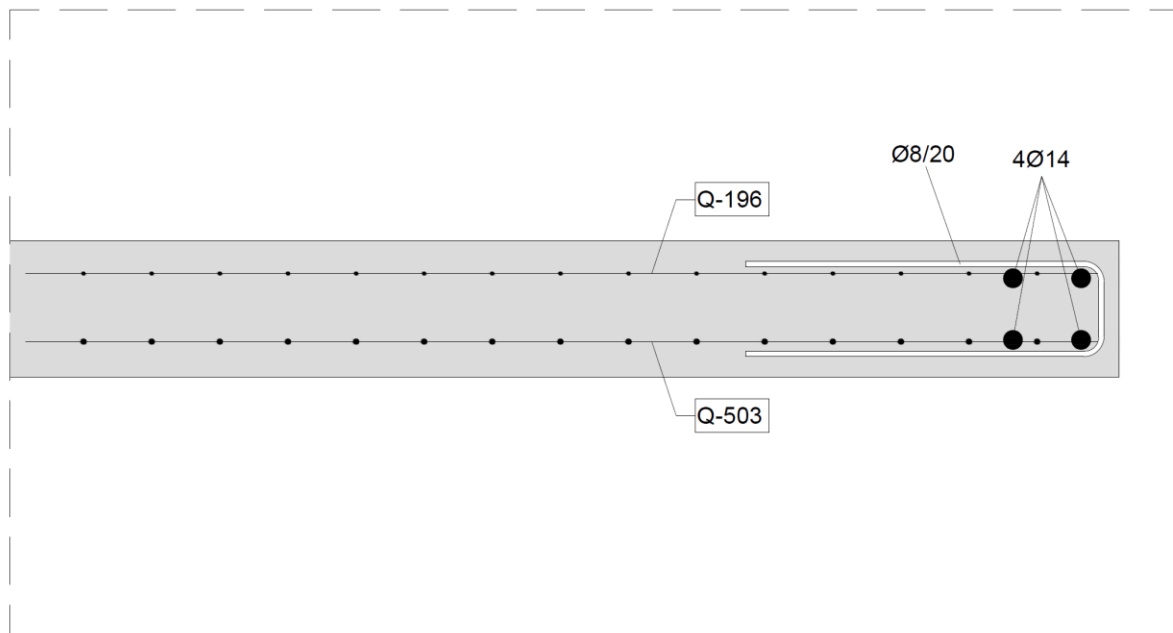
Slika 13.1. Detalj armiranja spoja ploče i vanjskog zida



Slika 13.2. Detalj armiranja kosog zida



Slika 13.3. Detalj armiranja zida bazena



Slika 13.4. Detalj armiranja ruba ploče

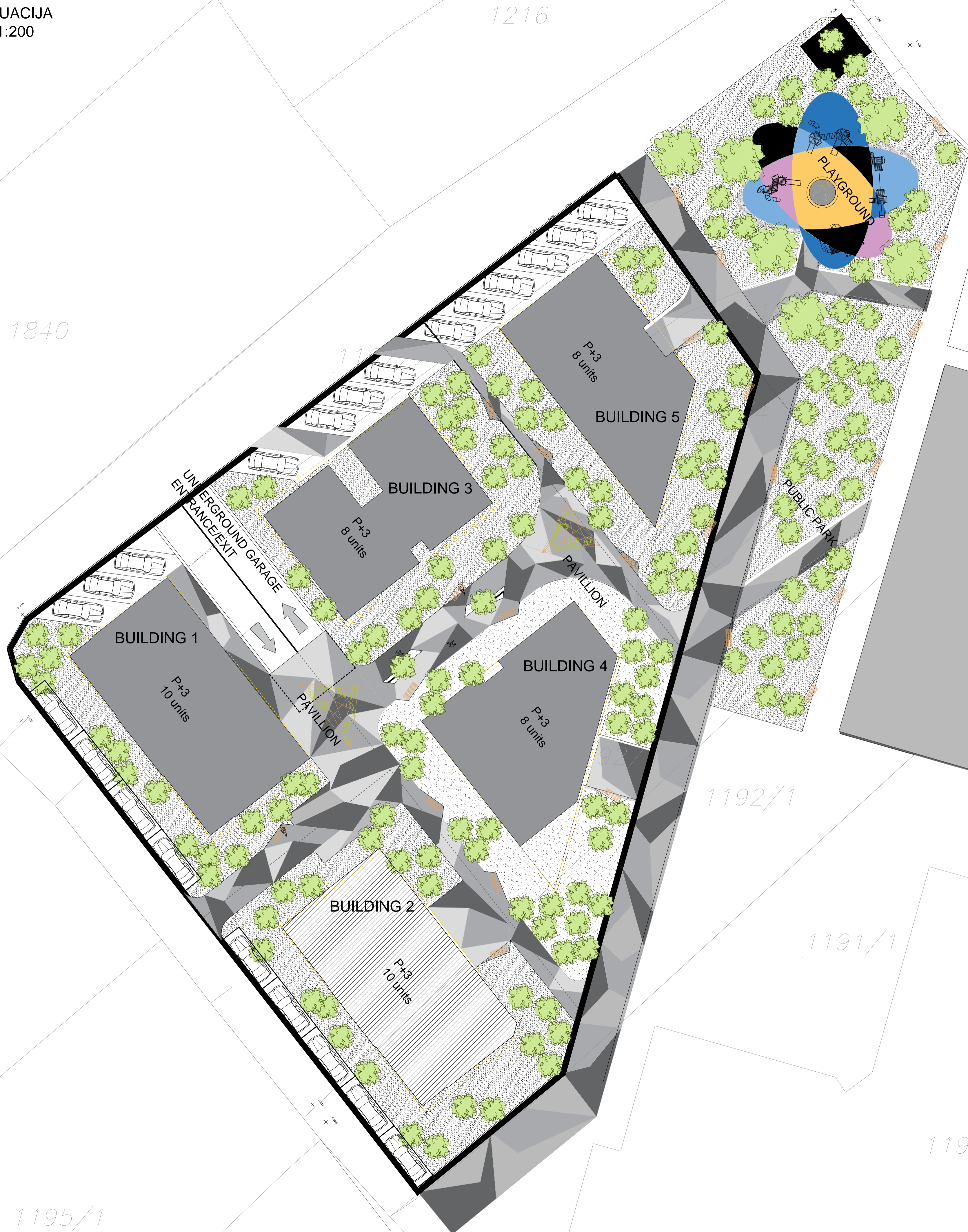
## 14. LITERATURA

- (1) A. Harapin, J.Radnić: Osnove betonskih konstrukcija, interna skripta- zapisi s predavanja; Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Split
- (2) EN 1990:2008 Eurokod- osnove projektiranja konstrukcija (EN 1990:2008+A1:2005+AC:2008)
- (3) EN 1991: Eurokod 1 – Djelovanja na konstrukciju
- (4) EN 1992-1-1:2008 Eurokod 2 – Projektiranje betonskih konstrukcija –Dio 1-1 :Opća pravila i pravila za zgrade
- (5) EN 1998:2008 Eurokod 8 –Projektiranje konstrukcija otpornih na potres-1.dio

Korišteni računalni programi:

- AutoCad 2021.
- Scia Engineer 19.1
- Microsoft Word
- Microsoft Excel

## **15. GRAFIČKI PRILOZI**



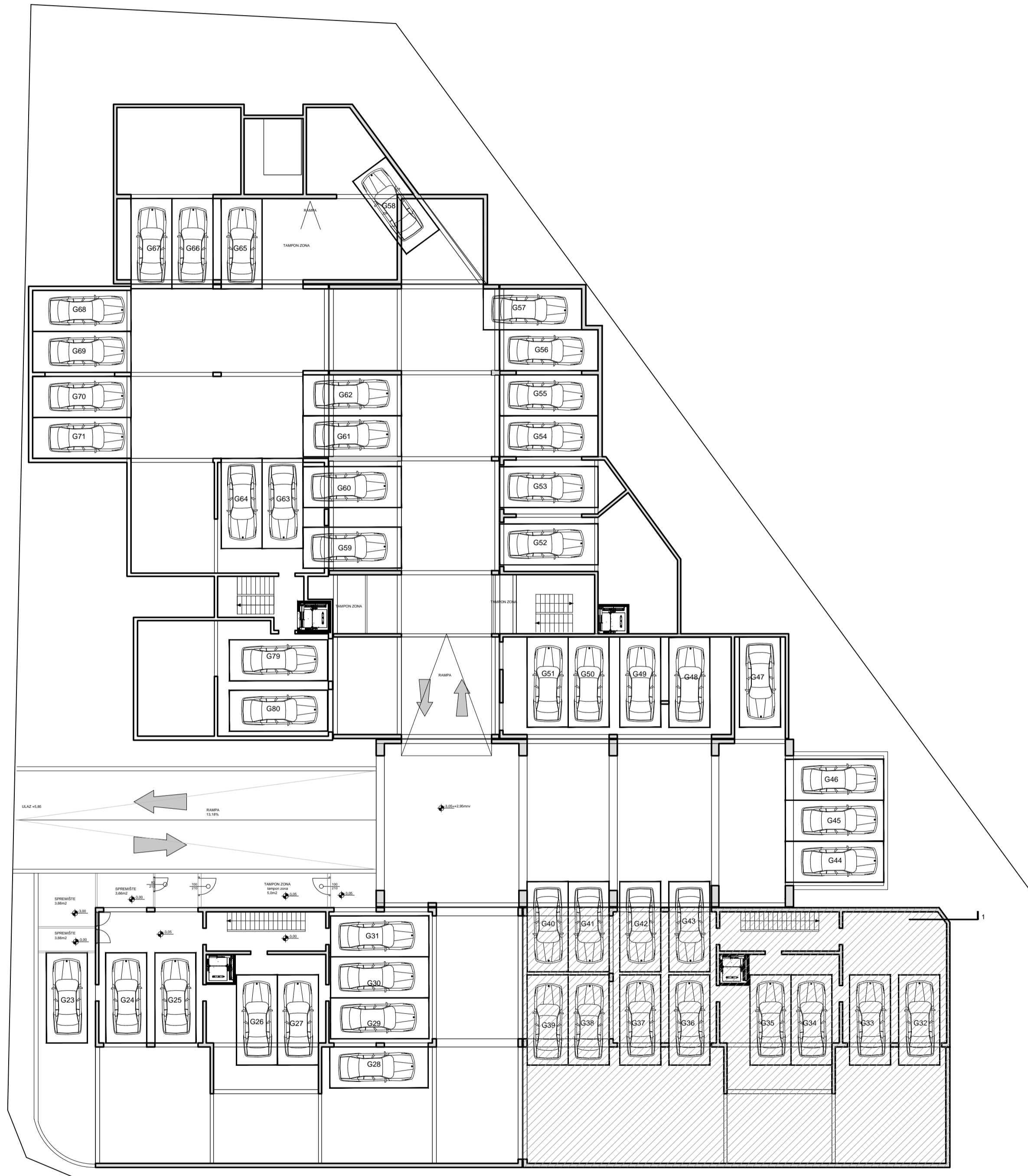
PUBLIC SQUARE

PUBLIC PARK

BUSINESS/RETAIL

UNDERGROUND GARAGE  
ENTRANCE/EXIT

	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva, smjer Konstrukcije Katedra za betonske konstrukcije i mostove	FAZA: GLAVNI PROJEKT VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT - PROJEKT KONSTRUKCIJE	SADRŽAJ: SITUACIJA
	PREDMET: Diplomski rad MENTOR: prof. dr. sc. Alen Haračin	GRAĐEVINA: STAMBENA GRAĐEVINA Zadar, Vitrnjak	MJERILO: M=1:200
	STUDENT: Anđela Čavčić	datum: srpanj, 2022.	list 1.
	FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT		



<p>Diplomski sveučilišni studij građevinarstva, smjer Konstrukcije Katedra za betonske konstrukcije i mostove</p>	<p>FAZA: <b>GLAVNI PROJEKT</b> VRSTA: <b>GRAĐEVINSKI PROJEKT-PROJEKT KONSTRUKCIJE</b></p>	<p>SADRŽAJ: TLOCRT GARAŽE</p>
<p>PREDMET: Diplomski rad MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin STUDENT: Anđela Čavčić</p>	<p>GRAĐEVINA: STAMBENA Zadar, Vitrenjak datum: srpanj, 2022.</p>	<p>MJERILO: M= 1:200 list 2.</p>

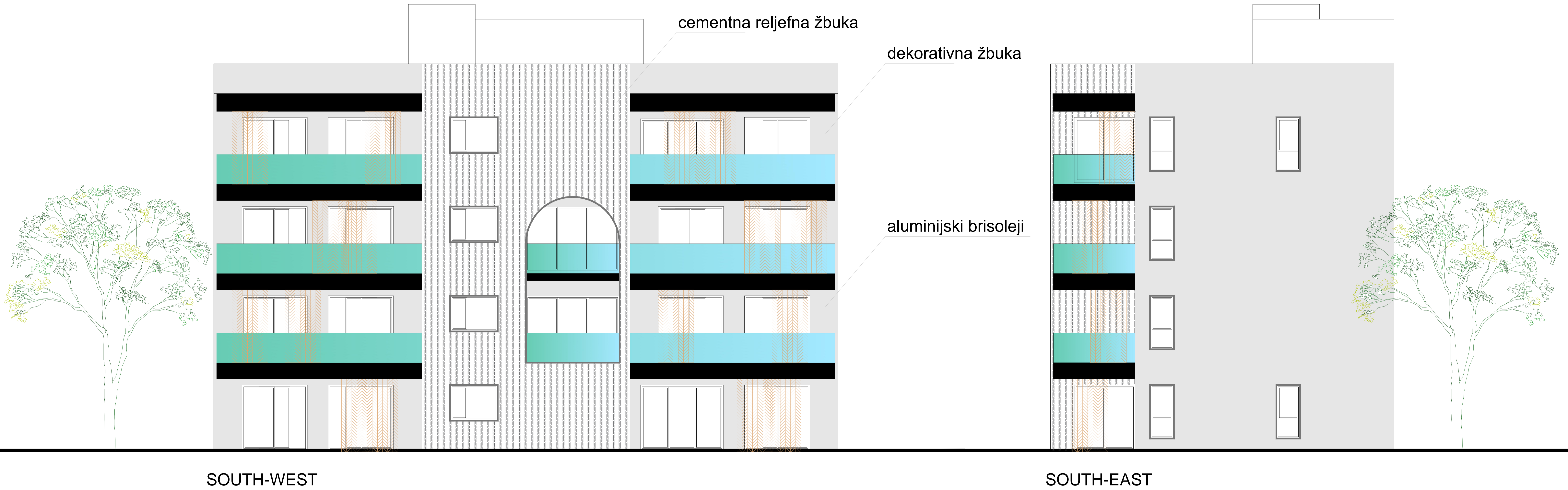




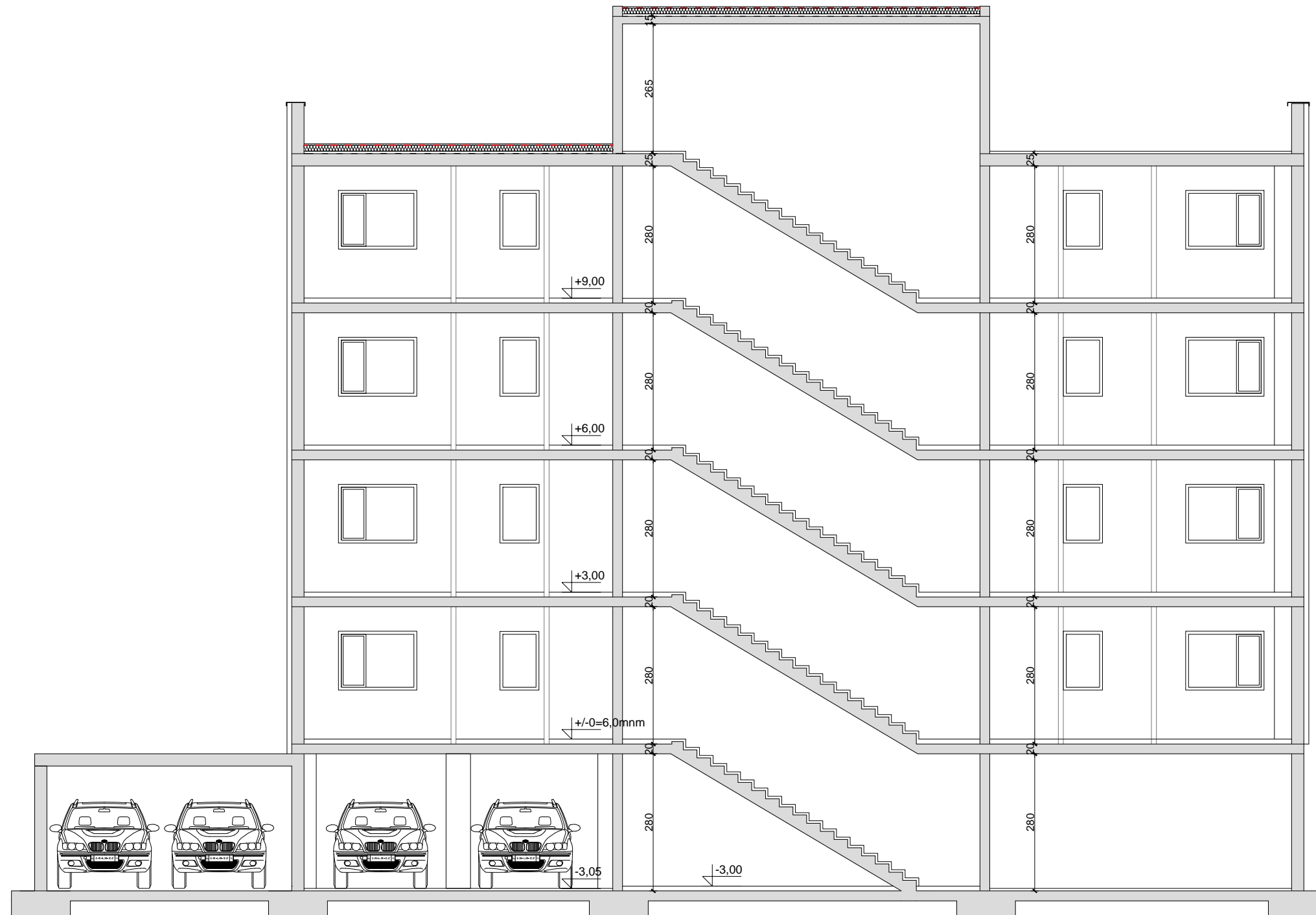
NORTH-WEST

NORTH-EAST

alumijski brisoleji



PRESJEK 1-1  
M 1:100



Diplomski sveučilišni studij  
građevinarstva, smjer Kontrukcije

Katedra za betonske konstrukcije i  
mostove

PREDMET: Diplomski rad

MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin

STUDENT: Anđela Čavčić

FAZA: GLAVNI PROJEKT

VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT-  
PROJEKT KONSTRUKCIJE

GRAĐEVINA: STAMBENA  
GRAĐEVINA  
Zadar, Vitrenjak

datum: srpanj, 2022.

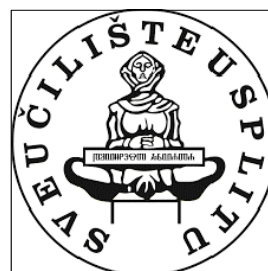
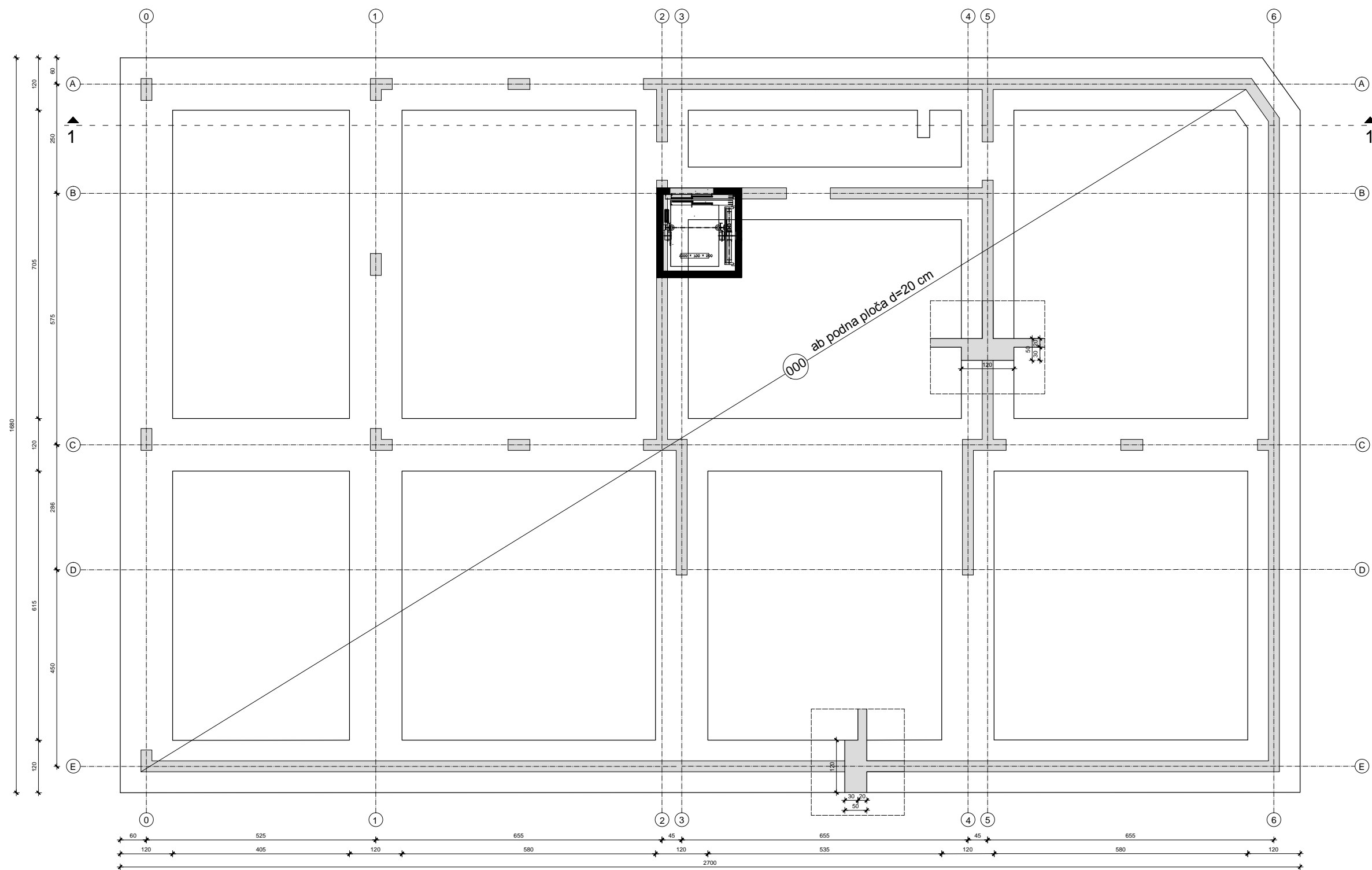
SADRŽAJ:

PRESJEK 1-1

MJERILO:

M= 1:100

PLAN POZICIJA TEMELJNIH TRAKA- POZ 000  
M 1:100



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT

Diplomski sveučilišni studij  
građevinarstva, smjer Kontrukcije

Katedra za betonske konstrukcije i  
mostove

PREDMET: Diplomski rad

MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin

STUDENT: Anđela Čavčić

FAZA: GLAVNI PROJEKT

VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT-  
PROJEKT KONSTRUKCIJE

GRAĐEVINA: STAMBENA  
GRAĐEVINA  
Zadar, Vitrenjak

datum: srpanj, 2022.

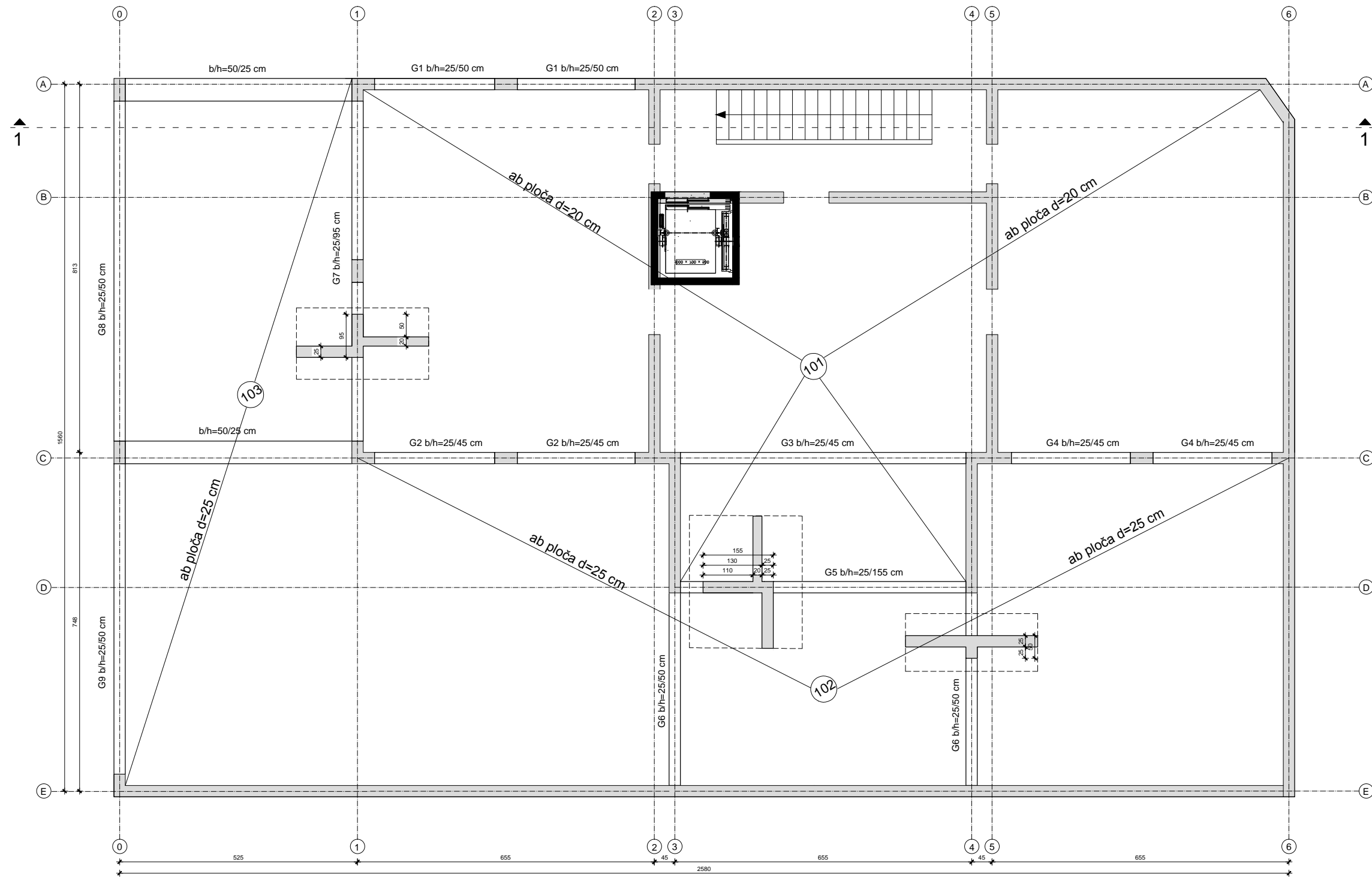
SADRŽAJ:

PLAN POZICIJA TEMELJNIH  
TRAKA - POZ 000

MJERILO:

M= 1:100

PLAN POZICIJA GARAŽE- POZ 100  
M 1:100



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT

Diplomski sveučilišni studij  
građevinarstva, smjer Kontrukcije

Katedra za betonske konstrukcije i  
mostove

PREDMET: Diplomski rad

MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin

STUDENT: Anđela Čavčić

FAZA: GLAVNI PROJEKT

VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT-  
PROJEKT KONSTRUKCIJE

GRAĐEVINA: STAMBENA  
GRAĐEVINA  
Zadar, Vitrenjak

datum: srpanj, 2022.

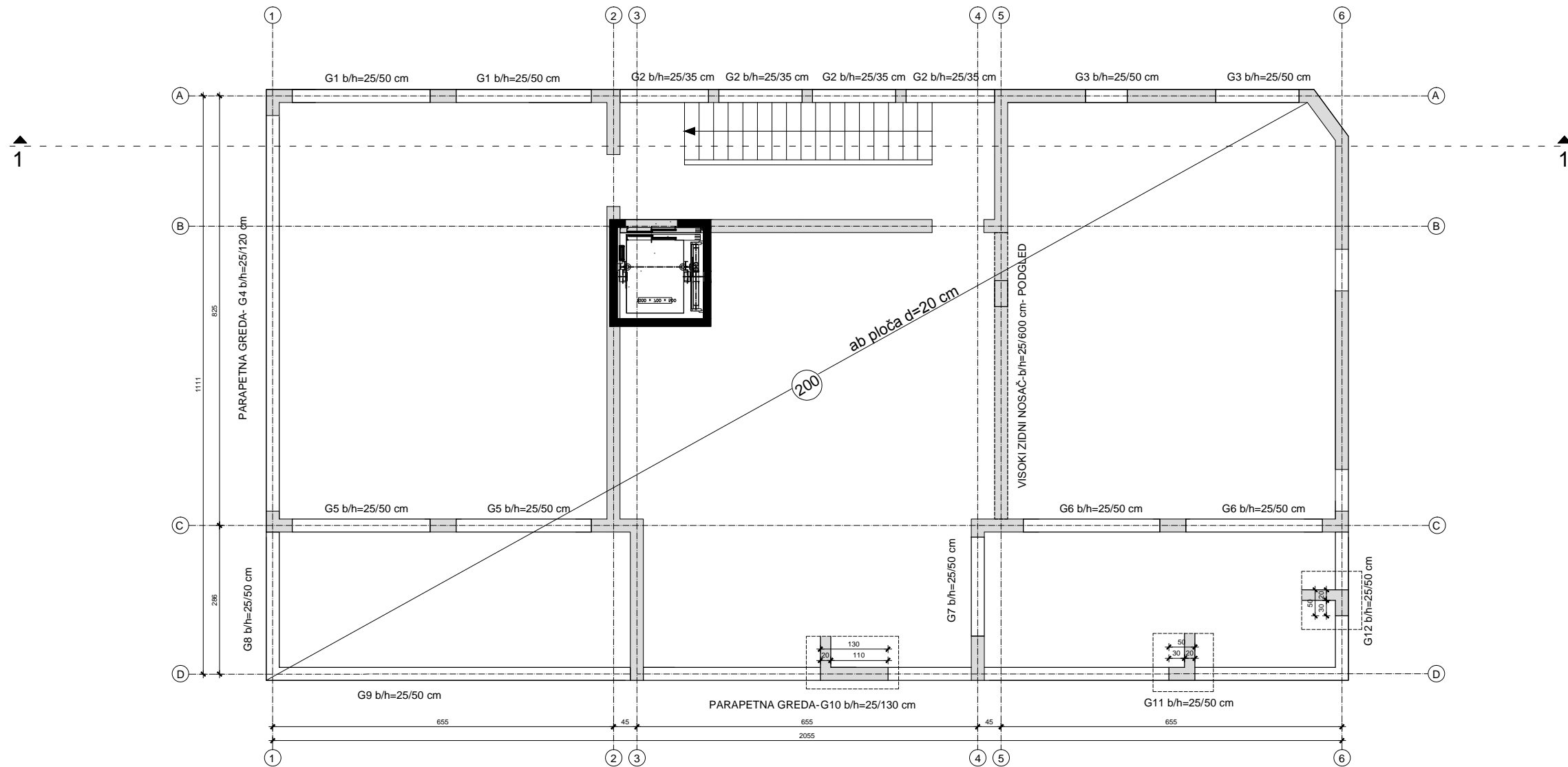
SADRŽAJ:

PLAN POZICIJA GARAŽE - POZ  
100

MJERILO:

M= 1:100

PLAN POZICIJA PRIZEMLJA- POZ 200  
M 1:100



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT

Diplomski sveučilišni studij  
građevinarstva, smjer Kontrukcije

Katedra za betonske konstrukcije i  
mostove

PREDMET: Diplomski rad

MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin

STUDENT: Anđela Čavčić

FAZA: GLAVNI PROJEKT

VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT-  
PROJEKT KONSTRUKCIJE

GRAĐEVINA: STAMBENA  
GRAĐEVINA  
Zadar, Vitrenjak

datum: srpanj, 2022.

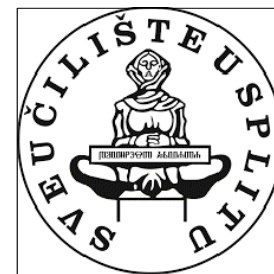
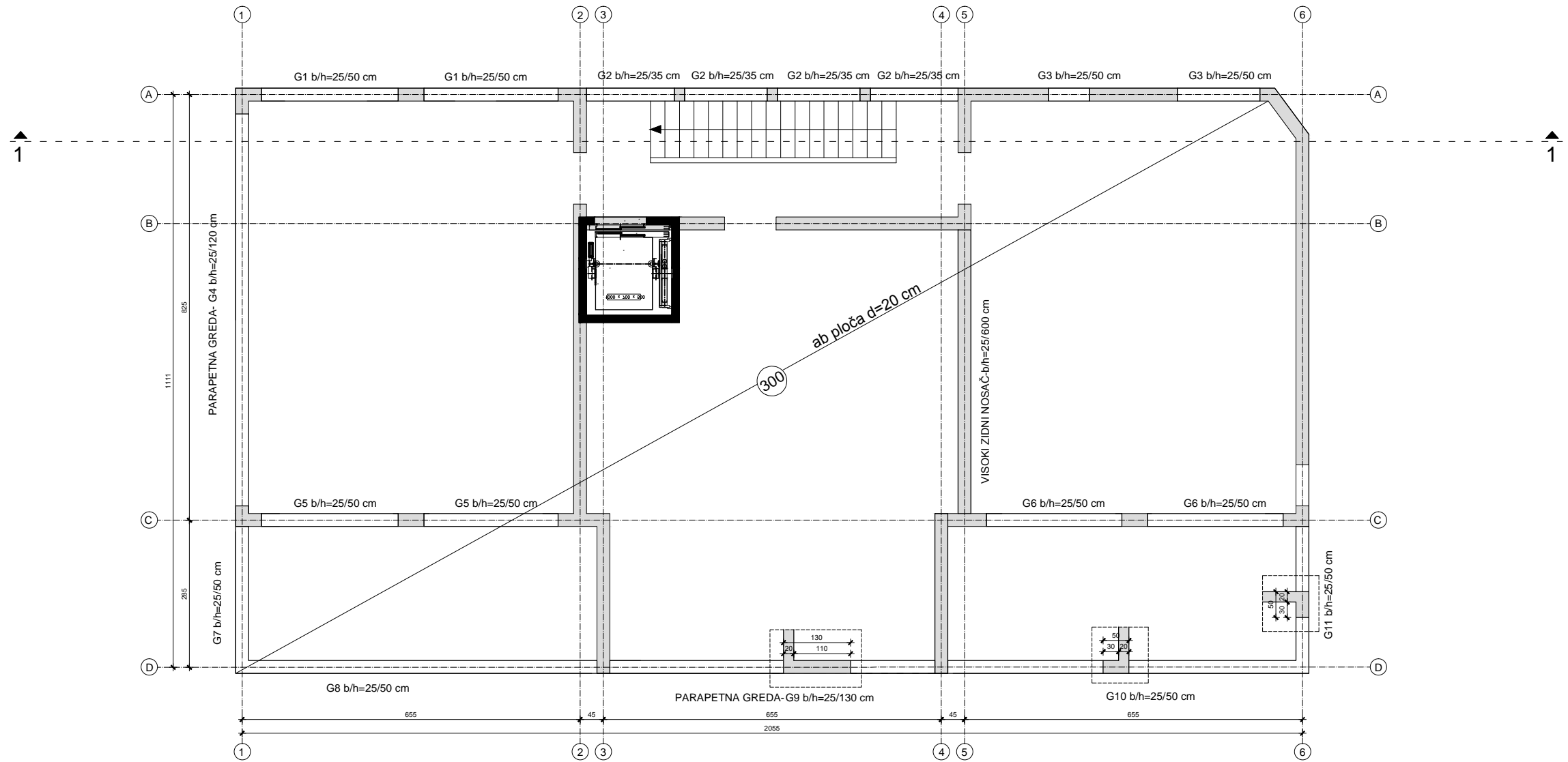
SADRŽAJ:

PLAN POZICIJA PRIZEMLJA -  
POZ 200

MJERILO:

M= 1:100

PLAN POZICIJA PRVOG KATA- POZ 300  
M 1:100



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT

Diplomski sveučilišni studij  
građevinarstva, smjer Kontrukcije

Katedra za betonske konstrukcije i  
mostove

PREDMET: Diplomski rad

MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin

STUDENT: Anđela Čavčić

FAZA: GLAVNI PROJEKT

VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT-  
PROJEKT KONSTRUKCIJE

GRAĐEVINA: STAMBENA  
GRAĐEVINA  
Zadar, Vitrenjak

datum: srpanj, 2022.

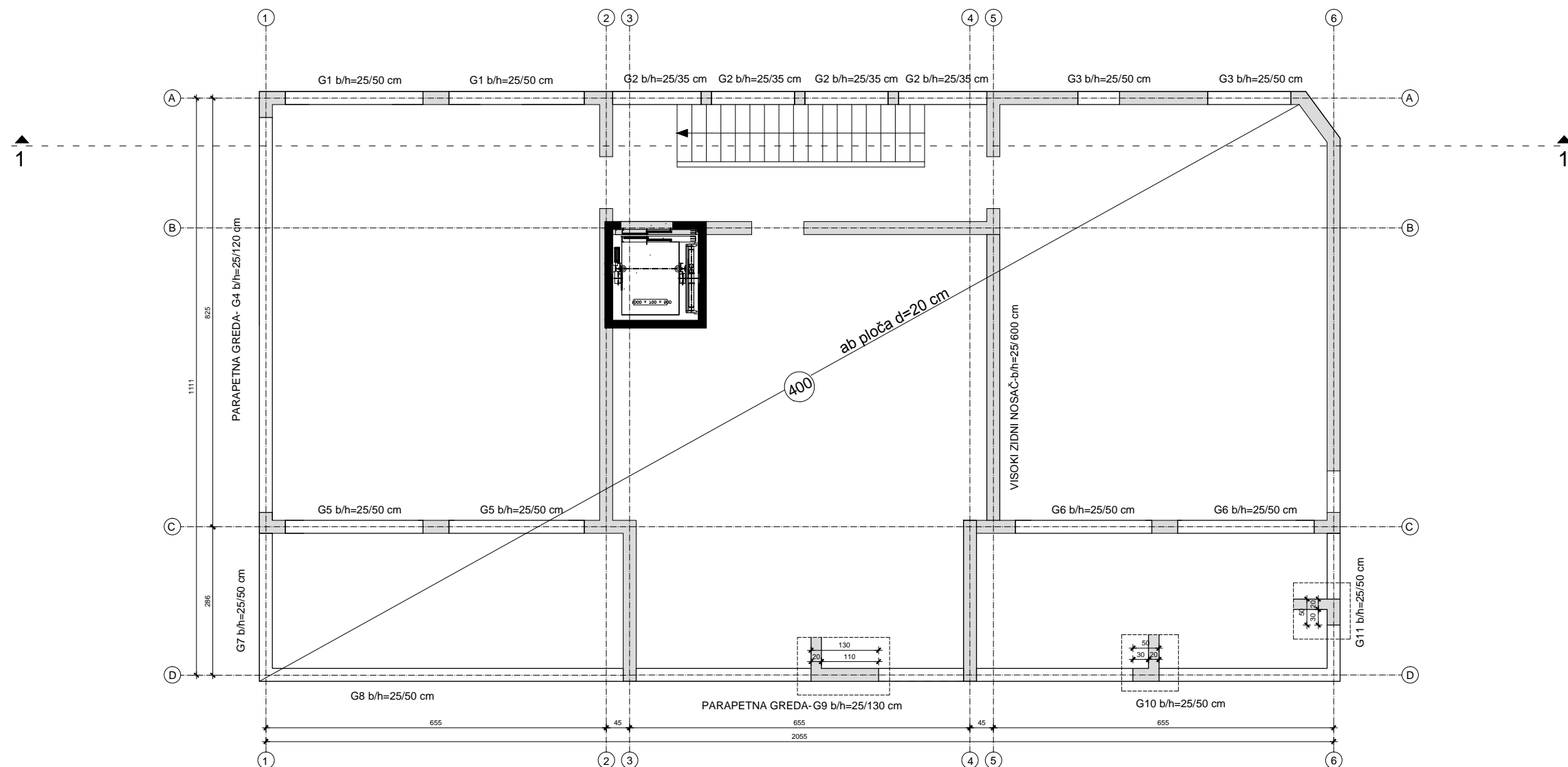
SADRŽAJ:

PLAN POZICIJA PRVOG KATA -  
POZ 300

MJERILO:

M= 1:100

PLAN POZICIJA DRUGOG KATA- POZ 400  
M 1:100



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT

Diplomski sveučilišni studij  
građevinarstva, smjer Kontrukcije

Katedra za betonske konstrukcije i  
mostove

PREDMET: Diplomski rad

MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin

STUDENT: Anđela Čavčić

FAZA: GLAVNI PROJEKT

VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT-  
PROJEKT KONSTRUKCIJE

GRAĐEVINA: STAMBENA  
GRAĐEVINA  
Zadar, Vitrenjak

datum: srpanj, 2022.

SADRŽAJ:

PLAN POZICIJA DRUGOG KATA -  
POZ 400

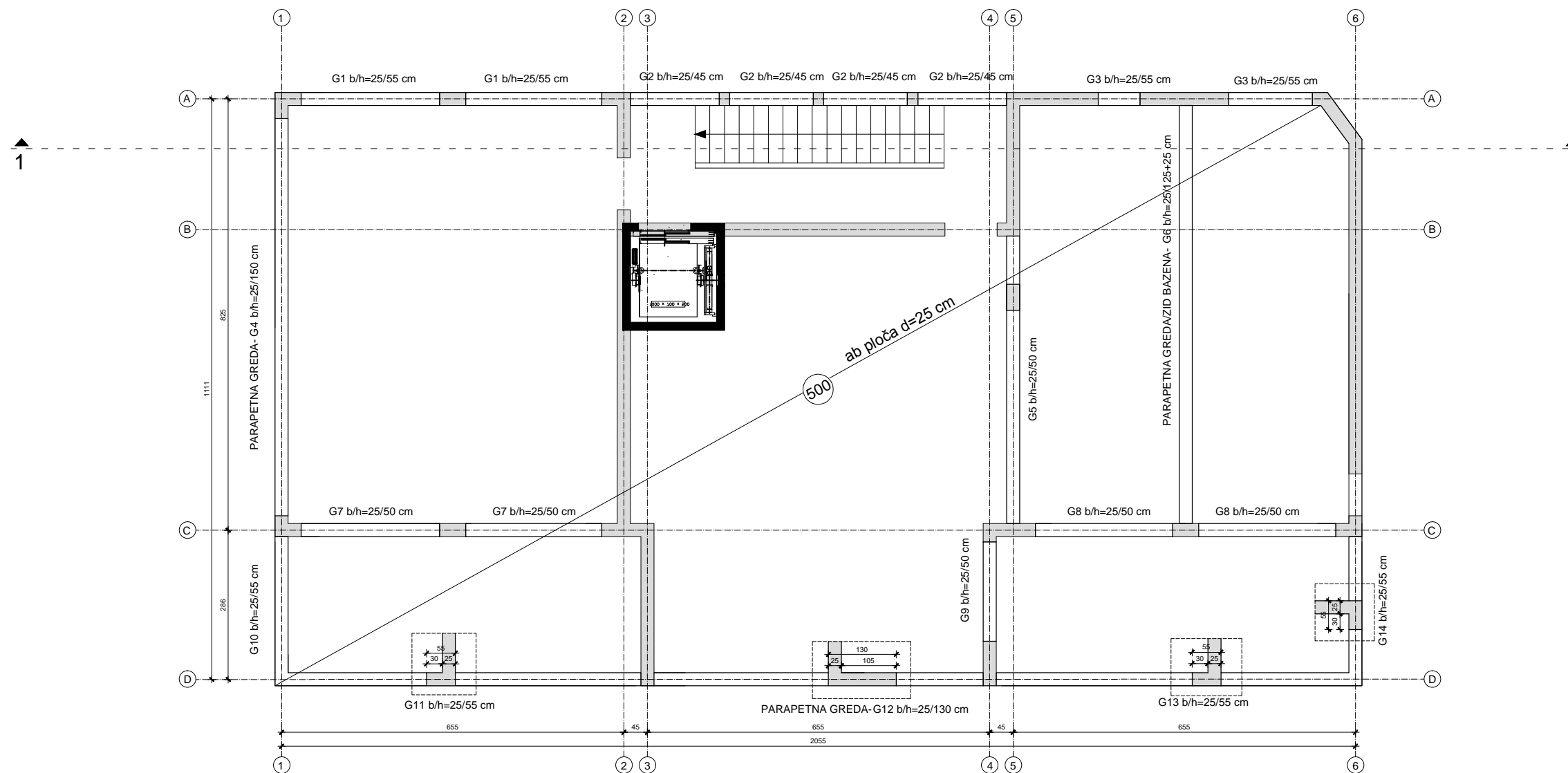
MJERILO:

M= 1:100

list 10.



PLAN POZICIJA TREĆEG KATA- POZ 500  
M 1:100



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT

Diplomski sveučilišni studij  
građevinarstva, smjer Kontrukcije

Katedra za betonske konstrukcije i  
mostove

PREDMET: Diplomski rad

MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin

STUDENT: Anđela Čavčić

FAZA: GLAVNI PROJEKT

VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT-  
PROJEKT KONSTRUKCIJE

GRAĐEVINA: STAMBENA  
GRAĐEVINA  
Zadar, Vitrenjak

datum: srpanj, 2022.

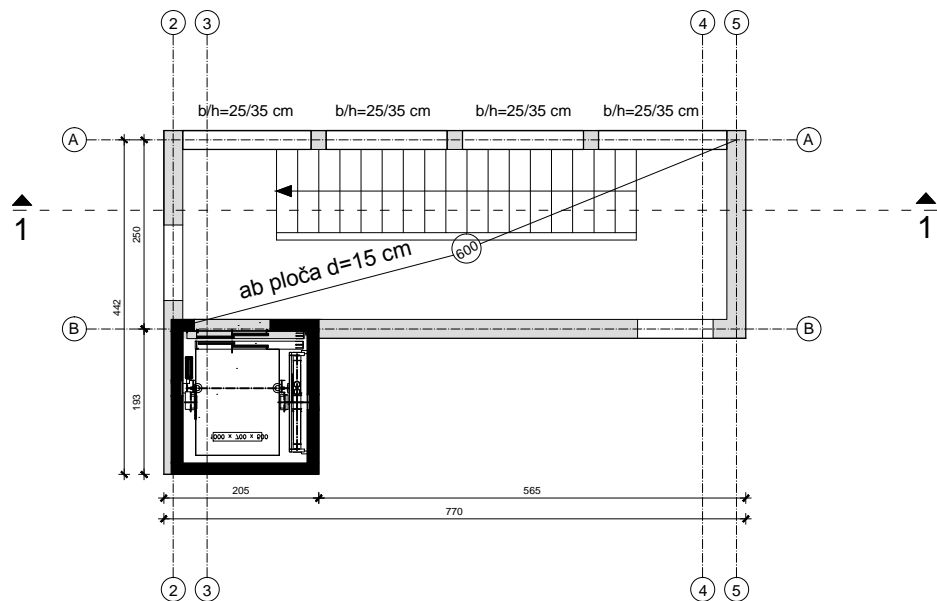
SADRŽAJ:

PLAN POZICIJA TREĆEG KATA -  
POZ 500

MJERILO:

M= 1:100

PLAN POZICIJA NADGRAĐA- POZ 600  
M 1:100



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT

Diplomski sveučilišni studij  
građevinarstva, smjer Kontrukcije

Katedra za betonske konstrukcije i  
mostove

PREDMET: Diplomski rad

MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin

STUDENT: Anđela Čavčić

FAZA: **GLAVNI PROJEKT**

VRSTA: **GRAĐEVINSKI PROJEKT-  
PROJEKT KONSTRUKCIJE**

GRAĐEVINA: **STAMBENA  
GRAĐEVINA  
Zadar, Vitrenjak**

datum: srpanj, 2022.

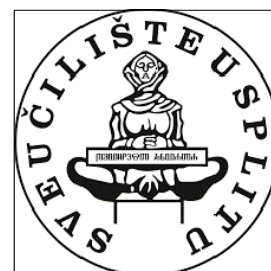
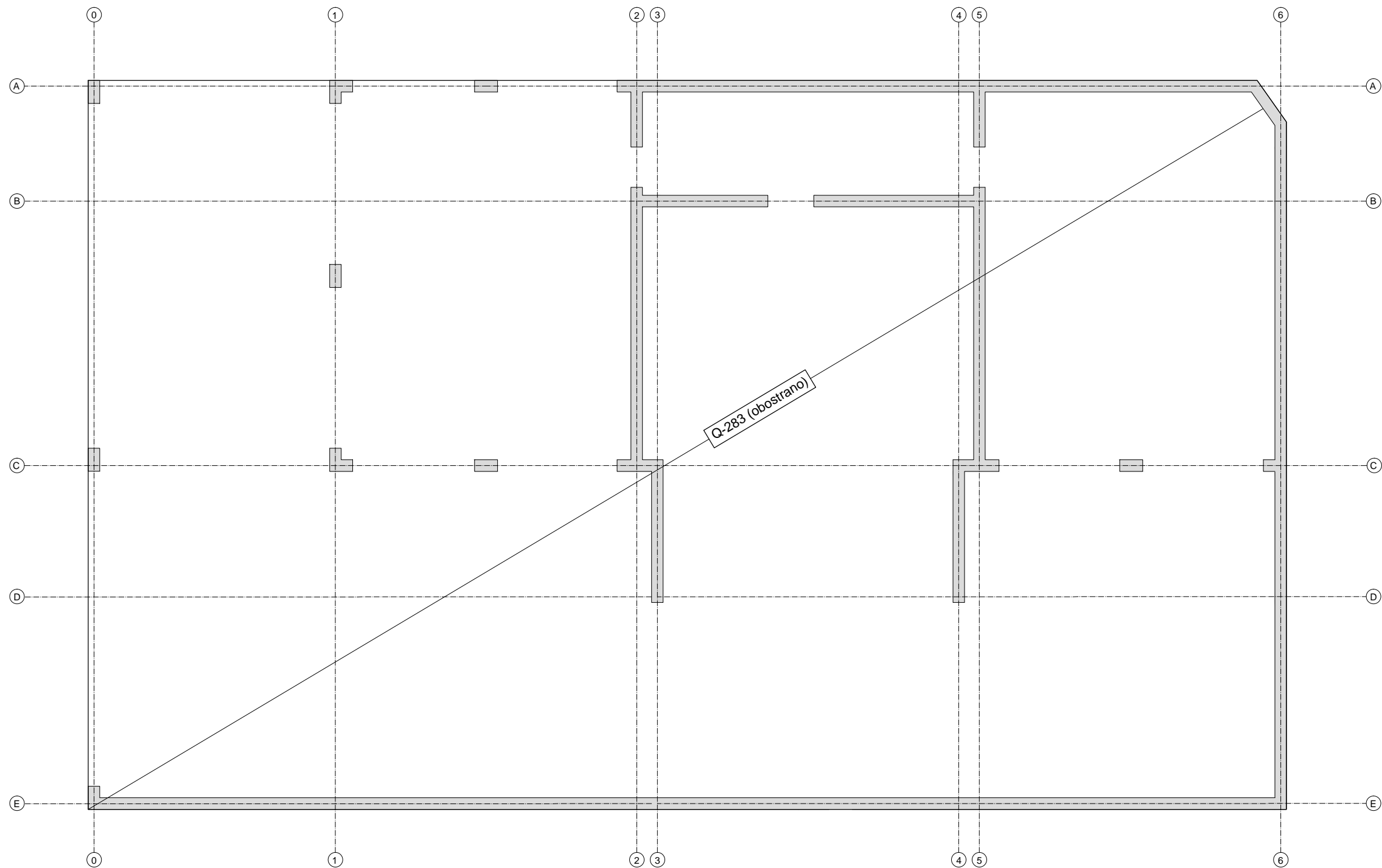
SADRŽAJ:

PLAN POZICIJA NADGRAĐA - POZ  
600

MJERILO:

**M= 1:100**

SKICA ARMATURE PODNE PLOČE GARAŽE- POZ 000  
M 1:100



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT

Diplomski sveučilišni studij  
građevinarstva, smjer Kontrukcije

Katedra za betonske konstrukcije i  
mostove

PREDMET: Diplomski rad

MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin

STUDENT: Anđela Čavčić

FAZA: GLAVNI PROJEKT

VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT-  
PROJEKT KONSTRUKCIJE

GRAĐEVINA: STAMBENA  
GRAĐEVINA  
Zadar, Vitrenjak

datum: srpanj, 2022.

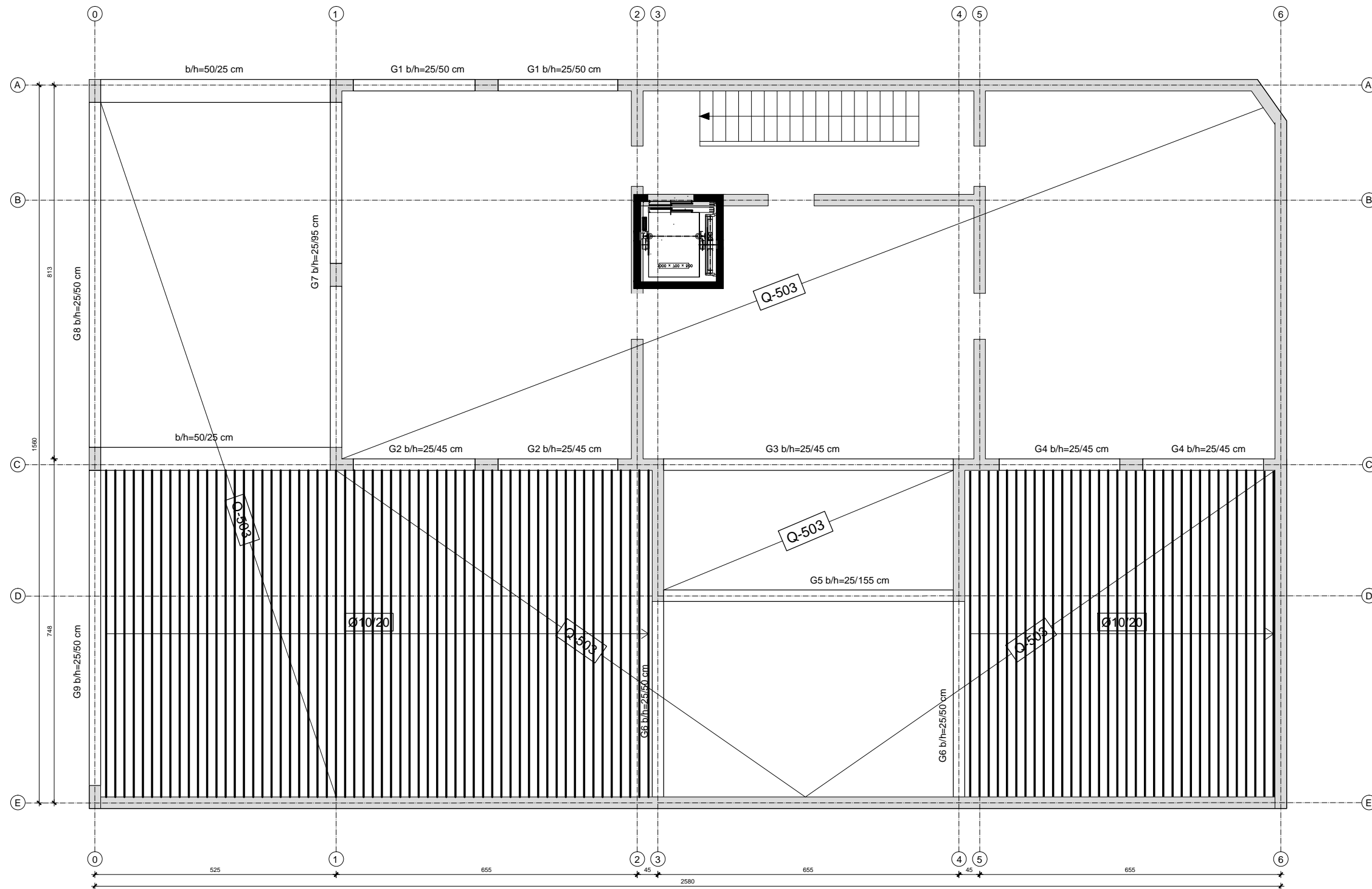
SADRŽAJ:

SKICA ARMATURE - PODNE  
PLOČE GARAŽE - POZ 000

MJERILO:

**M= 1:100**

SKICA ARMATURE- POZ 100 DONJA ZONA  
M 1:100



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT

Diplomski sveučilišni studij  
građevinarstva, smjer Kontrukcije

Katedra za betonske konstrukcije i  
mostove

PREDMET: Diplomski rad

MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin

STUDENT: Anđela Čavčić

FAZA: GLAVNI PROJEKT

VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT-  
PROJEKT KONSTRUKCIJE

GRAĐEVINA: STAMBENA  
GRAĐEVINA  
Zadar, Vitrenjak

datum: srpanj, 2022.

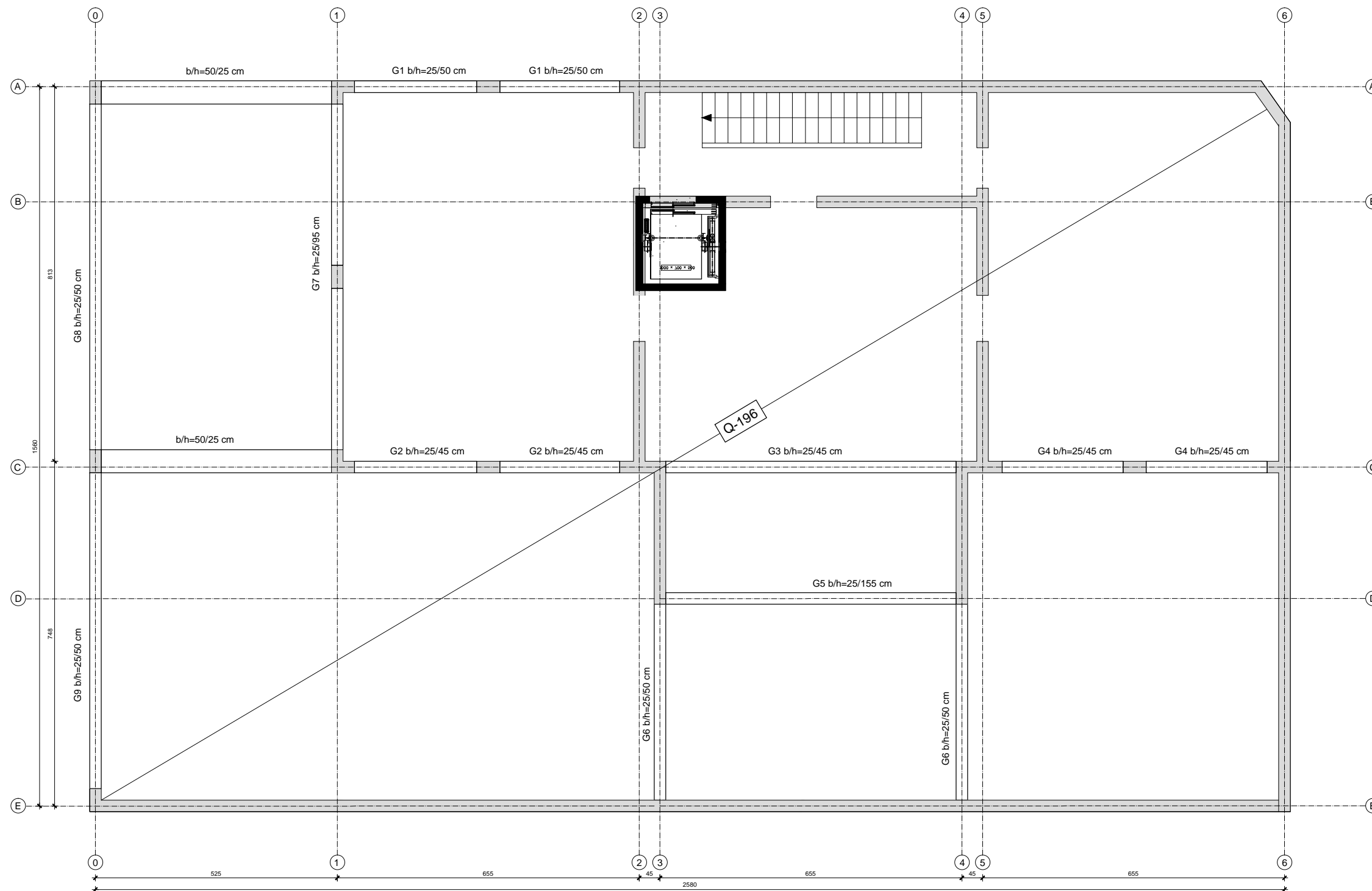
SADRŽAJ:

SKICA ARMATURE - POZ 100  
DONJA ZONA

MJERILO:

M= 1:100

SKICA ARMATURE- POZ 100 GORNJA ZONA  
M 1:100



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT

Diplomski sveučilišni studij  
građevinarstva, smjer Kontrukcije

Katedra za betonske konstrukcije i  
mostove

PREDMET: Diplomski rad

MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin

STUDENT: Anđela Čavčić

FAZA: GLAVNI PROJEKT

VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT-  
PROJEKT KONSTRUKCIJE

GRAĐEVINA: STAMBENA  
GRAĐEVINA  
Zadar, Vitrenjak

datum: srpanj, 2022.

SADRŽAJ:

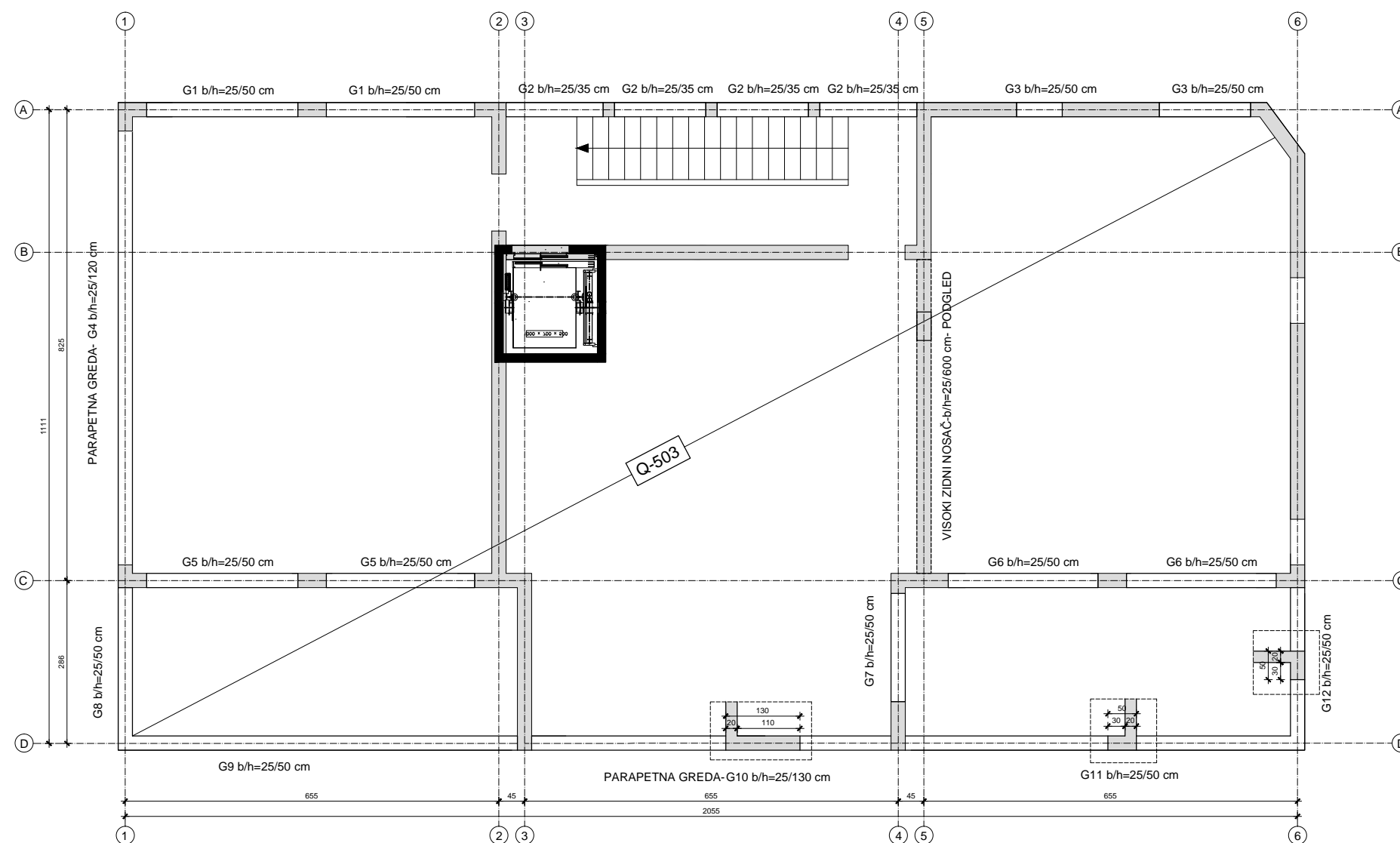
SKICA ARMATURE- POZ 100  
GORNJA ZONA

MJERILO:

M= 1:100

list 15.

SKICA ARMATURE- POZ 200 DONJA ZONA  
M 1:100



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT

Diplomski sveučilišni studij  
građevinarstva, smjer Kontrukcije

Katedra za betonske konstrukcije i  
mostove

PREDMET: Diplomski rad

MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin

STUDENT: Anđela Čavčić

FAZA: GLAVNI PROJEKT

VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT-  
PROJEKT KONSTRUKCIJE

GRAĐEVINA: STAMBENA  
GRAĐEVINA  
Zadar, Vitrenjak

datum: srpanj, 2022.

SADRŽAJ:

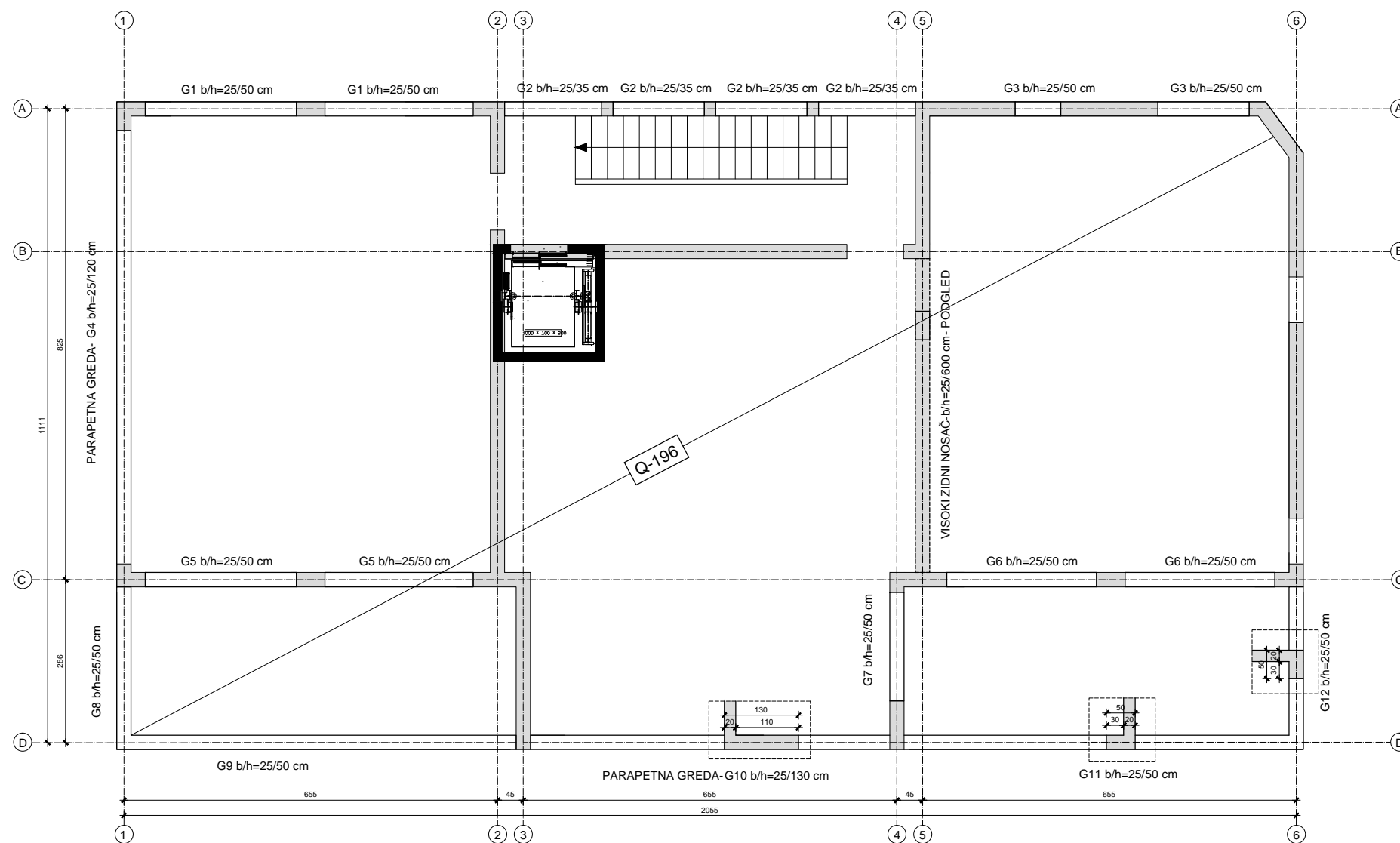
SKICA ARMATURE -POZ 200  
DONJA ZONA

MJERILO:

M= 1:100

list 16.

SKICA ARMATURE- POZ 200 GORNJA ZONA  
M 1:100



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT

Diplomski sveučilišni studij  
građevinarstva, smjer Kontrukcije

Katedra za betonske konstrukcije i  
mostove

PREDMET: Diplomski rad

MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin

STUDENT: Anđela Čavčić

FAZA: GLAVNI PROJEKT

VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT-  
PROJEKT KONSTRUKCIJE

GRAĐEVINA: STAMBENA  
GRAĐEVINA  
Zadar, Vitrenjak

datum: srpanj, 2022.

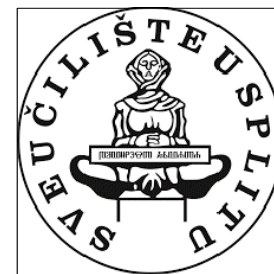
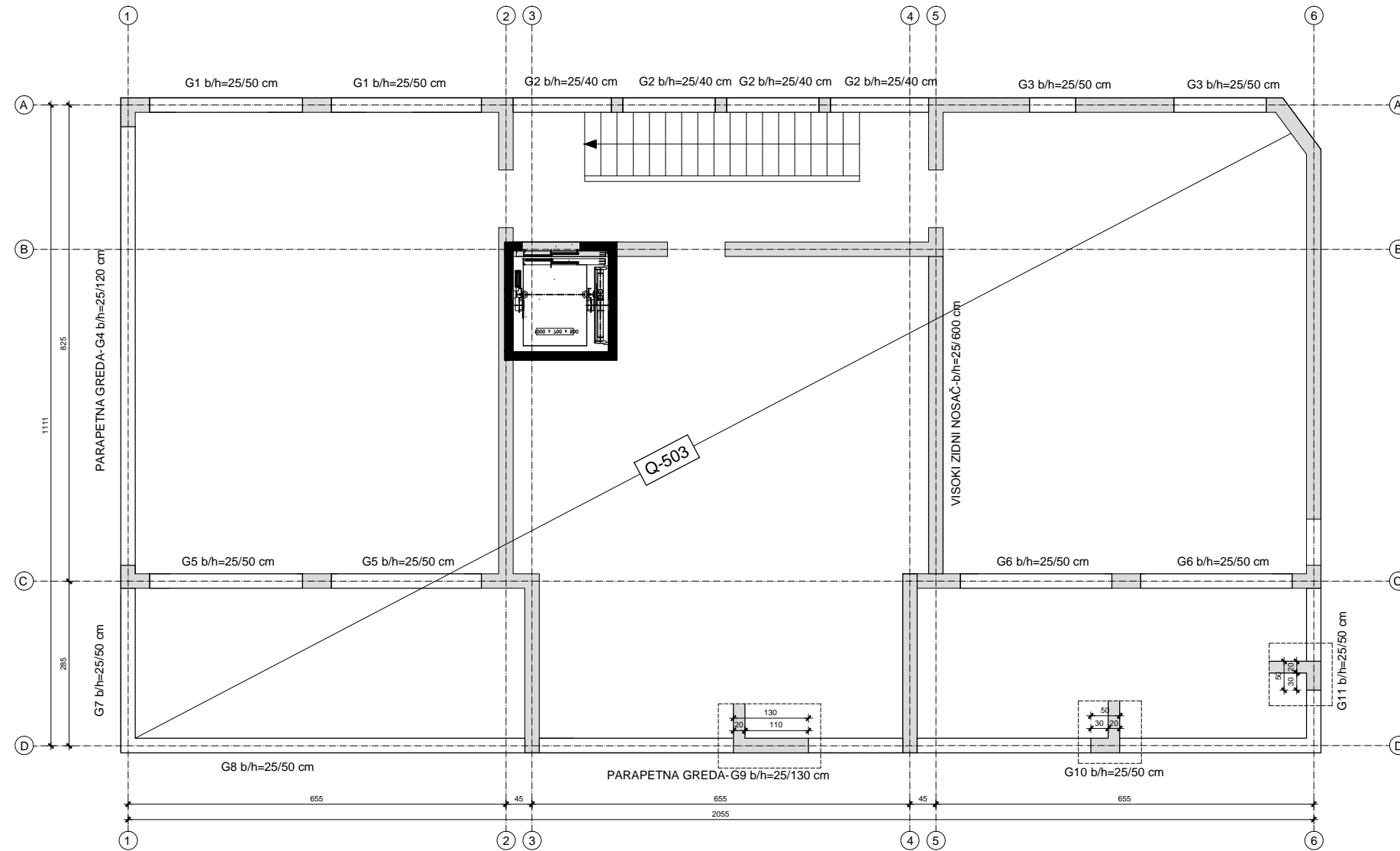
SADRŽAJ:

SKICA ARMATURE- POZ 200  
GORNJA ZONA

MJERILO:

M= 1:100

SKICA ARMATURE- POZ 300 DONJA ZONA  
M 1:100



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT

Diplomski sveučilišni studij  
građevinarstva, smjer Kontrukcije

Katedra za betonske konstrukcije i  
mostove

PREDMET: Diplomski rad

MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin

STUDENT: Anđela Čavčić

FAZA: GLAVNI PROJEKT

VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT-  
PROJEKT KONSTRUKCIJE

GRAĐEVINA: STAMBENA  
GRAĐEVINA  
Zadar, Vitrenjak

datum: srpanj, 2022.

SADRŽAJ:

SKICA ARMATURE- POZ 300 DONJA  
ZONA

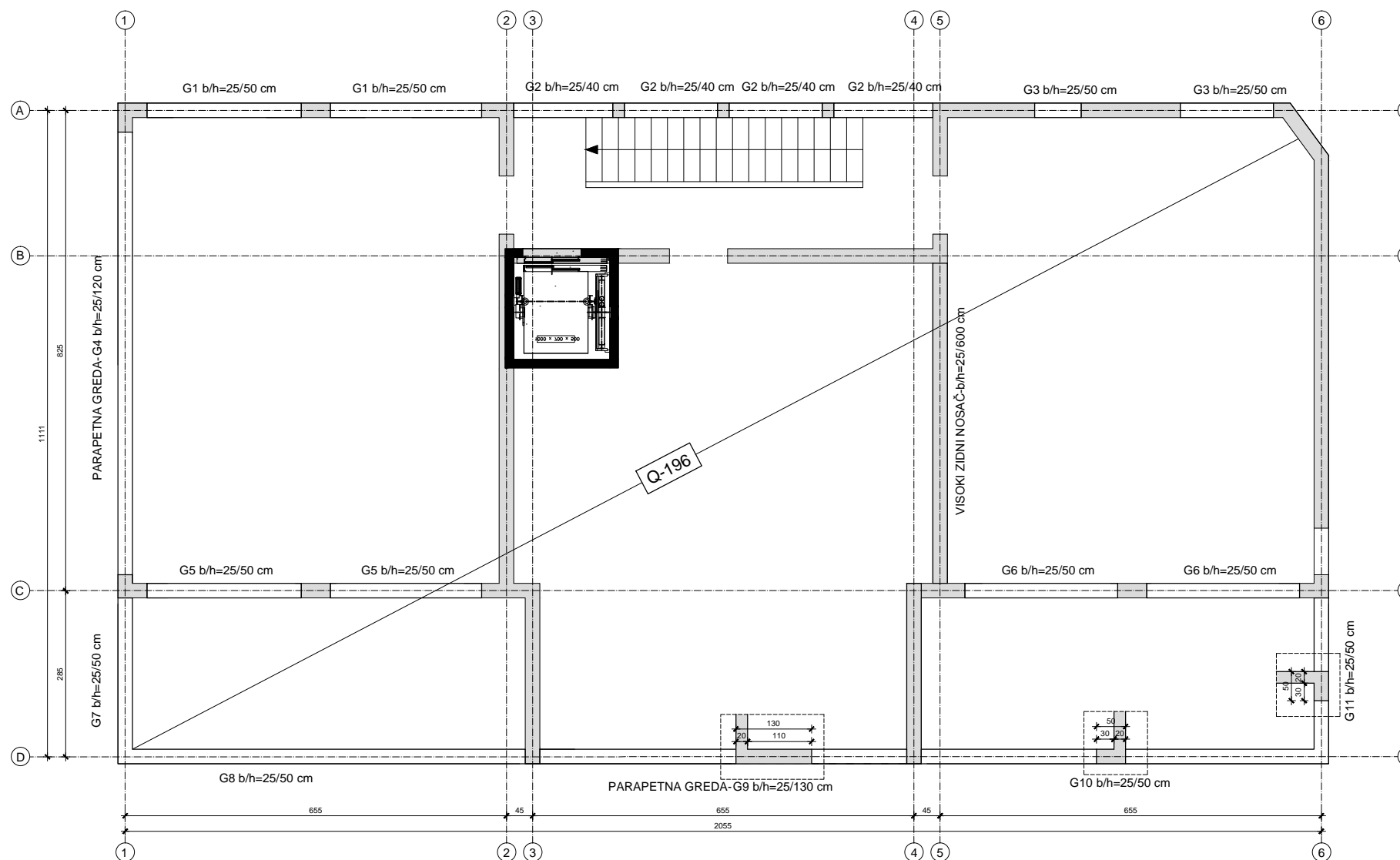
MJERILO:

M= 1:100

list 18.



SKICA ARMATURE- POZ 300 GORNJA ZONA  
M 1:100



Diplomski sveučilišni studij  
građevinarstva, smjer Kontrukcije

Katedra za betonske konstrukcije i  
mostove

PREDMET: Diplomski rad

MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin

STUDENT: Anđela Čavčić

FAZA: GLAVNI PROJEKT

VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT-  
PROJEKT KONSTRUKCIJE

GRAĐEVINA: STAMBENA  
GRAĐEVINA  
Zadar, Vitrenjak

datum: srpanj, 2022.

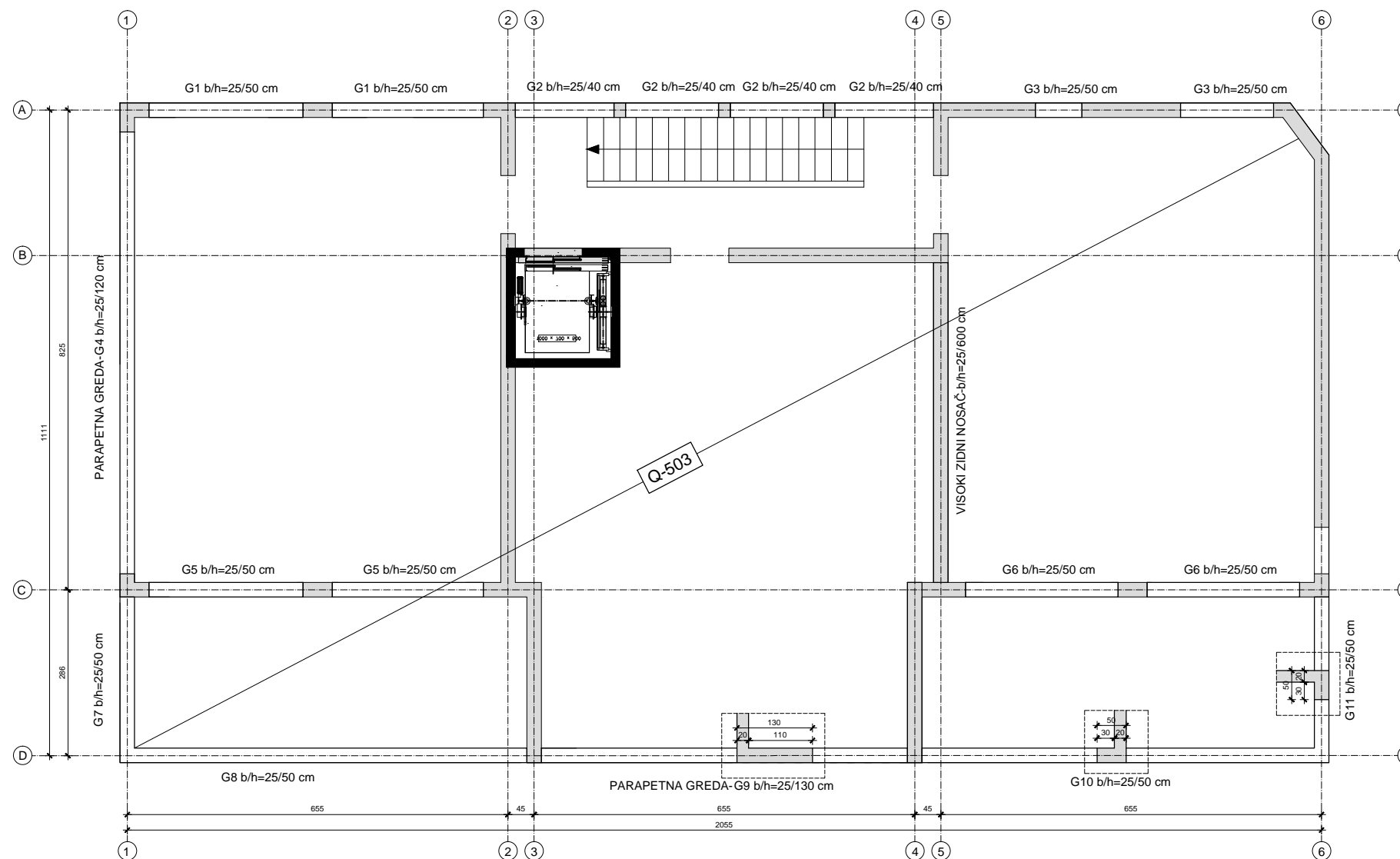
SADRŽAJ:

SKICA ARMATURE- POZ 300  
GORNJA ZONA

MJERILO:

M= 1:100

SKICA ARMATURE- POZ 400 DONJA ZONA  
M 1:100



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT

Diplomski sveučilišni studij  
građevinarstva, smjer Kontrukcije

Katedra za betonske konstrukcije i  
mostove

PREDMET: Diplomski rad

MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin

STUDENT: Anđela Čavčić

FAZA: GLAVNI PROJEKT

VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT-  
PROJEKT KONSTRUKCIJE

GRAĐEVINA: STAMBENA  
GRAĐEVINA  
Zadar, Vitrenjak

datum: srpanj, 2022.

SADRŽAJ:

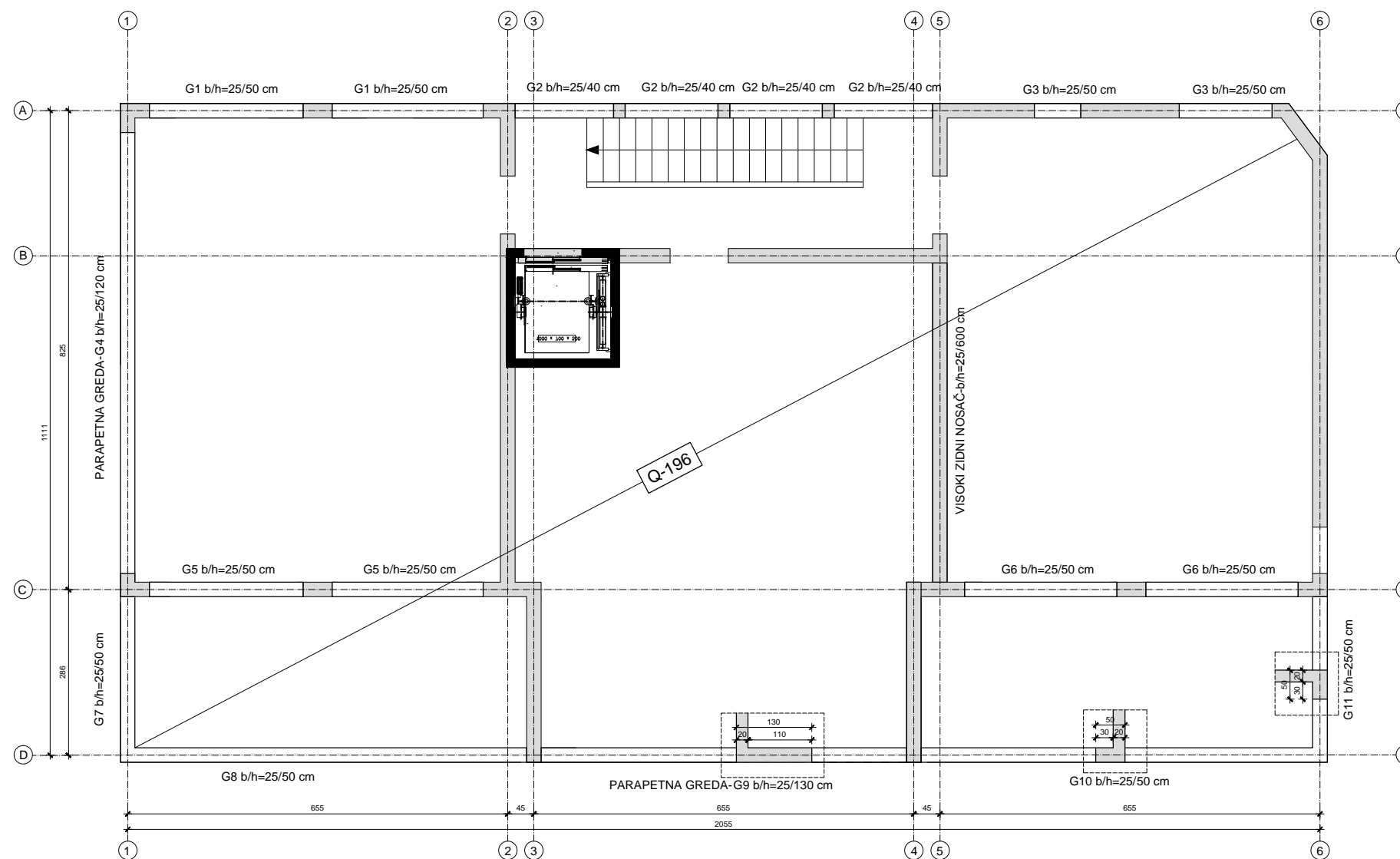
SKICA ARMATURE- POZ 400  
DONJA ZONA

MJERILO:

M= 1:100

list 20.

SKICA ARMATURE- POZ 400 GORNJA ZONA  
M 1:100



Diplomski sveučilišni studij  
građevinarstva, smjer Kontrukcije

Katedra za betonske konstrukcije i  
mostove

PREDMET: Diplomski rad

MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin

STUDENT: Anđela Čavčić

FAZA: GLAVNI PROJEKT

VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT-  
PROJEKT KONSTRUKCIJE

GRAĐEVINA: STAMBENA  
GRAĐEVINA  
Zadar, Vitrenjak

datum: srpanj, 2022.

SADRŽAJ:

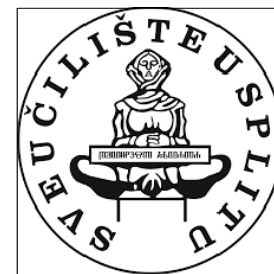
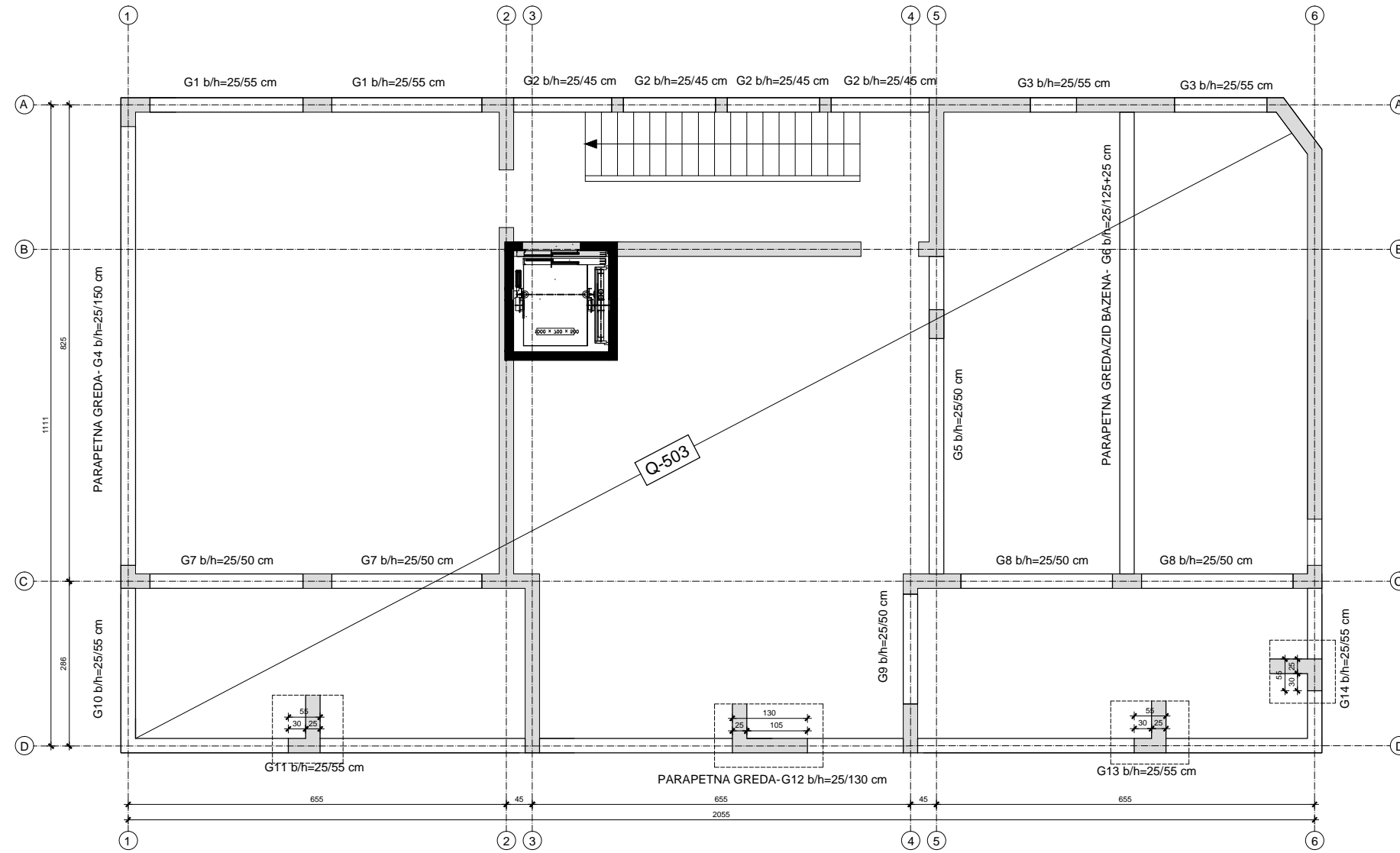
SKICA ARMATURE- POZ 400  
GORNJA ZONA

MJERILO:

M= 1:100

list 21.

SKICA ARMATURE- POZ 500 DONJA ZONA  
M 1:100



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT

Diplomski sveučilišni studij  
građevinarstva, smjer Kontrukcije

Katedra za betonske konstrukcije i  
mostove

PREDMET: Diplomski rad

MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin

STUDENT: Anđela Čavčić

FAZA: GLAVNI PROJEKT

VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT-  
PROJEKT KONSTRUKCIJE

GRAĐEVINA: STAMBENA  
GRAĐEVINA  
Zadar, Vitrenjak

datum: srpanj, 2022.

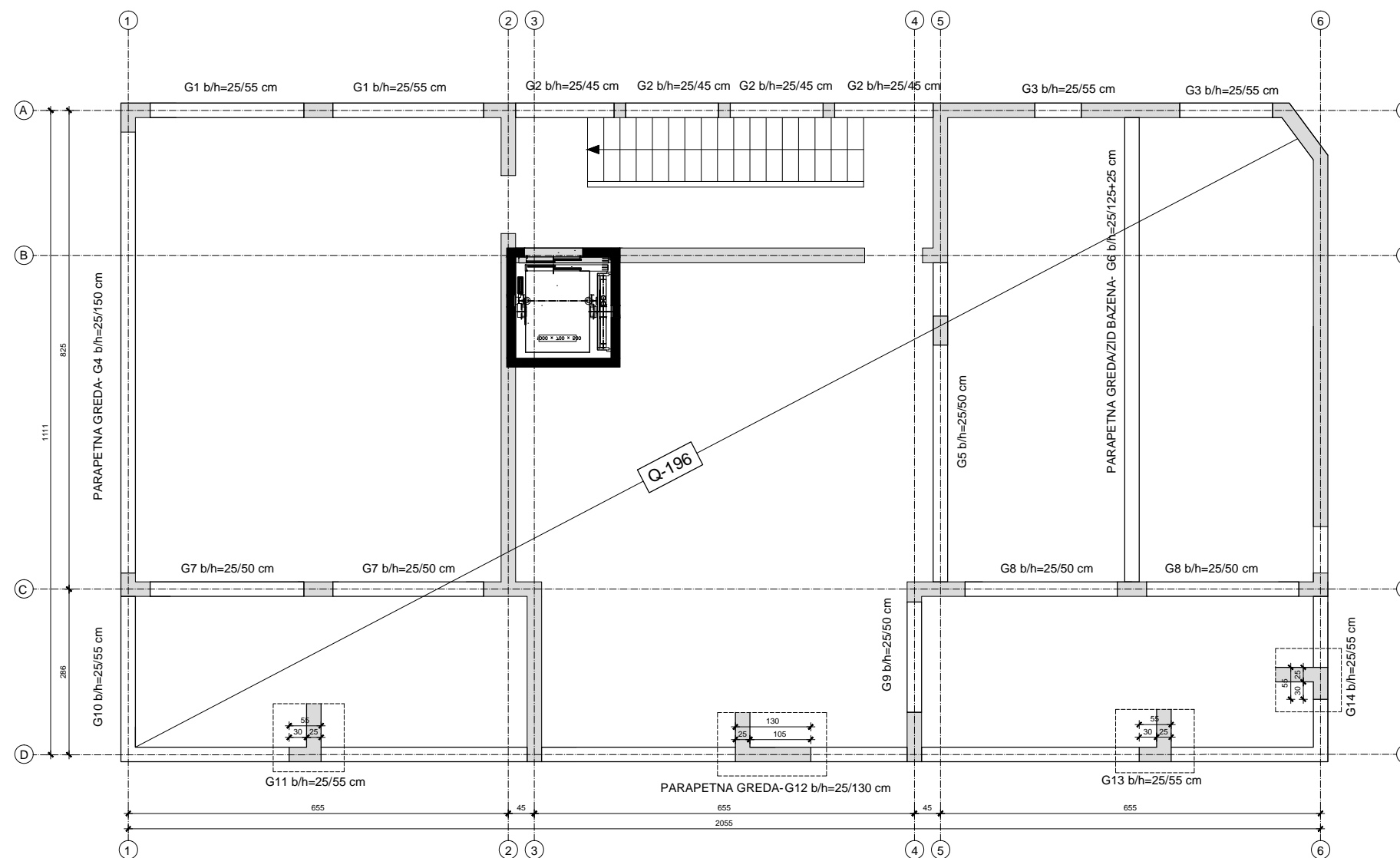
SADRŽAJ:

SKICA ARMATURE- POZ 500  
DONJA ZONA

MJERILO:

M= 1:100

SKICA ARMATURE- POZ 500 GORNJA ZONA  
M 1:100



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT

Diplomski sveučilišni studij  
građevinarstva, smjer Kontrukcije

Katedra za betonske konstrukcije i  
mostove

PREDMET: Diplomski rad

MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin

STUDENT: Anđela Čavčić

FAZA: GLAVNI PROJEKT

VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT-  
PROJEKT KONSTRUKCIJE

GRAĐEVINA: STAMBENA  
GRAĐEVINA  
Zadar, Vitrenjak

datum: srpanj, 2022.

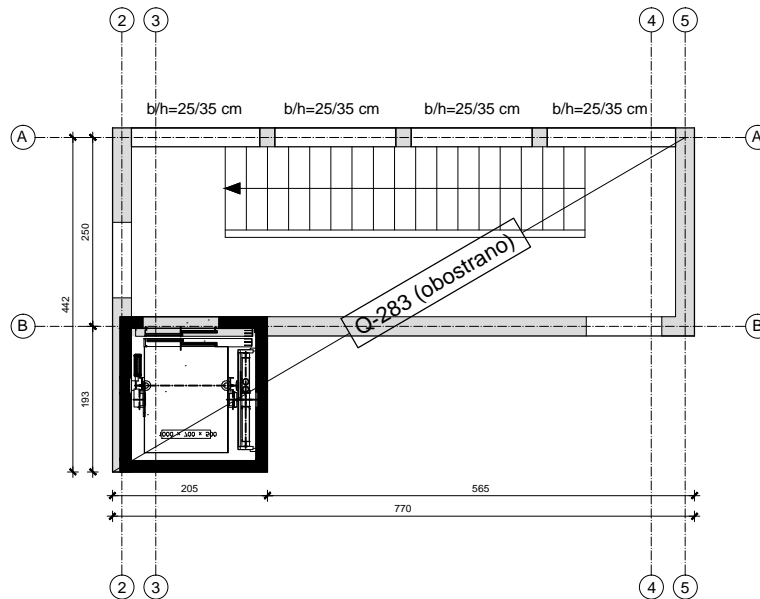
SADRŽAJ:

SKICA ARMATURE- POZ 500  
GORNJA ZONA

MJERILO:

M= 1:100

SKICA ARMATURE NADGRAĐA- POZ 600  
M 1:100



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT

Diplomski sveučilišni studij  
građevinarstva, smjer Kontrukcije

Katedra za betonske konstrukcije i  
mostove

PREDMET: Diplomski rad

MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin

STUDENT: Anđela Čavčić

FAZA: **GLAVNI PROJEKT**

VRSTA: **GRAĐEVINSKI PROJEKT-  
PROJEKT KONSTRUKCIJE**

GRAĐEVINA: **STAMBENA  
GRAĐEVINA  
Zadar, Vitrenjak**

datum: srpanj, 2022.

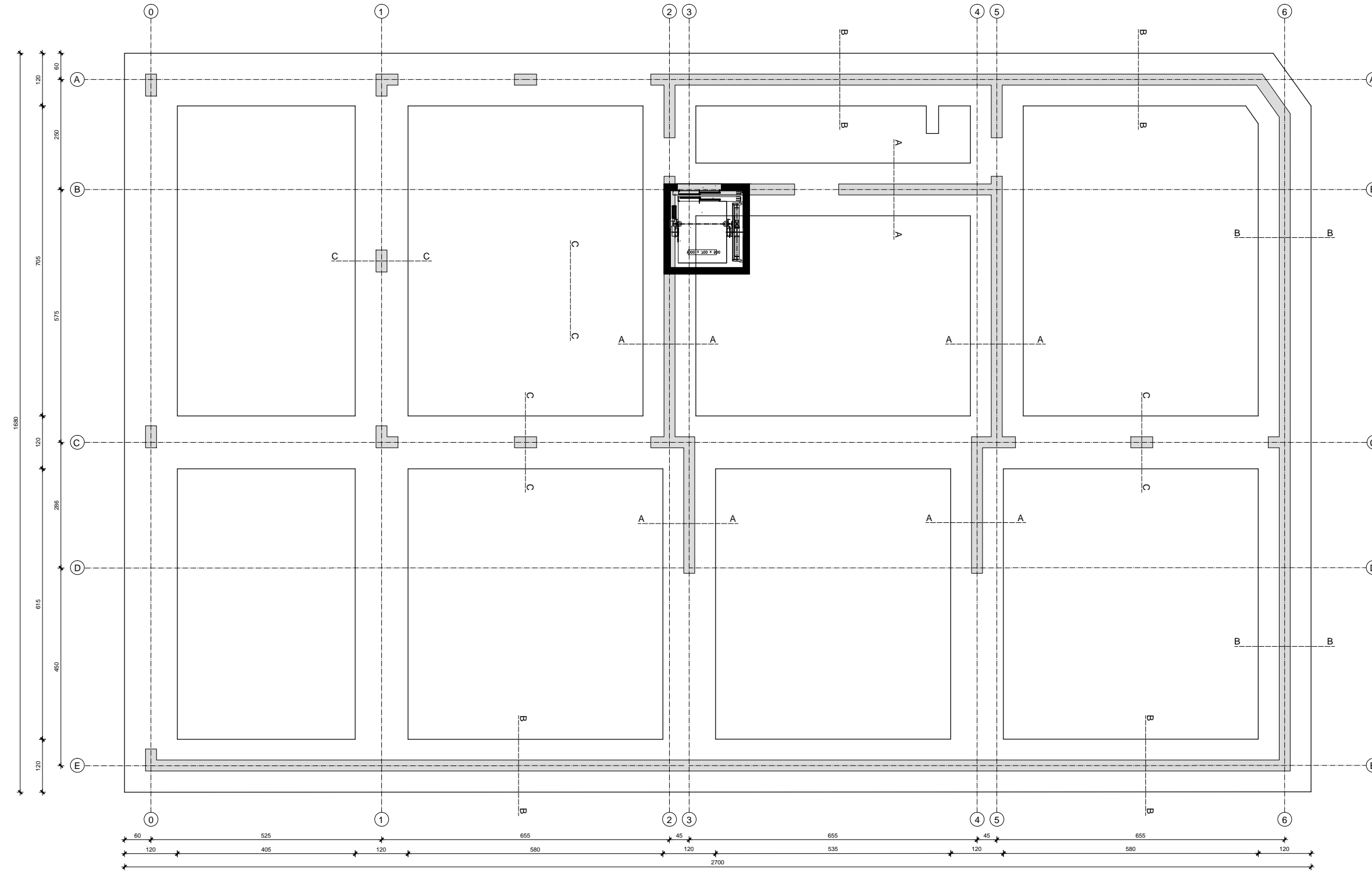
SADRŽAJ:

SKICA ARMATURE NADGRAĐA -  
POZ 600

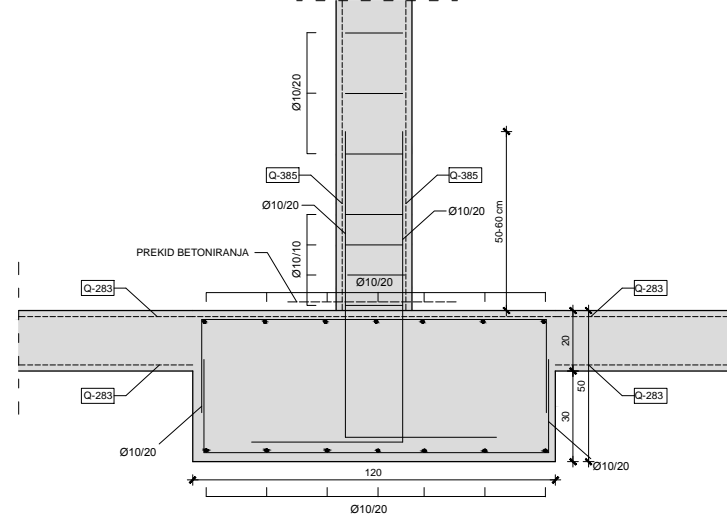
MJERILO:

**M= 1:100**

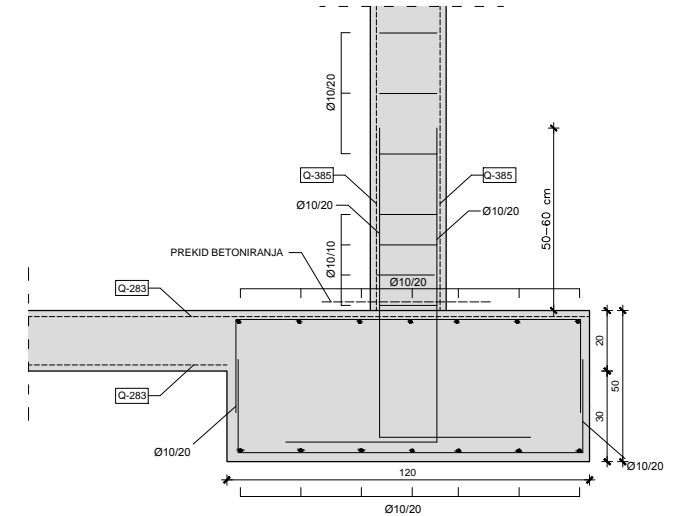
SKICA ARMATURE TEMELJNIH TRAKA  
M 1:100



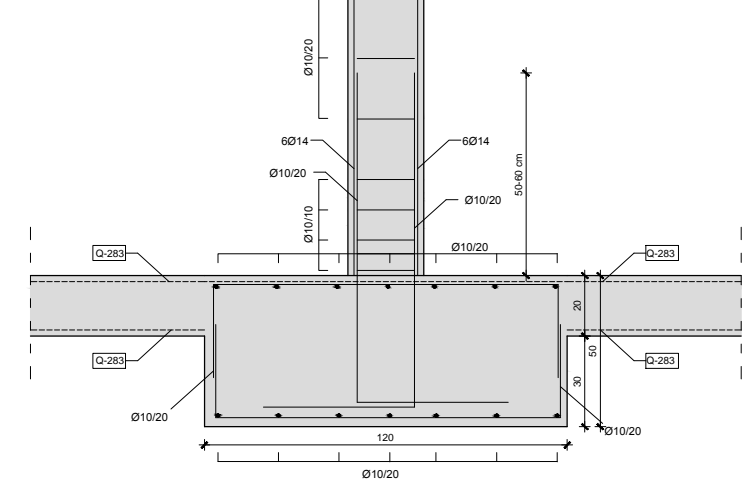
PRESJEK A-A  
M 1:25



PRESJEK B-B  
M 1:25



PRESJEK C-C  
M 1:25

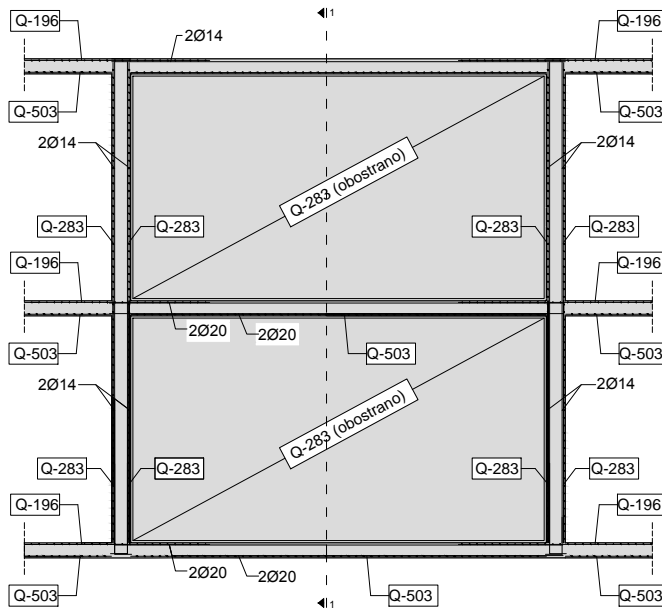


Diplomski sveučilišni studij  
građevinarstva, smjer Konstrukcije  
Katedra za betonske konstrukcije i  
mostove  
PREDMET: Diplomski rad  
MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin  
STUDENT: Anđela Čavčić

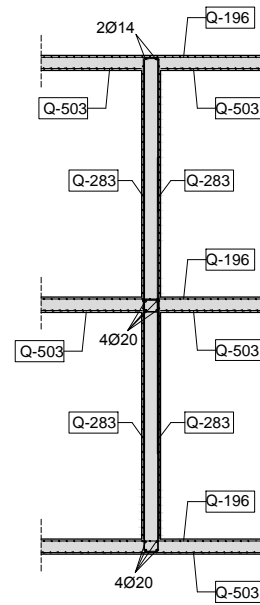
FAZA: GLAVNI PROJEKT  
VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT-  
PROJEKT KONSTRUKCIJE  
GRADEVINA: STAMBENA  
GRADEVINA  
Zadar, Vitrenjak  
datum: srpanj, 2022.

SADRŽAJ:  
SKICA ARMATURE TEMELJNIH  
TRAKA  
MJERILO:  
M= 1:100

# SKICA ARMATURE VISOKOSTIJENOG NOSAČA M 1:100



PRESJEK 1-1



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT

Diplomski sveučilišni studij  
građevinarstva, smjer Kontrukcije

Katedra za betonske konstrukcije i  
mostove

PREDMET: Diplomski rad

MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin

STUDENT: Anđela Čavčić

FAZA: **GLAVNI PROJEKT**

VRSTA: **GRAĐEVINSKI PROJEKT-  
PROJEKT KONSTRUKCIJE**

GRAĐEVINA: **STAMBENA  
GRAĐEVINA  
Zadar, Vitrenjak**

datum: srpanj, 2022.

SADRŽAJ:

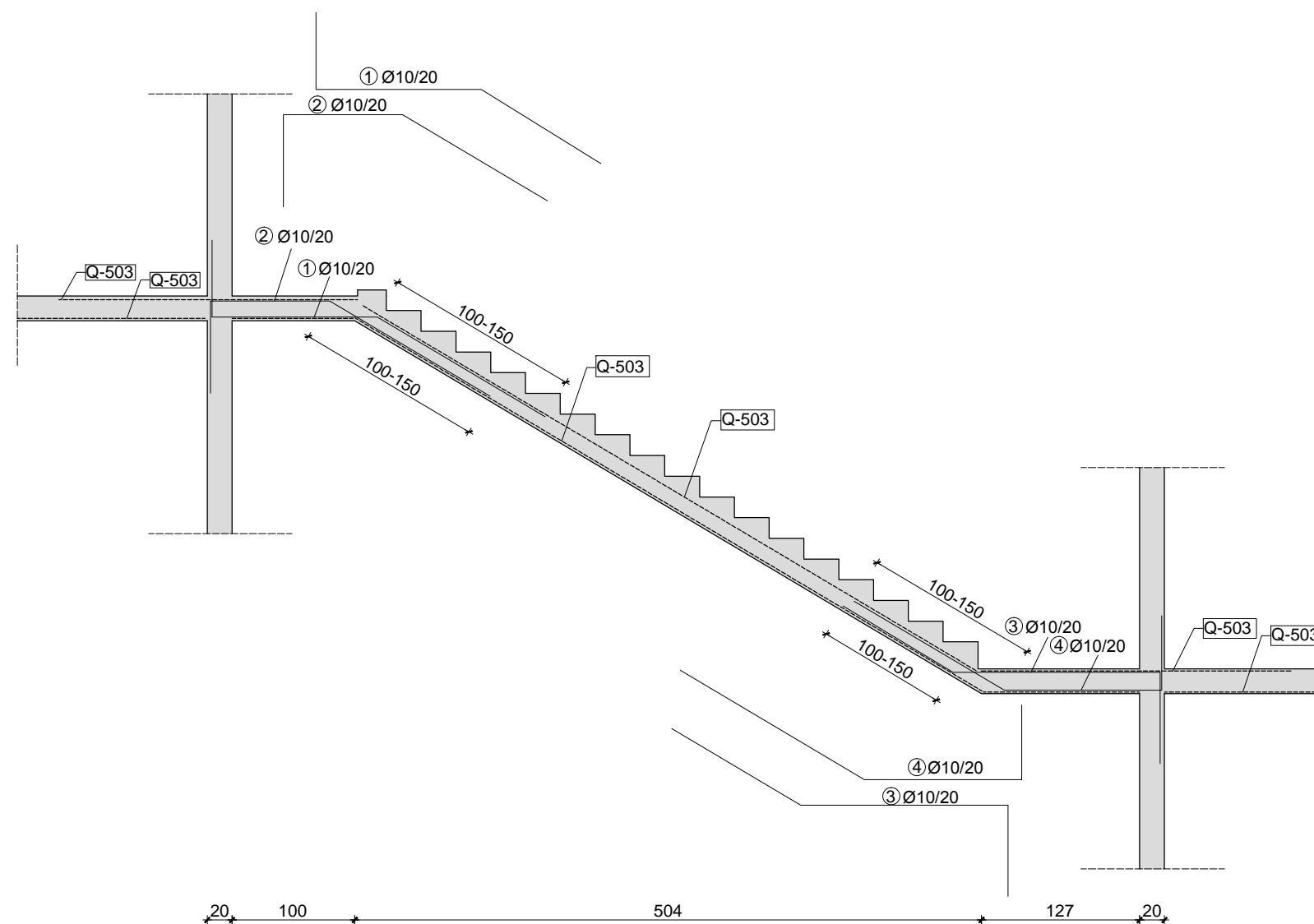
SKICA ARMATURE  
VISKOSTIJENOG NOSAČA

MJERILO:

**M= 1:100**



SKICA ARMATURE STUBIŠTA  
M 1:50



Diplomski sveučilišni studij  
građevinarstva, smjer Kontrukcije

Katedra za betonske konstrukcije i  
mostove

PREDMET: Diplomski rad

MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin

STUDENT: Anđela Čavčić

FAZA: GLAVNI PROJEKT

VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT-  
PROJEKT KONSTRUKCIJE

GRAĐEVINA: STAMBENA  
GRAĐEVINA  
Zadar, Vitrenjak

datum: srpanj, 2022.

SADRŽAJ:

SKICA ARMATURE STUBIŠTA

MJERILO:

M= 1:100