

# Projekt konstrukcije stambene zgrade u Vinišću

---

**Čaktaš, Ana**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2024**

*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:123:031637>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-24**



*Repository / Repozitorij:*

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



UNIVERSITY OF SPLIT



**SVEUČILIŠTE U SPLITU**

**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

# **DIPLOMSKI RAD**

**Ana Caktaš**

**Split, 2024.**

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

**Ana Caktaš**

**Projekt konstrukcije stambene zgrade u Vinišću**

**Diplomski rad**

**Split, 2024.**



SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING,  
ARCHITECTURE AND GEODESY

STUDIJ: SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ GRAĐEVINARSTVO

KANDIDAT: Ana Caktaš

MATIČNI BROJ (JMBAG): 0083223810

KATEDRA: Katedra za betonske konstrukcije i mostove

KOLEGIJ: Betonske konstrukcije

## ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD

Tema: **Projekt konstrukcije stambene zgrade u Vinišću**

Opis zadatka: Armirano betonska zgrada ima 4 nadzemne etaže PR+3K s visinama 3,0 m. Nalazi se u zoni s osnovnom brzinom vjetra od 30 m/s i karakterističnim opterećenjem snijega od 0,45 kN/m<sup>2</sup>, te potresnoj zoni s mogućim ubrzanjem tla od 0,21 g. Temeljena je na tlu s dopuštenim naprezanjem od 0,5 MPa. Vertikalno promjenjivo (korisno) opterećenje iznosi 2,0 kN/m<sup>2</sup>. Međukatnu nosivu konstrukciju zgrade tvore armirano betonske ploče oslonjene na zidove. Vertikalnu nosivu konstrukciju tvore obodni i unutarnji armiranobetonski zidovi. Potrebno je izraditi projekt konstrukcije zgrade (tehnički opis, glavni građevinski nacrti s planovima pozicija, proračun) i planove armature temeljne ploče, karakterističnog zida, međukatne konstrukcije, krovne ploče i stubišta.

U Splitu, 5. listopada 2023.

Mentor:

  
Prof. dr. sc. Domagoj Matešan

Predsjednik Povjerenstva za završne  
i diplomske ispite studija Građevinarstvo:

izv. prof. dr. sc. Ivan Balić





## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

kojom ja, Ana Caktaš, JMBAG: 0083223810, studentica Fakulteta građevinarstva, arhitekture i geodezije Sveučilišta u Splitu, kao autorica ovog diplomskog rada izjavljujem da sam ga izradila samostalno pod mentorstvom prof. dr. sc. Domagoja Matešana.

U radu sam primijenila metodologiju znanstvenoistraživačkog rada i koristila literaturu koja je navedena na kraju rada. Tude spoznaje, zaključke, teorije, formulacije i grafičke prikaze koje sam izravno ili parafrazirajući navela u radu citirala sam i povezala s korištenim bibliografskim jedinicama.

Ana Caktaš

(vlastoručni potpis studentice)

## **Projekt konstrukcije stambene zgrade u Vinišću**

### ***Sažetak:***

Zadatak ovog diplomskog rada je izraditi projekt konstrukcije 4-etažne stambene zgrade koja se nalazi u Vinišću (prizemlje + 3 kata). Građevina je izvedena u armiranom betonu s armiranobetonskom temeljnom pločom, zidovima te armiranobetonskim pločama kao međukatnim konstrukcijama.

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

***Ključne riječi:*** projekt, stambena zgrada, tehnički opis, proračun, armatura

## **Construction project of a residential building in Vinišće**

### ***Abstract:***

The task of this master thesis is to create a project for the construction of a 4-story residential building in Vinišće (a ground floor + three floors). The building is made of reinforced concrete with a reinforced concrete foundational plate, walls and reinforced concrete plates as ceiling slabs.

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

***Keywords:*** project, residential building, technical description, calculation, reinforcement bar

## S a d r Ź a j

<b>1. TEHNIČKI OPIS .....</b>	<b>9</b>
1.1. Općenito.....	9
1.2. Nosiva konstrukcija .....	11
1.2.1. Temelji .....	11
1.3. Konstruktivni materijali.....	12
1.3.1. Beton.....	12
1.3.2. Armaturni čelik .....	13
<b>2. PLAN KONTROLE I OSIGURANJE KVALITETE .....</b>	<b>14</b>
2.1. Opće napomene .....	14
2.1.1. Postizanje zahtijevane geometrije.....	15
2.2. Betonski i armiranobetonski radovi.....	15
2.2.1. Beton.....	15
2.2.2. Betonski čelici.....	16
2.2.3. Prekidi betoniranja .....	17
2.3. Primijenjeni standardi i norme .....	17
<b>3. POSEBNI TEHNIČKI UVJETI .....</b>	<b>20</b>
3.1. Oplate i skele .....	20
3.2. Transport i ugradnja betona.....	22
3.3. Betoniranje pri visokim vanjskim temperaturama .....	23
3.4. Betoniranje pri niskim vanjskim temperaturama .....	24
3.5. Obveze izvođača.....	25
3.6. Održavanja i projektirani vijek trajanja .....	25
<b>4. ANALIZA OPTEREĆENJA.....</b>	<b>27</b>
4.1. Stalno opterećenje.....	27
4.1.1. Vlastita težina.....	27

4.1.2. Dodatno stalno opterećenje.....	27
4.2. Promjenjivo opterećenje .....	30
4.2.1. Korisno opterećenje .....	30
4.2.2. Opterećenje snijega na konstrukciju .....	31
4.2.3. Opterećenje vjetra na konstrukciju .....	33
4.3. Izvanredno opterećenje.....	36
4.3.1. Seizmičko opterećenje .....	36
4.3.2. Proračun građevine na seizmičko djelovanje metodom spektralne analize prema EC-8.....	39
4.3.3. Prikaz vlastitih vektora .....	41
<b>5. NUMERIČKI MODEL I KOMBINACIJE DJELOVANJA .....</b>	<b>43</b>
5.1. Numerički model .....	43
5.2. Kombinacije opterećenja .....	45
<b>6. PRORAČUN HORIZONTALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE .</b>	<b>46</b>
6.1. Proračun krovne ploče pozicije 400 .....	46
6.1.1. Prikaz opterećenja.....	46
6.1.2. Dimenzioniranje na savijanje.....	48
6.1.3. Kontrola pukotina .....	49
6.1.4. Kontrola progiba .....	52
6.2. Proračun međukatne ploče pozicije 300.....	53
6.2.1. Prikaz opterećenja.....	53
6.2.2. Dimenzioniranje na savijanje.....	55
6.2.3. Kontrola pukotina .....	57
6.2.4. Kontrola progiba .....	59
6.3. Proračun međukatne ploče pozicije 200.....	60
6.3.1. Prikaz opterećenja.....	60
6.3.2. Dimenzioniranje na savijanje.....	62
6.3.3. Kontrola pukotina .....	64
6.3.4. Kontrola progiba .....	66
6.4. Proračun međukatne ploče pozicije 100.....	67

6.4.1. Prikaz opterećenja.....	67
6.4.2. Dimenzioniranje na savijanje.....	69
6.4.3. Kontrola pukotina .....	71
6.4.4. Kontrola progiba .....	73
<b>7. PRORAČUN ZIDOVA KONSTRUKCIJE .....</b>	<b>74</b>
7.1. Proračun AB zida "A" .....	74
7.1.1. Opći podaci AB zida "A" .....	74
7.1.2. Prikaz reznih sila AB zida "A" .....	75
7.1.3. Ovojnice reznih sila AB zida "A".....	76
7.2. Proračun AB zida "B" .....	78
7.2.1. Opći podaci AB zida "B".....	78
7.2.2. Prikaz reznih sila AB zida "B" .....	79
7.2.3. Ovojnice reznih sila AB zida "B" .....	80
<b>8. PRORAČUN STUBIŠTA .....</b>	<b>82</b>
8.1. Prikaz statičkog sustava.....	82
8.2. Prikaz opterećenja.....	83
8.3. Proračun stubišnog kraka.....	83
<b>9. PRORAČUN TEMELJNE PLOČE .....</b>	<b>85</b>
<b>10. LITERATURA .....</b>	<b>87</b>
<b>11. GRAFIČKI PRILOZI.....</b>	<b>88</b>

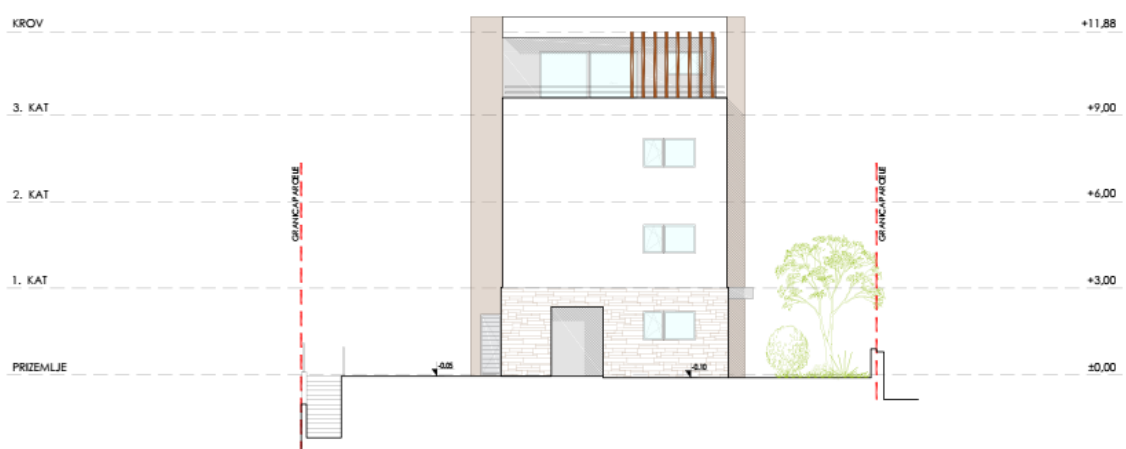
# 1. TEHNIČKI OPIS

## 1.1. Općenito

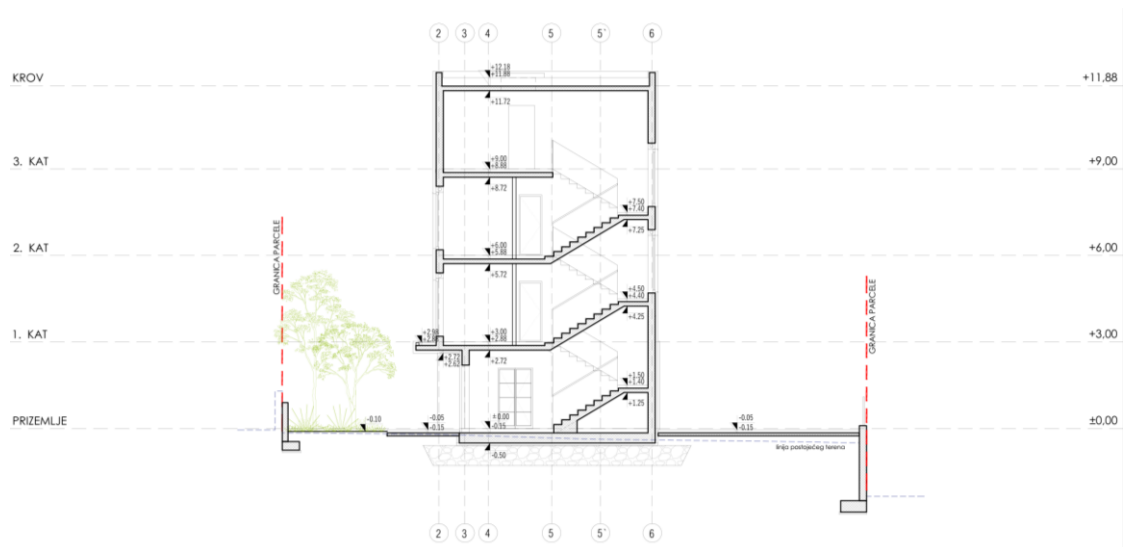
Zadatak ovog diplomskog rada bio je izrada glavnog i izvedbenog projekta višestambene građevine čija je gradnja planirana na lokaciji k.o. Vinišće. Građevina je približno pravokutnog oblika, katnosti Pr + 3 (prizemlje + 3 kata), završno s ravnim neprohodnim krovom. Građevina je planirana kao armiranobetonska konstrukcija sastavljena od: temeljne ploče, zidova, međukatnih ploča i krovne ploče. Maksimalna visina građevine nad terenom iznosi 12,50 m, a maksimalne dimenzije su 9,50 x 18,45 m.



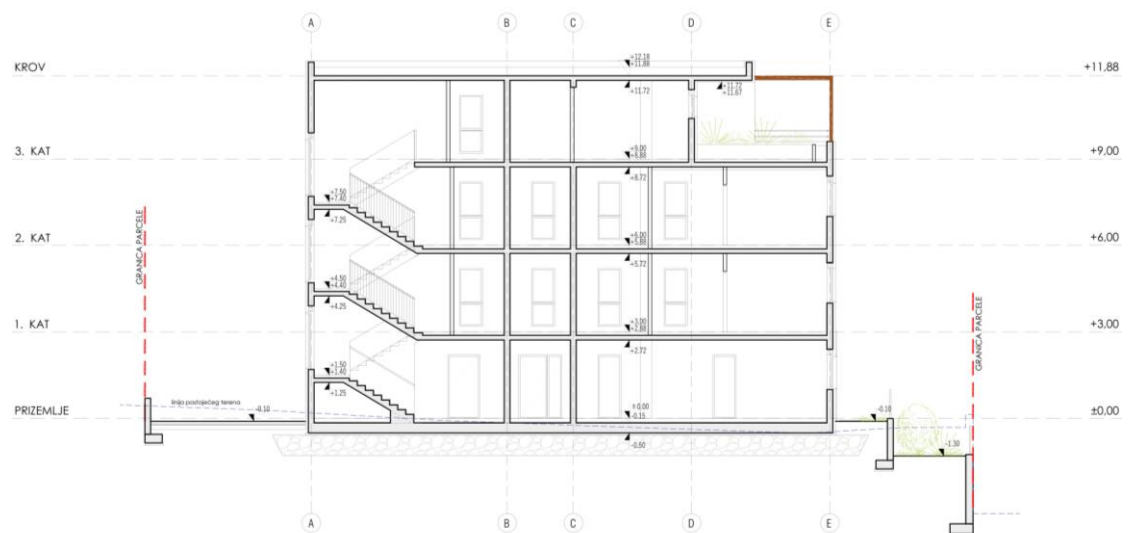
Slika 1.1. Južno pročelje



Slika 1.2. Istočno pročelje



Slika 1.3. Presjek 1-1



Slika 1.4. Presjek 2-2

## 1.2. Nosiva konstrukcija

Nosiva konstrukcija građevine izrađena je od armiranobetonskih zidova i ploča. Sva opterećenja, vertikalna i horizontalna, koja djeluju na konstrukciju prenose se preko zidova i međukatnih ploča na temeljnu ploču pa na temeljno tlo.

Armiranobetonski zidovi na svim etažama su debljine 20 cm, povezani međukatnim pločama i krovnom pločom, sve debljine 16 cm. Armiranobetonska stubišna ploča iznosi 15 cm. Temeljna ploča je debljine 35 cm. Sve ostale vertikalne pregrade su izvedene kao lagane pregrade od gips kartona debljine 12 cm i nisu tretirani kao sudjelujući nosivi elementi već su uzeti kao dodatno stalno opterećenje na ploče. Sve ploče i zidovi su izrađene od betona C25/30 i armirane armaturom B500B, osim temeljne ploče koja je izrađena od betona C30/37. Minimalni zaštitni sloj za zidove i ploče iznosi 3 cm.

Građevina se nalazi u VII. potresnoj zoni gdje je moguće ubrzanje tla 0.21g za povratni period od 475 godina. U proračunu su dane osnovne dimenzije armatura za pojedine konstruktivne elemente. Elementi koji nisu računati armiraju se konstruktivno  $> 0.1\%$  površine betonskog presjeka.

### 1.2.1. Temelji

Na ovoj lokaciji temeljno tlo izgrađuju vapnenačke naslage najčešće prekrivene tanjim slojem gline crvenice, međutim na dijelu parcele izveden je nasip kako bi se ostvarila ravna ploha za temeljenje objekta.

Iz tog razloga projektirana je temeljna ploča debljine 35 cm. Temeljna ploča se izrađuje od betona normalne gustoće klase C30/37. U temelje treba sidriti armaturu zidova, armiranih prema projektu.

Računska granična nosivost tla iznosi 0,5 MPa, što je nakon iskopa potrebno utvrditi ispitivanjem.



## 1.3. Konstruktivni materijali

### 1.3.1. Beton

Beton je građevinski materijal koji se dobiva miješanjem veziva (cementa), vode i agregata (pijesak, šljunak, drobljenac). Osim osnovnih komponenti također se mogu dodati interna punila (silikatna prašina) te dodaci koji mu daju posebna svojstva. Ako beton promatramo na mikro nivou može se zaključiti da je zapravo nehomogene strukture. Zaključno se općenito smatra homogenim i izotropnim materijalom. Gustoća nearmiranog betona je između 1900-2700 kg/m<sup>3</sup>, a za uobičajene betone uzima se  $\rho=2400$  kg/m<sup>3</sup>. Gustoća armiranog betona obično se uzima  $\rho=2500$  kg/m<sup>3</sup> (uobičajeno se pretpostavlja 100 kg armature po m<sup>3</sup> betona). Glavne mehaničke karakteristike betona su njegove čvrstoće (tlačna, vlačna i posmična) i deformabilnost. Na mehanička svojstva betona utječu razni čimbenici kao što su kakvoća cementa, granulometrijski sastav ispunje, vodocementni faktor, način pripreme i ugradnje betona, njega betona itd.

Beton je sam po sebi nelinearan materijal, ako se u relativno kratkom periodu nanese opterećenje, deformacije rastu kvazi linearno do naprezanja koje je približno jednako 0,4 fcm. Nakon toga ponašanje betona je izrazito nelinearno. Maksimalna čvrstoća betona dostiže se pri deformaciji nešto većoj od 2 ‰ nakon čega čvrstoća postupno opada. Lom betona događa se pri deformaciji nešto većoj od 3,5 ‰.

Beton za sve konstruktivne elemente treba izraditi izvoditelj i dostaviti ga na suglasnost projektantu. Projekt betona treba biti izrađen detaljno i točno od strane stručne osobe. U njemu treba precizno definirati za svaki element, odnosno za svaki različiti beton.

Armiranobetonske konstrukcije bit će izložene djelovanja iz okoliša. Navedena djelovanja specificirana su ovisno o agresivnosti okoliša te na osnovu toga zahtjeva za minimalni zaštitni sloj projektiranog betona. Zaštitni sloj je razmak od površine armature koja se nalazi najbliže najbližoj površini betona do najbliže površine betona. Treba biti točno specificiran u nacrtima. Veličina i kvaliteta zaštitnog sloja betona uvelike su presudni faktori za trajnost objekta. U potpunosti treba poštivati projektirani raspored, položaj i profile armaturnih šipki i čeličnih sidara, koji trebaju biti nepomični kod betoniranja. Najmanji zaštitni sloj treba osiguravati sljedeće:

- siguran prijenos sila prijanjanja
- zaštita čelika od korozije

- požarna otpornost

Debljinu projektnog zaštitnog sloja osigurati dovoljnim brojem kvalitetnih distancera (razmačnika). Kvalitetu zaštitnog sloja osigurati kvalitetnom oplatom i ugradnjom betona, ako je potrebno sa dodacima betonu i ostalim rješenjima prema projektu betona.

### 1.3.2. Armaturni čelik

Za armiranje betonskih konstrukcija koristimo više vrsta čelika za armiranje. Dijelimo ih na žice ( $\emptyset \leq 16$  mm), šipke ( $\emptyset > 16$  mm) i mreže. Razlika između žica i šipki je u tome što šipke dolaze namotane u kolut, a šipke se koriste kao ravni elementi duljine do 12 m. Standardne veličine mreže su 600x215 mm te se proizvode u 2 tipa, Q-mreže i R-mreže.

Q-mreže su sastavljene od istih profila šipki u oba smjera postavljenih na istom razmaku (100-150 mm). Q-mreže nose u oba smjera.

R-mreže su sastavljene od različitih profila šipki. U dužem smjeru su jači profili, pa je duži smjer nosivi. Postavljene na razmaku 100-150 mm. U kraćem smjeru su slabiji profili na razmaku 200-250 mm.

U Hrvatskoj se prema HRN EN 1992-1 koriste sve tri vrste čelika za armiranje.

Čelici za armiranje razlikuju se prema granici popuštanja i granici duktilnosti. U oznaci čelika kojim se armira (npr. B500 B) broj predstavlja normiranu karakterističnu čvrstoću popuštanja u MPa, dok slovo predstavlja duktilnost čelika (odnos granice kidanja i granice popuštanja).

Za proračun, odnosno dimenzioniranje armiranobetonskih elemenata predmetne građevine, koristi se računski dijagram čelika koji se sastoji od dva pravca (bilinearna krivulja). Maksimalno naprezanje čelika  $f_{yk}$  jednako je granici tečenja čelika, odnosno usvaja se da je granična nosivost armature dostignuta kada naprezanje u armaturi bude jednako granici razvlačenja čelika.

Čelik za armiranje betona treba zadovoljavati sve uvjete propisane TPBK-om. Svaki proizvod dovezen na gradilište treba biti jasno označen i prepoznatljiv. Ugradnju cijele armature potrebno je provesti u skladu s HRN EN 13670-1 te TPGK-om

## 2. PLAN KONTROLE I OSIGURANJE KVALITETE

### 2.1. Opće napomene

Prilikom izrade predmetne projektne dokumentacije primijenjeni su sljedeći pravilnici i normativi:

- Zakon o prostornom uređenju i gradnji (N.N. 76/07)
- Zakon o zaštiti na radu RH (NN 71/14,118/14,154/14,94/18, 96/18)
- Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN 35/18, 104/19)
- Tehnički propis za betonske konstrukcije (N.N. 101/05; 74/06; 85/06; 64/07)
- Zakon o zaštiti od požara (N.N. 58/93; 107/07)
- EN 1990 Eurokod 0 Osnove projektiranja konstrukcija
- EN 1991 Eurokod 1 Osnove proračuna i djelovanja na konstrukcije
- EN 1992 Eurokod 2 Proračun betonskih konstrukcija
- EN 1997 Eurokod 7 Geotehničko projektiranje
- EN 1998 Eurokod 8 Projektiranje konstrukcija na potresno opterećenje

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

Predmetni je projekt izrađen sukladno Zakonu o građenju (N.N. br. 173/03), kojim su propisana tehnička svojstva bitna za građevinu. Sve radove trebaju obavljati za to stručno osposobljene osobe, uz stalni stručni nadzor. Prije prelaska na iduću fazu radova, nužno je odobrenje nadzornog inženjera. Za svako odstupanje od projekta, te u slučaju nepredviđenih okolnosti, potrebna je konzultacija Projektanta. Izvoditelj 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, kontinuirani geodetski nadzor, te povremeni projektantski nadzor.

### **2.1.1. Postizanje zahtijevane geometrije**

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

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

## **2.2. Betonski i armiranobetonski radovi**

### **2.2.1. Beton**

Sve komponente betona (agregat, cement, voda, dodaci), te beton kao materijal, trebaju udovoljavati zahtjevima važećih normi, propisa i pravila struke. Izvoditelj je dužan izraditi projekt betona u skladu s projektom konstrukcije i dostaviti ga na suglasnost projektantu objekta. Kontrola kvalitete betona sastoji se od kontrole proizvodnje i kontrole suglasnosti s uvjetima projekta konstrukcije i projekta betona. Betonski radovi moraju se izvoditi prema projektu konstrukcije i projektu betona (kojeg je dužan izraditi Izvođač), a u svemu sukladno s Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije (N.N.17/17) te sa svim pratećim normativima. Kod projektiranog betona u projektu mora biti specificiran razred tlačne čvrstoće (marka betona) i to kao karakteristična vrijednost 95%-tne vjerojatnosti s kriterijima sukladnosti prema normi HRN EN 206-1. Sastavni materijali od kojih se beton proizvodi, ili koji mu se pri proizvodnji dodaju, moraju ispunjavati zahtjeve normi na koje upućuje norma HRN EN 206-1 i zahtjeve prema Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije. Zahtjevi za isporuku betona i informacije proizvođača betona korisniku moraju sadržavati podatke prema normi HRN EN 206-1. Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstava svježeg betona provodi se prema normama niza HRN EN 12350, a ispitivanje svojstava očvrstnalog betona prema normama niza HRN EN 12390. Eventualna vremenski ubrzana proizvodnja betonskih elemenata, u cilju ubrzanja građenja, dopuštena je samo uz poseban projekt tehnologije izvođenja i dokaz zahtijevanih svojstava prethodnim ispitivanjima. Za svako odstupanje od projekta, nadzorni inženjer je dužan izvijestiti projektanta i investitora.

Nužna je njega ugrađenog betona da se ne pojave štetne pukotine, a u svemu prema projektu betona, važećim propisima i pravilima struke.

### 2.2.2. Betonski čelici

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

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

Potvrđivanje sukladnosti čelika za armiranje provodi se prema odredbama Dodataka A norme nHRN EN 10080-1 i odredbama posebnog propisa. Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstava čelika za armiranje provodi se prema normama nizova nHRN EN 10080, odnosno nHRN EN 10138, i prema normama niza HRN EN ISO 15630 i prema normi HRN EN 10002-1. Preklopi se izvode prema odredbama priznatim tehničkim pravilima iz Priloga H Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije, odnosno prema normi HRN ENV 1992-1-1:2004. Sva armatura je iz čelika B500 u obliku šipki ili mreža. Osobito poštivati projektom predviđene razmake i zaštitne slojeve armature. Ni jedno betoniranje elementa ne

može započeti bez prethodnog detaljnog pregleda armature od strane nadzornog inženjera i njegove dozvole.

### 2.2.3. Prekidi betoniranja

Prekid i nastavci betoniranja konstrukcija moraju biti obrađeni projektom betona.

## 2.3. Primijenjeni standardi i norme

### Norme za beton – osnovne norme

HRN EN 206-1:2002 Beton – 1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206-1:2000)

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

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

### Norme za beton - ostale norme

HRN EN 12350-1 Ispitivanje svježeg betona – 1. dio: Uzorkovanje

HRN EN 12350-2 Ispitivanje svježeg betona – 2. dio: Ispitivanje slijeganjem

HRN EN 12350-3 Ispitivanje svježeg betona – 3. dio: VeBe ispitivanje

HRN EN 12350-4 Ispitivanje svježeg betona – 4. dio: Stupanj zbijenosti

HRN EN 12350-5 Ispitivanje svježeg betona – 5. dio: Ispitivanje rasprostiranjem

HRN EN 12350-6 Ispitivanje svježeg betona – 6. dio: Gustoća

HRN EN 12350-7 Ispitivanje svježeg betona – 7. dio: Sadržaj pora – Tlačne metode

HRN EN 12390-1 Ispitivanje očvrnulog betona – 1. dio: Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe

HRN EN 12390-2 Ispitivanje očvrnulog betona – 2. dio: Izradba i njegovanje uzoraka za ispitivanje čvrstoće

HRN EN 12390-3 Ispitivanje očvrnulog betona – 3. dio: Tlačna čvrstoća uzoraka

- HRN EN 12390-6 Ispitivanje očvrtnulog betona – 6. dio: Vlačna čvrstoća cijepanjem uzoraka
- HRN EN 12390-7 Ispitivanje očvrtnulog betona – 7. dio: Gustoća očvrtnulog betona
- HRN EN 12390-8 Ispitivanje očvrtnulog betona – 8. dio: Dubina prodiranja vode pod tlakom
- prCEN/TS 12390-9 Ispitivanje 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

#### 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)

nHRN EN 10080-3 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 3. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda B (prEN 10080-3:1999)

nHRN EN 10080-4 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 4. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda C (prEN 10080-4:1999)

nHRN EN 10080-5 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 5. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih armaturnih mreža (prEN 10080-5:1999)

nHRN EN 10080-6 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 6. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih rešetki za gredice (prEN 10080-6:1999)

#### Norme za čelik za armiranje – Ostale norme

HRN EN 10020 Definicije i razredba vrsta čelika

HRN EN 10025 Toplovaljani proizvodi od nelegiranih konstrukcijskih čelika – Tehnički uvjeti isporuke

HRN EN 10027-1 Sustavi označivanja čelika – 1. dio: Nazivi čelika, glavni simboli

HRN EN 10027-2 Sustavi označivanja čelika – 2. dio: Brojčani sustav

EN 10079 Definicije čeličnih proizvoda

HRN EN 10204 Metalni proizvodi – Vrste dokumenata o ispitivanju (uključuje dopunu A1:1995)

prEN ISO 17660 Zavarivanje čelika za armiranje

HRN EN 287-1 Provjera osposobljenosti zavarivača – Zavarivanje taljenjem – 1. dio: Čelici

HRN EN 719 Koordinacija zavarivanja – Zadaci i odgovornosti

HRN EN 729-3 Zahtjevi za kakvoću zavarivanja – Zavarivanje taljenjem metalnih materijala – 3. dio: Standardni zahtjevi za kakvoću

HRN EN ISO



4063 Zavarivanje i srodni postupci – Nomenklatura postupaka i referentni brojevi

HRN EN ISO 377 Čelik i čelični proizvodi – Položaj i priprema uzoraka i ispitnih uzoraka za mehanička ispitivanja

HRN EN 10002-1 Metalni materijali – Vlačni pokus – 1. dio: Metoda ispitivanja (pri sobnoj temperaturi)

HRN EN ISO 15630-1 Čelik za armiranje i prednapinjanje betona – Ispitne metode – 1. dio: Armaturene šipke i žice

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

#### Ostale norme

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

ENV 1992-1-2 Eurokod 2 – Projektiranje betonskih konstrukcija – 1-2 dio: Opća pravila

### **3. POSEBNI TEHNIČKI UVJETI**

#### **3.1. Oplate i skele**

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

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

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

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

Oplata odnosno skela treba osigurati da se beton ne onečisti. Obje moraju biti dovoljno čvrste i krute da odole pritiscima kod ugradnje i vibriranja i da spriječe 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 plohamo koje će biti izložene protjecanju vode. Ovakav način učvršćenja ne smije se upotrijebiti za vidljive plohe betona.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### **3.2. Transport i ugradnja betona**

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

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

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

Transportna sredstva ne smiju izazivati segregaciju smjese betona.

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

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

Dozvoljena visina slobodnog pada betona je 1,0 m. Nije dozvoljeno transportiranje betona po kosinama.

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

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

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

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

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

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

### **3.3. Betoniranje pri visokim vanjskim temperaturama**

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

-Krupne frakcije agregata hladiti raspršivanjem vode po površini deponije, što se ne preporuča s frakcijama do 8 mm, zbog poteškoća s održavanjem konzistencije betona,

deponije pijeska zaštititi nadstrešnicama, silose za cement, rezervoare, miješalicu, cijevi itd. zaštititi od sunca bojenjem u bijelo.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### **3.4. Betoniranje pri niskim vanjskim temperaturama**

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

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

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

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

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

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

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

### **3.5. Obveze izvođača**

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

### **3.6. Održavanja i projektirani vijek trajanja**

Građevina ne zahtijeva poseban tretman održavanja. Tehnološkim mjerama, koje su navedene u ovom projektu pokušalo se dobiti što kvalitetniju i trajniju konstrukciju. U tom smislu neophodno je poštovati mjere za postizanje kvalitete materijala i konstrukcija, kao i posebne tehničke uvjete. U cilju održavanja konstrukcije te povećanja njenog vijeka trajanja, potrebno je povremeno vršiti vizualne kontrole (najmanje jednom godišnje). Posebnu pažnju obratiti na:

- pukotine u ab konstrukciji
- veće deformacije (progibe) ab elemenata

- moguće otpadanje dijelova konstrukcije (raspucavanje i otpadanje komada betona)
- koroziju armature
- raspucavanje, nadizanje i otpadanje boje s drvenih i metalnih elemenata
- otpadanje žbuke sa zidova ili stropova

Očekivani vijek trajanja građevine je 50 godina. Preduvjet za postizanje očekivanog vijeka trajanja je pravilno održavanje u skladu s prethodno navedenim zahtjevima te zakonima i pravilima struke.

## 4. ANALIZA OPTEREĆENJA

### 4.1. Stalno opterećenje

#### 4.1.1. Vlastita težina

Vlastita težina svih konstruktivnih elemenata je automatski uključena kroz računalni program za proračun i modeliranje konstrukcija Autodesk Robot Structural Analysis Professional prema sljedećem:

- Specifična težina AB betona iznosi  $\gamma = 25,00 \text{ kN/m}^3$

#### 4.1.2. Dodatno stalno opterećenje

##### - RAVNI NEPROHODNI KROV

Vlastito stalno opterećenje (sadržano u proračunskom modelu, sukladno dimenzijama poprečnih presjeka i specifičnoj težini)  $g = 4,00 \text{ kN/m}^2$ .

Dodatno stalno opterećenje  $\Delta g = 3,00 \text{ kN/m}^2$ .

Promjenjivo opterećenje  $q = 1,00 \text{ kN/m}^2$ .

Tablica 4.1. Slojevi ravni krov

<b>RAVNI NEPROHODNI KROV - SLOJEVI</b>	d (m)	$\gamma$ ( $\text{kN/m}^3$ )	d x $\gamma$ ( $\text{kN/m}^2$ )
Završna obrada	0,02	25,0	0,50
Hidroizolacija + parna brana	0,01	20,0	0,20
Toplinska izolacija	0,08	5,0	0,40
Beton za pad	0,08	24,0	1,92
AB ploča	0,16	25,0	4,00



### - MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA

Vlastito stalno opterećenje (sadržano u proračunskom modelu, sukladno dimenzijama poprečnih presjeka i specifičnoj težini)  $g = 4,00 \text{ kN/m}^2$ .

Dodatno stalno opterećenje  $\Delta g = 2,80 \text{ kN/m}^2$ .

Promjenjivo opterećenje  $q = 2,00 \text{ kN/m}^2$ .

Tablica 4.2. Slojevi međukatna konstrukcija

<b>MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA- SLOJEVI</b>	d (m)	$\gamma$ ( $\text{kN/m}^3$ )	d x $\gamma$ ( $\text{kN/m}^2$ )
Pregradni zidovi			1,00
Završna obrada - parket	0,02	12,0	0,24
AB estrih	0,05	25,0	1,25
Toplinska izolacija	0,04	5,0	0,20
Hidroizolacija	0,005	20,0	0,10
AB ploča	0,16	25,0	4,00

### - BALKON

Vlastito stalno opterećenje (sadržano u proračunskom modelu, sukladno dimenzijama poprečnih presjeka i specifičnoj težini)  $g = 4,00 \text{ kN/m}^2$ .

Dodatno stalno opterećenje  $\Delta g = 2,00 \text{ kN/m}^2$ .

Promjenjivo opterećenje  $q = 4,00 \text{ kN/m}^2$ .

Tablica 4.3. Slojevi balkon

<b>BALKON - SLOJEVI</b>	d (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	d x $\gamma$ (kN/m <sup>2</sup> )
Završna obrada - pločice	0,02	24,0	0,48
AB estrih	0,05	25,0	1,25
Toplinska izolacija	0,04	5,0	0,20
Hidroizolacija	0,005	20,0	0,10
AB ploča	0,16	25,0	4,00

#### - STUBIŠTE

Vlastito stalno opterećenje (sadržano u proračunskom modelu, sukladno dimenzijama poprečnih presjeka i specifičnoj težini)  $g = 3,75 \text{ kN/m}^2$ .

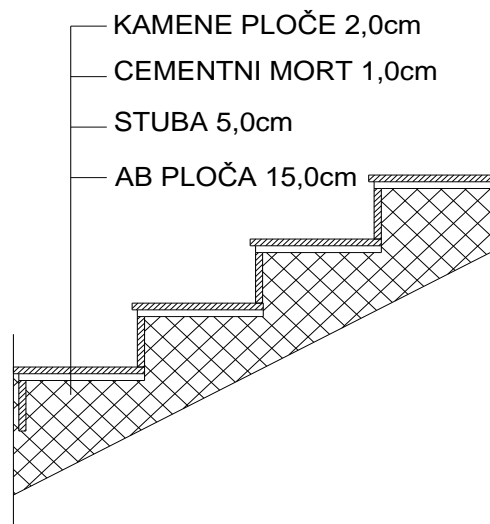
Dodatno stalno opterećenje  $\Delta g = 2,00 \text{ kN/m}^2$ .

Promjenjivo opterećenje  $q = 3,00 \text{ kN/m}^2$ .

Tablica 4.4. Slojevi stubište

<b>STUBIŠTE - SLOJEVI</b>	d (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	d x $\gamma$ (kN/m <sup>2</sup> )
Završna obrada gazišta – kamene ploče	0,02	28,0	0,56
Cementni mort	0,01	20,0	0,20
Stuba	0,05	24,0	1,20
AB ploča	0,15	25,0	3,75
Završna obrada - žbuka	-	-	-

Napomena: Opterećenje od težine slojeva poda ne uključuju vlastitu težinu AB ploče.



Slika 4.5. Slojevi stubišta

## 4.2. Promjenjivo opterećenje

### 4.2.1. Korisno opterećenje

Minimalno korisno opterećenje definirano je prema EC1991-1-1. Za ovaj proračun korištene su minimalne vrijednosti korisnog opterećenja ali se mogu uzeti i veće vrijednosti uz zahtjev investitora ili prema procjeni projektanta.

Za proračun korištena su sljedeće vrijednosti opterećenja:

- Ravni neprohodni krov:  $q = 1,00 \text{ kN/m}^2$
- Stambeni prostor:  $q = 2,00 \text{ kN/m}^2$
- Stubište:  $q = 3,00 \text{ kN/m}^2$
- Balkoni:  $q = 4,00 \text{ kN/m}^2$

Tablica 4.6. Uporabne kategorije

Kategorija	Namjena	Primjer
A	Prostori za stanovanje i kućanske djelatnosti	Sobe u stambenim zgradama i kućama, sobe i odjeli u bolnicama; sobe u hotelima i prenoćištima, kuhinje i kupaonice
B	Uredski prostori	
C	Prostori gdje se mogu okupljati ljudi (osim prostora određenih u kategorijama A, B, i D <sup>1)</sup> )	<p>C1: Prostorije sa stolovima i sl., primjerice u školama, kavanama, restoranima, blagovaonicama, čitaonicama, recepcijama</p> <p>C2: Prostori s nepomičnim sjedalima, primjerice u crkvama, kazalištima ili kinima, sobe za sastanke, dvorane za predavanja, dvorane za skupove, željezničke čekaonice i sl.</p> <p>C3: Prostori bez zapreka za kretanje ljudi, primjerice u muzejima, izložbenim prostorima i slično, te pristupi u javnim i upravnim zgradama, hotelima, bolnicama i željezničkim stanicama</p> <p>C4: Prostori gdje su moguće fizičke aktivnosti, primjerice plesne dvorane, gimnastičke dvorane, pozornice</p> <p>C5: Prostori za velika okupljanja ljudi, primjerice u zgradama za javne priredbe kao što su koncertne dvorane, sportske dvorane uključujući gledališta, terase, prilaze i željezničke perone</p>
D	Prodajni prostori	<p>D1: Prostori u trgovinama</p> <p>D2: Prostori u robnim kućama</p>

Tablica 4.7. Uporabna opterećenja prema kategorijama

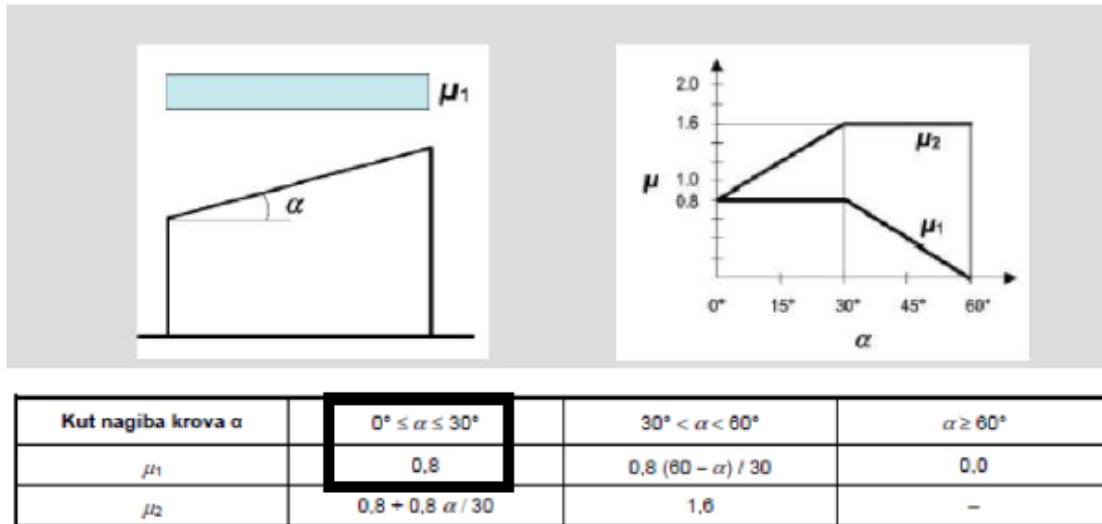
Kategorija opterećenog prostora	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]
Kategorija A		
- stropovi	1,5 do 2,0	2,0 do 3,0
- stubišta	2,0 do 4,0	2,0 do 4,0
- balkoni	2,5 do 4,0	2,0 do 3,0
Kategorija B	2,0 do 3,0	1,5 do 4,5
Kategorija C		
- C1	2,0 do 3,0	3,0 do 4,0
- C2	3,0 do 4,0	2,5 do 7,0 (4,0)
- C3	3,0 do 5,0	4,0 do 7,0
- C4	4,5 do 5,0	3,5 do 7,0
- C5	5,0 do 7,5	3,5 do 4,5
Kategorija D		
- D1	4,0 do 5,0	3,5 do 7,0 (4,0)
- D2	4,0 do 5,0	3,5 do 7,0

#### 4.2.2. Opterećenje snijega na konstrukciju

Opterećenje snijega određeno je prema HRN EN 1991-1-3 te se definira izrazom:

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

-  $\mu_i$ - koeficijent oblika opterećenja snijegom – ravni krov ili jednostrešni krov do nagiba  $\alpha_1 = \cong 5^\circ$



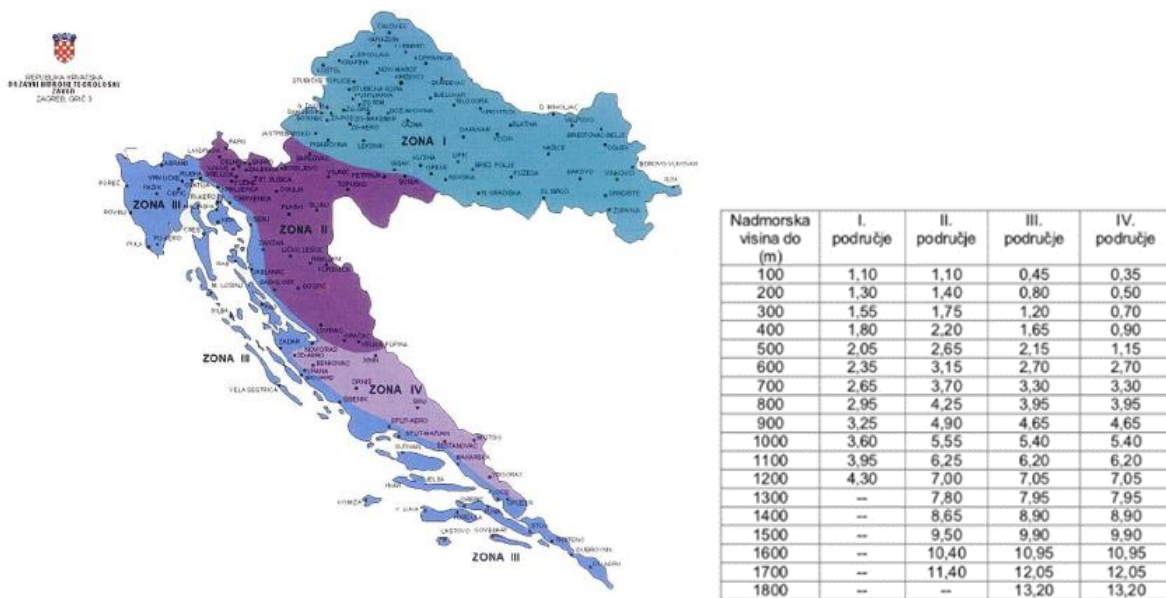
Slika 4.8. Koeficijent oblika

$$\alpha_1 \cong 5^\circ \rightarrow \mu_1 = 0,8$$

-  $C_e$  – koeficijent izloženosti  $C_e = 1,0$

-  $C_t$  – koeficijent izloženosti  $C_t = 1,0$

-  $S_k$  – karakteristična vrijednost opterećenja snijegom na tlu u  $kN/m^2$



Slika 4.9. Karta karakterističnog opterećenja snijegom i pripadajuće nadmorske visine

Građevina se nalazi na području Općine Marina, naselje Vinišće i spada u zonu III. (priobalje i otoci), nadmorska visina do 100m gdje karakteristično opterećenje snijegom iznosi  $s_k = 0,45 \text{ kN/m}^2$ .

Opterećenje snijegom na krovu s prethodno odabranim vrijednostima koeficijenata iznosi:

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

$$s = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,45 = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

Napomena: Opterećenje krova snijegom i vjetrom uzeto je u obzir prilikom zadavanja pokretnog opterećenja i to u iznosu od  $1,00 \text{ kN/m}^2$ .

### 4.2.3. Opterećenje vjetra na konstrukciju

Opterećenje vjetrom definirano je prema HRN EN 1991-1-4:2012.

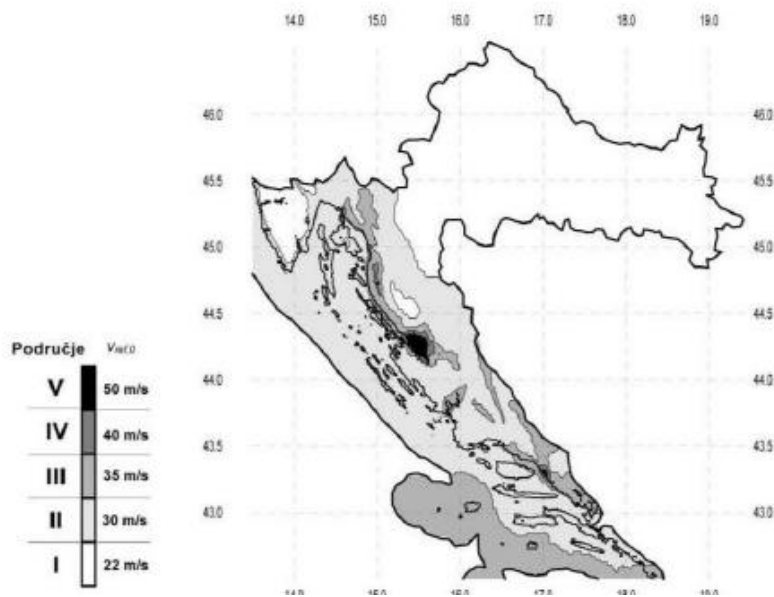
Vrijednost osnovne brzine vjetra na konstrukciju definirana je prema izrazu:

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}$$

$c_{dir}$  – faktor smjera vjetra ( $c_{dir} = 1,0$ )

$c_{season}$  – faktor godišnjeg doba ( $c_{season} = 1,0$ )

$v_{b,0}$  – temeljna vrijednost brzine vjetra ovisna o geografskom položaju objekta (očitava se s karte). 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.



Slika 4.10. Karta osnovnih brzina vjetra s obzirom na područje

Objekt se nalazi na području koje pripada II. vjetrovnoj zoni. Iz toga proizlazi da je:

$$v_{b,0} = 30 \text{ m/s}$$

Osnovna brzina vjetra s prethodno odabranim vrijednostima koeficijenata iznosi:

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}$$

$$v_b = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 30 = 30,00 \text{ m/s}$$

Osnovni pritisak vjetra:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho_{zraka} \cdot v_b^2$$

$\rho_{zraka}$  – gustoća zraka ( $\rho_{zraka} = 1,25 \text{ kg/m}^3$ )

$v_b$  – osnovna brzina vjetra

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho_{zraka} \cdot v_b^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 30,0^2 = 390 \text{ N/m}^2$$

Maksimalni tlak brzine vjetra:

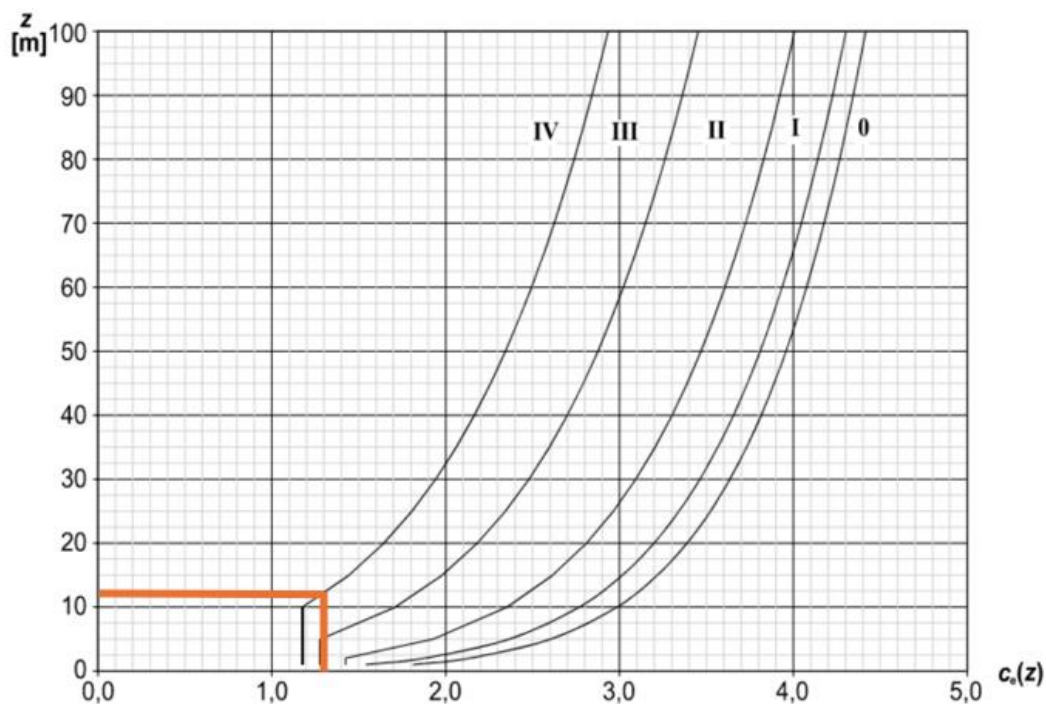
$$q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b$$

$c_e(z)$  – koeficijent izloženosti ovisan o visini građevine iznad tla ( $z$ ) i kategoriji terena

$$c_e(11,98 \text{ m}) = 1,30$$

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

Tablica 4.11. Kategorije terena



Slika 4.12. Grafički prikaz koeficijenta izloženosti  $c_e(z)$



Za kategoriju terena IV i visinu građevine od 11,98 metara iznad tla sa slike 4.12 očitana vrijednost koeficijenta  $c_e(z) = 1,30$ . Uvrštavanje dobivenih vrijednosti koeficijenta  $c_e(z)$  i osnovnog tlaka vjetra u jednadžbu.

$$q_p(z) = 1,30 \cdot 0,39 = 0,51 \frac{kN}{m^2}$$

U proračunu se koristi  $q_p(z) = 1,0 \text{ kN/m}^2$  za smjer x i za smjer y.

**Napomena: S obzirom na lokaciju i visinu građevine opterećenje od potresa je znatno dominantnije djelovanje.**

### 4.3. Izvanredno opterećenje

#### 4.3.1. Seizmičko opterećenje

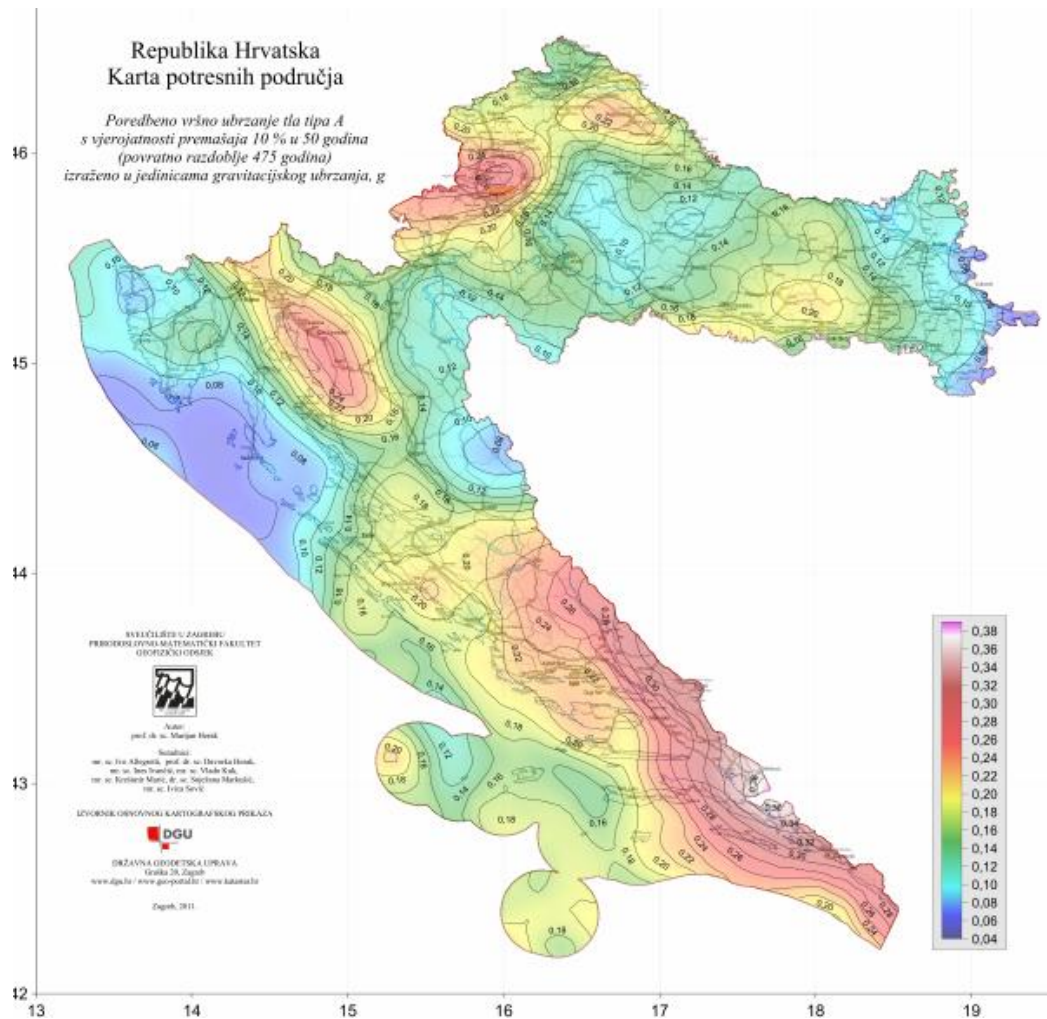
Opterećenje potresom definirano je s HRN EN 1998-1:2011.

Proračun djelovanja potresnih sila na konstrukciju proveden je pomoću računalnog programa Autodesk Robot u kojem je korištena modalna (spektralna) analiza.

Građevina se nalazi na lokaciji Vinišće gdje poredbeno vršno ubrzanje tla iznosi  $a_{gR} = 0,21 \text{ g} = 2,06 \text{ m/s}^2$  prema seizmološkoj karti Republike Hrvatske. Računsko ubrzanje je očitano za povratni period 475 godina.



Slika 4.13. Očitano ubrzanje za područje Vinišća



Slika 4.14. Karta potresnih područja Republike Hrvatske

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

Klasa tla A →  $S=1,0$

Proračun faktora ponašanja ovisi o vrsti i tipu konstrukcije. Pretpostavlja se srednja klasa (DCM) duktilnog ponašanja konstrukcije te sustav povezanih zidova.

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

Slika 4.15. Osnovne vrijednosti faktora ponašanja

Faktor ponašanja  $q$  osigurava sposobnost konstrukcije da apsorbira i gubi energiju unesenu potresnom što se ostvaruje oštećenjem konstrukcije. Proračun se temelji na spektru odziva koji je umanjen u odnosu na elastični spektar, to je proračunski spektar koji se dobije da se elastični spektar reducira s faktorom ponašanja  $q$ .

$$q = q_0 \cdot k_w \geq 1,5 \text{ za klasu DCM}$$

$$q_0 \rightarrow \text{osnovni faktor ponašanja} \rightarrow q_0 = 3,6 \cdot \frac{\alpha_0}{\alpha_1}$$

$$\frac{\alpha_0}{\alpha_1} = 1,2 \text{ (za sustave povezanih zidova)} \rightarrow \text{faktor prevladavajućeg sloma} \rightarrow$$

$$k_w = \frac{1 + \alpha_0}{3}$$

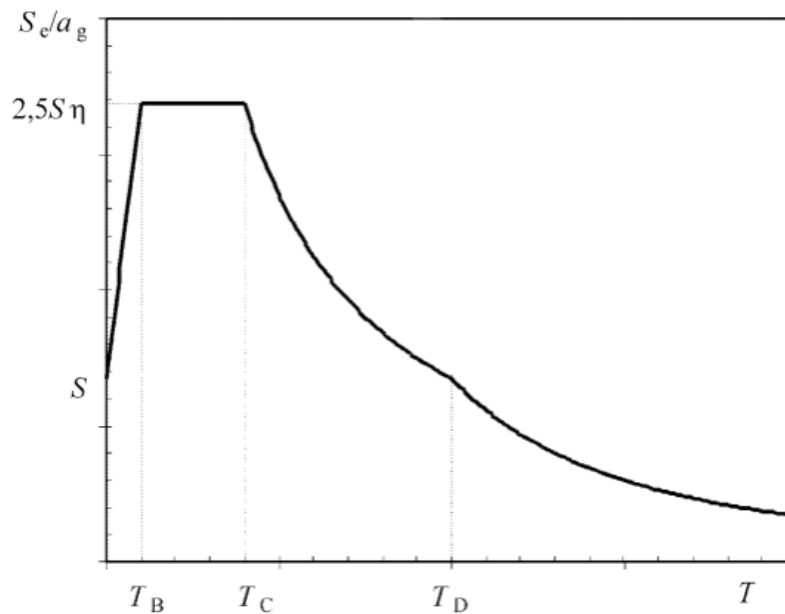
$$k_w = 1,0$$

Zgrada je pravilna po visini pa se uzima:

$$q = 3,6 \cdot 1 = 3,6$$

#### 4.3.2. Proračun građevine na seizmičko djelovanje metodom spektralne analize prema EC-8

Kao što je rečeno u cjelini prije to je proračunski spektar koji se dobije tako da se elastični spektar reducira s faktorom ponašanja  $q$ .



Slika 4.16. Elastični spektar odaziva

Gdje je:

$S_e(T)$  – elastični spektar odaziva

$T$ - period osciliranja sustava s jednim stupnjem slobode

$a_g$  – proračunsko ubrzanje tla za određeni povratni period

$T_B$  – donja granica perioda s granom konstantnog spektralnog ubrzanja

$T_C$  – gornja granica perioda s granom konstantnog spektralnog ubrzanja

$T_D$  – vrijednost koja definira početak konstantnog raspona odziva u spektru pomaka

$S$  – parametar tla

$\eta$  – korekcijski faktor prigušenja čija je vrijednost  $\eta = 1$  za viskozno prigušenje 5%

Ground type	S	$T_B$ (s)	$T_C$ (s)	$T_D$ (s)
A	1,0	0,15	0,4	2,0
B	1,2	0,15	0,5	2,0
C	1,15	0,20	0,6	2,0
D	1,35	0,20	0,8	2,0
E	1,4	0,15	0,5	2,0

Slika 4.17. Prikaz karakterističnih perioda ovisno o klasi tla

Ulazni podaci za proračun:

Slika 4.18. Ulazni podaci za proračun na potres

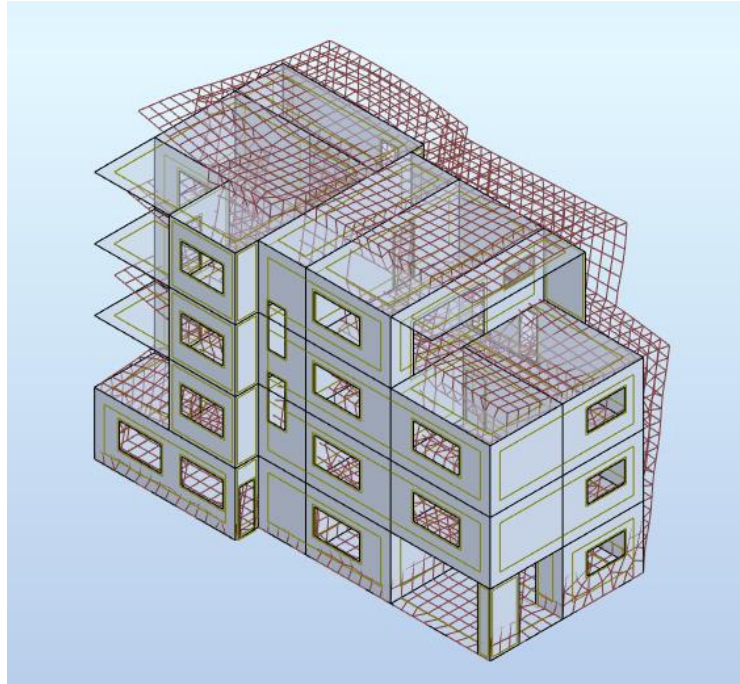
Za proračun seizmičkog opterećenja korištena je modalna (spektralna) analiza. Pri izračunu masa korištena je kombinacija stalnog opterećenja (vlastita težina konstrukcije i dodatno stalno opterećenje) i 50% promjenjivog opterećenja. Proveden je proračun te su dobiveni rezultati za 10 vlastitih oblika konstrukcije, njima pripadajućih perioda te ukupna sudjelujuća masa po svakom smjeru.

Tablica 4.19. Prikaz sudjelujućih masa

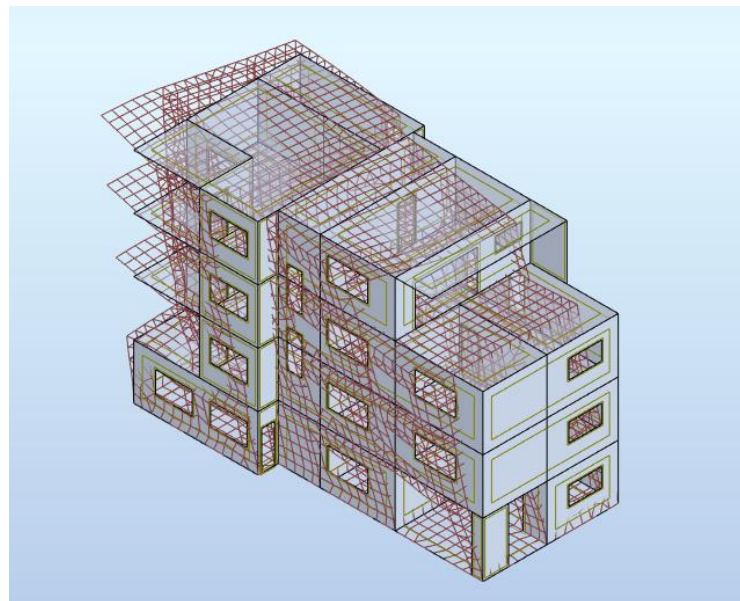
Case/Mode	Frequency (Hz)	Period (sec)	Rel.mas.UX (%)	Rel.mas.UY (%)	Rel.mas.UZ (%)	Cur.mas.UX (%)	Cur.mas.UY (%)	Cur.mas.UZ (%)	Total mass UX (kg)	Total mass UY (kg)	Total mass UZ (kg)
12/ 1	4.20	0.24	12.22	67.39	0.0	12.22	67.39	0.0	796563,18	796563,18	0.0
12/ 2	8.60	0.12	81.12	79.29	0.0	68.90	11.90	0.0	796563,18	796563,18	0.0
12/ 3	15.57	0.06	82.58	80.42	0.0	1.46	1.13	0.0	796563,18	796563,18	0.0
12/ 4	31.29	0.03	83.31	85.28	0.0	0.73	4.87	0.0	796563,18	796563,18	0.0
12/ 5	33.84	0.03	84.21	86.18	0.0	0.91	0.90	0.0	796563,18	796563,18	0.0
12/ 6	37.36	0.03	85.89	90.80	0.0	1.68	4.62	0.0	796563,18	796563,18	0.0
12/ 7	38.06	0.03	92.01	90.93	0.0	6.12	0.14	0.0	796563,18	796563,18	0.0
12/ 8	40.39	0.02	92.63	93.19	0.0	0.62	2.26	0.0	796563,18	796563,18	0.0
12/ 9	44.27	0.02	92.92	93.48	0.0	0.29	0.29	0.0	796563,18	796563,18	0.0
12/ 10	47.07	0.02	92.96	93.97	0.0	0.04	0.49	0.0	796563,18	796563,18	0.0

Rezultati prikazuju više od 90% aktivirane mase u svakom pojedinačnom smjeru. Prema EC-8 zadovoljen je uvjet da suma svih upotrijebljenih vlastitih oblika u proračunu moraju aktivirati najmanje 90% ukupne mase.

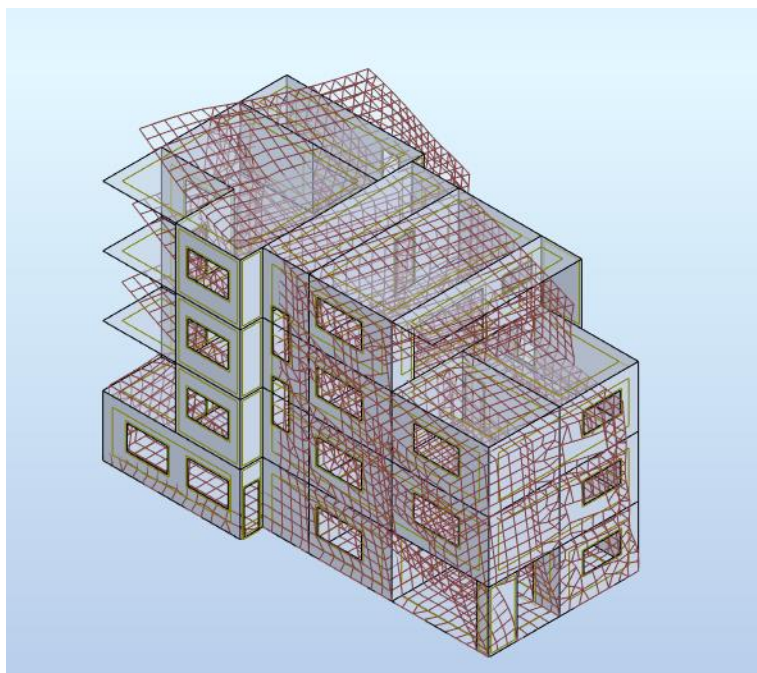
#### 4.3.3. Prikaz vlastitih vektora



Slika 4.20. Grafički prikaz prvog vlastitog vektora



Slika 4.21. Grafički prikaz drugog vlastitog vektora



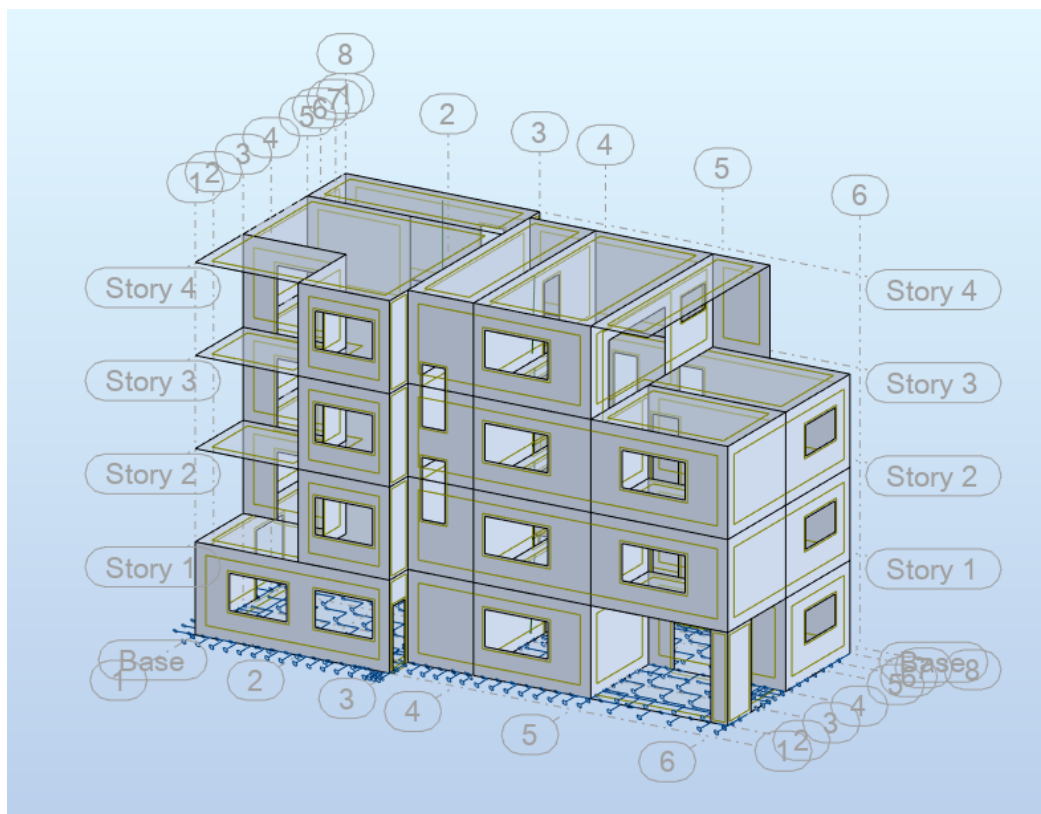
Slika 4.22. Grafički prikaz trećeg vlastitog vektora



## 5. NUMERIČKI MODEL I KOMBINACIJE DJELOVANJA

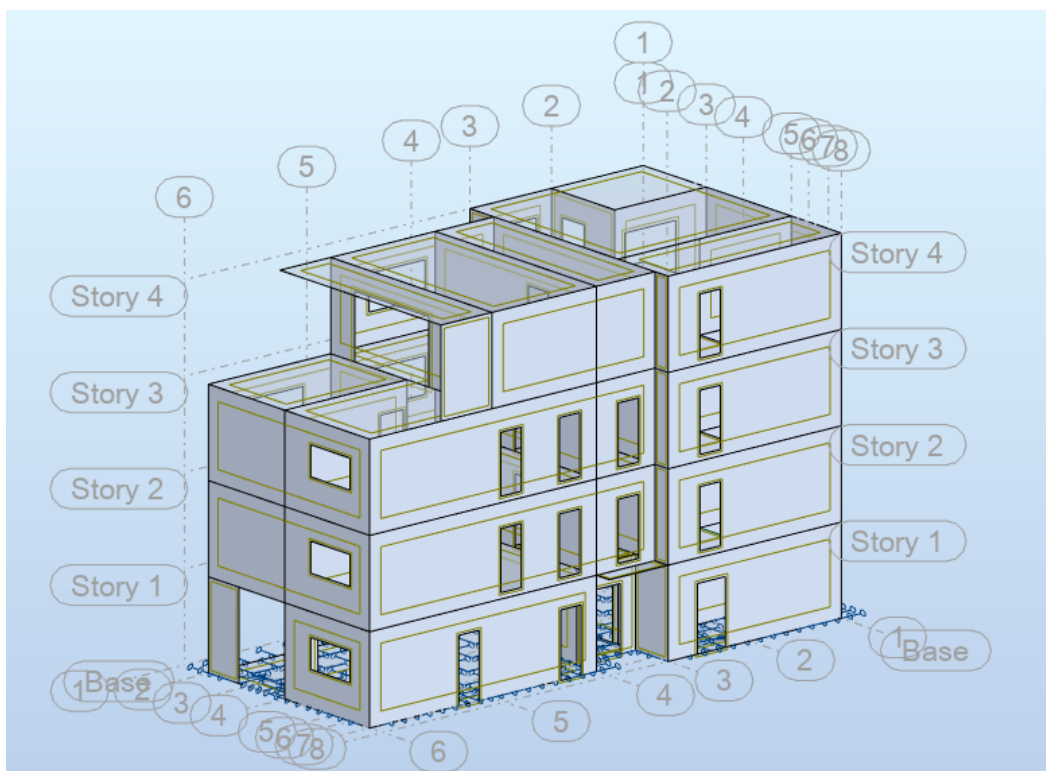
### 5.1. Numerički model

Za proračun konstrukcije napravljen je 3D model zgrade koji se sastoji od 2D plošnih elemenata (ploče i zidovi). Međukatne konstrukcije su pune AB ploče debljine 16 cm. Zidovi su armiranobetonski debljine 20 cm. Kuća se sastoji od prizemlja i tri etaže. Za potrebe projekta napravljen je jedan model u kojem je građevina temeljena elastičnim ležajevima. Taj nam model služi za proračun reznih sila u pločama, zidovima, temeljnoj ploči i stubištu te njihovo daljnje dimenzioniranje. Prostorni model građevine opterećen je stalnim opterećenjem (vlastita težina i dodatno stalno opterećenje), promjenjivim i izvanrednim opterećenjem. Model je proračunat računalnim programom „Autodesk Robot“.

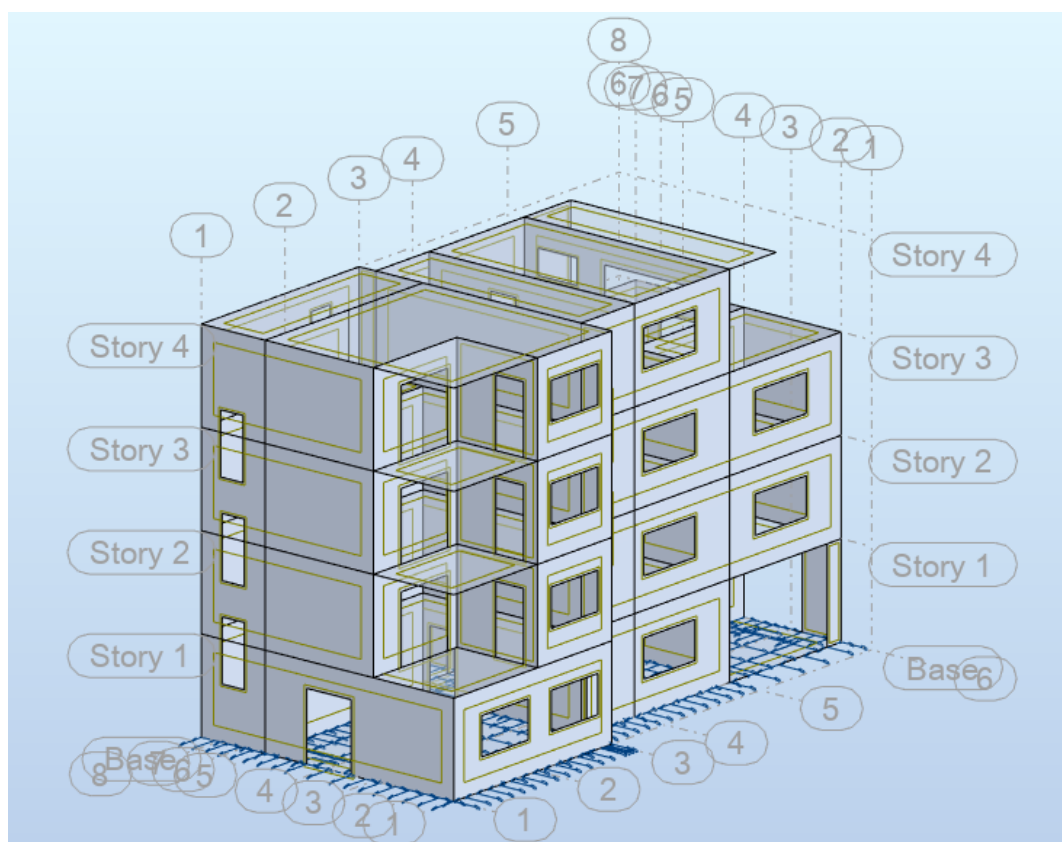


Slika 5.1. Prikaz numeričkog modela konstrukcije (pogled 1)





Slika 5.2. Prikaz numeričkog modela konstrukcije (pogled 2)



Slika 5.3. Prikaz numeričkog modela konstrukcije (pogled 3)

## 5.2. Kombinacije opterećenja

Rezultati numeričkog proračuna su prikazani za računsko granično opterećenje koje se dobiva kao kombinacija stalnog, dodatno stalnog, korisnog, vjetra i potresnog opterećenja, prema izrazima navedenim u nastavku.

### GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI:

*Uobičajne kombinacije djelovanja:*

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

*Seizmičke kombinacije djelovanja:*

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

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

### GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI:

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

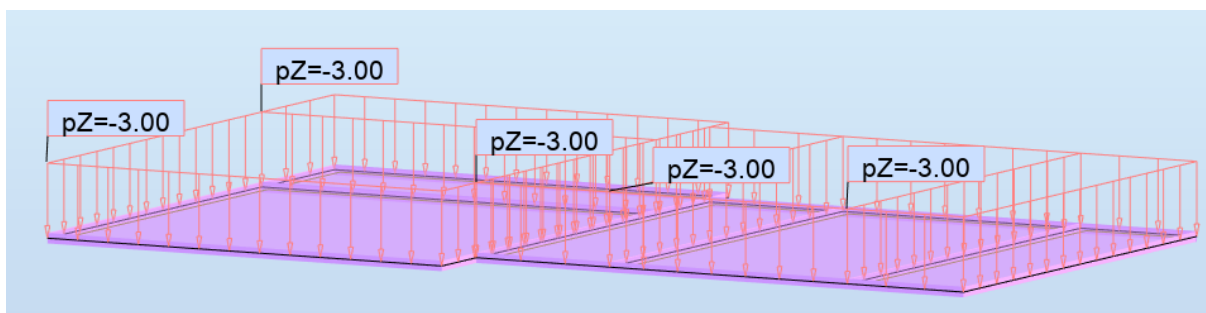
## 6. PRORAČUN HORIZONTALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE

Proračun armiranobetonskih ploča definiran je Eurokodom 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.

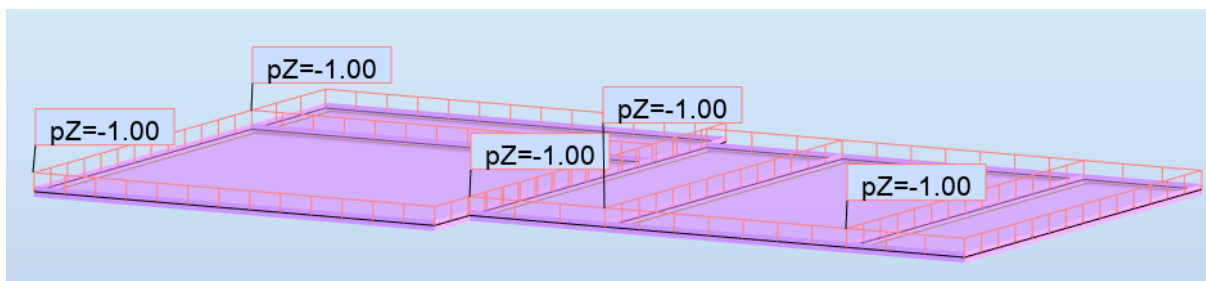
U nastavku su prikazani ulazni podaci, podaci o opterećenjima, podaci o materijalima, te relevantni rezultati proračuna i na kraju dimenzioniranje promatranog nosivog elementa. Sve armiranobetonske ploče projektiranje su na debljinu 16 cm, klasu betona C25/30 te armirane s B500B.

### 6.1. Proračun krovne ploče pozicije 400

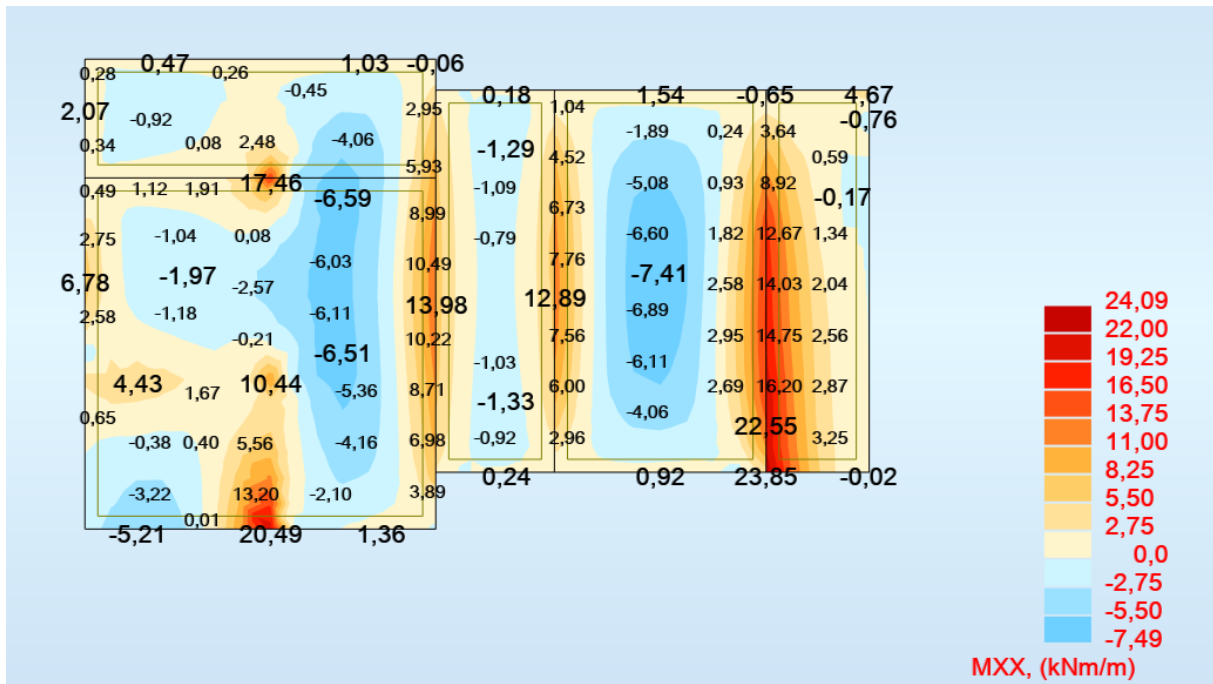
#### 6.1.1. Prikaz opterećenja



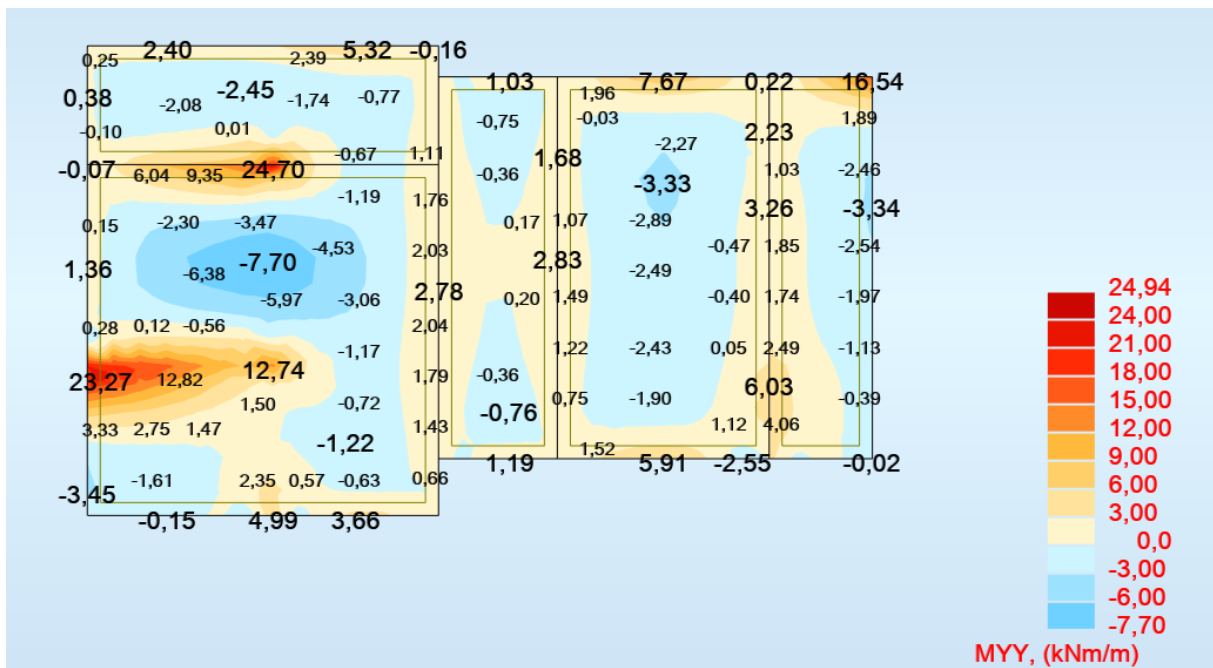
Slika 6.1. Dodatno stalno opterećenje (kN/m<sup>2</sup>)



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



Slika 6.3. Moment savijanja  $M_x$  za kombinaciju GSN



Slika 6.4. Moment savijanja  $M_y$  za kombinaciju GSN

### 6.1.2. Dimenzioniranje na savijanje

#### Postupak dimenzioniranja:

$$\text{Beton: } \frac{C25}{30} f_{ck} = 25 \text{ MPa}, \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,5} = \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa} = 1,7 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Armatura: B500B } f_{yk} = 500 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{1,15} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa} = 43,48 \text{ kN/cm}^2$$

$$b_{pl} = 100 \text{ cm}, h_{pl} = 16 \text{ cm}, d_{pl} = 13 \text{ cm}$$

Limitirajući moment savijanja:

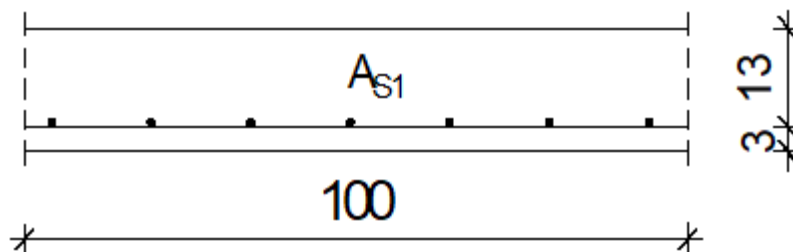
$$M_{Rd,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0,159 \cdot 1,0 \cdot 0,13^2 \cdot 16,67 \cdot 1000 = 44,79 \text{ kNm}$$

Minimalna armatura za ploče:

$$A_{s1,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 0,26 \cdot \frac{2,6}{500} \cdot 100 \cdot 13 = 1,76 \text{ cm}^2$$

-odabrano minimalno Q-257

#### Proračun u polju (donja zona) :



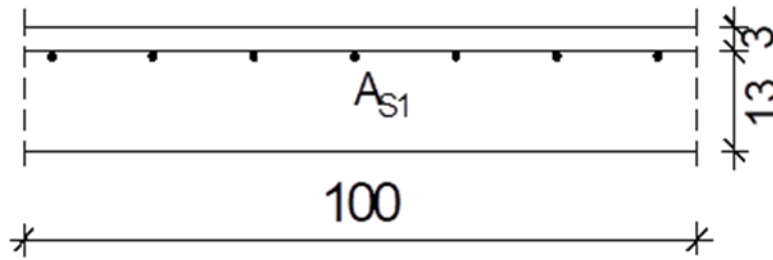
$$M_{Ed} = 7,70 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{7,70 \cdot 100}{100 \cdot 13^2 \cdot 1,67} = 0,028$$

$$\text{Za } \varepsilon_{s1} = 10\text{‰}, \quad \varepsilon_{c2} = 1,0\text{‰}, \quad \zeta = 0,968, \quad \xi = 0,091$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{7,70 \cdot 100}{0,968 \cdot 13 \cdot 43,48} = 1,41 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**Odabrana armatura: Q-257 (2,57cm<sup>2</sup>)**

**Proračun u ležaju (gornja zona) :**

$$M_{Ed} = 20,00 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{20,00 \cdot 100}{100 \cdot 130^2 \cdot 1,67} = 0,071$$

$$\text{Za } \varepsilon_{s1} = 10\text{‰}, \quad \varepsilon_{c2} = 1,7\text{‰}, \quad \zeta = 0,947, \quad \xi = 0,145$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{20,00 \cdot 100}{0,947 \cdot 130 \cdot 43,48} = 3,74 \text{ cm}^2$$

**Odabrana armatura: R-385 (3,85cm<sup>2</sup>)**

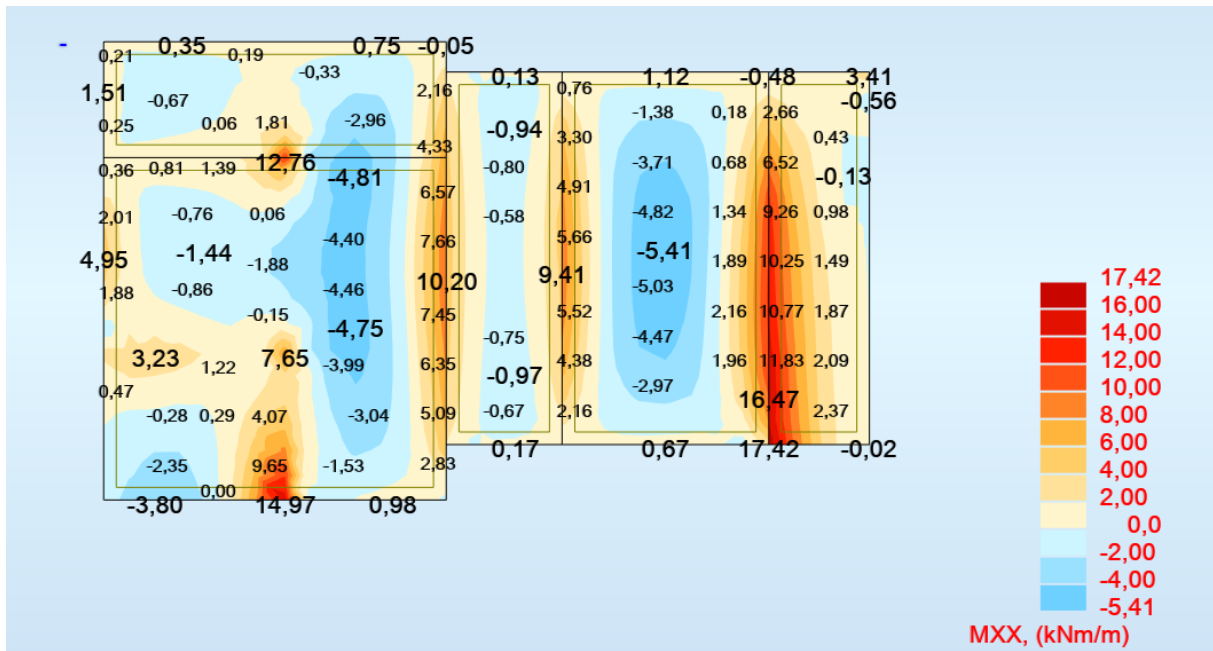
Napomena: Ekstremna vrijednost momenta savijanja u ležaju prikazana na skali na slikama nije korištena u proračunu zbog toga što računalni program numerički daje rezultate u beskonačno maloj točki. Mjerodavna vrijednost momenta savijanja uzeta je manja jer je realnija (vidljivo po boji skaliranja na slikama).

### 6.1.3. Kontrola pukotina

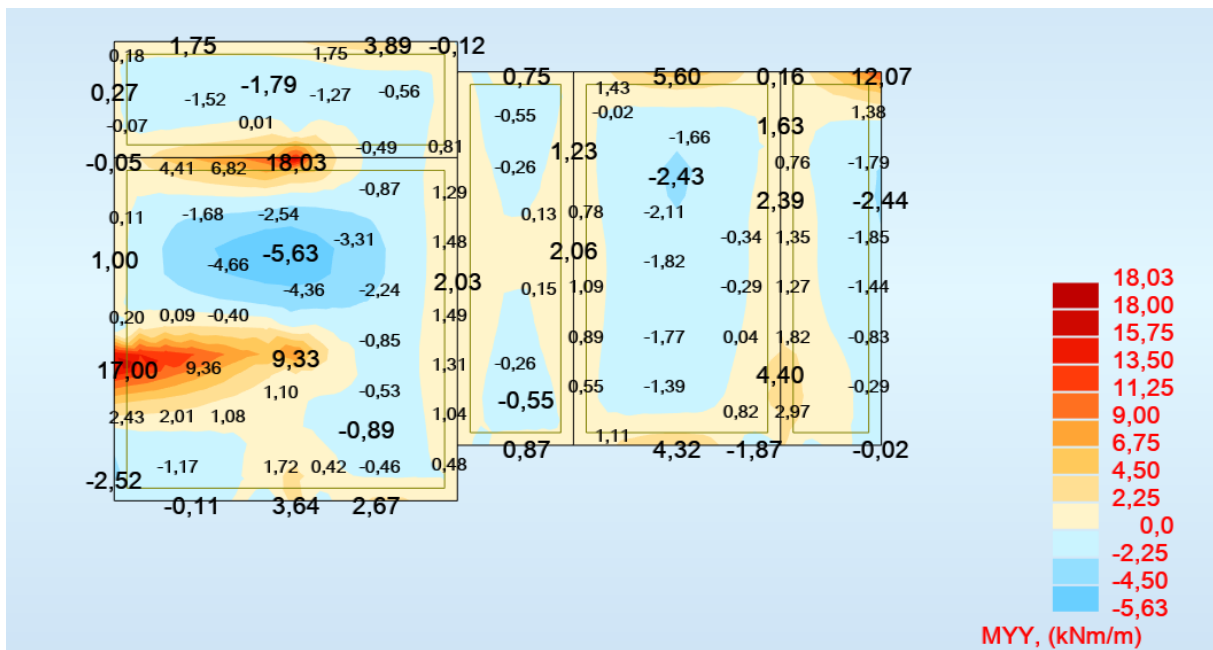
Mjerodavni momenti u ploči dobiveni su iz kombinacije za granično stanje uporabljivosti :  $1,0 \cdot (g + \Delta g) + 1,0 \cdot q$ .

Granična vrijednost širine pukotina :  $w_g = 0,3 \text{ mm}$  (prema EC2).

Proračunska vrijednost širine pukotine: (prema EC-2):  $w_g > S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$ .



Slika 6.5. Moment savijanja  $M_x$  za kombinaciju GSU

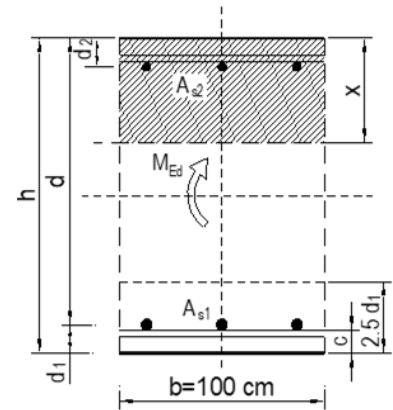


Slika 6.6. Moment savijanja  $M_y$  za kombinaciju GSU

Tražena površina armature u donjoj zoni ploče je 1,41 cm<sup>2</sup>, usvojena mreža je Q-257.

$$M_{Ed} = 5,6 \text{ kNm}$$

b =	100,0	cm	d =	13,0	cm	h =	16,0	cm
f <sub>ck</sub> =	25,0	MN/m <sup>2</sup>	f <sub>ctm</sub> =	2,60	MN/m <sup>2</sup>	w <sub>g</sub> =	0,30	mm
A <sub>s1</sub> =	2,57	cm <sup>2</sup>	A <sub>s2</sub> =	0,00	cm <sup>2</sup>	d <sub>1</sub> = d <sub>2</sub> =	3,0	cm
E <sub>s</sub> =	200,00	GN/m <sup>2</sup>	E <sub>cm</sub> =	31,00	GN/m <sup>2</sup>	α <sub>e</sub> =	6,45	
M <sub>Ed</sub> =	5,60	kNm	k <sub>t</sub> =	0,40				
σ <sub>s</sub> =	186,238	MN/m <sup>2</sup>						
x =	1,917	cm	ρ <sub>p,eff</sub> =	0,00343				
(ε <sub>sm</sub> - ε <sub>cm</sub> ) =	-0,0006199	<	0,6 · σ <sub>s</sub> /E <sub>s</sub>	=	0,0005587			
Ø =	7,0	mm	c =	2,50	cm			
k <sub>1</sub> =	0,8		k <sub>2</sub> =	0,50				
k <sub>3</sub> =	3,4		k <sub>4</sub> =	0,43				
S <sub>r,max</sub> =	359,86	mm						
			W <sub>k</sub> = S <sub>r,max</sub>					
			· (ε <sub>sm</sub> - ε <sub>cm</sub> ) =	0,223	mm	<	w <sub>g</sub>	



Karakteristična širina pukotina:

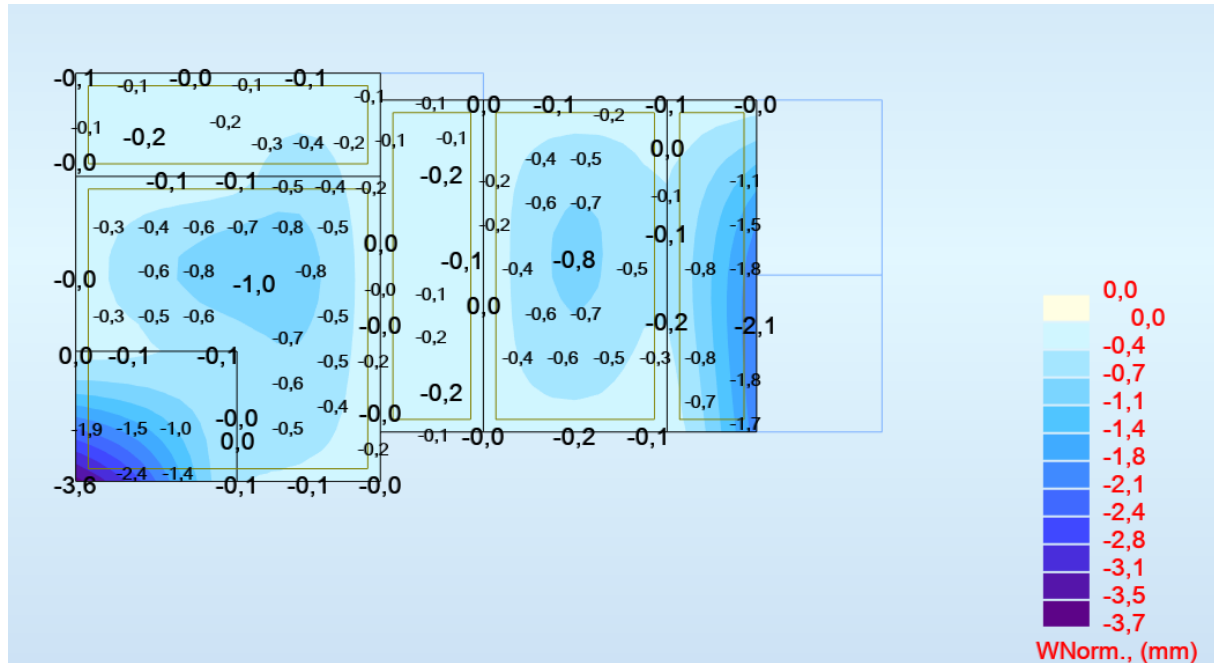
$$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{sm}) = 0,223 \text{ mm} < w_g = 0,3 \text{ mm}$$

Pukotine zadovoljavaju



### 6.1.4. Kontrola progiba

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



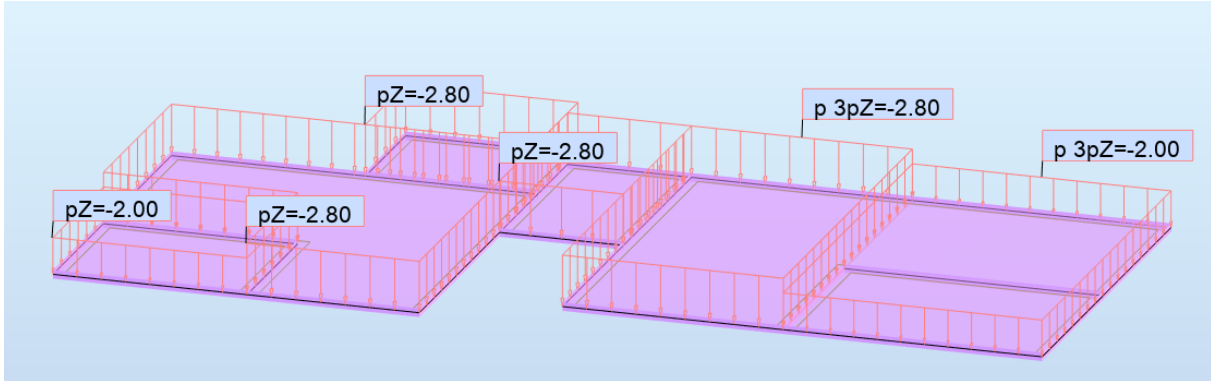
Slika 6.7. Progibi – rezultati u mm

Granični progib ploče na rubu:  $f_{p,dop} = \frac{l}{150} = \frac{3600}{150} = 24 \text{ mm} > 3,6 \text{ mm}$

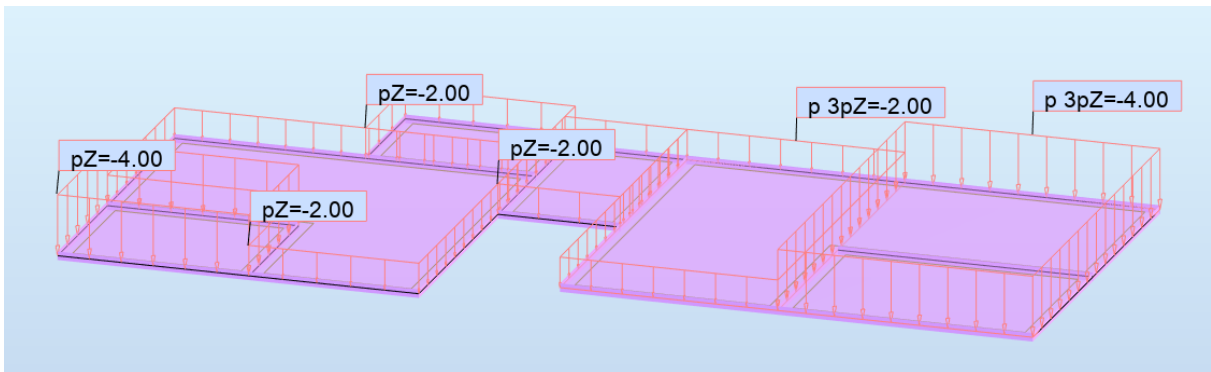
Dimenzija ploče i odabrana armatura zadovoljavaju u pogledu progiba.

## 6.2. Proračun međukatne ploče pozicije 300

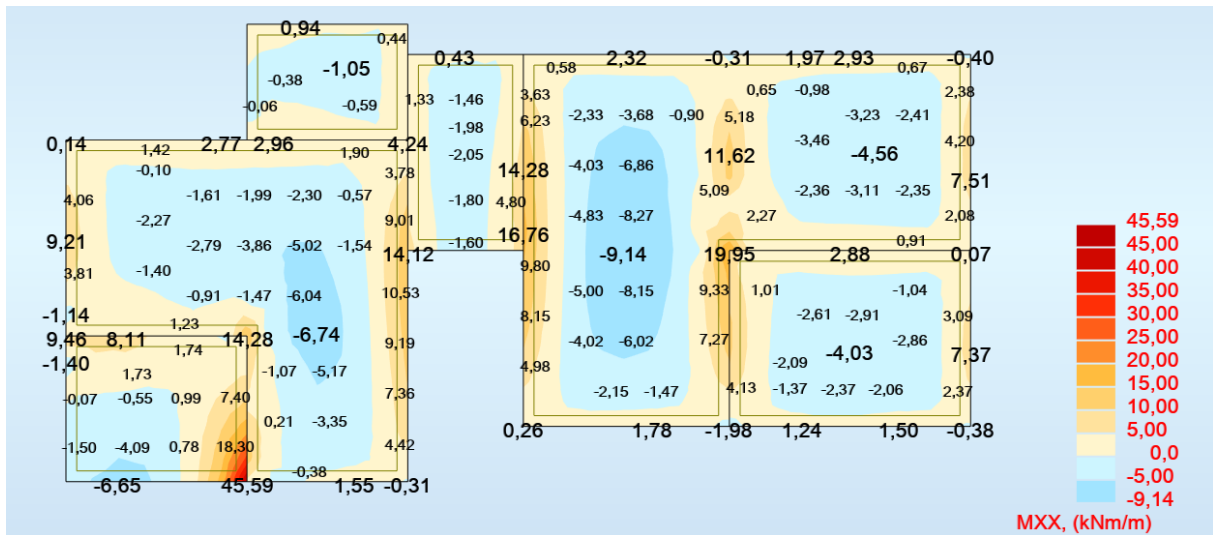
### 6.2.1. Prikaz opterećenja



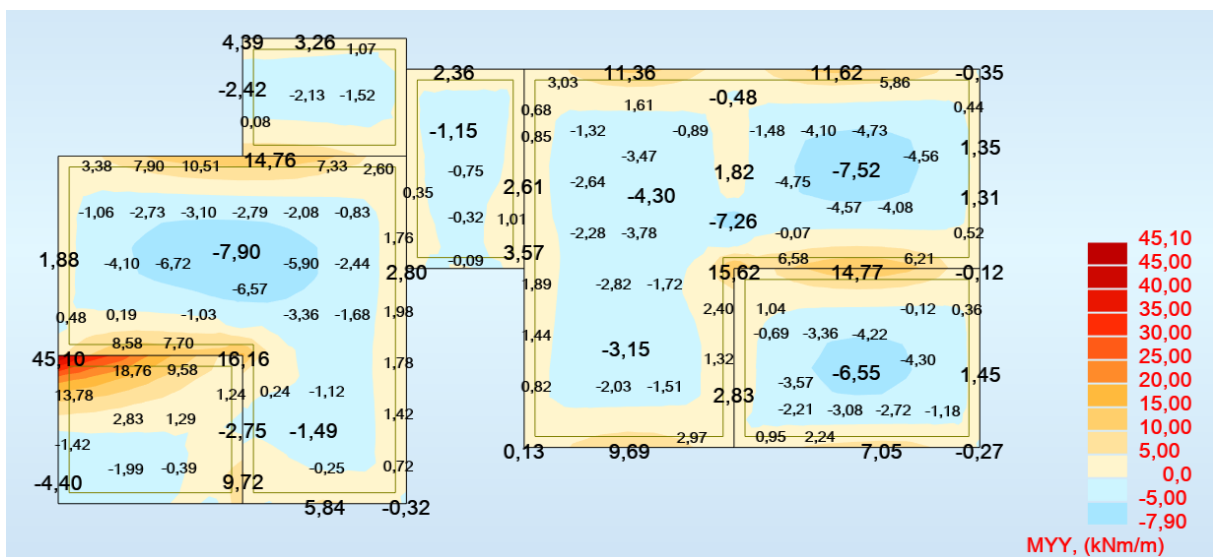
Slika 6.8. Dodatno stalno opterećenje (kN/m<sup>2</sup>)



Slika 6.9. Pokretno opterećenje (kN/m<sup>2</sup>)



Slika 6.10. Moment savijanja  $M_x$  za kombinaciju GSN



Slika 6.11. Moment savijanja  $M_y$  za kombinaciju GSN

## 6.2.2. Dimenzioniranje na savijanje

### Postupak dimenzioniranja:

$$\text{Beton: } \frac{C25}{30} f_{ck} = 25 \text{ MPa}, \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,5} = \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa} = 1,7 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Armatura: B500B } f_{yk} = 500 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{1,15} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa} = 43,48 \text{ kN/cm}^2$$

$$b_{pl} = 100 \text{ cm}, h_{pl} = 16 \text{ cm}, d_{pl} = 13 \text{ cm}$$

Limitirajući moment savijanja:

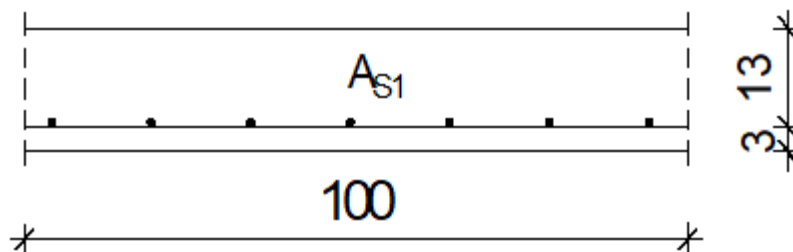
$$M_{Rd,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0,159 \cdot 1,0 \cdot 0,13^2 \cdot 16,67 \cdot 1000 = 44,79 \text{ kNm}$$

Minimalna armatura za ploče:

$$A_{s1,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 0,26 \cdot \frac{2,6}{500} \cdot 100 \cdot 13 = 1,76 \text{ cm}^2$$

-odabrano minimalno Q-257

### Proračun u polju (donja zona) :



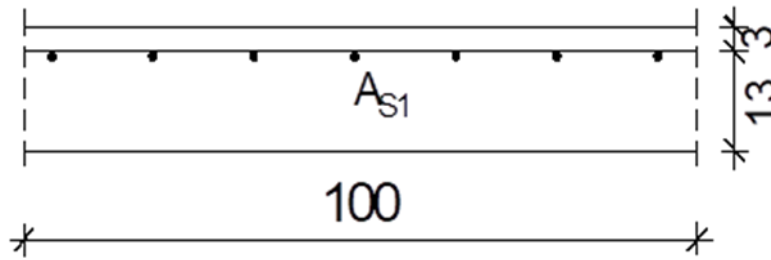
$$M_{Ed} = 9,14 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{9,14 \cdot 100}{100 \cdot 13^2 \cdot 16,67} = 0,032$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{9,14 \cdot 100}{0,965 \cdot 13 \cdot 43,48} = 1,68 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**Odabrana armatura: Q-257 (2,57cm<sup>2</sup>)**

**Proračun u ležaju (gornja zona) :**

$$M_{Ed} = 19,95 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{19,95 \cdot 100}{100 \cdot 13^2 \cdot 1,67} = 0,071$$

$$\text{Za } \varepsilon_{s1} = 10\text{‰}, \quad \varepsilon_{c2} = 1,7\text{‰}, \quad \zeta = 0,947, \quad \xi = 0,145$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{19,95 \cdot 100}{0,947 \cdot 13 \cdot 43,48} = 3,73 \text{ cm}^2$$

**Odabrana armatura: R-385 (3,85cm<sup>2</sup>)**

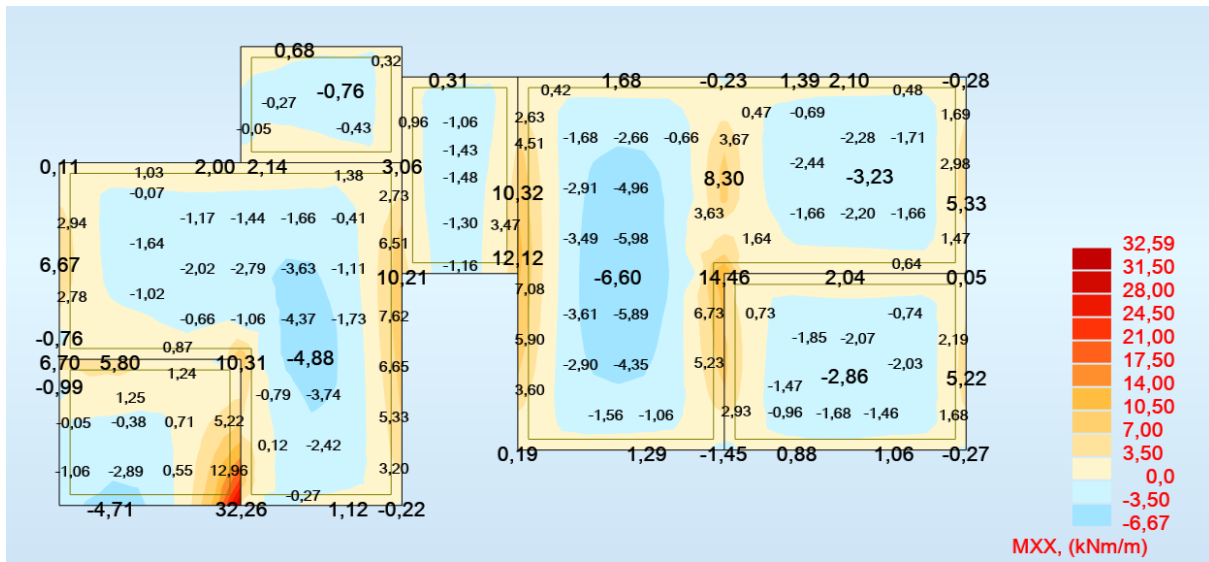
Napomena: Ekstremna vrijednost momenta savijanja u ležaju prikazana na skali na slikama nije korištena u proračunu zbog toga što računalni program numerički daje rezultate u beskonačno maloj točki. Mjerodavna vrijednost momenta savijanja uzeta je manja jer je realnija (vidljivo po boji skaliranja na slikama).

### 6.2.3. Kontrola pukotina

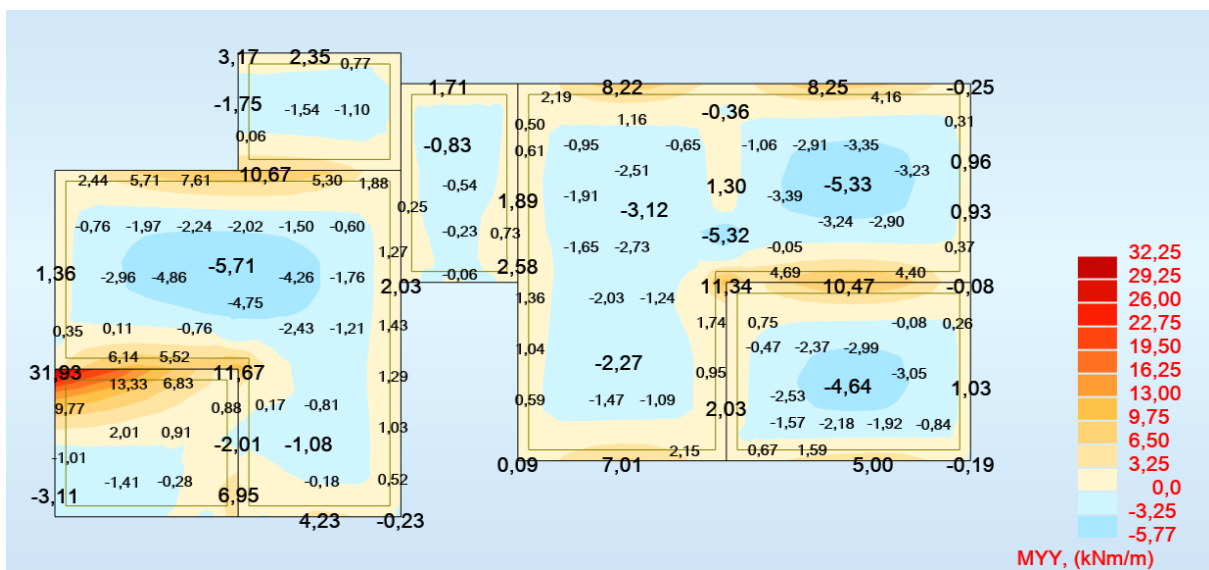
Mjerodavni momenti u ploči dobiveni su iz kombinacije za granično stanje uporabljivosti :  $1,0 \cdot (g + \Delta g) + 1,0 \cdot q$ .

Granična vrijednost širine pukotina :  $w_g = 0,3 \text{ mm}$  (prema EC2).

Proračunska vrijednost širine pukotine: (prema EC-2):  $w_g > S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$ .



Slika 6.12. Moment savijanja  $M_x$  za kombinaciju GSU

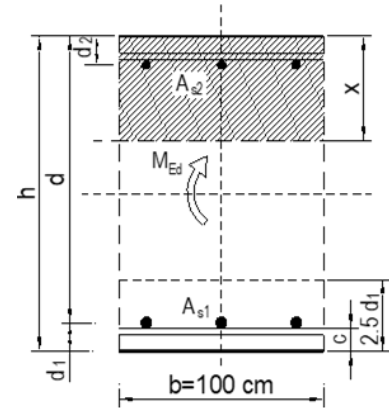


Slika 6.13. Moment savijanja  $M_y$  za kombinaciju GSU

Tražena površina armature u donjoj zoni ploče je  $1,68 \text{ cm}^2$ , usvojena mreža je **Q-257**.

$$M_{Ed} = 6,6 \text{ kNm}$$

$b =$	100,0	cm	$d =$	13,0	cm	$h =$	16,0	cm
$f_{ck} =$	25,0	MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,60	MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30	mm
$A_{s1} =$	2,57	cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00	cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0	cm
$E_s =$	200,00	GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,00	GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_{e} =$	6,45	
$M_{Ed} =$	6,60	kNm	$k_t =$	0,40				
$\sigma_s =$	219,50	MN/m <sup>2</sup>						
$x =$	1,917	cm	$\rho_{p,eff} =$	0,00343				
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	-0,000454	<	$0,6 \cdot \sigma_s / E_s =$	0,000659				
$\emptyset =$	7,0	mm	$c =$	2,50	cm			
$k_1 =$	0,8		$k_2 =$	0,50				
$k_3 =$	3,4		$k_4 =$	0,43				
$S_{r,max} =$	359,86	mm						
	$w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,163	mm	<	$w_g$			



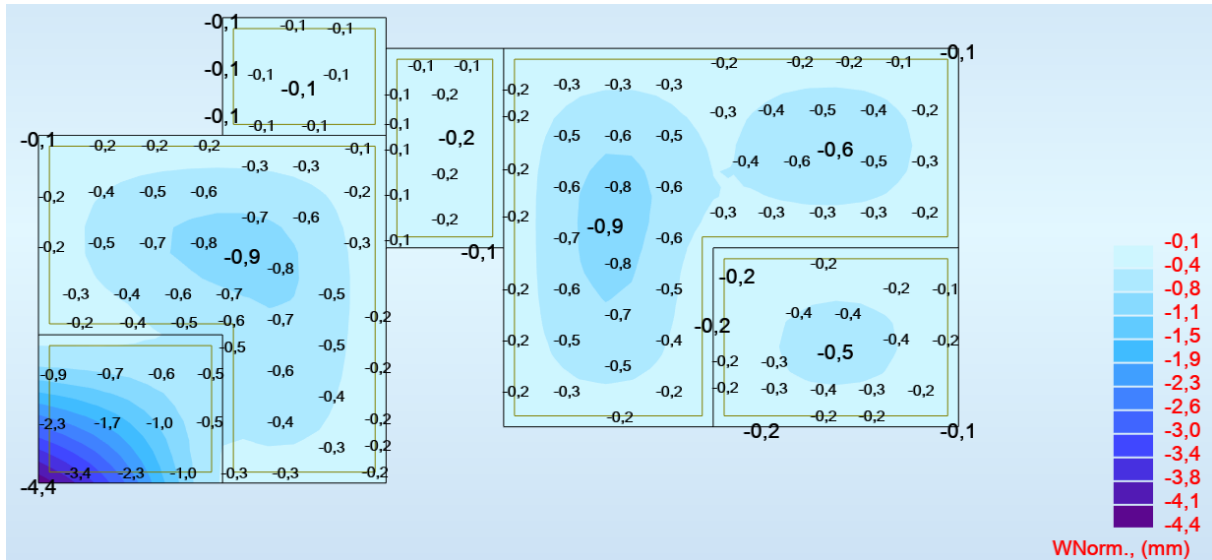
Karakteristična širina pukotina:

$$w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{sm}) = 0,163 \text{ mm} < w_g = 0,3 \text{ mm}$$

Pukotine zadovoljavaju

### 6.2.4. Kontrola progiba

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



Slika 6.14. Progibi – rezultati u mm

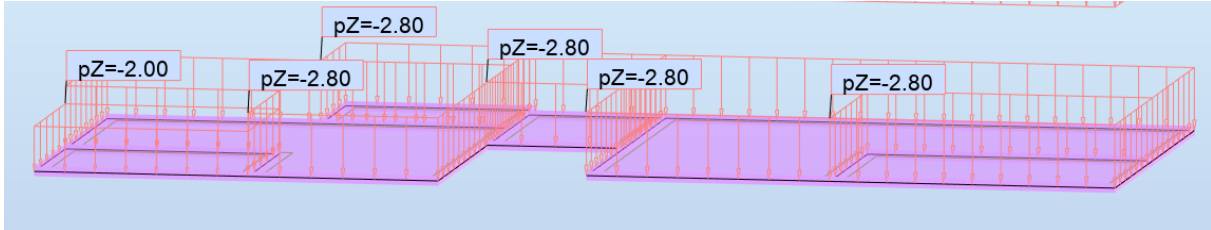
Granični progib ploče na rubu:  $f_{p,dop} = \frac{l}{150} = \frac{3600}{150} = 24 \text{ mm} > 4,4 \text{ mm}$

Dimenzija ploče i odabrana armatura zadovoljavaju u pogledu progiba.

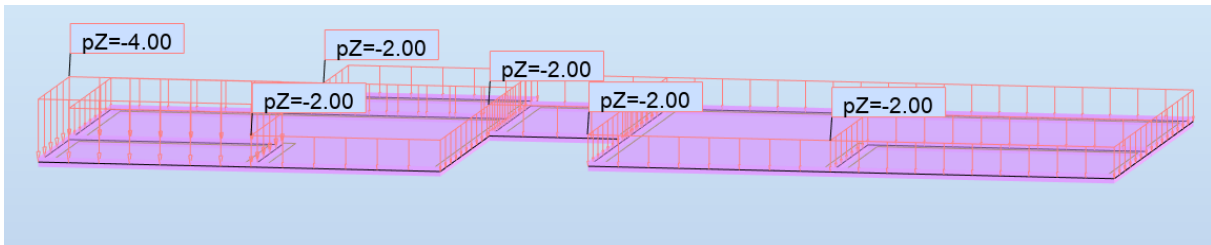


### 6.3. Proračun međukatne ploče pozicije 200

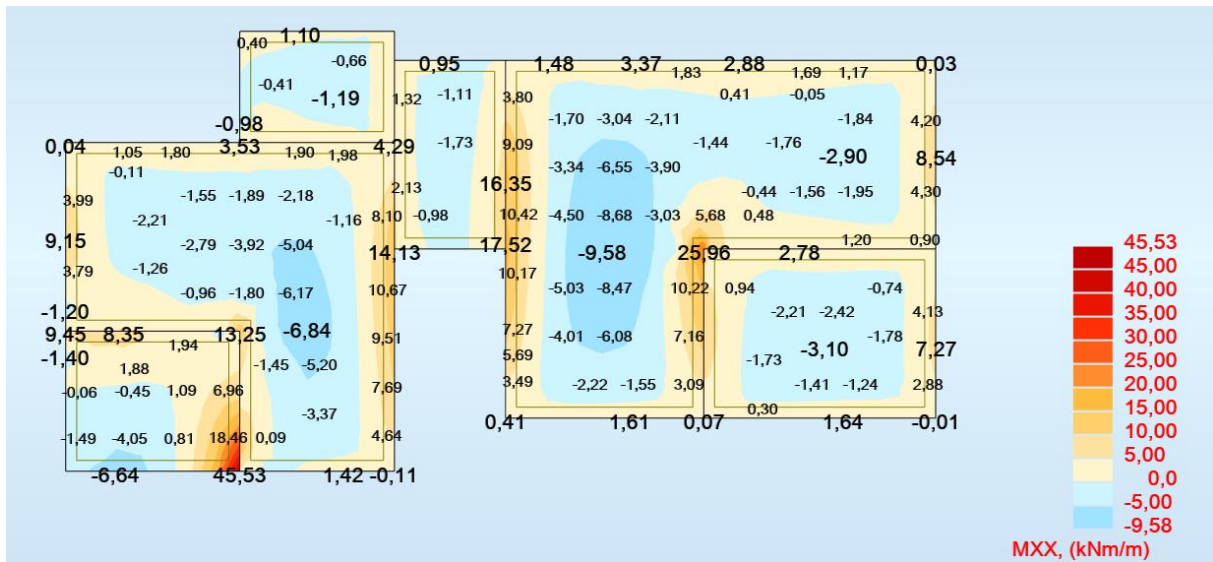
#### 6.3.1. Prikaz opterećenja



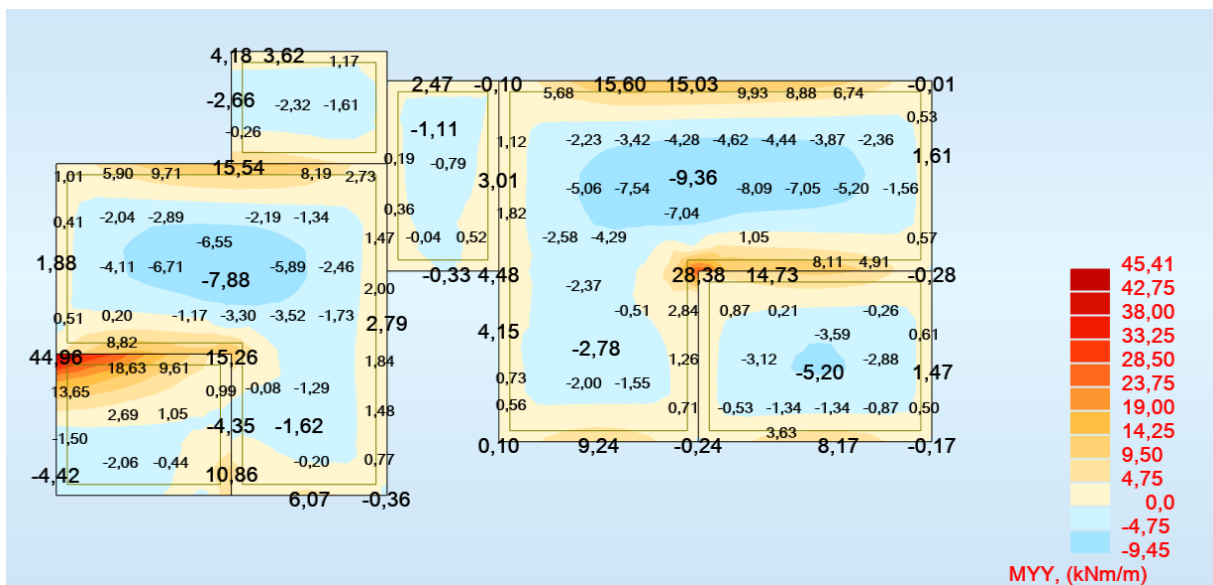
Slika 6.15. Dodatno stalno opterećenje ( $kN/m^2$ )



Slika 6.16. Pokretno opterećenje ( $kN/m^2$ )



Slika 6.17. Moment savijanja  $M_x$  za kombinaciju GSN



Slika 6.18. Moment savijanja  $M_y$  za kombinaciju GSN

### 6.3.2. Dimenzioniranje na savijanje

#### Postupak dimenzioniranja:

$$\text{Beton: } \frac{C25}{30} f_{ck} = 25 \text{ MPa}, \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,5} = \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa} = 1,7 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Armatura: B500B } f_{yk} = 500 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{1,15} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa} = 43,48 \text{ kN/cm}^2$$

$$b_{pl} = 100 \text{ cm}, h_{pl} = 16 \text{ cm}, d_{pl} = 13 \text{ cm}$$

Limitirajući moment savijanja:

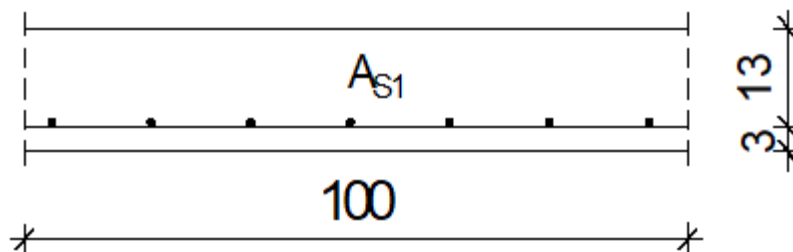
$$M_{Rd,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0,159 \cdot 1,0 \cdot 0,13^2 \cdot 16,67 \cdot 1000 = 44,79 \text{ kNm}$$

Minimalna armatura za ploče:

$$A_{s1,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 0,26 \cdot \frac{2,6}{500} \cdot 100 \cdot 13 = 1,76 \text{ cm}^2$$

-odabrano minimalno Q-257

#### Proračun u polju (donja zona):



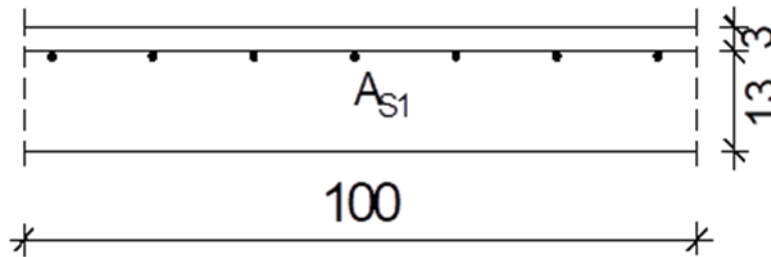
$$M_{Ed} = 9,58 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{9,58 \cdot 100}{100 \cdot 13^2 \cdot 16,67} = 0,034$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{9,58 \cdot 100}{0,965 \cdot 13 \cdot 43,48} = 1,76 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**Odabrana armatura: Q-257 (2,57cm<sup>2</sup>)**

**Proračun u ležaju (gornja zona) :**

$$M_{Ed} = 28,38 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{28,38 \cdot 100}{100 \cdot 13^2 \cdot 1,67} = 0,101$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{28,38 \cdot 100}{0,928 \cdot 13 \cdot 43,48} = 5,41 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**Odabrana armatura: R-636 (6,36cm<sup>2</sup>)**

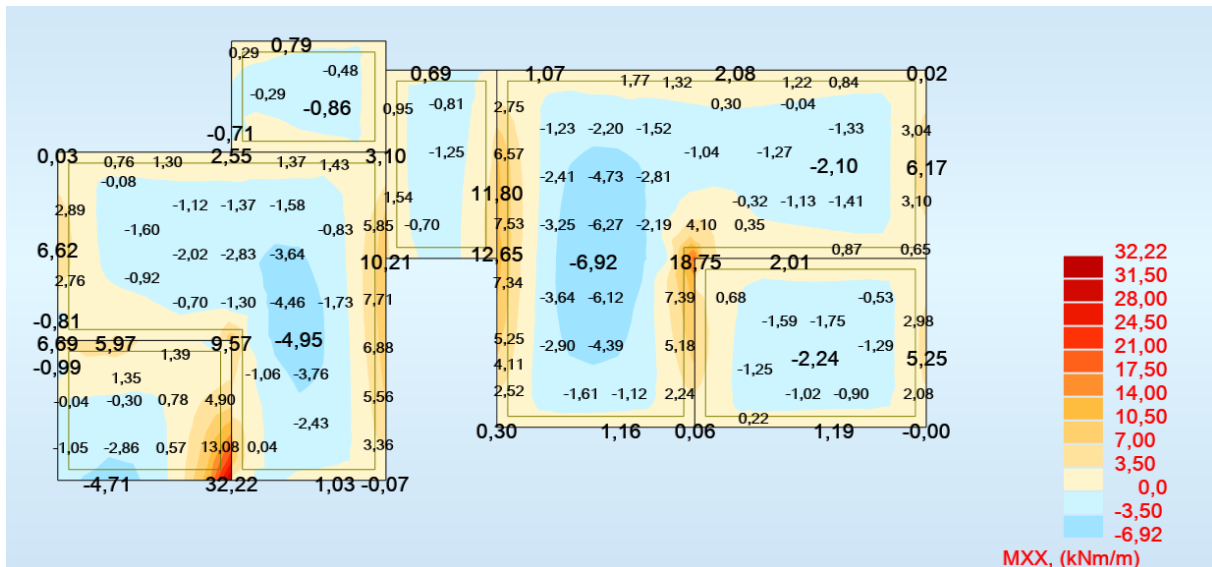
Napomena: Ekstremna vrijednost momenta savijanja u ležaju prikazana na skali na slikama nije korištena u proračunu zbog toga što računalni program numerički daje rezultate u beskonačno maloj točki. Mjerodavna vrijednost momenta savijanja uzeta je manja jer je realnija (vidljivo po boji skaliranja na slikama).

### 6.3.3. Kontrola pukotina

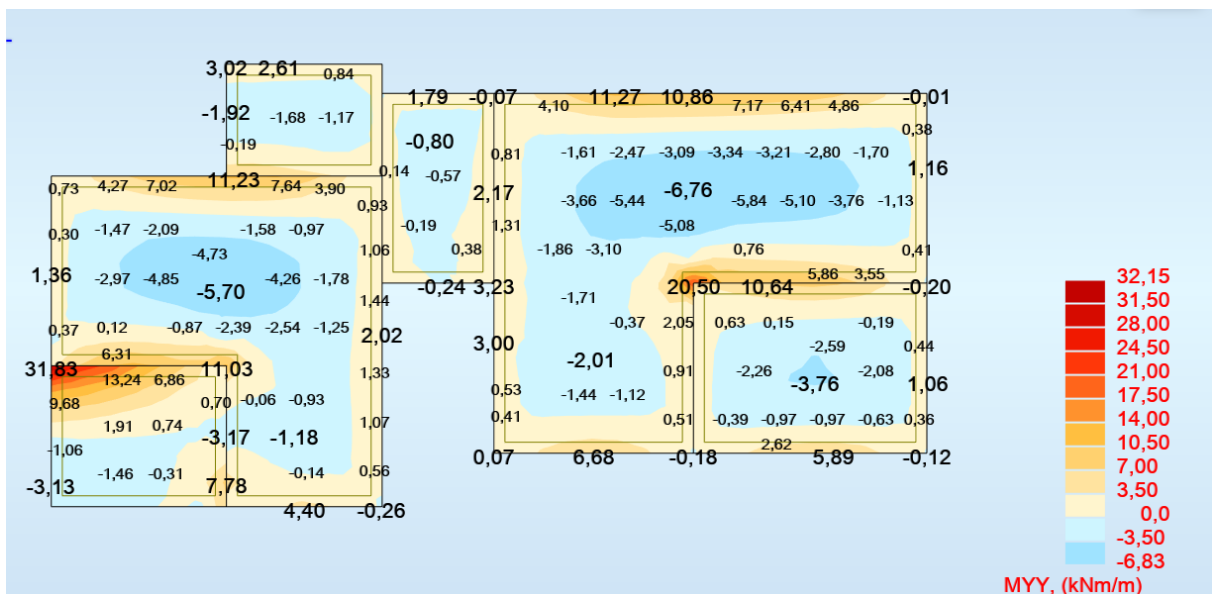
Mjerodavni momenti u ploči dobiveni su iz kombinacije za granično stanje uporabljivosti :  $1,0 \cdot (g + \Delta g) + 1,0 \cdot q$ .

Granična vrijednost širine pukotina :  $w_g = 0,3 \text{ mm}$  (prema EC2).

Proračunska vrijednost širine pukotine: (prema EC-2):  $w_g > S_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$ .



Slika 6.19. Moment savijanja  $M_x$  za kombinaciju GSU

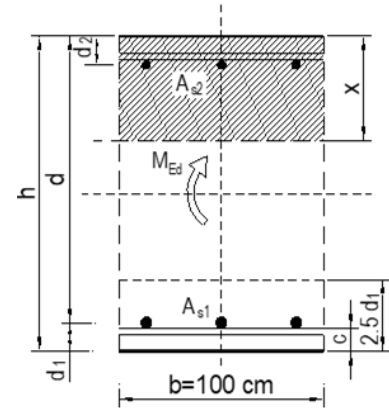


Slika 6.20. Moment savijanja  $M_y$  za kombinaciju GSU

Tražena površina armature u donjoj zoni ploče je  $1,76 \text{ cm}^2$ , usvojena mreža je **Q-257**.

$$M_{Ed} = 6,92 \text{ kNm}$$

$b =$	100,0	cm	$d =$	13,0	cm	$h =$	16,0	cm
$f_{ck} =$	25,0	MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,60	MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30	mm
$A_{s1} =$	2,57	cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00	cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0	cm
$E_s =$	200,00	GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,00	GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_{e} =$	6,45	
$M_{Ed} =$	6,92	kNm	$k_t =$	0,40				
$\sigma_s =$	230,14	MN/m <sup>2</sup>						
$x =$	1,917	cm	$\rho_{p,eff} =$	0,00343				
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	-0,0004	<	$0,6 \cdot \sigma_s / E_s =$	0,00069				
$\emptyset =$	7,0	mm	$c =$	2,50	cm			
$k_1 =$	0,8		$k_2 =$	0,50				
$k_3 =$	3,4		$k_4 =$	0,43				
$S_{r,max} =$	359,86	mm						
	$w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,144	mm	<	$w_g$			



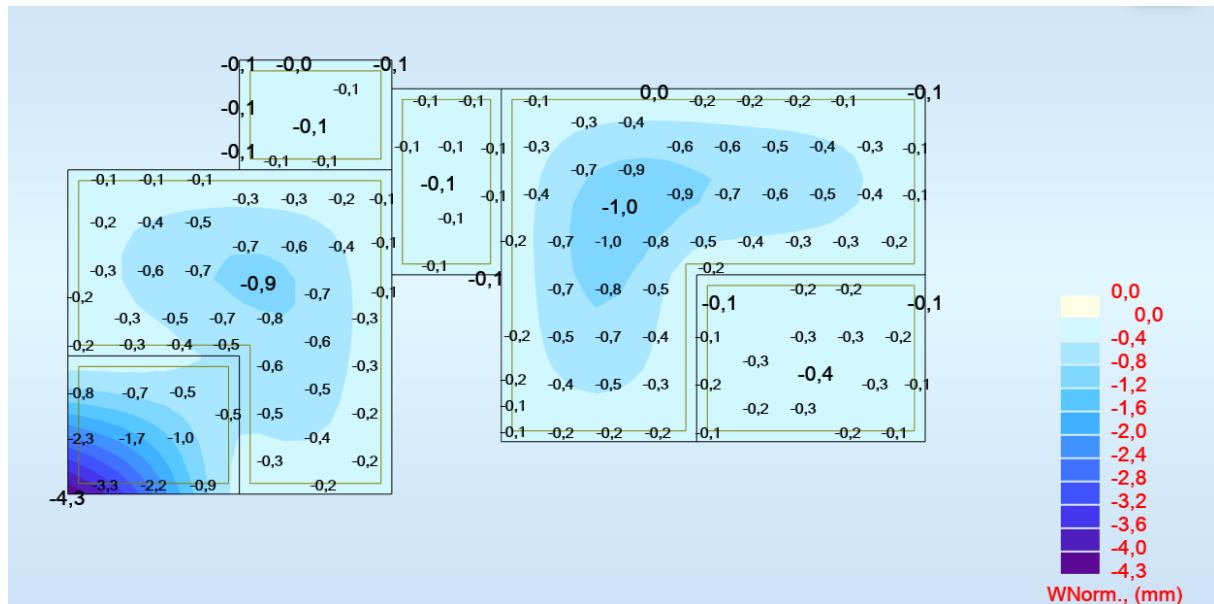
Karakteristična širina pukotina:

$$w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{sm}) = 0,144 \text{ mm} < w_g = 0,3 \text{ mm}$$

Pukotine zadovoljavaju

### 6.3.4. Kontrola progiba

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



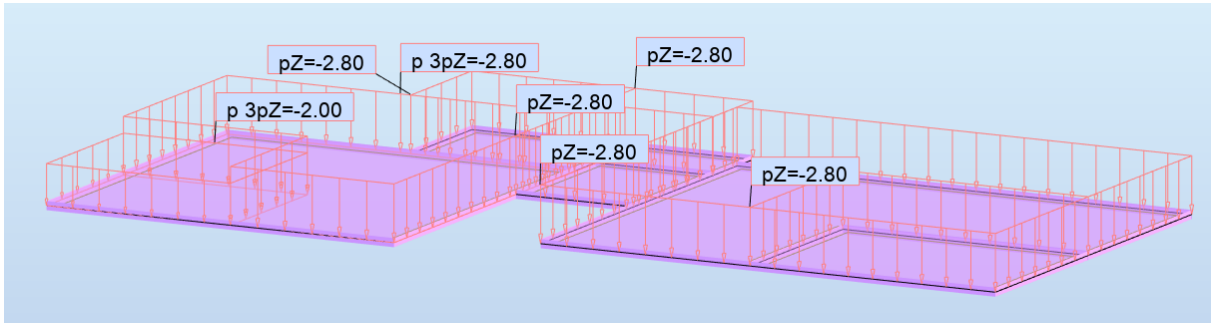
Slika 6.21. Progibi – rezultati u mm

Granični progib ploče na rubu:  $f_{p,dop} = \frac{l}{150} = \frac{3600}{150} = 24 \text{ mm} > 4,3 \text{ mm}$

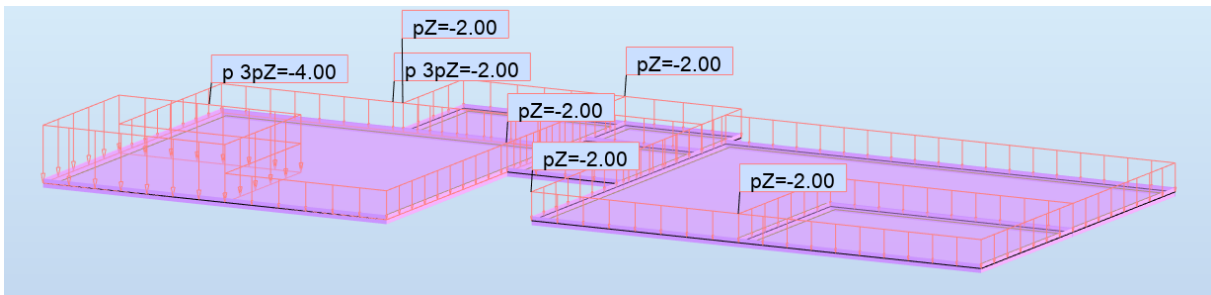
Dimenzija ploče i odabrana armatura zadovoljavaju u pogledu progiba.

## 6.4. Proračun međukatne ploče pozicije 100

### 6.4.1. Prikaz opterećenja

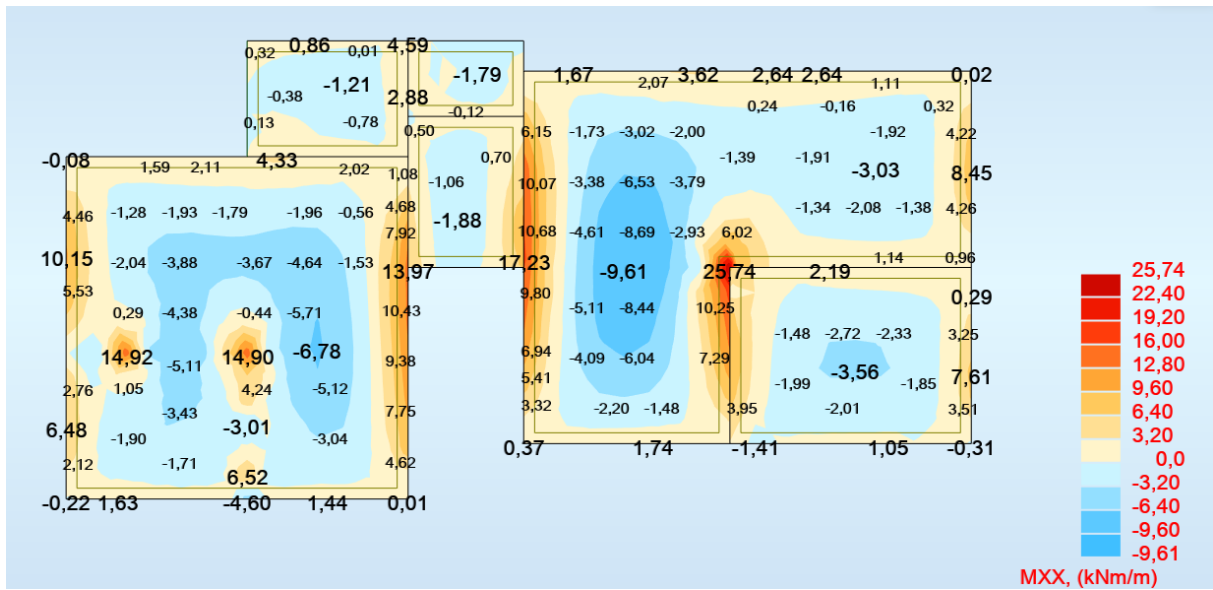


Slika 6.22. Dodatno stalno opterećenje ( $kN/m^2$ )

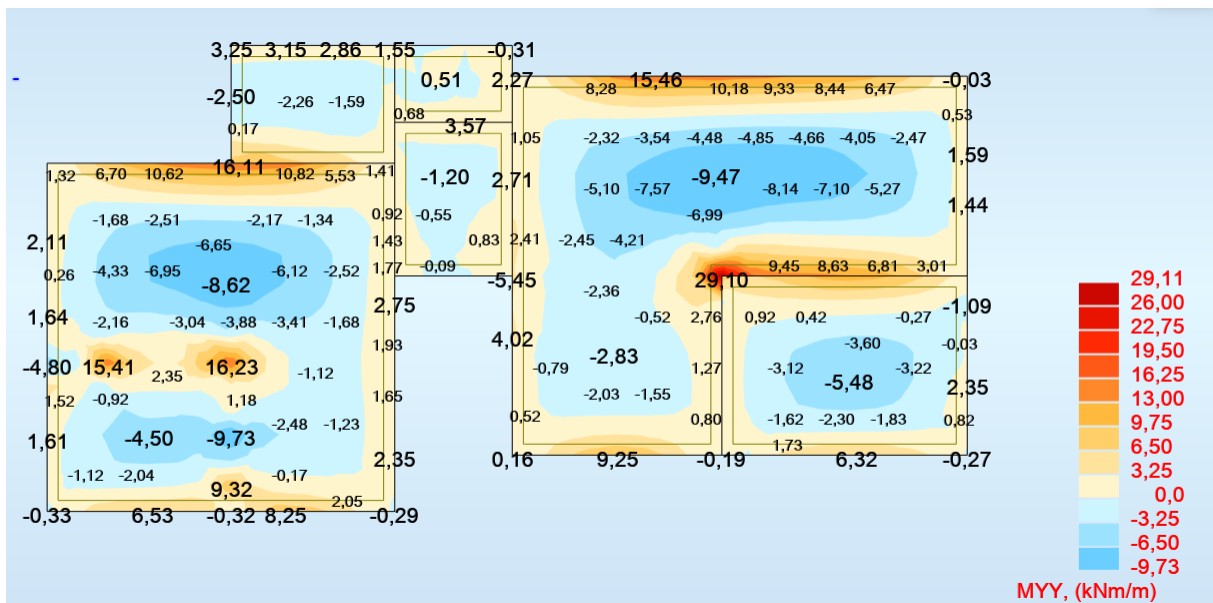


Slika 6.23. Pokretno opterećenje ( $kN/m^2$ )





Slika 6.24. Moment savijanja  $M_x$  za kombinaciju GSN



Slika 6.25. Moment savijanja  $M_y$  za kombinaciju GSN

### 6.4.2. Dimenzioniranje na savijanje

#### Postupak dimenzioniranja:

$$\text{Beton: } \frac{C25}{30} f_{ck} = 25 \text{ MPa}, \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,5} = \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa} = 1,7 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Armatura: B500B } f_{yk} = 500 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{1,15} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa} = 43,48 \text{ kN/cm}^2$$

$$b_{pl} = 100 \text{ cm}, h_{pl} = 16 \text{ cm}, d_{pl} = 13 \text{ cm}$$

Limitirajući moment savijanja:

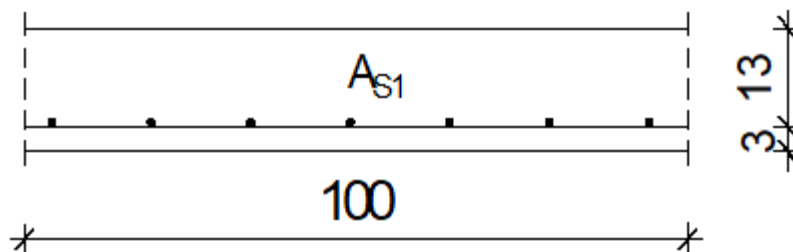
$$M_{Rd,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0,159 \cdot 1,0 \cdot 0,13^2 \cdot 16,67 \cdot 1000 = 44,79 \text{ kNm}$$

Minimalna armatura za ploče:

$$A_{s1,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 0,26 \cdot \frac{2,6}{500} \cdot 100 \cdot 13 = 1,76 \text{ cm}^2$$

-odabrano minimalno Q-257

#### Proračun u polju (donja zona) :



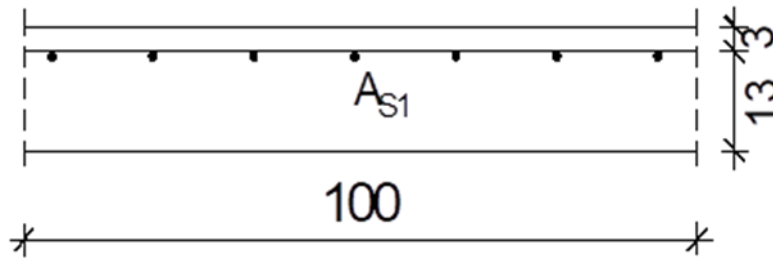
$$M_{Ed} = 9,73 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{9,73 \cdot 100}{100 \cdot 13^2 \cdot 16,67} = 0,028$$

$$\text{Za } \varepsilon_{s1} = 10\text{‰}, \quad \varepsilon_{c2} = 1,0\text{‰}, \quad \zeta = 0,968, \quad \xi = 0,091$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{9,73 \cdot 100}{0,968 \cdot 13 \cdot 43,48} = 1,78 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**Odabrana armatura: Q-257 (2,57cm<sup>2</sup>)**

**Proračun u ležaju (gornja zona) :**

$$M_{Ed} = 25,00 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{25,00 \cdot 100}{100 \cdot 13^2 \cdot 1,67} = 0,089$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{25,00 \cdot 100}{0,938 \cdot 13 \cdot 43,48} = 4,72 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**Odabrana armatura: R-503 (5,03cm<sup>2</sup>)**

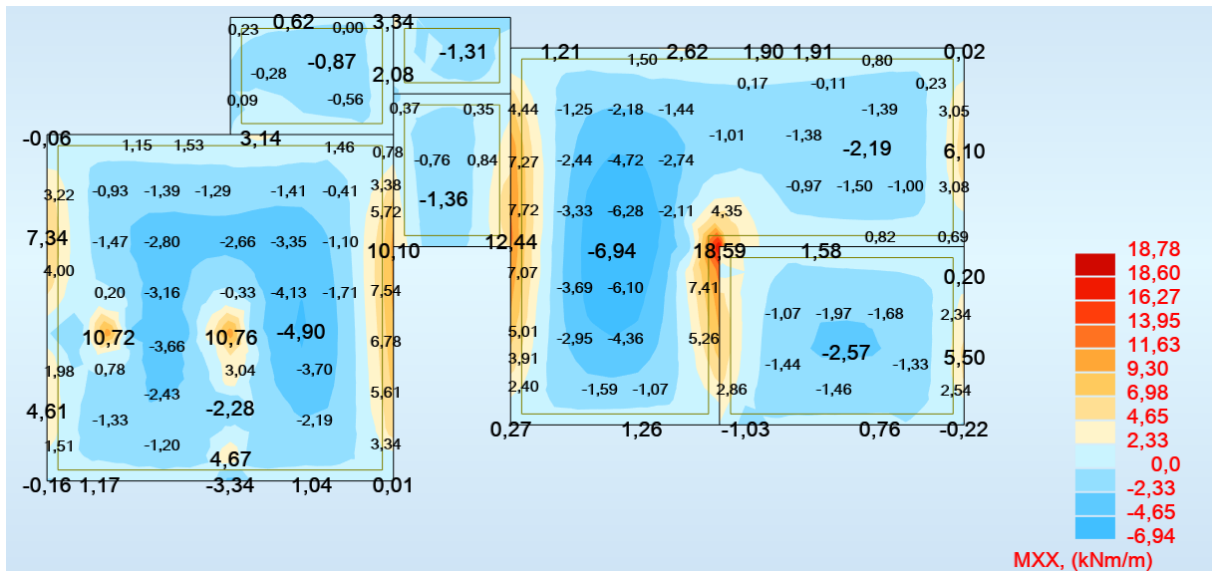
Napomena: Ekstremna vrijednost momenta savijanja u ležaju prikazana na skali na slikama nije korištena u proračunu zbog toga što računalni program numerički daje rezultate u beskonačno maloj točki. Mjerodavna vrijednost momenta savijanja uzeta je manja jer je realnija (vidljivo po boji skaliranja na slikama).

### 6.4.3. Kontrola pukotina

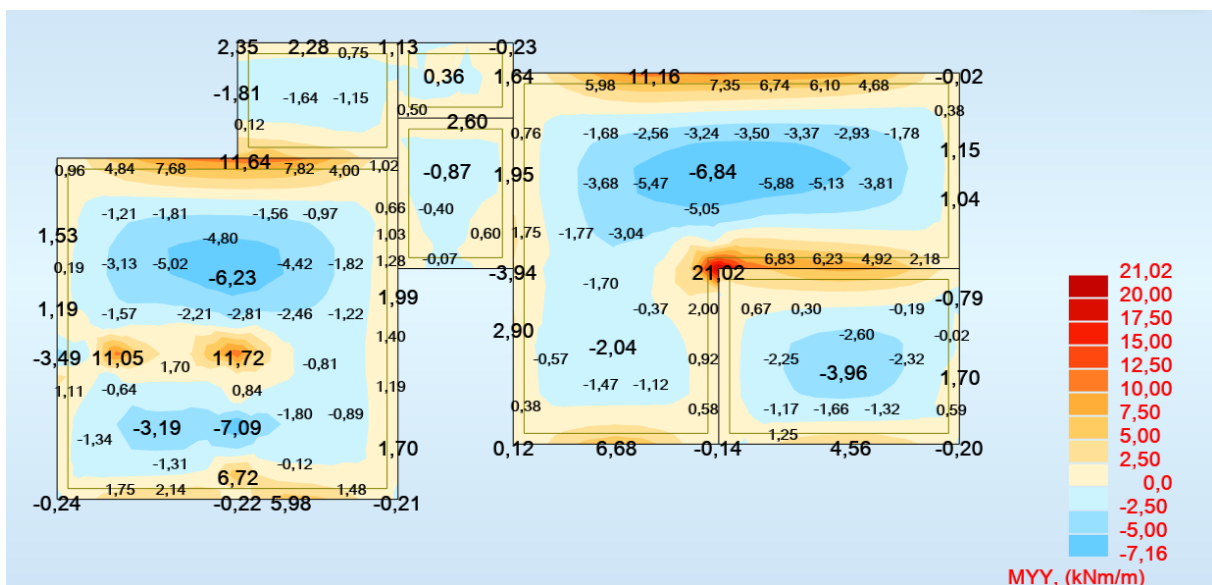
Mjerodavni momenti u ploči dobiveni su iz kombinacije za granično stanje uporabljivosti :  $1,0 \cdot (g + \Delta g) + 1,0 \cdot q$ .

Granična vrijednost širine pukotina :  $w_g = 0,3 \text{ mm}$  (prema EC2).

Proračunska vrijednost širine pukotine: (prema EC-2):  $w_g > S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$ .



Slika 6.26. Moment savijanja  $M_x$  za kombinaciju GSU

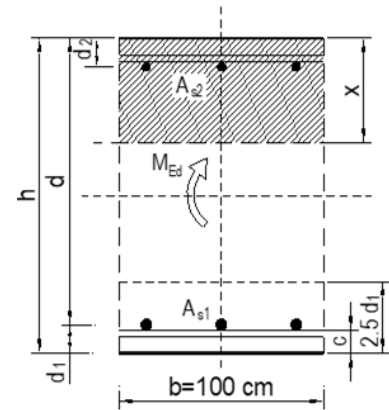


Slika 6.27. Moment savijanja  $M_y$  za kombinaciju GSU

Tražena površina armature u donjoj zoni ploče je  $1,78 \text{ cm}^2$ , usvojena mreža je **Q-257**.

$$M_{Ed} = 7,09 \text{ kNm}$$

$b =$	100,0	cm	$d =$	13,0	cm	$h =$	16,0	cm
$f_{ck} =$	25,0	MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,60	MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30	mm
$A_{s1} =$	2,57	cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00	cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0	cm
$E_s =$	200,00	GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,00	GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_{e} =$	6,45	
$M_{Ed} =$	7,09	kNm	$k_t =$	0,40				
$\sigma_s =$	235,79	MN/m <sup>2</sup>						
$x =$	1,917	cm	$\rho_{p,eff} =$	0,00343				
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	-0,0004	<	$0,6 \cdot \sigma_s / E_s =$	0,0007				
$\emptyset =$	7,0	mm	$c =$	2,50	cm			
$k_1 =$	0,8		$k_2 =$	0,50				
$k_3 =$	3,4		$k_4 =$	0,43				
$S_{r,max} =$	359,86	mm						
	$w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,134	mm	<	$w_g$			



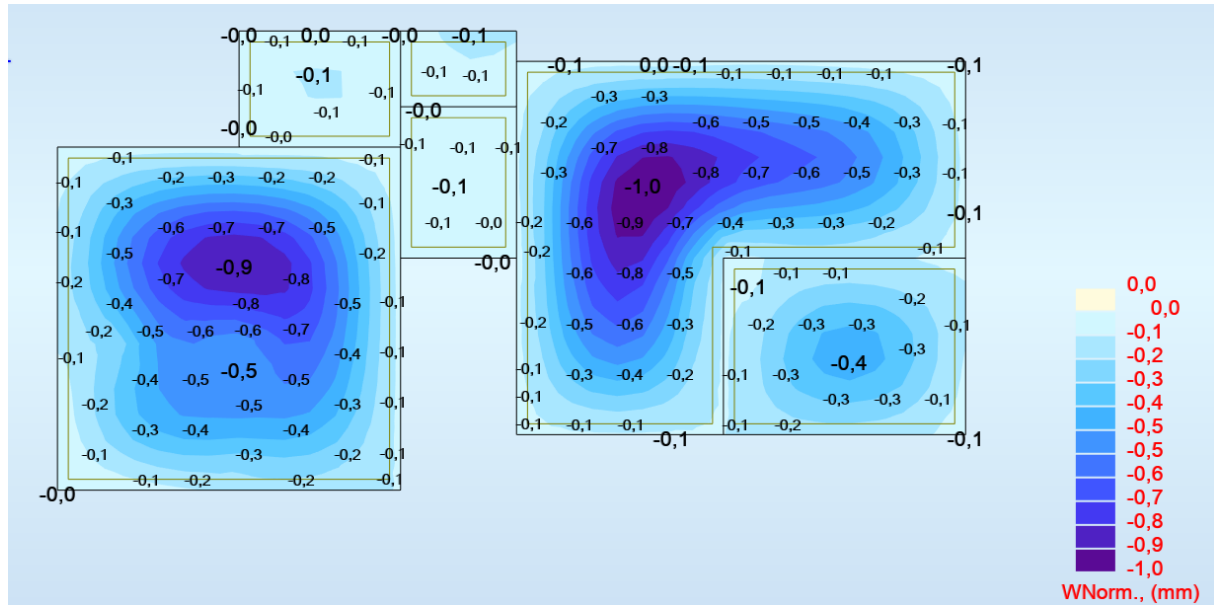
Karakteristična širina pukotina:

$$w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{sm}) = 0,134 \text{ mm} < w_g = 0,3 \text{ mm}$$

Pukotine zadovoljavaju

#### 6.4.4. Kontrola progiba

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



Slika 6.28. Progibi – rezultati u mm

Granični progib ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{8900}{250} = 35,6 \text{ mm} > 1,0 \text{ mm}$

Dimenzija ploče i odabrana armatura zadovoljavaju u pogledu progiba.

## 7. PRORAČUN ZIDOVA KONSTRUKCIJE

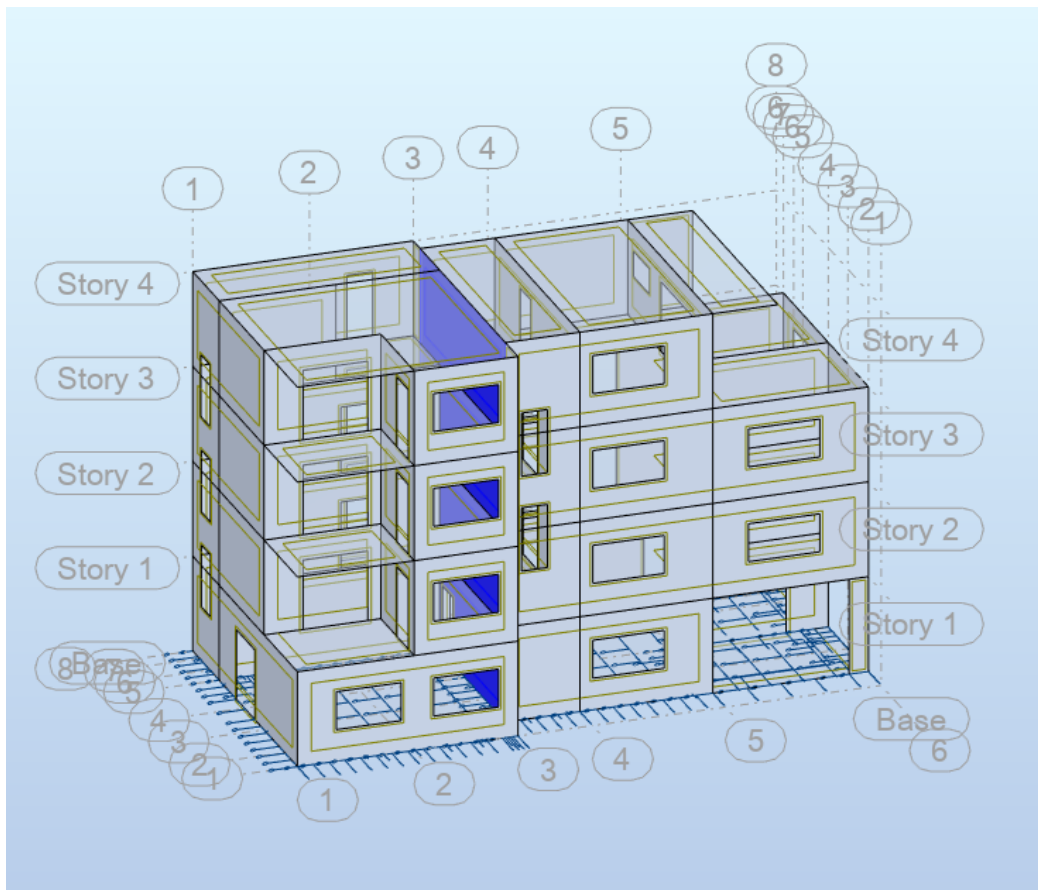
Proračun zidova je proveden po Eurocodu 8. Proračun provodimo za 2 karakteristična smjera, jedan u x smjeru, a drugi u y smjeru. Svi zidovi su debljine 20cm. Izvedeni su iz betona klase C25/30, a armirani armaturom B500B. Proračun je proveden za seizmičke kombinacije te su iz modela izvedeni M, N i V dijagrami.

### 7.1. Proračun AB zida "A"

#### 7.1.1. Opći podaci AB zida "A"

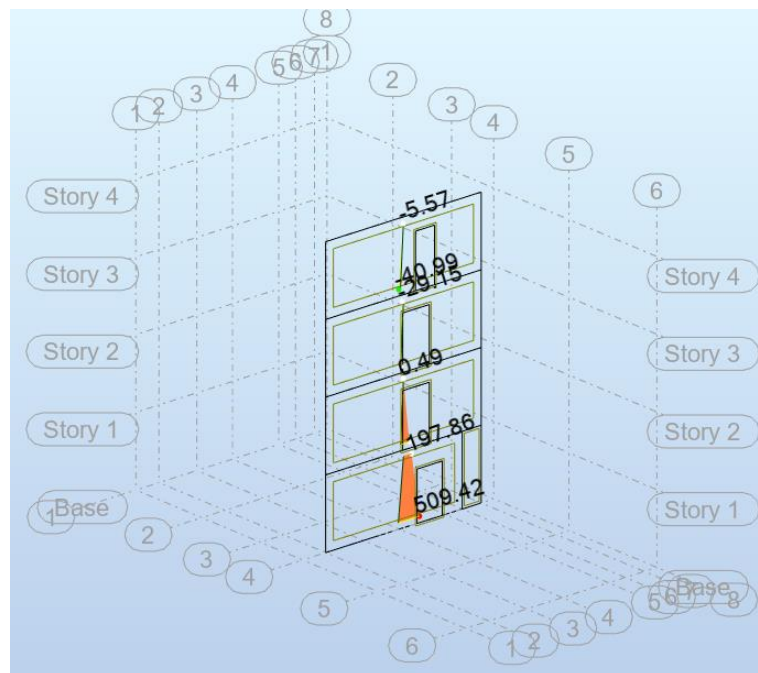
$l_w=7,40$  m,  $H_w=12,0$  m,  $b_w=20,0$  m

C25/30, B500B

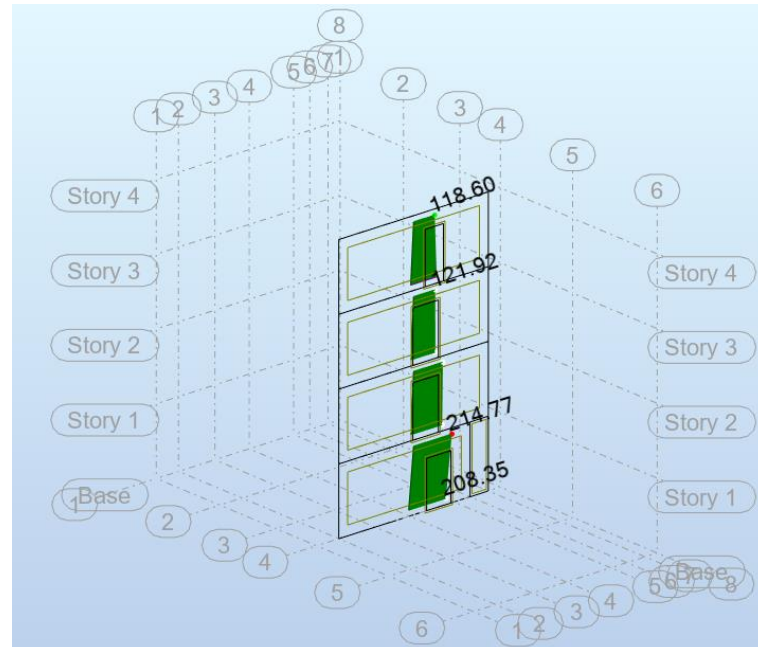


Slika 7.1. Izometrijski pogled karakterističnog zida

### 7.1.2. Prikaz reznih sila AB zida "A"

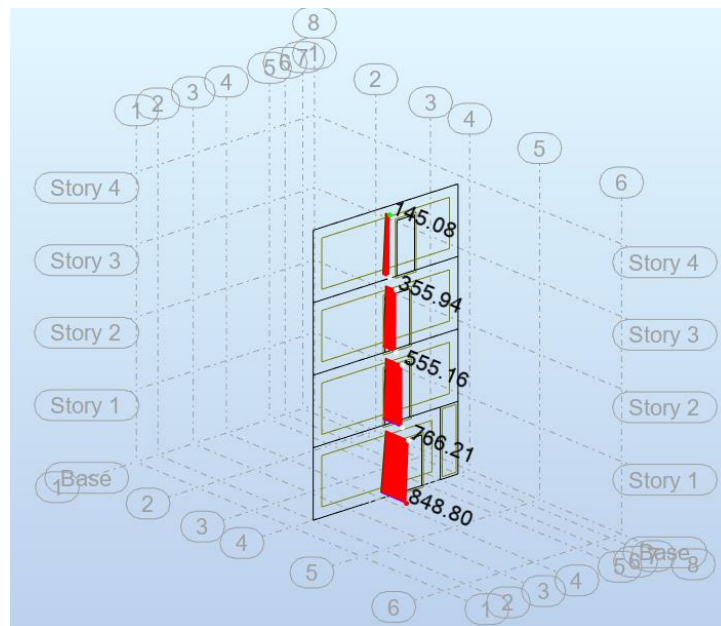


Slika 7.2. Momenti savijanja  $M_z$  (kNm) za potresnu kombinaciju



Slika 7.3. Poprečne sile  $V_x$  (kN) za potresnu kombinaciju





Slika 7.4. Uzdužne sile  $N$  za potresnu kombinaciju

### 7.1.3. Ovojnice reznih sila AB zida "A"

$l_w=7,40$  m,  $H_w=12,0$  m,  $b_w=20,0$  m, klasa duktilnosti M

Duktilnost: DCM- srednja duktilnost

Faktor ponašanja  $q=3,0$

Vitkost zida :  $\frac{h_w}{l_w} = 1,63 < 2$  – zid nije vitak, nije potrebno povećanje reznih sila koristeći ovojnicu momenata savijanja

Proračun nosivosti na uzdužnu silu i moment

$$M_{Ed} = 509,42 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 214,77 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 848,80 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right) = 509,42 + 848,80 \cdot \left(7,40 - \frac{12,0}{2}\right) = 1697,74 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1697,74 \cdot 100}{20 \cdot 740^2 \cdot 1,67} = 0,009$$

$$\varepsilon_{s1} = 10\text{‰}; \varepsilon_{c2} = 0,5\text{‰}; \xi = 0,048; \zeta = 0,984$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} - \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{1697,74 \cdot 100}{0,984 \cdot 740 \cdot 43,48} - \frac{848,80}{43,48} = 5,36 - 19,52 = 14,16 \text{ cm}^2$$

Potrebna minimalna površina uzdužne vlačne armature u rubovima zida:

$$A_{s1,min} = 0,15\% \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 20 \cdot 740 = 22,20 \text{ cm}^2$$

**Odabrana armatura 8Ø20 (25,13 cm<sup>2</sup>)**

#### Proračun nosivosti na poprečnu silu

u kritičnoj zoni

$$V_{Rd2} = 0,4 \cdot \left(0,7 - \frac{f_{ck}}{200}\right) \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot d \cdot 0,8 = 0,4 \cdot \left(0,7 - \frac{25}{200}\right) \cdot 16,7 \cdot 20 \cdot 740 \cdot 0,8$$

$$V_{Rd2} = 45\,477,44 \text{ kN}$$

$$\alpha_s = \frac{M_{Ed}}{V_{Ed} \cdot l_w} = \frac{509,42 \cdot 100}{214,77 \cdot 740} = 0,321 < 2$$

$$\text{Zid debljine 20 cm : } A_{s,min} = 0,0015 \cdot 20 \cdot 100 = 3,0 \text{ cm}^2$$

**Odabrana armatura: Q-257 obostrano (A<sub>s</sub> = 5,14 cm<sup>2</sup>/m)**

Koeficijent armiranja vertikalnom i horizontalnom armaturom:

$$\rho_v = \rho_h = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{2 \cdot 2,57}{20 \cdot 100} = 0,00257$$

$$V_{Rd,s} = 20 \cdot 0,8 \cdot 740 \cdot 0,00257 \cdot 43,48 \cdot 1 = 1323,04 \text{ kN} > V_{Ed} = 214,77 \text{ kN}$$

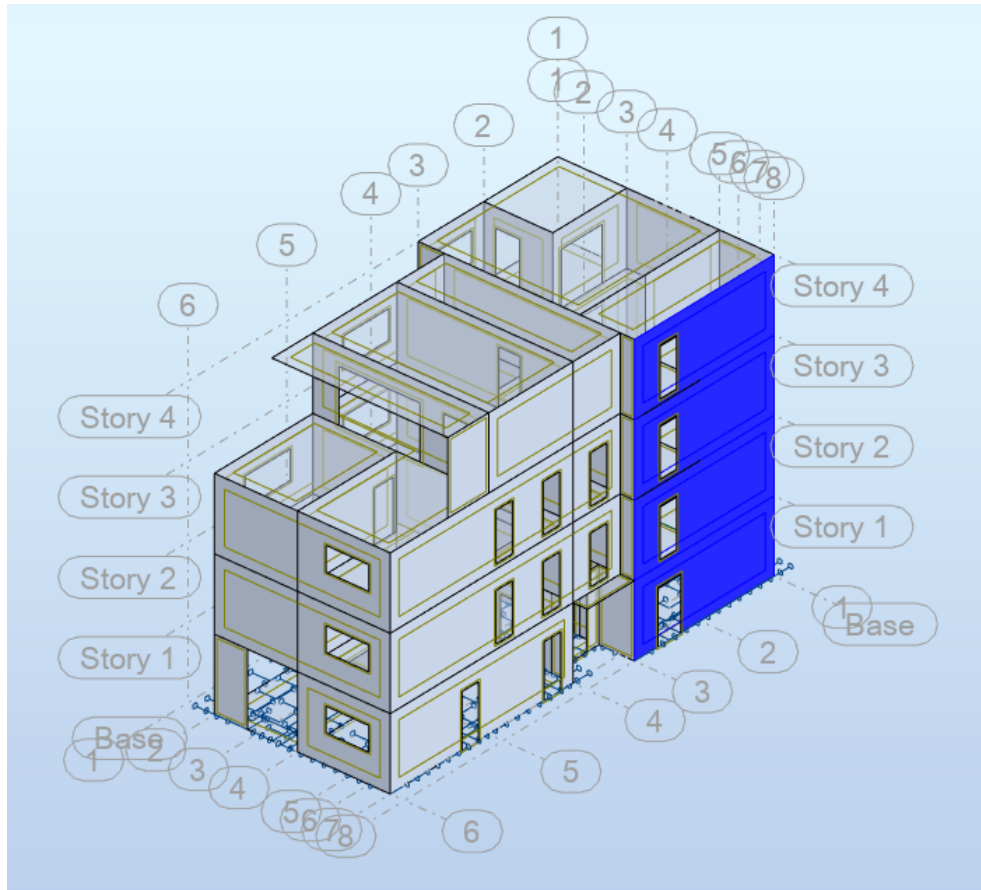
Odabrana armatura zadovoljava.

## 7.2. Proračun AB zida "B"

### 7.2.1. Opći podaci AB zida "B"

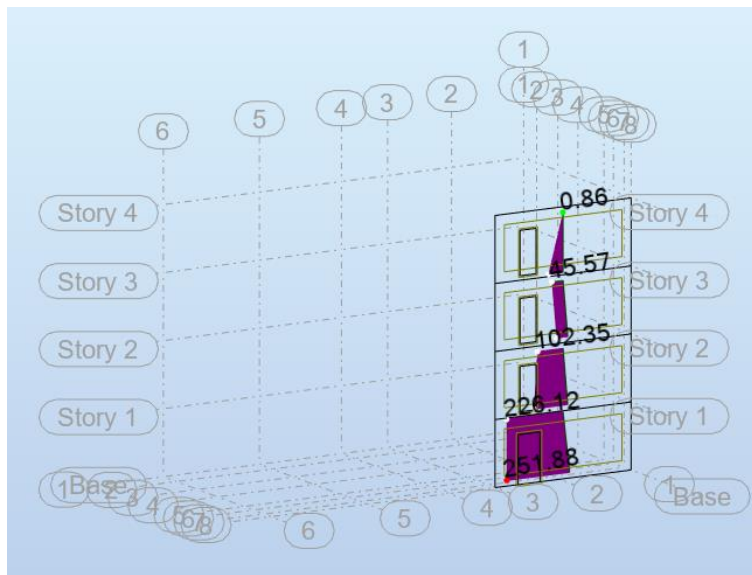
$l_w=6,80$  m,  $H_w=12,0$  m,  $b_w=20,0$  m

C25/30, B500B

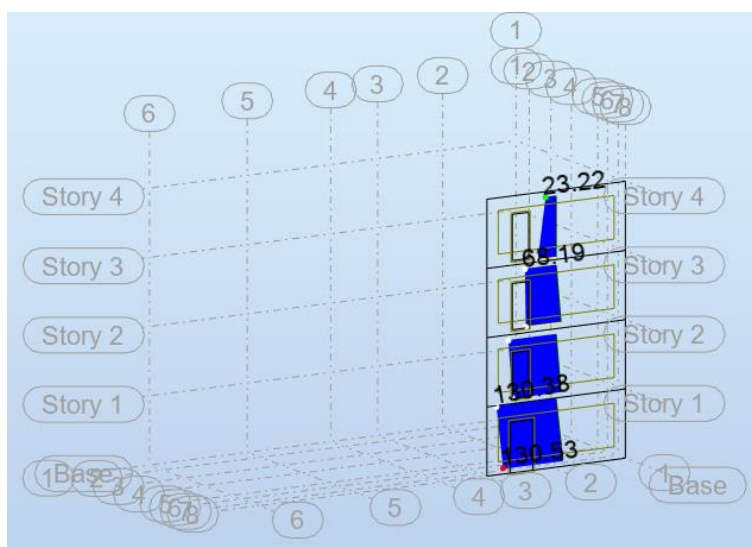


Slika 7.5. Izometrijski pogled karakterističnog zida

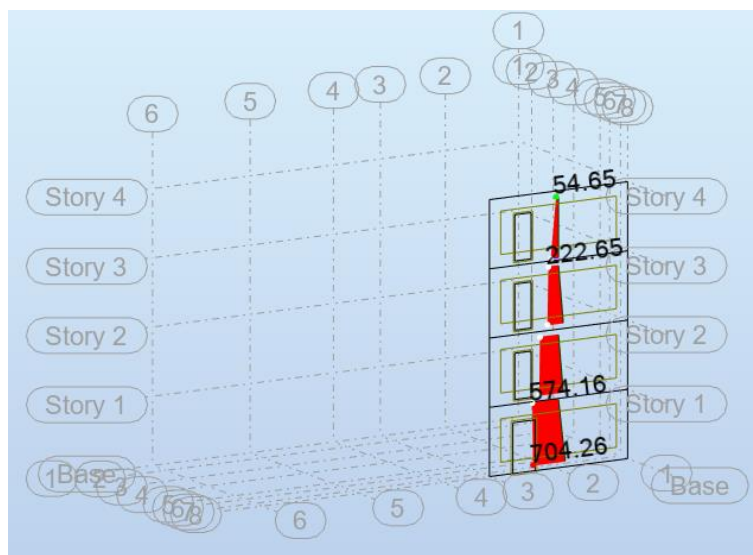
### 7.2.2. Prikaz reznih sila AB zida "B"



Slika 7.6. Momenti savijanja  $M_z$  (kNm) za potresnu kombinaciju



Slika 7.7. Poprečne sile  $V_x$  (kN) za potresnu kombinaciju



Slika 7.8. Uzdužne sile  $N$  za potresnu kombinaciju

### 7.2.3. Ovojnice reznih sila AB zida "B"

$l_w=6,80$  m,  $H_w=12,0$  m,  $b_w=20,0$  m, klasa duktilnosti M

Duktilnost: DCM- srednja duktilnost

Faktor ponašanja  $q=3,0$

Vitkost zida :  $\frac{h_w}{I_w} = 1,76 < 2$  – zid nije vitak, nije potrebno povećanje reznih sila koristeći ovojnicu momenata savijanja

Proračun nosivosti na uzdužnu silu i moment

$$M_{Ed} = 251,88 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 130,53 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 704,26 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right) = 251,88 + 704,26 \cdot \left(6,80 - \frac{12,0}{2}\right) = 815,29 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{815,29 \cdot 100}{20 \cdot 680^2 \cdot 1,67} = 0,005$$

$$\varepsilon_{s1} = 10\text{‰}; \varepsilon_{c2} = 0,4\text{‰}; \xi = 0,038; \zeta = 0,987$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} - \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{251,88 \cdot 100}{0,987 \cdot 680 \cdot 43,48} - \frac{704,29}{43,48} = 0,86 - 16,20 = 15,34 \text{ cm}^2$$

Potrebna minimalna površina uzdužne vlačne armature u rubovima zida:

$$A_{s1,min} = 0,15\% \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 20 \cdot 680 = 20,40 \text{ cm}^2$$

**Odabrana armatura 8Ø20 (25,13 cm<sup>2</sup>)**

Proračun nosivosti na poprečnu silu

u kritičnoj zoni

$$V_{Rd2} = 0,4 \cdot \left(0,7 - \frac{f_{ck}}{200}\right) \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot d \cdot 0,8 = 0,4 \cdot \left(0,7 - \frac{25}{200}\right) \cdot 16,7 \cdot 20 \cdot 680 \cdot 0,8$$

$$V_{Rd2} = 41\,790,08 \text{ kN}$$

$$\alpha_s = \frac{M_{Ed}}{V_{Ed} \cdot l_w} = \frac{251,88 \cdot 100}{130,53 \cdot 680} = 0,284 < 2$$

$$\text{Zid debljine 20 cm : } A_{s,min} = 0,0015 \cdot 20 \cdot 100 = 3,0 \text{ cm}^2$$

**Odabrana armatura: Q-257 obostrano (As = 5,14 cm<sup>2</sup>/m)**

Koeficijent armiranja vertikalnom i horizontalnom armaturom:

$$\rho_v = \rho_h = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{2 \cdot 2,57}{20 \cdot 100} = 0,00257$$

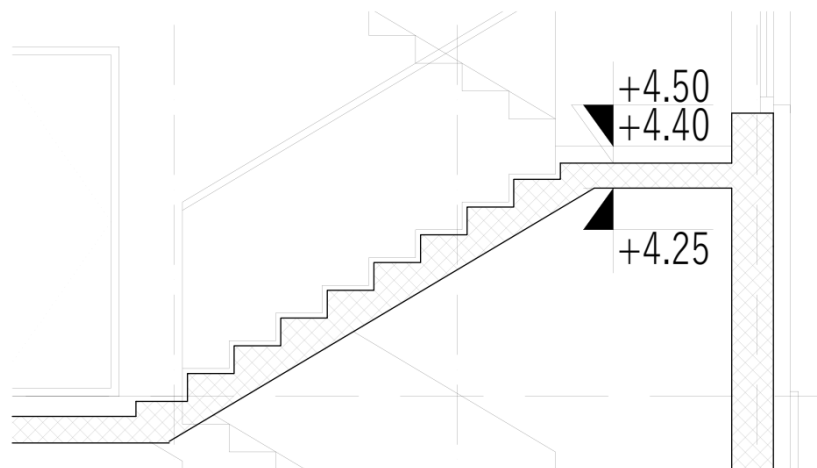
$$V_{Rd,s} = 20 \cdot 0,8 \cdot 680 \cdot 0,00257 \cdot 43,48 \cdot 1 = 1215,77 \text{ kN} > V_{Ed} = 130,53 \text{ kN}$$

Odabrana armatura zadovoljava.

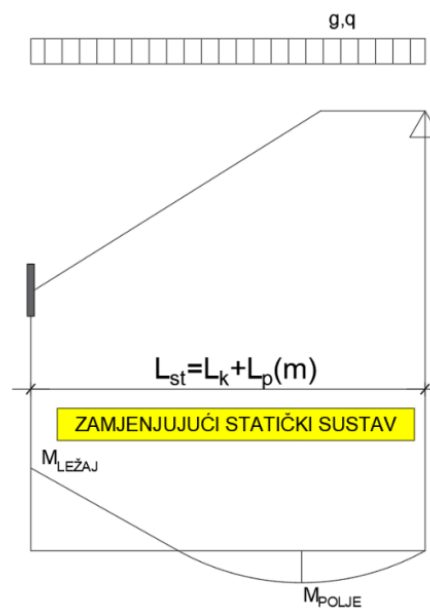
## 8. PRORAČUN STUBIŠTA

### 8.1. Prikaz statičkog sustava

Na slici .. prikazan je model stubišta. Ploča podesta pridržana je po svojim rubovima zglobnim linijskim ležajevima, dok su ploče krakova u krajevima pridržane sa linijskim ležajevima.



Slika 8.1. Detalj stubišta



Slika 8.2. Statički sustav

## 8.2. Prikaz opterećenja

- Vlastita težina:  $g = 0,15 \cdot \left(\frac{1}{\cos 31}\right) \cdot 25 = 4,38 \text{ kN/m}^2$
- Dodatno stalno opterećenje:  $\Delta g = 2,50 \text{ kN/m}^2$
- Korisno opterećenje:  $q = 3,00 \text{ kN/m}^2$

Momenti u polju:

$$M_g = \frac{(g + \Delta g) \cdot l^2}{14} = \frac{(4,38 + 2,50) \cdot 3,49^2}{14} = 5,99 \text{ kNm}$$

$$M_q = \frac{q \cdot l^2}{14} = \frac{3,00 \cdot 3,49^2}{14} = 2,61 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,max} = 1,35 \cdot M_g + 1,5 \cdot M_q = 1,35 \cdot 5,99 + 1,5 \cdot 2,61 = 12,00 \text{ kNm}$$

Momenti na ležaju:

$$M_g = -\frac{(g + \Delta g) \cdot l^2}{8} = -\frac{(4,38 + 2,50) \cdot 3,49^2}{8} = -10,47 \text{ kNm}$$

$$M_q = -\frac{q \cdot l^2}{8} = -\frac{3,00 \cdot 3,49^2}{8} = -4,57 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,max} = 1,35 \cdot M_g + 1,5 \cdot M_q = 1,35 \cdot 10,47 + 1,5 \cdot 4,57 = 21,00 \text{ kNm}$$

## 8.3. Proračun stubišnog kraka

$$\text{Beton: } \frac{C25}{30} f_{ck} = 25 \text{ MPa}, \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,5} = \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa} = 1,67 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Armatura: B500B } f_{yk} = 500 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{1,15} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa} = 43,48 \text{ kN/cm}^2$$

$$b_{pl} = 100 \text{ cm}, h_{pl} = 15 \text{ cm}, d_{pl} = 12 \text{ cm}$$



Polje:

$$M_{Ed} = 12,00 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{12,00 \cdot 100}{100 \cdot 12^2 \cdot 1,67} = 0,050$$

$$\text{Za } \varepsilon_{s1} = 10\text{‰}, \quad \varepsilon_{c2} = 1,4\text{‰}, \quad \zeta = 0,956, \quad \xi = 0,123$$

$$A_{S1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{12,00 \cdot 100}{0,956 \cdot 12 \cdot 43,48} = 2,41 \text{ cm}^2$$

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

$$A_{s1,min} = 0,1\% \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 100 \cdot 15 = 1,5 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2,0\% \cdot b \cdot h = 0,02 \cdot 100 \cdot 15 = 30,0 \text{ cm}^2$$

**Odabrana armatura: Q-257 (2,57cm<sup>2</sup>)**Ležaj:

$$M_{Ed} = 21,00 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{21,00 \cdot 100}{100 \cdot 12^2 \cdot 1,67} = 0,087$$

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

$$A_{S1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{21,00 \cdot 100}{0,938 \cdot 12 \cdot 43,48} = 4,29 \text{ cm}^2$$

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

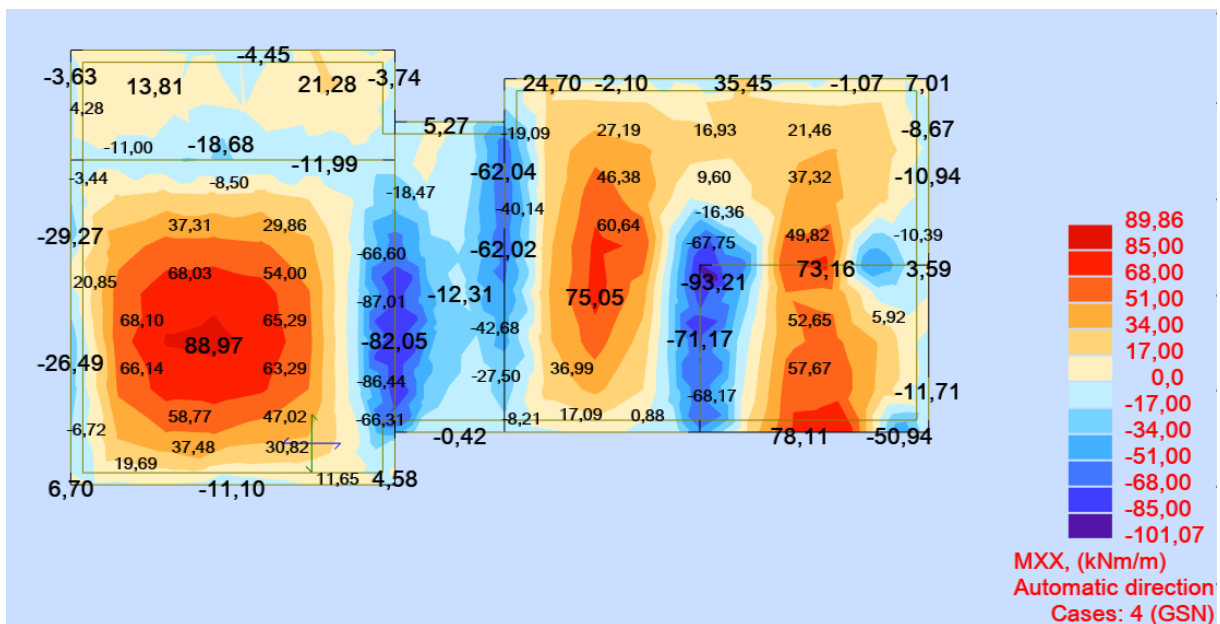
$$A_{s1,min} = 0,1\% \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 100 \cdot 15 = 1,5 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2,0\% \cdot b \cdot h = 0,02 \cdot 100 \cdot 15 = 30,0 \text{ cm}^2$$

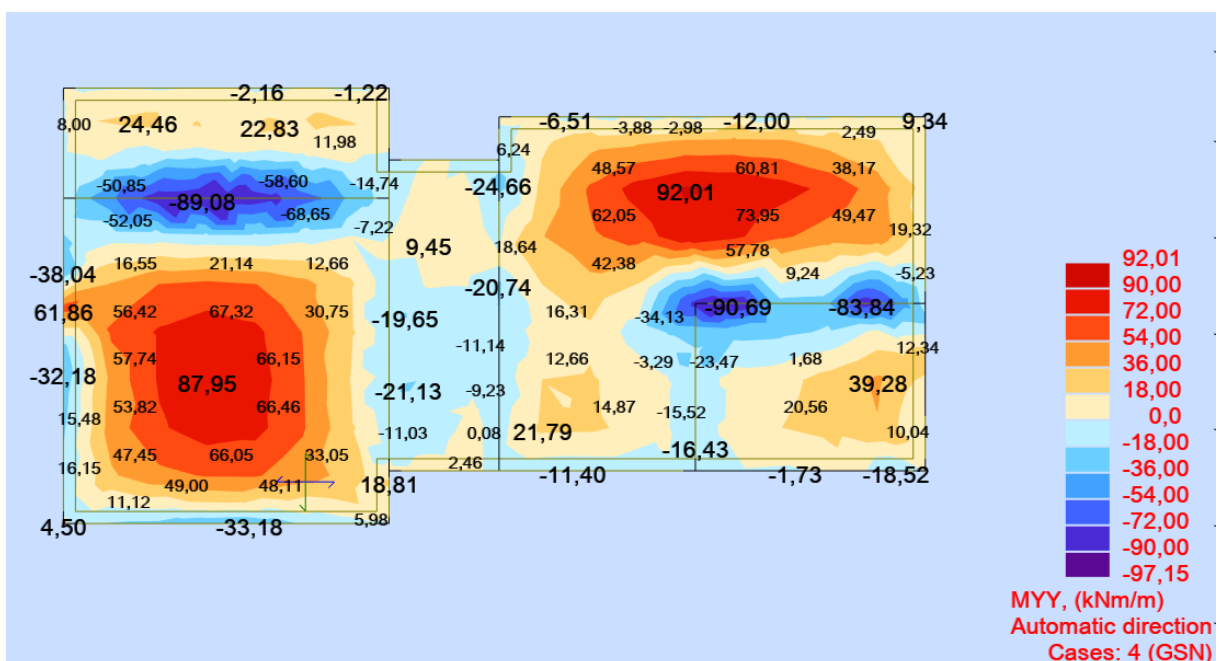
**Odabrana armatura: Q-503 (5,03cm<sup>2</sup>)**

## 9. PRORAČUN TEMELJNE PLOČE

Za temelj građevine izabrana je temeljna ploča, vrsta plitkog temelja debljine 35 cm, klase betona 30/37 i armirana s B500B. Dopuštene pritiske na predmetnoj lokaciji potrebno je provjeriti od strane ovlaštenog geomehničara ili nadzornog inženjera nakon širokog iskopa. Proračun je proveden za uobičajenu kombinaciju opterećenja.



Slika 9.1. Moment savijanja  $M_x$  za kombinaciju GSN



Slika 9.2. Moment savijanja  $M_y$  za kombinaciju GSN

Proračun u polju:

$$M_{Ed} = 92,01 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{92,01 \cdot 100}{100 \cdot 30^2 \cdot 2,00} = 0,051$$

$$\text{Za } \varepsilon_{s1} = 10\text{‰}, \quad \varepsilon_{c2} = 1,4\text{‰}, \quad \zeta = 0,956, \quad \xi = 0,123$$

$$A_{S1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{92,01 \cdot 100}{0,956 \cdot 30 \cdot 43,48} = 7,38 \text{ cm}^2$$

**Odabrana armatura: Q-785 (7,85cm<sup>2</sup>)**

Proračun nad ležajem:

$$M_{Ed} = 93,21 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{93,21 \cdot 100}{100 \cdot 30^2 \cdot 2,00} = 0,052$$

$$\text{Za } \varepsilon_{s1} = 10\text{‰}, \quad \varepsilon_{c2} = 1,4\text{‰}, \quad \zeta = 0,956, \quad \xi = 0,123$$

$$A_{S1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{93,21 \cdot 100}{0,956 \cdot 30 \cdot 43,48} = 7,47 \text{ cm}^2$$

**Odabrana armatura: Q-785 (7,85cm<sup>2</sup>)**

## 10. LITERATURA

- *A. Harapin, J.Radnić: Osnove betonskih konstrukcija, interna skripta - zapisi s predavanja; Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Split*
- *I. Tomičić : Betonske konstrukcije - 3. izmijenjeno i dopunjeno izdanje, Zagreb 1996*
- *EN 1990:2008 Eurokod - osnove projektiranja konstrukcija (EN 1990:2008+A1:2005+AC:2008)*
- *EN 1991: Eurokod 1 – Djelovanja na konstrukciju*
- *EN 1992-1-1:2008 Eurokod 2 – Projektiranje betonskih konstrukcija Dio 1-1 :Opća pravila i pravila za zgrade*
- *EN 1998:2008 Eurokod 8 –Projektiranje konstrukcija otpornih na potres-1.dio*

## 11. GRAFIČKI PRILOZI

01 – SITUACIJA

02 – TLOCRT TEMELJA

03 – TLOCRT PRIZEMLJA

04 – TLOCRT 1. KATA

05 – TLOCRT 2. KATA

06 – TLOCRT 3. KATA

07 – TLOCRT KROVA

08 – PRESJEK 1-1

09 – PRESJEK 2-2

10 – JUŽNO PROČELJE

11 – ISTOČNO PROČELJE

12 – SJEVERNO PROČELJE

13 – ZAPADNO PROČELJE

14 – ARMATURA TEMELJNE PLOČE - DONJA ZONA

15 - ARMATURA TEMELJNE PLOČE - GORNJA ZONA

16 - ARMATURA MEĐUKATNE PLOČE 100 - DONJA ZONA

17 - ARMATURA MEĐUKATNE PLOČE 100 - GORNJA ZONA

18 - ARMATURA MEĐUKATNE PLOČE 200 - DONJA ZONA

19 - ARMATURA MEĐUKATNE PLOČE 200 - GORNJA ZONA

20 - ARMATURA MEĐUKATNE PLOČE 300 - DONJA ZONA

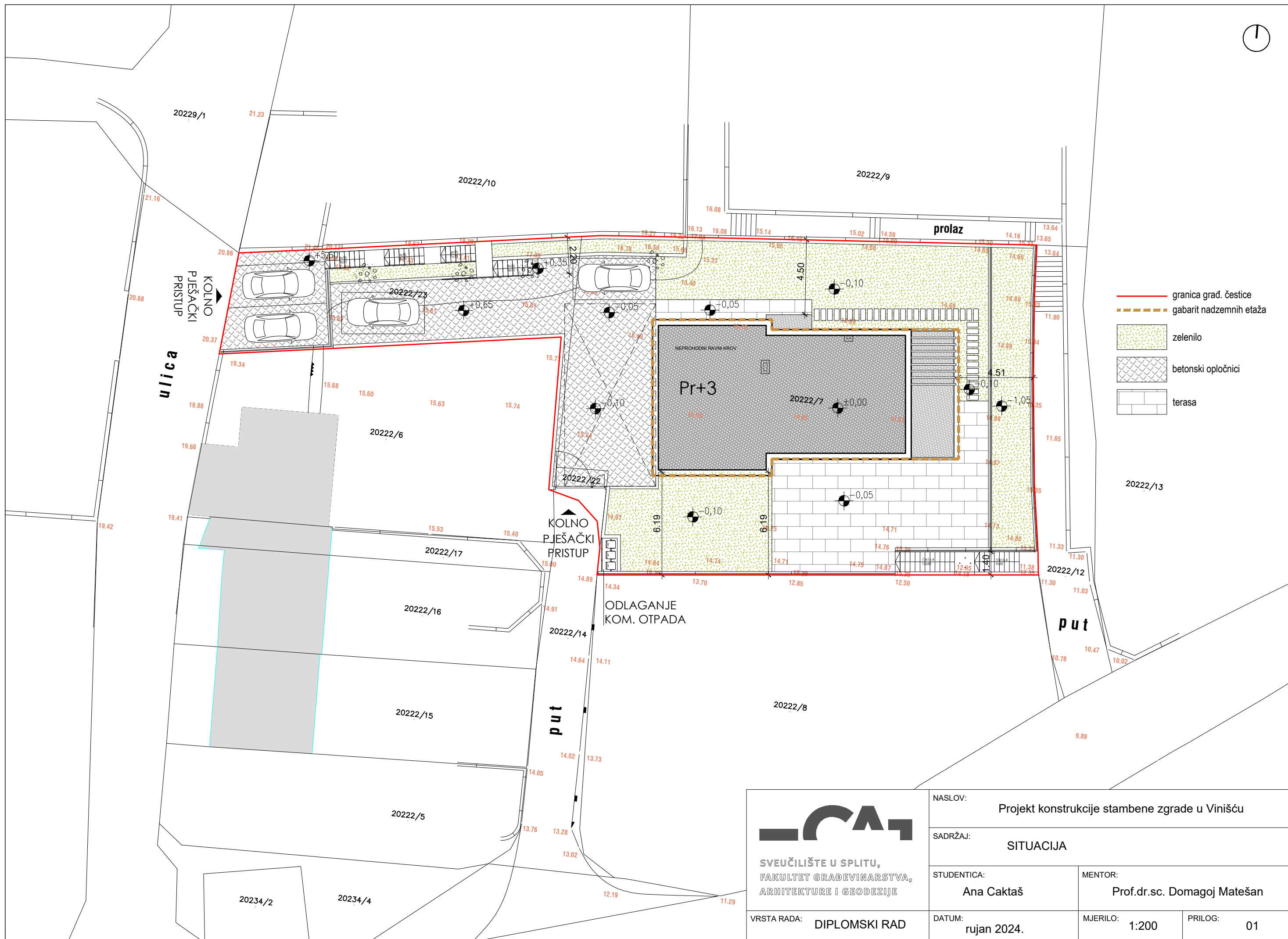
21 - ARMATURA MEĐUKATNE PLOČE 300 - GORNJA ZONA

22 - ARMATURA KROVNE PLOČE 400 - DONJA ZONA

23 - ARMATURA KROVNE PLOČE 400 - GORNJA ZONA

24 – ARMATURA ZIDA POZ B

25 – ARMATURA STUBIŠNOG KRAKA



- granica građ. čestice
- gabarit nadzemnih etaža
- zelenilo
- betonski opločnici
- terasa



VRSTA RADA: **DIPLOMSKI RAD**

NASLOV: **Projekt konstrukcije stambene zgrade u Vinišću**

SADRŽAJ: **SITUACIJA**

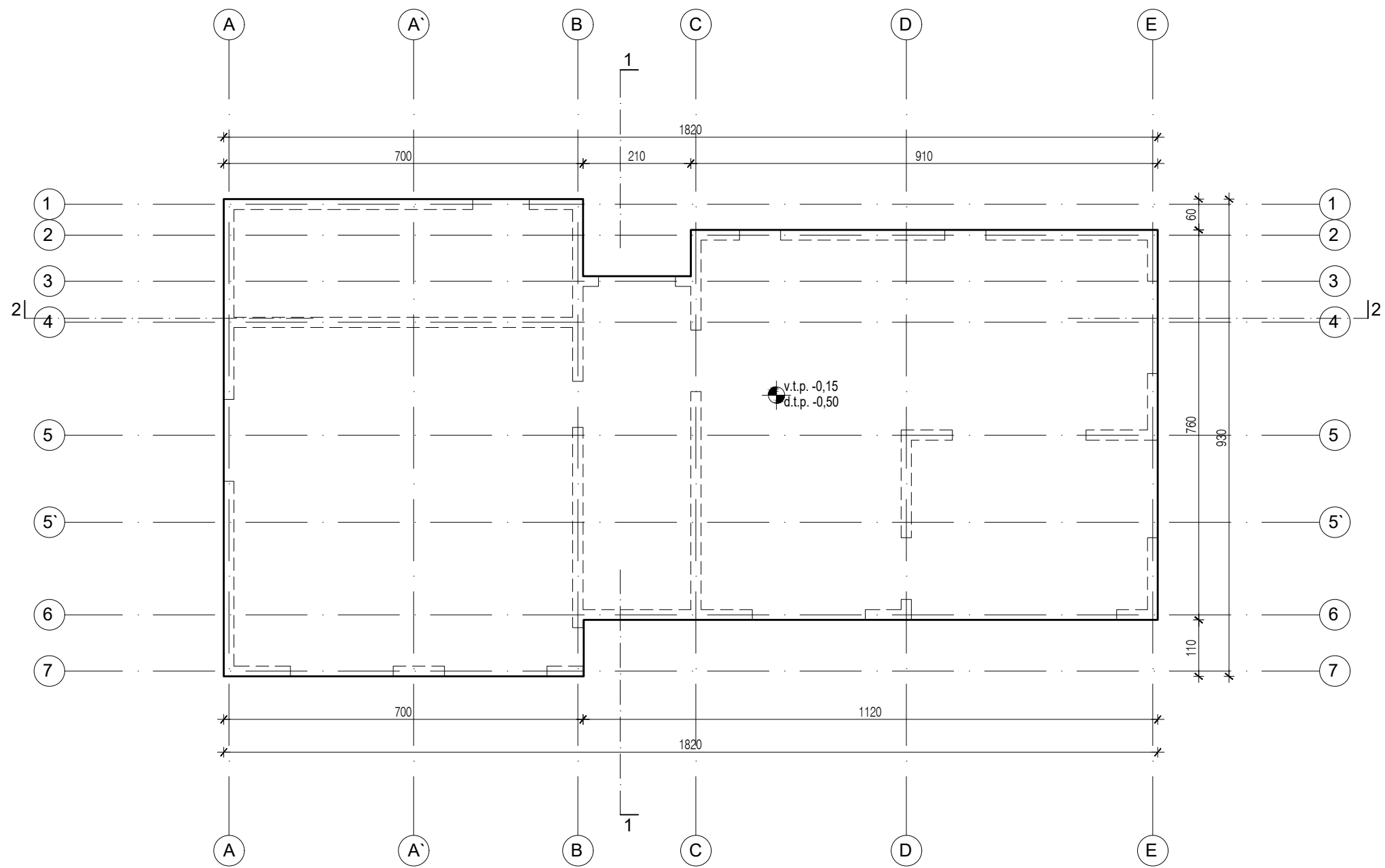
STUDENTICA: **Ana Caktaš**

MENTOR: **Prof.dr.sc. Domagoj Matešan**

DATUM: **rujan 2024.**

MJERILO: **1:200**

PRILOG: **01**



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
 ARHITEKTURE I GEODEZIJE

VRSTA RADA: **DIPLOMSKI RAD**

NASLOV: **Projekt konstrukcije stambene zgrade u Vinišću**

SADRŽAJ: **TLOCRT TEMELJA**

STUDENTICA:  
**Ana Caktaš**

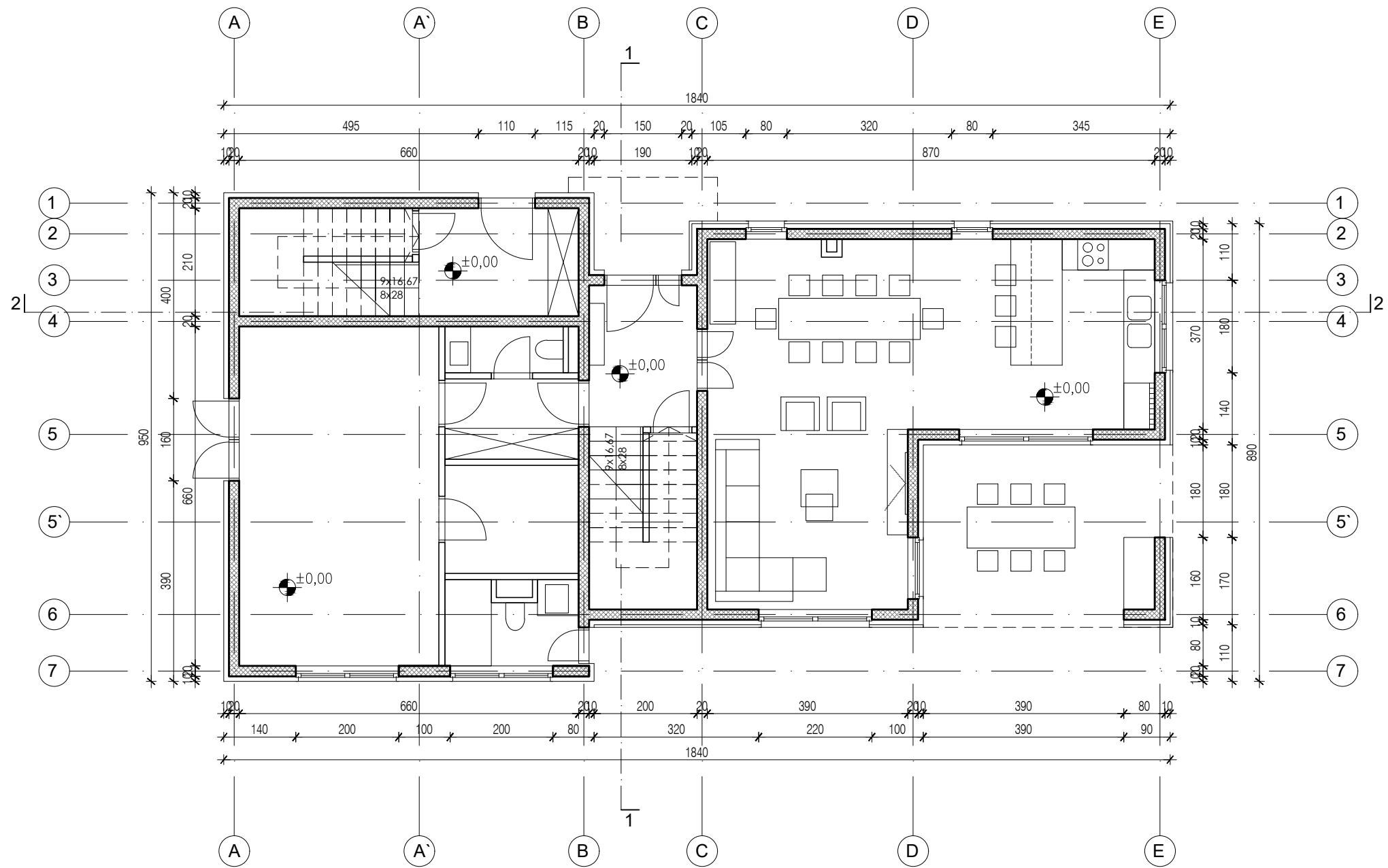
MENTOR:  
**Prof.dr.sc. Domagoj Matešan**

DATUM:  
**rujan 2024.**

MJERILO: **1:100**

PRILOG: **02**





SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
 ARHITEKTURE I GEODEZIJE

VRSTA RADA: **DIPLOMSKI RAD**

NASLOV: **Projekt konstrukcije stambene zgrade u Vinišću**

SADRŽAJ: **TLOCRT PRIZEMLJA**

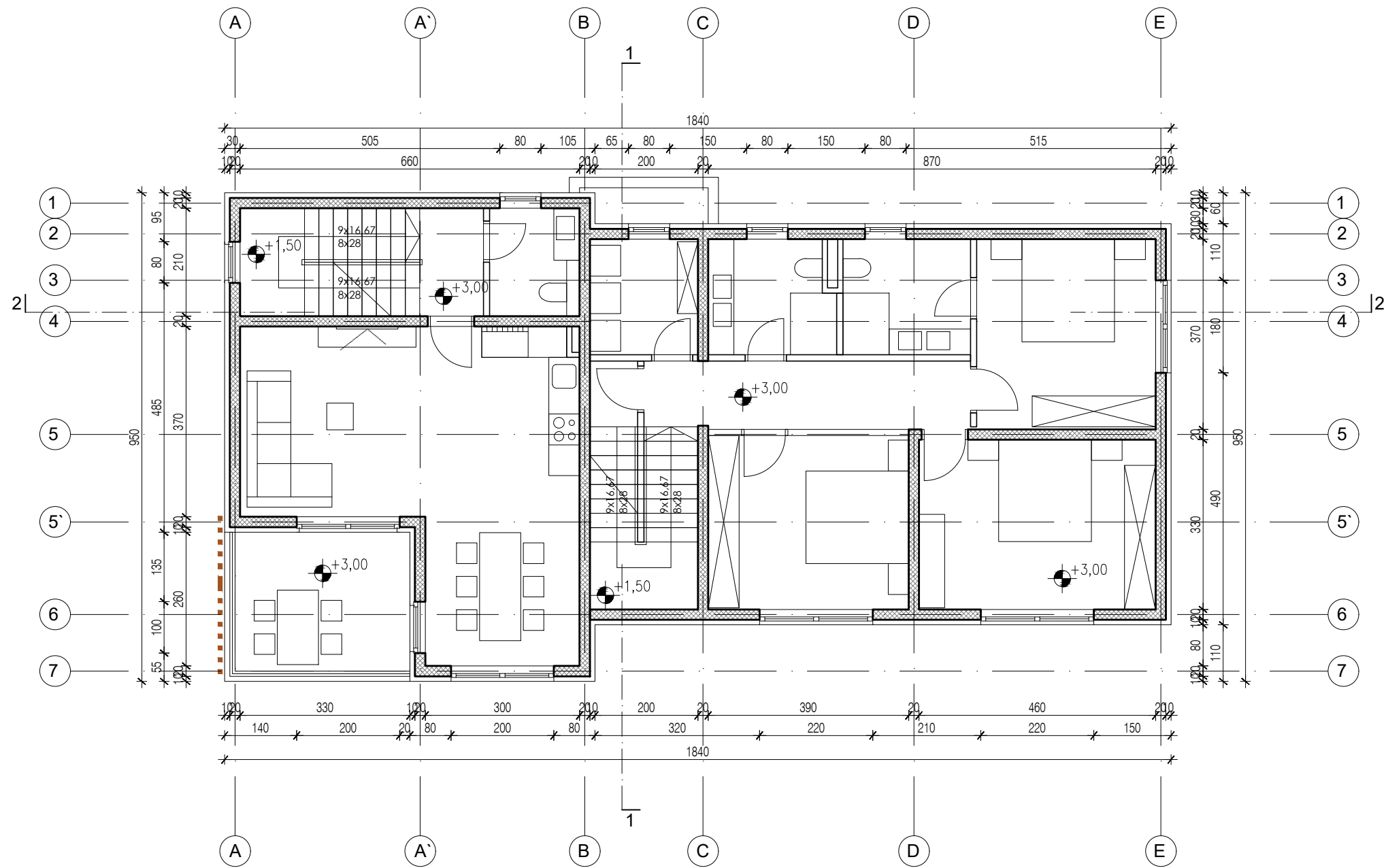
STUDENTICA:  
**Ana Caktaš**

MENTOR:  
**Prof.dr.sc. Domagoj Matešan**

DATUM:  
**rujan 2024.**

MJERILO: **1:100**

PRILOG: **03**



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
 ARHITEKTURE I GEODEZIJE

VRSTA RADA: **DIPLOMSKI RAD**

NASLOV: **Projekt konstrukcije stambene zgrade u Vinišću**

SADRŽAJ: **TLOCRT 1. KATA**

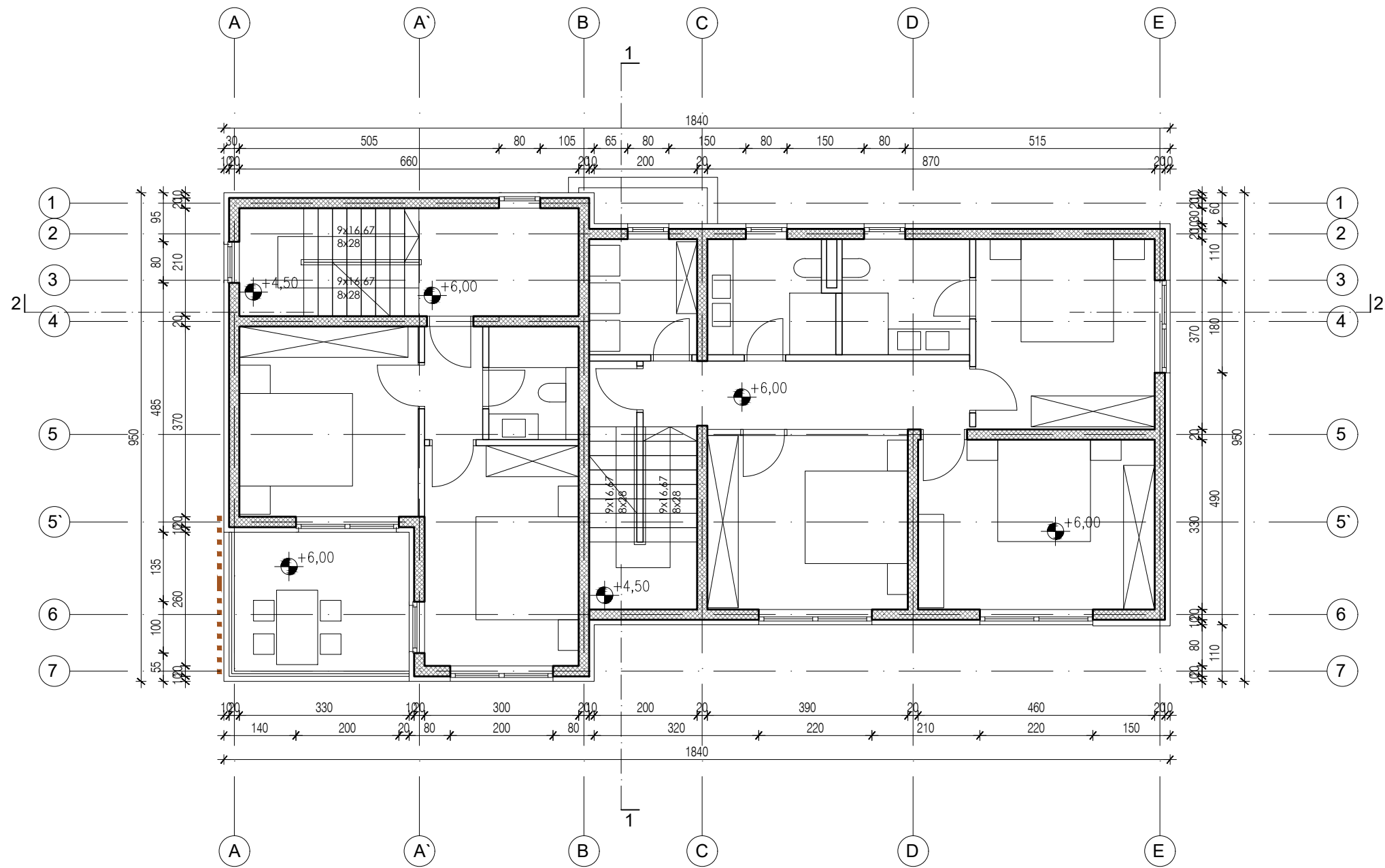
STUDENTICA: **Ana Caktaš**

MENTOR: **Prof.dr.sc. Domagoj Matešan**

DATUM: **rujan 2024.**

MJERILO: **1:100**

PRILOG: **04**



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
 ARHITEKTURE I GEODEZIJE

VRSTA RADA: **DIPLOMSKI RAD**

NASLOV: **Projekt konstrukcije stambene zgrade u Vinišću**

SADRŽAJ: **TLOCRT 2. KATA**

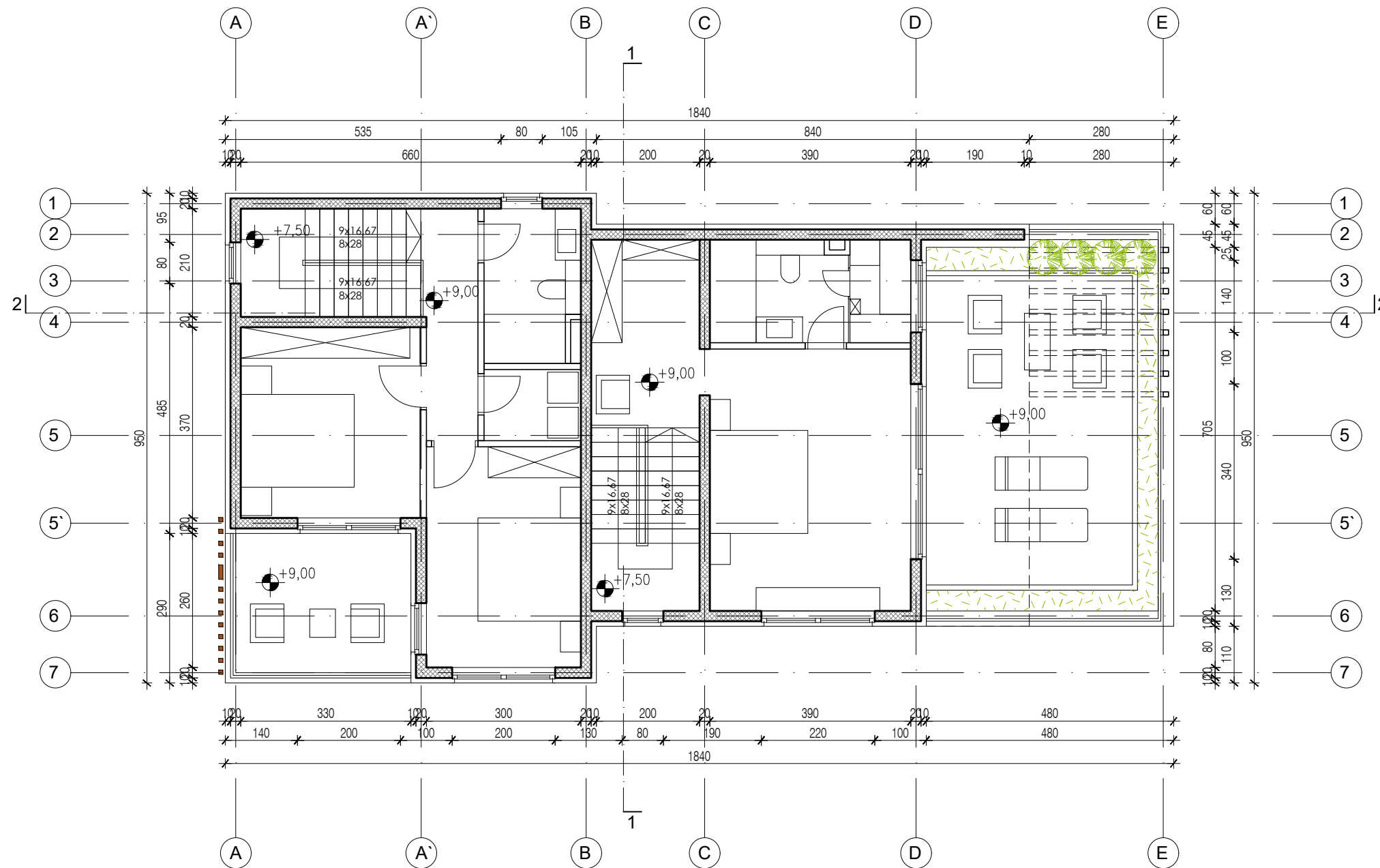
STUDENTICA:  
**Ana Caktaš**

MENTOR:  
**Prof.dr.sc. Domagoj Matešan**

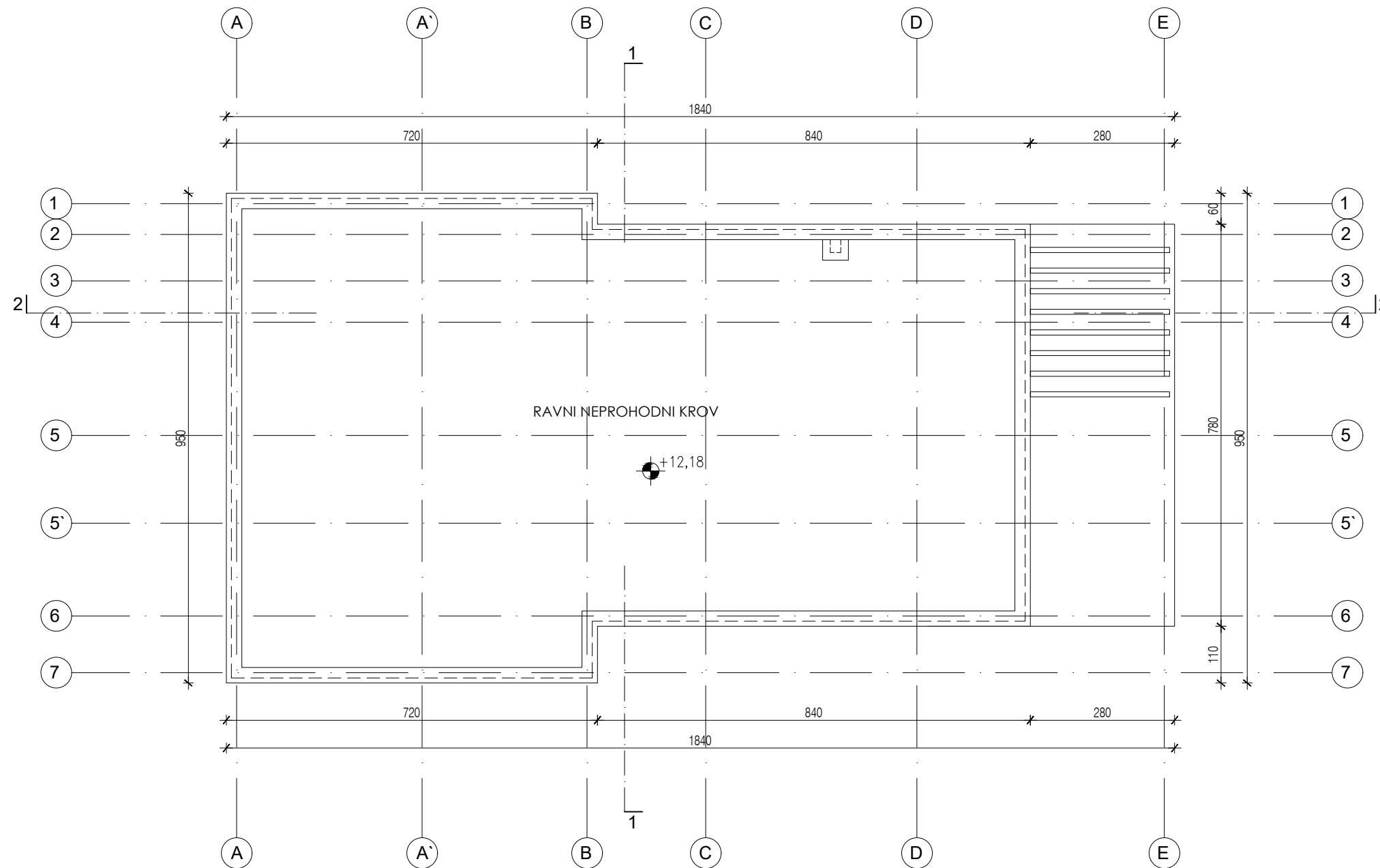
DATUM:  
**rujan 2024.**

MJERILO: **1:100**

PRILOG: **05**



 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE</p>	NASLOV: Projekt konstrukcije stambene zgrade u Vinišću	
	SADRŽAJ: TLOCRT 3. KATA	
	STUDENTICA: Ana Caktaš	MENTOR: Prof.dr.sc. Domagoj Matešan
	VRSTA RADA: DIPLOMSKI RAD	DATUM: rujan 2024.



VRSTA RADA: DIPLOMSKI RAD

NASLOV: Projekt konstrukcije stambene zgrade u Vinišću

SADRŽAJ: TLOCRT KROVA

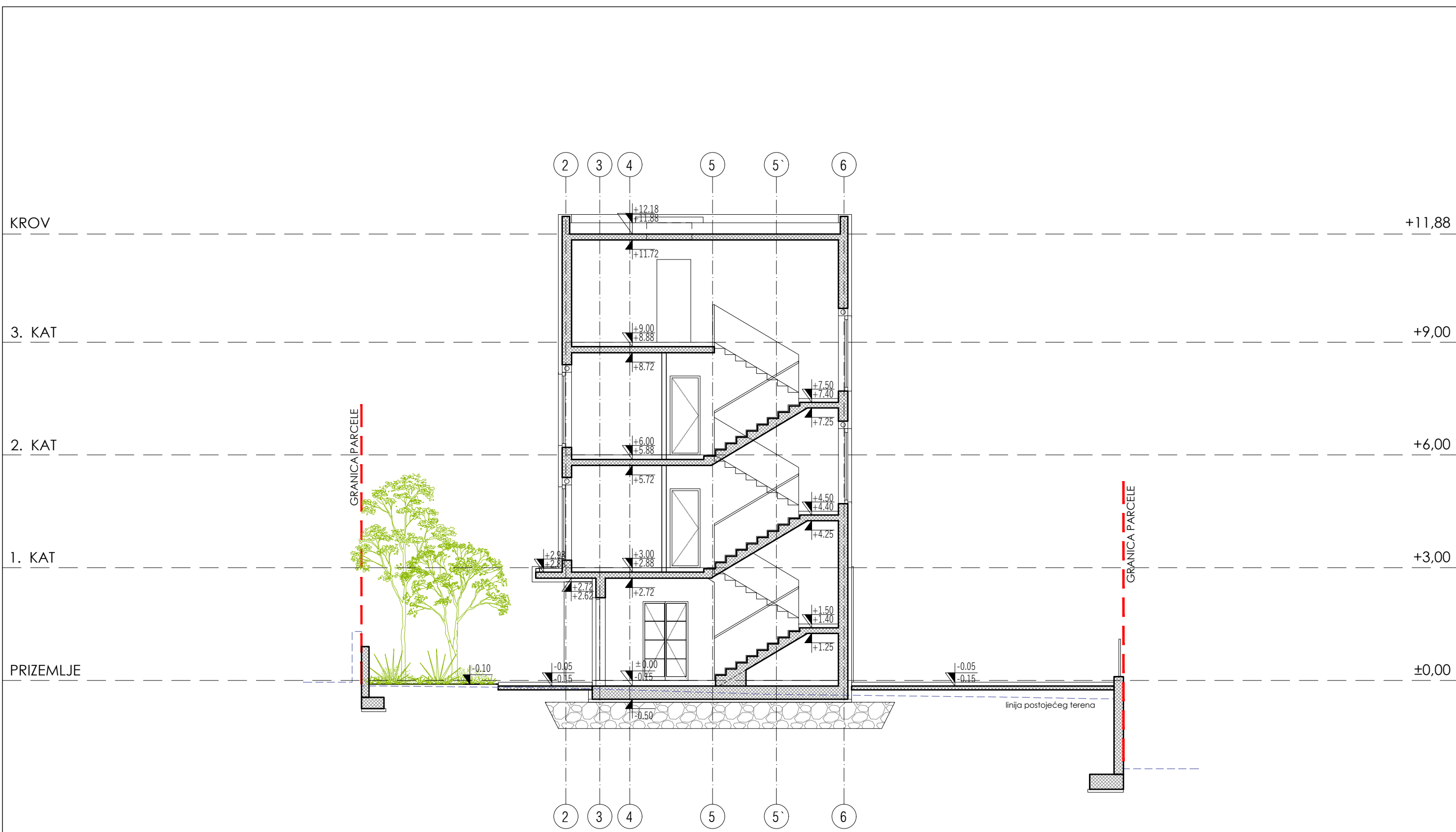
STUDENTICA:  
Ana Caktaš

MENTOR:  
Prof.dr.sc. Domagoj Matešan

DATUM:  
rujan 2024.

MJERILO: 1:100

PRILOG: 07



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
 ARHITEKTURE I GEODEZIJE

VRSTA RADA: DIPLOMSKI RAD

NASLOV: Projekt konstrukcije stambene zgrade u Vinišću

SADRŽAJ: PRESJEK 1-1

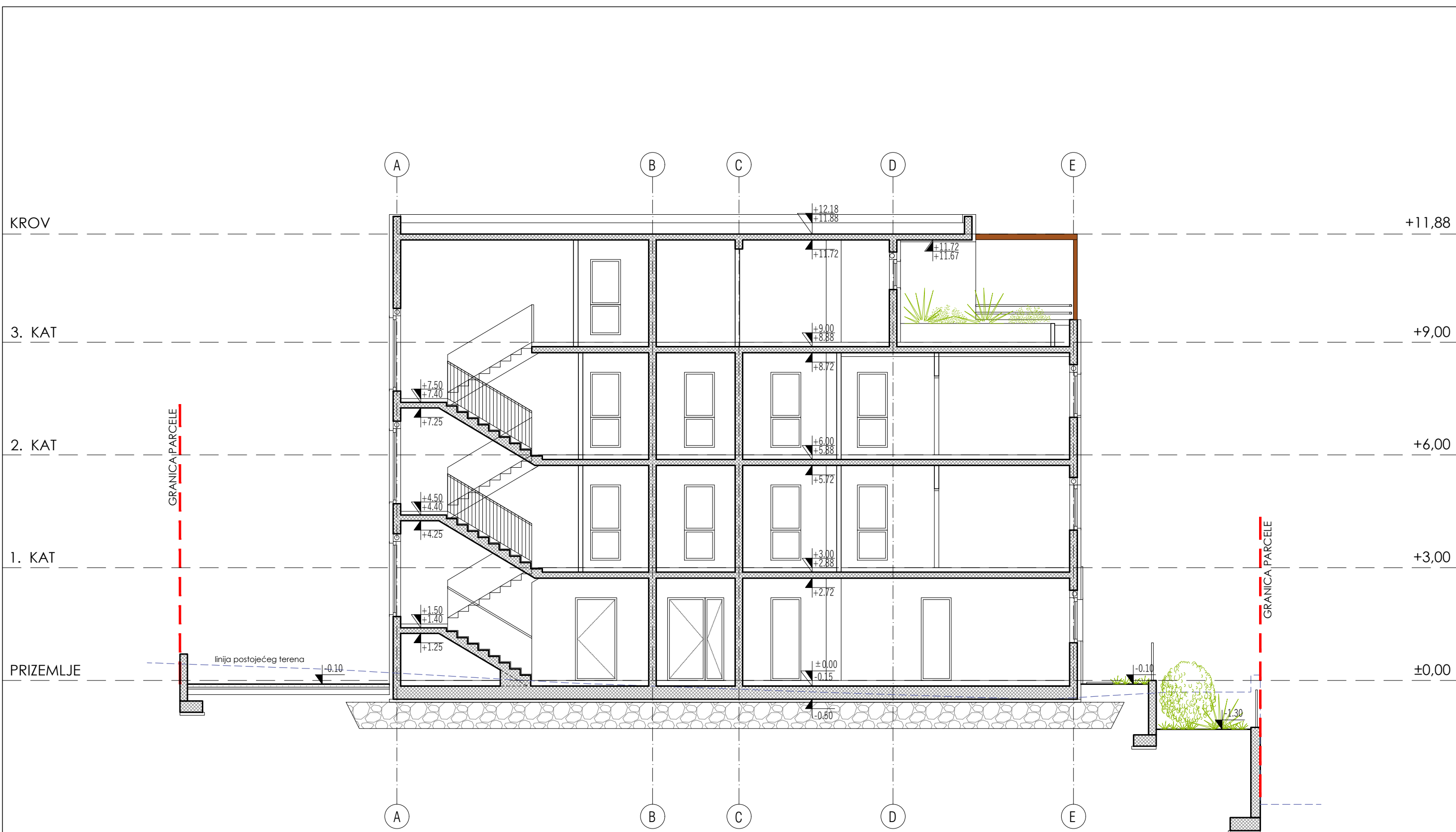
STUDENTICA: Ana Caktaš

MENTOR: Prof.dr.sc. Domagoj Matešan

DATUM: rujan 2024.

MJERILO: 1:100

PRILOG: 08



VRSTA RADA: **DIPLOMSKI RAD**

NASLOV: **Projekt konstrukcije stambene zgrade u Vinišću**

SADRŽAJ: **PRESJEK 2-2**

STUDENTICA: **Ana Caktaš**

MENTOR: **Prof.dr.sc. Domagoj Matešan**

DATUM: **rujan 2024.**

MJERILO: **1:100**

PRILOG: **09**



VRSTA RADA: **DIPLOMSKI RAD**

NASLOV: **Projekt konstrukcije stambene zgrade u Vinišću**

SADRŽAJ: **JUŽNO PROČELJE**

STUDENTICA: **Ana Caktaš**

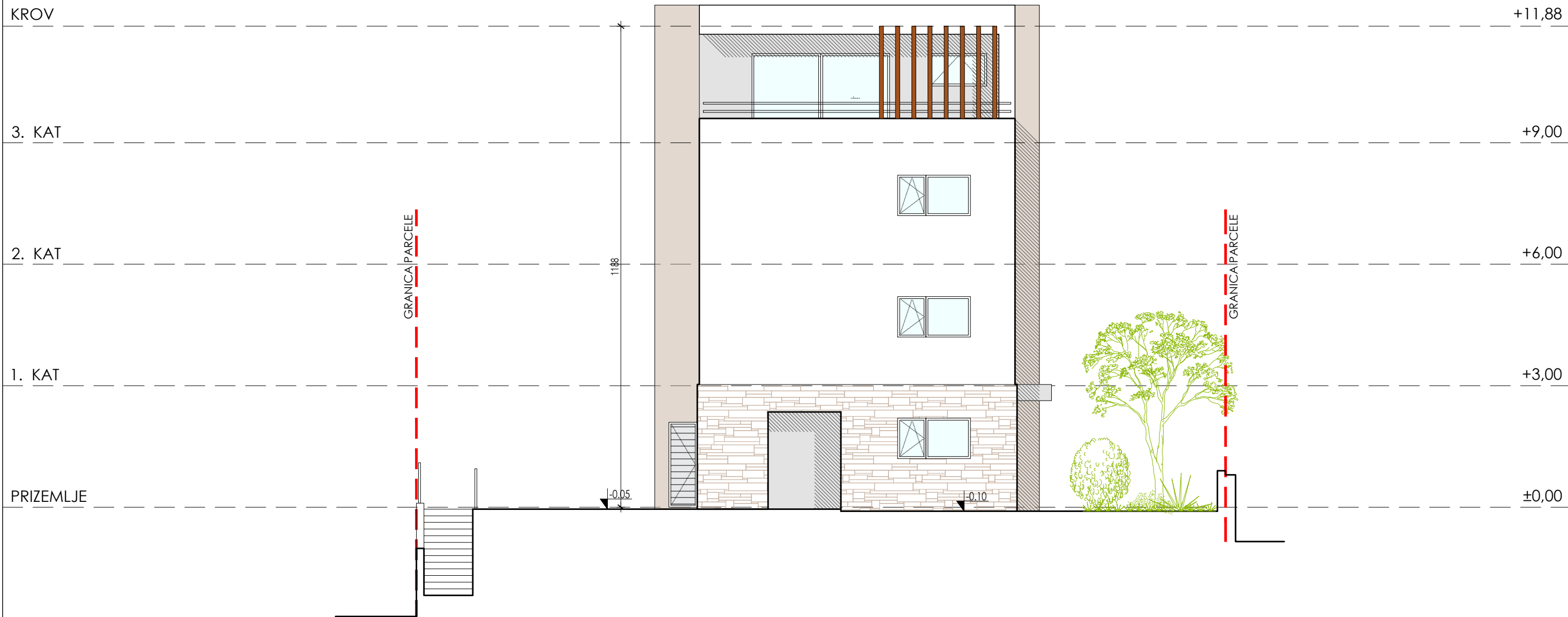
MENTOR: **Prof.dr.sc. Domagoj Matešan**

DATUM: **rujan 2024.**

MJERILO: **1:100**

PRILOG: **10**





VRSTA RADA: **DIPLOMSKI RAD**

NASLOV: **Projekt konstrukcije stambene zgrade u Vinišću**

SADRŽAJ: **ISTOČNO PROČELJE**

STUDENTICA:  
**Ana Caktaš**

MENTOR:  
**Prof.dr.sc. Domagoj Matešan**

DATUM:  
**rujan 2024.**

MJERILO: **1:100**

PRILOG: **11**



VRSTA RADA: DIPLOMSKI RAD

NASLOV: Projekt konstrukcije stambene zgrade u Vinišću

SADRŽAJ: SJEVERNO PROČELJE

STUDENTICA:  
Ana Caktaš

MENTOR:  
Prof.dr.sc. Domagoj Matešan

DATUM:  
rujan 2024.

MJERILO: 1:100

PRILOG: 12



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

VRSTA RADA: DIPLOMSKI RAD

NASLOV: Projekt konstrukcije stambene zgrade u Vinišću

SADRŽAJ: ZAPADNO PROČELJE

STUDENTICA:  
Ana Caktaš

MENTOR:  
Prof.dr.sc. Domagoj Matešan

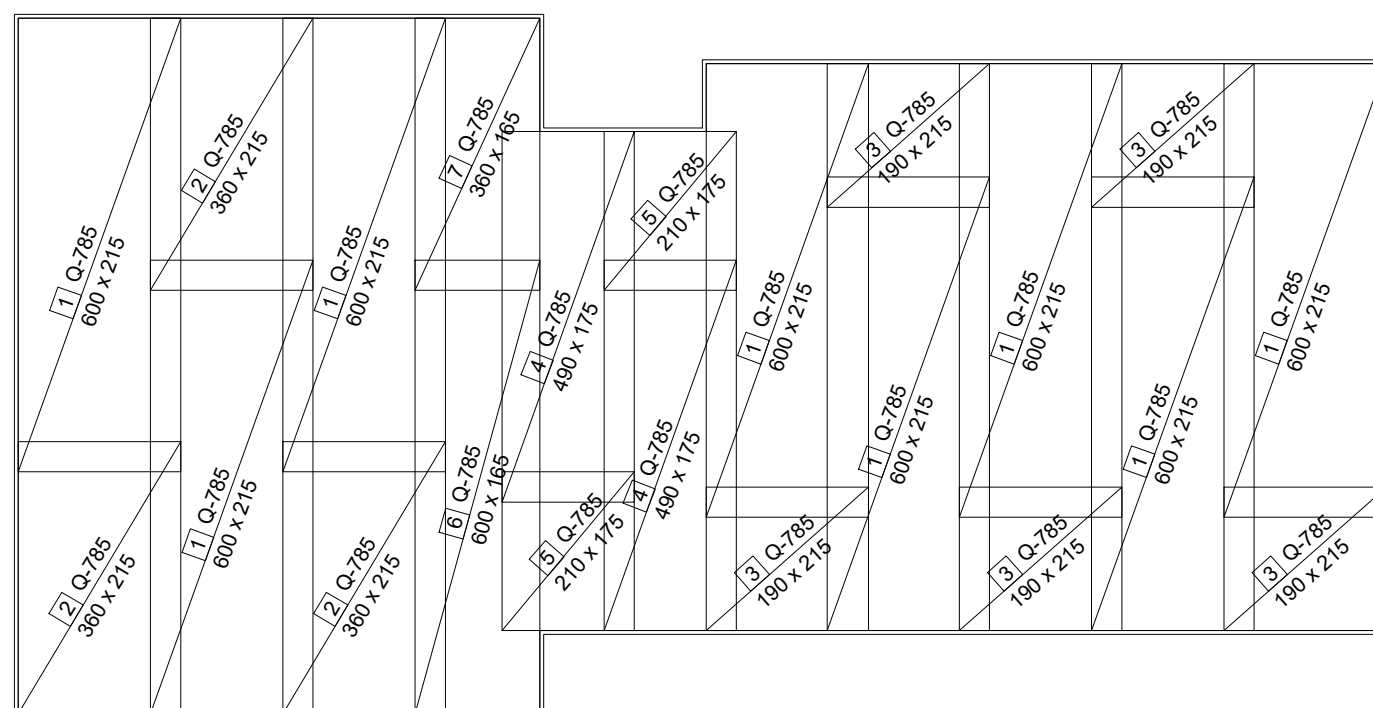
DATUM:  
rujan 2024.

MJERILO: 1:100

PRILOG: 13

## ISKAZ MREŽASTE ARMATURE Čelik B500B

POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q-785		600x215	8	7,85	810,12
2	Q-785		360x215	3	7,85	182,28
3	Q-785		190x215	5	7,85	160,34
4	Q-785		490x175	2	7,85	134,63
5	Q-785		210x175	2	7,85	57,70
6	Q-785		600x165	1	7,85	77,72
7	Q-785		360x165	1	7,85	46,63
UKUPNO: (KG)...						1469,42



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

VRSTA RADA: DIPLOMSKI RAD

NASLOV: Projekt konstrukcije stambene zgrade u Vinišću

SADRŽAJ: ARMATURA TEMELJNE PLOČE - DONJA ZONA

STUDENTICA:  
Ana Caktaš

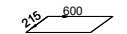
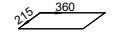
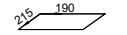
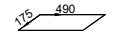
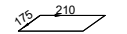
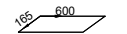
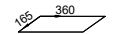
MENTOR:  
Prof.dr.sc. Domagoj Matešan

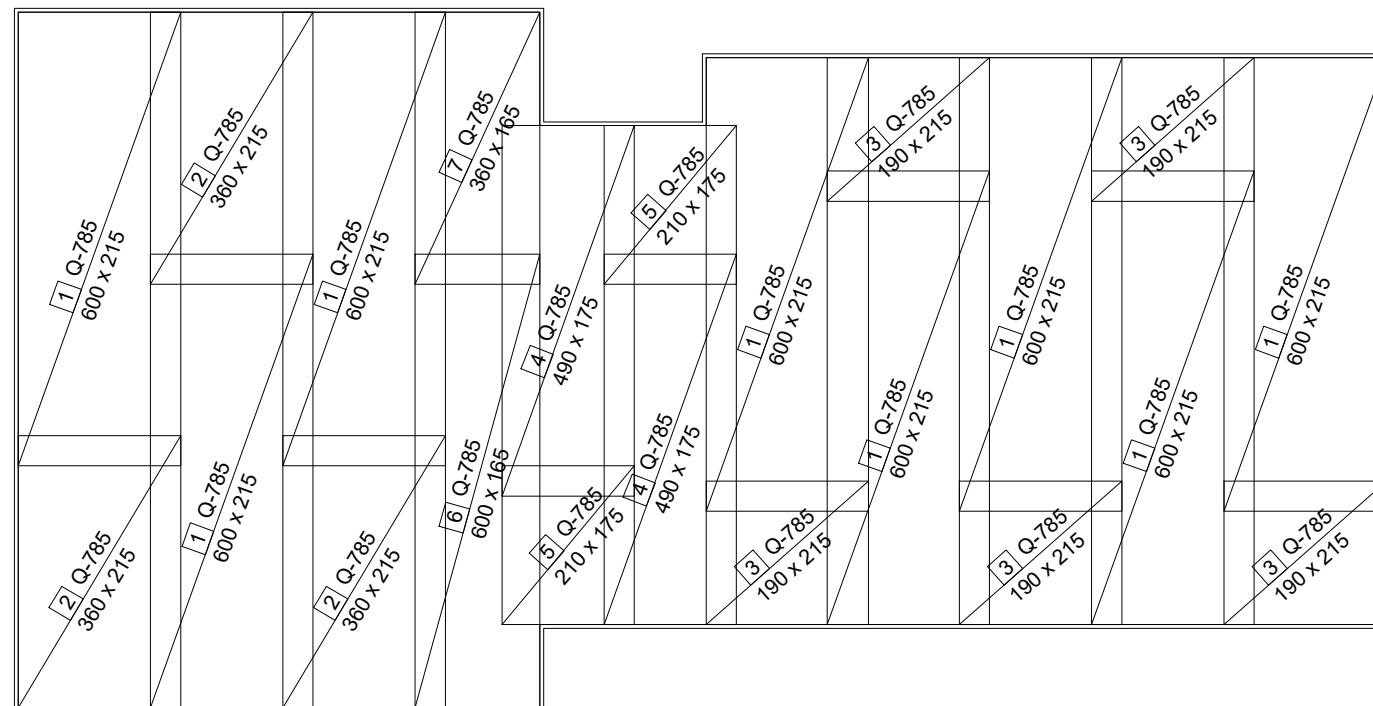
DATUM:  
rujan 2024.

MJERILO: 1:100

PRILOG: 14

## ISKAZ MREŽASTE ARMATURE Čelik B500B

POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q-785		600x215	8	7,85	810,12
2	Q-785		360x215	3	7,85	182,28
3	Q-785		190x215	5	7,85	160,34
4	Q-785		490x175	2	7,85	134,63
5	Q-785		210x175	2	7,85	57,70
6	Q-785		600x165	1	7,85	77,72
7	Q-785		360x165	1	7,85	46,63
UKUPNO: (KG)...						1469,42



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

VRSTA RADA: DIPLOMSKI RAD

NASLOV: Projekt konstrukcije stambene zgrade u Vinišću

SADRŽAJ: ARMATURA TEMELJNE PLOČE - GORNJA ZONA

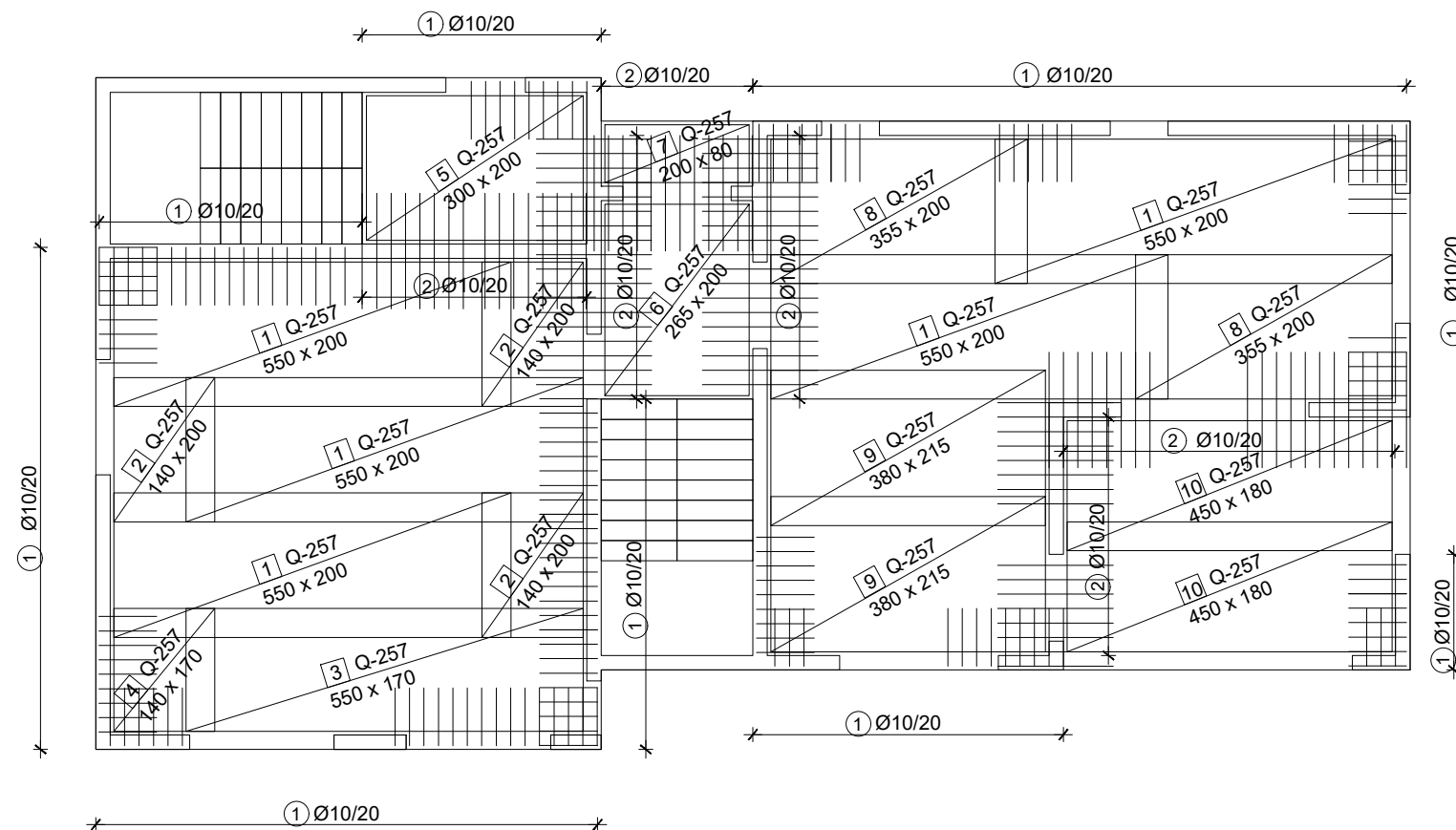
STUDENTICA:  
Ana Caktaš

MENTOR:  
Prof.dr.sc. Domagoj Matešan

DATUM:  
rujan 2024.

MJERILO: 1:100

PRILOG: 15



### ISKAZ MREŽASTE ARMATURE Čelik B500B

POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q-257		550x200	5	2,57	141,35
2	Q-257		200x140	3	2,57	21,59
3	Q-257		550x170	1	2,57	24,03
4	Q-257		170x140	1	2,57	6,12
5	Q-257		300x200	1	2,57	15,42
6	Q-257		265x200	1	2,57	13,62
7	Q-257		200x80	1	2,57	4,11
8	Q-257		355x200	2	2,57	36,49
9	Q-257		380x215	2	2,57	41,99
10	Q-257		450x180	2	2,57	41,63

UKUPNO: (KG)... 346,35

### ISKAZ REBRASTE ARMATURE Čelik B500B

POZ.	OBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m)	KOM.	L(cm)	MASA (kg)
1		10	0,617	246	170	258,03
2		10	0,617	110	160	108,59

UKUPNO: (KG)... 366,62



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

VRSTA RADA: DIPLOMSKI RAD

NASLOV: Projekt konstrukcije stambene zgrade u Vinišću

SADRŽAJ: ARMATURA MEĐUKATNE PLOČE 100 - DONJA ZONA

STUDENTICA:  
Ana Caktaš

MENTOR:  
Prof.dr.sc. Domagoj Matešan

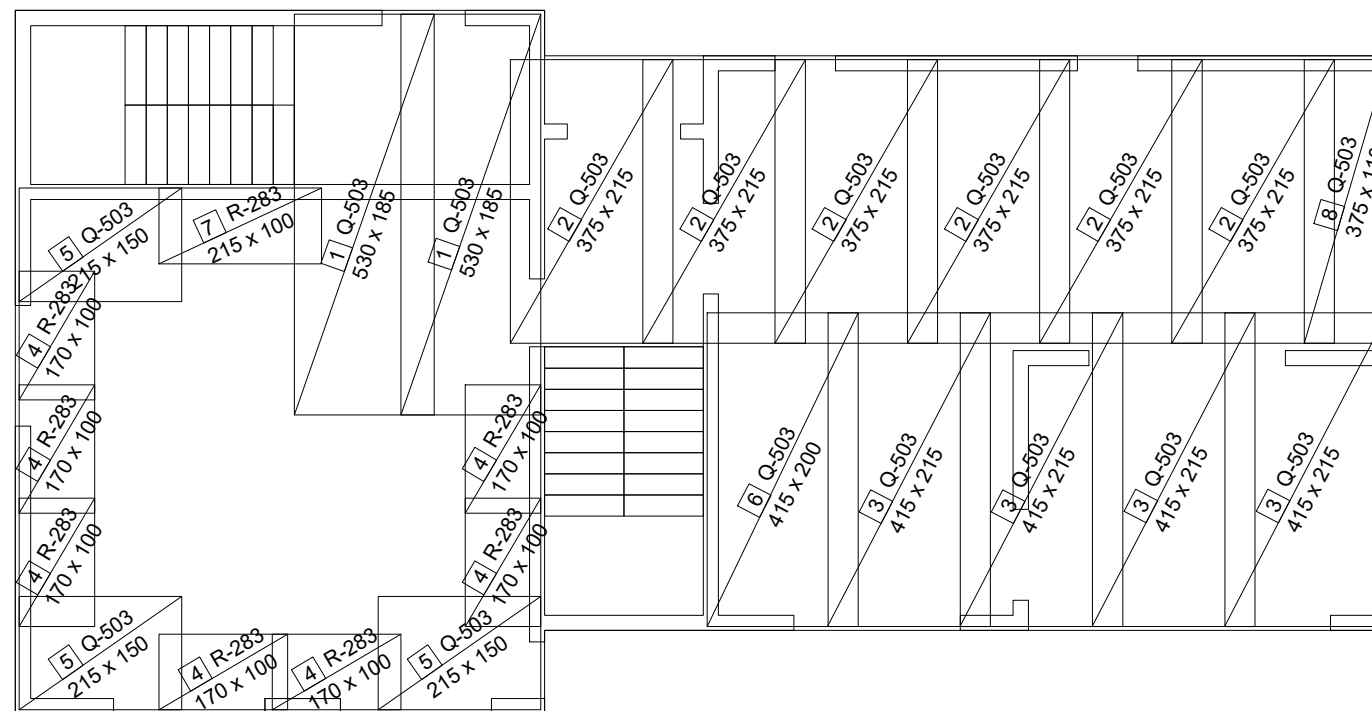
DATUM:  
rujan 2024.

MJERILO:  
1:100

PRILOG:  
16

## ISKAZ MREŽASTE ARMATURE Čelik B500B

POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q-503		530x185	2	5,03	98,64
2	Q-503		375x215	6	5,03	243,33
3	Q-503		415x215	4	5,03	179,52
4	R-283		170x100	7	2,83	33,68
5	Q-503		215x150	3	5,03	48,67
6	Q-503		415x200	1	5,03	41,75
7	R-283		215x100	1	2,83	6,08
8	Q-503		375x110	1	5,03	20,75
UKUPNO: (KG)...						672,42



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

VRSTA RADA: **DIPLOMSKI RAD**

NASLOV: **Projekt konstrukcije stambene zgrade u Vinišću**

SADRŽAJ: **ARMATURA MEĐUKATNE PLOČE 100 - GORNJA ZONA**

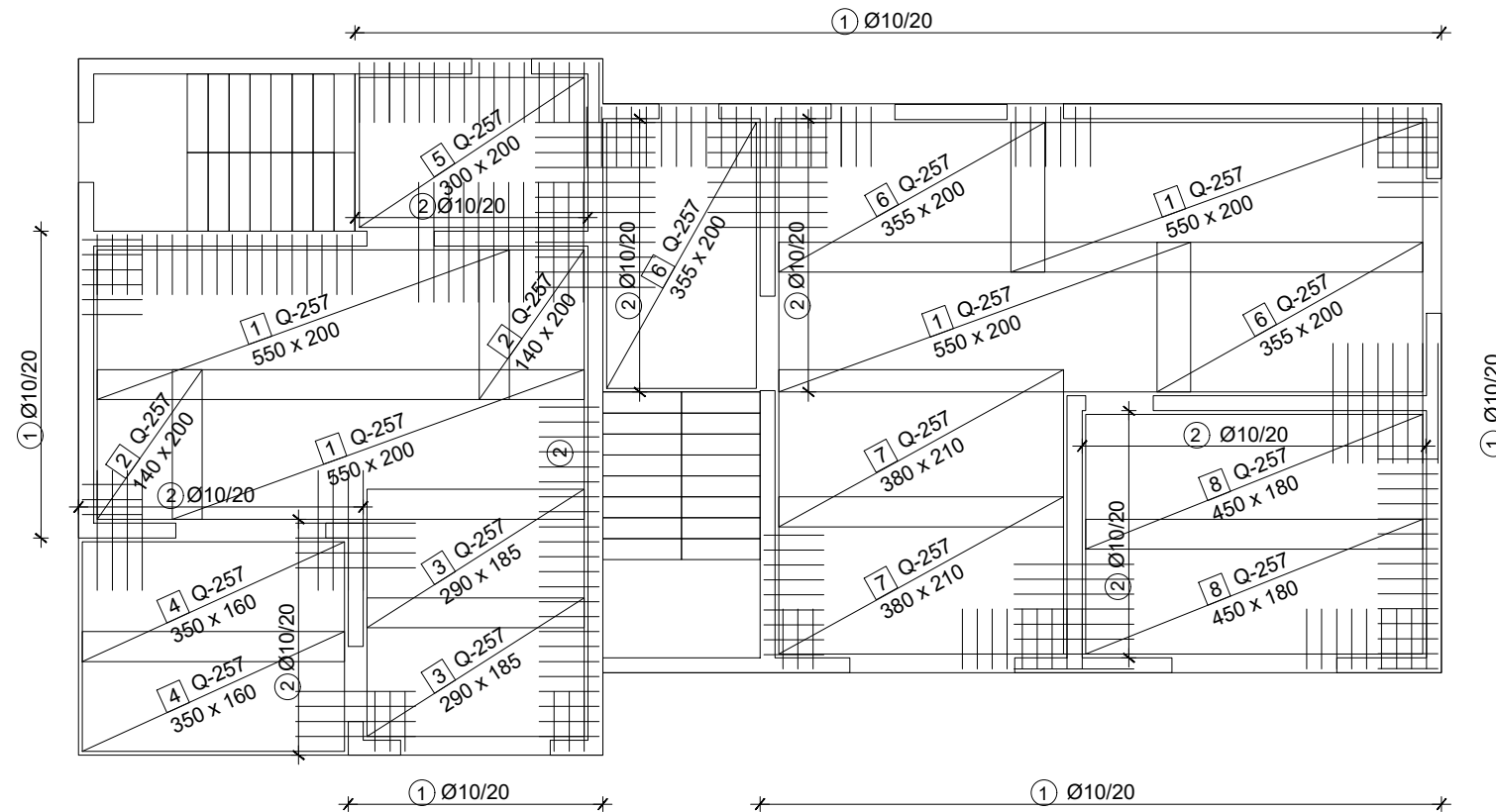
STUDENTICA:  
**Ana Caktaš**

MENTOR:  
**Prof.dr.sc. Domagoj Matešan**

DATUM:  
**rujan 2024.**

MJERILO: **1:100**

PRILOG: **17**



### ISKAZ MREŽASTE ARMATURE Čelik B500B

POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q-257		550x200	4	2,57	113,08
2	Q-257		200x140	2	2,57	14,39
3	Q-257		290x185	3	2,57	41,36
4	Q-257		350x160	2	2,57	28,78
5	Q-257		300x200	1	2,57	15,42
6	Q-257		355x200	3	2,57	54,74
7	Q-257		380x210	2	2,57	41,02
8	Q-257		450x180	2	2,57	41,43
UKUPNO: (KG)...						350,42

### ISKAZ REBRASTE ARMATURE Čelik B500B

POZ.	OBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m)	KOM.	L(cm)	MASA (kg)
1		10	0,617	257	170	269,57
2		10	0,617	130	160	128,34
UKUPNO: (KG)...						397,91



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

VRSTA RADA: DIPLOMSKI RAD

NASLOV: Projekt konstrukcije stambene zgrade u Vinišću

SADRŽAJ: ARMATURA MEĐUKATNE PLOČE 200 - DONJA ZONA

STUDENTICA:  
Ana Caktaš

MENTOR:  
Prof.dr.sc. Domagoj Matešan

DATUM:  
rujan 2024.

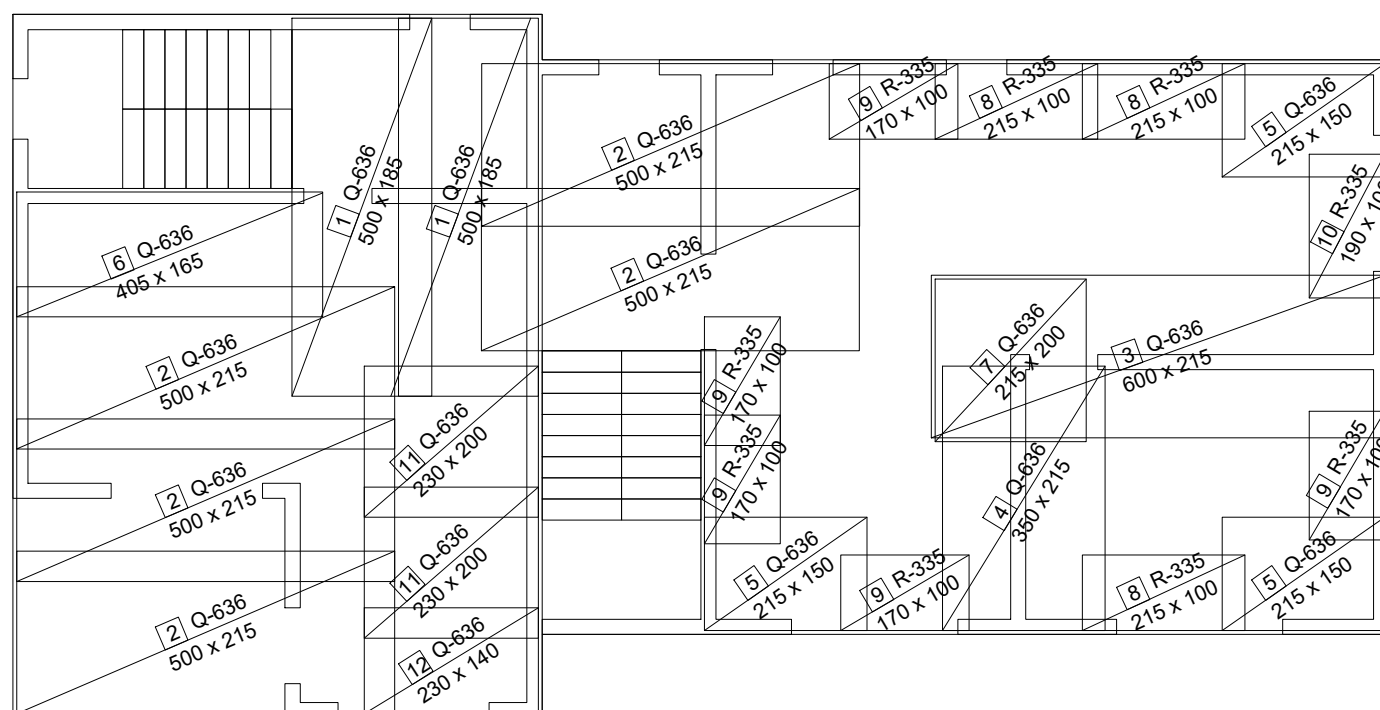
MJERILO: 1:100

PRILOG: 18



## ISKAZ MREŽASTE ARMATURE Čelik B500B

POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q-636		500x185	2	6,36	117,66
2	Q-636		500x215	5	6,36	341,85
3	Q-636		600x215	1	6,36	82,04
4	Q-636		350x215	1	6,36	47,86
5	Q-636		215x150	3	6,36	61,53
6	Q-636		405x165	1	6,36	42,50
7	Q-636		215x200	1	6,36	27,35
8	R-335		215x100	3	3,35	21,61
9	R-335		170x100	5	3,35	28,48
10	R-335		190x100	1	3,35	6,37
11	Q-636		230x200	2	6,36	58,51
12	Q-636		230x140	1	6,36	20,48
UKUPNO: (KG)...					856,24	



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

VRSTA RADA: **DIPLOMSKI RAD**

NASLOV: **Projekt konstrukcije stambene zgrade u Vinišću**

SADRŽAJ: **ARMATURA MEĐUKATNE PLOČE 200 - GORNJA ZONA**

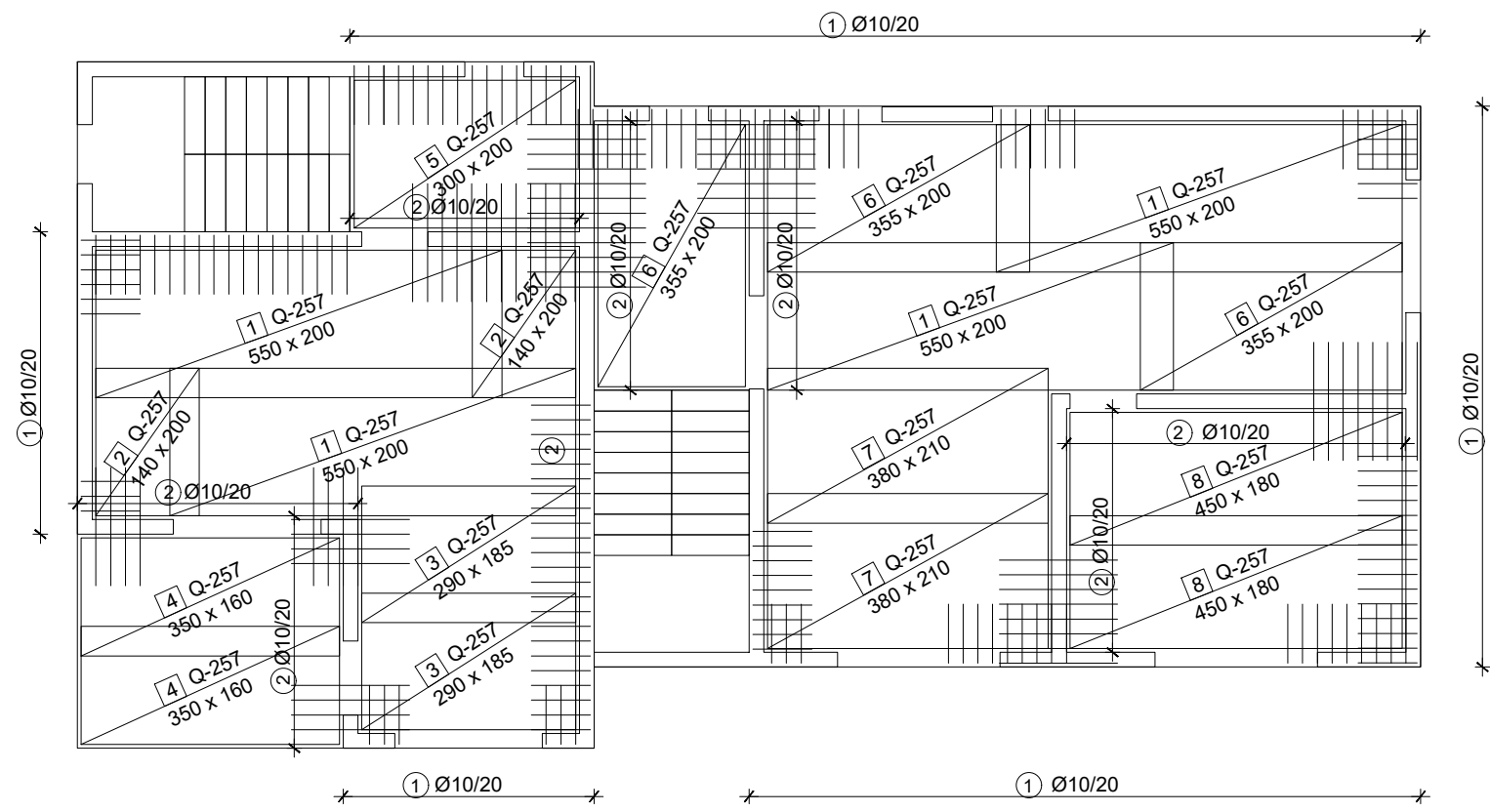
STUDENTICA:  
**Ana Caktaš**

MENTOR:  
**Prof.dr.sc. Domagoj Matešan**

DATUM:  
**rujan 2024.**

MJERILO: **1:100**

PRILOG: **19**



### ISKAZ MREŽASTE ARMATURE Čelik B500B

POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q-257		550x200	4	2,57	113,08
2	Q-257		200x140	2	2,57	14,39
3	Q-257		290x185	3	2,57	41,36
4	Q-257		350x160	2	2,57	28,78
5	Q-257		300x200	1	2,57	15,42
6	Q-257		355x200	3	2,57	54,74
7	Q-257		380x210	2	2,57	41,02
8	Q-257		450x180	2	2,57	41,43
UKUPNO: (KG)...						350,42

### ISKAZ REBRASTE ARMATURE Čelik B500B

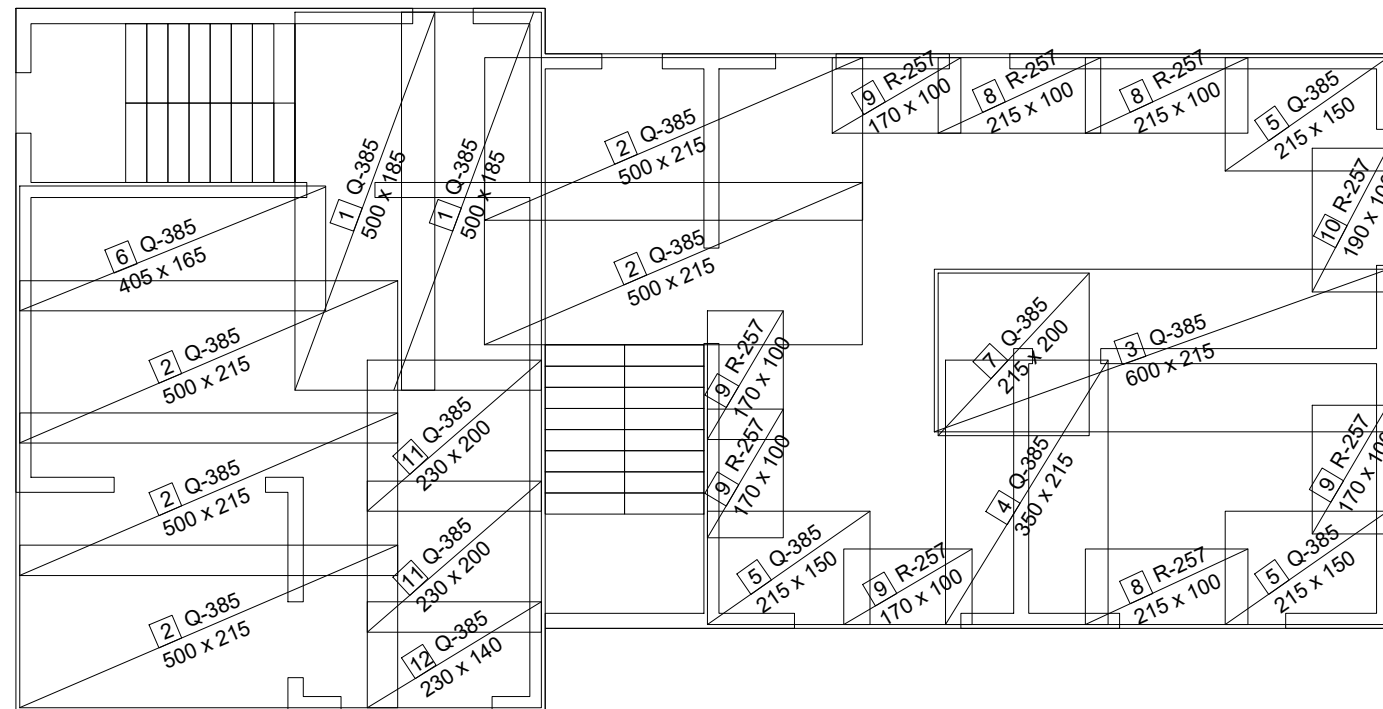
POZ.	OBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m)	KOM.	L(cm)	MASA (kg)
1		10	0,617	257	170	269,57
2		10	0,617	130	160	128,34
UKUPNO: (KG)...						397,91



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

VRSTA RADA: **DIPLOMSKI RAD**

NASLOV: Projekt konstrukcije stambene zgrade u Vinišću	
SADRŽAJ: ARMATURA MEĐUKATNE PLOČE 300 - DONJA ZONA	
STUDENTICA: <b>Ana Caktaš</b>	MENTOR: <b>Prof.dr.sc. Domagoj Matešan</b>
DATUM: rujan 2024.	MJERILO: 1:100 PRILOG: 20



## ISKAZ MREŽASTE ARMATURE Čelik B500B

POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q-385		500x185	2	3,85	71,23
2	Q-385		500x215	5	3,85	206,94
3	Q-385		600x215	1	3,85	49,67
4	Q-385		350x215	1	3,85	28,97
5	Q-385		215x150	3	3,85	37,25
6	Q-385		405x165	1	3,85	25,73
7	Q-385		215x200	1	3,85	16,56
8	R-257		215x100	3	2,57	16,58
9	R-257		170x100	5	2,57	21,85
10	R-257		190x100	1	2,57	4,88
11	Q-385		230x200	2	3,85	35,42
12	Q-385		230x140	1	3,85	12,40
UKUPNO: (KG)...						527,48



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

VRSTA RADA: **DIPLOMSKI RAD**

NASLOV: **Projekt konstrukcije stambene zgrade u Vinišću**

SADRŽAJ: **ARMATURA MEĐUKATNE PLOČE 300 - GORNJA ZONA**

STUDENTICA:  
**Ana Caktaš**

MENTOR:  
**Prof.dr.sc. Domagoj Matešan**

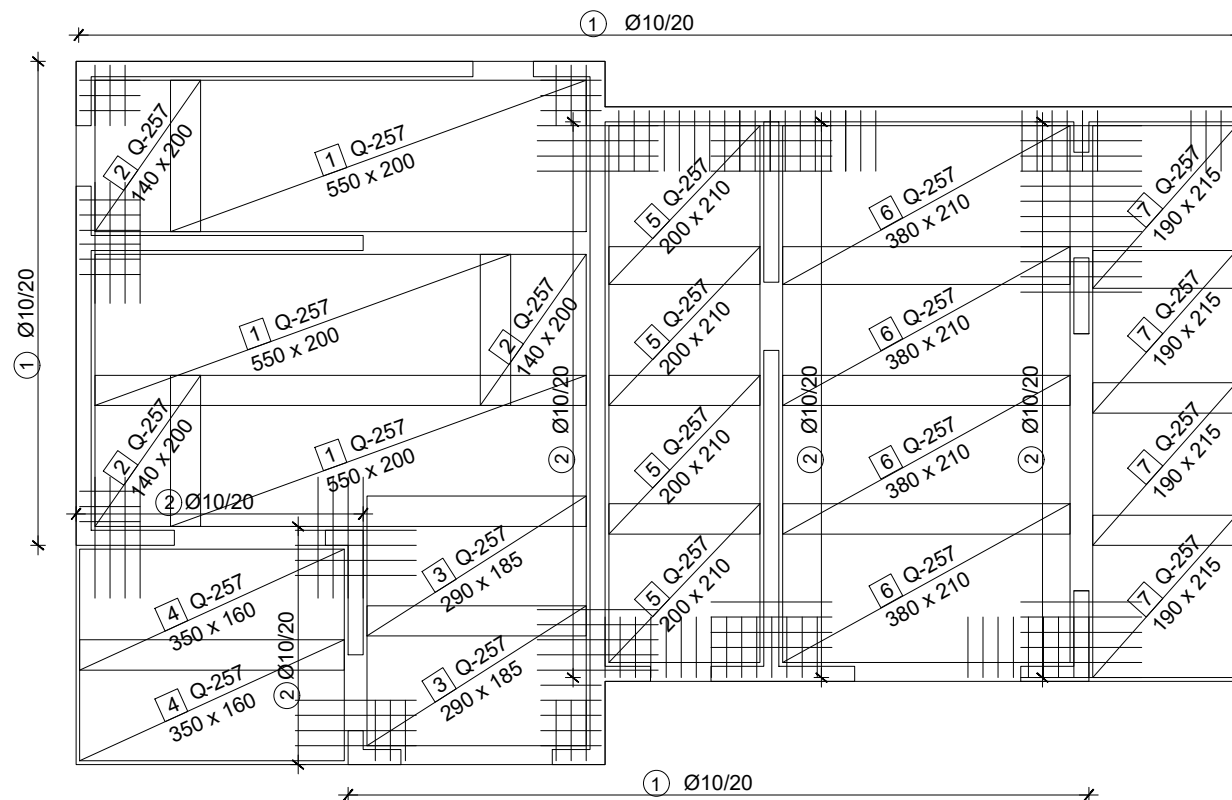
DATUM:  
**rujan 2024.**

MJERILO: **1:100**

PRILOG: **21**

### ISKAZ MREŽASTE ARMATURE Čelik B500B

POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q-257		550x200	3	2,57	84,81
2	Q-257		200x140	3	2,57	21,59
3	Q-257		290x185	2	2,57	27,58
4	Q-257		350x160	2	2,57	28,78
5	Q-257		210x200	4	2,57	43,18
6	Q-257		380x210	4	2,57	82,03
7	Q-257		215x190	4	2,57	41,99
UKUPNO: (KG)...						329,96



### ISKAZ REBRASTE ARMATURE Čelik B500B

POZ.	OBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m)	KOM.	L(cm)	MASA (kg)
1		10	0,617	165	170	173,07
2		10	0,617	180	160	177,70
UKUPNO: (KG)...						350,77



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

VRSTA RADA: DIPLOMSKI RAD

NASLOV: Projekt konstrukcije stambene zgrade u Vinišću

SADRŽAJ: ARMATURA KROVNE PLOČE 400 - DONJA ZONA

STUDENTICA:  
Ana Caktaš

MENTOR:  
Prof.dr.sc. Domagoj Matešan

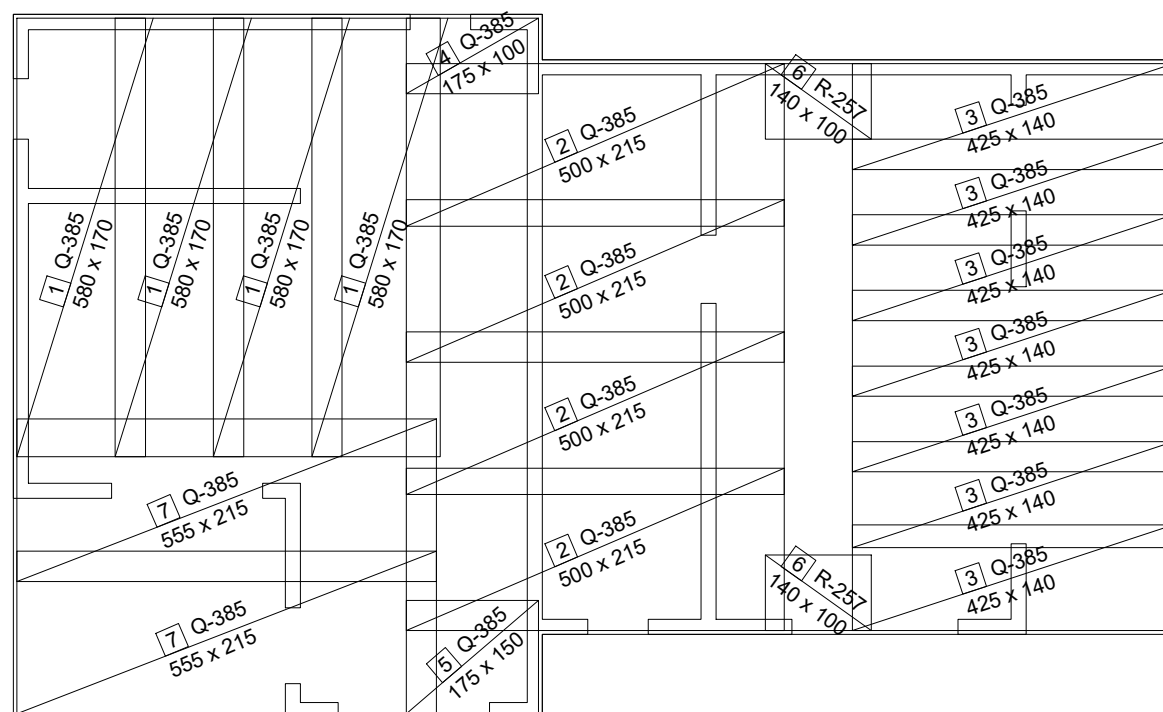
DATUM:  
rujan 2024.

MJERILO:  
1:100

PRILOG:  
22

## ISKAZ MREŽASTE ARMATURE Čelik B500B

POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q-385		580 x 170	4	3,85	151,84
2	Q-385		500 x 215	6	3,85	248,33
3	Q-385		425 x 140	7	3,85	160,35
4	Q-385		175 x 100	1	3,85	6,74
5	Q-385		175 x 150	1	3,85	10,11
6	R-257		140 x 100	2	2,57	7,20
7	Q-385		555 x 215	2	3,85	91,88
UKUPNO: (KG)...						676,45



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

VRSTA RADA: DIPLOMSKI RAD

NASLOV: Projekt konstrukcije stambene zgrade u Vinišću

SADRŽAJ: ARMATURA KROVNE PLOČE 400 - GORNJA ZONA

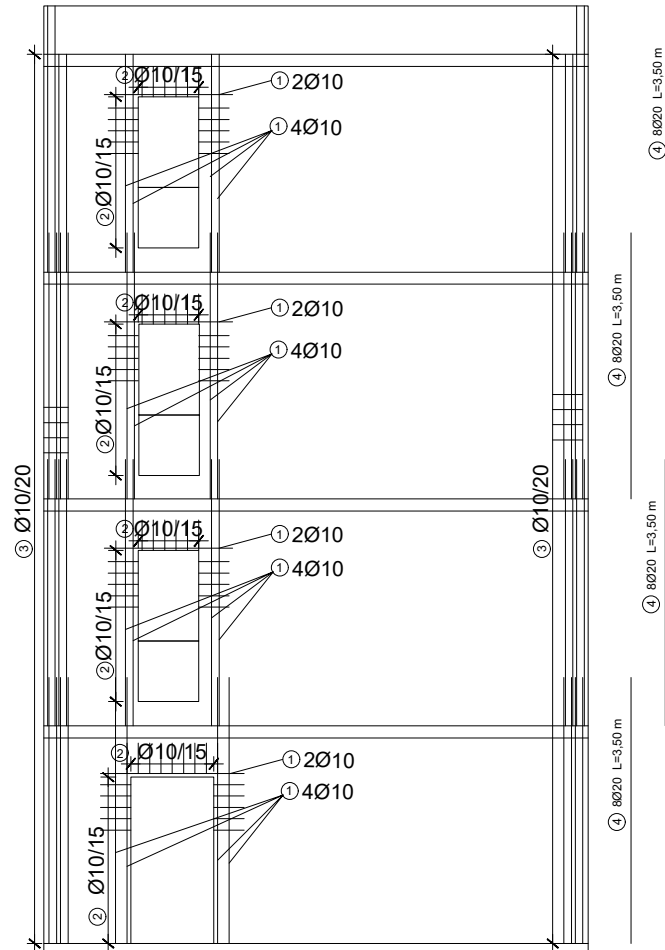
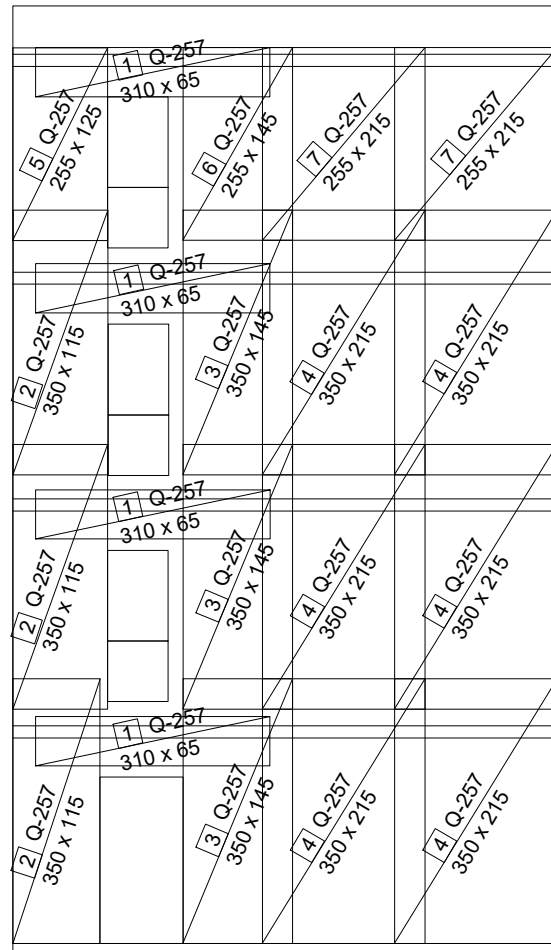
STUDENTICA:  
Ana Caktaš

MENTOR:  
Prof.dr.sc. Domagoj Matešan

DATUM:  
rujan 2024.

MJERILO: 1:100

PRILOG: 23



### ISKAZ MREŽASTE ARMATURE Čelik B500B

POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q-257		310x65	4	2,57	20,71
2	Q-257		350x115	3	2,57	31,03
3	Q-257		350x145	3	2,57	39,13
4	Q-257		350x215	6	2,57	116,04
5	Q-257		255x125	1	2,57	8,19
6	Q-257		255x145	1	2,57	9,50
7	Q-257		255x215	2	2,57	28,18
UKUPNO: (KG)...						252,78

### ISKAZ REBRASTE ARMATURE Čelik B500B

POZ.	OBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m)	KOM.	L(cm)	L ukupno (m)
1		10	0,617	24	350	84,00
2		10	0,617	126	100	126,00
3		10	0,617	118	164	193,52
4		20	2,47	32	350	112,00
UKUPNO: (KG)...						515,52



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

VRSTA RADA: DIPLOMSKI RAD

NASLOV: Projekt konstrukcije stambene zgrade u Vinišću

SADRŽAJ: ARMATURA ZIDA POZ B

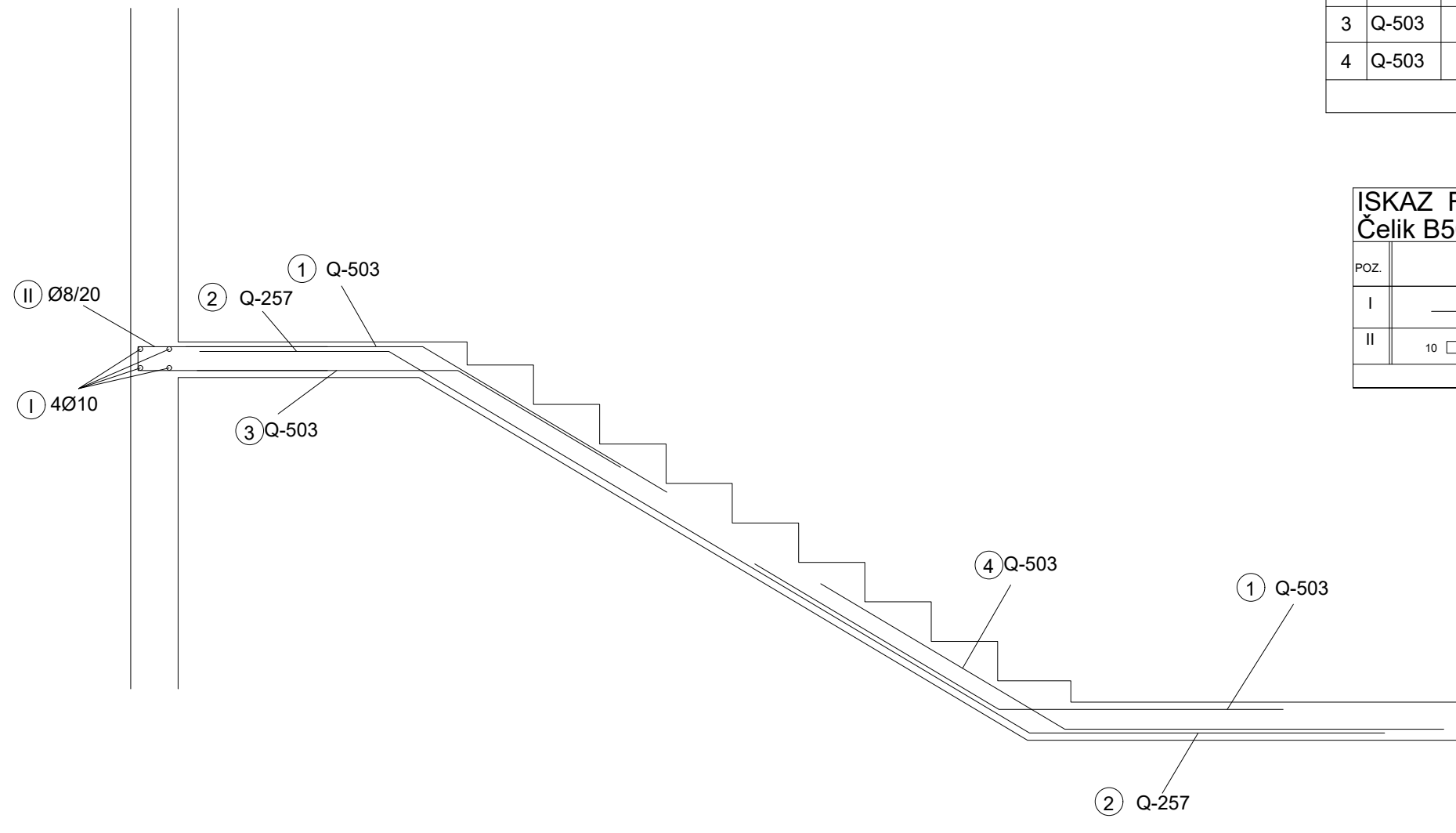
STUDENTICA:  
Ana Caktaš

MENTOR:  
Prof.dr.sc. Domagoj Matešan

DATUM:  
rujan 2024.

MJERILO: 1:100

PRILOG: 24



**ISKAZ MREŽASTE ARMATURE**  
**Čelik B500B**

POZ.	TIP MREŽE	B (cm)	L (cm)	KOM.	MASA (kg/m2)	UKUPNA MASA
1	Q-503	95	480	2	8.03	73,23
2	Q-257	95	454	1	4.16	17,94
3	Q-503	95	190	1	8.03	15,26
4	Q-503	95	280	1	8.03	22,48
UKUPNO: (KG)...						128,91

**ISKAZ REBRASTE ARMATURE**  
**Čelik B500B**

POZ.	OBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m)	KOM.	L(cm)	MASA (kg)
I	230	10	0,617	10	230	14,19
II	10 80 80	8	0,395	22	170	14,77
UKUPNO: (KG)...						28,96

 <b>SVEUČILIŠTE U SPLITU,</b> <b>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,</b> <b>ARHITEKTURE I GEODEZIJE</b>	NASLOV: Projekt konstrukcije stambene zgrade u Vinišću	
	SADRŽAJ: ARMATURA STUBIŠNOG KRAKA	
STUDENTICA: <b>Ana Caktaš</b>	MENTOR: <b>Prof.dr.sc. Domagoj Matešan</b>	
VRSTA RADA: <b>DIPLOMSKI RAD</b>	DATUM: <b>rujan 2024.</b>	MJERILO: <b>1:25</b> PRILOG: <b>25</b>