

# Centar urbane kulture Sinokoša - glavni projekt (dilatacija A)

---

Žigo, Mario

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:123:265261>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-04**



*Repository / Repozitorij:*

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



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

# **DIPLOMSKI RAD**

**Mario Žigo**

**Split, 2023.**

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

**Mario Žigo**

**Centar urbane kulture Sinokoša –  
glavni projekt (dilatacija A)**

**Diplomski rad**

**Split, 2023.**

*Ovim putem želim iskazati neizmjernu zahvalu mojoj obitelji i djevojci za stalnu i bezuvjetnu podršku i vjeru u mene i moje sposobnosti. Mentoru prof. dr. sc. Alenu Harapinu od srca zahvaljujem na stručnom vodstvu i vremenu koje je ulagao u moj rad, kako tijekom nastanka ovog diplomskog rada, tako i tijekom cijelog mog visokoškolskog obrazovanja. Zahvaljujem svojim kolegama na svakoj suradnji i podršci tijekom našeg zajedničkog puta, hvala i svim prijateljima na podršci i prijateljstvu. Hvala cijelom osoblju fakulteta na pristupačnosti i angažmanu tijekom cijelog studija. Zahvaljujem i svim ostalim osobama koje su na bilo koji način bile uz mene, njihova podrška mi je bila neizmjerno važna i cijenjena. Zahvalan sam na cijelom ovom putovanju, jednom posebnom poglavlju života, i veselim se budućim prilikama u kojima ću moći podijeliti svoje znanje i iskustvo, stečeno na fakultetu, s drugima.*

## **Centar urbane kulture Sinokoša – glavni projekt (dilatacija A)**

### ***Sažetak:***

U radu je prikazan glavni projekt jedne od tri dilatacije objekta „Centar urbane kulture Sinokoša“. Objekt će se nalaziti u Makarskoj, predio Sinokoša. Glavni projekt predmetne građevine predviđen je na građevinskim česticama k. č. 3066/1, 3066/2, 3069/1 Makarska – Makar. Predmetna građevina sastoji se od tri dilatacije od kojih ona s najvećom katnosti ima šest katova nad zemljom, te tri etaže ukopane pod zemljom na kojima se nalaze garaže. Građevina je projektirana kao monolitna 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:***

stambeno – poslovna građevina, glavni projekt, monolitna izvedba

## **Sinokoša Urban Culture Center – main project (dilation A)**

### ***Abstract:***

The paper presents the main project of one of the three expansions of the "Sinokoša Urban Culture Center" facility. The facility will be located in Sinokoša area in Makarska. The main project of the mentioned building is planned on building plots no. 3066/1, 3066/2, 3069/1 Makarska - Makar. The building consists of three expansions, with the one having the highest number of floors consisting of six floors above ground, and three underground levels containing garages. The structure is designed as a monolithic construction with reinforced concrete walls, columns, and reinforced concrete slabs as intermediate floor structures. The project includes a technical description of the structure, general and specific technical conditions, a plan for quality control and assurance, calculations of load-bearing structural elements, as well as characteristic architectural drawings and reinforcement plans.

### ***Keywords:***

residential-commercial building, main project, monolithic construction

## Sadržaj

1. TEHNIČKI OPIS.....	7
1.1. OPĆENITO (PROJEKTNI ZADATAK) .....	7
1.2. NOSIVA KONSTRUKCIJA .....	8
1.3. PODACI O GEOTEHNIČKIM ISTRAŽNIM RADOVIMA .....	8
1.4. HORIZONTALNE NOSIVE KONSTRUKCIJE.....	8
1.5. VERTIKALNE NOSIVE KONSTRUKCIJE .....	8
1.6. OSTALE NOSIVE KONSTRUKCIJE .....	9
1.7. OTPORNOST A-B KONSTRUKCIJE NA DJELOVANJE POŽARA .....	9
2. PLAN KONTROLE I OSIGURANJE KVALITETE .....	10
2.1. OPĆENITO .....	10
2.2. OPĆI PODACI I DEFINICIJE.....	10
2.3. KONTROLA KVALITETE .....	14
2.4. MATERIJALI.....	15
2.5. BETONSKI I ARMIRANOBETONSKI RADOVI.....	19
2.6. IZVEDBA ZIDOVA .....	26
2.7. OSTALI RADOVI I MATERIJALI.....	26
2.8. NADZOR.....	27
2.9. MJERE U SLUČAJU NESUKLADNOSTI.....	28
2.10. NORME KOJE TRETIRAJU RADOVE U OVOM PROGRAMU KONTROLE.....	29
3. POSEBNI TEHNIČKI UVJETI .....	34
3.1. OPLATA I SKELE.....	34
3.2. TRANSPORT I UGRADNJA BETONA.....	35
3.3. BETONIRANJE PRI VISOKIM TEMPERATURAMA.....	36
3.4. BETONIRANJE PRI NISKIM VANJSKIM TEMPERATURAMA .....	37
3.5. OBAVEZE IZVOĐAČA.....	37
3.6. NAČIN ZBRINJAVANJA GRAĐEVNOG OTPADA .....	38
4. ANALIZA OPTEREĆENJA .....	40
4.1. PODACI O DJELOVANJIMA NA KONSTRUKCIJU .....	40

4.1.1. STALNO DJELOVANJE.....	41
4.1.2. PROMJENJIVO DJELOVANJE.....	42
4.1.3. OPTEREĆENJE SNIJEGOM.....	42
4.1.4. OPTEREĆENJE VJETROM.....	43
4.1.5. IZVANREDNO OPTEREĆENJE.....	53
5. NUMERIČKI MODEL.....	61
6. PRIKAZ DJELOVANJA NA KONSTRUKCIJU.....	64
7. KOMBINACIJE DJELOVANJA.....	66
8. DIMENZIONIRANJE KARAKTERISTIČNIH ELEMENATA.....	70
8.1. GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI.....	71
8.1.1. OGRANIČENJE OŠTEĆENJA.....	72
9. PRORAČUN HORIZONTALNIH ELEMENATA.....	74
9.1. PLOČE.....	74
9.1.1. PRIKAZ POZICIJA.....	74
9.1.2. REZNE SILE.....	75
9.1.3. DIMENZIONIRANJE.....	84
9.2. STUBIŠTE.....	86
9.3. PRIKAZ POPREČNIH PRESJEKA GREDA PO ETAŽAMA.....	91
9.4. PRIKAZ POTREBNE ARMATURE PO POZICIJAMA.....	93
10. PRORAČUN VERTIKALNIH ELEMENATA.....	121
10.1. STUPOVI.....	121
10.1.1. PRORAČUN NA POPREČNU SILU.....	136
10.1.2. OGRANIČENJE TLAČNIH NAPREZANJA.....	139
10.2. ZIDOVI ZASUTI TLOM.....	142
10.3. ZIDOVI KRUTE JEZGRE U X SMJERU.....	145
10.4. ZIDOVI KRUTE JEZGRE U Y SMJERU.....	148
10.5. DIMENZIONIRANJE ZIDOVA NA POPREČNU SILU.....	151
10.6. DIMENZIONIRANJE VISOKOSTJENIH NOSAČA.....	155
11. PRORAČUN ŠIRINE PUKOTINA.....	156

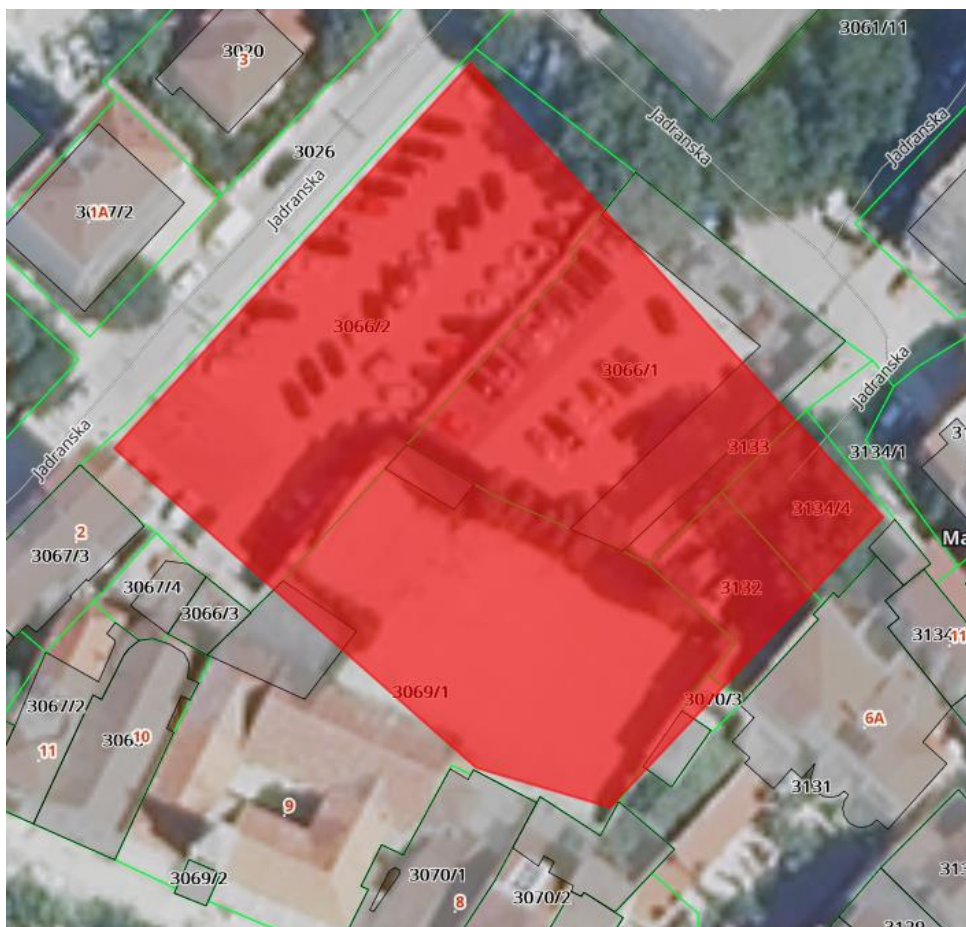
11.1. KONTROLA PUKOTINA NA PLOČAMA.....	157
11.2. KONTROLA PUKOTINA NA GREDAMA.....	160
12. PRORAČUN TEMELJA.....	162
12.1. PRORAČUN TEMELJNIH TRAKA.....	162
12.2. PRORAČUN TEMELJA SAMCA.....	164
13. DETALJI.....	166
14. LITERATURA.....	168
15. GRAFIČKI PRILOZI.....	169



# 1. TEHNIČKI OPIS

## 1.1. OPĆENITO (PROJEKTNI ZADATAK)

Cilj ovoga rada je izrada glavnog projekta dijela građevine „Centar urbane kulture Sinokoša“ na lokaciji u Makarskoj (Sinokoša), k. č. 3066/1, 3066/2, 3069/1 Makarska – Makar, Dilatacija 1. Katnost planirane građevine je 3 podzemne etaže, prizemlje i 5 katova završno s ravnim neprohodnim krovom (P0-3,PR+5K).



1.1 Pozicija zgrade

**PODZEMNE ETAŽE -3, -2, -1** – garažna mjesta

**PRIZEMLJE** – kulturno poslovni sadržaji

**1. KAT**– stambeno poslovne jedinice

**2., 3., 4., 5.** – stambene jedinice

## 1.2. NOSIVA KONSTRUKCIJA

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

## 1.3. 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 temeljenana 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:  $\sigma_{dop,tla} = 400 \text{ kPa}$ .

## 1.4. HORIZONTALNE NOSIVE KONSTRUKCIJE

Međukatne i krovne konstrukcije će se izvesti kao AB ploče debljine 15, 20 i 25cm, sve prema ovomprojektu 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 ovogprojekta. Potrebno ih je izraditi od betona C25/30 i armirati s armaturnim čelikom B500B.

## 1.5. 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 betonaC25/30, dimenzija prema planu pozicija. Armirati ih obostrano mrežama B500B i šipkastom armaturom B500B na krajevima zidova - a sve prema proračunu iz ovog projekta.

## **1.6. 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).

## **1.7. 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 uslučaju 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 ogradnji (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 ishođenje 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 dopuštanjima 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. Projektну 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 proizvedena 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 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, ovlaštenu zastupnik i distributer dužni su poduzimanjem odgovarajućih mjera osigurati da tehnička svojstva građevnog proizvoda tijekom njegove distribucije ostanu nepromijenjena. Izvođač i druga osoba koja je preuzela građevni proizvod radi građenja dužni su poduzimanjem odgovarajućih mjera osigurati da tehnička svojstva građevnog proizvoda od njegova preuzimanja do ugradnje ostanu nepromijenjena. Građevni proizvod je uporabljiv ako su njegova tehnička svojstva sukladna tehničkoj specifikaciji. Uporabljivost građevnog proizvoda dokazuje se, ovisno o njegovoj vrsti i tehničkoj specifikaciji, izjavom o svojstvima koja se izdaje nakon provedbe, odnosno osiguranja provedbe postupka ocjenjivanja i provjere stalnosti tehničkih svojstava građevnog proizvoda s tehničkom specifikacijom te oznakom koja potvrđuje sukladnost građevnoga proizvoda s objavljenim svojstvima u odnosu na bitne značajke obuhvaćene tom specifikacijom. Isprave o stalnosti svojstava građevnog proizvoda su certifikat o stalnosti svojstava proizvoda i izjava o svojstvima.

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

Proizvođač, ovlaštenu zastupnik, odnosno uvoznik građevnog proizvoda mora prije stavljanja na tržište, odnosno uporabe građevnog proizvoda izraditi tehničke upute i proizvod označiti oznakom 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 dali 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, NN87/10, 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 EN206-1.

### 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 sukladnostikvalitete cementa. Prethodni dokaz kvalitete mora se pribaviti za svaku vrstu i razred cementa pri čemu se pod vrstom cementa podrazumljeva cement određene oznake i određenog proizvođača. Naprijedlog 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 zasvaku 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 predočiti certifikat za svaku pošiljku svih dodataka Nadzornom inženjeru, koji odobrava upotrebu dodatka za svaku vrstu i svaki cement posebno. Zasvaku pošiljku kemijskog dodatka izvođač mora prije uporabe, u laboratoriju

gradilišta provjeriti njegovu kompatibilnost s betonom.

#### Mineralni dodaci betonu

Za konkretnu primjenu mineralnih dodatka 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)

Svojstava čelika potrebno je dokazati sukladno normi HRN EN 10020, nizovima normi HRN EN 1130 i normi HRN EN 10080. Nastavljanje armature zavarivanjem izvoditi sukladno normama HRNEN 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. Nearmirani 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 proizvođačabetona, a zatim s odabranim sastavima na betonari. Ukoliko se beton proizvodi na gradilištu, Izvođačradova 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 programkontrola kvalitete), s time da receptura bude odobrena od Nadzornog inženjera.



## ISPORUKA SVJEŽEG BETONA

Informacije korisnika betona oizvođaču

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 isljedeće:

- 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 kojeta 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

premaprojektnim 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 građiva 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 budupostojale) 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 građiva 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 rasprostiranjem
HRN EN 12350-6	Ispitivanje svježeg betona – 6. dio: Gustoća
HRN EN 12350-7	Ispitivanje svježeg betona – 7. dio: Sadržaj pora – Tlačne metode
HRN EN 12390-1	Ispitivanje očvršnalog betona – 1. dio: Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe
HRN EN 12390-2	Ispitivanje očvršnalog betona – 2. dio: Izradba i njegovanje uzoraka za ispitivanje čvrstoće
HRN EN 12390-3	Ispitivanje očvršnalog betona – 3. dio: Tlačna čvrstoća uzoraka
HRN EN 12390-6	Ispitivanje očvršnalog betona – 6. dio: Vlačna čvrstoća cijepanjem uzoraka
HRN EN 12390-7	Ispitivanje očvršnalog betona – 7. dio: Gustoća očvršnalog 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/ilipostrojenja 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 idrugih 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 iobveze 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 ispušćenja. 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 plohama 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 protjecanju vode, da se skidanje može obaviti lako i bez oštećenja rubova i površine. Površina oplata mora biti očišćena od inkrustacija i sveg materijala koji bi mogao štetno djelovati na izložene vanjske plohe. Kad se oplata premazuje uljem, mora se spriječiti prljanje betona i armature. Oplata, ukoliko je drvena, mora prije betoniranja biti natopljena vodom na svim površinama koje će doći u dodir s betonom i zaštićena od prijanjanja za beton premazom vapnom.

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

Oplata se mora skidati prema određenom redosljedju, pažljivo i stručno, da se izbjegnu oštećenja. Moraju se poduzeti mjere predostrožnosti za slučaj neplaniranog kolapsa. Nadzorni inženjer će odrediti kad se mora, odnosno može, skidati oplata. Sve skele (za oplatu, pomoćne i fasadne) morajuse izvesti od zdravoga drva ili čeličnih cijevi potrebnih dimenzija.

Sve skele moraju biti stabilne, ukrućene dijagonalno u poprečnom i uzdužnom smislu, te solidno vezane sponama i kliještima. Mosnice i ograde trebaju biti također dovoljno ukrućene. Skelama treba dati nadvišenje koje se određuje iskustveno u ovisnosti o građevini ili proračunski. Ako to traži nadzorni inženjer, vanjska skela, s vanjske strane, treba biti prekrivena tršćanim ili lanenim pletivom kako bi se uz općenitu zaštitu osigurala i kvalitetnija izvedba i zaštita fasadnog lica. Skele moraju biti izrađene prema pravilima struke i propisima Pravilnika o higijenskim i tehničkim zaštitnim mjerama u građevinarstvu. Nadzorni inženjer mora zabraniti izradu i primjenu oplata i skela koje prema njegovom mišljenju ne bi mogle osigurati traženu kvalitetu lica gotovog betona ili su neprihvatljive kvalitete ili sigurnosti. Prijem gotove skele ili oplate vrši se vizualno, geodetskom kontrolom i ostalom izmjerom. Pregled i prijem gotove skele, oplate i armature vrši nadzorni inženjer. Bez obzira na odobrenu primjenu skela, oplate 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, oplate 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 spojamoguća je samo uz odobrenje nadzornog inženjera.

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

Beton treba ubaciti što bliže njegovom konačnom položaju u konstrukciji da bi se izbjegla segregacija. Smije se vibrirati samo oplatom ukliješten beton. Nije dozvoljeno transportiranje betonapomoću pervibratora. Ugrađeni beton ne smije imati temperaturu veću od 45 °C u periodu od 3 dananakon 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 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 betonado ugradnje treba biti što kraće, kako bi se izbjegli problemi pri pražnjenju transportnih sredstava i ugradnji zbog smanjenja obradivosti.

Ugrađivanje se mora odvijati brzo i bez zastoja. Redosljed betoniranja mora omogućiti povezivanje novog betona s prethodnim. U uvjetima vrućeg vremena najpogodnije je njegovanje vodom.

Njegovanje treba početi čim beton počne očvršćivati. Ako je intenzitet isparavanja blizu kritične granice, površina se može finim raspršivanjem vode održavati vlažnom, bez opasnosti od ispiranja. Čelične oplata treba rashlađivati vodom, a podloga prije betoniranja mora biti dobro nakvašena.

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

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

### **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 svježih 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 ugradnjemora 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 gospodarenju otpadom (NN 84/2021)
- 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 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 određen način obrade ili odlaganja, a može biti: usitnjavanje, ovlaživanje, pakiranje, odvodnjavanje, oprашivanje, očvršćivanje te postupci kojima se smanjuje utjecaj štetnih tvari koje sadrži otpad. S građevnim otpadom treba postupiti u skladu s Pravilnikom o uvjetima za postupanje s otpadom.

Taj pravilnik predviđa moguću termičku obradu za slijedeći otpad:

- drvo
- plastiku,
- asfalt koji sadrži katran 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
<b>G</b>	<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>
<b>Q1</b>	<b>Promjenjiva djelovanja:</b> uporabno opterećenje, pokretna oprema i sl.
<b>W</b>	<b>Vjetar.</b> Djelovanje u smjeru globalne osi <b>W<sub>x</sub></b> i <b>W<sub>y</sub></b>
<b>S</b>	<p><b>Potres:</b></p> <p><b>S<sub>x</sub></b>- djelovanje u smjeru globalne osi X <b>S<sub>y</sub></b> - djelovanje u smjeru globalne osi Y <b>T<sub>x</sub>,T<sub>y</sub></b> - uvrtnje (slučajni ekscentricitet)</p>

#### 4.1.1. STALNO DJELOVANJE

##### Vlastita težina elementa konstrukcije

Stalno opterećenje uključeno je u proračun prema slijedećem:

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

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

##### Ostala stalna djelovanja

###### 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 ( $\rho \leq 300 \text{ kg/m}^3$ ) 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>
Gdod = dodatno stalno djelovanje		<b>g<sub>dod</sub> = 2.10 kN/m<sup>2</sup></b>

###### Međukatne ab konstrukcije:

slojevi poda	2.20 kN/m <sup>2</sup>	
AB ploča – uključeno u računalnom programu		-
<u>glet masa, instalacije, ostalo stalno opterećenje</u>		<u>0.30 kN/m<sup>2</sup></u>
Gdod = dodatno stalno djelovanje		<b>g<sub>dod</sub> = 2.50 kN/m<sup>2</sup></b>

###### Stubište:

završna obrada	1.30 kN/m <sup>2</sup>	
AB ploča – uključeno u računalnom programu		-
<u>žbuka</u>	<u>0.30 kN/m<sup>2</sup></u>	
Gdod = dodatno stalno djelovanje		<b>g<sub>dod</sub> = 1.60 kN/m<sup>2</sup></b>

#### 4.1.2. PROMJENJIVO DJELOVANJE

Minimalno korisno opterećenje za zgrade definirano je u EC1991-1-1. Ovo korisno (pokretno) opterećenje je najmanje koje se smije primijeniti na zgradama. Na zahtjev investitora ili pri procjeni projektanta smije se koristiti i veće opterećenje. Za potrebe proračuna, a prema EC1991-1-1 korištena su opterećenja u Tablici 4.1.

Tablica 4.2 Korisna opterećenja

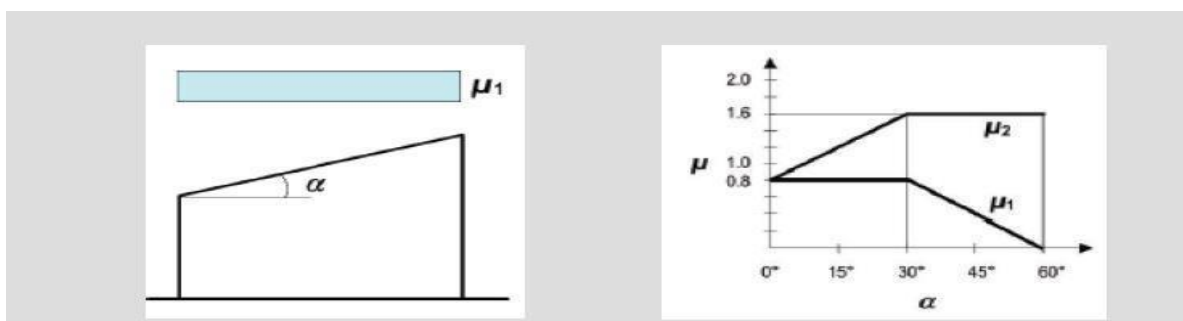
Q1 – neprohodni krovovi	q1=1.0 kN/m <sup>2</sup>
Q2 – prohodni krovovi	q2=4.0 kN/m <sup>2</sup>
Q3 – stanovi	q3=2.0 kN/m <sup>2</sup>
Q4 – stubište	q4=3.0 kN/m <sup>2</sup>
Q5 – parking	q5=5.0 kN/m <sup>2</sup>
Q6 – Područja bez prepreka za kretanje ljudi, npr. prostori u muzejima, izložbene sobe itd. i pristupni prostori u javnim i upravnim zgradama, hotelima, bolnicama, predvorjima željezničkih postaja.	Q6=7.0 kN/m <sup>2</sup>

#### 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  
→  $\alpha = 5^\circ$

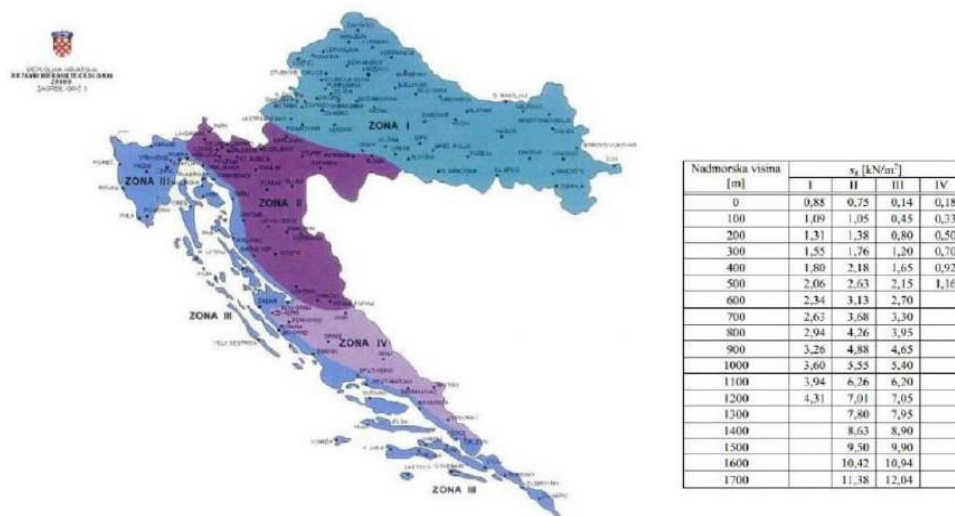


Kut nagiba krova $\alpha$	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1$	0,8	$0,8 (60 - \alpha) / 30$	0,0
$\mu_2$	$0,8 + 0,8 \alpha / 30$	1,6	–

4.1 Očitavanje koeficijenta oblika

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

⇒zona Makarska, područje 3. (priobalje i otoci), nadmorska visina do 100 m



4.2. Karta karakterističnih vrijednosti opterećenja snijegom obzirom na područje

- $C_e$  - koef. izloženosti →  $C_e = 1.0$

- $C_t$  - toplinski koef. →  $C_t = 1.0$

⇒  $s = 0.8 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 0.45 = 0.36 [kN/m^2]$

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

#### 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).

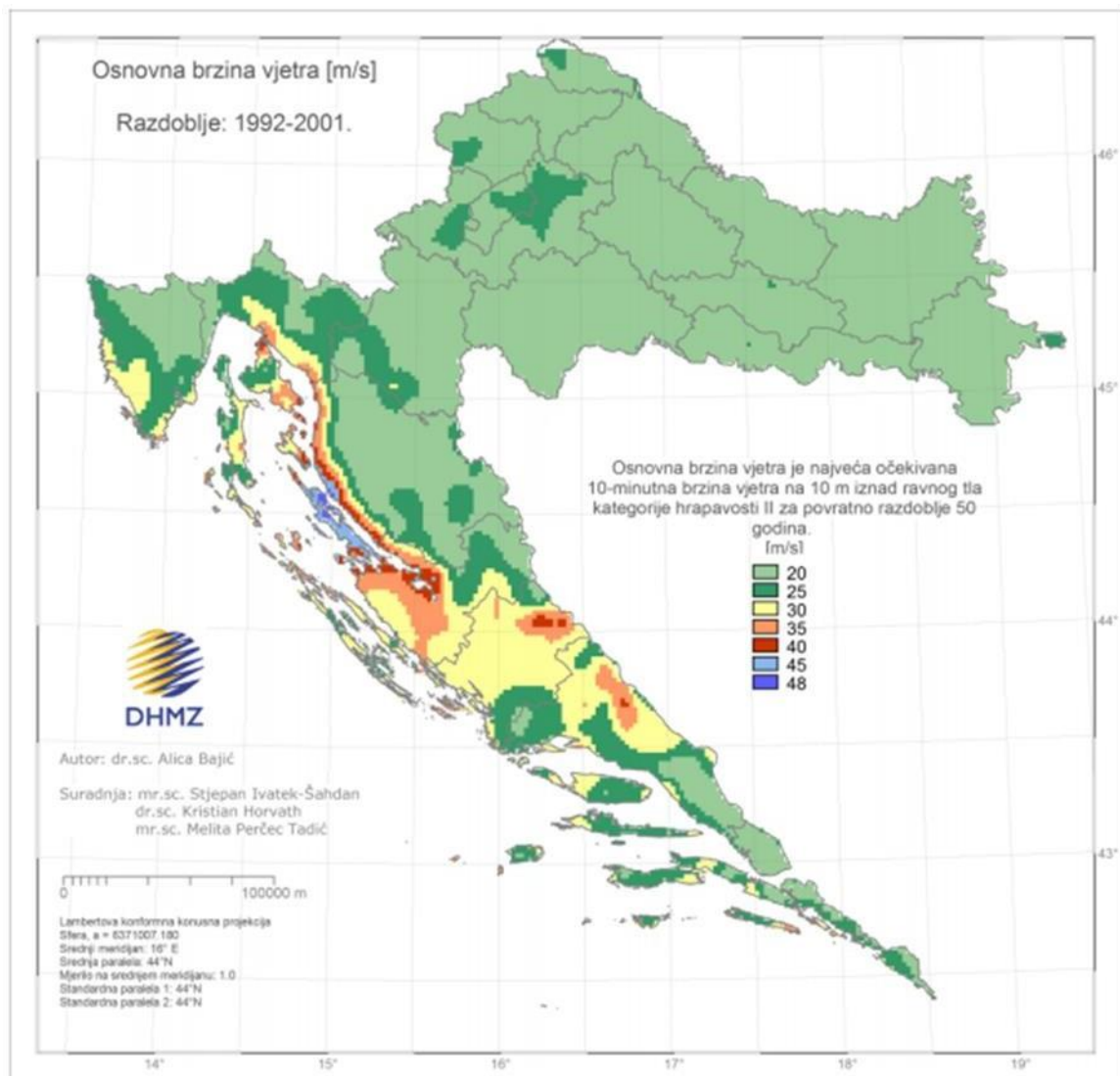
$v_{b,0}$  (ili  $v_{ref,0}$  - u prednormi) je osnovna poredbena brzina vjetra ovisna o geografskom položaju objekta (dana na mapi na sljedećoj stranici). Osnovna poredbena vrijednost brzine vjetra je karakteristična srednja 10 - minutna vrijednost brzine vjetra, neovisna o smjeru vjetra, vremenu i 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 vjeta ( $c_{DIR}$ ) proizlazi iz odnosa brzine vjeta za različiti smjer vjeta 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 vjeta s nadmorskomvisinom, zbog ograničenog broja mjernih mjesta na planinskom području Republike Hrvatskenije moguće egzaktno odrediti, te se koristi izraz:  $c_{ALT} = 1 + 0.0001 \cdot a_s$ ,

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



4.3 Karta osnovne brzine vjeta za RH

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

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

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

$$k_r = 0.19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0.07} - \text{koeficijent terena (Tablica 4.3.)}$$

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

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

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

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

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

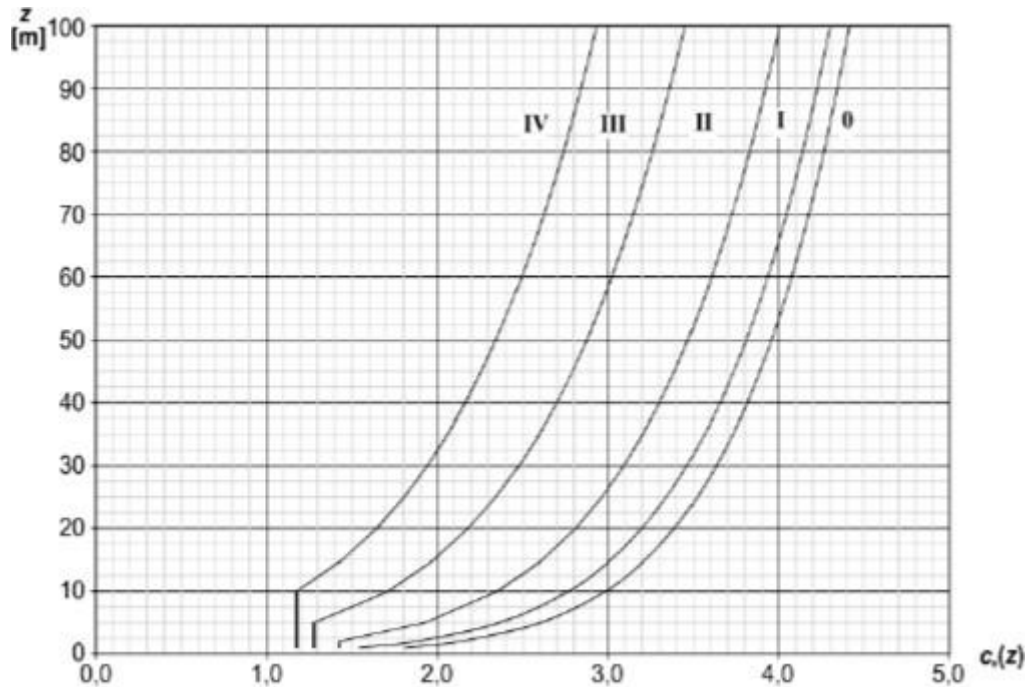
$$I_v(z) = \frac{k_1}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)}, \quad k_1 - \text{faktor turbulencije } (k_1 = 1.0)$$

Maksimalni pritisak brzine vjetra:

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

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

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



4.5 Dijagram ovisnosti kategorije terena i visine objekta iznad terena

Rezultirajući pritisak vjetra:

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

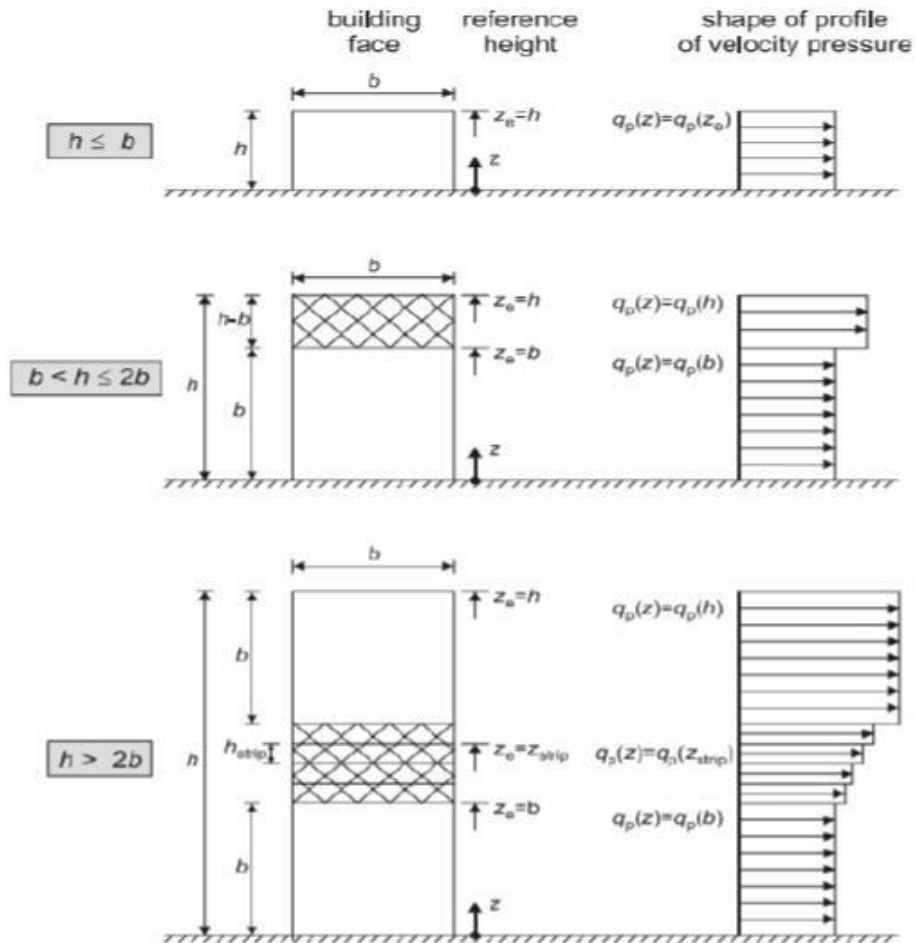
$c_{pe}$  – koeficijent vanjskog tlaka

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

$c_{pi}$  – koeficijent unutarnjeg tlaka

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

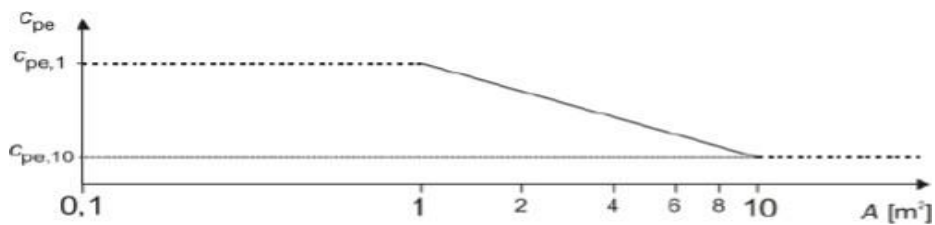




4.6 Referentna visina  $z_e$  u ovisnosti o  $h$  i  $b$ , te odgovarajući profil brzina

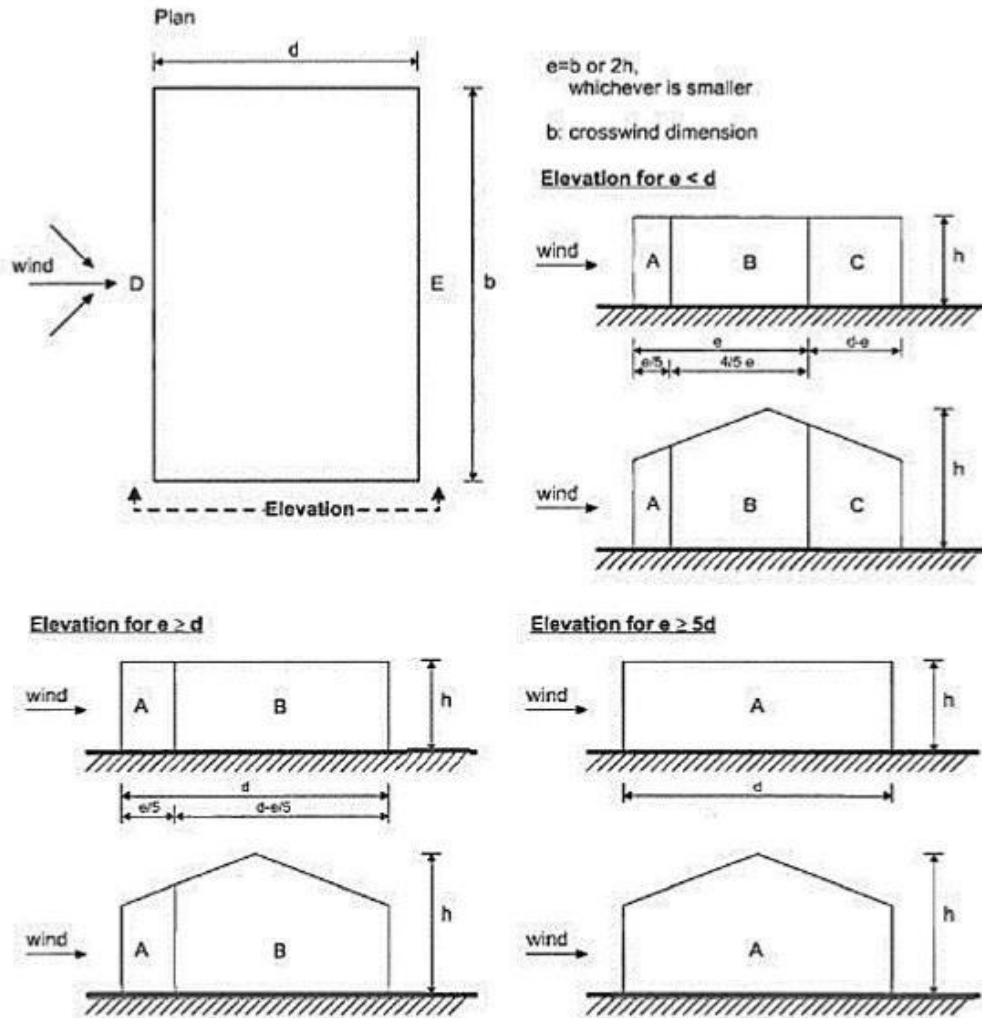
**Određivanje koeficijenta vanjskog pritiska  $c_{pe}$ :**

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  $10 \text{ m}^2$ , uzima se  $c_{pe,1}$ , a ako je veća od  $10 \text{ m}^2$ , uzima se  $c_{pe,10}$ .

- Vertikalni zidovi



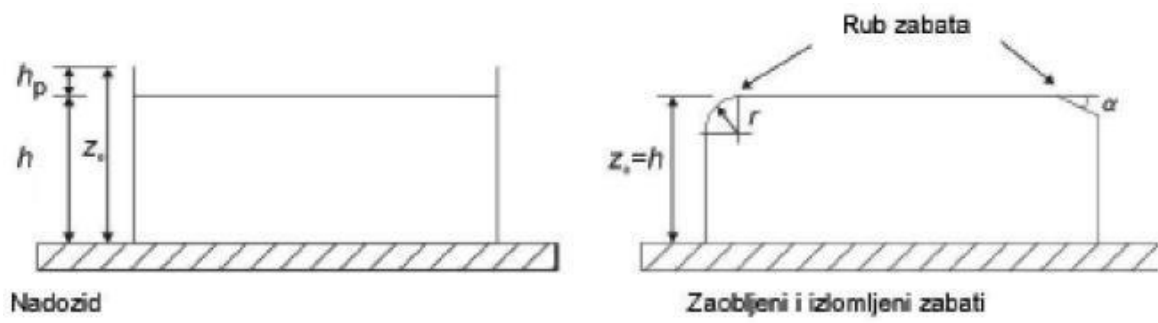
4.7 Podjela na zone A, B, C, D i E u ovisnosti o  $e$  i  $d$

Tablica 4.3. Preporučene vrijednosti koeficijenta vanjskog pritiska na vertikalne zidove

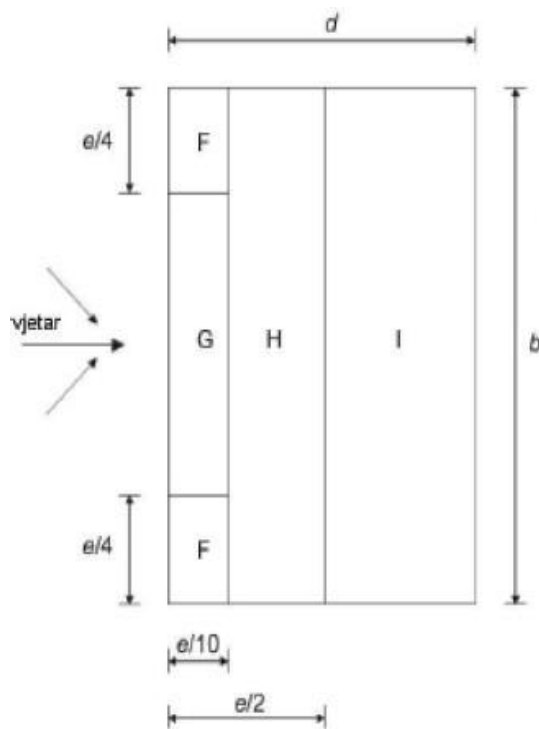
Područje	A		B		C		D		E	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
$h/d \geq 5$	-1,4	-1,7	-0,8	-1,1	-0,5	-0,7	+0,8	+1,0	-0,5	-0,7
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	-0,5

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



4.8 Način izvedbe ravnog krova



$e = b$  ili  $2 \cdot h \rightarrow$  odabire se manja vrijednost  
 $b$  - dimenzija okomito na vjetar

4.9 Prikaz područja vjetra za ravni krov

Tablica 4.4. 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	$h_p/h = 0,025$	-1,8	-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 vrijednosti za  $\alpha = 30^\circ$ ,  $45^\circ$  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 tiska dani su u tablici 7.4a „Koeficijenti vanjskog tiska za dvostrešne krovove; smjer vjetra 0°“, područje F i G, ovisno o nagibu izlomljenog zabata.

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

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

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

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

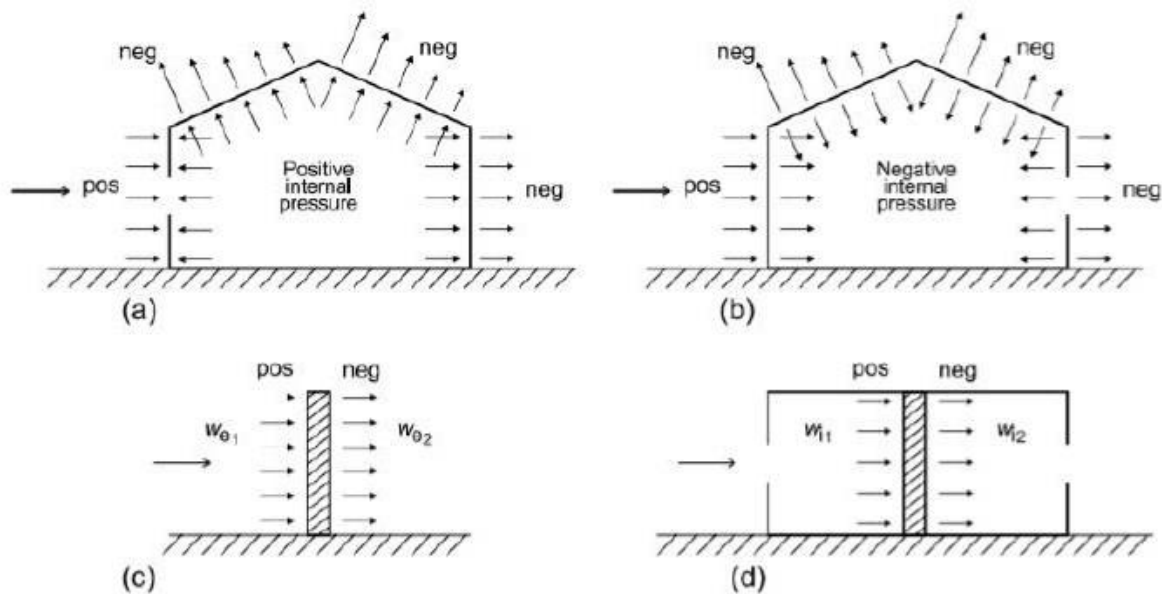
Koeficijent unutarnjeg pritiska se uzima:

$c_{pi} = 0.75 \cdot c_{pe}$  – 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.



4.10 Shema vanjskog i unutarnjeg pritiska

### Rezultati proračuna vjetra

$$v_{b,0} = 35 \frac{m}{s} - \text{očitano za grad Makarsku}$$

$$C_{DIR} = 1.0$$

$$C_{TEM} = 1.0$$

$$C_{ALT} = 1 + 0.0001 \cdot a_s, a_s = 10 \text{ m. n. m.}$$

$$C_{ALT} = 1 + 0.0001 \cdot 10 = 1.001$$

$$v_b = C_{DIR} \cdot C_{TEM} \cdot C_{ALT} \cdot v_{b,0} = 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.001 \cdot 35 = 35.04 \text{ m/s}$$

Kako je zgrada veće širine od visine, mjerodavna visina joj je ukupna visina. Mjerodavna visina zgrade je 19.9 m. Mjerodavna visina je veća od minimalne (2.0 m) i manja od maksimalne (200 m), pa je:

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0.234 \cdot \ln\left(\frac{19.9}{1}\right) = 0.70$$

Srednja brzina vjetra:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 0.70 \cdot 1 \cdot 35.04 = 24.53 \text{ m/s}$$

Intezitet tubulencije:

$$I_v(z) = \frac{k_1}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1.0}{1.0 \cdot \ln\left(\frac{19.9}{1}\right)} = 0.334$$

Maksimalni pritisak brzine vjetra  $q_p(z)$ :

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

$$q_p(z) = (1+7 \cdot 0.334) \cdot \frac{1}{2} \cdot 1.25 \cdot 24.53^2$$

$$q_p(z) = 1255.34 \text{ N/m}^2 = 1,255 \text{ kN/m}^2$$

**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

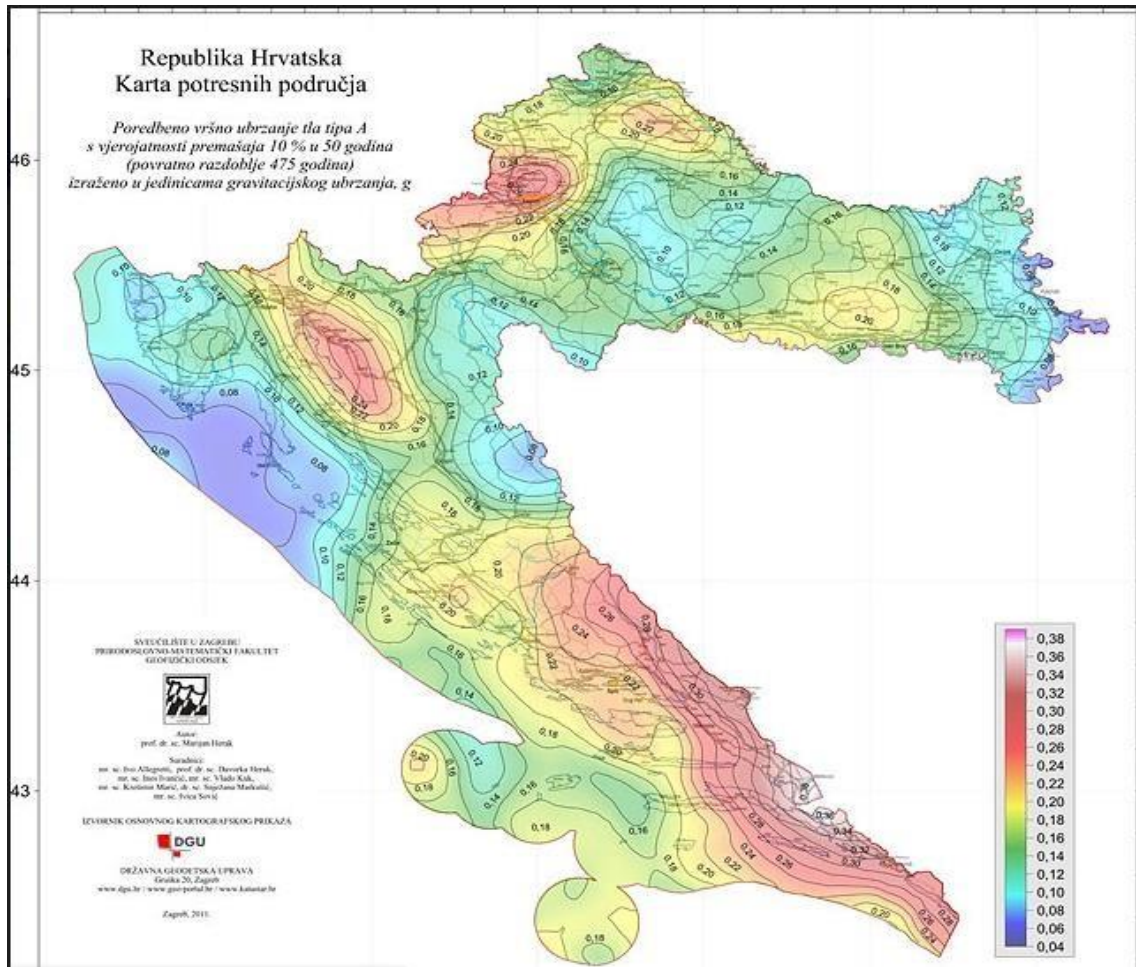
Konstrukcije se u potresnim područjima moraju projektirati i graditi tako da ispune zahtjeve da ne smije doći do rušenja i zahtjev ograničenog stanja oštećenja. Kako bi to postigli ti zahtjevi moraju se provjeriti granična stanja nosivosti i granična stanja oštećenja. Proračun potresnog opterećenja napravljen je koristeći prostorni model konstrukcije u računalnom programu Scia Engineer 22.0. Potresne sile su određene koristeći višemodalnu (spektralnu) analizu prema EC-8 sa SRSS metodom izračuna. Potresne sile uvelike ovise o unesenim parametrima kao što su *klasa tla* na kojoj će se nalaziti građevina, *proračunsko ubrzanje tla* na tom području, *duktilnost konstrukcije* itd. Neki od tih parametara direktno se unose na temelju normama definiranih vrijednosti dok se ostale vrijednosti parametara uzimaju u obzir kroz vrijednosti faktora ponašanja o kojemu će kasnije u tekstu biti riječ. Potresno djelovanje u nekoj točki na površini općenito se prikazuje elastičnim spektrom odziva. Razlikujemo dva tipa elastičnog spektra odziva o očekivanoj magnitudi površinskih poprečnih valova. Za magnitude veće od 5.5 odaberemo TIP 1, a za magnitude manje od 5.5 odaberemo TIP 2 elastičnog spektra odziva. Budući da se dio potresne energije u konstrukciji troši njenim deformiranjem ovisno o sklonosti deformiranju općenito se dopušta proračun na djelovanje sila koje su manje od onih u elastičnom spektru odziva. Da bi se izbjegao nelinearni proračun uzima se u obzir kapacitet konstrukcije trošenju energije. Taj kapacitet ovisi o duktilnosti konstrukcije tj. njenih elemenata. Duktilnije konstrukcije imaju veći kapacitet trošenja energije i smanjenja potresnog utjecaja. To smanjenje potresnih sila radi se na način da se elastični spektar odziva umanji 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 *Makarskoj*, koja se prema seizmičkoj rajonizaciji nalazi u području gdje je poredbeno vršno ubrzanje tla  $0,28 g$ , te u zoni gdje je osnovna brzina vjetera  $35 \text{ m/s}$ .

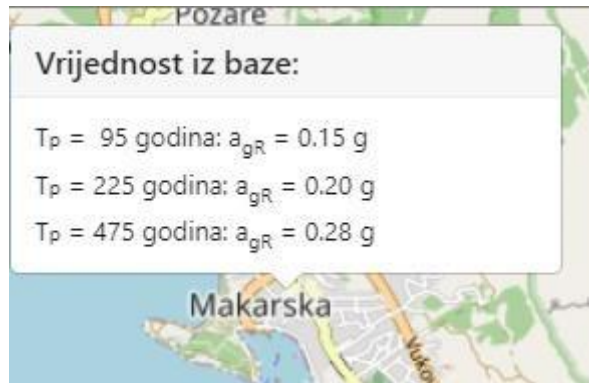
U nastavku su razrađene vrijednosti svih parametara mjerodavnih za potresni proračun koji su korišteni u analizi pomoću računalnog programa.

**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 Makarske  $a_{gR,GSN}=0.28 g$



4.11 Seizmička karta Republike Hrvatske



4.12 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 4.5. 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]
<b>A</b>	1.00	0.15	0.40	2.00
<b>B</b>	1.2	0.15	0.50	2.00
<b>C</b>	1.15	0.20	0.60	2.00
<b>D</b>	1.35	0.20	0.60	2.00
<b>E</b>	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.

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

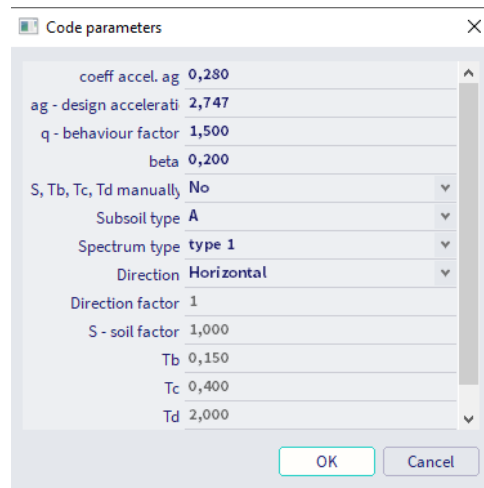
$q_0$  - osnovna vrijednost faktora ponašanja ovisna o tipu konstrukcijskog sustava i njegovoj pravilnosti po visini

$k_w$  - faktor prevladavajućeg načina loma, za okvirne sustave i sustave istovrijedne okvirnim iznos 1,0

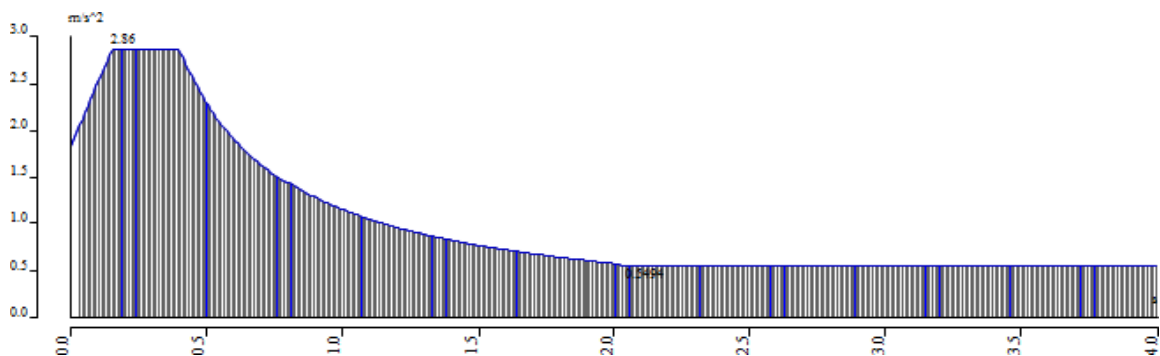
$$q_0 = 1,5 \cdot 1 = 1,5$$

**Usvojeno:  $q=1.5$**

Odgovor konstrukcije na seizmičko djelovanje analiziran je računalnim postupkom, u programskom paketu Scia Engineer 22.0. Za potrebe proračuna na potres u model su uključene sve etaže iznad kote +/- 0.0 m.



4.13 Upotrebljeni parametri u proračunu



4.14 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 (50% pokretnog opterećenja). Po provedenom proračunu dobiveni su rezultati modalne analize u vidu 123 vlastitih oblika konstrukcije, njima pripadajući periodi te ukupna sudjelujuća masa po svakom smjeru. Kao što je prikazano u rezultatima dinamičke analize naknadno u tekstu aktivirano je svih 87.5 % mase u X smjeru i 92,3 % u Y smjeru, stoga potresne sile nisu faktorizirane. 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.

**Solution of Free vibration**

Number of 2D elements	15408
Number of 1D elements	1999
Number of mesh nodes	15821
Number of equations	94926
Combination of mass groups	MC2 CM2
Modification group	None
Number of frequencies	123
Method	Lanczos
Bending theory	Mindlin
Type of analysis model	Standard
Start of calculation	25.06.2023 00:41
End of calculation	25.06.2023 00:43

**Sum of masses**

Mass type	X [kg]	Y [kg]	Z [kg]
2 Moving mass	3469520,71	3469520,71	3469520,71
2 Total mass	3503128,31	3503128,31	3503128,31

**Relative modal masses**

Mode	mega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	$W_{x1}/W_{xtot}$	$W_{y1}/W_{ytot}$	$W_{z1}/W_{ztot}$	$N_{x1,R}/W_{xtot,R}$	$W_{y1,R}/W_{ytot,R}$	$N_{z1,R}/W_{ztot,R}$
1	16.5544	0,38	2,63	0,1526	0,0024	0,0000	0,0007	0,0368	0,1516
2	19.6341	0,32	3,12	0,0011	0,5196	0,0000	0,0000	0,1854	0,0147
3	32.844	0,19	5,23	0,3792	0,0000	0,0000	0,0002	0,0925	0,2359
4	49.4766	0,13	7,87	0,0001	0,0000	0,0146	0,0398	0,0007	0,0001
5	54.6465	0,11	8,70	0,0420	0,0014	0,0000	0,0011	0,0079	0,0330
6	57.9213	0,11	9,22	0,0000	0,0000	0,0170	0,0197	0,0004	0,0000
7	58.5924	0,11	9,33	0,0000	0,0000	0,0003	0,0064	0,0000	0,0000
8	59.9103	0,10	9,54	0,0001	0,0000	0,0257	0,0000	0,0397	0,0001
9	62.1907	0,10	9,90	0,0002	0,0001	0,0208	0,0061	0,0306	0,0002
10	62.4261	0,10	9,94	0,0001	0,0000	0,0075	0,0037	0,0026	0,0000
11	62.7551	0,10	9,99	0,0000	0,0000	0,0003	0,0001	0,0000	0,0000
12	63.1319	0,10	10,05	0,0000	0,0007	0,0050	0,0004	0,0006	0,0000
13	63.2971	0,10	10,07	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0004	0,0000
14	63.4232	0,10	10,09	0,0000	0,0003	0,0012	0,0001	0,0000	0,0000
15	63.8284	0,10	10,16	0,0002	0,0000	0,0018	0,0000	0,0001	0,0002
16	63.9071	0,10	10,17	0,0000	0,0001	0,0003	0,0001	0,0000	0,0000
17	64.3224	0,10	10,24	0,0000	0,0003	0,0000	0,0009	0,0000	0,0001
18	64.5242	0,10	10,27	0,0001	0,0000	0,0057	0,0030	0,0234	0,0000
19	64.6687	0,10	10,29	0,0001	0,0002	0,1068	0,0194	0,0436	0,0005
20	65.6066	0,10	10,44	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0003	0,0000
21	66.3422	0,09	10,56	0,0000	0,0000	0,0064	0,0001	0,0053	0,0000
22	66.6875	0,09	10,61	0,0000	0,0000	0,0912	0,0002	0,0412	0,0001
23	66.8715	0,09	10,64	0,0000	0,0001	0,0090	0,0004	0,0032	0,0000
24	67.3015	0,09	10,71	0,0001	0,0001	0,0484	0,0273	0,0961	0,0001
25	68.7241	0,09	10,94	0,0001	0,0001	0,0050	0,0113	0,0020	0,0001
26	69.8601	0,09	11,12	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
27	70.3699	0,09	11,20	0,0000	0,0003	0,0000	0,0001	0,0006	0,0000
28	70.4281	0,09	11,21	0,0000	0,0004	0,0017	0,0019	0,0078	0,0000
29	70.747	0,09	11,26	0,0001	0,0003	0,0007	0,0004	0,0001	0,0001
30	72.2932	0,09	11,51	0,0000	0,0001	0,0032	0,0008	0,0014	0,0000
31	73.2034	0,09	11,65	0,0003	0,0194	0,0084	0,0022	0,0017	0,0003
32	73.2921	0,09	11,66	0,0001	0,0045	0,0011	0,0007	0,0015	0,0001
33	73.3916	0,09	11,68	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0004	0,0000
34	73.5547	0,09	11,71	0,0000	0,0004	0,0000	0,0002	0,0000	0,0001
35	73.5908	0,09	11,71	0,0000	0,0012	0,0001	0,0006	0,0000	0,0000
36	73.6577	0,09	11,72	0,0000	0,0003	0,0002	0,0004	0,0015	0,0000
37	73.6973	0,09	11,73	0,0000	0,0003	0,0002	0,0003	0,0010	0,0000
38	74.5025	0,08	11,86	0,0007	0,0565	0,0137	0,0045	0,0066	0,0059
39	74.9781	0,08	11,93	0,0004	0,0592	0,0176	0,0486	0,0025	0,0018
40	75.3075	0,08	11,99	0,0000	0,0121	0,0029	0,0080	0,0014	0,0004
41	76.1761	0,08	12,12	0,0000	0,0016	0,0019	0,0000	0,0000	0,0000
42	76.3949	0,08	12,16	0,0000	0,0001	0,0024	0,0012	0,0073	0,0002
43	76.9244	0,08	12,24	0,0004	0,0073	0,0009	0,0058	0,0008	0,0009
44	77.956	0,08	12,41	0,0000	0,0014	0,0009	0,0002	0,0016	0,0001
45	78.9868	0,08	12,57	0,0002	0,0024	0,0005	0,0096	0,0000	0,0000
46	79.4999	0,08	12,65	0,0000	0,0000	0,0010	0,0000	0,0002	0,0000
47	79.8992	0,08	12,72	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0001	0,0000
48	79.9638	0,08	12,73	0,0000	0,0000	0,0039	0,0002	0,0022	0,0000
49	81.0622	0,08	12,90	0,0000	0,0002	0,0001	0,0001	0,0046	0,0000
50	81.1833	0,08	12,92	0,0000	0,0001	0,0042	0,0250	0,0086	0,0000
51	81.5274	0,08	12,98	0,0001	0,0001	0,0159	0,0317	0,0038	0,0002
52	82.4325	0,08	13,12	0,0006	0,0003	0,0226	0,0019	0,0063	0,0000
53	83.6036	0,08	13,31	0,0006	0,0000	0,0085	0,0004	0,0010	0,0002

4.15 Prikaz aktiviranih masa po modovima i smjeru

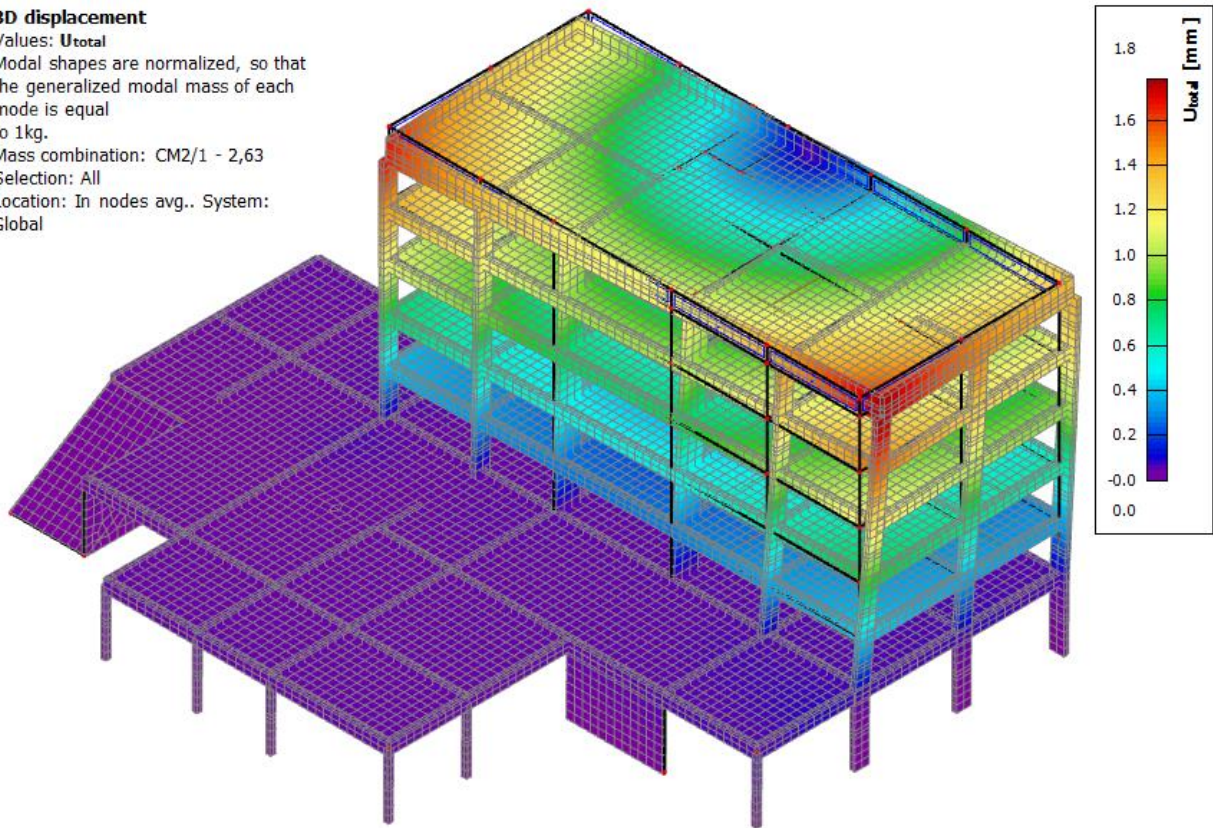
Mode	mega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	$W_{x1}/W_{xtot}$	$W_{y1}/W_{ytot}$	$W_{z1}/W_{ztot}$	$N_{x1\_R}/W_{xtot\_f}$	$W_{y1\_R}/W_{ytot\_f}$	$N_{z1\_R}/W_{ztot\_f}$
54	84.4646	0,07	13,44	0,0000	0,0001	0,0008	0,0011	0,0051	0,0000
55	86.0188	0,07	13,69	0,0001	0,0002	0,0040	0,0001	0,0021	0,0001
56	86.3606	0,07	13,74	0,0005	0,0000	0,0022	0,0025	0,0013	0,0002
57	86.4512	0,07	13,76	0,0000	0,0000	0,0025	0,0037	0,0091	0,0000
58	88.4356	0,07	14,07	0,0013	0,0000	0,0052	0,0049	0,0001	0,0015
59	89.1293	0,07	14,19	0,0021	0,0001	0,0014	0,0001	0,0025	0,0024
60	90.7185	0,07	14,44	0,0085	0,0000	0,0000	0,0007	0,0083	0,0412
61	91.3688	0,07	14,54	0,0000	0,0000	0,0233	0,0001	0,0105	0,0000
62	91.8607	0,07	14,62	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0004	0,0000
63	92.2077	0,07	14,68	0,0019	0,0000	0,0011	0,0021	0,0031	0,0109
64	93.2844	0,07	14,85	0,0008	0,0003	0,0102	0,0028	0,0170	0,0133
65	93.5263	0,07	14,89	0,0005	0,0000	0,0069	0,0066	0,0264	0,0030
66	93.9241	0,07	14,95	0,0003	0,0007	0,0019	0,0006	0,0005	0,0015
67	95.1115	0,07	15,14	0,0022	0,0000	0,0024	0,0081	0,0005	0,0011
68	95.4473	0,07	15,19	0,0147	0,0005	0,0020	0,0031	0,0003	0,0007
69	97.6973	0,06	15,55	0,0004	0,0001	0,0202	0,0003	0,0212	0,0000
70	99.2193	0,06	15,79	0,0041	0,0004	0,0016	0,0025	0,0009	0,0058
71	100.678	0,06	16,02	0,0000	0,0000	0,0116	0,0498	0,0009	0,0000
72	103.257	0,06	16,43	0,0020	0,0000	0,0094	0,0183	0,0069	0,0013
73	107.236	0,06	17,07	0,0027	0,0000	0,0005	0,0001	0,0004	0,0000
74	107.482	0,06	17,11	0,2084	0,0010	0,0042	0,0018	0,0590	0,0088
75	108.362	0,06	17,25	0,0016	0,0001	0,0002	0,0000	0,0007	0,0067
76	108.754	0,06	17,31	0,0074	0,0003	0,0007	0,0000	0,0026	0,0272
77	109.255	0,06	17,39	0,0084	0,0000	0,0000	0,0007	0,0037	0,0030
78	109.901	0,06	17,49	0,0030	0,0030	0,0001	0,0004	0,0000	0,1777
79	113.034	0,06	17,99	0,0016	0,0009	0,0031	0,0004	0,0086	0,0000
80	113.364	0,06	18,04	0,0017	0,0002	0,0004	0,0001	0,0016	0,0000
81	113.599	0,06	18,08	0,0005	0,0001	0,0000	0,0001	0,0002	0,0002
82	114.633	0,05	18,24	0,0020	0,0011	0,0001	0,0026	0,0002	0,0003
83	116.681	0,05	18,57	0,0001	0,0006	0,0017	0,0000	0,0003	0,0011
84	117.406	0,05	18,69	0,0023	0,0000	0,0042	0,0001	0,0029	0,0003
85	119.577	0,05	19,03	0,0049	0,0351	0,0002	0,0103	0,0006	0,0159
86	120.235	0,05	19,14	0,0005	0,0304	0,0001	0,0113	0,0014	0,0108
87	120.627	0,05	19,20	0,0022	0,0366	0,0002	0,0097	0,0014	0,0257
88	121.661	0,05	19,36	0,0014	0,0114	0,0006	0,0054	0,0028	0,0083
89	121.996	0,05	19,42	0,0000	0,0001	0,0034	0,0001	0,0000	0,0019
90	123.095	0,05	19,59	0,0001	0,0000	0,0010	0,0002	0,0003	0,0000
91	123.72	0,05	19,69	0,0003	0,0007	0,0004	0,0010	0,0001	0,0006
92	123.941	0,05	19,73	0,0000	0,0001	0,0004	0,0002	0,0000	0,0002
93	125.012	0,05	19,90	0,0000	0,0002	0,0070	0,0056	0,0026	0,0006
94	125.764	0,05	20,02	0,0000	0,0003	0,0009	0,0012	0,0006	0,0002
95	126.234	0,05	20,09	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0002	0,0002
96	126.642	0,05	20,16	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001
97	126.757	0,05	20,17	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001
98	127.497	0,05	20,29	0,0003	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0006
99	128.139	0,05	20,39	0,0002	0,0031	0,0017	0,0035	0,0000	0,0023
100	128.192	0,05	20,40	0,0013	0,0004	0,0030	0,0001	0,0015	0,0012
101	128.89	0,05	20,51	0,0019	0,0002	0,0000	0,0007	0,0007	0,0024
102	129.332	0,05	20,58	0,0001	0,0001	0,0001	0,0041	0,0003	0,0002
103	129.49	0,05	20,61	0,0002	0,0001	0,0000	0,0006	0,0001	0,0002
104	129.976	0,05	20,69	0,0008	0,0003	0,0000	0,0032	0,0012	0,0010
105	130.232	0,05	20,73	0,0008	0,0003	0,0057	0,0016	0,0017	0,0020
106	130.441	0,05	20,76	0,0001	0,0001	0,0007	0,0003	0,0001	0,0003
107	130.74	0,05	20,81	0,0006	0,0000	0,0040	0,0003	0,0001	0,0016
108	131.055	0,05	20,86	0,0000	0,0002	0,0010	0,0008	0,0001	0,0005
109	132.316	0,05	21,06	0,0001	0,0008	0,0004	0,0001	0,0001	0,0002
110	133.174	0,05	21,20	0,0001	0,0001	0,0000	0,0009	0,0000	0,0002
111	133.933	0,05	21,32	0,0000	0,0032	0,0002	0,0178	0,0003	0,0004
112	134.616	0,05	21,42	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000
113	134.959	0,05	21,48	0,0001	0,0079	0,0000	0,0072	0,0000	0,0014
114	135.155	0,05	21,51	0,0001	0,0021	0,0000	0,0011	0,0026	0,0010
115	135.304	0,05	21,53	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0004	0,0000
116	135.426	0,05	21,55	0,0002	0,0002	0,0000	0,0006	0,0012	0,0003
117	135.823	0,05	21,62	0,0000	0,0007	0,0009	0,0004	0,0002	0,0002
118	136.011	0,05	21,65	0,0000	0,0010	0,0002	0,0000	0,0004	0,0002
119	137.362	0,05	21,86	0,0001	0,0293	0,0000	0,0136	0,0001	0,0054
120	137.651	0,05	21,91	0,0001	0,0357	0,0000	0,0170	0,0003	0,0060
121	139.03	0,05	22,13	0,0000	0,0005	0,0028	0,0009	0,0084	0,0002
122	139.152	0,05	22,15	0,0000	0,0055	0,0000	0,0012	0,0042	0,0007
123	139.67	0,04	22,23	0,0001	0,0111	0,0013	0,0011	0,0012	0,0023
				0,8758	0,9223	0,6385	0,7076	0,7234	0,8510

4.16 Prikaz aktiviranih masa po modovima i smjeru

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

**3D displacement**

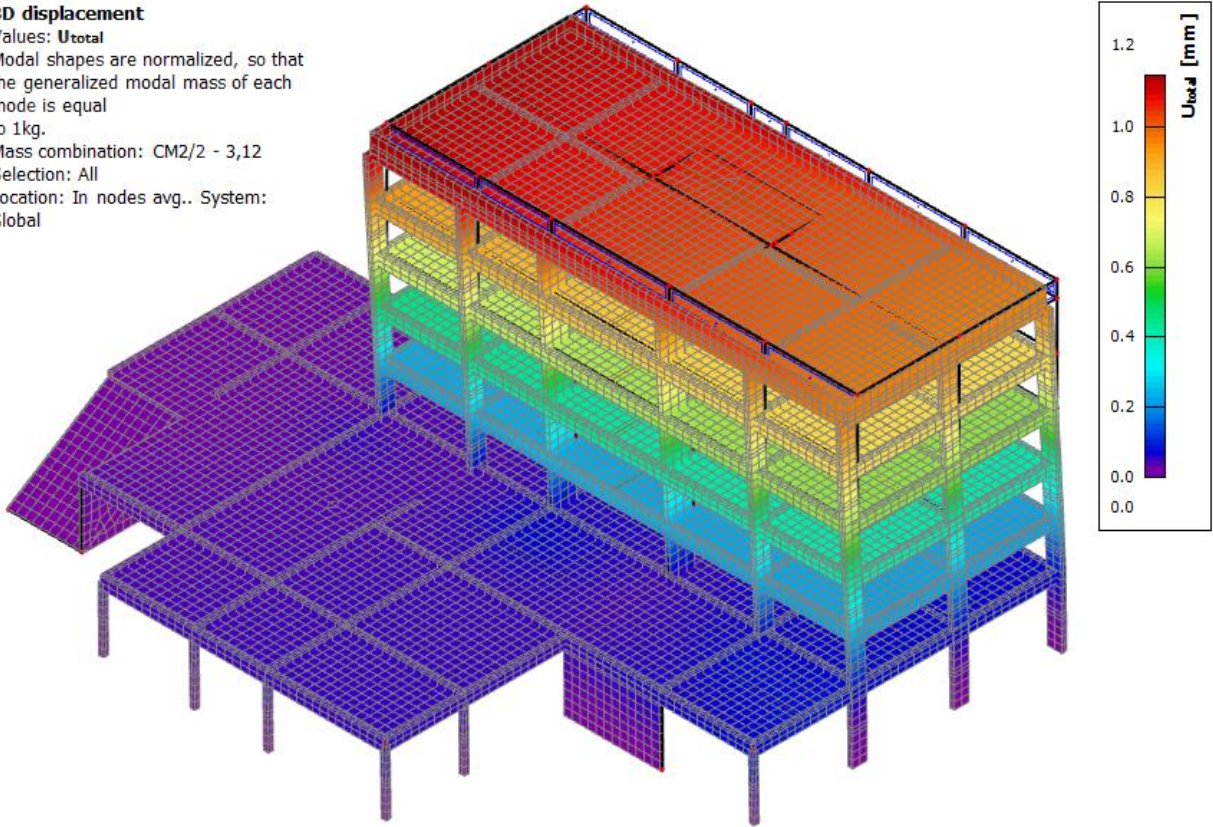
Values:  $U_{total}$   
Modal shapes are normalized, so that the generalized modal mass of each mode is equal to 1kg.  
Mass combination: CM2/1 - 2,63  
Selection: All  
Location: In nodes avg.. System: Global



4.17 Prvi vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju  $T_1=0.38$  s

**3D displacement**

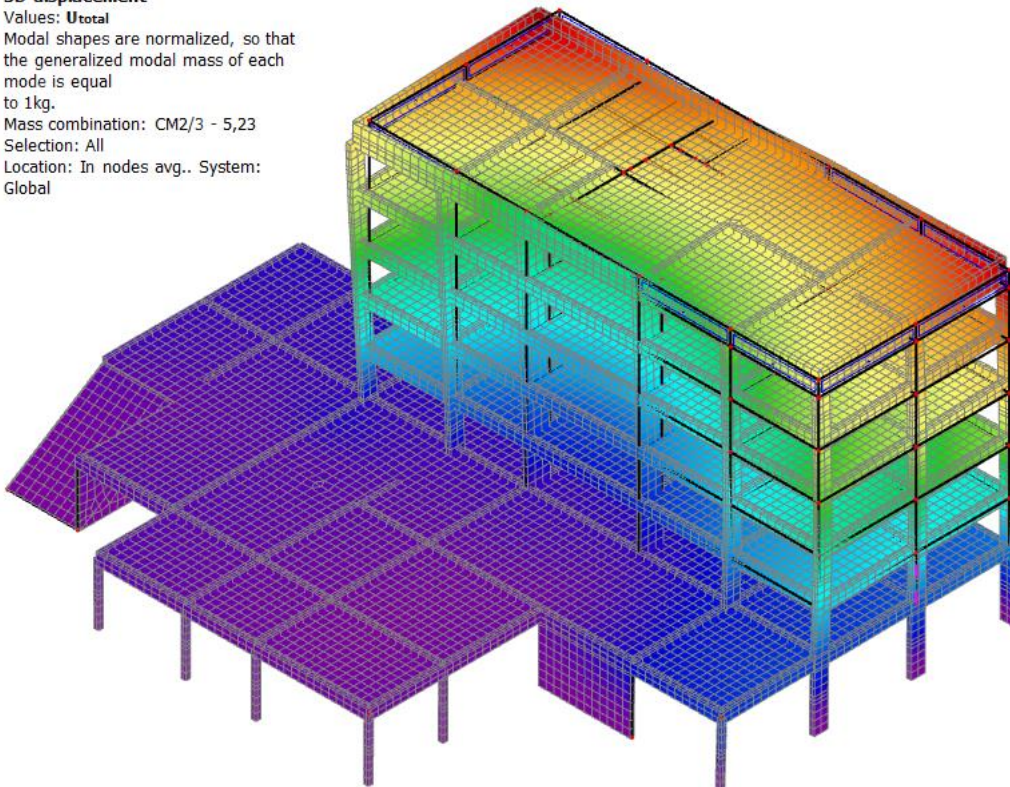
Values:  $U_{total}$   
 Modal shapes are normalized, so that the generalized modal mass of each mode is equal to 1kg.  
 Mass combination: CM2/2 - 3,12  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg.. System: Global



4.18 Drugi vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju  $T1=0.32$  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: CM2/3 - 5,23  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg.. System: Global



4.19 Treći vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju  $T1=0.19$  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) te korisnim opterećenjem. Vlastita težina je uključena u proračunski model, a dodatno stalno i korisno opterećenje je zadano kao plošno, po m<sup>2</sup> ploče.

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

### PODACI O PREDVIĐENIM DJELOVANJIMA I UTJECAJIMA

Opterećenja zadana modelom su:

- vlastita težina, G
- stalno opterećenje, DG
- korisno opterećenje, Q
- 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.  $1.0G+1.0S_x+0.3S_y+0.5Q$  – za smjer X

5.  $1.0G+1.0S_y+0.3S_x+0.5Q$  – za smjer Y

Podaci o materijalima i geometrijskim svojstvima proračunskog modela:

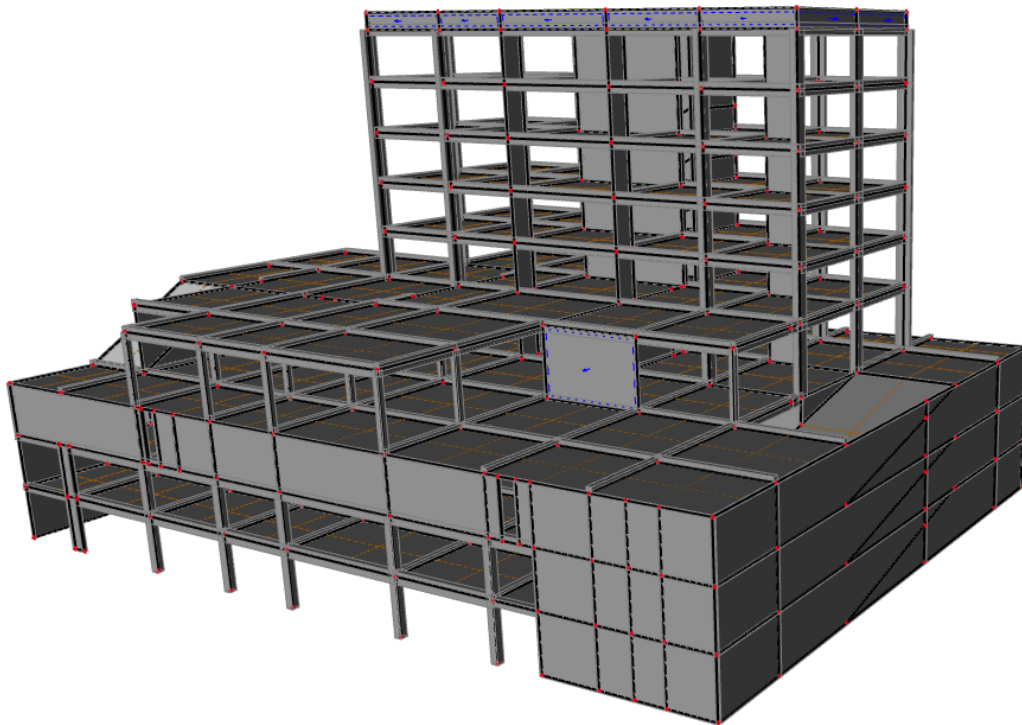
Beton: C30/37

Čelik za armiranje: B500B

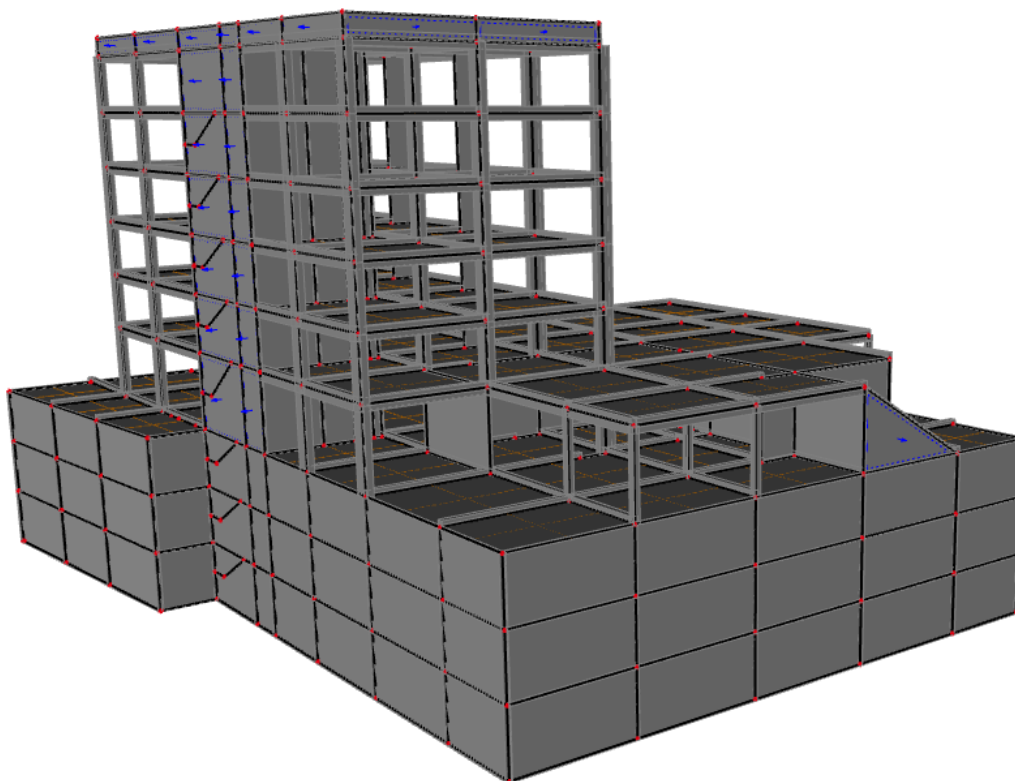
ab ploče: ab ploče predmetne građevine bit će debljine 15 cm, odnosno, 18 cm

ab grede: geometrijska svojstva greda su vidljiva i detaljno obrađena u planu pozicija

ab zidovi: ab zidovi predmetne građevine bit će debljine 25,0 cm dok će zidovi na etažama ispod zemlje i oni zasuti tlom biti 30 cm

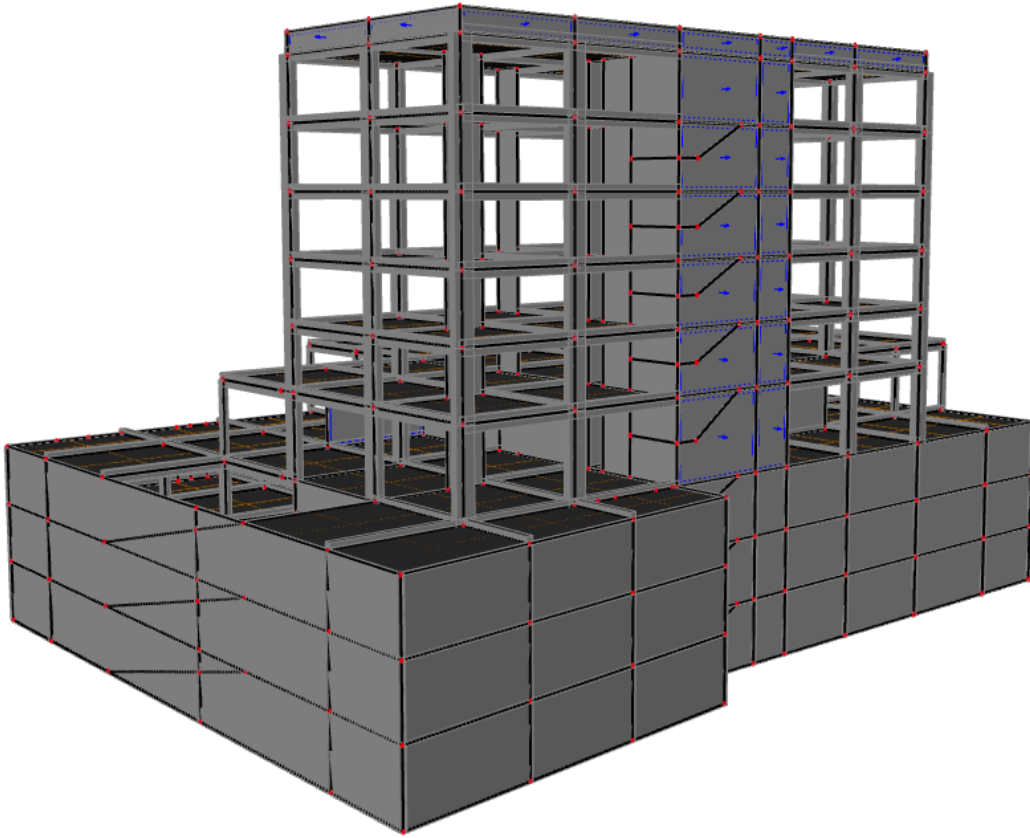


5.1 Renderirani prikaz modela zgrade - aksonometrija I



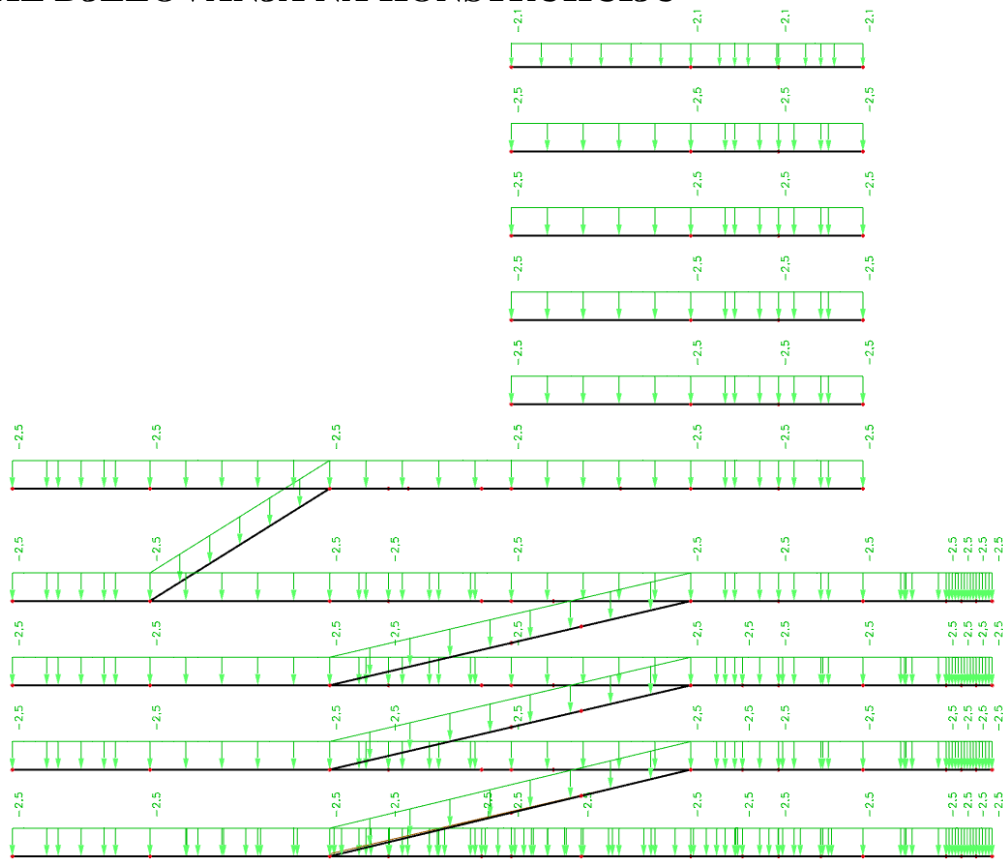
5.2 Renderirani prikaz modela zgrade - aksonometrija II



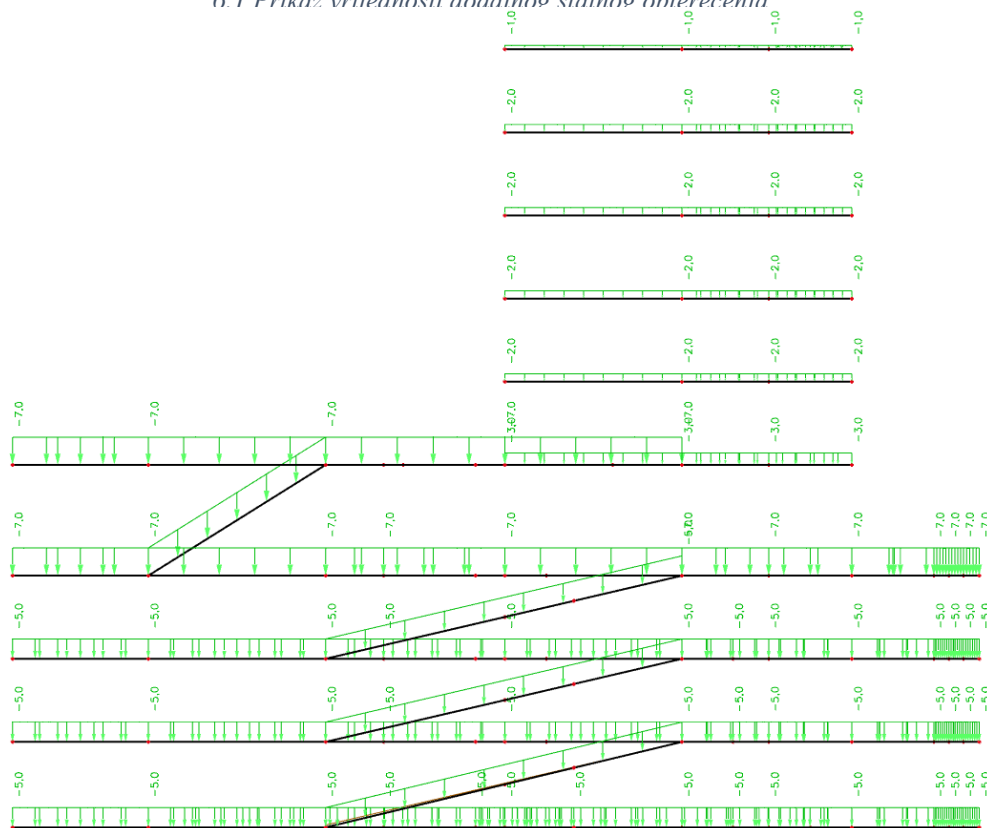


*5.3 Renderirani prikaz modela zgrade - aksonometrija III*

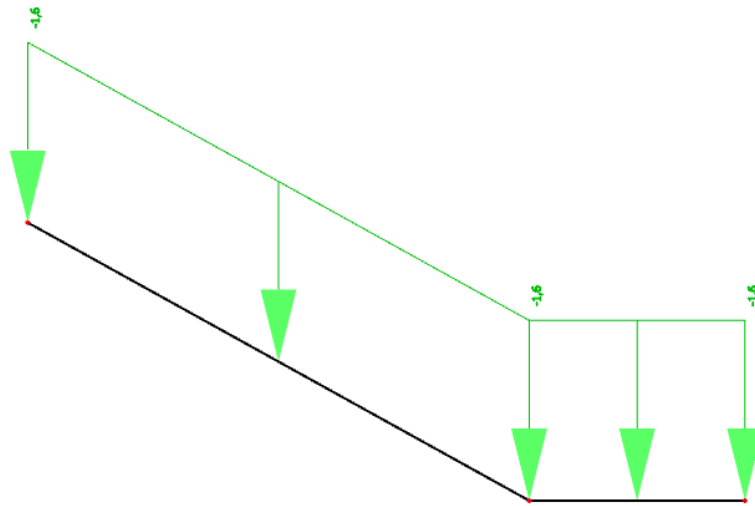
## 6. PRIKAZ DJELOVANJA NA KONSTRUKCIJU



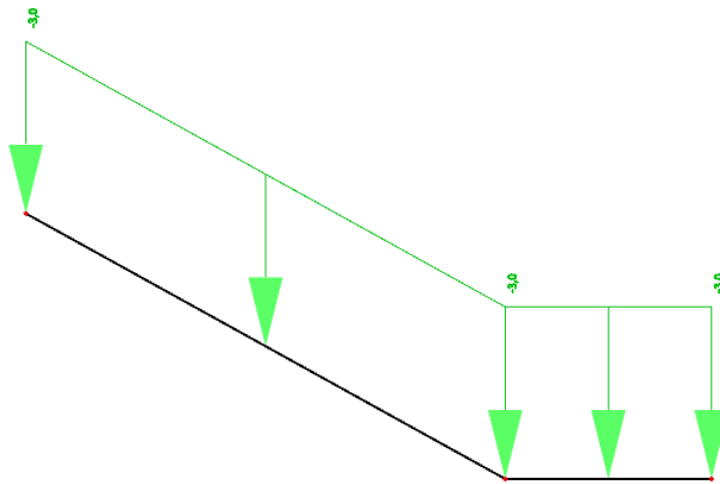
6.1 Prikaz vrijednosti dodatnog stalnog opterećenja



6.2 Prikaz vrijednosti promjenjivog opterećenja



6.4 Prikaz vrijednosti promjenjivog opterećenja



6.3 Prikaz vrijednosti dodatnog stalnog opterećenja

## 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)</b> (koeficijent zauzetosti – nezavisno zauzeti katovi: $j=0.5$ )  <b>Napomena: Program automatski generira kombinacije s +Sx i -Sx, odnosno +Sy i -Sy</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:

$$\sigma_c \leq 0.45 f_{ck} \text{ za nazovistalnu kombinaciju } GSU_2 = 1.0G + \psi_2 Q_i$$

za C30/37,  $\sigma_c \leq 0.45 * 30 = 13.50 \text{ Mpa}$

**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:

$$\sigma_{c,Sd} = N_{Ed}/A_{cfd} \leq 0.60 \text{ (klasa DCM), odnosno } \sigma_{c,Sd} \leq 0.60 \cdot f_{ck}$$

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

seizmička kombinacija za C30/37:  $\sigma_{c,Sd,E} \leq 0.60 \cdot (30) = 18 \text{ Mpa}$

- Kritično područje:

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

$h_s$ =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:  $\min \{8db_L, b_o/2, 175 \text{ mm}\}$  ( $db_L$ =promjer vert. šipki;  $b_o$ =širina jezgre)

ostali dio zida:

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

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

$$b = 30 \text{ cm; } A_{s,min} = 0.002 \cdot 30 \cdot 100/2 = 3.0 \text{ cm}^2/\text{m}$$

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

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

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

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

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

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

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

$$b = 30 \text{ cm; } A_{s,min} = 0.001 \cdot 30 \cdot 100/2 = 1.50 \text{ cm}^2/\text{m obostrano}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 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:  $A_{s,min} = 0.003 * b * h$ ;  $A_{s,max} = 0.040 * b * h$
- $A_{s,min} = 4\emptyset 12$ ; 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 naprežanja u betonu (srednjeg tlačnog naprežanja) je:  
 $A_c = b * h \geq (N_{Ed}) / (0.65 * f_{cd})$ ; (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:  $A_{s,min,potres} = 0.010 * b * h$ ;  $A_{s,min} = 8\emptyset 12$ ;  
 $A_{s,max} = 0.040 * b * h$
- 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.

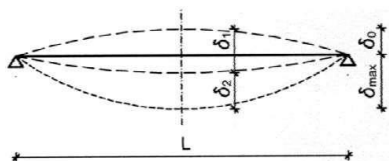
## Grede

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

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

-  $\delta_2$  = dugotrajni (s uključenjem puzanja): GSU-2:  $1.0G + \psi_{2i} Q_1$

Mjerodavna kombinacija, nazovistalna kombinacija: GSU-2 =  $1.0G + \psi_{2i} Q_1 = 1.0G + 0.3Q_1$

### - PROVJERA PROGIBA:

Elastični progib dobiven proračunom po linearnoj teoriji:  $\delta_{EL}$

1/ Progib od kratkotrajnog opterećenja (nelinearni):  $\delta_1 = 2.5 \cdot \delta_{EL}$

2/ Progib od kratkotrajnog opterećenja + vremenskih efekata:  $\delta_1 + \delta_2 = 5.0 \cdot \delta_{EL}$

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

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

**Dopušteni računski progib od kratkotrajnog opterećenja:**  $\delta_{\max, RAČ} = \delta_1 - \delta_0 \leq L/400$

$$\delta_1 \approx 2.5 \cdot \delta_{EL}; \text{ nadvišenje } \delta_0 = L/350 \quad \delta_{\max, RAČ} = \delta_{EL} \cdot 2.5 - \delta_0 \leq L/400$$

$$\text{s nadvišenjem } \delta_0 = L/350: \delta_{EL} \leq (L/400 + L/350) / 2.5 = L/467$$

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

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

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

Približni iznos ukupnog progiba od kratkotrajnog opterećenja + vremenskih efekata:

$$(\delta_1 + \delta_2) \approx \delta_{EL} \cdot 5.0$$

Dopušteni računski progib:  $\delta_{\max, RAČ} = (\delta_1 + \delta_2) - \delta_0 \leq L/250$

$$\delta_1 + \delta_2 = 5.0 \cdot \delta_{EL}; \text{ nadvišenje } \delta_0 = L/350 \quad \delta_{\max, RAČ} = \delta_{EL} \cdot 5.0 - L/350 \leq L/250$$

$$\text{s nadvišenjem } \delta_0 = L/350: \delta_{EL} \leq (L/250 + L/350) / 5.0 = L/730$$

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

## 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:  $f_{p,dop}$

Granična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop}$

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

Minimalna potrebna armatura za ploče:

→ za ploču  $d=15,0$  cm →  $0.0015 \cdot 100 \cdot 12 = 1.80$  cm<sup>2</sup>/m' → **odabrano minimalno Q-283**

→ za ploču  $d=18,0$  cm →  $0.0015 \cdot 100 \cdot 15 = 2.25$  cm<sup>2</sup>/m' → **odabrano minimalno Q-283**

Sve ab elemente izraditi od betona C30/37 i armirati s B500B.



## 8.1. GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

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

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

s nadvišenjem:  $\delta_{EL} \leq L/467$

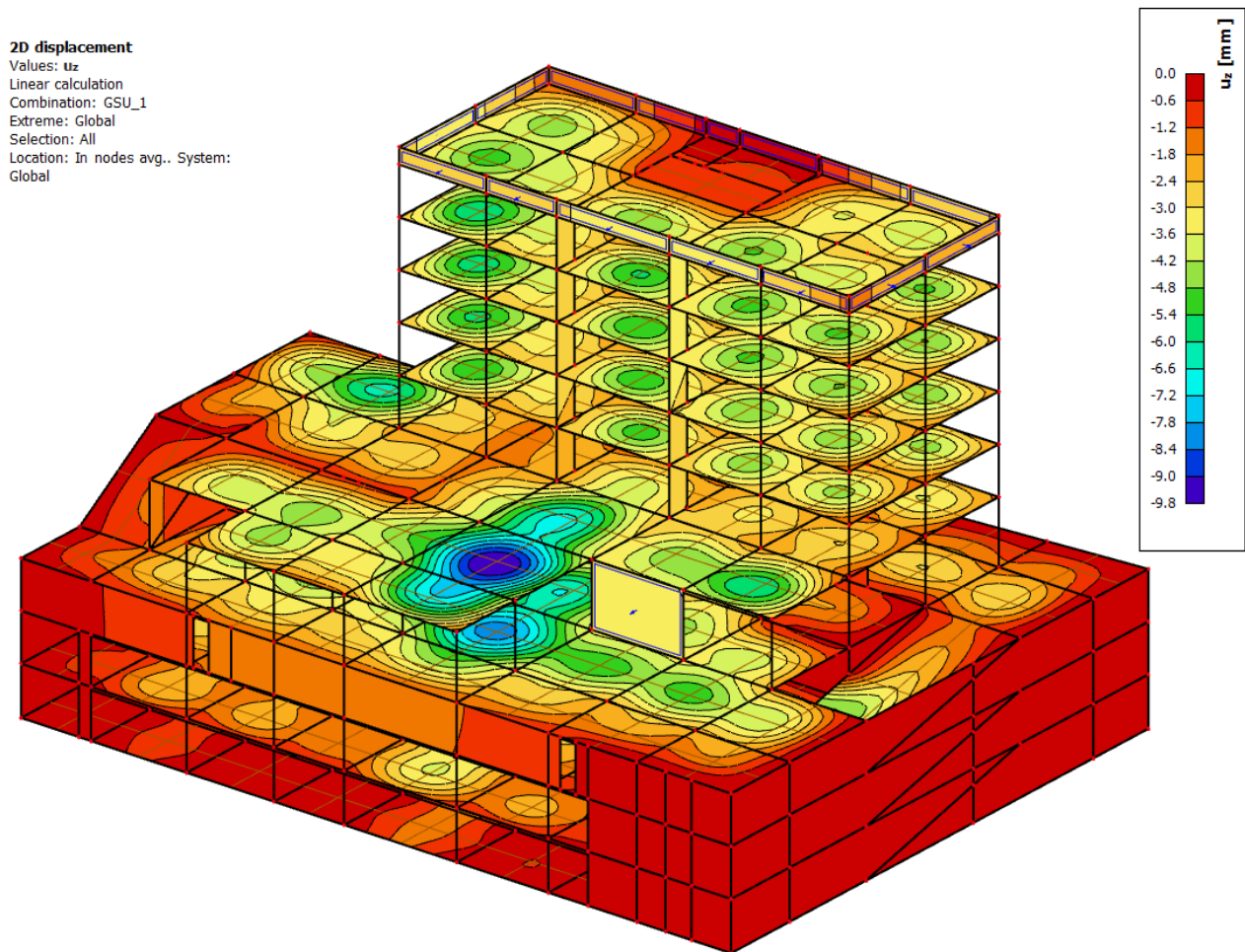
Dopušteni računski progib s uključenjem puzanja (za dugotrajno djelovanje):

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

s nadvišenjem:  $\delta_{max,RAČ} \leq L/730$

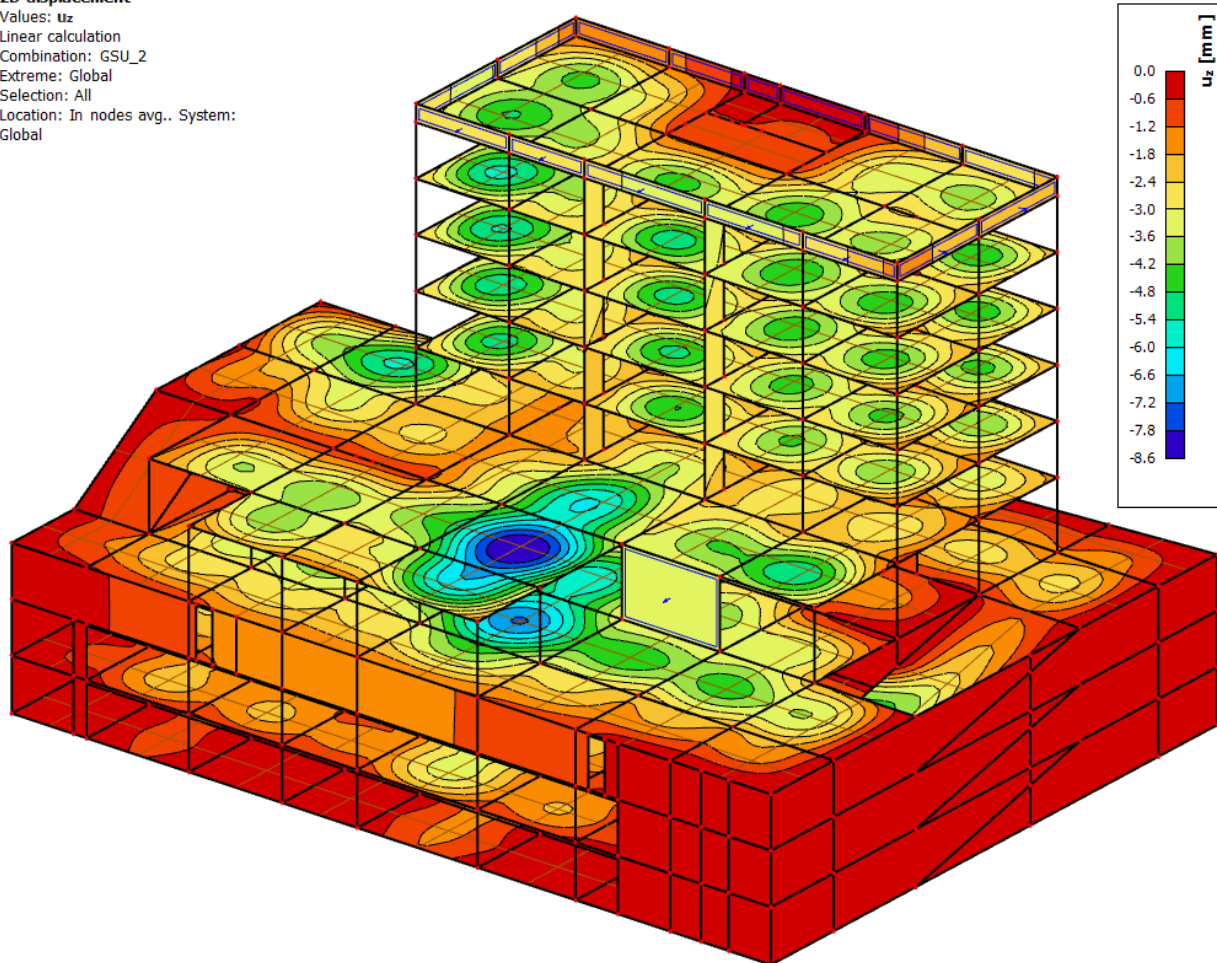
Za GSU\_1  $\rightarrow 9,8 \leq 6400/467 = 13,7$  mm – zadovoljava

Za GSU\_2  $\rightarrow 8,6 \leq 6400/730 = 8,8$  mm – zadovoljava



8.1 Prikaz progiba u "z" smjeru od kombinacije GSU\_1

**2D displacement**  
 Values:  $u_z$   
 Linear calculation  
 Combination: GSU\_2  
 Extreme: Global  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg.. System:  
 Global



8.2 Prikaz progiba u "z" smjeru od kombinacije GSU\_2

### 8.1.1. OGRANIČENJE OŠTEĆENJA

Prema HRN EN 1998-1 točka 4.4.3.1

„Zahtjev ograničenog oštećenja“ smatra se ispunjenim ako se radi o potresu koji ima veću vjerojatnost pojavljivanja od proračunskog potresa koji odgovara „zahtjevu da ne smije doći do rušenja“ u skladu s točkama 2.1(1) P i 3.2.1(3) međukatni pomaci ograničeni su u skladu s točkom 4.4.3.2.

Predmetna zgrada ima nekonstrukcijske elemente od krhkih materijala pričvršćene za konstrukciju stoga je potrebno zadovoljiti uvjet:

$$d_r \cdot v \leq 0,005 \cdot h$$

Pri čemu je:

$d_r$  – proračunski katni pomak definiran u točki 4.4.2.2. (2) HRN EN 1998-1

$h$  – visina kata

$\nu$  – faktor smanjenja kojim se u obzir uzima najkraće povratno razdoblje potresnog djelovanja

vezano sa zahtjevom ograničenog oštećenja (preporuka vrijednosti 0,4 za razrede važnosti III i IV , a 0,5 za razrede važnosti I i II)

$$5,0 \text{ mm} \cdot 0,4 \leq 0,005 \cdot 4000 \text{ mm}$$

$$2,0 \leq 20$$

*zadovoljava*

#### Displacement of nodes

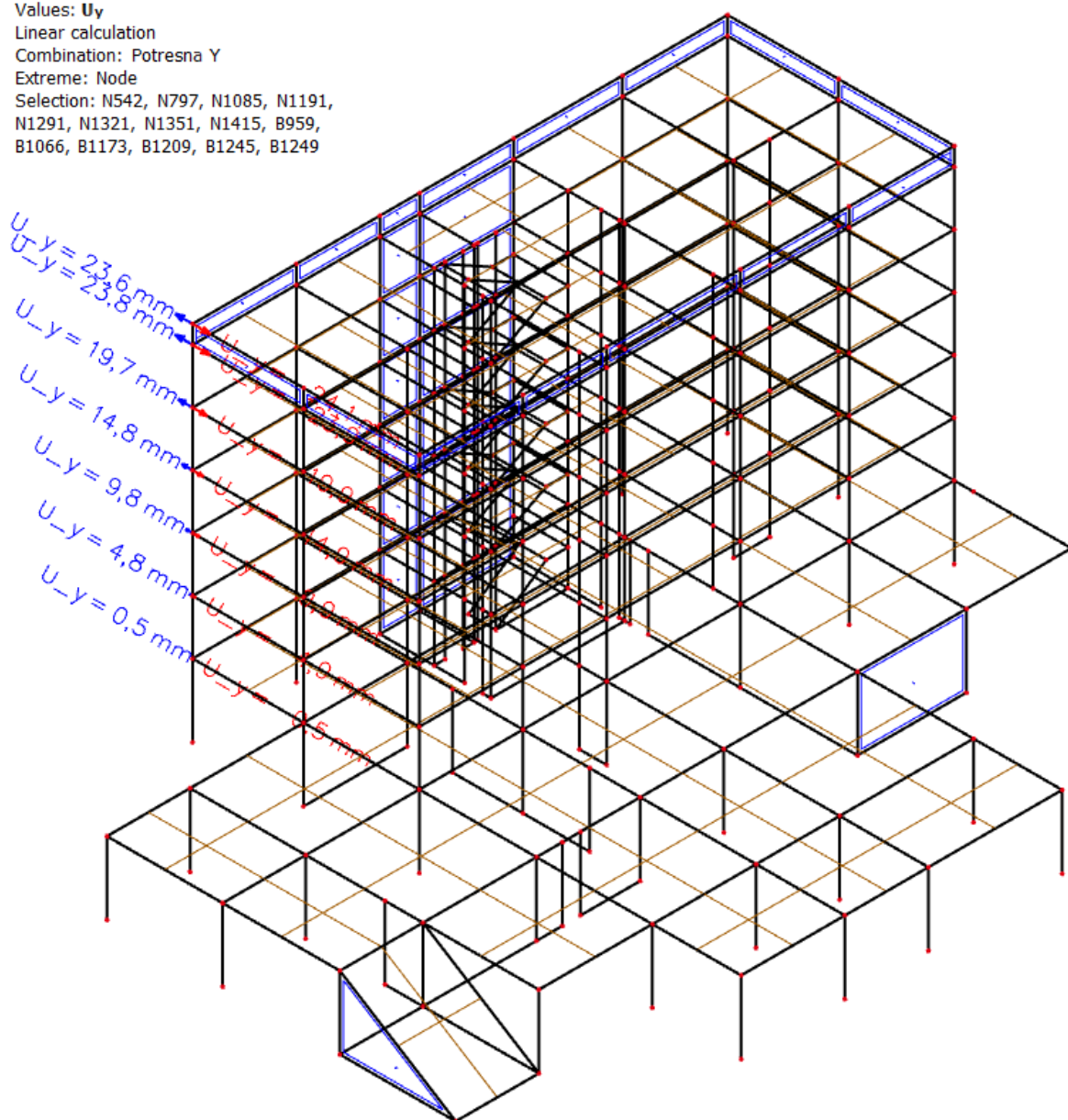
Values:  $U_y$

Linear calculation

Combination: Potresna Y

Extreme: Node

Selection: N542, N797, N1085, N1191,  
N1291, N1321, N1351, N1415, B959,  
B1066, B1173, B1209, B1245, B1249

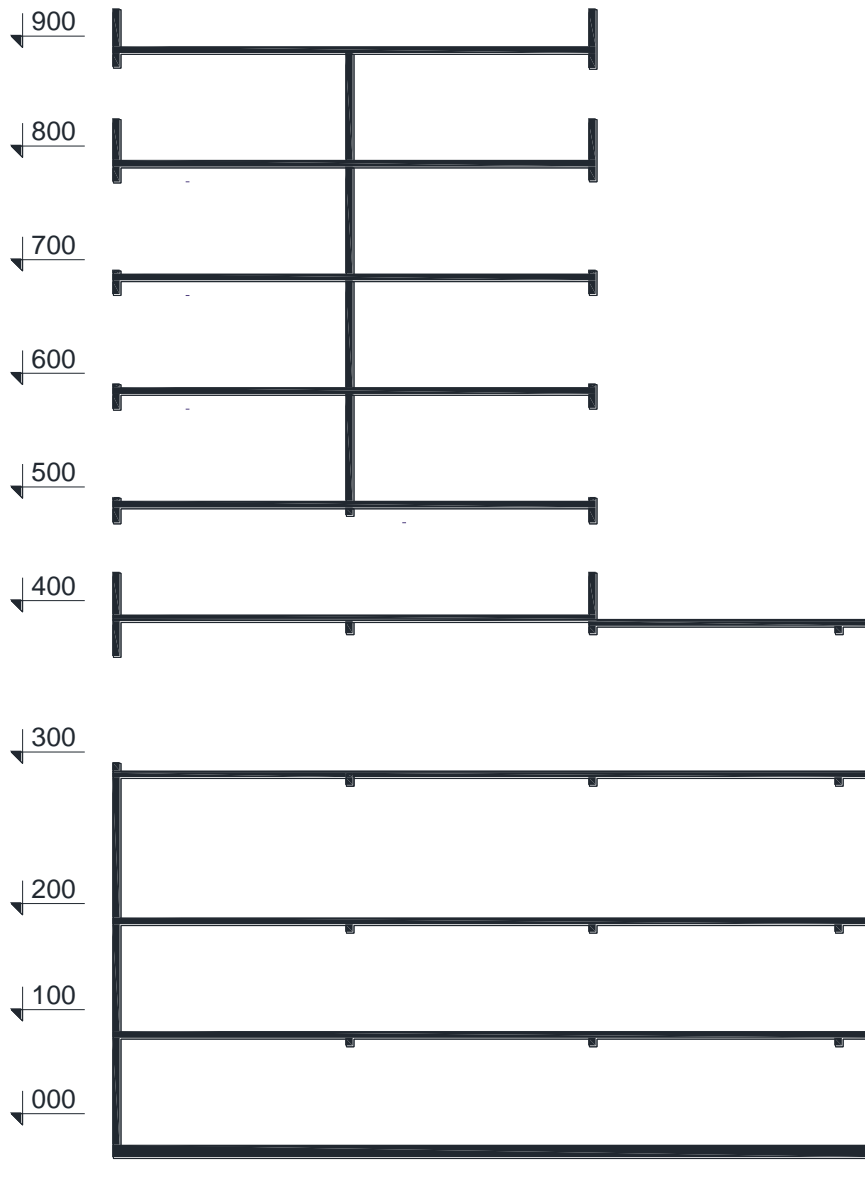


8.3 Prikaz međukatnih pomaka uslijed potresne kombinacije u Y smjeru

## 9. PRORAČUN HORIZONTALNIH ELEMENATA

### 9.1. PLOČE

#### 9.1.1. PRIKAZ POZICIJA

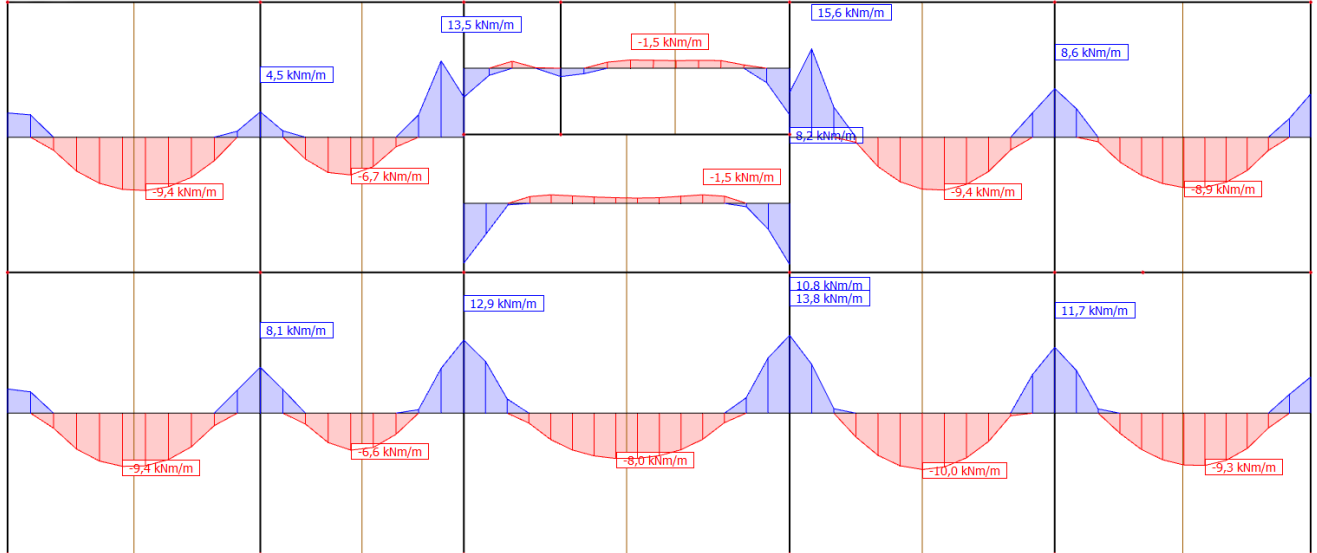


9.1 Prikaz pozicija na objektu

### 9.1.2. REZNE SILE

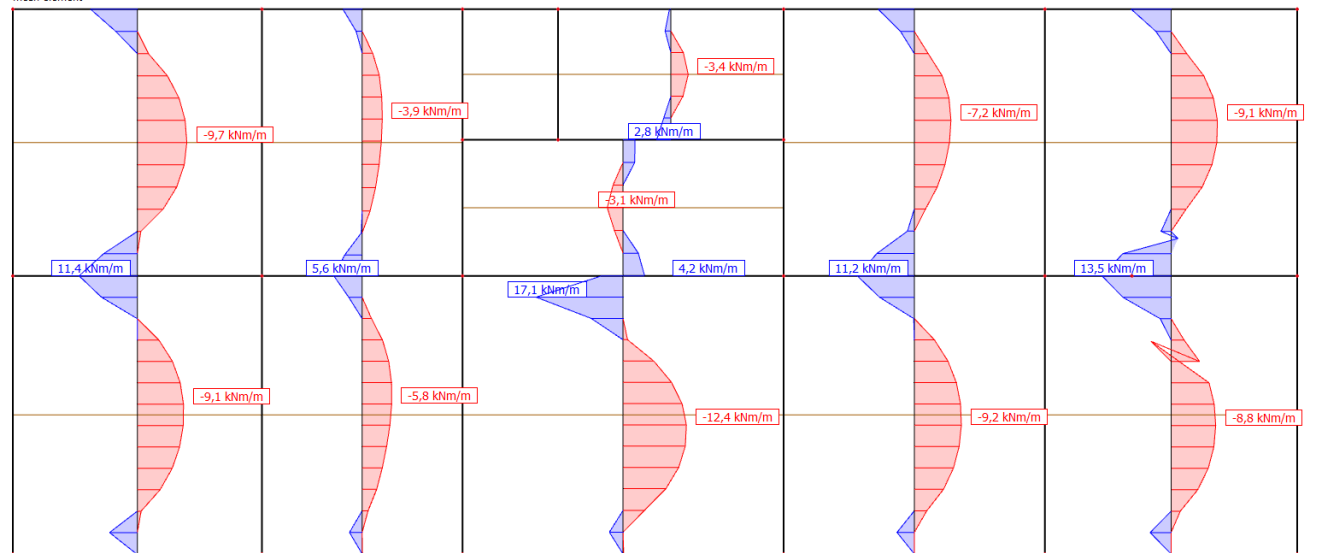
#### Pozicija 900 (ETAŽA 5)

2D internal forces  
 Values: m<sub>x</sub>  
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Extreme: Member  
 Selection: SE505..SE514, SE525  
 Filter: Layer = 5 Floor  
 Location: In nodes avg., System: LCS  
 mesh element



9.2 Prikaz momenata savijanja u X smjeru

2D internal forces  
 Values: m<sub>y</sub>  
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Extreme: Member  
 Selection: SE504, SE515..SE524  
 Filter: Layer = 5 Floor  
 Location: In nodes avg., System: LCS  
 mesh element



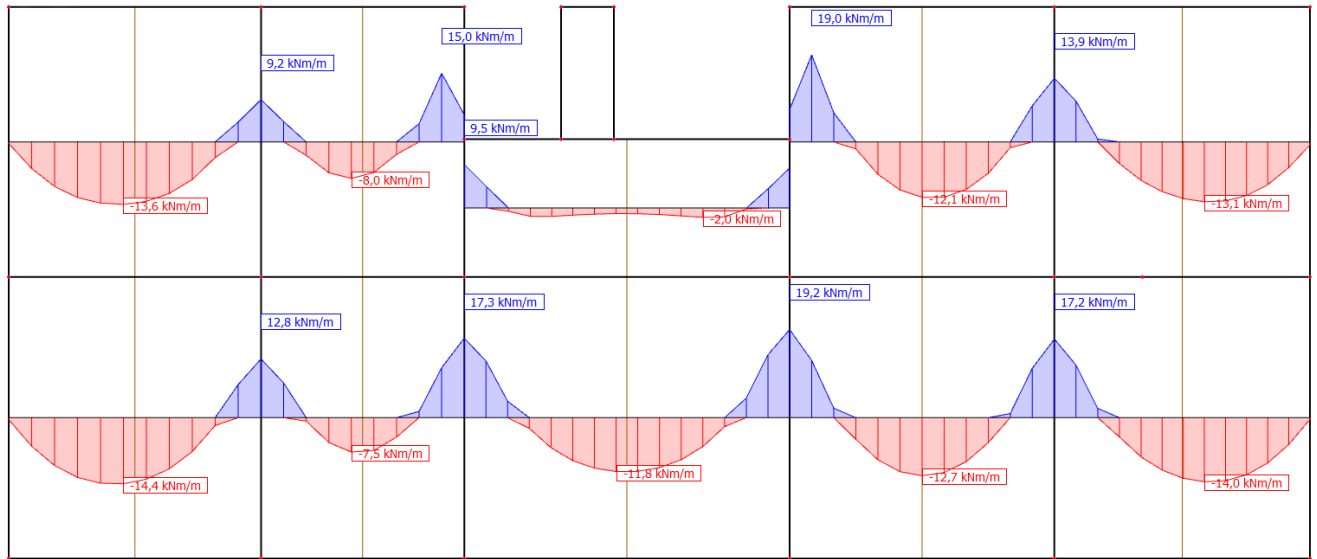
9.3 Prikaz momenata savijanja u Y smjeru

Tablica 9.1 Mjerodavne rezne sile

	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	Med
Polje	10,0	12,4	12,4
Ležaj	15,6	17,1	17,1

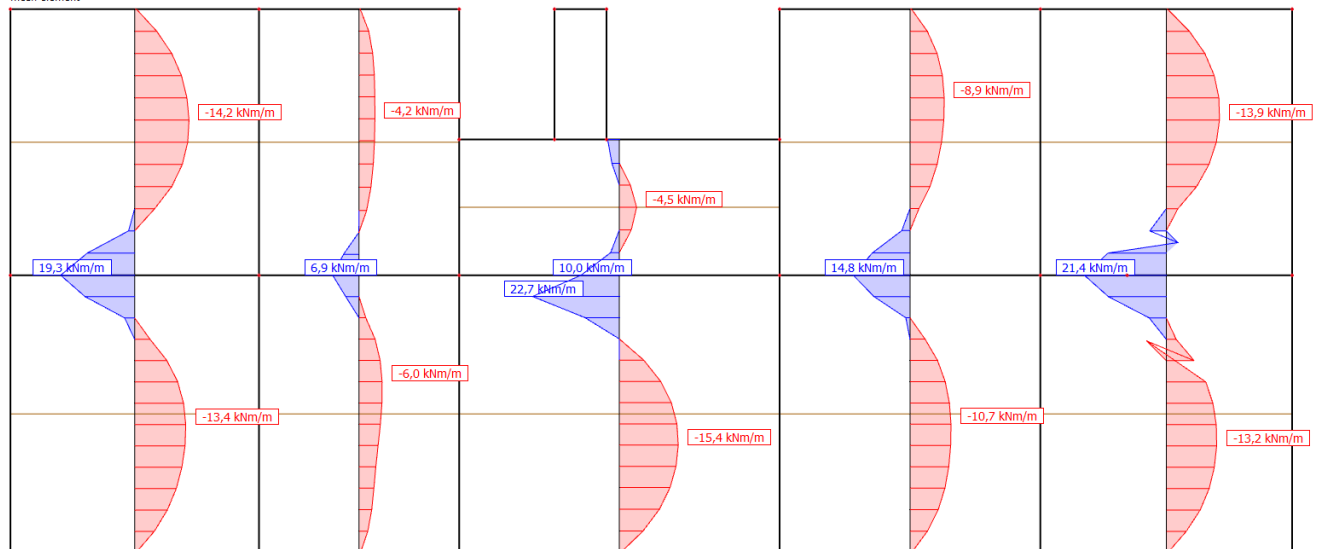
Pozicija 800 (ETAŽA 4)

2D internal forces  
 Values: m<sub>x</sub>  
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Extreme: Member  
 Selection: SE485..SE494  
 Filter: Layer = 4 Placa  
 Location: In nodes avg., System: LCS  
 mesh element



9.4 Prikaz momenata savijanja u X smjeru

2D internal forces  
 Values: m<sub>y</sub>  
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Extreme: Member  
 Selection: SE484, SE495..SE503  
 Filter: Layer = 4 Placa  
 Location: In nodes avg., System: LCS  
 mesh element



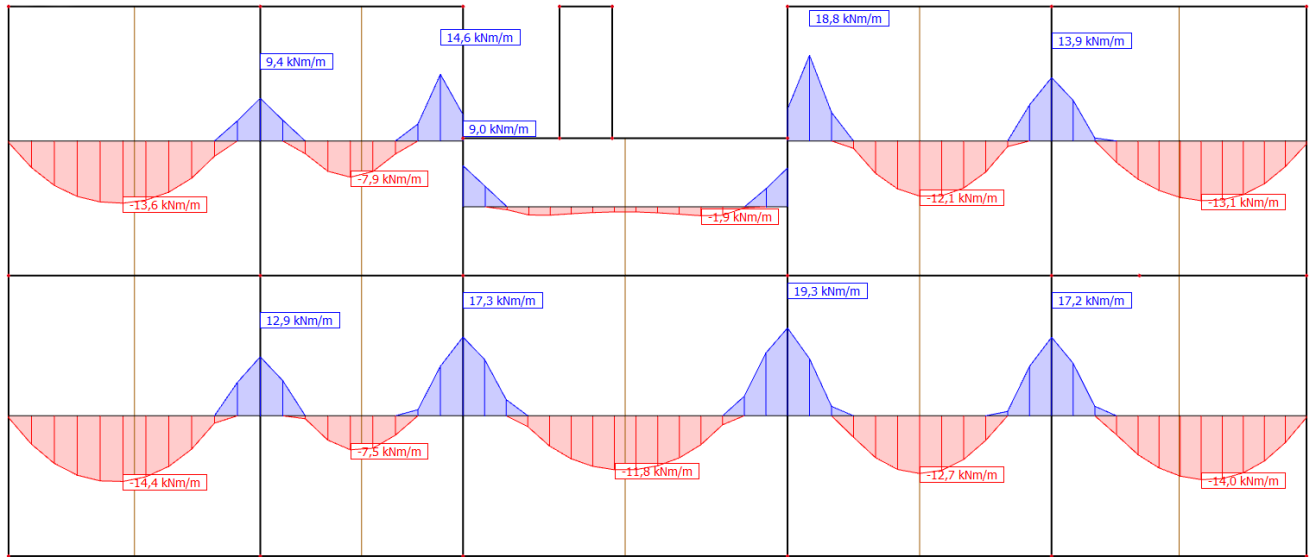
9.5 Prikaz momenata savijanja u Y smjeru

Tablica 9.2 Mjerodavne rezne sile

	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	Med
Polje	14,8	15,4	15,4
Ležaj	22,5	24,2	24,2

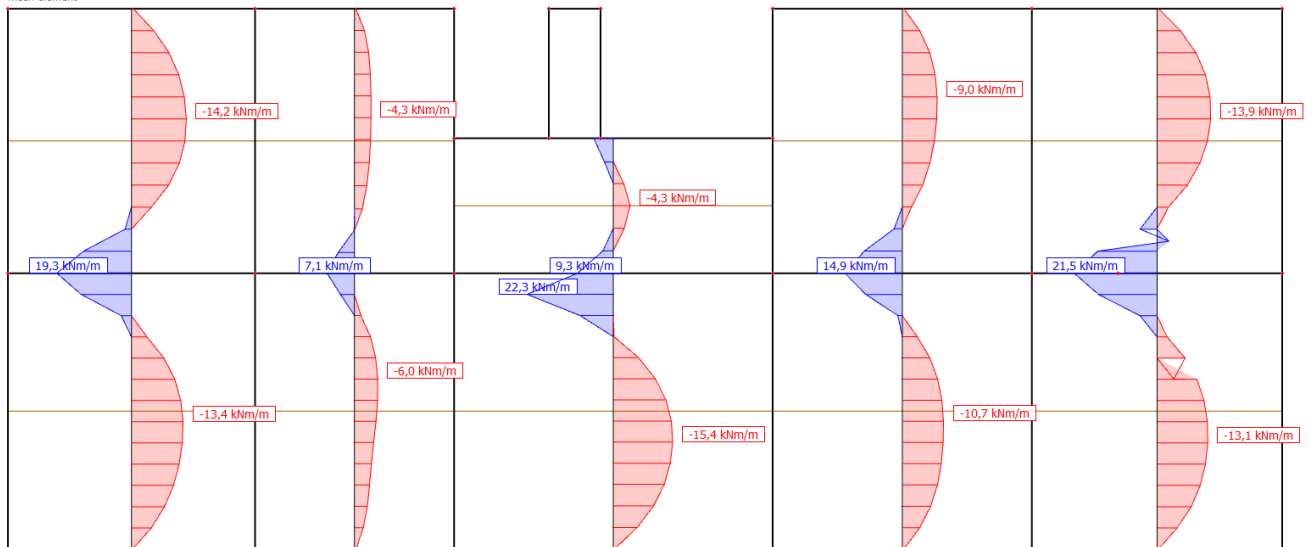
Pozicija 700 (ETAŽA 3)

2D internal forces  
 Values: mx  
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Extreme: Member  
 Selection: SE465..SE474  
 Filter: Layer = 3 Ploca  
 Location: In nodes avg.. System: LCS  
 mesh element



9.6 Prikaz momenata savijanja u X smjeru

2D internal forces  
 Values: my  
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Extreme: Member  
 Selection: SE464, SE475..SE483  
 Filter: Layer = 3 Ploca  
 Location: In nodes avg.. System: LCS  
 mesh element



9.7 Prikaz momenata savijanja u Y smjeru

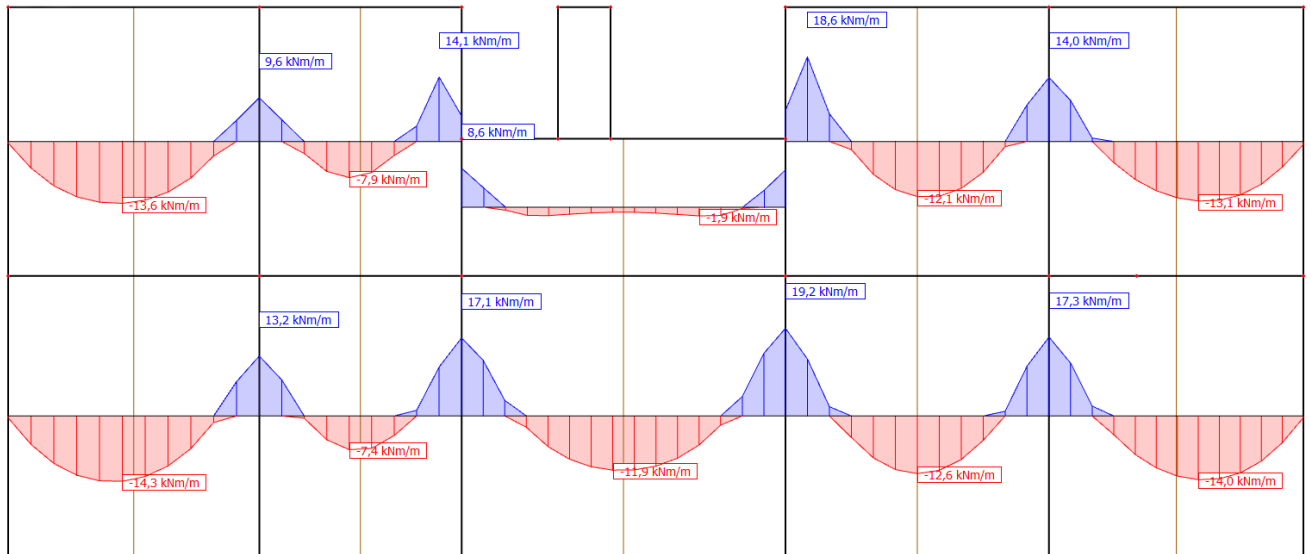
Tablica 9.3 Mjerodavne rezne sile

	Mx	My	Med
Polje	14,8	15,4	15,4
Ležaj	22,5	24,2	24,2

Pozicija 600 (ETAŽA 2)

2D internal forces

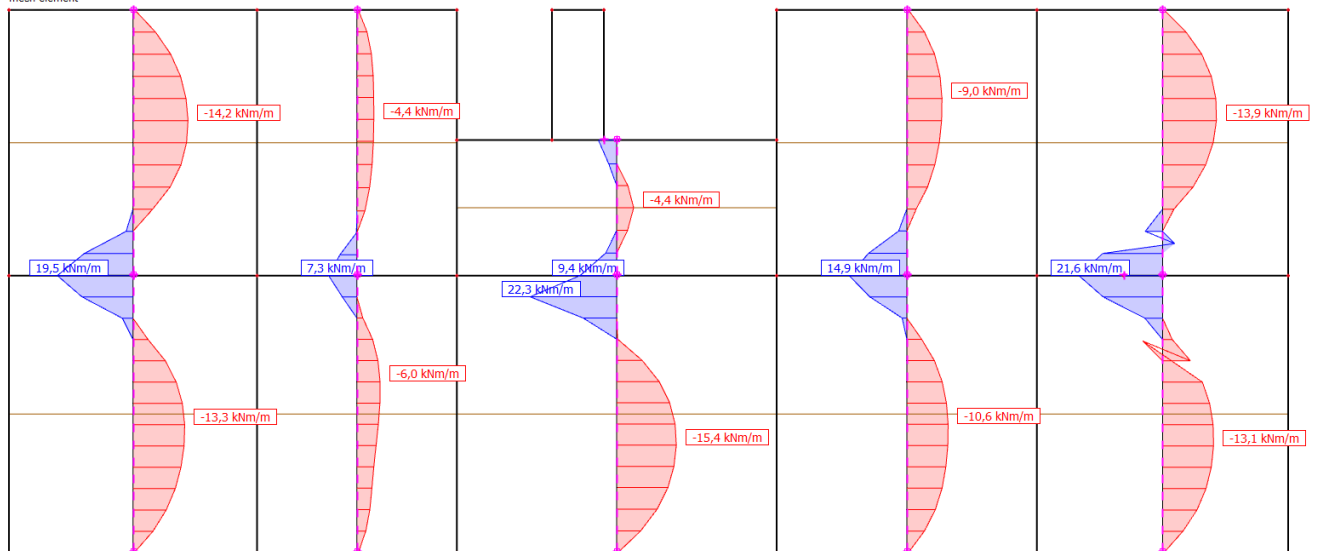
Values:  $m_x$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Extreme: Member  
 Selection: SE445, SE454  
 Filter: Layer = 2 Ploca  
 Location: In nodes avg., System: LCS  
 mesh element



9.8 Prikaz momenata savijanja u X smjeru

2D internal forces

Values:  $m_y$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Extreme: Member  
 Selection: SE444, SE455, SE463  
 Filter: Layer = 2 Ploca  
 Location: In nodes avg., System: LCS  
 mesh element



9.9 Prikaz momenata savijanja u Y smjeru

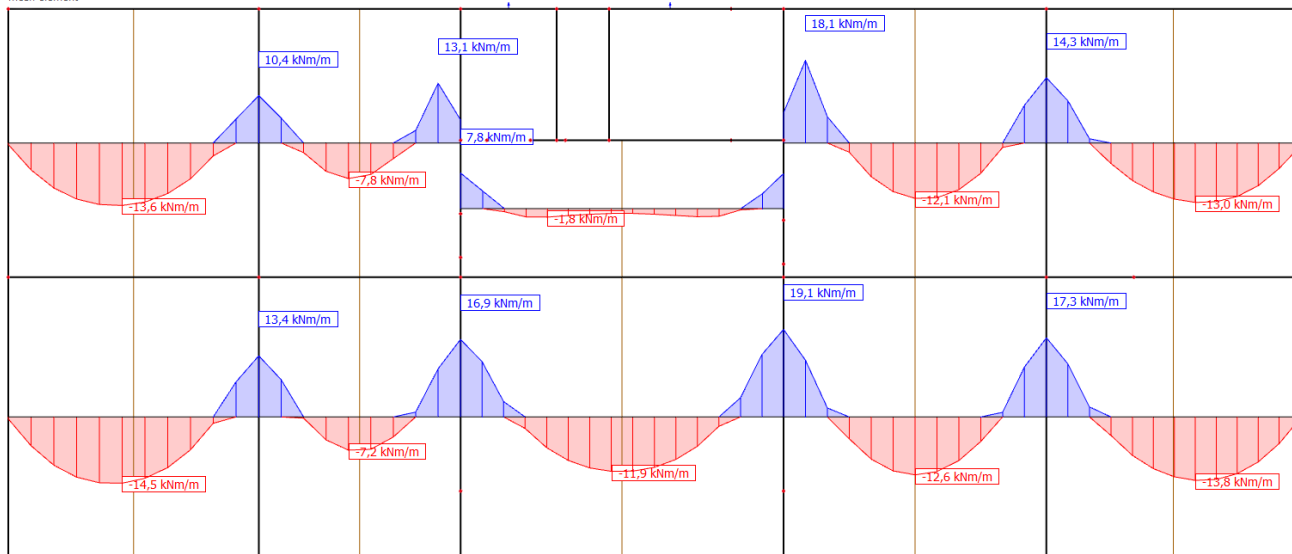
Tablica 9.4 Mjerodavne rezne sile

	Mx	My	Med
Polje	14,8	15,4	15,4
Ležaj	22,5	24,2	24,2



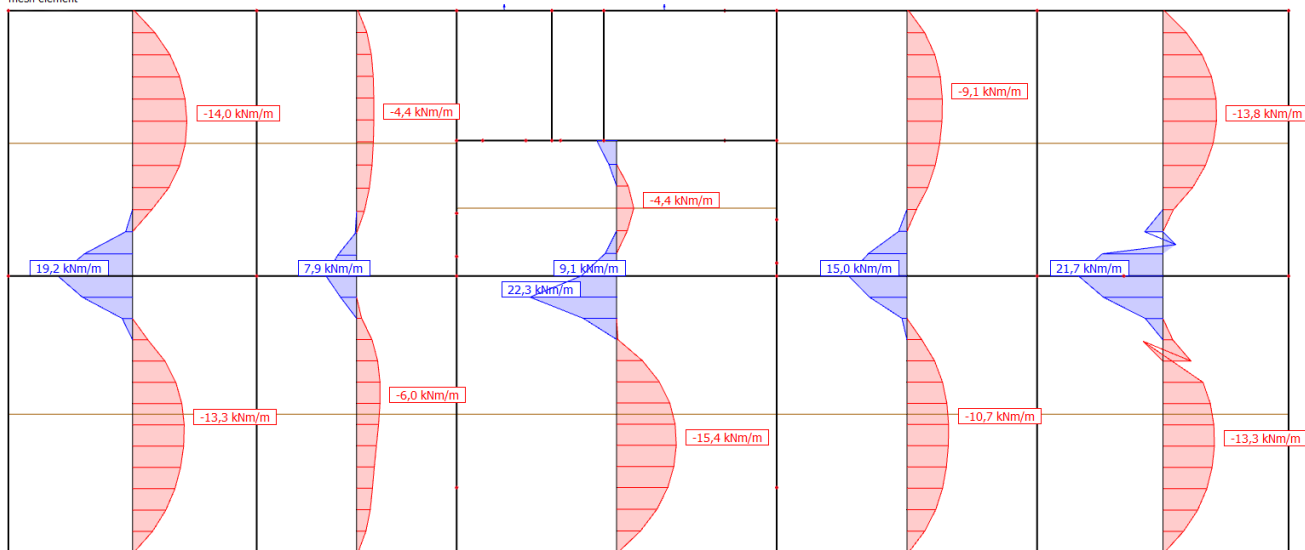
Pozicija 500 (ETAŽA 1)

2D internal forces  
 Values:  $m_x$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Extreme: Member  
 Selection: SE424..SE433  
 Filter: Layer = 1 Placa  
 Location: In nodes avg.. System: LCS  
 mesh element



9.10 Prikaz momenata savijanja u X smjeru

2D internal forces  
 Values:  $m_y$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Extreme: Member  
 Selection: SE434..SE443  
 Filter: Layer = 1 Placa  
 Location: In nodes avg.. System: LCS  
 mesh element



9.11 Prikaz momenata savijanja u Y smjeru

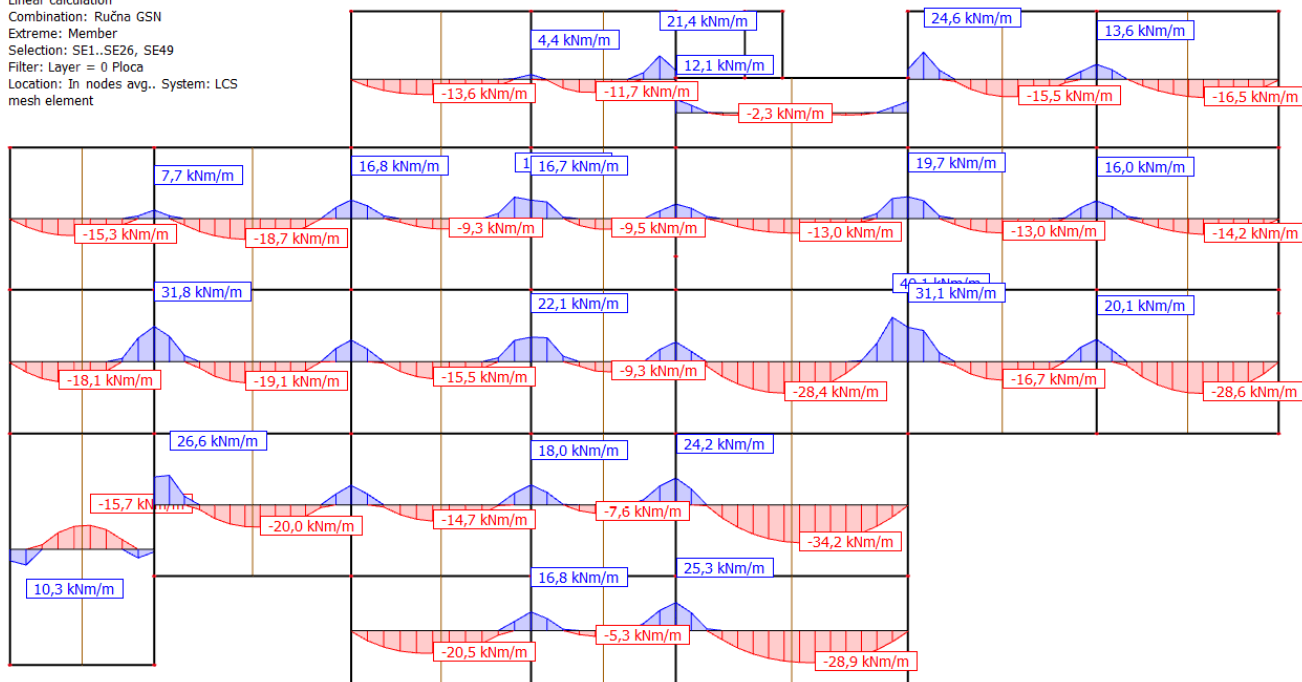
Tablica 9.5 Mjerodavne rezne sile

	$M_x$	$M_y$	Med
Polje	14,8	15,4	15,4
Ležaj	22,5	24,2	24,2

Pozicija 400 (ETAŽA 0)

2D internal forces

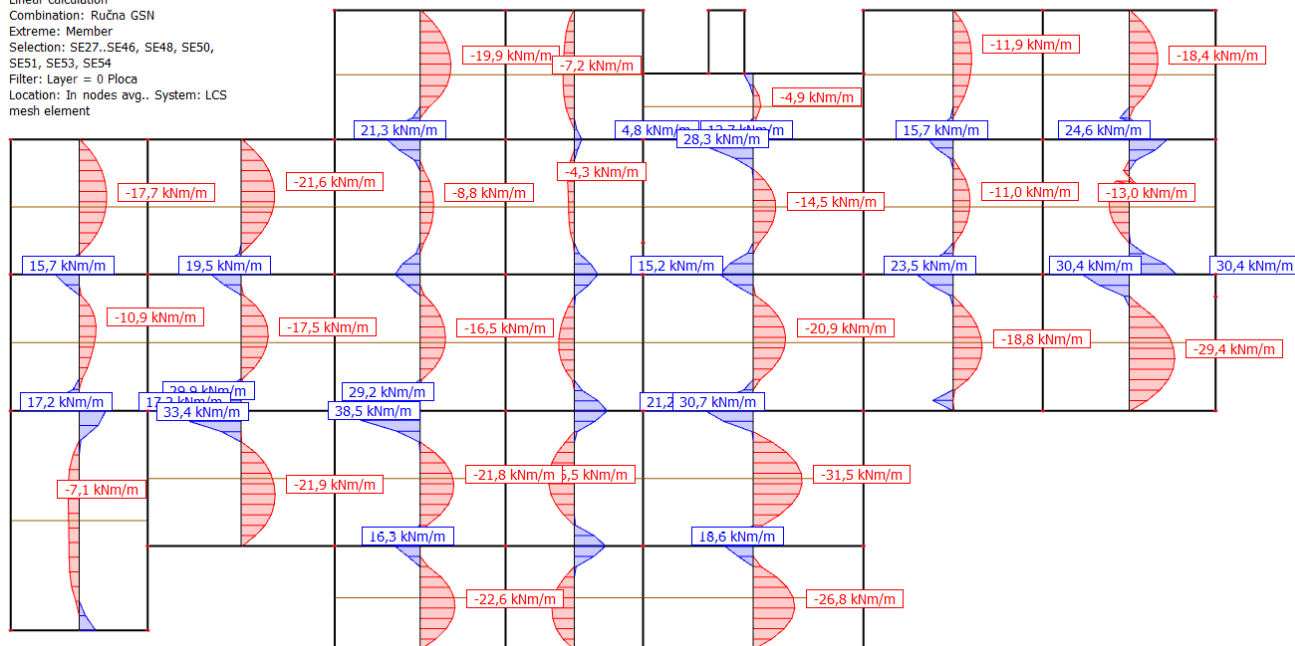
Values: m<sub>x</sub>  
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Extreme: Member  
 Selection: SE1..SE26, SE49  
 Filter: Layer = 0 Ploča  
 Location: In nodes avg.. System: LCS  
 mesh element



9.12 Prikaz momenata savijanja u X smjeru

2D internal forces

Values: m<sub>y</sub>  
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Extreme: Member  
 Selection: SE27..SE46, SE48, SE50, SE51, SE53, SE54  
 Filter: Layer = 0 Ploča  
 Location: In nodes avg.. System: LCS  
 mesh element



9.13 Prikaz momenata savijanja u Y smjeru

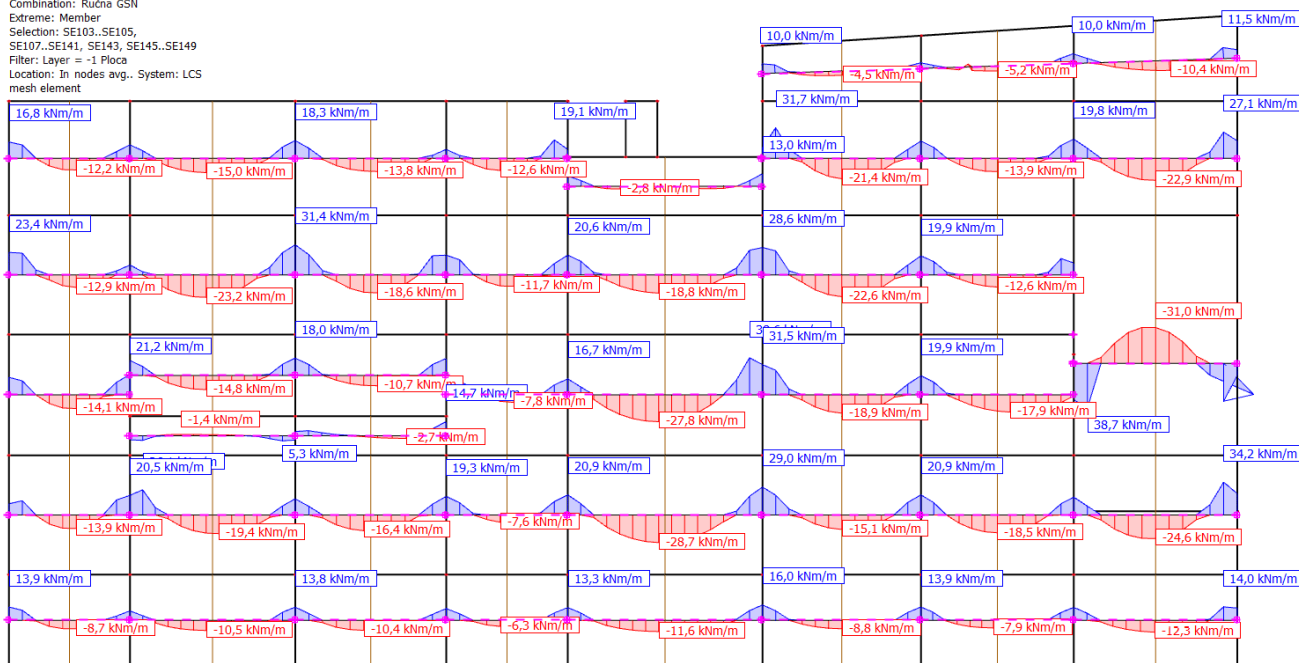
Tablica 9.6 Mjerodavne rezne sile

	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	Med
Polje	34,6	31,8	34,6
Ležaj	40,5	39,7	40,5

Pozicija 300 (ETAŽA -1)

2D internal forces

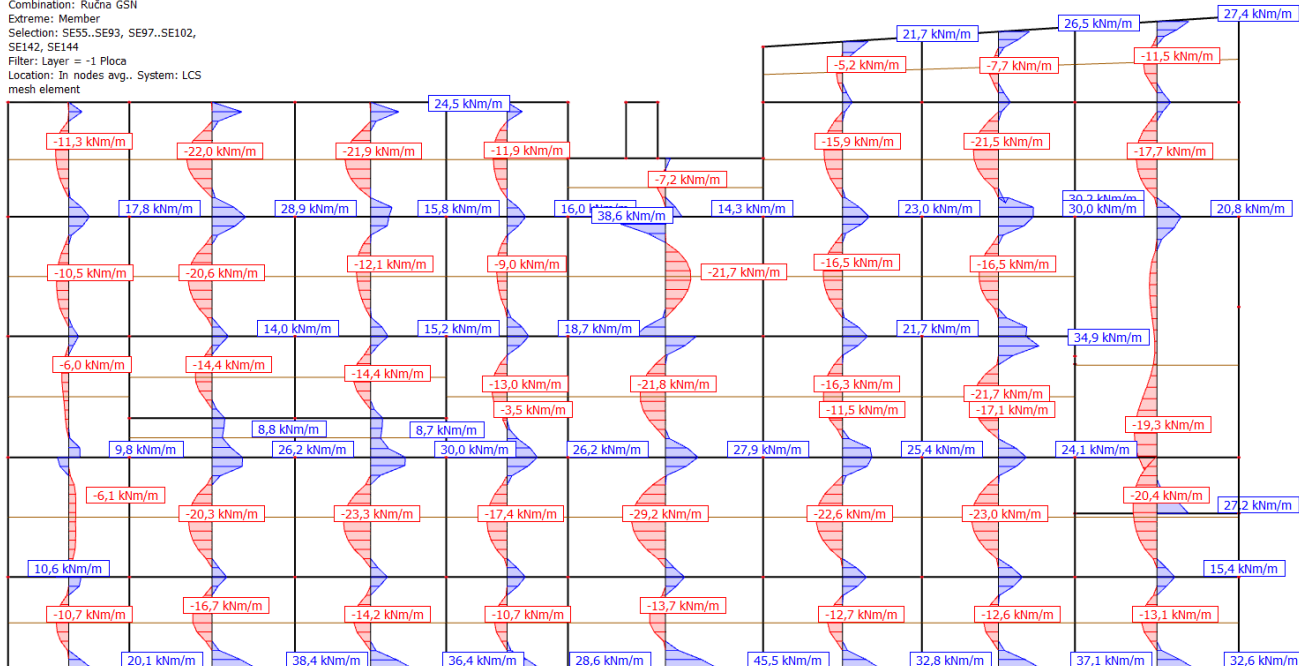
Values: **mx**  
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Extreme: Member  
 Selection: SE103..SE105,  
 SE107..SE141, SE143, SE145..SE149  
 Filter: Layer = -1 Placa  
 Location: In nodes avg.. System: LCS  
 mesh element



9.14 Prikaz momenata savijanja u X smjeru

2D internal forces

Values: **my**  
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Extreme: Member  
 Selection: SE55..SE93, SE97..SE102,  
 SE142, SE144  
 Filter: Layer = -1 Placa  
 Location: In nodes avg.. System: LCS  
 mesh element



9.15 Prikaz momenata savijanja u Y smjeru

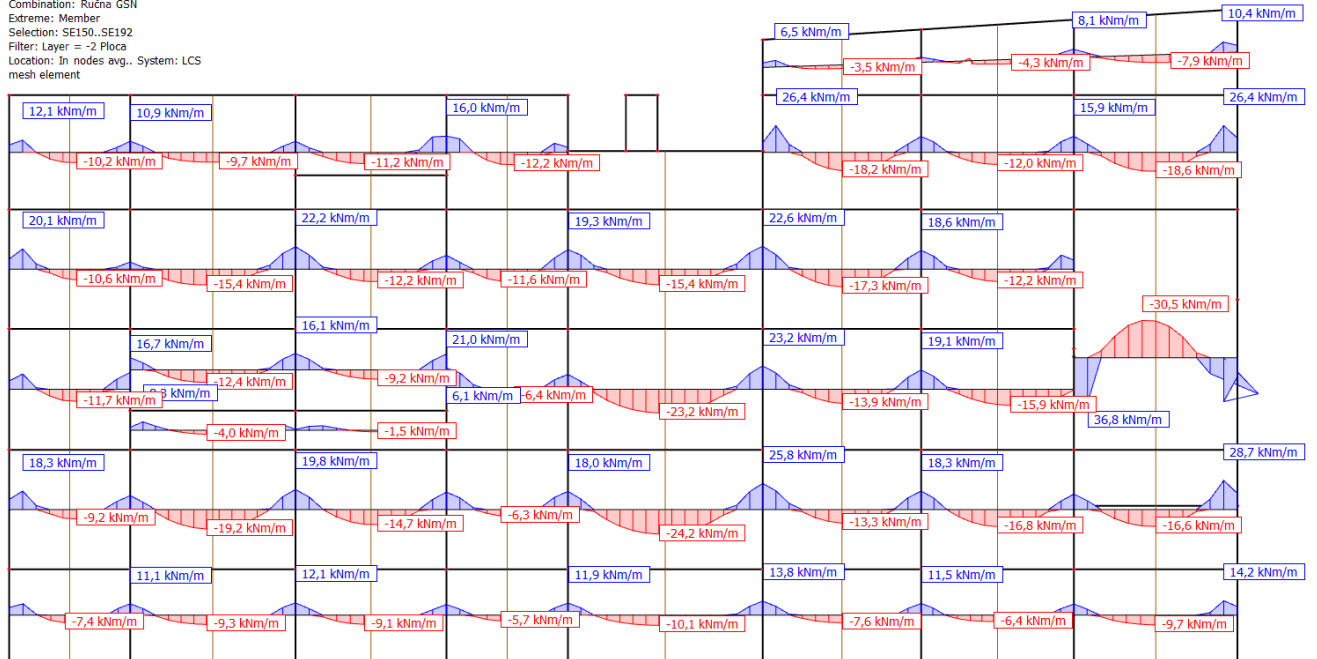
Tablica 9.7 Mjerodavne rezne sile

	Mx	My	Med
Polje	31,0	29,2	31,0
Ležaj	42,2	45,7	45,7

Pozicija 200 (ETAŽA -2)

2D internal forces

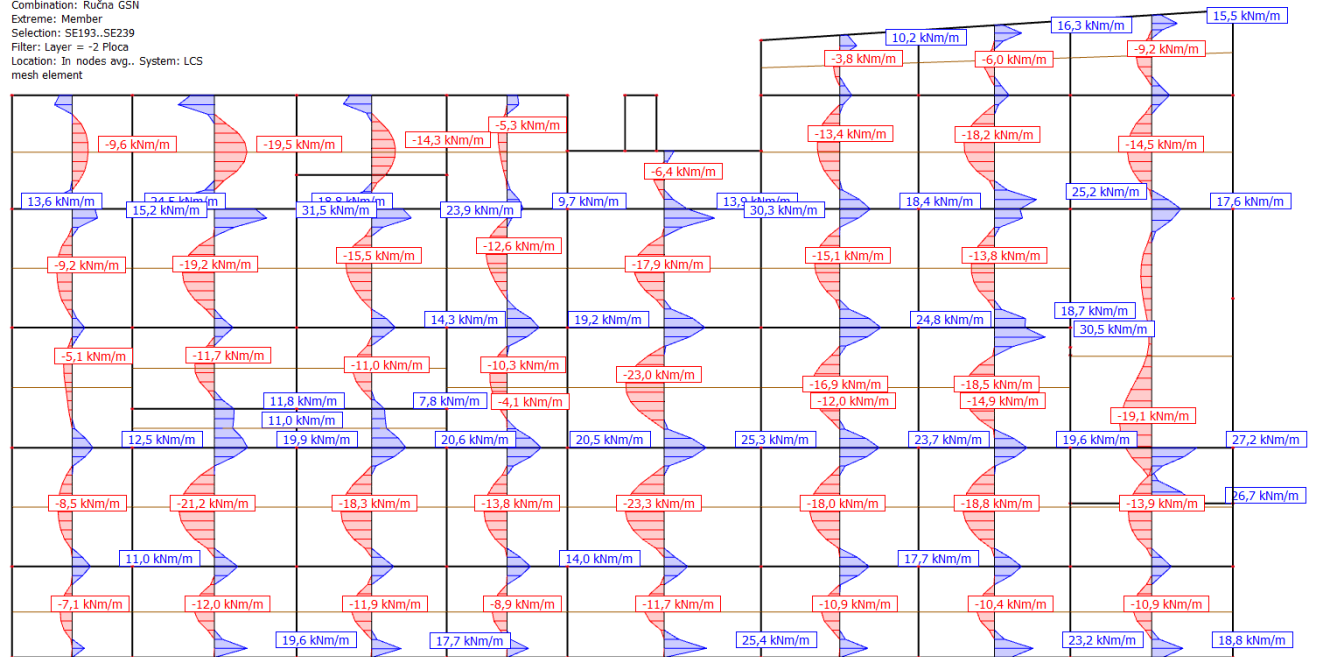
Values: mx  
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSM  
 Extremes: Member  
 Selection: SE150..SE192  
 Filter: Layer = -2 Ploca  
 Location: In nodes avg.. System: LCS  
 mesh element



9.16 Prikaz momenata savijanja u X smjeru

2D internal forces

Values: my  
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSM  
 Extremes: Member  
 Selection: SE193..SE239  
 Filter: Layer = -2 Ploca  
 Location: In nodes avg.. System: LCS  
 mesh element



9.17 Prikaz momenata savijanja u Y smjeru

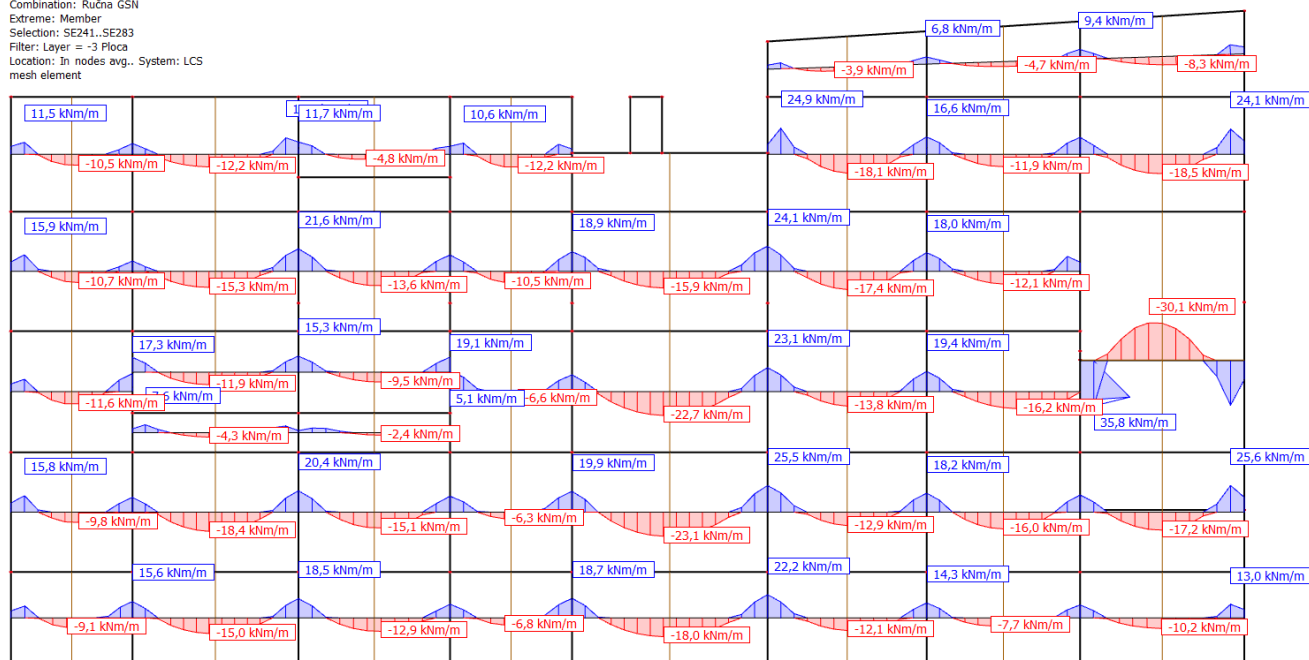
Tablica 9.8 Mjerodavne rezne sile

	Mx	My	Med
Polje	30,5	23,3	30,5
Ležaj	25,8	31,5	31,5

Pozicija 100 (ETAŽA -3)

2D internal forces

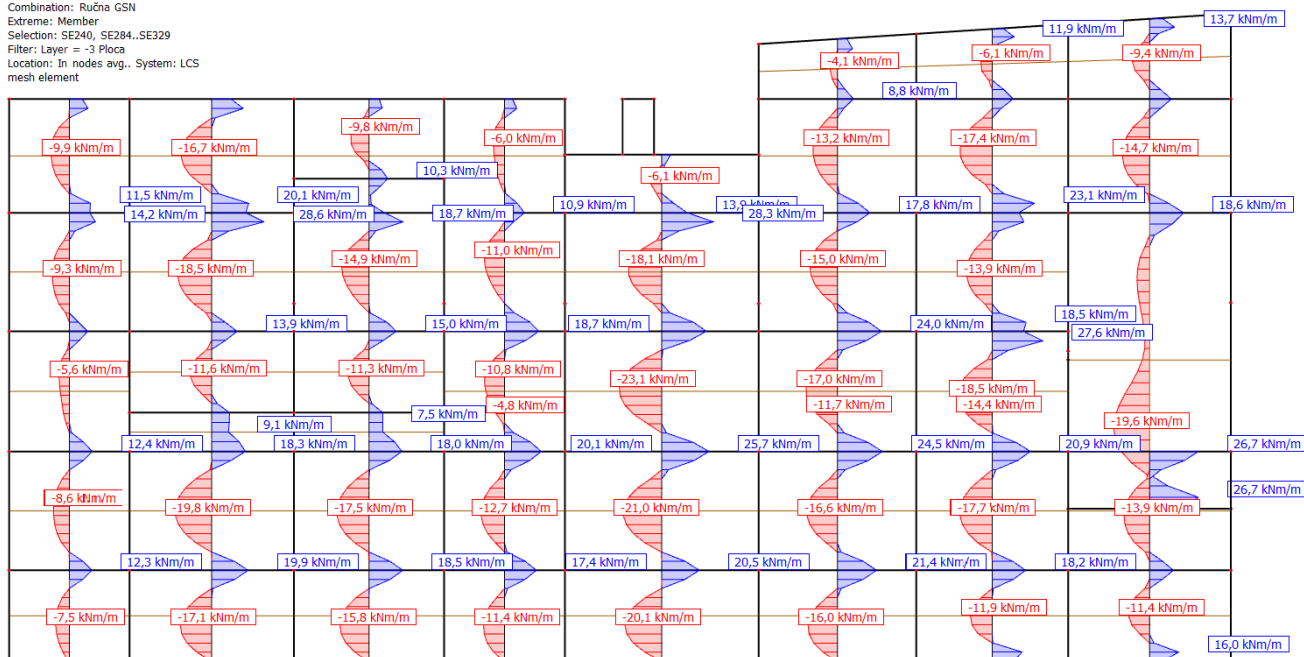
Values: m<sub>x</sub>  
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Extreme: Member  
 Selection: SE241..SE283  
 Filter: Layer = -3 Ploca  
 Location: In nodes avg., System: LCS  
 mesh element



9.18 Prikaz momenata savijanja u X smjeru

2D internal forces

Values: m<sub>y</sub>  
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Extreme: Member  
 Selection: SE240, SE284..SE329  
 Filter: Layer = -3 Ploca  
 Location: In nodes avg., System: LCS  
 mesh element



9.19 Prikaz momenata savijanja u Y smjeru

Tablica 9.9 Mjerodavne rezne sile

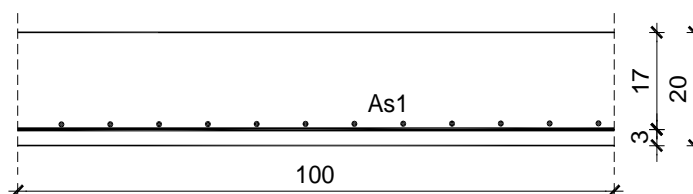
	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	Med
Polje	30,1	23,1	36,1
Ležaj	30,5	26,7	30,5

### 9.1.3. DIMENZIONIRANJE

Ploče  $d=18.0$  cm i  $d=15.0$  cm

Radi pojednostavljenja proračuna, sve su ploče, zajedno s pripadajućim gredama modelirane u programskom paketu SCIA ENGINEER 22.0. Izlazni rezultati za ploče i grede prikazani su na stranicama u nastavku.

U sljedećoj tablici prikazani su ultimativni momenti nosivosti za odabranu armaturu za dimenzije ploče prema skici:



Postupak dimenzioniranja:

$$C\ 30/37 \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1.5} = 20.0\ \text{MPa}; \quad f_{cd} = 2.00\ \text{kN/cm}^2$$

$$B500B; \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 435.0\ \text{MPa}; \quad f_{yd} = 43.5\ \text{kN/cm}^2$$

$$b=100\ \text{cm}; \quad h=18\ \text{cm}; \quad d=15\ \text{cm}$$

$$\mu_{Rd,lim} = 0.276; \quad \zeta_{lim} \approx 0.829 \quad \varepsilon_c / \varepsilon_s = 3.5/5.0\text{‰}$$

$$M_{Rd,c} = \mu_{Rd,lim} b d^2 f_{cd} = 0.276 \cdot b d^2 f_{cd}$$

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

Tablica 9.10 Potrebna armatura u ovisnosti o limitirajućem moment

Armatura	Površina	Moment nosivosti	Moment nosivosti	Postotak armature
	$A_{s1}$	betona $M_{Rd,c}$	armature $M_{Rd,s}$	
	[cm <sup>2</sup> /m']	[kNm/m']	[kNm/m']	%
Ø 8/10	5,03	124,20	27,21	0,28
Ø 10/10	7,85	124,20	42,46	0,44
Ø 12/10	11,31	124,20	61,18	0,63
Ø 14/10	15,39	124,20	83,25	0,86
2x Q 785	15,70	124,20	84,92	0,87
Q 785 + Ø10/10	15,70	124,20	84,92	0,87
Q 785 + Ø14/20	15,55	124,20	84,11	0,86

**b=100 cm; h=15 cm; d=12 cm**

Tablica 9.11 Potrebna armatura u ovisnosti o limitirajućem moment

Armatura	Površina $A_{s1}$	Moment nosivosti betona $M_{Rd,c}$	Moment nosivosti armature $M_{Rd,s}$	Postotak armature
	[cm <sup>2</sup> /m']	[kNm/m']	[kNm/m']	%
Ø 8/10	5,03	79,49	21,77	0,34
Ø 10/10	7,85	79,49	33,97	0,52
Ø 12/10	11,31	79,49	48,94	0,75
Ø 14/10	15,39	79,49	66,60	1,03
2x Q 785	15,70	79,49	67,94	1,05
Q 785 + Ø10/10	15,70	79,49	67,94	1,05
Q 785 + Ø14/20	15,55	79,49	67,29	1,04

**b=100 cm; h=35 cm; d=33 cm**

Tablica 9.12 Potrebna armatura u ovisnosti o limitirajućem momentu

Armatura	Površina $A_{s1}$	Moment nosivosti betona $M_{Rd,c}$	Moment nosivosti armature $M_{Rd,s}$	Postotak armature
	[cm <sup>2</sup> /m']	[kNm/m']	[kNm/m']	%
Ø 8/10	5,03	601,13	59,86	0,14
Ø 10/10	7,85	601,13	93,42	0,22
Ø 12/10	11,31	601,13	134,59	0,32
Ø 14/10	15,39	601,13	183,15	0,44
2x Q 785	15,70	601,13	186,83	0,45
Q 785 + Ø10/10	15,70	601,13	186,83	0,45
Q 785 + Ø14/20	15,55	601,13	185,05	0,44

Tablica 9.13 Mjerodavne rezne sile

Ploče d (cm)	15	15	15	15	15	18	18	18	18	35
Pozicija	900	800	700	600	500	400	300	200	100	000
Med (POLJE)	14,9	18,5	18,5	18,5	18,5	41,5	37,2	36,6	36,1	32,7
Med (LEŽAJ)	17,1	24,2	24,2	24,2	24,2	40,5	45,7	31,5	30,5	30,7

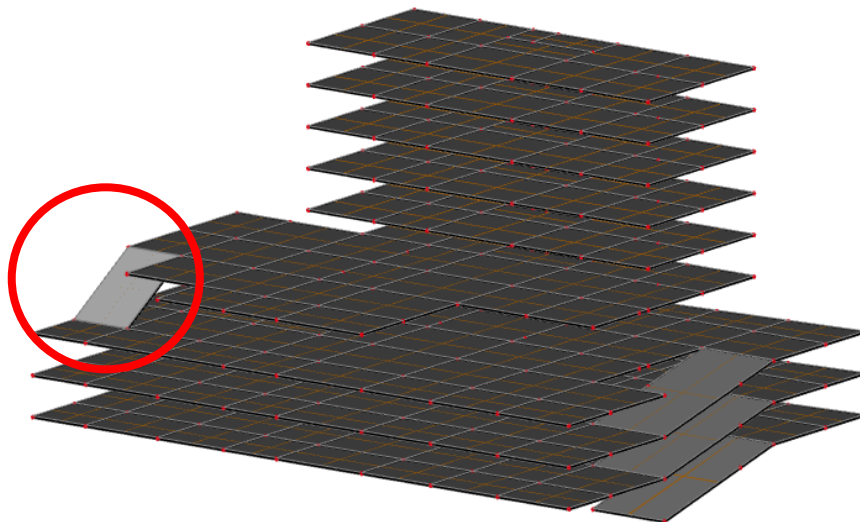
Tablica 9.14 Usvojena armatura po pozicijama

Ploče d (cm)	15	15	15	15	15	18	18	18	18	35
Pozicija	900	800	700	600	500	400	300	200	100	000
As, odabrano (POLJE)	Q 503	Q 503	Q 503	Q 503	Q 503	φ12/10	φ12/10	φ12/10	φ12/10	φ12/10
As, odabrano (LEŽAJ)	Q 503	Q 503	Q 503	Q 503	Q 503	φ12/10	φ12/10	φ12/10	φ12/10	φ12/10

Na svim pozicijama gornju zonu u osnovi armirati sa Q196 dok je preko oslonaca potrebno usvojiti armaturu za ležaj prema tablici.

## 9.2. STUBIŠTE

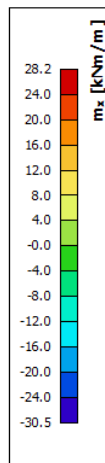
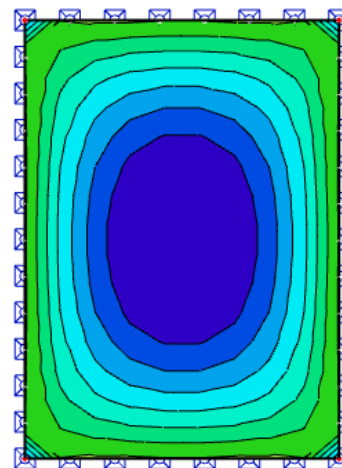
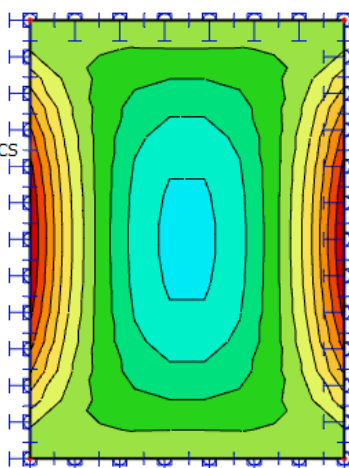
Stepenice na poziciji 400 (ETAŽA 0)



9.21 Stepenice na poziciji 400 (etaža 0)

### 2D internal forces

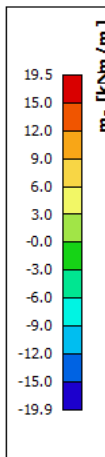
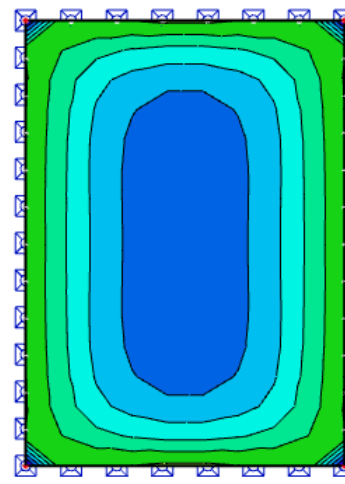
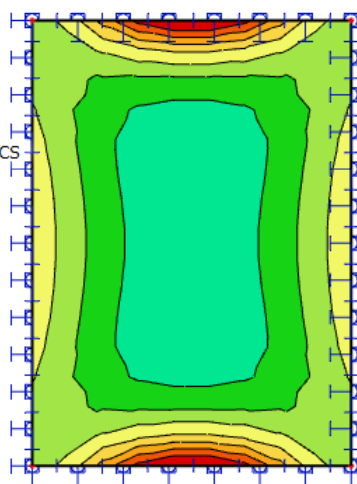
Values:  $m_x$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg., System: LCS  
 mesh element



9.20 Prikaz momenata savijanja u X smjeru

### 2D internal forces

Values:  $m_y$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg., System: LCS  
 mesh element

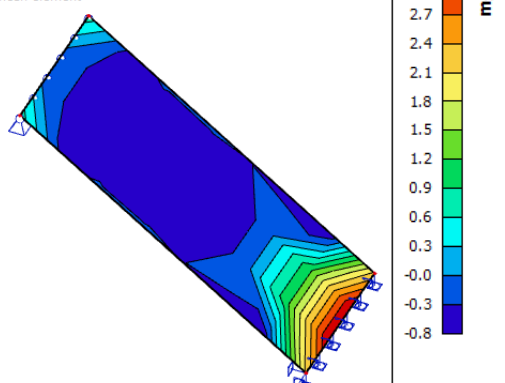


9.22 Prikaz momenata savijanja u Y smjeru



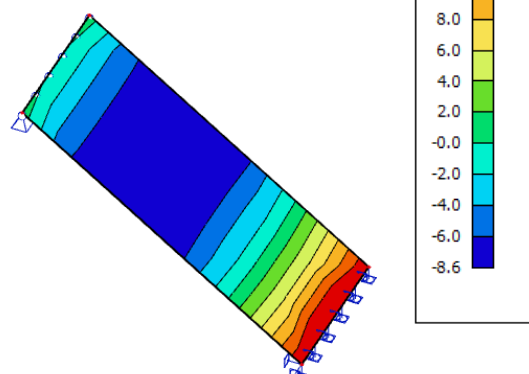
## Stubište unutar objekta

**2D internal forces**  
 Values:  $m_x$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Extreme: Member  
 Selection: S1314  
 Location: In nodes avg.. System: LCS  
 mesh element



9.23 Prikaz momenata savijanja u X smjeru

**2D internal forces**  
 Values:  $m_y$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Extreme: Member  
 Selection: S1314  
 Location: In nodes avg.. System: LCS  
 mesh element



9.24 Prikaz momenata savijanja u Y smjeru

Ploče d (cm)	18	18
Pozicija	400	100-900
$M_{max}$ (POLJE)	30	8,6
$M_{max}$ (LEŽAJ)	28,2	15,8

**b=100 cm;****h=18 cm; d=15 cm**

Armatura	Površina $A_{s1}$	Moment nosivosti betona $M_{Rd,c}$	Moment nosivosti armature $M_{Rd,s}$	Postotak armature
	[ $cm^2/m'$ ]	[ $kNm/m'$ ]	[ $kNm/m'$ ]	%
Ø 8/15	3,35	124,20	18,12	0,19
Ø 8/10	5,03	124,20	27,21	0,28
Ø 9/10	6,36	124,20	34,40	0,35
Ø 10/10	7,85	124,20	42,46	0,44
Ø 12/10	11,31	124,20	61,18	0,63
Ø 14/10	15,39	124,20	83,25	0,86
2x Q 785	15,70	124,20	84,92	0,87

Ploče d (cm)	18	18
Pozicija	400	100-900
$A_s$ , odabrano (POLJE)	Q 636	Q 335
$A_s$ , odabrano (LEŽAJ)	Q 636	Q 335

Stepenice na poziciji 400 su omeđene armirano betonskim zidovima te su kao takve proračunate kao da je ostvarena upetost između rubnih elemenata i stepenica. S obzirom na moguće anomalije prikazane su unutarnje sile i za slučaj kada stepenice nemaju punu upetost po obodu i taj slučaj je uzet kao mjerodavan za usvojenu armaturu u polju dok je model s punom upetosti po rubovima

mjerodavan za armaturu gornje zone ovih stepenica. Stubište kroz objekt potrebno je izvesti bez upetosti na kontaktu s bočnim zidovima i armirati ga armaturom usvojenom u tablici. U nastavku su prikazani rezultati proračuna na Prostornom modelu - proračun na potres, za zidove (označeno po osima).

Dokaz nosivosti i proračun potrebne armature provodi se prema slijedećem:

1/Kontroliraju se tlačna naprezanja u zidu za nazovistalnu kombinaciju

$$1.0G + \Psi 2i \cdot Q_i \text{ za beton C30/37 } \sigma_c, \text{ GSU2}(1.0G + 0.30Q) \leq 0.45 f_{ck} = 0.45 \cdot 30 = 13.5 \text{ Mpa}$$

2/ Kontroliraju se tlačna naprezanja u zidu za mjerodavnu potresnu kombinaciju

3/ Proračunava se potrebna armatura:

Potrebna površina se određuje prema slijedećem:  $A_s = (n_{Ed} / f_{yd}) [\text{cm}^2/\text{m}]$  – vertikalna armatura

4/ Provjerava se računaska nosivost na poprečnu silu:

Debljina zida prema EC-8 treba biti:

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

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

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

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

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

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

Za izrazito visoke zidove – stupove

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

Razmak vilica je  $e_w = 15$  cm

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

Kritično područje:  $\min \{2L_w, h_s\} \geq h_{cr} \geq \max \{L_w, h_w/6\}$ , ( $L_w$ =duljina zida,  $h_w$ =ukupna visina zida,  $h_s$ =svijetla katna visina)

**Minimalno armiranje:**

na krajevima zida:

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

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

$b_o$ =širina jezgre)

ostali dio zida:

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

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

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

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

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

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

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

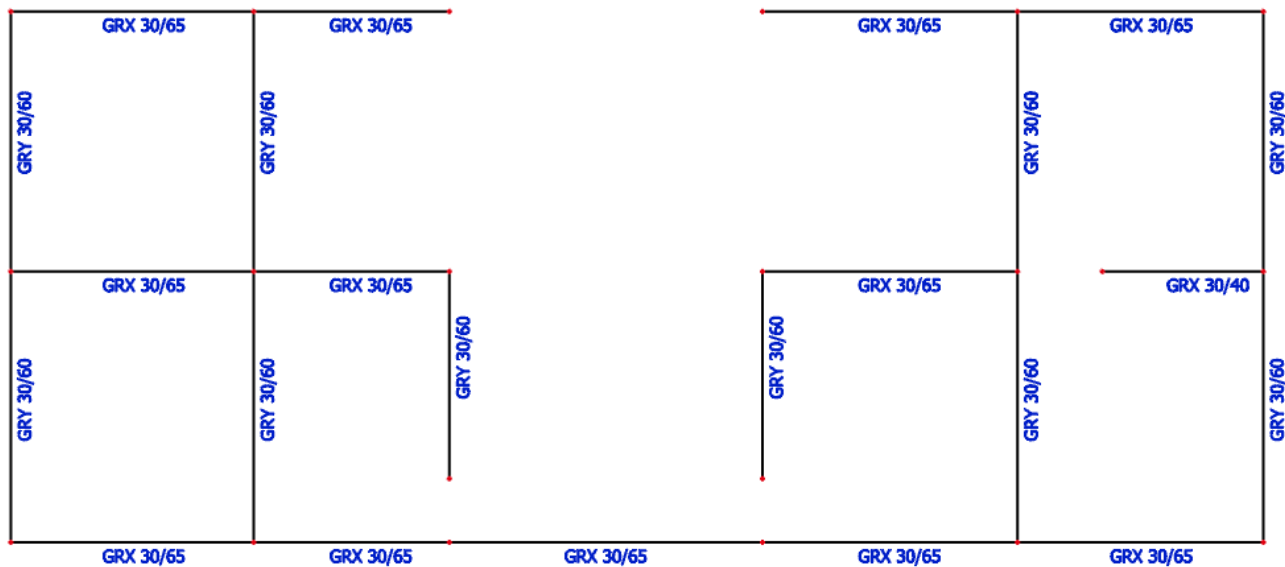
$$b = 25 \text{ cm}; A_{s,\min} = 0.0009 \cdot 25 \cdot 100/2 = 1,125 \text{ cm}^2/\text{m obostrano}$$

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

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

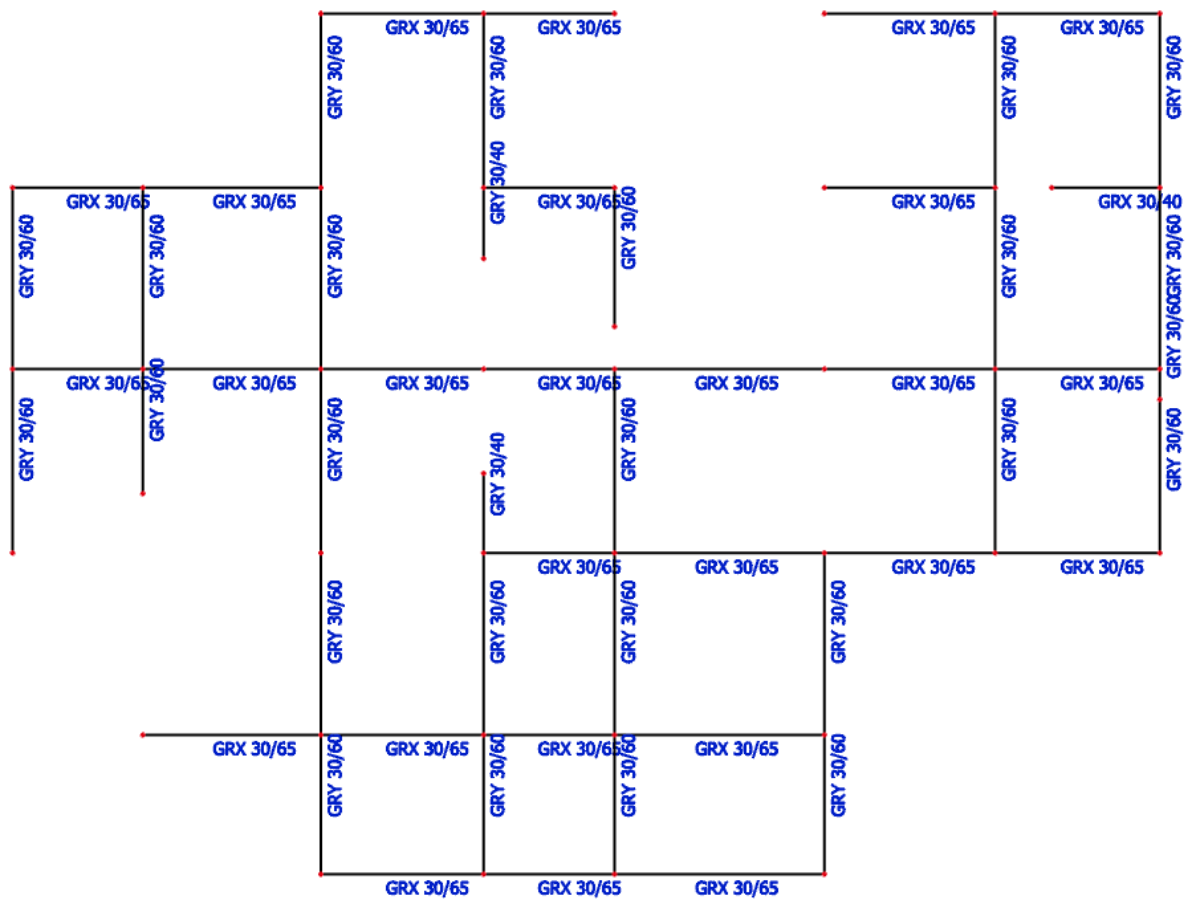
### 9.3. PRIKAZ POPREČNIH PRESJEKA GREDA PO ETAŽAMA

POZICIJA 900,800,700,600,500 (ETAŽE 5,4,3,2,1)



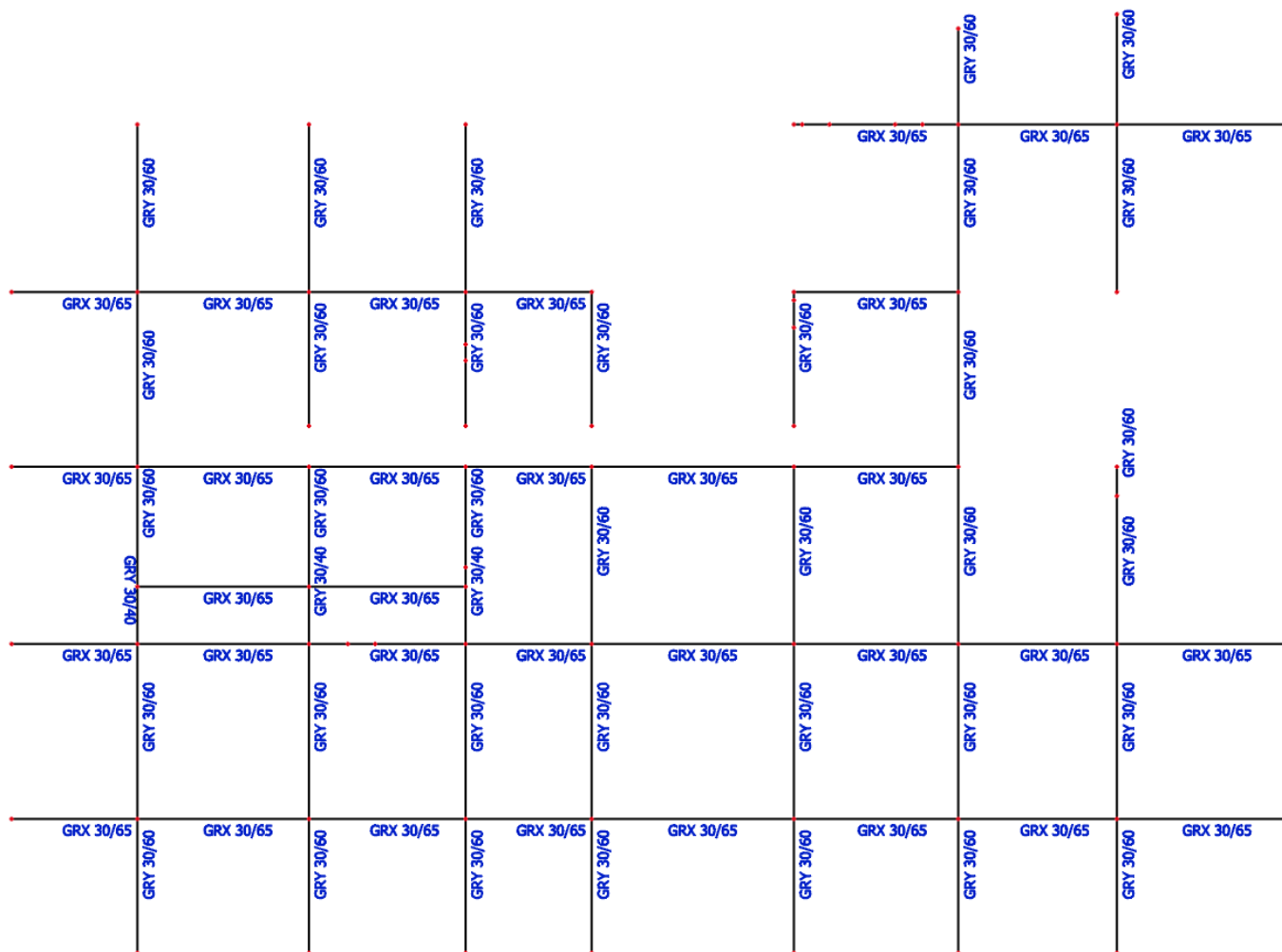
9.25 Prikaz poprečnih presjeka greda

POZICIJA 400 (ETAŽA 0)



9.26 Prikaz poprečnih presjeka greda

## POZICIJA 300,200,100 (ETAŽE -1,-2,-3)



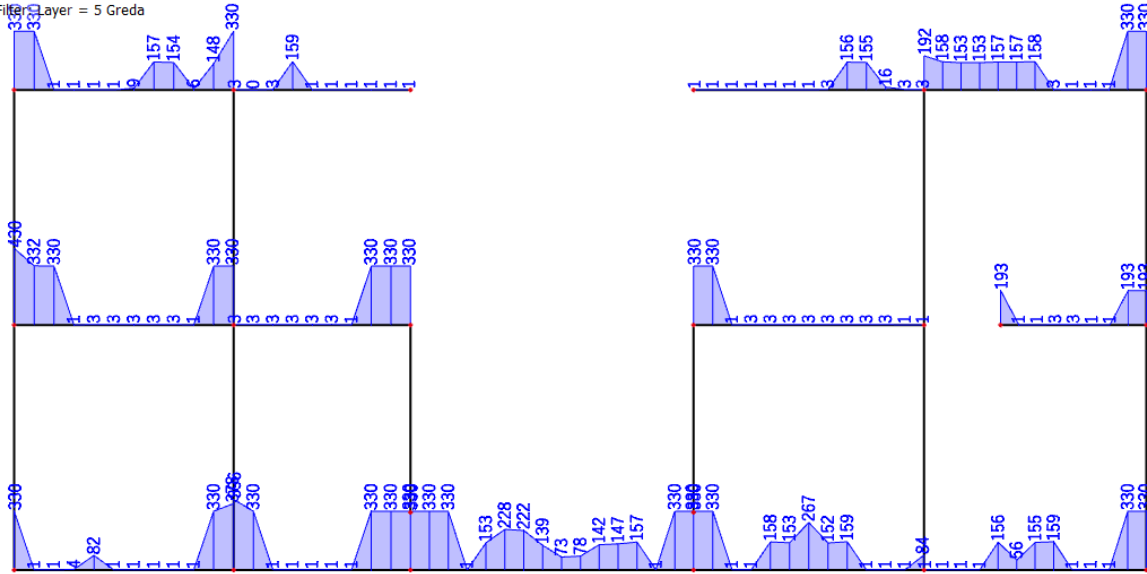
9.27 Prikaz poprečnih presjeka grada

### 9.4. PRIKAZ POTREBNE ARMATURE PO POZICIJAMA

#### Pozicija 900 (ETAŽA 5)

**Reinforcement 1D design**

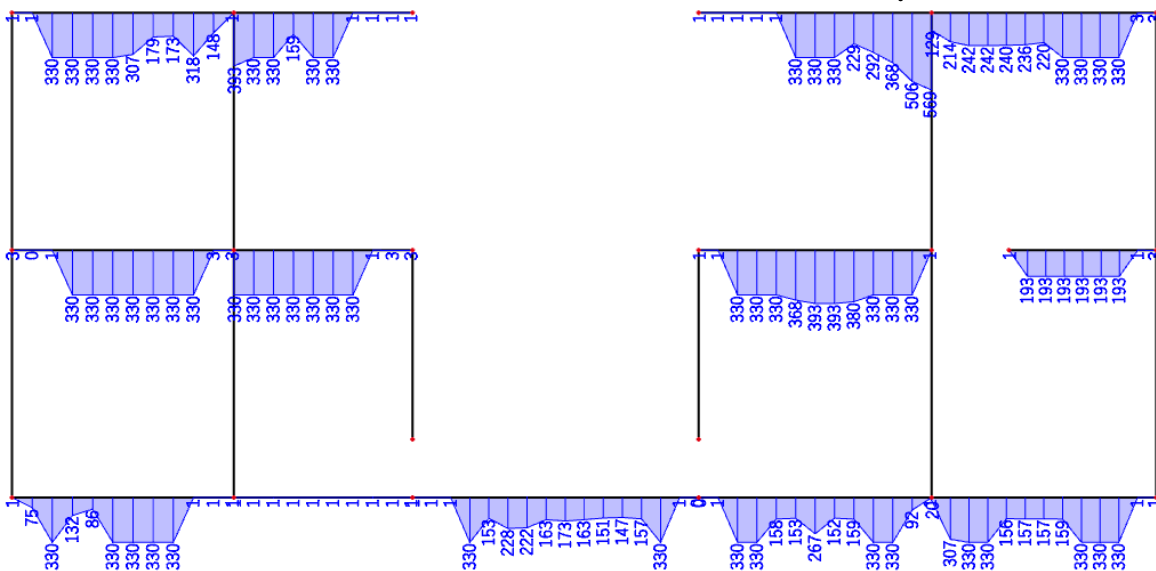
Values:  $A_{s,req,z+}$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Section  
 Selection: B1225..B1233, B1236,  
 B1237, B1244, B1254  
 Filter: Layer = 5 Greda



9.28 Površina potrebne armature - gornja zona - X smjer

**Reinforcement 1D design**

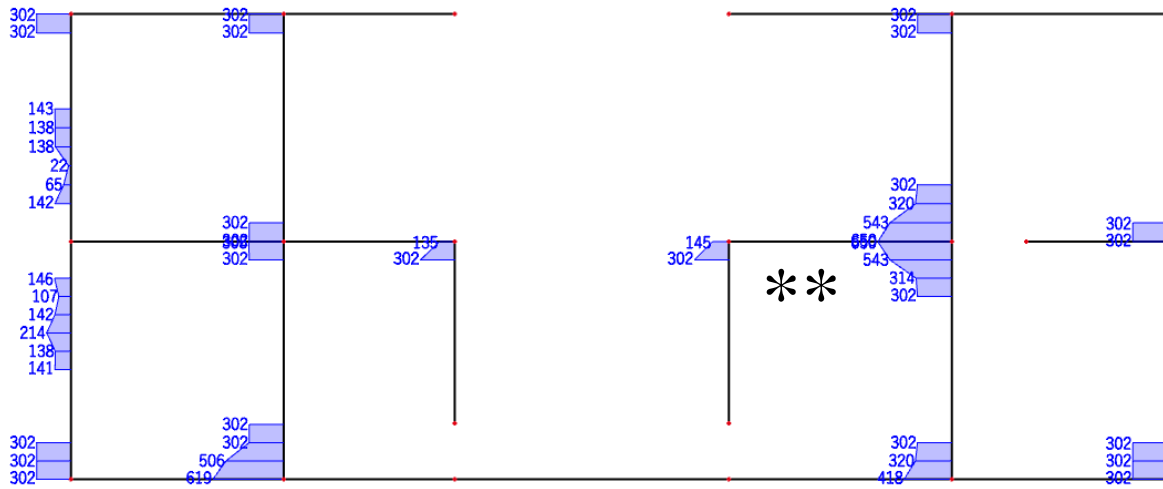
Values:  $A_{s,req,z-}$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Section  
 Selection: B1225..B1233, B1236,  
 B1237, B1244, B1254  
 Filter: Layer = 5 Greda



9.29 Površina potrebne armature - donja zona - X smjer

**Reinforcement 1D design**

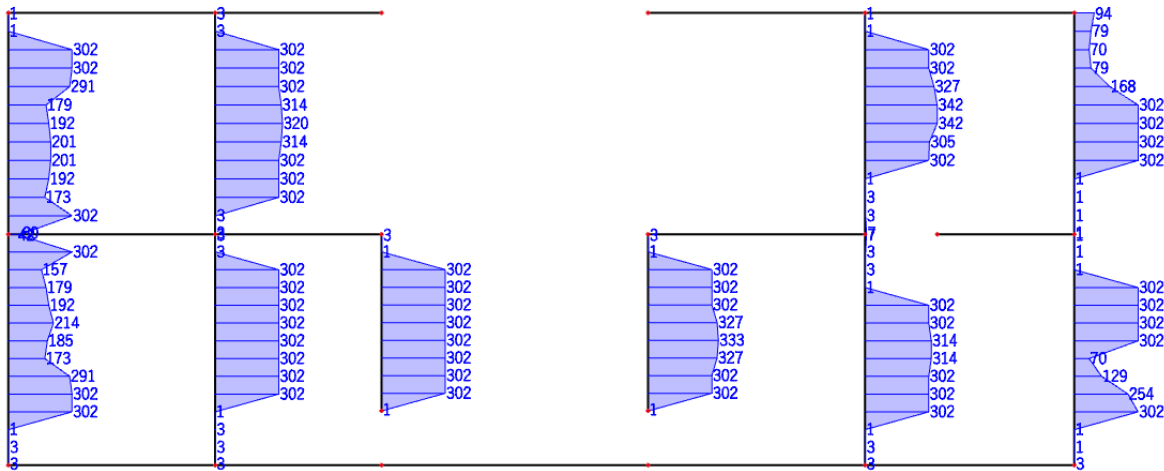
Values:  $A_{s,req,z+}$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Section  
 Selection: B1218..B1224, B1234,  
 B1235, B1243



\* 9.30 Površina potrebne armature - gornja zona - Y smjer

**Reinforcement 1D design**

Values:  $A_{s,req,z-}$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Section  
 Selection: B1218..B1224, B1234,  
 B1235, B1243  
 Filter: Layer = 5 Greda



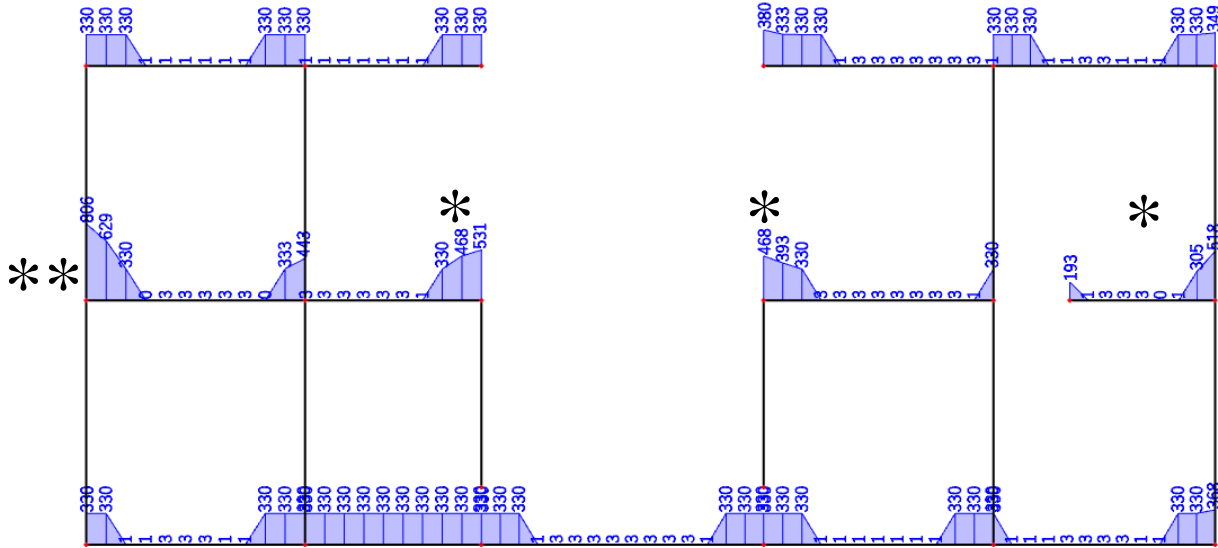
9.31 Površina potrebne armature - donja zona - Y smjer



Pozicija 800 (ETAŽA 4)

Reinforcement 1D design

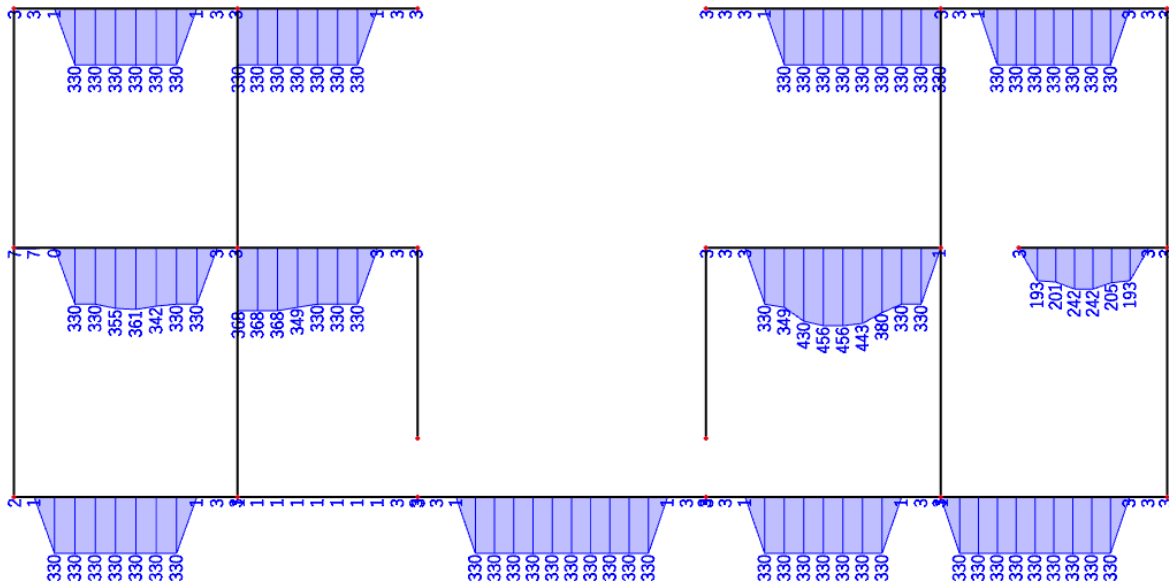
Values:  $A_{s,req,z+}$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Section  
 Selection: B1189..B1197, B1200,  
 B1201, B1208, B1253  
 Filter: Layer = 4 Greda



9.32 Površina potrebne armature - gornja zona - X smjer

Reinforcement 1D design

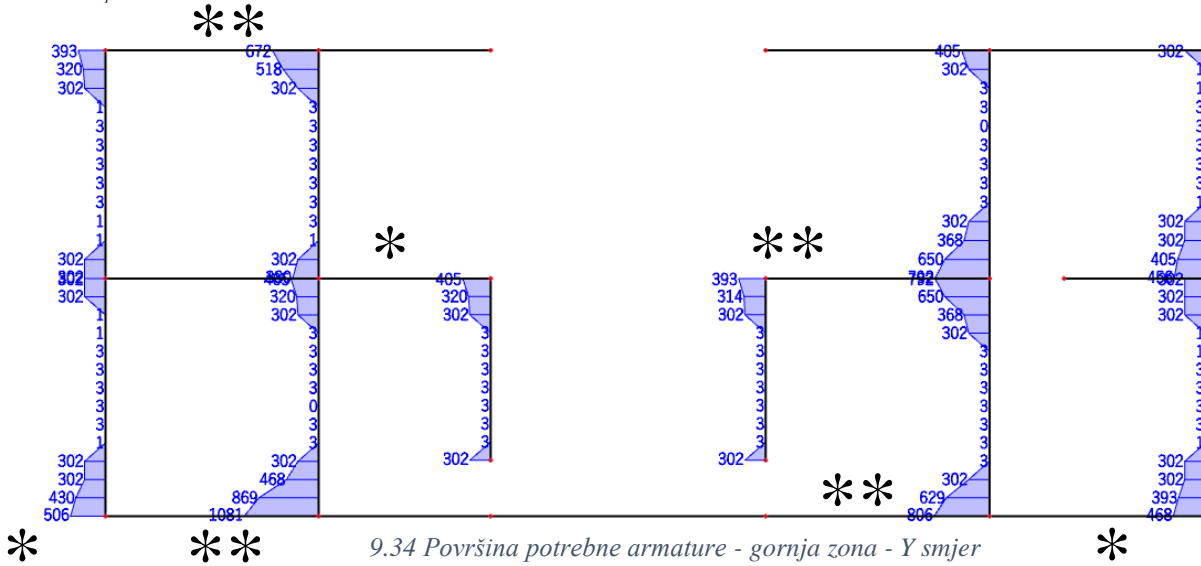
Values:  $A_{s,req,z-}$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Section  
 Selection: B1189..B1197, B1200,  
 B1201, B1208, B1253  
 Filter: Layer = 4 Greda



9.33 Površina potrebne armature - donja zona - X smjer

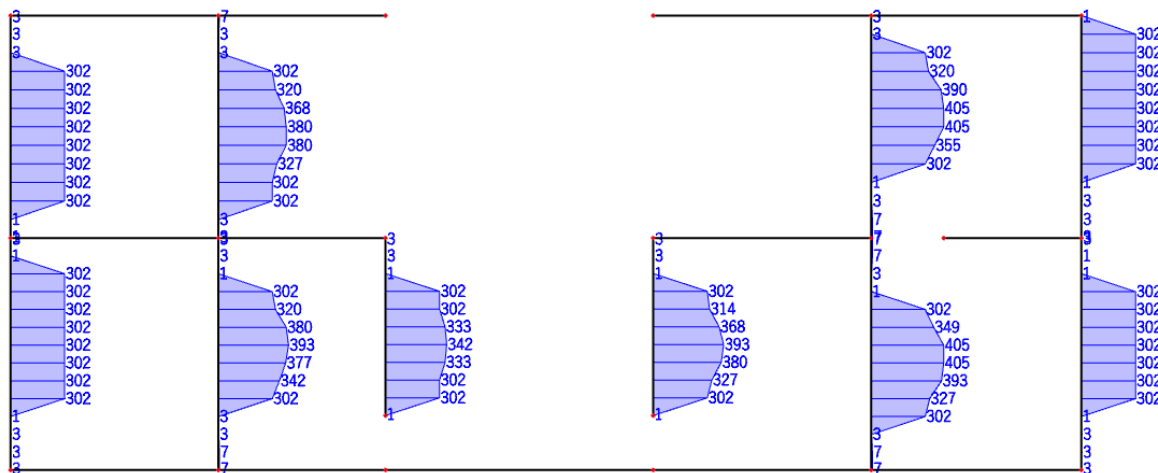
**Reinforcement 1D design**

Values:  $A_{s,req,z+}$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Section  
 Selection: B1182..B1188, B1198,  
 B1199, B1207  
 Filter: Layer = 4 Greda



**Reinforcement 1D design**

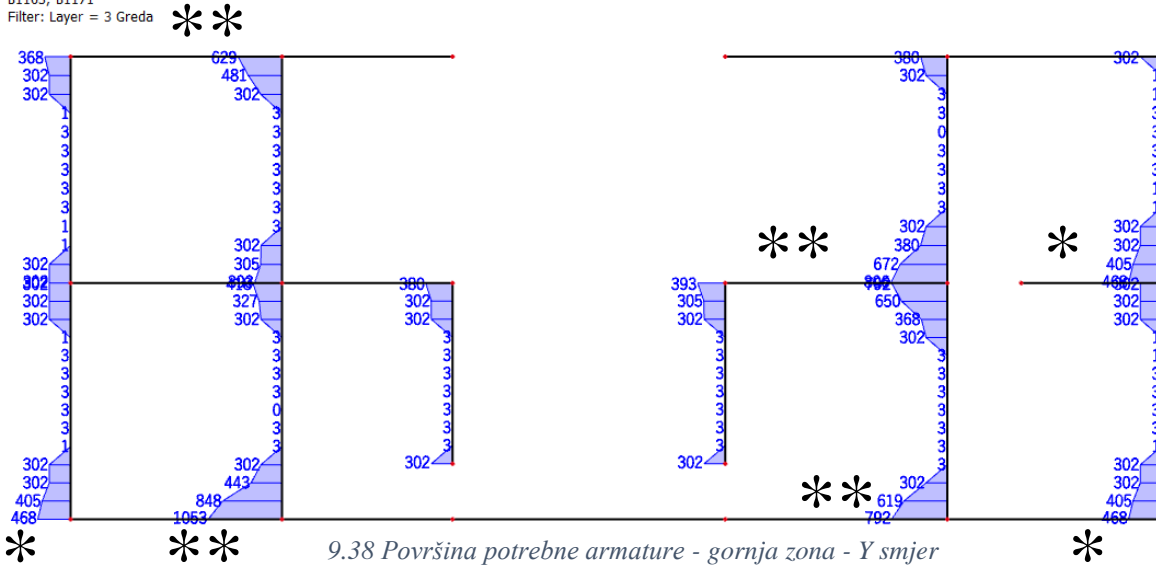
Values:  $A_{s,req,z-}$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Section  
 Selection: B1182..B1188, B1198,  
 B1199, B1207  
 Filter: Layer = 4 Greda





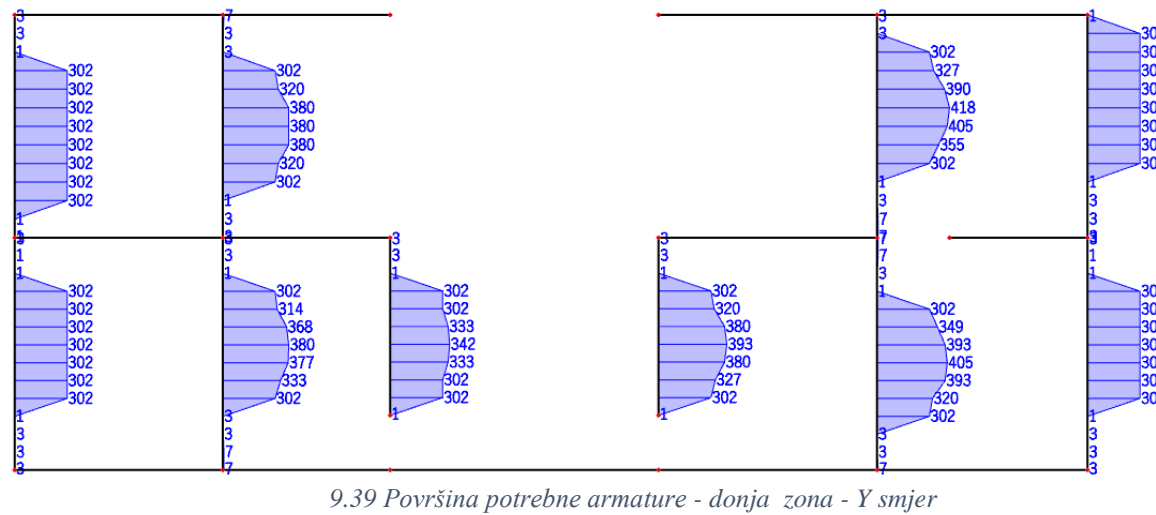
**Reinforcement 1D design**

Values:  $A_{s,req,z+}$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Section  
 Selection: B1146..B1152, B1162,  
 B1163, B1171  
 Filter: Layer = 3 Greda



**Reinforcement 1D design**

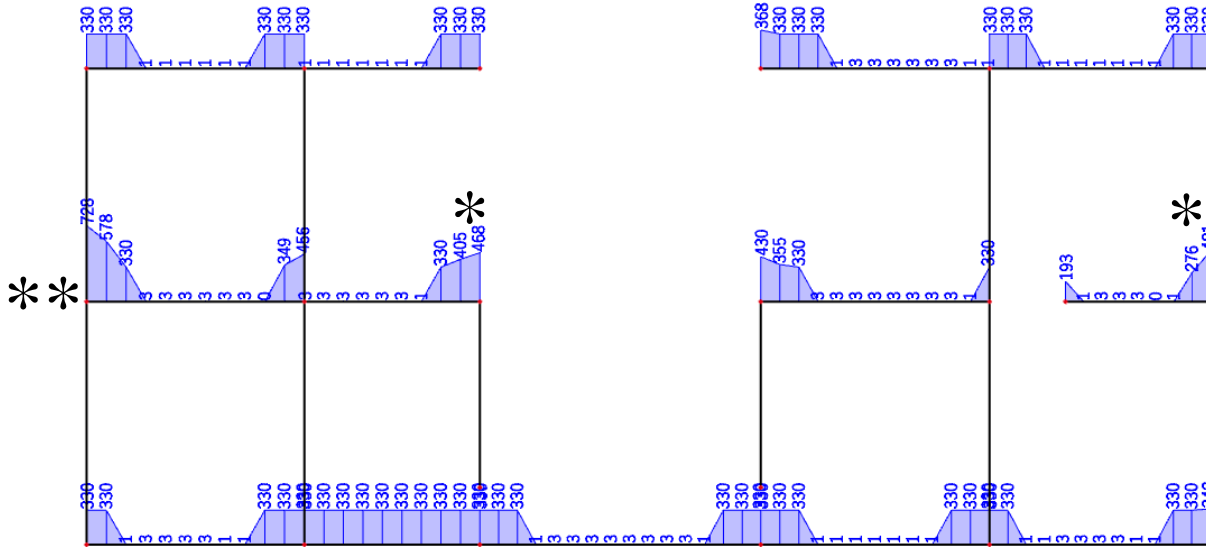
Values:  $A_{s,req,z-}$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Section  
 Selection: B1146..B1152, B1162,  
 B1163, B1171  
 Filter: Layer = 3 Greda



Pozicija 600 (ETAŽA 2)

Reinforcement 1D design

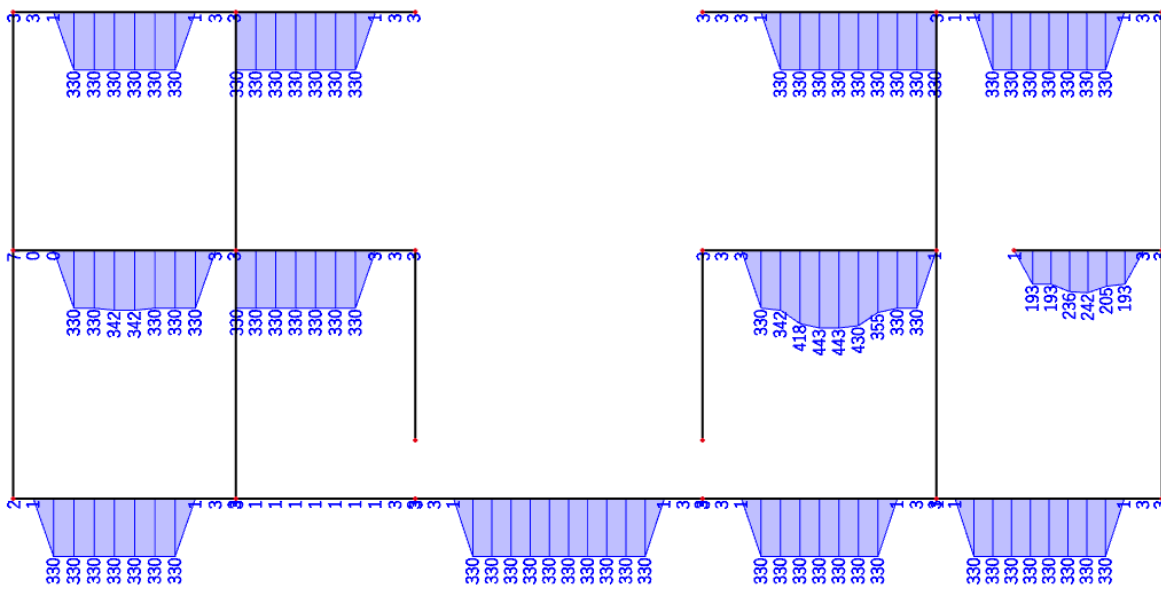
Values:  $A_{s,req,z+}$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Section  
 Selection: B1046..B1054, B1057,  
 B1058, B1065, B1251  
 Filter: Layer = 2 Greda



9.40 Površina potrebne armature - gornja zona - X smjer

Reinforcement 1D design

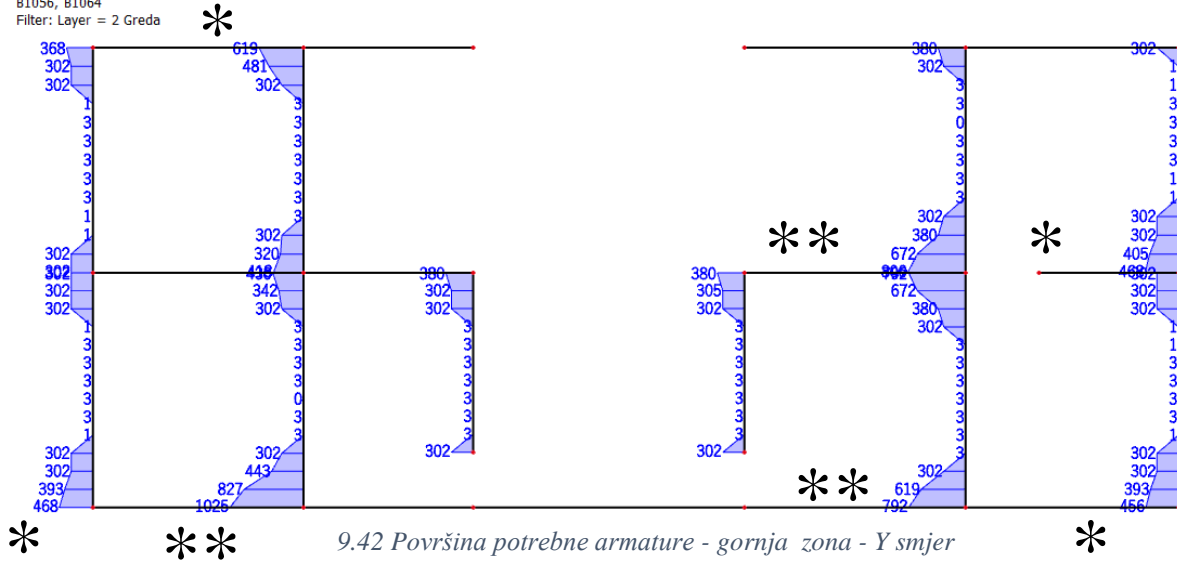
Values:  $A_{s,req,z-}$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Section  
 Selection: B1046..B1054, B1057,  
 B1058, B1065, B1251  
 Filter: Layer = 2 Greda



9.41 Površina potrebne armature - donja zona - X smjer

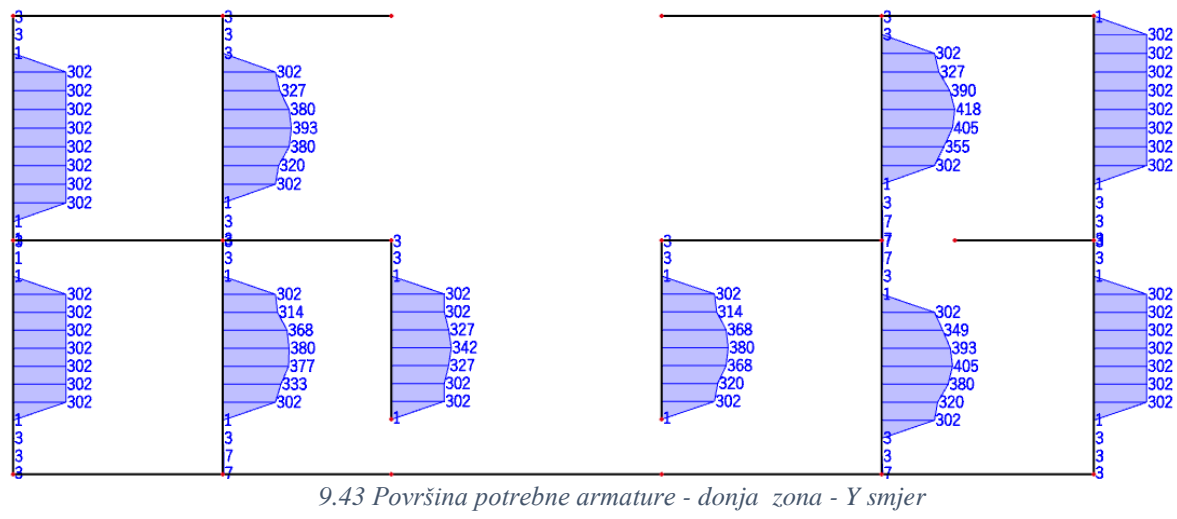
**Reinforcement 1D design**

Values:  $A_{s,req,z+}$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Section  
 Selection: B1039..B1045, B1055,  
 B1056, B1064  
 Filter: Layer = 2 Greda



**Reinforcement 1D design**

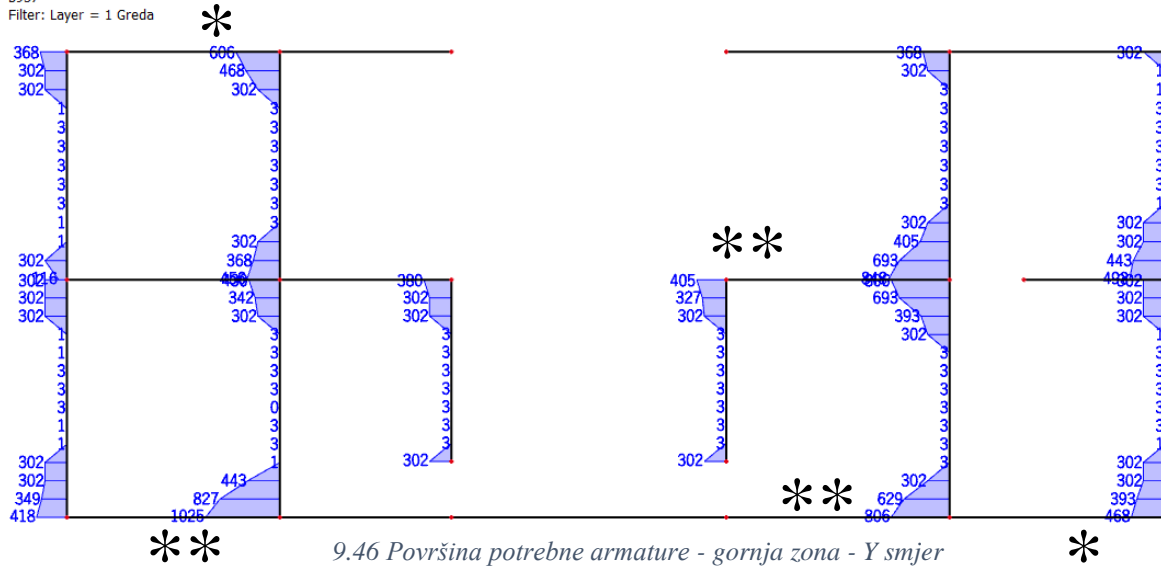
Values:  $A_{s,req,z-}$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Section  
 Selection: B1039..B1045, B1055,  
 B1056, B1064  
 Filter: Layer = 2 Greda





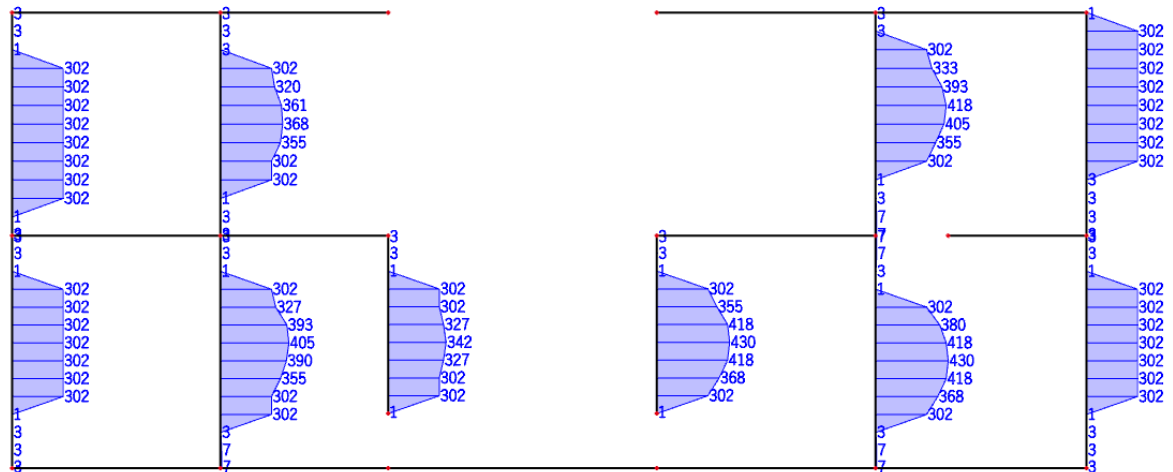
**Reinforcement 1D design**

Values:  $A_{s,req,z+}$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Section  
 Selection: B932..B938, B948, B949,  
 B957  
 Filter: Layer = 1 Greda



**Reinforcement 1D design**

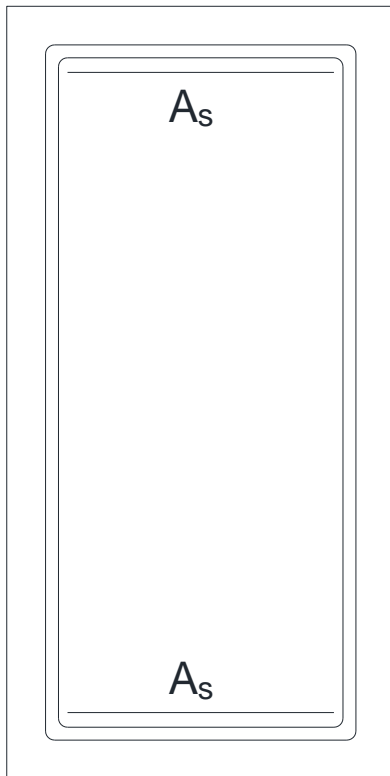
Values:  $A_{s,req,z-}$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Section  
 Selection: B932..B938, B948, B949,  
 B957  
 Filter: Layer = 1 Greda





## ZAKLJUČAK:

Sve grede na pozicijama od 900 do 500 potrebno je armirati prema skicama u nastavku.



$$A_s - 3\phi 14 (4,62 \text{ cm}^2) , A_s^* - 4 \phi 14 (6,16 \text{ cm}^2)$$

$$A_s^{**} - 5\phi 16 (10,05 \text{ cm}^2)$$

9.48 Shematski prikaz armature

Pozicija 400 (ETAŽA 0)

Reinforcement 1D design

Values:  $A_{s, req, z+}$

Linear calculation

Combination: Ručna GSN

Coordinate system: Member

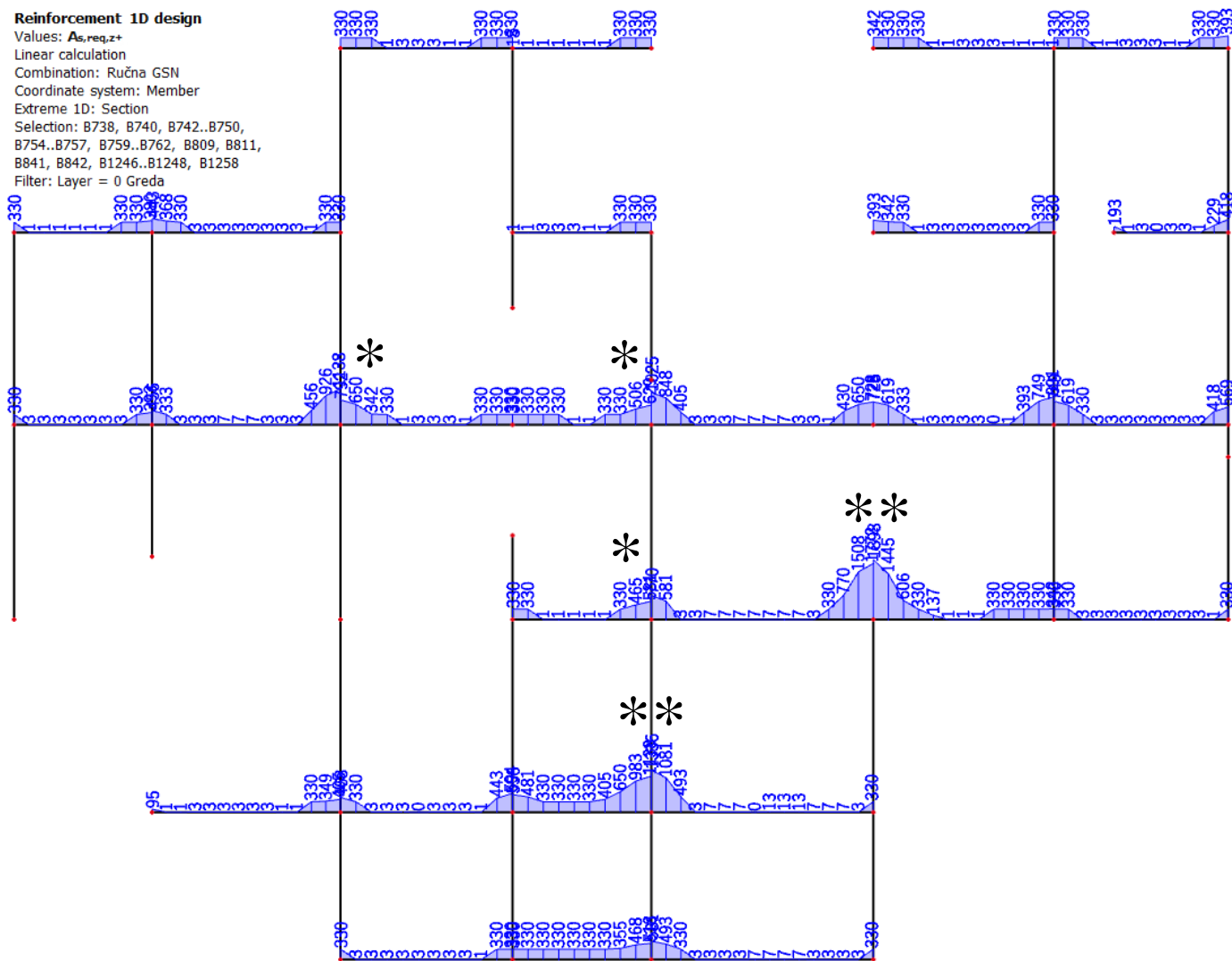
Extreme 1D: Section

Selection: B738, B740, B742..B750,

B754..B757, B759..B762, B809, B811,

B841, B842, B1246..B1248, B1258

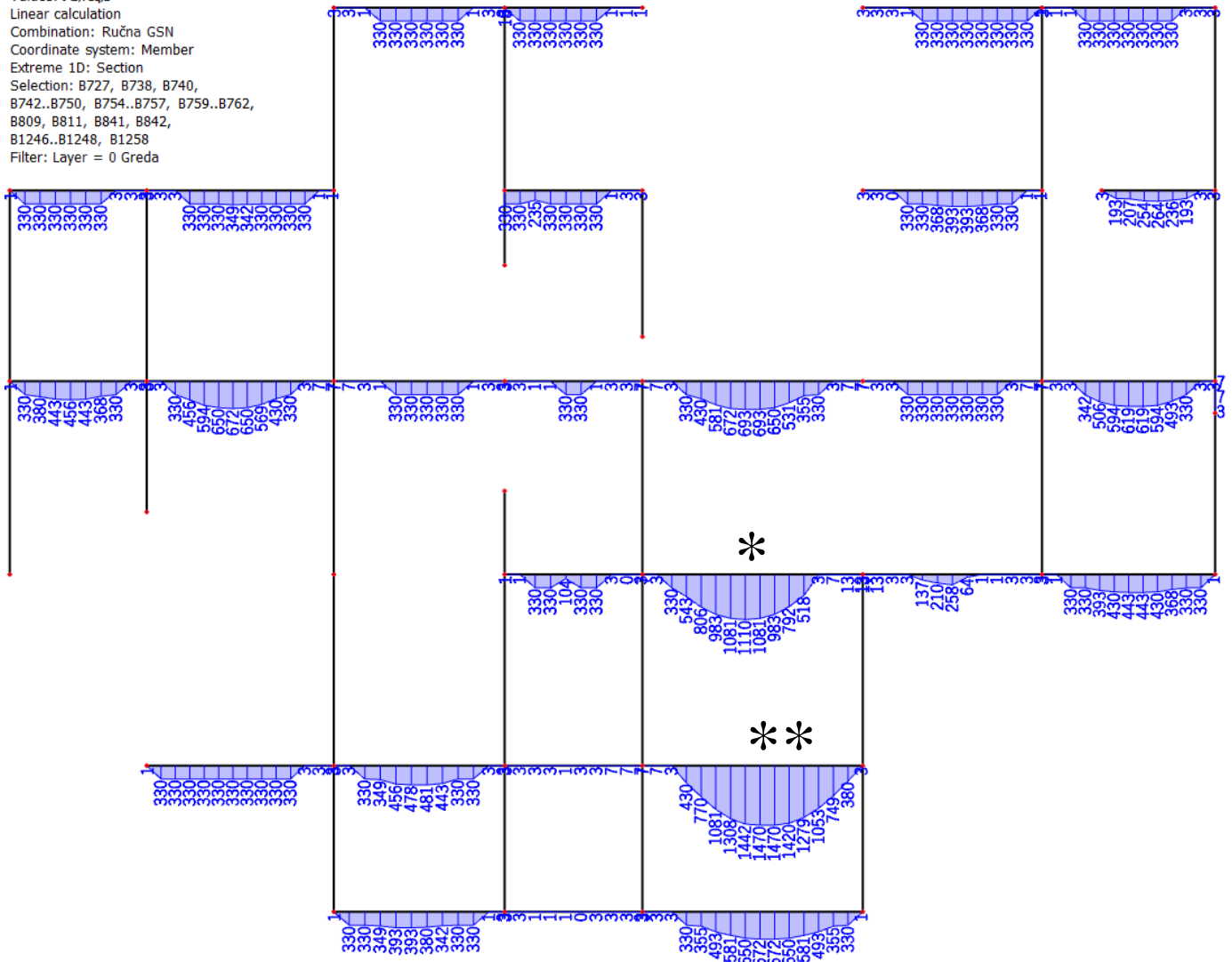
Filter: Layer = 0 Greda



9.49 Površina potrebne armature - gornja zona - X smjer

**Reinforcement 1D design**

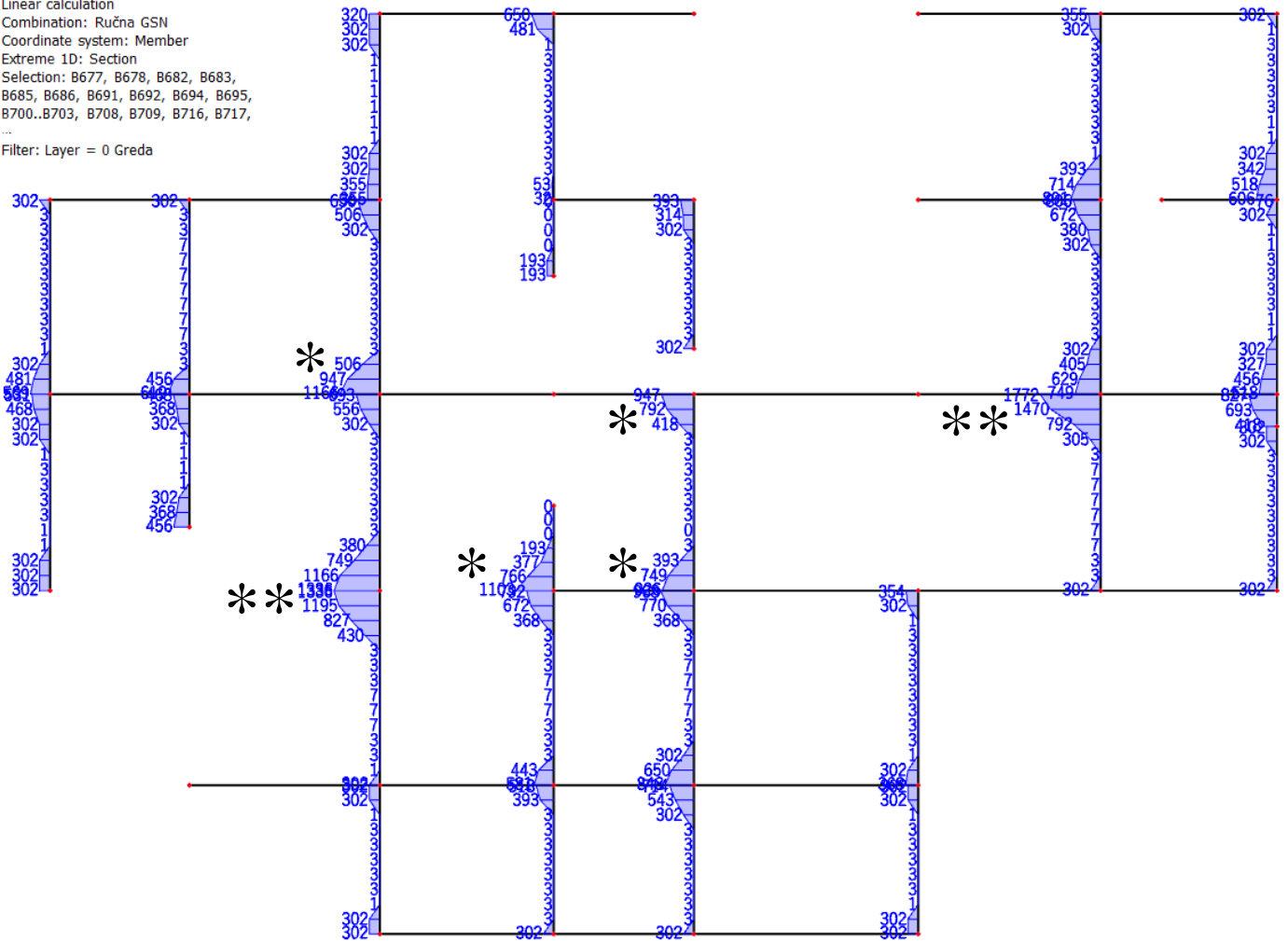
Values:  $A_{s,req,z}$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Section  
 Selection: B727, B738, B740,  
 B742..B750, B754..B757, B759..B762,  
 B809, B811, B841, B842,  
 B1246..B1248, B1258  
 Filter: Layer = 0 Greda



9.50 Površina potrebne armature - donja zona - X smjer

**Reinforcement 1D design**

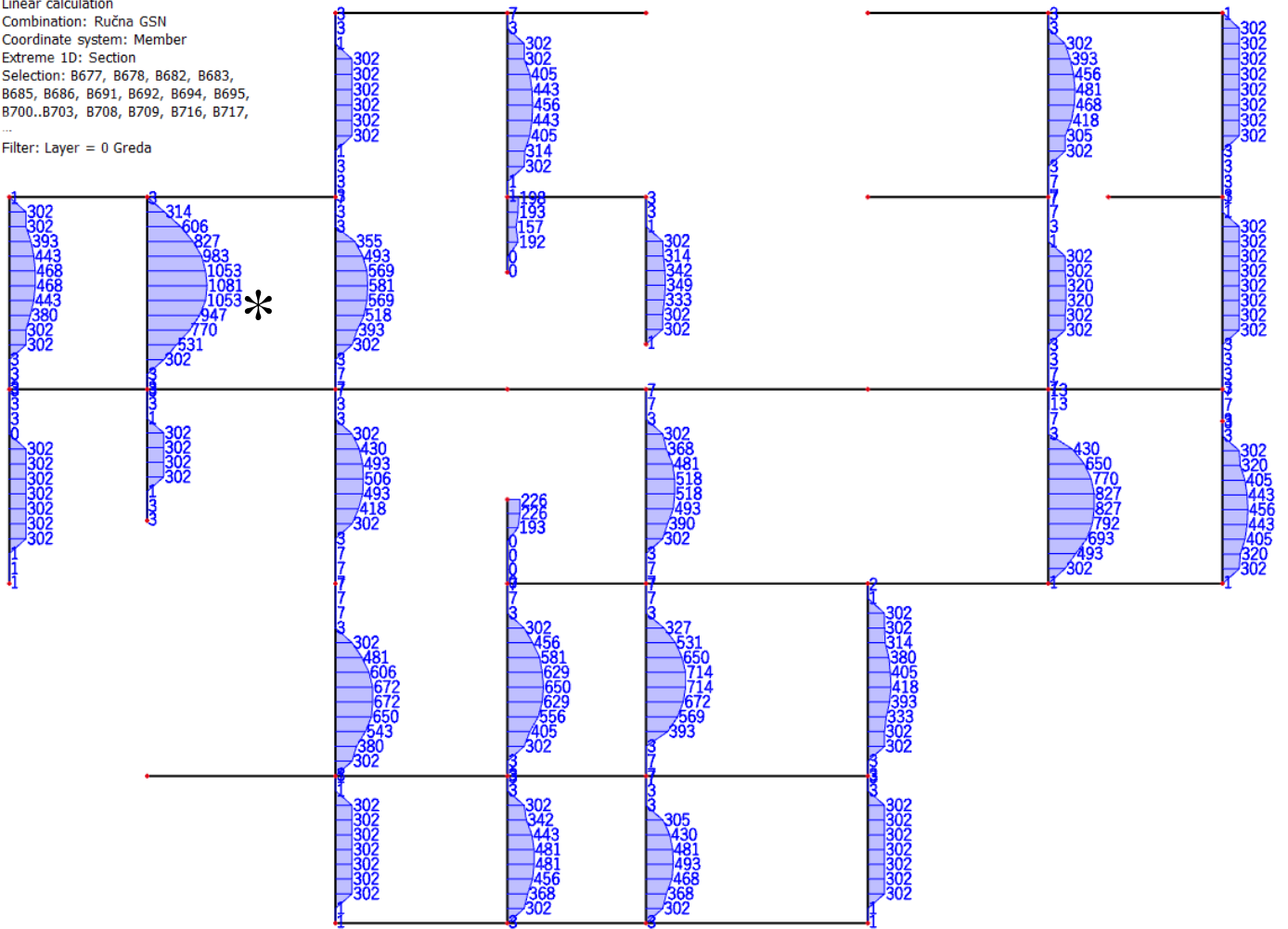
Values:  $A_{s,req,z+}$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Section  
 Selection: B677, B678, B682, B683,  
 B685, B686, B691, B692, B694, B695,  
 B700..B703, B708, B709, B716, B717,  
 ...  
 Filter: Layer = 0 Greda



9.51 Površina potrebne armature - gornja zona - Y smjer

**Reinforcement 1D design**

Values:  $A_{s,req,z}$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Section  
 Selection: B677, B678, B682, B683,  
 B685, B686, B691, B692, B694, B695,  
 B700..B703, B708, B709, B716, B717,  
 ...  
 Filter: Layer = 0 Greda

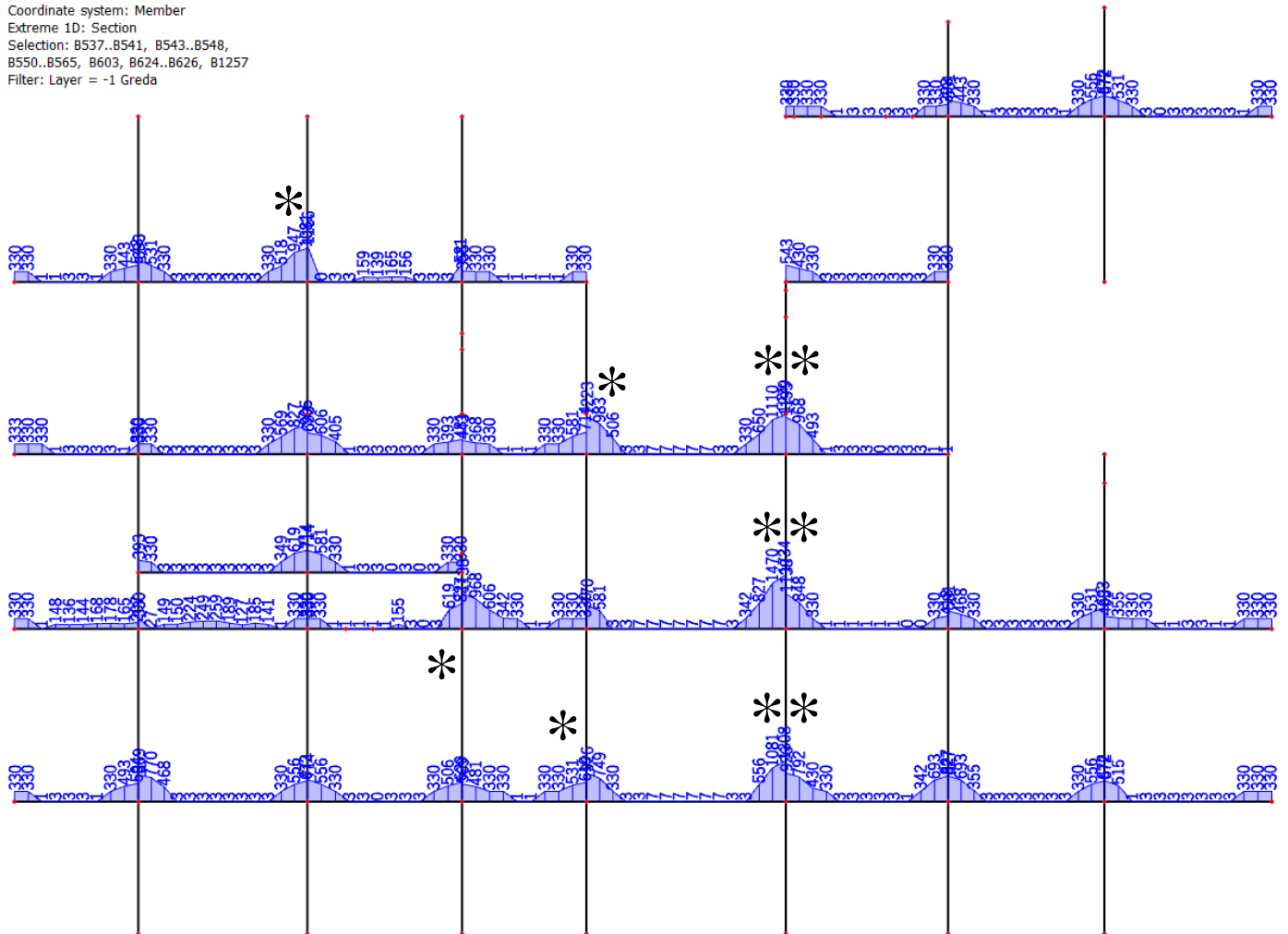


9.52 Površina potrebne armature - donja zona - Y smjer

Pozicija 300 (ETAŽA -1)

Reinforcement 1D design

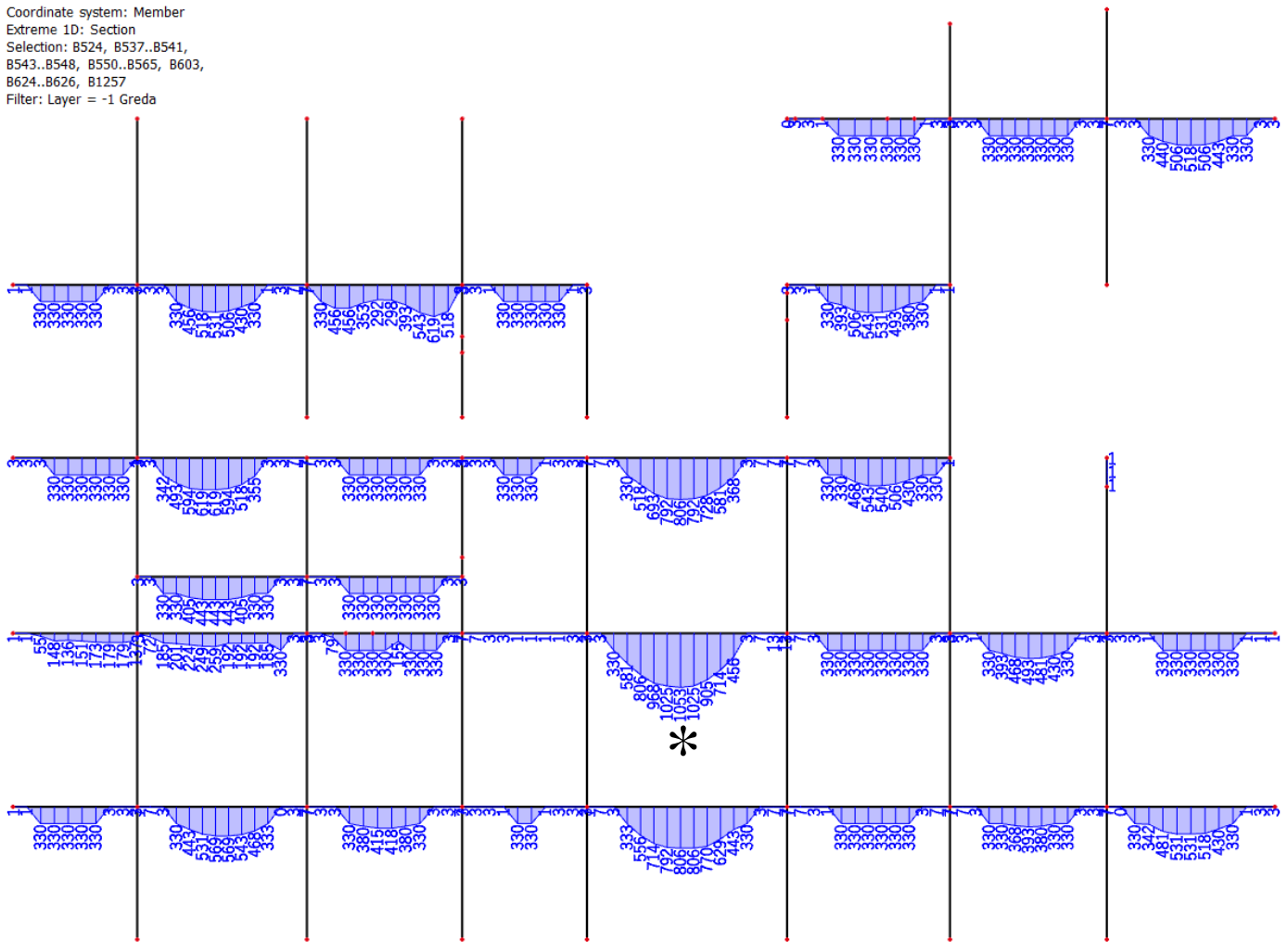
Values:  $A_{s,req,z}+$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Section  
 Selection: B537..B541, B543..B548,  
 B550..B565, B603, B624..B626, B1257  
 Filter: Layer = -1 Greda



9.53 Površina potrebne armature - gornja zona - X smjer

**Reinforcement 1D design**

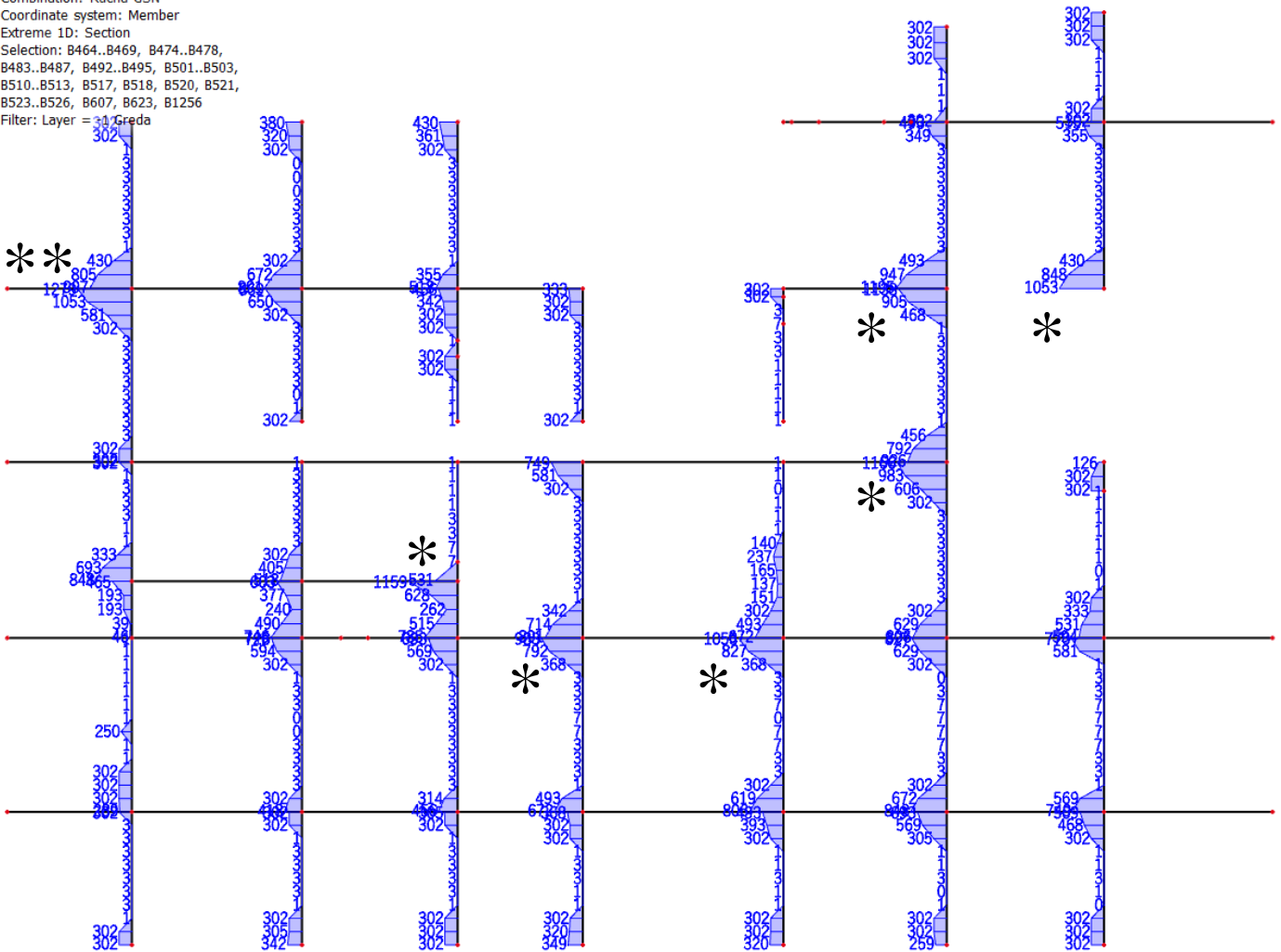
Values:  $A_{s,req,z}$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Section  
 Selection: B524, B537..B541,  
 B543..B548, B550..B565, B603,  
 B624..B626, B1257  
 Filter: Layer = -1 Greda



9.54 Površina potrebne armature - donja zona - X smjer

**Reinforcement 1D design**

Values:  $A_{s,req,z+}$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Section  
 Selection: B464..B469, B474..B478,  
 B483..B487, B492..B495, B501..B503,  
 B510..B513, B517, B518, B520, B521,  
 B523..B526, B607, B623, B1256  
 Filter: Layer = 31 Greda



9.55 Površina potrebne armature - gornja zona - Y smjer



**Reinforcement 1D design**

Values:  $A_{s,req,z}$

Linear calculation

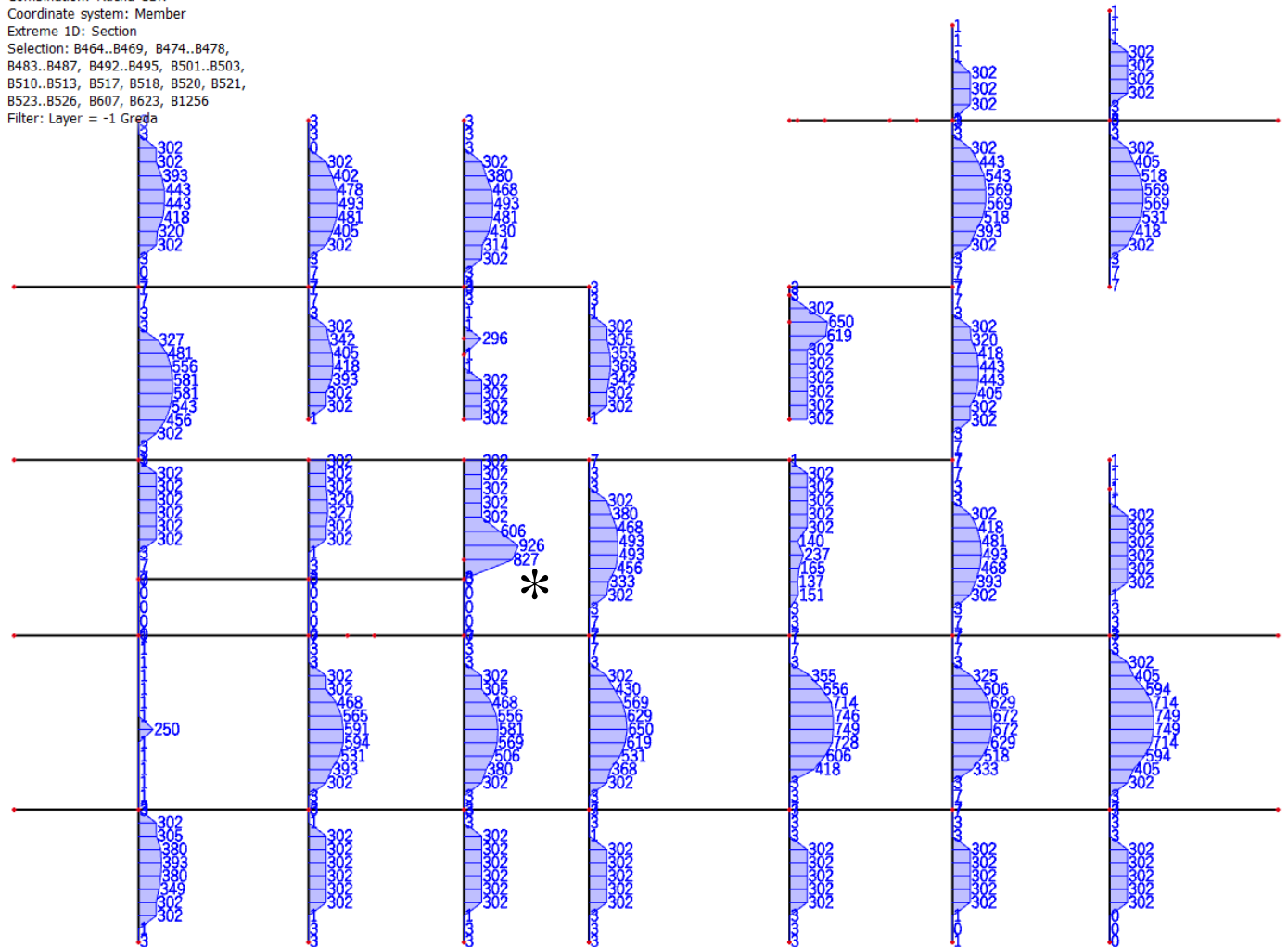
Combination: Ručna GSN

Coordinate system: Member

Extreme 1D: Section

Selection: B464..B469, B474..B478,  
B483..B487, B492..B495, B501..B503,  
B510..B513, B517, B518, B520, B521,  
B523..B526, B607, B623, B1256

Filter: Layer = -1 Greda

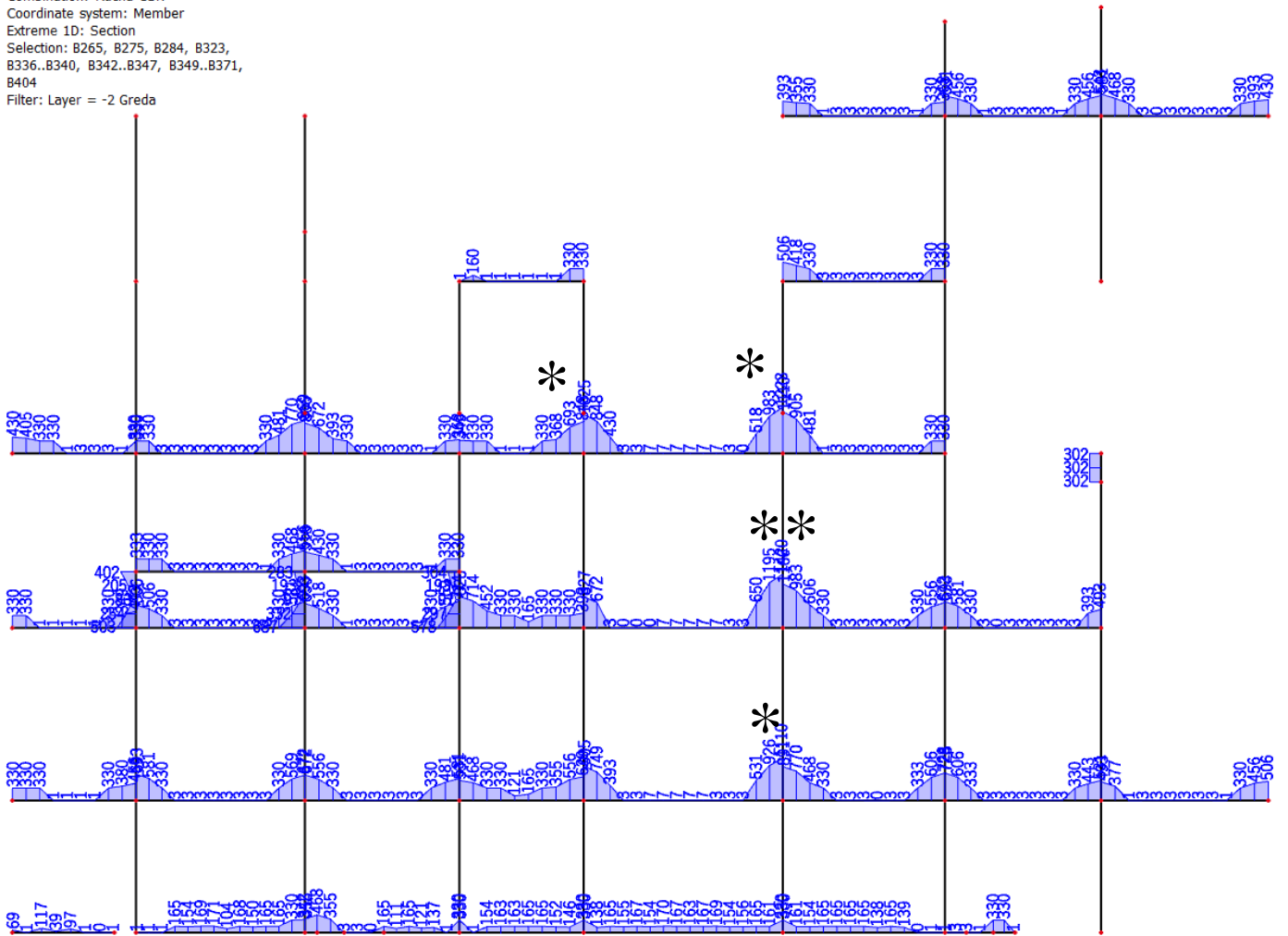


9.56 Površina potrebne armature - donja zona - Y smjer

Pozicija 200 (ETAŽA -2)

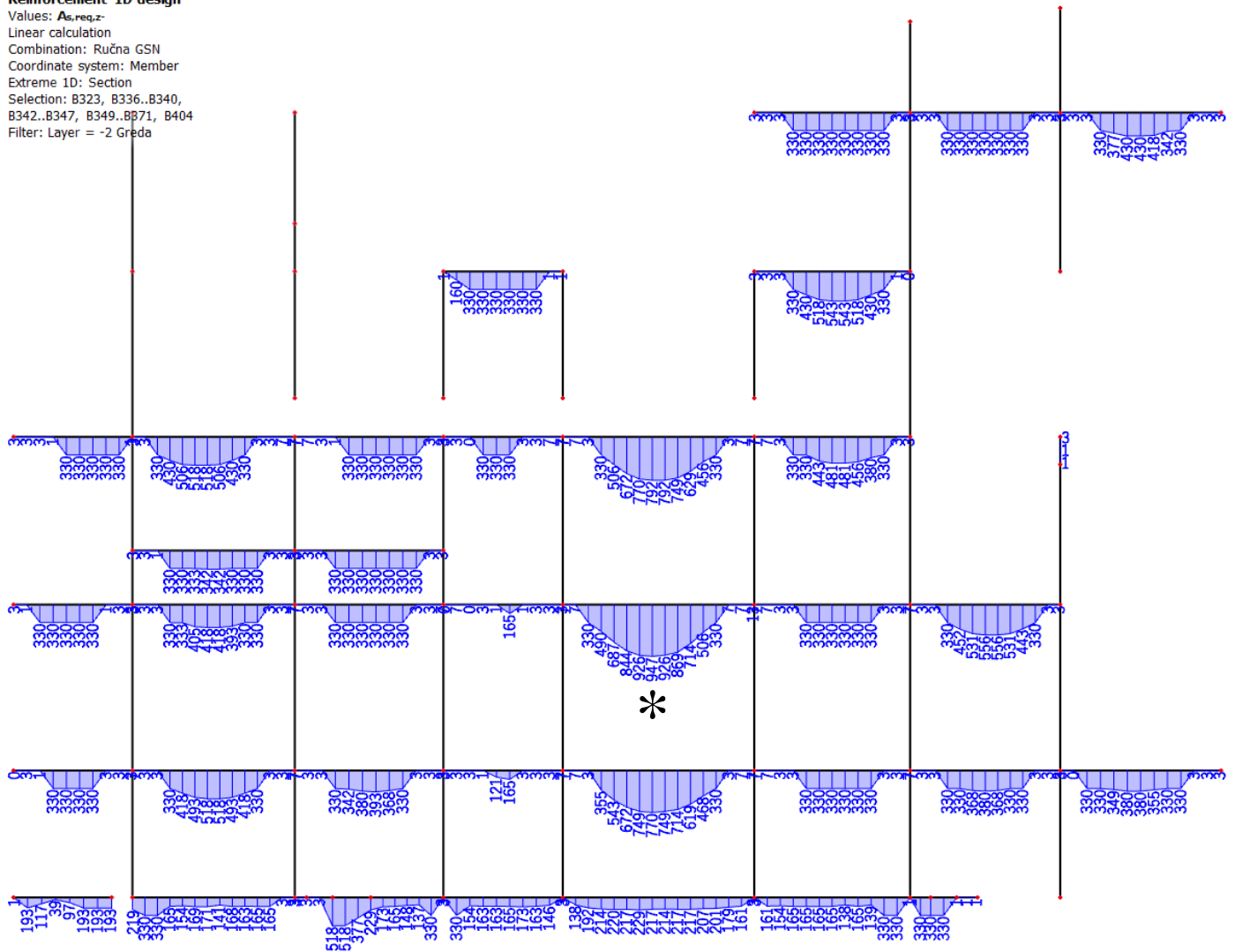
**Reinforcement 1D design**

Values:  $A_{s,req,z}$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Section  
 Selection: B265, B275, B284, B323,  
 B336..B340, B342..B347, B349..B371,  
 B404  
 Filter: Layer = -2 Greda



9.57 Površina potrebne armature - gornja zona - X smjer

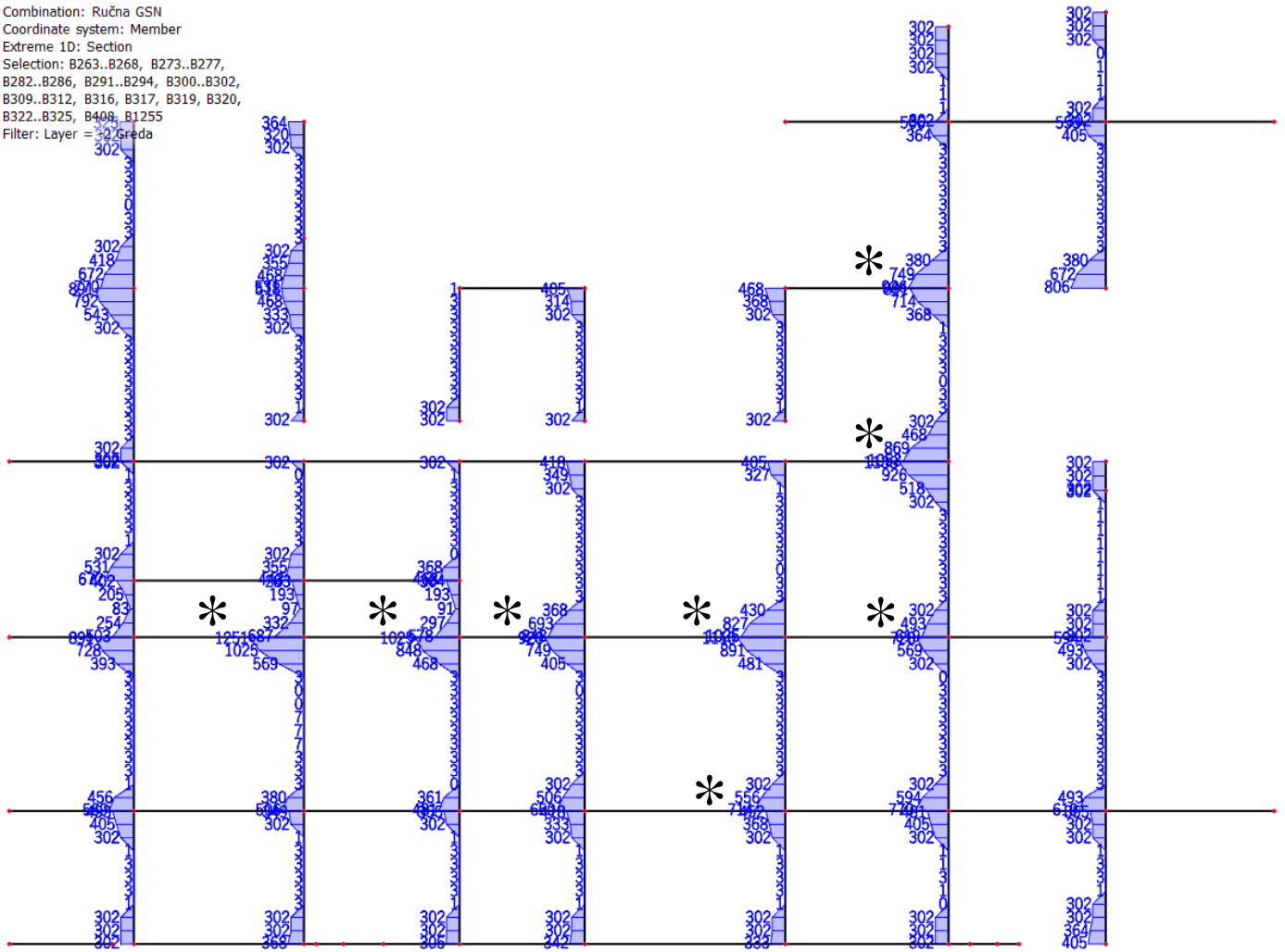
Reinforcement 1D design  
 Values:  $A_{s,req,z}$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Section  
 Selection: B323, B336..B340,  
 B342..B347, B349..BB71, B404  
 Filter: Layer = -2 Gređa



9.58 Površina potrebne armature - donja zona - X smjer

**Reinforcement 1D design**

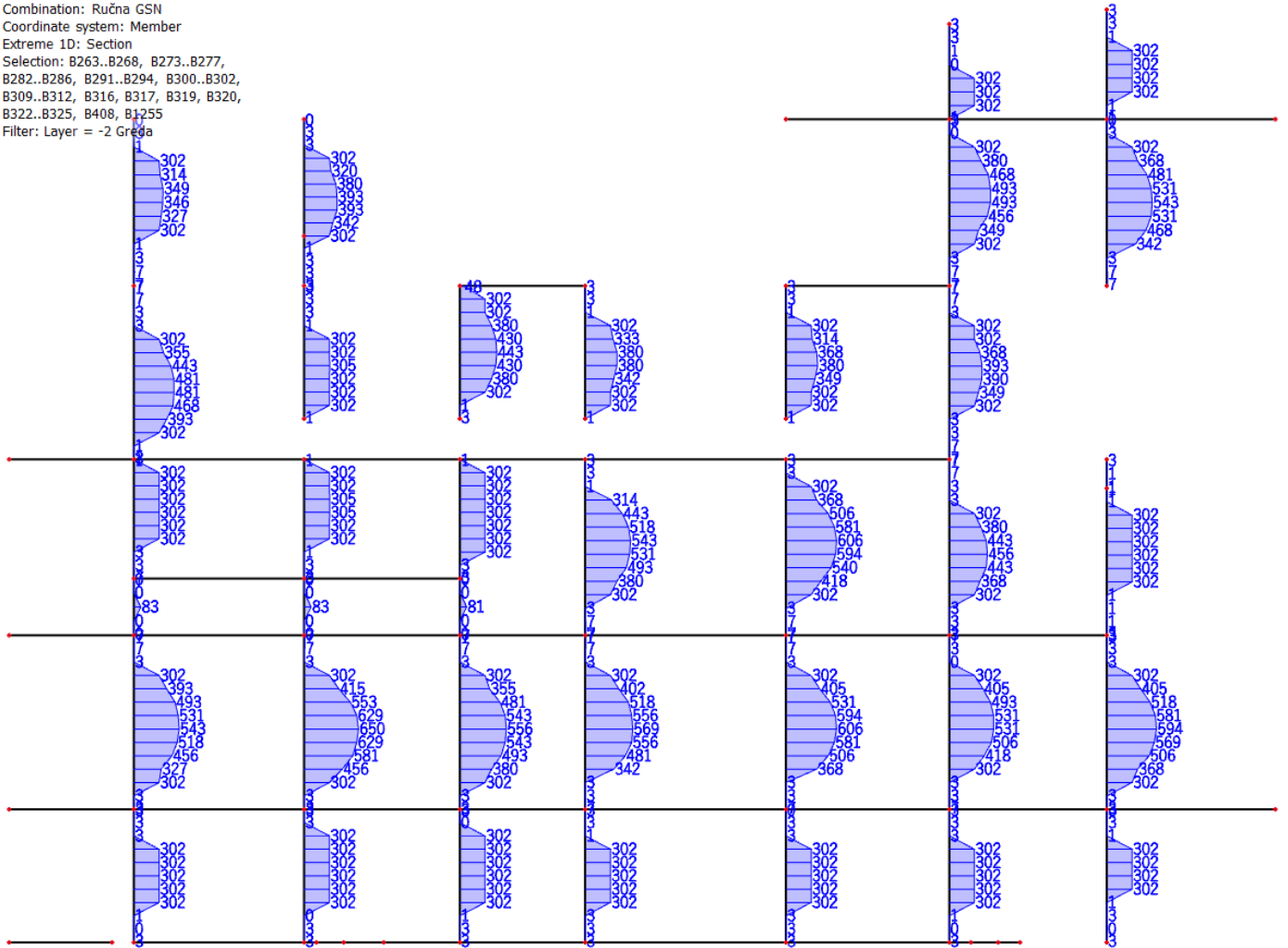
Values:  $A_{s,req,z}$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Section  
 Selection: B263..B268, B273..B277,  
 B282..B286, B291..B294, B300..B302,  
 B309..B312, B316, B317, B319, B320,  
 B322..B325, B408, B1255  
 Filter: Layer = -2, Greda



9.59 Površina potrebne armature - gornja zona - Y smjer

**Reinforcement 1D design**

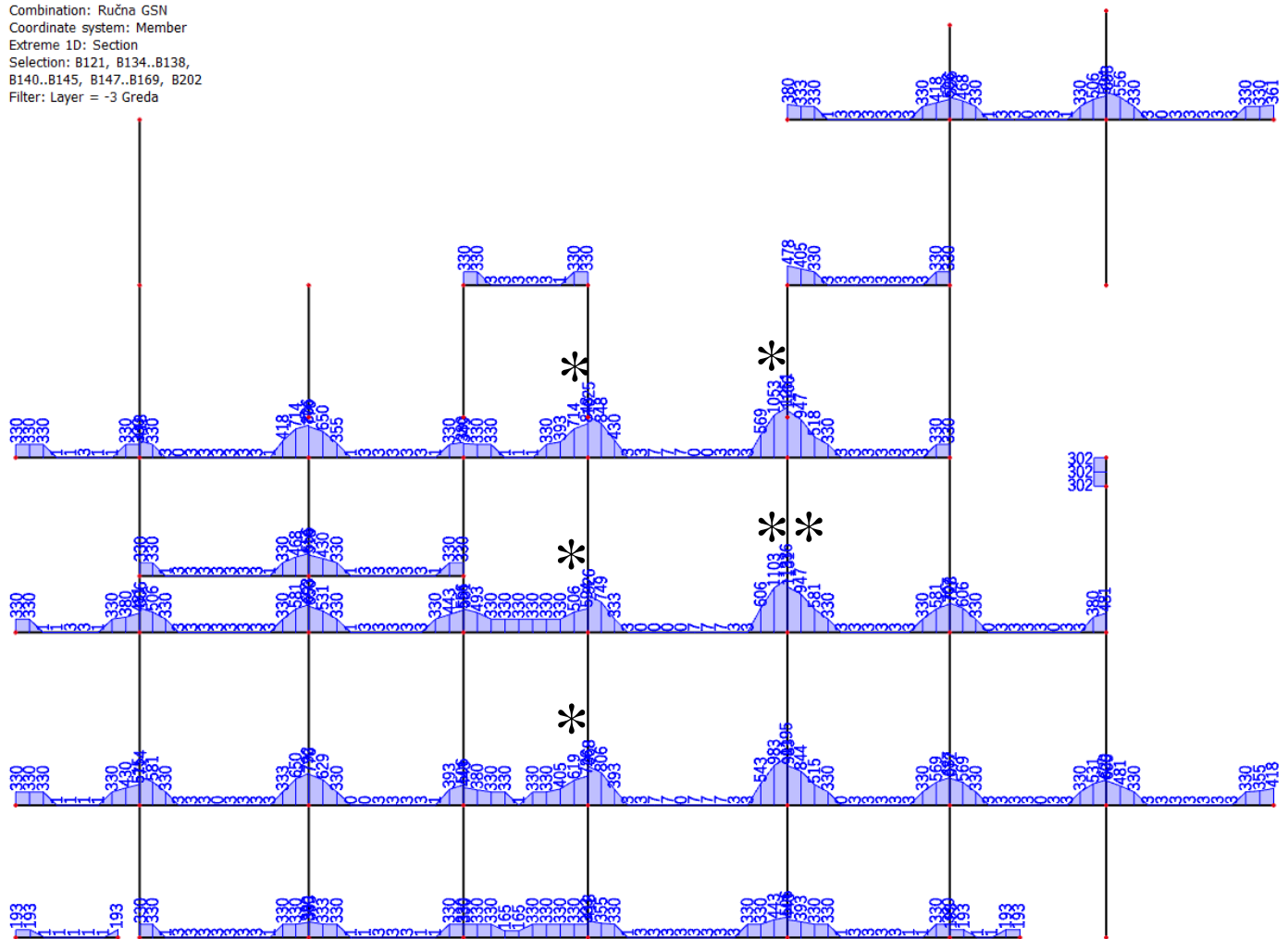
Values:  $A_{s,req,z}$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Section  
 Selection: B263..B268, B273..B277,  
 B282..B286, B291..B294, B300..B302,  
 B309..B312, B316, B317, B319, B320,  
 B322..B325, B408, B1255  
 Filter: Layer = -2 Gređa



9.60 Površina potrebne armature - donja zona - Y smjer

Pozicija 100 (ETAŽA -3)

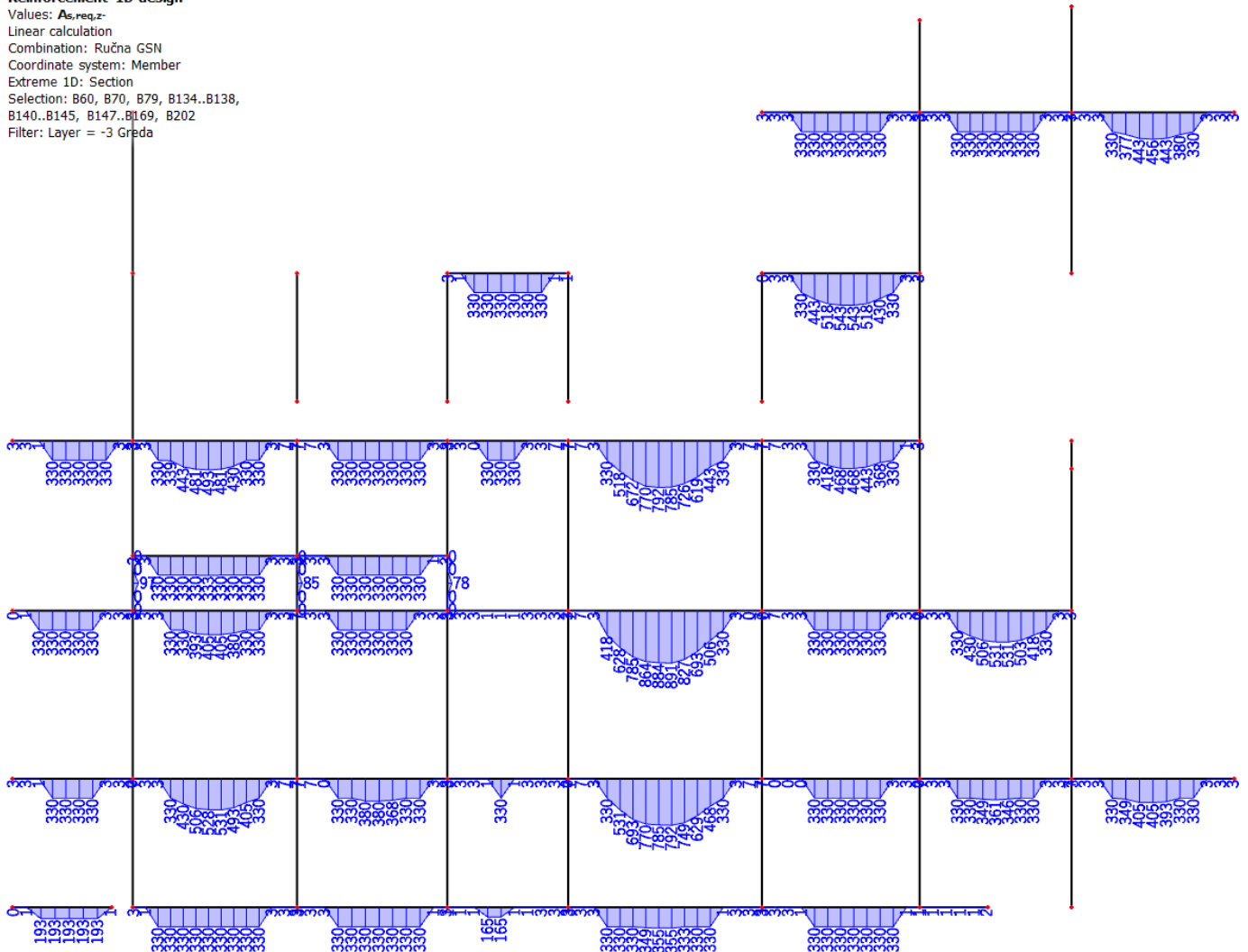
**Reinforcement 1D design**  
 Values:  $A_{s,req,z+}$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Section  
 Selection: B121, B134..B138,  
 B140..B145, B147..B169, B202  
 Filter: Layer = -3 Greda



9.61 Površina potrebne armature - gornja zona - X smjer

**Reinforcement 1D design**

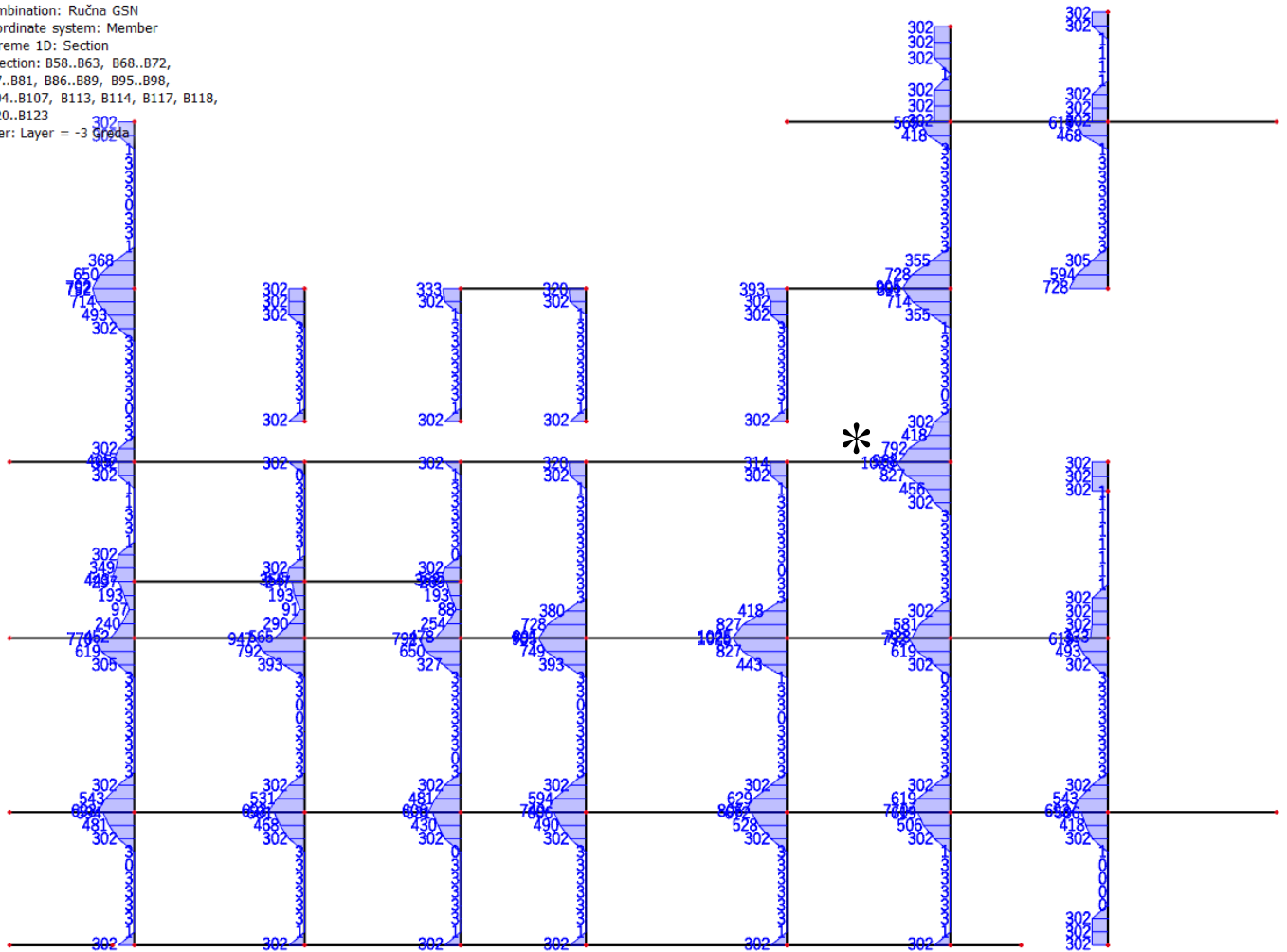
Values:  $A_{s,req,z}$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Section  
 Selection: B60, B70, B79, B134..B138,  
 B140..B145, B147..B169, B202  
 Filter: Layer = -3 Greda



9.62 Površina potrebne armature - donja zona - X smjer

**Reinforcement 1D design**

Values:  $A_{s,req,z+}$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Section  
 Selection: B58..B63, B68..B72,  
 B77..B81, B86..B89, B95..B98,  
 B104..B107, B113, B114, B117, B118,  
 B120..B123  
 Filter: Layer = -3 Greda

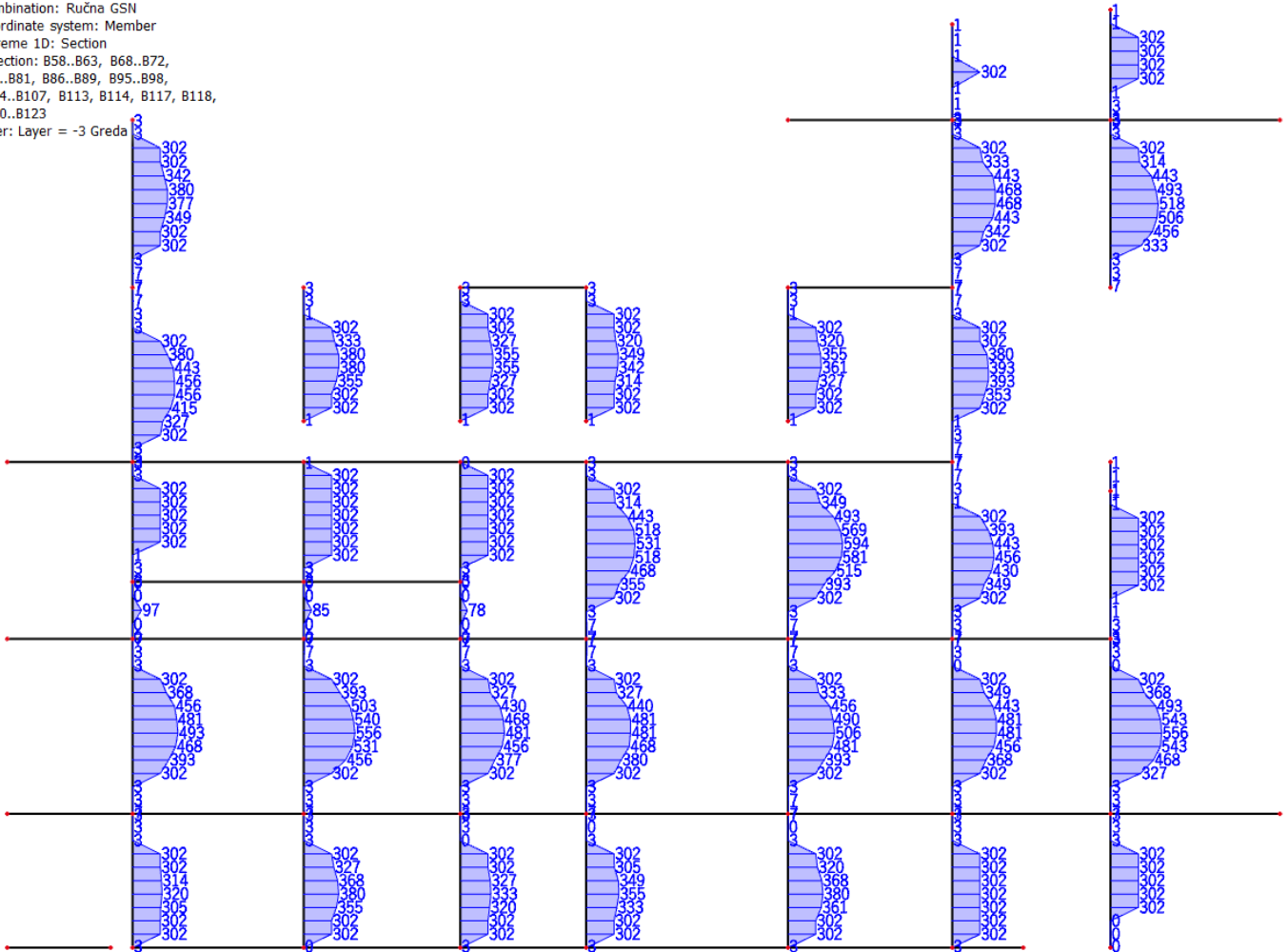


9.63 Površina potrebne armature - gornja zona - Y smjer



**Reinforcement 1D design**

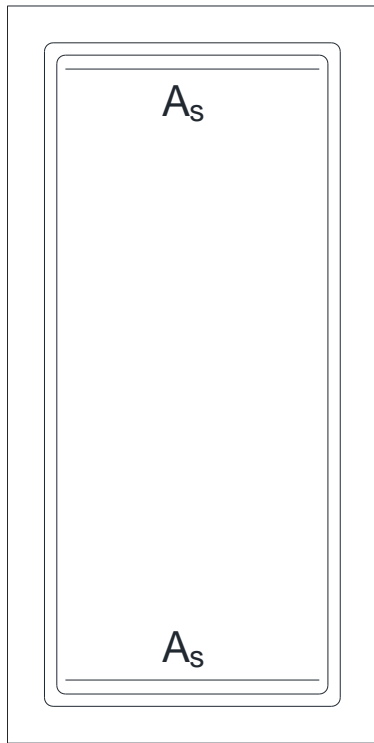
Values:  $A_{s,req,z}$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Section  
 Selection: B58..B63, B68..B72,  
 B77..B81, B86..B89, B95..B98,  
 B104..B107, B113, B114, B117, B118,  
 B120..B123  
 Filter: Layer = -3 Greda



9.64 Površina potrebne armature - donja zona - Y smjer

## ZAKLJUČAK:

Sve grede na pozicijama od 400 do 100 potrebno je armirati prema skicama u nastavku.



$$A_s - 3\phi 20 (9,42 \text{ cm}^2) , A_s^* - 4 \phi 20 (12,57 \text{ cm}^2)$$

$$A_s^{**} - 5\phi 20 (15,71 \text{ cm}^2)$$

9.65 Shematski prikaz armature

## 10. PRORAČUN VERTIKALNIH ELEMENATA

### 10.1. STUPOVI

Dokaz nosivosti stupova i proračun potrebne armature provodi se prema slijedećem:

1) Srednje tlačno naprezanje u stupu za nazovistalnu kombinaciju:

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

$$\sigma_{c, \text{sd}} \leq 0.45 f_{ck}$$

$$\text{za C30/37: } 0.45 f_{ck} = 0.45 \cdot 30 = 13,5 \text{ MPa}$$

3) Srednje tlačno naprezanje u stupu za potresnu kombinaciju:

$$\gamma_d = N_{Ed} / (b \cdot h \cdot f_{cd}) \leq 0.65; \text{ (klasa M)}$$

$N_{Ed}$  = uzdužna sila u proračunu potresne proračunske situacije za C30/37:

$$0.65 f_{cd} = 0.65 \cdot (30 / 1.5) = 13,0 \text{ MPa}$$

4) Proračunava se uzdužna armatura stupa:

Uzdužna armatura je pretpostavljena simetrično rasporežena po svim poprečnim presjecima stupova. Dokaz nosivosti je proveden pomoću dijagrama interakcije za smjer X i za smjer Y.

Min. i max. % armatura za stupove (ukupna):  $A_{s, \text{min}, \text{potres}} = 0.010 \cdot b \cdot h$ ;  $A_{s, \text{max}} = 0.040 \cdot b \cdot h$

5) Proračunava se poprečna armatura stupa:

$V_{Ed}$  = poprečna sila uslijed mogućeg djelovanja momenta od seizmičke kombinacije

1/ Proračunska posmična otpornost elementa bez poprečne armature:

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

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

$$\rho_l = A_s / (b_w \cdot d) \leq 0.02 \quad v_{\text{min}} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

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

2/ Minimalna armatura - vilice:  $A_{s_w, \text{min}} = \rho_{\text{min}} \cdot s_w \cdot b_w / m = 0.0011 \cdot s_w \cdot b_w / m$

3/ Nosivost na poprečnu silu s armaturom:

$$V_{Rd, s} = A_{s_w} \cdot f_{y_w, d} \cdot m \cdot z / s_w; \quad A_{s_w} = \text{površina jedne grane vilice}$$

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

4/ Ukupna nosivost na poprečnu silu:

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

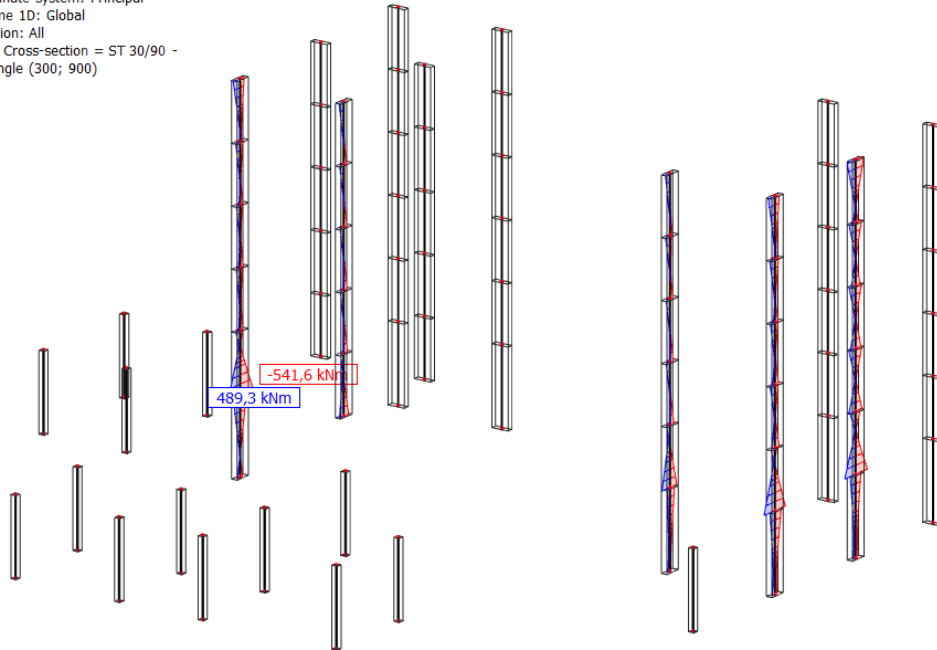
U nastavku su prikazani rezultati uređenih parova maksimalnih i pripadajućih reznih sila.

• Kritični slučaj 1

Kombinacija	Poprečni presjek	$M_{zmax}$ (kNm)	$N_{prip}$ (kN)
1.0G + 1.0ΔG +0.5Q + 1.0S <sub>x</sub> +0.3S <sub>y</sub>	30/90	541,6	-708,3

1D internal forces

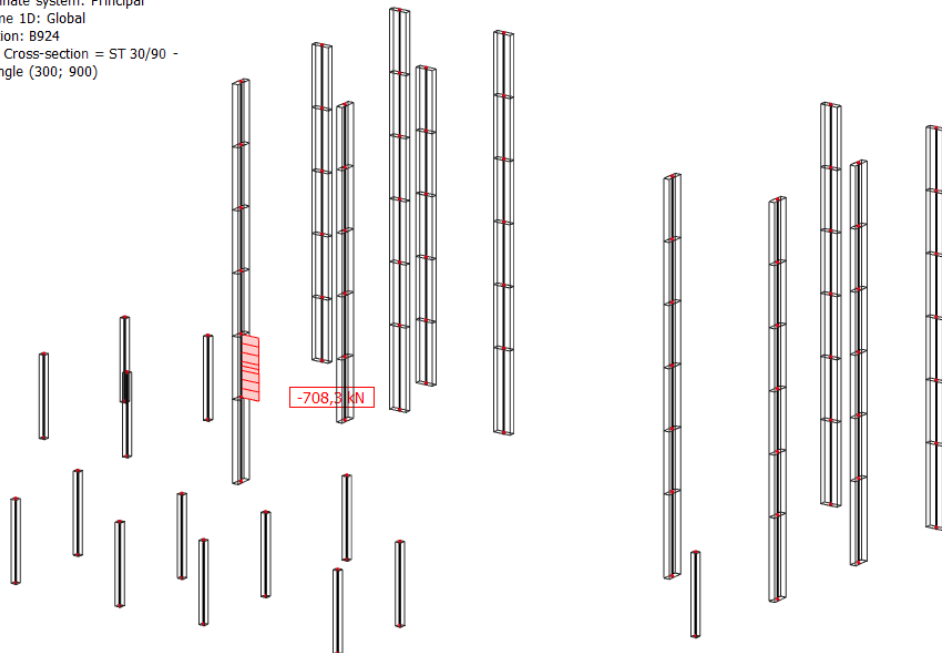
Values:  $M_z$   
 Linear calculation  
 Combination: Potresna X  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All  
 Filter: Cross-section = ST 30/90 -  
 Rectangle (300; 900)



10.1 Prikaz momenata savijanja  $M_z$

1D internal forces

Values:  $N$   
 Linear calculation  
 Combination: Potresna X  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: B924  
 Filter: Cross-section = ST 30/90 -  
 Rectangle (300; 900)



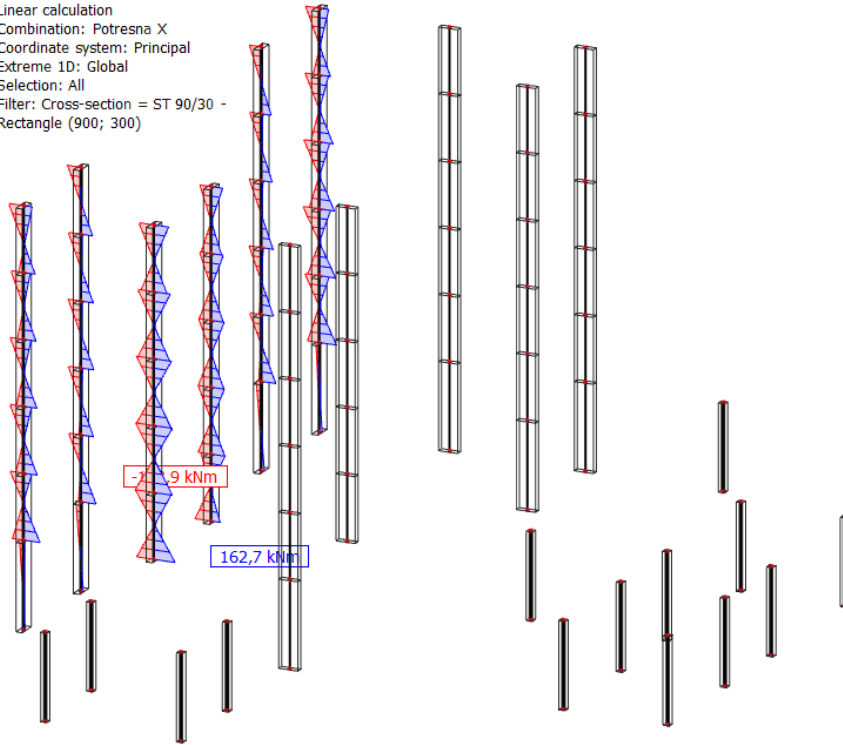
10.2 Prikaz pripadajuće uzdužne sile

• Kritični slučaj 2

Kombinacija	Poprečni presjek	$M_{y_{max}}$ (kNm)	$N_{prip}$ (kN)
1.0G + 1.0ΔG +0.5Q + 1.0S <sub>x</sub> +0.3S <sub>y</sub>	30/90	162,7	-1213,2

1D internal forces

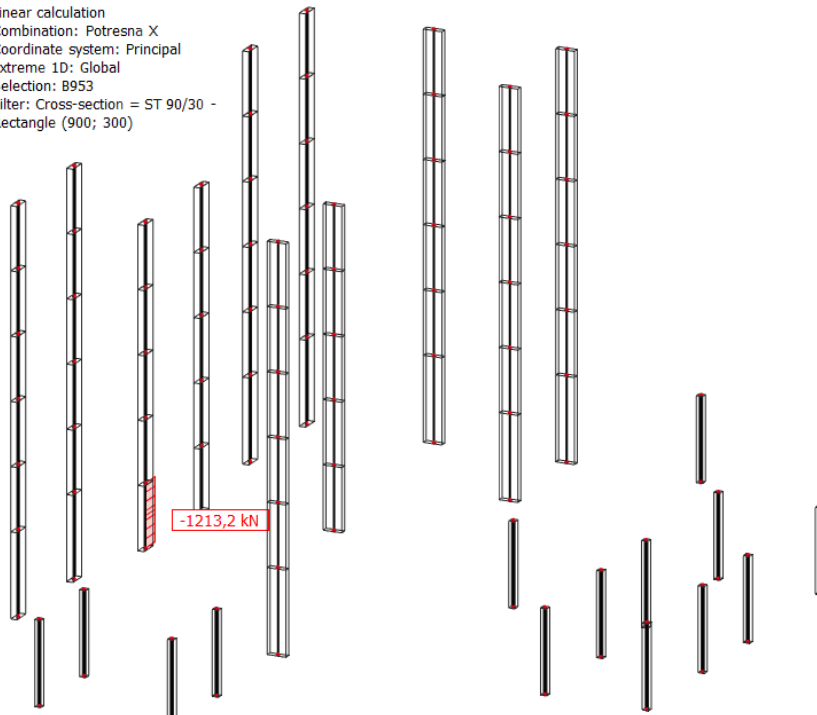
Values:  $M_z$   
 Linear calculation  
 Combination: Potresna X  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All  
 Filter: Cross-section = ST 90/30 -  
 Rectangle (900; 300)



10.4 Prikaz momenata savijanja  $M_y$

1D internal forces

Values:  $N$   
 Linear calculation  
 Combination: Potresna X  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: B953  
 Filter: Cross-section = ST 90/30 -  
 Rectangle (900; 300)



10.3 Prikaz pripadajuće uzdužne sile

## • Kritični slučaj 3

Kombinacija	Poprečni presjek	$M_{z\text{prip}}$ (kNm)	$N_{\text{max}}$ (kN)
1.0G + 1.0ΔG +0.5Q + 1.0S <sub>x</sub> +0.3S <sub>y</sub>	30/90	94,5	-1725,8

**1D internal forces**Values: **M<sub>y</sub>**

Linear calculation

Combination: Potresna X

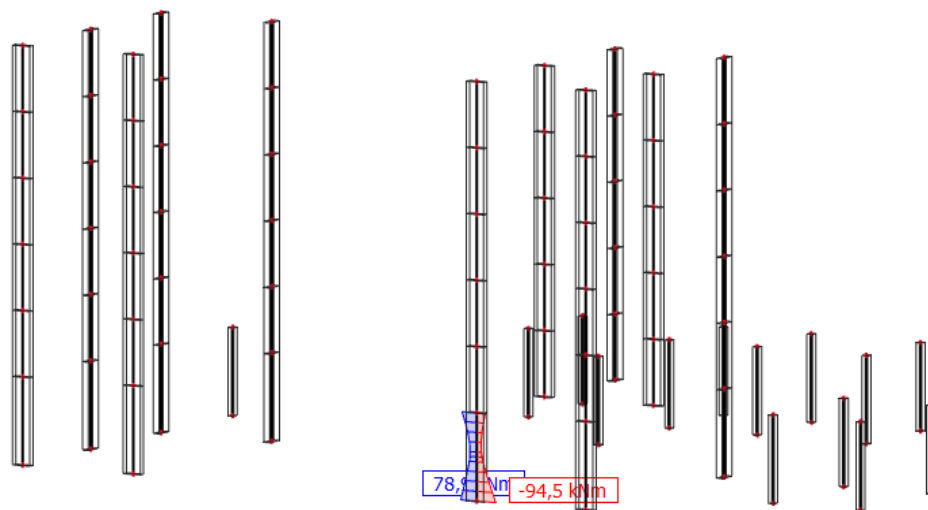
Coordinate system: Principal

Extreme 1D: Global

Selection: B843

Filter: Cross-section = ST 90/30 -

Rectangle (900; 300)

10.5 Prikaz pripadajućeg momenta savijanja  $M_z$ **1D internal forces**Values: **N**

Linear calculation

Combination: Potresna X

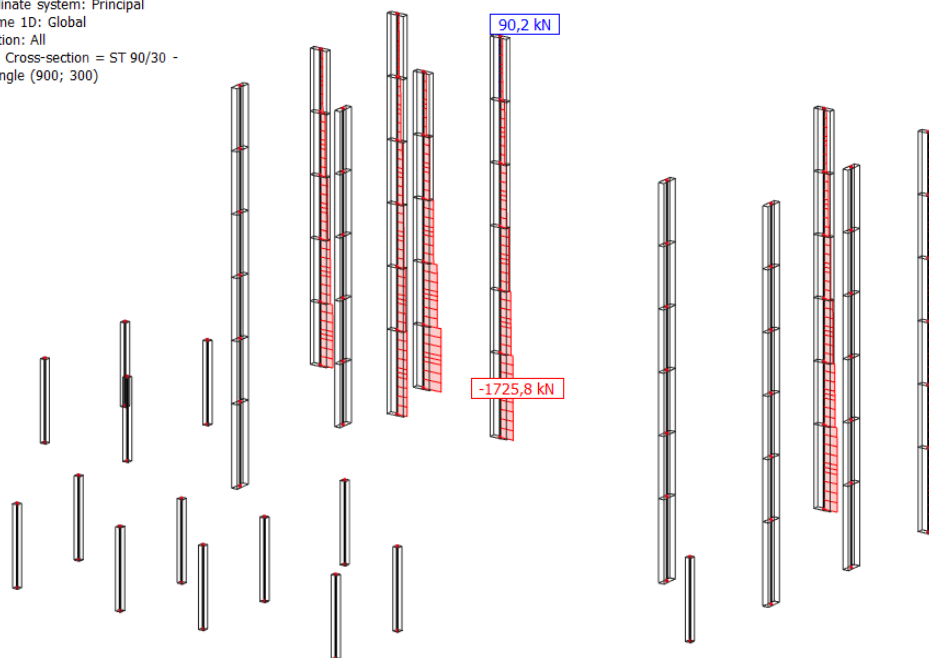
Coordinate system: Principal

Extreme 1D: Global

Selection: All

Filter: Cross-section = ST 90/30 -

Rectangle (900; 300)



10.6 Prikaz uzdužne sile

• Kritični slučaj 4

Kombinacija	Poprečni presjek	$M_{y\text{prip}}$ (kNm)	$N_{\text{max}}$ (kN)
1.0G + 1.0ΔG +0.5Q + 1.0S <sub>x</sub> +0.3S <sub>y</sub>	30/90	39,2	-1725,8

1D internal forces

Values:  $M_z$

Linear calculation

Combination: Potresna X

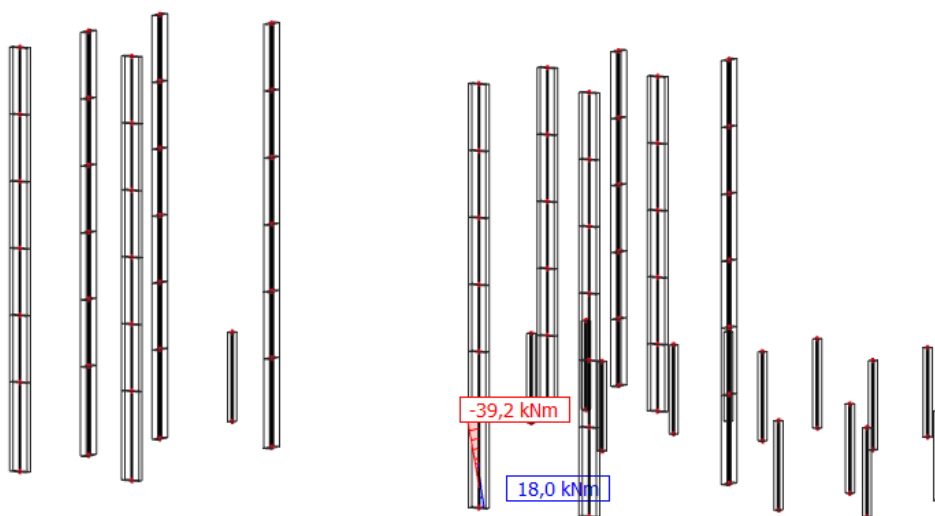
Coordinate system: Principal

Extreme 1D: Global

Selection: B843

Filter: Cross-section = ST 90/30 -

Rectangle (900; 300)



10.8 Prikaz pripadajućeg momenata savijanja  $M_y$

1D internal forces

Values:  $N$

Linear calculation

Combination: Potresna X

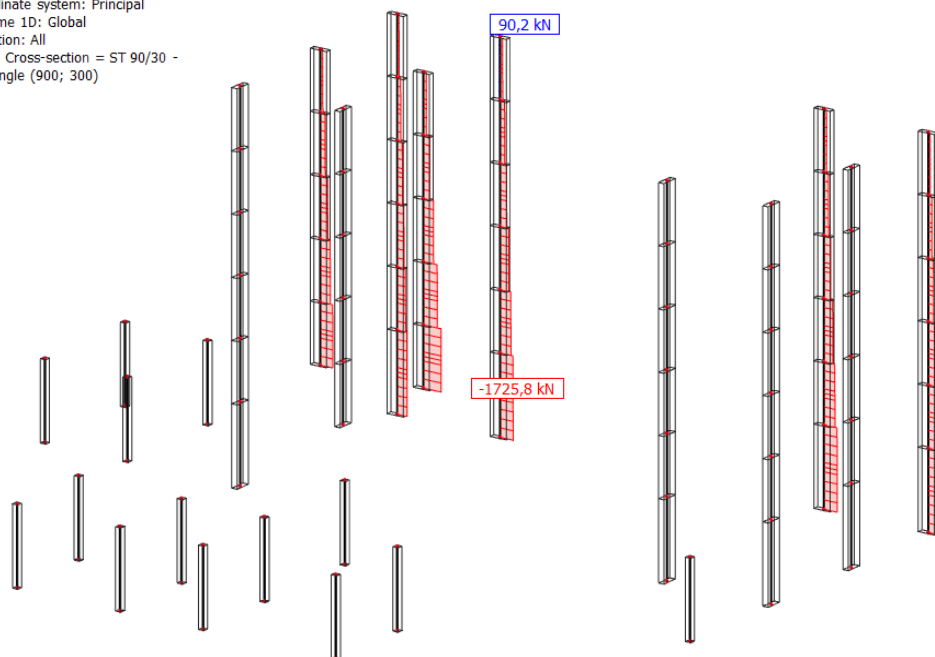
Coordinate system: Principal

Extreme 1D: Global

Selection: All

Filter: Cross-section = ST 90/30 -

Rectangle (900; 300)

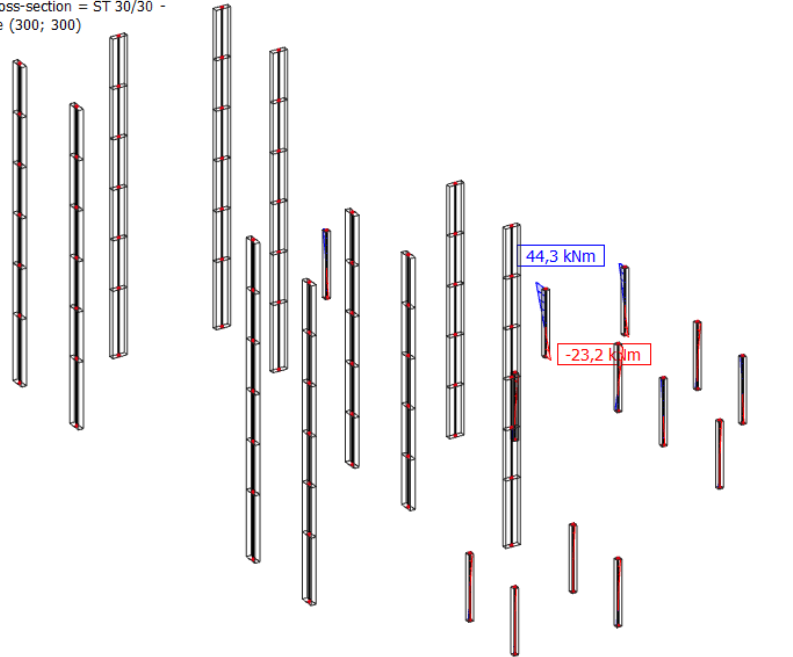


10.7 Prikaz uzdužne sile

• Kritični slučaj 5

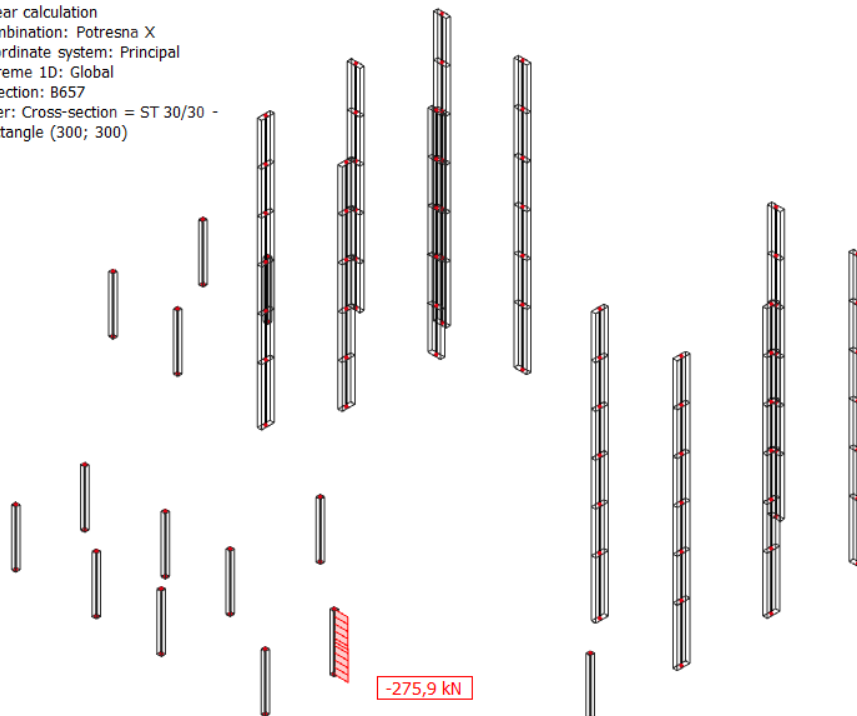
Kombinacija	Poprečni presjek	$M_{max}$ (kNm)	$N_{prip}$ (kN)
1.0G + 1.0ΔG +0.5Q + 1.0S <sub>x</sub> +0.3S <sub>y</sub>	30/30	44,3	-275,9

1D internal forces  
 Values:  $M_y$   
 Linear calculation  
 Combination: Potresna X  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All  
 Filter: Cross-section = ST 30/30 -  
 Rectangle (300; 300)



10.9 Prikaz momenata savijanja  $M_y$

1D internal forces  
 Values:  $N$   
 Linear calculation  
 Combination: Potresna X  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: B657  
 Filter: Cross-section = ST 30/30 -  
 Rectangle (300; 300)



10.10 Prikaz pripadajuće uzdužne sile

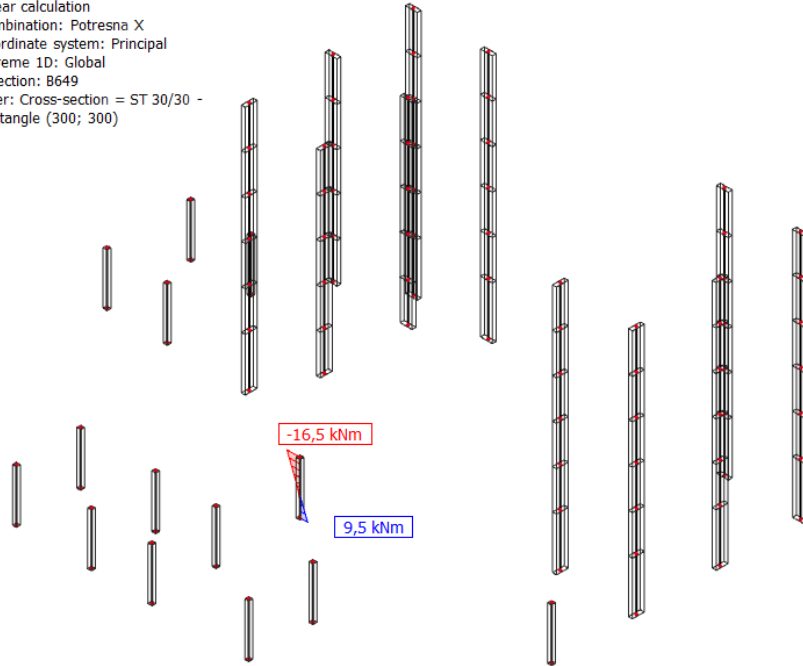


• Kritični slučaj 6

Kombinacija	Poprečni presjek	M <sub>prip</sub> (kNm)	N <sub>max</sub> (kN)
1.0G + 1.0ΔG +0.5Q + 1.0S <sub>x</sub> +0.3S <sub>y</sub>	30/30	16,5	-576,8

1D internal forces

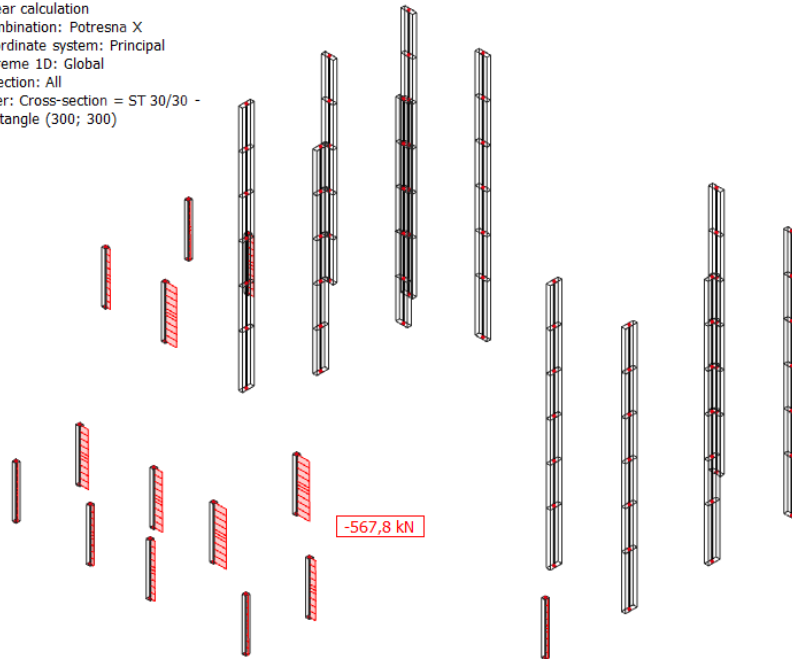
Values: M<sub>y</sub>  
 Linear calculation  
 Combination: Potresna X  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: B649  
 Filter: Cross-section = ST 30/30 -  
 Rectangle (300; 300)



10.11 Prikaz pripadajućeg momenata savijanja My

1D internal forces

Values: N  
 Linear calculation  
 Combination: Potresna X  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All  
 Filter: Cross-section = ST 30/30 -  
 Rectangle (300; 300)

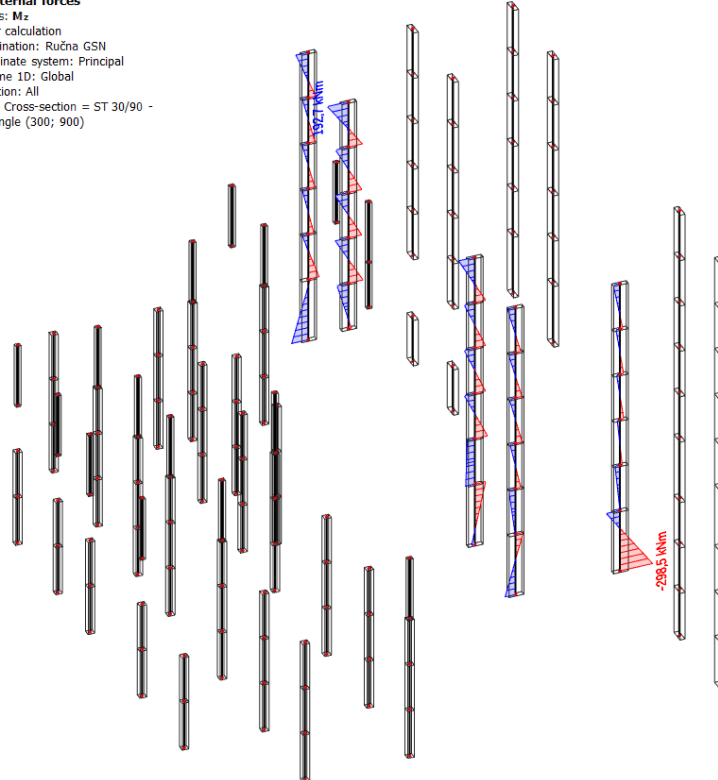


10.12 Prikaz uzdužne sile

• Kritični slučaj 7

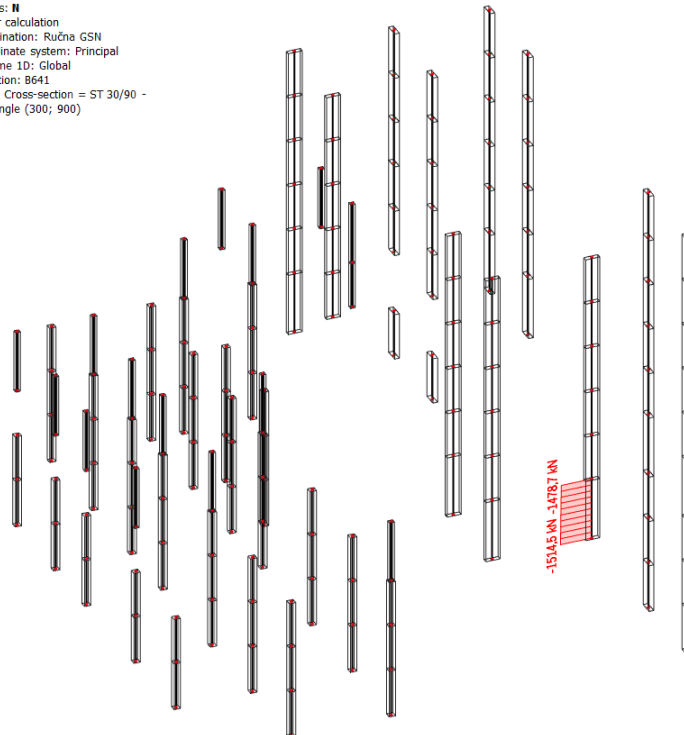
Kombinacija	Poprečni presjek	Mz <sub>max</sub> (kNm)	N <sub>prip</sub> (kN)
1.35G + 1.35ΔG +1.5·1.2Q	30/90	298,5	-1514,5

1D internal forces  
 Values: Mz  
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All  
 Filter: Cross-section = ST 30/90 -  
 Rectangle (300; 900)



10.14 Prikaz momenata savijanja Mz

1D internal forces  
 Values: N  
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: B641  
 Filter: Cross-section = ST 30/90 -  
 Rectangle (300; 900)



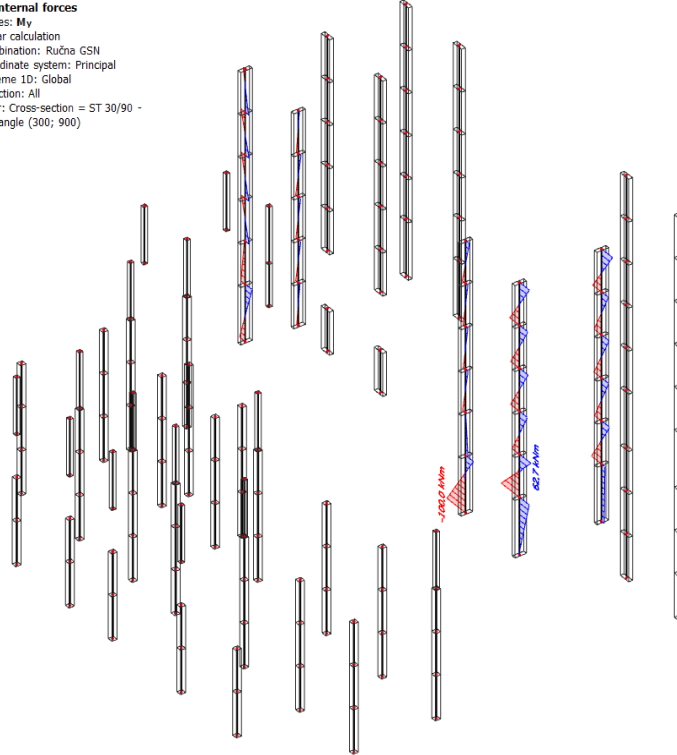
10.13 Prikaz pripadajuće uzdužne sile

• Kritični slučaj 8

Kombinacija	Poprečni presjek	$M_{y_{max}}$ i $M_{y_{prip}}$ (kNm)	$N_{prip}$ i max (kN)
1.35G + 1.35ΔG +1.5·1.2Q	30/90	100,0	-2174,5

1D internal forces

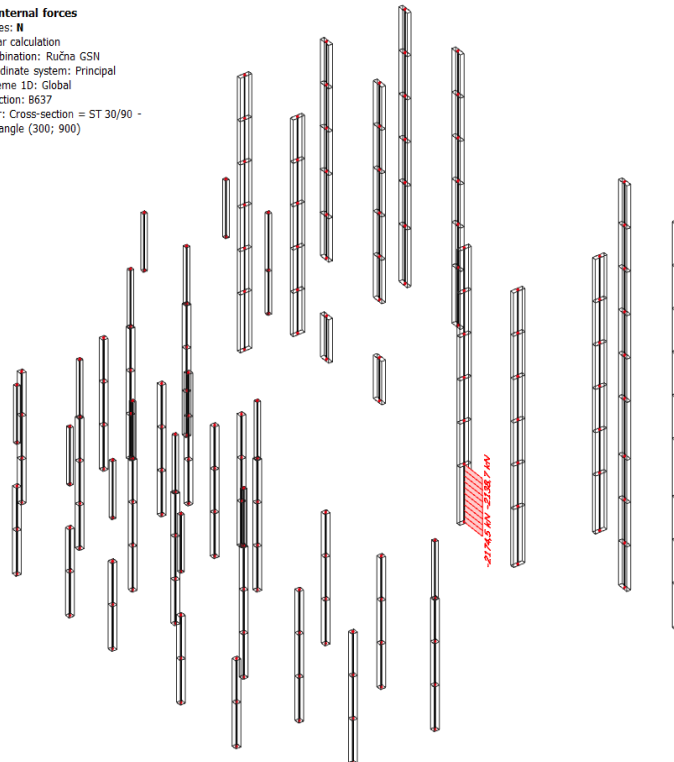
Values:  $M_y$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All  
 Filter: Cross-section = ST 30/90 -  
 Rectangle (300; 900)



10.16 Prikaz pripadajućeg momenata savijanja  $M_z$  i  $M_y$

1D internal forces

Values:  $N$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: B637  
 Filter: Cross-section = ST 30/90 -  
 Rectangle (300; 900)



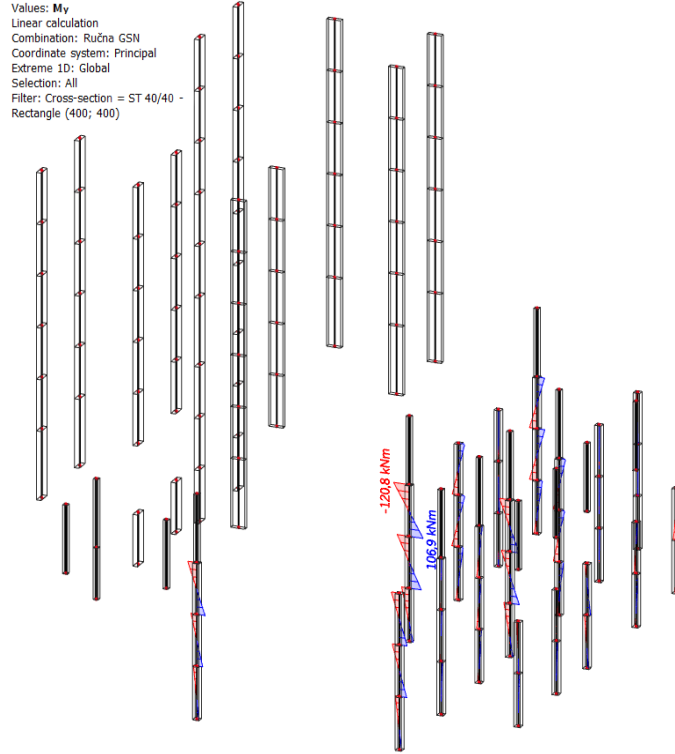
10.15 Prikaz uzdužne sile

• Kritični slučaj 9

Kombinacija	Poprečni presjek	$M_{max}$ (kNm)	$N_{prip}$ (kN)
1.35G + 1.35ΔG +1.5·1.2Q	40/40	120,8	-1801,7

ID internal forces

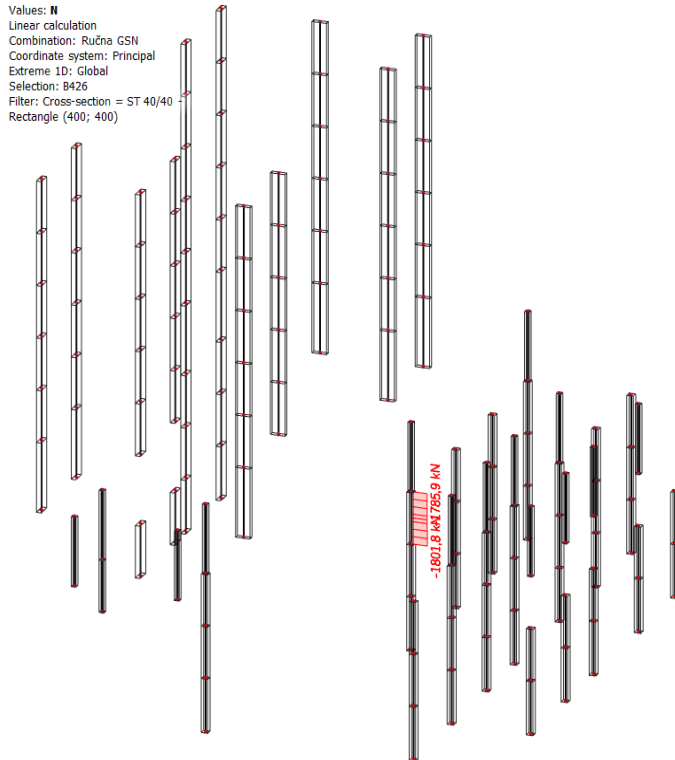
Values: My  
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme ID: Global  
 Selection: All  
 Filter: Cross-section = ST 40/40 -  
 Rectangle (400; 400)



10.18 Prikaz momenta savijanja My

IU internal forces

Values: N  
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme ID: Global  
 Selection: B426  
 Filter: Cross-section = ST 40/40 -  
 Rectangle (400; 400)

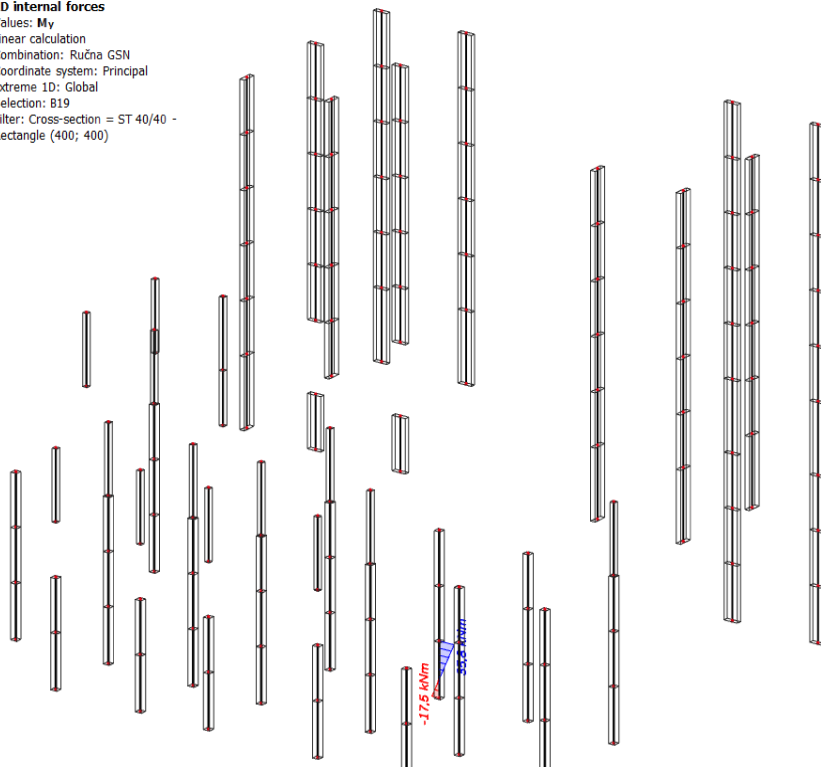


10.17 Prikaz pripadajuće uzdužne sile

• Kritični slučaj 10

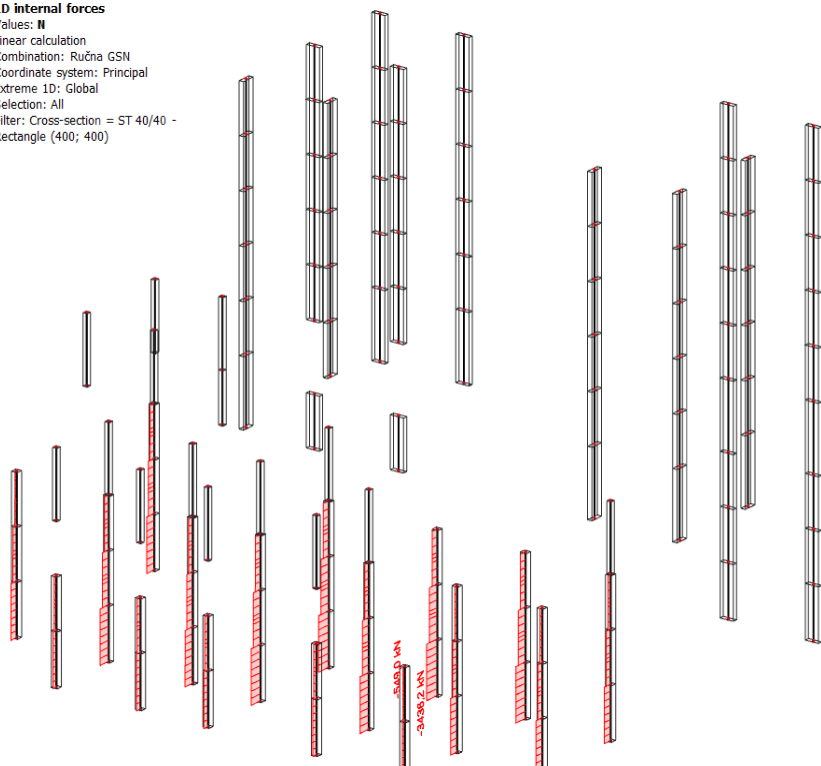
Kombinacija	Poprečni presjek	M <sub>prip</sub> (kNm)	N <sub>max</sub> (kN)
1.35G + 1.35ΔG +1.5·1.2Q	40/40	-17,5	-3436,2

1D internal forces  
 Values: M<sub>y</sub>  
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: B19  
 Filter: Cross-section = ST 40/40 -  
 Rectangle (400; 400)



10.19 Prikaz pripadajućeg momenata savijanja My

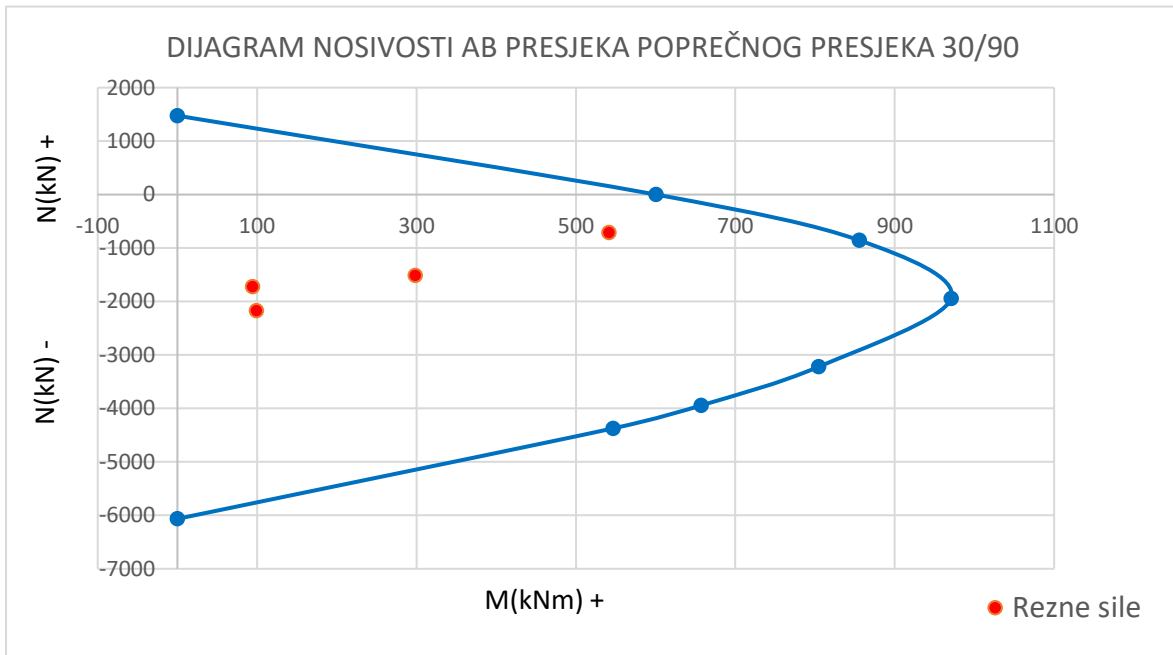
1D internal forces  
 Values: N  
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All  
 Filter: Cross-section = ST 40/40 -  
 Rectangle (400; 400)



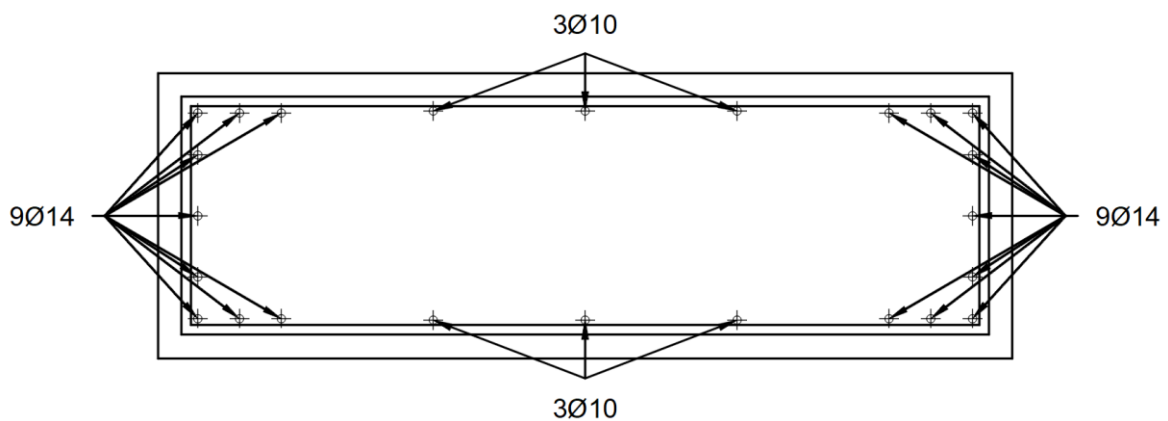
10.20 Prikaz uzdužne sile

Tablica 10.1 Rezne sile u stupovima

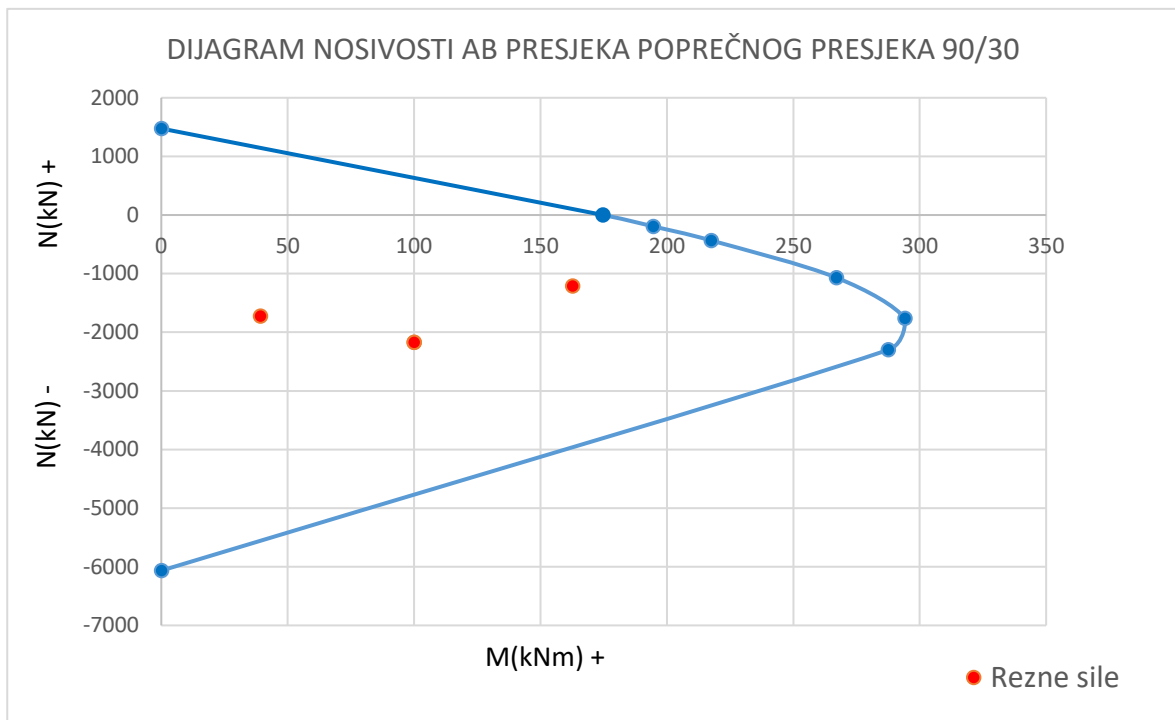
30/30	Mmax	44,3	Nprip	-275,9	40/40	Mmax	120,8	Nprip	-1801,7
	Mprip	16,5	Nmax	-567,8		Mprip	17,5	Nmax	-3436,2
30/90	Mmax z	541,6	Nprip	-708,4	30/90	Mmax z	298,5	Nprip	-1514,5
	Mmax y	162,7	Nprip	-1213,2		Mmax y	100	Nprip	-2174,5
	Mprip y	39,2	Nmax	-1725,8		Mprip y	100	Nmax	-2174,5
	Mprip z	94,5	Nmax	-1725,8		Mprip z	99,3	Nmax	-2174,5



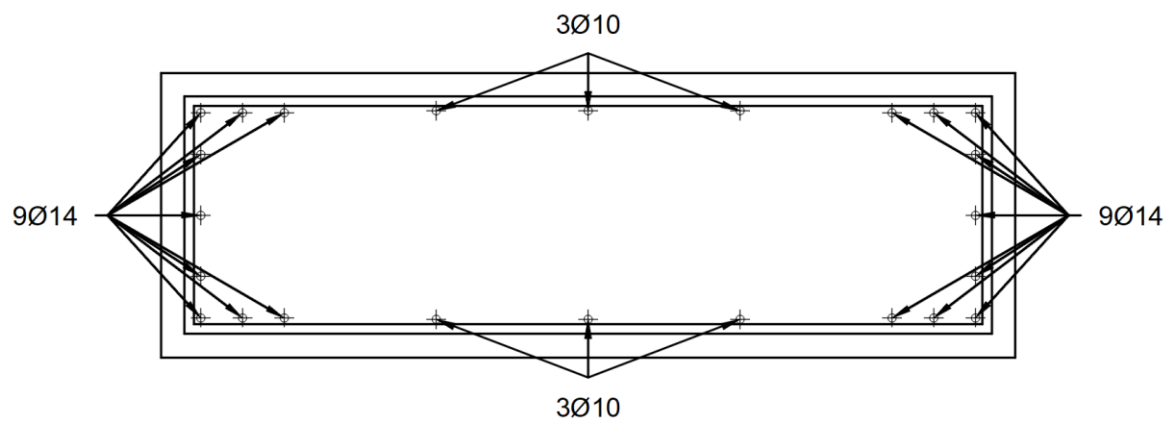
10.21 Dijagram nosivosti



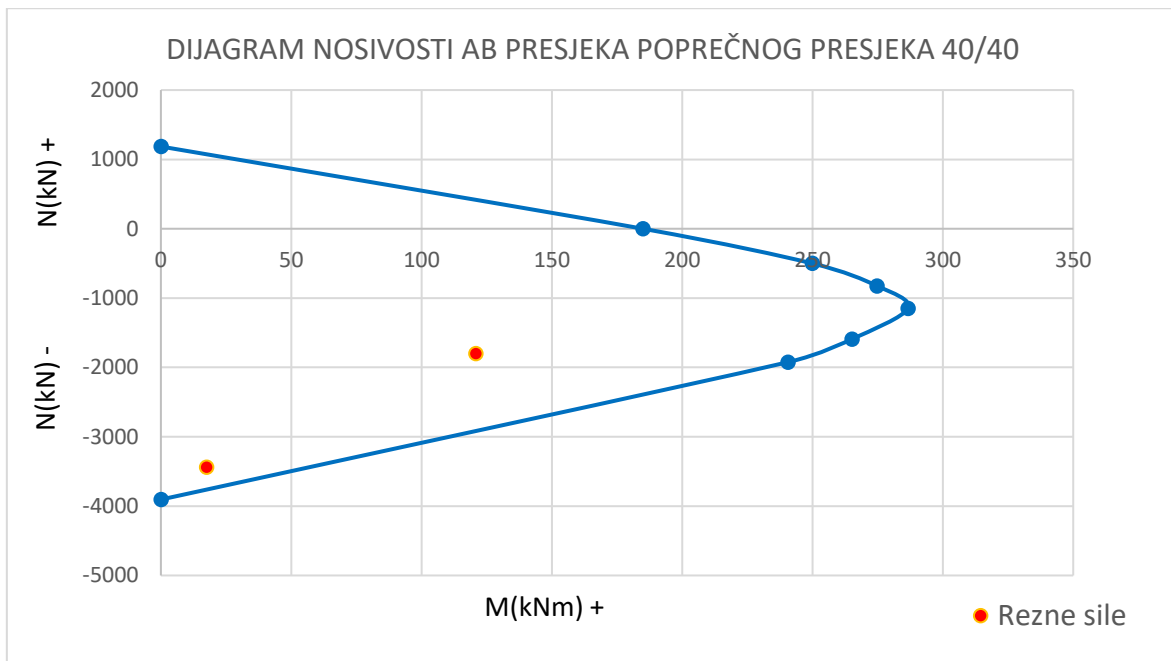
10.22 Skica armature stupa



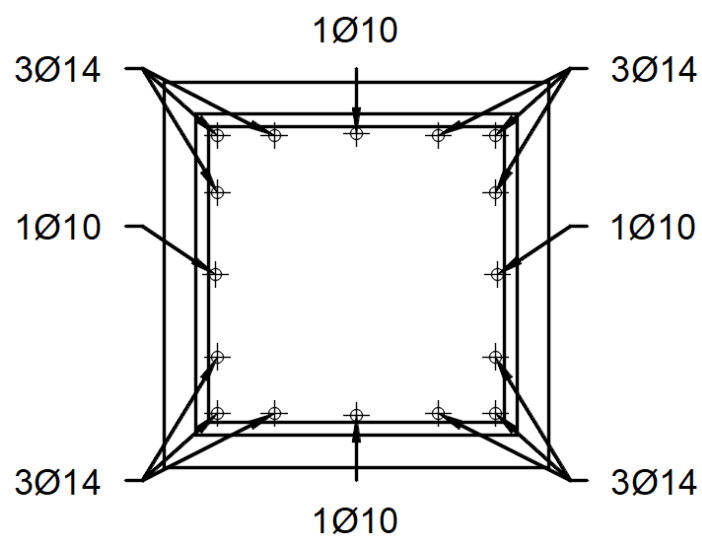
10.24 Dijagram nosivosti



10.23 Skica armature stupa

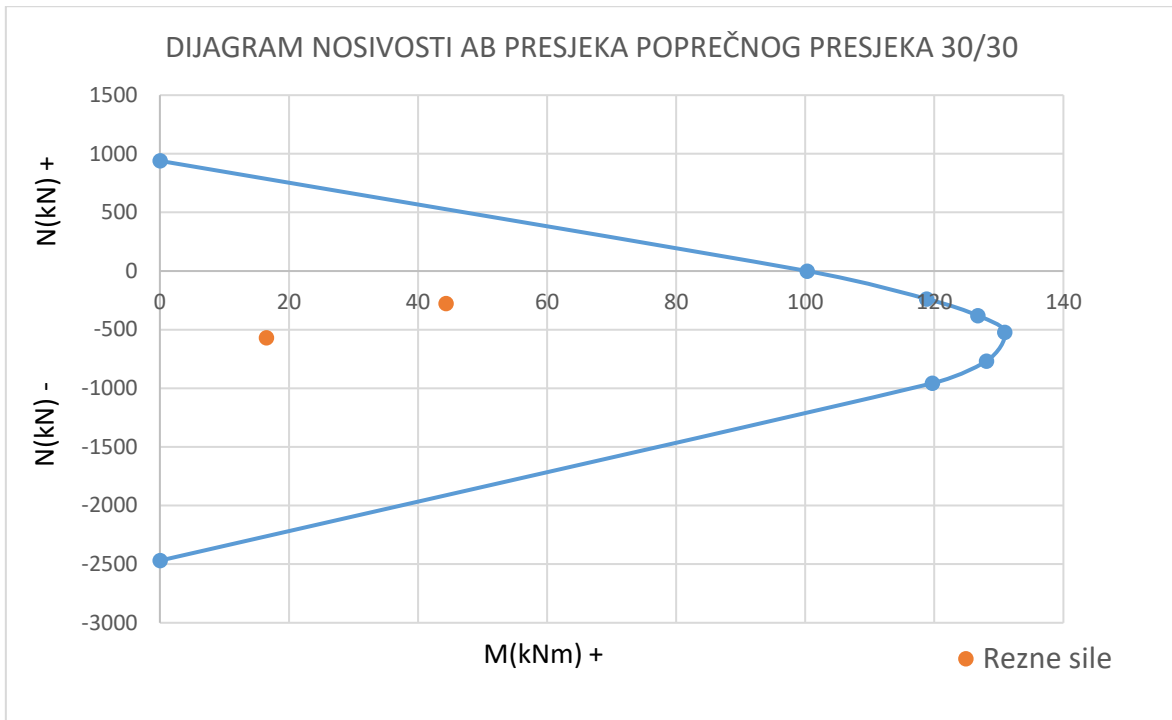


10.25 Dijagram nosivosti

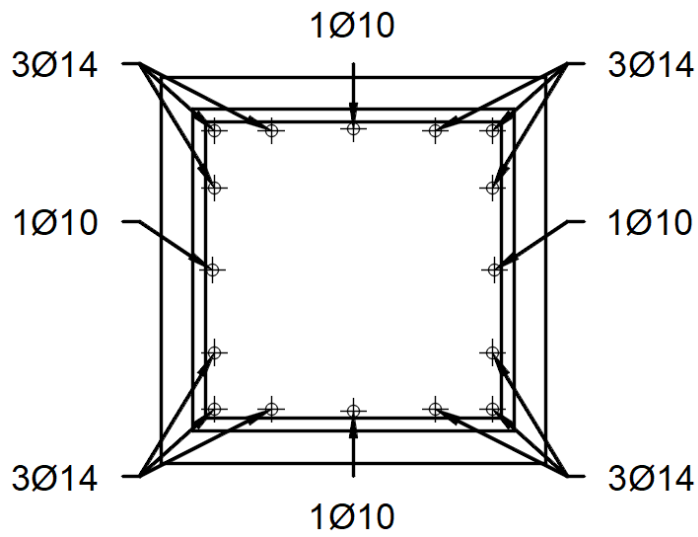


10.26 Skica armature stupa





10.28 Dijagram nosivosti

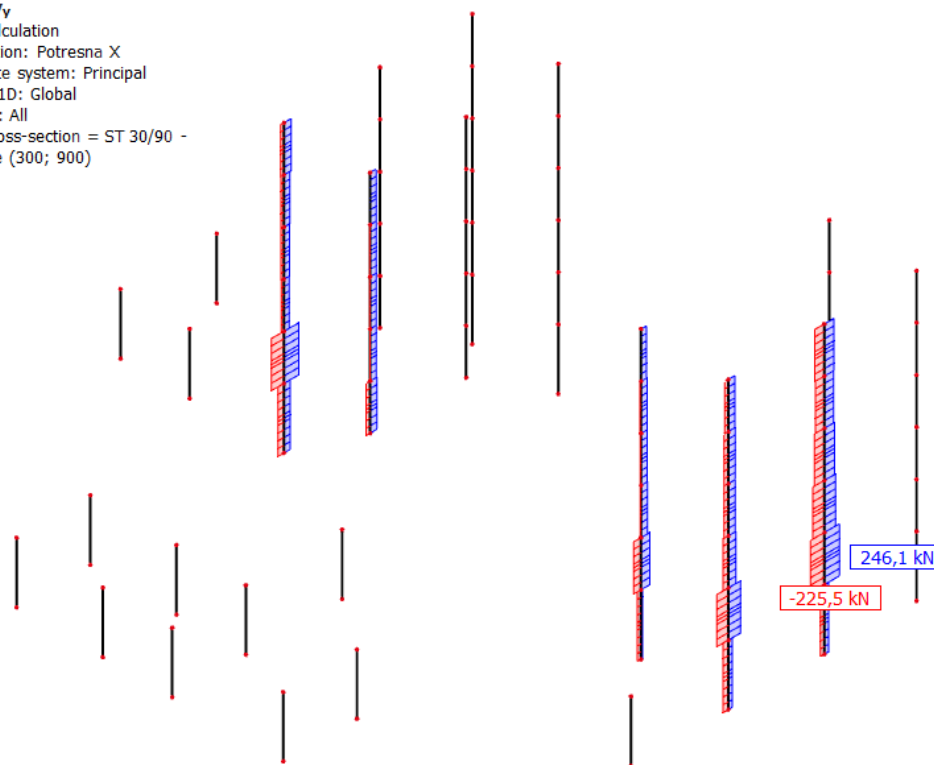


10.27 Skica armature stupa

### 10.1.1. PRORAČUN NA POPREČNU SILU

**1D internal forces**

Values: Vy  
 Linear calculation  
 Combination: Potresna X  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All  
 Filter: Cross-section = ST 30/90 -  
 Rectangle (300; 900)



10.29 Prikaz poprečnih sila na stupovima

Tablica 10.2 Dimenzioniranje stupova na poprečnu silu

$V_{Rd,c,mjer} = \max(V_{Rd,c}, V_{Rd,c,min})$ $V_{Ed} \leq V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$ $V_{wd} = \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{s_w}$		Materijali: <b>C 30/37</b> $f_{ck}$ 30,00 Mpa $f_{cd}$ 20,00 Mpa <b>B 500B</b> $f_{yk}$ 500,00 Mpa $f_{yd}$ 434,78 Mpa Opterećenje: $M_{Ed}$ 106,90 kNm Odabrana armatura: $A_{s1}$ 6,16 cm <sup>2</sup> $V_{sd}$ 75,90 kN $N_{sd}$ -1801,70 kN	
Geometrija:			
b	50,00	cm	
h	30,00	cm	
d <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )	5,00	cm	$f_{cd}$ 2,00 kN/cm <sup>2</sup>
d	25,00	cm	$f_{yd}$ 43,48 kN/cm <sup>2</sup>
k	1,89	≤	2,00
k	1,89		
k <sub>1</sub>	0,15		
ρL	0,005	<	0,02
σ <sub>cd</sub>	-1,20		
c <sub>Rdc</sub>	0,12		
V <sub>Rd,c</sub>	47,22	kNm	
V <sub>Rd,max</sub>	660,00	kN	
v	0,528		
V <sub>ed,max</sub> /V <sub>Rd2</sub>	0,12		
s <sub>max</sub>	18,75	cm	
m	2		
Odabrane spone		Ø8/25	0,50 20,0 cm
V <sub>Rd</sub>	48,9	kN	
V <sub>Rd,max</sub>	675,0	kN	
spot	12,9	cm	
Odabrane spone na ležaju		Ø8/10	0,50 10,0 cm

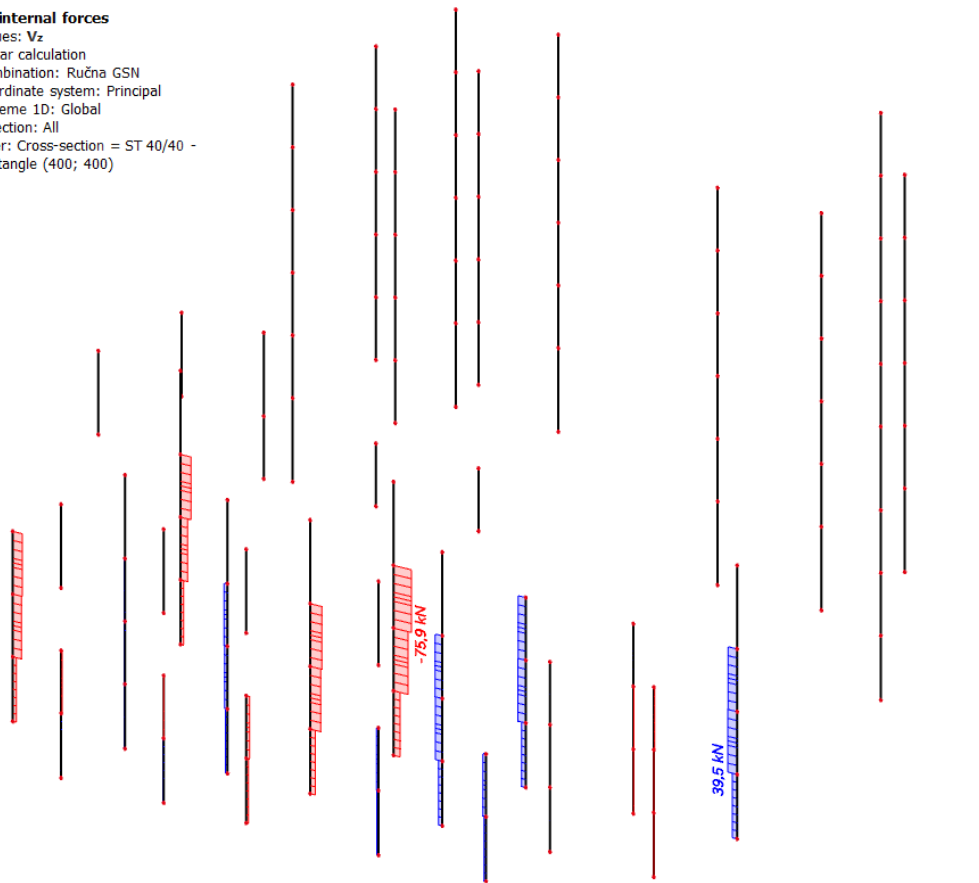
Profil	Asw	max razmak
Ø6	0,28	11,2
Ø8	0,50	20,0
Ø10	0,79	31,6

duž cijelog stupa osim 1m uz oslonce

1m uz oslonce

**1D internal forces**

Values: Vz  
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All  
 Filter: Cross-section = ST 40/40 -  
 Rectangle (400; 400)



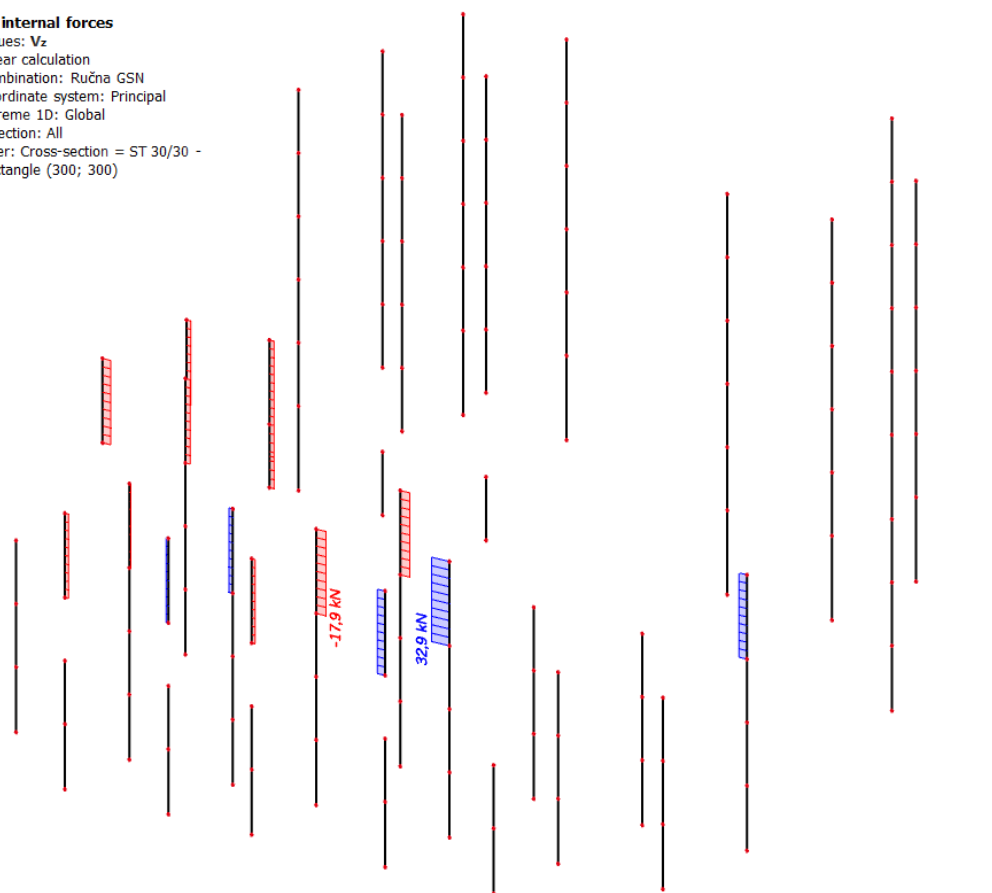
10.30 Prikaz poprečnih sila na stupovima

Tablica 10.3 Dimenzioniranje stupova na poprečnu silu

$V_{Rd,c,mjer} = \max(V_{Rd,c}, V_{Rd,c,min})$ $V_{Ed} \leq V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$ $V_{wd} = \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot Z}{S_w}$		Materijali: <b>C 30/37</b> $f_{ck}$ 30,00 Mpa $f_{cd}$ 20,00 Mpa <b>B 500B</b> $f_{yk}$ 500,00 Mpa $f_{yd}$ 434,78 Mpa Opterećenje: $M_{Ed}$ 48,90 kNm Odabrana armatura: $A_{s1}$ 6,16 cm <sup>2</sup> $V_{sd}$ 32,90 kN $N_{sd}$ -460,90 kN	
Geometrija:			
<b>b</b>	50,00	cm	
<b>h</b>	30,00	cm	
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	5,00	cm	$f_{cd}$ 2,00 kN/cm <sup>2</sup>
<b>d</b>	25,00	cm	$f_{yd}$ 43,48 kN/cm <sup>2</sup>
<b>k</b>	1,89	≤	2,00
<b>k</b>	1,89		
<b>k<sub>1</sub></b>	0,15		
<b>ρL</b>	0,005	<	0,02
<b>σ<sub>cd</sub></b>	-0,31		
<b>cR<sub>d,c</sub></b>	0,12		
<b>VR<sub>d,c</sub></b>	63,98	kNm	
<b>VR<sub>d,max</sub></b>	660,00	kN	
<b>v</b>	0,528		
<b>V<sub>ed,max</sub>/VR<sub>d2</sub></b>	0,05		
<b>s<sub>max</sub></b>	18,75	cm	
<b>m</b>	2		
<b>Odabrane spone</b>	Ø8/25	0,50 25,0	cm duž cijelog stupa
<b>VR<sub>d</sub></b>	39,1	kN	
<b>VR<sub>d,max</sub></b>	675,0	kN	
<b>s<sub>pot</sub></b>	29,7	cm	
<b>Odabrane spone na ležaju</b>	Ø8/25	0,50 25,0	cm

**1D internal forces**

Values: Vz  
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All  
 Filter: Cross-section = ST 30/30 -  
 Rectangle (300; 300)



10.31 Prikaz poprečnih sila na stupovima

Tablica 10.4 Dimenzioniranje stupova na poprečnu silu

$V_{Rd,c,mjer} = \max(V_{Rd,c}, V_{Rd,c,min})$ $V_{Ed} \leq V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$ $V_{wd} = \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{s_w}$		Materijali: <b>C 30/37</b> $f_{ck}$ 30,00 Mpa $f_{cd}$ 20,00 Mpa <b>B 500B</b> $f_{yk}$ 500,00 Mpa $f_{yd}$ 434,78 Mpa Opterećenje: $M_{Ed}$ 503,10 kNm Odbrana armatura: $A_{s1}$ 6,16 cm <sup>2</sup> $V_{sd}$ 246,10 kN $N_{sd}$ -995,30 kN	
Geometrija:			
<b>b</b>	50,00	cm	
<b>h</b>	30,00	cm	
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	5,00	cm	$f_{cd}$ 2,00 kN/cm <sup>2</sup>
<b>d</b>	25,00	cm	$f_{yd}$ 43,48 kN/cm <sup>2</sup>
<b>k</b>	1,89	≤	2,00
<b>k</b>	1,89		
<b>k<sub>1</sub></b>	0,15		
<b>ρL</b>	0,005	<	0,02
<b>σ<sub>cd</sub></b>	-0,66		
<b>cR<sub>dc</sub></b>	0,12		
<b>VR<sub>d,c</sub></b>	57,30	kNm	
<b>VR<sub>d,max</sub></b>	660,00	kN	
<b>v</b>	0,528		
<b>V<sub>ed,max</sub>/VR<sub>d2</sub></b>	0,37		
<b>s<sub>max</sub></b>	18,75	cm	
<b>m</b>	2		
<b>Odabrane spone</b>	Ø8/25	0,50 20,0	cm duž cijelog stupa osim 1m uz oslonce
<b>VR<sub>d</sub></b>	48,9	kN	
<b>VR<sub>d,max</sub></b>	675,0	kN	
<b>spot<sub>s</sub></b>	4,0	cm	
<b>Odabrane spone na ležaju</b>	Ø8/10	0,50 10,0	cm 1m uz oslonce

## 10.1.2. OGRANIČENJE TLAČNIH NAPREZANJA

### 1D internal forces

Values: **N**

Linear calculation

Combination: GSU\_2

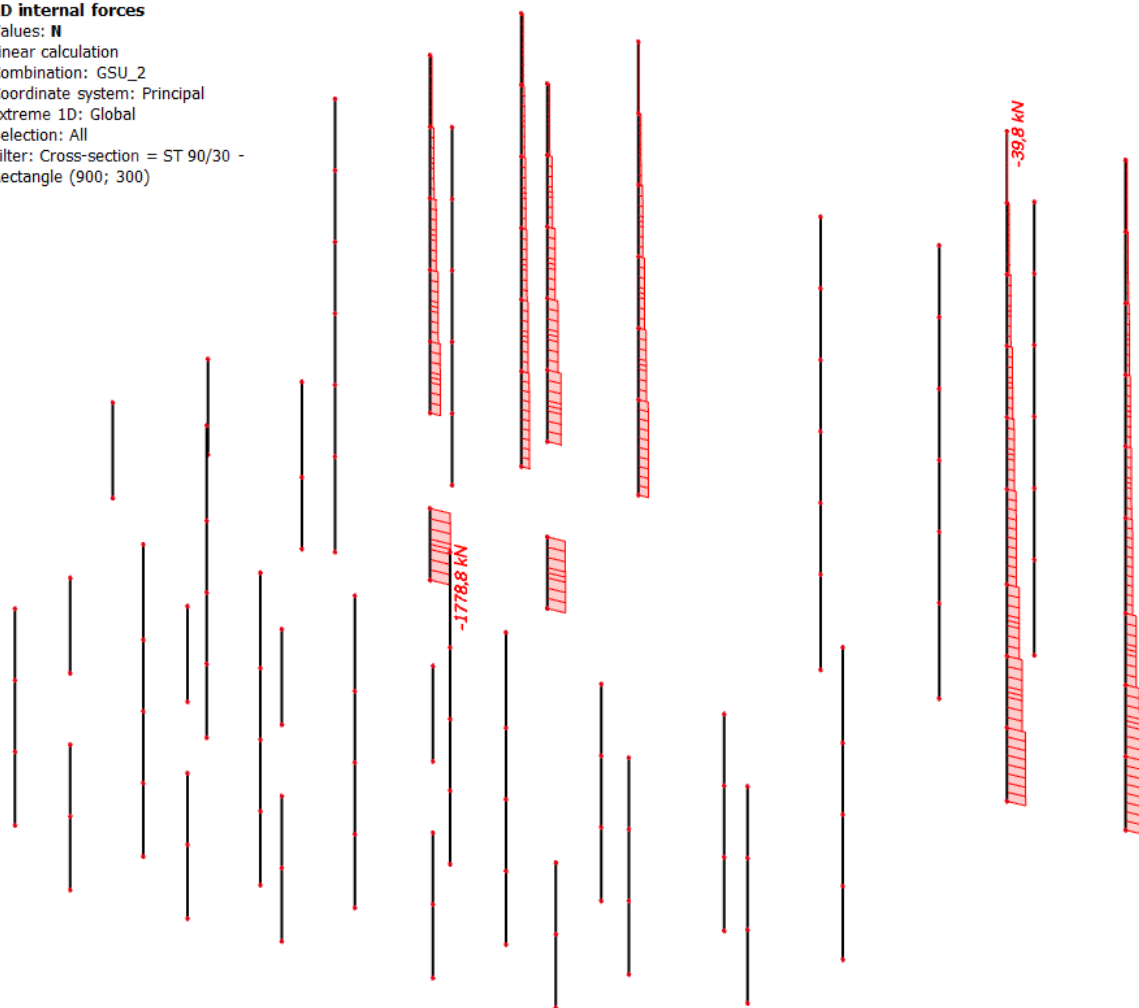
Coordinate system: Principal

Extreme 1D: Global

Selection: All

Filter: Cross-section = ST 90/30 -

Rectangle (900; 300)



10.32 Prikaz uzdužnih sila na stupovima 30/90

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{1778,8}{30 \cdot 90} = 6,59 \text{ MPa} < 13,5 \text{ MPa}$$

**1D internal forces**Values: **N**

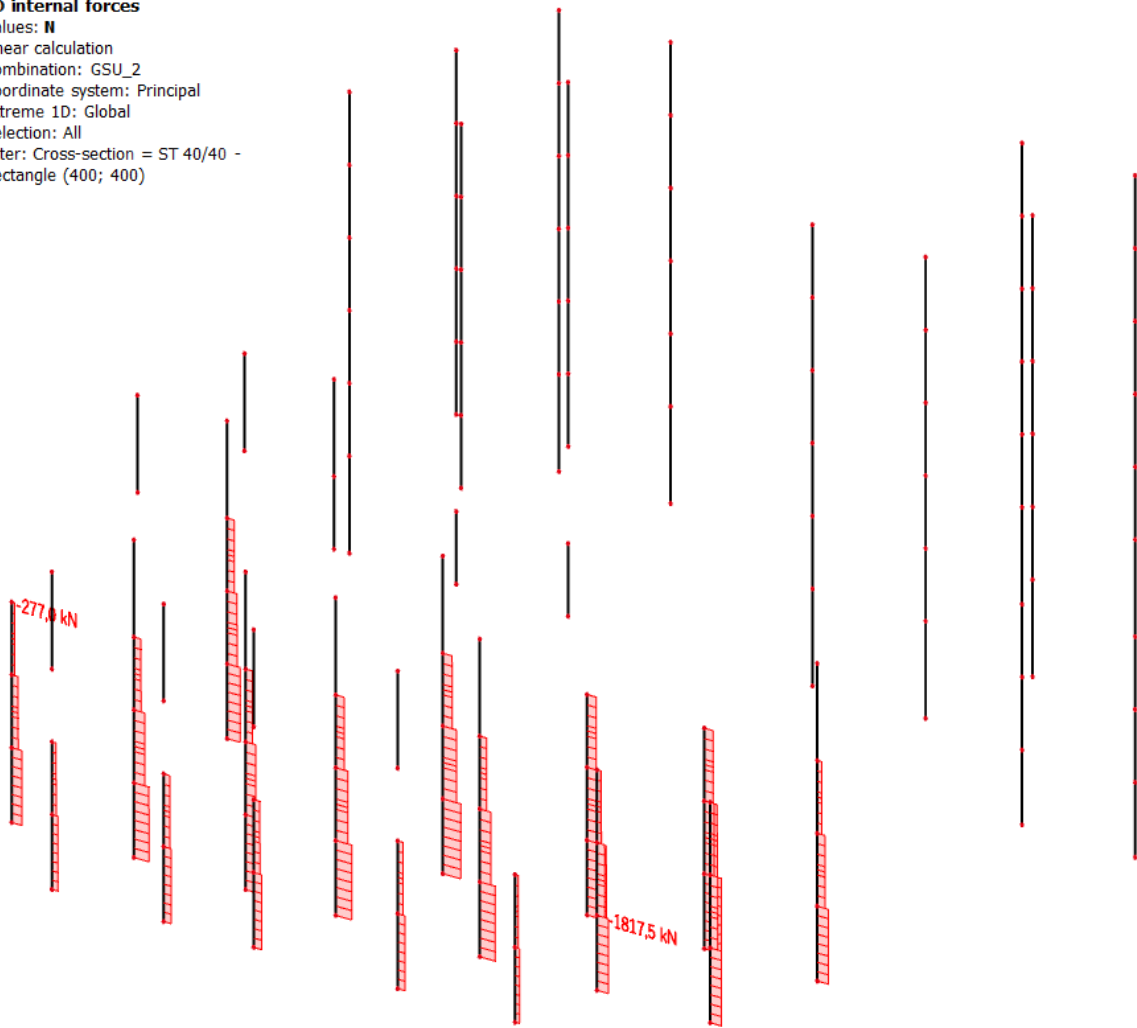
Linear calculation

Combination: GSU\_2

Coordinate system: Principal

Extreme 1D: Global

Selection: All

Filter: Cross-section = ST 40/40 -  
Rectangle (400; 400)

10.33 Prikaz uzdužnih sila na stupovima 40/40

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{1817,5}{40 \cdot 40} = 11,35 \text{ MPa} < 13,5 \text{ MPa}$$

**1D internal forces**Values: **N**

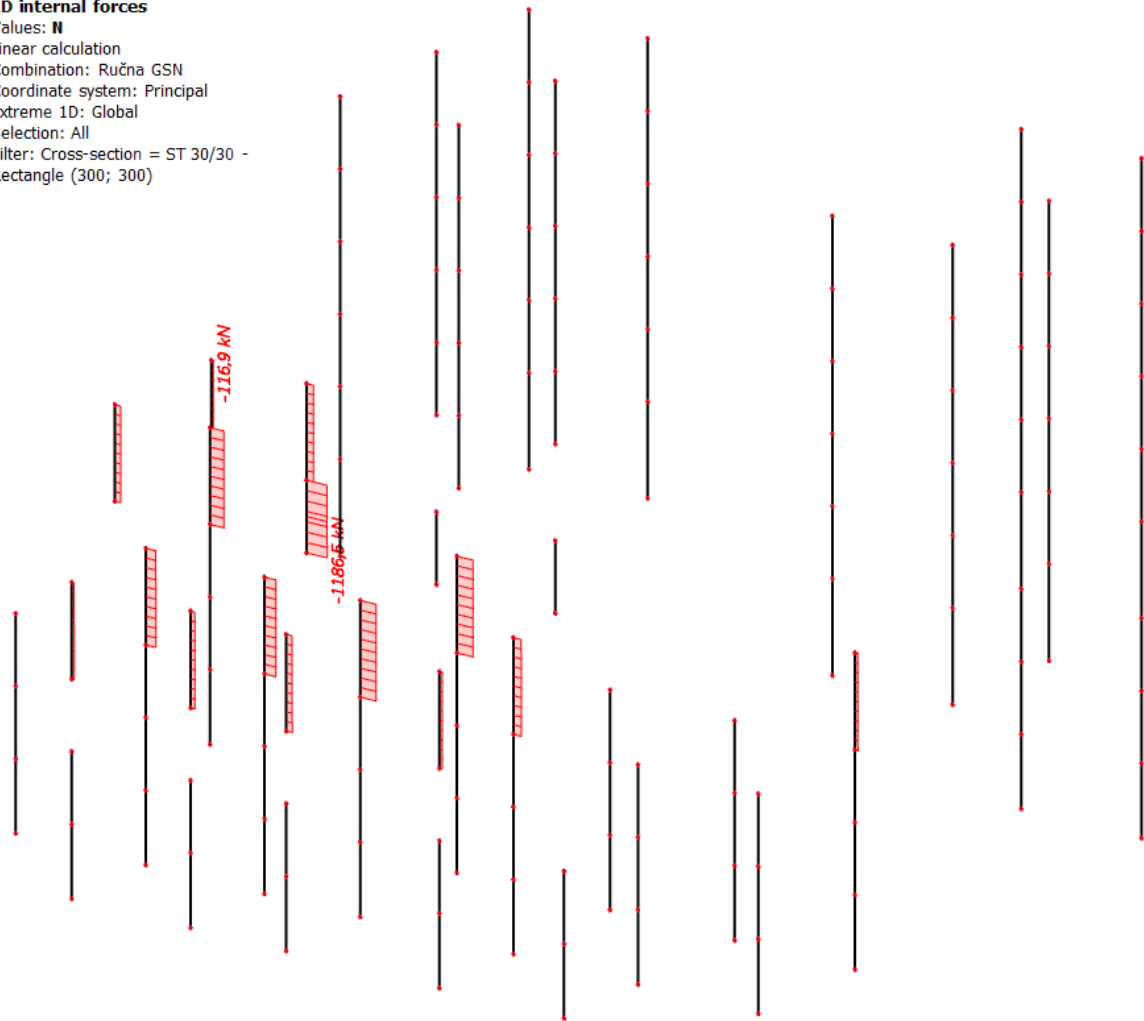
Linear calculation

Combination: Ručna GSN

Coordinate system: Principal

Extreme 1D: Global

Selection: All

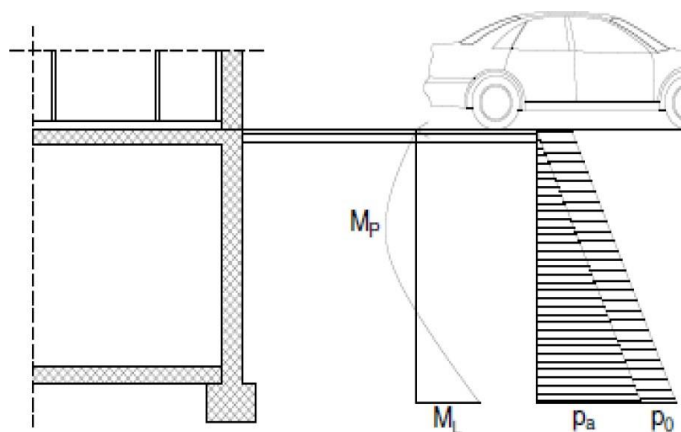
Filter: Cross-section = ST 30/30 -  
Rectangle (300; 300)

10.34 Prikaz uzdužnih sila na stupovima 30/30

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{1187,5}{30 \cdot 30} = 13,19 \text{ MPa} < 13,5 \text{ MPa}$$

## 10.2. ZIDOVI ZASUTI TLOM

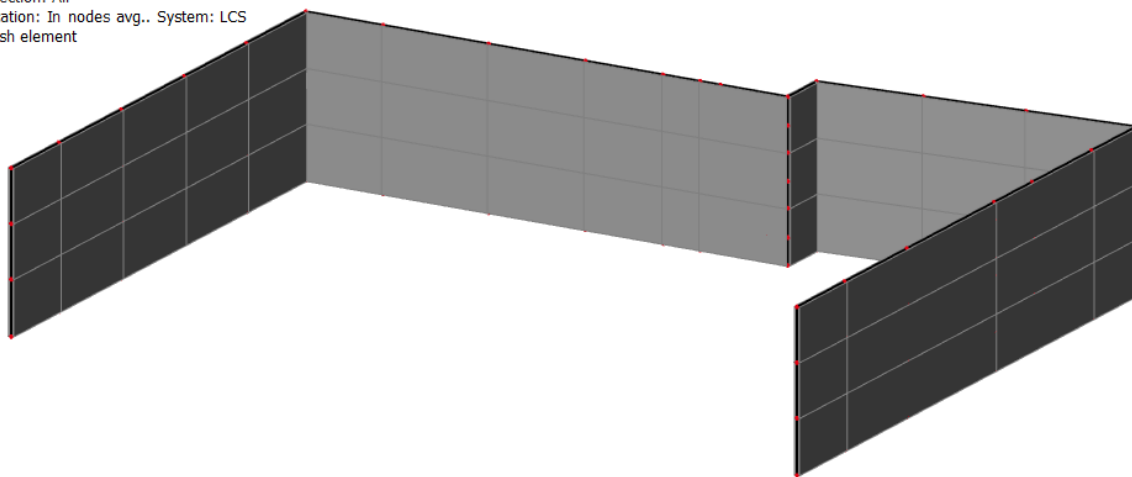
Obodni zidovi garaže (podruma -1,-2,-3) opterećeni su dodatno i aktivnim tlakom tla. Uz svoju nosivu ulogu u konstrukciji imaju i ulogu potpornog zida koji omeđuje cijelu građevinu na podzemnoj etaži. Postoji i mogućnost opterećenja toga zida uslijed dodatnog tlaka od terena u blizini zida na tlu (npr. 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.



10.35 Prikaz opterećenja na obodni zid garaže

### 2D internal forces

Values: **m<sub>y</sub>**  
 Linear calculation  
 Load case: TLO  
 Extreme: Member  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg.. System: LCS  
 mesh element



10.36 Prikaz zidova u dodiru s tlom



Horizontalni bočni tlak uslijed opterećenja tлом 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

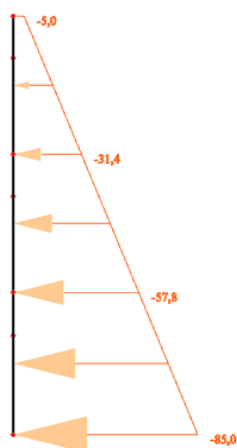
$\gamma_{tla} = 20 \text{ kN/m}^3$  – specifična težina zasipa

$H = 10 \text{ m}$  – visina zida ispod tla

$q_0 = 5.0 \text{ kN/m}^2$

$p_{zasipa} = 20 \cdot 10 \cdot 0.4 = 80 \text{ kN/m}^2$  – horizontalni tlak zasipa

$p_{ukupno} = 85 \text{ kN/m}^2$  – horizontalni tlak na dnu zida



10.37 Raspodjela opterećenja na zidovima

#### 2D internal forces

Values:  $m_x$

Linear calculation

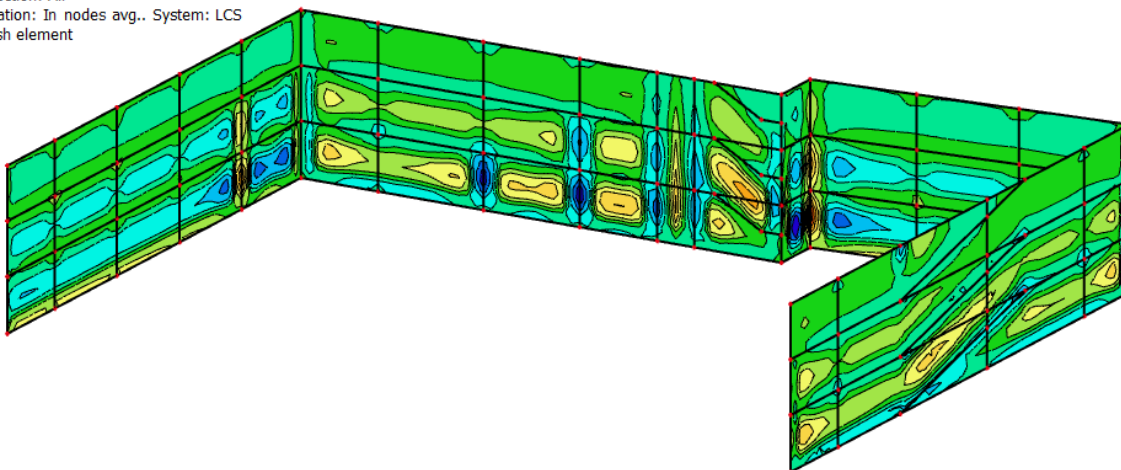
Load case: TLO

Extreme: Member

Selection: All

Location: In nodes avg.. System: LCS

mesh element



10.38 Prikaz momenata savijanja u X smjeru

**2D internal forces**Values:  $m_y$ 

Linear calculation

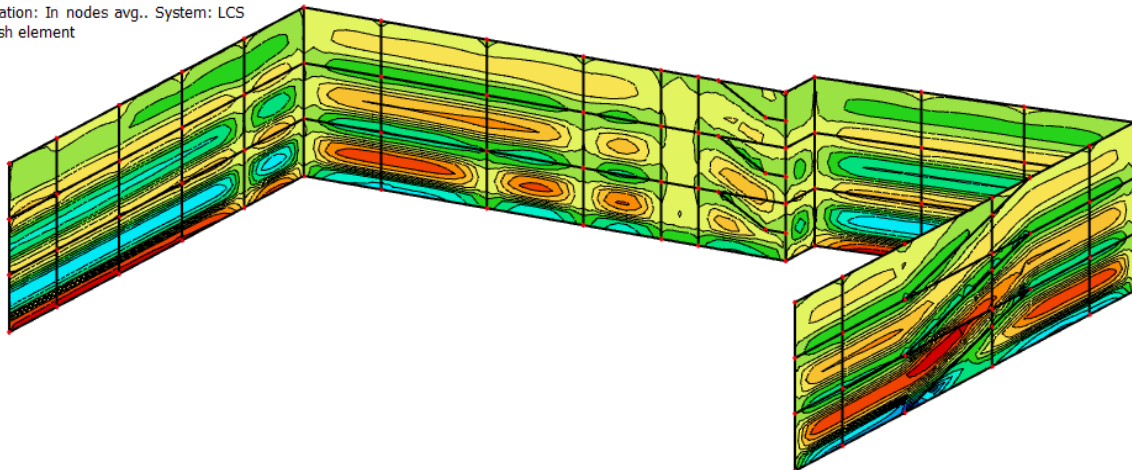
Load case: TLO

Extreme: Member

Selection: All

Location: In nodes avg., System: LCS

mesh element

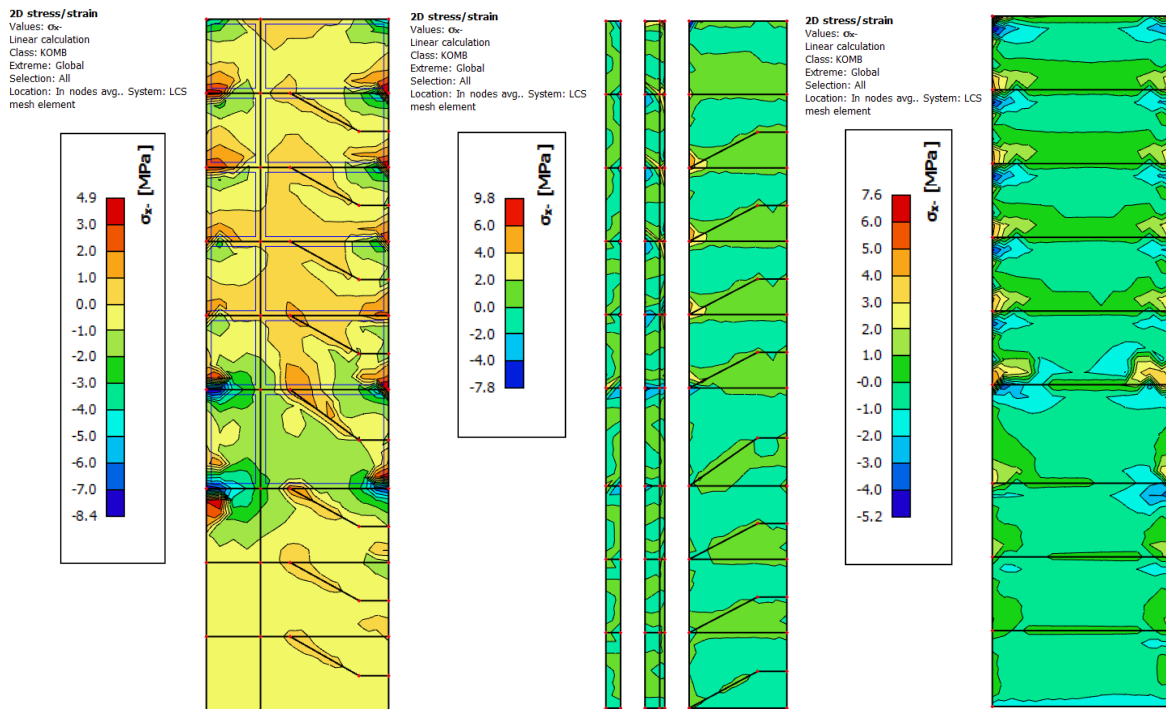


10.39 Prikaz momenata savijanja u Y smjeru

$$A_s = M_{Ed} / (z * f_{yd}) = 38,6 * 100 / (0,9 * 30 * 43,48) = 3,29 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

**Odabrana armatura za zidove garaže Q385 obostrano.**

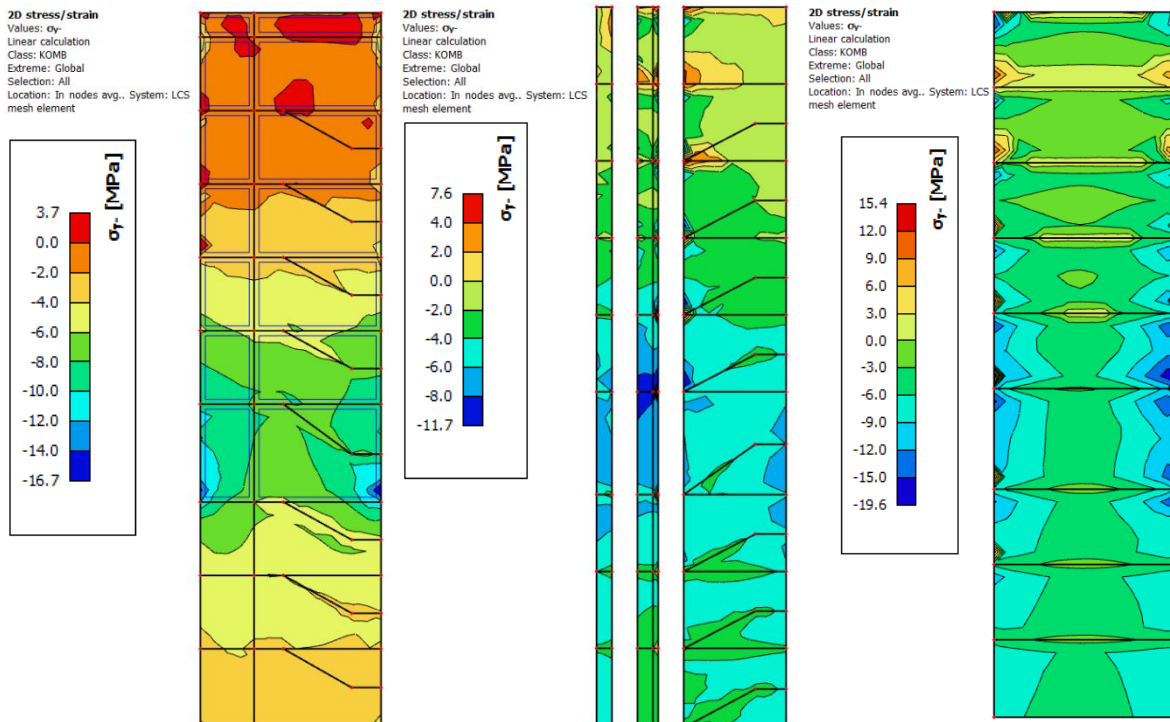
### 10.3. ZIDOVI KRUTE JEZGRE U X SMJERU



10.40 Naprezanja  $\sigma_x$  za anvelopu opterećenja ( $SX+SY+GSN$ )

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 12,0 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 30/1,5 = 20,0 \text{ MPa}$

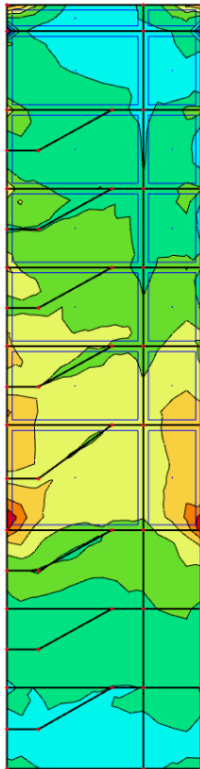
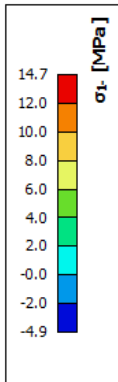


10.41 Naprezanja  $\sigma_y$  za anvelopu opterećenja ( $SX+SY+GSN$ )

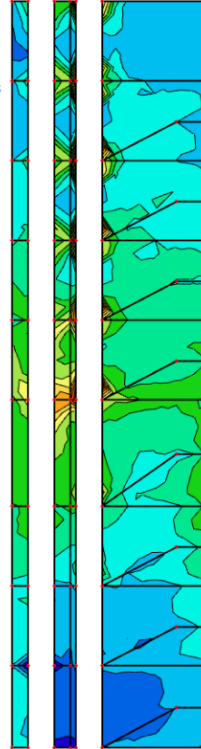
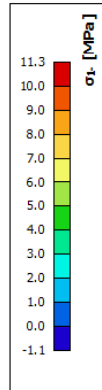
Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 12,0 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 30/1,5 = 20,0 \text{ MPa}$

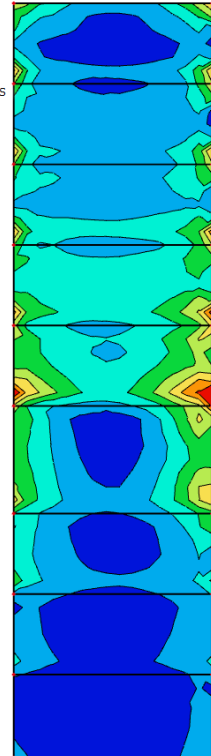
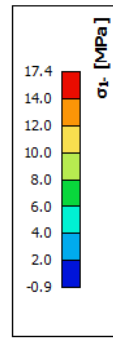
2D stress/strain  
 Values:  $\sigma_1$   
 Linear calculation  
 Class: KOMB  
 Extreme: Global  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg.. System: LCS  
 mesh element



2D stress/strain  
 Values:  $\sigma_1$   
 Linear calculation  
 Class: KOMB  
 Extreme: Global  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg.. System: LCS  
 mesh element



2D stress/strain  
 Values:  $\sigma_1$   
 Linear calculation  
 Class: KOMB  
 Extreme: Global  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg.. System: LCS  
 mesh element

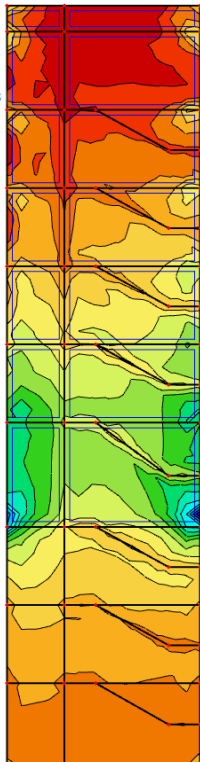
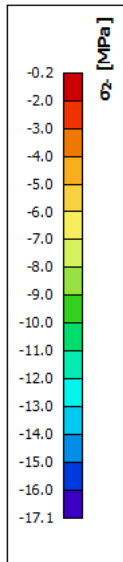


10.42 Naprezanja  $\sigma_1$  za anvelopu opterećenja ( $SX+SY+GSN$ )

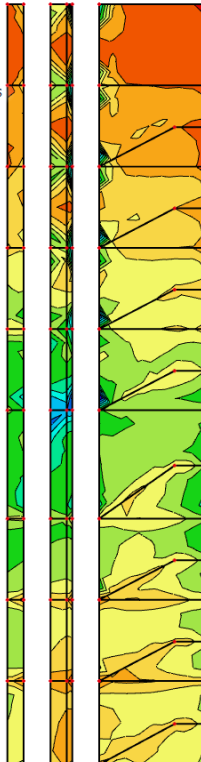
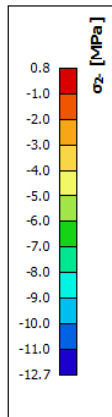
Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 12,0 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 30/1,5 = 20,0 \text{ MPa}$

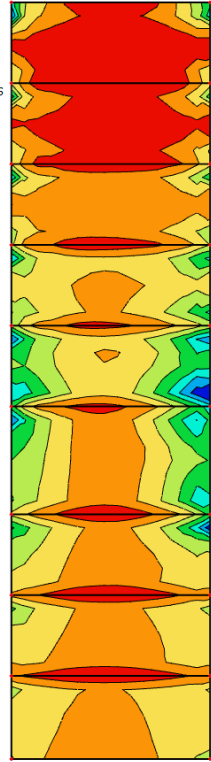
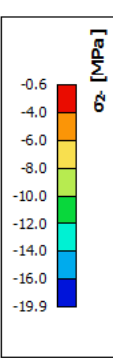
2D stress/strain  
 Values:  $\sigma_2$   
 Linear calculation  
 Class: KOMB  
 Extreme: Global  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg.. System: LCS  
 mesh element



2D stress/strain  
 Values:  $\sigma_2$   
 Linear calculation  
 Class: KOMB  
 Extreme: Global  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg.. System: LCS  
 mesh element



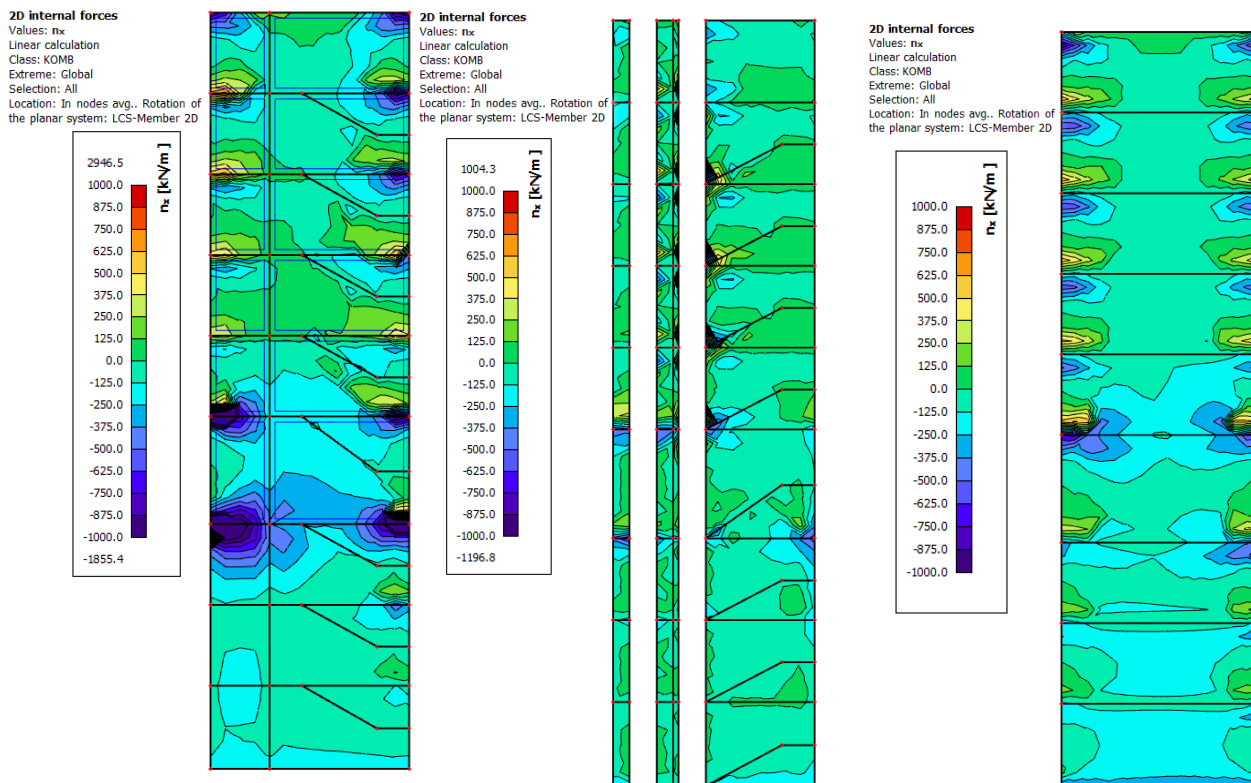
2D stress/strain  
 Values:  $\sigma_2$   
 Linear calculation  
 Class: KOMB  
 Extreme: Global  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg.. System: LCS  
 mesh element



10.43 Naprezanja  $\sigma_2$  za anvelopu opterećenja ( $SX+SY+GSN$ )

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 12,0 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 30/1,5 = 20,0 \text{ MPa}$



10.44 Uzdužna sila nx za anvelopu opterećenja (SX+SY+GSN)

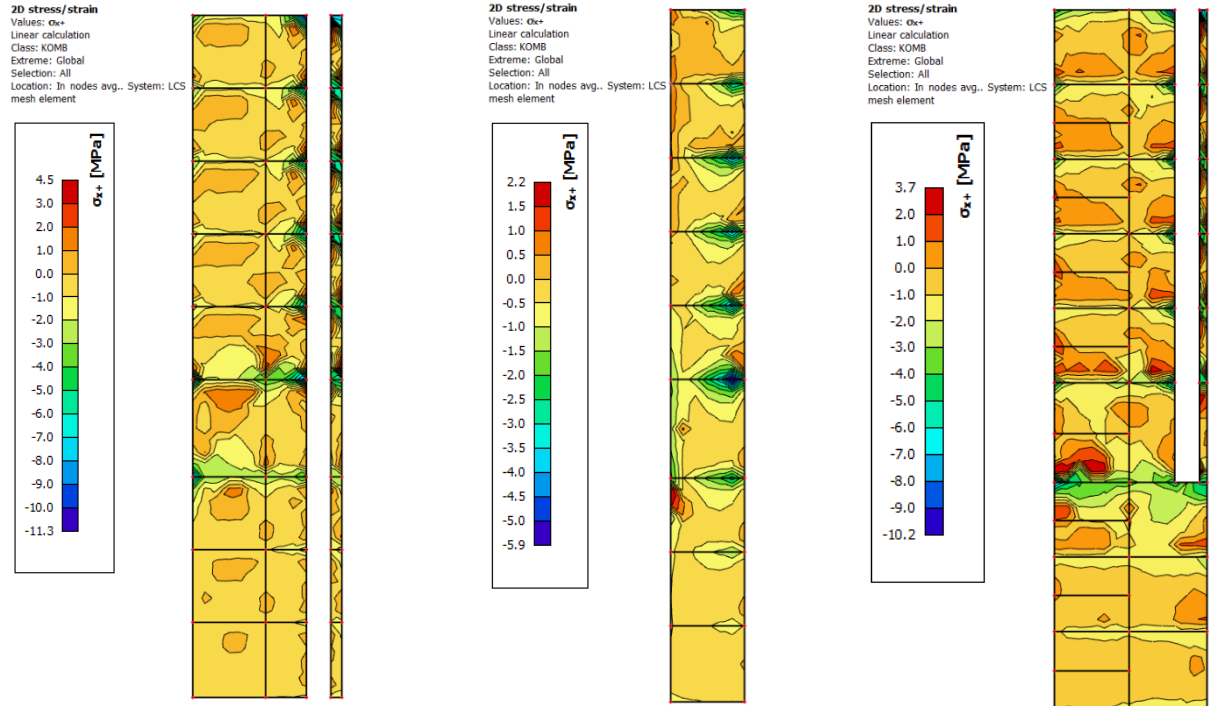
Tablica 10.5 Potrebna i odabrana armatura zidova po etažama

ETAŽA	Nx,max [kN]	As1 [cm2/m]	As,min [cm2/m]	As,odabrano [cm2]
ETAŽA 0	150	0,920	2,83	3,35
ETAŽA 1	150	0,920	2,83	3,35
ETAŽA 2	150	0,920	2,83	3,35
ETAŽA 3	150	0,920	2,83	3,35
ETAŽA 4	150	0,920	2,83	3,35
ETAŽA 5	150	0,920	2,83	3,35

Zidove krute jezgre u x smjeru armirati s Q-335 obostrano od prizemlja do petog kata.

Nadozid armirati s Q-335 obostrano.

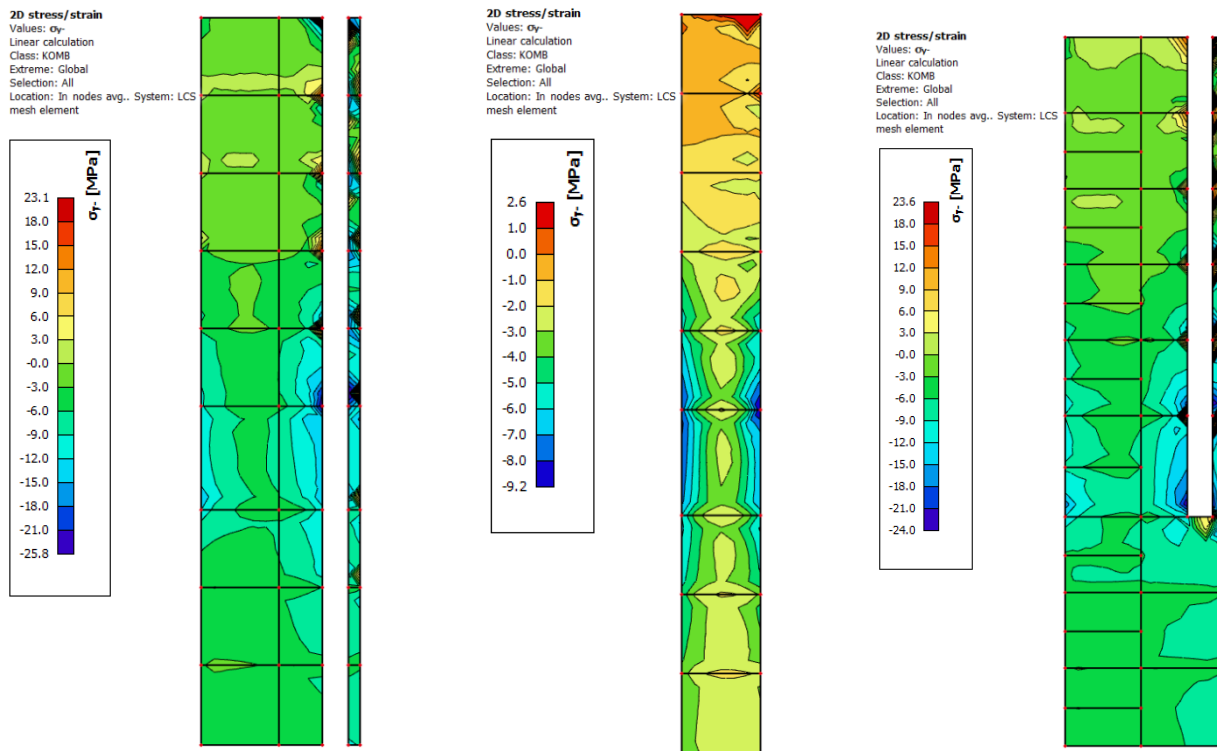
### 10.4. ZIDOVI KRUTE JEZGRE U Y SMJERU



10.45 Naprezanja  $\sigma_x$  za anvelopu opterećenja ( $SX+SY+GSN$ )

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 12,0 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 30/1,5 = 20,0 \text{ MPa}$

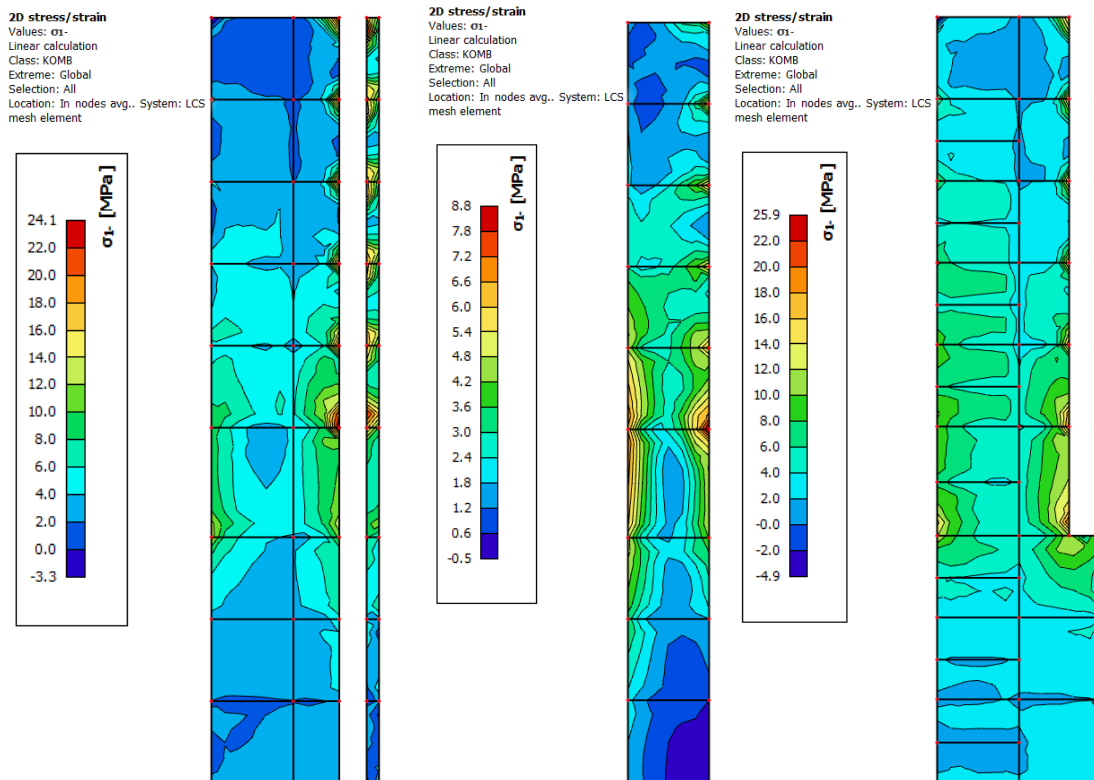


10.46 Naprezanja  $\sigma_y$  za anvelopu opterećenja ( $SX+SY+GSN$ )

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 12,0 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 30/1,5 = 20,0 \text{ MPa}$

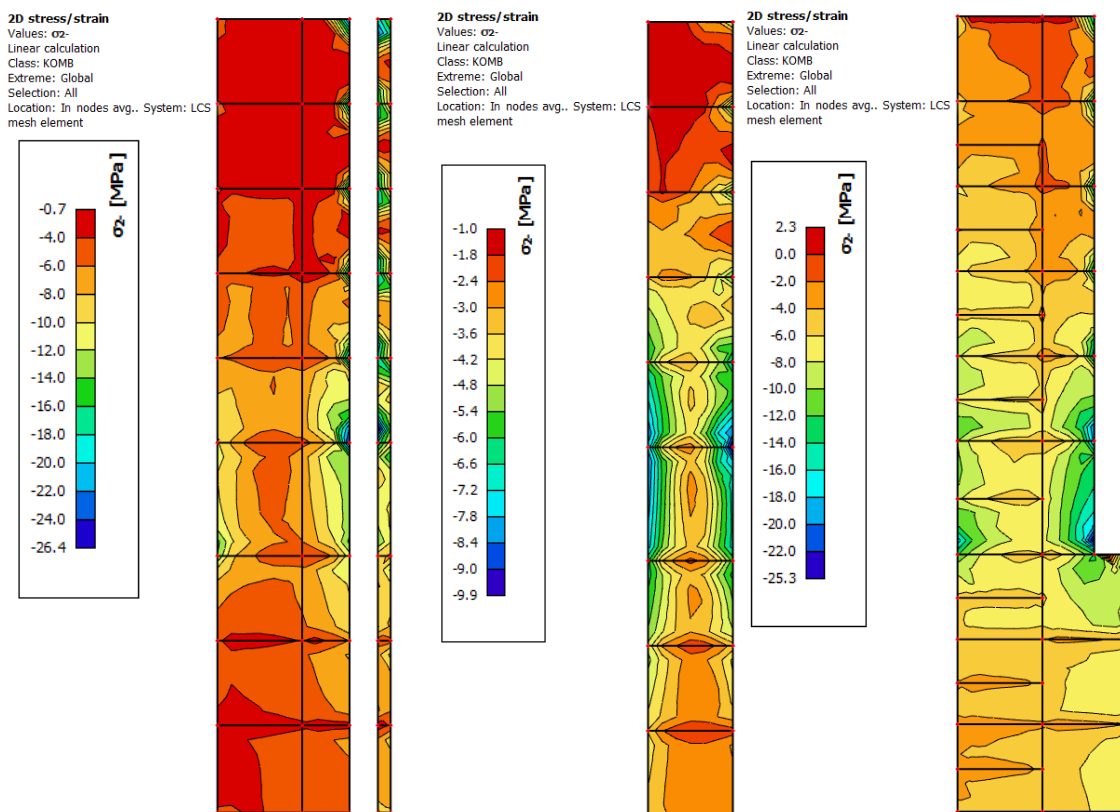
(koncentracije naprezanja u točki su izostavljene iz razmatranja)



10.47 Naprezanja  $\sigma_1$  za anvelopu opterećenja ( $SX+SY+GSN$ )

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 12,0 \text{ MPa}$

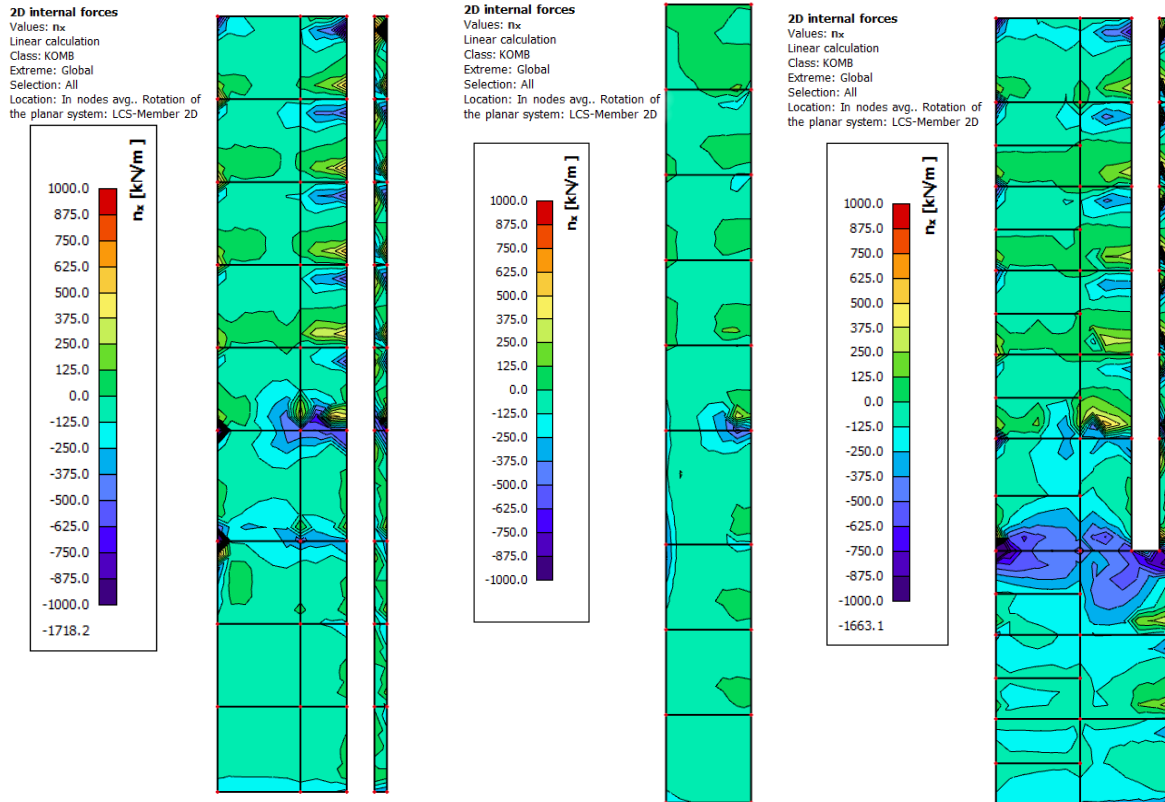
Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 30/1,5 = 20,0 \text{ MPa}$



10.48 Naprezanja  $\sigma_2$  za anvelopu opterećenja ( $SX+SY+GSN$ )

Globalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 0,4 f_{cd} = 12,0 \text{ MPa}$

Lokalno tlačno naprezanje:  $\sigma < 30/1,5 = 20,0 \text{ MPa}$



10.49 Uzdužna sila nx za anvelopu opterećenja (SX+SY+GSN)

Tablica 10.6 Potrebna i odabrana armatura zidova po etažama

ETAŽA	Nx,max [kN]	As1 [cm2/m]	As,min [cm2/m]	As,odabrano [cm2]
ETAŽA 0	150	0,920	2,83	3,35
ETAŽA 1	150	0,920	2,83	3,35
ETAŽA 2	150	0,920	2,83	3,35
ETAŽA 3	150	0,920	2,83	3,35
ETAŽA 4	150	0,920	2,83	3,35
ETAŽA 5	150	0,920	2,83	3,35

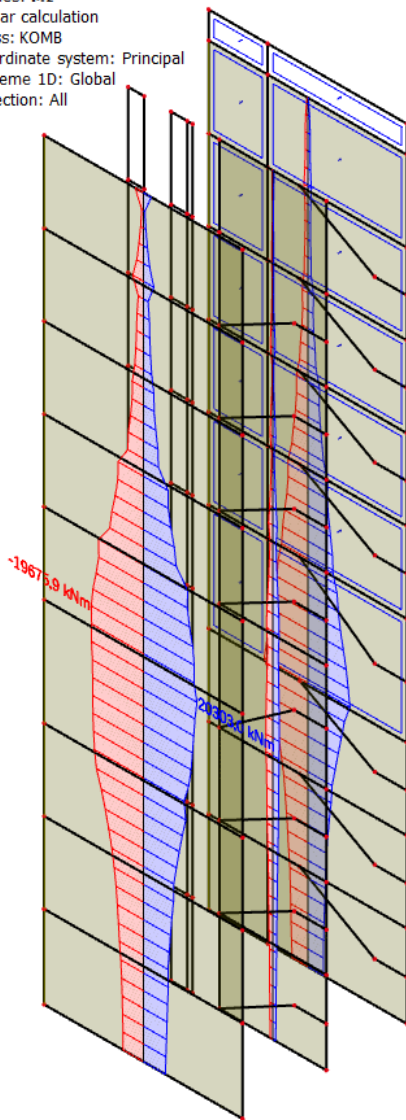
Zidove krute jezgre u x smjeru armirati s Q-335 obostrano od prizemlja do petog kata. Nadozid armirati s Q-335 obostrano.



### 10.5. DIMENZIONIRANJE ZIDOVA NA POPREČNU SILU

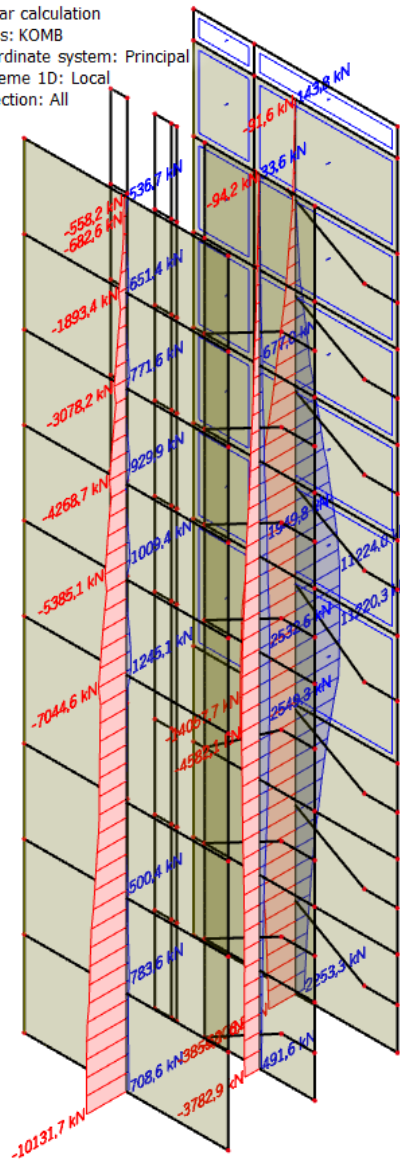
Budući da su zidovi jezgre jedini kontinuirani zidovi po visini objekta, a preostali dio konstrukcije je skelet izrađen od armirano betonskih greda i stupova, u njima se javljaju velike rezne sile u vidu momenata savijanja i poprečnih sila. Stoga je proveden proračun dimenzioniranja zidova za najopterećeniji zid armirano betonske krute jezgre te je ista armatura na licima zida i u ovojnim elementima uzeta za sve zidove.

**1D internal forces**  
 Values: Mz  
 Linear calculation  
 Class: KOMB  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All



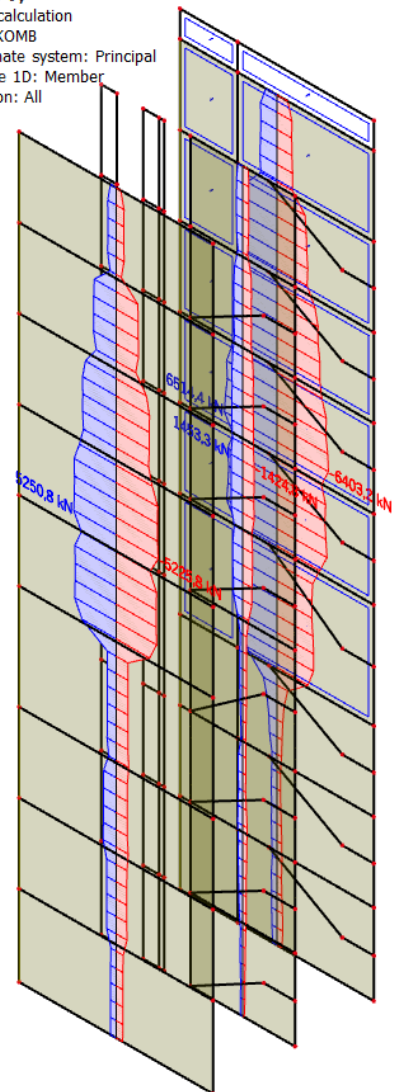
10.51 Prikaz momenata savijanja uslijed (Sx+Sy+GSN)

**1D internal forces**  
 Values: N  
 Linear calculation  
 Class: KOMB  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Local  
 Selection: All



10.52 Prikaz uzdužnih sila uslijed (Sx+Sy+GSN)

**1D internal forces**  
 Values: Vy  
 Linear calculation  
 Class: KOMB  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Member  
 Selection: All



10.50 Prikaz poprečnih sila uslijed (Sx+Sy+GSN)

Tablica 10.7 Dimenzioniranje zidova

**Dijagonalni tlačni slom hrpta zbog posmika:**

$A_{sw}$  – ploština presjeka poprečne armature  
 $s$  – razmak spona

$f_{ywd}$  – proračunska granica popuštanja poprečne armature

$v_1$  – koeficijent smanjenja čvrstoće za beton raspucan zbog posmika

$\alpha_{cw}$  – koeficijent kojim se uzima u obzir stanje naprezanja u tlačnom pojasu

$$V_{Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{ctg\theta + tg\theta} \\ V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot cot\theta \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} v_1 = 0.6 \cdot \left( 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) \\ z = 0.8 \cdot l_w \end{array}$$

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$\theta = 45$$

$$v_1 = 0,53$$

$$z = 666 \text{ cm}$$

$$V_{Rd} = 8791,2 \text{ kn} > V_{Ed} = 6563,5 \text{ kn}$$

Minimalna i maksimalna vertikalna armatura u zidu:

$$A_{s,vmin} = 0.002 \cdot A_c \quad A_{s,vmin} = 4 \text{ cm}^2/\text{m}' \quad \text{Za jedno lice zida: } A_{s,vmin} = 2 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s,vmax} = 0.04 \cdot A_c \quad A_{s,vmin} = 80 \text{ cm}^2/\text{m}' \quad \text{Za jedno lice zida: } A_{s,vmin} = 40 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Minimalna i maksimalna horizontalna armatura u zidu:

$$A_{s,hmin} = \max \left\{ \begin{array}{l} 25\% \cdot A_{s,v} \\ 0.001 \cdot A_c \end{array} \right. \quad A_{s,hmin} = 2,0 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

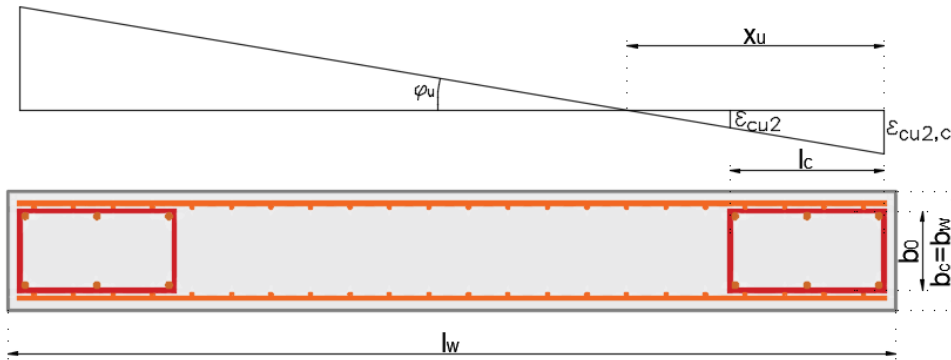
**Odabrana armatura u zidu:**

	Vertikalna armatura	Horizontalna armatura
Odabrana mreža	Q-283	
Odabrane šipke	/	/
Ukupna armatura	2,83 cm <sup>2</sup> /m'	2,83 cm <sup>2</sup> /m'

**U svako lice zida postaviti mrežu Q 283**

Tablica 10.8 Dimenzioniranje zidova

**Detaljiranje lokalne duktilnosti**



c=	3	cm
φ=	1	cm
φ <sub>V</sub> =	0,6	cm
φ <sub>H</sub> =	0,6	cm
b <sub>c</sub> =b <sub>w</sub> =	20	cm
b <sub>0</sub> =	13,0	cm

c – zaštitni sloj  
 φ – promjer spona  
 φ<sub>H</sub> – promjer horizontalnih šipki  
 φ<sub>V</sub> – promjer vertikalnih šipki

$$\Phi \geq \max \left\{ \begin{array}{l} 6 \text{ mm} \\ \frac{1}{4} d_{bL} = 4,0 \text{ mm} \end{array} \right.$$

$$b_0 = b_c - 2 \cdot c - 2 \cdot \phi_H - 2 \cdot \phi_V - 2 \cdot \phi/2$$

q <sub>0</sub> =	1,50
T <sub>1</sub> =	0,56
T <sub>c</sub> =	0,4

q<sub>0</sub> – osnovna vrijednost faktora ponašanja  
 T<sub>1</sub> – osnovni period oscilacija zgrade  
 T<sub>c</sub> – period na gornjoj granici konstantnog dijela spekt

μ<sub>φ</sub> – koeficijent duktilnosti obzirom na zakrivljenost

$$\mu_\phi = 1 + 2 \cdot \left( q_0 \cdot \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} - 1 \right) \cdot \frac{T_c}{T_1} \quad \text{ako je } T_1 < T_c$$

$$\mu_\phi = 2 \cdot q_0 \cdot \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} - 1 \quad \text{ako je } T_1 \geq T_c$$

$$T_1 = 0,56 \geq T_c = 0,4 \rightarrow \mu_\phi = 2,00$$

v <sub>d</sub> =	0,152	v <sub>d</sub> =	$\frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}}$	ρ <sub>v</sub> =	$\frac{A_{sv}}{A_c}$	ω <sub>v</sub> =	$\frac{\rho_v \cdot f_{yd,v}}{f_{cd}}$	ε <sub>s,yd</sub> =	$\frac{f_{s,yd}}{E}$
ρ <sub>v</sub> =	0,0014								
ω <sub>v</sub> =	0,028								
ε <sub>s,yd</sub> =	0,003								

ω<sub>v</sub> – mehanički omjer vertikalne armature hrpta  
 ε<sub>s,yd</sub> – proračunska vrijednost vlačne deformacije čelika pri popuštanju

$$\alpha \cdot \omega_{wd} \geq 30 \cdot \mu_\phi \cdot (v_d + \omega_v) \cdot \varepsilon_{s,yd} \cdot \frac{b_c}{b_0} - 0,035 \quad \alpha \omega_{vd} \geq 0,007$$

$$x_u = (v_d + \omega_v) \cdot \frac{l_w \cdot b_c}{b_0} \quad x_u = 205,62 \text{ cm} \quad x_u - \text{visina neutralne osi}$$

$$\varepsilon_{cu2,c} = 0,0035 + 0,1 \cdot \alpha \cdot \omega_{wd} \quad \varepsilon_{cu2,c} = 0,0042$$

Tablica 10.9 Dimenzioniranje zidova

$$l_c \geq \max \begin{cases} 0.15 \cdot l_w = & \boxed{111,0} \text{ cm} \\ 1.5 \cdot b_w = & \boxed{30,0} \text{ cm} \\ x_u \cdot \left(1 - \frac{\varepsilon_{cu2}}{\varepsilon_{cu2,c}}\right) = & \boxed{33,0} \text{ cm} \end{cases} \quad l_c - \text{duljina ovijenog rubnog elementa}$$

Najmanja duljina ovijenog rubnog elementa:

$$l_c = \boxed{111,0} \text{ cm}$$

Odabrana duljina ovijenog rubnog elementa:

$$l_c = \boxed{115,0} \text{ cm}$$

Debljina rubnog elementa:

$$b_w \geq 200 \text{ mm} \quad l_c > \begin{cases} 2 \cdot b_w \rightarrow b_w \geq \frac{h_s}{10} \\ 0.2 \cdot l_w \rightarrow b_w \geq \frac{h_s}{15} \end{cases} \quad l_c < \begin{cases} 2 \cdot b_w \rightarrow b_w \geq \frac{h_s}{15} \\ 0.2 \cdot l_w \rightarrow b_w \geq \frac{h_s}{15} \end{cases}$$

$$b_w \geq \boxed{20,00} \text{ cm}$$

Odabrana širina rubnog elementa:

$$b_w = \boxed{20,0} \text{ cm}$$

Minimalna armatura unutar rubnog elementa:

$$A_{s,vmin} = 0.5\% \cdot A_c = 0.5\% \cdot l_c \cdot b_w \quad A_{s,vmin} = \boxed{11,5} \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura raspoređena unutar rubnog elementa:

$$\boxed{6} \times \boxed{\varnothing 16} \rightarrow A_{s1} = \boxed{12,06} \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura zadovoljava u pogledu nosivosti na savijanje!

### Izračun ovojne armature u rubnom elementu

Razmak spona prema EC2:

$$s_w \leq (12 \cdot d_{bl}; b_w; 300 \text{ mm}) \quad s_w \leq \boxed{19,2} \text{ cm}$$

Razmak spona prema EC8:

$$s_w \leq \left(8 \cdot d_{bl}; \frac{b_0}{2}; 175 \text{ mm}\right) \quad s_w \leq \boxed{6,5} \text{ cm}$$

Budući da je vd veći od 0.2 razmak spona odabrati će se prema EC8

Faktor q umanjiti za 15%

Odabrani razmak spona:

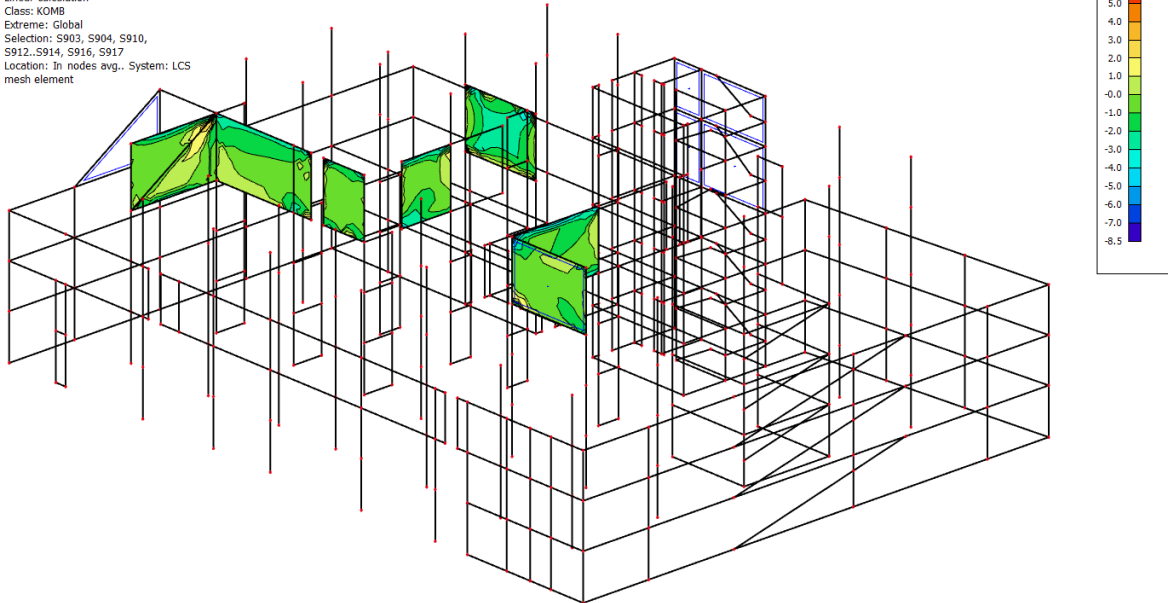
$$s_w = \boxed{5,0} \text{ cm}$$

**Rubni element dužine 115 cm armirati na način da se postavi uzdužna armatura 6  $\varnothing 16$  i poprečna  $\varnothing 10$  na 5 cm**

## 10.6. DIMENZIONIRANJE VISOKOSTJENIH NOSAČA

### 2D stress/strain

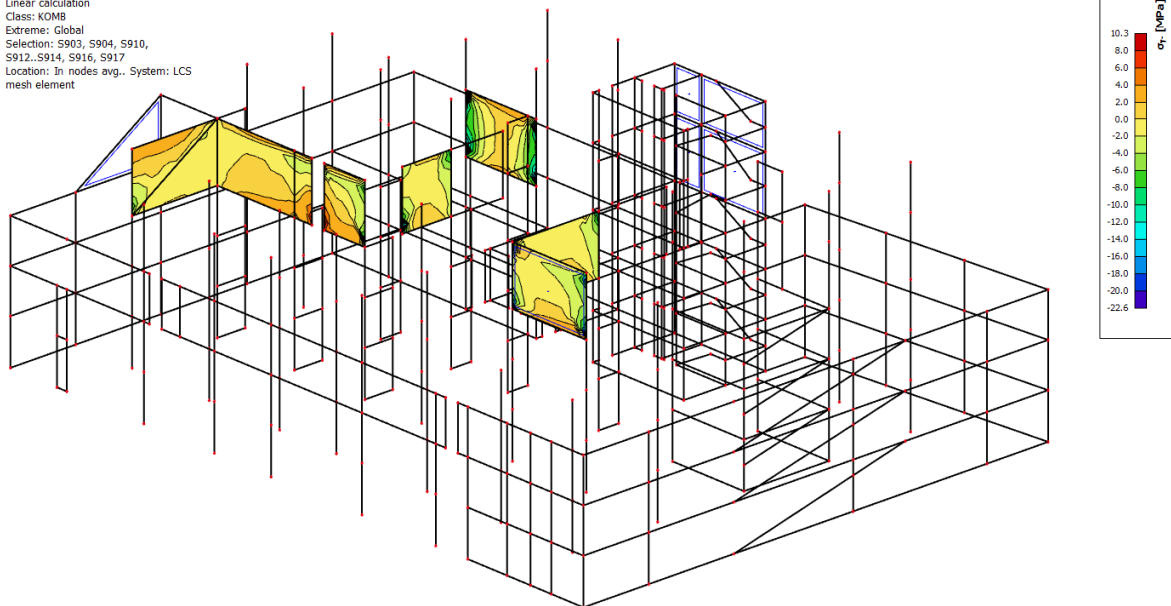
Values:  $\sigma_x$   
 Linear calculation  
 Class: KOMB  
 Extreme: Global  
 Selection: S903, S904, S910,  
 S912..S914, S916, S917  
 Location: In nodes avg.. System: LCS  
 mesh element



10.53 Naprezanja u visokostjenim nosačima

### 2D stress/strain

Values:  $\sigma_y$   
 Linear calculation  
 Class: KOMB  
 Extreme: Global  
 Selection: S903, S904, S910,  
 S912..S914, S916, S917  
 Location: In nodes avg.. System: LCS  
 mesh element



10.54 Naprezanja u visokostjenim nosačima

Maksimalno vlačno naprezanje na dnu visokostjenih nosača u dodiru s pločom iznosi 2,8 MPa.

$$F_{sd} = (2,8 \cdot 1000) \cdot 0,25 \cdot 1,0 = 700 \text{ kN}$$

$$A_{s1} = \frac{F_{sd}}{F_{yd}} = \frac{700}{43,48} = 16,1 \text{ cm}^2 \rightarrow 4\emptyset 25 \text{ (19,63 cm}^2\text{)}$$

Zbog pojave vlačnih naprezanja rubove zidova i područja oko otvora potrebno je armirati sa armaturom **4Ø25** i zatvorenim sponama **Ø10/20**.

## 11. PRORAČUN ŠIRINE PUKOTINA

Proračunska (karakteristična) širina pukotine određuje se prema izrazu:

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

$s_{r,max}$  - 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

Vrijednost ( $\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}$ ) određuje se prema izrazu:

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}}$  – odnos modula elastičnosti betona i čelika

$\sigma_s = \frac{M_{ed}}{z \cdot A_s}$  – 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)

Najveći razmak pukotina:

$$s_{r,max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi}{\rho_{p,eff}} [mm]$$

$\phi$  – promjer najdeblje šipke

$c$  – zaštitni sloj uzdužne armature

$k_1=0,8$  – rebrasta armatura

$k_2=0,5$  – savijanje

$k_3=3,4$

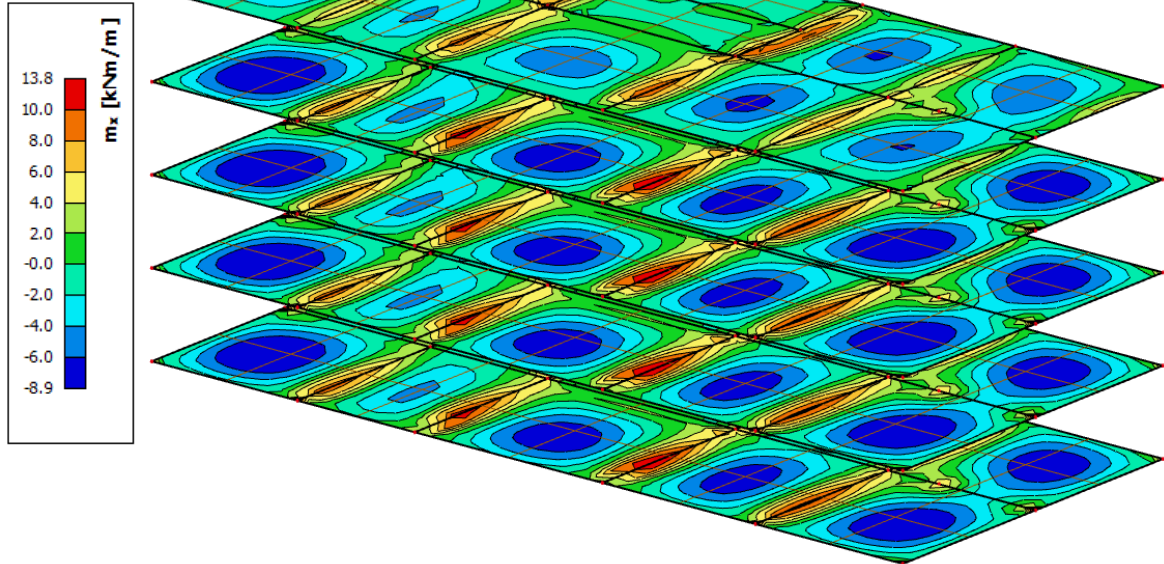
$k_4=0,425$

Granična vrijednost širine pukotine:  $w_g = 0,3$  mm (EC-2 – uobičajena sredina)

## 11.1. KONTROLA PUKOTINA NA PLOČAMA

2D internal forces

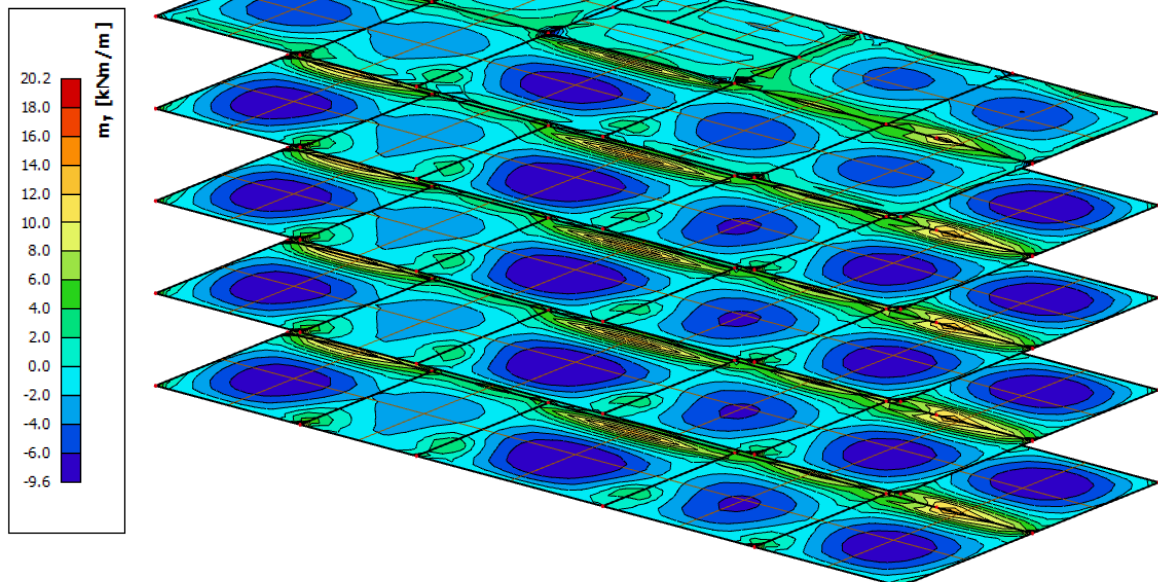
Values:  $m_x$   
Linear calculation  
Combination: GSU\_2  
Extreme: Member  
Selection: All  
Location: In nodes avg., System: LCS  
mesh element



11.1 Prikaz momenata savijanja  $m_x$  za kombinaciju GSU\_2 (etaže 500-900)

2D internal forces

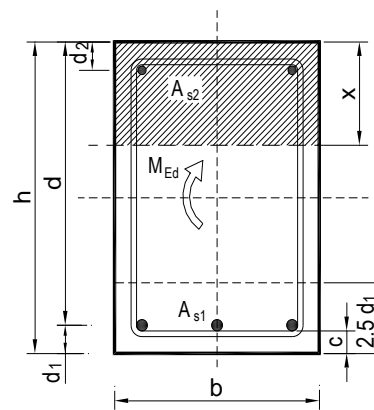
Values:  $m_y$   
Linear calculation  
Combination: GSU\_2  
Extreme: Member  
Selection: All  
Location: In nodes avg., System: LCS  
mesh element



11.2 Prikaz momenata savijanja  $m_y$  za kombinaciju GSU\_2 (etaže 500-900)

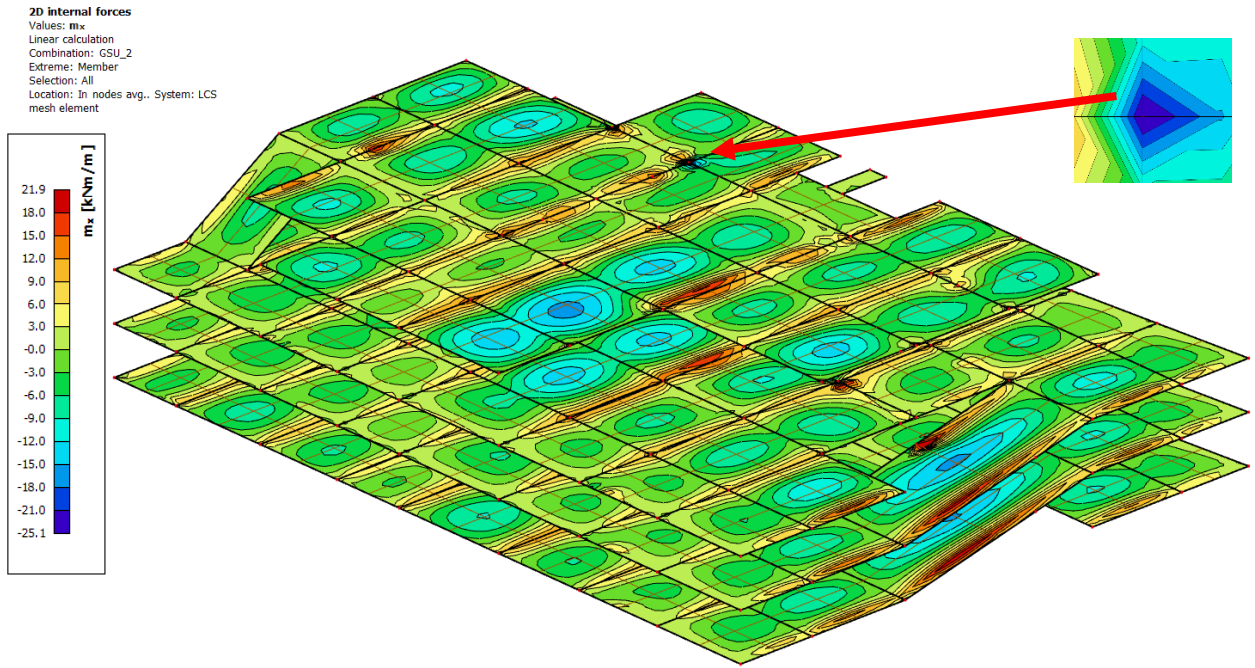
Tablica 11.1 Provjera širine pukotina

$b =$	100,0 cm	$d =$	12,0 cm	$h =$	15,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	5,03 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	9,6 kNm	$k_t =$	0,60		
$\sigma_s =$	170,53 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,42 cm	$\rho_{p,eff} =$	0,0067		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	-0,000496	$< 0,6 \cdot \sigma_s/E_s =$	0,000512		
$\varnothing =$	8,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	304,78 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,156 mm	$<$	$w_g$		

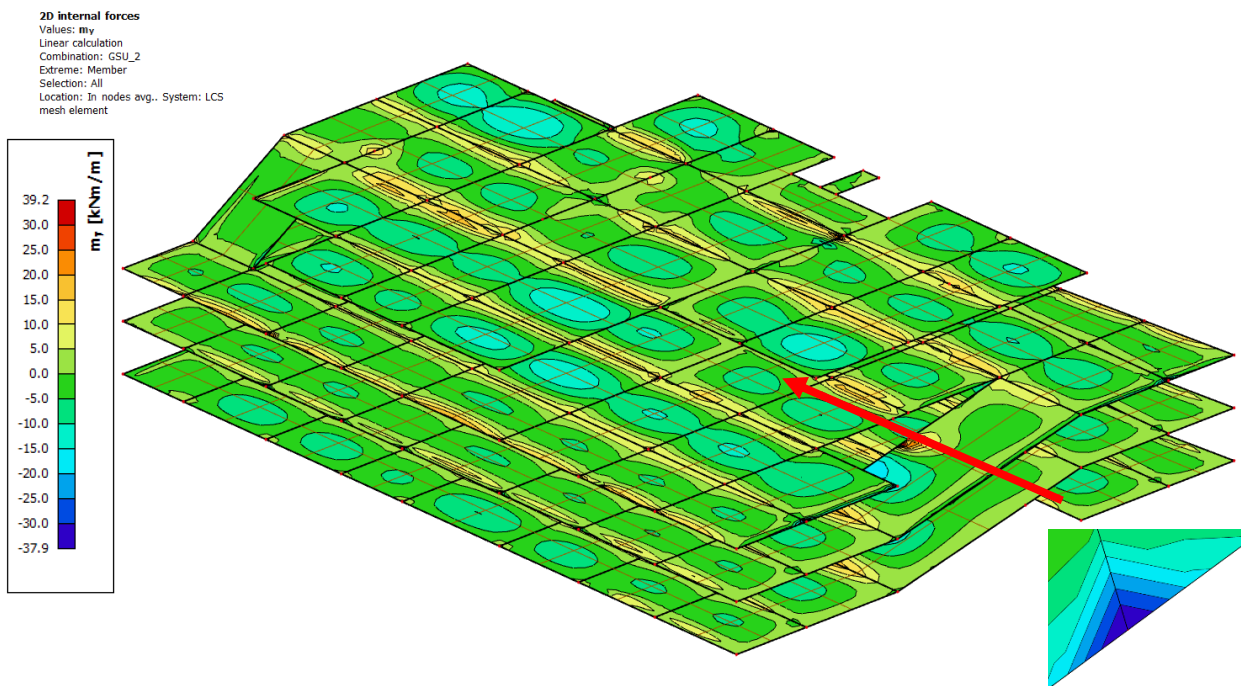


**Ploča debljine 15 cm na svim etažama zadovoljava granično stanje pukotina.**





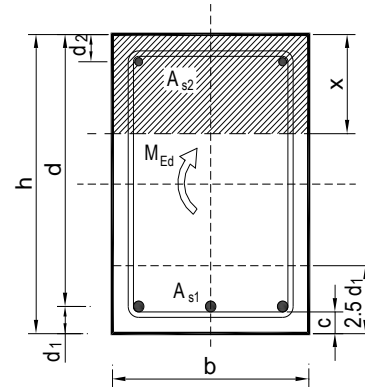
11.3 Prikaz momenata savijanja  $m_x$  za kombinaciju GSU\_2 (etaže 100-400)



11.4 Prikaz momenata savijanja  $m_y$  za kombinaciju GSU\_2 (etaže 100-400)

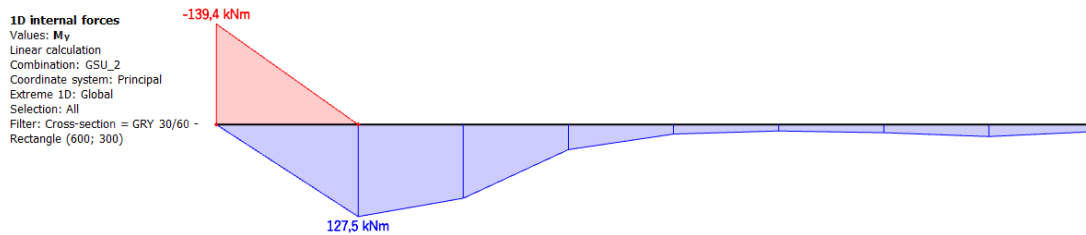
Tablica 11.2 Provjera širine pukotina

$b =$	100,0 cm	$d =$	15,0 cm	$h =$	18,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	7,85 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	25,0 kNm	$k_t =$	0,60		
$\sigma_s =$	229,34 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	3,34 cm	$\rho_{p,eff} =$	0,0105		
$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) =$	0,000264 <	$0,6 \cdot \sigma_s/E_s =$	0,000688		
$\emptyset =$	10,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	264,42 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 0,182 \text{ mm} < w_g$					



**Ploča debljine 18 cm na svim etažama zadovoljava granično stanje pukotina.**

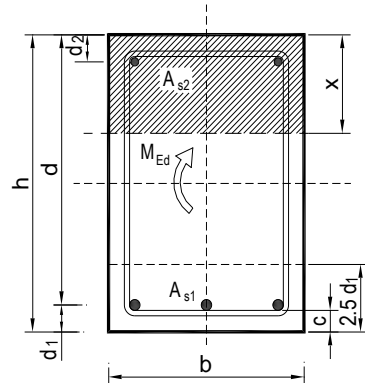
### 11.2. KONTROLA PUKOTINA NA GREDAMA



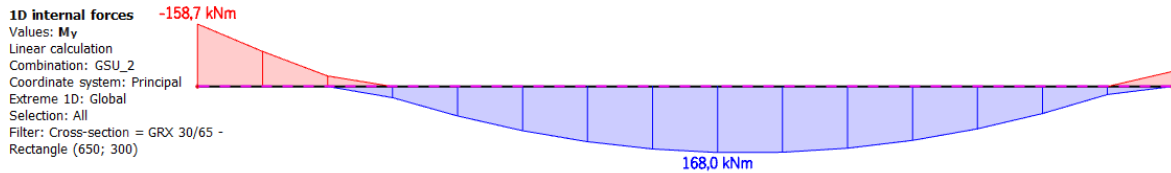
11.5 Prikaz momenata savijanja na gredama 30/60

Tablica 11.3 Provjera širine pukotina

$b =$	30,0 cm	$d =$	55,0 cm	$h =$	60,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	9,42 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	5,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	127,5 kNm	$k_t =$	0,60		
$\sigma_s =$	266,65 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	12,72 cm	$\rho_{p,eff} =$	0,0251		
$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) =$	0,000934 >	$0,6 \cdot \sigma_s/E_s =$	0,000800		
$\emptyset =$	20,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	237,35 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 0,222 \text{ mm} < w_g$					



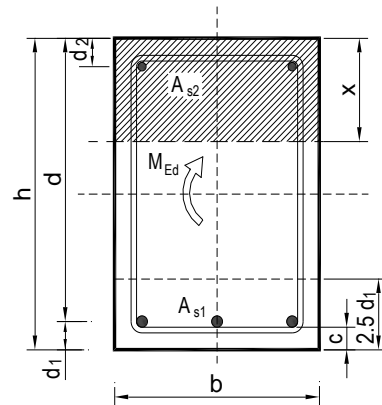
**Greda poprečnog presjeka 30/60 na svim etažama zadovoljava granično stanje pukotina.**



11.6 Prikaz momenata savijanja na gredama 30/65

Tablica 11.4 Provjera širine pukotina

$b =$	30,0 cm	$d =$	55,0 cm	$h =$	65,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	15,71 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	10,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	168,0 kNm	$k_t =$	0,60		
$\sigma_s =$	215,05 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	15,82 cm	$\rho_{p,eff} =$	0,0209		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,000607	$< 0,6 \cdot \sigma_s/E_s =$	0,000645		
$\varnothing =$	20,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	264,32 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,171 mm	$<$	$w_g$		

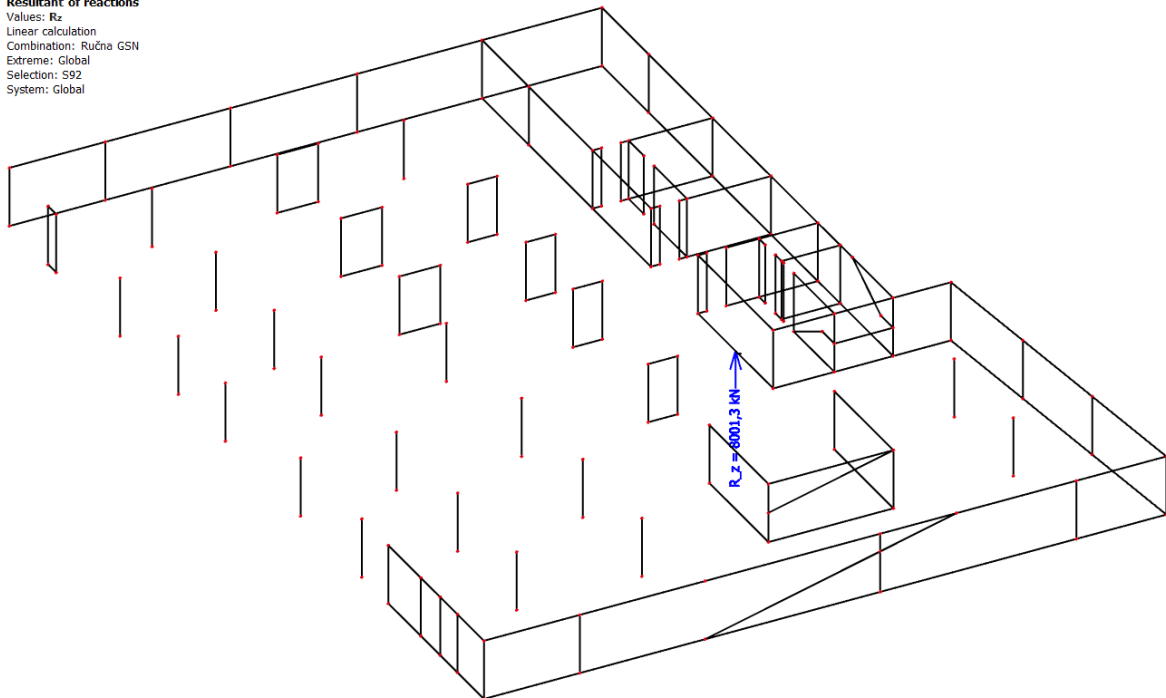


**Greda poprečnog presjeka 30/65 na svim etažama zadovoljava granično stanje pukotina.**

## 12. PRORAČUN TEMELJA

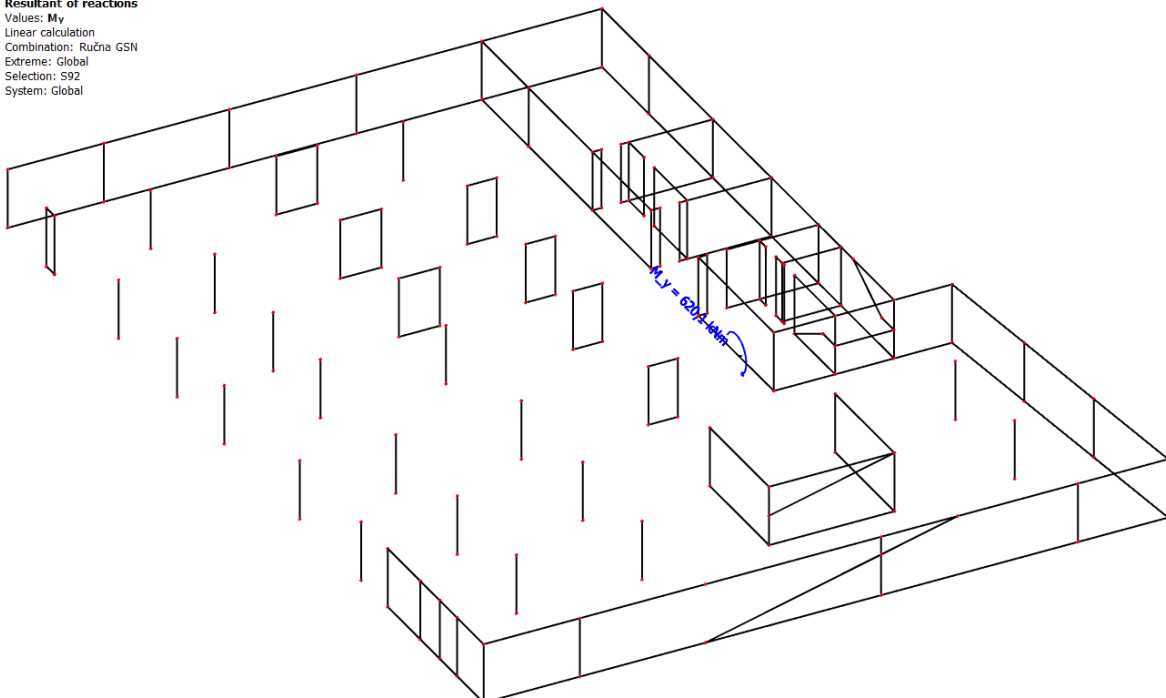
### 12.1. PRORAČUN TEMELJNIH TRAKA

Resultant of reactions  
Values:  $R_z$   
Linear calculation  
Combination: Ručna GSN  
Extreme: Global  
Selection: S92  
System: Global



12.1 Rezultantna reakcija  $R_z$  na zidu uslijed ( $S_x + S_y + GSN$ )

Resultant of reactions  
Values:  $M_y$   
Linear calculation  
Combination: Ručna GSN  
Extreme: Global  
Selection: S92  
System: Global



12.2 Rezultantna reakcija  $M_z$  na zidu uslijed ( $S_x + S_y + GSN$ )

Tablica 12.1 Dimenzioniranje temeljnih traka

$N_{ed,max} =$	$8001,3 \text{ kN}$	<b>Naprezanja ispod temelja</b> $\sigma_{1,2} \leq \sigma_{dop, tra}$ $\sigma_{1-1} = \frac{N_{Ed}}{A} \pm \frac{M_{Ed}}{W} = 357,89 \pm 21,23$ $\sigma_1 = 379,1252 \text{ kN/m}^2 < \sigma_{dop, tra}$ <b>ZADOVOLJAVA</b> $\sigma_2 = 336,6603 \text{ kN/m}^2 < \sigma_{dop, tra}$ <b>ZADOVOLJAVA</b>	
$M_{ed} =$	$620,1 \text{ kNm}$		
$h_{tem} =$	$0,8 \text{ m}$	<b>Naprezanja u presjeku 1-1:</b> $\sigma_{1-1} = \sigma_1 - \frac{b_1}{b}(\sigma_1 - \sigma_2) = 359,55 \text{ kN/m}^2$ <b>ZADOVOLJAVA</b>	
$\sigma_{dop, tra} =$	$400 \text{ kN/m}^2$		
busvojevo	$3,2 \text{ m}$	<b>Moment u presjeku 1-1:</b> $M_{1-1} = (2 \cdot \sigma_1 + \sigma_{1-1}) \cdot \frac{b_1^2}{6} = 405,32 \text{ kNm/m'}$	
l-duljina temelja	$7,4 \text{ m}$		
$\gamma_b$ težina betona	$25 \text{ kN/m}^3$	<b>Proračun armature</b> $A_{1-1} = \frac{M_{Ed}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} = 13,81 \text{ cm}^2/\text{m'}$	
debljina zida	$0,25 \text{ m}$		
$b_1 =$	$1,475 \text{ m}$		
Težina temelja:			
$N_t = b \cdot l \cdot h \cdot \gamma_B =$	$473,6 \text{ kN}$		
$N_{Ed} = N_{Ed,max} + N_t =$	$8474,9 \text{ kN}$		
Površina: $A =$	$23,68 \text{ m}^2$		
moment otpora: $W = \frac{b \cdot l}{6}$	$29,20533 \text{ m}^3$		
<b>BETON: C30/37</b>		<b>ARMATURA: B 500B</b>	
$f_{ck} =$	$30 \text{ MPa}$	$f_{yk} =$	$500 \text{ MPa}$
$f_{cd} =$	$20 \text{ MPa}$	$f_{yd} =$	$434,8 \text{ MPa}$
Minimalna armatura:	$A_{s,min} = 0,022 \cdot \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d =$	$31,68 \text{ cm}^2$	
	$A_{s,min} = 0,6 \cdot b \cdot \frac{d}{f_{yk}} =$	$28,8 \text{ cm}^2$	
Maksimalna armatura	$A_{s,max} = 0,4 \cdot \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d =$	$576 \text{ cm}^2$	
	$A_{s,max} = 0,310 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d =$	$342,24 \text{ cm}^2$	

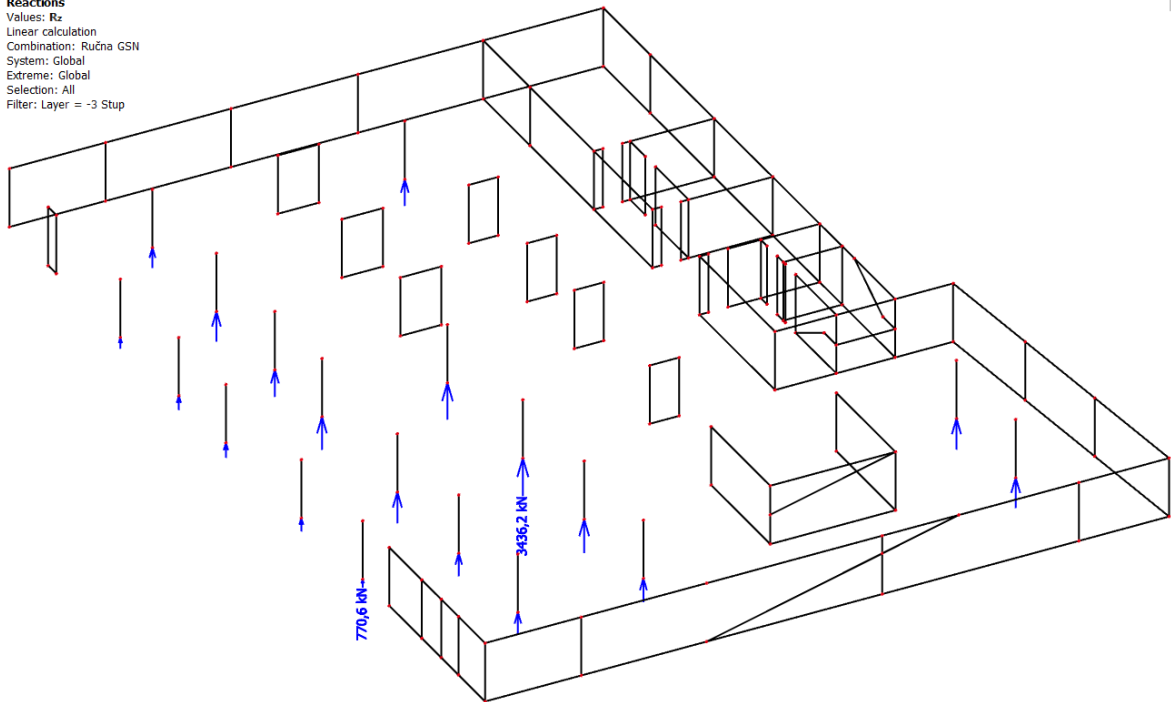
**ODABRANO: visina temeljnih traka  $h=0,8 \text{ m}$  i širina  $3,2 \text{ m}$**

**Temeljne trake armirati s  $Q785+\emptyset 14/25$ .**

**Napomena: Sve stupove temeljnima trakama povezati sa zidovima.**

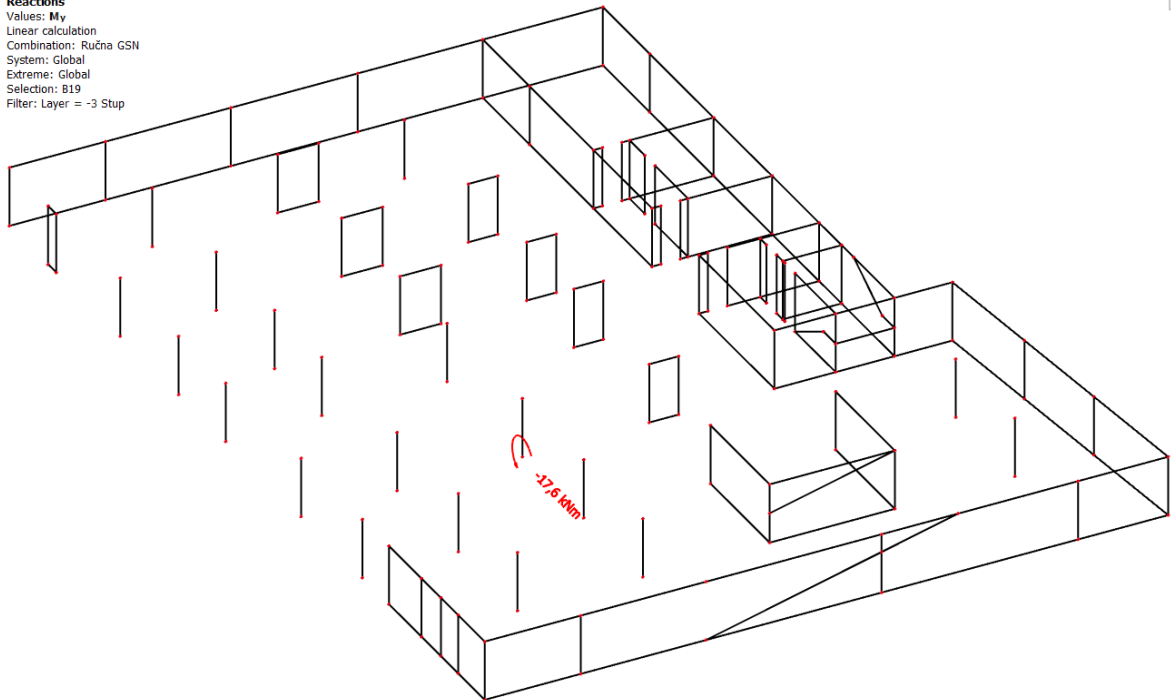
## 12.2. PRORAČUN TEMELJA SAMCA

Reactions  
 Values:  $R_z$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 System: Global  
 Extreme: Global  
 Selection: All  
 Filter: Layer = -3 Stup



12.3 Rezultantna reakcija  $R_z$  na stupu uslijed ( $S_x + S_y + GSN$ )

Reactions  
 Values:  $M_y$   
 Linear calculation  
 Combination: Ručna GSN  
 System: Global  
 Extreme: Global  
 Selection: B19  
 Filter: Layer = -3 Stup



12.4 Rezultantna reakcija  $M_y$  na stupu uslijed ( $S_x + S_y + GSN$ )

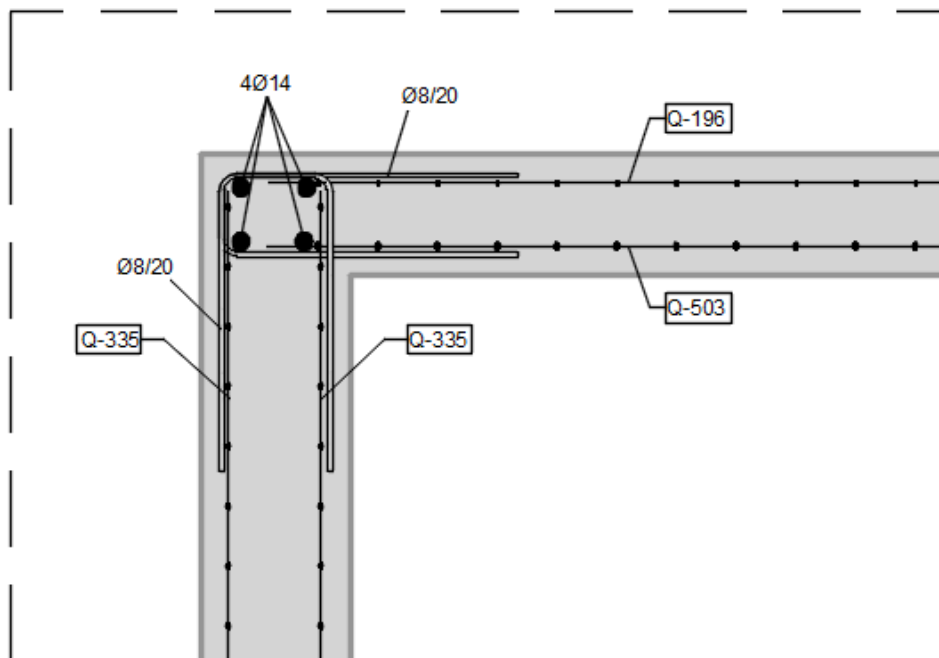
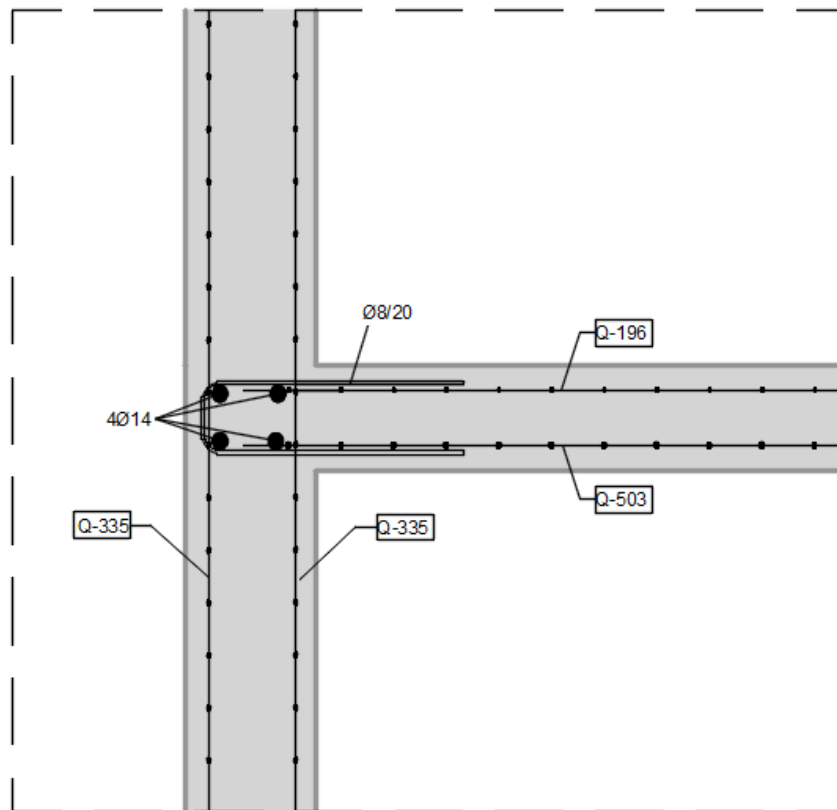
Tablica 12.2 Dimenzioniranje temelja samca

$N_{ed,max} =$	$3436,2 \text{ kN}$	Naprezanja ispod temelja	$\sigma_{1,2} \leq \sigma_{dop,tla}$
$M_{ed} =$	$17,6 \text{ kNm}$	$\sigma_{1,2} = \frac{N_{Ed}}{A} \pm \frac{M_{Ed}}{W} =$	$377,565 \pm 3,544695$
$h_{tem} =$	$0,8 \text{ m}$	$\sigma_1 =$	$381,1097 \text{ kN/m}^2 < \sigma_{dop,tla} \text{ ZADOVOLJAVA}$
$\sigma_{dop,tla} =$	$400 \text{ kN/m}^2$	$\sigma_2 =$	$374,0203 \text{ kN/m}^2 < \sigma_{dop,tla} \text{ ZADOVOLJAVA}$
širina temelja $a = \sqrt{\frac{N_{Ed,max}}{\sigma_{dop,tla}}} =$	$2,93 \text{ m}$	Naprezanja u presjeku 1-1:	
a zida =	$0,25 \text{ m}$	$\sigma_{1-1} = \sigma_1 - \frac{y}{b}(\sigma_1 - \sigma_2) =$	$380,195 \text{ kN/m}^2 \text{ ZADOVOLJAVA}$
busvojevo	$3,1 \text{ m}$	Moment u presjeku 1-1:	
l-duljina temelja	$3,1 \text{ m}$	$M_{1-1} = \sigma_1 \cdot y \cdot b \cdot \frac{y}{b} + (\sigma_1 - \sigma_{1-1}) \cdot \frac{y \cdot b}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot y =$	$61,12955 \text{ kNm}$
$\gamma_b$ težina betona	$25 \text{ kN/m}^3$	Proračun armature	
debljina zida $b_1 =$	$0,4 \text{ m}$	$A_{1-1} = \frac{M_{Ed}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} =$	$2,0829 \text{ cm}^2$
Težina temelja			
$N_t = b \cdot l \cdot h \cdot \gamma_B =$	$192,2 \text{ kN}$		
$N_{Ed} = N_{Ed,max} + N_t =$	$3628,4 \text{ kN}$		
Površina $A =$	$9,61 \text{ m}^2$		
moment otpora: $W = \frac{b \cdot l}{6}$	$4,965167 \text{ m}^3$		
BETON: C30/37		ARMATURA: B 500B	
$f_{ck} =$	$30 \text{ MPa}$	$f_{yk} =$	$500 \text{ MPa}$
$f_{cd} =$	$20 \text{ MPa}$	$f_{yd} =$	$434,8 \text{ MPa}$
Minimalna armatura:	$A_{s,min} = 0,022 \cdot \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d =$	$30,69 \text{ cm}^2$	
	$A_{s,min} = 0,6 \cdot b \cdot \frac{d}{f_{yk}} =$	$27,90 \text{ cm}^2$	
Maksimalna armatura	$A_{s,max} = 0,4 \cdot \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d =$	$558 \text{ cm}^2$	
	$A_{s,max} = 0,310 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d =$	$331,545 \text{ cm}^2$	
As,odabrano:	$\emptyset 12 / 10$	As=	$12,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

**ODABRANO: visina temelja samca  $h=0,8 \text{ m}$  i širina  $3,1 \text{ m}$**

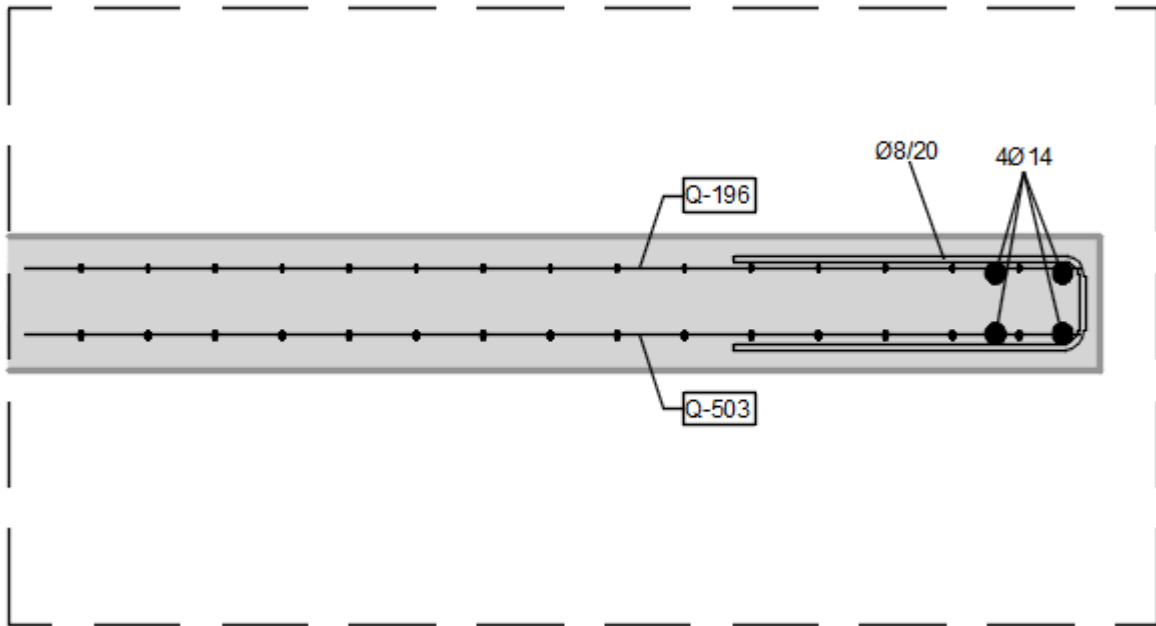
**Temelj samac armirati s  $\emptyset 12/10$ .**

**Napomena: Sve stupove temeljnim trakama povezati sa zidovima.**

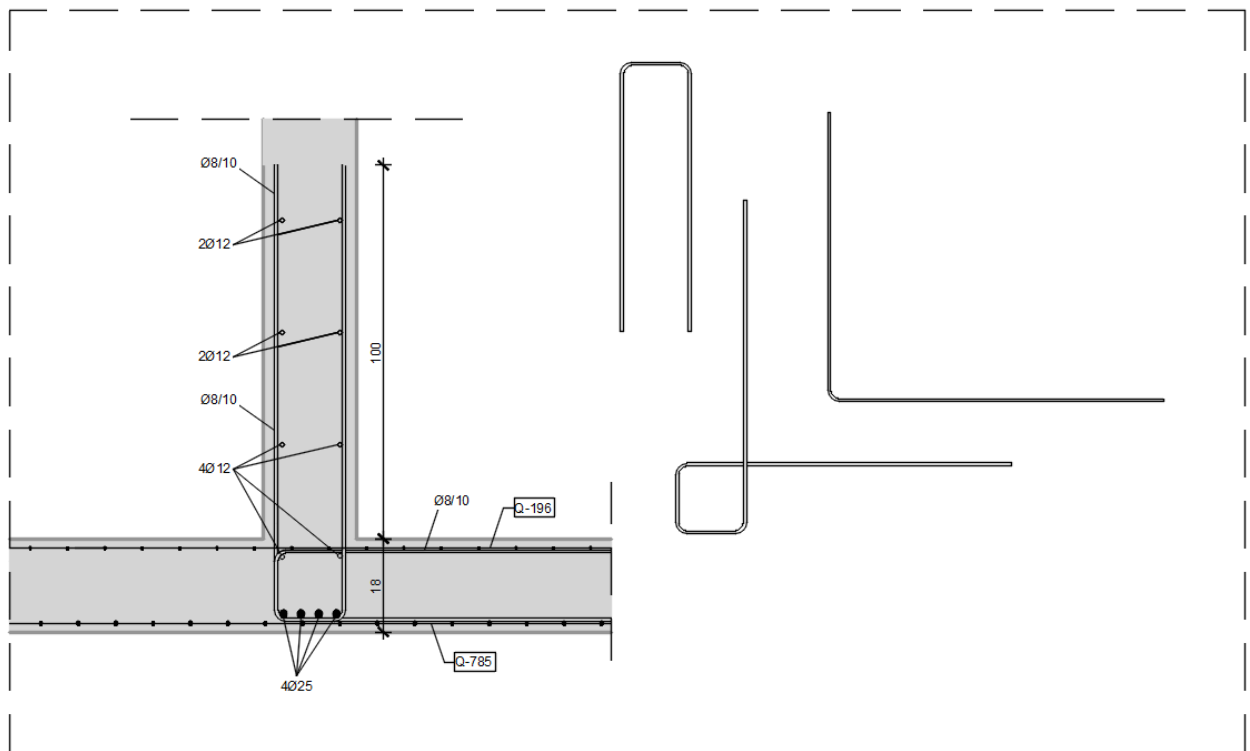
**13. DETALJI**

13.1 Detalj armiranja spoja ploče i vanjskog zida





13.2 Detalj armiranja ruba ploče



13.3 Detalj armiranja mjesta oslanjanja visokostjenog nosača na ploču

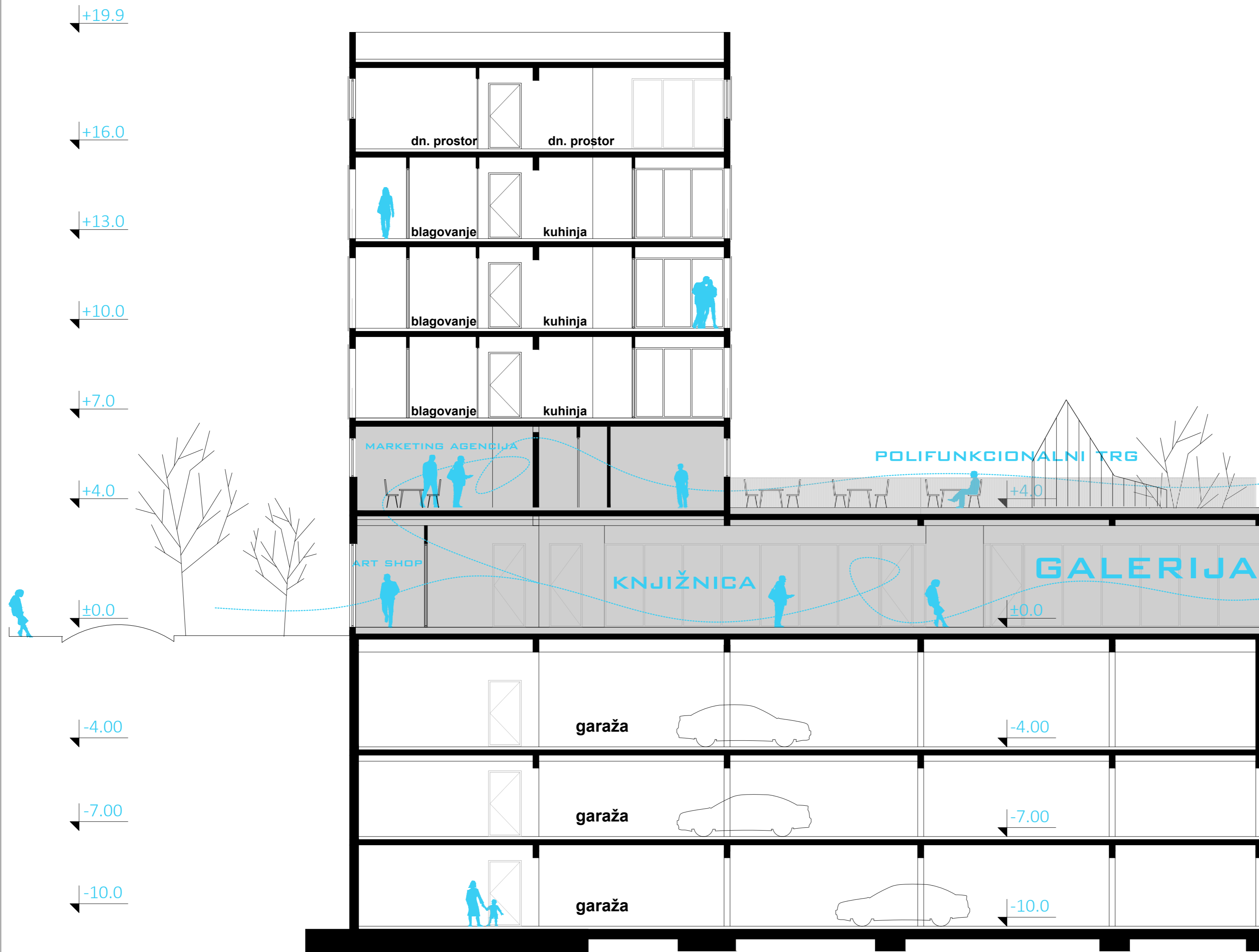
## 14. LITERATURA

- 1) 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

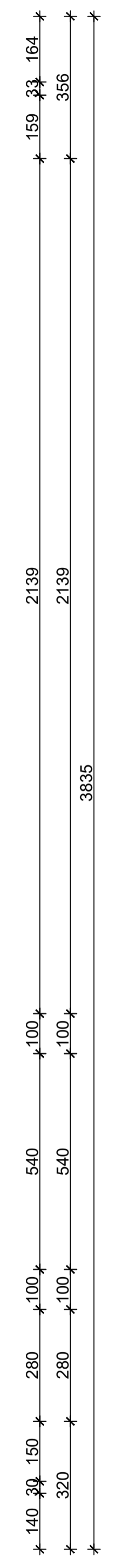
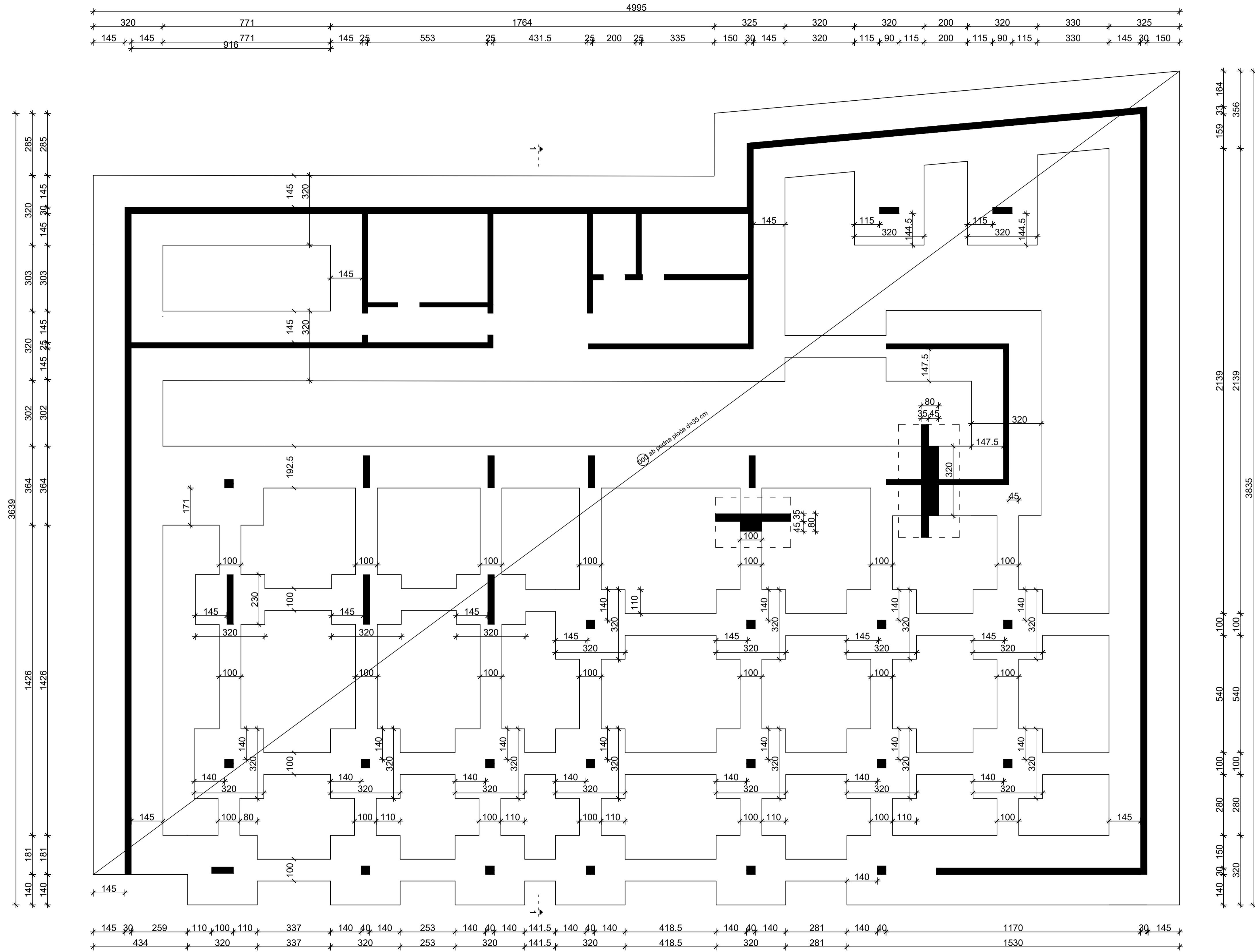
### **Korišteni računalni programi:**

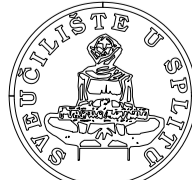
- AutoCad 2022.
- Scia Engineer 22.0
- Microsoft Word
- Microsoft Excel

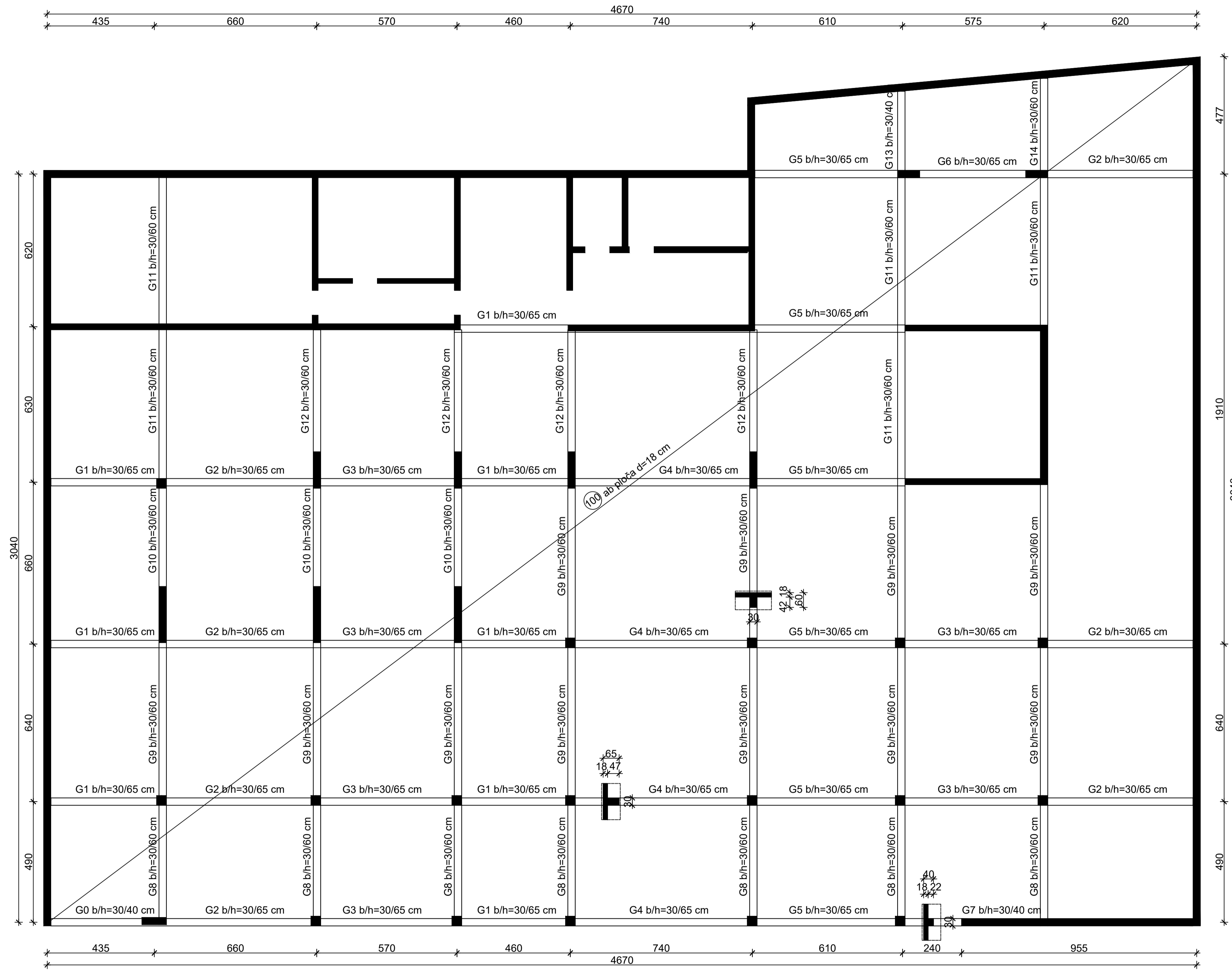
## **15. GRAFIČKI PRILOZI**

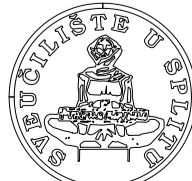


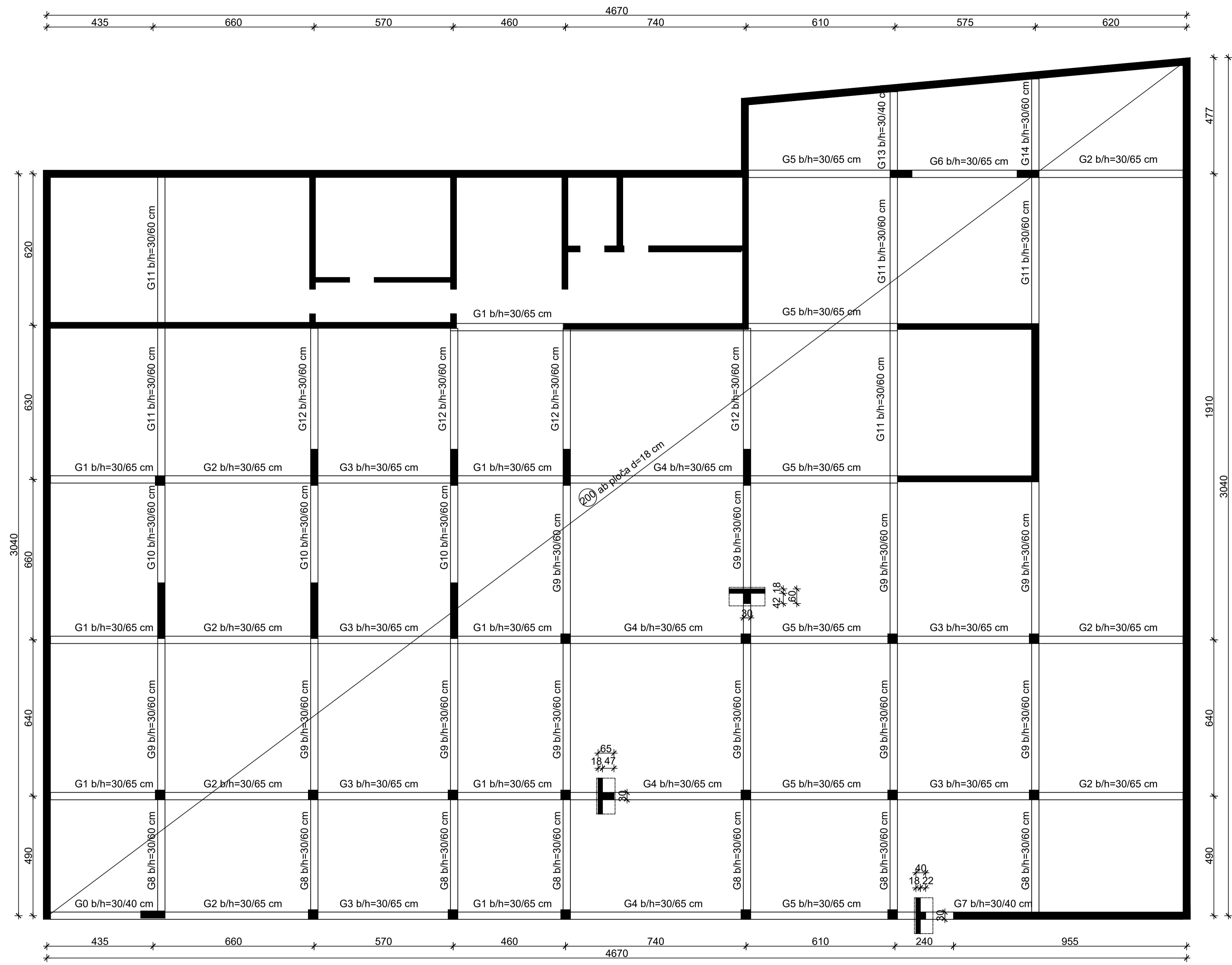
 <p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT</p>	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva, smjer Kontrukcije	FAZA: GLAVNI PROJEKT	SADRŽAJ:
	Katedra za betonske konstrukcije i mostove	VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT- PROJEKT KONSTRUKCIJE	PRESJEK 1-1
	PREDMET: Diplomski rad	GRAĐEVINA: Centar urbane kulture Sinokoša - dilatacija A	MJERILO:
	MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin	STUDENT: Mario Žigo	M= 1:100
		datum: srpanj, 2023.	list 1.

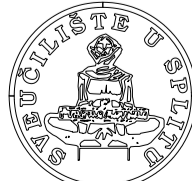


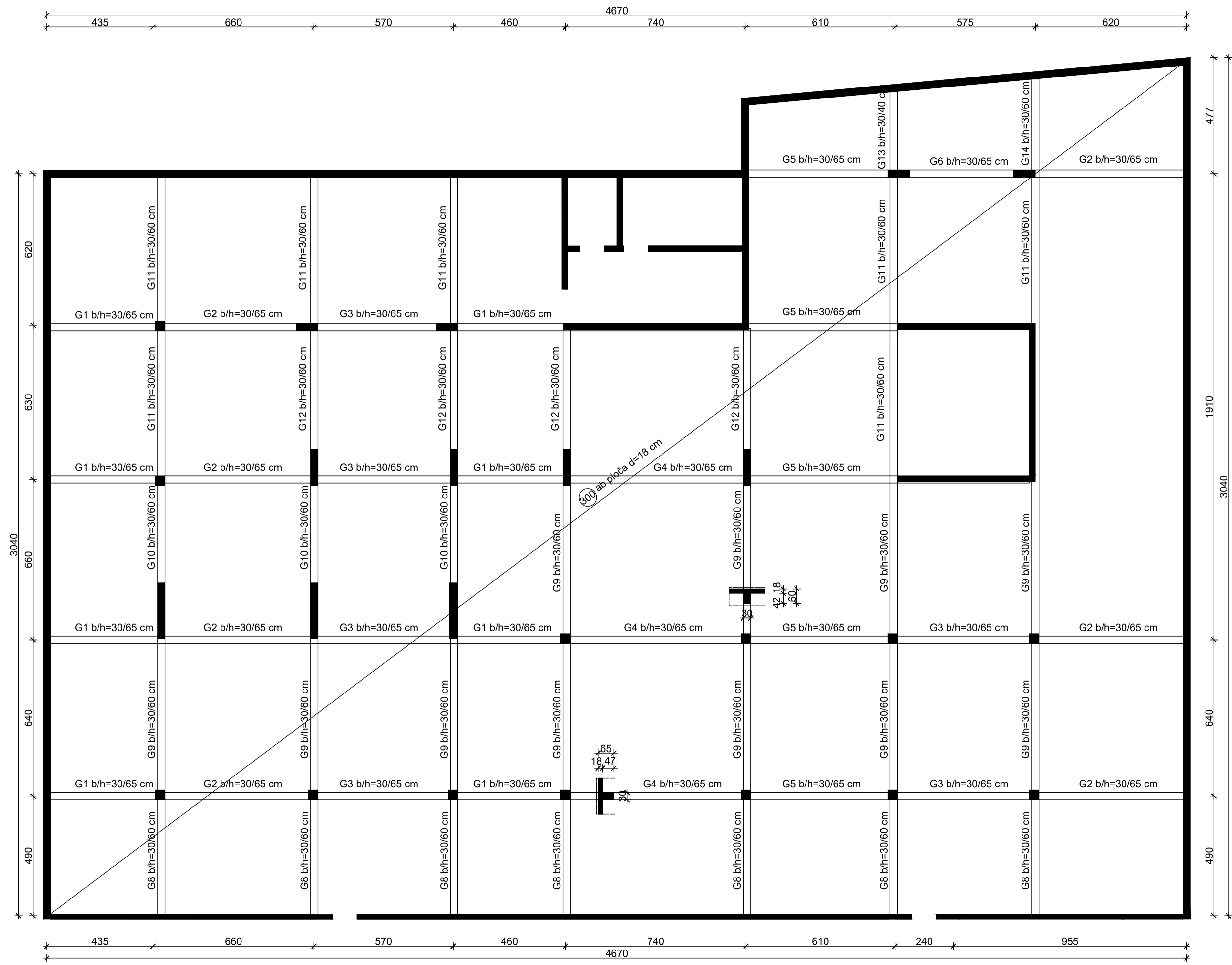
 <p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHITEKTURE I GEODEZIJE MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT</p>	<p>Diplomski sveučilišni studij građevinarstva, smjer Konstrukcije</p> <p>Katedra za betonske konstrukcije i mostove</p>	<p>FAZA: GLAVNI PROJEKT</p> <p>VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT- PROJEKT KONSTRUKCIJE</p>	<p>SADRŽAJ: PLAN POZICIJA TEMELJNIH TRAKA - POZ 000</p>
	<p>PREDMET: Diplomski rad</p> <p>MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin</p> <p>STUDENT: Mario Žigo</p>	<p>GRAĐEVINA: Centar urbane kulture Sinokola - distrikt A</p> <p>MJERILLO: M= 1:100</p> <p>datum: srpanj, 2023.</p>	<p>list 2</p>

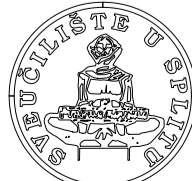


 <p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHITEKTURE I GEODEZIJE MATIČKE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT</p>	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva, smjer Konstrukcije	FAZA: GLAVNI PROJEKT	SADRŽAJ:
	Katedra za betonske konstrukcije i mostove	VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT- PROJEKT KONSTRUKCIJE	PLAN POZICIJA GARAŽA - POZ 100
	PREDMET: Diplomski rad	GRAĐEVINA: Centar urbane kulture Sinokola - dilatacija A	MJERILLO:
	MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin	STUDENT: Mario Žigo	M 1:100
		datum: srpanj, 2023.	list 3

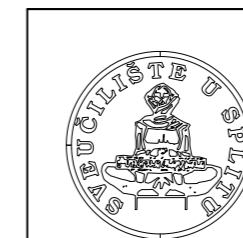
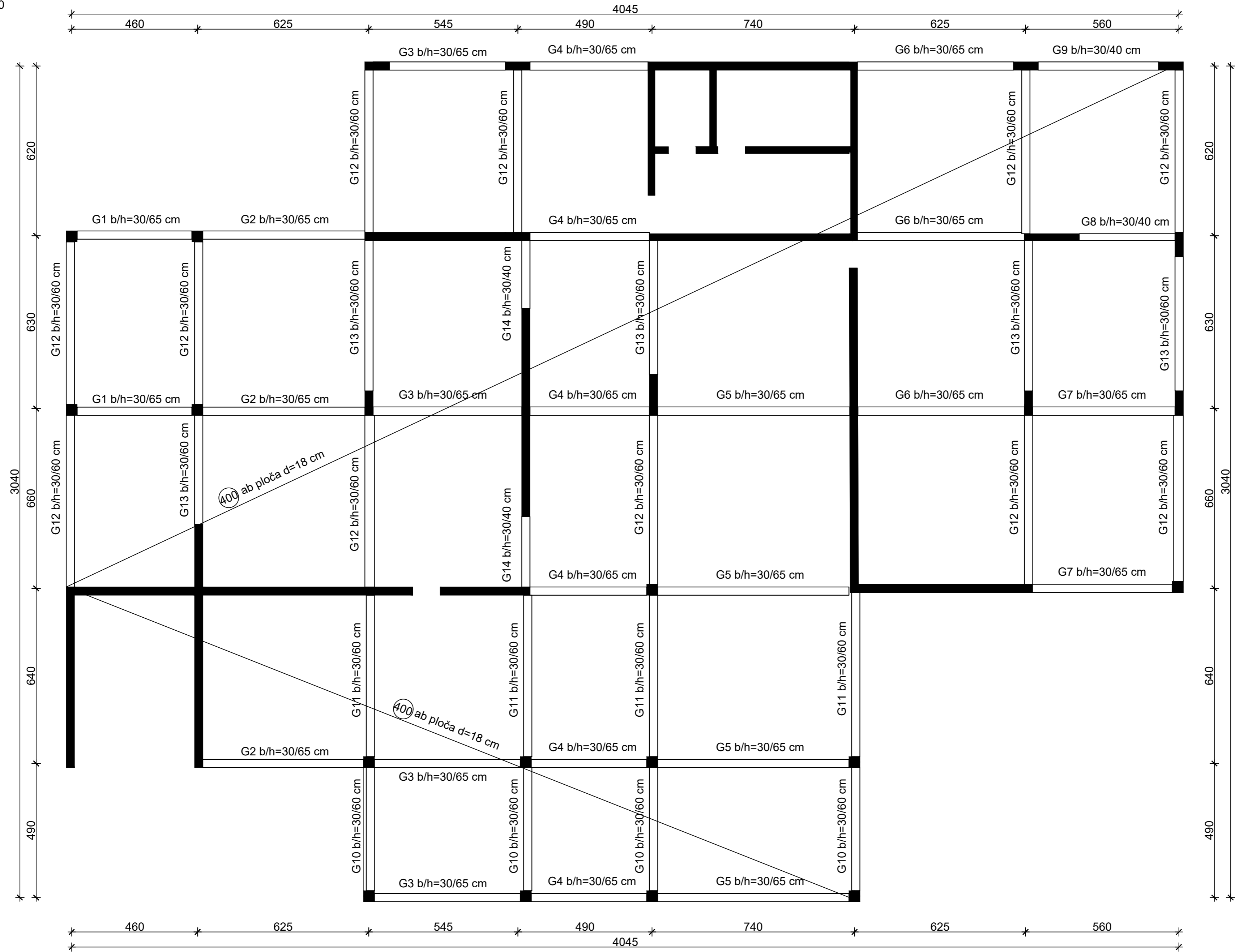


 <p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT</p>	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva, smjer Konstrukcije	FAZA: GLAVNI PROJEKT	SADRŽAJ:
	Katedra za betonske konstrukcije i mostove	VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT- PROJEKT KONSTRUKCIJE	PLAN POZICIJA GARAŽE - POZ 200
	PREDMET: Diplomski rad	GRAĐEVINA: Centar urbane kulture Sinokola - dilatacija A	MJERILLO:
	MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin	STUDENT: Mario Žigo	M 1:100
		datum: srpanj, 2023.	list 4




 <p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT</p>	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva, smjer Konstrukcije	FAZA: GLAVNI PROJEKT	SADRŽAJ:
	Katedra za betonske konstrukcije i mostove	VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT- PROJEKT KONSTRUKCIJE	PLAN POZICIJA GARAŽE - POZ 300
	PREDMET: Diplomski rad	GRAĐEVINA: Centar urbane kulture Sinokola - dilatacija A	MJERILLO:
	MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin	STUDENT: Mario Žigo	M 1:100
		datum: srpanj, 2023.	list 5

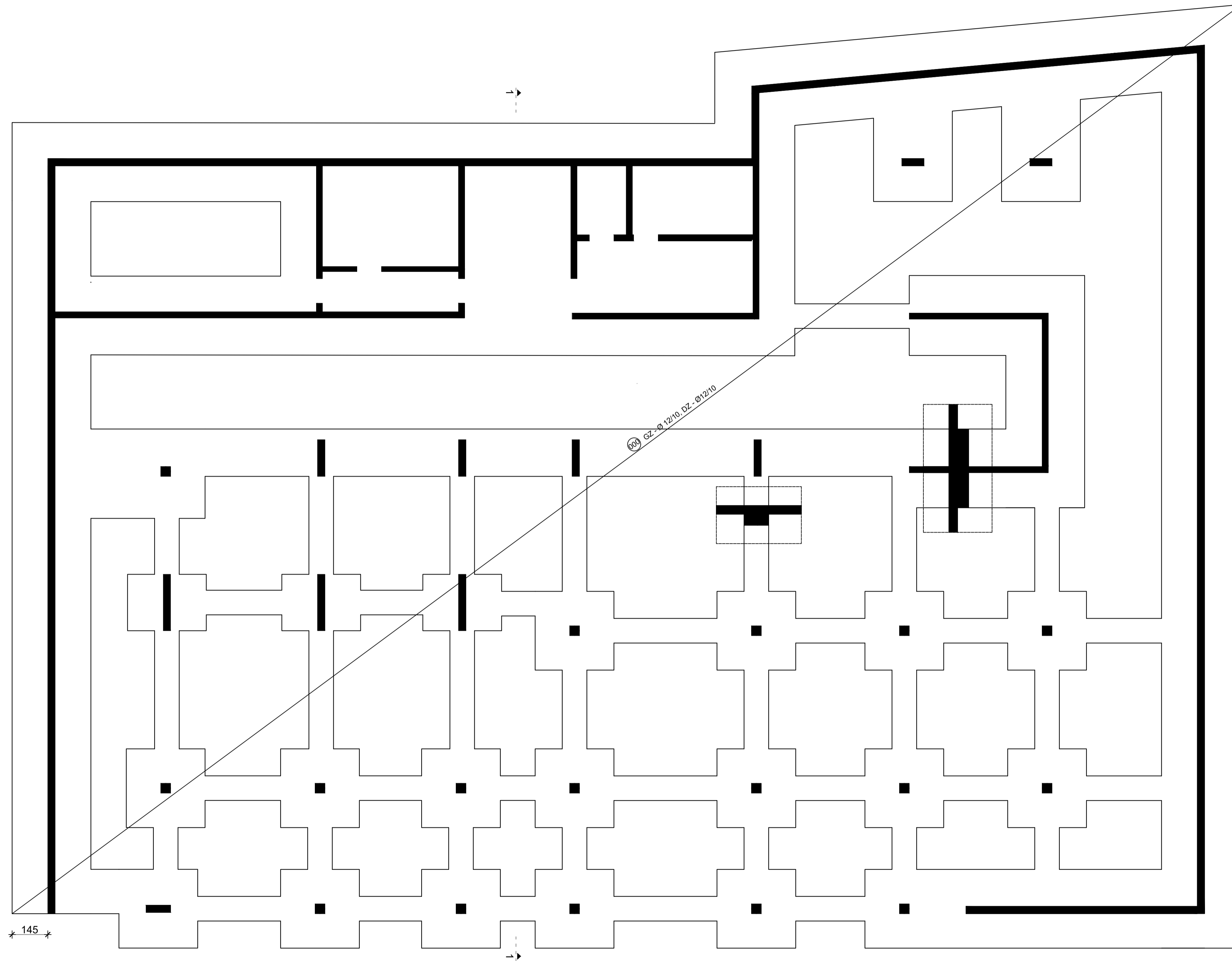


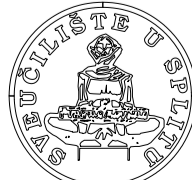


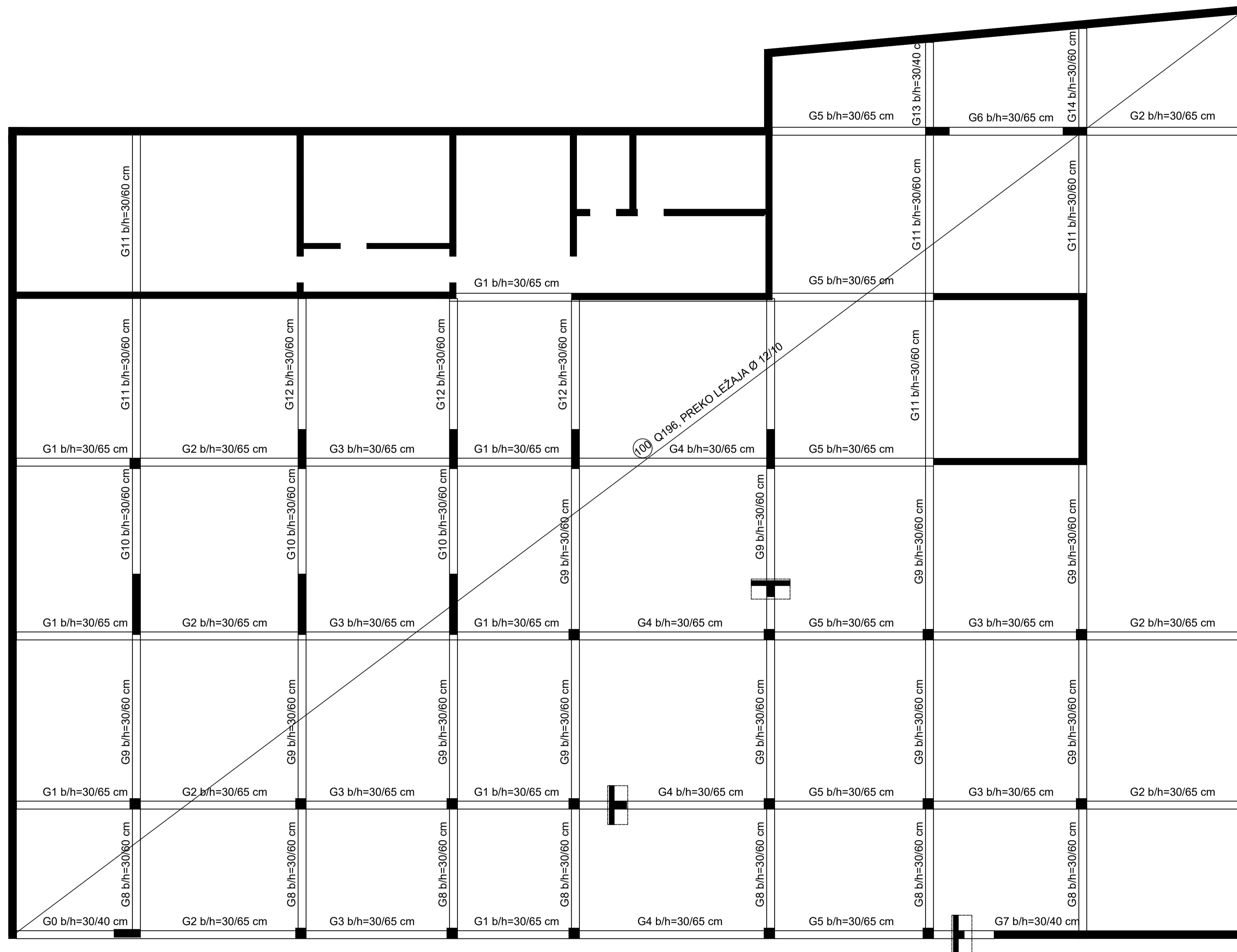
PLAN POZICIJA GARAŽE - POZ 500,600,700,800,900  
M 1:100

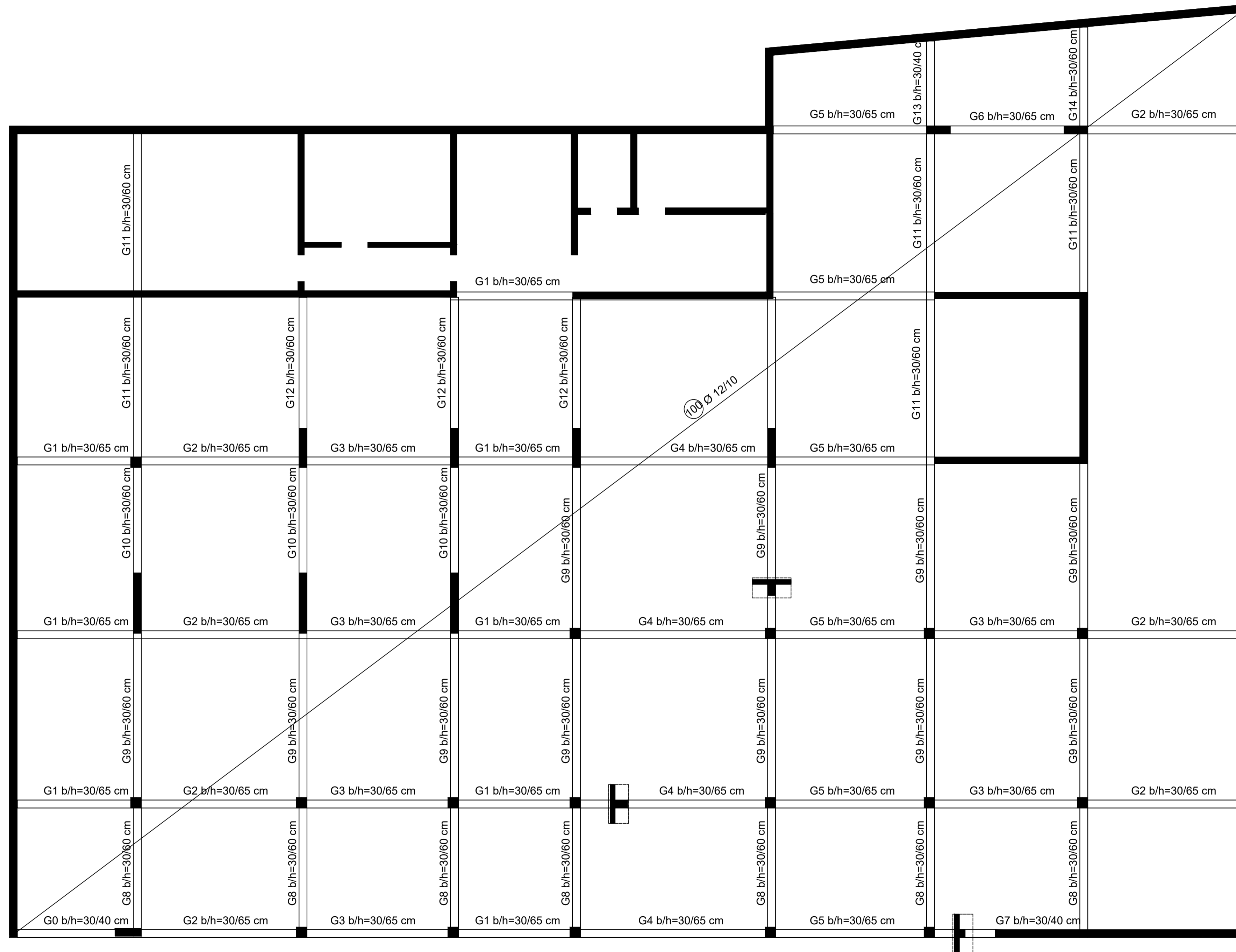


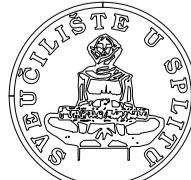
	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva, smjer Konstrukcije Katedra za betonske konstrukcije i mostove	FAZA: GLAVNI PROJEKT VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT-PROJEKT KONSTRUKCIJE	SADRŽAJ: PLAN POZICIJA GARAŽE - POZ 500,600,700,800,900 MJERILO: M= 1:100
	PREDMET: Diplomski rad MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin STUDENT: Mario Žigo	GRAĐEVINA: Centar urbane kulture Sinokoša - dilatacija A datum: srpanj, 2023.	

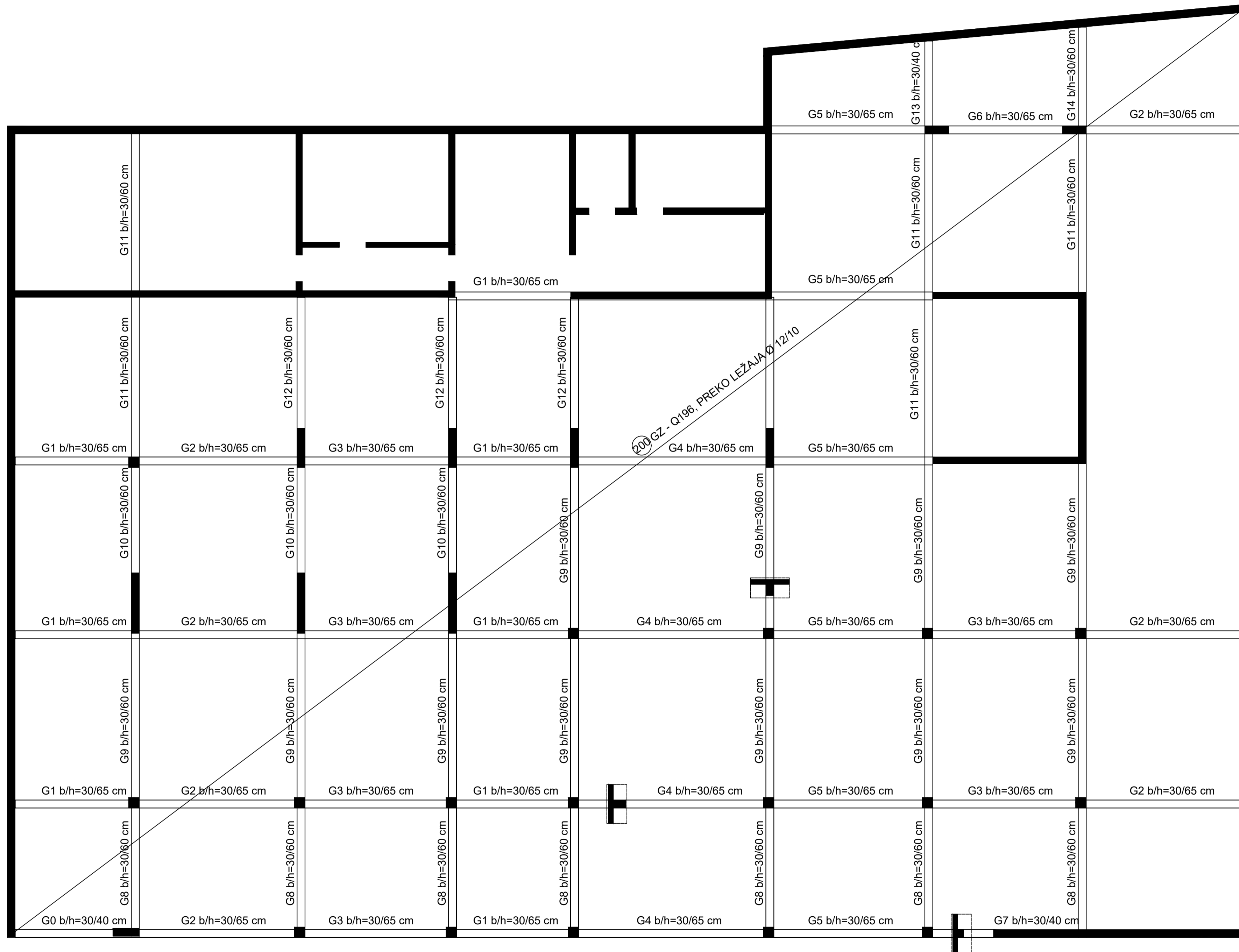


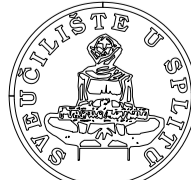
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva, smjer Konstrukcije Katedra za betonske konstrukcije i mostove	FAZA: GLAVNI PROJEKT VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT- PROJEKT KONSTRUKCIJE	SADRŽAJ: SKICA ARMATURE- POZ 000
	PREDMET: Diplomski rad MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin STUDENT: Mario Žigo	GRAĐEVINA: Centar urbane kulture Sinokola - dilatacija A MJEŠTILLO: M= 1:100	datum: srpanj, 2023.
	list 8		

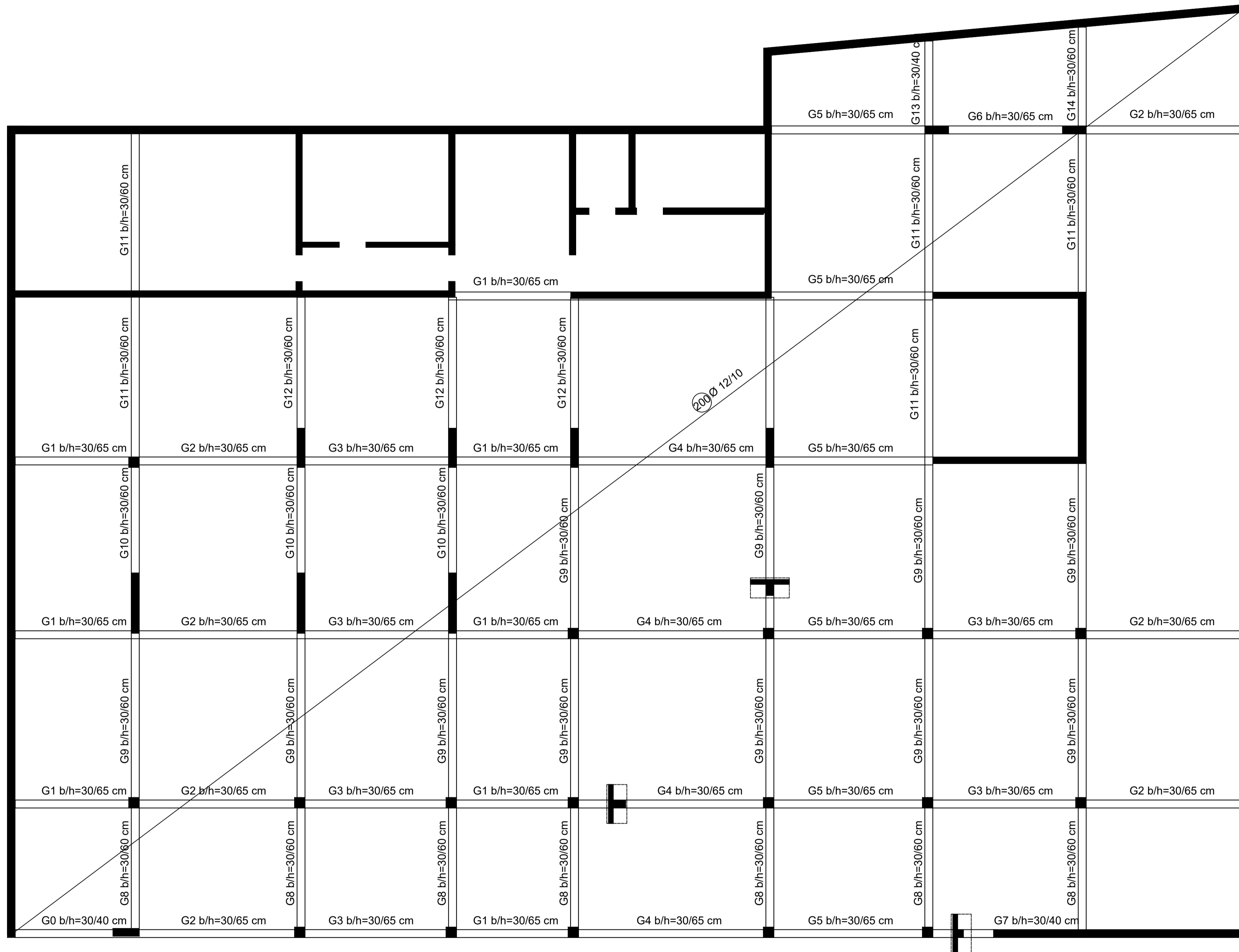


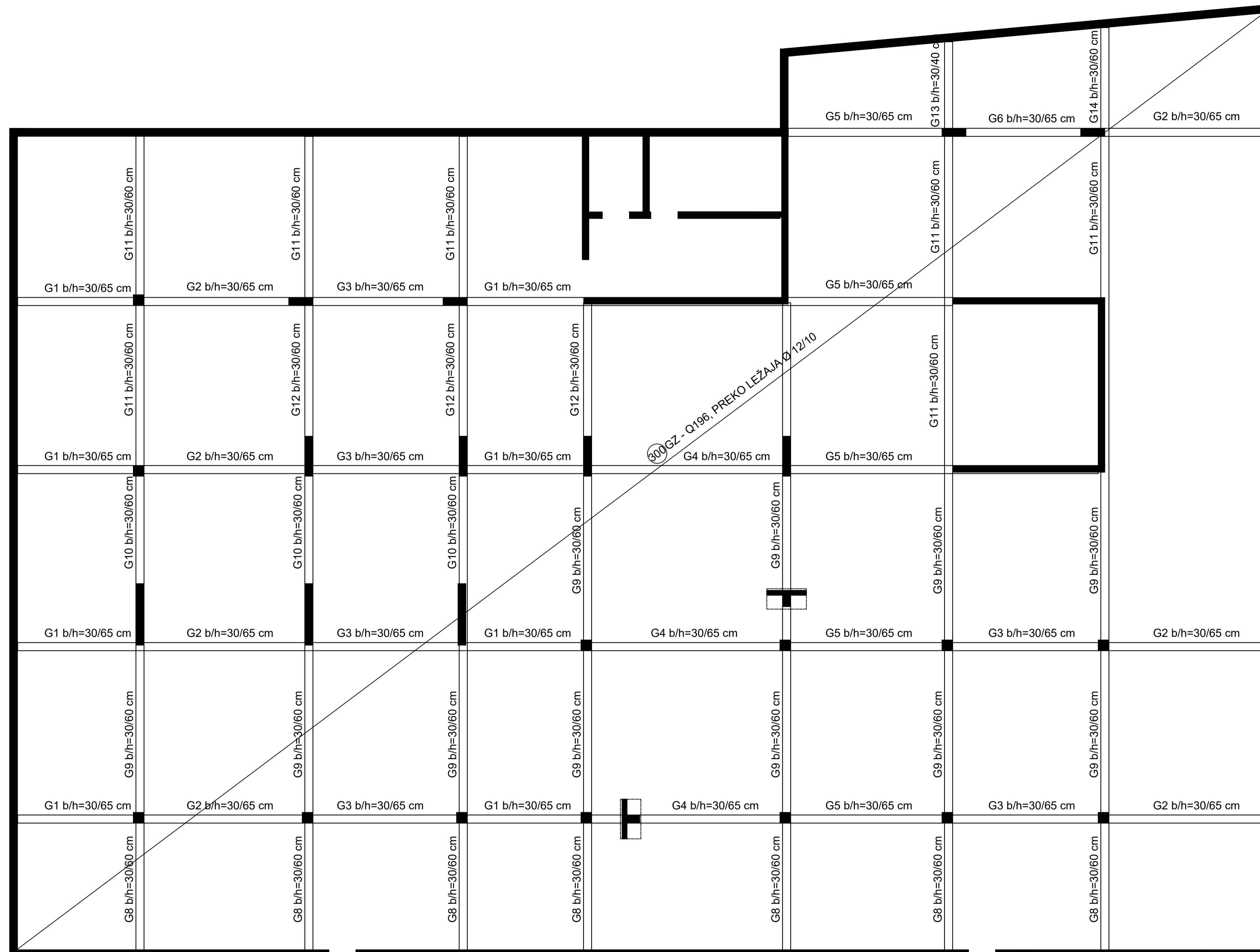


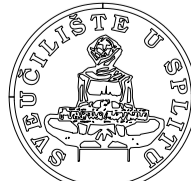
 <p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT</p>	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva, smjer Konstrukcije	FAZA: GLAVNI PROJEKT	SADRŽAJ:
	Katedra za betonske konstrukcije i mostove	VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT- PROJEKT KONSTRUKCIJE	SKICA ARMATURE- POZ 100 DONJA ZONA
	PREDMET: Diplomski rad	GRAĐEVINA: Centar urbane kulture Sinokola - dilatacija A	MJERILLO:
	MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin	STUDENT: Mario Žigo	M 1:100
		datum: srpanj, 2023.	list 10



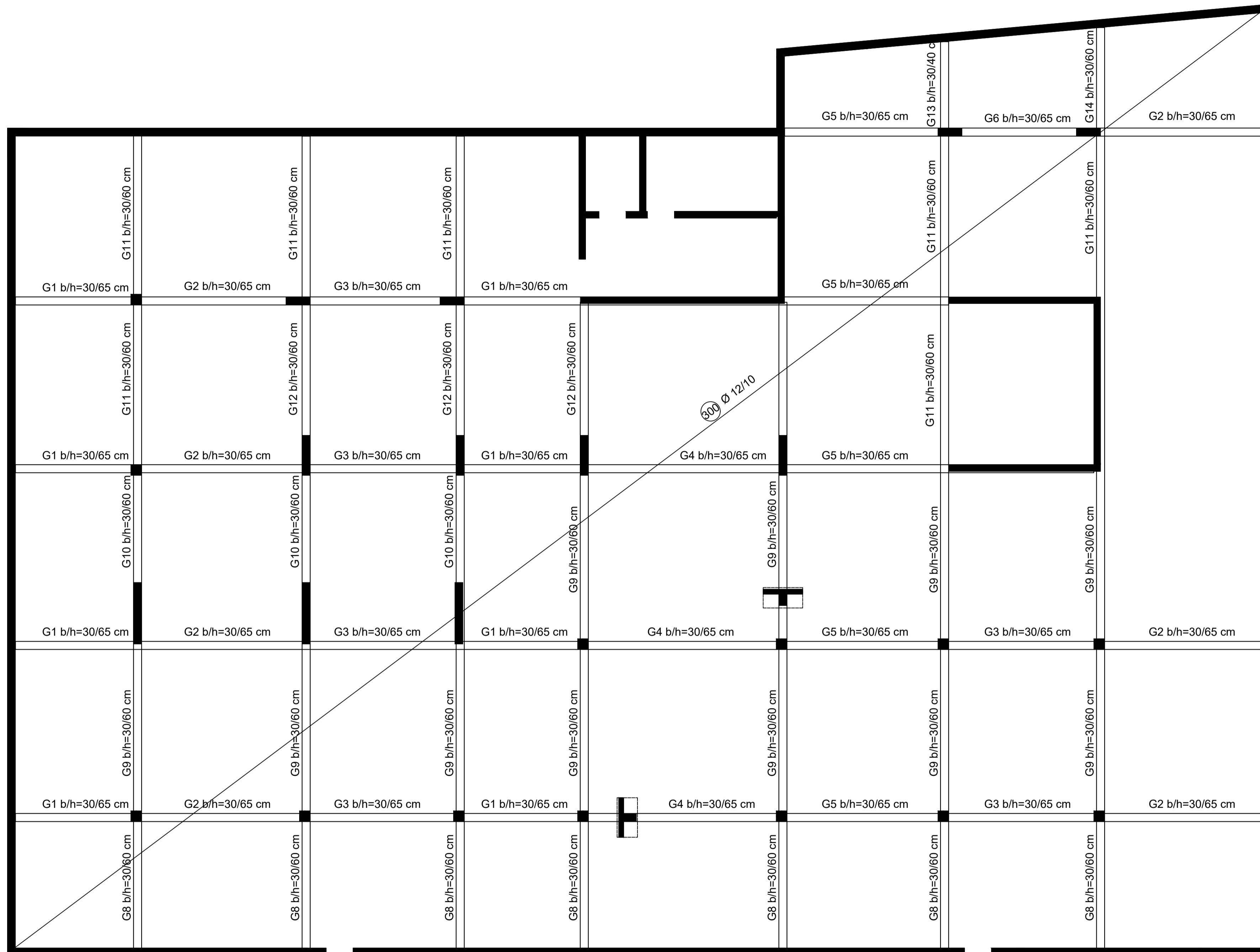
 <p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT</p>	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva, smjer Konstrukcije	FAZA: GLAVNI PROJEKT	SADRŽAJ:
	Katedra za betonske konstrukcije i mostove	VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT- PROJEKT KONSTRUKCIJE	SKICA ARMATURE- POZ 200 GORNJA ZONA
	PREDMET: Diplomski rad	GRAĐEVINA: Centar urbane kulture Sinokola - dilatacija A	MJERILLO:
	MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin	STUDENT: Mario Žigo	M 1:100
		datum: srpanj, 2023.	list 11

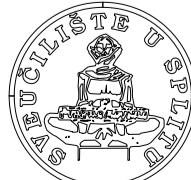


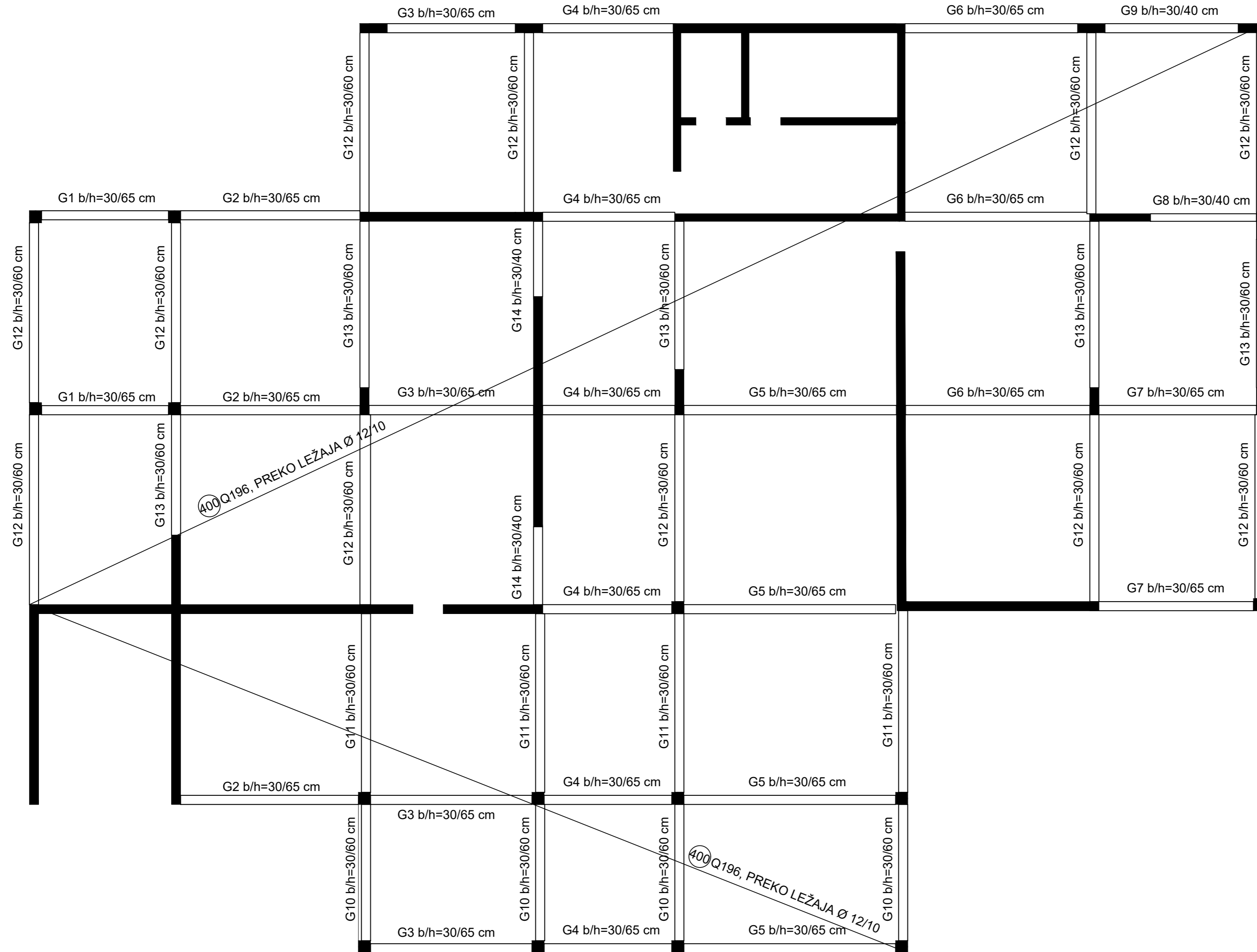



 <p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT</p>	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva, smjer Konstrukcije	FAZA: GLAVNI PROJEKT	SADRŽAJ:
	Katedra za betonske konstrukcije i mostove	VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT- PROJEKT KONSTRUKCIJE	SKICA ARMATURE- POZ 300 GORNJA ZONA
	PREDMET: Diplomski rad	GRAĐEVINA: Centar urbane kulture Sinokola - dilatacija A	MJERILLO:
	MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin	STUDENT: Mario Žigo	M 1:100
		datum: srpanj, 2023.	list 13

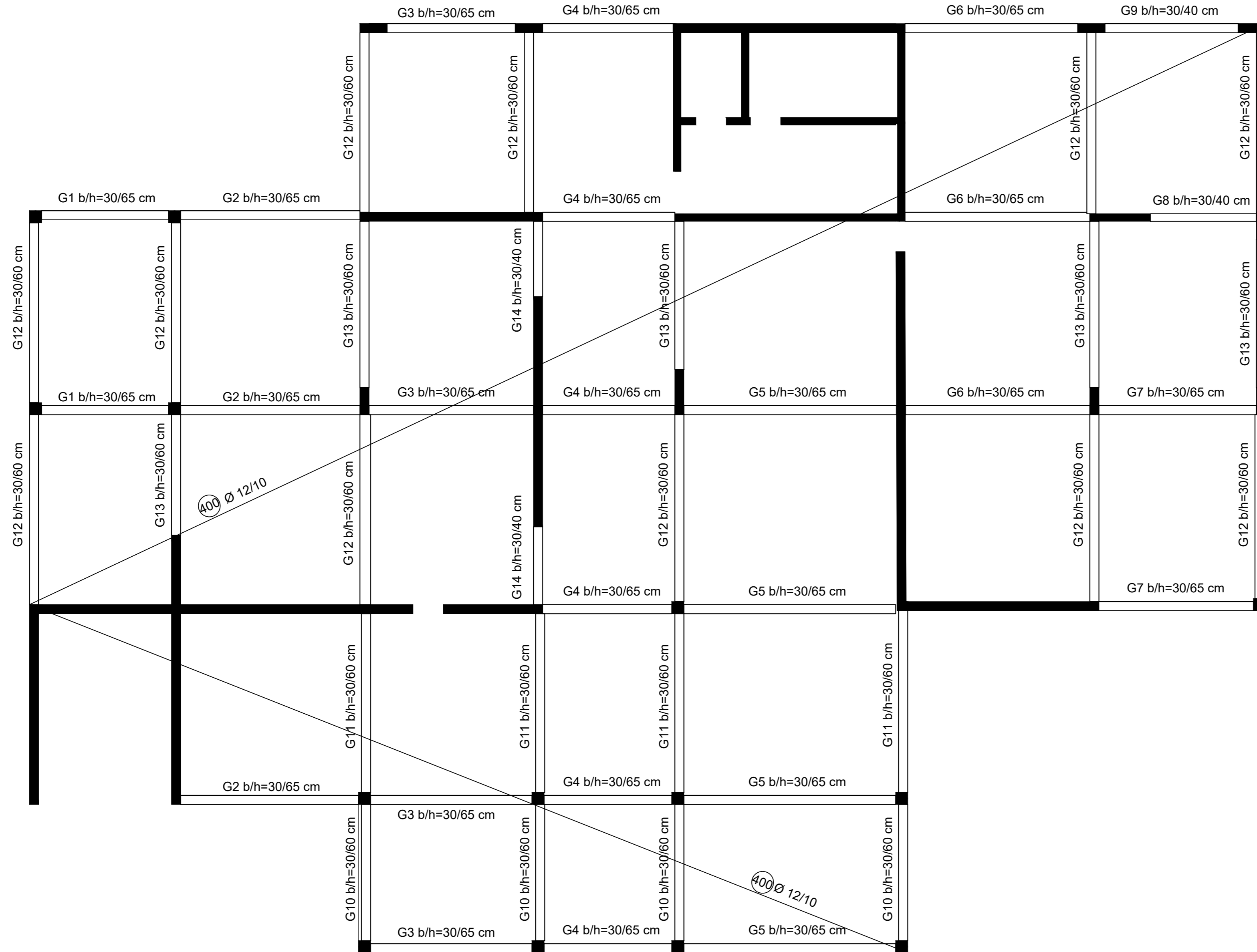





 <p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT</p>	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva, smjer Konstrukcije	FAZA: GLAVNI PROJEKT	SADRŽAJ:
	Katedra za betonske konstrukcije i mostove	VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT- PROJEKT KONSTRUKCIJE	SKICA ARMATURE- POZ 300 DONJA ZONA
	PREDMET: Diplomski rad	GRAĐEVINA: Centar urbane kulture Sinokola - dilatacija A	MJERILLO:
	MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin	STUDENT: Mario Žigo	M 1:100
		datum: srpanj, 2023.	list 14

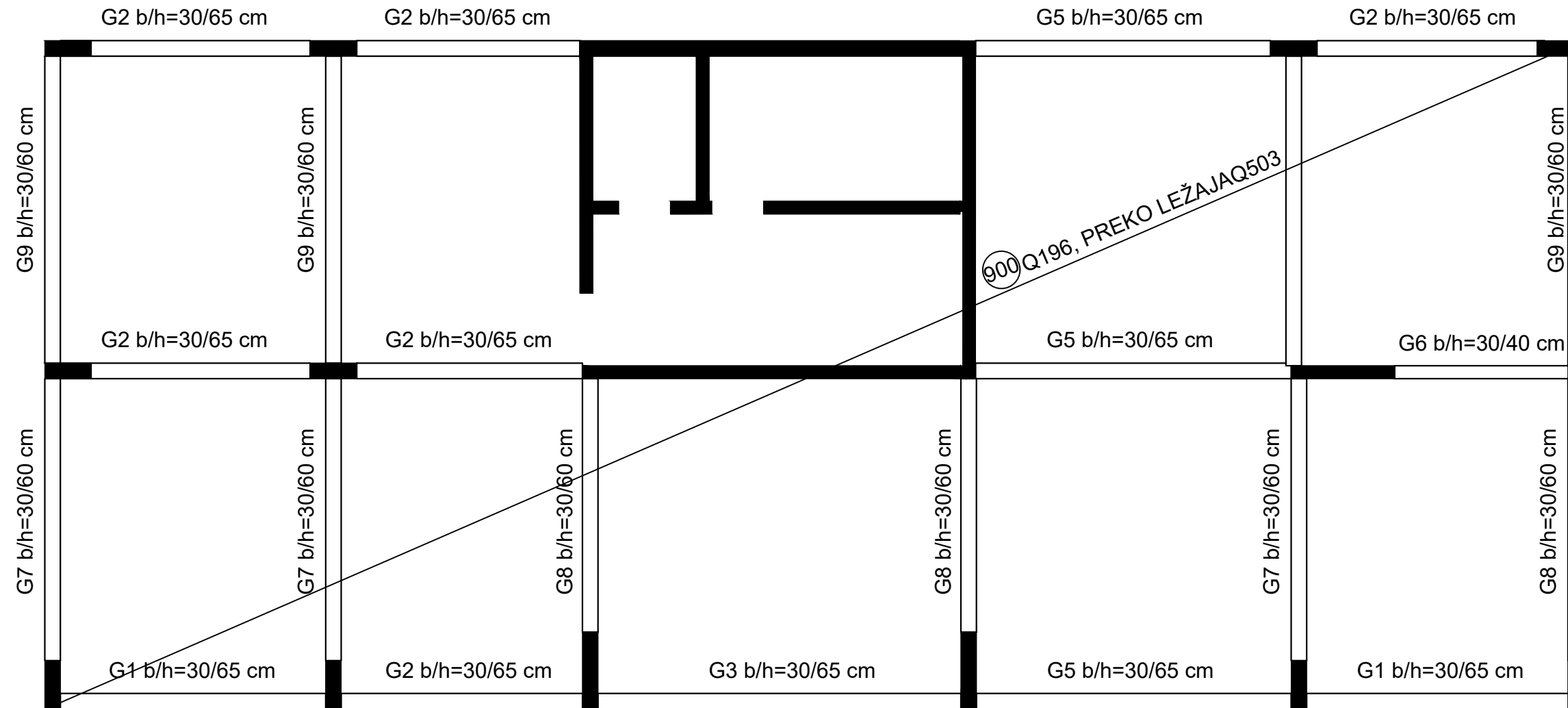


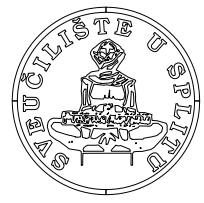
	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva, smjer Kontrukcije	FAZA: GLAVNI PROJEKT	SADRŽAJ:
	Katedra za betonske konstrukcije i mostove	VRSTA: GRADEVINSKI PROJEKT- PROJEKT KONSTRUKCIJE	SKICA ARMATURE- POZ 400 GORNJA ZONA
	PREDMET: Diplomski rad	GRADEVINA: Centar urbane kulture Sinokoša - dilatacija A	MJERILO:
	MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin		M= 1:100
	STUDENT: Mario Žigo	datum: srpanj, 2023.	list 15.



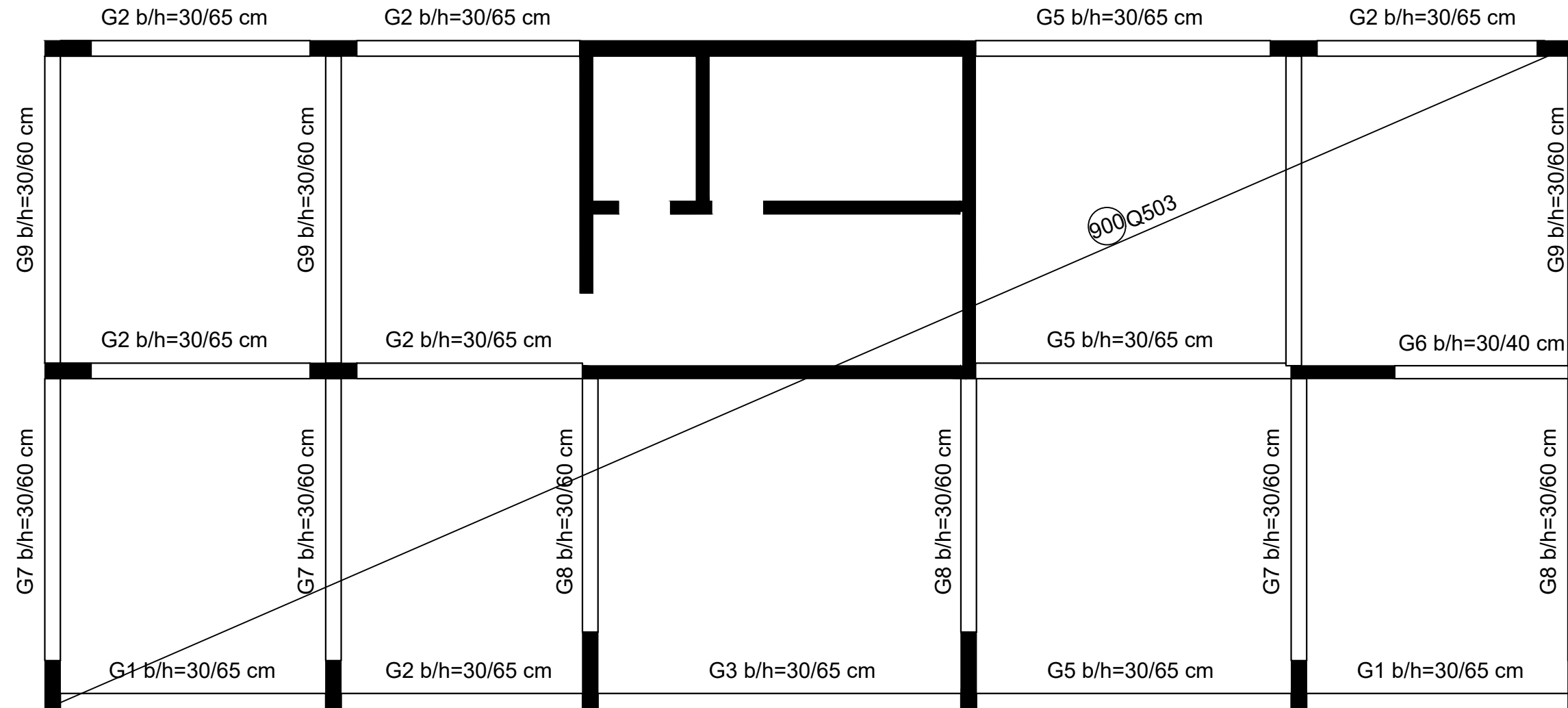
 <p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT</p>	<p>Diplomski sveučilišni studij građevinarstva, smjer Kontrukcije</p>	<p>FAZA: <b>GLAVNI PROJEKT</b></p>	<p>SADRŽAJ:</p>
	<p>Katedra za betonske konstrukcije i mostove</p>	<p>VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT- PROJEKT KONSTRUKCIJE</p>	<p>SKICA ARMATURE- POZ 400 DONJA ZONA</p>
	<p>PREDMET: Diplomski rad</p> <p>MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin</p> <p>STUDENT: Mario Žigo</p>	<p>GRAĐEVINA: Centar urbane kulture Sinokoša - dilatacija A</p> <p>MJERILO: M= 1:100</p> <p>datum: srpanj, 2023.</p>	<p>list 16.</p>

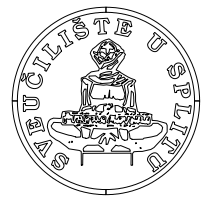
SKICA ARMATURE- POZ 500,600,700,800,900  
 GORNJA ZONA  
 M 1:100



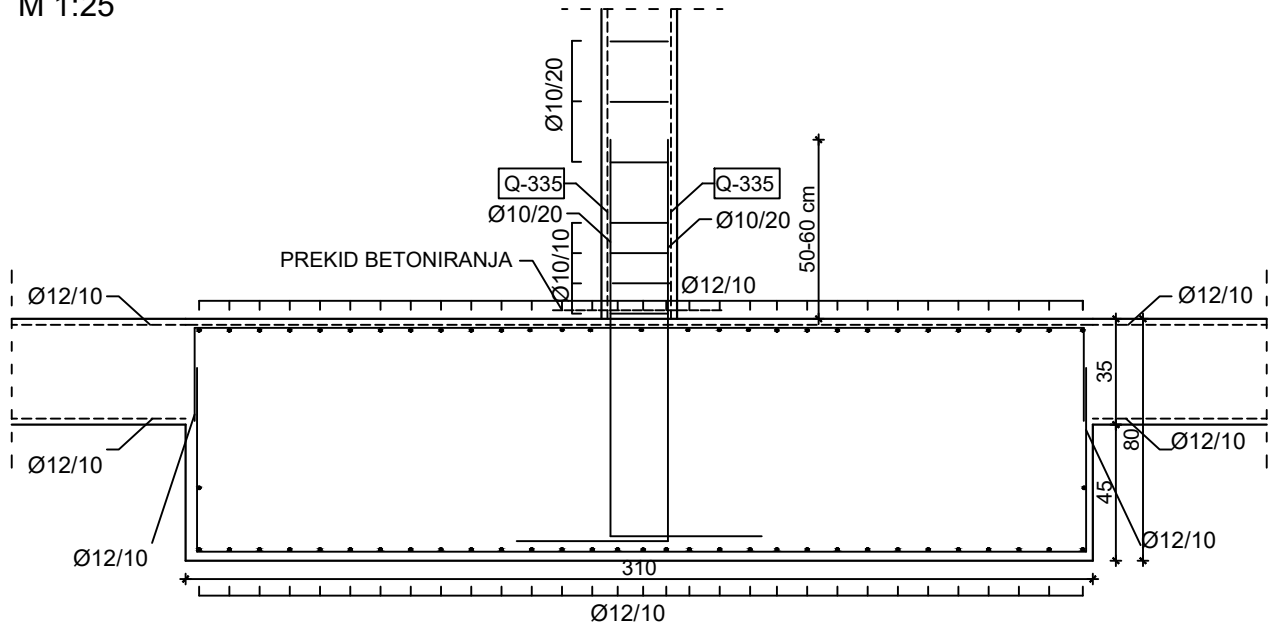
 <p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,          ARHITEKTURE I GEODEZIJE          MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT</p>	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva, smjer Kontrukcije	FAZA: <b>GLAVNI PROJEKT</b>	SADRŽAJ:  SKICA ARMATURE- POZ 500,600,700,800,900 GORNJA ZONA
	Katedra za betonske konstrukcije i mostove	VRSTA: <b>GRAĐEVINSKI PROJEKT-                  PROJEKT KONSTRUKCIJE</b>	
	PREDMET: Diplomski rad  MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin  STUDENT: Mario Žigo	GRAĐEVINA: <b>Centar urbane kulture                  Sinokoša - dilatacija A</b>	MJERILO:  <b>M= 1:100</b>
		datum: srpanj, 2023.	list 17.

SKICA ARMATURE- POZ 500,600,700,800,900  
 DONJA ZONA  
 M 1:100

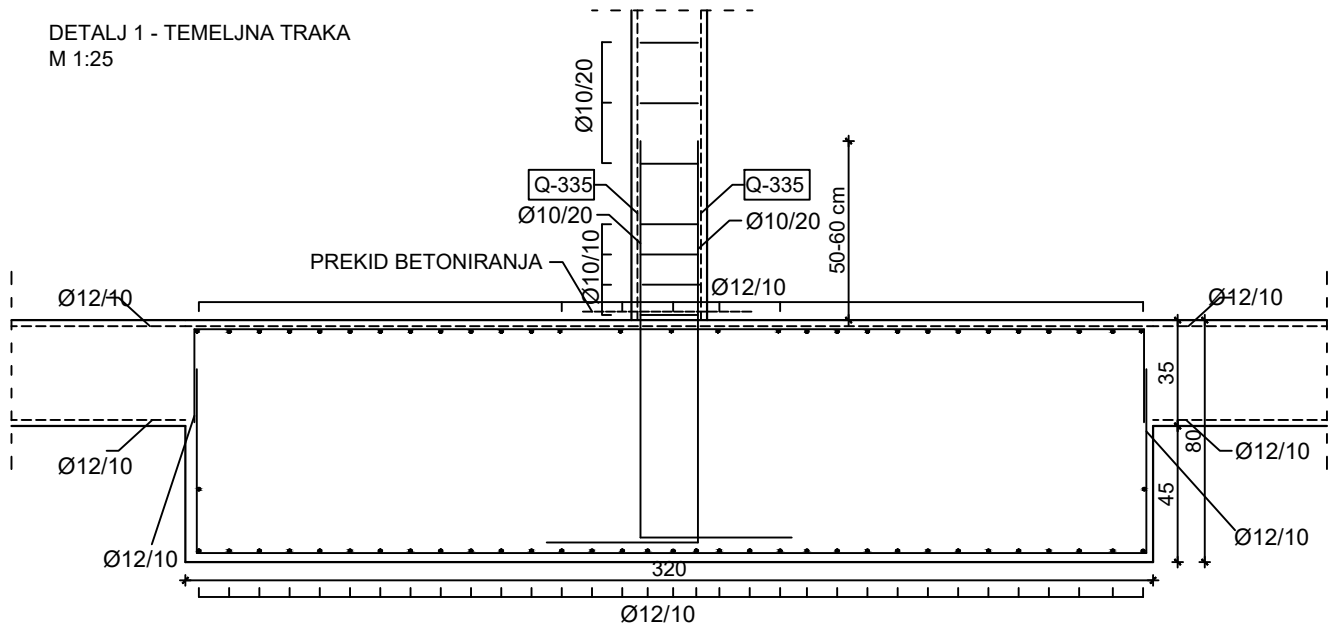


 <p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,          ARHITEKTURE I GEODEZIJE          MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT</p>	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva, smjer Kontrukcije	FAZA: <b>GLAVNI PROJEKT</b>	SADRŽAJ:  SKICA ARMATURE- POZ 500,600,700,800,900 DONJA ZONA
	Katedra za betonske konstrukcije i mostove	VRSTA: <b>GRAĐEVINSKI PROJEKT- PROJEKT KONSTRUKCIJE</b>	
	PREDMET: Diplomski rad	GRAĐEVINA: <b>Centar urbane kulture Sinokoša - dilatacija A</b>	MJERILO:  <b>M= 1:100</b>
	MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin	STUDENT: Mario Žigo	datum: srpanj, 2023.

DETALJ ARMIRANJA TEMELJA SAMACA I TEMELJNIH TRAKA  
M 1:25



DETALJ 1 - TEMELJNA TRAKA  
M 1:25



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: Mario Žigo

FAZA: GLAVNI PROJEKT

VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT-  
PROJEKT KONSTRUKCIJE

GRAĐEVINA: Centar urbane kulture  
Sinokoša - dilatacija A

datum: srpanj, 2023.

SADRŽAJ:

DETALJ ARMIRANJA TEMELJA  
SAMACA I TEMELJNIH TRAKA

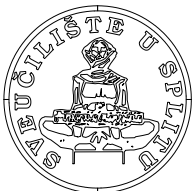
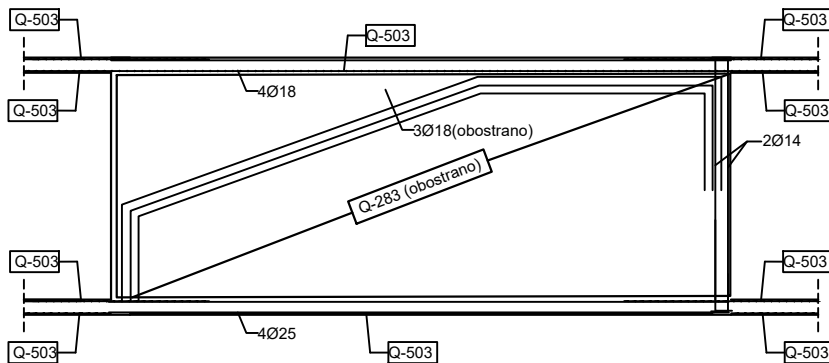
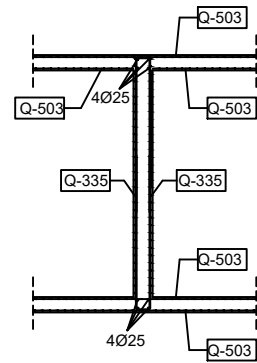
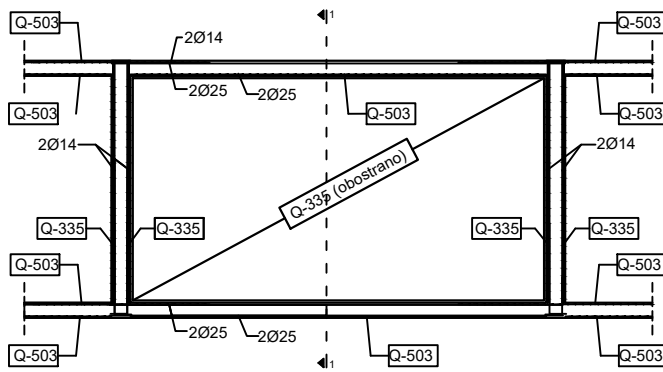
MJERILO:

M= 1:100

# SKICA ARMATURE VISOKOSTIJIENOG NOSAČA

## M 1:100

PRESJEK 1-1



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT

Diplomski sveučilišni studij  
građevinarstva, smjer Konstrukcije

Katedra za betonske konstrukcije i  
mostove

PREDMET: Diplomski rad

MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin

STUDENT: Mario Žigo

FAZA: GLAVNI PROJEKT

VRSTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT-  
PROJEKT KONSTRUKCIJE

GRAĐEVINA: Centar urbane kulture  
Sinokoša - dilatacija A

datum: srpanj, 2023.

SADRŽAJ:

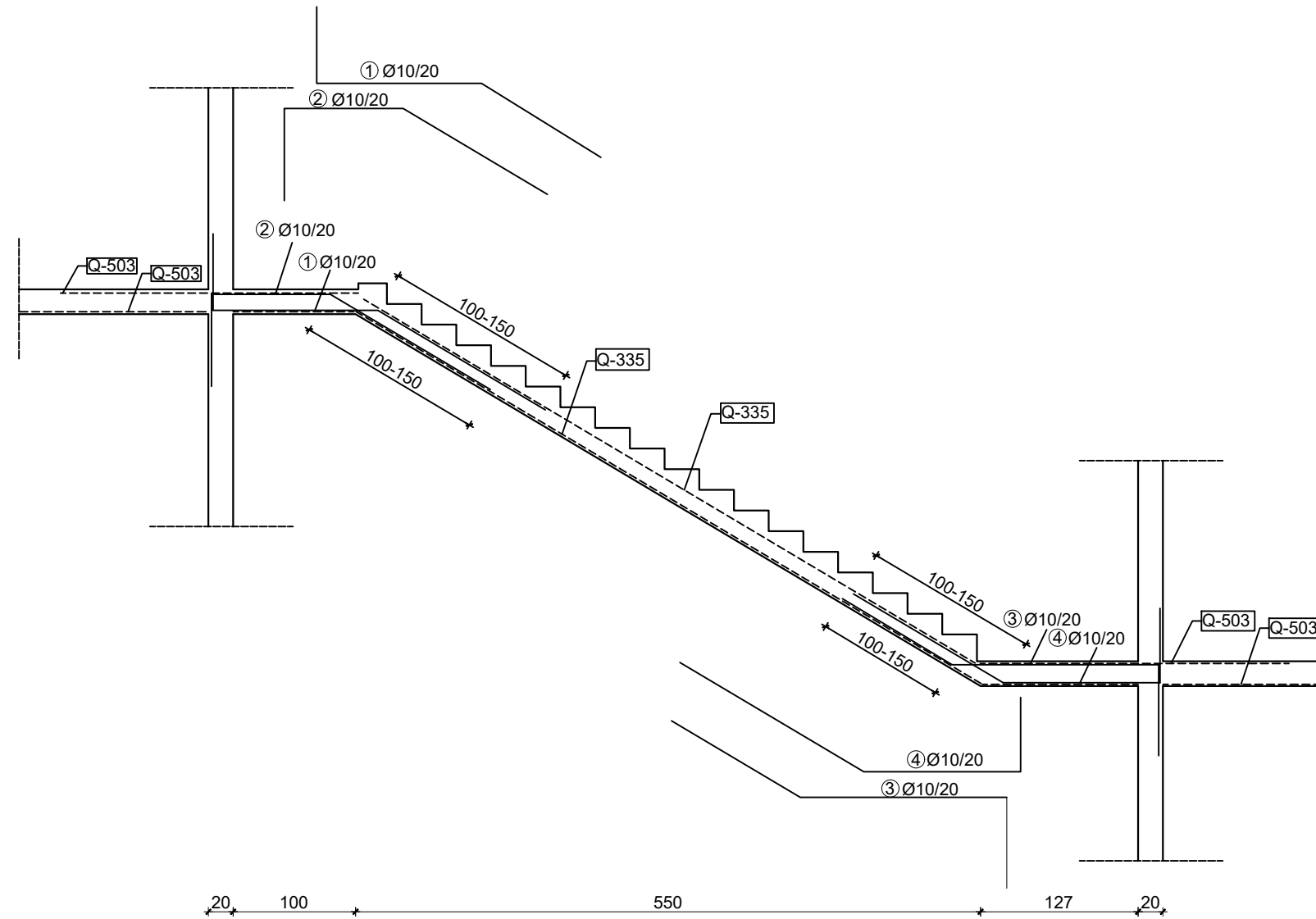
SKICA ARMATURE  
VISKOSTIJIENOG NOSAČA

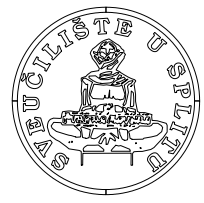
MJERILO:

M= 1:100

list 20.

SKICA ARMATURE STUBIŠTA  
M 1:50



 <p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE MATICE HRVATSKE 15, 21000 SPLIT</p>	<p>Diplomski sveučilišni studij građevinarstva, smjer Kontrukcije</p>	<p>FAZA: <b>GLAVNI PROJEKT</b></p>	<p>SADRŽAJ:  SKICA ARMATURE STUBIŠTA</p>	
	<p>Katedra za betonske konstrukcije i mostove</p>	<p>VRSTA: <b>GRAĐEVINSKI PROJEKT- PROJEKT KONSTRUKCIJE</b></p>		
	<p>PREDMET: Diplomski rad</p>	<p>MENTOR: prof. dr. sc. Alen Harapin</p>	<p>GRAĐEVINA: <b>Centar urbane kulture Sinokoša - dilatacija A</b></p>	<p>MJERILO:  <b>M= 1:100</b></p>
	<p>STUDENT: Mario Žigo</p>	<p>datum: srpanj, 2023.</p>	<p>list 21.</p>	