

# Glavni projekt stambene građevine u Splitu

---

**Buzov, Anđela**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2025**

*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:123:239966>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-04-01**



*Repository / Repozitorij:*

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



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

# **DIPLOMSKI RAD**

**Andela Buzov**

**Split, 2025.**

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

**Andela Buzov**

**Glavni projekt stambene građevine u Splitu**

**Diplomski rad**

**Split, 2025.**

# **Glavni projekt stambene građevine u Splitu**

## ***Sažetak:***

U radu je prikazan glavni projekt stambene građevine koja se nalazi u Splitu, predio Žnjan. Predmetna građevina je stambena građevina sa 7 stambenih jedinica na 4 nadzemne etaže, kao i garažom u podzemnoj etaži. Građevina je izvedena u armiranom betonu, sve monolitne izvedbe s armirano betonskim zidovima, stupovima i armirano betonskim pločama kao međukatnom konstrukcijom. Projekt sadrži: tehnički opis konstrukcije, opće i posebne tehničke uvjete, plan kontrole i osiguranja kvalitete, proračun nosivih konstrukcijskih elemenata i karakteristične građevinske nacрте i armaturne planove.

## ***Ključne riječi:***

Stambena građevina, glavni projekt, monolitna izvedba

# **Main design of a residential building in Split**

## ***Abstract:***

This thesis presents the main design of a residential building which is located in Split, Žnjan. The subject building is a residential building with 7 residential units on 4 above-ground floors, as well as a garage in the underground floor.

The building is made of reinforced concrete, all monolithic designs with reinforced concrete walls, columns and reinforced concrete slabs as a mezzanine structure. The project contains technical description of the structure, general and particular conditions of civil engineering works, control plan and quality assurance plan, calculation of the main structural elements as well as characteristic structural plans and reinforcement plans.

## ***Keywords:***

Residential building, main design, monolithic construction

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**

**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

STUDIJ: **DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**  
KANDIDAT: Anđela Buzov  
BROJ INDEKSA: 0083223280  
KATEDRA: **Katedra za betonske konstrukcije i mostove**  
PREDMET: Betonske konstrukcije

**ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD**

Tema: Glavni projekt stambene građevine u Splitu

Opis zadatka: Na temelju danih arhitektonskih podloga, potrebno je izraditi glavni projekt stambene zgrade u Splitu. Izrađeni projekt mora sadržavati:

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

U Splitu, veljača, 2025.

Voditeljica Diplomskog rada:

Izv. Prof. dr. sc. Marija Smilović Zulim

Predsjednik Povjerenstva

za završne i diplomske ispite:

Izv. Prof. dr. sc. Ivan Balić



SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING,  
ARCHITECTURE AND GEODESY

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

kojom ja, Anđela Buzov, JMBAG: 0083223280, studentica Fakulteta građevinarstva, arhitekture i geodezije Sveučilišta u Splitu, kao autorica ovog diplomskog rada izjavljujem da sam ga izradila samostalno pod mentorstvom Izv. prof. dr. sc. Marije Smilović Zulim.

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

---

(vlastoručni potpis studentice)

1. TEHNIČKI OPIS PRORAČUNA KONSTRUKCIJE .....	1
1.1. Općenito ( projektni zadatak ).....	1
1.2. Oblik i veličina građevinske čestice.....	3
1.3. Namjena građevine.....	3
1.4. Konstruktivne pojedinosti – općenito.....	10
1.5. Lokacija i opterećenje.....	11
1.6. Izvedba.....	11
1.7. Materijali.....	12
2. PLAN KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE.....	13
2.1. Opće napomene.....	13
2.2. Postizanje zahtijevane geometrije.....	13
2.3. Zemljani radovi.....	14
2.3.1. Iskopi.....	14
2.3.2. Nasipi.....	14
2.4. Betonski i armiranobetonski adovi.....	15
2.4.1. Beton.....	15
2.4.2. Betonski čelik.....	16
2.4.3. Prekidi betoniranja.....	17
2.4.4. Oplata.....	17
2.4.5. Primijenjeni standardi.....	18
2.5. Ostali radovi i materijali.....	22
2.6. Kontrolna ispitivanja.....	22
2.7. Dužnosti izvođača.....	23
3. OPĆI I POSEBNI TEHNIČKI UVJETI.....	24
3.1. Oplate i skele.....	24
3.2. Transport i ugradnja betona.....	25

3.3.	Betoniranje pri visokim vanjskim temperaturama .....	26
3.4.	Betoniranje pri niskim vanjskim temperaturama .....	28
3.5.	Obveze izvođača .....	28
4.	NAČIN ZBRINJAVANJA GRAĐEVNOG OTPADA .....	29
5.	UVJETI ODRŽAVANJA I PROJEKTIRANI VIJEK TRAJANJA .....	31
6.	PLANOVI POZICIJA.....	34
7.	ANALIZA OPTEREĆENJA.....	35
7.1.	Vlastita težina.....	36
7.2.	Dodatno stalno opterećenje.....	36
7.3.	Pokretno opterećenje .....	39
7.4.	Potresno opterećenje.....	40
7.4.1.	Rezultati dinamičke analize .....	43
8.	NUMERIČKI MODEL.....	46
9.	DIMENZIONIRANJE HORIZONTALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE .....	52
9.1.	Proračun ploča.....	52
9.1.1.	Ploča pozicije 100 – stropna ploča suterena (garaže) .....	52
9.1.2.	Ploče pozicije 200 i 300 - stropna ploča prizemlja i 1. kata.....	64
9.1.3.	Ploča pozicije 400 – stropna ploča 2. kata.....	74
9.1.4.	Ploča pozicije 500 – stropna ploča nadgrađa .....	83
9.2.	Proračun AB greda.....	93
9.2.1.	Greda (G101) 20x56 cm.....	93
9.2.2.	Greda (G102) 20x46 cm.....	100
9.2.3.	Greda (G103) 20x46 cm.....	107
9.2.4.	Greda (G104) 20x86 cm.....	114
9.2.5.	Greda (G105) 20x86 cm.....	121
9.2.6.	Greda (G106) 20x86 cm.....	128



---

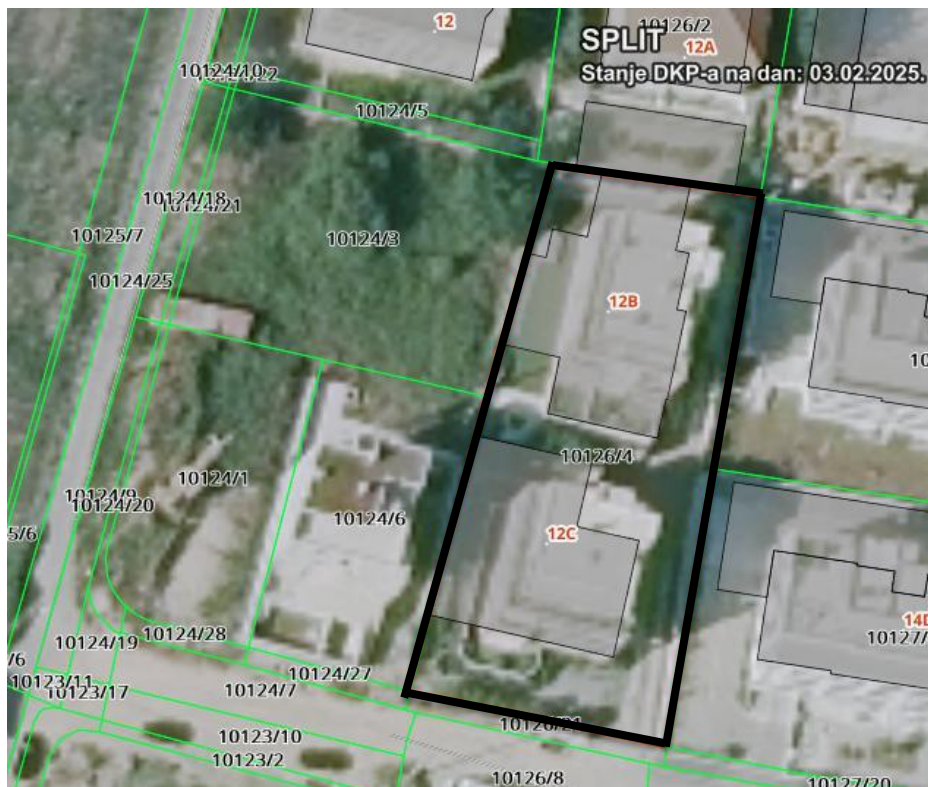
9.2.7. Greda (G107) 20x86 cm.....	135
9.2.8. Greda (G501) 20x77 cm.....	142
10. DIMENZIONIRANJE VERTIKALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE .....	149
10.1. Proračun stupova.....	149
10.1.1. Proračun stupova na savijanje i uzdužnu silu .....	150
10.2. Proračun stupova 35x60 cm.....	151
10.3. Proračun zidova.....	1519
10.3.1. Proračun zidova na savijanje i uzdužnu silu .....	160
10.3.2. Proračun zidova na djelovanje poprečne sile.....	160
10.3.3. Rezultati proračuna karakterističnog zida zgrade (x smjer) .....	1601
10.3.4. Rezultati proračuna karakterističnog zida zgrade (y smjer) .....	169
10.3.5. Rezultati proračuna karakterističnog zida garaže .....	176
10.3.6. Rezultati proračuna zidnog visokostijenog nosača (x smjer) .....	184
11. PRORAČUN STUBIŠTA.....	186
12. PRORAČUN TEMELJA POZ 000 .....	189
13. LITERATURA .....	192
14. GRAFIČKI PRILOZI .....	1923

# 1. TEHNIČKI OPIS PRORAČUNA KONSTRUKCIJE

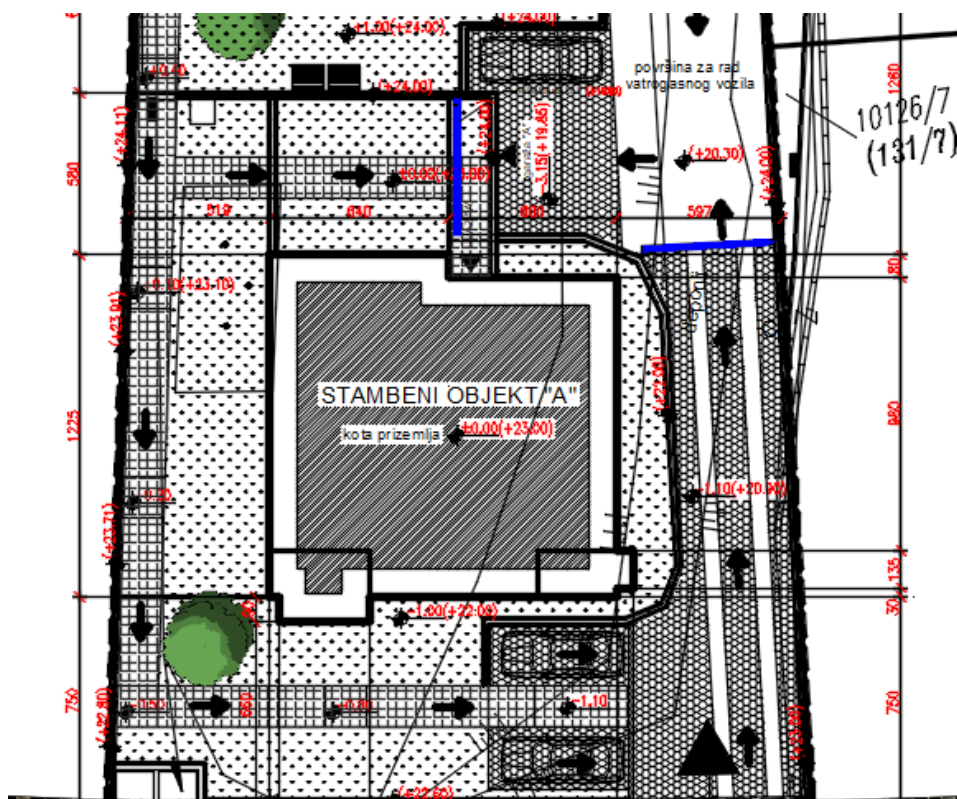
## 1.1. Općenito (projektni zadatak)

Predmet ovog rada je izrada glavnog projekta za višestambenu građevinu u Splitu, predio Žnjan. Građevinska čestica na kojoj investitor namjerava izgraditi predmetnu građevinu (k.č.z. 10126/4 k.o. Split - obrubljena crnom linijom) nalazi se u ulici Put Žnjana. Na predmetnoj čestici planirana su 2 objekta, a u ovom radu obrađivat će se južni objekt, objekt „A“. Analizirajući lokaciju, oblik i veličinu građevinske parcele, visinske razlike prisutne na terenu, a vodeći računa o važećoj planskoj dokumentaciji, izrađeno je arhitektonsko rješenje samostojećeg stambenog objekta.

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



Slika 1.1 Prikaz pozicije predmetne čestice



Slika 1.2 Situacija – prikaz stambene zgrade

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

Parcela je relativno pravilnog oblika, površine cca 1202,80 m<sup>2</sup>. Predmetna samostojeća građevina projektirana je kao monolitna armiranobetonska konstrukcija tlocrtne površine 150,90 m<sup>2</sup>. Smještaj građevine na parceli proizlazi iz prostorno – prometnih uvjeta, odnosno mogućnosti pješačkog i kolnog pristupa s prometnica koje se nalaze na južnoj strani stambene zgrade.

## **1.3. Namjena građevine**

Predmetna građevina je stambene namjene. Planirana katnost predmetne građevine je Su+Pr+2+N. U suterenu će se nalaziti 9 garažnih parkirnih mjesta, dok će se na ostalim etažama nalaziti ukupno 7 stambenih jedinica.

Planirana krovna konstrukcija je ravna armiranobetonska ploča.

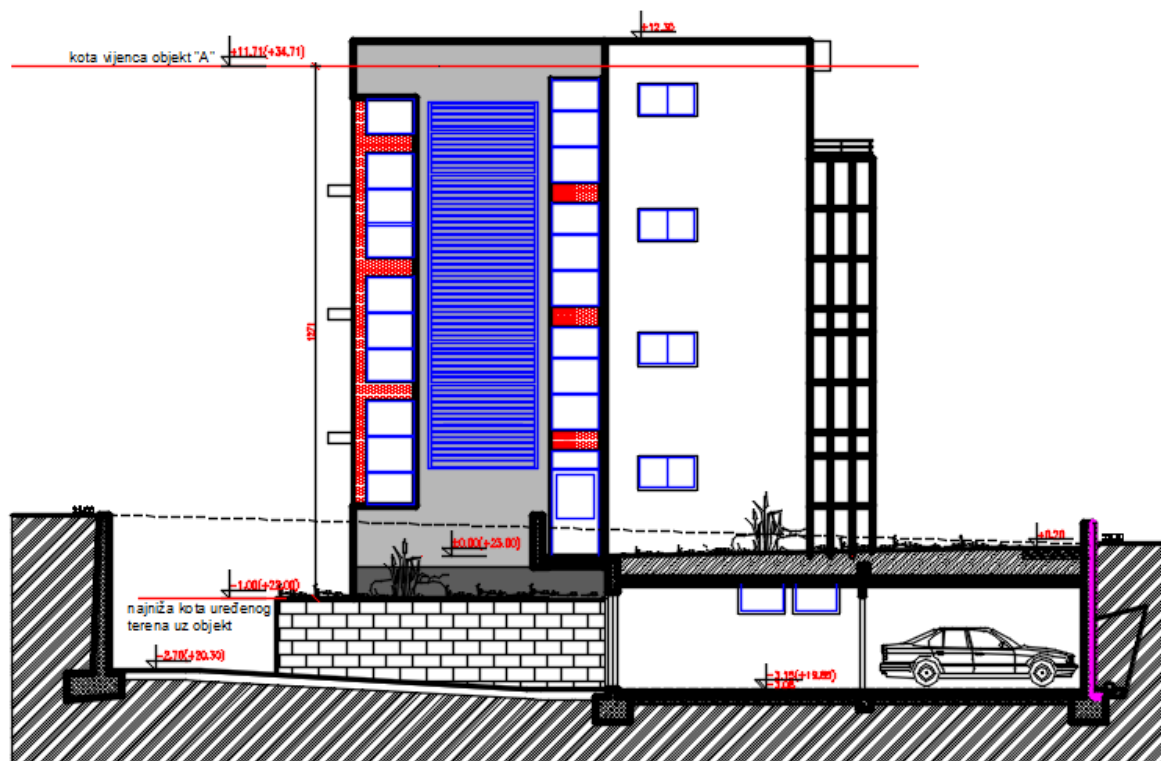
Visina građevine iznosi 12,71 m od najniže kote uređenog terena do vrha stropne ploče nadgrađa.

Vertikalna komunikacija između etaža bit će ostvarena unutarnjim stubištem.

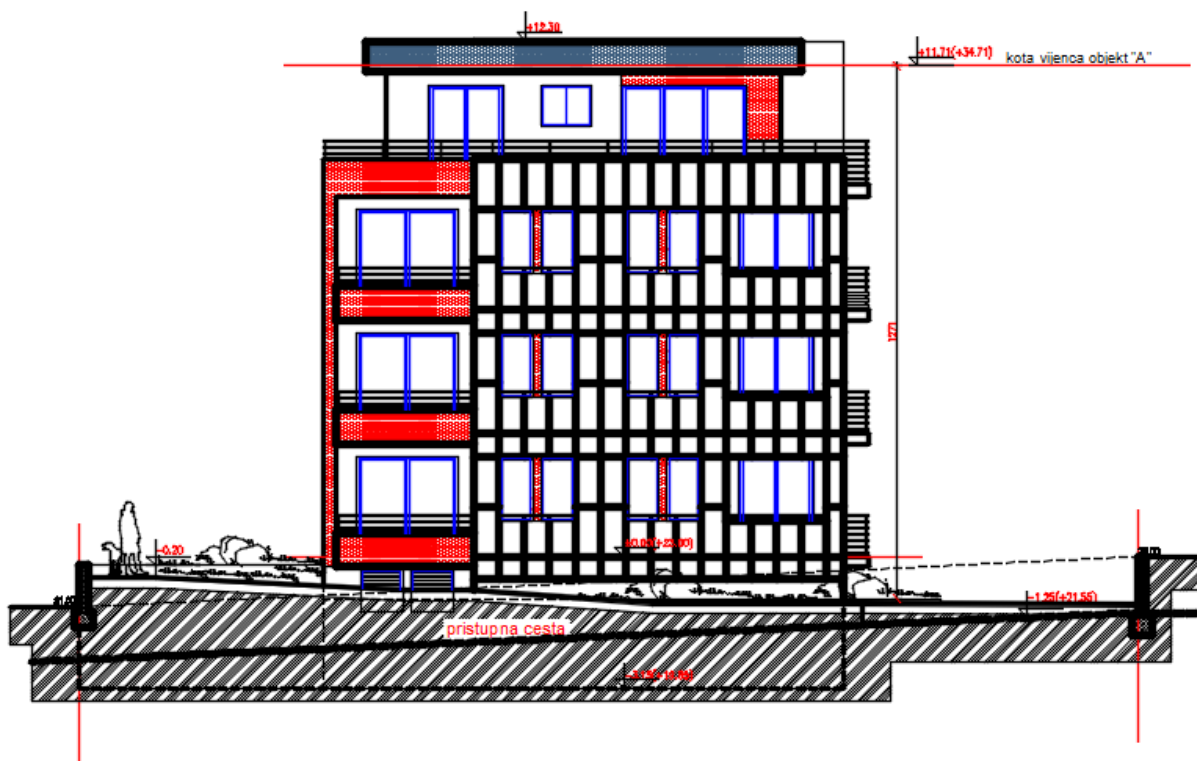
Kolno-pješački prilaz čestici planiran je s južne strane, iz ulice Put Žnjana. Kolni ulaz u garažu planiran je s istočne strane, a pješački ulaz u zgradu planiran je sa sjeverne strane kroz ulaz s nivoa prizemlja zgrade.

Visina građevine iznosi 12,71 m od najniže kote uređenog terena do vrha stropne ploče nadgrađa. Mjereno od vrha ploče jednog kata do vrha ploče drugog kata, visine etaža su sljedeće: suteran 3,14 m, prizemlje i 1. kat 2,95 m, 2. kat 2,99 m te nadgrađe 2,91 m.

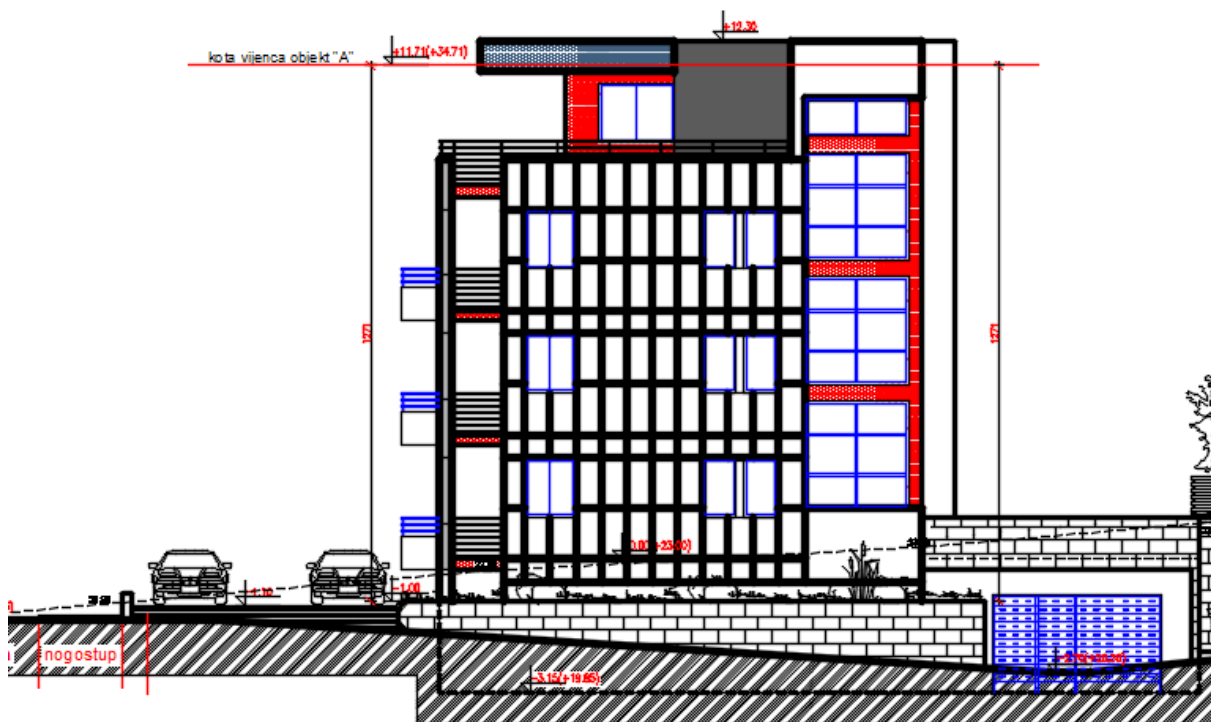
Okolni teren se planira urediti odgovarajućom vegetacijom te uklopiti u okolni pejzaž. Svi infrastrukturni priključci izvest će se prema posebnim uvjetima tj. uvjetima priključenja komunalnih i javnih poduzeća ili stručnih službi grada i županije (javnopravnih tijela).



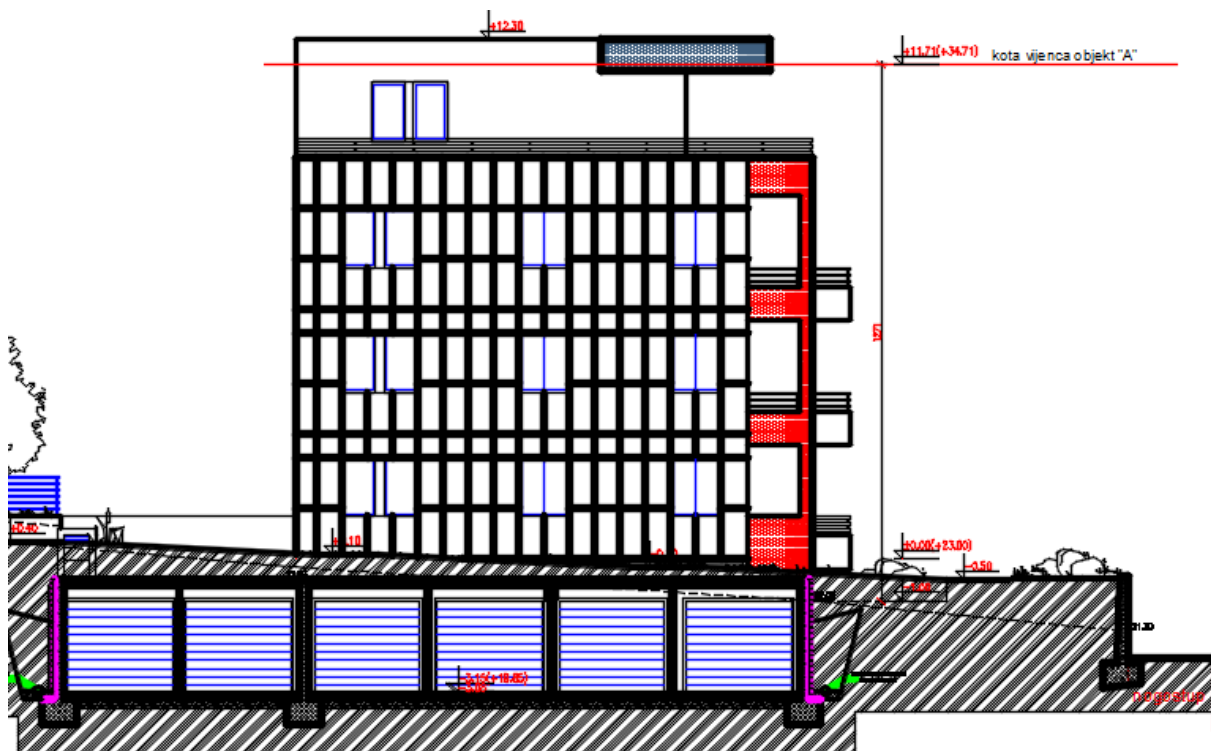
Slika 1.3 Sjeverno pročelje zgrade



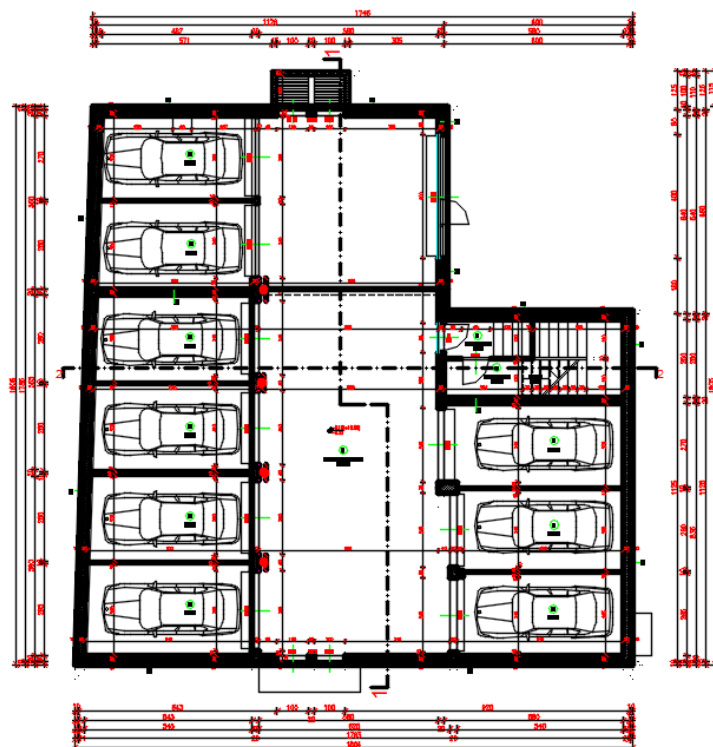
Slika 1.4 Južno pročelje zgrade



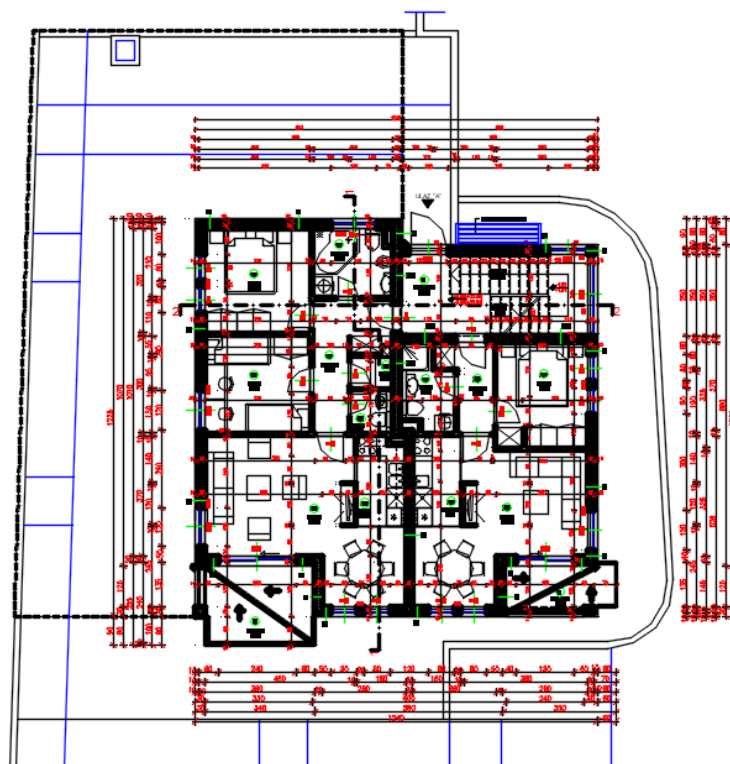
Slika 1.5 Istočno pročelje zgrade



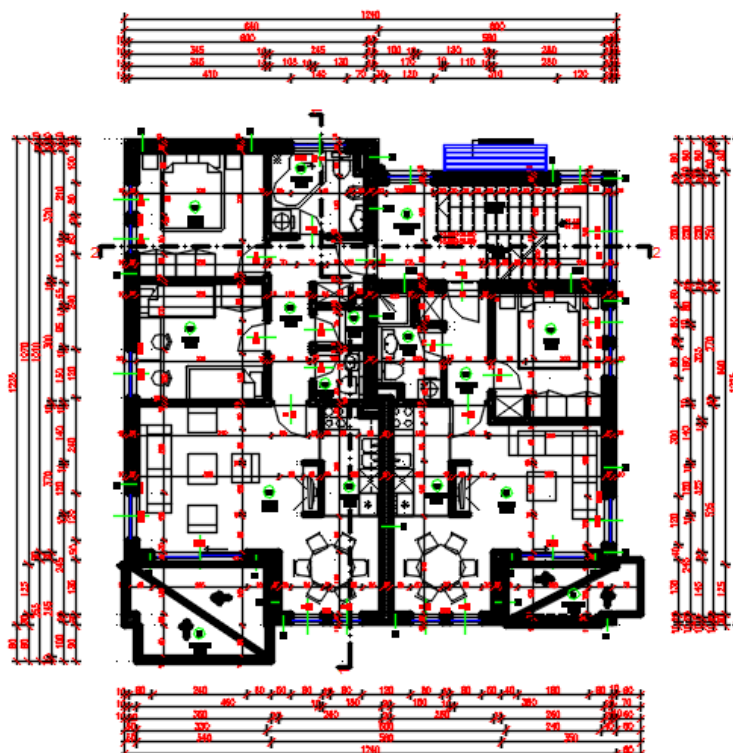
Slika 1.6 Zapadno pročelje zgrade



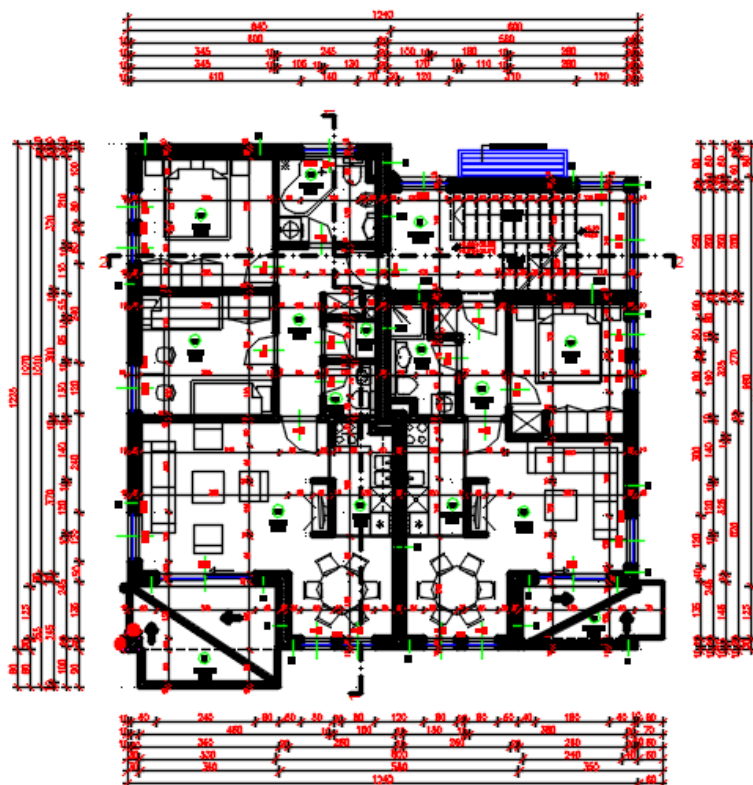
Slika 1.7 Tlocrt suterena



Slika 1.8 Tlocrt prizemlja

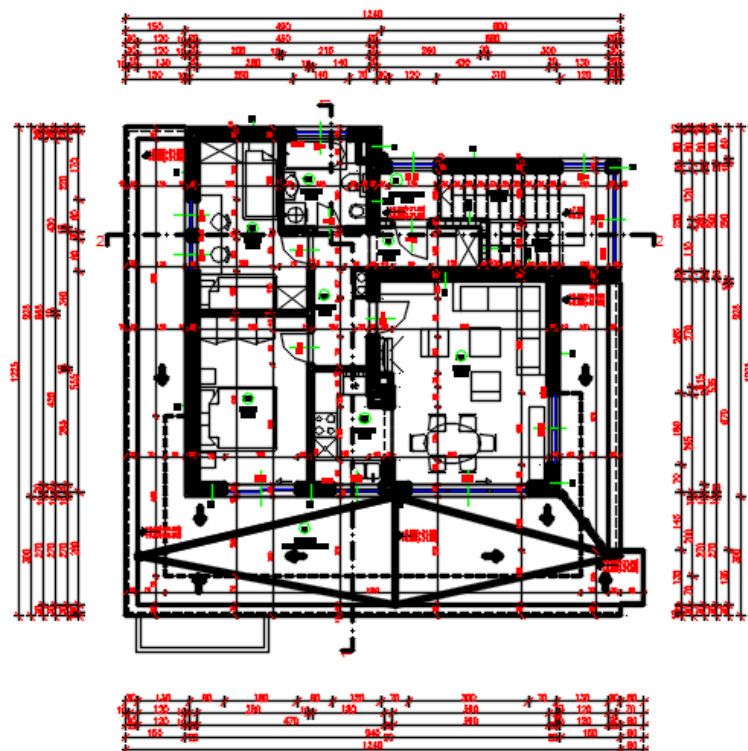


Slika 1.9 Tlocrt 1. kata



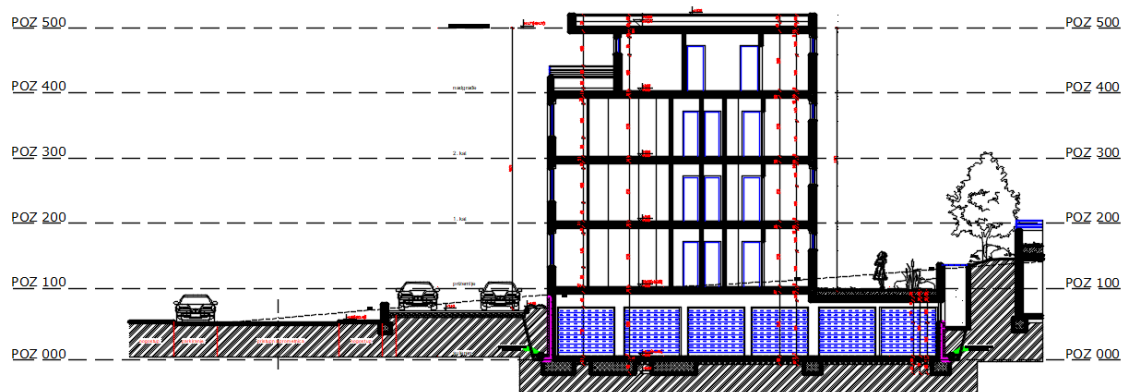
Slika 1.10 Tlocrt 2. kata





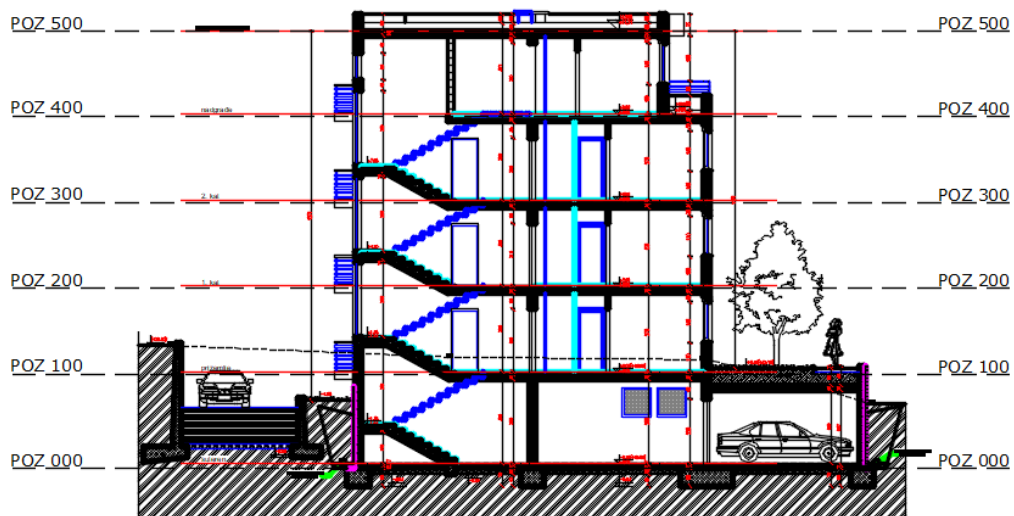
Slika 1.11 Tlocrt nadgrađa

PRESJEK 1-1



Slika 1.12 Globalni plan pozicija – presjek 1-1

PRESJEK 2-2



Slika 1.13 Globalni plan pozicija – presjek 2-2

#### 1.4. Konstruktivne pojedinosti – općenito

Planirana građevina projektirana je kao standardna armiranobetonska konstrukcija koja će se izvesti monolitno. Nosiva konstrukcija sastoji se od sustava armiranobetonskih zidova i stupova. Debljina svih zidova planirane građevine iznosi  $d=20$  cm. Stupovi su uglavnom pravokutnog poprečnog presjeka, dimenzija  $b/h= 30/30$  cm,  $b/h= 20/75$  cm,  $b/h= 20/50$  cm,  $b/h= 35/60$  cm, ali postoji i 1 stup T presjeka,  $b/h/b1/b2=35/40/5/10$ . Krovna konstrukcija planirana je kao ravna armiranobetonska ploča. Temelj građevine čini kombinacija armiranobetonskih temeljnih traka i temelja samaca.

Vertikalni nosivi elementi bit će povezani armiranobetonskim gredama i međukatnim konstrukcijama. Međukatne konstrukcije su armiranobetonske ploče. Debljine ploča po etažama su sljedeće: stropna ploča suterena je debljine  $d=16/18$  cm, stropna ploča prizemlja i 1. kata su debljine  $d=16$  cm, stropna ploča 2. kata je debljine  $d=20$  cm, stropna ploča nadgrađa je debljine  $d=14$  cm. Točan položaj betonskih zidova dan je u priložima. Sve ostale vertikalne pregrade izvedene su kao lagane pregrade, zidane porobetonskim blokovima (npr. Ytong) ili šupljom opekcom te nisu tretirane kao sudjelujući nosivi dijelovi u ovom proračunu već su uzeti u obzir kao dodatno opterećenje na pločama.

Zidovi i stupovi opterećenje sa stropnih konstrukcija prenose na temelje te preuzimaju seizmička opterećenja. Dokaz seizmičke otpornosti napravljen je za zidove.

## 1.5. Lokacija i opterećenje

Građevina se nalazi na lokaciji koja prema važećim propisima spada u zonu za koju horizontalno vršno ubrzanje tla tipa A ( $a_{gR}$ ) za povratno razdoblje od  $T_p = 475$  godina izraženo u jedinicama gravitacijskog ubrzanja ( $1g = 9.81 \text{ m/s}^2$ ), iznosi  $a_{gR} = 0,220g$ . Konstrukcija seizmičke sile preuzima sustavom armirano-betonskih zidova i stupova, što je u skladu s Eurokodom 2 i Eurokodom 8.

## 1.6. Izvedba

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

Opterećenja su uzeta prema podacima dobivenim od strane investitora, projektanata instalacija te prema normama i pravilima struke.

Zbog veličine i složenosti građevine u cilju osiguranja što kvalitetnije izvedbe nosive konstrukcije investitor je dužan osigurati projektantski nadzor nad konstrukcijom tijekom cijelog vremena izvedbe konstrukcije u skladu s Zakonom o gradnji (NN 153/13,20/17).

## **1.7. Materijali**

### a) Beton

Za sve betonske radove predviđen je beton C 30/37, a sve prema "Tehničkim propisima za građevinske konstrukcije" (NN 17/17).

### b) Armatura

Predviđena armatura je B 500B za sve elemente, u obliku šipki ili mreža. Zaštitni slojevi betona do armature iznose min 3 cm.

Veličinu zaštitnog sloja osigurati dostatnim brojem kvalitetnih distancera. Kvalitetu zaštitnog sloja osigurati kvalitetnom oplatom i ugradnjom betona te dodacima betonu i ostalim rješenjima prema zahtjevima ovog projekta i projektu betona, kojeg je dužan izraditi izvođač radova. Veličina i kvaliteta zaštitnog sloja betona presudni su za trajnost objekta.

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

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

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

### **2.1. Opće napomene**

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

Kvaliteta korištenog građevinskog materijala, poluproizvoda i gotovih proizvoda, kao i kvaliteta izvedenih radova mora odgovarati prethodno navedenim uvjetima propisanim važećim propisima, standardima, uvjetima iz tehničke dokumentacije, te uvjetima iz ugovora.

Ukoliko izvoditelj ugrađuje materijal koji nije standardiziran, za isti je dužan pribaviti odgovarajuće dokaze o kakvoći i priložiti ih u pismenoj formi.

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

### **2.2. Postizanje zahtijevane geometrije**

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

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

## 2.3. Zemljani radovi

### 2.3.1. Iskopi

Tijekom radova na iskopima kontrolirati sljedeće:

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

### 2.3.2. Nasipi

Kontrolu kvalitete materijala za izradu nasipa vršiti prema važećim normama. Kontrolom i tekućim ispitivanjima obuhvatiti:

- Određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na Proctorov postupak (Sz) ili određivanje modula stišljivosti (Ms)
- Ispitivanje granulometrije nasipanog materijala

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

## **2.4. Betonski i armiranobetonski adovi**

### **2.4.1. Beton**

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

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

Betonski radovi moraju se izvoditi prema projektu konstrukcije i projektu betona (kojeg je dužan izraditi Izvođač), a u svemu sukladno s Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije (NN17/17).

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 očvrstulog 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.



### 2.4.2. Betonski čelik

Betonski čelici trebaju udovoljavati zahtjevima važećih propisa. Za čelik za armiranje primjenjuju se norme nHRN EN 10080-1 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik

- 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 (prEN10080-2:1999)
- nHRN EN 10080-3 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik
  - 3.dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda B (prEN10080-3:1999)
- 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 rešetki za gredice (prEN 10080-6:1999)

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

Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstava čelika za armiranje provodi se prema normama nizova nHRN EN 10080, odnosno nHRN EN 10138, i prema normama niza HRN EN ISO 15630 i prema normi HRN EN 10002-1.

Preklopi se izvode prema odredbama priznatim tehničkim pravilima iz Priloga H Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije, odnosno prema normi HRN ENV 1992-1-1:2004.

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

### **2.4.3. Prekidi betoniranja**

Prekid i nastavci betoniranja konstrukcija moraju biti obrađeni projektom betona.

### **2.4.4. Oplata**

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

### 2.4.5. Primijenjeni standardi

#### Standardi za beton – osnovni

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

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

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

#### Standardi za beton – ostali

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

HRN EN 12390-6 Ispitivanje očvrsnulog betona – 6. dio: Vlačna čvrstoća cijepanjem uzoraka

HRN EN 12390-7	Ispitivanje 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
Standardi za čelik za armiranje – osnovni	
nHRN EN 10080-1	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 1.dio: Opći zahtjevi (prEN 10080-1:1999)
nHRN EN 10080-2	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 2. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda A (prEN 10080-2:1999)

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

## Standardi za čelik za armiranje – ostali

HRN EN 10020	Definicije i razredba vrsta čelika
HRN EN 10025	Toplovaljani proizvodi od nelegiranih konstrukcijskih čelika – Tehnički uvjeti isporuke
HRN EN 10027-1	Sustavi označivanja čelika – 1. dio: Nazivi čelika, glavni simboli
HRN EN 10027-2	Sustavi označivanja čelika – 2. dio: Brojčani sustav
EN 10079	Definicije čeličnih proizvoda
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

#### Ostali standardi

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

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

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

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

## 2.5. Ostali radovi i materijali

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

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

## 2.6. Kontrolna ispitivanja

Kontrolna ispitivanja provodi nadzorni organ, a za konačnu ocjenu kvalitete materijala i radova mjerodavni su rezultati kontrolnog ispitivanja. Kontrolna ispitivanja obavljaju se u tijeku izvedbe radova po vrsti, obujmu i vremenu, kako to nalažu zakonski propisi i tehnička regulativa.

Ukoliko rezultati kontrolnih ispitivanja pokažu da kvaliteta upotrebljenih materijala i izvedenih radova ne odgovara zahtijevanim uvjetima, nadzorni organ je dužan izdati nalog izvođaču da nekvalitetan materijal zamjeni kvalitetnim i radove dovede u ispravno stanje.

Izvođač je dužan napraviti „Projekt betona“, koji će zadovoljiti uvjete date ovom projektnom dokumentacijom, a istovremeno uvažiti tehnologiju proizvodnje i ugradbe betona koju primjenjuje izvođač, te zadovoljiti propisane uvjete. Kontrolu kvalitete betonskih radova treba provjeriti za to registriranoj organizaciji, a za kontrolna ispitivanja je potrebno primijeniti u skladu s „TPGK“N.N.17/17.

## 2.7. Dužnosti izvođača

Radove izvoditi na način određen ugovorom, propisima i pravilima struke, tehničkim normativima i standardima propisanim i prihvaćenim u RH, te prema odobrenoj projektnoj dokumentaciji. Poduzeti sve potrebne mjere za sigurnost zaposlenih radnika, javnog prometa kao i susjednih objekata pored kojih se izvode radovi.

Organizirati kontrolu radova u terenskim i pogonskim laboratorijima, ili provjeriti tu kontrolu stručnim organizacijama koju su za to upisane u sudski registar. Ugrađivati materijal, predgotovljene elemente, elemente, uređaje i tehničku opremu koji odgovaraju propisanim standardima i tehničkim normativima. Kvalitetu radova, materijala i uređaja koji mogu utjecati na stabilnost i sigurnost objekta i kvalitetu cijelog objekta, odnosno radove, dokumentirati obrađenim rezultatima ispitivanja ili ispravama izdanim u skladu sa zakonom ili propisima o tehničkim normativima i standardima.

Radove izvoditi po redoslijedu kojim se osigurava kvalitetno izvođenje i o izvođenju pojedinih faza na vrijeme obavijestiti nadzorni organ zbog pregleda i utvrđivanja kvalitete. Rezultate ispitivanja izvođač je dužan dostaviti nadzornom inženjeru.

Dužan je pribaviti sve ateste kada je to propisano tehničkim normativima ili propisima. Ne smije upotrebljavati građevinske materijale bez odobrenja nadzornog organa, a u slučaju da ih upotrijebi, snosi rizik i troškove koji iz toga nastanu. Izvođač je dužan tijekom građenja i po završetku istog pribaviti dokaze o kvaliteti upotrijebljenog građevinskog materijala, poluproizvoda i gotovih proizvoda od ovlaštenih organizacija kao što je:

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



### 3. OPĆI I 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 ispuščenja. Nadzorni inženjer će, tamo gdje mu se čini potrebno, tražiti proračunski dokaz stabilnosti i progibanja.

Nadvišenja oplate dokazuju se računski i geodetski se provjeravaju prije betoniranja. Oplata mora biti toliko vodotijesna da spriječi istjecanje cementnog mlijeka. Ukoliko se za učvršćenje oplate rabe metalne šipke od kojih dio ostaje ugrađen u betonu, kraj stalno ugrađenog dijela ne smije biti bliži površini od 5 cm. Šupljina koja ostaje nakon uklanjanja šipke mora se dobro ispuniti, naročito ako se radi o plohamo koje će biti izložene protjecanju vode. Ovakav način učvršćenja ne smije se upotrijebiti za vidljive plohe betona.

Žičane spojnice za pridržavanje oplate ne smiju prolaziti kroz vanjske plohe gdje bi bile vidljive. Radne reške moraju biti, gdje god je moguće, horizontalne ili vertikalne i moraju biti na istoj visini zadržavajući kontinuitet.

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

Površina oplate mora biti očišćena od inkrustacija i sveg materijala koji bi mogao štetno djelovati na izložene vanjske plohe. Kad se oplata premazuje uljem, mora se spriječiti prljanje betona i armature. Oplata, ukoliko je drvena, mora prije betoniranja biti natopljena vodom na svim površinama koje će doći u dodir s betonom i zaštićena od prianjanja za beton premazom

vapnom. Skidanje oplata se mora izvršiti čim je to provedivo, naročito tamo gdje oplata ne dozvoljava polijevanje betona, ali nakon što je beton dovoljno očvrstnuo. Svi popravci betona trebaju se izvršiti na predviđen način i to što je prije moguće. Oplata se mora skidati prema određenom redoslijedu, pažljivo i stručno, da se izbjegnju 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 oplate treba rashlađivati vodom, a podloga prije betoniranja mora biti dobro nakvašena. Ukoliko se u svježem betonu pojave pukotine, treba ih zatvoriti revibriranjem.

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

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

### 3.4. Betoniranje pri niskim vanjskim temperaturama

Betoniranje pri temperaturama nižim od +5 °C moguće je uz pridržavanje mjera za zimsko betoniranje. Upotreba smrznutog agregata u mješavini nije dozvoljena, a zagrijavanje pijeska parom nije preporučljivo zbog poteškoća s održavanjem konzistencije betona.

Pri ugradnji svježi beton mora imati minimalnu temperaturu od +6 °C, koja se na nižim temperaturama zraka ( $0 < t < +5$  °C) može postići samo zagrijavanjem vode, pri čemu temperatura mješavine agregata i vode prije dodavanja cementa ne smije prijeći +25 °C. Temperatura svježeg betona u zimskom periodu na mjestu ugradnje mora biti od +6 °C do +15 °C. Da bi se omogućio normalni tok procesa stvrdnjavanja i spriječilo smrzavanje, odmah poslije ugradnje, beton se toplinski zaštićuje prekrivanjem otvorenih površina izolacijskim materijalima i izolacijom čeličnih oplata.

Toplinska izolacija betona mora biti takva da osigura postizanje najmanje 50 % projektirane čvrstoće na pritisak prije nego što beton bude izložen djelovanju mraza. Pri temperaturama zraka nižim od +5 °C, temperatura svježeg betona mjeri se najmanje jedanput u toku 2h.

### 3.5. 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 bušenje armirano – betonskih konstrukcija bez prethodnog odobrenja i uputstava nadzornog organa, što treba unijeti u građevinski dnevnik. Izvođač je dužan nabaviti sve ateste za sav ugrađeni materijal. Izvođač radova je obavezan da korisniku preda upute za rukovanje ugrađenom opremom.

#### 4. NAČIN ZBRINJAVANJA GRAĐEVNOG OTPADA

Način zbrinjavanja građevnog otpada mora biti u skladu s propisima o otpadu. Osnovni propis iz tog područja je: Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13), koji u sebi sadrži sve ostale relevantne pravilnike: Pravilnik o vrstama otpada, Pravilnik o postupanju s otpadom, itd.

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

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

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

Taj pravilnik predviđa slijedeće moguće postupke s otpadom:

- kemijsko-fizikalna obrada
- biološka obrada
- termička obrada
- kondicioniranje otpada
- odlaganje otpada

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

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

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

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

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

Taj pravilnik predviđa moguću termičku obradu za slijedeći otpad:

-drvo

-plastiku

-asfalt koji sadrži katran

-katran i proizvodi koji sadrže katran

Kondicioniranjem se može obraditi slijedeći otpad:

-građevinski materijali na bazi azbesta

-asfalt koji sadrži katran

-asfalt (bez katrana)

-katran i proizvodi koji sadrže katran

-izolacijski materijal koji sadrži azbest

-miješani građevni otpad i otpad od rušenja

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

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

## 5. UVJETI ODRŽAVANJA I PROJEKTIRANI VIJEK TRAJANJA

Razmatrana građevina ne zahtijeva poseban tretman održavanja.

Ipak, ukopanost u tlo zahtijeva povećanu mjeru opreza i pojačani nadzor nad svim elementima (konstruktivnim i nekonstruktivnim) građevina. Tehnološkim mjerama, koje su navedene u ovom projektu, pokušalo se dobiti što kvalitetniju i trajniju konstrukciju. U tom smislu neophodno je poštivati mjere za postizanje kvalitete materijala i konstrukcija, kao i posebne tehničke uvjete.

Radnje u okviru održavanja betonskih konstrukcija treba provoditi prema odredbama Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN 17/17) i pripadajućim normama.

Redoviti pregled predmetne građevine, od strane kvalificiranih osoba, a u svrhu održavanja konstrukcije za predmetnu građevinu treba provoditi najmanje svakih 5 godina (zgrade javne namjene). Izvanredne preglede građevine provoditi nakon nekog izvanrednog događaja (ekstremne vremenske neprilike, potres, požar, eksplozija i slično) ili prema zahtjevu inspekcije.

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

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

Nakon obavljenih pregleda konstrukcije potrebno je izraditi dokumentaciju o stanju konstrukcije nakon pregleda sa potrebnim mjerama i radovima na saniranju i održavanju konstrukcije. Ovu i drugu dokumentaciju o održavanju betonske konstrukcije dužan je trajno čuvati vlasnik građevine.



Manje nedostatke može ispraviti stručna osoba (zanatlija) na licu mjesta, a kod većih zahvata vlasnik (ili korisnici) građevine dužni su postupiti prema potrebnim zahtjevima i mjerama iz dokumentacije o stanju konstrukcije te izvesti neophodne radove održavanja, obnove i izmjene uređaja i dijelova te radove popravka, ojačanja i rekonstrukcije.

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

Norme za ispitivanje i održavanje građevina :

HRN ENV 13269	Održavanje – Smjernice za izradu ugovora o održavanju
HRN EN 13306	Nazivlje u održavanju
HRN ENV 13670-1:2002	Izvedba betonskih konstrukcija – 1. dio: Općenito (ENV 13670-1:2000)
HRN U.M1.047:1987	Ispitivanje konstrukcija visokogradnje pokusnim opterećenjem i ispitivanje do sloma
HRN EN 4866:1999	Mehaničke vibracije i udari – Vibracije građevina – Smjernice za mjerenje vibracija i ocjenjivanje njihova utjecaja na građevine (ISO 4866:1990+Dopuna 1:1994+Dopuna 2:1996)
prEN 13791:2003	Ocjena tlačne čvrstoće betona u konstrukcijama ili u konstrukcijskim elementima
HRN ISO 15686-1:2002	Zgrade i druge građevine – Planiranje vijeka uporabe – 1. dio: Opća načela (ISO 15686-1:2000)
HRN ISO 15686-2:2002	Zgrade i druge građevine – Planiranje vijeka uporabe – 2. dio: Postupci predviđanja vijeka uporabe (ISO 15686-2:2001)
HRN ISO 15686-3:2004	Zgrade i druge građevine – Planiranje vijeka uporabe – 3. dio: Neovisne ocjene (auditi) i pregledi svojstava (ISO 15686-3:2002)

HRN 12504-1:2000	Ispitivanje betona u konstrukcijama – 1. dio: Izvađeni uzorci – Uzimanje, pregled i ispitivanje tlačne čvrstoće (EN 12504-1:2000)
HRN 12504-2:2001	Svojstva betona u konstrukcijama – 2.dio: Nerozorno ispitivanje – Određivanje indeksa sklerometra (EN 12504-2:2001)
nHRN EN 12504-3	Ispitivanje betona u konstrukcijama – 3. dio: Određivanje sile čupanja (pull-out) (prEN 12504-3:2003)
HRN EN 12504-4:2004	Ispitivanje betona – 4. dio: Određivanje brzine ultrazvučnog impulsa (EN 12504-4:2004)
HRN EN 12390-1:2001	Ispitivanje očvrsloga betona – 1. dio: Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe (EN 12390-1:2000)
HRN EN 12390-3:2002	Ispitivanje očvrsloga betona – 3. dio: Tlačna čvrstoća ispitnih uzoraka (EN 12390-3:2001)

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

## **6. PLANOVI POZICIJA**

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

Svi računalni proračuni izvršeni su računalnim programom *Scia Engineer 22.0*. Zbog opširnosti projekta prikazani su samo oni rezultati koji su smatrani relevantnim. Svi ulazni i izlazni podaci mogu se, na zahtjev, dobiti kod autora ovog projekta.

Svi ostali podaci i detalji relevantni za predmetni objekt dani su kroz projektna rješenja.

## 7. ANALIZA OPTEREĆENJA

Sva opterećenja uzeta prema:

- HRN ENV 1991-1 Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 1. dio: Osnove projektiranja (ENV 1991-1:1994)
- HRN ENV 1991-2-1 Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 2-1. dio: Djelovanja na konstrukcije – Prostorne težine, vlastite težine, uporabna opterećenja (ENV 1991-2-1:1995)
- HRN ENV 1991-2-2 Eurokod 1: Osnove proračuna i djelovanja na konstrukcije – 2-2. dio: Djelovanja na konstrukcije – Djelovanja na konstrukcije izložene požaru (ENV 1991-2-2:1995)
- HRN ENV 1991-2-3 Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 2-3. dio: Djelovanja na konstrukcije – Opterećenje snijegom (ENV 1991-2-3:1995)
- HRN ENV 1991-2-4 Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 2-4. dio: Djelovanja na konstrukcije – Opterećenje vjetrom (ENV 1991-2-4:1995)
- HRN ENV 1991-2-6 Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 2-6. dio: Djelovanja na konstrukcije – Djelovanja tijekom izvedbe (ENV 1991-2-6:1997)
- HRN ENV 1991-2-7 Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 2-7. dio: Djelovanja na konstrukcije – Izvanredna djelovanja prouzročena udarom i eksplozijom (ENV 1991-2-7:1998)
- HRN ENV 1998-1-1:2005 Eurokod 8: Projektiranje konstrukcija otpornih na potres – 1-1. dio: Opća pravila – Potresna djelovanja i opći zahtjevi za konstrukcije (ENV 1998-1-1:1994)

## 7.1. Vlastita težina

Vlastita težina svih konstruktivnih elementa automatski je uključena u programskom paketu Scia Engineer 22.0.

## 7.2. Dodatno stalno opterećenje

### a) Stropna ploča nadgrađa

Tablica 7.1. – karakteristični iznos opterećenja slojeva ravnog krova

Sloj:	d(m)	g(kN/m <sup>3</sup> )	d x g(kN/m <sup>2</sup> )
Betonske ploče na plastičnim podlošcima	0,05	25,0	1,25
Hidroizolacija+parna brana	0,01	20,0	0,20
Toplinska izolacija	0,08	5,0	0,4
Beton za pad	0,08	24,0	1,92
AB ploča	0,14	Uključena kroz program	

Ukupno dodatno stalno opterećenje:  $\Delta g = 3,77$  (kN/m<sup>2</sup>)

b) Stropna ploča prizemlja, 1. kata i 2. kata

Tablica 7.2. – karakteristični iznos opterećenja slojeva katova

Sloj:	d(m)	g(kN/m <sup>3</sup> )	d x g(kN/m <sup>2</sup> )
Pregrade			1,0
Završni sloj	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	0,1
AB ploča	0,16/0,20	Uključena	kroz program

Ukupno dodatno stalno opterećenje:  $\Delta g = 2,79$  (kN/m<sup>2</sup>)

c) Stropna ploča suterena (garaže)

Tablica 7.3. – karakteristični iznos opterećenja slojeva kata POZ 100

Sloj:	d(m)	g(kN/m <sup>3</sup> )	d x g(kN/m <sup>2</sup> )
Pregrade			1,0
Završni sloj	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	0,1
AB ploča	0,16/0,18	Uključena	kroz program

Ukupno dodatno stalno opterećenje:  $\Delta g = 2,79$  (kN/m<sup>2</sup>)

d) Stubište

Tablica 7.4. – karakteristični iznos opterećenja slojeva stubišta

Sloj:	d(m)	g(kN/m <sup>3</sup> )	d x g(kN/m <sup>2</sup> )
Pod (pločice ili kamen)	0,02	27,0	0,54
Cementni mort	0,01	20,0	0,20
AB stube	0,0825	25,0	2,06
AB ploča	0,16	Uključena kroz program	
Vapneno-cementna žbuka	0,01	19,0	0,19

Ukupno dodatno stalno opterećenje:  $\Delta g = 2,99$  (kN/m<sup>2</sup>)

### 7.3. Pokretno opterećenje

Minimalna pokretna (korisna) opterećenja za zgrade definirana su pravilnikom EC1991-1-1. Navedena pokretna (korisna) opterećenja su najmanja koja se smiju koristiti u statičkom proračunu zgrada. Na zahtjev investitora ili prema procjeni projektanta dopušta se korištenje i većih opterećenja.

Za potrebe proračuna, a prema pravilniku EC1991-1-1, korištena su sljedeća pokretna (korisna) opterećenja:

- Ravni krov (POZ 500):  $q = 1,0 \text{ kN/m}^2 + \text{snijeg}$
- Stambeni prostori:  $q = 2,0 \text{ kN/m}^2$
- Stubište:  $q = 3,0 \text{ kN/m}^2$
- Balkoni, terase:  $q = 4,0 \text{ kN/m}^2$
- Pod suterena (garaže):  $q = 5,0 \text{ kN/m}^2$





Objekt je temeljen na čvrstom tlu klase A.

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

Tablica 7.7. Parametri elastičnog spektra ubrzanja podloge tipa I.

Tip temeljnog tla	S	$T_B$ [s]	$T_C$ [s]	$T_D$ [s]
<b>A</b>	1.00	0.15	0.40	2.00
<b>B</b>	1.2	0.15	0.50	2.00
<b>C</b>	1.15	0.20	0.60	2.00
<b>D</b>	1.35	0.20	0.60	2.00
<b>E</b>	1.4	0.15	0.50	2.00

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

**Faktor ponašanja** za horizontalna potresna djelovanja  $q$  ovisi o vrsti i tipu konstrukcije.

Pretpostavlja se srednja klasa (DCM) duktilnog ponašanja konstrukcije te sustav nepovezanih zidova.

Tablica 7.8. Klase ponašanja konstrukcije

Tip konstrukcije	DCM	DCH
Okvirni sustav, dvojni sustav, sustav povezanih zidova	$3,0 \alpha_U/\alpha_1$	$4,5 \alpha_U/\alpha_1$
Sustav nepovezanih zidova	3,0	$4,0 \alpha_U/\alpha_1$
Torzijski savitljiv sustav	2,0	3,0
Sustav obrnutog njihala	1,5	2,0

**Proračun faktora ponašanja**

- faktor ponašanja za klasu DCM

$$q = q_0 \cdot k_w \geq 1,5$$

- osnovni faktor ponašanja:  $q_0 = 3 \cdot \frac{\alpha_u}{\alpha_1} \rightarrow$  za zidni sustav

$$\frac{\alpha_u}{\alpha_1} = 1,0 \rightarrow \text{za tlocrtno nepravilne sustave}$$

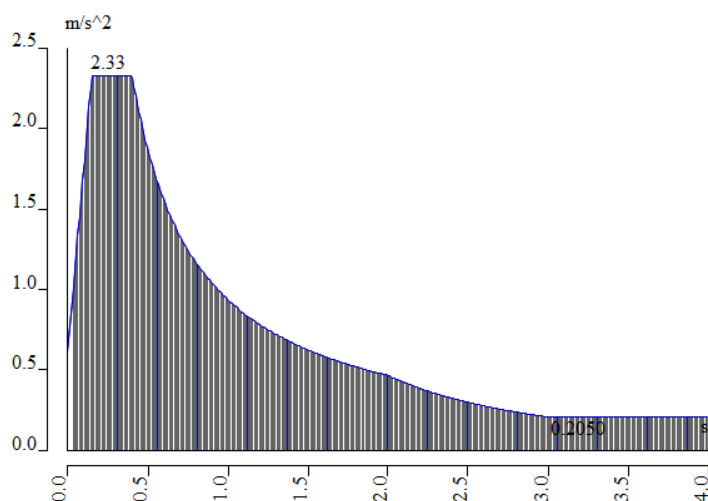
$$q_0 = 3 \cdot 1 = 3,0$$

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

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

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

$$q = 0,8 \cdot q_0 \cdot k_w = 0,8 \cdot 3 \cdot 1 = 2,4$$



Slika 7.9. Spektar odziva za povratni period od 475 godina

Za proračun seizmičkog opterećenja korištena je višemodalna spektralna analiza. Pri izračunu masa korištena je kombinacija stalnog opterećenja (težina konstrukcije i dodatno stalno opterećenje) i 30% pokretnog opterećenja. Broj oblika (modova) osciliranja za predmetnu zgradu iznosi 10.

U nastavku su prikazani rezultati dinamičke analize iz razloga što dobivamo realniji uvid dinamičkog ponašanja.

### 7.4.1. Rezultati dinamičke analize

Na temelju ulaznih podataka i prostornog modela konstrukcije provedena je višemodalna analiza na način da je automatski generirana ukupna masa na temelju sudjelujućih masa od stalnog (vlastita težina i dodatno stalno opterećenje) i pokretnog opterećenja.

Po provedenom proračunu dobiveni su rezultati modalne analize u vidu 36 vlastitih oblika konstrukcije, njima pripadajući periodi te ukupna sudjelujuća masa po svakom smjeru. Suma djelotvornih modalnih masa u x smjeru iznosi 88,24%, a u y smjeru iznosi 88,45% ukupne mase konstrukcije. Kako ukupna aktivacija mase u oba smjera mora biti preko 95% prema EC-8, potrebno je u kombinacijama faktorirati potresne sile. Korekcijski faktor računa se kao 100% / aktivirana masa sa čime smo na strani sigurnosti. U tom slučaju, korekcijski faktor za sile u x i y smjeru iznosi 1,88.

a) Aktivirana masa pri djelovanju potresa

Relative modal masses

Mode	mega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	$W_{xi}/W_{xtot}$	$W_{yi}/W_{ytot}$	$W_{zi}/W_{ztot}$	$N_{xi,R}/W_{xtot,R}$	$W_{yi,R}/W_{ytot,R}$	$W_{zi,R}/W_{ztot,R}$
1	52.416	0,12	8,34	0,0025	0,0000	0,0903	0,0043	0,0918	0,0002
2	56.5259	0,11	9,00	0,1870	0,0038	0,0465	0,0059	0,1676	0,0204
3	62.6235	0,10	9,97	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	64.3097	0,10	10,24	0,0931	0,0061	0,0276	0,0055	0,0638	0,0186
5	71.294	0,09	11,35	0,0029	0,0008	0,1223	0,0526	0,0004	0,0014
6	79.2889	0,08	12,62	0,0003	0,0769	0,0357	0,0717	0,0015	0,0011
7	85.1164	0,07	13,55	0,0144	0,2485	0,0001	0,1825	0,0032	0,0064
8	91.939	0,07	14,63	0,0010	0,0166	0,0044	0,0068	0,0304	0,0086
9	97.1425	0,06	15,46	0,0000	0,0003	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
10	98.2411	0,06	15,64	0,0001	0,0145	0,0507	0,0013	0,0403	0,0001
11	99.7085	0,06	15,87	0,0098	0,1021	0,0054	0,0002	0,0094	0,0000
12	110.842	0,06	17,64	0,0032	0,0339	0,0000	0,0446	0,0352	0,0828
13	117.595	0,05	18,72	0,0030	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
14	118.199	0,05	18,81	0,0032	0,0049	0,0093	0,0251	0,0000	0,0001
15	140.284	0,04	22,33	0,0037	0,0018	0,0008	0,0237	0,0000	0,0624
16	150.388	0,04	23,94	0,0121	0,0251	0,0456	0,0087	0,0044	0,0000
17	181.467	0,03	28,88	0,0149	0,0288	0,0049	0,0107	0,0155	0,0091
18	191.77	0,03	30,52	0,0049	0,1427	0,0023	0,1199	0,0059	0,0021
19	226.642	0,03	36,07	0,2108	0,0021	0,0009	0,0000	0,0596	0,0048
20	243.516	0,03	38,76	0,0050	0,0494	0,0066	0,0060	0,0000	0,0206
21	260.973	0,02	41,54	0,2666	0,0003	0,0000	0,0006	0,0318	0,0031
22	276.87	0,02	44,07	0,0117	0,0001	0,0311	0,0048	0,0010	0,0610
23	296.379	0,02	47,17	0,0013	0,0414	0,0114	0,0168	0,0090	0,0110
24	317.366	0,02	50,51	0,0075	0,0100	0,0074	0,0034	0,0067	0,1652
25	363.737	0,02	57,89	0,0031	0,0381	0,0004	0,0095	0,0000	0,1776
26	416.477	0,02	66,28	0,0003	0,0058	0,0000	0,0031	0,0006	0,0101
27	427.906	0,01	68,10	0,0007	0,0000	0,0004	0,0007	0,0003	0,0001
28	474.409	0,01	75,50	0,0000	0,0000	0,0018	0,0009	0,0006	0,0004
29	502.673	0,01	80,00	0,0011	0,0266	0,0002	0,0170	0,0000	0,0456
30	539.6	0,01	85,88	0,0102	0,0004	0,0002	0,0002	0,0051	0,0081
31	582.14	0,01	92,65	0,0134	0,0027	0,0000	0,0005	0,0071	0,0208
32	695.291	0,01	110,66	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0016
33	742.248	0,01	118,13	0,0000	0,0001	0,0003	0,0000	0,0001	0,0000
34	1385.48	0,00	220,51	0,0001	0,0000	0,3734	0,0235	0,0517	0,0001
35	1731.32	0,00	275,55	0,0003	0,0006	0,0056	0,1928	0,0491	0,0003
36	1782.86	0,00	283,75	0,0001	0,0000	0,1007	0,0901	0,2325	0,0002
				0,8824	0,8845	0,9864	0,9335	0,9248	0,7438

## b) Grafički prikaz deformacija uslijed nekoliko karakterističnih modova osciliranja

**3D displacement**Values:  $U_{total}$ 

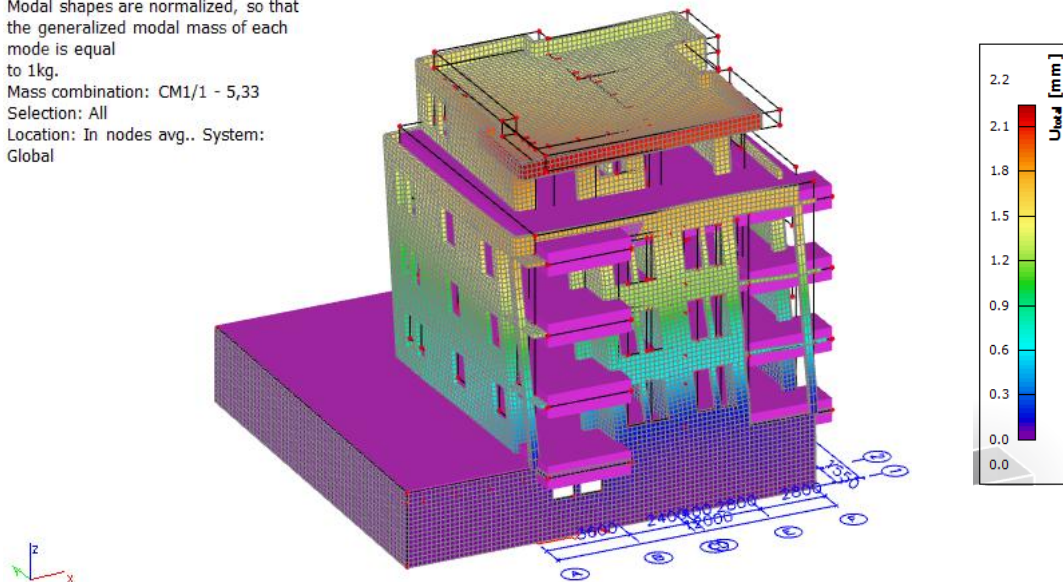
Modal shapes are normalized, so that the generalized modal mass of each mode is equal to 1kg.

Mass combination: CM1/1 - 5,33

Selection: All

Location: In nodes avg.. System:

Global



Slika 7.10. Prvi vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju

**3D displacement**Values:  $U_{total}$ 

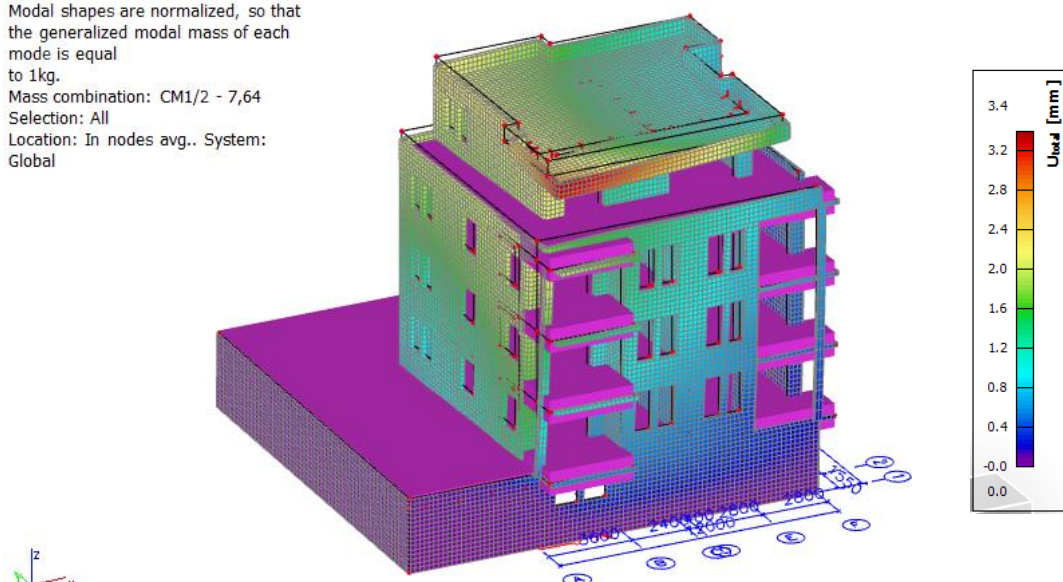
Modal shapes are normalized, so that the generalized modal mass of each mode is equal to 1kg.

Mass combination: CM1/2 - 7,64

Selection: All

Location: In nodes avg.. System:

Global



Slika 7.11. Drugi vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju

**3D displacement**Values:  $U_{total}$ 

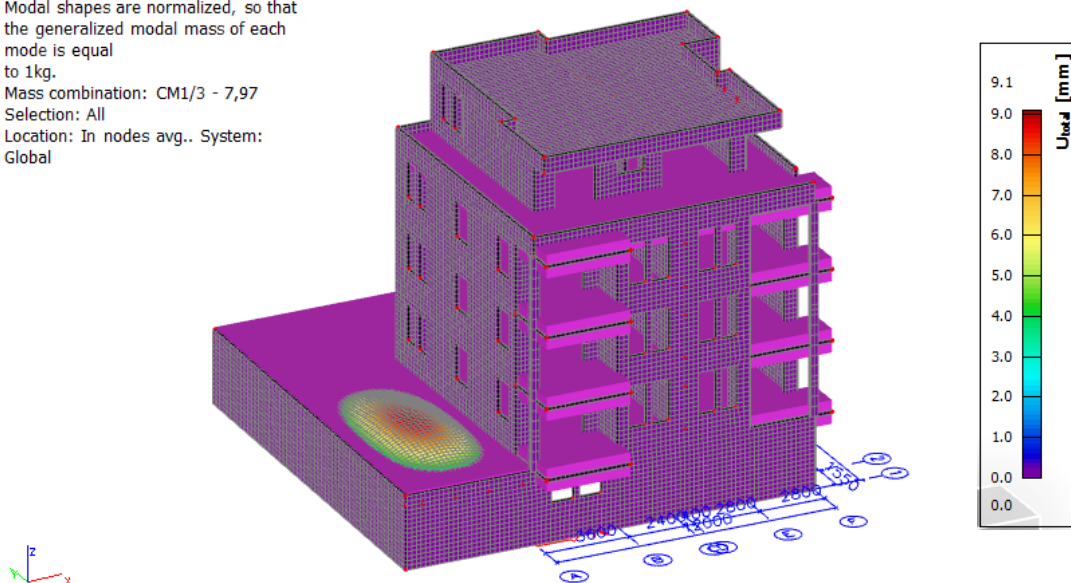
Modal shapes are normalized, so that the generalized modal mass of each mode is equal to 1kg.

Mass combination: CM1/3 - 7,97

Selection: All

Location: In nodes avg.. System:

Global



Slika 7.12. Treći vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju

## 8. NUMERIČKI MODEL

Za potrebe proračuna nosivih elemenata konstrukcije, izrađen je štapno – plošni model koji obuhvaća sve ploče, stupove, grede i zidove, od temelja do krovne ploče. Za proračun vertikalnih elemenata na horizontalna djelovanja provedena je dinamička analiza.

Model je opterećen stalnim opterećenjem (vlastita težina), dodatnim stalnim opterećenjem (nekonstruktivni slojevi konstrukcije) te korisnim opterećenjem.

Vlastita težina je uključena u proračunski model, a dodatno stalno i korisno opterećenje su zadani kao raspodijeljeno opterećenje po pločama.

Za potrebe analize na potres izvršena je višemodalna spektralna analiza, pri čemu su rezultati svakog moda kombinirani SRSS metodom (direktno obrađeno kroz program).

Rezultati numeričkog proračuna prikazani su za pojedinačne slučajeve opterećenja, kao i za računsko (granično, ultimativno) opterećenje. Uobičajena kombinacija opterećenja se dobiva kao kombinacija stalnog, dodatnog stalnog, pokretnog i potresnog opterećenja, prema izrazima navedenim u nastavku.

Opterećenja zadana modelom su:

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

Podaci o materijalima i geometrijskim svojstvima proračunskog modela:

Beton: C30/37

Čelik za armiranje: B500B

- AB ploče predmetne građevine bit će debljine 14, 16,0, 18,0 i 20,0 cm
- geometrijska svojstva greda su vidljiva i detaljno obrađena u planu pozicija
- AB zidovi predmetne građevine bit će debljine 20,0 cm
- stupovi  $b/h=30/30$  cm

### Granično stanje uporabljivosti

Mjerodavna kombinacija koja se koristi kod kontrole progiba i pukotina ploča i greda:

$$\text{GSU} \rightarrow 1.0 (g + \Delta g) + 1.0q$$

### Granično stanje nosivosti

Za dokaz nosivosti elemenata konstrukcije građevine osnovna djelovanja kombiniraju se za pojedina granična stanja i iznose:

Osnovne kombinacije djelovanja:

$$\text{GSN 1} \rightarrow 1.35 (g + \Delta g) + 1.8q$$

$$\text{GSN 2} \rightarrow 1.35 (g + \Delta g) + 1.5q$$

Seizmičke kombinacije djelovanja:

$$\text{KSx} \rightarrow 1.0 (g + \Delta g) + 0.3q + 1.0S_x + 0.3S_y$$

$$\text{KSy} \rightarrow 1.0 (g + \Delta g) + 0.3q + 1.0S_y + 0.3S_x$$

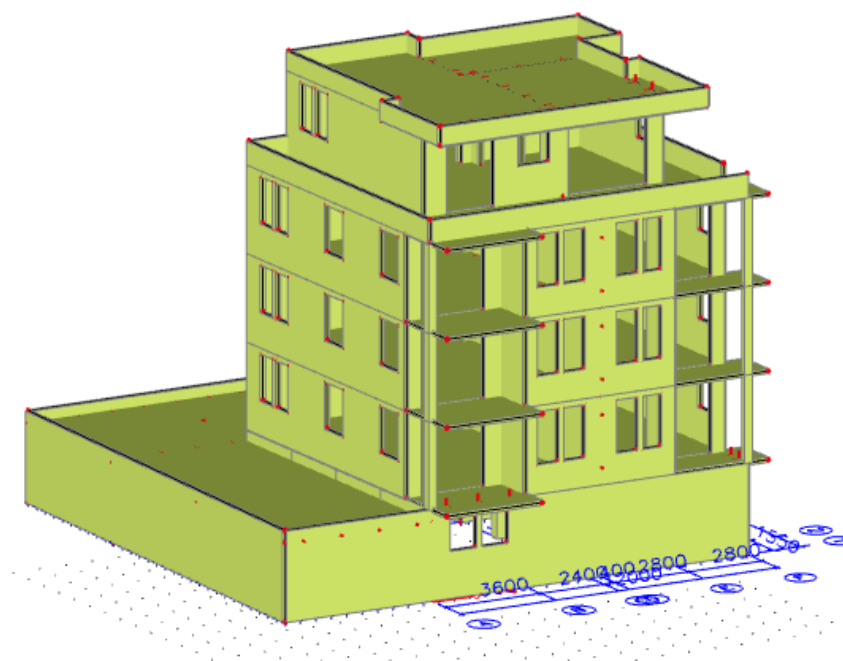
pri čemu je:

$S_x$  – potresno djelovanje u smjeru x

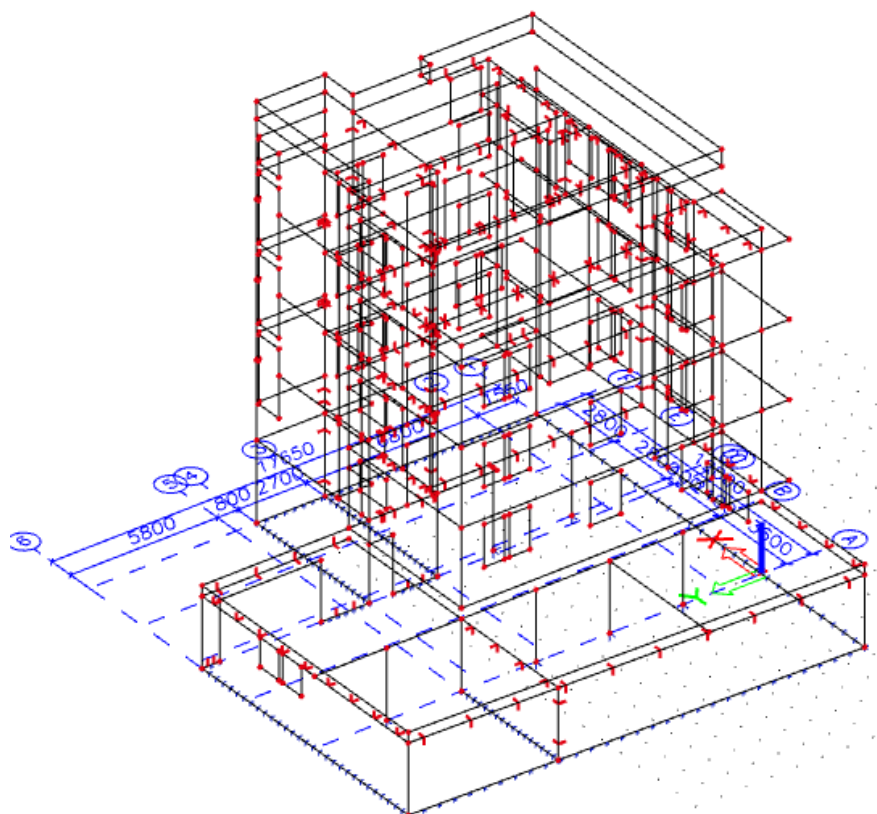
$S_y$  – potresno djelovanje u smjeru y

Numerički model je proračunat u računalnom programu Scia Engineer 22.0., program za linearnu analizu grednih i pločastih sustava.

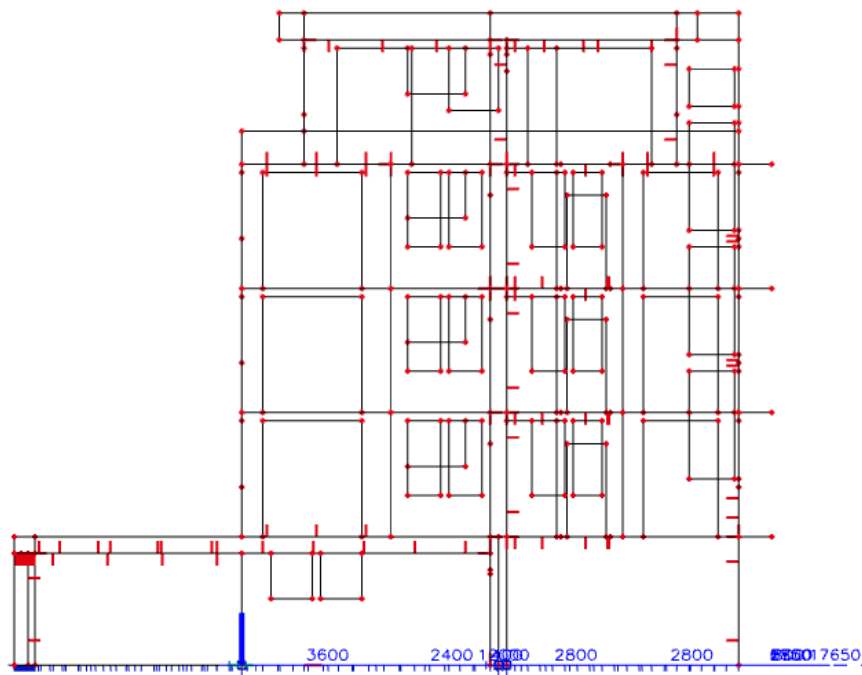




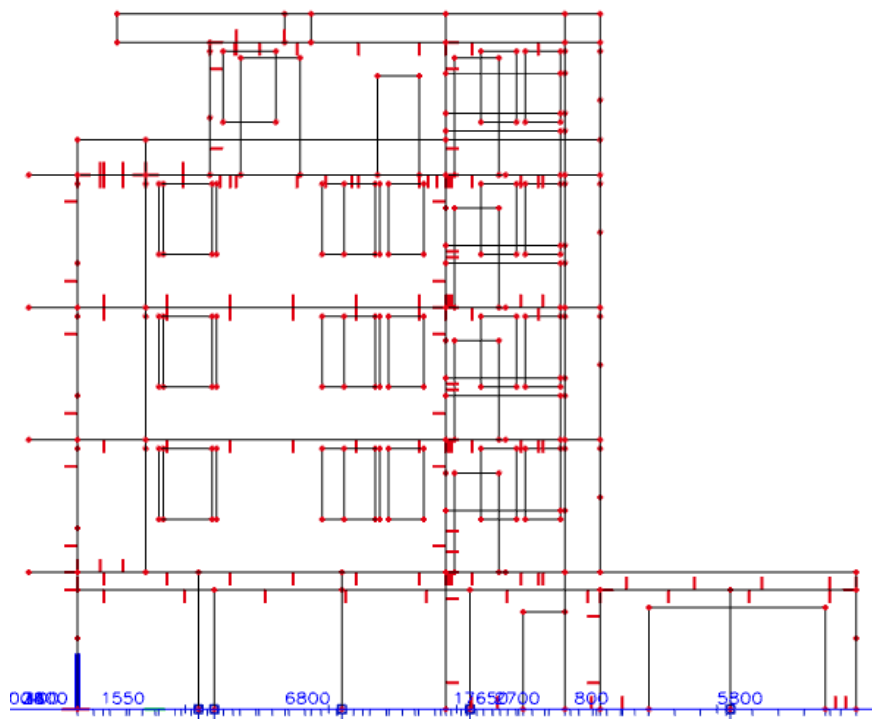
Slika 8.1. Renderirani prikaz modela – aksonometrija



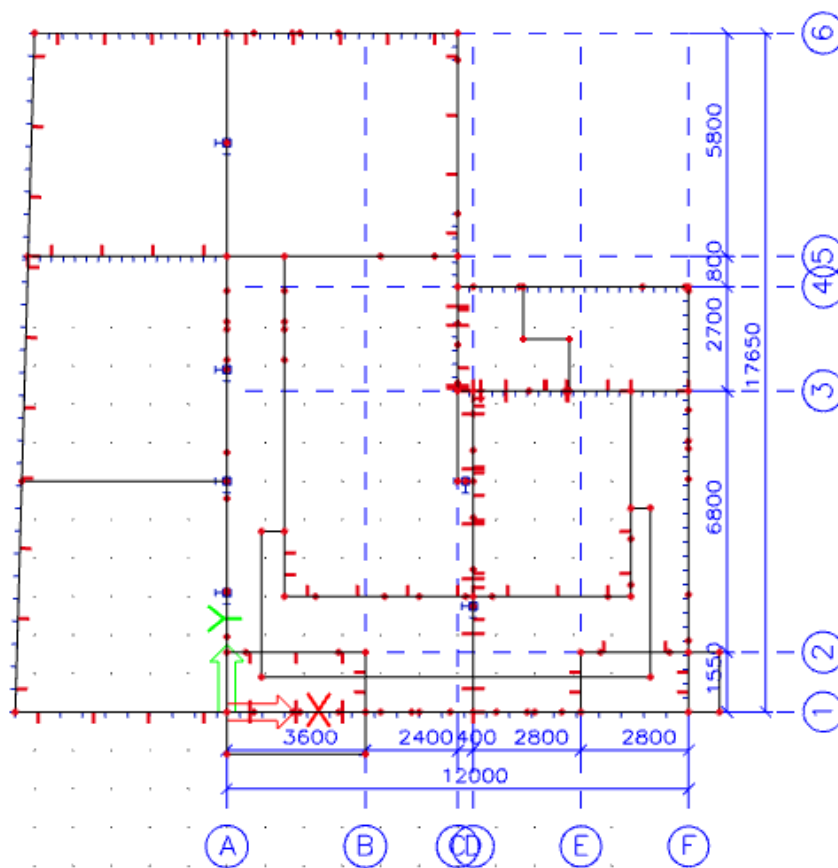
Slika 8.2. Model za proračun - aksonometrija



Slika 8.3. Model za proračun (pogled u x smjeru)



Slika 8.4. Model za proračun (pogled u y smjeru)



Slika 8.5. Model za proračun (pogled u z smjeru)

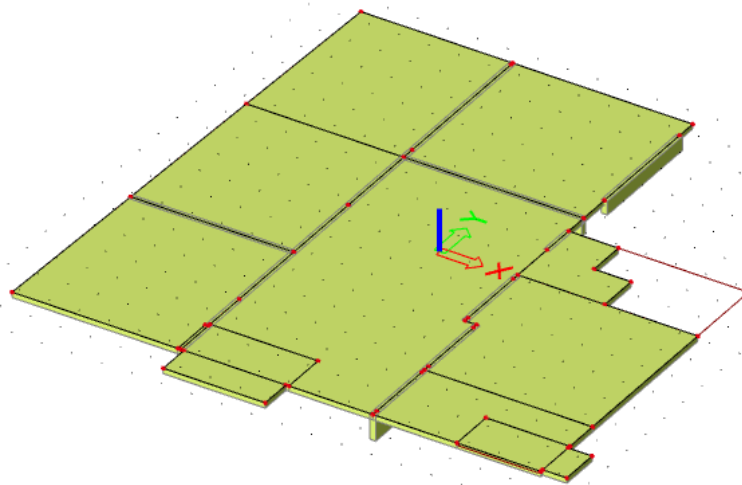
## 9. DIMENZIONIRANJE HORIZONTALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE

Proračun AB ploča proveden je prema EC-2 (Eurokod 2 : Projektiranje betonskih konstrukcija).

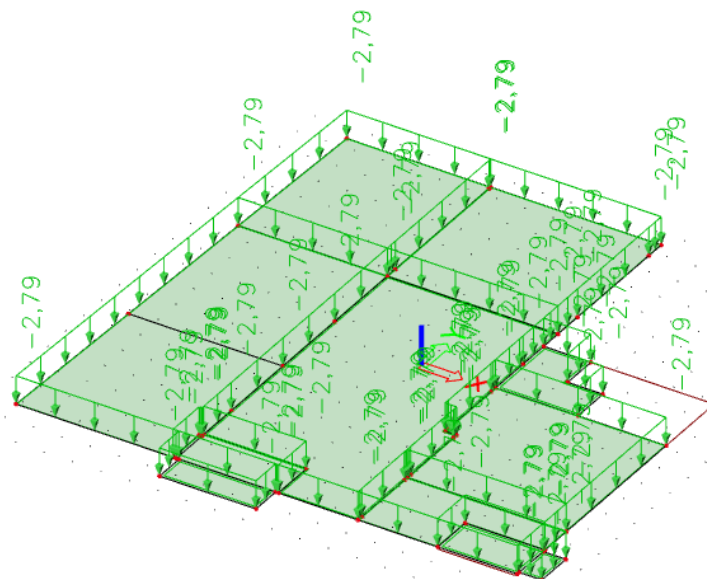
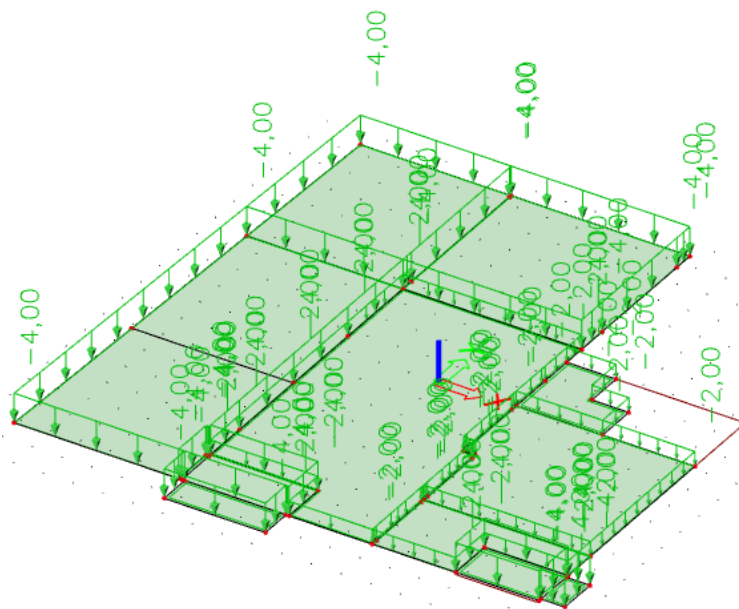
Za dimenzioniranje upotrijebljene su mjerodavne kombinacije (zasebno za vrijednosti u polju i na ležaju) za granično stanje nosivosti dok su za kontrolu pukotina i progiba korištene kombinacije graničnog stanja uporabljivosti.

### 9.1. Proračun ploča

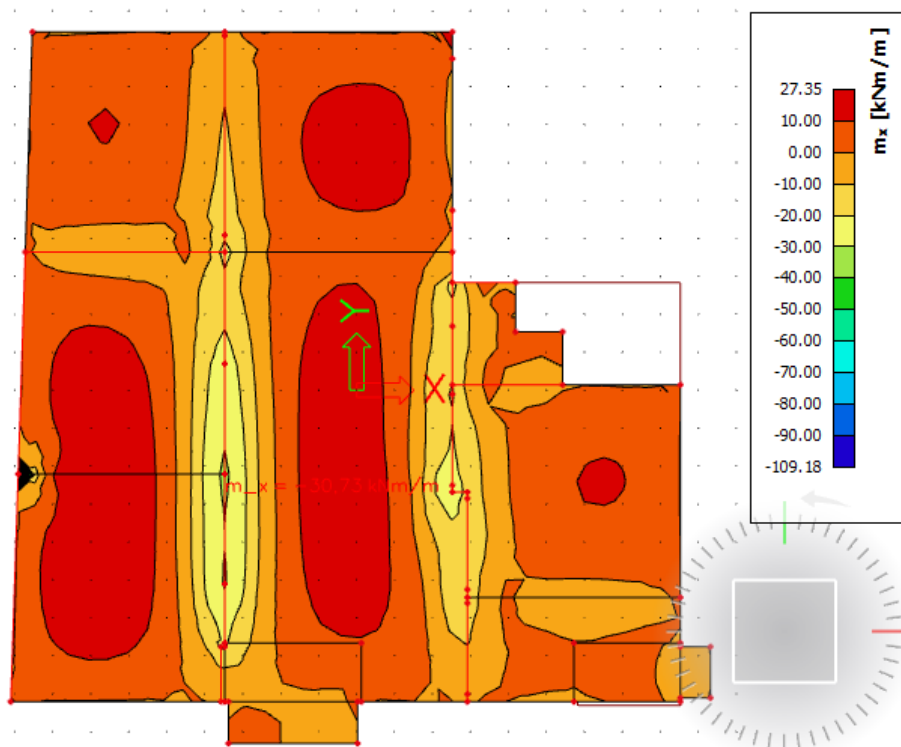
#### 9.1.1. Ploča pozicije 100 – stropna ploča suterena (garaže)



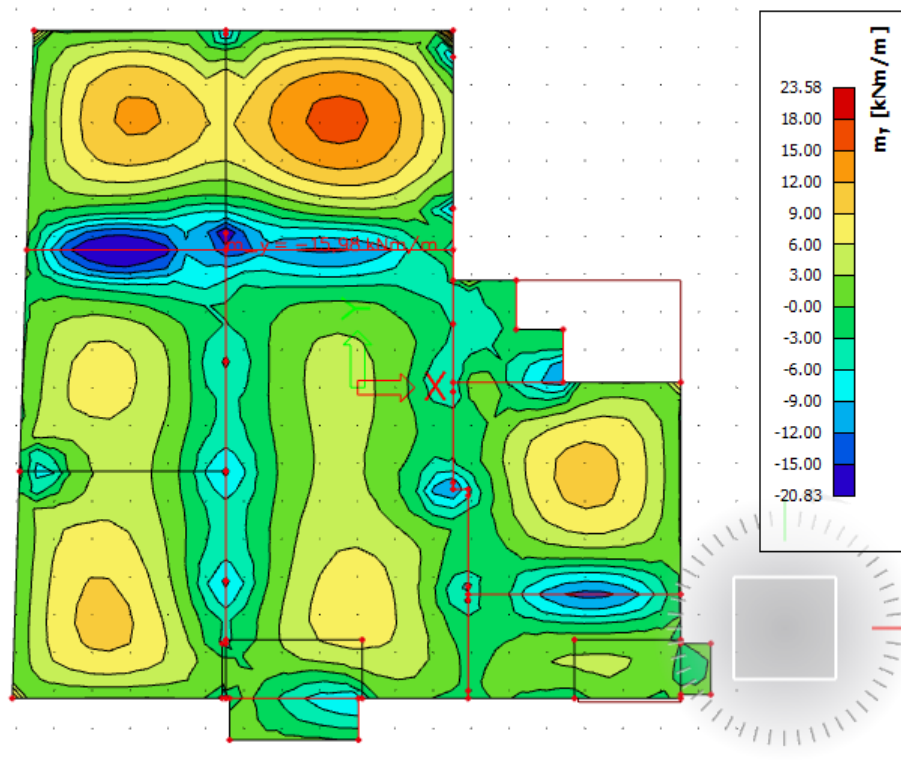
Slika 9.1. Prikaz pozicije 100

**Prikaz djelovanja**Dodatno stalno djelovanje  $\Delta g$  (kN/m<sup>2</sup>)Slika 9.2. Dodatno stalno djelovanje  $\Delta g=2,79$  (kN/m<sup>2</sup>)Promjenjivo (korisno) djelovanje  $q$  (kN/m<sup>2</sup>)Slika 9.3. Promjenjivo (korisno) djelovanje  $q=2,00$  (kN/m<sup>2</sup>), za balkone i terase  $q=4,00$  (kN/m<sup>2</sup>)

Momenti savijanja  $M_{Ed,x}$ ,  $M_{Ed,y}$  za kombinaciju opterećenja GSN-1

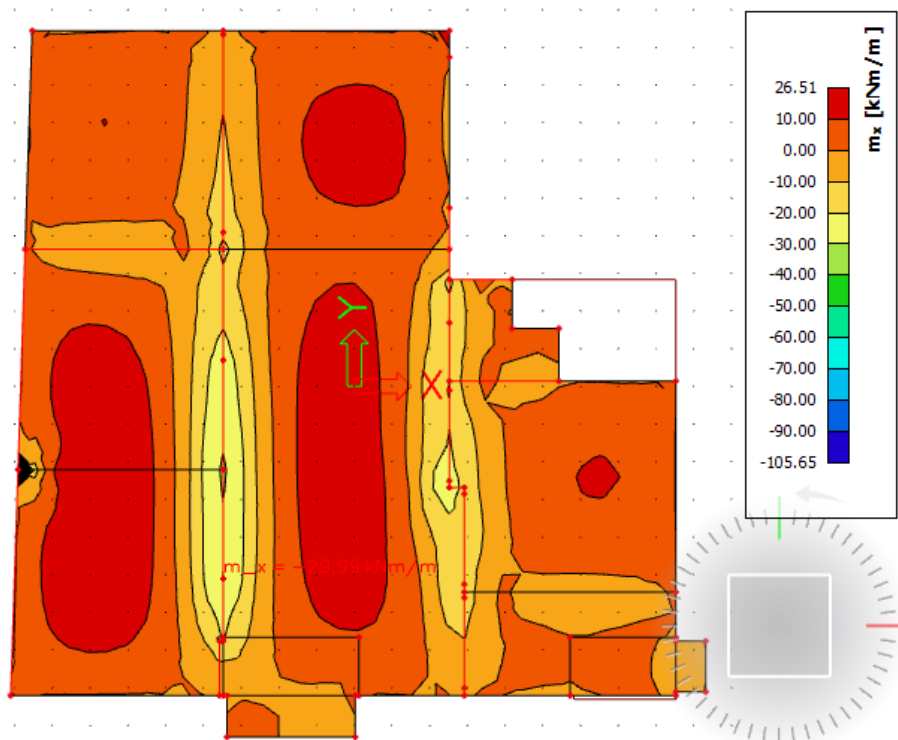


Slika 9.4. Moment savijanja  $M_{Ed,x}$  (kNm/m) za GSN-1

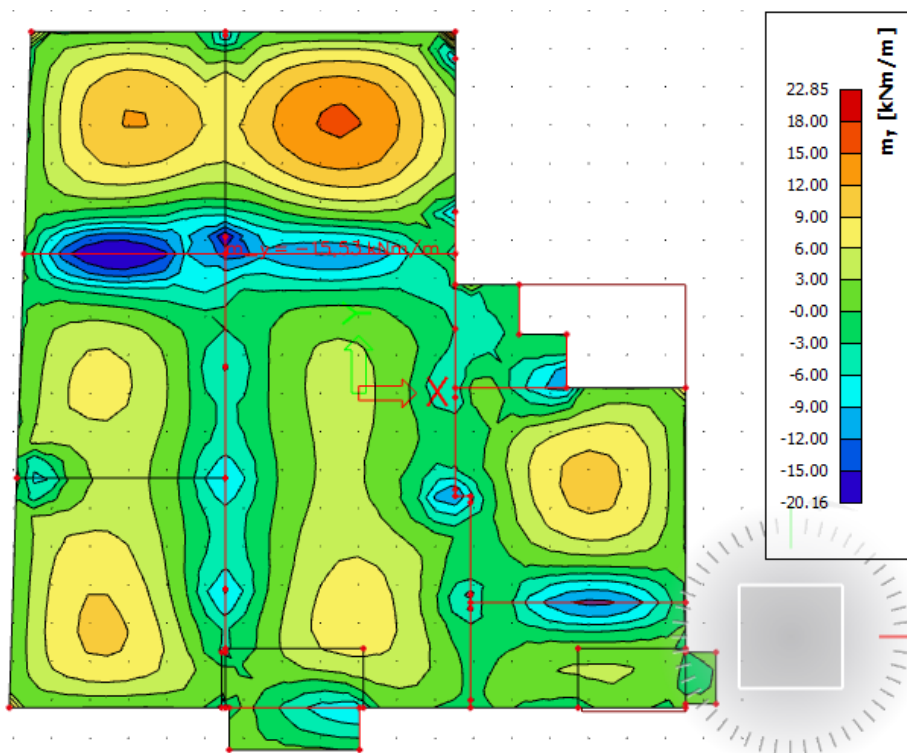


Slika 9.5. Moment savijanja  $M_{Ed,y}$  (kNm/m) za GSN-1

Momenti savijanja  $M_{Ed,x}$  ,  $M_{Ed,y}$  za kombinaciju opterećenja GSN-2



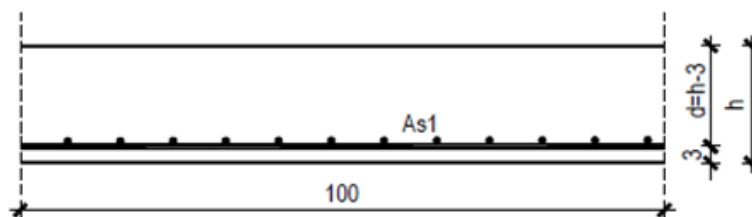
Slika 9.6. Moment savijanja  $M_{Ed,x}$  (kNm/m) za GSN-2



Slika 9.7. Moment savijanja  $M_{Ed,y}$  (kNm/m) za GSN-2



## Dimenzioniranje na savijanje



Slika 9.8. Skica armature

Postupak dimenzioniranja:

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

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

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

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

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

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

$$A_{s1,min} = 0,1\% \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 100 \cdot 16 = 1.6\ \text{cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2,0\% \cdot b \cdot h = 0,02 \cdot 100 \cdot 16 = 32.0\ \text{cm}^2$$

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

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

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

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

$$A_{s1,min} = 0,1\% \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 100 \cdot 18 = 1.8\ \text{cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2,0\% \cdot b \cdot h = 0,02 \cdot 100 \cdot 18 = 36.0\ \text{cm}^2$$

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

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

Sva armatura je veća od minimalne i manja od maksimalne. Zbog preraspodjele kod dugotrajnih efekata armaturu u polju uvijek birati veću od izračunate, a armaturu na ležajevima u skladu s izračunatom. Skica armature prikazana je u grafičkim priložima.

Ako se u obzir uzmu i preklopi  $\geq 40$  cm:

Mreža		Površina	Moment nosivosti	Moment nosivosti	Postotak
		$A_{s1}$	betona $M_{Rd,c,lim}$	armature $M_{Rd,s,lim}$	armature
		[ $cm^2/m'$ ]	[kNm]	[kNm]	%
R/Q	- 257	3,05	45,79	14,32	0,20
R/Q	- 283	3,36	45,79	15,78	0,22
R/Q	- 335	3,97	45,79	18,64	0,26
R/Q	- 385	4,57	45,79	21,46	0,30
R/Q	- 424	5,03	45,79	23,62	0,34
R/Q	- 503	5,97	45,79	28,03	0,40
R/Q	- 524	6,21	45,79	29,16	0,41
R/Q	- 636	7,54	45,79	35,41	0,50
R/Q	- 785	9,31	45,79	43,72	0,62

**Donja zona ploče (polje):**

**h=16 cm, d=13 cm**

→ pozitivni moment savijanja:  $M_{Ed,max} = 27.53 \text{ kNm/m'}$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2753}{100 \cdot 13^2 \cdot 2.0} = 0.082$$

Očitano:  $\mu_{sd} = 0.083$      $\varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$      $\varepsilon_{c2} = 1.9 \text{ ‰}$      $\zeta = 0.941$      $\xi = 0.160$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2753}{0.941 \cdot 13 \cdot 43.48} = 5.18 \text{ cm}^2$$

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

**h=18 cm, d=15 cm**

→ pozitivni moment savijanja:  $M_{Ed,max} = 27.53 \text{ kNm/m'}$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2753}{100 \cdot 15^2 \cdot 2.0} = 0.061$$

Očitano:  $\mu_{sd} = 0.065$     $\varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$     $\varepsilon_{c2} = 1.6 \text{ ‰}$     $\zeta = 0.950$     $\xi = 0.138$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2753}{0.950 \cdot 15 \cdot 43.48} = 4.44 \text{ cm}^2$$

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

**Gornja zona ploče (ležajevi):**

**h=16 cm, d=13 cm**

→ negativni moment savijanja:  $M_{Ed,min} = 24.05 \text{ kNm/m'}$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2405}{100 \cdot 13^2 \cdot 2.0} = 0.071$$

Očitano:  $\mu_{sd} = 0.071$     $\varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$     $\varepsilon_{c2} = 1.7 \text{ ‰}$     $\zeta = 0.947$     $\xi = 0.145$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2405}{0.947 \cdot 13 \cdot 43.48} = 4.49 \text{ cm}^2$$

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

**h=18 cm, d=15 cm**

→ negativni moment savijanja:  $M_{Ed,min} = 31.72 \text{ kNm/m'}$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3172}{100 \cdot 15^2 \cdot 2.0} = 0.071$$

Očitano:  $\mu_{sd} = 0.071$     $\varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$     $\varepsilon_{c2} = 1.7 \text{ ‰}$     $\zeta = 0.947$     $\xi = 0.145$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3172}{0.947 \cdot 15 \cdot 43.48} = 5.14 \text{ cm}^2$$

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

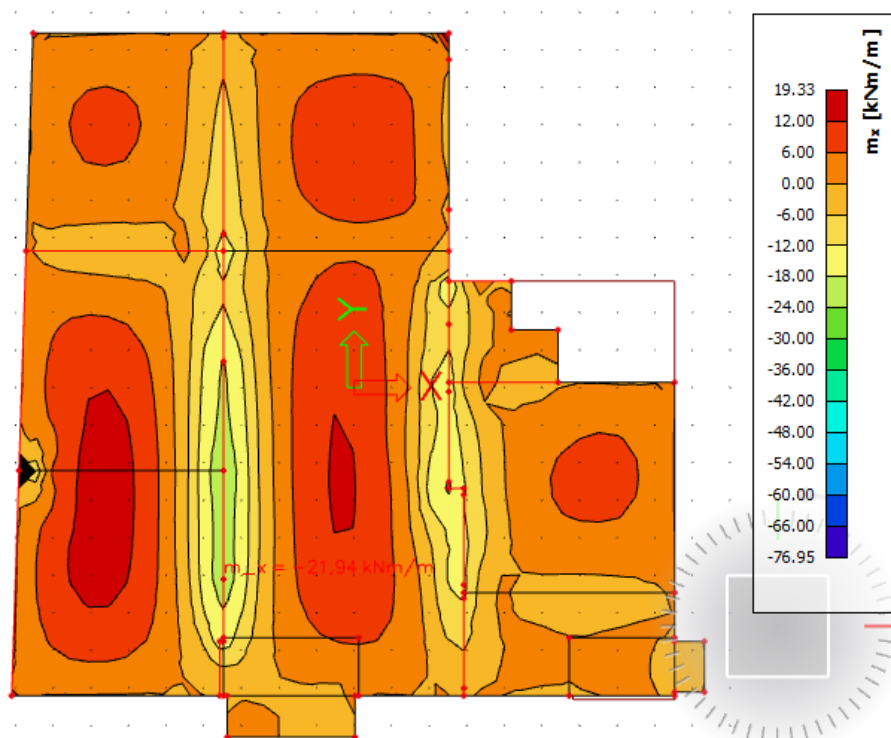
### Kontrola pukotina

Mjerodavni momenti u ploči su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja: GSU 1 :  $1,00 \cdot (g + \Delta g) + 1,00 \cdot q$

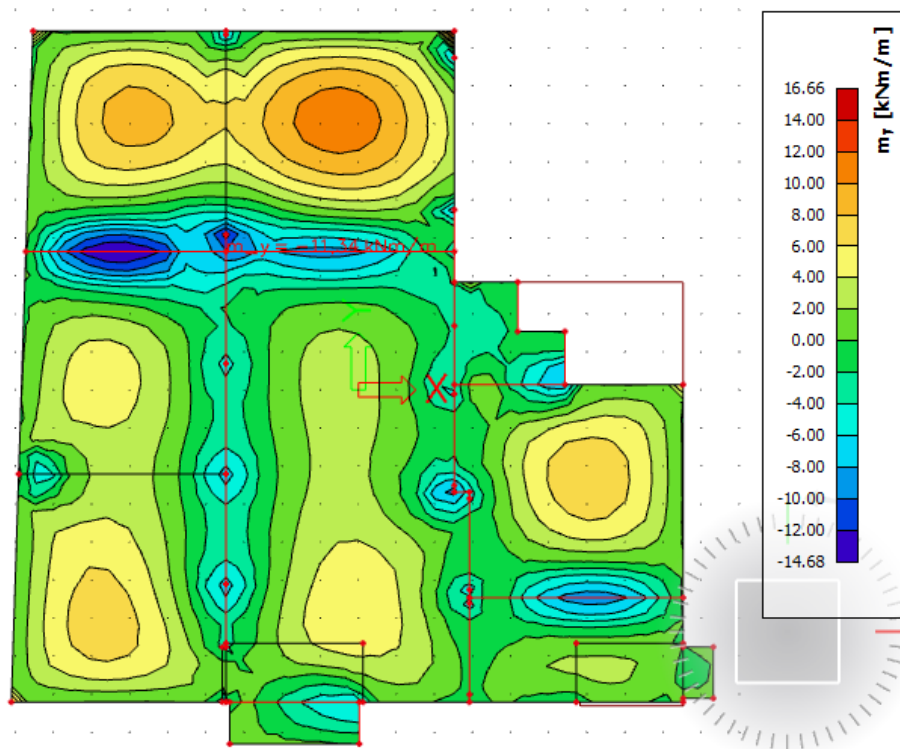
Prikazani su samo maksimalni radni momenti na ležaju i u polju (Slika).

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

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



Slika 9.9. Moment savijanja  $M_{Ed,x}$  ( $\text{kNm/m}$ ) za GSU

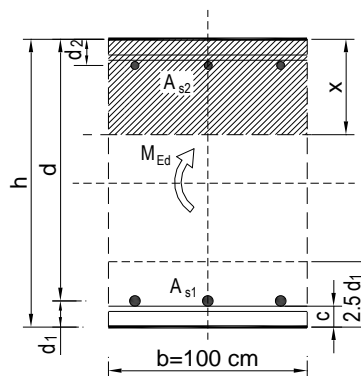
Slika 9.10. Moment savijanja  $M_{Ed,y}$  (kNm/m) za GSU

**h=16 cm, d=13 cm**

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju :  $M_{Ed} = 11.28 \text{ kNm/m}$

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

$b =$	100,0 cm	$d =$	13,0 cm	$h =$	16,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	5,97 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	11,28 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	156,30 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,73 cm	$r_{p,eff} =$	0,0080		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000018	$< 0.6 \cdot s_s / E_s =$	0,000469		
$\emptyset =$	6,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	230,14 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,108 mm	$< w_g$			



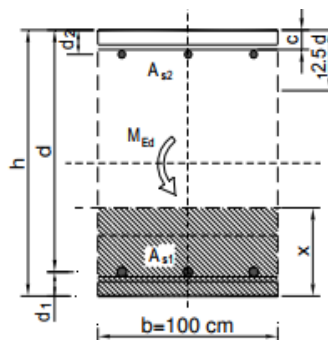
Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.108 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju :  $M_{Ed} = 12.87 \text{ kNm/m}$

Armatura ploče gornja zona:  $Q - 424 +$  preklop 40 cm ( $A_s = 5.03 \text{ cm}^2$ )

$b =$	100,0 cm	$d =$	13,0 cm	$h =$	16,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	5,03 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	12,87 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	210,49 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,53 cm	$r_{p,eff} =$	0,0067		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000153	$<$	$0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000631	
$\emptyset =$	7,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	279,44 mm				

$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,176 \text{ mm} < w_g$



Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.176 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.

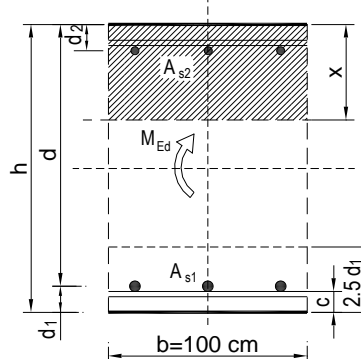
**h=18 cm, d=15 cm**

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju :  $M_{Ed} = 14.73 \text{ kNm/m}$

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

$b =$	100,0 cm	$d =$	15,0 cm	$h =$	18,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	5,03 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	14,73 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	207,90 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,74 cm	$r_{p,eff} =$	0,0067		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000140	$<$	$0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000624	
$\emptyset =$	6,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	254,09 mm				

$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) = 0,158 \text{ mm} < w_g$

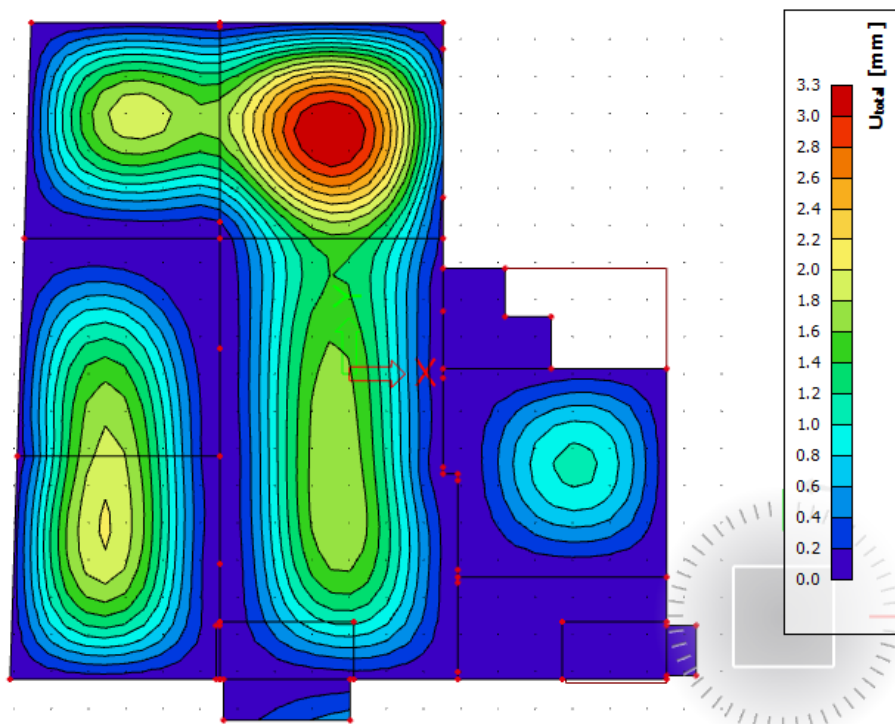


Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.158 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.



## Kontrola progiba

Mjerodavni progibi ploče su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja: GSU :  $1,00 \cdot (g + \Delta g) + 1,00 \cdot q$



Slika 9.11. Prikaz progiba za ploču za kombinaciju GSU

Stropna ploča suterena,  $h=16$  cm

$$\text{Granična vrijednost progiba ploče u polju: } f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{580}{250} = 2.32 \text{ cm}$$

$$\text{Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela): } f_k = 0.33 \text{ cm}$$

$$\text{Ukupni progib: } f_d = 3.0 \cdot 0.33 = 0.99 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2.32 \text{ cm}$$

Stropna ploča suterena,  $h=18$  cm

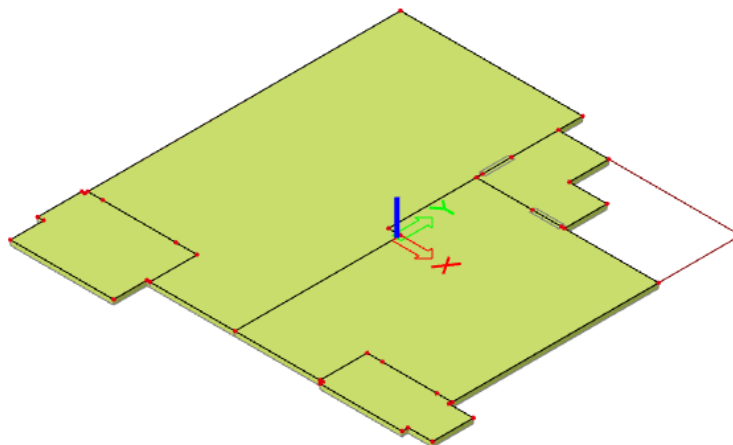
$$\text{Granična vrijednost progiba ploče u polju: } f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{1185}{250} = 4.74 \text{ cm}$$

$$\text{Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela): } f_k = 0.22 \text{ cm}$$

$$\text{Ukupni progib: } f_d = 3.0 \cdot 0.22 = 0.66 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 4.74 \text{ cm}$$



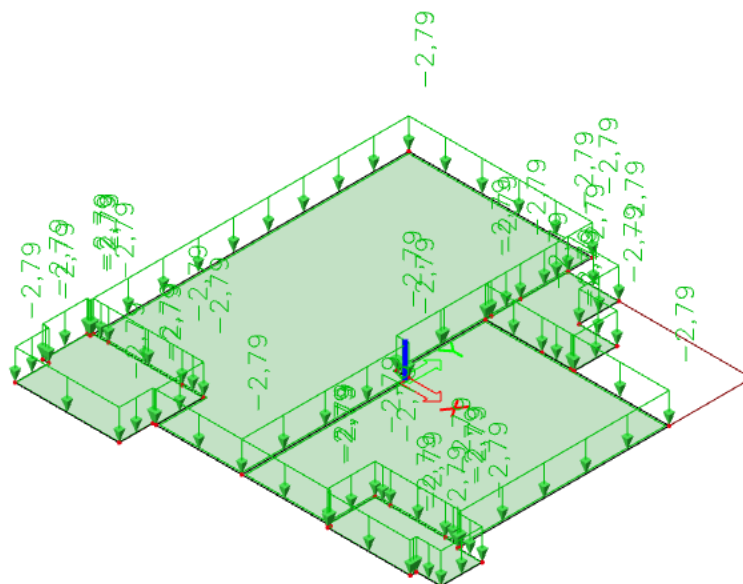
### 9.1.2. Ploče pozicije 200 i 300 – stropna ploča prizemlja/1. kata



Slika 9.12. Prikaz pozicija 200 i 300

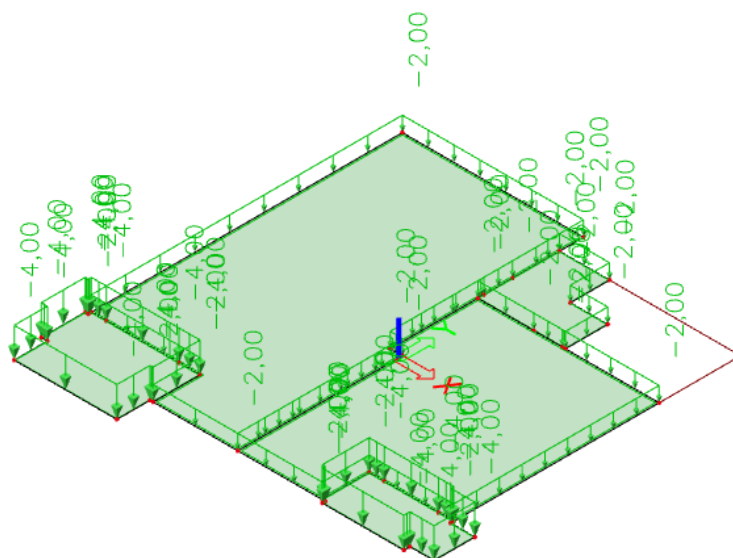
#### Prikaz djelovanja

Dodatno stalno djelovanje  $\Delta g$  (kN/m<sup>2</sup>)



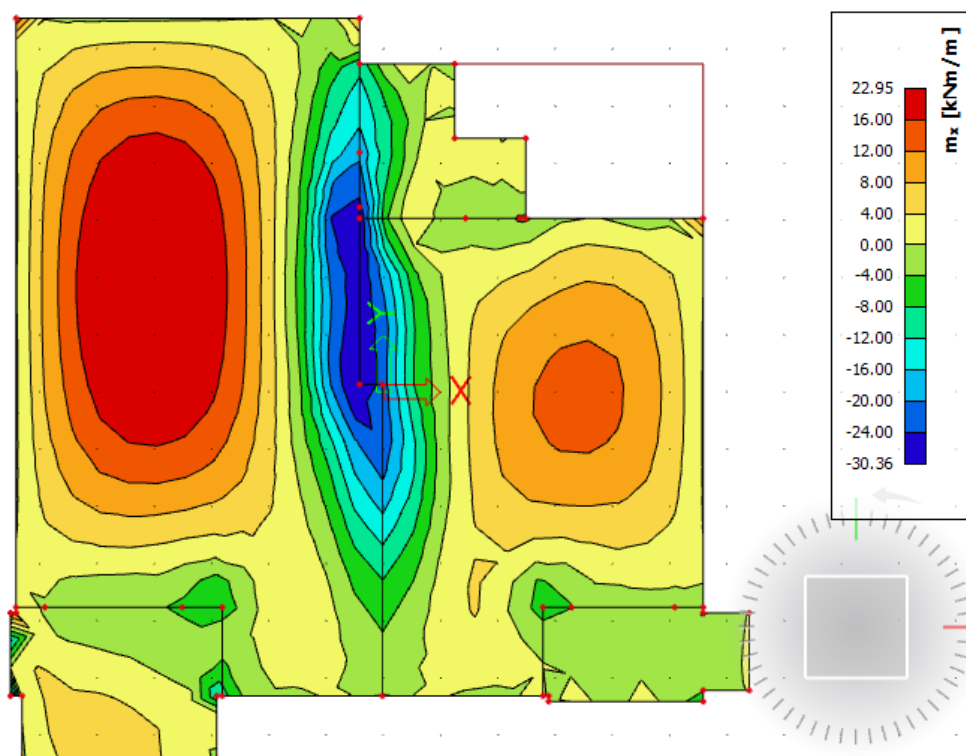
Slika 9.13. Dodatno stalno djelovanje  $\Delta g=2,79$  (kN/m<sup>2</sup>)

Promjenjivo (korisno) djelovanje  $q$  (kN/m<sup>2</sup>)

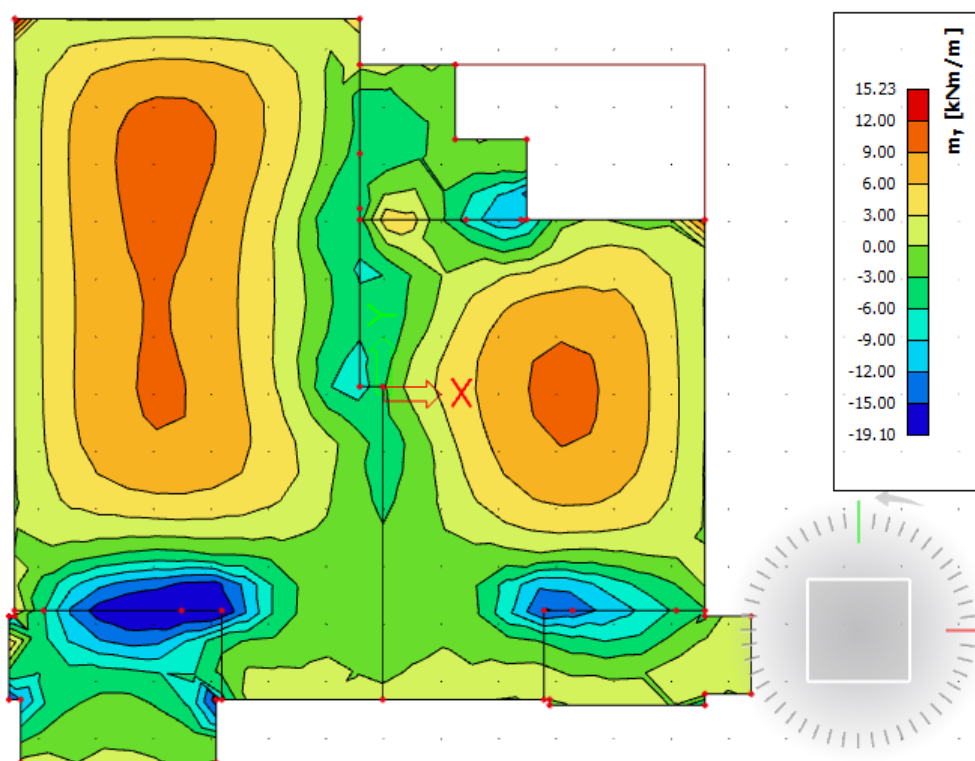


Slika 9.14. Promjenjivo (korisno) djelovanje  $q=2,00$  (kN/m<sup>2</sup>), za balkone i terase  $q=4,00$  (kN/m<sup>2</sup>)

Momenti savijanja  $M_{Ed,x}$ ,  $M_{Ed,y}$  za kombinaciju opterećenja GSN-1

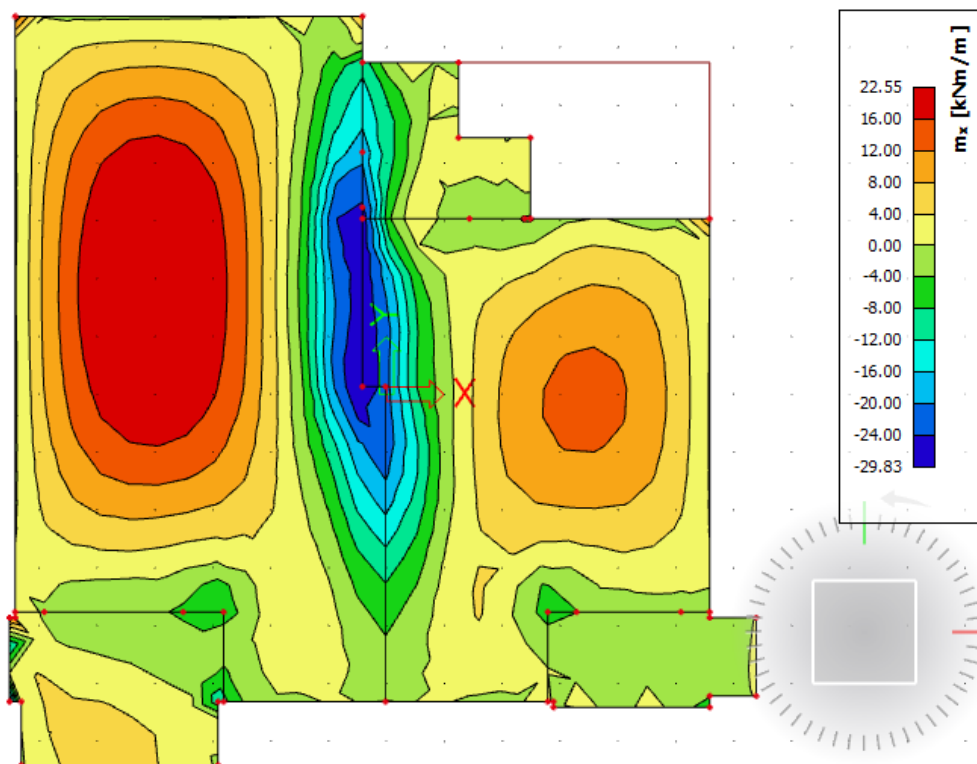


Slika 9.15. Moment savijanja  $M_{Ed,x}$  ( $kNm/m$ ) za GSN-1

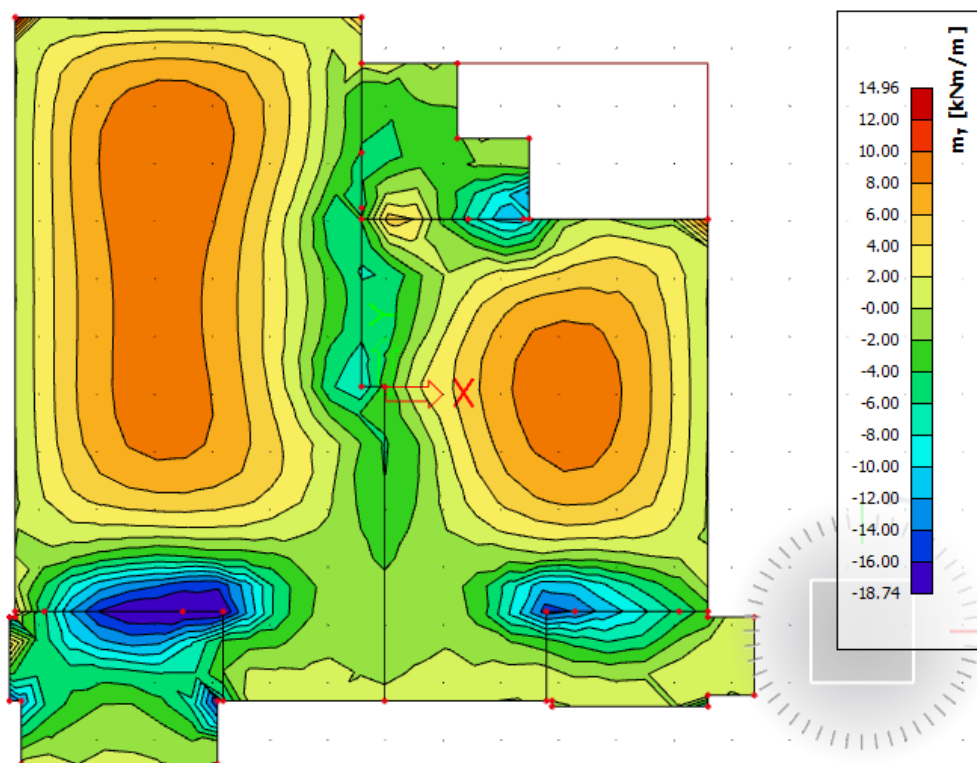


Slika 9.16. Moment savijanja  $M_{Ed,y}$  ( $kNm/m$ ) za GSN-1

Momenti savijanja  $M_{Ed,x}$ ,  $M_{Ed,y}$  za kombinaciju opterećenja GSN-2

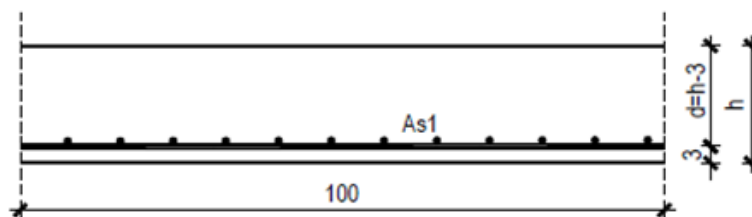


Slika 9.17. Moment savijanja  $M_{Ed,x}$  (kNm/m) za GSN-2



Slika 9.18. Moment savijanja  $M_{Ed,y}$  (kNm/m) za GSN-2

## Dimenzioniranje na savijanje



Slika 9.19. Skica armature

Postupak dimenzioniranja:

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

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

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

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

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

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

$$A_{s1,min} = 0,1\% \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 100 \cdot 16 = 1.6\ \text{cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2,0\% \cdot b \cdot h = 0,02 \cdot 100 \cdot 16 = 32.0\ \text{cm}^2$$

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

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

Sva armatura je veća od minimalne i manja od maksimalne. Zbog preraspodjele kod dugotrajnih efekata armaturu u polju uvijek birati veću od izračunate, a armaturu na ležajevima u skladu s izračunatom. Skica armature prikazana je u grafičkim priložima. Ako se u obzir uzmu i preklopi  $\geq 40$  cm:

Mreža	Površina $A_{s1}$ [cm <sup>2</sup> /m']	Moment nosivosti betona $M_{Rd,c,lim}$	Moment nosivosti armature $M_{Rd,s,lim}$	Postotak armature
		[kNm]	[kNm]	%
R/Q - 257	3,05	45,79	14,32	0,20
R/Q - 283	3,36	45,79	15,78	0,22
R/Q - 335	3,97	45,79	18,64	0,26
R/Q - 385	4,57	45,79	21,46	0,30
R/Q - 424	5,03	45,79	23,62	0,34
R/Q - 503	5,97	45,79	28,03	0,40
R/Q - 524	6,21	45,79	29,16	0,41
R/Q - 636	7,54	45,79	35,41	0,50
R/Q - 785	9,31	45,79	43,72	0,62

#### Donja zona ploče (polje):

→ pozitivni moment savijanja:  $M_{Ed,max} = 22.95$  kNm/m'

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2295}{100 \cdot 13^2 \cdot 2.0} = 0.068$$

Očitano:  $\mu_{sd} = 0.071$     $\epsilon_{s1} = 10.0$  ‰    $\epsilon_{c2} = 1.7$  ‰    $\zeta = 0.947$     $\xi = 0.145$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2295}{0.947 \cdot 13 \cdot 43.48} = 4.29 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q – 424** + preklop 40 cm ( $A_s = 5.03$  cm<sup>2</sup>)

#### Gornja zona ploče (ležajevi):

→ negativni moment savijanja:  $M_{Ed,min} = 29.83$  kNm/m'

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2983}{100 \cdot 13^2 \cdot 2.0} = 0.088$$

Očitano:  $\mu_{sd} = 0.089$     $\epsilon_{s1} = 10.0$  ‰    $\epsilon_{c2} = 2.0$  ‰    $\zeta = 0.938$     $\xi = 0.167$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2983}{0.938 \cdot 13 \cdot 43.48} = 5.63 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q – 524** + preklop 40 cm ( $A_s = 6.21$  cm<sup>2</sup>)

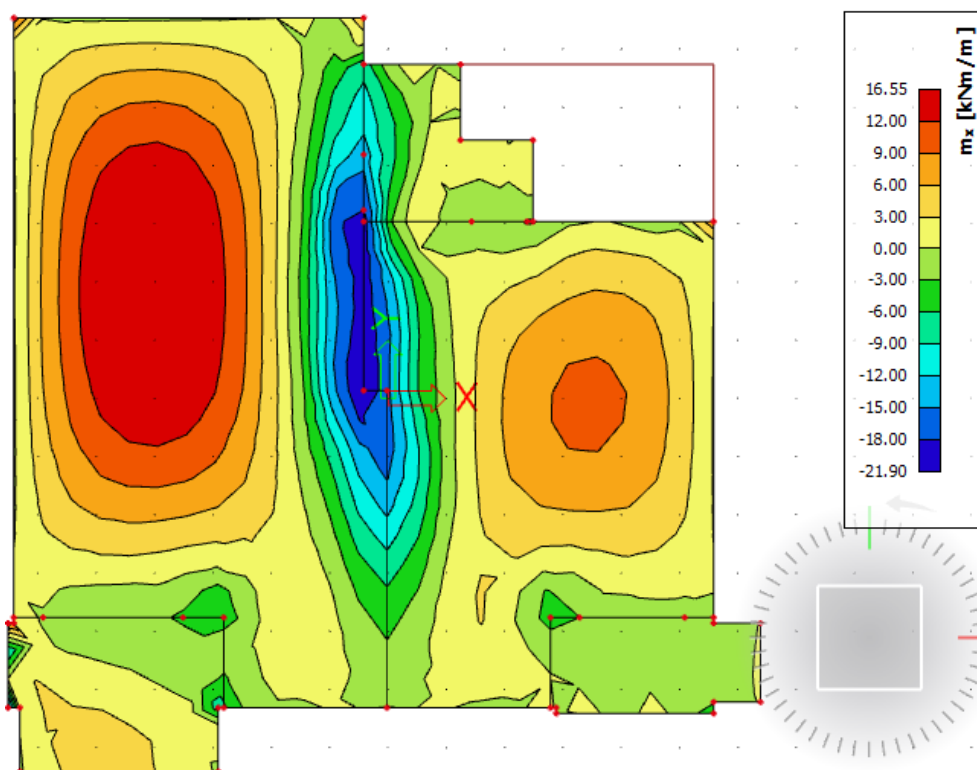
## Kontrola pukotina

Mjerodavni momenti u ploči su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja: GSU 1 :  $1,00 \cdot (g + \Delta g) + 1,00 \cdot q$

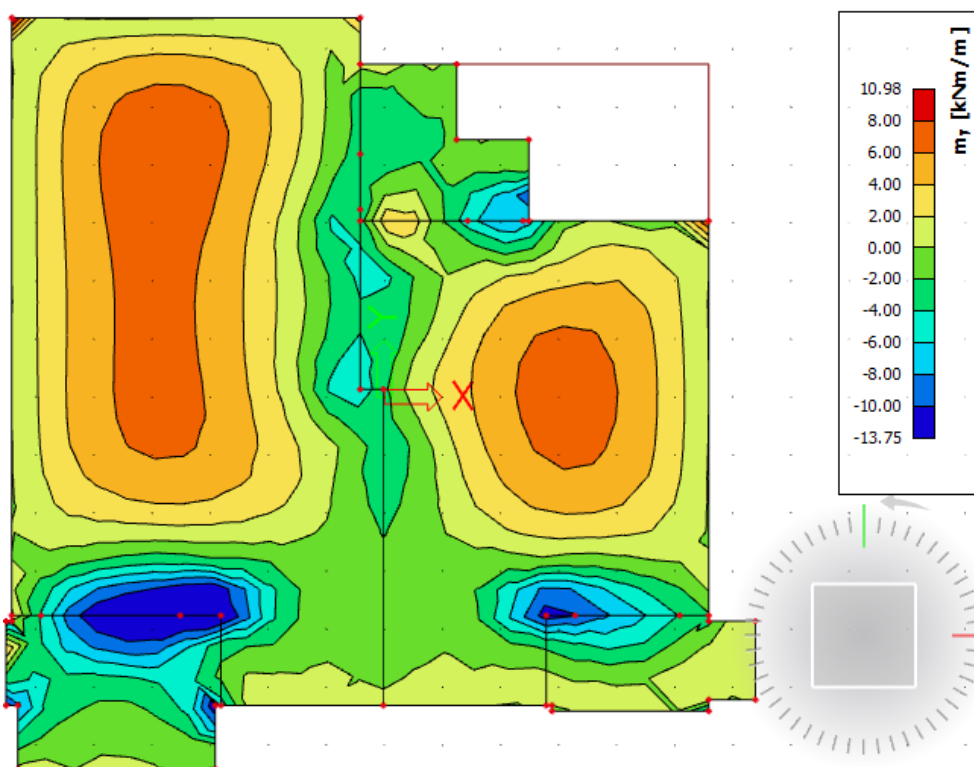
Prikazani su samo maksimalni radni momenti na ležaju i u polju (Slika).

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

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



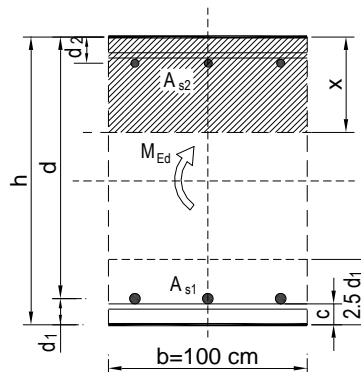
Slika 9.20. Moment savijanja  $M_{Ed,x}$  ( $\text{kNm/m}$ ) za GSU

Slika 9.21. Moment savijanja  $M_{Ed,y}$  (kNm/m) za GSU

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju :  $M_{Ed} = 16.55 \text{ kNm/m}'$

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

$b =$	100,0 cm	$d =$	13,0 cm	$h =$	16,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	5,03 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	16,55 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	270,68 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,53 cm	$r_{p,eff} =$	0,0067		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000454	$< 0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000812		
$\emptyset =$	6,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	254,09 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,206 mm	$< w_g$			



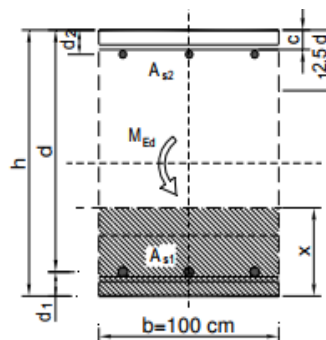
Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.206 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.



Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju :  $M_{Ed} = 21.90 \text{ kNm/m}$

Armatura ploče gornja zona:  $Q - 524 +$  preklop 40 cm ( $A_s = 6.21 \text{ cm}^2$ )

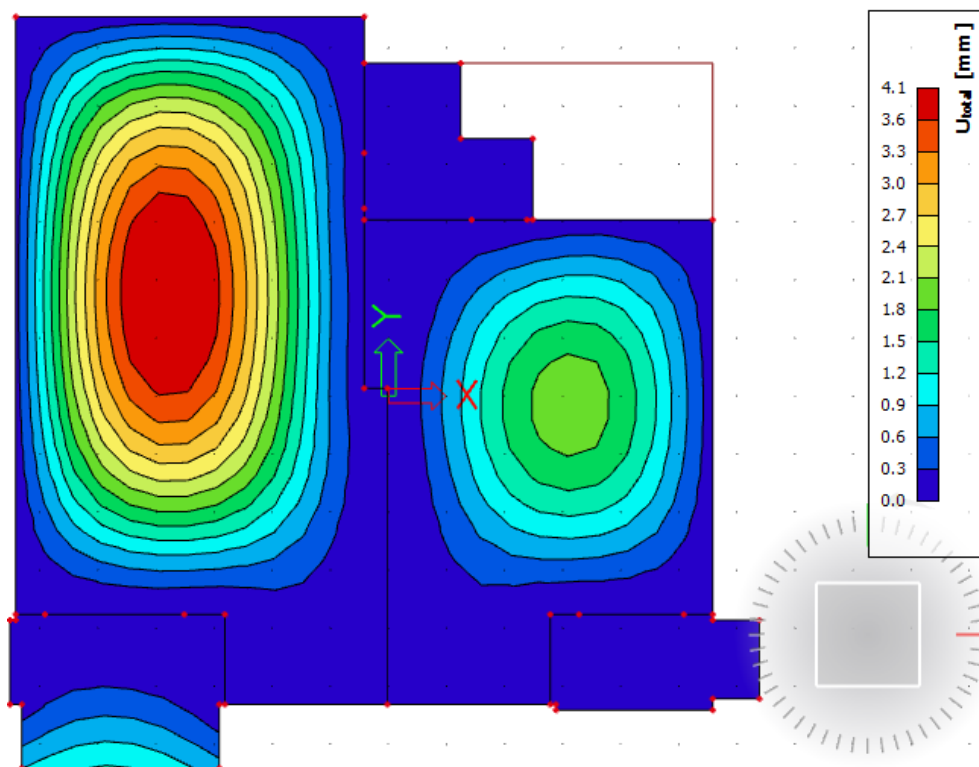
$b =$	100,0 cm	$d =$	13,0 cm	$h =$	16,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	6,21 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	21,91 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	292,24 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,78 cm	$r_{p,eff} =$	0,0083		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000726	$<$	$0.6 \cdot s_s / E_s =$	0,000877	
$\emptyset =$	7,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	245,72 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,215 mm	$<$	$w_g$		



Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.215 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.

### Kontrola progiba

Mjerodavni progibi ploče su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja: GSU :  $1,00 \cdot (g + \Delta g) + 1,00 \cdot q$



Slika 9.22. Prikaz progiba za ploču za kombinaciju GSU

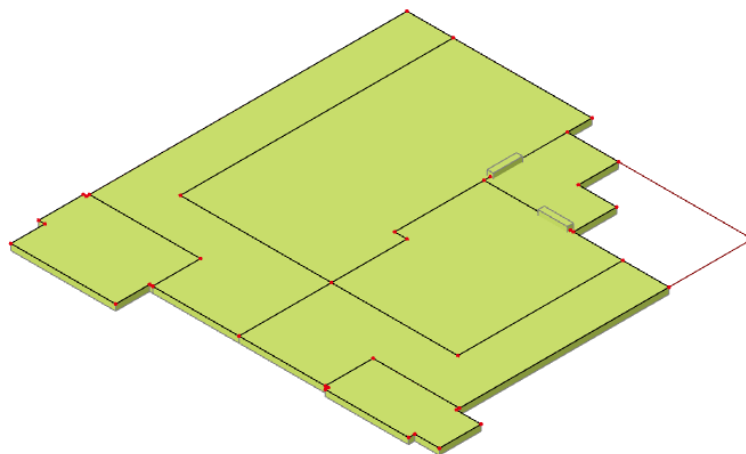
Stropna ploča prizemlja/1. kata,  $h=16$  cm

Granična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{640}{250} = 2.56$  cm

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0.41$  cm

Ukupni progib:  $f_d = 3.0 \cdot 0.41 = 1.23$  cm  $\leq f_{p,dop} = 2.56$  cm

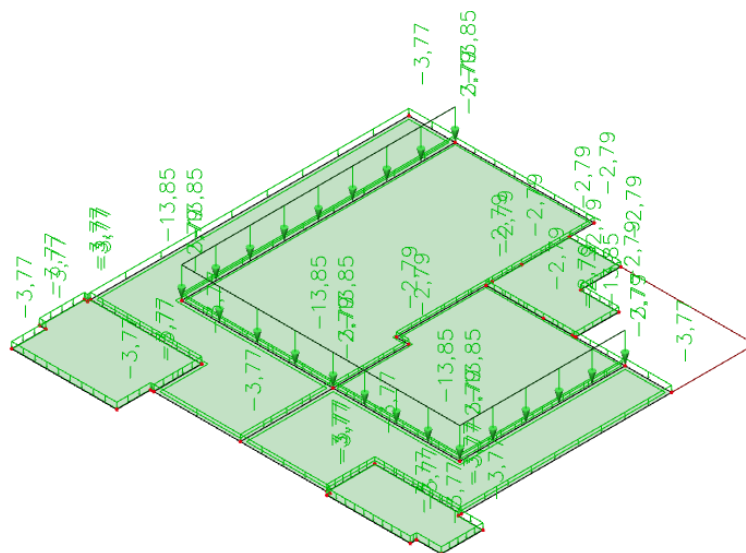
### 9.1.3. Ploča pozicije 400 – stropna ploča 2. kata



Slika 9.23. Prikaz pozicije 400

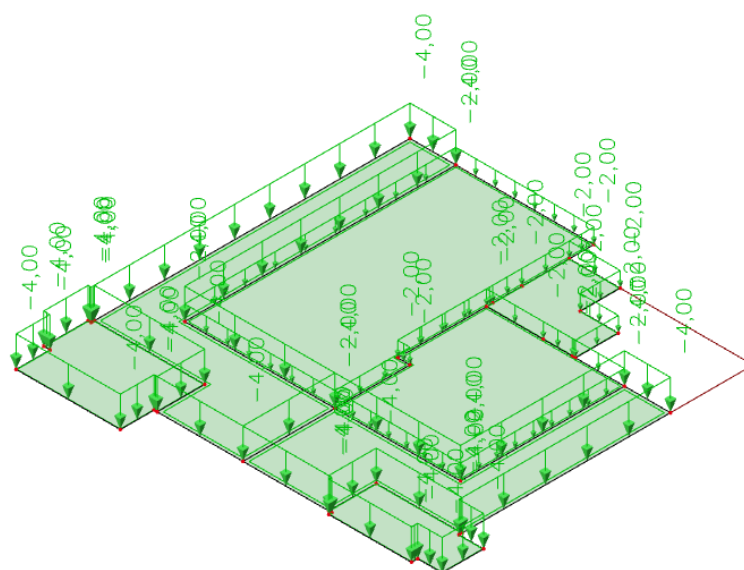
### Prikaz djelovanja

Dodatno stalno djelovanje  $\Delta g$  (kN/m<sup>2</sup>)



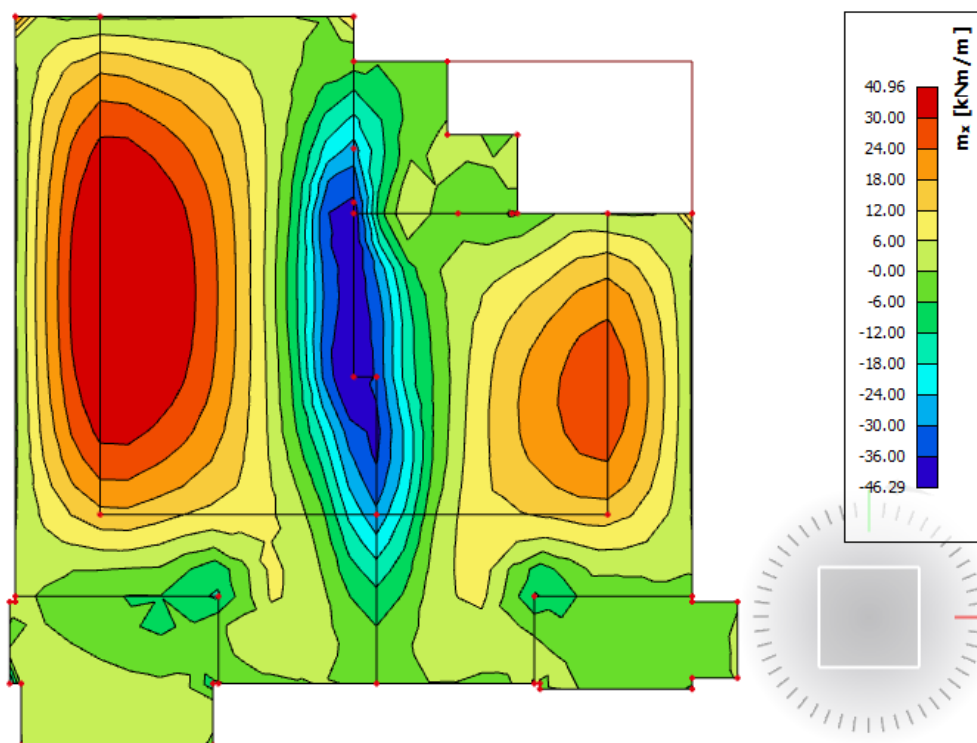
Slika 9.24. Dodatno stalno djelovanje  $\Delta g=2,79$  (kN/m<sup>2</sup>), za terasu  $\Delta g=3,77$  (kN/m<sup>2</sup>), linijsko opterećenje od nosivih zidova  $\Delta g=13,85$  (kN/m<sup>2</sup>)

Promjenjivo (korisno) djelovanje  $q$  (kN/m<sup>2</sup>)

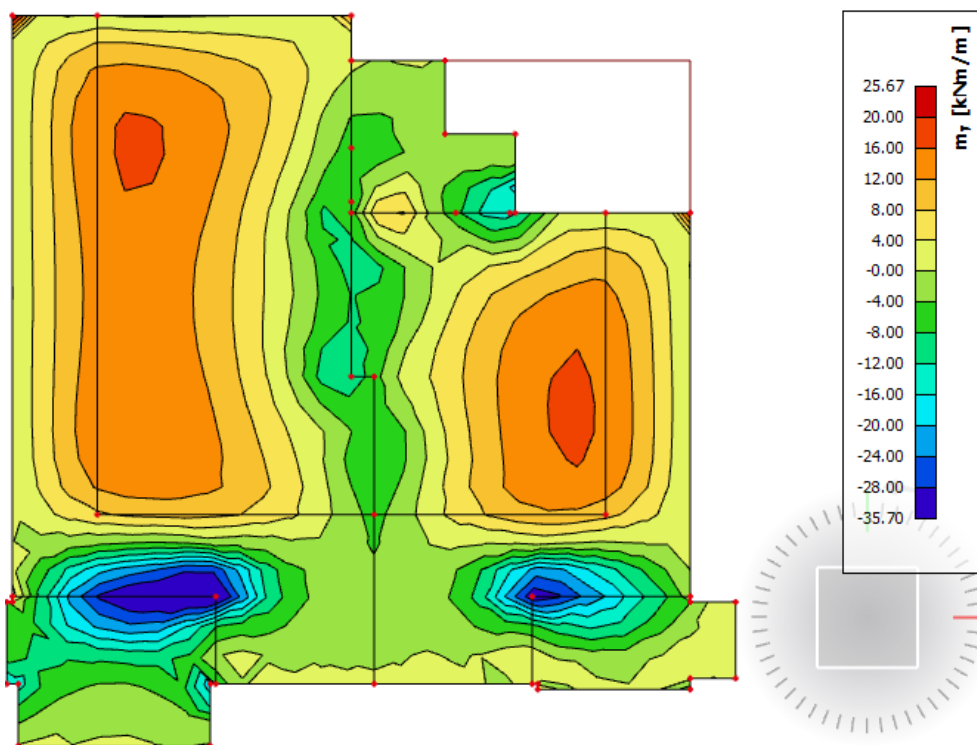


Slika 9.25. Promjenjivo (korisno) djelovanje  $q=2,00$  (kN/m<sup>2</sup>), za balkone i terase  $q=4,00$  (kN/m<sup>2</sup>)

Momenti savijanja  $M_{Ed,x}$ ,  $M_{Ed,y}$  za kombinaciju opterećenja GSN-1

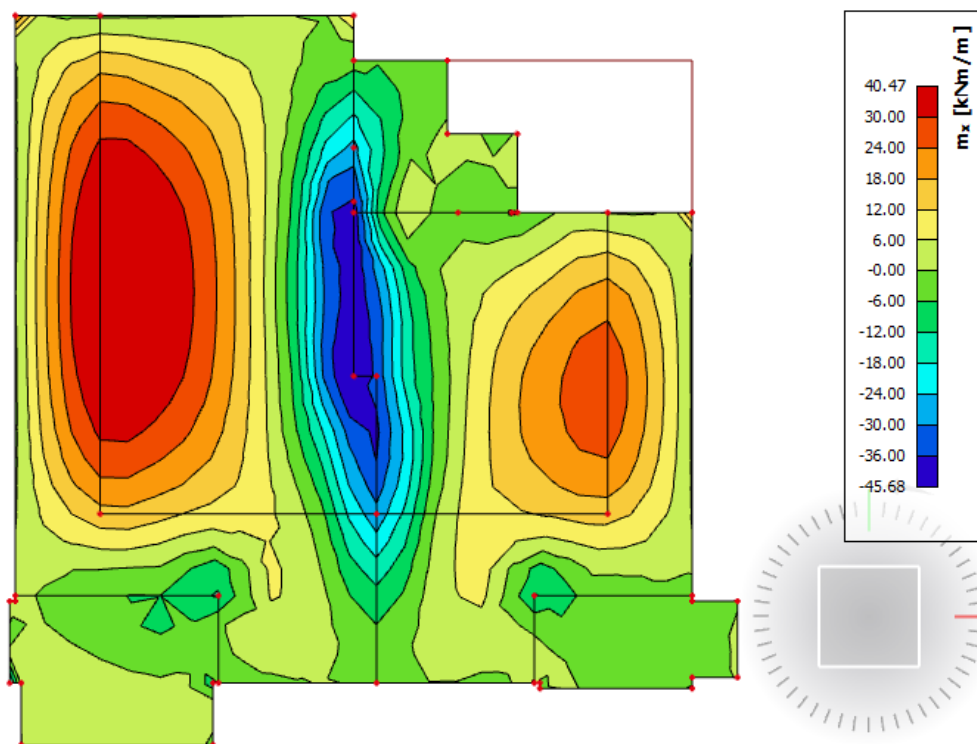


Slika 9.26. Moment savijanja  $M_{Ed,x}$  (kNm/m) za GSN-1

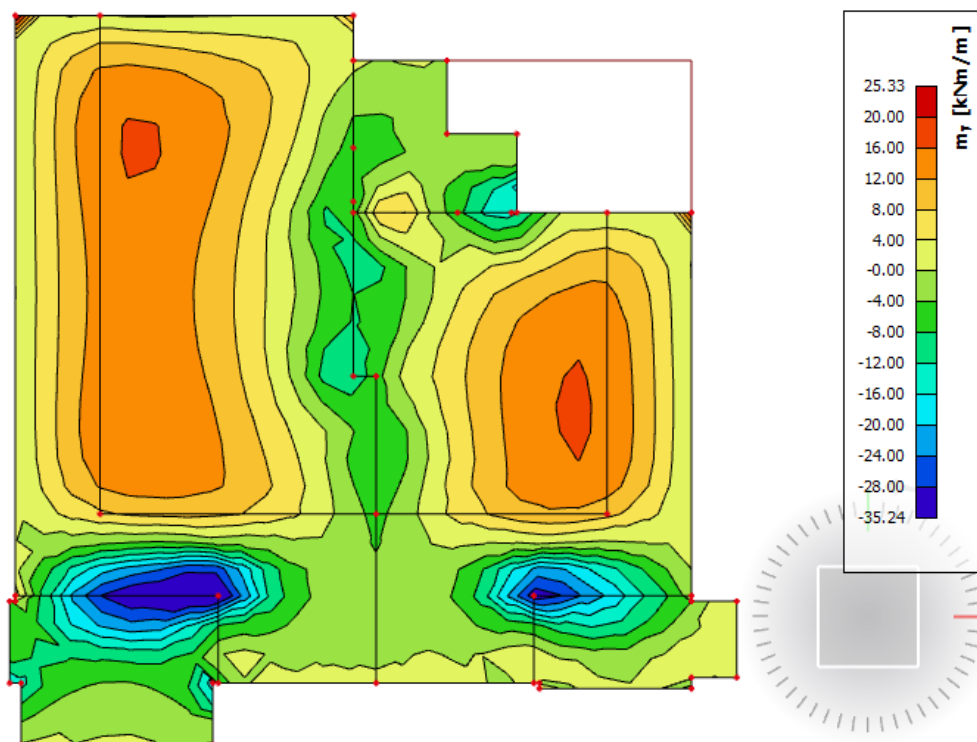


Slika 9.27. Moment savijanja  $M_{Ed,y}$  ( $kNm/m$ ) za GSN-1

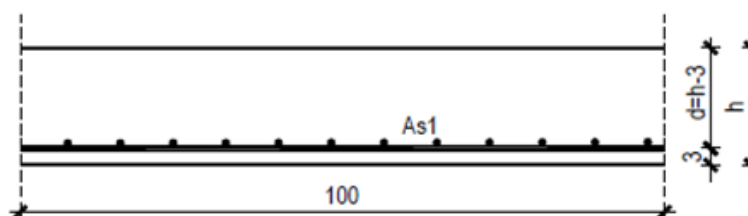
**Momenti savijanja  $M_{Ed,x}$ ,  $M_{Ed,y}$  za kombinaciju opterećenja GSN-2**



Slika 9.28. Moment savijanja  $M_{Ed,x}$  ( $kNm/m$ ) za GSN-2

Slika 9.29. Moment savijanja  $M_{Ed,y}$  (kNm/m) za GSN-2

### Dimenzioniranje na savijanje



Slika 9.30. Skica armature

Postupak dimenzioniranja:

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

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

$b=100\ \text{cm}; h=20\ \text{cm}; d=17\ \text{cm}$

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

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

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

$$A_{s1,min} = 0,1\% \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 100 \cdot 20 = 2.0 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2,0\% \cdot b \cdot h = 0,02 \cdot 100 \cdot 20 = 40.0 \text{ cm}^2$$

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

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

Sva armatura je veća od minimalne i manja od maksimalne. Zbog preraspodjele kod dugotrajnih efekata armaturu u polju uvijek birati veću od izračunate, a armaturu na ležajevima u skladu s izračunatom. Skica armature prikazana je u grafičkim priložima. Ako se u obzir uzmu i preklopi  $\geq 40$  cm:

Mreža		Površina	Moment nosivosti	Moment nosivosti	Postotak
		$A_{s1}$	betona $M_{Rd,c,lim}$	armature $M_{Rd,s,lim}$	armature
		[cm <sup>2</sup> /m']	[kNm]	[kNm]	%
R/Q	- 257	3,05	45,79	14,32	0,20
R/Q	- 283	3,36	45,79	15,78	0,22
R/Q	- 335	3,97	45,79	18,64	0,26
R/Q	- 385	4,57	45,79	21,46	0,30
R/Q	- 424	5,03	45,79	23,62	0,34
R/Q	- 503	5,97	45,79	28,03	0,40
R/Q	- 524	6,21	45,79	29,16	0,41
R/Q	- 636	7,54	45,79	35,41	0,50
R/Q	- 785	9,31	45,79	43,72	0,62

**Donja zona ploče (polje):**

→ pozitivni moment savijanja:  $M_{Ed,max} = 40.96 \text{ kNm/m'}$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{4096}{100 \cdot 17^2 \cdot 2.0} = 0.071$$

Očitano:  $\mu_{sd} = 0.071$      $\varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$      $\varepsilon_{c2} = 1.7 \text{ ‰}$      $\zeta = 0.947$      $\xi = 0.145$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{4096}{0.947 \cdot 17 \cdot 43.48} = 5.85 \text{ cm}^2$$

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

**Gornja zona ploče (ležajevi):**

→ negativni moment savijanja:  $M_{Ed,min} = 45.68 \text{ kNm/m'}$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{4568}{100 \cdot 17^2 \cdot 2.0} = 0.079$$

Očitano:  $\mu_{sd} = 0.083$      $\varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$      $\varepsilon_{c2} = 1.9 \text{ ‰}$      $\zeta = 0.941$      $\xi = 0.160$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{4568}{0.941 \cdot 17 \cdot 43.48} = 6.57 \text{ cm}^2$$

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

**Kontrola pukotina**

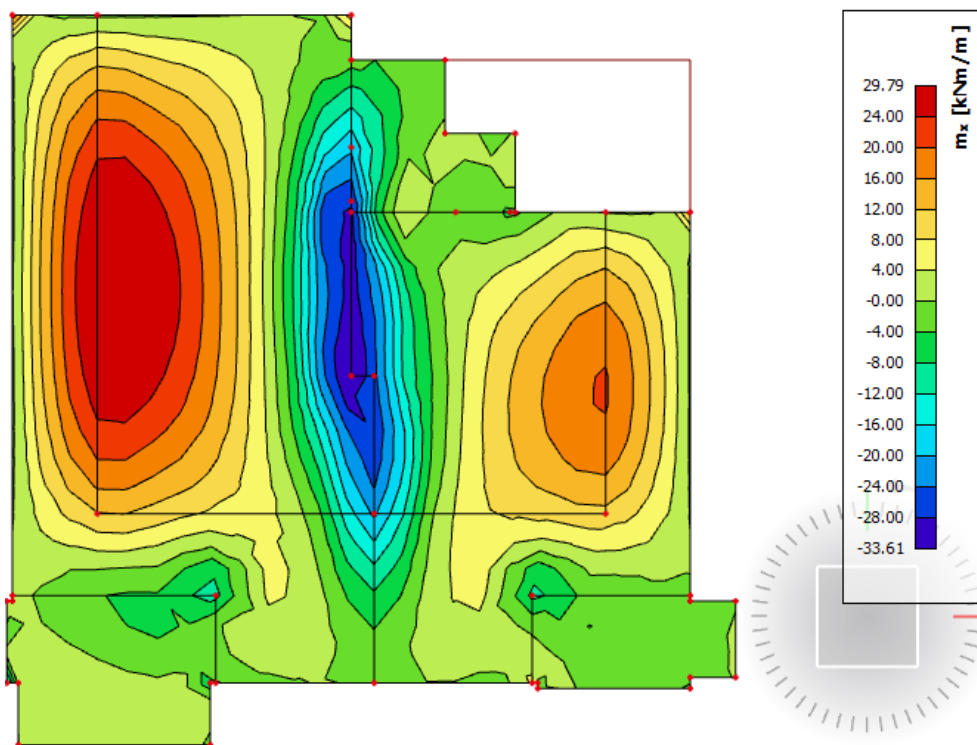
Mjerodavni momenti u ploči su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja:  $GSU 1 : 1,00 \cdot (g + \Delta g) + 1,00 \cdot q$

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

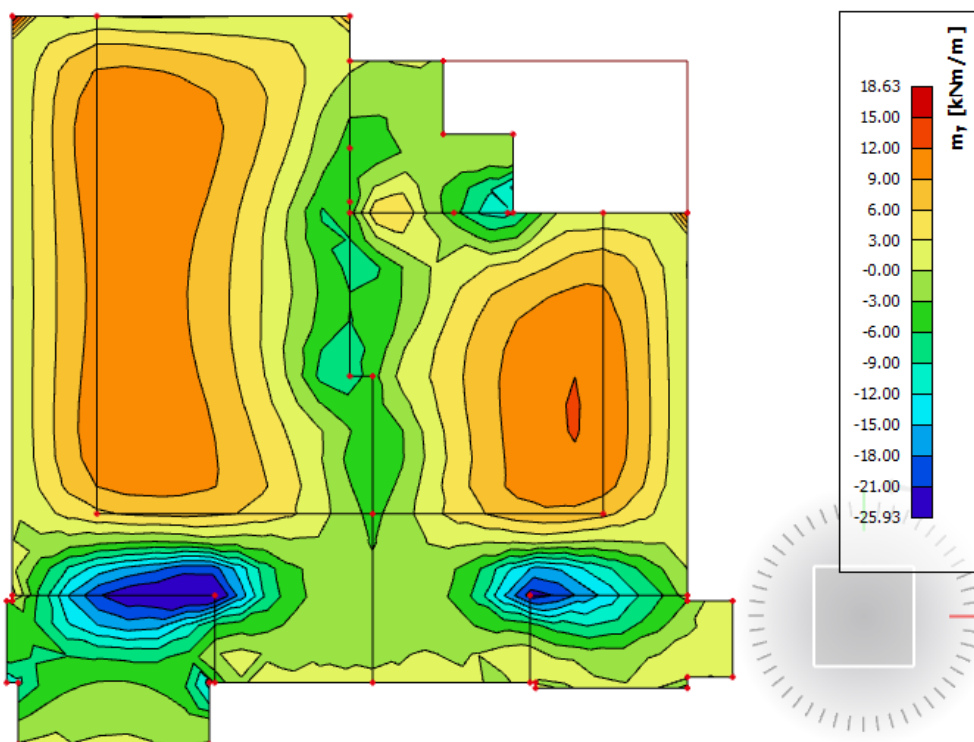
Granična vrijednost širine pukotine:  $w_g = 0.3 \text{ mm}$  (EC-2)

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





Slika 9.31. Moment savijanja  $M_{Ed,x}$  (kNm/m) za GSU

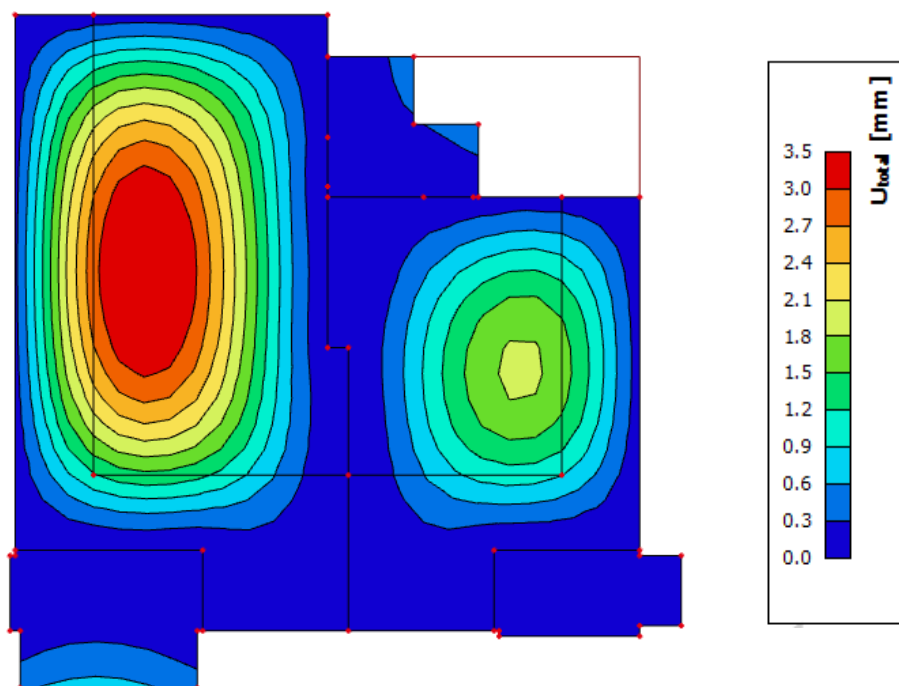


Slika 9.32. Moment savijanja  $M_{Ed,y}$  (kNm/m) za GSU



### Kontrola progiba

Mjerodavni progibi ploče su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja: GSU :  $1,00 \cdot (g + \Delta g) + 1,00 \cdot q$



Slika 9.33. Prikaz progiba za ploču za kombinaciju GSU

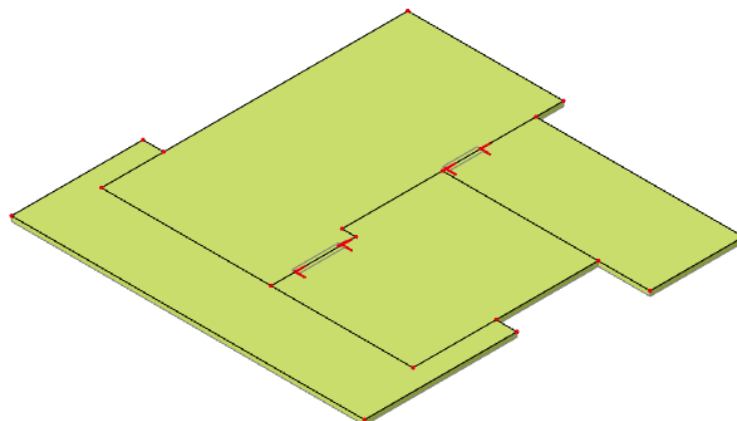
Stropna ploča 2. kata,  $h=20$  cm

Granična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{640}{250} = 2.56$  cm

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0.35$  cm

Ukupni progib:  $f_d = 3.0 \cdot 0.35 = 1.05$  cm  $\leq f_{p,dop} = 2.56$  cm

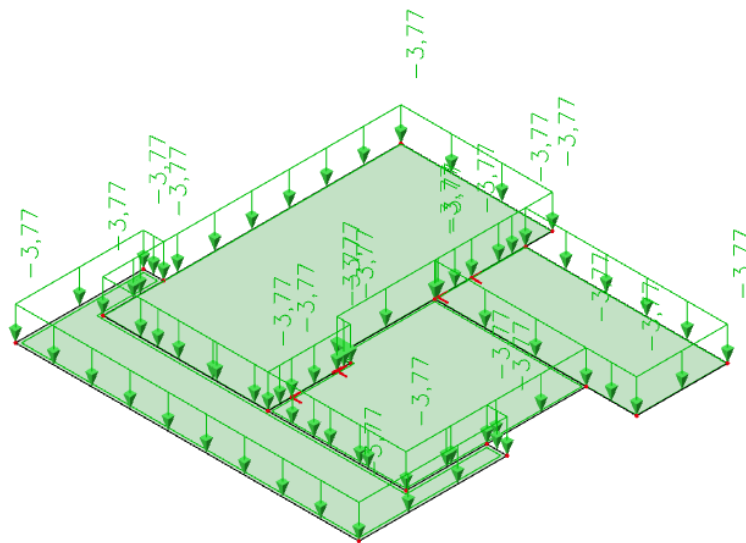
### 9.1.4. Ploča pozicije 500 – stropna ploča nadgrađa



Slika 9.34. Prikaz pozicije 500

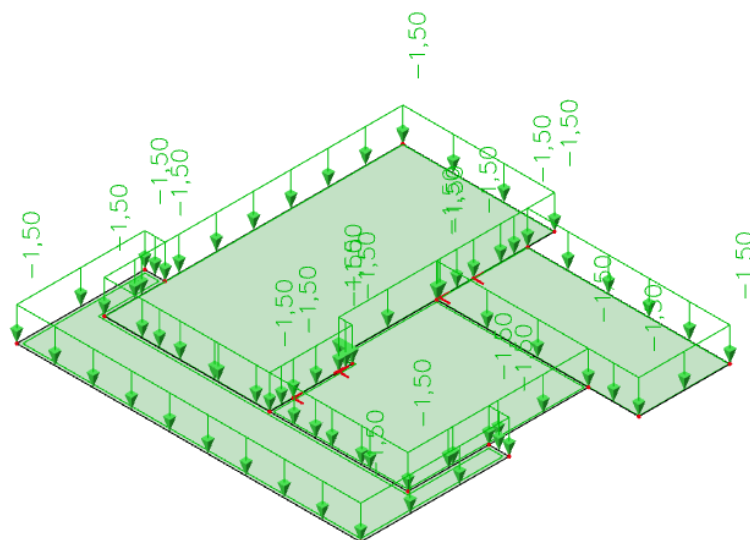
### Prikaz djelovanja

Dodatno stalno djelovanje  $\Delta g$  (kN/m<sup>2</sup>)



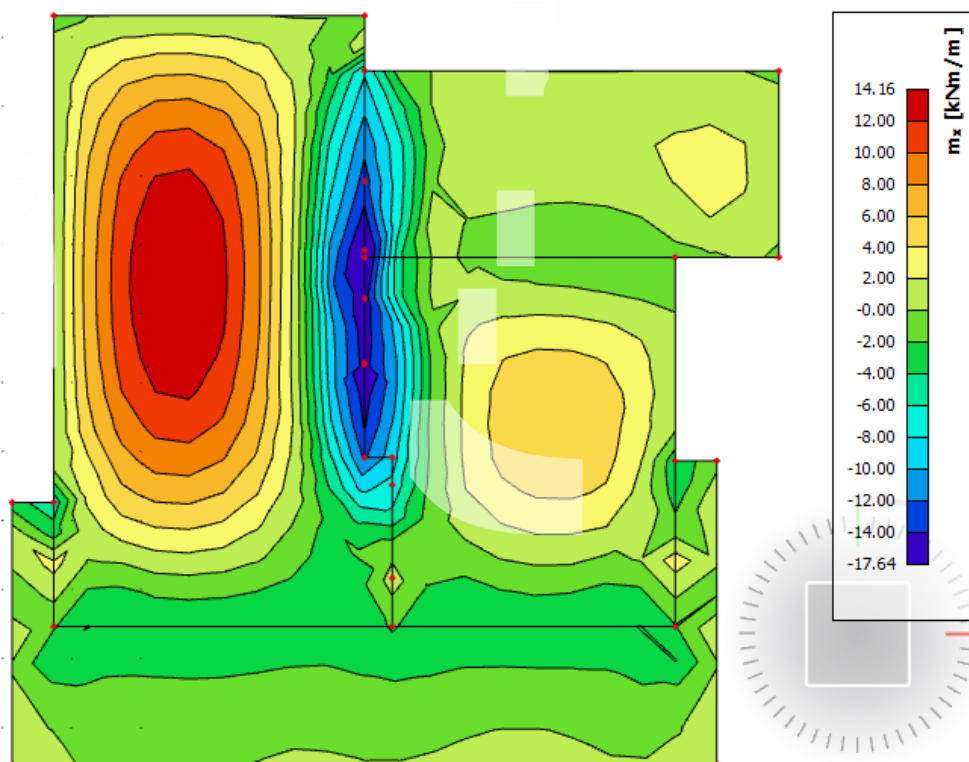
Slika 9.35. Dodatno stalno djelovanje  $\Delta g=3,77$  (kN/m<sup>2</sup>)

Promjenjivo (korisno) djelovanje  $q$  (kN/m<sup>2</sup>)

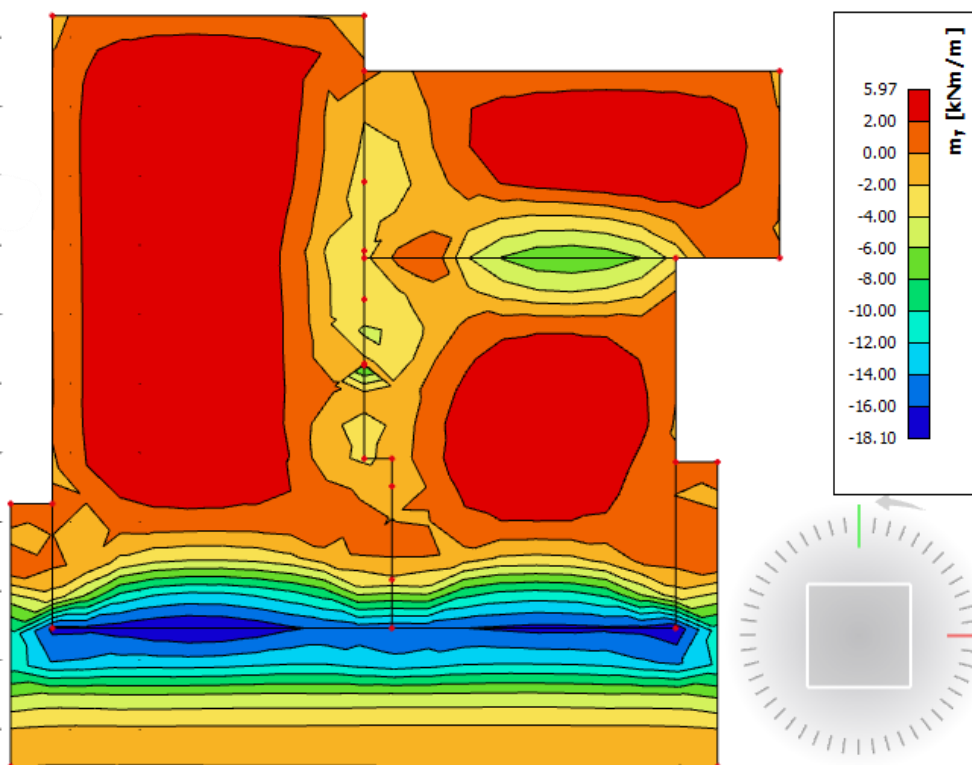


Slika 9.36. Promjenjivo (korisno) djelovanje (snijeg+vjetar)  $q=1,50$  (kN/m<sup>2</sup>)

Momenti savijanja  $M_{Ed,x}$ ,  $M_{Ed,y}$  za kombinaciju opterećenja GSN-1

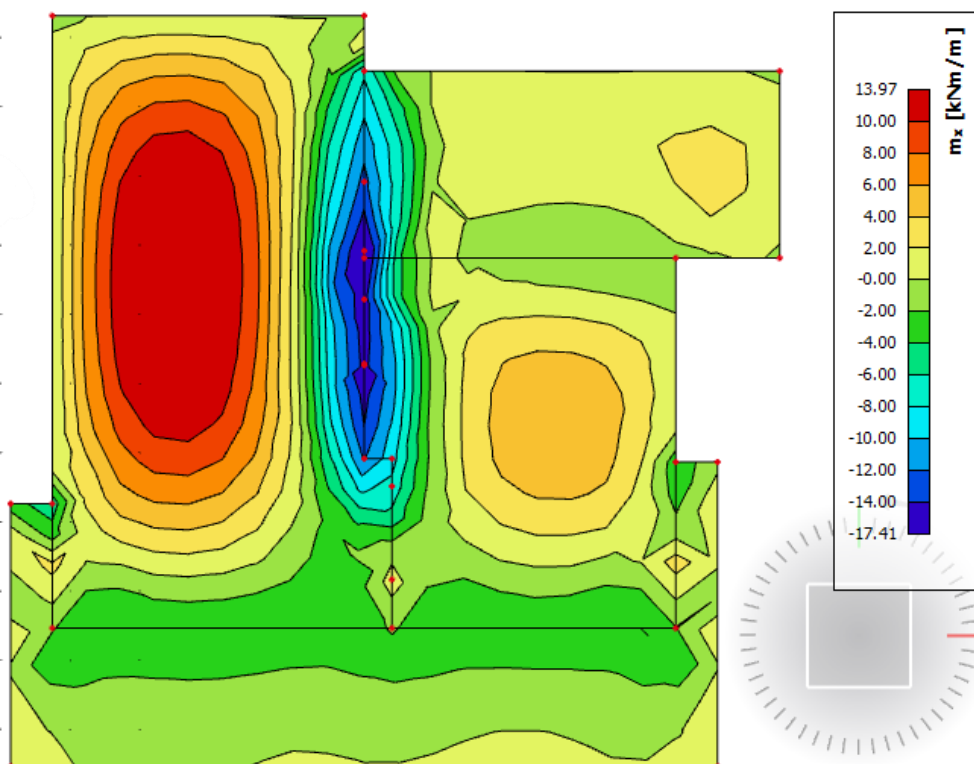


Slika 9.37. Moment savijanja  $M_{Ed,x}$  ( $kNm/m$ ) za GSN-1

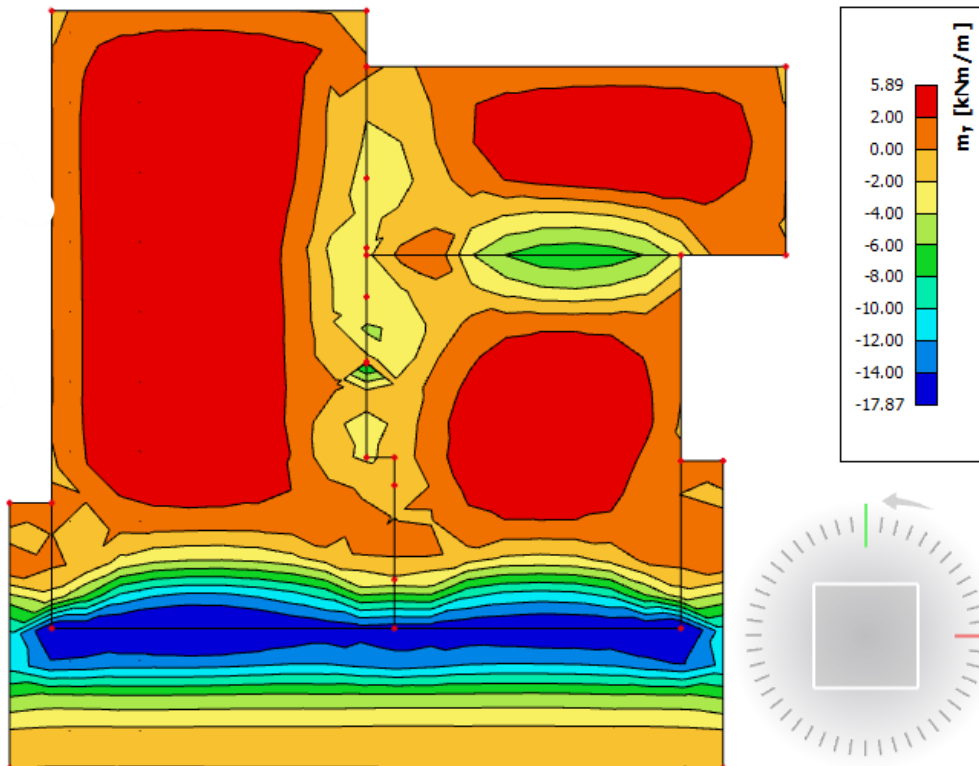


Slika 9.38. Moment savijanja  $M_{Ed,y}$  ( $kNm/m$ ) za GSN-1

Momenti savijanja  $M_{Ed,x}$ ,  $M_{Ed,y}$  za kombinaciju opterećenja GSN-2

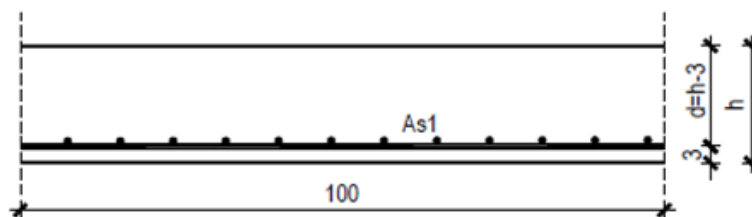


Slika 9.39. Moment savijanja  $M_{Ed,x}$  (kNm/m) za GSN-2



Slika 9.40. Moment savijanja  $M_{Ed,y}$  (kNm/m) za GSN-2

## Dimenzioniranje na savijanje



Slika 9.41. Skica armature

Postupak dimenzioniranja:

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

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

b=100 cm; h=14 cm; d=11 cm

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

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

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

$$A_{s1,min} = 0,1\% \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 100 \cdot 14 = 1.4\ \text{cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2,0\% \cdot b \cdot h = 0,02 \cdot 100 \cdot 14 = 28.0\ \text{cm}^2$$

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

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



Sva armatura je veća od minimalne i manja od maksimalne. Zbog preraspodjele kod dugotrajnih efekata armaturu u polju uvijek birati veću od izračunate, a armaturu na ležajevima u skladu s izračunatom. Skica armature prikazana je u grafičkim priložima. Ako se u obzir uzmu i preklopi  $\geq 40$  cm:

Mreža		Površina	Moment nosivosti	Moment nosivosti	Postotak
		$A_{s1}$	betona $M_{Rd,c,lim}$	armature $M_{Rd,s,lim}$	armature
		[ $cm^2/m'$ ]	[kNm]	[kNm]	%
R/Q	- 257	3,05	45,79	14,32	0,20
R/Q	- 283	3,36	45,79	15,78	0,22
R/Q	- 335	3,97	45,79	18,64	0,26
R/Q	- 385	4,57	45,79	21,46	0,30
R/Q	- 424	5,03	45,79	23,62	0,34
R/Q	- 503	5,97	45,79	28,03	0,40
R/Q	- 524	6,21	45,79	29,16	0,41
R/Q	- 636	7,54	45,79	35,41	0,50
R/Q	- 785	9,31	45,79	43,72	0,62

#### Donja zona ploče (polje):

→ pozitivni moment savijanja:  $M_{Ed,max} = 14.16$  kNm/m'

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1416}{100 \cdot 11^2 \cdot 2.0} = 0.059$$

Očitano:  $\mu_{sd} = 0.059$     $\varepsilon_{s1} = 10.0$  ‰    $\varepsilon_{c2} = 1.5$  ‰    $\zeta = 0.953$     $\xi = 0.130$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1416}{0.953 \cdot 11 \cdot 43.48} = 3.11 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q – 385** + preklop 40 cm ( $A_s = 4.57$  cm<sup>2</sup>)

#### Gornja zona ploče (ležajevi):

→ negativni moment savijanja:  $M_{Ed,min} = 17.87$  kNm/m'

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1787}{100 \cdot 11^2 \cdot 2.0} = 0.074$$

Očitano:  $\mu_{sd} = 0.077$     $\varepsilon_{s1} = 10.0$  ‰    $\varepsilon_{c2} = 1.8$  ‰    $\zeta = 0.944$     $\xi = 0.153$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1787}{0.944 \cdot 11 \cdot 43.48} = 3.96 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q – 385** + preklop 40 cm ( $A_s = 4.57$  cm<sup>2</sup>)

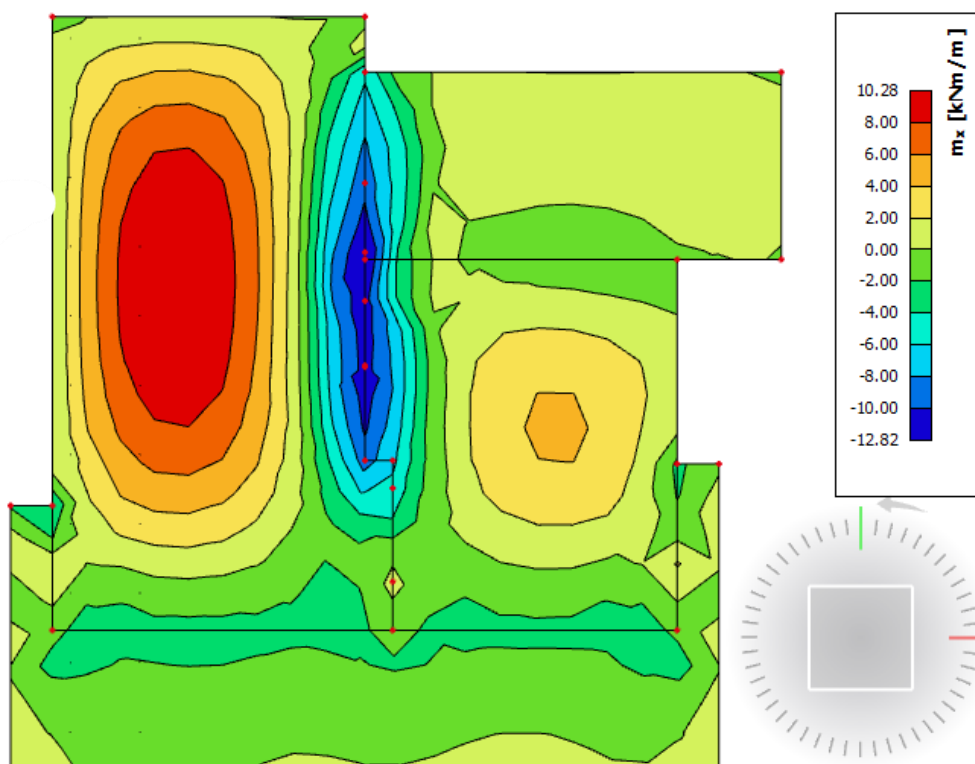
## Kontrola pukotina

Mjerodavni momenti u ploči su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja: GSU 1 :  $1,00 \cdot (g + \Delta g) + 1,00 \cdot q$

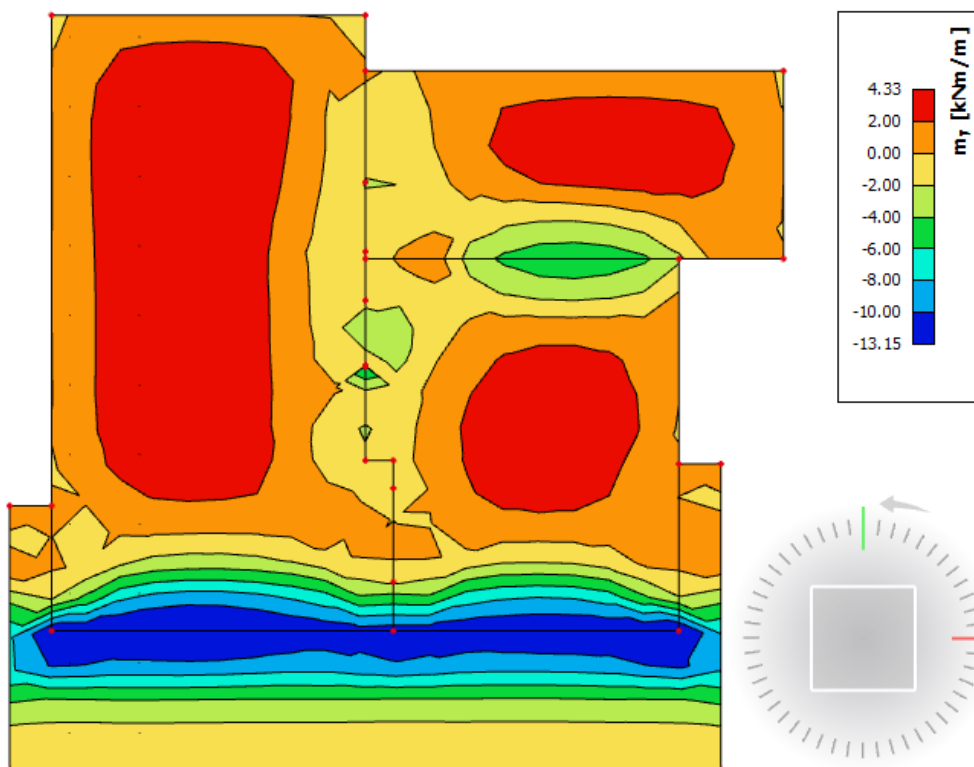
Prikazani su samo maksimalni radni momenti na ležaju i u polju (Slika).

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

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



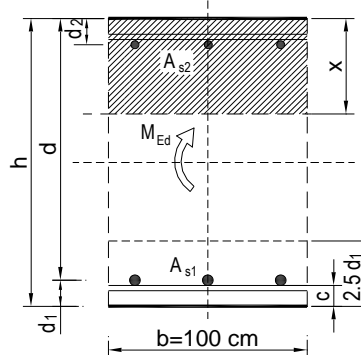
Slika 9.42. Momenti savijanja  $M_{Ed,x}$  ( $\text{kNm/m}$ ) za GSU

Slika 9.43. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  (kNm/m) za GSU

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju :  $M_{Ed} = 10.28 \text{ kNm/m}'$

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

$b =$	100,0 cm	$d =$	11,0 cm	$h =$	14,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	4,57 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	10,28 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	219,19 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,21 cm	$r_{p,eff} =$	0,0061		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000110	$< 0.6 \cdot s_s / E_s =$	0,000658		
$\emptyset =$	6,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	269,40 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,177 mm < $w_g$				

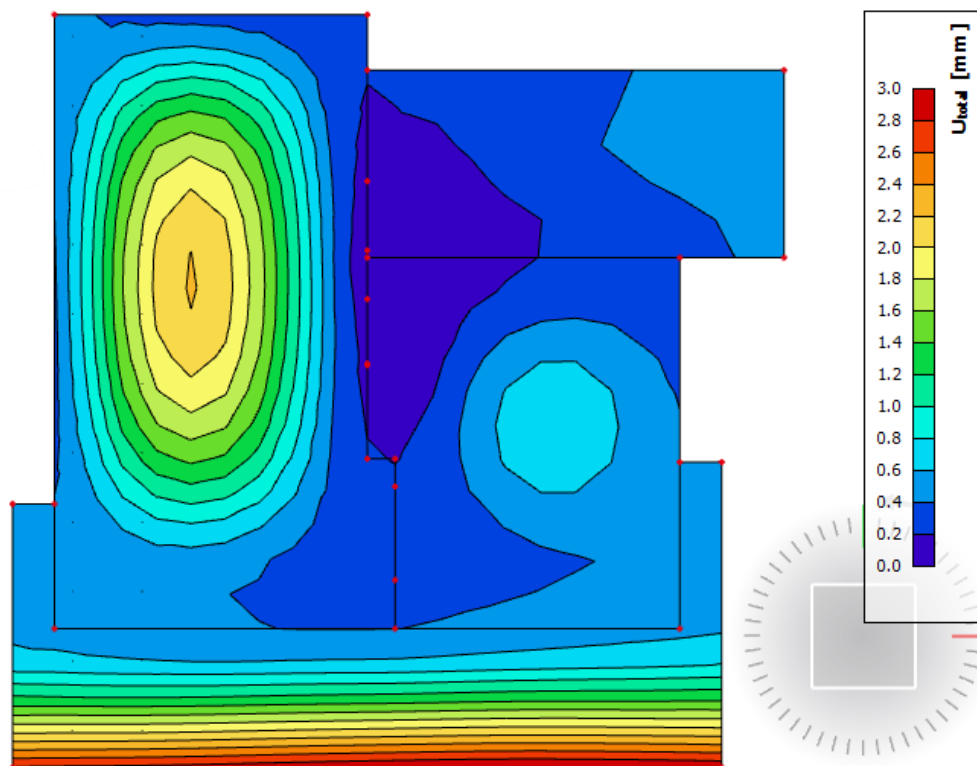


Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.177 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da ugrađena armatura **zadovoljava**.



## Kontrola progiba

Mjerodavni progibi ploče su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja: GSU :  $1,00 \cdot (g + \Delta g) + 1,00 \cdot q$



Slika 9.44. Prikaz progiba za ploču za kombinaciju GSU

Stropna ploča nadgrađa,  $h = 14 \text{ cm}$

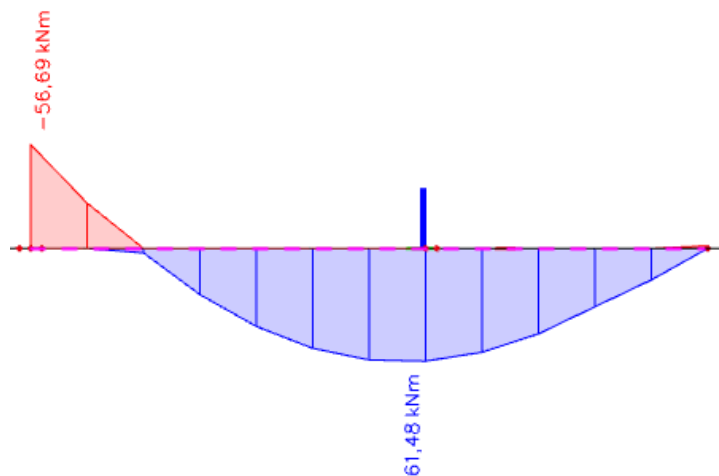
Granična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{150} = \frac{490}{150} = 6.80 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = 0.30 \text{ cm}$

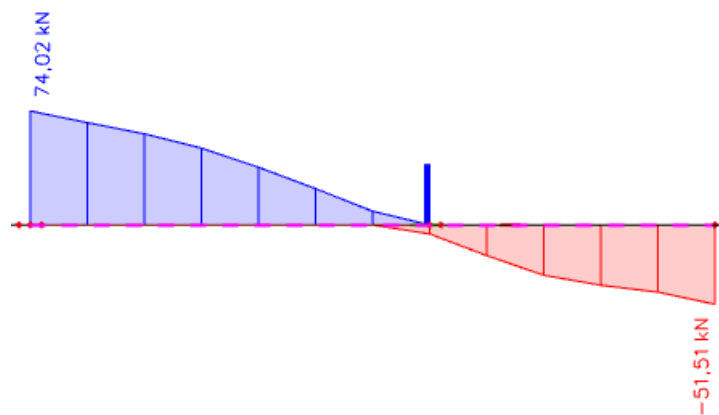
Ukupni progib:  $f_d = 3.0 \cdot 0.30 = 0.90 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 6.80 \text{ cm}$

## 9.2. Proračun AB greda

### 9.2.1. Greda (G101) 20x56 cm



Slika 9.45. Maksimalni momenti savijanja  $M_y$



Slika 9.46. Maksimalna poprečna sila  $V_z$

**Dimenzioniranje na moment savijanja**

$$\text{Beton: C 30/37} \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20,0 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 2,0 \text{ kN/cm}^2$$

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

$$\mu_{sds}^* = 0,159; \quad \zeta = 0,892$$

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

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

Minimalna površina armature:

$$A_{s1,min} \geq 0,26 \cdot \frac{f_{ct,m}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d \geq 0,0013 \cdot b_t \cdot d$$

$$A_{s1,min} = 0,26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 20 \cdot 51 = 1,54 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,min} = 0,0013 \cdot 20 \cdot 51 = 1,33 \text{ cm}^2$$

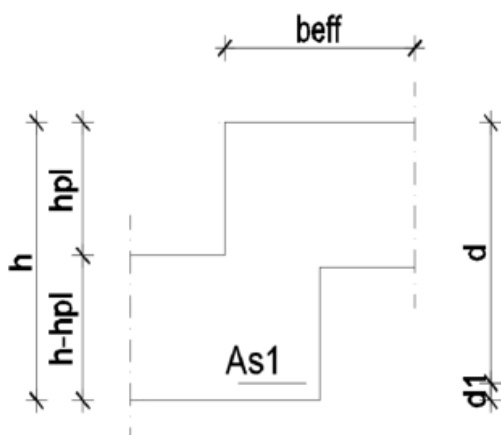
Maksimalna površina armature:

$$A_{s1,max} = 0,04 \cdot b \cdot h = 0,04 \cdot 20 \cdot 56 = 44,8 \text{ cm}^2$$

U tablici su prikazani ultimatívni momenti nosivosti za odabranu uzdužnu armaturu, grede

20x46 cm:

Šipke	Površina $A_{s1}$	Moment nosivosti betona $M_{Rd,c,lim}$	Moment nosivosti armature $M_{Rd,s,lim}$	Postotak armature
	[cm <sup>2</sup> /m']	[kNm]	[kNm]	%
3φ14	4,62	267,98	95,86	0,27
3φ16	6,03	267,98	125,12	0,35
4φ14	6,16	267,98	127,82	0,35
4φ16	8,04	267,98	166,83	0,46
4φ18	10,18	267,98	211,23	0,59
4φ20	12,57	267,98	260,82	0,72

**Proračun uzdužne armature u polju**

$$b = 20 \text{ cm}$$

$$h = 56 \text{ cm}$$

$$L = 600 \text{ cm}$$

$$d_1 = 5 \text{ cm}$$

$$d = h - d_1 = 56 - 5 = 51 \text{ cm}$$

Širina tlačnog područja:

$$b_{\text{eff}} = b_w = 20$$

Slika 9.47. Poprečni presjek grede

$$M_{\text{Ed}} = 61,48 \text{ kNm}$$

$$\mu_{\text{sd}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{b_{\text{eff}} \cdot d^2 \cdot f_{\text{cd}}} = \frac{6148}{20 \cdot 51^2 \cdot 2,0} = 0,059$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{\text{s1}} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{\text{c2}} = 1,5 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,953 \quad \xi = 0,130$$

$$A_{\text{s1}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{\zeta \cdot d \cdot f_{\text{yd}}} = \frac{6148}{0,953 \cdot 51 \cdot 43,48} = 2,91 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura u polju: **3Ø14** ( $A_{\text{s1}} = 4,62 \text{ cm}^2$ )

**Proračun uzdužne armature na ležaju**

$$M_{\text{Ed}} = 56,69 \text{ kNm}$$

$$\mu_{\text{sd}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{b_{\text{eff}} \cdot d^2 \cdot f_{\text{cd}}} = \frac{5669}{20 \cdot 51^2 \cdot 2,0} = 0,084 \approx 0,089$$

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

$$A_{\text{s1}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{\zeta \cdot d \cdot f_{\text{yd}}} = \frac{5669}{0,938 \cdot 51 \cdot 43,48} = 2,73 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura na ležaju: **3Ø14** ( $A_{\text{s1}} = 4,62 \text{ cm}^2$ )



## Dimenzioniranje na poprečnu silu

$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[ C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$ $V_{Rd,c,mjer} = \max(V_{Rd,c}, V_{Rd,c,min})$ $V_{wd} = \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{s_w}$		$V_{Rd,c,min} \geq [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$ $V_{Ed} \leq V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$				
<b>C 30/37 (MB-40)</b> $f_{cd}=30/1.5=20.0 \text{ MPa}$ $A_{sl} = 9.24 \text{ cm}^2$ $V_{Ed,max}=74.02 \text{ kN}$ $N_{Ed}=0.0 \text{ kN}$	<b>b<sub>w</sub></b>	20,00	cm	<b>C 30/37</b>		
	<b>h</b>	56,00	cm	<b>f<sub>ck</sub></b>	30,00	Mpa
	<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	5,00	cm	<b>f<sub>cd</sub></b>	2,00	kN/cm <sup>2</sup>
	<b>d</b>	51,00	cm	<b>f<sub>yd</sub>, f<sub>yw,d</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>
	<b>A<sub>sl</sub></b>	9,24	cm <sup>2</sup>	<b>τ<sub>Rd</sub></b>	0,34	kN/cm <sup>2</sup>
	<b>V<sub>Ed,max</sub></b>	74,02	kN	<b>Računska armatura</b>		
	<b>N<sub>sd</sub></b>	0,00	kN	<b>ρ<sub>min</sub></b>	0,0010	
	<b>k</b>	1,63		<b>m</b>	2	
	<b>ρ<sub>l</sub></b>	0,0091		<b>V<sub>Ed,max</sub>/V<sub>Rd2</sub></b>	0,14	
	<b>v<sub>min</sub></b>	0,40		<b>s<sub>w,max</sub></b>	30,0	cm
	<b>σ<sub>cp</sub></b>	0,00	kN/cm <sup>2</sup>	<b>A<sub>sw,min</sub></b>	0,300	cm <sup>2</sup>
	<b>V<sub>Rd,c</sub></b>	59,8	kN	<b>Odabrano:</b>	<b>Ø10 / 30</b>	
	<b>V<sub>Rd,c,min</sub></b>	40,6	kN	<b>A<sub>sw,od</sub></b>	0,79	cm <sup>2</sup>
	<b>V<sub>Rd,c,mjer</sub></b>	59,8	kN	<b>V<sub>wd</sub></b>	105,11	kN
<b>v</b>	0,528					
<b>V<sub>Rd2</sub></b>	538,6	kN				

Postaviti spone **Ø10/30** (0,79 cm<sup>2</sup>)

### Kontrola pukotina

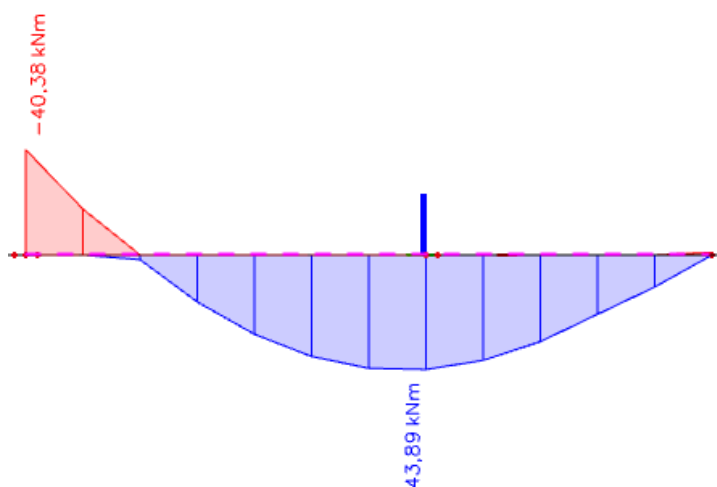
Mjerodavni momenti u gredi su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja:

$$1,0G + 1,0\Delta G + 1,0Q$$

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

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

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



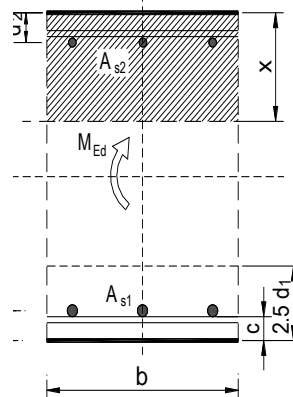
Slika 9.48. Dijagram maksimalnih momenata savijanja u polju i na ležaju  $M_y$

**Polje:**

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju:  $M_{Ed} = 43,89 \text{ kNm}$

Odabrana armatura u polju: **3Ø14** ( $A_{s1} = 4,62 \text{ cm}^2$ )

$b =$	20,0 cm	$d =$	51,0 cm	$h =$	56,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	4,62 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	5,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	43,9 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	200,23 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	10,66 cm	$r_{p,eff} =$	0,0185		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000652	$>$	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000601	
$\emptyset =$	14,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	230,79 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,151 mm	$<$	$w_g$		



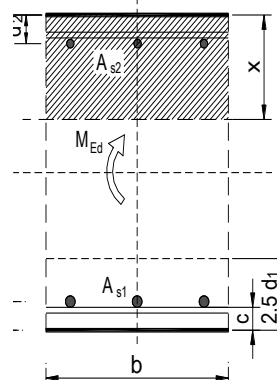
→ Odabrana armatura zadovoljava u pogledu širine pukotine.

**Ležaj:**

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju:  $M_{Ed} = 40,38 \text{ kNm}$

Odabrana armatura na ležaju: **3Ø14** ( $A_{s1} = 4,62 \text{ cm}^2$ )

$b =$	20,0 cm	$d =$	51,0 cm	$h =$	56,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	4,62 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	5,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	40,4 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	184,21 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	10,66 cm	$r_{p,eff} =$	0,0185		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000572	$>$	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000553	
$\emptyset =$	20,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	285,98 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,164 mm	$<$	$w_g$		

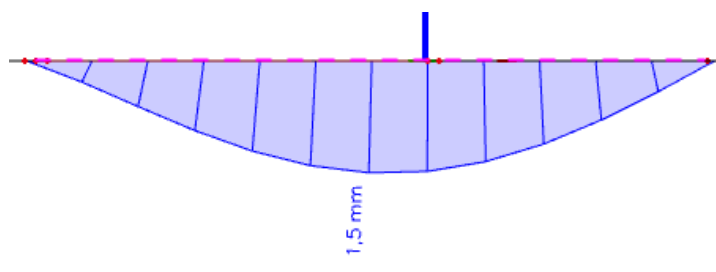


→ Odabrana armatura zadovoljava u pogledu širine pukotine.

### Kontrola progiba

Progibi grede su također dobiveni kroz numerički model. Također se koriste rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja:

$$\text{GSU: } 1,0G + 1,0\Delta G + 1,0Q$$



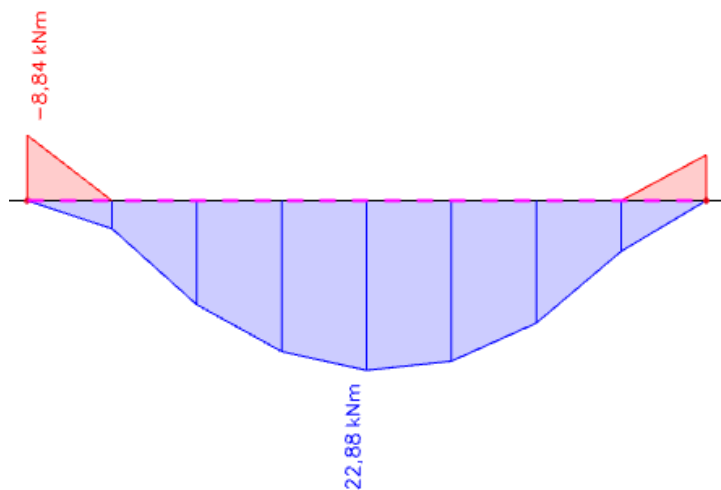
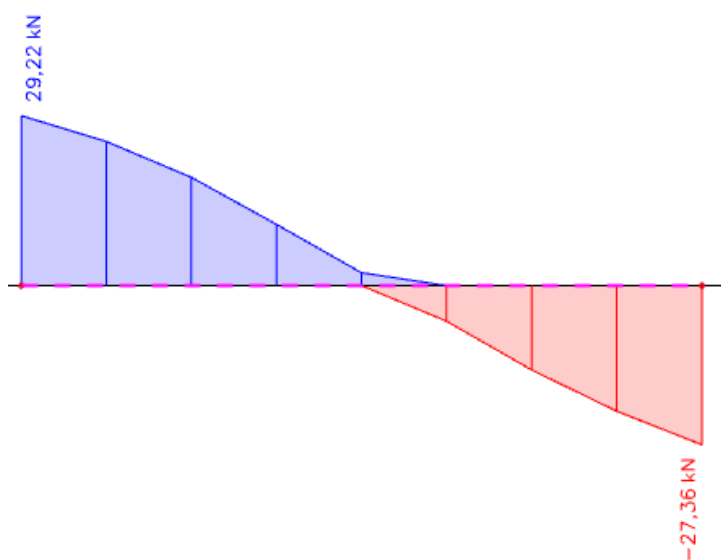
Slika 9.49. Dijagram progiba grede za GSU

Granična vrijednost progiba grede u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{600}{250} = 2,40 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib grede (očitano iz modela):  $f_k = 0,15 \text{ cm}$

Ukupni progib:  $f_d = 3,0 \cdot 0,15 = 0,45 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2,40 \text{ cm}$

## 9.2.2. Greda (G102) 20x46 cm

Slika 9.50. Maksimalni momenti savijanja  $M_y$ Slika 9.51. Maksimalna poprečna sila  $V_z$

**Dimenzioniranje na moment savijanja**

Beton: C 30/37  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20,0 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 2,0 \text{ kN/cm}^2$

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

$$\mu_{sds}^* = 0,159; \quad \zeta = 0,892$$

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

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

Minimalna površina armature:

$$A_{s1,min} \geq 0,26 \cdot \frac{f_{ct,m}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d \geq 0,0013 \cdot b_t \cdot d$$

$$A_{s1,min} = 0,26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 20 \cdot 41 = 1,24 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,min} = 0,0013 \cdot 20 \cdot 41 = 1,07 \text{ cm}^2$$

Maksimalna površina armature:

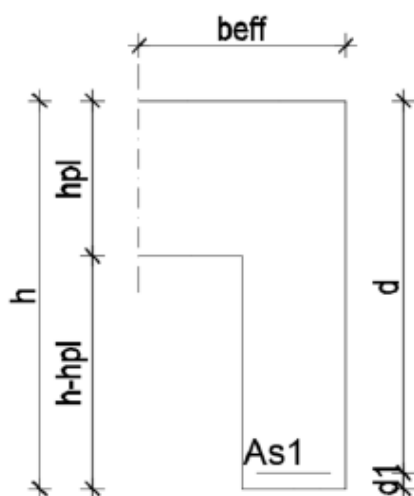
$$A_{s1,max} = 0,04 \cdot b \cdot h = 0,04 \cdot 20 \cdot 46 = 36,8 \text{ cm}^2$$

U tablici su prikazani ultimativni momenti nosivosti za odabranu uzdužnu armaturu, grede

20x46 cm:

Šipke	Površina $A_{s1}$	Moment nosivosti betona $M_{Rd,c,lim}$	Moment nosivosti armature $M_{Rd,s,lim}$	Postotak armature
	[cm <sup>2</sup> /m']	[kNm]	[kNm]	%
3φ14	4,62	267,98	95,86	0,27
3φ16	6,03	267,98	125,12	0,35
4φ14	6,16	267,98	127,82	0,35
4φ16	8,04	267,98	166,83	0,46
4φ18	10,18	267,98	211,23	0,59
4φ20	12,57	267,98	260,82	0,72

## Proračun uzdužne armature u polju



$$b = 20 \text{ cm}$$

$$h = 46 \text{ cm}$$

$$L = 400 \text{ cm}$$

$$d_1 = 5 \text{ cm}$$

$$d = h - d_1 = 46 - 5 = 41 \text{ cm}$$

Širina tlačnog područja:

$$b_{\text{eff}} = b_w = 20 \text{ cm}$$

Slika 9.52. Poprečni presjek grede

$$M_{\text{Ed}} = 22,88 \text{ kNm}$$

$$\mu_{\text{sd}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{b_{\text{eff}} \cdot d^2 \cdot f_{\text{cd}}} = \frac{2288}{20 \cdot 41^2 \cdot 2,0} = 0,034 \approx 0,037$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{\text{Ed}}}{\zeta \cdot d \cdot f_{\text{yd}}} = \frac{2288}{0,965 \cdot 41 \cdot 43,48} = 1,33 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura u polju: **3Ø14** ( $A_{s1} = 4,62 \text{ cm}^2$ )

## Proračun uzdužne armature na ležaju

$$M_{\text{Ed}} = 8,84 \text{ kNm}$$

$$\mu_{\text{sd}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{b_{\text{eff}} \cdot d^2 \cdot f_{\text{cd}}} = \frac{884}{20 \cdot 41^2 \cdot 2,0} = 0,031$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{\text{Ed}}}{\zeta \cdot d \cdot f_{\text{yd}}} = \frac{884}{0,968 \cdot 41 \cdot 43,48} = 0,51 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura na ležaju: **2Ø14** ( $A_{s1} = 3,08 \text{ cm}^2$ )

## Dimenzioniranje na poprečnu silu

$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[ C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$ $V_{Rd,c,mjer} = \max(V_{Rd,c}, V_{Rd,c,min})$ $V_{wd} = \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{s_w}$		$V_{Rd,c,min} \geq [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$ $V_{Ed} \leq V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$																																																																																		
<p>C 30/37 (MB-40)</p> <p><math>f_{cd}=30/1.5=20.0</math> MPa</p> <p><math>A_{sl} = 7.70</math> cm<sup>2</sup></p> <p><math>V_{Ed,max}=29.22</math> kN</p> <p><math>N_{Ed}=0.0</math> kN</p>	<table> <tr><td><math>b_w</math></td><td>20,00</td><td>cm</td></tr> <tr><td><math>h</math></td><td>46,00</td><td>cm</td></tr> <tr><td><math>d_1(d_2)</math></td><td>5,00</td><td>cm</td></tr> <tr><td><math>d</math></td><td>41,00</td><td>cm</td></tr> <tr><td><math>A_{sl}</math></td><td>7,70</td><td>cm<sup>2</sup></td></tr> <tr><td><math>V_{Ed,max}</math></td><td>29,22</td><td>kN</td></tr> <tr><td><math>N_{sd}</math></td><td>0,00</td><td>kN</td></tr> <tr><td><math>k</math></td><td>1,70</td><td></td></tr> <tr><td><math>\rho_l</math></td><td>0,0094</td><td></td></tr> <tr><td><math>v_{min}</math></td><td>0,42</td><td></td></tr> <tr><td><math>\sigma_{cp}</math></td><td>0,00</td><td>kN/cm<sup>2</sup></td></tr> <tr><td><math>V_{Rd,c}</math></td><td>50,9</td><td>kN</td></tr> <tr><td><math>V_{Rd,c,min}</math></td><td>34,8</td><td>kN</td></tr> <tr><td><math>V_{Rd,c,mjer}</math></td><td>50,9</td><td>kN</td></tr> <tr><td><math>v</math></td><td>0,528</td><td></td></tr> <tr><td><math>V_{Rd2}</math></td><td>433,0</td><td>kN</td></tr> </table>	$b_w$	20,00	cm	$h$	46,00	cm	$d_1(d_2)$	5,00	cm	$d$	41,00	cm	$A_{sl}$	7,70	cm <sup>2</sup>	$V_{Ed,max}$	29,22	kN	$N_{sd}$	0,00	kN	$k$	1,70		$\rho_l$	0,0094		$v_{min}$	0,42		$\sigma_{cp}$	0,00	kN/cm <sup>2</sup>	$V_{Rd,c}$	50,9	kN	$V_{Rd,c,min}$	34,8	kN	$V_{Rd,c,mjer}$	50,9	kN	$v$	0,528		$V_{Rd2}$	433,0	kN	<p><b>C 30/37</b></p> <table> <tr><td><math>f_{ck}</math></td><td>30,00</td><td>Mpa</td></tr> <tr><td><math>f_{cd}</math></td><td>2,00</td><td>kN/cm<sup>2</sup></td></tr> <tr><td><math>f_{yd}, f_{yw,d}</math></td><td>43,48</td><td>kN/cm<sup>2</sup></td></tr> <tr><td><math>\tau_{Rd}</math></td><td>0,34</td><td>kN/cm<sup>2</sup></td></tr> </table> <p><b>Konstruktivna armatura</b></p> <table> <tr><td><math>\rho_{min}</math></td><td>0,0010</td><td></td></tr> <tr><td><math>m</math></td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td><math>V_{Ed,max}/V_{Rd2}</math></td><td>0,07</td><td></td></tr> <tr><td><math>s_{w,max}</math></td><td>30,0</td><td>cm</td></tr> <tr><td><math>A_{sw,min}</math></td><td>0,300</td><td>cm<sup>2</sup></td></tr> </table> <p>Odabrano: <b>Ø10 / 30</b></p> <table> <tr><td><math>A_{sw,od}</math></td><td>0,79</td><td>cm<sup>2</sup></td></tr> <tr><td><math>V_{wd}</math></td><td>84,50</td><td>kN</td></tr> </table>	$f_{ck}$	30,00	Mpa	$f_{cd}$	2,00	kN/cm <sup>2</sup>	$f_{yd}, f_{yw,d}$	43,48	kN/cm <sup>2</sup>	$\tau_{Rd}$	0,34	kN/cm <sup>2</sup>	$\rho_{min}$	0,0010		$m$	2		$V_{Ed,max}/V_{Rd2}$	0,07		$s_{w,max}$	30,0	cm	$A_{sw,min}$	0,300	cm <sup>2</sup>	$A_{sw,od}$	0,79	cm <sup>2</sup>	$V_{wd}$	84,50	kN	
$b_w$	20,00	cm																																																																																		
$h$	46,00	cm																																																																																		
$d_1(d_2)$	5,00	cm																																																																																		
$d$	41,00	cm																																																																																		
$A_{sl}$	7,70	cm <sup>2</sup>																																																																																		
$V_{Ed,max}$	29,22	kN																																																																																		
$N_{sd}$	0,00	kN																																																																																		
$k$	1,70																																																																																			
$\rho_l$	0,0094																																																																																			
$v_{min}$	0,42																																																																																			
$\sigma_{cp}$	0,00	kN/cm <sup>2</sup>																																																																																		
$V_{Rd,c}$	50,9	kN																																																																																		
$V_{Rd,c,min}$	34,8	kN																																																																																		
$V_{Rd,c,mjer}$	50,9	kN																																																																																		
$v$	0,528																																																																																			
$V_{Rd2}$	433,0	kN																																																																																		
$f_{ck}$	30,00	Mpa																																																																																		
$f_{cd}$	2,00	kN/cm <sup>2</sup>																																																																																		
$f_{yd}, f_{yw,d}$	43,48	kN/cm <sup>2</sup>																																																																																		
$\tau_{Rd}$	0,34	kN/cm <sup>2</sup>																																																																																		
$\rho_{min}$	0,0010																																																																																			
$m$	2																																																																																			
$V_{Ed,max}/V_{Rd2}$	0,07																																																																																			
$s_{w,max}$	30,0	cm																																																																																		
$A_{sw,min}$	0,300	cm <sup>2</sup>																																																																																		
$A_{sw,od}$	0,79	cm <sup>2</sup>																																																																																		
$V_{wd}$	84,50	kN																																																																																		

Postaviti spone **Ø10/30** (0,79 cm<sup>2</sup>)



### Kontrola pukotina

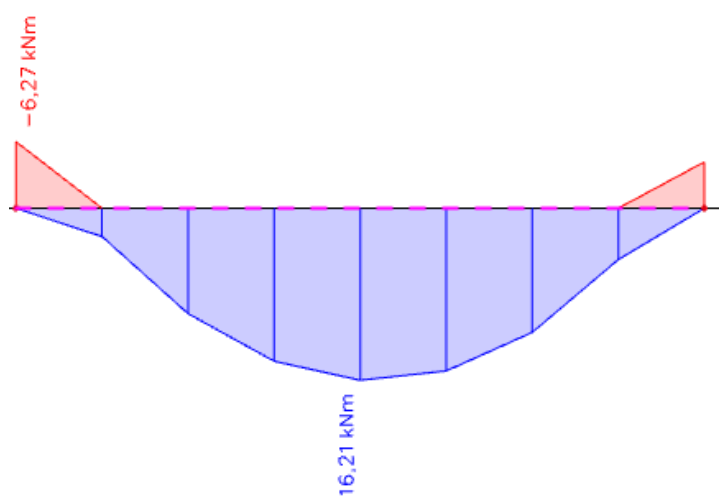
Mjerodavni momenti u gredi su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja:

$$1,0 G + 1,0\Delta G + 1,0Q$$

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

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

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



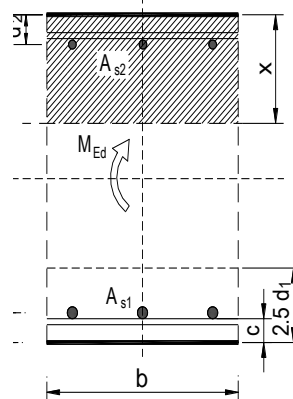
Slika 9.53. Dijagram maksimalnih momenata savijanja u polju i na ležaju  $M_y$

**Polje:**

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju:  $M_{Ed} = 16,21 \text{ kNm}$

Odobrana armatura u polju: **3Ø14** ( $A_{s1} = 4,62 \text{ cm}^2$ )

$b =$	20,0 cm	$d =$	41,0 cm	$h =$	46,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	4,62 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	5,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	16,2 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	92,68 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	9,43 cm	$r_{p,eff} =$	0,0185		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000115	$<$	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000278	
$\emptyset =$	14,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	230,79 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,064 mm	$<$	$w_g$		



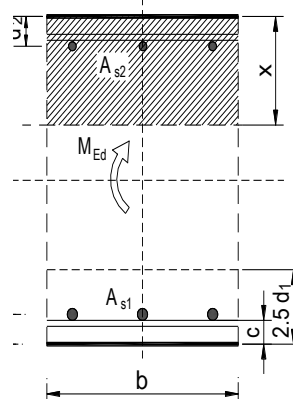
→ Odabrana armatura zadovoljava u pogledu širine pukotine.

**Ležaj:**

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju:  $M_{Ed} = 6,27 \text{ kNm}$

Odobrana armatura na ležaju: **2Ø14** ( $A_{s1} = 3,08 \text{ cm}^2$ )

$b =$	20,0 cm	$d =$	41,0 cm	$h =$	46,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,08 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	5,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	6,3 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	53,05 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	7,89 cm	$r_{p,eff} =$	0,0123		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	-0,000240	$<$	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000159	
$\emptyset =$	14,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	295,18 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,047 mm	$<$	$w_g$		

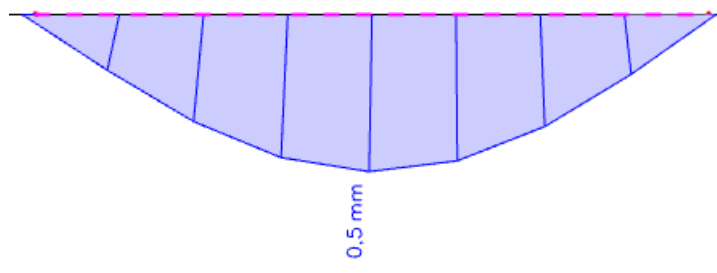


→ Odabrana armatura zadovoljava u pogledu širine pukotine.

### Kontrola progiba

Progibi grede su također dobiveni kroz numerički model. Također se koriste rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja:

$$\text{GSU: } 1,0G + 1,0\Delta G + 1,0Q$$



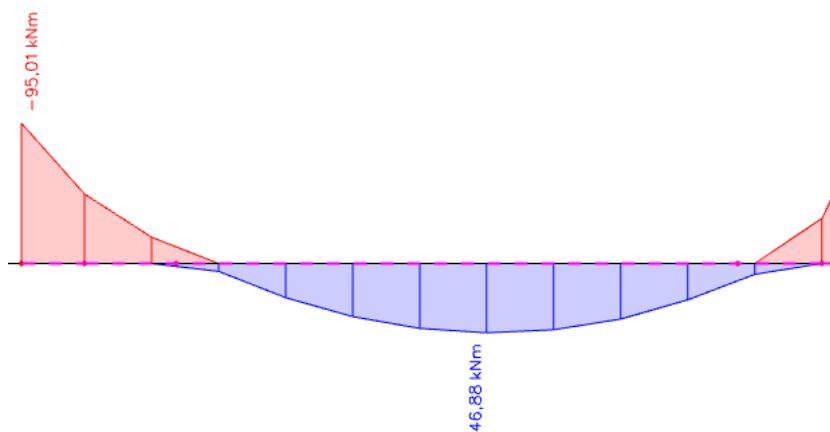
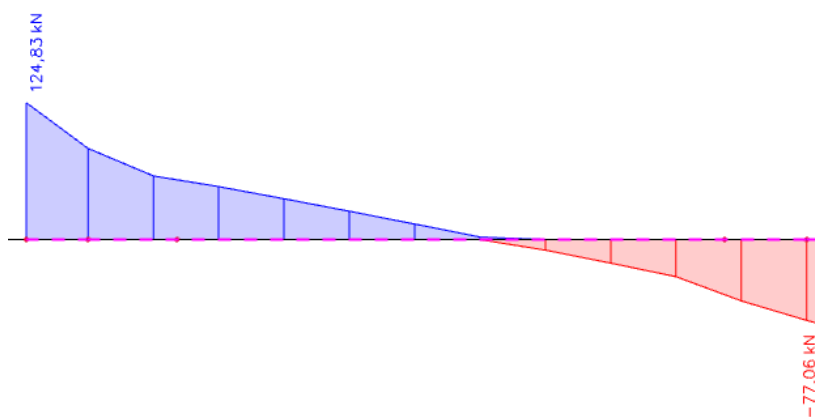
Slika 9.54. Dijagram progiba grede za GSU

Granična vrijednost progiba grede u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{400}{250} = 1,6 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib grede (očitano iz modela):  $f_k = 0,05 \text{ cm}$

Ukupni progib:  $f_d = 3,0 \cdot 0,05 = 0,15 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 1,6 \text{ cm}$

## 9.2.3. Greda (G103) 20x46 cm

Slika 9.55. Maksimalni momenti savijanja  $M_y$ Slika 9.56. Maksimalna poprečna sila  $V_z$

**Dimenzioniranje na moment savijanja**

$$\text{Beton: C 30/37} \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20,0 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 2,0 \text{ kN/cm}^2$$

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

$$\mu_{sds}^* = 0,159; \quad \zeta = 0,892$$

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

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

Minimalna površina armature:

$$A_{s1,min} \geq 0,26 \cdot \frac{f_{ct,m}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d \geq 0,0013 \cdot b_t \cdot d$$

$$A_{s1,min} = 0,26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 20 \cdot 41 = 1,24 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,min} = 0,0013 \cdot 20 \cdot 41 = 1,07 \text{ cm}^2$$

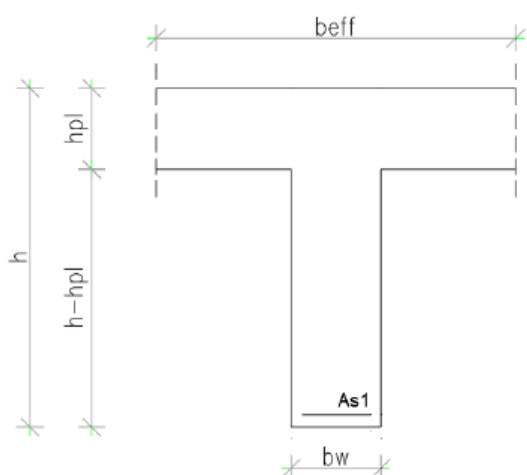
Maksimalna površina armature:

$$A_{s1,max} = 0,04 \cdot b \cdot h = 0,04 \cdot 20 \cdot 46 = 36,8 \text{ cm}^2$$

U tablici su prikazani ultimatívni momenti nosivosti za odabranu uzdužnu armaturu, grede

20x46 cm:

Šipke	Površina $A_{s1}$	Moment nosivosti betona $M_{Rd,c,lim}$	Moment nosivosti armature $M_{Rd,s,lim}$	Postotak armature
	[cm <sup>2</sup> /m']	[kNm]	[kNm]	%
3φ14	4,62	267,98	95,86	0,27
3φ16	6,03	267,98	125,12	0,35
4φ14	6,16	267,98	127,82	0,35
4φ16	8,04	267,98	166,83	0,46
4φ18	10,18	267,98	211,23	0,59
4φ20	12,57	267,98	260,82	0,72

**Proračun uzdužne armature u polju**

$$b = 20 \text{ cm}$$

$$h = 46 \text{ cm}$$

$$L = 580 \text{ cm}$$

$$d_1 = 5 \text{ cm}$$

$$d = h - d_1 = 46 - 5 = 41 \text{ cm}$$

Širina tlačnog područja:

$$b_{\text{eff}} = b_w = 20 \text{ cm}$$

Slika 9.57. Poprečni presjek grede

$$M_{\text{Ed}} = 46,88 \text{ kNm}$$

$$\mu_{\text{sd}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{b_{\text{eff}} \cdot d^2 \cdot f_{\text{cd}}} = \frac{4688}{20 \cdot 41^2 \cdot 2,0} = 0,070 \approx 0,071$$

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

$$A_{\text{s1}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{\zeta \cdot d \cdot f_{\text{yd}}} = \frac{4688}{0,947 \cdot 41 \cdot 43,48} = 2,78 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura u polju: **3Ø14** ( $A_{\text{s1}} = 4,62 \text{ cm}^2$ )

**Proračun uzdužne armature na ležaju**

$$M_{\text{Ed}} = 95,01 \text{ kNm}$$

$$\mu_{\text{sd}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{b_{\text{eff}} \cdot d^2 \cdot f_{\text{cd}}} = \frac{9501}{20 \cdot 41^2 \cdot 2,0} = 0,141 \approx 0,143$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{\text{s1}} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{\text{c2}} = 3,1 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,904 \quad \xi = 0,237$$

$$A_{\text{s1}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{\zeta \cdot d \cdot f_{\text{yd}}} = \frac{9501}{0,904 \cdot 41 \cdot 43,48} = 5,90 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura na ležaju: **4Ø14** ( $A_{\text{s1}} = 6,16 \text{ cm}^2$ )

## Dimenzioniranje na poprečnu silu

$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[ C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$ $V_{Rd,c,mjer} = \max(V_{Rd,c}, V_{Rd,c,min})$ $V_{wd} = \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{s_w}$		$V_{Rd,c,min} \geq [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$ $V_{Ed} \leq V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$				
<b>C 30/37 (MB-40)</b>  $f_{cd}=30/1.5=20.0$ MPa  $A_{sl} = 10.78$ cm <sup>2</sup> $V_{Ed,max}=124.83$ kN $N_{Ed}=0.0$ kN	<b>b<sub>w</sub></b>	20,00	cm	<b>C 30/37</b>		
	<b>h</b>	46,00	cm	<b>f<sub>ck</sub></b>	30,00	Mpa
	<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	5,00	cm	<b>f<sub>cd</sub></b>	2,00	kN/cm <sup>2</sup>
	<b>d</b>	41,00	cm	<b>f<sub>yd</sub>, f<sub>yw,d</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>
	<b>A<sub>sl</sub></b>	10,78	cm <sup>2</sup>	<b>τ<sub>Rd</sub></b>	0,34	kN/cm <sup>2</sup>
	<b>V<sub>Ed,max</sub></b>	124,83	kN	<b>Računska armatura</b>		
	<b>N<sub>sd</sub></b>	0,00	kN	<b>ρ<sub>min</sub></b>	0,0010	
	<b>k</b>	1,70		<b>m</b>	2	
	<b>ρ<sub>l</sub></b>	0,0131		<b>V<sub>Ed,max</sub>/V<sub>Rd2</sub></b>	0,29	
	<b>v<sub>min</sub></b>	0,42		<b>s<sub>w,max</sub></b>	30,0	cm
	<b>σ<sub>cp</sub></b>	0,00	kN/cm <sup>2</sup>	<b>A<sub>sw,min</sub></b>	0,300	cm <sup>2</sup>
	<b>V<sub>Rd,c</sub></b>	56,9	kN	<b>Odabrano:</b>	<b>Ø10 / 20</b>	
	<b>V<sub>Rd,c,min</sub></b>	34,8	kN	<b>A<sub>sw,od</sub></b>	0,79	cm <sup>2</sup>
	<b>V<sub>Rd,c,mjer</sub></b>	56,9	kN	<b>V<sub>wd</sub></b>	126,75	kN
	<b>v</b>	0,528				
<b>V<sub>Rd2</sub></b>	433,0	kN				

Postaviti spone **Ø10/20** (0,79 cm<sup>2</sup>)

### Kontrola pukotina

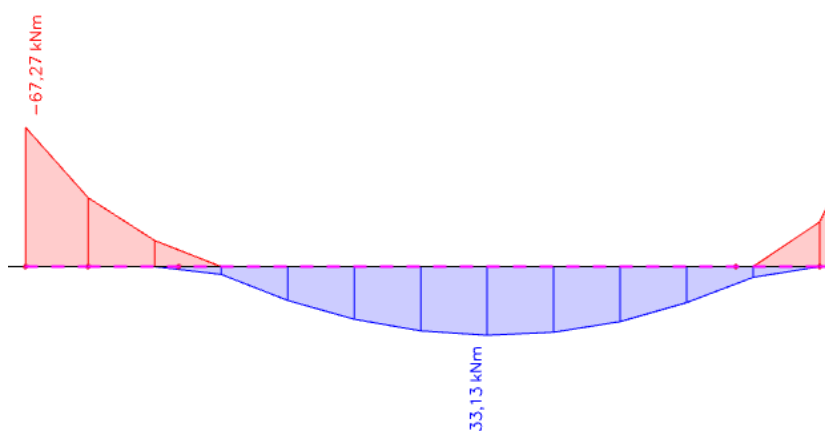
Mjerodavni momenti u gredi su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja:

$$1,0 G + 1,0\Delta G + 1,0Q$$

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

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

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



Slika 9.58. Dijagram maksimalnih momenata savijanja u polju i na ležaju  $M_y$

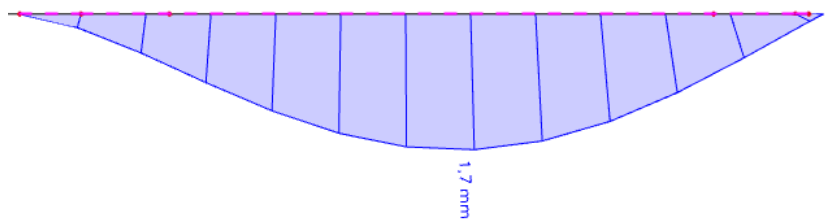




### Kontrola progiba

Progibi greda su također dobiveni kroz numerički model. Također se koriste rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja:

$$\text{GSU: } 1,0G + 1,0\Delta G + 1,0Q$$



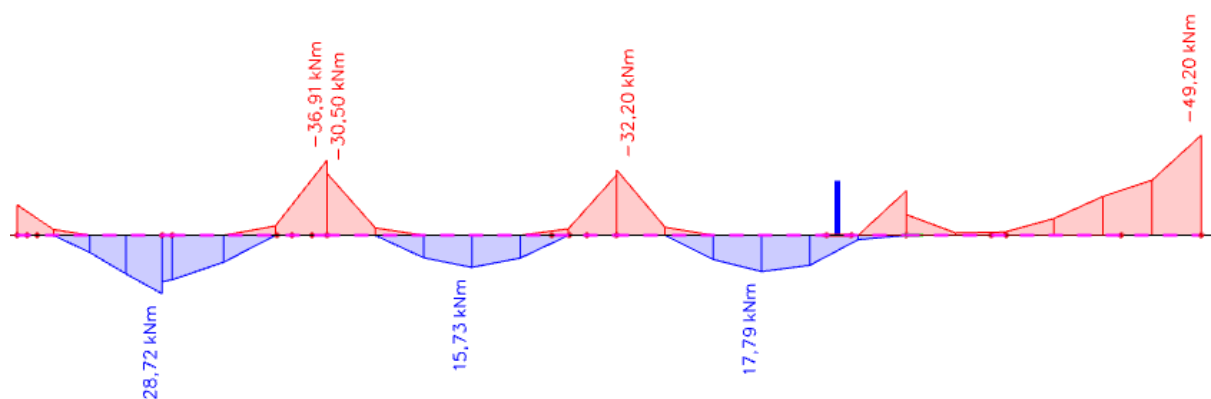
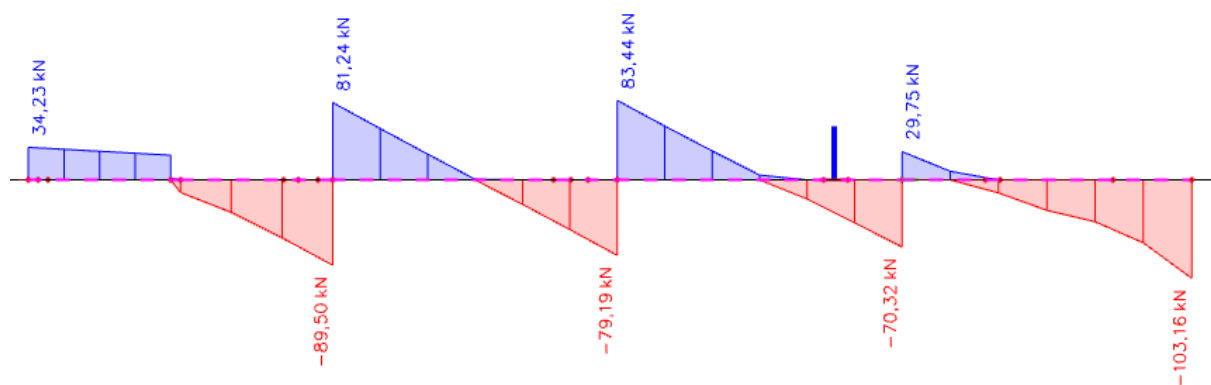
Slika 9.59. Dijagram progiba grede za GSU

Granična vrijednost progiba grede u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{580}{250} = 2,32 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib grede (očitano iz modela):  $f_k = 0,17 \text{ cm}$

Ukupni progib:  $f_d = 3,0 \cdot 0,17 = 0,51 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2,32 \text{ cm}$

## 9.2.4. Greda (G104) 20x86 cm

Slika 9.60. Maksimalni momenti savijanja  $M_y$ Slika 9.61. Maksimalna poprečna sila  $V_z$

**Dimenzioniranje na moment savijanja**

$$\text{Beton: C 30/37} \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20,0 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 2,0 \text{ kN/cm}^2$$

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

$$\mu_{sds}^* = 0,159; \quad \zeta = 0,892$$

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

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

Minimalna površina armature:

$$A_{s1,min} \geq 0,26 \cdot \frac{f_{ct,m}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d \geq 0,0013 \cdot b_t \cdot d$$

$$A_{s1,min} = 0,26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 20 \cdot 81 = 2,43 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,min} = 0,0013 \cdot 20 \cdot 81 = 2,11 \text{ cm}^2$$

Maksimalna površina armature:

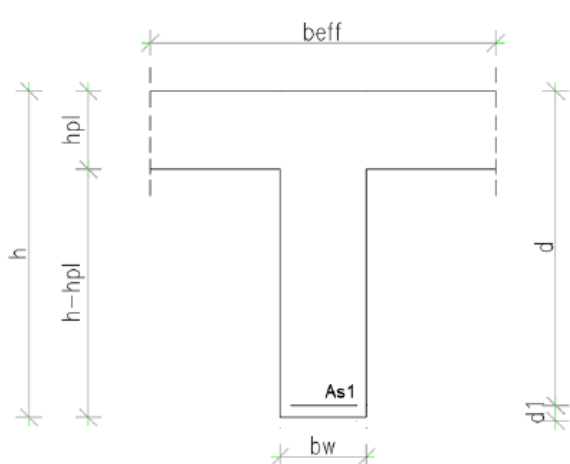
$$A_{s1,max} = 0,04 \cdot b \cdot h = 0,04 \cdot 20 \cdot 86 = 68,8 \text{ cm}^2$$

U tablici su prikazani ultimatívni momenti nosivosti za odabranu uzdužnu armaturu, grede

20x86cm:

Šipke	Površina $A_{s1}$	Moment nosivosti betona $M_{Rd,c,lim}$	Moment nosivosti armature $M_{Rd,s,lim}$	Postotak armature
	[cm <sup>2</sup> /m']	[kNm]	[kNm]	%
3φ14	4,62	267,98	95,86	0,27
3φ16	6,03	267,98	125,12	0,35
4φ14	6,16	267,98	127,82	0,35
4φ16	8,04	267,98	166,83	0,46
4φ18	10,18	267,98	211,23	0,59
4φ20	12,57	267,98	260,82	0,72

## Proračun uzdužne armature u polju



$$b = 20 \text{ cm}$$

$$h = 86 \text{ cm}$$

$$L = 1185 \text{ cm}$$

$$d_1 = 5 \text{ cm}$$

$$d = h - d_1 = 86 - 5 = 81 \text{ cm}$$

Širina tlačnog područja:

$$b_{\text{eff}} = b_w = 20 \text{ cm}$$

Slika 9.62. Poprečni presjek grede

$$M_{\text{Ed}} = 28,72 \text{ kNm}$$

$$\mu_{\text{sd}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{b_{\text{eff}} \cdot d^2 \cdot f_{\text{cd}}} = \frac{2872}{20 \cdot 81^2 \cdot 2,0} = 0,011 \approx 0,013$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{\text{s1}} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{\text{c2}} = 0,6 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,981 \quad \xi = 0,057$$

$$A_{\text{s1}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{\zeta \cdot d \cdot f_{\text{yd}}} = \frac{2872}{0,981 \cdot 81 \cdot 43,48} = 0,83 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura u polju: **3Ø14** ( $A_{\text{s1}} = 4,62 \text{ cm}^2$ )

## Proračun uzdužne armature na ležaju

$$M_{\text{Ed}} = 49,20 \text{ kNm}$$

$$\mu_{\text{sd}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{b_{\text{eff}} \cdot d^2 \cdot f_{\text{cd}}} = \frac{4920}{20 \cdot 81^2 \cdot 2,0} = 0,019 \approx 0,021$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{\text{s1}} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{\text{c2}} = 0,8 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,974 \quad \xi = 0,074$$

$$A_{\text{s1}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{\zeta \cdot d \cdot f_{\text{yd}}} = \frac{4920}{0,974 \cdot 81 \cdot 43,48} = 1,44 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura na ležaju: **2Ø14** ( $A_{\text{s1}} = 3,08 \text{ cm}^2$ )

## Dimenzioniranje na poprečnu silu

$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[ C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$ $V_{Rd,c,mjer} = \max(V_{Rd,c}, V_{Rd,c,min})$ $V_{wd} = \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{s_w}$		$V_{Rd,c,min} \geq [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$ $V_{Ed} \leq V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$				
<b>C 30/37 (MB-40)</b> $f_{cd}=30/1.5=20.0$ MPa $A_{sl} = 7.70$ cm <sup>2</sup> $V_{Ed,max}=103.16$ kN $N_{Ed}=0.0$ kN	<b>b<sub>w</sub></b>	20,00	cm	<b>C 30/37</b>		
	<b>h</b>	86,00	cm	<b>f<sub>ck</sub></b>	30,00	Mpa
	<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	5,00	cm	<b>f<sub>cd</sub></b>	2,00	kN/cm <sup>2</sup>
	<b>d</b>	81,00	cm	<b>f<sub>yd</sub>, f<sub>yw,d</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>
	<b>A<sub>sl</sub></b>	7,70	cm <sup>2</sup>	<b>τ<sub>Rd</sub></b>	0,34	kN/cm <sup>2</sup>
	<b>V<sub>Ed,max</sub></b>	103,16	kN	<b>Računska armatura</b>		
	<b>N<sub>sd</sub></b>	0,00	kN	<b>ρ<sub>min</sub></b>	0,0010	
	<b>k</b>	1,50		<b>m</b>	2	
	<b>ρ<sub>l</sub></b>	0,0048		<b>V<sub>Ed,max</sub>/V<sub>Rd2</sub></b>	0,12	
	<b>v<sub>min</sub></b>	0,35		<b>s<sub>w,max</sub></b>	30,0	cm
	<b>σ<sub>cp</sub></b>	0,00	kN/cm <sup>2</sup>	<b>A<sub>sw,min</sub></b>	0,300	cm <sup>2</sup>
	<b>V<sub>Rd,c</sub></b>	70,6	kN	<b>Odabrano:</b>	<b>Ø10 / 30</b>	
	<b>V<sub>Rd,c,min</sub></b>	56,9	kN	<b>A<sub>sw,od</sub></b>	0,79	cm <sup>2</sup>
	<b>V<sub>Rd,c,mjer</sub></b>	70,6	kN	<b>V<sub>wd</sub></b>	166,94	kN
<b>v</b>	0,528					
<b>V<sub>Rd2</sub></b>	855,4	kN				

Postaviti spone **Ø10/30** (0,79 cm<sup>2</sup>)

## Kontrola pukotina

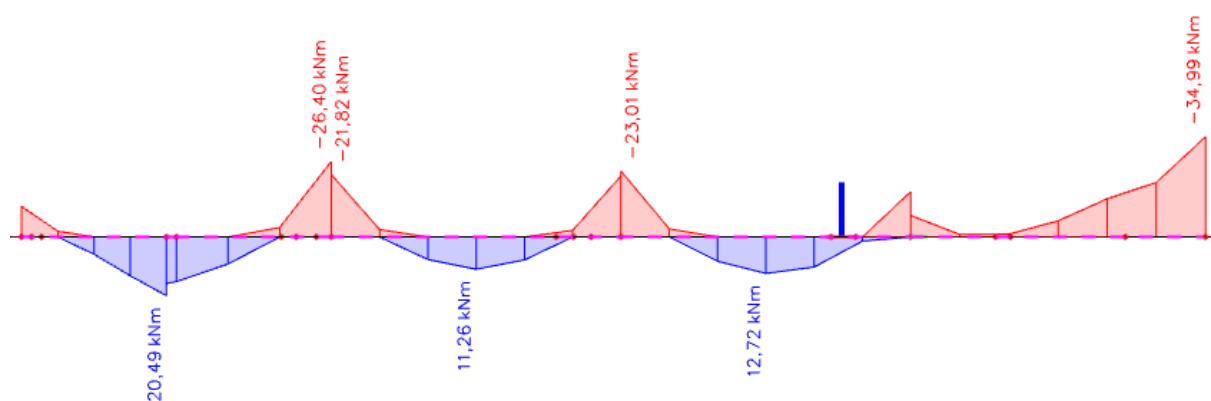
Mjerodavni momenti u gredi su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja:

$$1,0G + 1,0\Delta G + 1,0Q$$

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

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

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



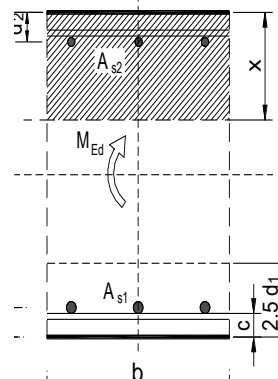
Slika 9.63. Dijagram maksimalnih momenata savijanja u polju i na ležaju  $M_y$

**Polje**

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju:  $M_{Ed} = 20,49 \text{ kNm}$

Armatura grede u polju: **3Ø14** ( $A_{s1} = 4,62 \text{ cm}^2$ )

$b =$	20,0 cm	$d =$	81,0 cm	$h =$	86,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	4,62 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	5,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	20,5 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	58,04 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	13,76 cm	$r_{p,eff} =$	0,0185		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	-0,000059	$<$	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000174	
$\emptyset =$	14,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	230,79 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,040 mm	$<$	$w_g$		



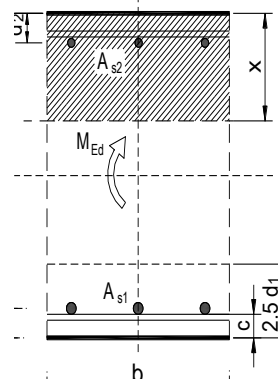
→ Odabrana armatura zadovoljava u pogledu širine pukotine.

**Ležaj:**

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju:  $M_{Ed} = 34,99 \text{ kNm}$

Armatura grede na ležaju: **2Ø14** ( $A_{s1} = 3,08 \text{ cm}^2$ )

$b =$	20,0 cm	$d =$	81,0 cm	$h =$	86,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,08 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	5,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	35,0 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	147,17 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	11,43 cm	$r_{p,eff} =$	0,0123		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000230	$<$	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000442	
$\emptyset =$	14,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	295,18 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,130 mm	$<$	$w_g$		



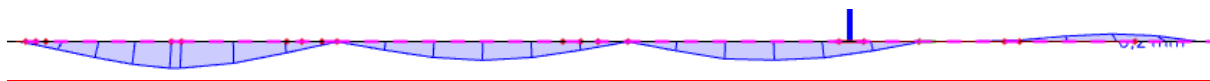
→ Odabrana armatura zadovoljava u pogledu širine pukotine.



### Kontrola progiba

Progibi grede su također dobiveni kroz numerički model. Također se koriste rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja:

$$\text{GSU: } 1,0G + 1,0\Delta G + 1,0Q$$



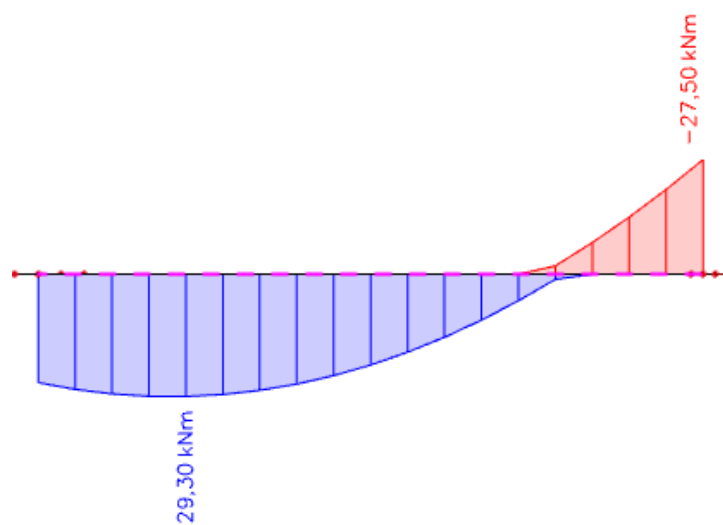
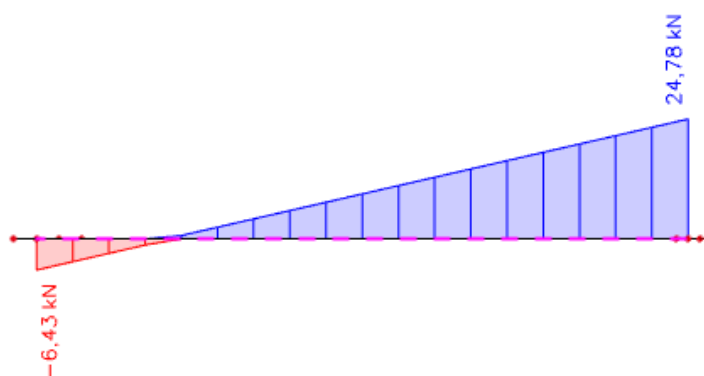
Slika 9.64. Dijagram progiba grede za GSU

Granična vrijednost progiba grede u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{1185}{250} = 4,74 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib grede (očitano iz modela):  $f_k = 0,02 \text{ cm}$

Ukupni progib:  $f_d = 3,0 \cdot 0,02 = 0,06 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 4,74 \text{ cm}$

## 9.2.5. Greda (G105) 20x86 cm

Slika 9.65. Maksimalni momenti savijanja  $M_y$ Slika 9.66. Maksimalna poprečna sila  $V_z$

**Dimenzioniranje na moment savijanja**

Beton: C 30/37  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20,0 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 2,0 \text{ kN/cm}^2$

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

$$\mu_{sds}^* = 0,159; \quad \zeta = 0,892$$

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

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

Minimalna površina armature:

$$A_{s1,min} \geq 0,26 \cdot \frac{f_{ct,m}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d \geq 0,0013 \cdot b_t \cdot d$$

$$A_{s1,min} = 0,26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 20 \cdot 81 = 2,43 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,min} = 0,0013 \cdot 20 \cdot 81 = 2,11 \text{ cm}^2$$

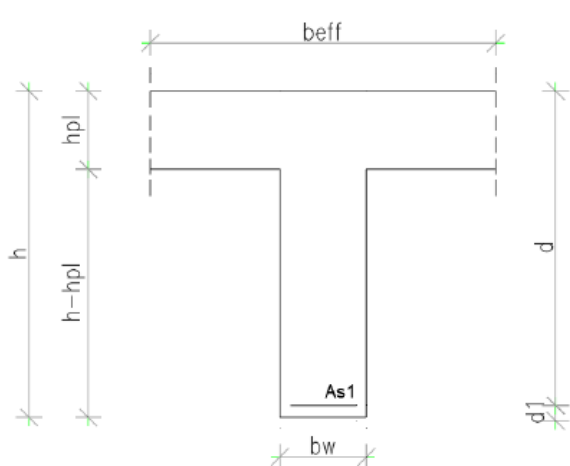
Maksimalna površina armature:

$$A_{s1,max} = 0,04 \cdot b \cdot h = 0,04 \cdot 20 \cdot 86 = 68,8 \text{ cm}^2$$

U tablici su prikazani ultimatívni momenti nosivosti za odabranu uzdužnu armaturu, grede

20x86cm:

Šipke	Površina $A_{s1}$	Moment nosivosti betona $M_{Rd,c,lim}$	Moment nosivosti armature $M_{Rd,s,lim}$	Postotak armature
	[cm <sup>2</sup> /m']	[kNm]	[kNm]	%
3φ14	4,62	267,98	95,86	0,27
3φ16	6,03	267,98	125,12	0,35
4φ14	6,16	267,98	127,82	0,35
4φ16	8,04	267,98	166,83	0,46
4φ18	10,18	267,98	211,23	0,59
4φ20	12,57	267,98	260,82	0,72

**Proračun uzdužne armature u polju**

$$b = 20 \text{ cm}$$

$$h = 86 \text{ cm}$$

$$L = 545 \text{ cm}$$

$$d_1 = 5 \text{ cm}$$

$$d = h - d_1 = 86 - 5 = 81 \text{ cm}$$

Širina tlačnog područja:

$$b_{\text{eff}} = b_w = 20 \text{ cm}$$

Slika 9.67. Poprečni presjek grede

$$M_{\text{Ed}} = 29,30 \text{ kNm}$$

$$\mu_{\text{sd}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{b_{\text{eff}} \cdot d^2 \cdot f_{\text{cd}}} = \frac{2930}{20 \cdot 81^2 \cdot 2,0} = 0,011 \approx 0,013$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{\text{s1}} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{\text{c2}} = 0,6 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,981 \quad \xi = 0,057$$

$$A_{\text{s1}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{\zeta \cdot d \cdot f_{\text{yd}}} = \frac{2982}{0,981 \cdot 81 \cdot 43,48} = 0,86 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura u polju: **3Ø14** ( $A_{\text{s1}} = 4,62 \text{ cm}^2$ )

**Proračun uzdužne armature na ležaju**

$$M_{\text{Ed}} = 27,50 \text{ kNm}$$

$$\mu_{\text{sd}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{b_{\text{eff}} \cdot d^2 \cdot f_{\text{cd}}} = \frac{2750}{20 \cdot 81^2 \cdot 2,0} = 0,011 \approx 0,013$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{\text{s1}} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{\text{c2}} = 0,6 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,981 \quad \xi = 0,057$$

$$A_{\text{s1}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{\zeta \cdot d \cdot f_{\text{yd}}} = \frac{2750}{0,981 \cdot 81 \cdot 43,48} = 0,80 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura na ležaju: **2Ø14** ( $A_{\text{s1}} = 3,08 \text{ cm}^2$ )

## Dimenzioniranje na poprečnu silu

$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[ C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$ $V_{Rd,c,mjer} = \max(V_{Rd,c}, V_{Rd,c,min})$ $V_{wd} = \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{s_w}$		$V_{Rd,c,min} \geq [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$ $V_{Ed} \leq V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$				
<b>C 30/37 (MB-40)</b> $f_{cd}=30/1.5=20.0$ MPa $A_{sl} = 7.70$ cm <sup>2</sup> $V_{Ed,max}=24.78$ kN $N_{Ed}=0.0$ kN	<b>b<sub>w</sub></b>	20,00	cm	<b>C 30/37</b>		
	<b>h</b>	86,00	cm	<b>f<sub>ck</sub></b>	30,00	Mpa
	<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	5,00	cm	<b>f<sub>cd</sub></b>	2,00	kN/cm <sup>2</sup>
	<b>d</b>	81,00	cm	<b>f<sub>yd</sub>, f<sub>yw,d</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>
	<b>A<sub>sl</sub></b>	7,70	cm <sup>2</sup>	<b>τ<sub>Rd</sub></b>	0,34	kN/cm <sup>2</sup>
	<b>V<sub>Ed,max</sub></b>	24,78	kN	<b>Konstruktivna armatura</b>		
	<b>N<sub>sd</sub></b>	0,00	kN	<b>ρ<sub>min</sub></b>	0,0010	
	<b>k</b>	1,50		<b>m</b>	2	
	<b>ρ<sub>l</sub></b>	0,0048		<b>V<sub>Ed,max</sub>/V<sub>Rd2</sub></b>	0,03	
	<b>v<sub>min</sub></b>	0,35		<b>s<sub>w,max</sub></b>	30,0	cm
	<b>σ<sub>cp</sub></b>	0,00	kN/cm <sup>2</sup>	<b>A<sub>sw,min</sub></b>	0,300	cm <sup>2</sup>
	<b>V<sub>Rd,c</sub></b>	70,6	kN	<b>Odabrano:</b>	<b>Ø10 / 30</b>	
	<b>V<sub>Rd,c,min</sub></b>	56,9	kN	<b>A<sub>sw,od</sub></b>	0,79	cm <sup>2</sup>
	<b>V<sub>Rd,c,mjer</sub></b>	70,6	kN	<b>V<sub>wd</sub></b>	166,94	kN
<b>v</b>	0,528					
<b>V<sub>Rd2</sub></b>	855,4	kN				

Postaviti spone **Ø10/30** (0,79 cm<sup>2</sup>)

### Kontrola pukotina

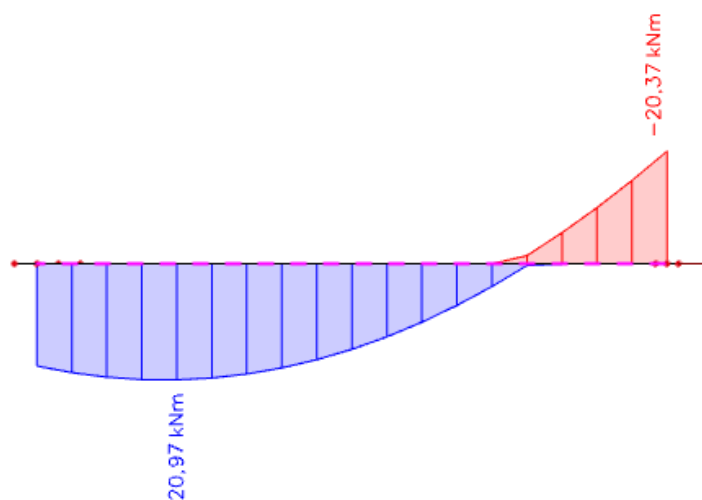
Mjerodavni momenti u gredi su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja:

$$1,0G + 1,0\Delta G + 1,0Q$$

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

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

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



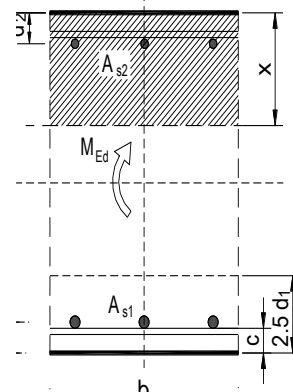
Slika 9.68. Dijagram maksimalnih momenata savijanja u polju i na ležaju  $M_y$

**Polje:**

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

Armatura grede u polju: **3Ø14** ( $A_{s1} = 4,62 \text{ cm}^2$ )

$b =$	20,0 cm	$d =$	81,0 cm	$h =$	86,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	4,62 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	5,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	21,0 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	59,40 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	13,76 cm	$r_{p,eff} =$	0,0185		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	-0,000052	$<$	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000178	
$\emptyset =$	14,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	230,79 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,041 mm $<$ wg				



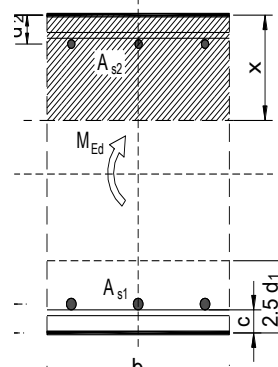
→ Odabrana armatura zadovoljava u pogledu širine pukotine.

**Ležaj:**

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju:  $M_{Ed} = 20,37 \text{ kNm}$

Armatura grede na ležaju: **2Ø14** ( $A_{s1} = 3,08 \text{ cm}^2$ )

$b =$	20,0 cm	$d =$	81,0 cm	$h =$	86,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,08 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	5,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	20,4 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	85,68 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	11,43 cm	$r_{p,eff} =$	0,0123		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	-0,000077	$<$	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000257	
$\emptyset =$	14,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	295,18 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,076 mm $<$ wg				

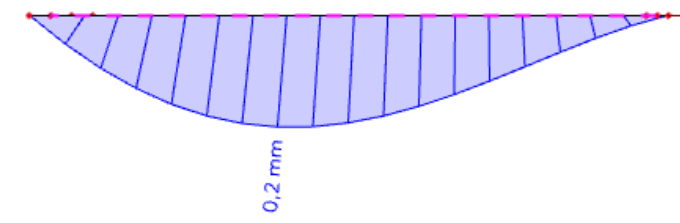


→ Odabrana armatura zadovoljava u pogledu širine pukotine.

### Kontrola progiba

Progibi grede su također dobiveni kroz numerički model. Također se koriste rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja:

$$\text{GSU: } 1,0G + 1,0\Delta G + 1,0Q$$



Slika 9.69. Dijagram progiba grede za GSU

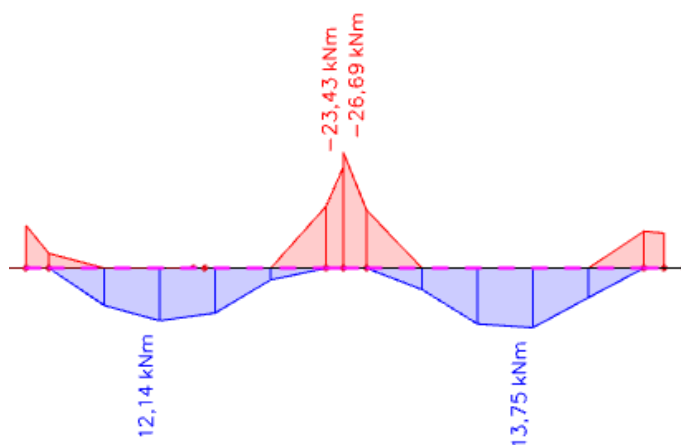
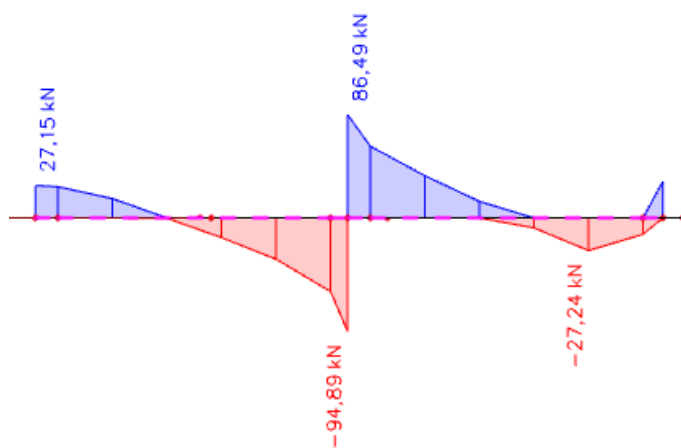
Granična vrijednost progiba grede u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{545}{250} = 2,18 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib grede (očitano iz modela):  $f_k = 0,02 \text{ cm}$

Ukupni progib:  $f_d = 3,0 \cdot 0,02 = 0,06 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2,18 \text{ cm}$



## 9.2.6. Greda (G106) 20x86 cm

Slika 9.70. Maksimalni momenti savijanja  $M_y$ Slika 9.71. Maksimalna poprečna sila  $V_z$

**Dimenzioniranje na moment savijanja**

Beton: C 30/37  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20,0 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 2,0 \text{ kN/cm}^2$

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

$$\mu_{sds}^* = 0,159; \quad \zeta = 0,892$$

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

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

Minimalna površina armature:

$$A_{s1,min} \geq 0,26 \cdot \frac{f_{ct,m}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d \geq 0,0013 \cdot b_t \cdot d$$

$$A_{s1,min} = 0,26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 20 \cdot 81 = 2,43 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,min} = 0,0013 \cdot 20 \cdot 81 = 2,11 \text{ cm}^2$$

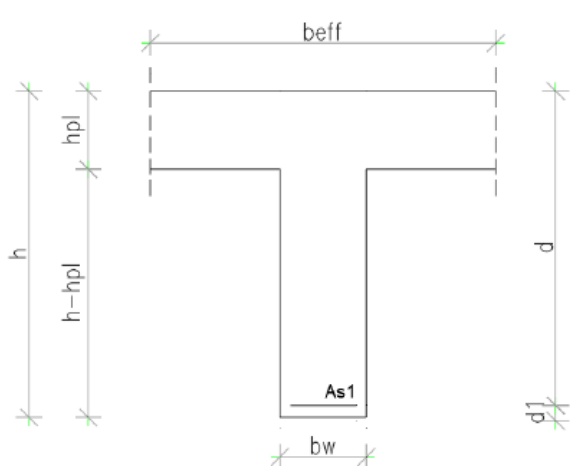
Maksimalna površina armature:

$$A_{s1,max} = 0,04 \cdot b \cdot h = 0,04 \cdot 20 \cdot 86 = 68,8 \text{ cm}^2$$

U tablici su prikazani ultimativni momenti nosivosti za odabranu uzdužnu armaturu, grede

20x86cm:

Šipke	Površina $A_{s1}$	Moment nosivosti betona $M_{Rd,c,lim}$	Moment nosivosti armature $M_{Rd,s,lim}$	Postotak armature
	[cm <sup>2</sup> /m']	[kNm]	[kNm]	%
3φ14	4,62	267,98	95,86	0,27
3φ16	6,03	267,98	125,12	0,35
4φ14	6,16	267,98	127,82	0,35
4φ16	8,04	267,98	166,83	0,46
4φ18	10,18	267,98	211,23	0,59
4φ20	12,57	267,98	260,82	0,72

**Proračun uzdužne armature u polju**

$$b = 20 \text{ cm}$$

$$h = 86 \text{ cm}$$

$$L = 552,5 \text{ cm}$$

$$d_1 = 5 \text{ cm}$$

$$d = h - d_1 = 86 - 5 = 81 \text{ cm}$$

Širina tlačnog područja:

$$b_{\text{eff}} = b_w = 20 \text{ cm}$$

Slika 9.72. Poprečni presjek grede

$$M_{\text{Ed}} = 13,75 \text{ kNm}$$

$$\mu_{\text{sd}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{b_{\text{eff}} \cdot d^2 \cdot f_{\text{cd}}} = \frac{1375}{20 \cdot 81^2 \cdot 2,0} = 0,006$$

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

$$A_{\text{s1}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{\zeta \cdot d \cdot f_{\text{yd}}} = \frac{1375}{0,987 \cdot 81 \cdot 43,48} = 0,40 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura u polju: **3Ø14** ( $A_{\text{s1}} = 4,62 \text{ cm}^2$ )

**Proračun uzdužne armature na ležaju**

$$M_{\text{Ed}} = 26,69 \text{ kNm}$$

$$\mu_{\text{sd}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{b_{\text{eff}} \cdot d^2 \cdot f_{\text{cd}}} = \frac{2669}{20 \cdot 81^2 \cdot 2,0} = 0,010 \approx 0,013$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{\text{s1}} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{\text{c2}} = 0,6 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,981 \quad \xi = 0,057$$

$$A_{\text{s1}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{\zeta \cdot d \cdot f_{\text{yd}}} = \frac{2669}{0,981 \cdot 81 \cdot 43,48} = 0,78 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura na ležaju: **2Ø14** ( $A_{\text{s1}} = 3,08 \text{ cm}^2$ )

## Dimenzioniranje na poprečnu silu

$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[ C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$ $V_{Rd,c,mjer} = \max(V_{Rd,c}, V_{Rd,c,min})$ $V_{wd} = \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{s_w}$		$V_{Rd,c,min} \geq [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$ $V_{Ed} \leq V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$				
<b>C 30/37 (MB-40)</b>  $f_{cd}=30/1.5=20.0$ MPa  $A_{sl} = 7.70$ cm <sup>2</sup> $V_{Ed,max}=94.89$ kN $N_{Ed}=0.0$ kN	<b>b<sub>w</sub></b>	20,00	cm	<b>C 30/37</b>		
	<b>h</b>	86,00	cm	<b>f<sub>ck</sub></b>	30,00	Mpa
	<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	5,00	cm	<b>f<sub>cd</sub></b>	2,00	kN/cm <sup>2</sup>
	<b>d</b>	81,00	cm	<b>f<sub>yd</sub>, f<sub>yw,d</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>
	<b>A<sub>sl</sub></b>	7,70	cm <sup>2</sup>	<b>τ<sub>Rd</sub></b>	0,34	kN/cm <sup>2</sup>
	<b>V<sub>Ed,max</sub></b>	94,89	kN	<b>Računska armatura</b>		
	<b>N<sub>sd</sub></b>	0,00	kN	<b>ρ<sub>min</sub></b>	0,0010	
	<b>k</b>	1,50		<b>m</b>	2	
	<b>ρ<sub>l</sub></b>	0,0048		<b>V<sub>Ed,max</sub>/V<sub>Rd2</sub></b>	0,11	
	<b>v<sub>min</sub></b>	0,35		<b>s<sub>w,max</sub></b>	30,0	cm
	<b>σ<sub>cp</sub></b>	0,00	kN/cm <sup>2</sup>	<b>A<sub>sw,min</sub></b>	0,300	cm <sup>2</sup>
	<b>V<sub>Rd,c</sub></b>	70,6	kN	<b>Odabrano:</b>	<b>Ø10 / 30</b>	
	<b>V<sub>Rd,c,min</sub></b>	56,9	kN	<b>A<sub>sw,od</sub></b>	0,79	cm <sup>2</sup>
	<b>V<sub>Rd,c,mjer</sub></b>	70,6	kN	<b>V<sub>wd</sub></b>	166,94	kN
	<b>v</b>	0,528				
<b>V<sub>Rd2</sub></b>	855,4	kN				

Postaviti spone **Ø10/30** (0,79 cm<sup>2</sup>)

## Kontrola pukotina

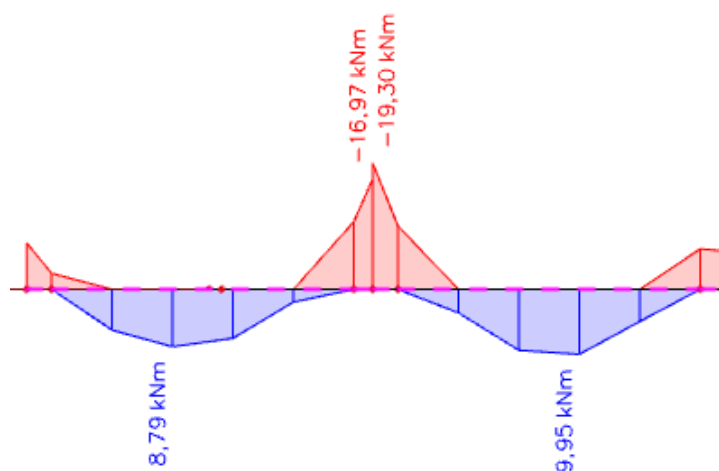
Mjerodavni momenti u gredi su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja:

$$1,0G + 1,0\Delta G + 1,0Q$$

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

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

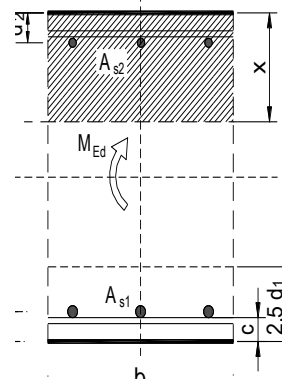
$$w_k = S_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_g$$



Slika 9.73. Dijagram maksimalnih momenata savijanja u polju i na ležaju  $M_y$

**Polje:**Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju:  $M_{Ed} = 9,95 \text{ kNm}$ Armatura grede u polju: **3Ø14** ( $A_{s1} = 4,62 \text{ cm}^2$ )

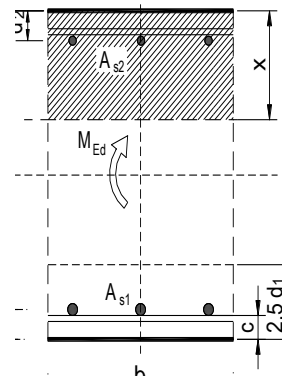
$b =$	20,0 cm	$d =$	81,0 cm	$h =$	86,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	4,62 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	5,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	10,0 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	28,18 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	13,76 cm	$r_{p,eff} =$	0,0185		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	-0,000208	$<$	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000085	
$\emptyset =$	14,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	230,79 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,020 mm	$<$	$w_g$		



→ Odabrana armatura zadovoljava u pogledu širine pukotine.

**Ležaj:**Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju:  $M_{Ed} = 19,30 \text{ kNm}$ Armatura grede na ležaju: **2Ø14** ( $A_{s1} = 3,08 \text{ cm}^2$ )

$b =$	20,0 cm	$d =$	81,0 cm	$h =$	86,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,08 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	5,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	19,3 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	81,18 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	11,43 cm	$r_{p,eff} =$	0,0123		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	-0,000100	$<$	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000244	
$\emptyset =$	14,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	295,18 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,072 mm	$<$	$w_g$		

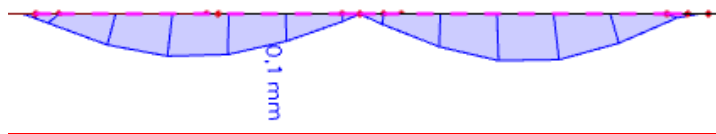


→ Odabrana armatura zadovoljava u pogledu širine pukotine.

### Kontrola progiba

Progibi grede su također dobiveni kroz numerički model. Također se koriste rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja: GSU:

$$1,0G + 1,0\Delta G + 1,0Q$$



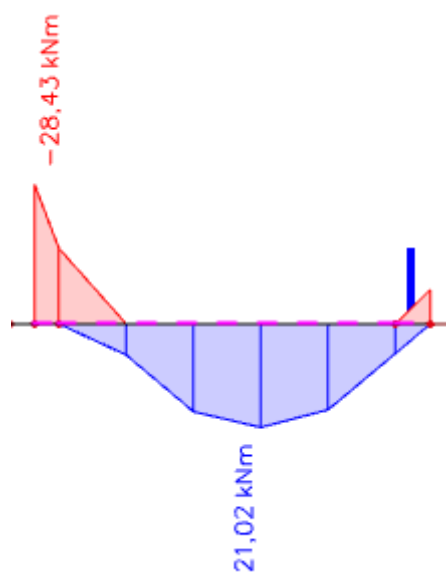
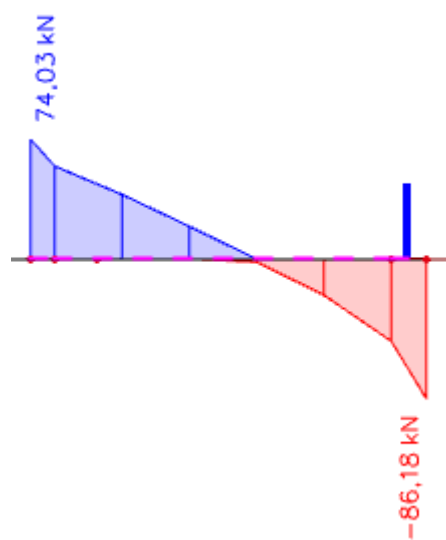
Slika 9.74. Dijagram progiba grede za GSU

Granična vrijednost progiba grede u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{552,5}{250} = 2,21 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib grede (očitano iz modela):  $f_k = 0,01 \text{ cm}$

Ukupni progib:  $f_d = 3,0 \cdot 0,01 = 0,03 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2,21 \text{ cm}$

## 9.2.7. Greda (G107) 20x86 cm

Slika 9.75. Maksimalni momenti savijanja  $M_y$ Slika 9.76. Maksimalna poprečna sila  $V_z$



**Dimenzioniranje na moment savijanja**

Beton: C 30/37  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20,0 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 2,0 \text{ kN/cm}^2$

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

$$\mu_{sds}^* = 0,159; \quad \zeta = 0,892$$

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

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

Minimalna površina armature:

$$A_{s1,min} \geq 0,26 \cdot \frac{f_{ct,m}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d \geq 0,0013 \cdot b_t \cdot d$$

$$A_{s1,min} = 0,26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 20 \cdot 81 = 2,43 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,min} = 0,0013 \cdot 20 \cdot 81 = 2,11 \text{ cm}^2$$

Maksimalna površina armature:

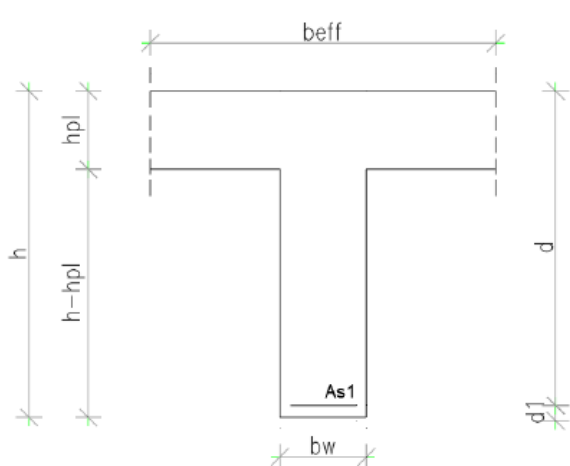
$$A_{s1,max} = 0,04 \cdot b \cdot h = 0,04 \cdot 20 \cdot 86 = 68,8 \text{ cm}^2$$

U tablici su prikazani ultimativni momenti nosivosti za odabranu uzdužnu armaturu, grede

20x86cm:

Šipke	Površina $A_{s1}$	Moment nosivosti betona $M_{Rd,c,lim}$	Moment nosivosti armature $M_{Rd,s,lim}$	Postotak armature
	[cm <sup>2</sup> /m']	[kNm]	[kNm]	%
3φ14	4,62	267,98	95,86	0,27
3φ16	6,03	267,98	125,12	0,35
4φ14	6,16	267,98	127,82	0,35
4φ16	8,04	267,98	166,83	0,46
4φ18	10,18	267,98	211,23	0,59
4φ20	12,57	267,98	260,82	0,72

## Proračun uzdužne armature u polju



$$b = 20 \text{ cm}$$

$$h = 86 \text{ cm}$$

$$L = 282,5 \text{ cm}$$

$$d_1 = 5 \text{ cm}$$

$$d = h - d_1 = 86 - 5 = 81 \text{ cm}$$

Širina tlačnog područja:

$$b_{\text{eff}} = b_w = 20 \text{ cm}$$

Slika 9.77. Poprečni presjek grede

$$M_{\text{Ed}} = 21,02 \text{ kNm}$$

$$\mu_{\text{sd}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{b_{\text{eff}} \cdot d^2 \cdot f_{\text{cd}}} = \frac{2102}{20 \cdot 81^2 \cdot 2,0} = 0,008 \approx 0,009$$

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

$$A_{\text{s1}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{\zeta \cdot d \cdot f_{\text{yd}}} = \frac{2102}{0,984 \cdot 81 \cdot 43,48} = 0,61 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura u polju: **3Ø14** ( $A_{\text{s1}} = 4,62 \text{ cm}^2$ )

## Proračun uzdužne armature na ležaju

$$M_{\text{Ed}} = 28,43 \text{ kNm}$$

$$\mu_{\text{sd}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{b_{\text{eff}} \cdot d^2 \cdot f_{\text{cd}}} = \frac{2843}{20 \cdot 81^2 \cdot 2,0} = 0,011 \approx 0,013$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{\text{s1}} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{\text{c2}} = 0,6 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,981 \quad \xi = 0,057$$

$$A_{\text{s1}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{\zeta \cdot d \cdot f_{\text{yd}}} = \frac{2843}{0,981 \cdot 81 \cdot 43,48} = 0,82 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura na ležaju: **2Ø14** ( $A_{\text{s1}} = 3,08 \text{ cm}^2$ )

## Dimenzioniranje na poprečnu silu

$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[ C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$ $V_{Rd,c,mjer} = \max(V_{Rd,c}, V_{Rd,c,min})$ $V_{wd} = \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{s_w}$		$V_{Rd,c,min} \geq [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$ $V_{Ed} \leq V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$				
<b>C 30/37 (MB-40)</b>  $f_{cd}=30/1.5=20.0$ MPa  $A_{sl} = 7.70$ cm <sup>2</sup> $V_{Ed,max}=86.18$ kN $N_{Ed}=0.0$ kN	<b>b<sub>w</sub></b>	20,00	cm	<b>C 30/37</b>		
	<b>h</b>	86,00	cm	<b>f<sub>ck</sub></b>	30,00	Mpa
	<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	5,00	cm	<b>f<sub>cd</sub></b>	2,00	kN/cm <sup>2</sup>
	<b>d</b>	81,00	cm	<b>f<sub>yd</sub>, f<sub>yw,d</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>
	<b>A<sub>sl</sub></b>	7,70	cm <sup>2</sup>	<b>τ<sub>Rd</sub></b>	0,34	kN/cm <sup>2</sup>
	<b>V<sub>Ed,max</sub></b>	86,18	kN	<b>Računska armatura</b>		
	<b>N<sub>sd</sub></b>	0,00	kN	<b>ρ<sub>min</sub></b>	0,0010	
	<b>k</b>	1,50		<b>m</b>	2	
	<b>ρ<sub>l</sub></b>	0,0048		<b>V<sub>Ed,max</sub>/V<sub>Rd2</sub></b>	0,10	
	<b>v<sub>min</sub></b>	0,35		<b>s<sub>w,max</sub></b>	30,0	cm
	<b>σ<sub>cp</sub></b>	0,00	kN/cm <sup>2</sup>	<b>A<sub>sw,min</sub></b>	0,300	cm <sup>2</sup>
	<b>V<sub>Rd,c</sub></b>	70,6	kN	<b>Odabrano:</b>	<b>Ø10 / 30</b>	
	<b>V<sub>Rd,c,min</sub></b>	56,9	kN	<b>A<sub>sw,od</sub></b>	0,79	cm <sup>2</sup>
	<b>V<sub>Rd,c,mjer</sub></b>	70,6	kN	<b>V<sub>wd</sub></b>	166,94	kN
	<b>v</b>	0,528				
<b>V<sub>Rd2</sub></b>	855,4	kN				

Postaviti spone **Ø10/30** (0,79 cm<sup>2</sup>)

### Kontrola pukotina

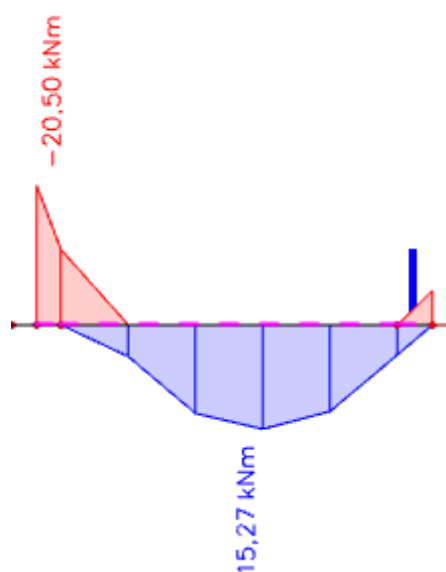
Mjerodavni momenti u gredi su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja:

$$1,0G + 1,0\Delta G + 1,0Q$$

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

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

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



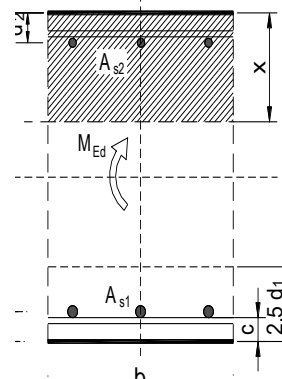
Slika 9.78. Dijagram maksimalnih momenata savijanja u polju i na ležaju  $M_y$

**Polje:**

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju:  $M_{Ed} = 15,27 \text{ kNm}$

Armatura grede u polju: **3Ø14** ( $A_{s1} = 4,62 \text{ cm}^2$ )

$b =$	20,0 cm	$d =$	81,0 cm	$h =$	86,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	4,62 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	5,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	15,3 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	43,25 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	13,76 cm	$r_{p,eff} =$	0,0185		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	-0,000133	$<$	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000130	
$\emptyset =$	14,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	230,79 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,030 mm	$<$	$w_g$		



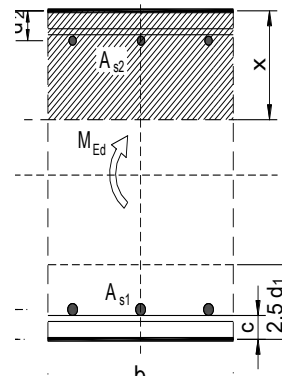
→ Odabrana armatura zadovoljava u pogledu širine pukotine.

**Ležaj:**

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju:  $M_{Ed} = 20,50 \text{ kNm}$

Armatura grede na ležaju: **2Ø14** ( $A_{s1} = 3,08 \text{ cm}^2$ )

$b =$	20,0 cm	$d =$	81,0 cm	$h =$	86,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,08 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	5,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	20,5 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	86,23 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	11,43 cm	$r_{p,eff} =$	0,0123		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	-0,000074	$<$	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000259	
$\emptyset =$	14,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	295,18 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,076 mm	$<$	$w_g$		

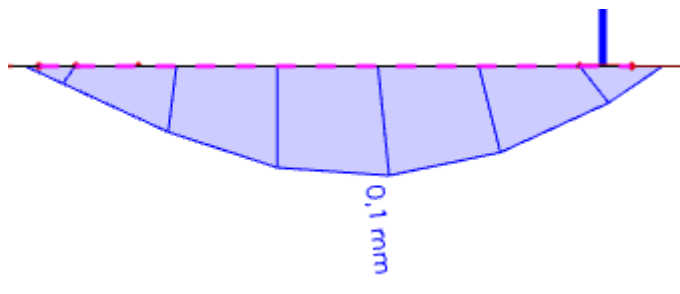


→ Odabrana armatura zadovoljava u pogledu širine pukotine.

### Kontrola progiba

Progibi grede su također dobiveni kroz numerički model. Također se koriste rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja: GSU:

$$1,0G + 1,0\Delta G + 1,0Q$$



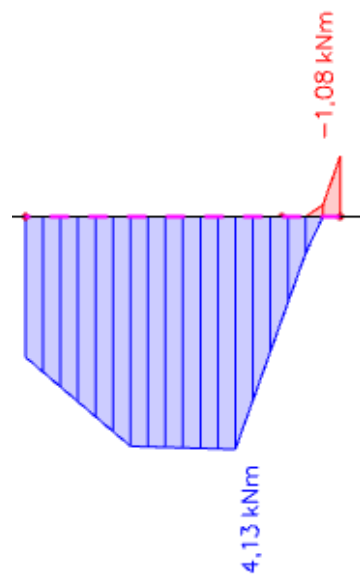
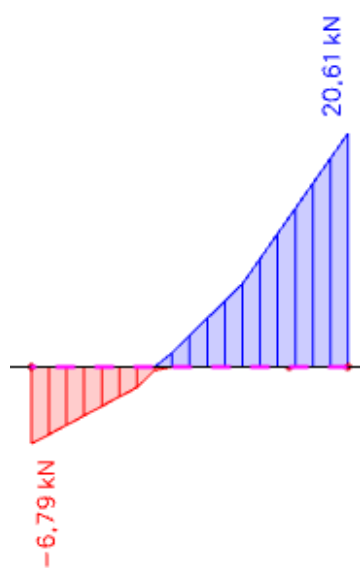
Slika 9.79. Dijagram progiba grede za GSU

Granična vrijednost progiba grede u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{282,5}{250} = 1,13 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib grede (očitano iz modela):  $f_k = 0,01 \text{ cm}$

Ukupni progib:  $f_d = 3,0 \cdot 0,01 = 0,03 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 1,13 \text{ cm}$

## 9.2.8. Greda (G501) 20x77 cm

Slika 9.80. Maksimalni momenti savijanja  $M_y$ Slika 9.81. Maksimalna poprečna sila  $V_z$

**Dimenzioniranje na moment savijanja**

Beton: C 30/37  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20,0 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = 2,0 \text{ kN/cm}^2$

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

$$\mu_{sds}^* = 0,159; \quad \zeta = 0,892$$

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

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

Minimalna površina armature:

$$A_{s1,min} \geq 0,26 \cdot \frac{f_{ct,m}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d \geq 0,0013 \cdot b_t \cdot d$$

$$A_{s1,min} = 0,26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 20 \cdot 72 = 2,17 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,min} = 0,0013 \cdot 20 \cdot 72 = 1,87 \text{ cm}^2$$

Maksimalna površina armature:

$$A_{s1,max} = 0,04 \cdot b \cdot h = 0,04 \cdot 20 \cdot 77 = 61,6 \text{ cm}^2$$

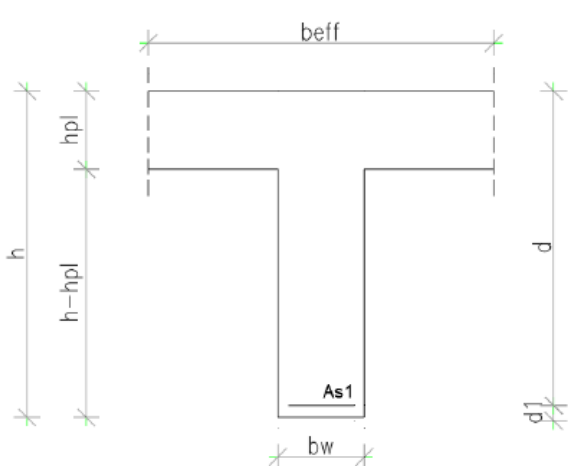
U tablici su prikazani ultimatívni momenti nosivosti za odabranu uzdužnu armaturu, grede

20x77cm:

Šipke	Površina $A_{s1}$	Moment nosivosti betona $M_{Rd,c,lim}$	Moment nosivosti armature $M_{Rd,s,lim}$	Postotak armature
	[cm <sup>2</sup> /m']	[kNm]	[kNm]	%
3φ14	4,62	267,98	95,86	0,27
3φ16	6,03	267,98	125,12	0,35
4φ14	6,16	267,98	127,82	0,35
4φ16	8,04	267,98	166,83	0,46
4φ18	10,18	267,98	211,23	0,59
4φ20	12,57	267,98	260,82	0,72



## Proračun uzdužne armature u polju



$$b = 20 \text{ cm}$$

$$h = 77 \text{ cm}$$

$$L = 135 \text{ cm}$$

$$d_1 = 5 \text{ cm}$$

$$d = h - d_1 = 77 - 5 = 72 \text{ cm}$$

Širina tlačnog područja:

$$b_{\text{eff}} = b_w = 20 \text{ cm}$$

Slika 9.82. Poprečni presjek grede

$$M_{\text{Ed}} = 4,13 \text{ kNm}$$

$$\mu_{\text{sd}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{b_{\text{eff}} \cdot d^2 \cdot f_{\text{cd}}} = \frac{413}{20 \cdot 72^2 \cdot 2,0} = 0,002$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{\text{s1}} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{\text{c2}} = 0,2 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,993 \quad \xi = 0,20$$

$$A_{\text{s1}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{\zeta \cdot d \cdot f_{\text{yd}}} = \frac{413}{0,993 \cdot 72 \cdot 43,48} = 0,13 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura u polju: **3Ø14** ( $A_{\text{s1}} = 4,62 \text{ cm}^2$ )

## Proračun uzdužne armature na ležaju

$$M_{\text{Ed}} = 1,08 \text{ kN}$$

$$\mu_{\text{sd}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{b_{\text{eff}} \cdot d^2 \cdot f_{\text{cd}}} = \frac{108}{20 \cdot 72^2 \cdot 2,0} = 0,000$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{\text{s1}} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{\text{c2}} = 0,1 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,997 \quad \xi = 0,010$$

$$A_{\text{s1}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{\zeta \cdot d \cdot f_{\text{yd}}} = \frac{108}{0,997 \cdot 72 \cdot 43,48} = 0,04 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura na ležaju: **2Ø14** ( $A_{\text{s1}} = 3,08 \text{ cm}^2$ )

## Dimenzioniranje na poprečnu silu

$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[ C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$ $V_{Rd,c,mjer} = \max(V_{Rd,c}, V_{Rd,c,min})$ $V_{wd} = \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{s_w}$		$V_{Rd,c,min} \geq [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$ $V_{Ed} \leq V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$				
<b>C 30/37 (MB-40)</b>  $f_{cd}=30/1.5=20.0$ MPa  $A_{sl} = 7.70$ cm <sup>2</sup> $V_{Ed,max}=20.61$ kN $N_{Ed}=0.0$ kN	<b>b<sub>w</sub></b>	20,00	cm	<b>C 30/37</b>		
	<b>h</b>	77,00	cm	<b>f<sub>ck</sub></b>	30,00	Mpa
	<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	5,00	cm	<b>f<sub>cd</sub></b>	2,00	kN/cm <sup>2</sup>
	<b>d</b>	72,00	cm	<b>f<sub>yd</sub>, f<sub>yw,d</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>
	<b>A<sub>sl</sub></b>	7,70	cm <sup>2</sup>	<b>τ<sub>Rd</sub></b>	0,34	kN/cm <sup>2</sup>
	<b>V<sub>Ed,max</sub></b>	20,61	kN	<b>Konstruktivna armatura</b>		
	<b>N<sub>sd</sub></b>	0,00	kN	<b>ρ<sub>min</sub></b>	0,0010	
	<b>k</b>	1,53		<b>m</b>	2	
	<b>ρ<sub>l</sub></b>	0,0053		<b>V<sub>Ed,max</sub>/V<sub>Rd2</sub></b>	0,03	
	<b>v<sub>min</sub></b>	0,36		<b>s<sub>w,max</sub></b>	30,0	cm
	<b>σ<sub>cp</sub></b>	0,00	kN/cm <sup>2</sup>	<b>A<sub>sw,min</sub></b>	0,300	cm <sup>2</sup>
	<b>V<sub>Rd,c</sub></b>	66,5	kN	<b>Odabrano:</b>	<b>Ø10 / 30</b>	
	<b>V<sub>Rd,c,min</sub></b>	52,1	kN	<b>A<sub>sw,od</sub></b>	0,79	cm <sup>2</sup>
	<b>V<sub>Rd,c,mjer</sub></b>	66,5	kN	<b>V<sub>wd</sub></b>	148,39	kN
	<b>v</b>	0,528				
<b>V<sub>Rd2</sub></b>	760,3	kN				

Postaviti spone **Ø10/30** (0,79 cm<sup>2</sup>)

### Kontrola pukotina

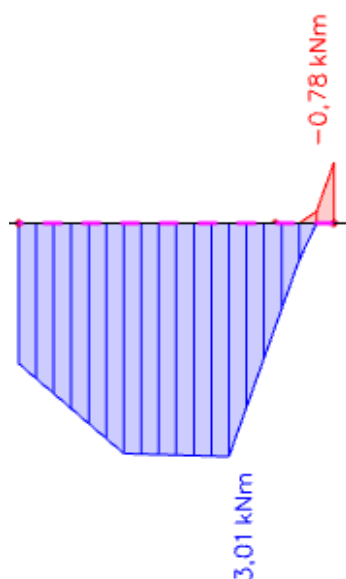
Mjerodavni momenti u gredi su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja:

$$1,0G + 1,0\Delta G + 1,0Q$$

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

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

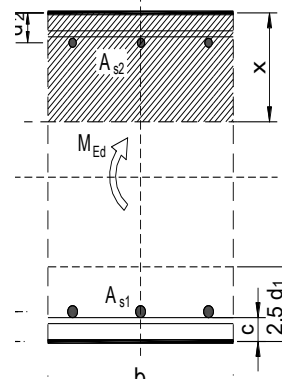
$$w_k = S_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_g$$



Slika 9.83. Dijagram maksimalnih momenata savijanja u polju i na ležaju My

**Polje:**Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju:  $M_{Ed} = 3,01 \text{ kNm}$ Armatura grede u polju: **3Ø14** ( $A_{s1} = 4,62 \text{ cm}^2$ )

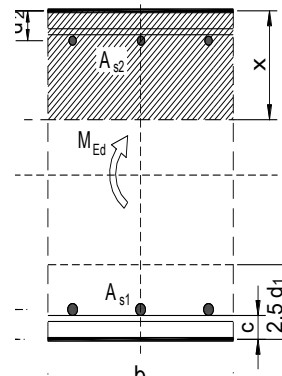
$b =$	20,0 cm	$d =$	72,0 cm	$h =$	77,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	4,62 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	5,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	3,0 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	9,62 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	12,90 cm	$r_{p,eff} =$	0,0185		
$(e_{sm}-e_{cm}) =$	-0,000301	$<$	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000029	
$\emptyset =$	14,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	230,79 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm}) =$	0,007 mm	$<$	$w_g$		



→ Odabrana armatura zadovoljava u pogledu širine pukotine.

**Ležaj:**Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju:  $M_{Ed} = 0,78 \text{ kNm}$ Armatura grede na ležaju: **2Ø14** ( $A_{s1} = 3,08 \text{ cm}^2$ )

$b =$	20,0 cm	$d =$	72,0 cm	$h =$	77,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,08 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	5,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	0,8 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	3,70 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	10,73 cm	$r_{p,eff} =$	0,0123		
$(e_{sm}-e_{cm}) =$	-0,000487	$<$	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000011	
$\emptyset =$	14,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	295,18 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm}) =$	0,003 mm	$<$	$w_g$		



→ Odabrana armatura zadovoljava u pogledu širine pukotine.

### Kontrola progiba

Progibi grede su također dobiveni kroz numerički model. Također se koriste rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja: GSU:

$$1,0G + 1,0\Delta G + 1,0Q$$



Slika 9.84. Dijagram progiba grede za GSU

Granična vrijednost progiba grede u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{135}{250} = 0,54 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib grede (očitano iz modela):  $f_k = 0,03 \text{ cm}$

Ukupni progib:  $f_d = 3,0 \cdot 0,03 = 0,09 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 0,54 \text{ cm}$

## **10. DIMENZIONIRANJE VERTIKALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE**

### **10.1. Proračun stupova**

Proračun stupova napravljen je na temelju prostornog modela predmetne građevine.

Stupovi natkrivenih terasa predviđeni su kao klasično armirano betonski elementi.

Stupovi se izvode kao monolitni elementi lijevani u četverostranoj oplati na licu mjesta. Za sve stupove predviđen je beton C 30/37 te armatura B500B. Zaštitni slojevi betona do armature iznose min 3,5 cm.

Proračun i dimenzioniranje stupova predmetne građevine napravljen je na temelju uobičajenih i izvanrednih kombinacija. Uobičajene kombinacije predstavljaju kombinaciju stalnog i korisnog opterećenja. Izvanredne kombinacije čine stalno i korisno opterećenje zajedno sa djelovanjem potresa.

### 10.1.1. Proračun stupova na savijanje i uzdužnu silu

Utjecaj vitkosti stupova obuhvaćen je inženjerskom metodom povećanja momenta.

Rezultati reznih sila za svaki pojedini tip stupa, proračunati računalnim programom Scia Engineer 22.0, prikazani su u nastavku. Dijagram nosivosti betonskog presjeka s odabranom armaturom dobiven je pomoću računalnog programa Aspalathos Section Design.

Povećanje momenta zbog vitkosti stupa provedeno je približnim postupkom prema EC-2:

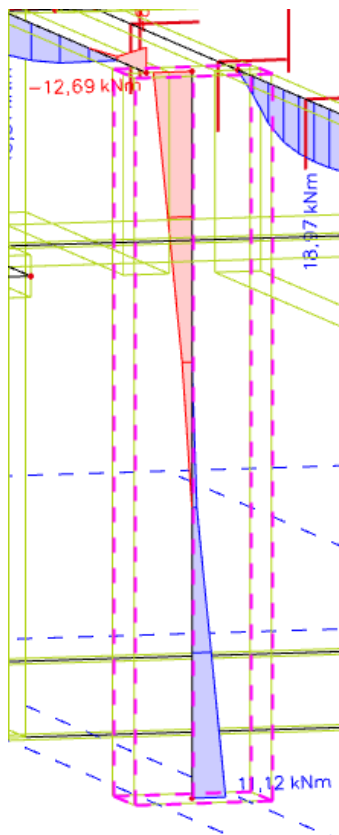
$$M_{Ed, rac} = \psi \cdot M_{sd} \quad ; \quad \psi = \frac{C_m}{1 - \frac{\gamma \cdot N}{N_e}} \quad ; \quad C_m = 1.0 \quad ; \quad \gamma = 1.5$$

$$N_e = \pi^2 \frac{E_\phi \cdot I}{\ell_i^2} \quad ; \quad E_\phi = \frac{E}{\phi}$$

Mjerodavne rezne sile su očitane i dimenzioniranje je izvršeno za najkritičniji presjek.

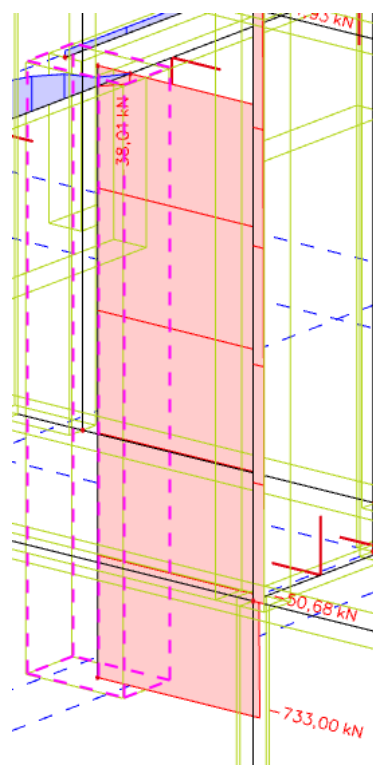
## 10.2. Proračun stupa 35x60 cm

### Osnovna kombinacija

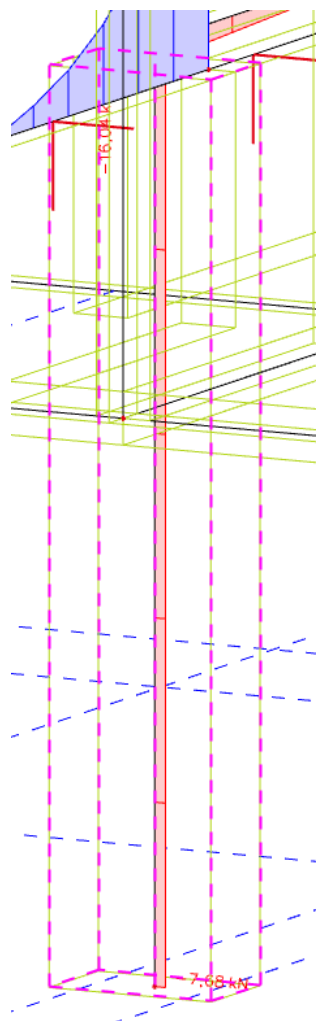


Slika 10.1. Maksimalni moment savijanja za kombinaciju GSN-1



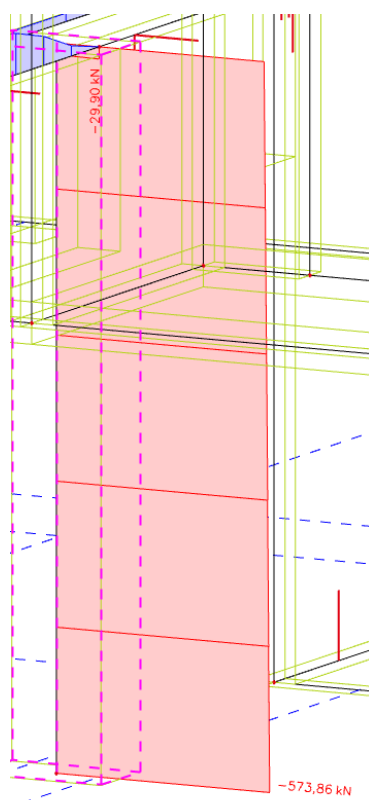


Slika 10.2. Pripadna uzdužna sila za kombinaciju GSN-1

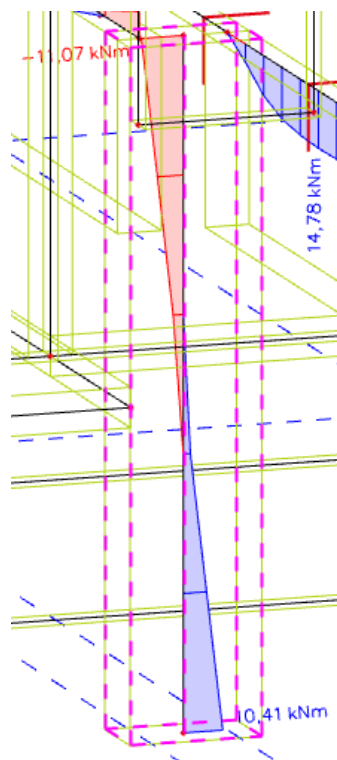


Slika 10.3. Maksimalna poprečna sila za kombinaciju GSN-1

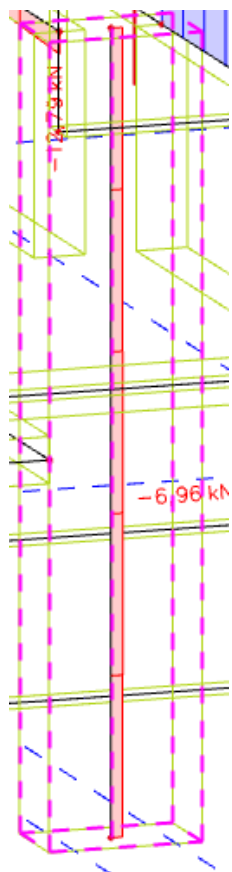
## Seizmička kombinacija



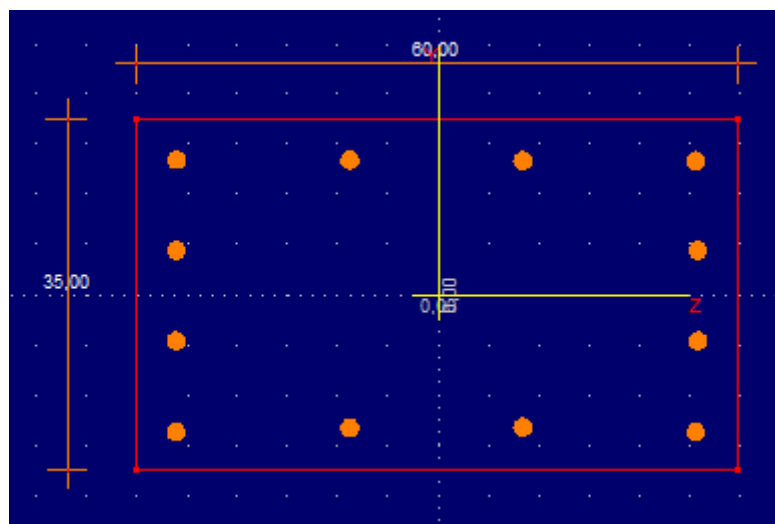
Slika 10.4. Maksimalna uzdužna sila za seizmičku kombinaciju KSx



Slika 10.5. Maksimalni moment savijanja za seizmičku kombinaciju KSx



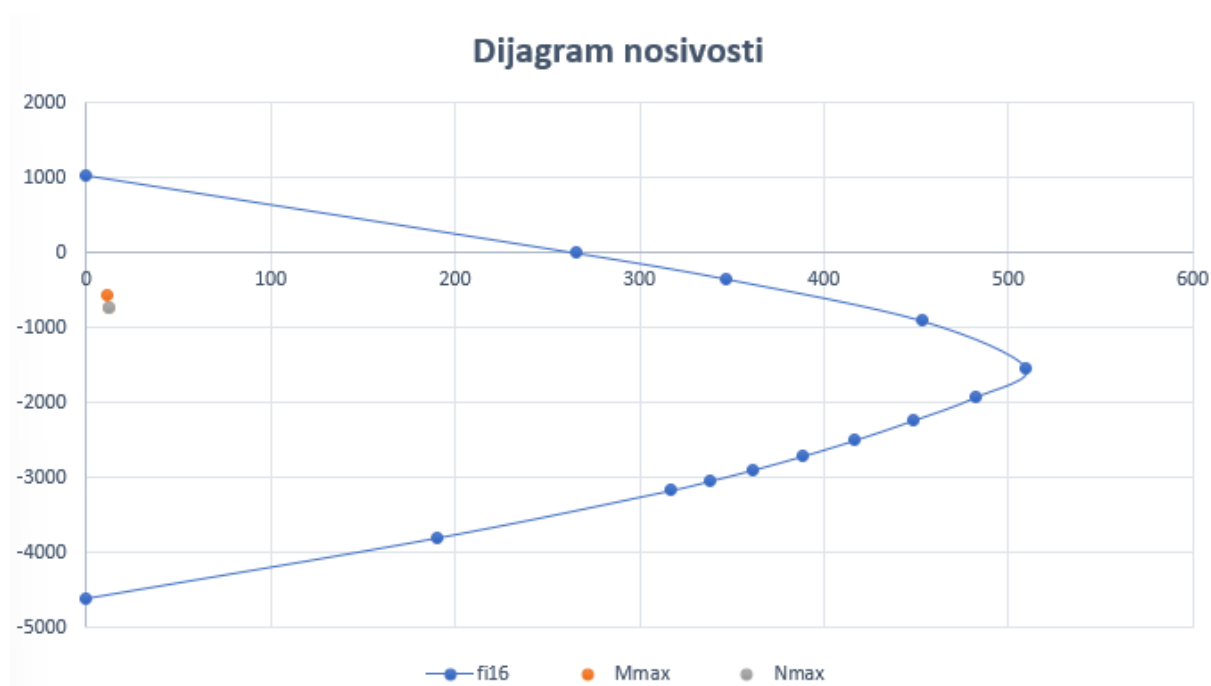
Slika 10.6. Maksimalna poprečna sila za seizmičku kombinaciju KSx



Slika 10.7. Poprečni presjek stupa s armaturom (Aspalathos Section Design)

Tablica 10.1. Rezne sile u stupovima

KOMBINACIJA	MJERODAVNE REZNE SILE			
	MMAX	NPRIP	NMAX	MPRIP
	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)
OSNOVNA	12,69	-733,00	-733,00	12,69
SEIZMIČKA	11,07	-573,86	-573,86	11,07



Slika 10.8. Dijagram nosivosti za stupove

$$A_{s1,min} = 0,1\% \cdot a \cdot b = 0,001 \cdot 35 \cdot 60 = 2,1 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2,0\% \cdot a \cdot b = 0,02 \cdot 35 \cdot 60 = 42 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: 12Φ16 ( $A_{s1} = 24,13 \text{ cm}^2$ )

<p>C 30/37</p> <p><math>f_{cd}=30/1.5=20,0</math> MPa</p> <p>Računska poprečna sila:</p> <p><math>V_{Ed,max}= 7,68</math> kN</p> <p>Računska uzdužna sila:</p> <p><math>N_{Ed}= 733,00</math> kN</p>	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[ C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$ $V_{Rd,c,min} \geq [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$ $V_{Rd,c,mjer} = \max(V_{Rd,c}, V_{Rd,c,min})$ $V_{Ed} \leq V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$ $V_{wd} = \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{s_w}$ <hr/> $k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2 \text{ [mm]}$ $k_1 = 0.15$ $\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0.0 \leq 0,2 \cdot f_{cd}$ $\rho_l = \frac{\sum A_s}{A_c}$ $C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0.18}{1.5} = 0.12$ $v_{min} = 0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}}$ $V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$ $v = 0.6 \cdot \left[ 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right]$ $A_{sw,min} = \frac{\rho_{min} \cdot s_w \cdot b_w}{m}$ $V_{Rd} = V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot ctg \theta$ $V_{Ed} > V_{Rd}$ <p>Na mjestu maksimalne poprečne sile:</p>
--	--

$$s_w \leq \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{V_{Ed}}$$

<b>b<sub>w</sub></b>	60,00	cm	<b>C 30/37</b>		
<b>h</b>	35,00	cm	<b>f<sub>ck</sub></b>	30,00	Mpa
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	3,50	cm	<b>f<sub>cd</sub></b>	2,00	kN/cm <sup>2</sup>
<b>d</b>	31,50	cm	<b>f<sub>yd</sub>, f<sub>yw,d</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>
<b>A<sub>sl</sub></b>	18,47	cm <sup>2</sup>	<b>τ<sub>Rd</sub></b>	0,34	kN/cm <sup>2</sup>
<b>V<sub>Ed,max</sub></b>	7,68	kN	<b>Konstruktivna armatura</b>		
<b>N<sub>sd</sub></b>	733,00	kN	<b>ρ<sub>min</sub></b>	0,0010	
<b>k</b>	1,80		<b>m</b>	2	
<b>ρ<sub>l</sub></b>	0,0098		<b>V<sub>Ed,max</sub>/V<sub>Rd2</sub></b>	0,01	
<b>v<sub>min</sub></b>	0,46		<b>s<sub>w,max</sub></b>	23,6	cm
<b>σ<sub>cp</sub></b>	0,35	kN/cm <sup>2</sup>	<b>A<sub>sw,min</sub></b>	0,709	cm <sup>2</sup>
<b>V<sub>Rd,c</sub></b>	135,6	kN	<b>Odabrano:</b>	<b>Ø10 / 15</b>	
<b>V<sub>Rd,c,min</sub></b>	97,2	kN	<b>A<sub>sw,od</sub></b>	0,79	cm <sup>2</sup>
<b>V<sub>Rd,c,mjer</sub></b>	135,6	kN	<b>V<sub>wd</sub></b>	129,08	kN
<b>v</b>	0,528				
<b>V<sub>Rd2</sub></b>	997,9	kN			

Po sredini stupa povećati razmak na **Ø10/20** cm

### 10.3. Proračun zidova

Zidovi su predviđeni kao klasično armirano-betonski elementi. Debljina zidova je 20 cm. Zidovi se izvedu kao monolitni elementi lijevani u dvostranoj oplati na licu mjesta. Za sve zidove predviđen je beton C 30/37 te armatura B 500B. Zaštitni slojevi betona do armature iznose min 3 cm.

Rezne sile na zidovima očitane su iz numeričkog modela u računalnom programu Scia Engineer 22.0. U nastavku su prikazane vrijednosti za uzdužnu silu ( $N_{Ed}$ ), poprečnu silu ( $V_{Ed}$ ) i moment savijanja ( $M_{Ed}$ ). Unutarnje sile u zidovima prikazane su kao na 1D elementu i dobivene integriranjem naprezanja duž cijele duljine odabranog zida korištenjem opcije Integration strip u računalnom programu.

Dimenzionirani su karakteristični zidovi zgrade u x i y smjeru i karakteristični zid garaže (suterena). Armatura je izabrana što uniformnija zbog jednostavnosti izvedbe. U skicama armature zidova prikazani su detalji armiranja svakog zida i svih karakterističnih spojeva.



### 10.3.1. Proračun zidova na savijanje i uzdužnu silu

$$A_s = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{cd}} - \frac{N_{Ed}}{f_{cd}}$$

$$\zeta \approx 0,892$$

$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{sds}^* d^2 f_{cd} d^2 f_{cd,Rd,c,lim}$$

### 10.3.2. Proračun zidova na djelovanje poprečne sile

Svi zidovi koji se uzimaju u obzir za prijenos horizontalnog opterećenja mogu se smatrati vitkim zidovima.

Kritično područje:

$$h_{cr} \leq 2h_s$$

Za svaki zid vrijedi:

$$V'_{Ed} = \varepsilon \cdot V_{Ed,i}$$

$V'_{Ed}$  - korigirana poprečna sila

$V_{Ed,i}$  - računaska poprečna sila (iz proračuna)

$\varepsilon$  - korekcijski koeficijent  $\varepsilon \leq q$ , radi jednostavnosti usvaja se  $\varepsilon = q = 2,4$

Minimalna armatura u zidovima:

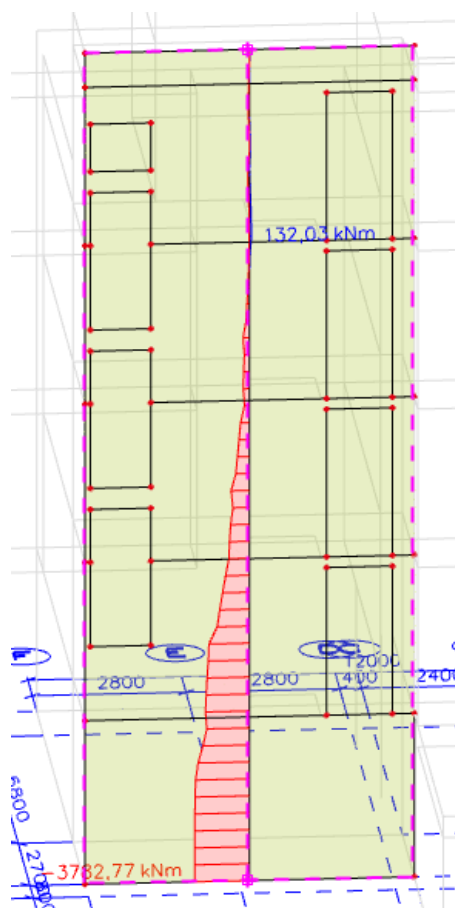
$$A_{s,min} = 0,2\% \cdot 20,0 \cdot 100 = 4,00 \text{ cm}^2/m$$

tj. zidove za koje ne treba računaska armatura armirati s Q-283 obostrano.

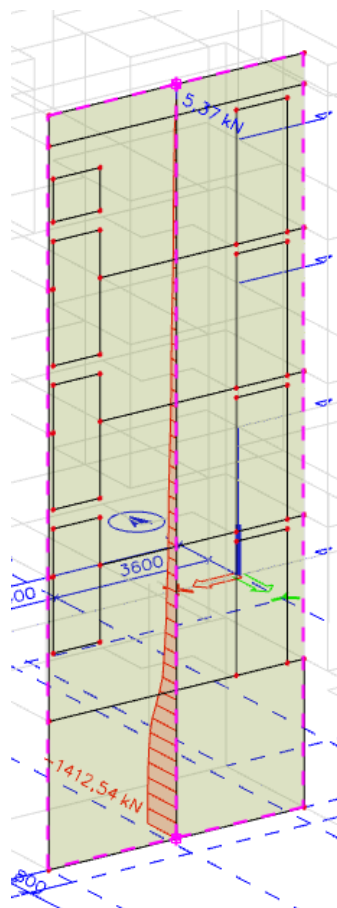
$$A_s = 2 \cdot 2,83 = 5,66 \text{ cm}^2/m$$

### 10.3.3. Zid u smjeru X

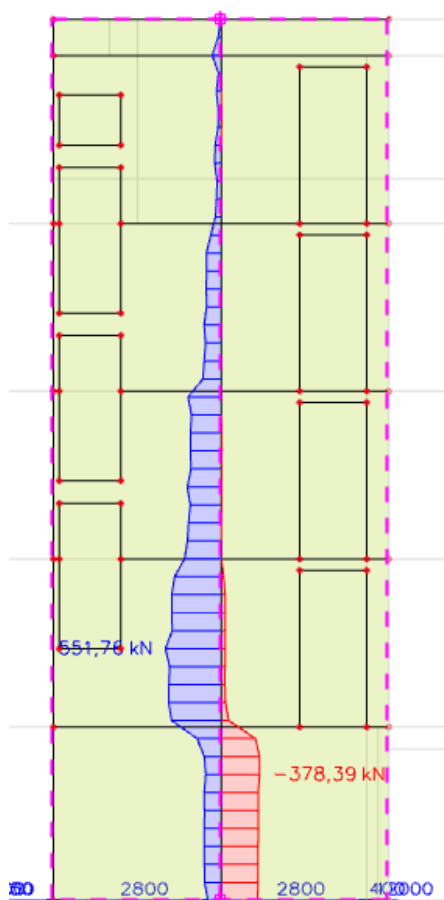
U nastavku su prikazane vrijednosti za uzdužnu silu ( $N_{Ed}$ ), poprečnu silu ( $V_{Ed}$ ) i moment savijanja ( $M_{Ed}$ ). Unutarnje sile u zidovima prikazane su kao na 1D elementu i dobivene integriranjem naprezanja duž cijele duljine odabranog zida korištenjem opcije Integration strip u računalnom programu.



Slika 10.1. Maksimalni moment za seizmičku kombinaciju KSx



Slika 10.2. Maksimalna uzdužna sila za seizmičku kombinaciju KSx



Slika 10.3. Maksimalna poprečna sila za seizmičku kombinaciju KSx

Geometrijske karakteristike zida:

$h_s = 296$  cm (visina etaže)

$b_w = 20,0$  cm (debljina zida)

$l_w = 600$  cm (duljina zida)

$h_w = 296$  cm (visina zida)

$q = 2,4$  (faktor ponašanja)

Vitkost zidova:

$$H_w/L_w = 0,49 < 2 \text{ zid nije vitak}$$

Visina kritične zone:

$$h_{cr} = \max [l_w; h_w/6]$$

$$h_{cr} = 600 \text{ cm}$$

**Dokaz nosivosti na uzdužnu silu i moment savijanja:**

$$M_{Ed} = 3782,77 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = -1412,54 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 651,76 \text{ kN}$$

Širina rubnog serklaža:

$$b_{w0} = \min \{0,15l_w; 1,50b_w\} = \min \{90; 30,0\} = 30,0 \text{ cm}$$

Računski moment savijanja:

$$M_{Ed} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right) = 3782,77 + 1412,54 \cdot \left(5,94 - \frac{2,96}{2}\right) = 10082,70 \text{ kNm}$$

Moment nosivosti jednostruko armiranog presjeka:

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

$$M_{Rd,lim} = 0,159 \cdot 0,20 \cdot 5,94^2 \cdot 20000 = 22440,37 \text{ kNm/m} > M_{Ed}$$

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{10082,70 \cdot 100}{20 \cdot 594^2 \cdot 2,0} = 0,071$$

$$\varepsilon_{s1} = 10\text{‰}; \quad \varepsilon_{c2} = 1.7\text{‰}; \quad \xi = 0,145; \quad \zeta = 0,947$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} - \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{10082,70 \cdot 100}{0,947 \cdot 594 \cdot 43,48} - \frac{1412,54}{43,48} = 8,74 \text{ cm}^2$$

Potrebna minimalna površina uzdužne vlačne armature u rubovima zida:

$$A_{s1,min} = 0,15\% \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 20 \cdot 594 = 17,82 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **8Ø20** ( $A_s = 25,13 \text{ cm}^2$ )

**Dokaz nosivosti na poprečnu silu:**

$$V_{Ed,y} = V_{Ed,y'} \cdot \varepsilon$$

$V_{Ed,y}$  – računska poprečna sila

$V_{Ed,y'}$  – korigirana poprečna sila

$\varepsilon$  – korekcijski koeficijent

$$\varepsilon = q \cdot \sqrt{\frac{\gamma_{Rd}}{q} \cdot \frac{M_{Rd}}{M_{Ed}} + 0,1 \cdot \left( \frac{s_e(T_c)}{s_e(T_1)} \right)^2} \leq q$$

Kako gornji izraz mora biti manji od  $q$  zbog jednostavnosti uzimamo  $\varepsilon = q = 2,4$

$$V_{Ed} = 2,4 \cdot 651,76 = 1564,23 \text{ kN}$$

C 30/37  $f_{ck}=30 \text{ MPa}$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,5} = 20 \text{ MPa}$$

**Lom tlačne dijagonale u zidu:**

$$V_{Ed} \leq V_{Rd2}$$

U kritičnoj zoni:

$$V_{Rd2} = 0,4 \cdot (0,7 - f_{ck}/200) \cdot f_{cd} \cdot b \cdot 0,9 \cdot d$$

$$V_{Rd2} = 0,4 \cdot (0,7 - 3/200) \cdot 2,0 \cdot 20,0 \cdot 0,9 \cdot 594 = 5859,22 \text{ kN}$$

Izvan kritične zone:

$$V_{Rd2} = 0,5 (0,7 - f_{ck}/200) \cdot f_{cd} \cdot b \cdot 0,9 \cdot d$$

$$V_{Rd2} = 0,5 \cdot (0,7 - 3/200) \cdot 2,0 \cdot 20,0 \cdot 0,9 \cdot 594 = 7324,02 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 1564,23 \text{ kN} \leq V_{Rd2} (5859,22; 7324,02) \text{ kN}$$

Zid zadovoljava na slom tlačne dijagonale.

**Lom vlačne dijagonale u zidu:**

$$V_{Ed} \leq V_{Rd3}$$

Ovisno o koeficijentu smicanja.

Postupak ovisi o koeficijentu  $\alpha_s$ :

$$\alpha_s = M_{Ed} / (V_{Ed} \cdot L_w) = 3782,77 / (1564,23 \cdot 6,00) = 0,40$$

Primjenjuje se slijedeći postupak:

Ako je  $\alpha_s \leq 1,3$  koristi se izraz (i za vertikalnu i horizontalnu armaturu):

$$V_{Ed} \leq V_{Rd3} = \left[ \rho_h \cdot f_{yw,d} (\alpha_s - 0,3) + \rho_v \cdot f_{yw,d} \cdot (1,3 - \alpha_s) \right] \cdot b_{w0} \cdot z + V_{cd}$$

Nosivost betona i odabrane uzdužne armature:

Ako je  $N_{Ed}$  vlačna:

$V_{cd} = 0$  u kritičnom području

$V_{cd}$  – prema izrazu za poprečnu silu van kritičnog područja

Ako je  $N_{Ed}$  tlačna:

$V_{cd} = \tau_{Rd} \cdot (1,2 + 40\rho_v) \cdot b_{w0} \cdot z$  u kritičnom području

$V_{cd}$  – prema izrazu za poprečnu silu van kritičnog područja

Minimalna armatura:

$$A_{s,min} = 0,0015 \cdot d \cdot 100$$

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

Odabrano: **Q-283 obostrano (Ø10/15 cm – vilice)**



Koeficijent armiranja vertikalnom i horizontalnom armaturom:

$$\rho_v = \rho_h = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{5,66}{20 \cdot 100} = 0,00283$$

$$V_{wd} = \rho_v \cdot f_{yw,d} \cdot b \cdot 0,9 \cdot d$$

$$V_{wd} = 0,00283 \cdot 43,48 \cdot 20 \cdot 0,9 \cdot 594 = 1315,64 \text{ kN}$$

Nosivost betona i odabrane uzdužne armature:

$$V_{cd} = \tau_{rd} \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_v) \cdot b \cdot 0,9 \cdot d$$

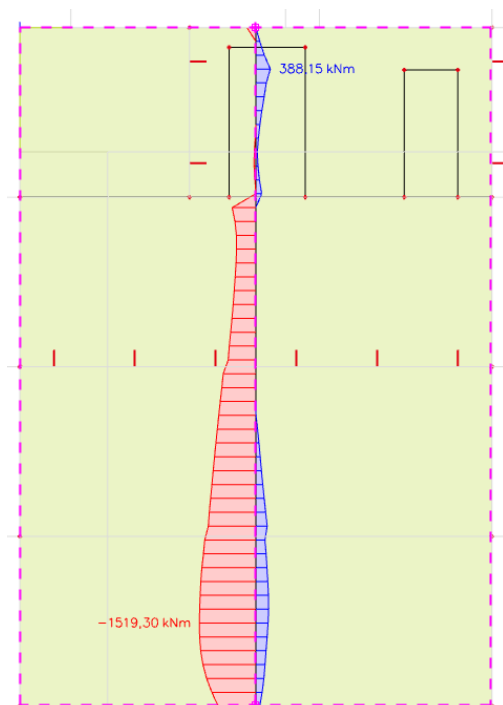
$$V_{cd} = 0,034 \cdot (1,2 + 40 \cdot 0,00283) \cdot 20 \cdot 0,9 \cdot 594 = 477,39 \text{ kN}$$

Ukupna nosivost vlačnih dijagonala hrpta:

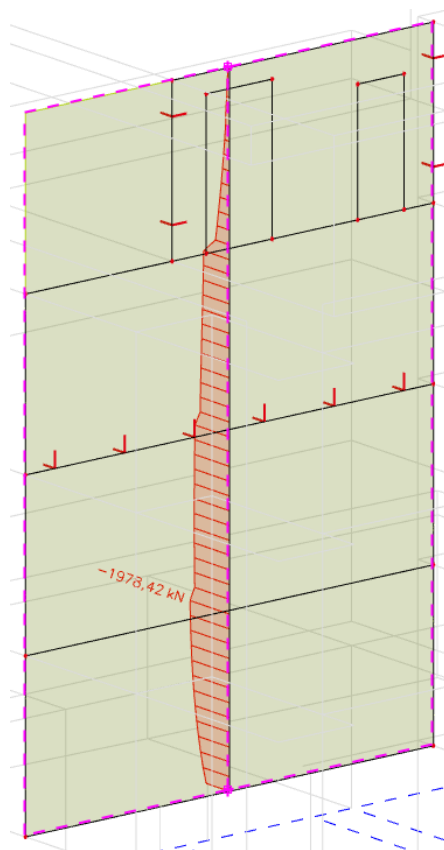
$$V_{Rd3} = V_{cd} + V_{wd} = 477,39 + 1315,64 = 1793,03 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 651,76 \text{ kN} < V_{Rd3} = 1793,03 \text{ kN}$$

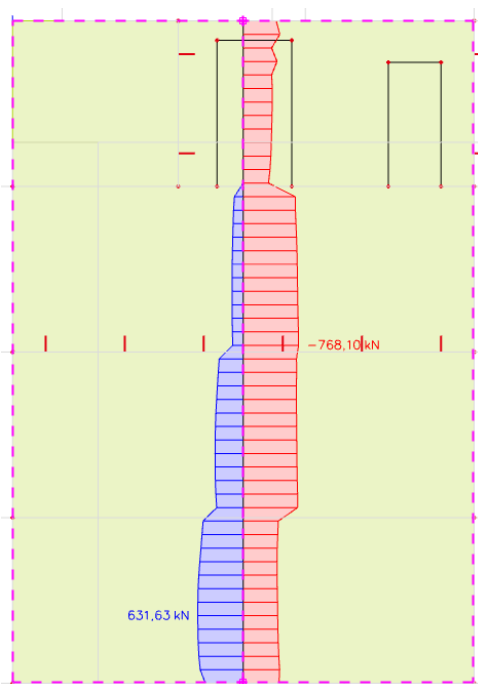
Zid zadovoljava na slom vlačne dijagonale.

**10.3.4. Zid u smjeru Y**

Slika 10.4. Maksimalni moment za seizmičku kombinaciju KSy



Slika 10.5. Maksimalna uzdužna sila za seizmičku kombinaciju KSy



Slika 10.6. Maksimalna poprečna sila za seizmičku kombinaciju KSy

### Proračun seizmičkog zida

Geometrijske karakteristike zida:

$h_s = 296$  cm (visina etaže)

$b_w = 20,0$  cm (debljina zida)

$l_w = 545$  cm (duljina zida)

$h_w = 296$  cm (visina zida)

$n = 4$  (broj etaža)

$q = 2,4$  (faktor ponašanja)

Vitkost zidova:

$$H_w/L_w = 0,54 < 2 \text{ zid nije vitak}$$

Visina kritične zone:

$$h_{cr} = \max [l_w ; h_w/6]$$

$$h_{cr} = 545 \text{ cm}$$

**Dokaz nosivosti na uzdužnu silu i moment savijanja:**

$$M_{Ed} = 1519,30 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = -1978,42 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = -768,10 \text{ kN}$$

Širina rubnog serklaža:

$$b_{w0} = \min \{0,15l_w; 1,50b_w\} = \min \{81,75 ; 30,0\} = 30,0 \text{ cm}$$

Računski moment savijanja:

$$M_{Ed} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right) = 1519,30 + 1978,42 \cdot \left(5,39 - \frac{2,96}{2}\right) = 9254,92 \text{ kNm}$$

Moment nosivosti jednostruko armiranog presjeka:

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

$$M_{Rd,lim} = 0,159 \cdot 0,20 \cdot 5,39^2 \cdot 20000 = 18477,14 \text{ kNm/m} > M_{Ed}$$

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{9254,92 \cdot 100}{20 \cdot 539^2 \cdot 2,0} = 0,080$$

$$\mu_{sd} = 0,083 \quad \varepsilon_{s1} = 10\text{‰}; \quad \varepsilon_{c2} = 1,9\text{‰}; \quad \xi = 0,160; \quad \zeta = 0,941$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} - \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{9254,92 \cdot 100}{0,941 \cdot 539 \cdot 43,48} - \frac{1978,42}{43,48} = -3,54 \text{ cm}^2$$

Potrebna minimalna površina uzdužne vlačne armature u rubovima zida:

$$A_{s1,min} = 0,15\% \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 20 \cdot 539 = 16,17 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **8Ø20** ( $A_s = 25,13 \text{ cm}^2$ )

**Dokaz nosivosti na poprečnu silu :**

$$V_{Ed,y} = V_{Ed,y'} \cdot \varepsilon$$

$V_{Ed,y}$  – računski poprečna sila

$V_{Ed,y'}$  – korigirana poprečna sila

$\varepsilon$  – korekcijski koeficijent

$$\varepsilon = q \cdot \sqrt{\frac{\gamma_{Rd}}{q} \cdot \frac{M_{Rd}}{M_{Ed}} + 0,1 \cdot \left( \frac{s_e(T_c)}{s_e(T_1)} \right)^2} \leq q$$

Kako gornji izraz mora biti manji od  $q$  zbog jednostavnosti uzimamo  $\varepsilon = q = 2,4$

$$V_{Ed} = 2,4 \cdot 768,10 = 1843,44 \text{ kN}$$

C 30/37  $f_{ck}=30 \text{ MPa}$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,5} = 20 \text{ MPa}$$

**Lom tlačne dijagonale u zidu:**

$$V_{Ed} \leq V_{Rd2}$$

U kritičnoj zoni:

$$V_{Rd2} = 0,4 \cdot (0,7 - f_{ck}/200) \cdot f_{cd} \cdot b \cdot 0,9 \cdot d$$

$$V_{Rd2} = 0,4 \cdot (0,7 - 3/200) \cdot 2,0 \cdot 20,0 \cdot 0,9 \cdot 539 = 5316,70 \text{ kN}$$

Izvan kritične zone:

$$V_{Rd2} = 0,5 (0,7 - f_{ck}/200) \cdot f_{cd} \cdot b \cdot 0,9 \cdot d$$

$$V_{Rd2} = 0,5 \cdot (0,7 - 3/200) \cdot 2,0 \cdot 20,0 \cdot 0,9 \cdot 539 = 6645,87 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 1843,44 \text{ kN} \leq V_{Rd2} (5316,70; 6645,87) \text{ kN}$$

Zid zadovoljava na slom tlačne dijagonale.

**Lom vlačne dijagonale u zidu:**

$$V_{Ed} \leq V_{Rd3}$$

Ovisno o koeficijentu smicanja.

Postupak ovisi o koeficijentu  $\alpha_s$ :

$$\alpha_s = M_{Ed} / (V_{Ed} \cdot L_w) = 1519,30 / (1843,44 \cdot 5,39) = 0,15$$

Primjenjuje se slijedeći postupak:

Ako je  $\alpha_s \leq 1,3$  koristi se izraz (i za vertikalnu i horizontalnu armaturu):

$$V_{Ed} \leq V_{Rd3} = \left[ \rho_h \cdot f_{yw,d} (\alpha_s - 0,3) + \rho_v \cdot f_{yw,d} \cdot (1,3 - \alpha_s) \right] \cdot b_{w0} \cdot z + V_{cd}$$

Nosivost betona i odabrane uzdužne armature:

Ako je  $N_{Ed}$  vlačna:

$V_{cd} = 0$  u kritičnom području

$V_{cd}$  – prema izrazu za poprečnu silu van kritičnog područja

Ako je  $N_{Ed}$  tlačna:

$V_{cd} = \tau_{Rd} \cdot (1,2 + 40\rho_v) \cdot b_{w0} \cdot z$  u kritičnom području

$V_{cd}$  – prema izrazu za poprečnu silu van kritičnog područja

Minimalna armatura:

$$A_{s,min} = 0,0015 \cdot d \cdot 100$$

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

Odabrano: **Q-283 obostrano (Ø10/15 cm – vilice)**

Koeficijent armiranja vertikalnom i horizontalnom armaturom:

$$\rho_v = \rho_h = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{5,66}{20 \cdot 100} = 0,00283$$

$$V_{wd} = \rho_v \cdot f_{yw,d} \cdot b \cdot 0,9 \cdot d$$

$$V_{wd} = 0,00283 \cdot 43,48 \cdot 20 \cdot 0,9 \cdot 539 = 1193,82 \text{ kN}$$

Nosivost betona i odabrane uzdužne armature:

$$V_{cd} = \tau_{rd} \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_v) \cdot b \cdot 0,9 \cdot d$$

$$V_{cd} = 0,034 \cdot (1,2 + 40 \cdot 0,00283) \cdot 20 \cdot 0,9 \cdot 539 = 433,18 \text{ kN}$$

Ukupna nosivost vlačnih dijagonala hrpta:

$$V_{Rd3} = V_{cd} + V_{wd} = 433,18 + 1193,82 = 1627,00 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 768,10 \text{ kN} < V_{Rd3} = 1627,00 \text{ kN}$$

Zid zadovoljava na slom vlačne dijagonale.



### 10.3.5. Karakteristični zid garaže (suterena)

Obodni zidovi u podrumu dominantno su opterećeni aktivnim tlakom tla.

Opterećen je aktivnim tlakom tla ( $p_a$ ), te dodatnim tlakom ( $p_0$ ).

Koeficijent tlaka mirovanja :  $K_0 = 0,4$

Horizontalni bočni tlak:  $\sigma_h = e_0 = \sigma_v \cdot K_0$

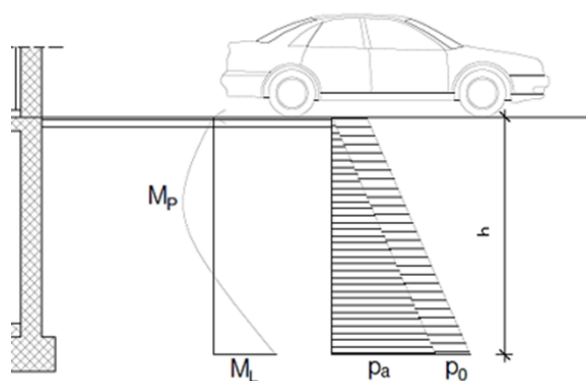
Dodatni tlak :  $p_0 = 2,0 \text{ kN/m}^2$

Visina zida:  $h = 2,77 \text{ m}$

Specifična težina tla :  $\gamma_{zem} = 19,0 \text{ kN/m}^3$

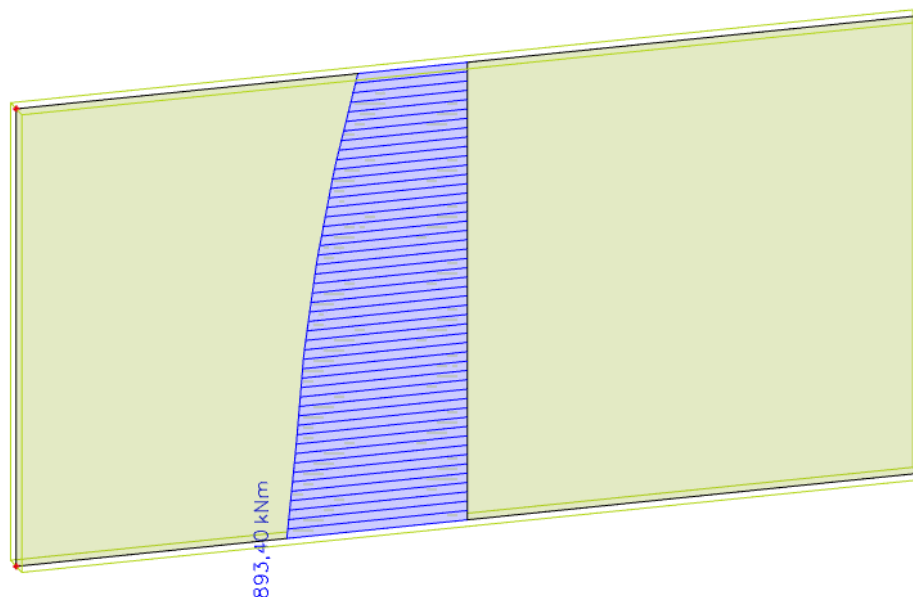
$p_a = \gamma_{zem} \cdot h \cdot K_0 = 19,0 \cdot 2,77 \cdot 0,4 = 21,05 \text{ kN/m}^2$

$p_a + p_0 = 21,05 + 2,0 = 23,05 \text{ kN/m}^2$

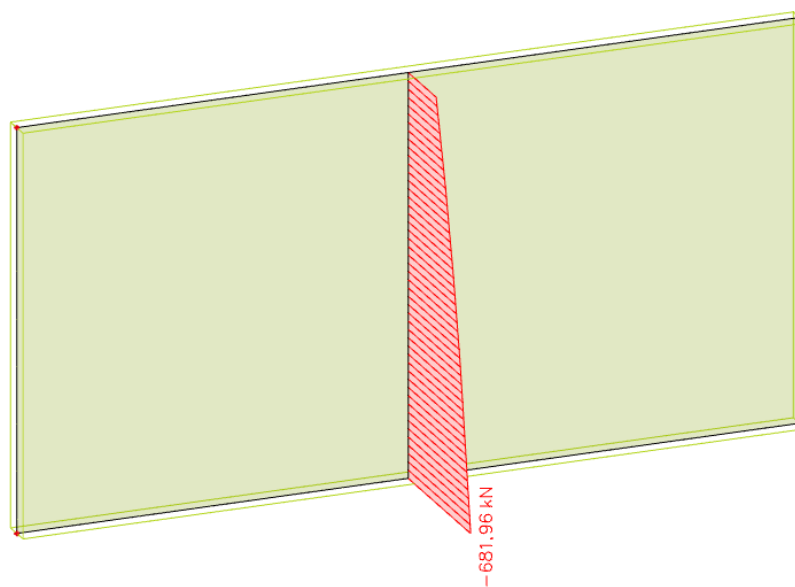


Slika 10.7. Skica opterećenja obodnog zida podruma

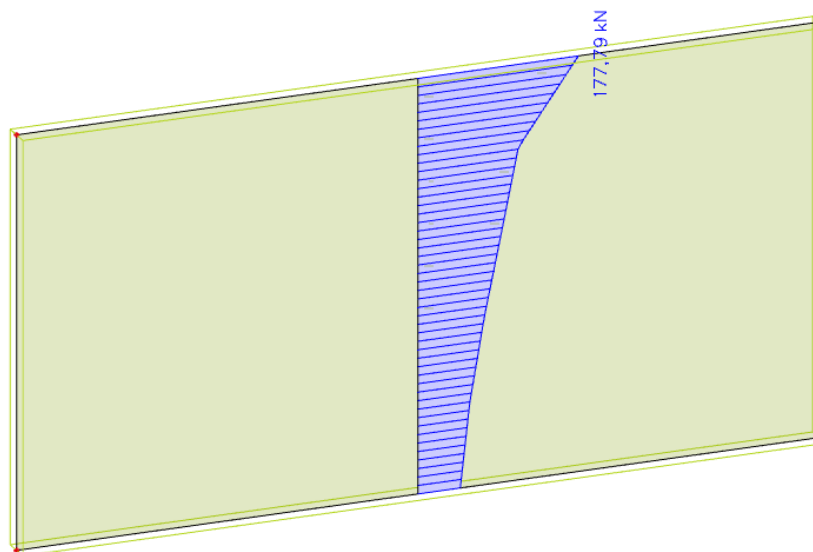
Rezultati reznih sila proračunati su računalnim programom Scia Engineer 22.0 te su prikazani u nastavku.



Slika 10.8. Maksimalni moment za kombinaciju  $1,35 \cdot (G + \Delta G) + 1,5Q + 1,35(p_a + p_o)$



Slika 10.9. Maksimalna uzdužna sila za kombinaciju  $1,35 \cdot (G + \Delta G) + 1,5Q + 1,35(p_a + p_o)$



Slika 10.10. Maksimalna poprečna sila za kombinaciju  $1,35 \cdot (G + \Delta G) + 1,5Q + 1,35(p_a + p_o)$

### Proračun zida

Geometrijske karakteristike zida:

$$h_s = 296 \text{ cm (visina etaže)}$$

$$b_w = 20,0 \text{ cm (debljina zida)}$$

$$l_w = 560 \text{ cm (duljina zida)}$$

$$h_w = 277 \text{ cm (visina zida)}$$

$$n = 1 \text{ (broj etaža)}$$

$$q = 2,4 \text{ (faktor ponašanja)}$$

Vitkost zidova:

$$H_w/L_w = 0,50 < 2 \text{ zid nije vitak}$$

Visina kritične zone:

$$h_{cr} = \max [l_w ; h_w/6]$$

$$h_{cr} = 560 \text{ cm}$$

**Dokaz nosivosti na uzdužnu silu i moment savijanja:**

$$M_{Ed} = 893,40 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = 681,96 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 177,79 \text{ kN}$$

Širina rubnog serklaža:

$$b_{w0} = \min \{0,15l_w; 1,50b_w\} = \min \{84 ; 30,0\} = 30,0 \text{ cm}$$

Računski moment savijanja:

$$M_{Ed} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right) = 893,40 + 681,96 \cdot \left(5,54 - \frac{2,77}{2}\right) = 3726,95 \text{ kNm}$$

Moment nosivosti jednostruko armiranog presjeka:

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

$$M_{Rd,lim} = 0,159 \cdot 0,20 \cdot 5,54^2 \cdot 20000 = 19519,96 \text{ kNm/m} > M_{Ed}$$

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3726,95 \cdot 100}{20 \cdot 554^2 \cdot 2,0} = 0,031$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} - \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{3726,95 \cdot 100}{0,968 \cdot 554 \cdot 43,48} - \frac{681,96}{43,48} = 0,30 \text{ cm}^2$$

Potrebna minimalna površina uzdužne vlačne armature u rubovima zida:

$$A_{s1,min} = 0,15\% \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 20 \cdot 554 = 16,62 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **6Ø20** ( $A_s = 18,85 \text{ cm}^2$ )

**Dokaz nosivosti na poprečnu silu :**

$$V_{Ed,y} = V_{Ed,y'} \cdot \varepsilon$$

$V_{Ed,y}$  – računska poprečna sila

$V_{Ed,y'}$  – korigirana poprečna sila

$\varepsilon$  – korekcijski koeficijent

$$\varepsilon = q \cdot \sqrt{\frac{\gamma_{Rd}}{q} \cdot \frac{M_{Rd}}{M_{Ed}} + 0,1 \cdot \left( \frac{s_e(T_c)}{s_e(T_1)} \right)^2} \leq q$$

Kako gornji izraz mora biti manji od  $q$  zbog jednostavnosti uzimamo  $\varepsilon = q = 2,4$

$$V_{Ed} = 2,4 \cdot 177,79 = 426,7 \text{ kN}$$

C 30/37  $f_{ck}=30 \text{ MPa}$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,5} = 20 \text{ MPa}$$

**Lom tlačne dijagonale u zidu:**

$$V_{Ed} \leq V_{Rd2}$$

U kritičnoj zoni:

$$V_{Rd2} = 0,4 \cdot (0,7 - f_{ck}/200) \cdot f_{cd} \cdot b \cdot 0,9 \cdot d$$

$$V_{Rd2} = 0,4 \cdot (0,7 - 3/200) \cdot 2,0 \cdot 20,0 \cdot 0,9 \cdot 554 = 5464,66 \text{ kN}$$

Izvan kritične zone:

$$V_{Rd2} = 0,5 (0,7 - f_{ck}/200) \cdot f_{cd} \cdot b \cdot 0,9 \cdot d$$

$$V_{Rd2} = 0,5 \cdot (0,7 - 3/200) \cdot 2,0 \cdot 20,0 \cdot 0,9 \cdot 554 = 6830,82 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 426,7 \text{ kN} \leq V_{Rd2}(5464,66 ; 6830,82) \text{ kN}$$

Zid zadovoljava na slom tlačne dijagonale.

**Lom vlačne dijagonale u zidu:**

$$V_{Ed} \leq V_{Rd3}$$

Ovisno o koeficijentu smicanja.

Postupak ovisi o koeficijentu  $\alpha_s$ :

$$\alpha_s = M_{Ed} / (V_{Ed} \cdot L_w) = 893,4 / (426,7 \cdot 5,54) = 0,38$$

Primjenjuje se slijedeći postupak:

Ako je  $\alpha_s \leq 1,3$  koristi se izraz (i za vertikalnu i horizontalnu armaturu):

$$V_{Ed} \leq V_{Rd3} = \left[ \rho_h \cdot f_{yw,d} (\alpha_s - 0,3) + \rho_v \cdot f_{yw,d} \cdot (1,3 - \alpha_s) \right] \cdot b_{w0} \cdot z + V_{cd}$$

Nosivost betona i odabrane uzdužne armature:

Ako je  $N_{Ed}$  vlačna:

$V_{cd} = 0$  u kritičnom području

$V_{cd}$  – prema izrazu za poprečnu silu van kritičnog područja

Ako je  $N_{Ed}$  tlačna:

$V_{cd} = \tau_{Rd} \cdot (1,2 + 40\rho_v) \cdot b_{w0} \cdot z$  u kritičnom području

$V_{cd}$  – prema izrazu za poprečnu silu van kritičnog područja

Minimalna armatura:

$$A_{s,min} = 0,0015 \cdot d \cdot 100$$

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

Odabrano: **Q-283 obostrano (Ø10/15 cm – vilice)**

Koeficijent armiranja vertikalnom i horizontalnom armaturom:

$$\rho_v = \rho_h = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{5,66}{20 \cdot 100} = 0,00283$$

$$V_{wd} = \rho_v \cdot f_{yw,d} \cdot b \cdot 0,9 \cdot d$$

$$V_{wd} = 0,00283 \cdot 43,48 \cdot 20 \cdot 0,9 \cdot 554 = 1227,04 \text{ kN}$$

Nosivost betona i odabrane uzdužne armature:

$$V_{cd} = \tau_{rd} \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_v) \cdot b \cdot 0,9 \cdot d$$

$$V_{cd} = 0,034 \cdot (1,2 + 40 \cdot 0,00283) \cdot 20 \cdot 0,9 \cdot 554 = 445,24 \text{ kN}$$

Ukupna nosivost vlačnih dijagonala hrpta:

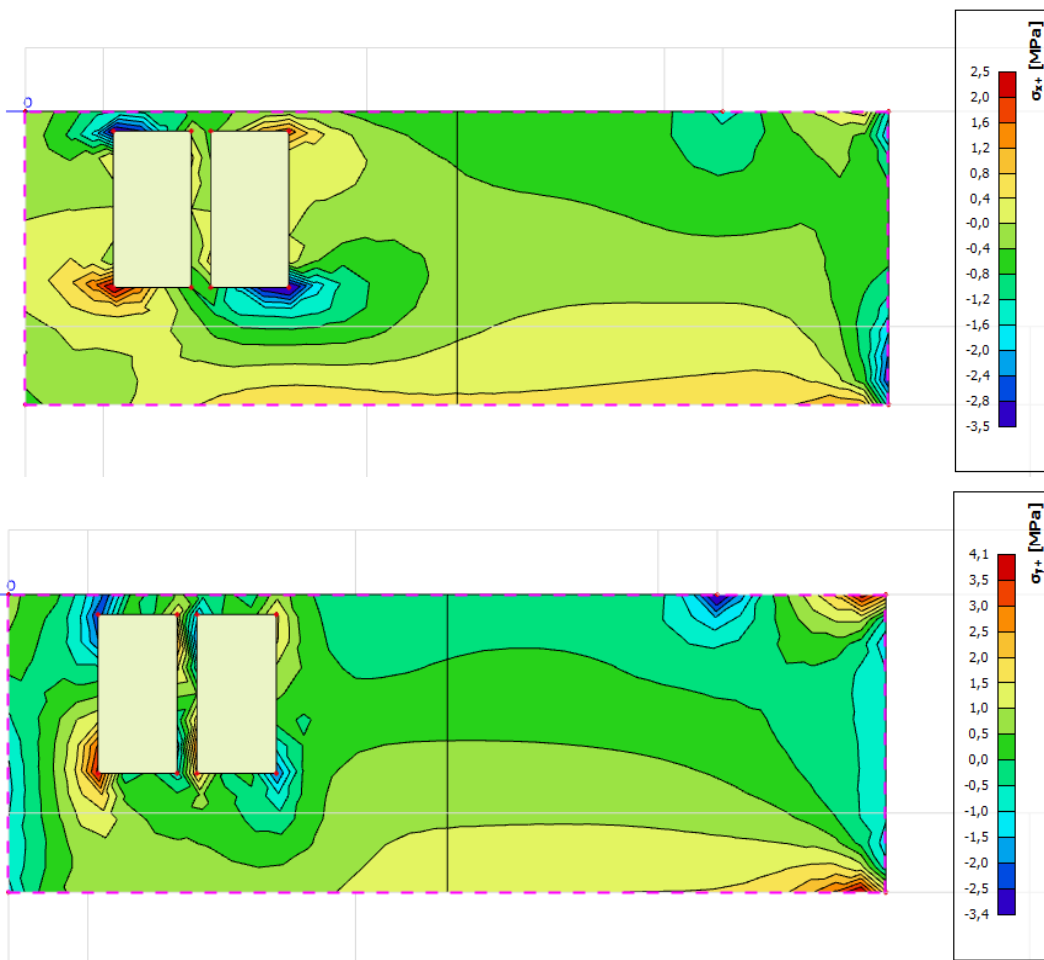
$$V_{Rd3} = V_{cd} + V_{wd} = 445,24 + 1227,04 = 1672,28 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 445,24 \text{ kN} < V_{Rd3} = 1672,28 \text{ kN}$$

Zid zadovoljava na slom vlačne dijagonale.

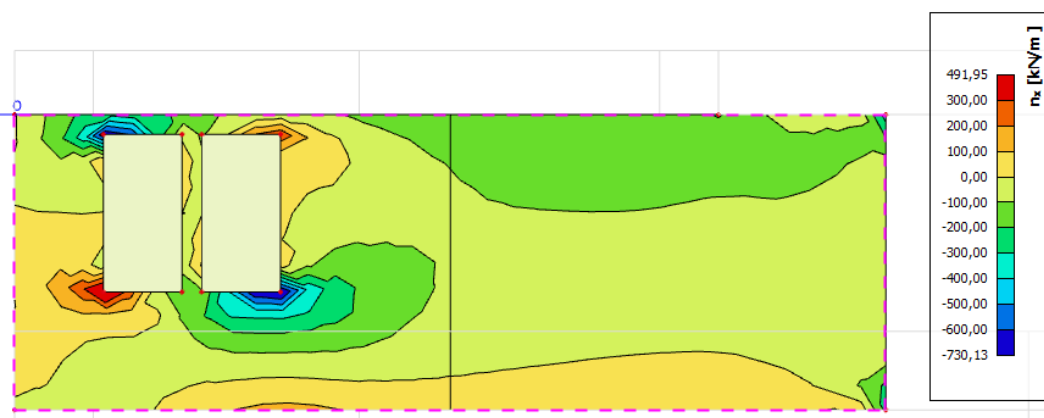


10.3.6. Visokostijeni nosač

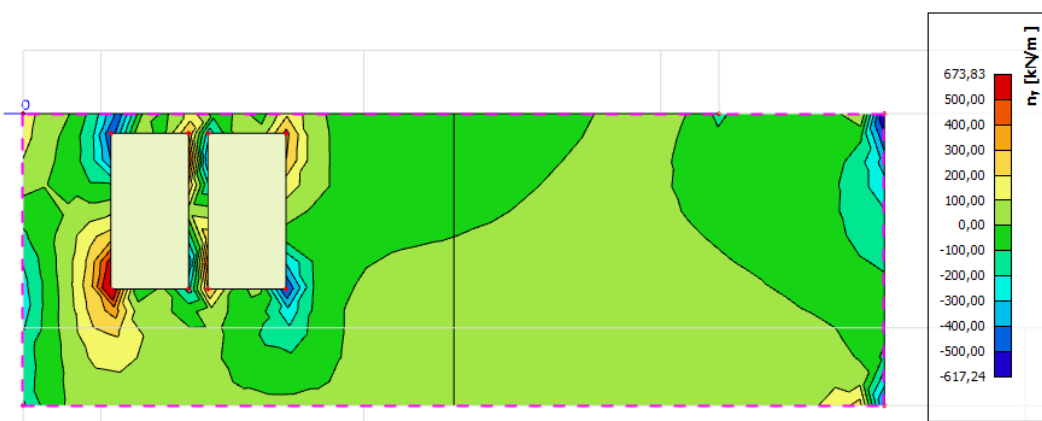


Slika 10.11. Naprezanja u x i y smjeru

$$\sigma_c \leq 0,4 \cdot f_{cd} = 8 \text{ Mpa}$$



Slika 10.12. Uzdužna sila  $N_x$

Slika 10.13. Uzdužna sila  $N_y$ 

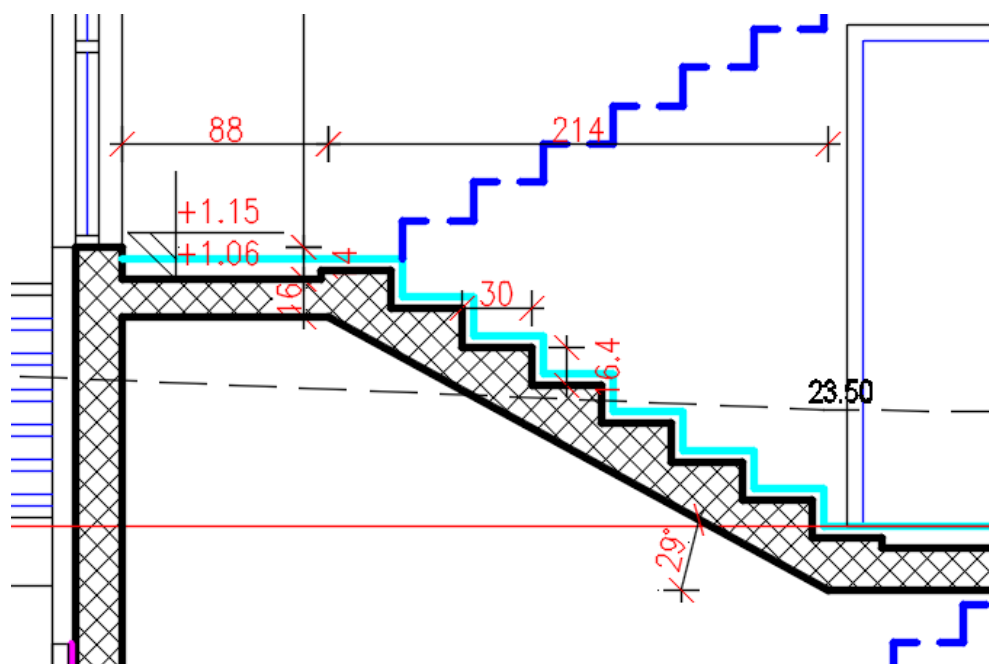
$$A_{s1} = \frac{F_{sd}}{f_{yd}} = \frac{491,95}{43,48} = 11,31 \text{ cm}^2$$

Visokostijeni nosač armirati šipkama: odabrano 4Ø20 u dnu i 2Ø20 u vrhu nosača.

$$A_{s,min} = 0,0015 \cdot b \cdot l = 0,0015 \cdot 20 \cdot 100 = 3,0 \text{ cm}^2/\text{m} > 1,5 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana armatura: **Q-283** ( $A_s = 5,66 \text{ cm}^2/\text{m}$  (obostrano))

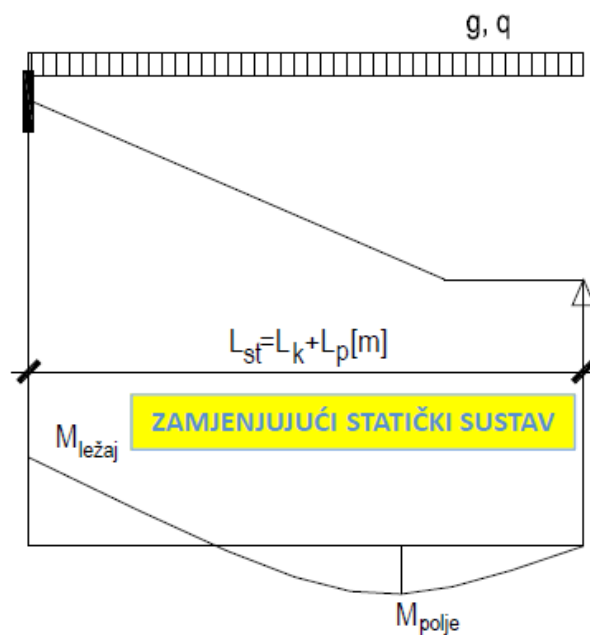
## 11. PRORAČUN STUBIŠTA



Slika 11.1. Detalj stubišta

Opterećenja:

- vlastita težina  $g = 4,0 \text{ kN/m}^2$
- dodatno stalno opterećenje  $\Delta g = 2,99 \text{ kN/m}^2$
- korisno (pokretno) opterećenje  $q = 3,0 \text{ kN/m}^2$

**Statički sustav:**

Slika 11.2. Prikaz statičkog sustava

**Polje:**

$$q_{st} = 1,35 \cdot g + 1,5 \cdot q = 1,35 \cdot (4,0 + 2,99) + 1,5 \cdot 3,0 = 13,94 \text{ kN/m}$$

$$M_{Ed,max} = \frac{q_{st} \cdot l^2}{14} = \frac{13,94 \cdot 3,02^2}{14} = 9,08 \text{ kNm}$$

**Ležaj:**

$$q_{st} = 1,35 \cdot g + 1,5 \cdot q = 1,35 \cdot (4,0 + 2,99) + 1,5 \cdot 3,0 = 13,94 \text{ kN/m}$$

$$M_{Ed,max} = -\frac{q_{st} \cdot l^2}{8} = -\frac{13,94 \cdot 3,02^2}{8} = -15,90 \text{ kNm}$$

**Dimenzioniranje na moment savijanja:**

$$h = 16 \text{ cm}, b = 100 \text{ cm}, d_1 = 3 \text{ cm}, d = h - d_1 = 16 - 3 = 13 \text{ cm}$$

$$A_{s1,min} = 0,1\% \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 100 \cdot 16 = 1,6 \text{ cm}^2$$

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

**Polje:**

$$M_{Ed} = 9,08 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{908}{100 \cdot 13^2 \cdot 2,0} = 0,027 \approx 0,031$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{908}{0,968 \cdot 13 \cdot 43,48} = 1,66 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Odabrano: **Q – 283** ( $A_s = 2,83 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

**Ležaj:**

$$M_{Ed} = 15,90 \text{ kNm}$$

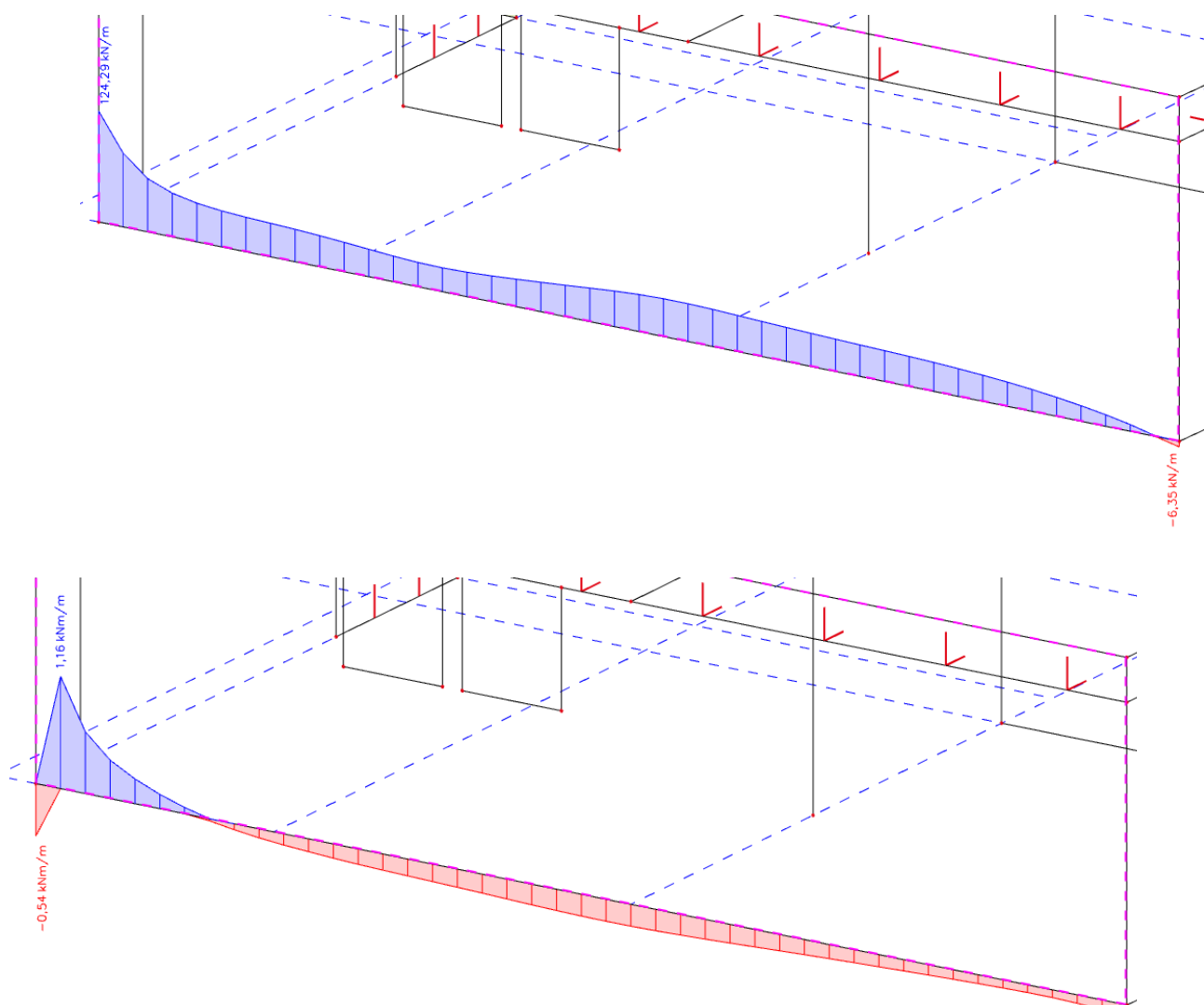
$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1590}{100 \cdot 13^2 \cdot 2,0} = 0,047 \approx 0,048$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1590}{0,959 \cdot 13 \cdot 43,48} = 2,93 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Odabrano: **R – 335** ( $A_s = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

## 12. PRORAČUN TEMELJA POZ 000



Maksimalna naprezanja u tlu manja su od dopuštenih naprezanja ( $\sigma_{tla,max} < \sigma_{rd} = 500 \text{ kPa}$ )

Beton: C 25/30

$$f_{ck}=25,0 \text{ MPa}; E_{cm}=30,0 \text{ GPa}$$

$$f_{cd}= f_{ck} / 1.5=16,67 \text{ MPa}$$

Armatura: B 500B

$$f_{yk}=500,0 \text{ MPa}$$

$$f_{yd}= f_{yk} / 1.15=434,8 \text{ MPa}$$

Mjerodavne sile:

$$N_{max} = 124,29 \text{ kN / m} * 6,0 = 745.74 \text{ kN}$$

$$M_{max} = 1,16 \text{ kNm / m} * 6,0 = 6.96 \text{ kNm}$$

Poznate dimenzije temelja:

$$l=6,00 \text{ m}$$

$$h=0,6 \text{ m; } B=0,80 \text{ m (odabrane dimenzije temelja)}$$

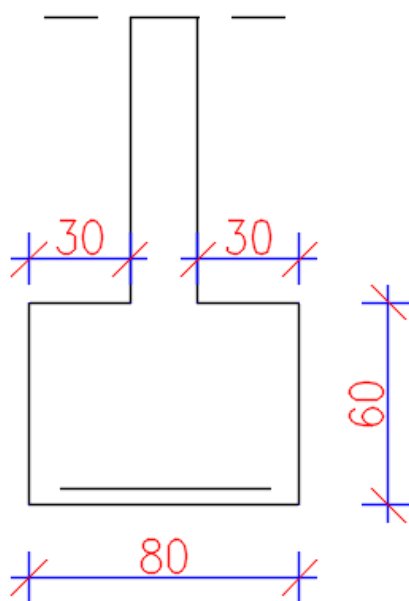
Dopuštena naprezanja u tlu (ovise o vrsti tla):  $\sigma_{dop} = 0.5 \text{ MN/m}^2$

Težina temelja:

$$W = B \cdot L \cdot h \cdot \gamma_{bet} = 0,8 \cdot 6,00 \cdot 0,5 \cdot 25 = 60,00 \text{ kN}$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W}$$

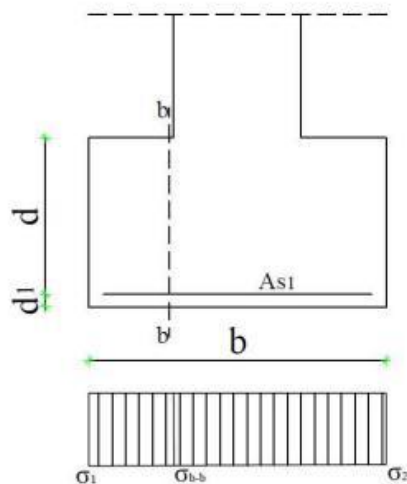
$$w = \frac{B \cdot L^2}{6}$$



Slika 12.1. Grafički prikaz temelja

$$\sigma_1 = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W} = \frac{745.74 + 60}{4,8} + \frac{6.96}{4,8} = 169,31 \text{ kPa} < 500 \text{ kPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W} = \frac{745.74 + 60}{4,8} - \frac{6.96}{4,8} = 166,41 < 500 \text{ kPA}$$



Slika 12..2 Grafički prikaz naprezanja u temelju

$$M_{b'Ed} = \sigma_{b'} \cdot \frac{b'^2}{2} \cdot 1,0 + (\sigma_1 - \sigma_{b'}) \cdot \frac{2 \cdot b'^2 \cdot 1,0}{6}$$

$$= 168,23 \cdot \frac{0,30^2}{2} \cdot 1,0 + (169,31 - 166,41) \cdot \frac{2 \cdot 0,30^2 \cdot 1,0}{6}$$

$$= 7,66 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{766}{80 \cdot 55^2 \cdot 2,0} = 0,002$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 0,2 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,993 \quad \xi = 0,020$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{766}{0,993 \cdot 55 \cdot 43,48} = 0,33 \text{ cm}^2 / 80 \text{ cm}$$

Odabrana armatura: **6Ø12** ( $A_{s1} = 6,79 \text{ cm}^2$ )



### 13. LITERATURA

- [1] *A. Harapin, J. Radnić: Osnove betonskih konstrukcija - Interna skripta, Split, 2020.*
- [2] *I. Tomičić: Betonske konstrukcije – 3. Izmijenjeno i dopunjeno izdanje, Zagreb, 1996.*
- [3] *J. Radnić i suradnici: Betonske konstrukcije – Priručnik, Zagreb 2006.*
- [4] *EN 1991: Eurokod 1 – Djelovanja na konstrukcije*
- [5] *EN 1992-1-1:2008 Eurokod 2 – Projektiranje betonskih konstrukcija –Dio 1-1 :Opća pravila i pravila za zgrade*
- [6] *EN 1998:2008 Eurokod 8 –Projektiranje konstrukcija otpornih na potres-1.dio.*

*Korišteni računalni programi:*

- 1. AutoCad 2024.*
- 2. SCIA Engineer 22.0*
- 3. Microsoft Word*
- 4. Microsoft Excel*
- 5. AspalathosSectionDesign*

## **14. GRAFIČKI PRILOZI**

Prilog 14.1. – Situacijsko rješenje

Prilog 14.2. – Tlocrt temelja

Prilog 14.3. – Tlocrt suterena

Prilog 14.4. – Tlocrt prizemlja

Prilog 14.5. – Tlocrt 1. kata

Prilog 14.6. – Tlocrt 2. kata

Prilog 14.7. – Tlocrt nadgrađa

Prilog 14.8. – Tlocrt krova

Prilog 14.9. – Presjek 1-1

Prilog 14.10. – Presjek 2-2

Prilog 14.11. – Južno pročelje

Prilog 14.12. – Sjeverno pročelje

Prilog 14.13. – Istočno pročelje

Prilog 14.14. – Zapadno pročelje

Prilog 14.15. – Globalni plan pozicija

Prilog 14.16. – Plan pozicija 000

Prilog 14.17. – Plan pozicija 100

Prilog 14.18. – Plan pozicija 200 i 300

Prilog 14.19. – Plan pozicija 400

Prilog 14.20. – Plan pozicija 500

Prilog 14.21. – Armatura trakastih temelja

Prilog 14.22. – Armatura stropne ploče suterena – donja zona

Prilog 14.23. – Armatura stropne ploče suterena – gornja zona

Prilog 14.24. – Armatura stropne ploče prizemlja – donja zona

Prilog 14.25. – Armatura stropne ploče prizemlja – gornja zona

Prilog 14.26. – Armatura stropne ploče 1. kata – donja zona

Prilog 14.27. – Armatura stropne ploče 1. kata – gornja zona

Prilog 14.28. – Armatura stropne ploče 2. kata – donja zona

Prilog 14.29. – Armatura stropne ploče 2. kata – gornja zona

Prilog 14.30. – Armatura stropne ploče nadgrađa – donja zona

Prilog 14.31. – Armatura stropne ploče nadgrađa – gornja zona

Prilog 14.32. – Armatura greda – P100

Prilog 14.33. – Armatura greda – P100

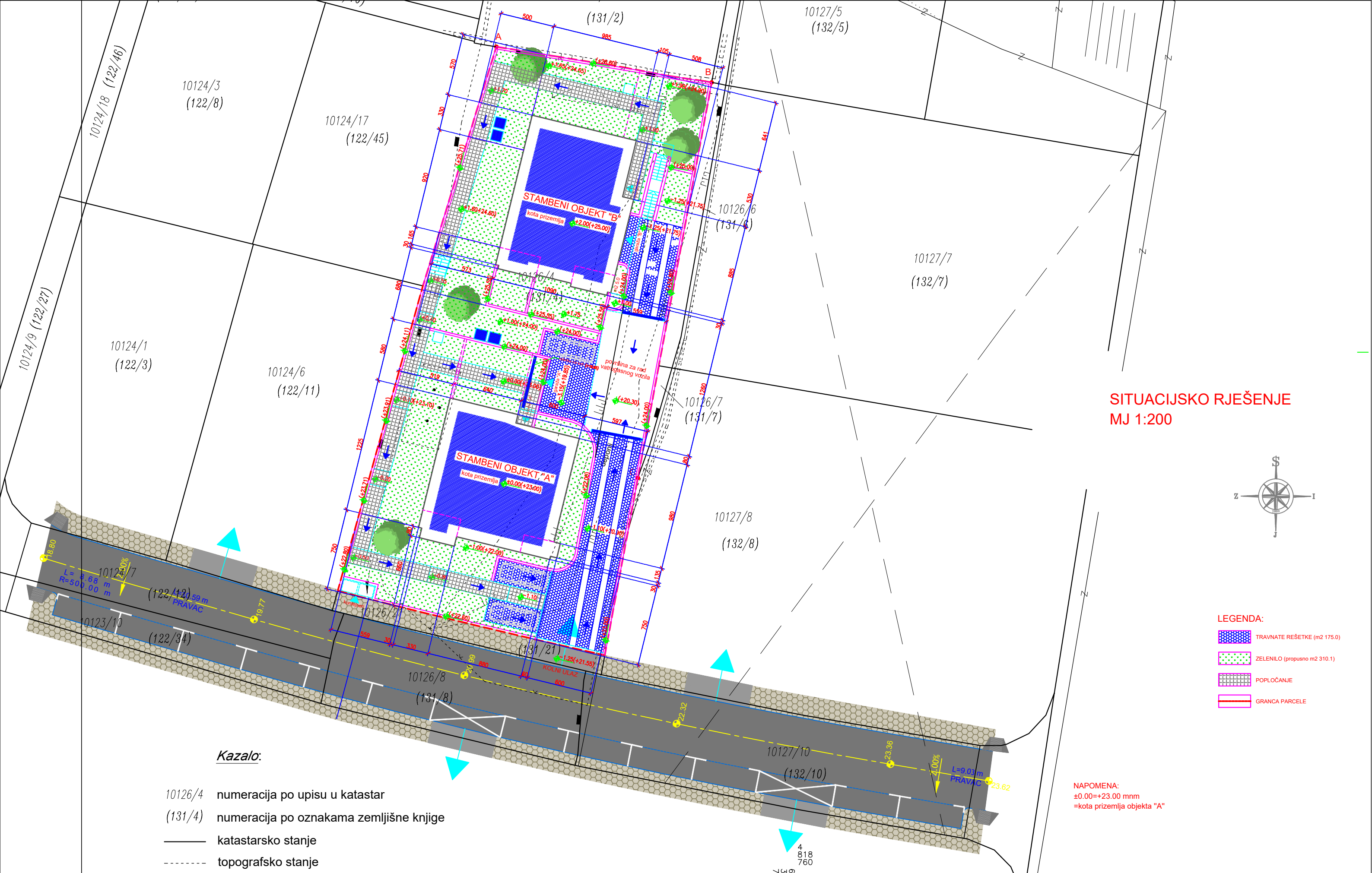
Prilog 14.34. – Armatura greda – P100/500

Prilog 14.35. – Armatura stupa – P000

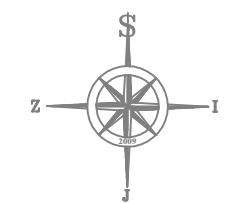
Prilog 14.36. – Armatura zida

Prilog 14.37. – Detalj spojeva zidova

Prilog 14.38. – Armatura stubišta



**SITUACIJSKO RJEŠENJE**  
MJ 1:200



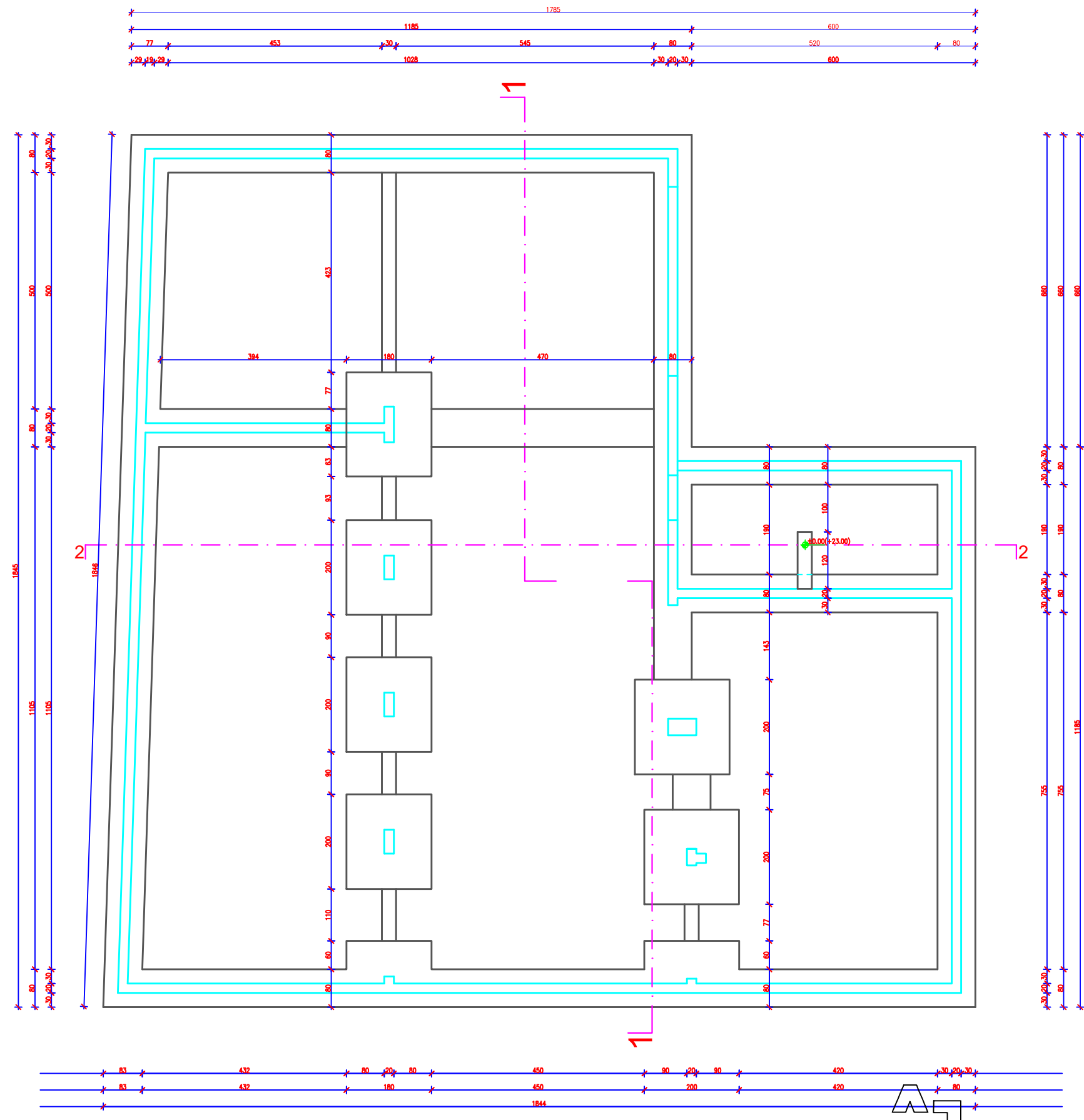
- LEGENDA:**
- TRAVNATE REŠETKE (m2 175.0)
  - ZELENILO (propusno m2 310.1)
  - POPLOČANJE
  - GRANICA PARCELE

**Kazalo:**

- 10126/4 numeracija po upisu u katastar
- (131/4) numeracija po oznakama zemljišne knjige
- katastarsko stanje
- - - - - topografsko stanje
- A, B, C identične točke


**NAPOMENA:**  
±0.00=+23.00 mmm  
=kota prizemlja objekta "A"

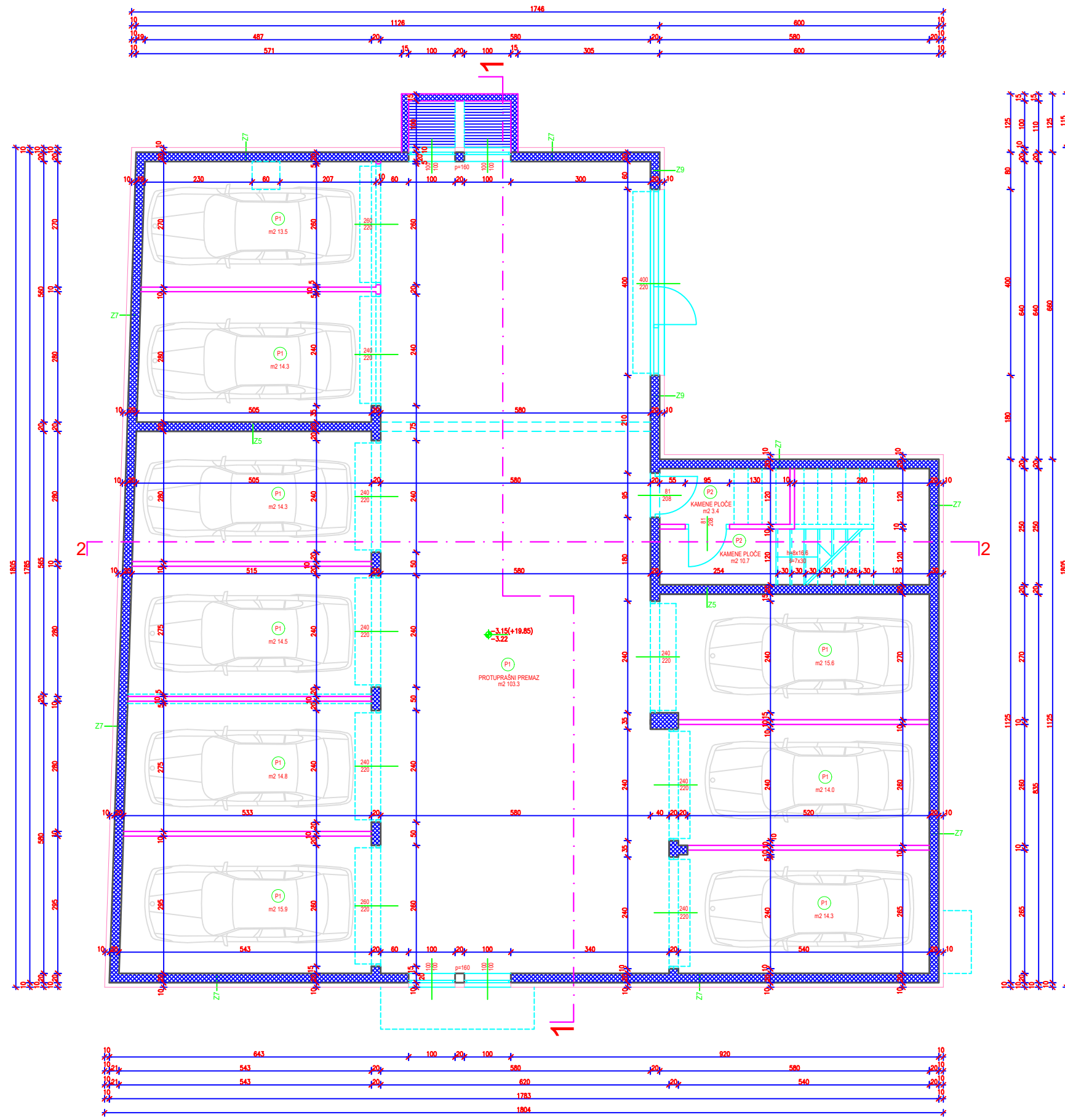
	DIPLOMSKI RAD	
	TEMA:	Glavni projekt stambene zgrade u Splitu
	STUDENT:	Andela Buzov
	SADRŽAJ:	SITUACIJSKO RJEŠENJE
DATUM:	veljača, 2025.	MJERILO: 1:200 BROJ PRILOGA: 14.1



TLOCRT TEMELJA - OBJEKT "A"  
 MJ 1:100  
 visinska kota dna temelja 3.94




 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU,        FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE        I GEODEZIJE        21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15        MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117</p>	DIPLOMSKI RAD	
	TEMA:	Glavni projekt stambene zgrade u Splitu
	STUDENT:	Anđela Buzov
	SADRŽAJ:	TLOCRT TEMELJA - OBJEKT "A"
DATUM:	veljača, 2025.	MJERILO: 1:100 BROJ PRILOGA: 14.2

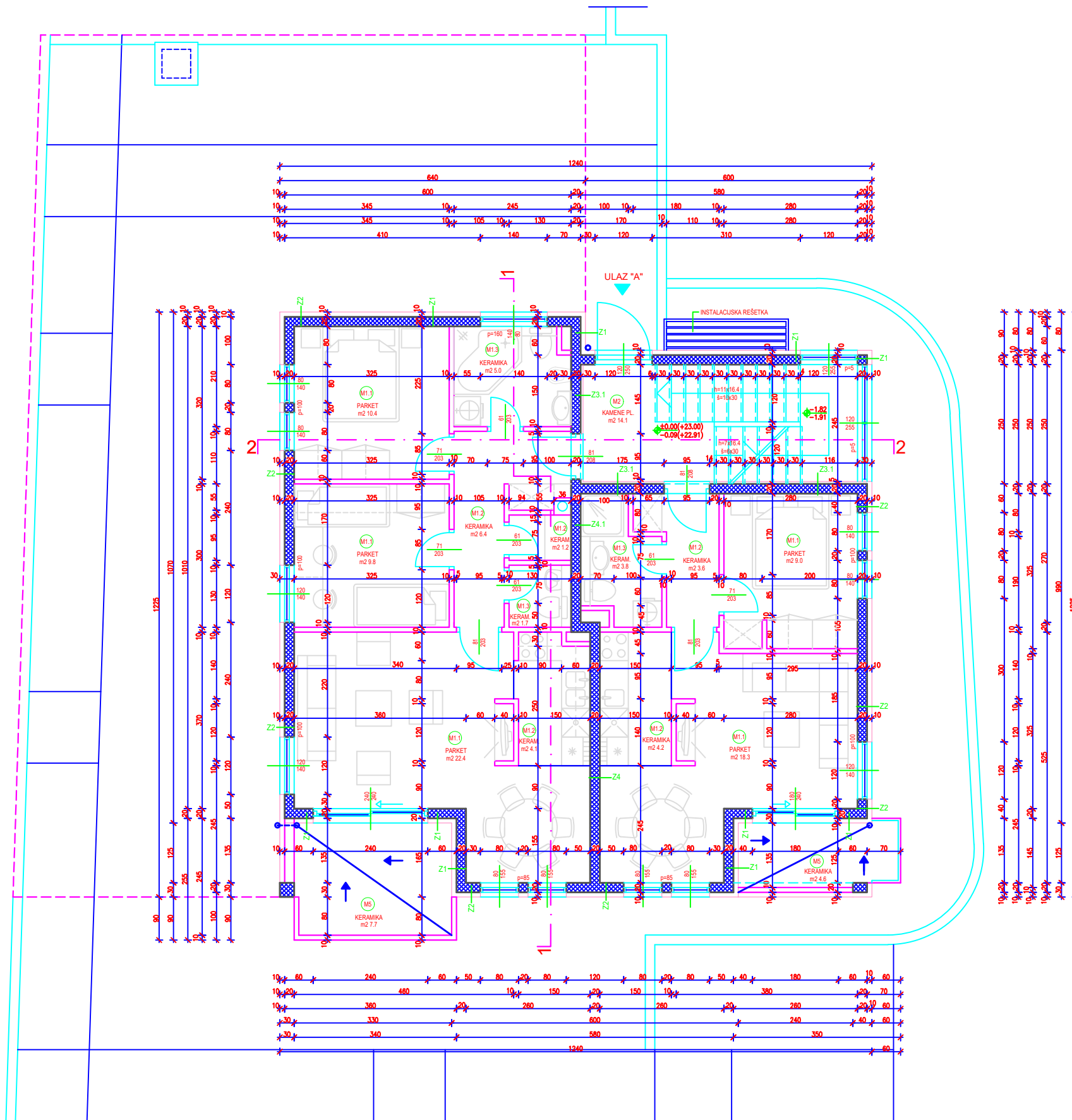


TLOCRT SUTERENA - OBJEKT "A"  
MJ 1:100

visinska kota  $\begin{matrix} \blacktriangleup 3.15 \\ \blacktriangledown 3.22 \end{matrix}$

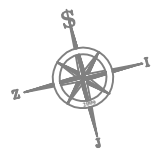


 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117</p>	DIPLOMSKI RAD	
	TEMA:	Glavni projekt stambene zgrade u Splitu
	STUDENT:	Andela Buzov
	SADRŽAJ:	TLOCRT SUTERENA - OBJEKT "A"
DATUM:	veljača, 2025.	MJERILO: 1:100 BROJ PRILOGA: 14.3



TLOCRT PRIZEMLJA - OBJEKT "A"  
MJ 1:100

visinska kota  $\begin{matrix} \color{green} \uparrow +0.00 \\ \color{red} \downarrow -0.09 \end{matrix}$



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE  
I GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15  
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

DIPLOMSKI RAD

TEMA: Glavni projekt stambene zgrade u Splitu

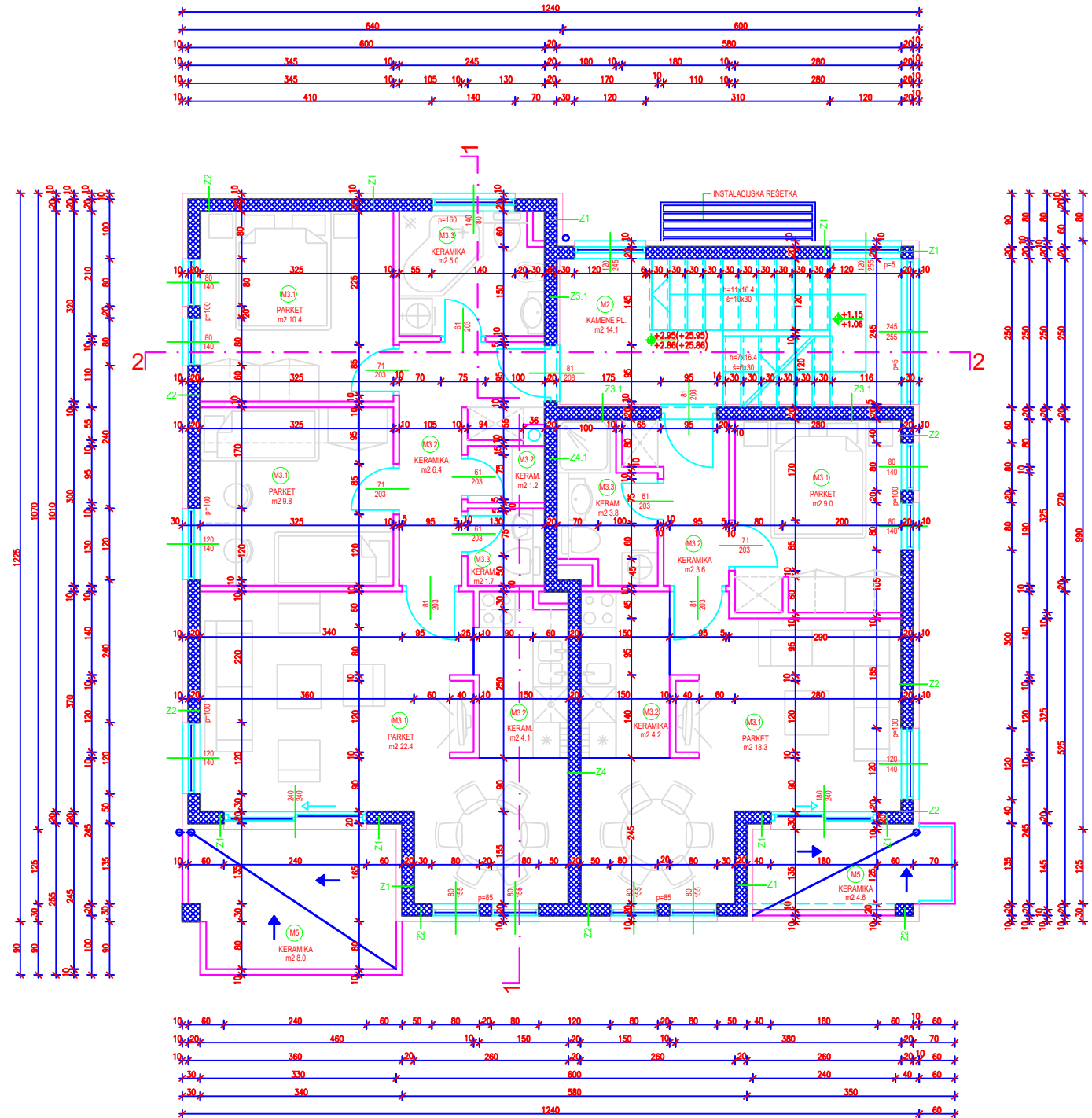
STUDENT: Anđela Buzov

SADRŽAJ: TLOCRT PRIZEMLJA - OBJEKT "A"

MJERILO: 1:100

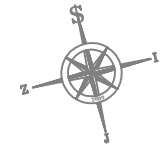
BROJ PRILOGA:

DATUM: veljača, 2025.

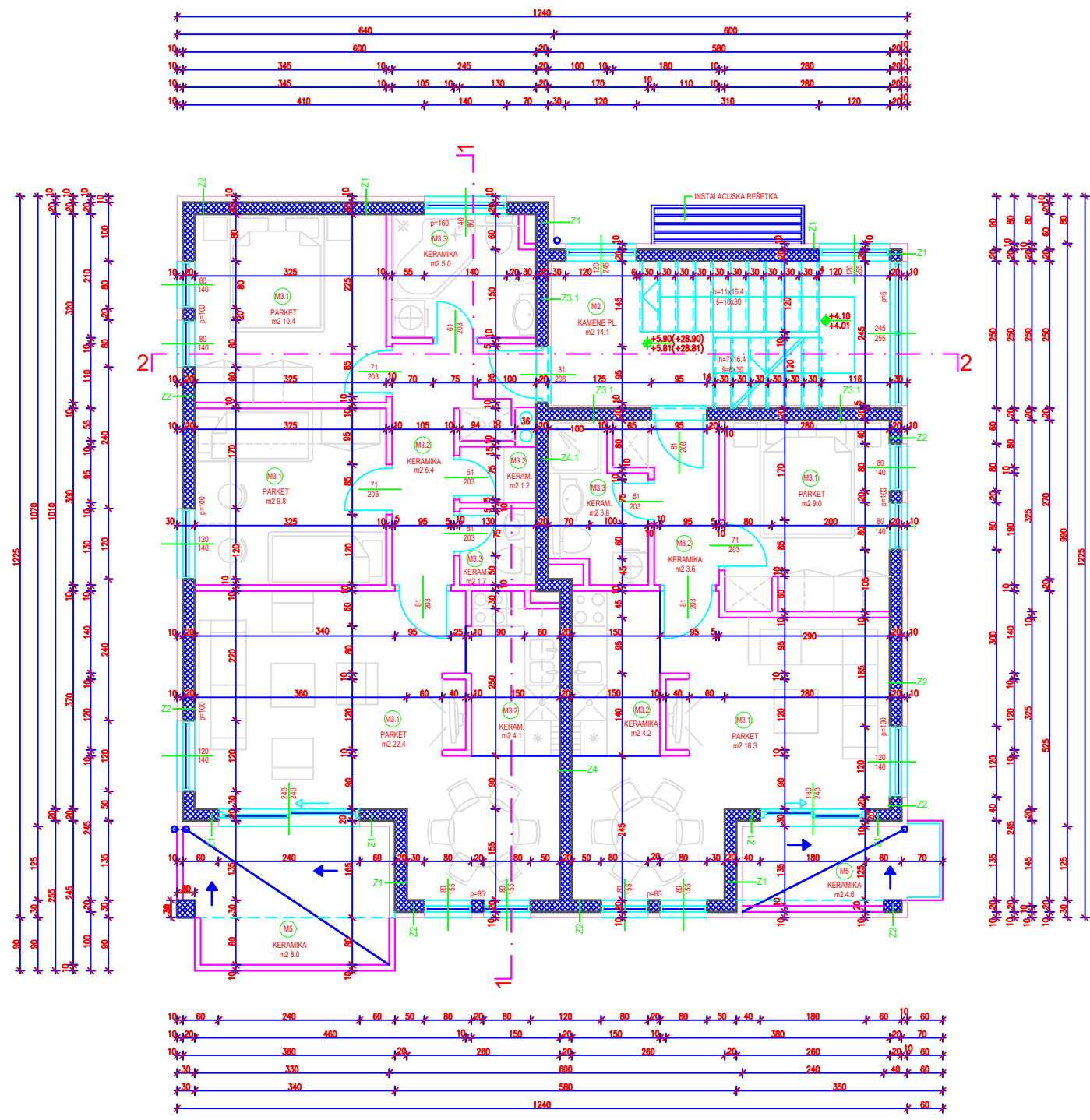


TLOCRT 1. KATA - OBJEKT "A"  
MJ 1:100

visinska kota  $\uparrow +2.95$   
 $\uparrow +2.86$







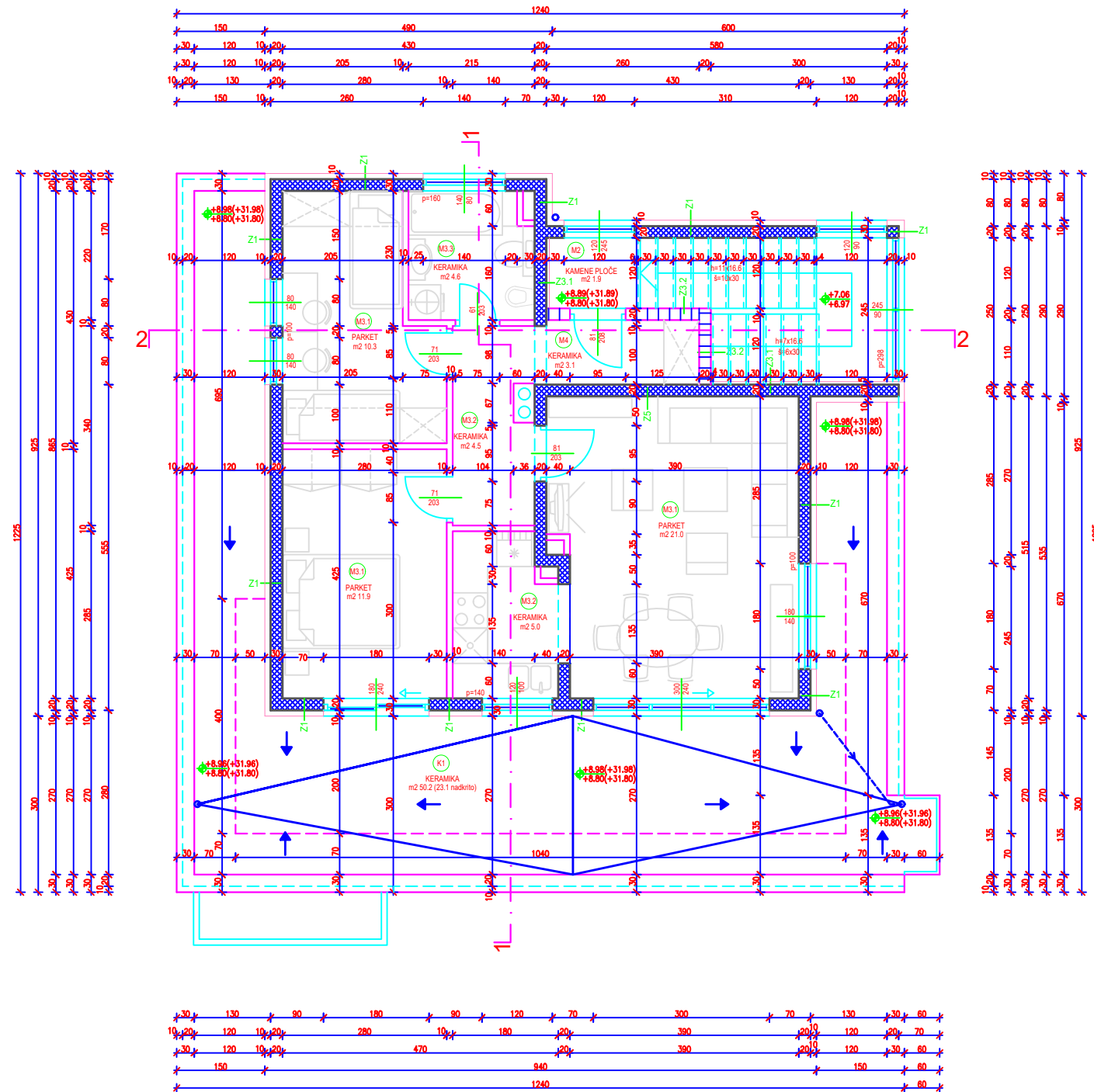
TLOCRT 2. KATA - OBJEKT "A"  
MJ 1:100

visinska kota  $\blacktriangleup$  +5.90  
 $\blacktriangleup$  +5.81



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE  
I GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15  
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117


DIPLOMSKI RAD	
TEMA:	Glavni projekt stambene zgrade u Splitu
STUDENT:	Andela Buzov
SADRŽAJ:	TLOCRT 2. KATA - OBJEKT "A"
DATUM:	veljača, 2025.
MJERILO:	1:100
BROJ PRILOGA:	14.6

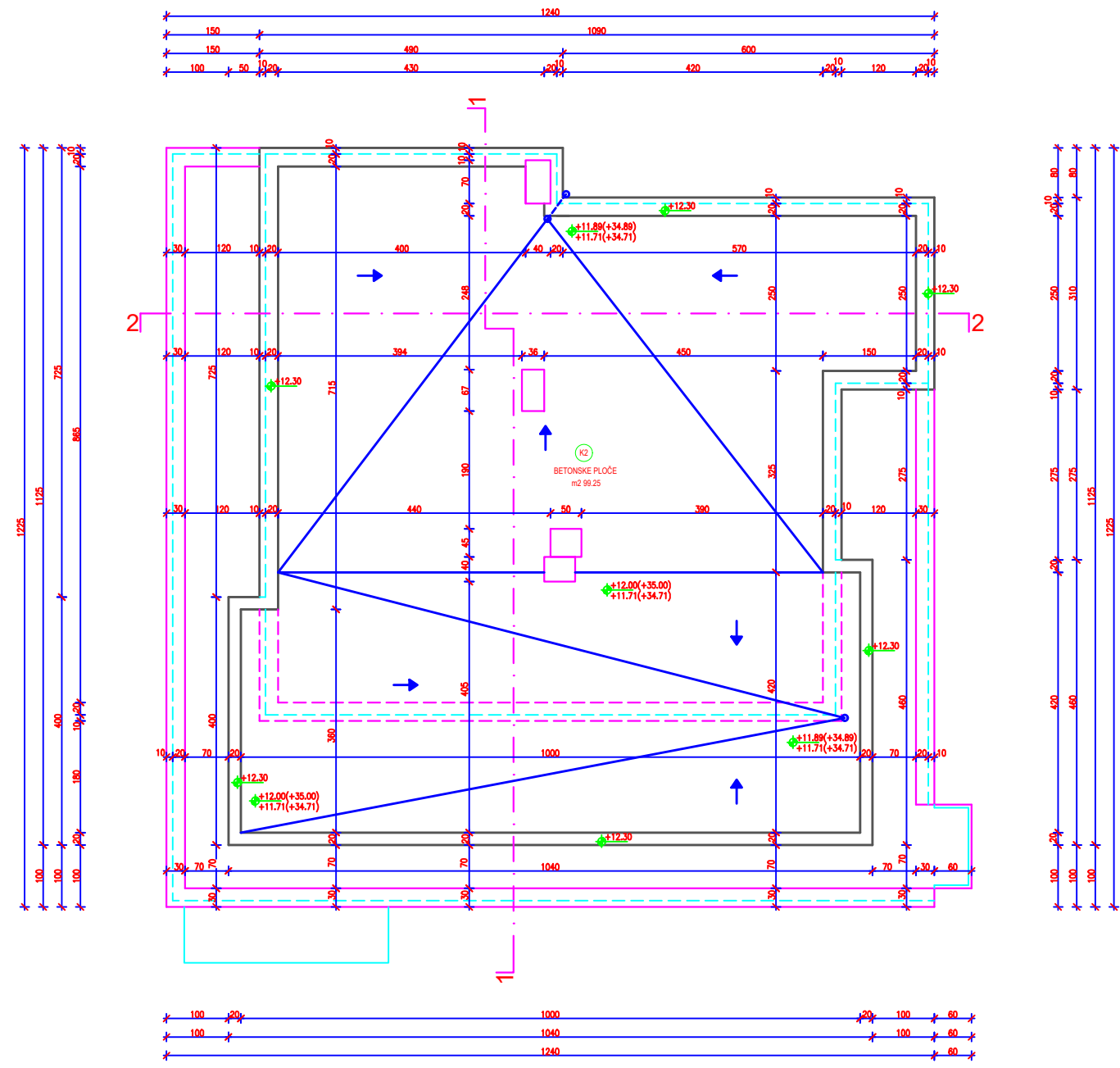


TLOCRT NADGRAĐA - OBJEKT "A"  
MJ 1:100

visinska kota  $\uparrow$ +8.89  
 $\uparrow$ +8.80



 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117</p>	DIPLOMSKI RAD		
	TEMA:	Glavni projekt stambene zgrade u Splitu	
	STUDENT:	Andela Buzov	
	SADRŽAJ:	TLOCRT NADGRAĐA - OBJEKT "A"	MJERILO: 1:100
	DATUM:	veljača, 2025.	BROJ PRILOGA: 14.7



TLOCRT RAVNOG KROVA - OBJEKT "A"  
MJ 1:100

visinska kota  $\blacklozenjka$  +12.00  
 $\blacklozenjka$  +11.71



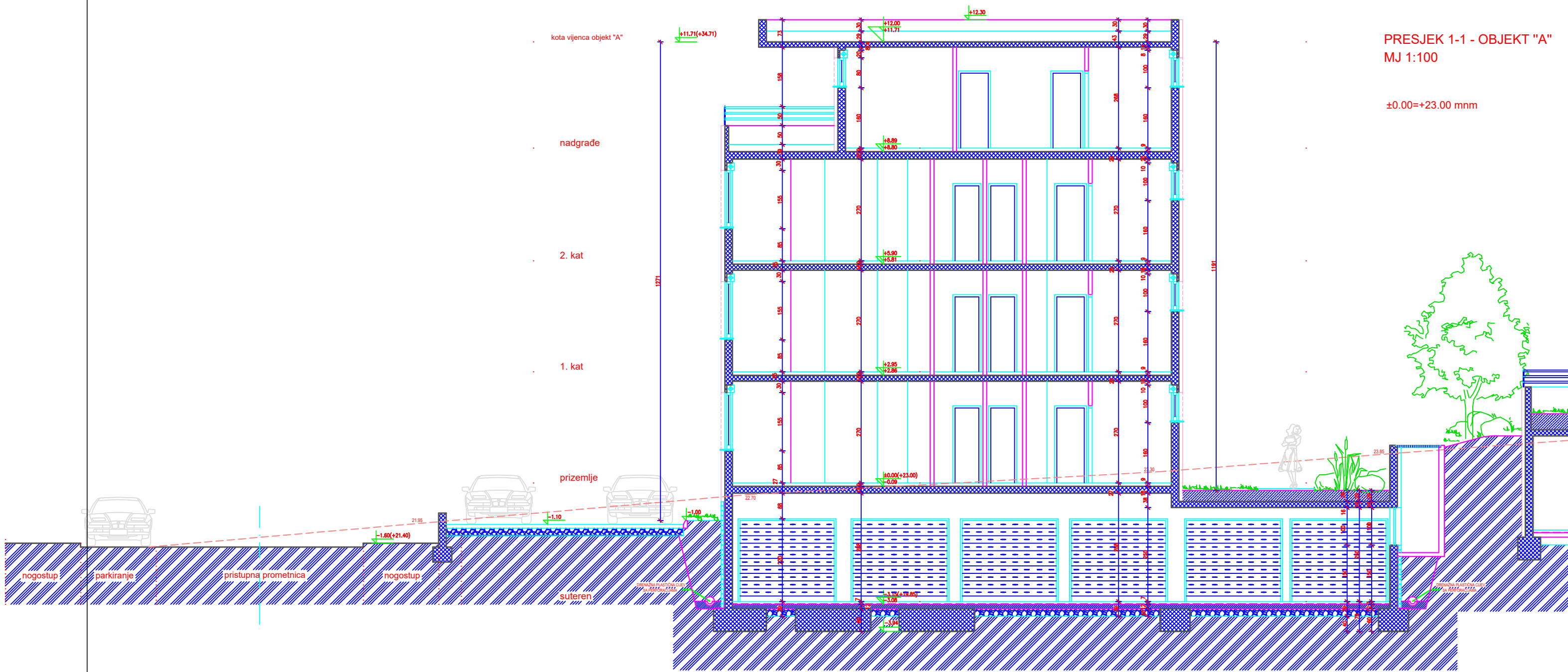
**CA**

SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE  
I GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15  
MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117


DIPLOMSKI RAD	
TEMA:	Glavni projekt stambene zgrade u Splitu
STUDENT:	Anđela Buzov
SADRŽAJ:	TLOCRT RAVNOG KROVA - OBJEKT "A"
DATUM:	veljača, 2025.
MJERILO:	1:100
BROJ PRILOGA:	14.8

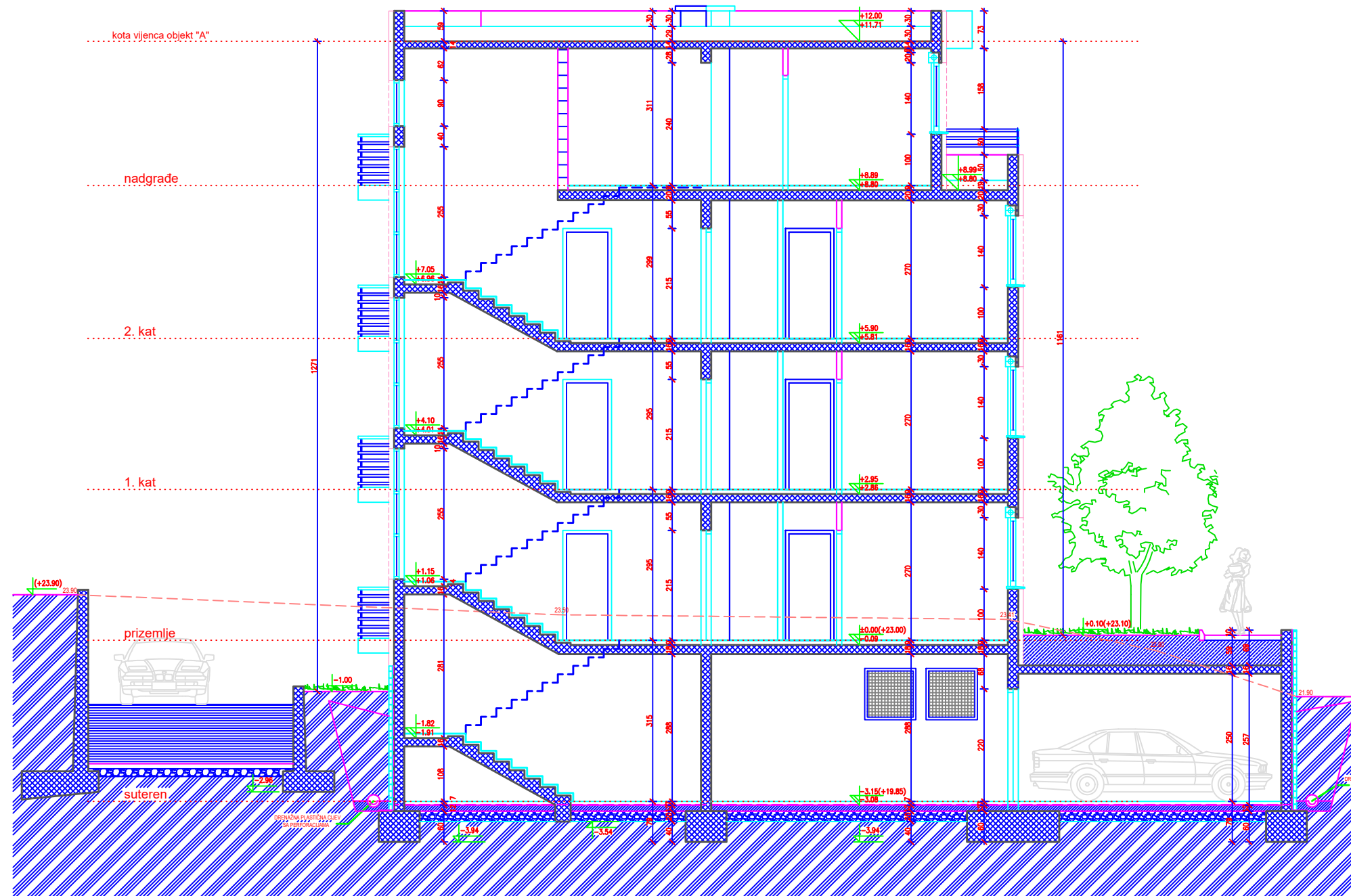
PRESJEK 1-1 - OBJEKT "A"  
MJ 1:100

±0.00=+23.00 mm



--- LINIJA POSTOJEĆEG TERENA


 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117</p>	DIPLOMSKI RAD	
	TEMA:	Glavni projekt stambene zgrade u Splitu
	STUDENT:	Anđela Buzov
	SADRŽAJ:	PRESJEK 1-1 - OBJEKT "A"
	DATUM:	veljača, 2025.
MJERILO: 1:100		
BROJ PRILOGA: 14.9		



PRESJEK 2-2 - OBJEKT "A"  
MJ 1:100

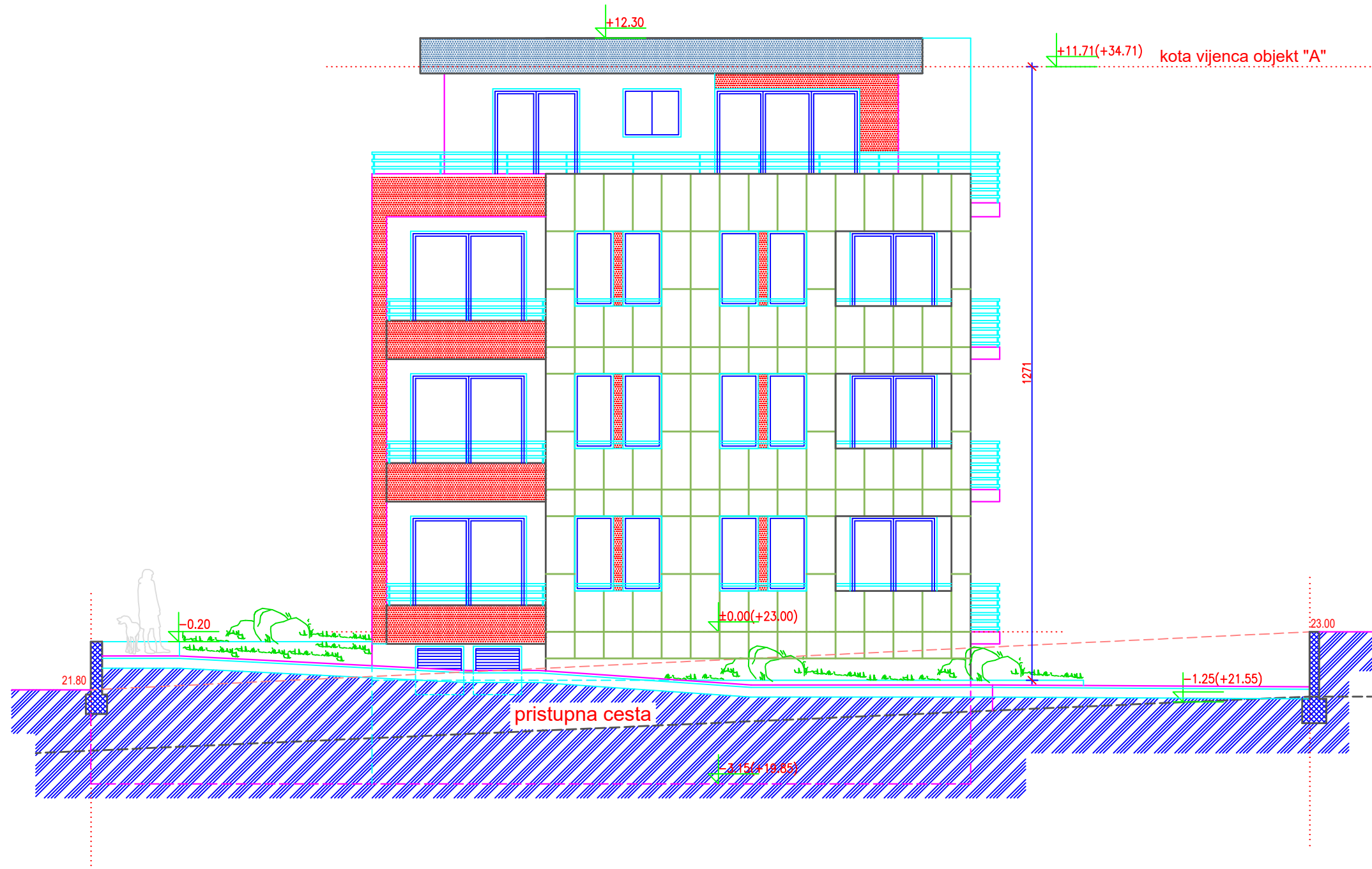
±0.00=+23.00 mm

--- LINIJA POSTOJEĆEG TERENA


 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117</p>	DIPLOMSKI RAD	
	TEMA:	Glavni projekt stambene zgrade u Splitu
	STUDENT:	Anđela Buzov
	SADRŽAJ:	PRESJEK 2-2 - OBJEKT "A"
	DATUM:	veljača, 2025.
	MJERILO:	1:100
	BROJ PRILOGA:	14.10

# JUŽNO PROČELJE-OBJEKT "A"

## MJ 1:100

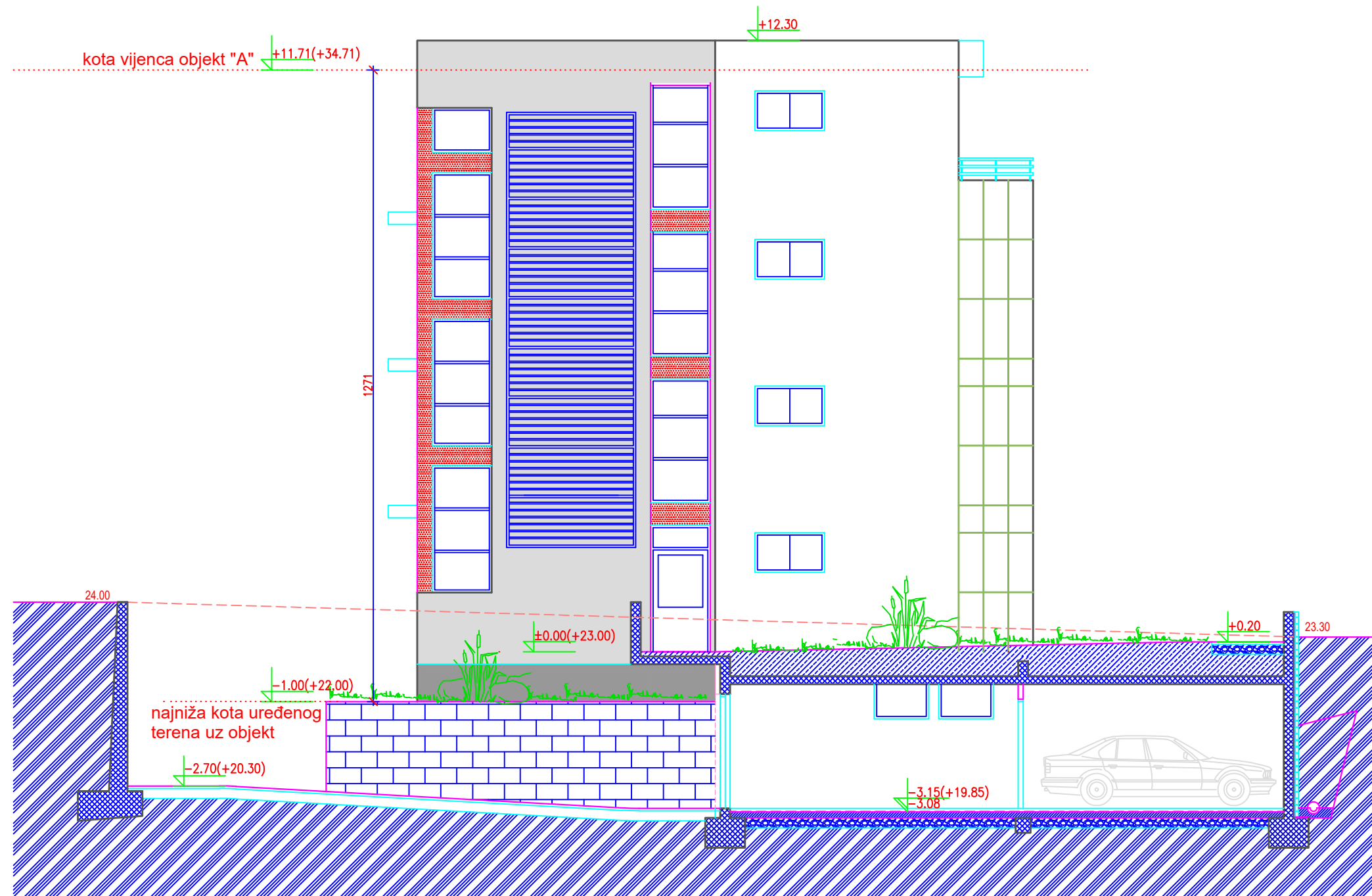


--- LINIJA POSTOJEĆEG TERENA


 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117</p>	DIPLOMSKI RAD	
	TEMA:	Glavni projekt stambene zgrade u Splitu
	STUDENT:	Anđela Buzov
	SADRŽAJ:	JUŽNO PROČELJE-OBJEKT "A"
DATUM:	veljača, 2025.	MJERILO: 1:100 BROJ PRILOGA: 14.11

# SJEVERNO PROČELJE-OBJEKT "A"

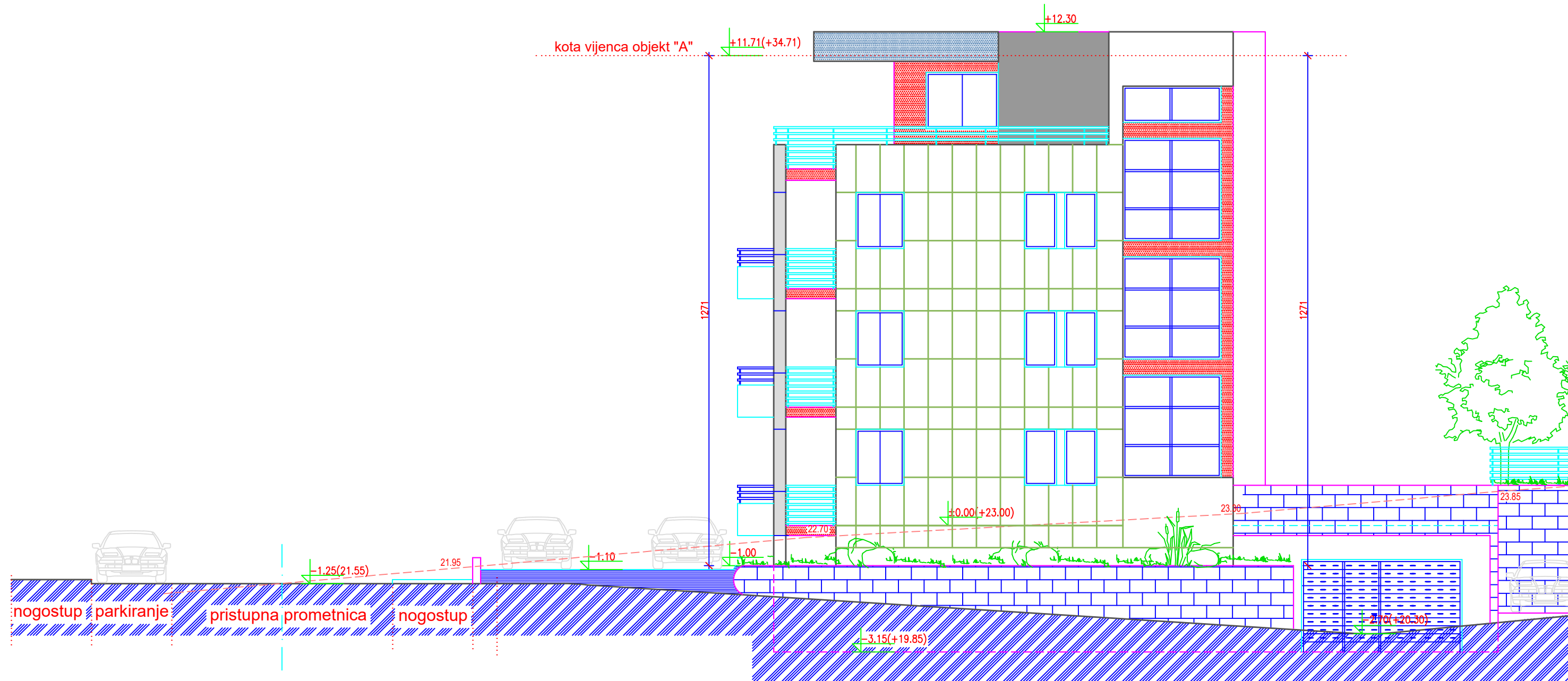
## MJ 1:100




--- LINIJA POSTOJEĆEG TERENA

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117</p>	DIPLOMSKI RAD	
	TEMA:	Glavni projekt stambene zgrade u Splitu
	STUDENT:	Anđela Buzov
	SADRŽAJ:	SJEVERNO PROČELJE-OBJEKT "A"
DATUM:	veljača, 2025.	MJERILO: 1:100 BROJ PRILOGA: 14.12

# ISTOČNO PROČELJE-OBJEKT "A"



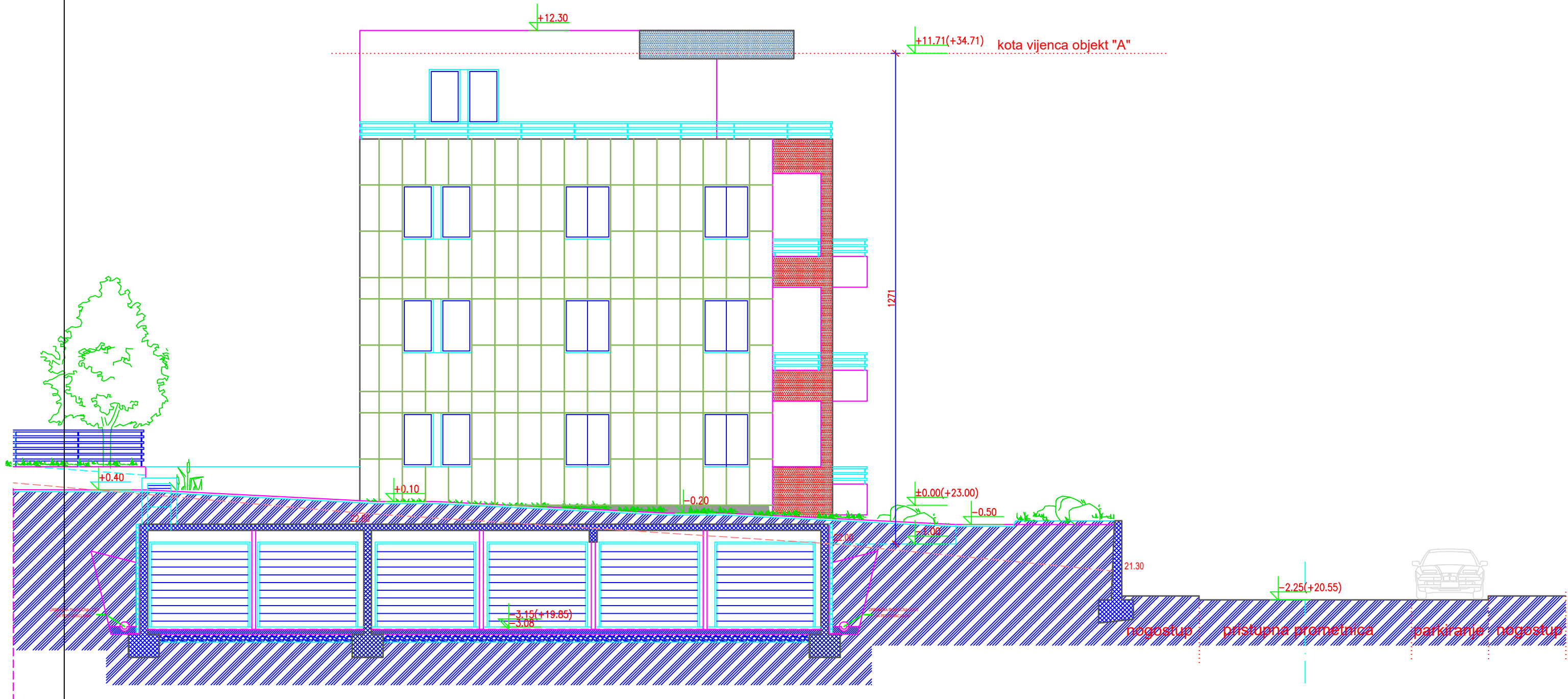
--- LINIJA POSTOJEĆEG TERENA


 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117</p>	DIPLOMSKI RAD	
	TEMA:	Glavni projekt stambene zgrade u Splitu
	STUDENT:	Anđela Buzov
	SADRŽAJ:	ISTOČNO PROČELJE-OBJEKT "A" i "B"
DATUM:	veljača, 2025.	MJERILO: 1:100 BROJ PRILOGA: 14.13



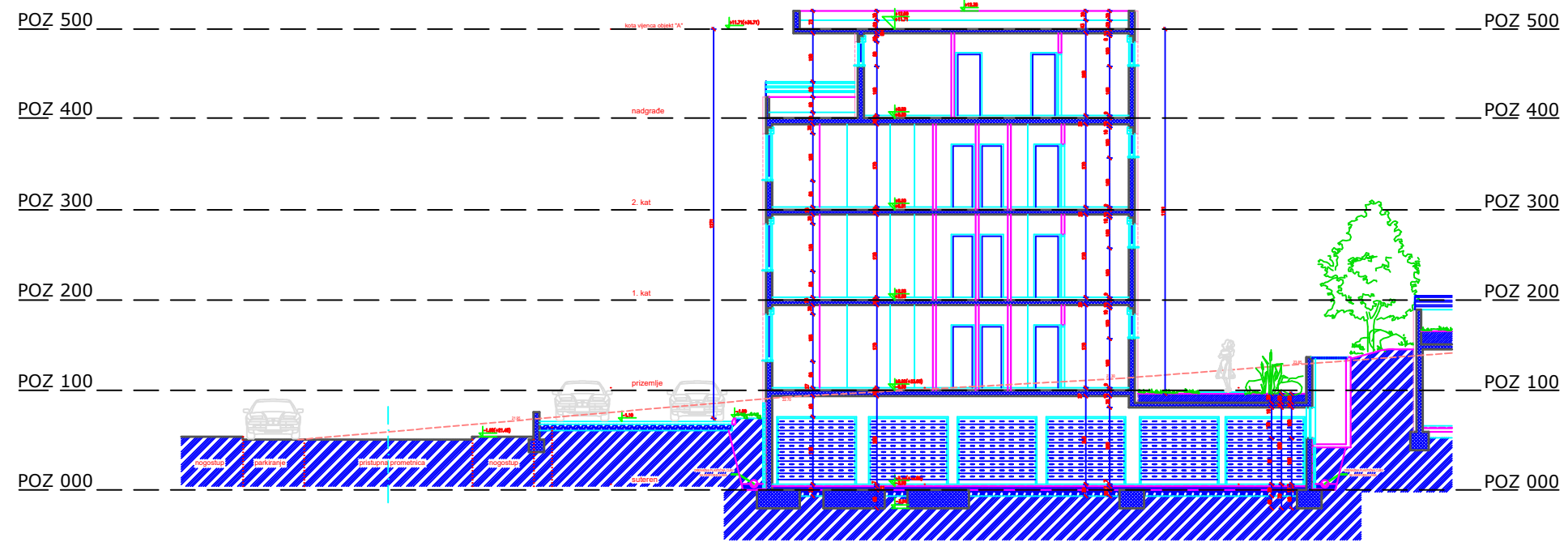
# ZAPADNO PROČELJE-OBJEKT "A"

## MJ 1:100

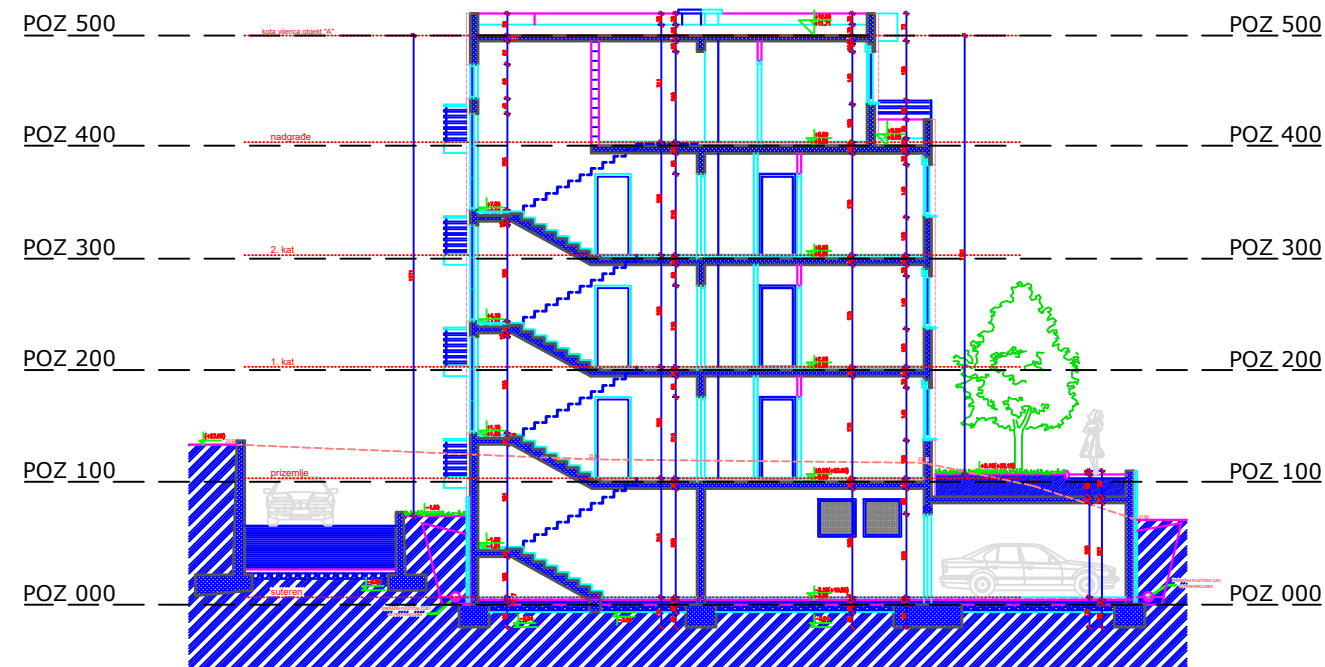


 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117</p>	DIPLOMSKI RAD	
	TEMA:	Glavni projekt stambene zgrade u Splitu
	STUDENT:	Anđela Buzov
	SADRŽAJ:	ZAPADNO PROČELJE-OBJEKT "A" i "B"
	DATUM:	veljača, 2025.
	MJERILO:	1:100
	BROJ PRILOGA:	14.14

PRESJEK 1-1

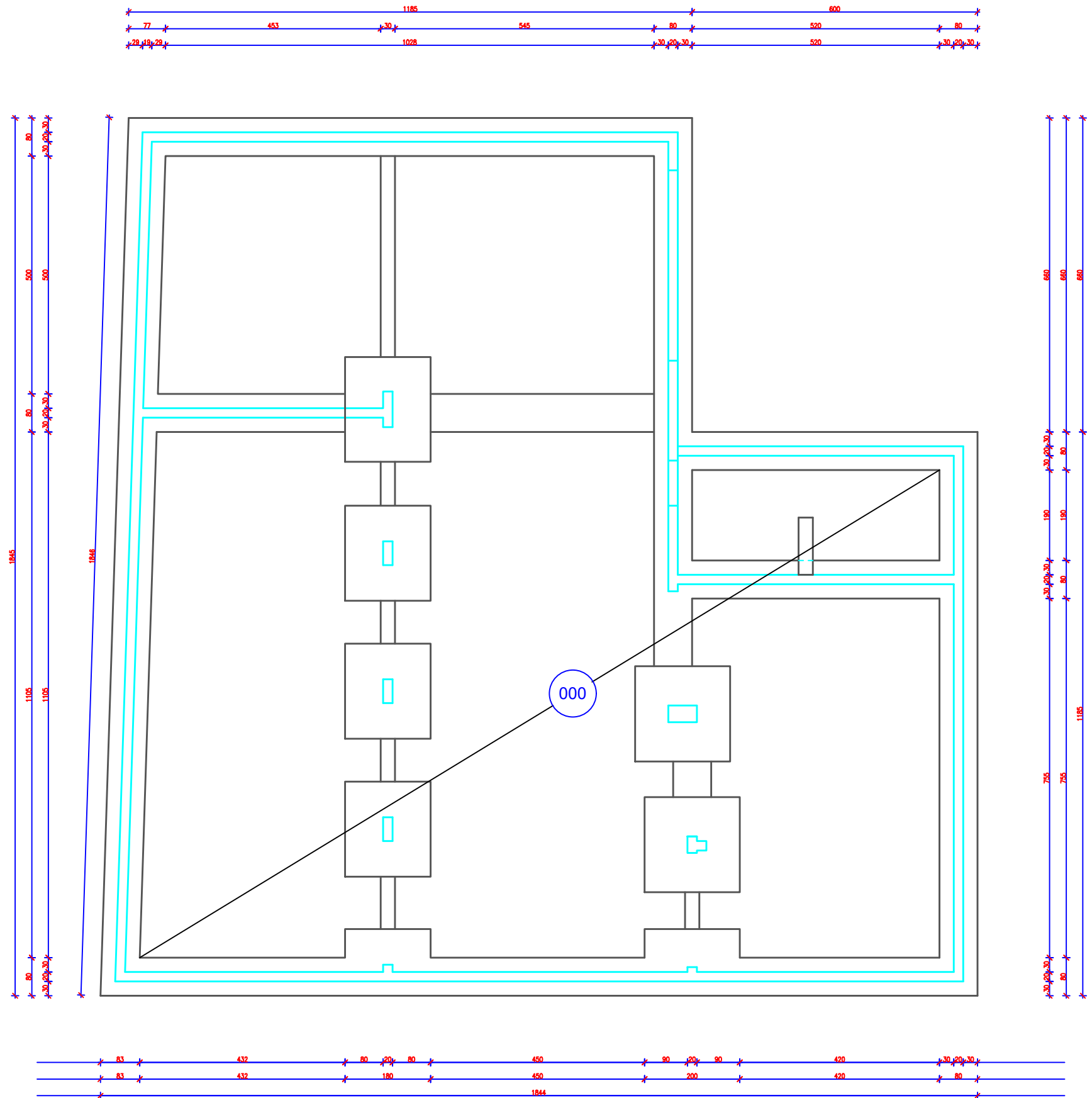


PRESJEK 2-2



 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117</p>	DIPLOMSKI RAD		
	TEMA:	Glavni projekt stambene zgrade u Splitu	
	STUDENT:	Anđela Buzov	
	SADRŽAJ:	GLOBALNI PLAN POZICIJA	MJERILO: 1:150
	DATUM:	veljača, 2025.	BROJ PRILOGA: 14.15

# PLAN POZICIJA 000 M 1:100

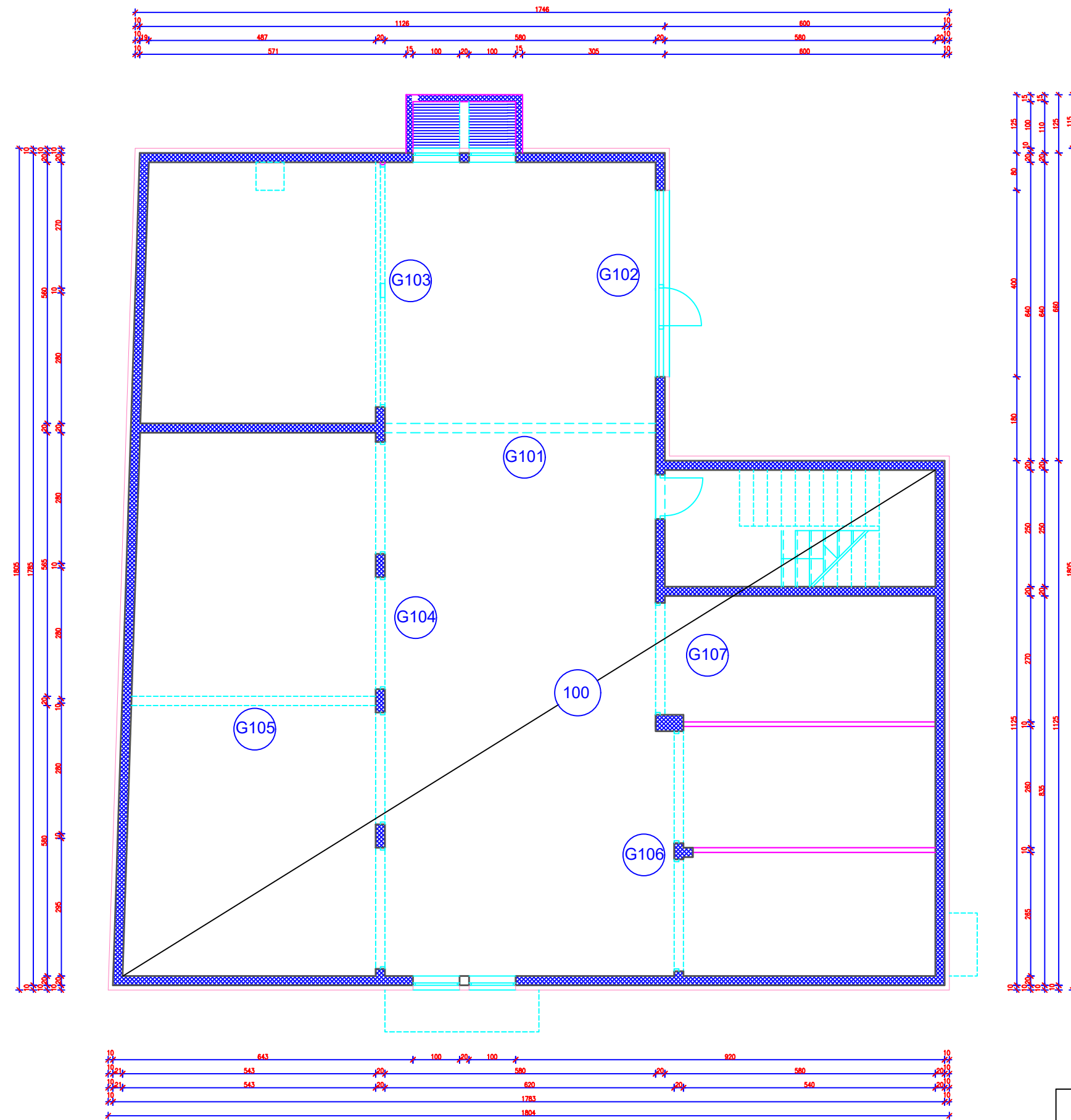


SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE  
I GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15  
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

DIPLOMSKI RAD	
TEMA:	Glavni projekt stambene zgrade u Splitu
STUDENT:	Anđela Buzov
SADRŽAJ:	PLAN POZICIJA 000
DATUM:	veljača, 2025.
MJERILO:	1:100
BROJ PRILOGA:	14.16

# PLAN POZICIJA 100

## M 1:100



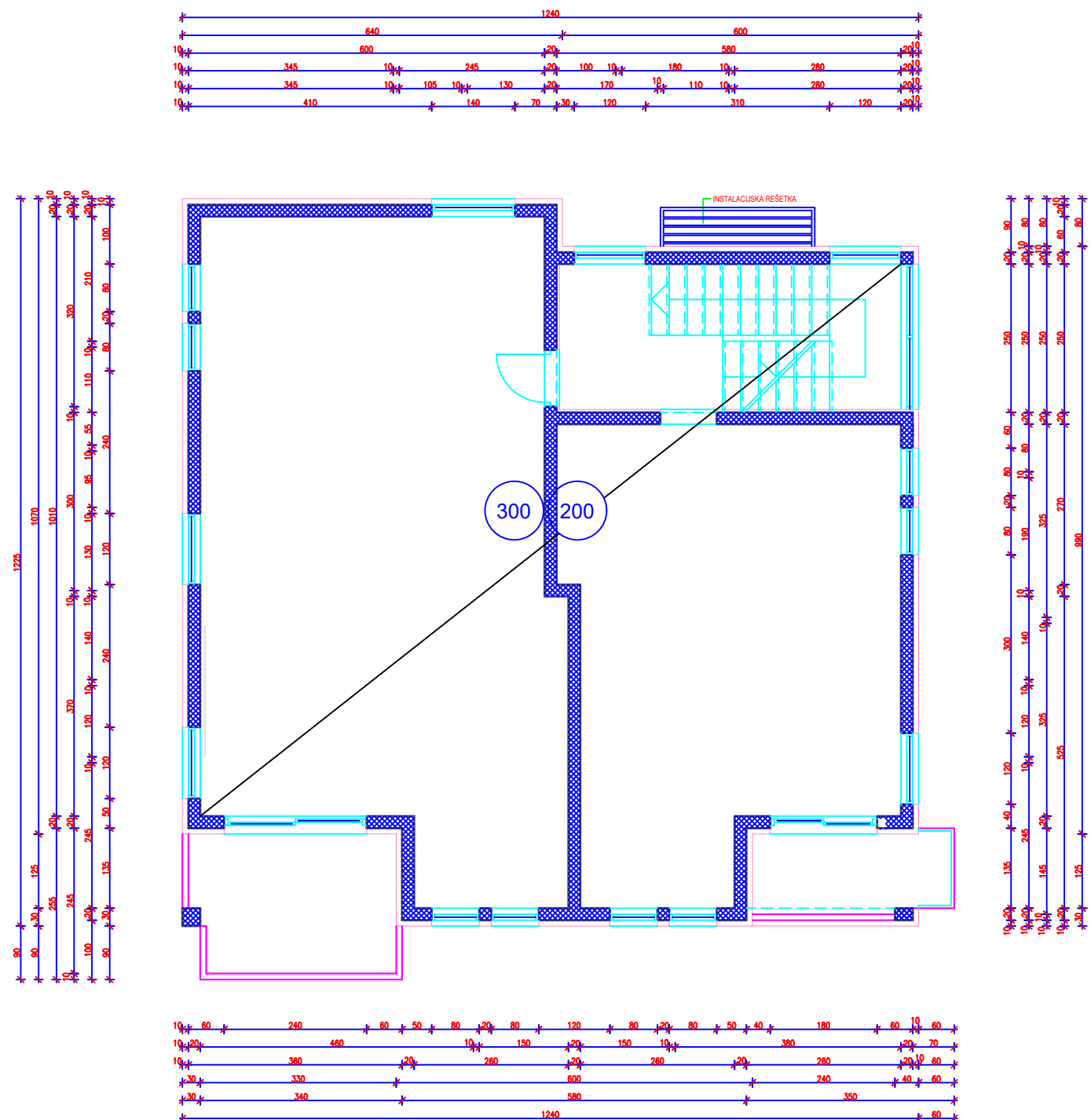
**UCA**

SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE  
 I GEODEZIJE  
 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15  
 MB 3149463, tel: + 385 (0)21 303333, fax: + 385 (0)21 465117

DIPLOMSKI RAD	
TEMA:	Glavni projekt stambene zgrade u Splitu
STUDENT:	Anđela Buzov
SADRŽAJ:	PLAN POZICIJA 100
DATUM:	veljača, 2025.
MJERILO:	1:100
BROJ PRILOGA:	14.17

# PLAN POZICIJA 200 i 300

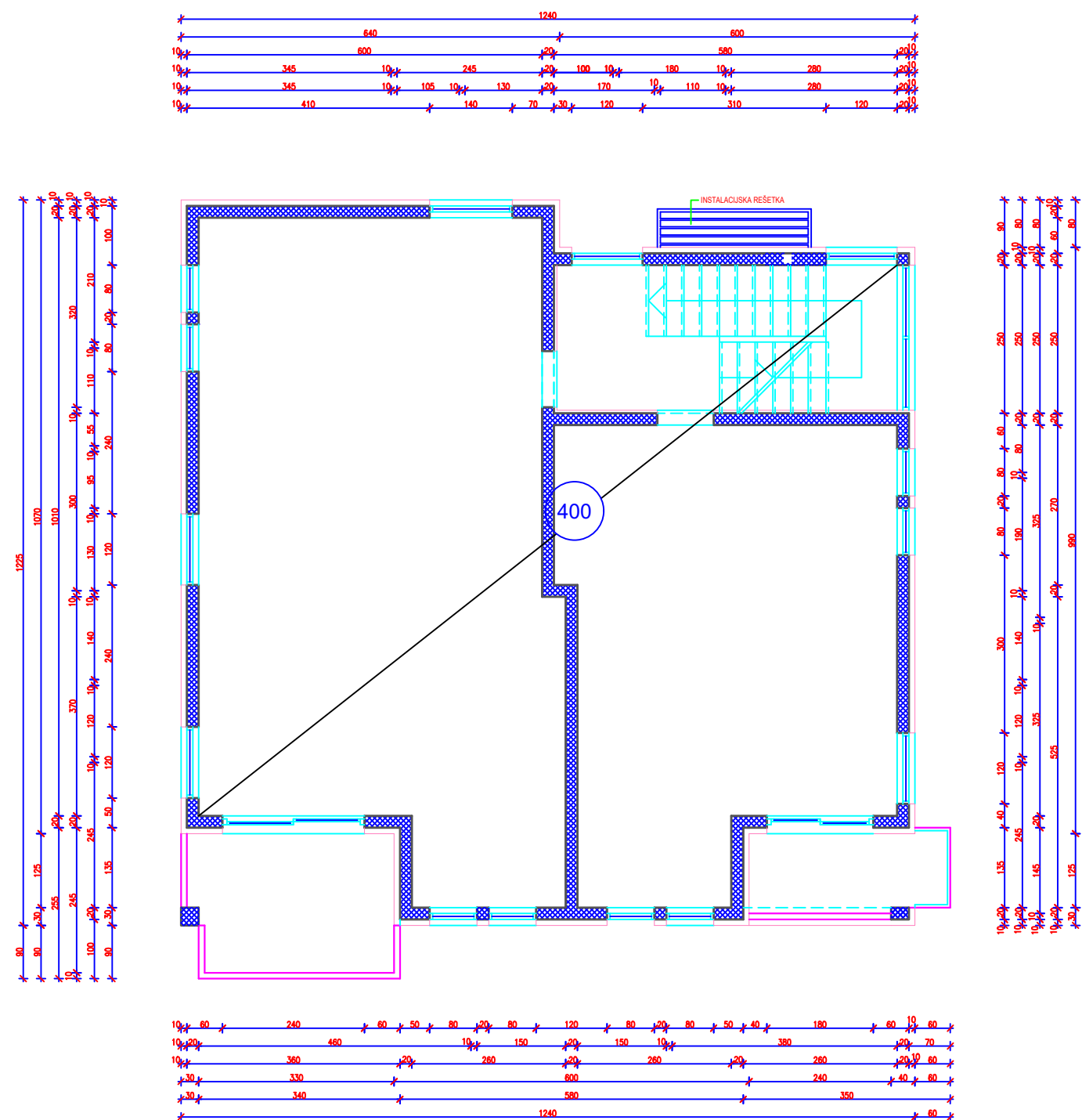
## M 1:100




SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE  
 I GEODEZIJE  
 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15  
 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117

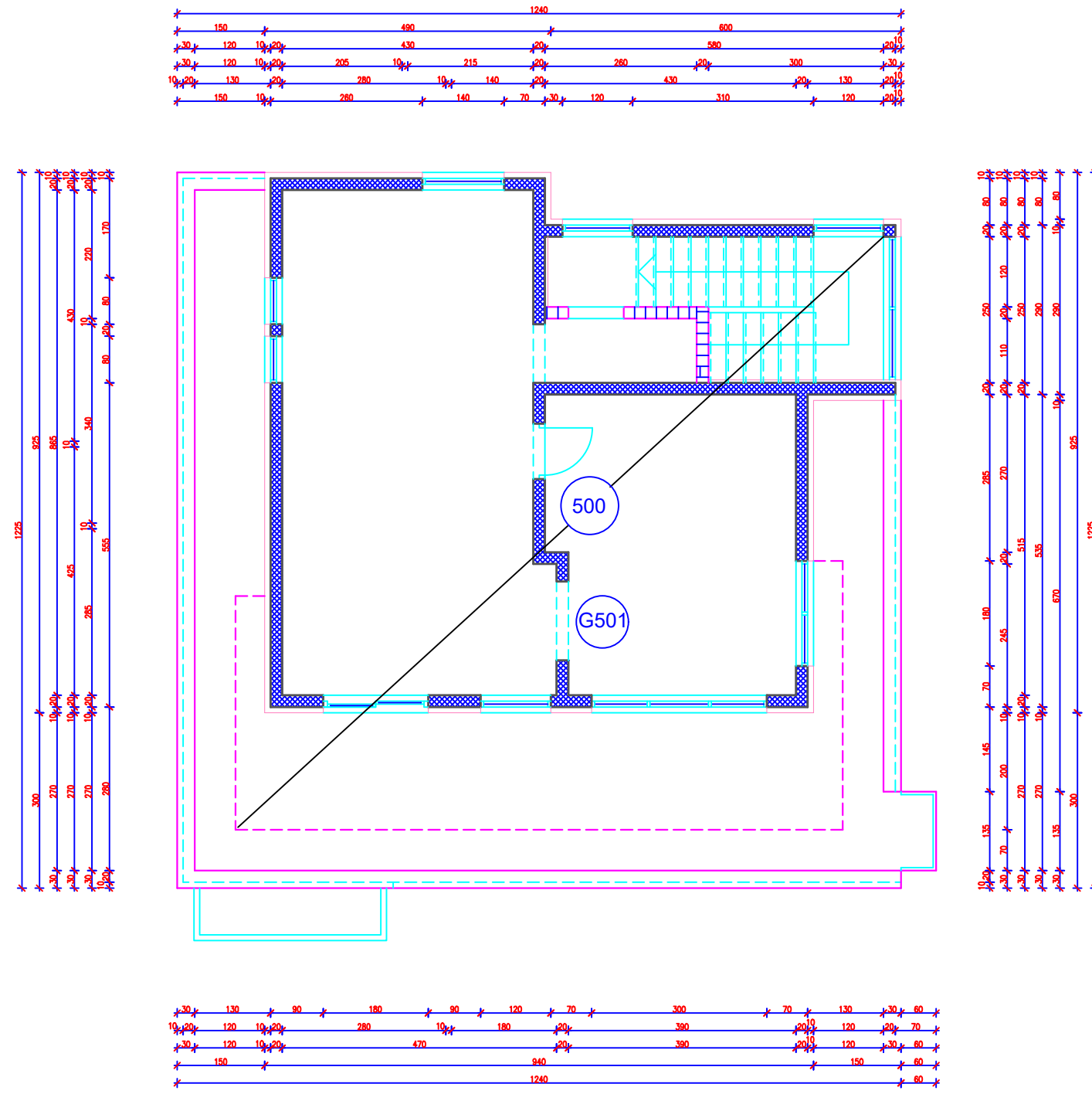
DIPLOMSKI RAD	
TEMA:	Glavni projekt stambene zgrade u Splitu
STUDENT:	Anđela Buzov
SADRŽAJ:	PLAN POZICIJA 200 i 300
DATUM:	veljača, 2025.
MJERILO:	1:100
BROJ PRILOGA:	14.18

# PLAN POZICIJA 400 M 1:100



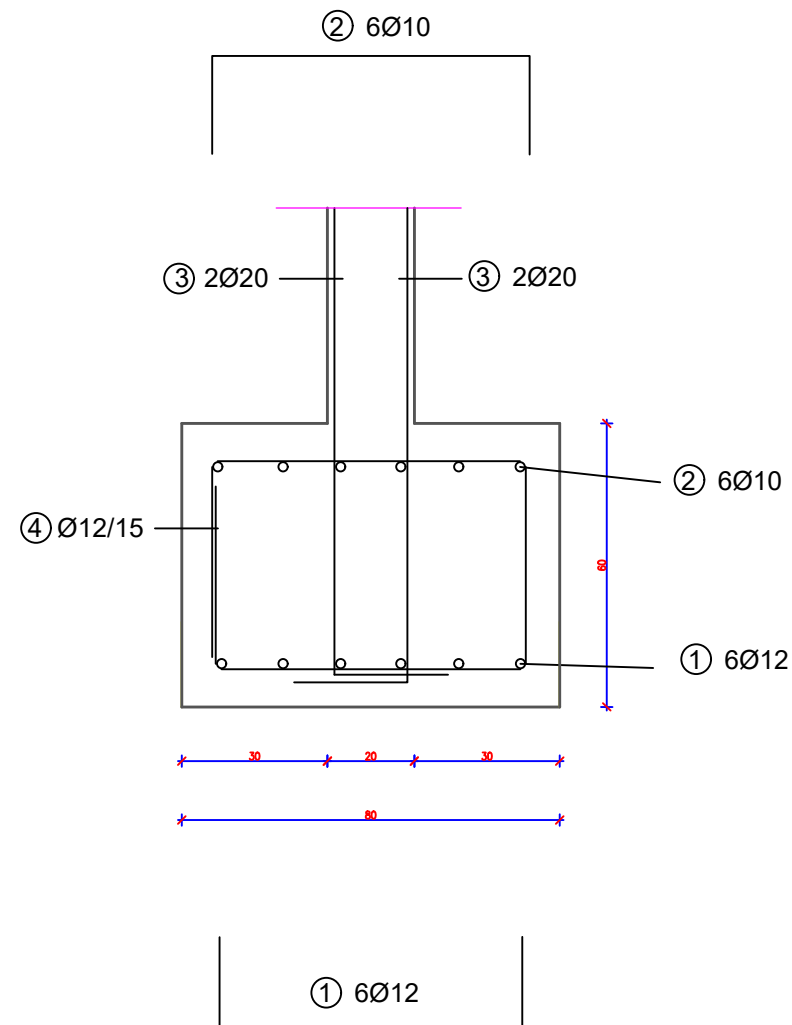
 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117</p>	DIPLOMSKI RAD	
	TEMA:	Glavni projekt stambene zgrade u Splitu
	STUDENT:	Anđela Buzov
	SADRŽAJ:	PLAN POZICIJA 400
DATUM:	veljača, 2025.	MJERILO: 1:100 BROJ PRILOGA: 14.19

# PLAN POZICIJA 500 M 1:100



 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117</p>	DIPLOMSKI RAD	
	TEMA:	Glavni projekt stambene zgrade u Splitu
	STUDENT:	Anđela Buzov
	SADRŽAJ:	PLAN POZICIJA 500
DATUM:	veljača, 2025.	MJERILO: 1:100 BROJ PRILOGA: 14.20

# ARMATURA TRAKASTIH TEMELJA M 1:100



Šipke - specifikacija							
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø [mm]	lg [cm]	n [kom]	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]	
Armatura temelja 000							
1	30 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">589</span> 30	12	649	6	0.92	35.83	
2	30 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">589</span> 30	10	649	6	0.649	25.27	
3	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">589</span>	10	589	4	0.649	15.29	
4	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; text-align: center;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <span>50</span> <span>70</span> <span>50</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <span>70</span> <span>50</span> <span>70</span> </div> </span>	12	290	40	0.92	106.72	
Ukupno						183.11	



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE  
I GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15  
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

DIPLOMSKI RAD

TEMA: Glavni projekt stambene zgrade u Splitu

STUDENT: Anđela Buzov

SADRŽAJ: ARMATURA TRAKASTIH TEMELJA

DATUM: veljača, 2025.

MJERILO: 1:100

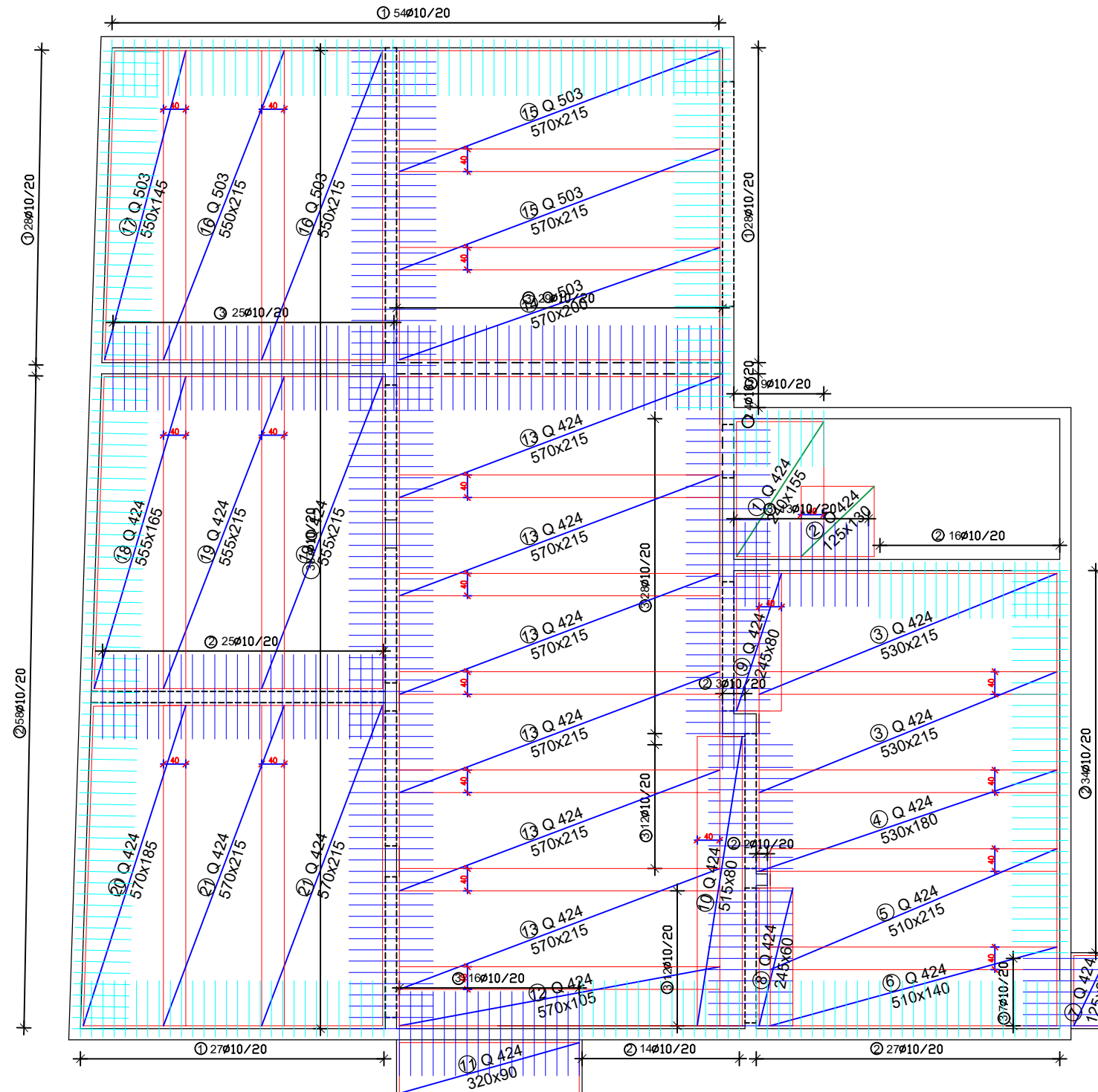
BROJ PRILOGA:

14.21



# ARMATURA STROPNE PLOČE SUTERENA DONJA ZONA M 1:100

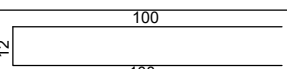
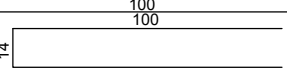
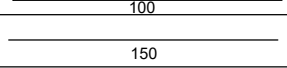
DONJA ZONA



Mreže - specifikacija

Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n [kom]	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
Donja zona poz 100 (1 kom)						
1	Q 424	155	240	1	6.81	25.33
2	Q 424	125	130	1	6.81	11.07
3	Q 424	215	530	2	6.81	155.20
4	Q 424	180	530	1	6.81	64.97
5	Q 424	215	510	1	6.81	74.67
6	Q 424	140	510	1	6.81	48.62
7	Q 424	60	125	1	6.81	5.11
8	Q 424	60	245	1	6.81	10.01
9	Q 424	80	245	1	6.81	13.35
10	Q 424	80	515	1	6.81	28.06
11	Q 424	90	320	1	6.81	19.61
12	Q 424	105	570	1	6.81	40.76
13	Q 424	215	570	6	6.81	500.74
14	Q 503	200	570	1	8.03	91.54
15	Q 503	215	570	2	8.03	196.82
16	Q 503	215	550	2	8.03	189.91
17	Q 503	145	550	1	8.03	64.04
18	Q 424	165	555	1	6.81	62.36
19	Q 424	215	555	2	6.81	162.52
20	Q 424	185	570	1	6.81	71.81
21	Q 424	215	570	2	6.81	166.91
<b>Ukupno</b>						<b>2003.41</b>

Šipke - specifikacija

ozn	oblik i mjere [cm]	Ø [mm]	lg [m]	n [kom]	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
Armatura ploče						
1	12 	10	2.12	110	0.617	143.89
2	14 	10	2.14	185	0.617	244.27
3		10	1.50	259	0.617	239.71
<b>Ukupno</b>						<b>627.87</b>



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE  
I GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15  
MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117

DIPLOMSKI RAD

TEMA: Glavni projekt stambene zgrade u Splitu

STUDENT: Anđela Buzov

SADRŽAJ: ARMATURA STROPNE PLOČE  
SUTERENA - DONJA ZONA

MJERILO: 1:100

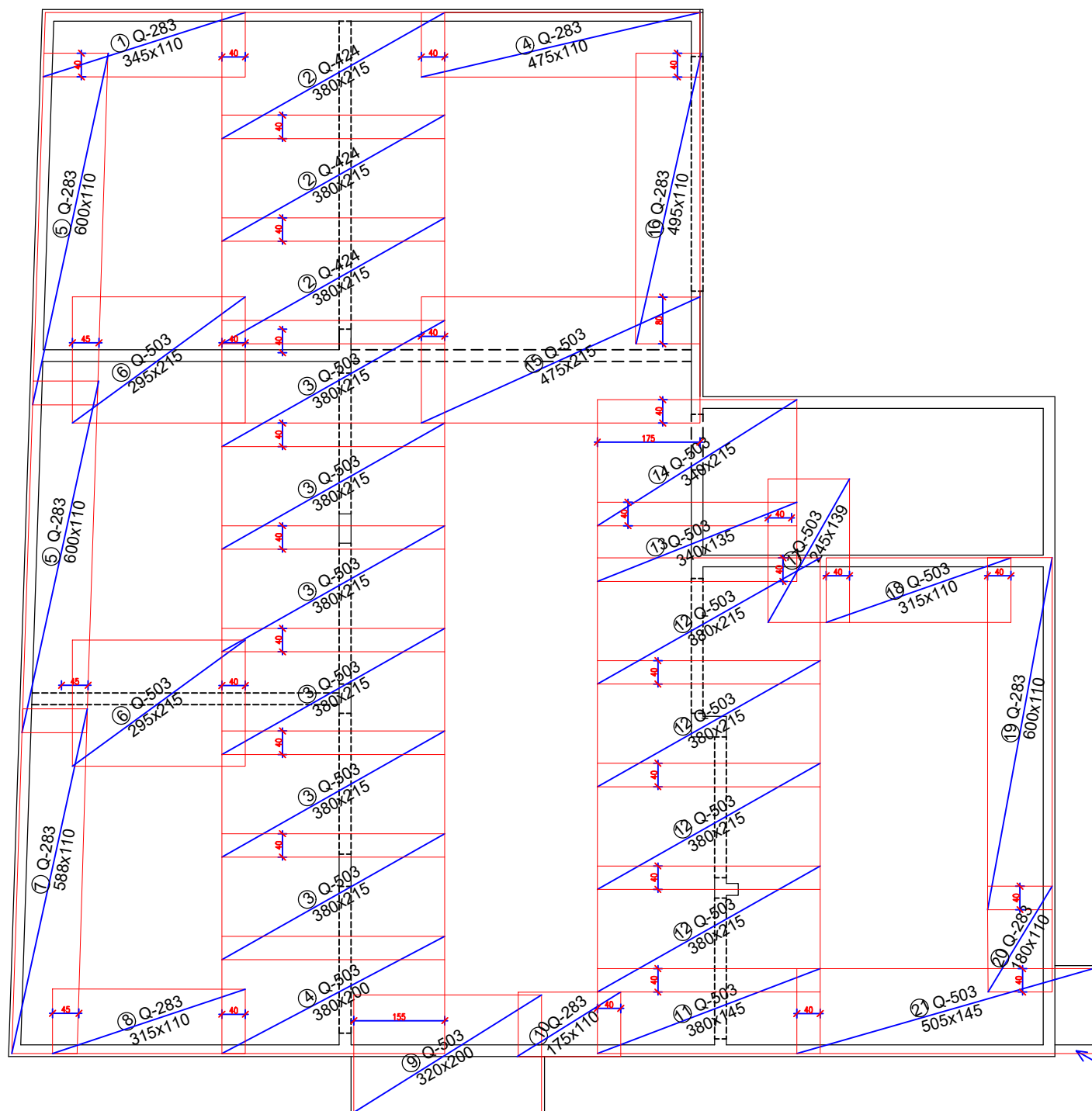
BRJ PRILOGA:

DATUM: veljača, 2025.

14.22

GORNJA ZONA

# ARMATURA STROPNE PLOČE SUTERENA GORNJA ZONA M 1:100



Pozicija	Oznaka mreže	Mreže - specifikacija				
		B [cm]	L [cm]	n [kom]	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
Gornja zona poz 100						
1	Q-283	110	345	1	4.48	17.00
2	Q-424	215	380	3	6.81	166.91
3	Q-503	215	380	6	8.03	393.63
4	Q-503	200	380	1	8.03	61.03
5	Q-283	110	600	2	4.48	59.14
6	Q-503	215	295	2	8.03	101.86
7	Q-283	110	588	1	4.48	28.98
8	Q-283	110	315	1	4.48	15.52
9	Q-503	200	320	1	8.03	51.39
10	Q-283	110	175	1	4.48	8.63
11	Q-503	145	380	1	8.03	44.25
12	Q-503	215	380	4	8.03	262.42
13	Q-503	135	340	1	8.03	36.86
14	Q-503	215	340	1	8.03	58.70
15	Q-503	215	475	1	8.03	82.01
16	Q-283	110	495	1	4.48	24.40
17	Q-503	139	245	1	8.03	27.35
18	Q-503	110	315	1	8.03	27.83
19	Q-283	110	600	1	4.48	29.57
20	Q-283	110	180	1	4.48	8.87
21	Q-503	145	505	1	8.03	58.80
Ukupno						1565.15

IZREZATI NA LICU MJESTA



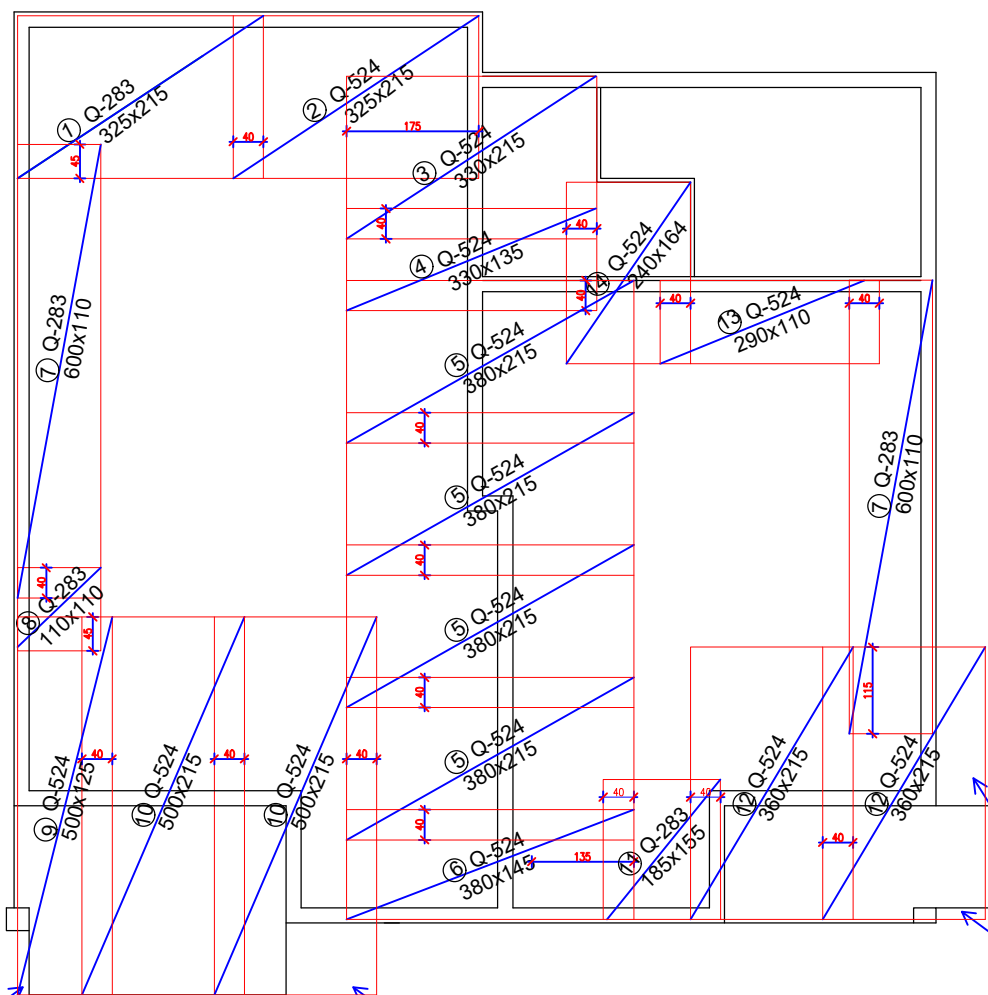
SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE  
I GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15  
MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117

DIPLOMSKI RAD	
TEMA:	Glavni projekt stambene zgrade u Splitu
STUDENT:	Andela Buzov
SADRŽAJ:	ARMATURA STROPNE PLOČE SUTERENA - GORNJA ZONA
DATUM:	veljača, 2025.
MJERILO:	1:100
BROJ PRILOGA:	14.23



GORNJA ZONA

# ARMATURA STROPNE PLOČE PRIZEMLJA GORNJA ZONA M 1:100



IZREZATI NA LICU MJESTA

IZREZATI NA LICU MJESTA

IZREZATI NA LICU MJESTA

Pozicija	Oznaka mreže	Mreže - specifikacija			Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
		B [cm]	L [cm]	n [kom]		
Gornja zona poz 100 (1 kom)						
1	Q-283	215	325	1	4.48	31.31
2	Q-524	215	325	1	8.40	58.70
3	Q-524	215	330	1	8.40	58.21
4	Q-524	135	330	1	8.40	37.42
5	Q-524	215	380	4	8.40	274.51
6	Q-524	145	380	1	8.40	46.83
7	Q-283	110	600	2	4.48	59.14
8	Q-283	110	110	1	4.48	5.42
9	Q-524	125	500	1	8.40	52.50
10	Q-524	215	500	2	8.40	180.60
11	Q-283	155	185	1	4.48	12.85
12	Q-524	215	360	2	8.40	130.03
13	Q-524	110	290	1	8.40	26.80
14	Q-524	164	240	1	8.40	33.06
Ukupno						1007.38



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE  
I GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15  
MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117

DIPLOMSKI RAD

TEMA: Glavni projekt stambene zgrade u Splitu

STUDENT: Anđela Buzov

SADRŽAJ:  
ARMATURA STROPNE PLOČE PRIZEMLJA  
GORNJA ZONA

MJERILO: 1:100

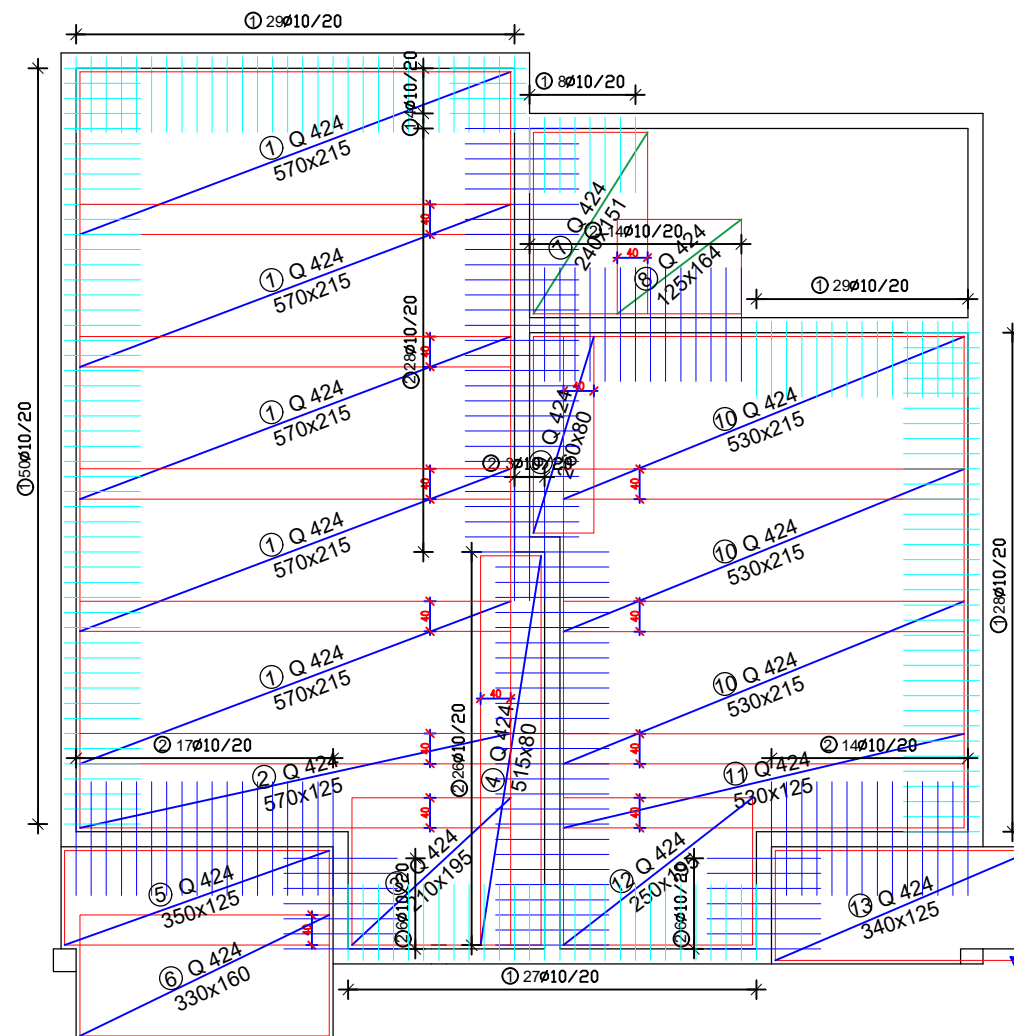
BROJ PRILOGA:

DATUM: veljača, 2025.

14.25

DONJA ZONA

# ARMATURA STROPNE PLOČE 1. KATA DONJA ZONA M 1:100



IZREZATI NA LICU MJESTA

Mreže - specifikacija

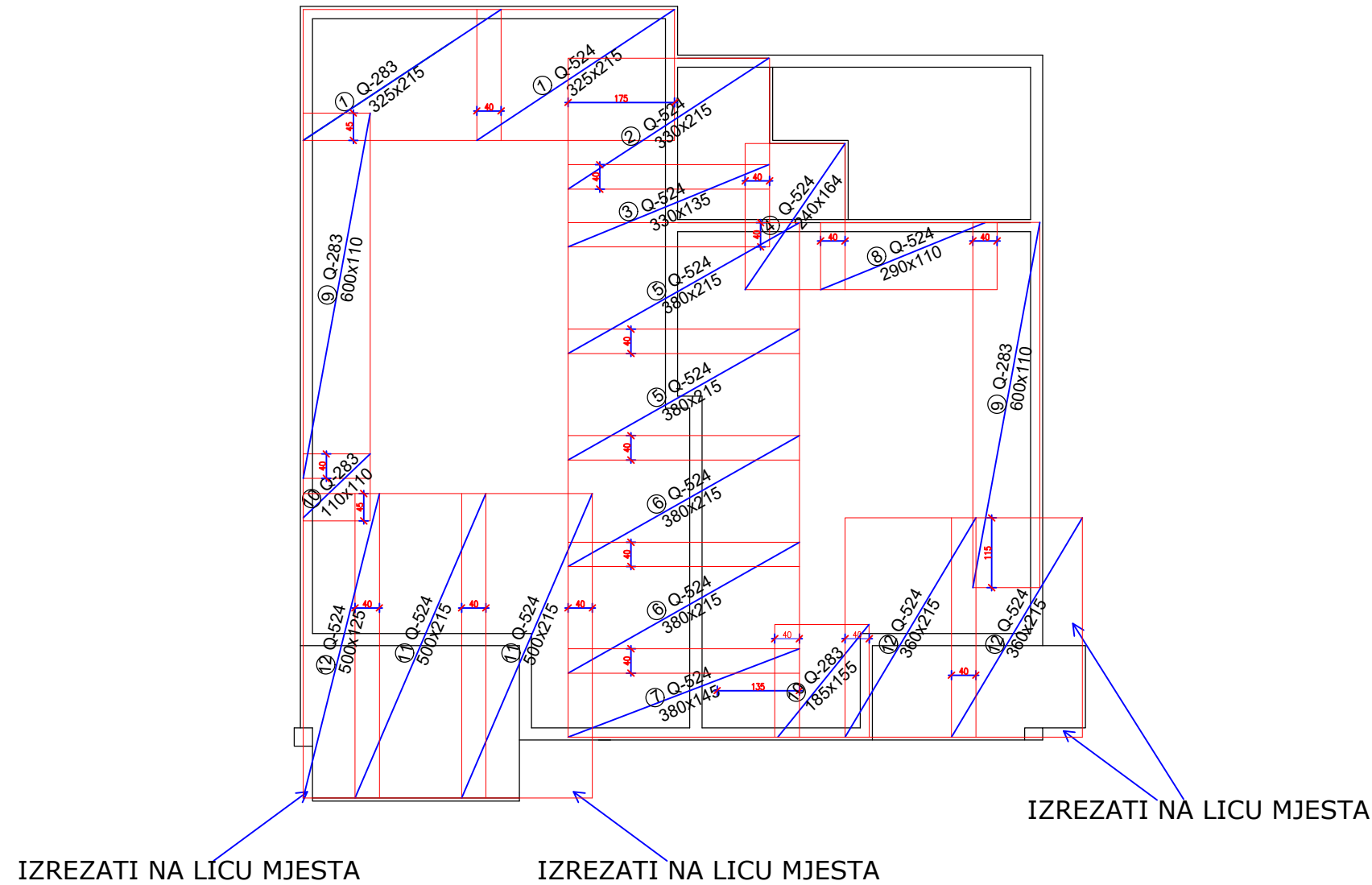
Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n [kom]	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
Donja zona poz 100 (1 kom)						
1	Q-424	215	570	5	6.81	417.28
2	Q-424	125	570	1	6.81	48.52
3	Q-424	195	210	1	6.81	27.89
4	Q-424	80	515	1	6.81	28.06
5	Q-424	125	350	1	6.81	29.79
6	Q-424	160	330	1	6.81	35.96
7	Q-424	151	240	1	6.81	24.68
8	Q-424	125	164	1	6.81	13.96
9	Q-424	80	260	1	6.81	14.17
10	Q-424	215	530	3	6.81	77.60
11	Q-424	125	530	1	6.81	45.12
12	Q-424	195	250	1	6.81	33.20
13	Q-424	145	340	1	6.81	33.57
Ukupno						829.81

Šipke - specifikacija


ozn	oblik i mjere [cm]	Ø [mm]	lg [m]	n [kom]	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
Armatura ploče						
1	100	10	2.12	167	0.617	218.44
2	150	10	1.50	114	0.617	105.51
Ukupno						323.95

GORNJA ZONA

# ARMATURA STROPNE PLOČE 1. KATA GORNJA ZONA M 1:100

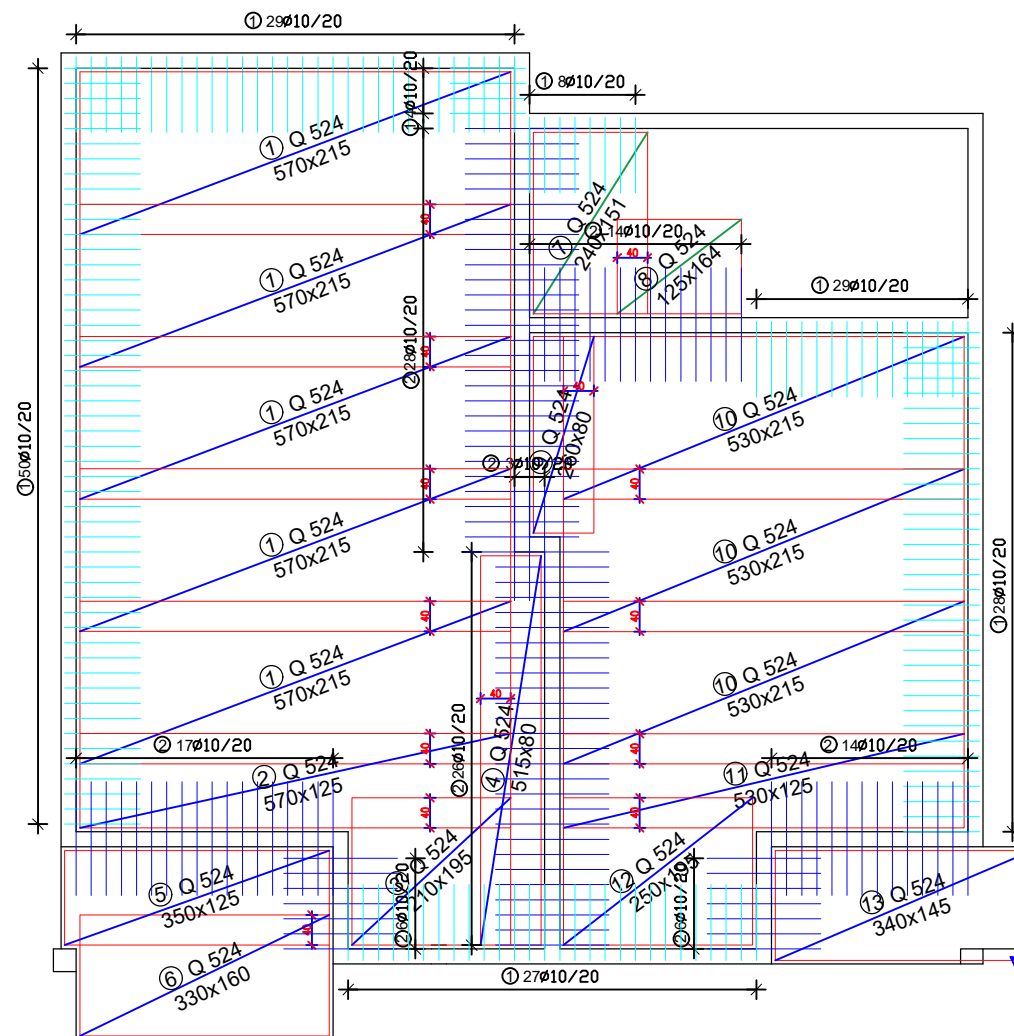


Pozicija	Oznaka mreže	Mreže - specifikacija			Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
		B [cm]	L [cm]	n [kom]		
Gornja zona poz 100 (1 kom)						
1	Q-283	215	325	1	4.48	31.31
2	Q-524	215	325	1	8.40	58.70
3	Q-524	215	330	1	8.40	58.21
4	Q-524	135	330	1	8.40	37.42
5	Q-524	215	380	4	8.40	274.51
6	Q-524	145	380	1	8.40	46.83
7	Q-283	110	600	2	4.48	59.14
8	Q-283	110	110	1	4.48	5.42
9	Q-524	125	500	1	8.40	52.50
10	Q-524	215	500	2	8.40	180.60
11	Q-283	155	185	1	4.48	12.85
12	Q-524	215	360	2	8.40	130.03
13	Q-524	110	290	1	8.40	26.80
14	Q-524	164	240	1	8.40	33.06
Ukupno						1007.38

 SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117	DIPLOMSKI RAD	
	TEMA:	Glavni projekt stambene zgrade u Splitu
	STUDENT:	Andela Buzov
	SADRŽAJ:	ARMATURA STROPNE PLOČE 1. KATA GORNJA ZONA
DATUM:	veljača, 2025.	MJERILO: 1:100 BROJ PRILOGA: 14.27

DONJA ZONA

# ARMATURA STROPNE PLOČE 2. KATA DONJA ZONA M 1:100



IZREZATI NA LICU MJESTA

Mreže - specifikacija

Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n [kom]	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
Donja zona poz 100 (1 kom)						
1	Q 524	215	570	5	8.40	514.71
2	Q 524	125	570	1	8.40	59.85
3	Q 524	195	210	1	8.40	34.40
4	Q 524	80	515	1	8.40	34.61
5	Q 524	125	350	1	8.40	36.75
6	Q 524	160	330	1	8.40	44.35
7	Q 524	151	240	1	8.40	30.44
8	Q 524	125	164	1	8.40	17.22
9	Q 524	80	260	1	8.40	17.47
10	Q 524	215	530	3	8.40	287.16
11	Q 524	125	530	1	8.40	55.65
12	Q 524	195	250	1	8.40	40.95
13	Q 524	145	340	1	8.40	41.41
Ukupno						1214.97

Šipke - specifikacija

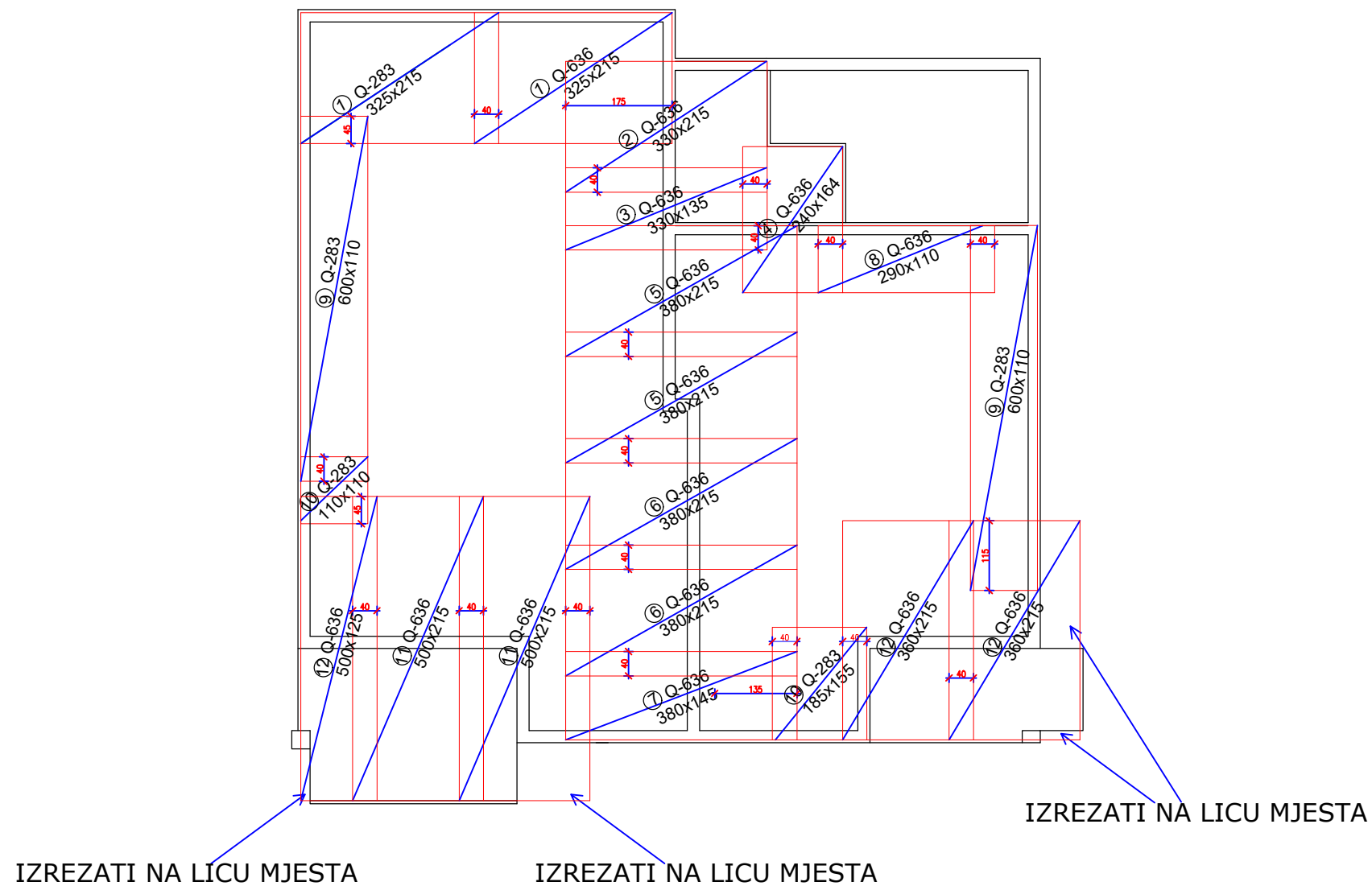
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø [mm]	lg [m]	n [kom]	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
Armatura ploče						
1	100	10	2.16	167	0.617	222.55
2	150	10	1.50	114	0.617	105.51
Ukupno						328.06




DIPLOMSKI RAD	
TEMA:	Glavni projekt stambene zgrade u Splitu
STUDENT:	Anđela Buzov
SADRŽAJ:	ARMATURA STROPNE PLOČE 2. KATA DONJA ZONA
DATUM:	veljača, 2025.
MJERILO:	1:100
BROJ PRILOGA:	14.28

GORNJA ZONA

# ARMATURA STROPNE PLOČE 2. KATA GORNJA ZONA M 1:100



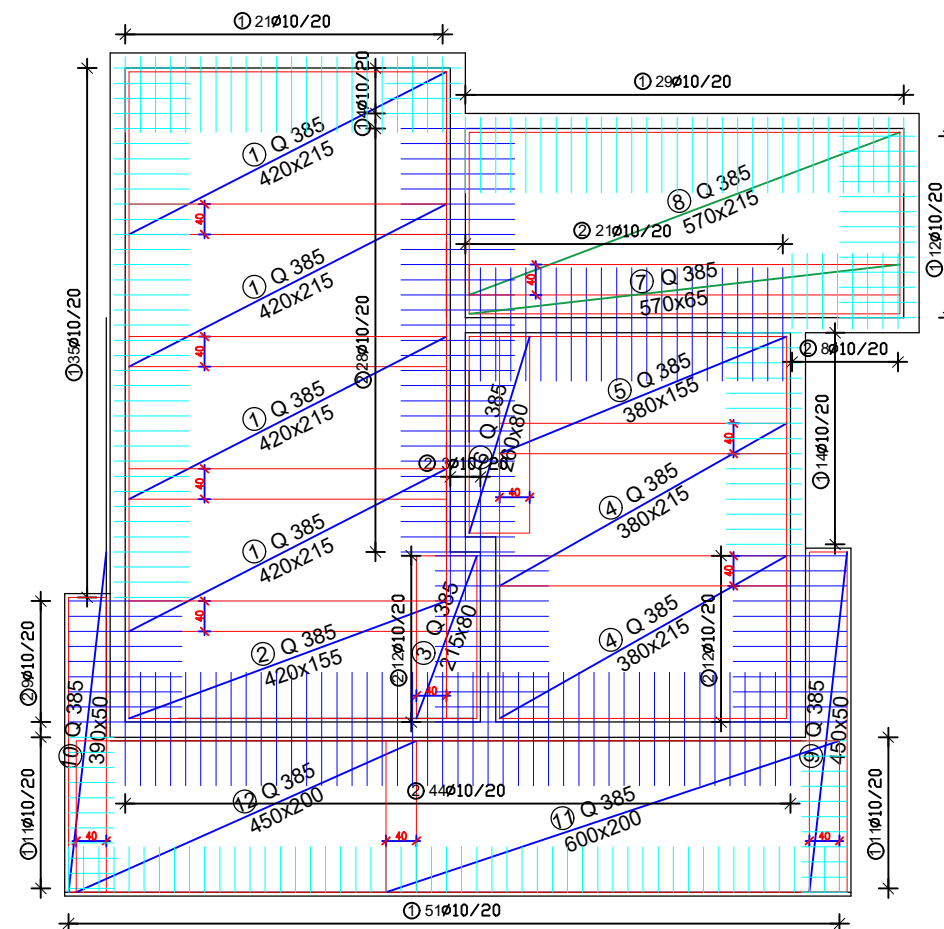
Pozicija	Oznaka mreže	Mreže - specifikacija			Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
		B [cm]	L [cm]	n [kom]		
Gornja zona poz 100 (1 kom)						
1	Q-283	215	325	1	4.48	31.31
2	Q-636	215	325	1	10.08	70.44
3	Q-636	215	330	1	10.08	71.52
4	Q-636	135	330	1	10.08	44.91
5	Q-636	215	380	4	10.08	329.42
6	Q-636	145	380	1	10.08	55.54
7	Q-283	110	600	2	4.48	59.14
8	Q-283	110	110	1	4.48	5.42
9	Q-636	125	500	1	10.08	63.00
10	Q-636	215	500	2	10.08	216.72
11	Q-283	155	185	1	4.48	12.85
12	Q-636	215	360	2	10.08	156.04
13	Q-636	110	290	1	10.08	32.16
14	Q-636	164	240	1	10.08	39.68
Ukupno						1188.15

 SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117	DIPLOMSKI RAD	
	TEMA:	Glavni projekt stambene zgrade u Splitu
	STUDENT:	Andela Buzov
	SADRŽAJ:	ARMATURA STROPNE PLOČE 2. KATA GORNJA ZONA
DATUM:	veljača, 2025.	MJERILO: 1:100 BROJ PRILOGA: 14.29



DONJA ZONA

# ARMATURA STROPNE PLOČE NADGRAĐA DONJA ZONA M 1:100




Mreže - specifikacija

Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n [kom]	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
Donja zona poz 100 (1 kom)						
1	Q 385	215	420	4	6.10	220.33
2	Q 385	155	420	1	6.10	39.71
3	Q 385	80	215	1	6.10	10.49
4	Q 385	215	380	2	6.10	49.84
5	Q 385	155	380	1	6.10	35.93
6	Q 385	80	260	1	6.10	12.69
7	Q 385	60	570	1	6.10	20.86
8	Q 385	215	570	1	6.10	74.76
9	Q 385	50	450	1	6.10	13.73
10	Q 385	50	390	1	6.10	11.90
11	Q 385	200	600	1	6.10	73.20
12	Q 385	200	450	1	6.10	54.90
Ukupno						563.44

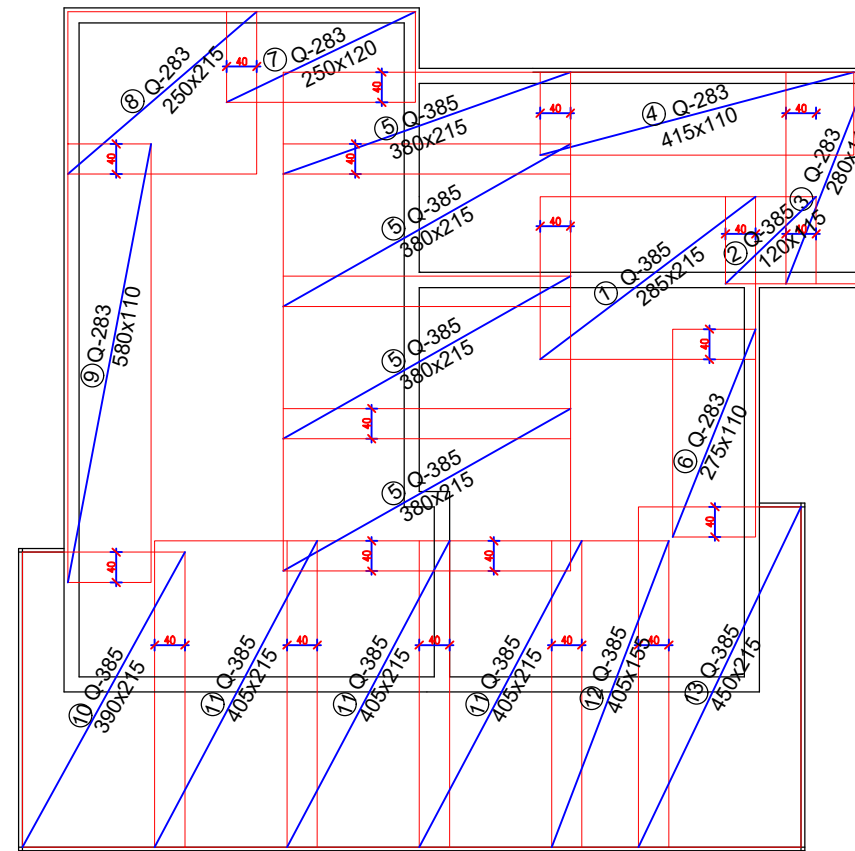
Šipke - specifikacija

ozn	oblik i mjere [cm]	Ø [mm]	lg [m]	n [kom]	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
Armatura ploče						
1	100	10	2.10	78	0.617	101.07
2	150	10	1.50	195	0.617	180.47
Ukupno						281.54


 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117</p>	DIPLOMSKI RAD	
	TEMA:	Glavni projekt stambene zgrade u Splitu
	STUDENT:	Andela Buzov
	SADRŽAJ:	ARMATURA STROPNE PLOČE NADGRAĐA - DONJA ZONA
DATUM:	veljača, 2025.	MJERILO: 1:100 BROJ PRILOGA: 14.30

GORNJA ZONA

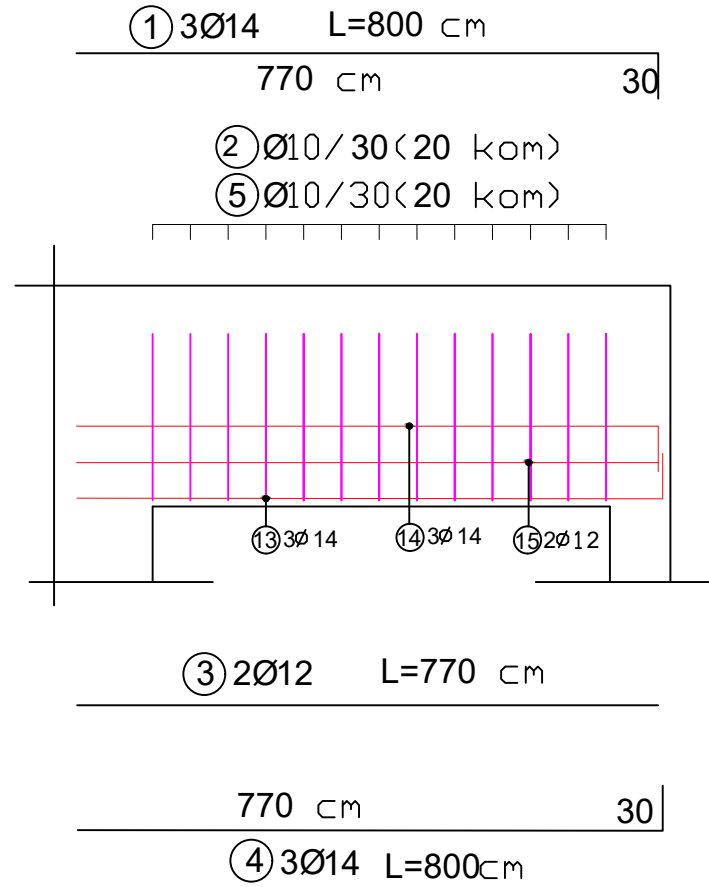
# ARMATURA STROPNE PLOČE NADGRAĐA GORNJA ZONA M 1:100



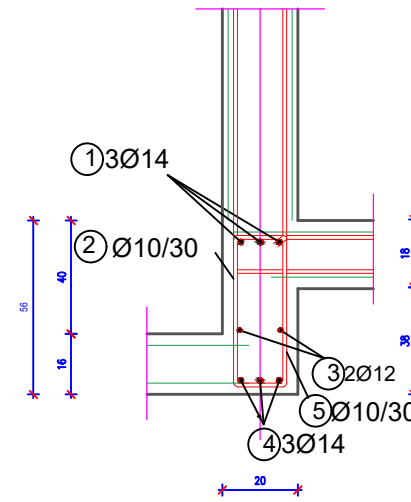
Pozicija	Oznaka mreže	Mreže - specifikacija			Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
		B [cm]	L [cm]	n [kom]		
Gornja zona poz 100 (1 kom)						
1	Q-385	215	285	1	6.10	37.38
2	Q-385	115	120	1	6.10	8.42
3	Q-283	110	280	1	4.48	13.80
4	Q-283	110	415	1	4.48	20.45
5	Q-385	215	380	4	6.10	199.35
6	Q-283	110	275	1	4.48	13.55
7	Q-283	120	250	1	4.48	13.44
8	Q-283	215	250	1	4.48	24.08
9	Q-283	110	580	1	4.48	28.58
10	Q-385	215	390	1	6.10	51.15
11	Q-385	215	405	3	6.10	159.35
12	Q-385	155	405	1	6.10	38.29
13	Q-385	215	450	1	6.10	59.02
Ukupno						666.86

 SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117	DIPLOMSKI RAD	
	TEMA:	Glavni projekt stambene zgrade u Splitu
	STUDENT:	Andela Buzov
	SADRŽAJ:	ARMATURA STROPNE PLOČE NADGRAĐA - GORNJA ZONA
DATUM:	veljača, 2025.	MJERILO: 1:100 BROJ PRILOGA: 14.31

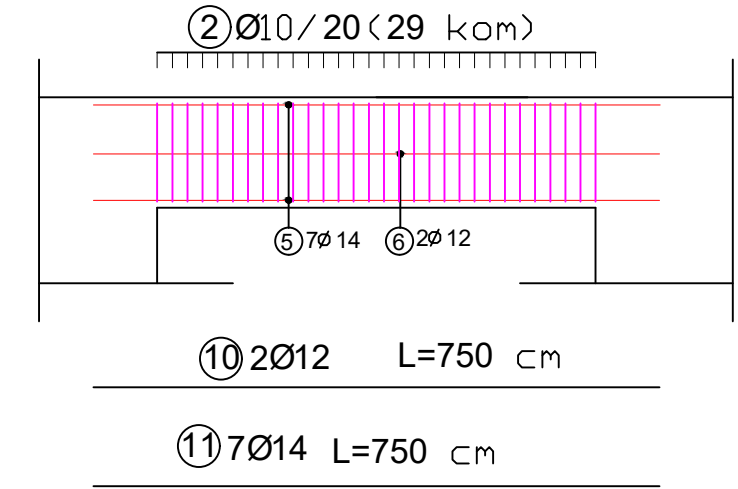
Armatura grede G101 b/h = 20/56 cm



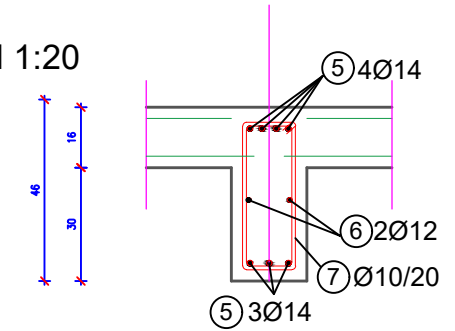
Presjek G101 M 1:20



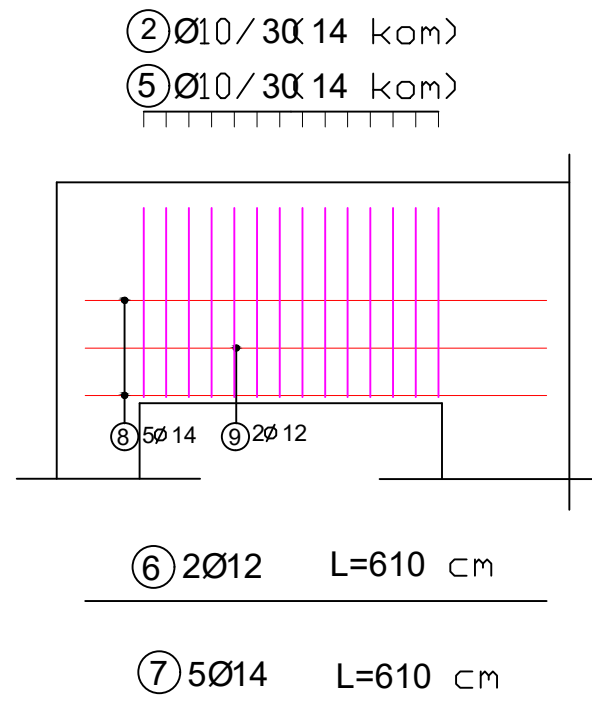
Armatura grede G103 b/h = 20/46 cm



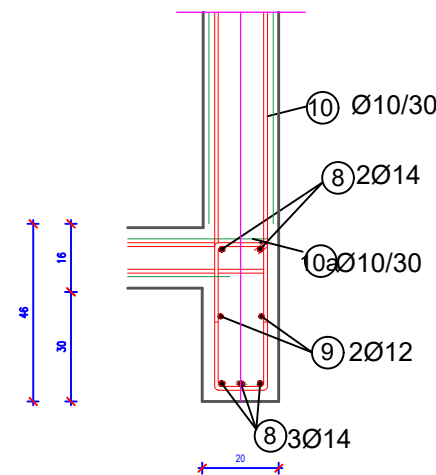
Presjek G103 M 1:20




Armatura grede G102 b/h = 20/46 cm

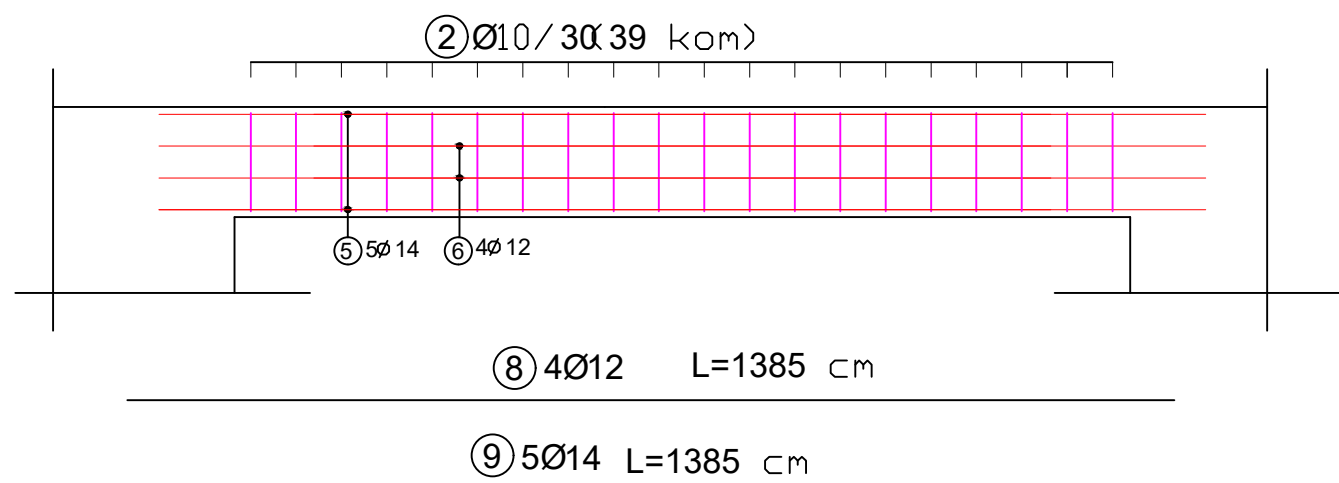


Presjek G102 M 1:20

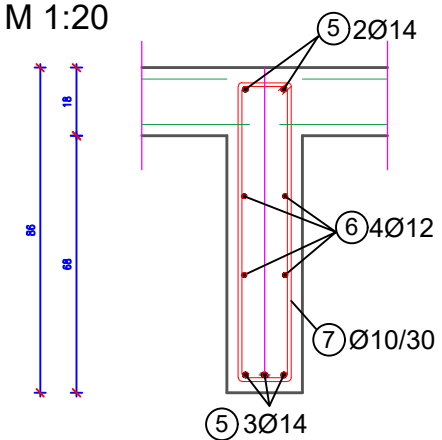


 SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117	DIPLOMSKI RAD	
	TEMA:	Glavni projekt stambene zgrade u Splitu
	STUDENT:	Anđela Buzov
	SADRŽAJ:	ARMATURA GREDA - POZ 100
	DATUM:	veljača, 2025.
MJERILO: 1:50		
BROJ PRILOGA: 14.32		

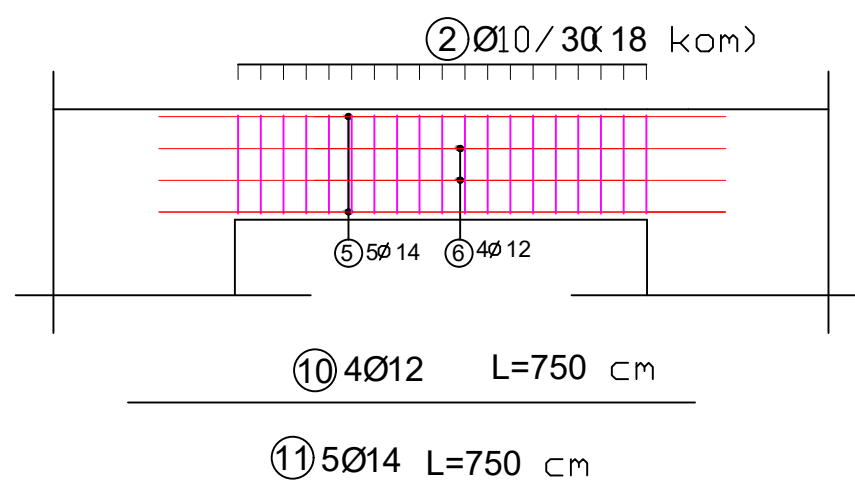
Armatura grede G104 b/h = 20/86 cm



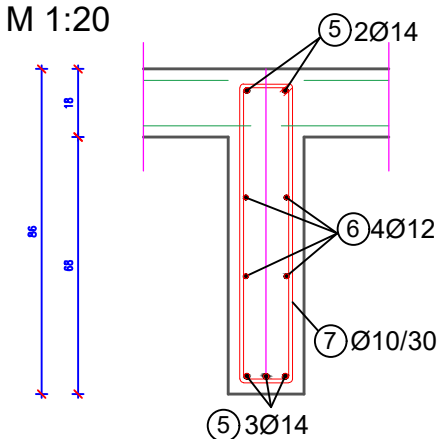
Presjek G104 M 1:20




Armatura grede G105 b/h = 20/86 cm



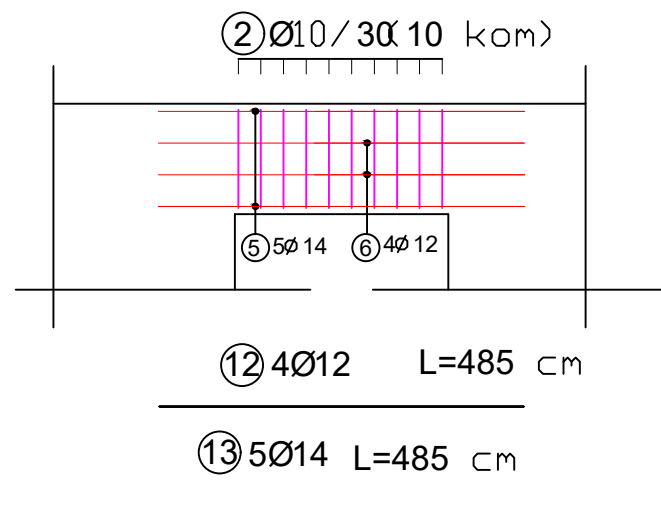
Presjek G105 M 1:20



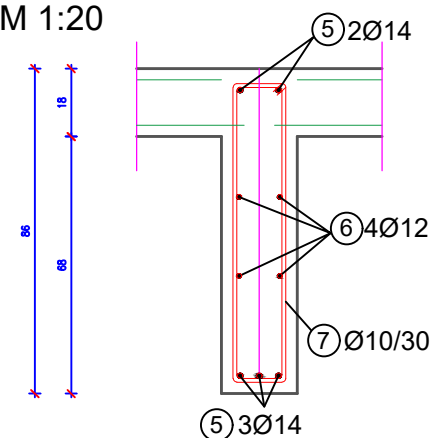
 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117</p>	DIPLOMSKI RAD	
	TEMA:	Glavni projekt stambene zgrade u Splitu
	STUDENT:	Anđela Buzov
	SADRŽAJ:	ARMATURA GREDA - POZ 100
	DATUM:	veljača, 2025.
MJERILO: 1:50		
BROJ PRILOGA: 14.33		

# ARMATURA GREDA POZ 100/500 M 1:50

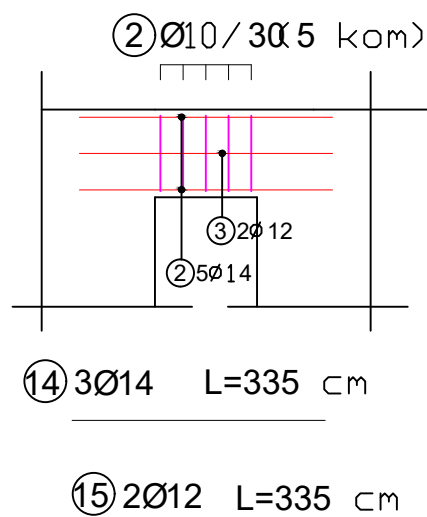
Armatura grede G106 b/h = 20/86 cm



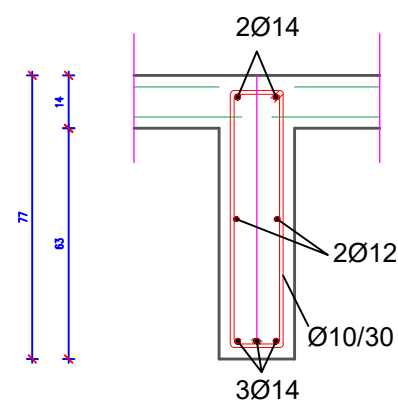
Presjek G106 M 1:20



Armatura grede G501 b/h = 20/77 cm



Presjek G501 M 1:20



Šipke - specifikacija						
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø [mm]	lg [cm]	n [kom]	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
Armatura greda						
1	770	14	800	3	1.208	28.99
2	115 22 115	10	252	135	0.617	209.91
3	770	12	770	2	0.888	13.68
4	770	14	800	3	1.208	28.99
5	115 22	10	137	20	0.617	16.91
6	610	12	610	2	0.888	10.84
7	610	14	610	5	1.208	36.85
8	1385	12	1385	4	0.888	49.20
9	1385	14	1385	5	1.208	83.66
10	750	12	750	6	0.888	39.96
11	750	14	750	12	1.208	108.72
12	485	12	485	4	0.888	17.23
13	485	14	485	5	1.208	29.29
14	335	12	335	3	0.888	8.93
15	335	14	335	2	1.208	8.10
Ukupno						691.26



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE  
I GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15  
MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117

DIPLOMSKI RAD

TEMA: Glavni projekt stambene zgrade u Splitu

STUDENT: Anđela Buzov

SADRŽAJ: ARMATURA GREDA - POZ 100/500

DATUM: veljača, 2025.

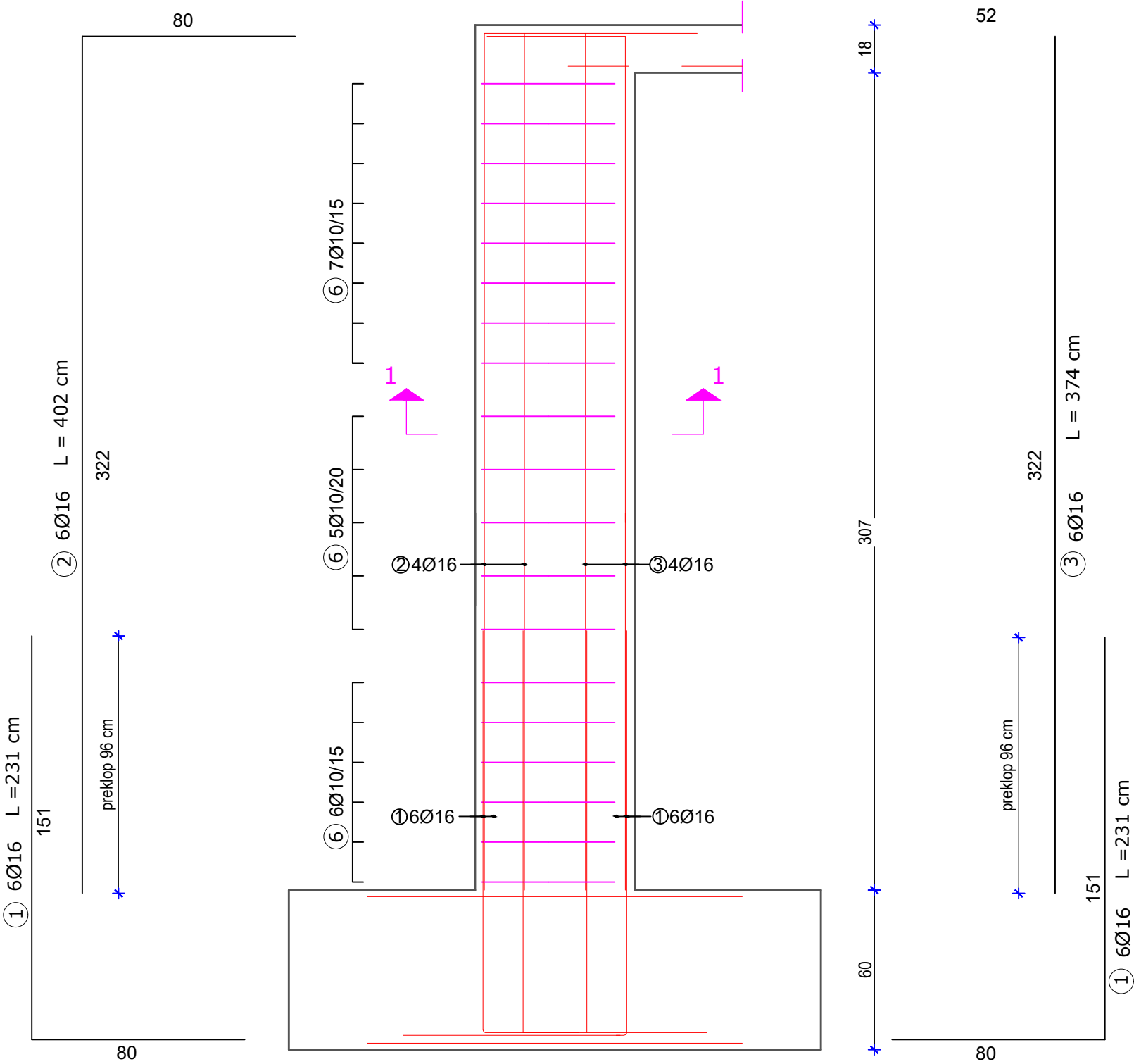
MJERILO: 1:50

BROJ PRILOGA:

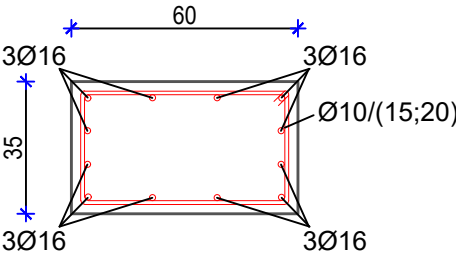
14.34

Armatura stupa S001 b/h = 60/35 cm

PRESJEK 2-2



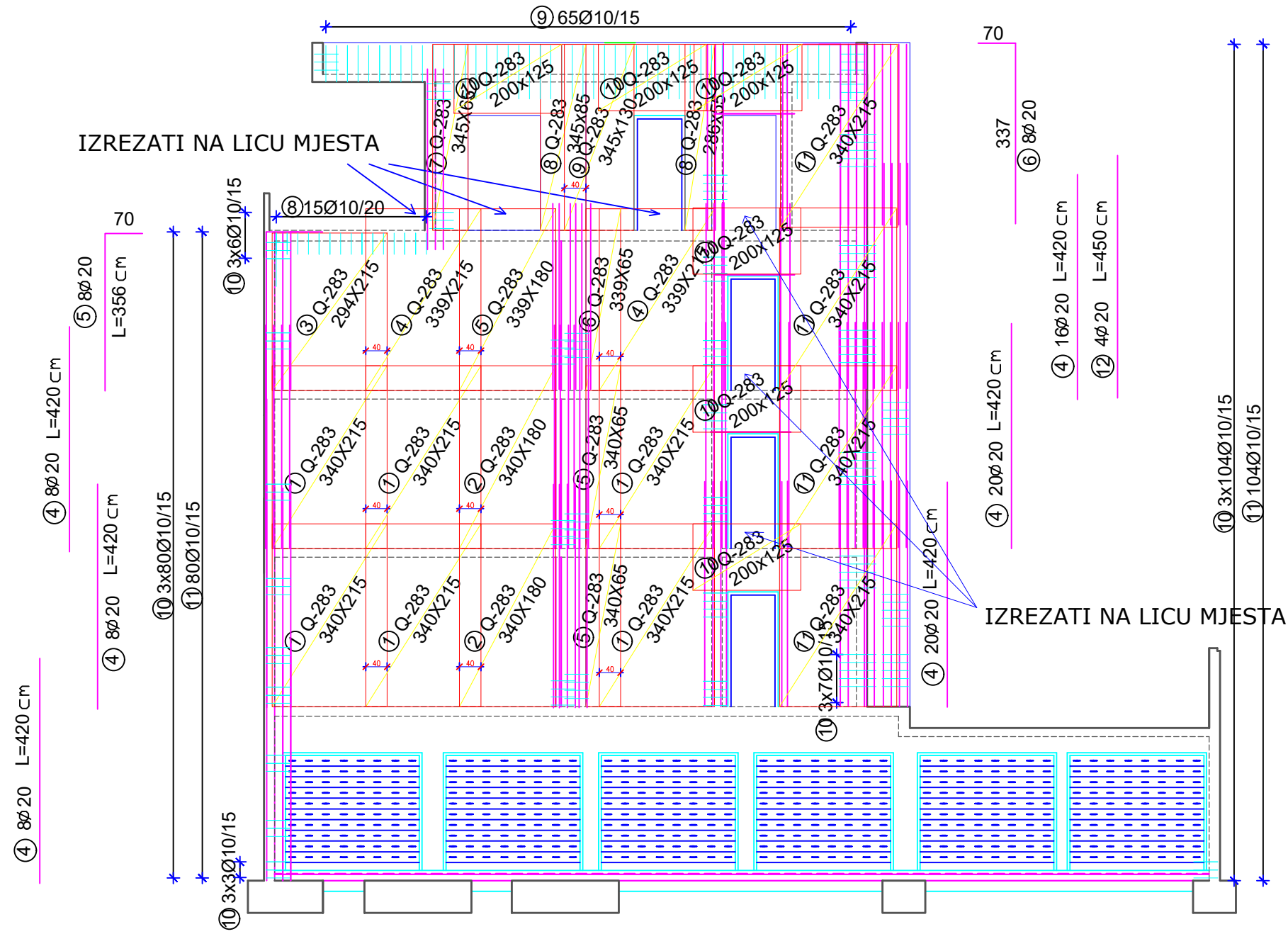
PRESJEK 1-1



Šipke - specifikacija						
Pozicija	Ø	Dimenzije(cm)	Dužina(m)	Komada	Jedinična masa(kg/m)	Masa(kg)
1	16	80   151	2.31	12	1.638	45.41
2	16	80   322	4.02	6	1.638	39.51
3	16	322   52	3.74	6	1.638	36.76
6	10	30   55   30   55	3.3	18	0.617	36.65
Ukupna masa (kg) Σ						158.33

<p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117</p>	DIPLOMSKI RAD	
	TEMA:	Glavni projekt stambene zgrade u Splitu
	STUDENT:	Anđela Buzov
	SADRŽAJ:	ARMATURA STUPA - POZ 000
DATUM:	veljača, 2024.	MJERILO: 1:20 BROJ PRILOGA: 14.35

# ARMATURA ZIDA M 1:100



Šipke - specifikacija						
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø [mm]	lg [cm]	n [kom]	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
Armatura zida						
1		20	230	40	2.47	227.24
2		20	325	12	2.47	96.33
3		20	205	8	2.47	40.51
4		20	420	100	2.47	1037.4
5		20	426	8	2.47	84.18
6		20	407	16	2.47	160.85
7		20	223	8	2.47	44.06
8		10	94	49	0.617	28.42
9		10	214	112	0.617	147.88
10		10	136	436	0.617	365.86
11		10	196	108	0.617	130.61
12		20	450	4	2.47	44.46
Ukupno						2407.8

Mreže - specifikacija						
Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n [kom]	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
Armatura zida						
1	Q-283	215	340	6	4.48	196.49
2	Q-283	180	340	2	4.48	54.84
3	Q-283	215	294	1	4.48	28.32
4	Q-283	215	339	2	4.48	65.31
5	Q-283	180	339	1	4.48	27.34
6	Q-283	65	339	1	4.48	9.87
7	Q-283	65	345	1	4.48	10.05
8	Q-283	85	345	2	4.48	26.28
9	Q-283	130	345	1	4.48	20.09
10	Q-283	125	200	6	4.48	67.20
11	Q-283	215	340	4	4.48	131.00
Ukupno						636.79



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE  
I GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15  
MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117

## DIPLOMSKI RAD

TEMA: Glavni projekt stambene zgrade u Splitu

STUDENT: Anđela Buzov

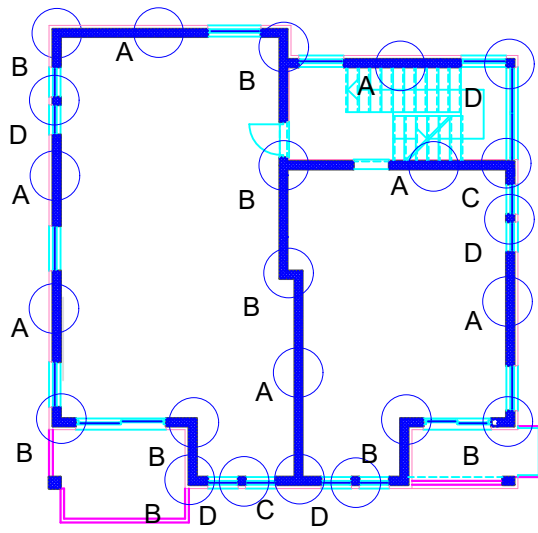
SADRŽAJ: ARMATURA ZIDA

DATUM: veljača, 2025.

MJERILO: 1:100

BROJ PRILOGA:

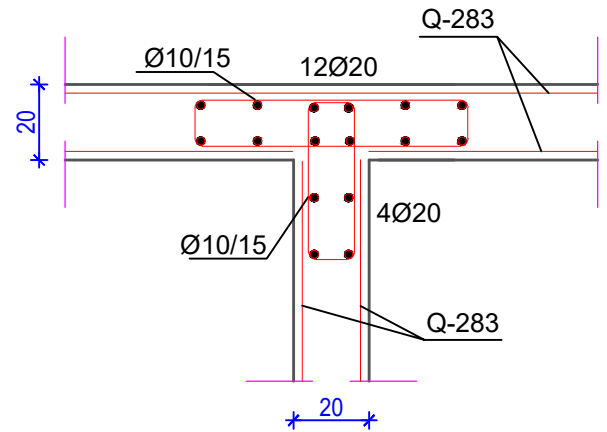
14.36



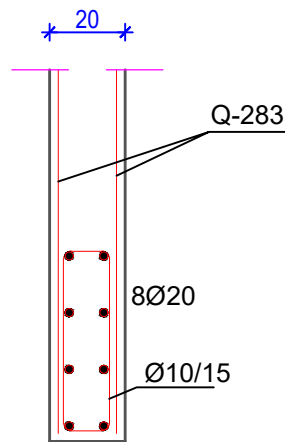
# DETALJ SPOJEVA ZIDOVA

## M 1:20

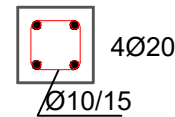
Detalj C



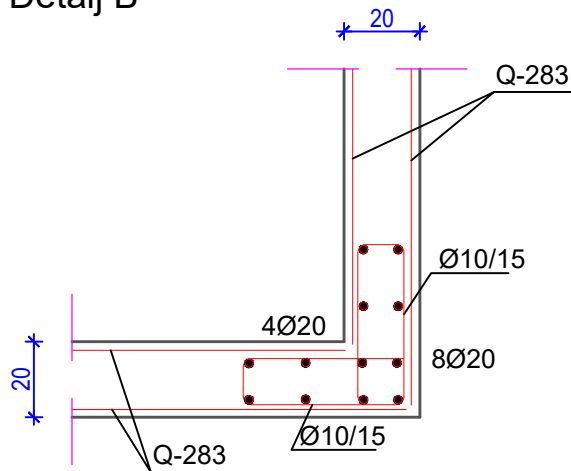
Detalj A



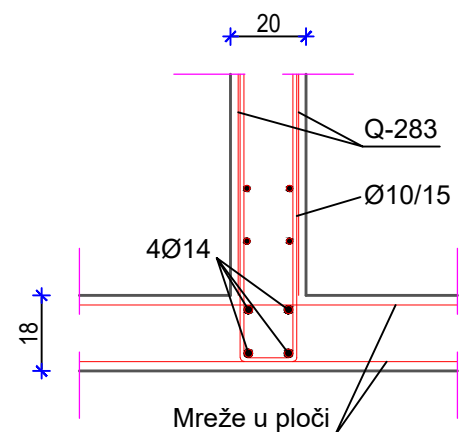
Detalj D



Detalj B



Detalj armiranja visokostijenog nosača



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE  
I GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15  
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

### DIPLOMSKI RAD

TEMA: Glavni projekt stambene zgrade u Splitu

STUDENT: Anđela Buzov

SADRŽAJ: DETALJ SPOJEVA ZIDOVA

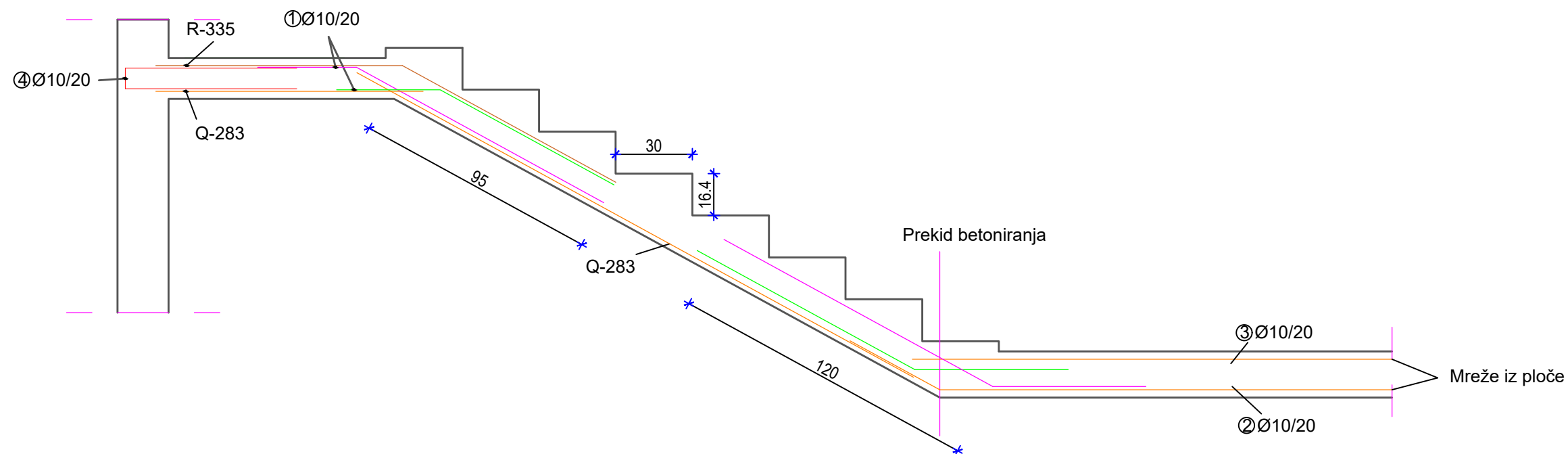
MJERILO: 1:20

BROJ PRILOGA: 14.37

DATUM: veljača, 2025.



# ARMATURA STUBIŠTA M 1:20



Šipke - specifikacija						
Pozicija	Ø	Dimenzije(cm)	Dužina(m)	Komada	Jedinična masa(kg/m)	Masa(kg)
1	10		1.55	6	0.617	5.74
2	10		2.8	6	0.617	10.37
3	10		2.9	6	0.617	10.74
4	10		1.42	13	0.617	11.39
Ukupna masa (kg) Σ						38.24

Mreže - specifikacija						
Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n [kom]	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
<b>Armatura stubišta</b>						
1	Q-283	120	250	1	4.48	13.44
2	Q-283	250	185	1	4.48	20.72
2	R-335	250	185	1	3.33	15.40
3	R-335	120	120	1	3.33	4.80
Ukupno						54.36

<p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: +385 (0)21 303333; fax: +385 (0)21 465117</p>	DIPLOMSKI RAD	
	TEMA:	Glavni projekt stambene zgrade u Splitu
	STUDENT:	Andela Buzov
	SADRŽAJ:	ARMATURA STUBIŠTA
	DATUM:	veljača, 2025.
MJERILO: 1:20		
BROJ PRILOGA: 14.38		