

# Glavni i izvedbeni projekt stambenog objekta kuće Zorica u Vinišću

---

Galić, Jelena

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:502194>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-28**



*Repository / Repozitorij:*

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



UNIVERSITY OF SPLIT



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

# **DIPLOMSKI RAD**

**Jelena Galić**

**Split, 2022.**

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

**Jelena Galić**

**Glavni i izvedbeni projekt  
kuće Zorica u Vinišću**

**Diplomski rad**

**Split, 2022.**

# **Glavni i izvedbeni projekt kuće Zorica u Vinišću**

## ***Sažetak:***

U radu je prikazan glavni i izvedbeni projekt stambenog objekta „Kuća Zorica“ u Vinišću. Građevina je izvedena u armiranom betonu monolitnom izvedbom s armirano-betonskim temeljima, zidovima, stupovima i gredama te armirano-betonskim pločama kao međukatnim konstrukcijama.

Projekt sadrži: tehnički opis konstrukcije, proračun nosivih konstrukcija elemenata, karakteristične građevinske nacрте te armaturne planove.

## ***Ključne riječi:***

Glavni projekt, izvedbeni projekt, stambeni objekt, numerički model, proračun, armatura

# **Main and implementation project of the house Zorica in Vinišće**

## ***Abstract:***

Main design and implementation construction project of residential building „House Zorica“ in Vinišće is presented in this work.

The building is made of reinforced concrete in solid construction with reinforced concrete foundations, walls, columns, beams and reinforced concrete plates as floor slabs.

The project contains: technical description of the construction, calculation of load-bearing structural elements, characteristic building plans and reinforcement plans.

## ***Keywords:***

Main design, implementation construction project, residential building, numerical model, calculation, reinforcement



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

**STUDIJ: DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**

**KANDIDAT: Jelena Galić**

**MATIČNI BROJ (JMBAG): 0083221629 (889)**

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

**PREDMET: Betonske konstrukcije**

**ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD**

Tema: Glavni i izvedbeni projekt stambenog objekta „Kuća Zorica“ u Vinišću

Opis zadatka: Na temelju danih arhitektonskih podloga, potrebno je izraditi glavni i izvedbeni projekt obiteljske kuće. Izrađeni projekt mora sadržavati:

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

U Splitu, srpanj 2022.

Voditelj Diplomskog rada:

Mentor/ica:

Doc.dr.sc. Marina Sunara

Predsjednik Povjerenstva  
za završne i diplomske ispite:

Izv. prof. dr. sc. Ivo Andrić

Komentor:

Dr.sc. Ante Buzov

**Sadržaj:**

Zahvala	
1. TEHNIČKI OPIS .....	4
1.1 Općenito (projektni zadatak) .....	4
1.2 Namjena građevine.....	5
1.3 Konstruktivne pojedinosti.....	10
1.4 Lokacija i opterećenje .....	11
1.5 Izvedba .....	11
1.6 Materijali.....	12
2. PLAN KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE .....	13
2.1 Općenito.....	13
2.2 Postizanje zahtjevane geometrije .....	13
2.3 Zemljani radovi .....	14
2.4 Betonski i armiranobetonski radovi .....	15
3. POSEBNI TEHNIČKI UVJETI .....	23
3.1 Oplate i skele .....	23
3.2 Transport i ugradnja betona .....	24
3.3 Betoniranje pri visokim vanjskim temperaturama .....	25
3.4 Betoniranje pri niskim vanjskim temperaturama .....	26
4. NAČIN ZBRINJAVANJA GRAĐEVNOG OTPADA .....	27
5. UVJETI ODRŽAVANJA I PROJEKTIRANI VIJEK TRAJANJA .....	29
6. ANALIZA OPTEREĆENJA .....	30
6.1 Stalno opterećenje .....	30
6.1.1 Vlastita težina.....	30
6.1.2 Dodatno stalno opterećenje .....	30
6.2 Promjenjivo opterećenje .....	33
6.2.1 Korisno opterećenje .....	33
6.2.2 Opterećenje snijegom .....	34
6.2.3 Opterećenje vjetrom.....	36
6.3 Izvanredno djelovanje .....	40
6.3.1 Potresno opterećenje .....	40
6.3.2 Rezultati modalne analize.....	44
7. NUMERIČKI MODEL I KOMBINACIJE OPTEREĆENJA .....	48
7.1 Numerički model .....	48

7.2 Kombinacije opterećenja.....	61
8. PRORAČUN HORIZONTALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE .....	66
8.1 Proračun ploča .....	66
8.1.1 Proračun ploče pozicije 100 .....	66
8.1.2 Proračun ploče pozicije 200 .....	71
8.1.2 Proračun ploče pozicije 300 .....	75
8.2 Kontrola pukotina i progiba.....	79
8.2.1 Kontrola pukotina i progiba pozicije 100 .....	79
8.2.2 Kontrola pukotina i progiba pozicije 200.....	82
8.2.3 Kontrola pukotina i progiba pozicije 300.....	85
8.3 Proračun AB greda .....	88
8.3.1 Proračun AB greda pozicije 100 .....	88
8.3.2 Proračun AB greda pozicije 200 .....	104
8.3.3 Proračun AB grede pozicije 300 .....	122
9. PRORAČUN VERTIKALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE .....	140
9.1 Proračun stupova .....	141
9.1.1 Proračun stupova na savijanje i uzdužnu silu.....	141
9.1.2 Proračun stupova na poprečnu silu .....	145
9.1.3 Proračun stupova na proboj ploče.....	147
9.2 Proračun karakterističnih zidova zgrade.....	150
9.2.1 Proračun zida u x smjeru .....	152
9.2.2 Proračun zida u y smjeru .....	160
10. DIMENZIONIRANJE STUBIŠTA.....	168
10.1 Dimenzioniranje stubišta na moment savijanja.....	168
11. DIMENZIONIRANJE TEMELJA .....	169
11.1 Proračun trakastog temelja .....	169
11.1.1 Rezne sile .....	169
11.1.2 Dimenzioniranje temeljne trake.....	171
12. PRORAČUN I DIMENZIONIRANJE PODNE PLOČE .....	173
13. GRAFIČKI PRILOZI.....	174
14. LITERATURA .....	175

*Zahvaljujem se mentorici Marini Sunari te komentoru Anti Buzovu na susretljivosti i usmjerenju u radu.*

*Također, hvala i kolegi Antonu na nesebičnom pomaganju prilikom izrade ovog diplomskog rada.*

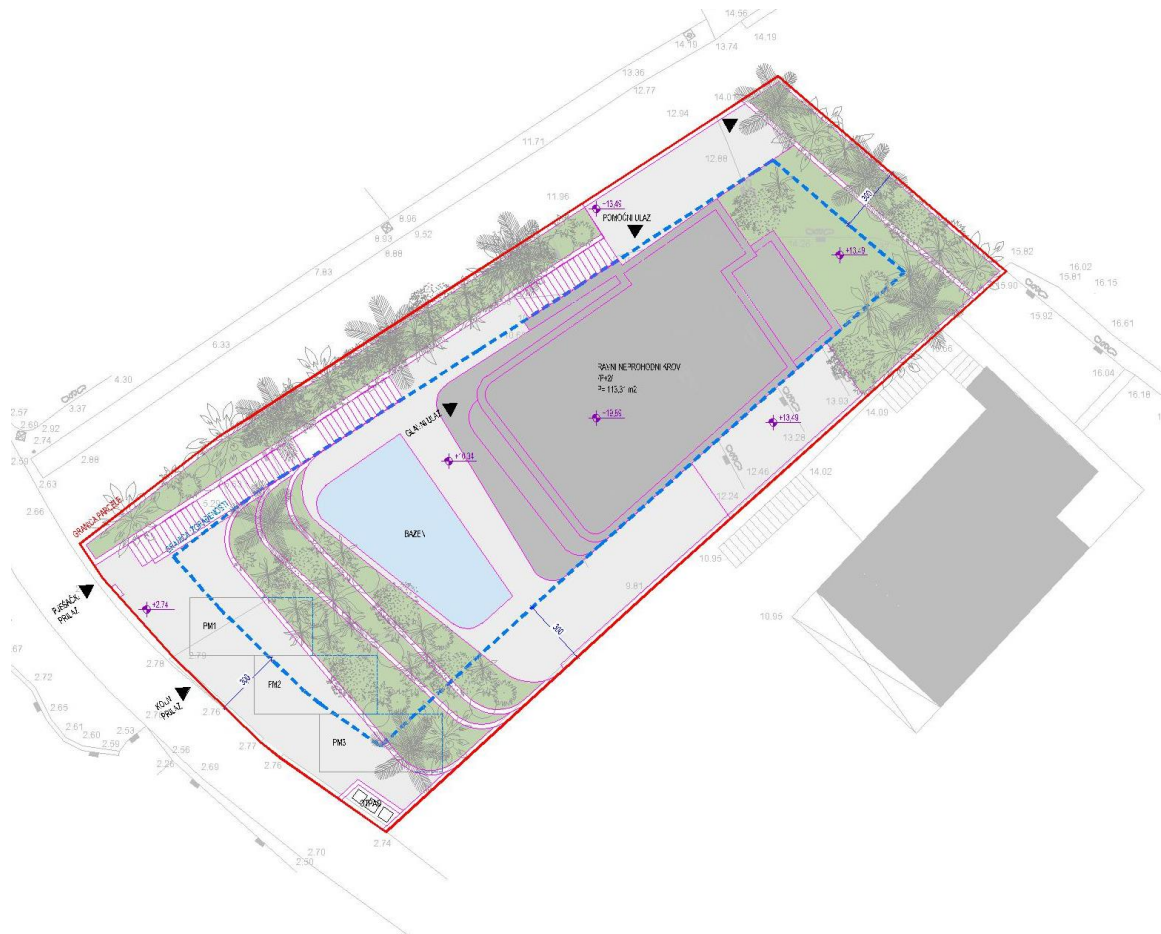
*Posebno zahvaljujem mojoj obitelji, prijateljima, kolegicama i kolegama na podršci tijekom mog školovanja.*

# 1. TEHNIČKI OPIS

## 1.1 Općenito (projektni zadatak)

U ovom projektnom zadatku prikazat ćemo dokaz mehaničke otpornosti i stabilnosti stambenog objekta Kuća Zorica koja je smještena na katastarskoj čestici 8275/48 k.o. u Vinišću. Objekt je maksimalnih tlocrtnih dimenzija 17.33 x 10.26 m, a visine je 10.35 m. 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.

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 građevinskoj čestici, uređenje čestice, priključenje na javno-prometnu površinu i komunalnu infrastrukturu, parkirališna mjesta.



Slika 1.1. Situacija na geodetskoj podlozi

## 1.2 Namjena građevine

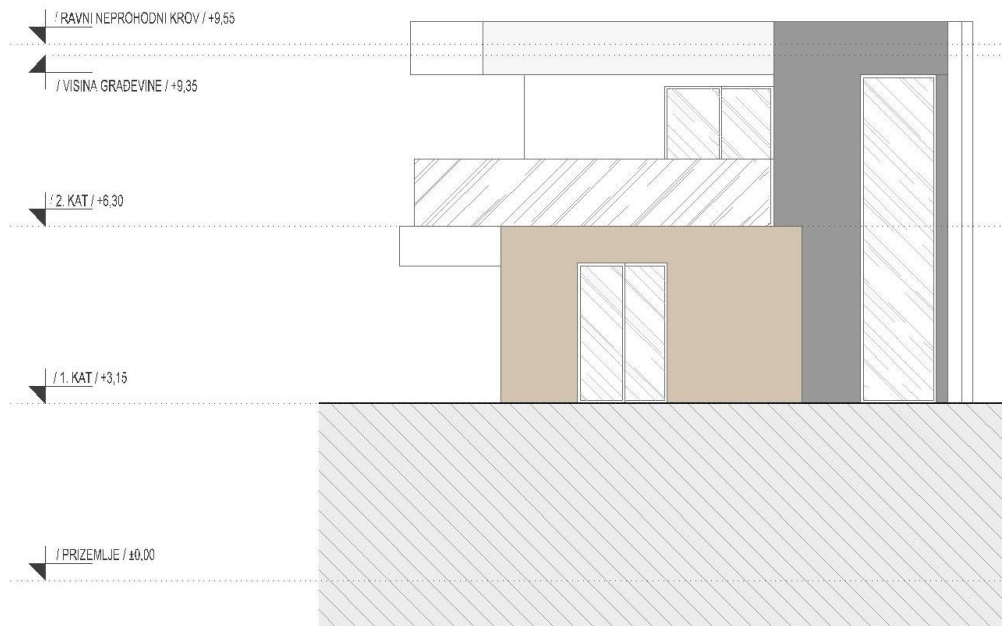
Namjena građevine je stambena. Građevina se sastoji od prizemlja, prvog i drugog kata te završava sa ravnim neprohodnim krovom. Jugozapadno uz objekt, potpuno odvojeno, na istoj parceli smješten je bazen sa strojarnicom i pripadnim dijelovima. Denivelacija bazena i pratećih djelova kao i terena osigurana je potpornim zidovima. Na parceli je smješten postojeći objekt koji će se potpuno ukloniti prije početka izvođenja.

Vertikalna komunikacija omogućena je dvokrakim armirano-betonskim stubištem debljine  $d=15$  cm te liftom koji se nalazi unutar građevine koji se proteže od prizemlja do trećeg kata. Kolni kao i pješački ulaz u kuću su na jugozapadnoj strani parcele.

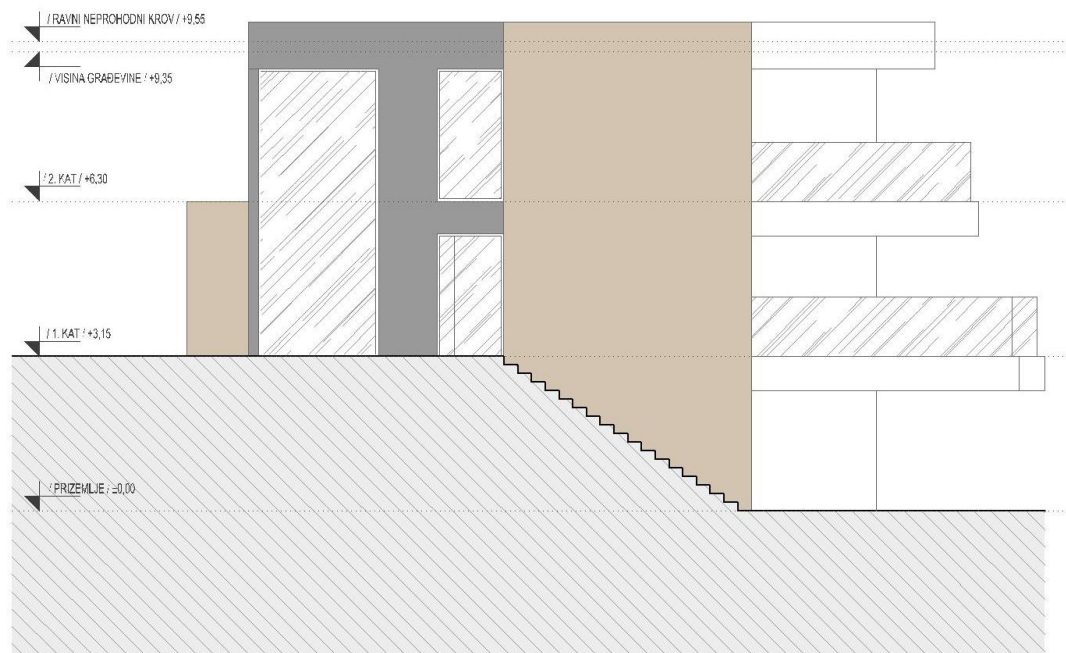
Ukupna visina kuće od nulte točke terena je 10.35 m. Visina kata je 3.35 m mjerena od vrha ploče jednog kata do vrha ploče drugog kata. Okolni teren kuće prikladno će se hortikulturalno urediti. Svi infrastrukturni priključci izvest će se prema posebnim zahtjevima komunalnih i javnih poduzeća ili stručnih službi grada i županije.



*Slika 1.2. Zapadno pročelje stambene zgrade*

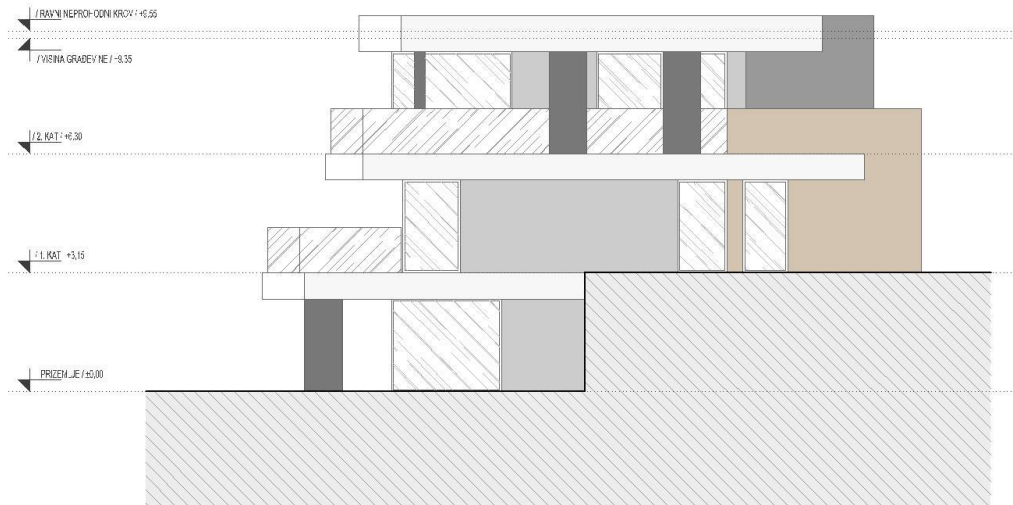


*Slika 1.3. Istočno pročelje stambene zgrade*

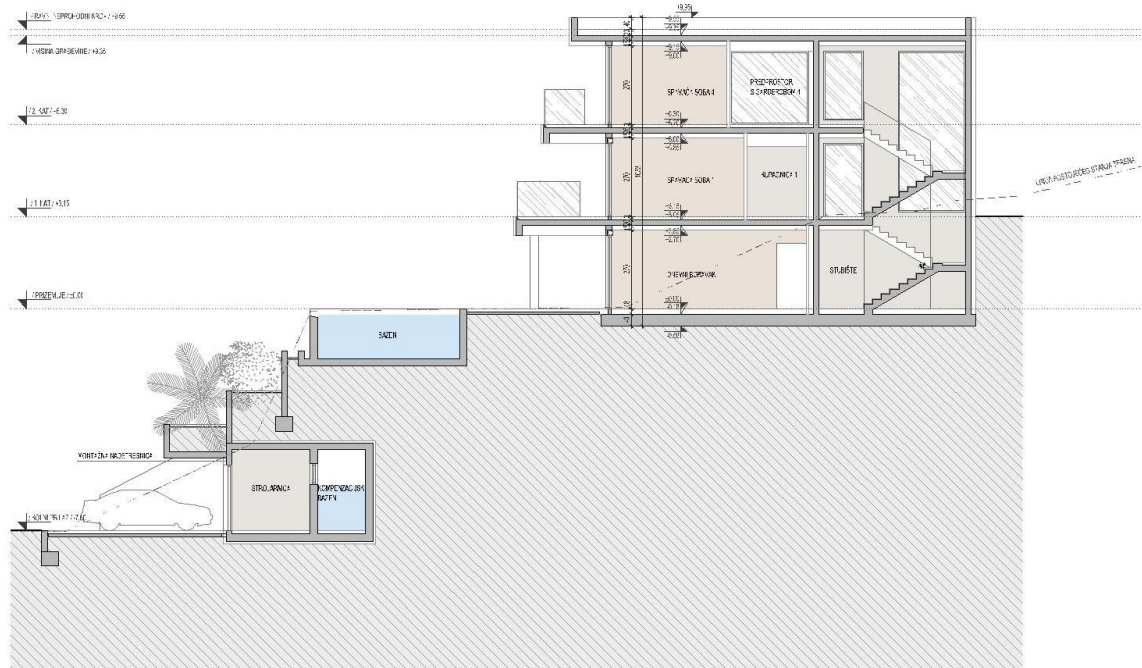


*Slika 1.4. Sjeverno pročelje stambene zgrade*



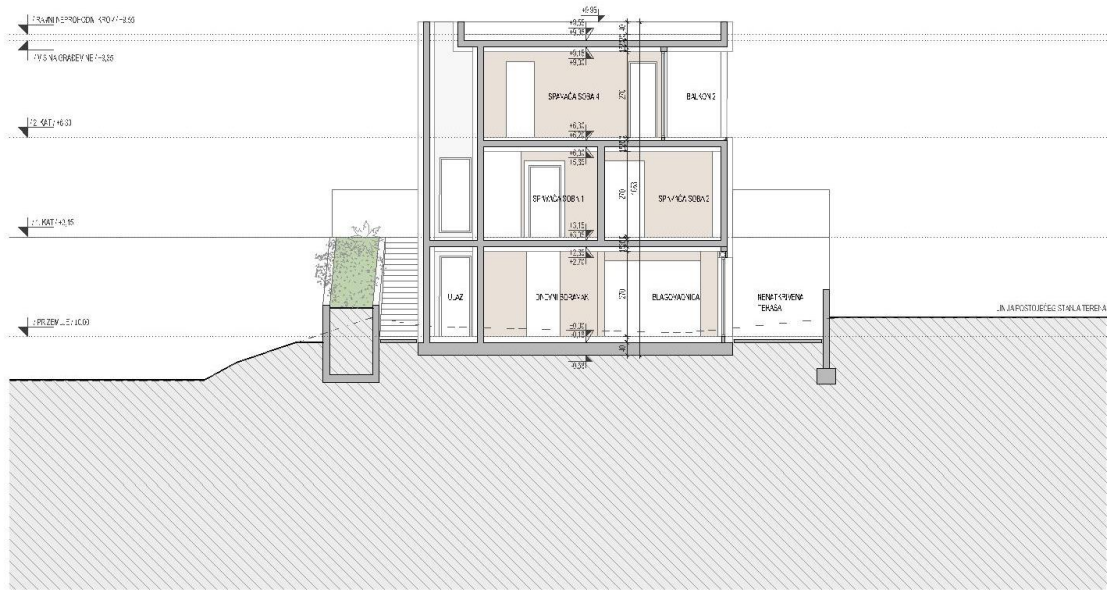


Slika 1.5. Južno pročelje stambene zgrade

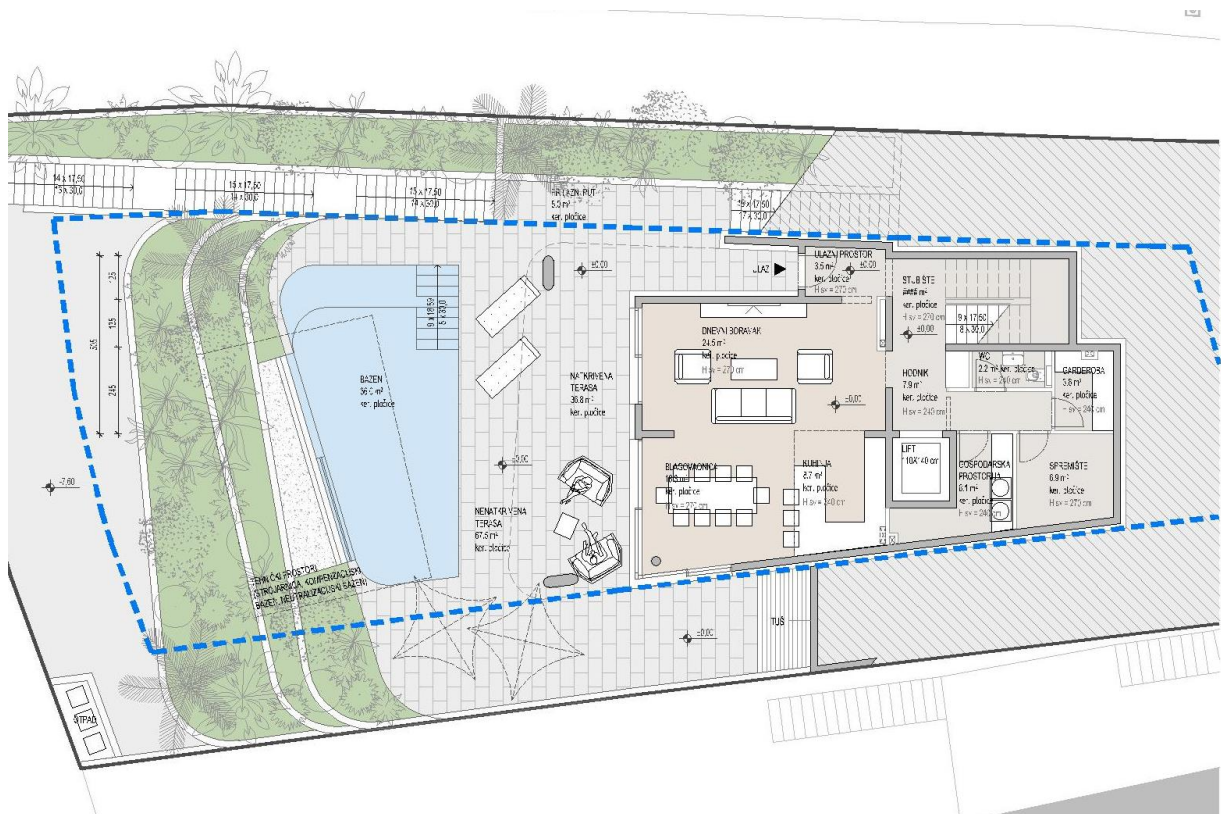


Slika 1.6. Presjek A

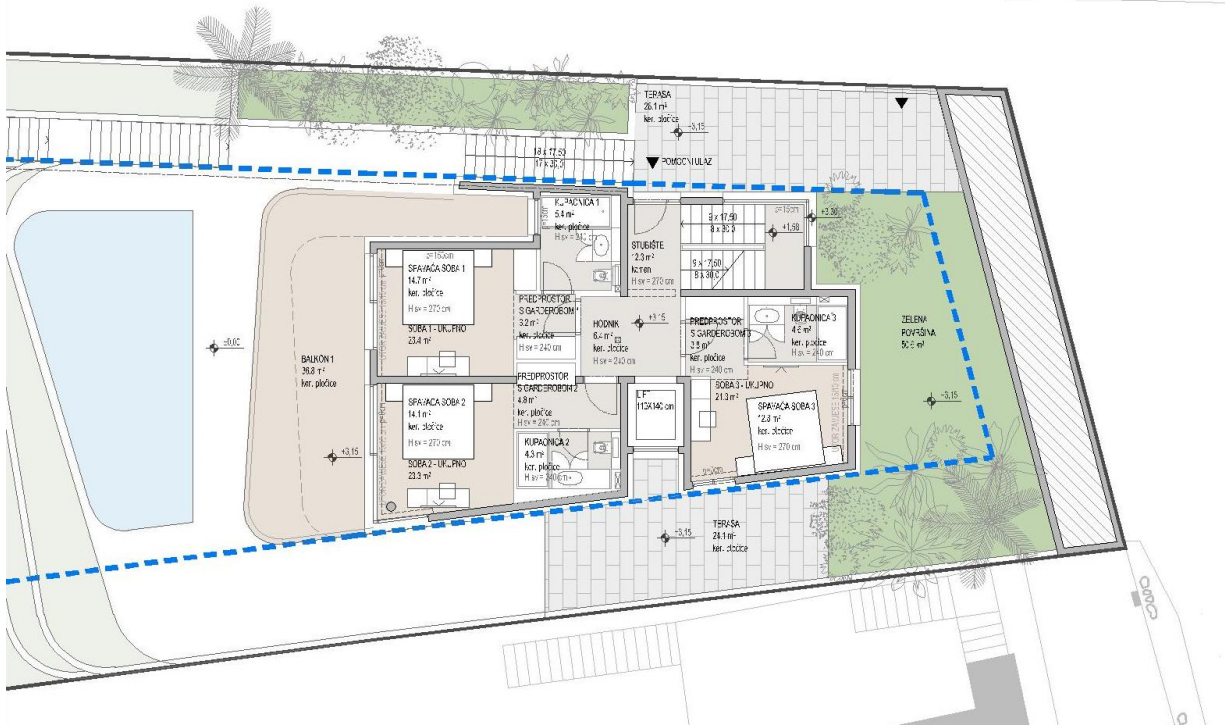




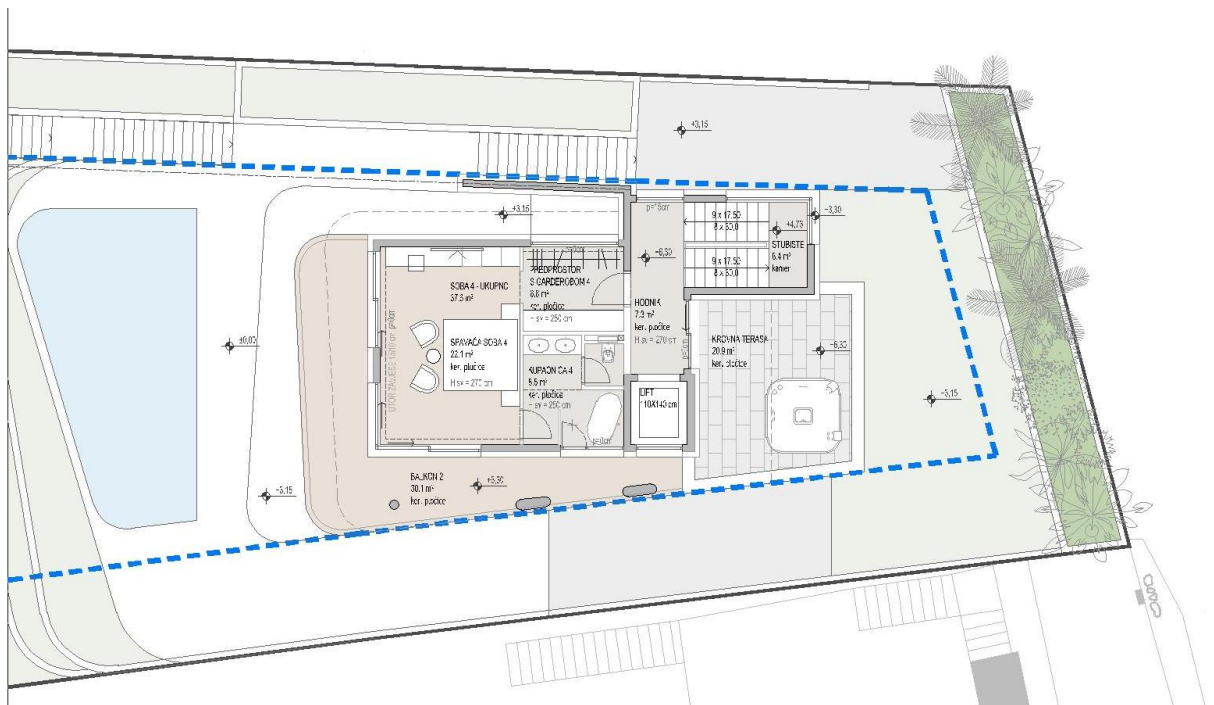
Slika 1.7. Presjek B



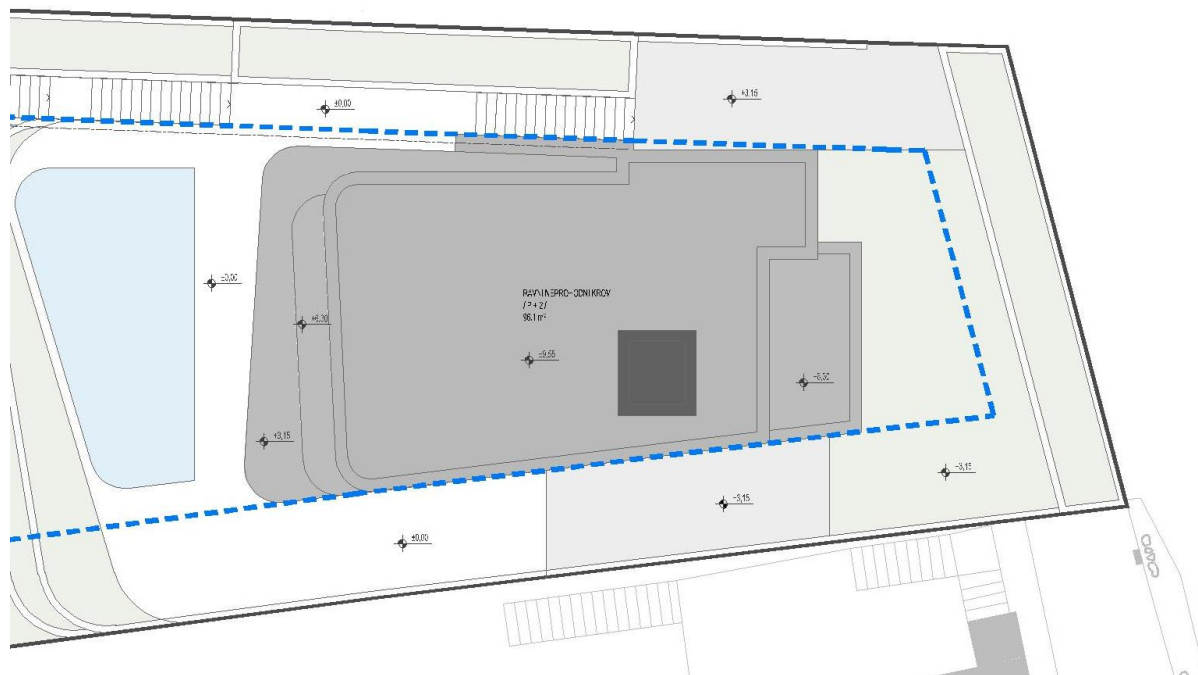
Slika 1.8. Tlocrt prizemlja



Slika 1.9. Tlocrt prvog kata



Slika 1.10. Tlocrt drugog kata



Slika 1.11. Tlocrt neprohodnog krova

### 1.3 Konstruktivne pojedinosti

Nosiva konstrukcija građevine je armirano-betonska, a sastoji se od horizontalnih elemenata (ploča i grednih nosača) preko kojih se opterećenje prenosi na vertikalne elemente odnosno zidove i stupove. Predviđeno je da se na objektu izvede ravni krov. Ploče, grede, zidovi i stupovi izvedeni su od betona klase C25/30, temelji su izvedeni od betona klase C30/37. Međukatne konstrukcije su armirano-betonske ploče. Betonska ploča, debljine 20 cm, izvodi se lijevanjem na licu mjesta u oplati. U proračunu su dane osnovne dimenzije i količine armature za pojedine konstruktivne elemente uglavnom kroz skice armature. Elementi koji nisu računati armiraju se konstruktivno ( $\geq 0.1\%$  površine betonskog presjeka).

Grede su različitih dimenzija, ovisno o arhitektonskim zahtjevima. Nosivi zidovi su također armirano-betonski debljina 20 cm, s potrebnim termičkim slojevima. Jugo-zapadno pročelje objekta karakterizira nosivi sustav smanjene krutosti formiran od greda sa stupovima. Točan položaj betonskih zidova dan je u priložima. Sve ostale vertikalne pregrade izvedene su kao lagane pregrade, zidane porobetonskim blokovima (npr. Ytong) ili šupljom opekom te nisu tretirane kao sudjelujući nosivi dijelovi u ovom proračunu već su uzeti u obzir kao dodatno opterećenje na pločama.

Temeljenje se izvodi kao sustav povezanih temeljnih traka. Podna ploča izrađena je od betona klase C 25/30. Izvedena je monolitno, lijevana na licu mjesta u oplatu. Nakon iskopa na projektiranu kotu dna temelja potrebno je izvršiti pregled temeljne podloge. U slučaju pojave djelova koji u dopuštenim granicama odstupaju od podataka geomehničkog elaborata nepovoljni materijal potrebno je zamjeniti. Ukoliko se radi o značajnim odstupanjima potrebno je u suradnji sa stručnjakom za geomehaniku definirati dubinu zamjene tla i način saniranja takvih djelova. Cilje je formirati temeljnu plohu homogenih značajki te ukoliko je potrebno prije izrade podbetona navedeni uvjet možemo postići kamenim tamponom frakcije 0-63 mm u slojevima debljine 10-15 cm. Naneseni slojevi se moraju zabiti na minimalnu zbijenost  $M_k=60$  MN/m<sup>2</sup>, a rezultat pripreme podloge mora biti izravnata i homogena temeljna ploha. Na tako pripremljenu podlogu se stavlja podbeton i izrađuju temeljne trake koje su međusobno povezane.

#### **1.4 Lokacija i opterećenje**

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

#### **1.5 Izvedba**

Iskop građevinske jame do nivoa 1.0 m ispod nivoa prizemlja buduće građevine izvršit će se u širokom iskopu s vertikalnim zasjekom. 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 očekuje bitna odstupanja, koja bi imala utjecaj na ukupnu stabilnost građevine te je dovoljno ove razlike obraditi u izvedbenom projektu konstrukcije.

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

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

## 1.6 Materijali

### a) Beton

namjena		podložni beton	podne ploče	ploče, grede, zidovi	Temelji i bazenska školjka	stupovi	izloženi i nezaštićeni betoni
<b>TRAŽENA SVOJSTVA SVJEŽEG BETONA</b>							
razred čvrstoće normalnog betona		C 16/20	C25/30	C25/30	C30/37	C 25/30	C 30/37
klasa izloženosti		X0	XC1	XC1	XC2	XS1	XC4 XS1
min. debljina zaštitnog sloja	mm	-	20	20	35	20 40	40 55
minimalna količina cementa	(kg/m <sup>3</sup> )	-	260	260	280	300	300
max. vodocementni faktor		-	0,65	0,65	0,60	0,50	0,50
uz dodatak superplastifikatora		NE	DA				
konzistencija (pumpa, posuda)	mm	-	60-120	60-120	60-120	60-120	80-160
maksimalno zrno agregata	mm	32					
razred sadržaja klorida		-	Cl 0,20				
minimalno vrijeme obradivosti	Min	60	90				
temperatura svježeg betona	+°C	5-30					
<b>TRAŽENA SVOJSTVA OČVRSLJOG BETONA</b>							
vodonepropusnost prema HRN EN 12390-8		-	-	-	DA	-	-

Slika 1.12. Tražena svojstva svježeg i očvrsljog betona

### b) Armatura

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

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 projektni 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. PLAN

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

### **2.1 Općenito**

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

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

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

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

### **2.2 Postizanje zahtjevane 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

### a) Iskopi

Tijekom radova na iskopima kontrolirati sljedeće:

- Iskop se obavlja prema profilima i visinskim kotama iz projektra, 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 iskapati 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

### b) 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 radovi

### 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 propisima za građevinske konstrukcije (NN 17/17)“, te sa svim pratećim normativima.

Kod projektiranog betona u projektu mora biti specificiran razred tlačne čvrstoće (marka betona) i to kao karakteristična vrijednost 95%-tne vjerojatnosti s kriterijima sukladnosti prema normi HRN EN 206-1.

Sastavni materijali od kojih se beton proizvodi, ili koji mu se pri proizvodnji dodaju, moraju ispunjavati zahtjeve normi na koje upućuje norma HRN EN 206-1 i zahtjeve prema Tehničkom propisu za betonske konstrukcije.

Zahtjevi za isporuku betona i informacije proizvođača betona korisniku moraju sadržavati podatke prema normi HRN EN 206-1.

Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstava svježeg betona provodi se prema normama niza HRN EN 12350, a ispitivanje svojstava očvrstnalog betona prema normama niza HRN EN 12390.

Eventualna vremenski ubrzana proizvodnja betonskih elemenata, u cilju ubrzanja građenja, dopuštena je samo uz poseban projekt tehnologije izvođenja i dokaz zahtijevanih svojstava prethodnim ispitivanjima. Za svako odstupanje od projekta, nadzorni inženjer je dužan izvijestiti Projektanta i Investitora.

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



## Betonski čelik

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

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

## Prekidi betoniranje

Prekid i nastavci betoniranja konstrukcija moraju biti obrađeni projektom betona.

## Primijenjeni standardi

Norme za beton – osnovne norme

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

Norme za beton - ostale norme

HRN EN 12350-1	Ispitivanje svježeg betona – 1. dio: Uzorkovanje
HRN EN 12350-2	Ispitivanje svježeg betona – 2. dio: Ispitivanje slijeganjem
HRN EN 12350-3	Ispitivanje svježeg betona – 3. dio: VeBe ispitivanje
HRN EN 12350-4	Ispitivanje svježeg betona – 4. dio: Stupanj zbijenosti
HRN EN 12350-5	Ispitivanje svježeg betona – 5. dio: Ispitivanje rasprostiranjem
HRN EN 12350-6	Ispitivanje svježeg betona – 6. dio: Gustoća
HRN EN 12350-7	Ispitivanje svježeg betona – 7. dio: Sadržaj pora – Tlačne metode
HRN EN 12390-1	Ispitivanje 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 očvrtnulog betona – 6. dio: Vlačna čvrstoća cijepanjem uzoraka
- HRN EN 12390-7 Ispitivanje očvrtnulog betona – 7. dio: Gustoća očvrtnulog betona
- HRN EN 12390-8 Ispitivanje očvrtnulog betona – 8. dio: Dubina prodiranja vode pod tlakom
- prCEN/TS 12390-9 Ispitivanje očvrtnulog betona – 9. dio: otpornost na smrzavanje ljuštenjem
- ISO 2859-1 Plan uzorkovanja za atributni nadzor – 1. dio: Plan uzorkovanja indeksiran prihvatljivim nivoom kvalitete (AQL) za nadzor količine po količine
- ISO 3951 Postupci uzorkovanja i karta nadzora s varijablama nesukladnosti
- HRN U.M1.057 Granulometrijski sastav mješavina agregata za beton
- HRN U.M1.016 Beton. Ispitivanje otpornosti na djelovanje mraza
- HRN EN 480-11 Dodaci betonu, mortu I injekcijskim smjesama – Metode ispitivanja – 11. dio: Utvrđivanje karakteristika zračnih pora u očvrtnulom betonu
- HRN EN12504-1 Ispitivanje betona u konstrukcijama – 1. dio: Izvađeni uzorci – Uzimanje, pregled i ispitivanje tlačne čvrstoće
- HRN EN 12504-2 Ispitivanje betona u konstrukcijama – 2. dio: Nerazorno ispitivanje – Određivanje veličine odskoka
- HRN EN 12504-3 Ispitivanje betona u konstrukciji – 3. dio: Određivanje sile čupanja
- HRN EN 12504-4 Ispitivanje betona u konstrukciji – 4. dio: Određivanje brzine ultrazvuka
- prEN 13791:2003 Ocjena tlačne čvrstoće betona u konstrukcijama ili u konstrukcijskim elementima

#### Norme za čelik za armiranje – osnovne norme

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

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

- HRN EN 10020 Definicije i razredba vrsta čelika
- HRN EN 10025 Toplovaljani proizvodi od nelegiranih konstrukcijskih čelika – Tehnički uvjeti isporuke
- HRN EN 10027-1 Sustavi označivanja čelika – 1. dio: Nazivi čelika, glavni simboli
- HRN EN 10027-2 Sustavi označivanja čelika – 2. dio: Brojčani sustav
- EN 10079 Definicije čeličnih proizvoda
- HRN EN 10204 Metalni proizvodi – Vrste dokumenata o ispitivanju (uključuje dopunu A1:1995)
- prEN ISO 17660 Zavarivanje čelika za armiranje
- HRN EN 287-1 Provjera osposobljenosti zavarivača – Zavarivanje taljenjem – 1. dio: Čelici
- HRN EN 719 Koordinacija zavarivanja – Zadaci i odgovornosti
- HRN EN 729-3 Zahtjevi za kakvoću zavarivanja – Zavarivanje taljenjem metalnih materijala – 3. dio: Standardni zahtjevi za kakvoću
- HRN EN ISO 4063 Zavarivanje i srodni postupci – Nomenklatura postupaka i referentni brojevi
- HRN EN ISO 377 Čelik i čelični proizvodi – Položaj i priprema uzoraka i ispitnih uzoraka za mehanička ispitivanja

- HRN EN 10002-1 Metalni materijali – Vlačni pokus – 1. dio: Metoda ispitivanja (pri sobnoj temperaturi)
- HRN EN ISO 15630-1 Čelik za armiranje i prednapinjanje betona – Ispitne metode – 1. dio: Armaturne šipke i žice
- HRN EN ISO 15630-2 Čelik za armiranje i prednapinjanje betona – Ispitne metode – 2. dio: Zavarene mreže

#### Ostale norme

- ENV 1992-1-1 Eurokod 2 – Projektiranje betonskih konstrukcija – 1. dio: Opća pravila i pravila za zgrade
- ENV 1992-1-2 Eurokod 2 – Projektiranje betonskih konstrukcija – 1-2 dio: Opća pravila – 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 (članak 20. Zakona o prostornom uređenju i gradnji NN. 76/07), te u tom smislu mora čuvati dokumentaciju o ispitivanju ugrađenog materijala, proizvoda i opreme prema programu ispitivanja iz glavnog projekta.

#### *Ispitivanje i istraživanje građevine*

##### Članak 20.

- (1) Ispitivanje određenih dijelova građevine u svrhu provjere, odnosno dokazivanja ispunjavanja bitnih zahtjeva za građevinu te prethodna istraživanja bitna za projektiranje, građenje ili održavanje građevina, obavljaju ovlaštene osobe.
- (2) Ovlaštenje za obavljanje poslova iz stavka 1. ovoga članka daje i oduzima ministar.
- (3) Uvjete za obavljanje poslova ispitivanja i istraživanja iz stavka 1. ovoga članka u odnosu na osobe, tehničke opremljenosti, način i složenost obavljanja tih poslova, odgovornosti za rezultate ispitivanja, odnosno prethodnih istraživanja, neovisnost u odnosu na osobe koje sudjeluju u projektiranju, građenju ili održavanju građevine i način dokumentiranja rezultata ispitivanja, odnosno prethodnih istraživanja, sredstva kojima pravna osoba dokazuje ispunjavanje tih uvjeta u postupku davanja ovlaštenja iz stavka 2. ovoga članka te uvjete za produženje i oduzimanje tog ovlaštenja, propisuje ministar pravilnikom.
- (4) Uvjete za obavljanje poslova iz stavka 3. ovoga članka koji se odnose na ispitivanje i istraživanje vezano uz zaštitu od požara, uz suglasnost ministra unutarnjih poslova, propisuje ministar pravilnikom.

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 (članak 185. Zakona o prostornom uređenju i gradnji). Nadzorni inženjer dužan je da za tehnički pregled priredi završno izvješće o izvedbi građevine (članak 185. Zakona o prostornom uređenju i gradnji).

#### Članak 185.

(1) U provedbi stručnog nadzora građenja nadzorni inženjer dužan je:

- nadzirati građenje tako da bude u skladu s rješenjem o uvjetima građenja, potvrđenim glavnim projektom, odnosno građevinskom dozvolom, ovim Zakonom i posebnim propisima,
- utvrditi je li glavni projekt u pogledu horizontalnih i vertikalnih gabarita i namjene građevine izrađen u skladu s rješenjem o uvjetima građenja, odnosno lokacijskom dozvolom u slučaju građenja građevina iz članka 209. stavka 2. i 4. ovoga Zakona,
- utvrditi je li iskolčenje građevine obavila osoba ovlaštena za obavljanje poslova državne izmjere i katastra nekretnina prema posebnom zakonu,
- utvrditi ispunjava li izvođač uvjete za obavljanje djelatnosti građenja propisane posebnim zakonom,
- odrediti provedbu kontrolnih postupaka u pogledu ocjenjivanja sukladnosti, odnosno dokazivanja kvalitete određenih dijelova građevine putem ovlaštene osobe koja nije sudjelovala u provedbi postupka izdavanja isprava i dokaza iz članka 182. stavka 1. podstavka 3. ovoga Zakona za sve izvedene dijelove građevine i za radove koji su u tijeku u slučajevima kada je ovim Zakonom, propisom donesenim na temelju ovoga Zakona, posebnim propisom ili projektom određena takva obveza,
- bez odlaganja upoznati investitora sa svim nedostacima odnosno nepravilnostima koje uoči tijekom građenja, a investitora i građevinsku inspekciju i druge inspekcije o poduzetim mjerama,
- sastaviti završno izvješće o izvedbi građevine.

(2) U provedbi stručnog nadzora građenja, kada za to postoji potreba, nadzorni inženjer dužan je odrediti način na koji će se otkloniti nedostaci odnosno nepravilnosti građenja građevine u slučaju ako:

- izvođač ne osigura dokumentaciju iz članka 182. stavka 1. podstavka 3. ovoga Zakona na propisani način,
- dokumentacijom iz članka 182. stavka 1. podstavka 3. ovoga Zakona nije dokazana sukladnost, odnosno kvaliteta sukladno zahtjevima ovoga Zakona, propisa donesenih na temelju ovoga Zakona, posebnih propisa ili glavnog projekta,
- izvođač, odnosno odgovorna osoba koja vodi građenje ili pojedine radove ovoga Zakona ne ispunjavaju uvjete propisane posebnim zakonom,
- iskolčenje građevine nije obavila osoba ovlaštena za obavljanje poslova državne izmjere i katastra nekretnina prema posebnom zakonu.

(3) Način otklanjanja nedostataka, odnosno nepravilnosti iz stavka 2. ovoga članka upisuje se u građevinski dnevnik.

### Kontrola 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 projektom 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 „Tehnički propisi za građevinske konstrukcije (NN 17/17)“.

### **Dužnost 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 koje 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 redosljedu 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 armature mreže

### 3. POSEBNI TEHNIČKI UVJETI

#### 3.1 Oplate i skele

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

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

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

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

Oplata odnosno skela treba osigurati da se beton ne onečisti. Obje moraju biti dovoljno čvrste i krute da odole pritiscima kod ugradnje i vibriranja i da spriječe ispupčenja. Nadzorni inženjer će, tamo gdje mu se čini potrebno, tražiti proračunski dokaz stabilnosti i progibanja.

Nadvišenja oplate dokazuju se računski i geodetski se provjeravaju prije betoniranja.

Oplata mora biti toliko vodotijesna da spriječi istjecanje cementnog mlijeka.

Ukoliko se za učvršćenje oplate rabe metalne šipke od kojih dio ostaje ugrađen u betonu, kraj stalno ugrađenog dijela ne smije biti bliži površini od 5 cm. Šupljina koja ostaje nakon uklanjanja šipke mora se dobro ispuniti, naročito ako se radi o plohamo koje će biti izložene protjecanju vode. Ovakav način učvršćenja ne smije se upotrijebiti za vidljive plohe betona. Žičane spojnice za pridržavanje oplate ne smiju prolaziti kroz vanjske plohe gdje bi bile vidljive. Radne reške moraju biti, gdje god je moguće, horizontalne ili vertikalne i moraju biti na istoj visini zadržavajući kontinuitet.

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

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

Površina 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 prijanjanja za beton premazom vapnom.

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

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

Sve skele (za oplatu, pomoćne i fasadne) 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 ukliješten beton. Nije dozvoljeno transportiranje betona pomoću pervibratora.

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

### **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. Redosljed betoniranja mora omogućiti povezivanje novog betona s prethodnim.

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

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

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

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

Prekrivanje povoljno djeluje i na utjecaj razlika temperatura noć – dan

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

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

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

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

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

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

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

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

#### **4. NAČIN ZBRINJAVANJA GRAĐEVNOG OTPADA**

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

- Zakon o otpadu (NN 34/95)
- Pravilnik o vrstama otpada (NN 27/96)
- Pravilnik o uvjetima za postupanje s otpadom (NN 123/97)

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

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

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

Taj pravilnik predviđa slijedeće moguće postupke s otpadom:

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

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

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

Termička obrada je obrada termičkim postupkom. Provođi 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 naćin obrade ili odlaganja, a može biti: usitnjavanje, ovlaŹivanje, pakiranje, odvodnjavanje, oprašivanje, oćvršćivanje te postupci kojima se smanjuje utjecaj štetnih tvari koje sadrŹi 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 sadrŹi katran,
- katran i proizvodi koji sadrŹe katran.

Kondicioniranjem se može obraditi slijedeći otpad:

- građevinski materijali na bazi azbesta,
- asfalt koji sadrŹi katran,
- asfalt (bez katrana),
- katran i proizvodi koji sadrŹe katran,
- izolacijski materijal koji sadrŹi azbest,
- miješani građevni otpad i otpad od rušenja.

Najveći dio građevnog otpada (prethodno obrađen ili neobrađen) može se odvesti u najbliŹe javno odlagalište otpada: beton, cigle, ploćice i keramika, građevinski materijali na bazi gipsa, drvo, staklo, plastika, bakar, bronca, mjed, aluminij, olovo, cink, Źeljezo i ćelik, 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**

Građevina ne zahtijeva poseban tretman održavanja.

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

U cilju održavanja konstrukcije te povećanja njenog vijeka trajanja, potrebno je povremeno vršiti vizualne kontrole (najmanje jednom godišnje). Posebnu pažnju obratiti na:

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

mogućće otpadanje dijelova konstrukcije (raspucavanje i otpadanje komada betona);

koroziju armature; raspucavanje, nadizanje i otpadanje boje s drvenih i metalnih elemenata;

otpadanje žbuke sa zidova ili stropova; mogućća vlaženja ili procurivanja vode s krova ili fasade,

pri čemu je potrebno posebnu pažnju obratiti na krov. U tom smislu kosi krov je potrebno pregledavati najmanje jednom godišnje te spriječiti mogućću pojavu nakupljanja zemlje i rasta biljaka u uvalama koje mogu dovesti do začepeljivanja oluka i prodora vode u građevinu.

Spojeve različitih elemenata konstrukcije kao što su spojevi zidova s krovom, prozora s fasadom, vanjskih vrata s konstrukcijom i sl.

Manje nedostatke može ispraviti stručna osoba (kućni majstor) na licu mjesta. U slučaju pojave znatnijih sumnjivih mjesta, prije sanacije potrebno je provesti istražne radove da bi se utvrdilo stvarno stanje. Nakon izvršenih istražnih radova potrebno je napraviti plan sanacije i hitno provesti mjere za dovođenje konstrukcije u ispravno stanje.

Očekivani vijek trajanja građevine je 50 godina.

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

## 6. ANALIZA OPTEREĆENJA

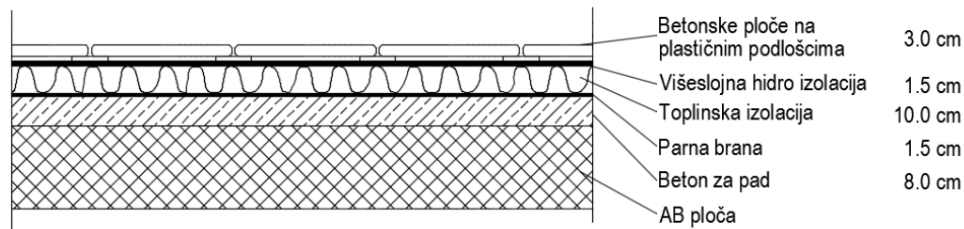
### 6.1 Stalno opterećenje

#### 6.1.1 Vlastita težina

Vlastita težina svih konstruktivnih elemenata je automatski uključena u računalnom programu „Tower-3D Model Builder 8.0 .

#### 6.1.2 Dodatno stalno opterećenje

##### a) Ploča krova-POZ300

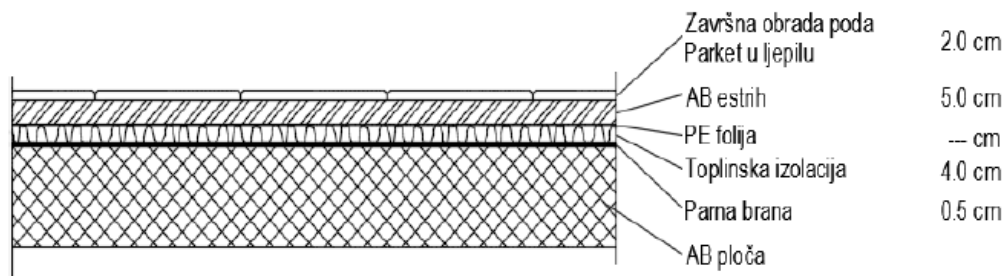


Slika 6.1. Slojevi poda

SLOJ	$d(m)$	$g(kN/m^3)$	$d \cdot g(kN/m^2)$
Betonska ploča s podmetačima	0.03	25	0.75
PE folija	-	-	-
Hidroizolacija+parna brana	0.015·2	20	0.60
Toplinska izolacija	0.10	3	0.30
Beton za pad	0.08	24	1.92
AB ploča	uključena kroz računalni program		

Dodatno stalno opterećenje:  $\Delta g=2.5$  (kN/m<sup>2</sup>)

b) Pod između katova-POZ200 i POZ100



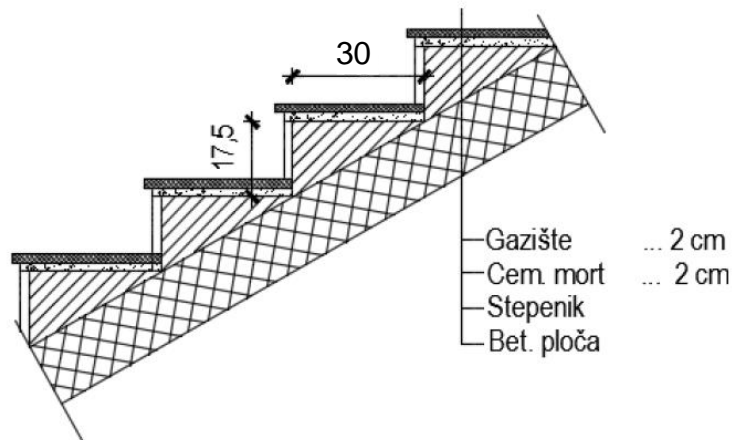
Slika 6.2. Slojevi poda

SLOJ	$d(m)$	$g(kN/m^3)$	$d \cdot g(kN/m^2)$
Parket	0.02	12	0.24
Estrih	0.05	24	1.20
PE folija	-	-	-
Toplinska izolacija	0.04	5	0.20
Hidroizolacija+parna brana	0.005	20	0.1
Pregradni zidovi			1.0
AB ploča	uključena kroz računalni program		

Dodatno stalno opterećenje:  $\Delta g=2.5$  (kN/m<sup>2</sup>)



## c) Stubište



Slika 6.3. Slojevi poda stubišta

SLOJ	$d(m)$	$g(kN/m^3)$	$d \cdot g(kN/m^2)$
Kamene ploče (gazište)	0.02	28	0.56
Cementni mort	0.02	20	0.40
Stube	0.0875	24	2.10
AB ploča	0.15	24	3.6

Dodatno stalno opterećenje:  $\Delta g = 6.50 / \cos 31^\circ = 7.58$  (kN/m<sup>2</sup>)

## 6.2 Promjenjivo opterećenje

### 6.2.1 Korisno opterećenje

U EN 1991-1-1 definirano je minimalno korisno opterećenje koje se smije primjeniti na zgradama te su upravo prema EN 1991-1-1 za potrebe proračuna korištena sljedeća opterećenja:

- Ravni krov:  $q=1.0 \text{ kN/m}^2$  (H)
- Stambeni prostori:  $q=2.0 \text{ kN/m}^2$  (A)
- Stubišta:  $q=3.0 \text{ kN/m}^2$  (A)

Kategorija	Uporaba	Primjer
A	Prostori za stanovanje i kućanske djelatnosti	Sobe u stambenim zgradama i kućama, sobe i odjeli u bolnicama, sobe u hotelima i prenoćištima, kuhinje i kupaonice
B	Uredski prostori	
C	Područja predviđena za okupljanje većeg broja ljudi, s iznimkom za prostore definirane u kategorijama A, B i D)	C1: Prostorije sa stolovima, npr. u školama, restoranima, čitaonicama, kafićima
		C2: Prostorije s nepomičnim sjedalima, npr. u crkvama, kazalištima, kinima, sobe za sastanke, dvorane za predavanje
		C3: Prostorije bez zapreka za kretanje ljudi, npr. u muzejima, izložbenim prostorima te pristupne prostorije u javnim i upravnim zgradama, hotelima, bolnicama i kolodvorima
		C4: Prostorije gdje su moguće fizičke aktivnosti, npr. plesne dvorane, gimnastičke dvorane, pozornice
		C5: Prostori za velika okupljanja ljudi, npr. u zgradama za javne priredbe, poput koncertnih i sportskih dvorana te gledališta, terase i željezničke platforme
D	Prodajni prostori	D1: Prostori u trgovinama
		D2: Prostori u robnim kućama
E1	Prostorije namijenjene gomilanju robe, uključivo pristupne prostorije	Prostorije za skladištenje, uključivo skladištenje knjiga i ostalih dokumenata
H	Neprohodni krovovi, osim za potrebe održavanja i popravaka	
I	Prohodni/pristupačni krovovi s okupiranošću koja odgovara kategorijama A – D	

Slika 6.4. Vrijednosti korisnog opterećenja

## 6.2.2 Opterećenje snijegom

Opterećenje snijegom na krovu definira se na sljedećom formulom:

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

-  $\mu_i$  - koeficijent oblika za opterećenje snijegom

Osnovno opterećenje snijegom dano je nacionalnim dodatkom i definirano je prema sljedećoj mapi i tablicama:

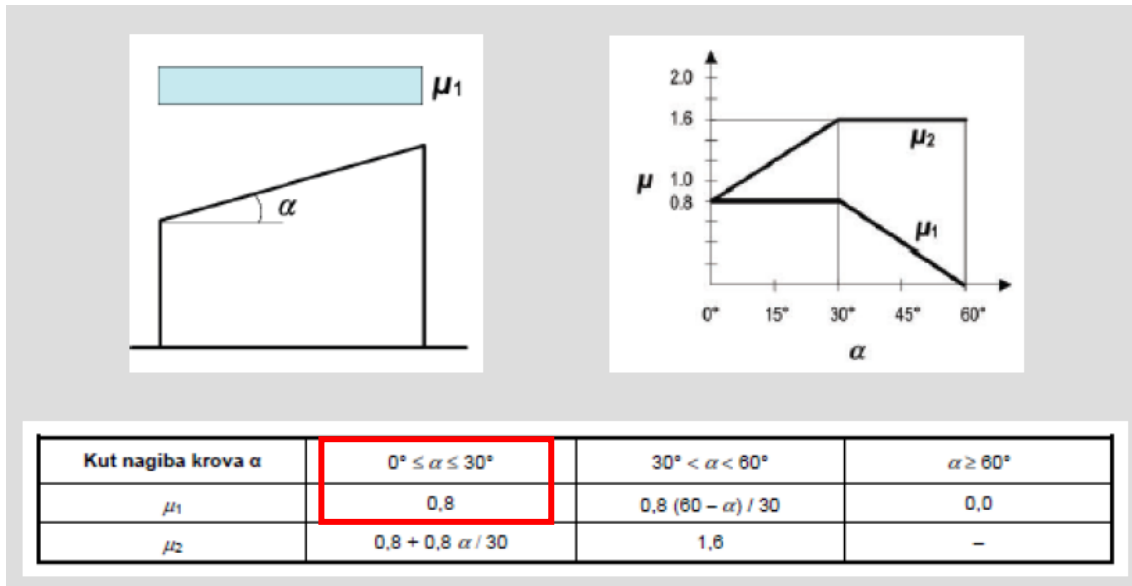


Nadmorska visina [m]	$s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]			
	I	II	III	IV
0	0,88	0,75	0,14	0,18
100	1,09	1,05	0,45	0,33
200	1,31	1,38	0,80	0,50
300	1,55	1,76	1,20	0,70
400	1,80	2,18	1,65	0,92
500	2,06	2,63	2,15	1,16
600	2,34	3,13	2,70	
700	2,63	3,68	3,30	
800	2,94	4,26	3,95	
900	3,26	4,88	4,65	
1000	3,60	5,55	5,40	
1100	3,94	6,26	6,20	
1200	4,31	7,01	7,05	
1300		7,80	7,95	
1400		8,63	8,90	
1500		9,50	9,90	
1600		10,42	10,94	
1700		11,38	12,04	

Slika 6.5. Karta karakterističnih vrijednosti opterećenja snijegom obzirom na područje

Predmetni objekt nalazi se u Vinišću, nadmorska visina do 100 m , zona III.

-karakteristično opterećenje snijegom je  $s_k = 0.45 \text{ kN/m}^2$



Slika 6.6. Očitavanje koeficijenta oblika

- krov nagiba  $\alpha_1 = \alpha_2 \cong 5^\circ$

$\Rightarrow \mu_1 = \mu_2 = 0,8$  ( za ravni i jednostrešni krov)

-  $C_e$  - koeficijent izloženosti  $\Rightarrow C_e = 1,0$

-  $C_t$  - toplinski koeficijent  $\Rightarrow C_t = 1,0$

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

*NAPOMENA: Opterećenje snijegom nije dodatno zadano već je uračunato u sklopu korisnog opterećenja.*

### 6.2.3 Opterećenje vjetrom

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

- $v_{b0}$  (ili  $v_{ref0}$  - u prednormi) je poredbena vrijednost brzine vjetra ovisna o geografskom položaju objekta (dana na karti). Poredbena vrijednost brzine vjetra je karakteristična srednja 10-minutna vrijednost brzine vjetra, neovisna o smjeru vjetra, vremenu i godišnjem dobu, na 10 m iznad površine otvorenog terena, koji može biti obrastao travom i grmljem i manjim preprekama.

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

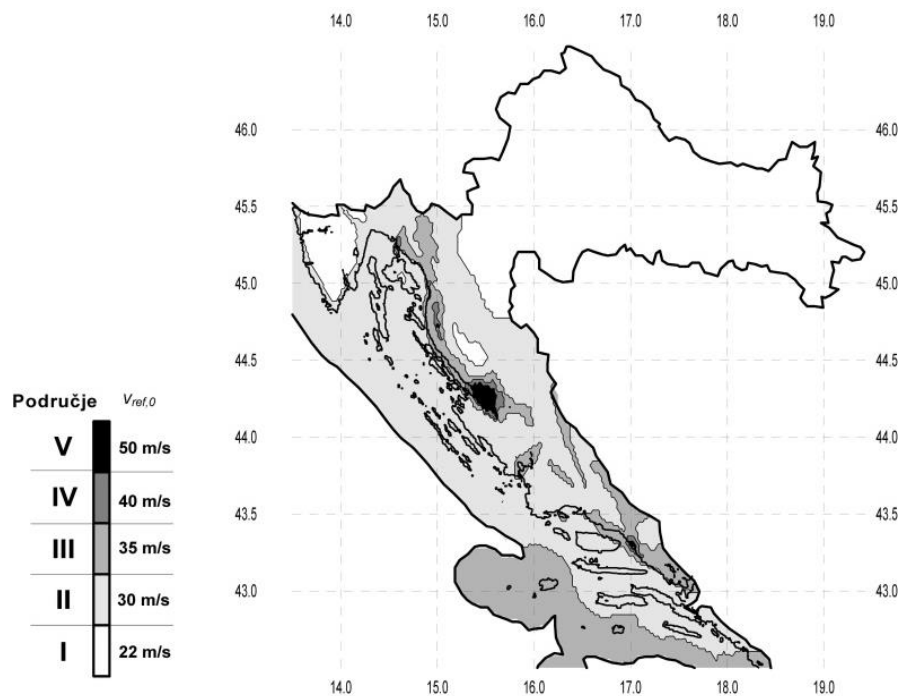
$$v_b = c_{DIR} \cdot c_{TEM} \cdot c_{ALT} \cdot v_{b0}$$

- Koeficijent smjera vjetra ( $c_{DIR}$ ) proizlazi iz odnosa brzine vjetra za različiti smjer vjetra i uzima se za cijelo područje Hrvatske:  $c_{DIR} = 1,0$ .
- Koeficijent godišnjeg doba ( $c_{TEM}$ ) uzima se za cijelo područje Hrvatske:  $c_{TEM} = 1,0$ .
- Koeficijent nadmorske visine ( $c_{ALT}$ ) koji obuhvaća povećanje brzine vjetra s nadmorskom visinom, zbog ograničenog broja mjernih mjesta na planinskom području Republike Hrvatske nije moguće egzaktno odrediti, te se koristi izraz:

$$c_{ALT} = 1 + 0,0001 \cdot a_s$$

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

Kako je predmetna građevina jednostavnog oblika i nevelike visine iznad terena, koristit će se pojednostavljeni proračun opterećenja vjetrom zadanog u prostornom modelu kao površinsko opterećenje na zidove iznad tla u dva okomita smjera.



Slika 6.7. Karta osnovnih brzina vjetra obzirom na područje

-Objekt se nalazi u mjestu Vinišće koji se na prikazanoj karti nalazi na II. vjetrovnom području, stoga slijedi:

$$v_{b,0} = 30(m / s) \text{ -očitano za područje Vinišća}$$

$$c_{dir} = 1,0$$

$$c_{tem} = 1,0$$

$$c_{alt} = 1 + 0,0001 \cdot a_s, \quad a_s = 22mn.m.$$

$$c_{alt} = 1 + 0,0001 \cdot a_s = 1 + 0,0001 \cdot 22 = 1,0022$$

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{tem} \cdot c_{alt} \cdot v_{b,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0022 \cdot 30 = 30,066(m/s)$$

Kako je zgrada veće širine od visine, mjerodavna visina joj je ukupna visina iznad tla.

$$z_e = 9.95 \text{ m}$$

Mjerodavna visina je veća od minimalne (1.0 m) pa je koeficijent hrapavosti:

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z_e}{z_0}\right) = 0.156 \cdot \ln\left(\frac{9.95}{0.003}\right) = 1.26$$

Koeficijent terena kr određuje se iz odgovarajuće tablice ovisno o kategoriji zemljišta.

Odabiremo 0.kategoriju zemljišta

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

Slika 6.8. Parametri vjetrovnog opterećenja ovisno o kategoriji terena

Srednja brzina vjetra:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 1.26 \cdot 1.0 \cdot 30.066 = 37.88 \left(\frac{m}{s}\right)$$

$$\rightarrow c_0(z) = 1.0 - \text{koeficijent topografije}$$

Turbulencija:

$$I_v(z) = \frac{1}{c_0(z) \cdot \ln(z_e/z_0)} = \frac{1}{1.0 \cdot \ln\left(\frac{9.95}{0.003}\right)} = 0.1233$$

Maksimalni tlak brzine vjetra  $q_p(z_e)$ :

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

$$q_b(z) = (1 + 7 \cdot 0.1233) \frac{1.25}{2} \cdot 37.88^2 = 1.670 \frac{kN}{m^2}$$

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

Djelovanje na zgradu:

$$w_{1,e} = 0.8 \cdot q_p(z) = 0.8 \cdot 1.67 = 1.336 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{2,e} = 0.5 \cdot q_p(z) = 0.5 \cdot 1.67 = 0.835 \text{ kN/m}^2$$

*NAPOMENA: S obzirom na lokaciju i visinu građevine opterećenje od potresa je znatno dominantnije djelovanje, zbog toga utjecaj vjetra nije značajan te se neće koristiti u proračunu.*



### 6.3 Izvanredno djelovanje

#### 6.3.1 Potresno opterećenje

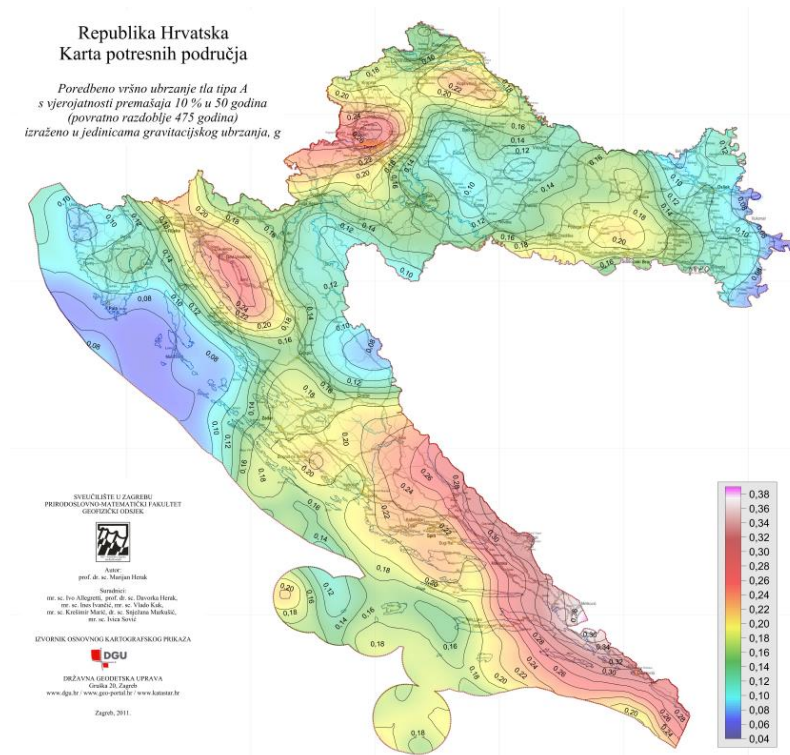
Opterećenje potresom definirano je Eurokodom 1998 – Projektiranje seizmički otpornih konstrukcija (Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings).

Proračun potresnog opterećenja napravljen je koristeći prostorni model konstrukcije u računalnom programu „Tower-3D Model Builder 8.0“. Potresne sile određene su koristeći višemodalnu (spektralnu) analizu prema EC-8 sa SRSS metodom izračuna.

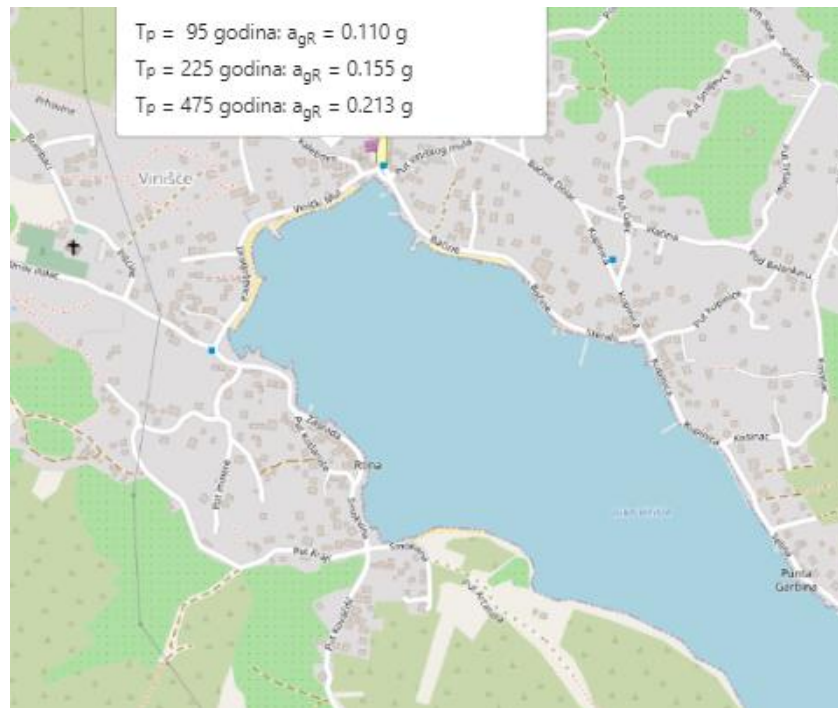
Potresne sile ovise o unesenim parametrima kao što su klasa tla na kojem se nalazi predmetna građevina, računsko ubrzanje tla od potresnog opterećenja na tom području, duktilnost konstrukcije itd.

U nastavku je prikazan izračun i odabir parametara potrebnih za proračun potresnog opterećenja.

-Vrijednost poredbenog vršnog ubrzanja tla očitava se iz seizmološke karte Republike Hrvatske za povratni period od 475 godina, izraženo u jedinicama gravitacijskog ubrzanja g.



Slika 6.9. Seizmološka karta Republike Hrvatske



Slika 6.10. Parametar vršnog ubrzanja tla za područje Vinišća

Za područje Vinišća očitano :  $a_{gR} = 0,213g \approx 2,09 \text{ m/s}^2$

-Građevina je temeljena na tlu klase B, čime dolazimo do vrijednosti parametra S koji prikazuje utjecaj tla na povećanje seizmičkih sila na građevinu.

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

Slika 6.11. Određivanje faktora tla ovisno o klasi tla

Za tlo klase B očitana je vrijednost parametra  $S=1,2$ .

- Faktori ponašanja konstrukcije ovise o tipu konstrukcije, veći faktor pokazuje duktilnije ponašanje i smanjuje ukupne seizmičke sile na konstrukciju. Pretpostavlja se srednja klasa (DCM) duktilnog ponašanja konstrukcije te sustav povezanih zidova.

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

Slika 6.12. Određivanje osnovnog faktora ponašanja

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

$$q_0 = 3,0 \cdot \frac{\alpha_u}{\alpha_1} \rightarrow \text{osnovni faktor ponašanja}$$

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

$$k_w = \frac{1 + \alpha_0}{3} = 1,0 \rightarrow \text{faktor prevladavajućeg sloma}$$

$$\rightarrow q = q_0 \cdot k_w$$

-ulazni podaci za proračun:

EC8 (HRN EN 1998-1:2011) >

Razred tla: B Odnos agR/g: 0.05

Razred važnosti: II ( $\gamma=1.0$ ) Donja granica elastičnog spektra: 0.2

Obični objekti koji ne pripadaju drugim kategorijama Postotak viskoznog prigušenja  $\zeta$  (CQC): 0.05 %

Tip spektra

S	Tb(S)	Tc(S)	Td(S)	avg/ag
1	0.15	0.6	3	1

Slučajni torzijski efekti

Uzimaju se u obzir

Slučajni ekscentritet mase etaže  $e_i = \pm 0.05 \times L_i$

	Naziv	Kut $\alpha$ [°]	$k, \alpha$	$k, \alpha+90^\circ$	kz	Faktor P.	Tip spektra
1	Sx	0.00	1.000	0.300	0.000	1.500	HR Tlo-B
2	Sy	90.00	1.000	0.300	0.000	1.500	HR Tlo-B

Slika 6.13. Ulazni podaci za proračun na potres

Gdje je:

$S_e(T)$  – elastični spektar odziva

$T$  – period osciliranja sustava s jednim stupnjem slobode

$a_g$  – proračunsko ubrzanje tla za određeni povratni period

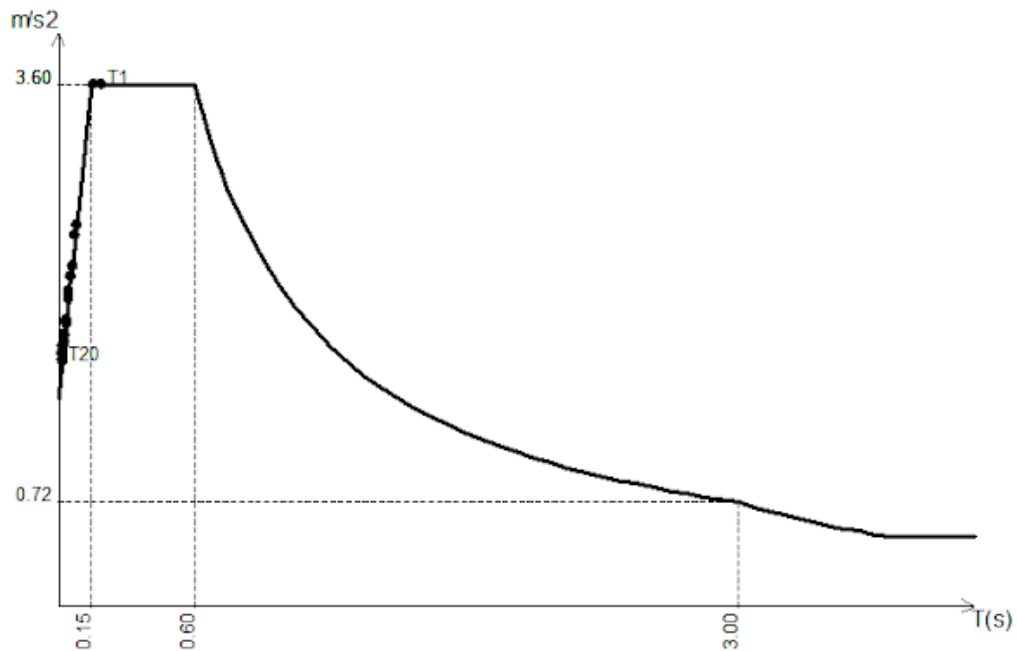
$T_B$  – donja granica perioda s granom konstantnog spektralnog ubrzanja

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

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

$S$  – parametar tla

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



Slika 6.13. Normirani računski spektar odgovora

Potresno opterećenje je automatski generirano na temelju sudjelujućih masa generiranih iz opterećenja vlastitom težinom ( $G_k$ ), dodatnog stalnog opterećenja ( $\Delta G$ ) i jednog dijela korisnog opterećenja ( $0.3 \cdot Q$ )

Na temelju tih ulaznih podataka napravljena je modalna analiza iz koje su dobiveni vlastiti oblici konstrukcije i njima pripadajući periodi sa sudjelujućim masama.

U nastavku su prikazani rezultati dinamičke analize gdje je tablično prikazana aktivacija mase prilikom djelovanja potresa te karakteristični vlastiti oblici.

### 6.3.2 Rezultati modalne analize

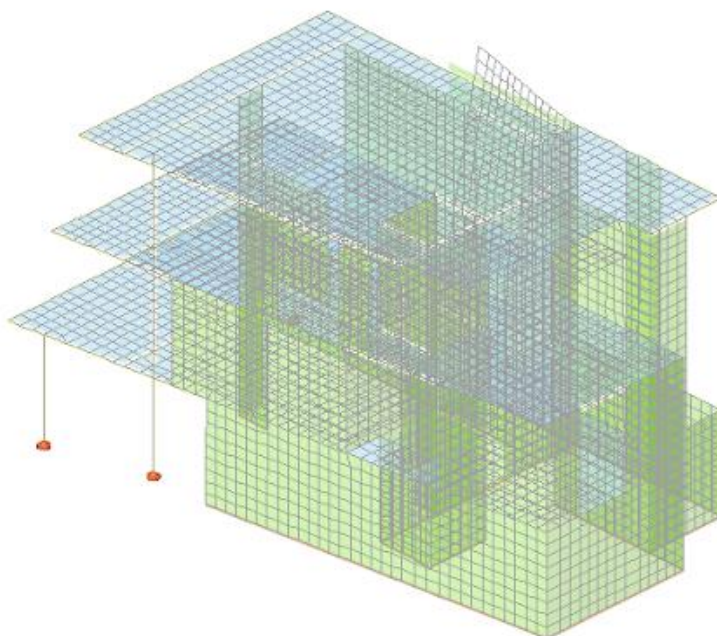
Faktori participacije - Sudjelujuće mase			
Ton	U [ $\alpha=0^\circ$ ]		U [ $\alpha=90^\circ$ ]
1	0.03		5.32
2	0.59		42.17
3	0.00		0.77
4	30.07		13.03
5	24.27		5.79
6	7.13		12.25
7	0.20		0.15
8	0.12		0.01
9	1.23		6.86
10	1.00		0.19
11	0.02		0.07

Ton	U [ $\alpha=0^\circ$ ]		U [ $\alpha=90^\circ$ ]
12	11.71		4.36
13	0.92		1.91
14	0.02		0.31
15	12.06		3.20
16	0.00		0.01
17	0.01		0.00
18	1.43		0.12
19	4.89		0.09
20	0.01		0.28
$\Sigma U$ (%)	95.71		96.91

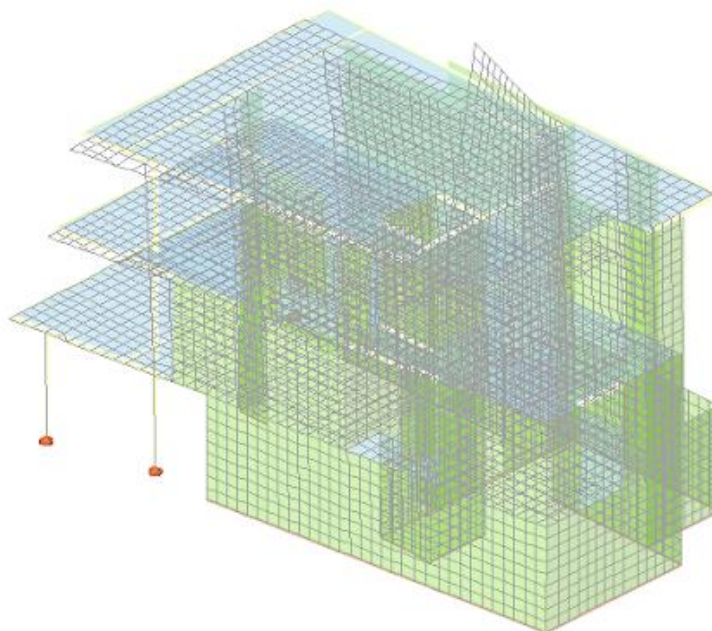
Slika 6.14. Prikaz aktivacije mase pri potresnom djelovanju

Vidljivo je da se prilikom djelovanja potresa aktivira više od 90% mase u x i y smjeru.

Grafički prikaz deformacija uslijed nekoliko karakterističnih modova osciliranja.

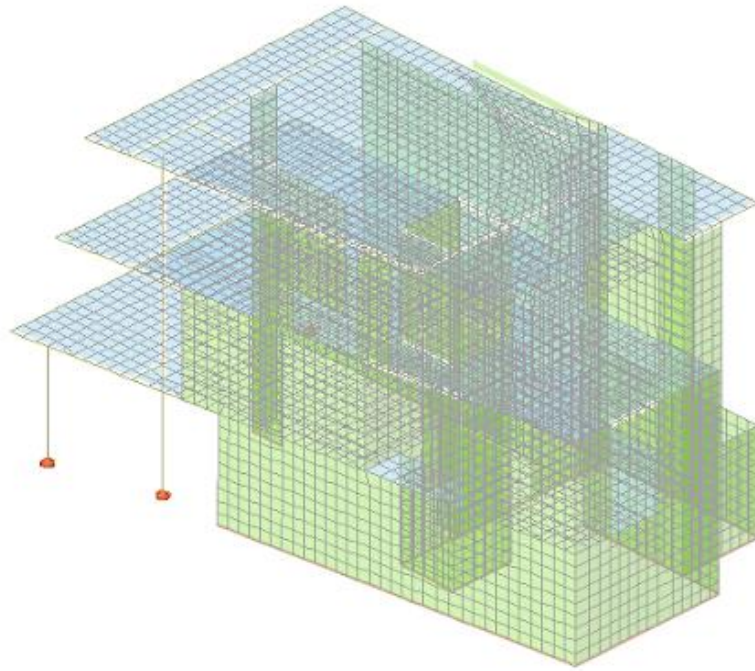


*Slika 6.15. Mod 1*

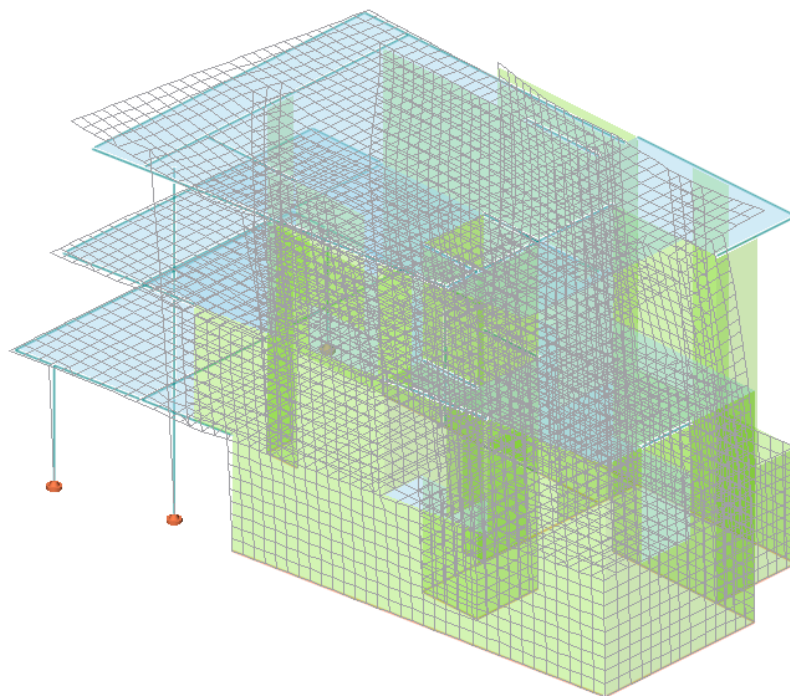


*Slika 6.16. Mod 2*

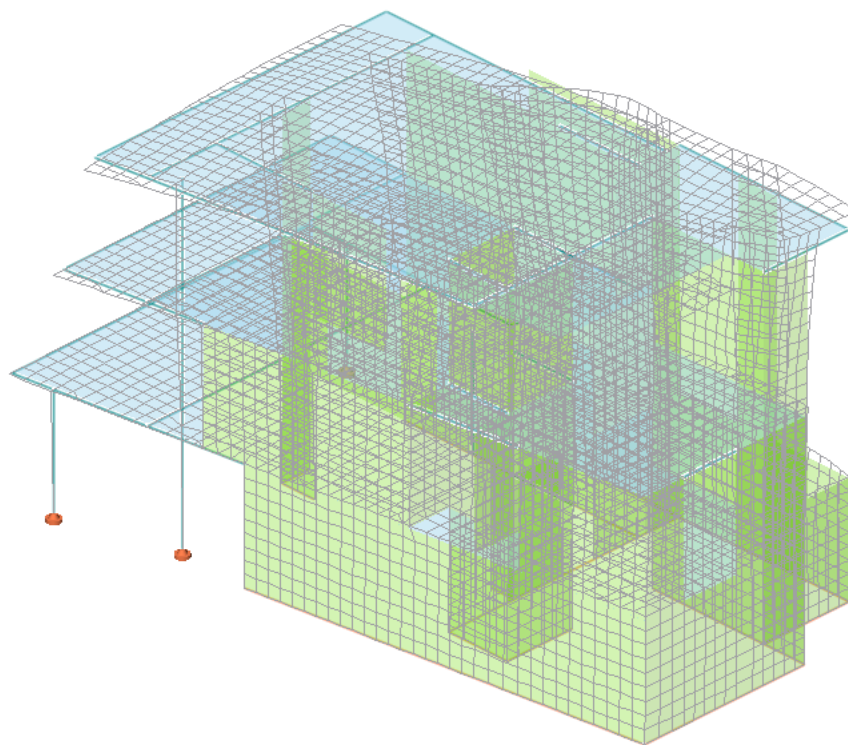




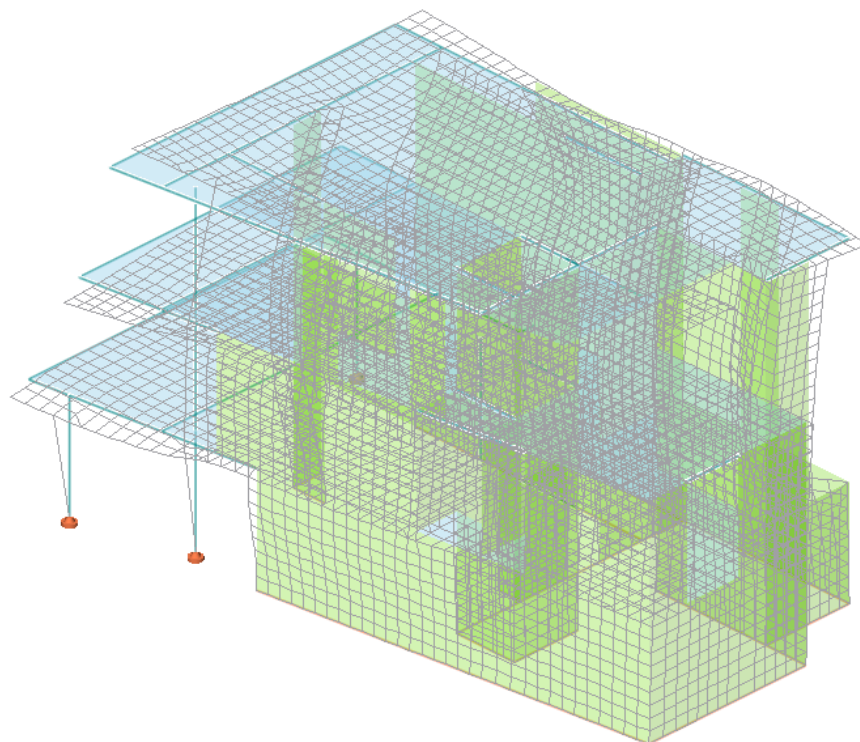
*Slika 6.17. Mod 3*



*Slika 6.18. Mod 4*



*Slika 6.19. Mod 5*



*Slika 6.20. Mod 6*

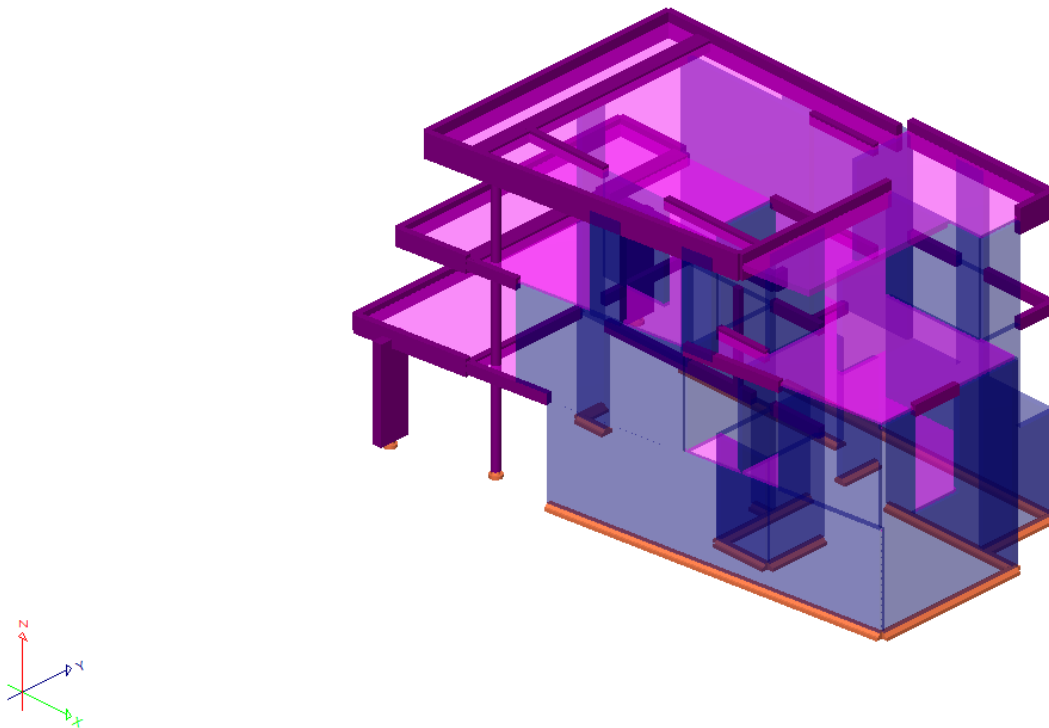


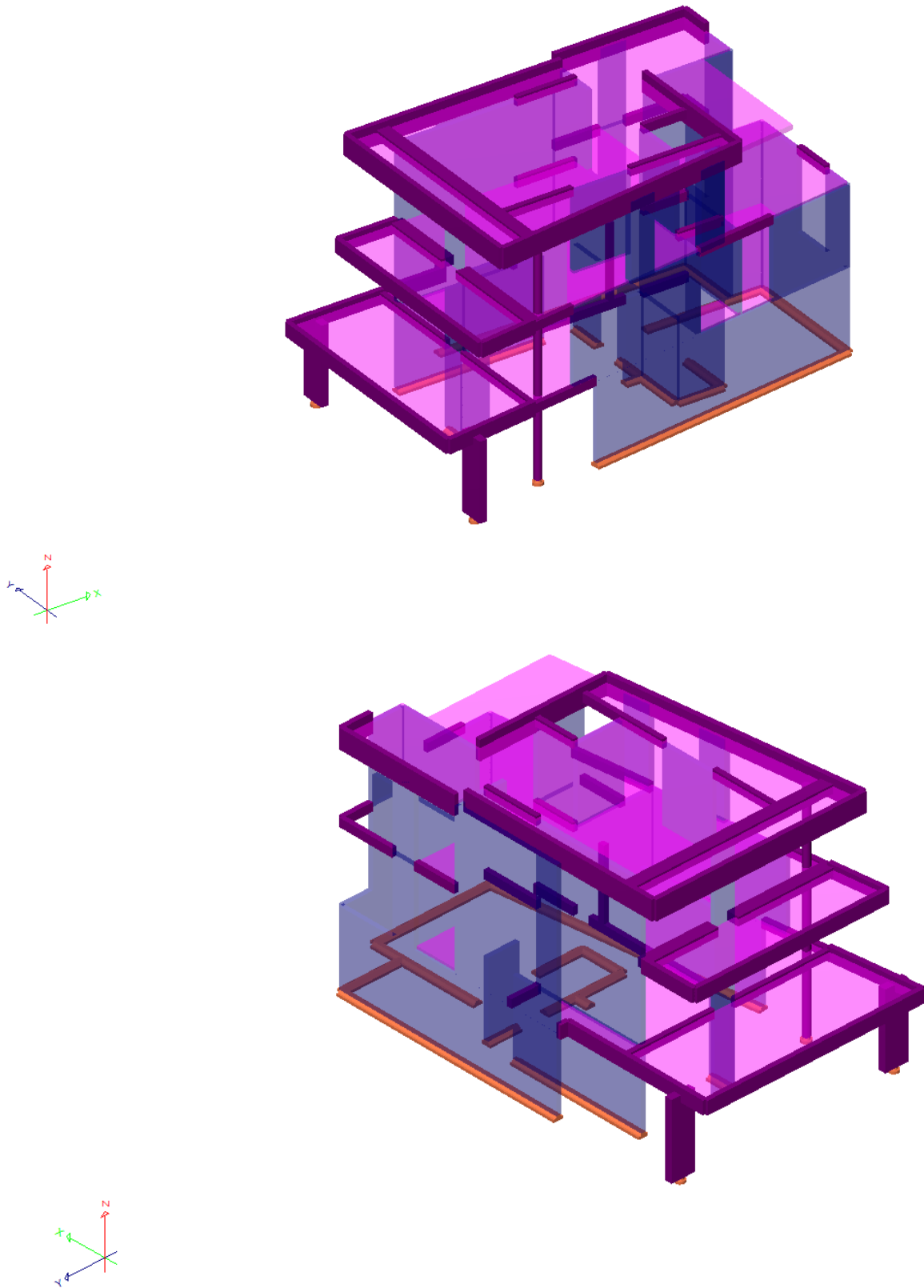
## 7. NUMERIČKI MODEL I KOMBINACIJE OPTEREĆENJA

### 7.1 Numerički model

Za potrebe proračuna ovog objekta u računalnom programu „Tower-3D Model Builder 8.0“ izrađen je numerički 3D model. Model se sastoji od ploča i zidova modeliranih kao 2D elementi te stupova i greda modeliranih kao 1D elementi.

Model je opterećen stalnim djelovanjem (vlastita težina konstrukcije), dodatnim stalnim opterećenjem (nekonstruktivni slojevi konstrukcije), korisnim opterećenjem te seizmičkim opterećenjem (potresom) u dva glavna smjera. Sva su opterećenja, osim seizmičkog koji je generiran kroz računalni program, zadana kao raspodijeljena opterećenja po pločama i zidovima.





*Slika 7.1. Prikaz numeričkog modela*

Međukatne konstrukcije su pune AB ploče debljine 20 cm te su modelirane kao 2D elementi i opterećene: vlastitom težinom, dodatnim stalnim opterećenjem te korisnim opterećenjem. Sva opterećenja na ploču djeluju okomito na ravninu ploče raspodjeljeno po  $m^2$ .

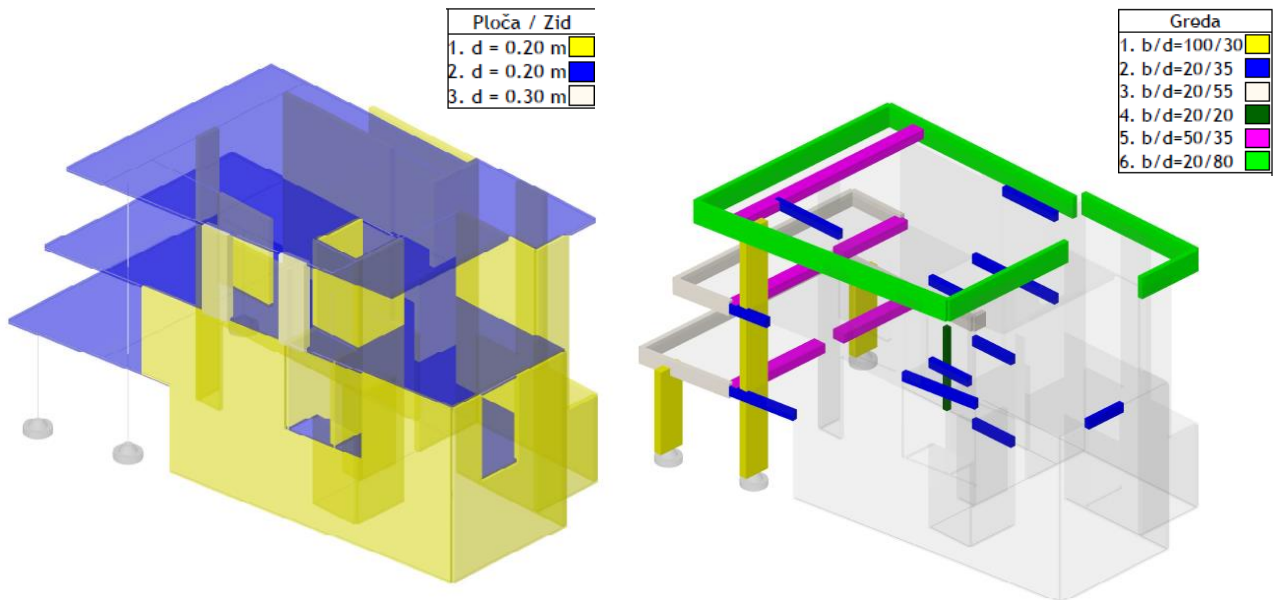
Zidovi su armirano betonski debljine 20 cm također su modelirani kao 2D elementi.

Stupovi su armirano betonski dimenzija 100x30 cm te stup promjera 30 cm. Visina stupova ovisi o visini etaže.

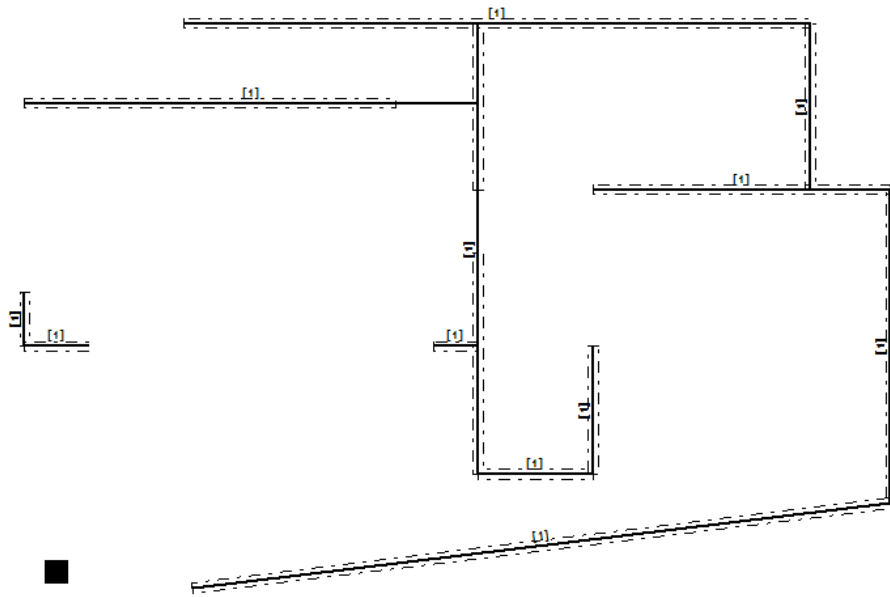
Temelji su sastavljeni od temeljnih traka koje su međusobno povezane, a na njih dolazi podna ploča debljine 10 cm.

Temelji su klase betona C30/37, a ostali konstrukcijski elementi su klase betona C25/30.

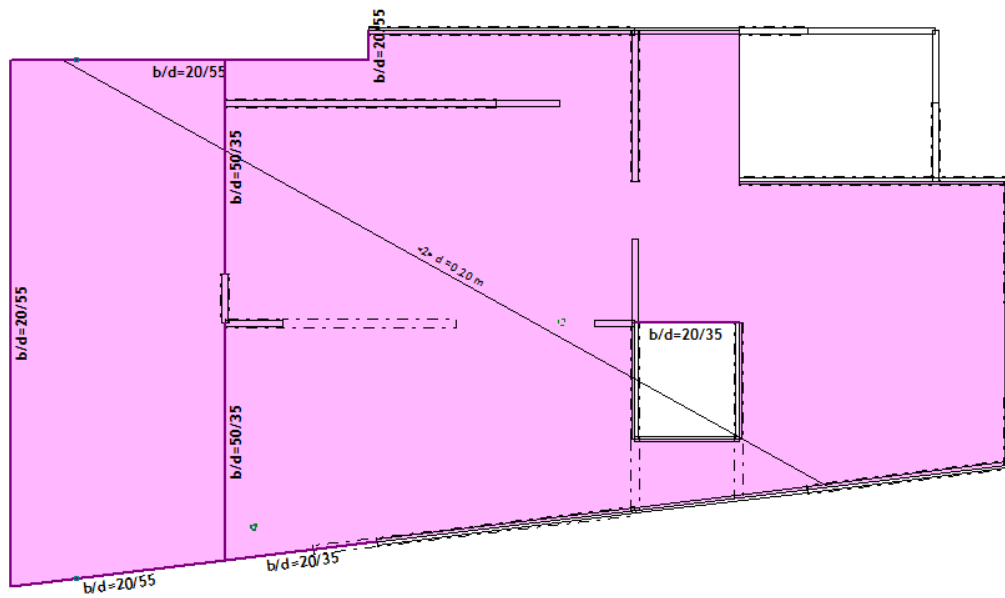
Armatura je B500B.



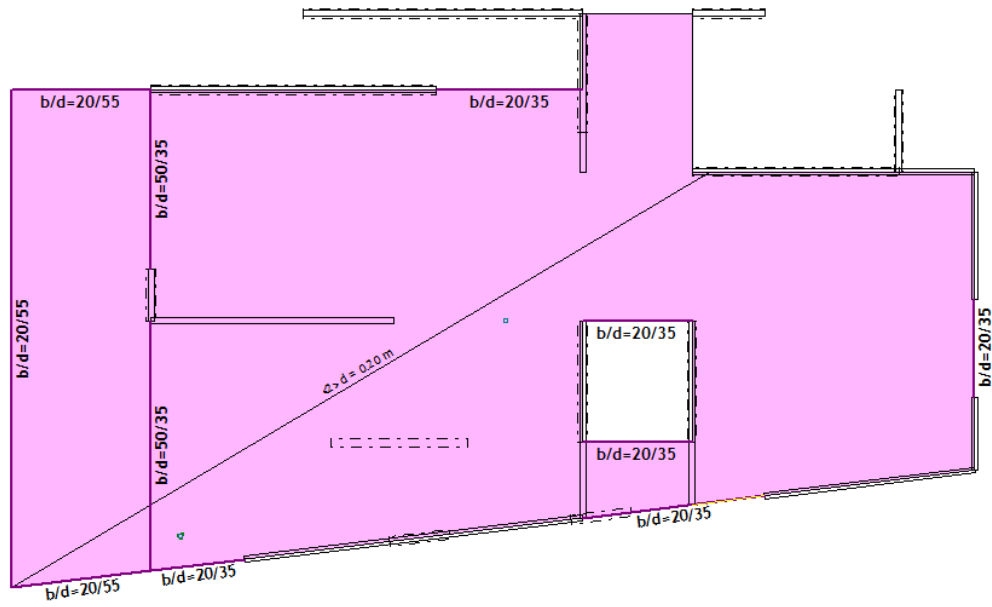
Slika 7.2. Prikaz zidova, ploča, stupova i greda u modelu



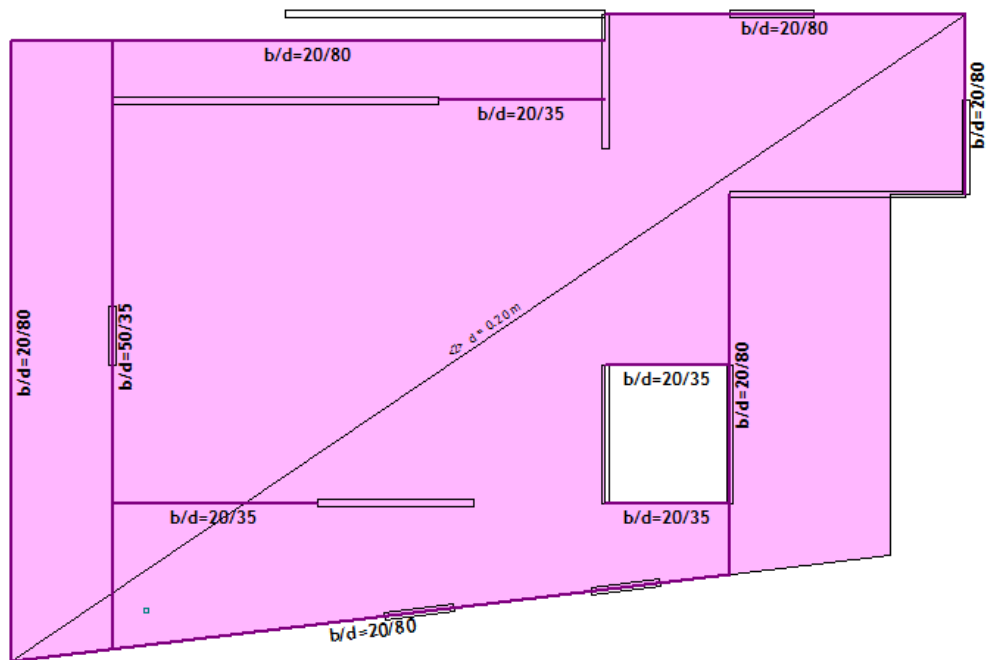
Slika 7.3. Plan pozicije 000



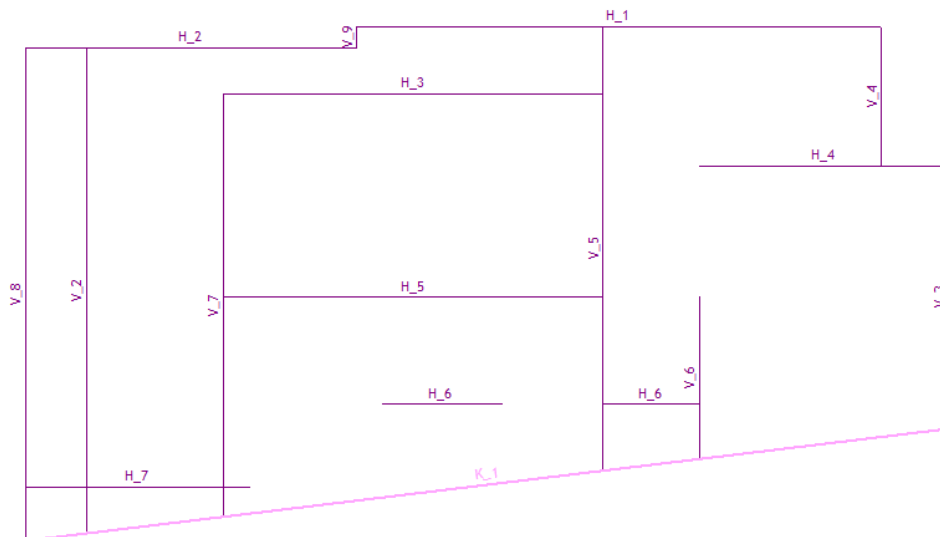
Slika 7.4. Plan pozicije 100



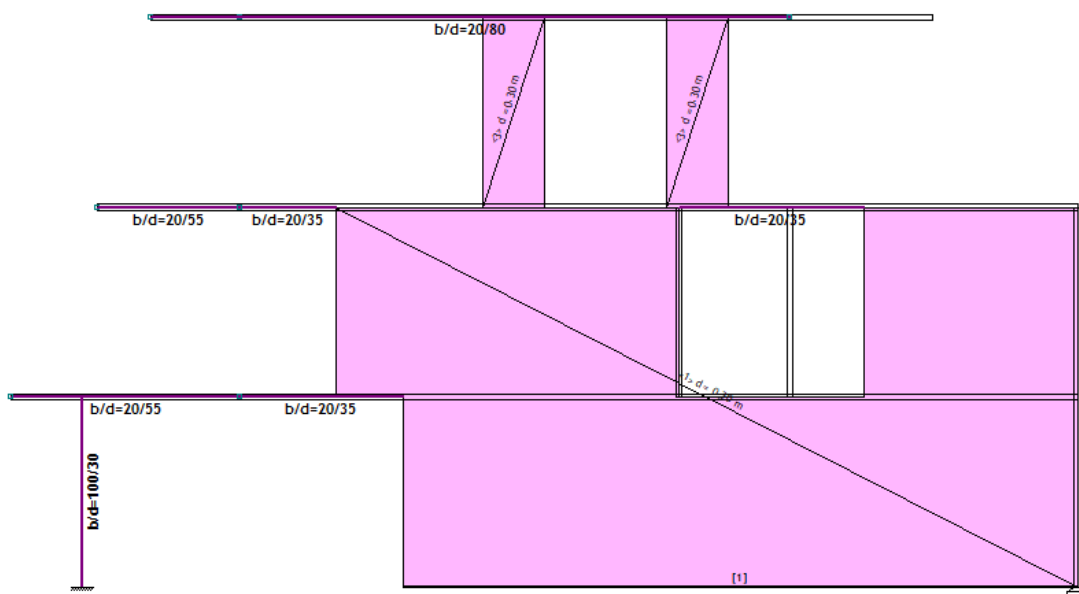
Slika 7.5. Plan pozicije 200



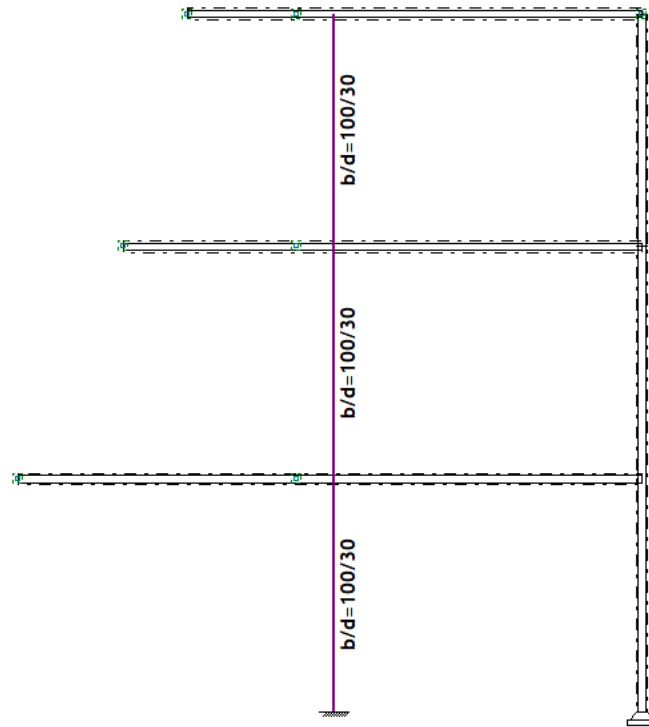
Slika 7.6. Plan pozicije 300



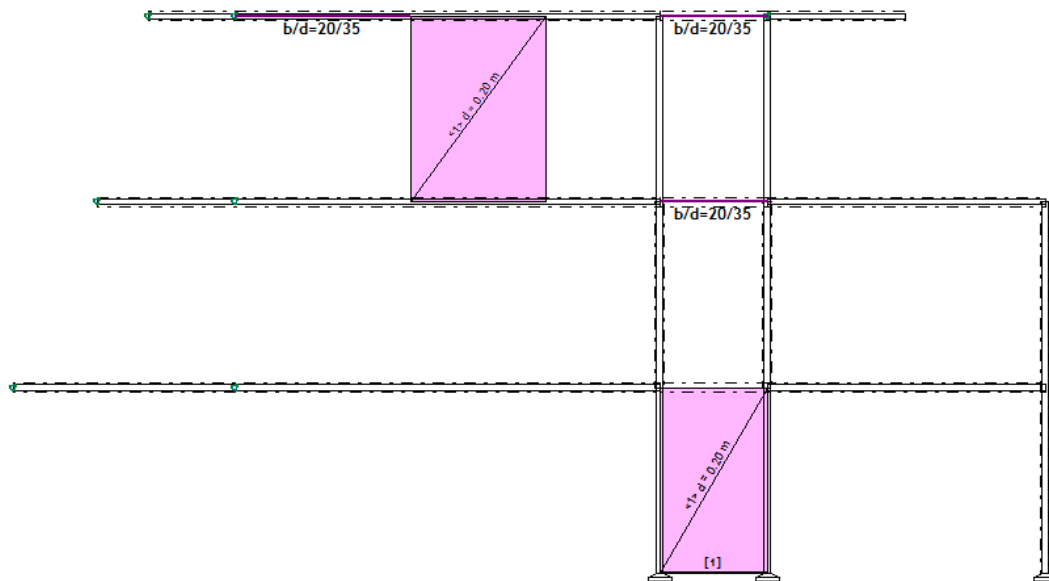
Slika 7.7. Prikaz dispozicije okvira



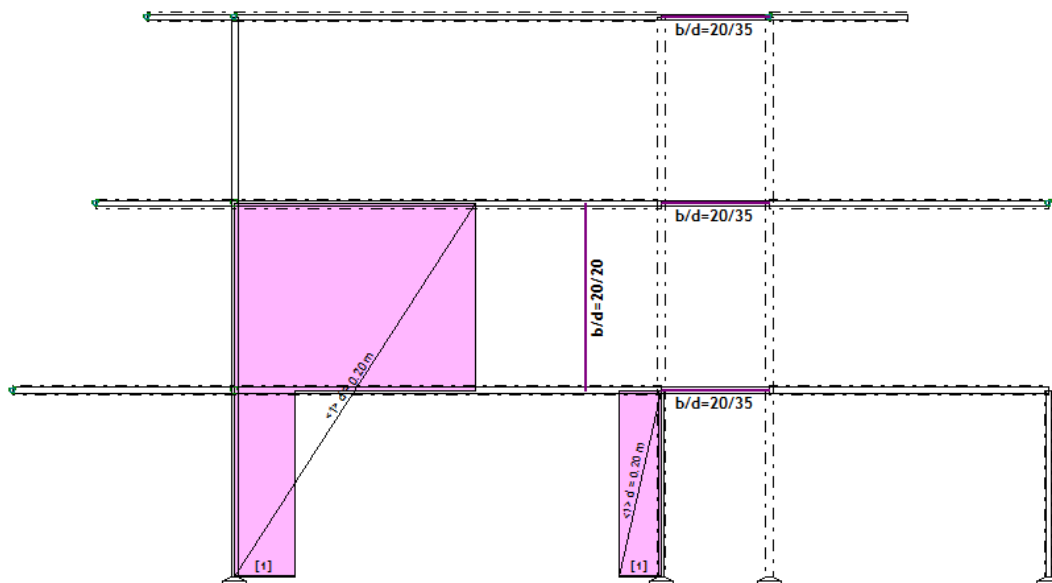
Slika 7.8. Okvir K\_1



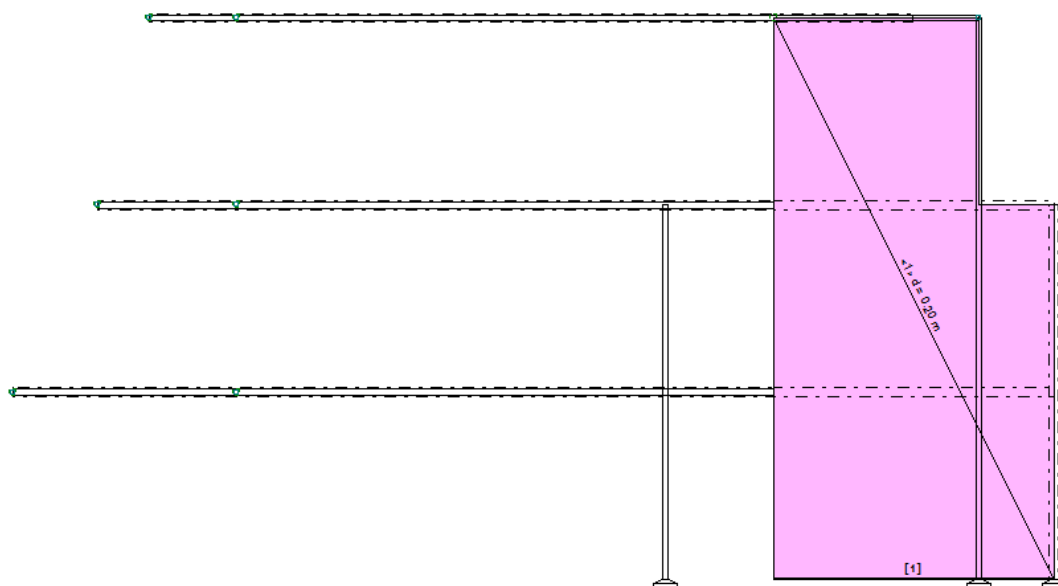
Slika 7.9. Okvir H\_7



Slika 7.10. Okvir H\_6

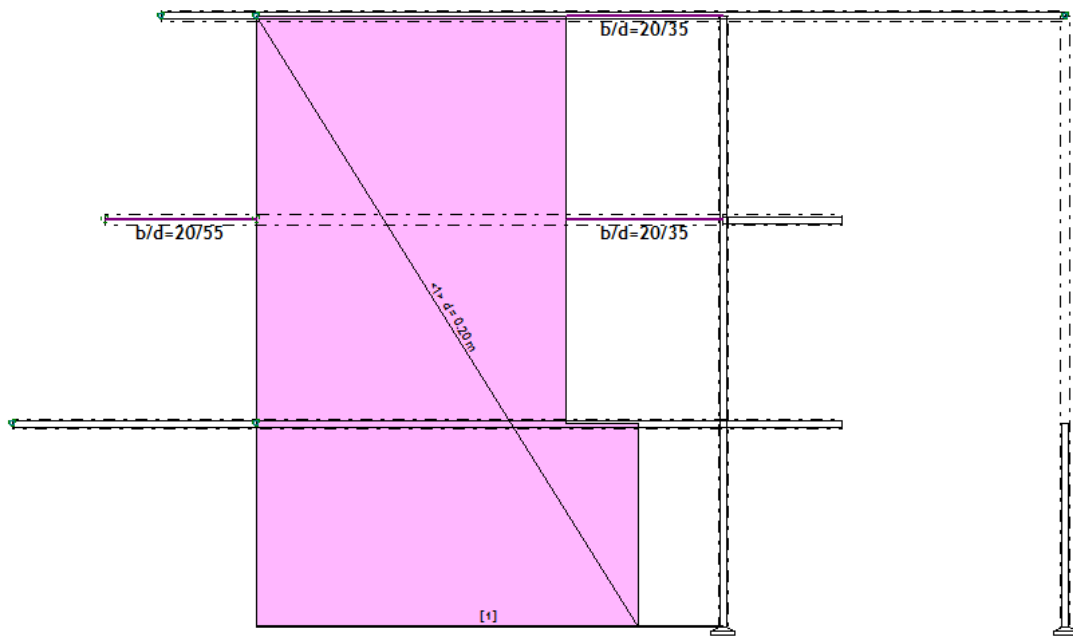


Slika 7.11. Okvir H<sub>5</sub>

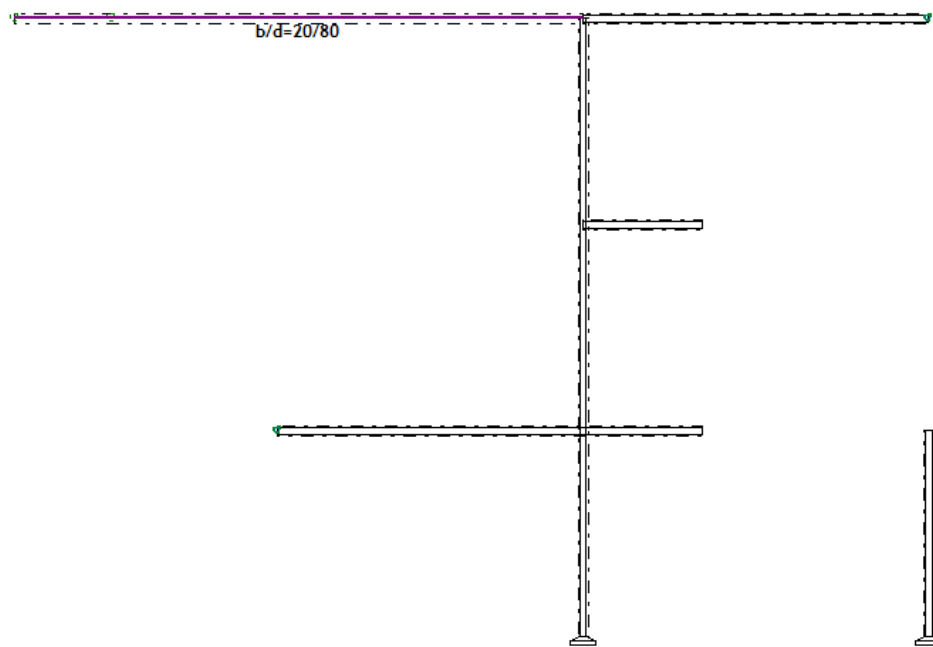


Slika 7.12. Okvir H<sub>4</sub>

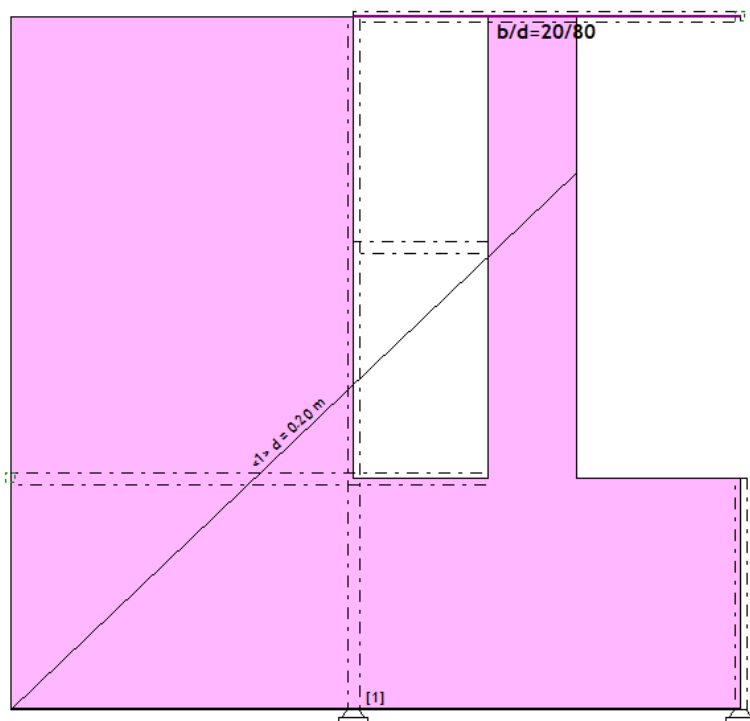




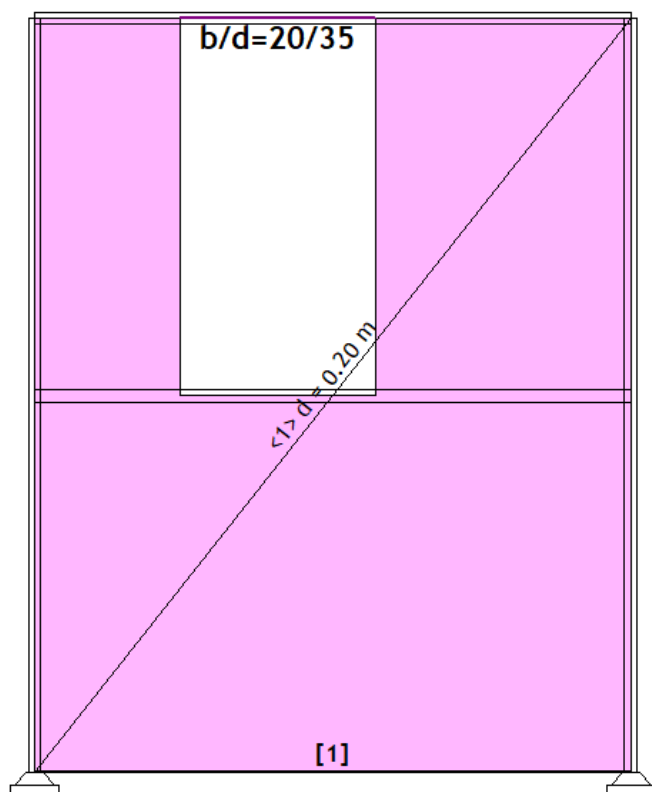
Slika 7.13. Okvir H<sub>3</sub>



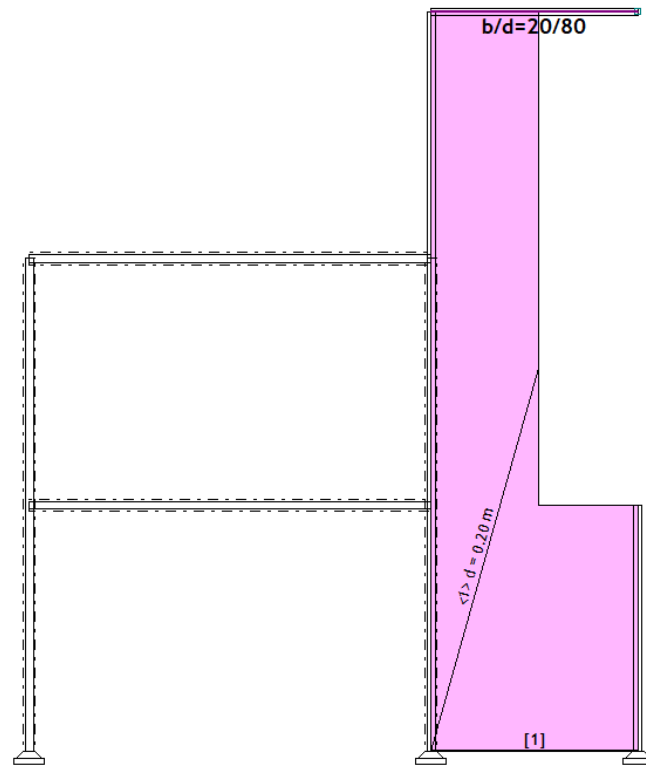
Slika 7.14. Okvir H<sub>2</sub>



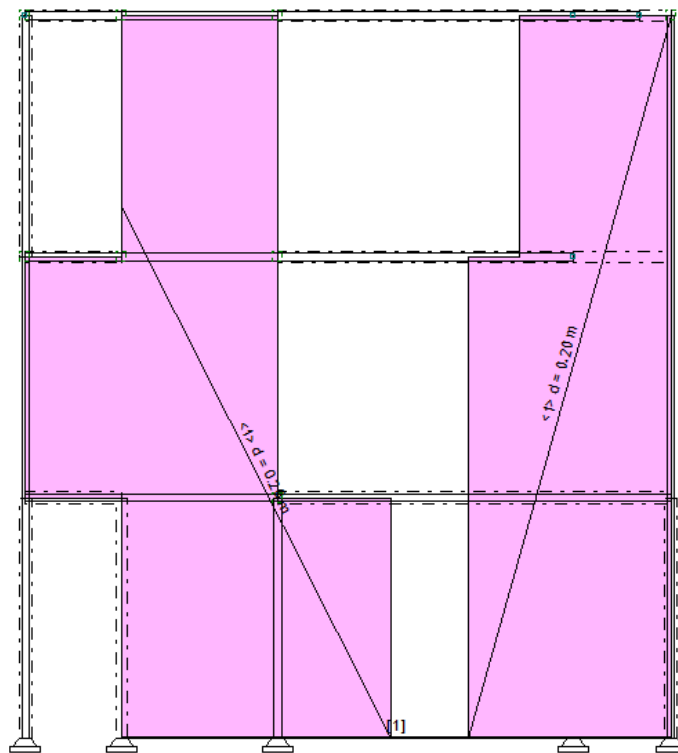
Slika 7.15. Okvir H\_1



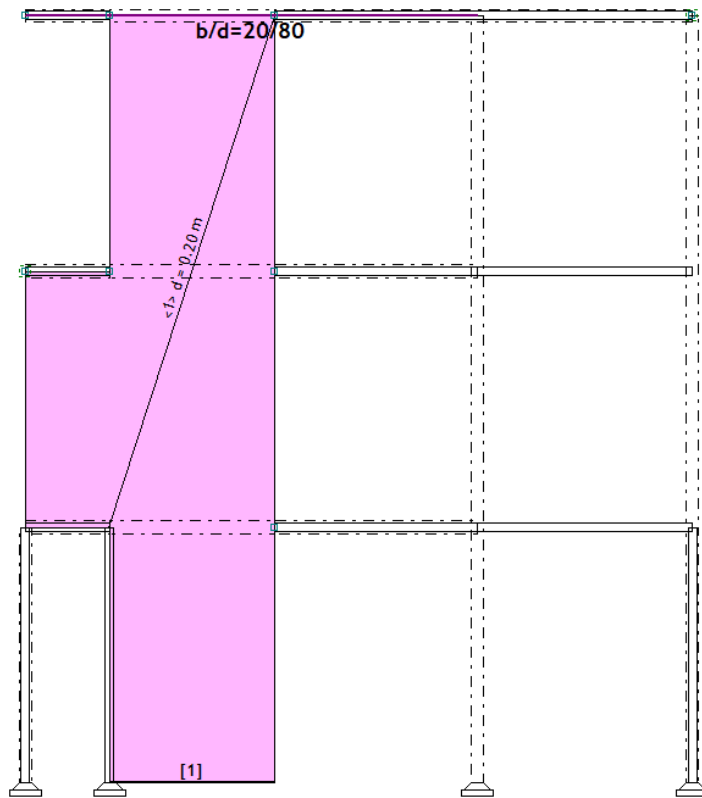
Slika 7.16. Okvir V\_3



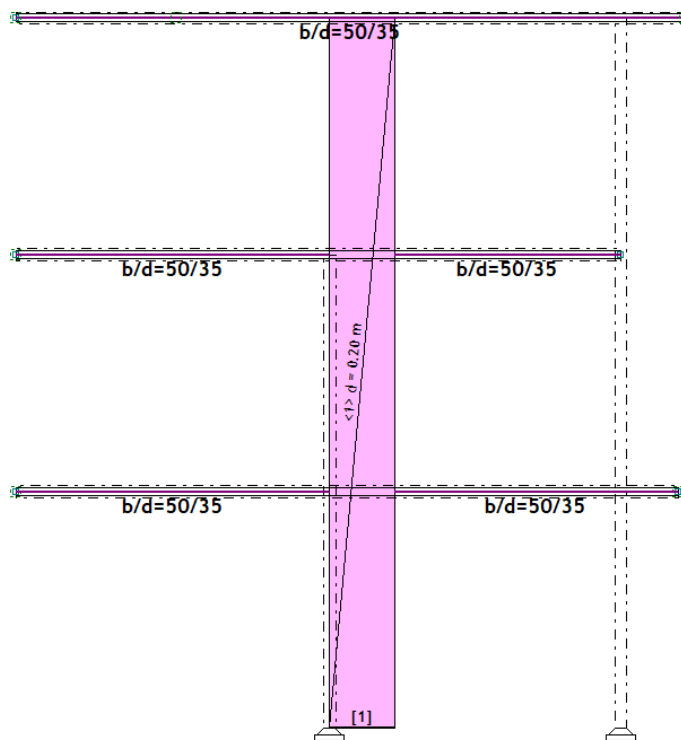
Slika 7.17. Okvir V\_4



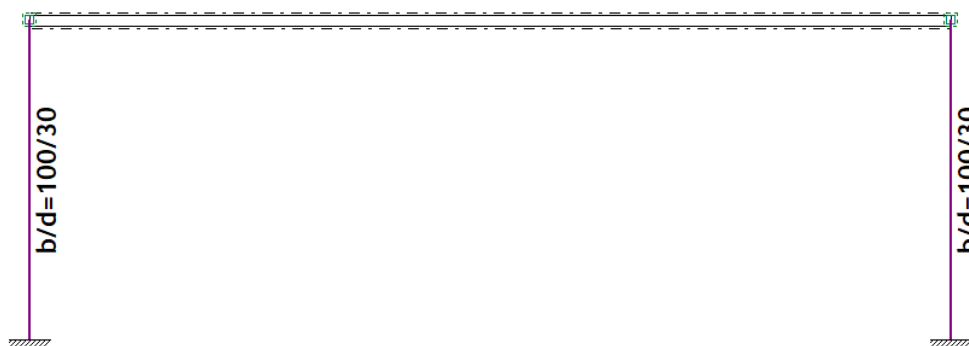
Slika 7.18. Okvir V\_5



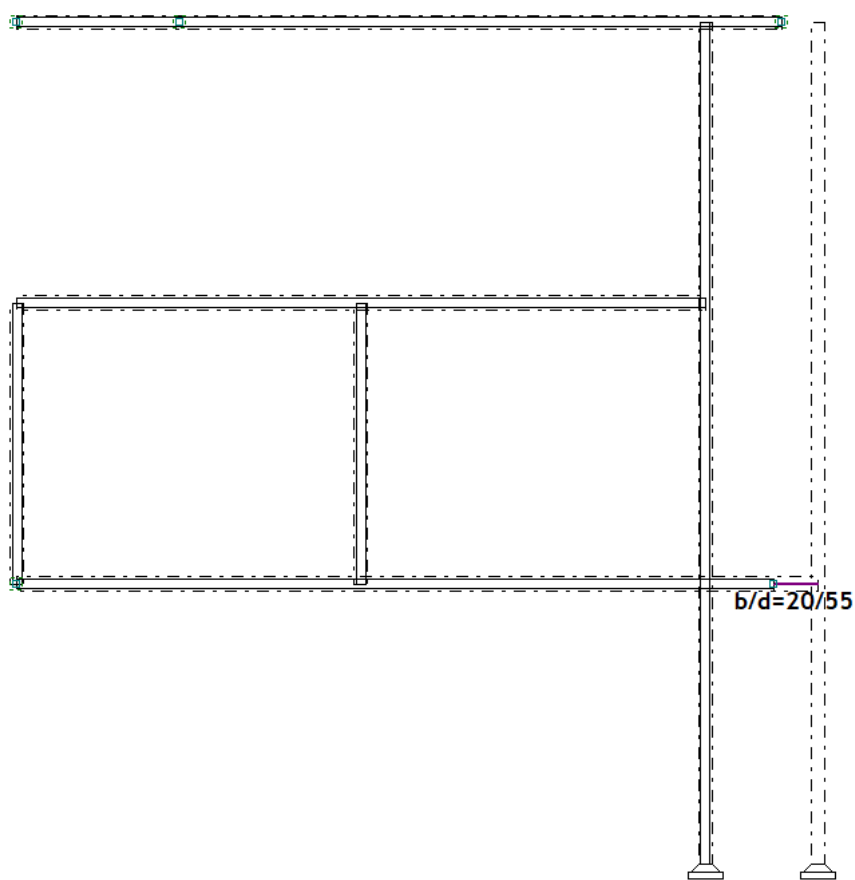
Slika 7.19. Okvir V\_6



Slika 7.20. Okvir V\_7



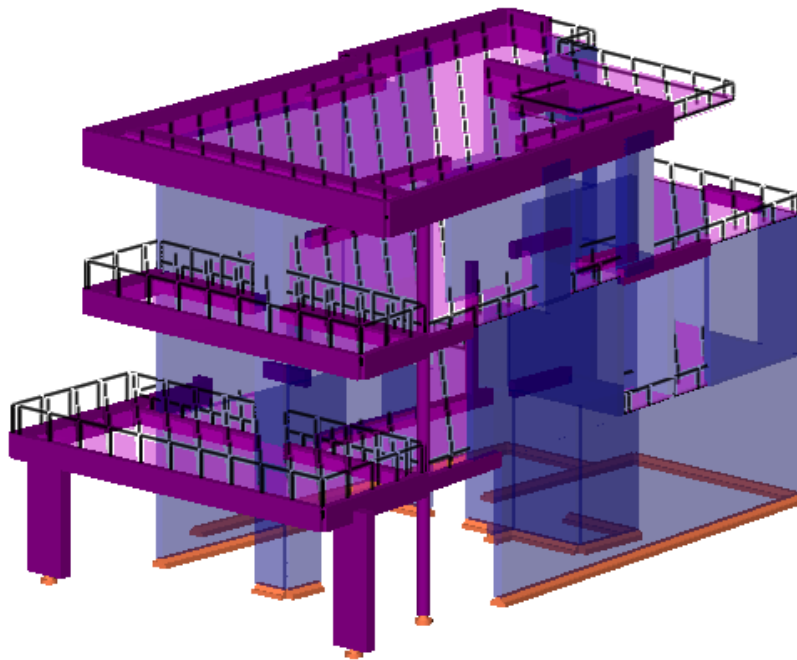
Slika 7.21. Okvir V\_2



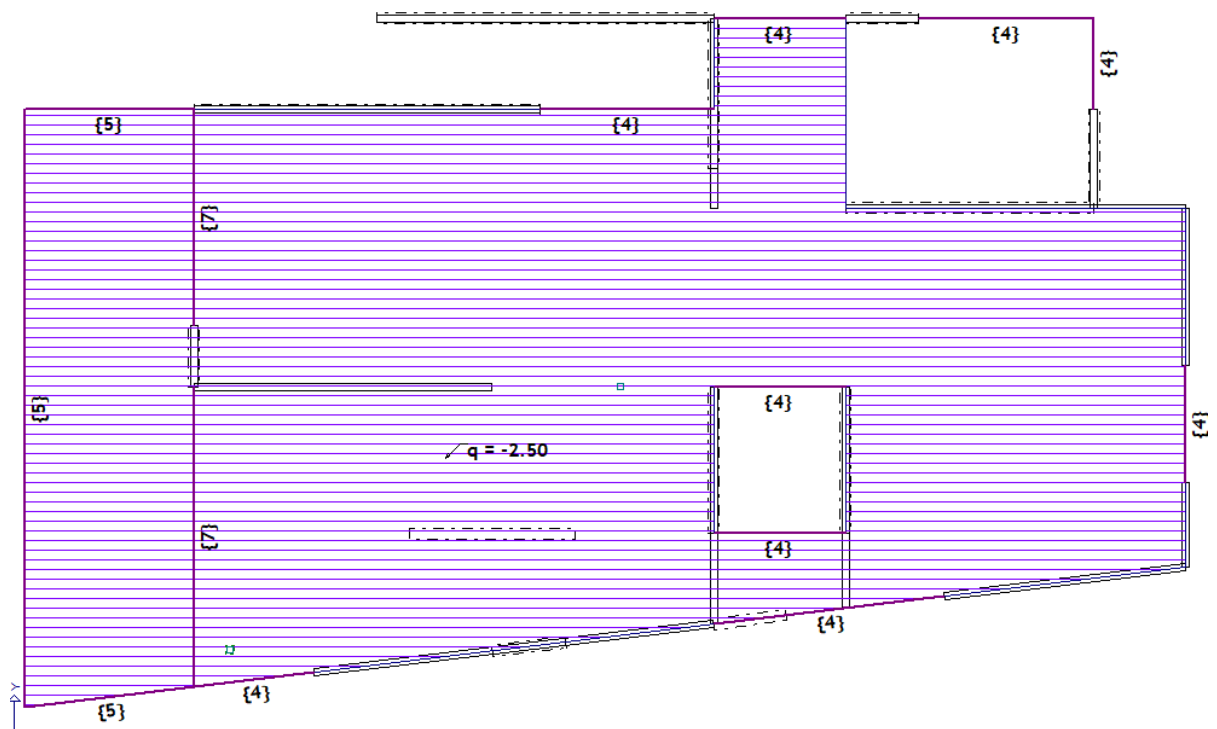
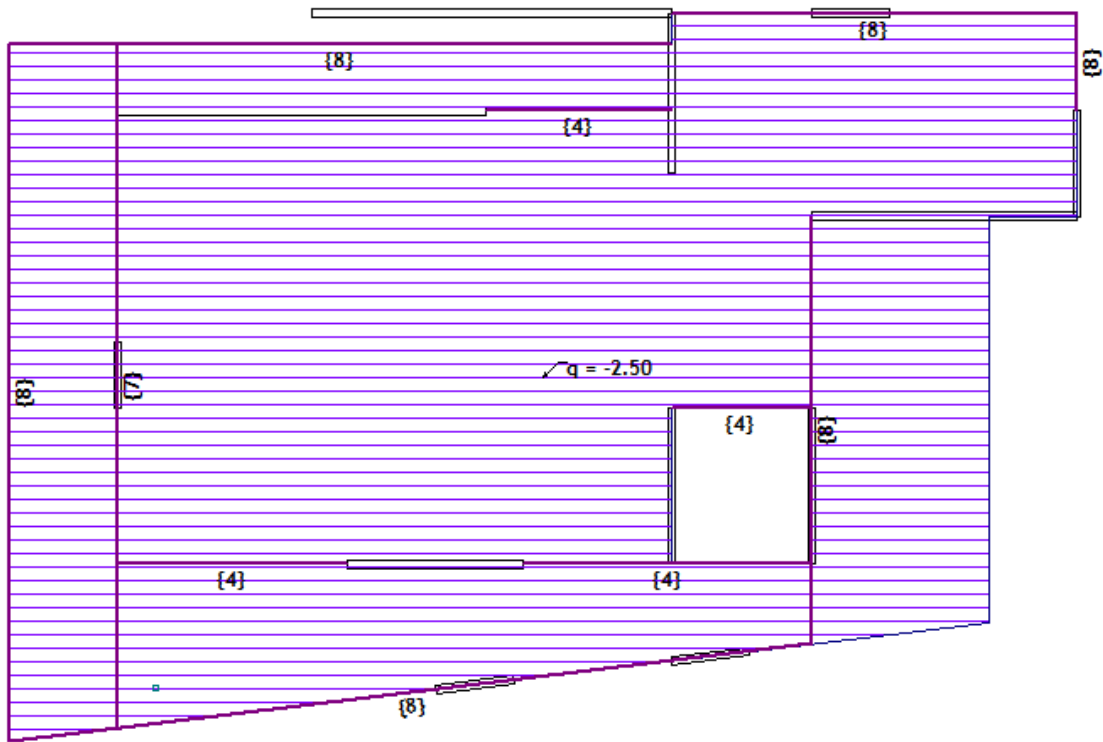
Slika 7.22. Okvir H\_4

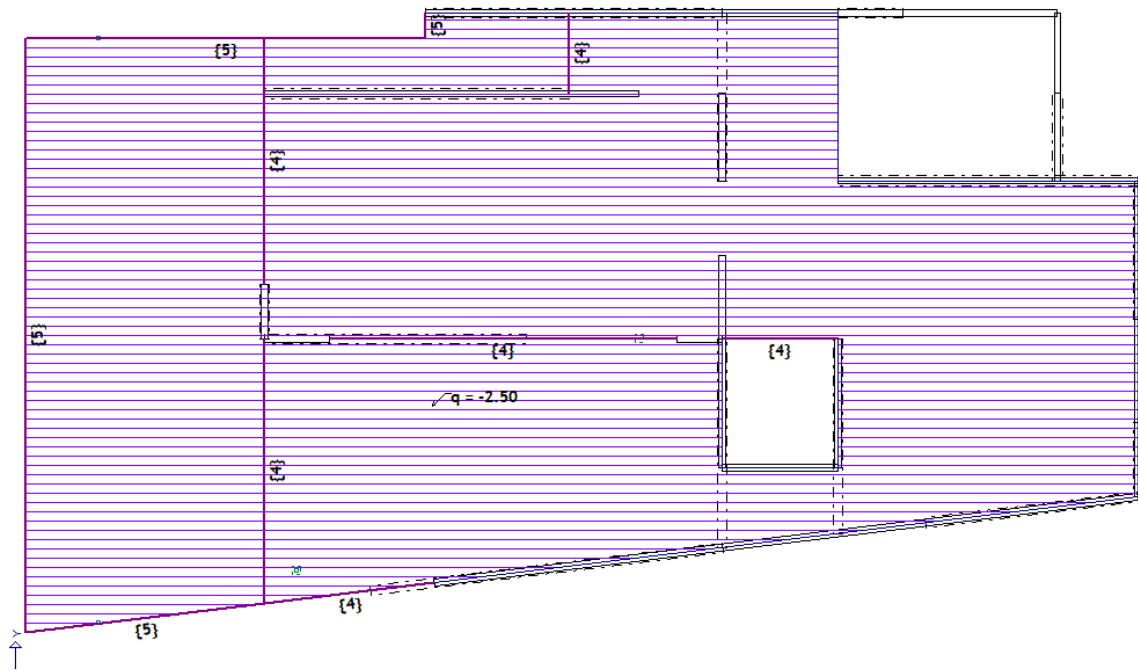
## 7.2 Kombinacije opterećenja

Na prethodno opisanom modelu izvršena je statička i dinamička analiza. Kroz statičku analizu provedeno je dimenzioniranje gore navedenih konstruktivnih elemenata konstrukcije korištenjem osnovnih kombinacija djelovanja za granično stanje nosivosti, te kontrola graničnog stanja uporabljivosti (kontrola pukotina, progiba).

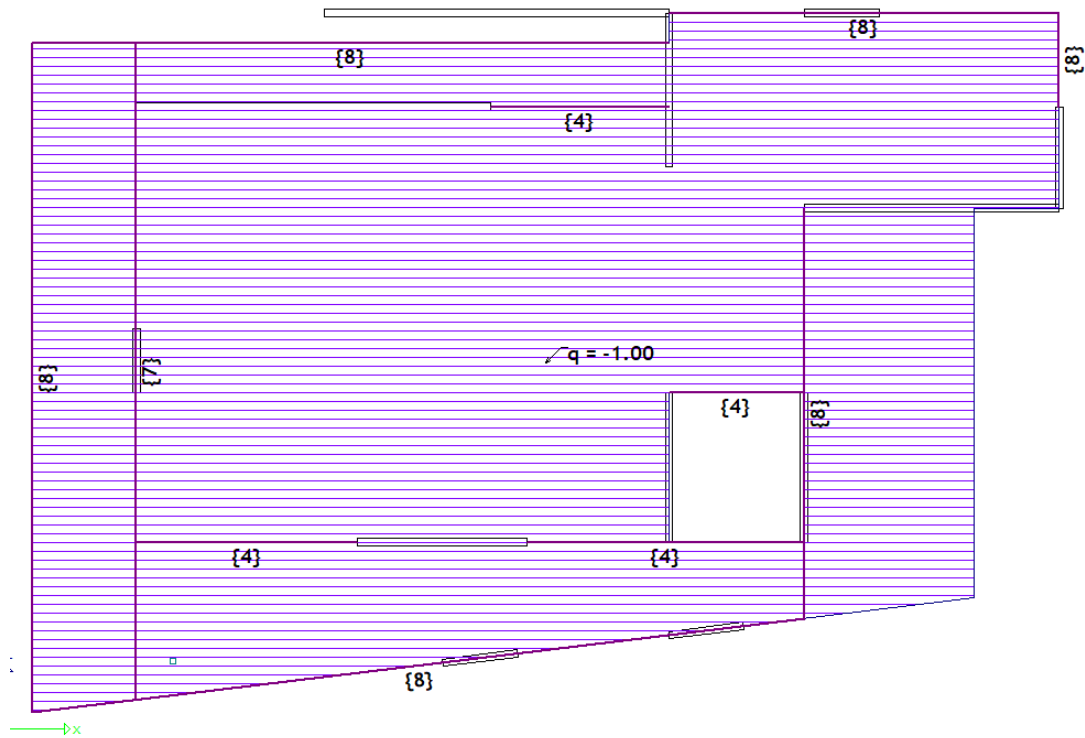


*Slika 7.3. Prikaz djelovanja opterećenja*

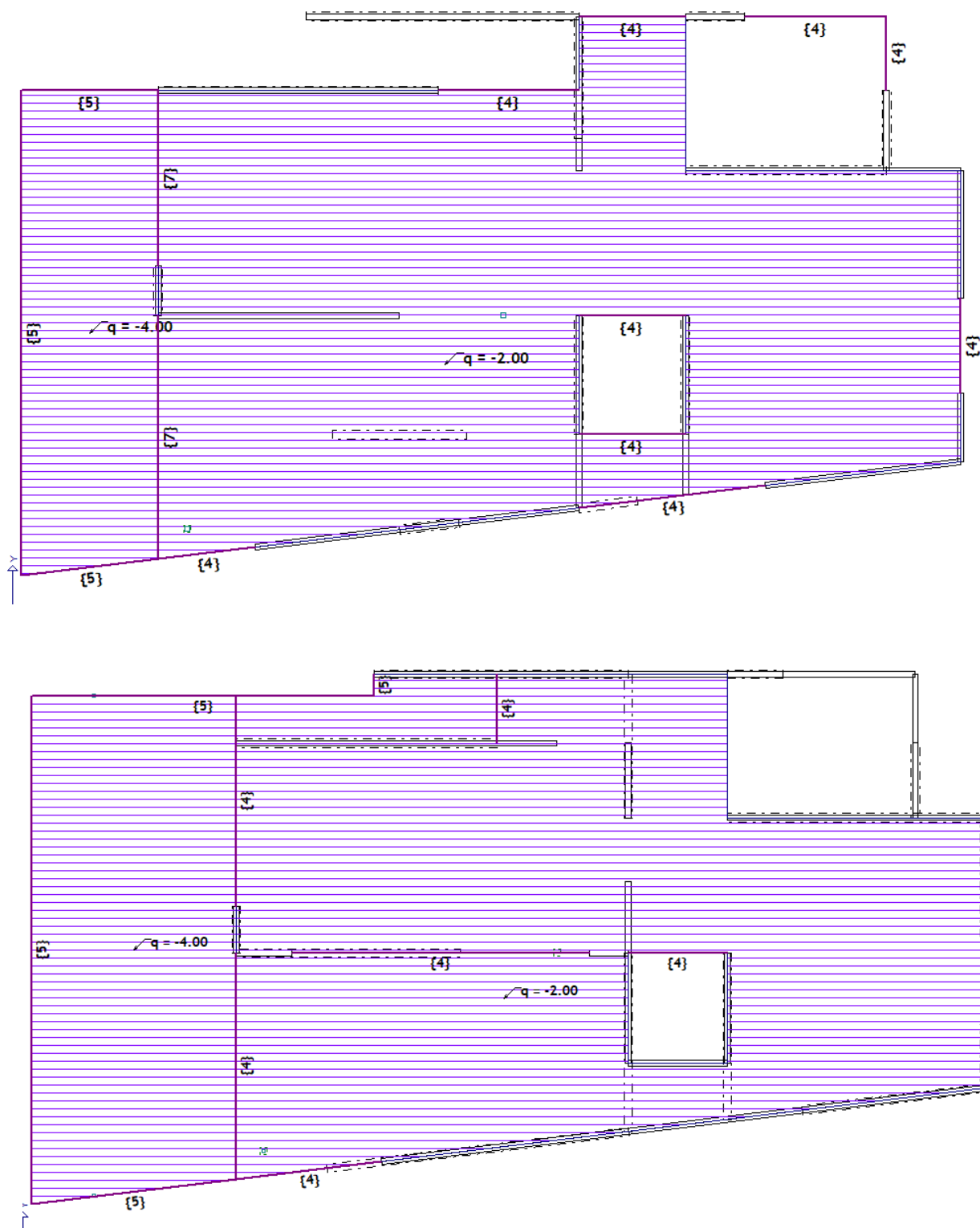




Slika 7.4. Dodatno stalno opterećenje na pozicijama 100,200,300







Slika 7.5. Korisno opterećenje na pozicijama 100,200,300

Mjerodavne kombinacije opterećenja:

*KOMBINACIJE OPTEREĆENJA*

1.	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot Q_k$	GSN-ležaj
2.	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot 1.2 \cdot Q_k$	GSN-polje
3.	$1.0 (G_k + \Delta G) + 0.3 \cdot Q_k + 1.0 \cdot S_x$	GSN-Sx
4.	$1.0 (G_k + \Delta G) + 0.3 \cdot Q_k + 1.0 \cdot S_y$	GSN-Sy
5.	$1.0 (G_k + \Delta G) + 1.0 \cdot Q_k$	GSU

## 8. PRORAČUN HORIZONTALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE

Proračun je izvršen po normi EC2 (Eurokod 2 – puni naziv: Eurocod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija). Za dimenzioniranje AB ploča korištene su kombinacije opterećenja za granično stanje nosivosti. Za kontrolu progiba i pukotina korištene su kombinacije opterećenja za granično stanje uporabljivosti. Za dimenzioniranje AB greda također su korištene kombinacije opterećenja za granično stanje nosivosti.

### 8.1 Proračun ploča

#### 8.1.1 Proračun ploče pozicije 100

#### Dimenzioniranje ploče na savijanje

$$\text{Beton: C25/30} \rightarrow f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}; f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Armatura: B 500B} \rightarrow f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ MPa}; f_{yd} = 43.5 \text{ kN/cm}^2$$

$$b_{pl}=100 \text{ cm}$$

$$h_{pl}= 20 \text{ cm}$$

$$d_1= 3 \text{ cm, } d=h_{pl} - d_1=20 - 3=17 \text{ cm}$$

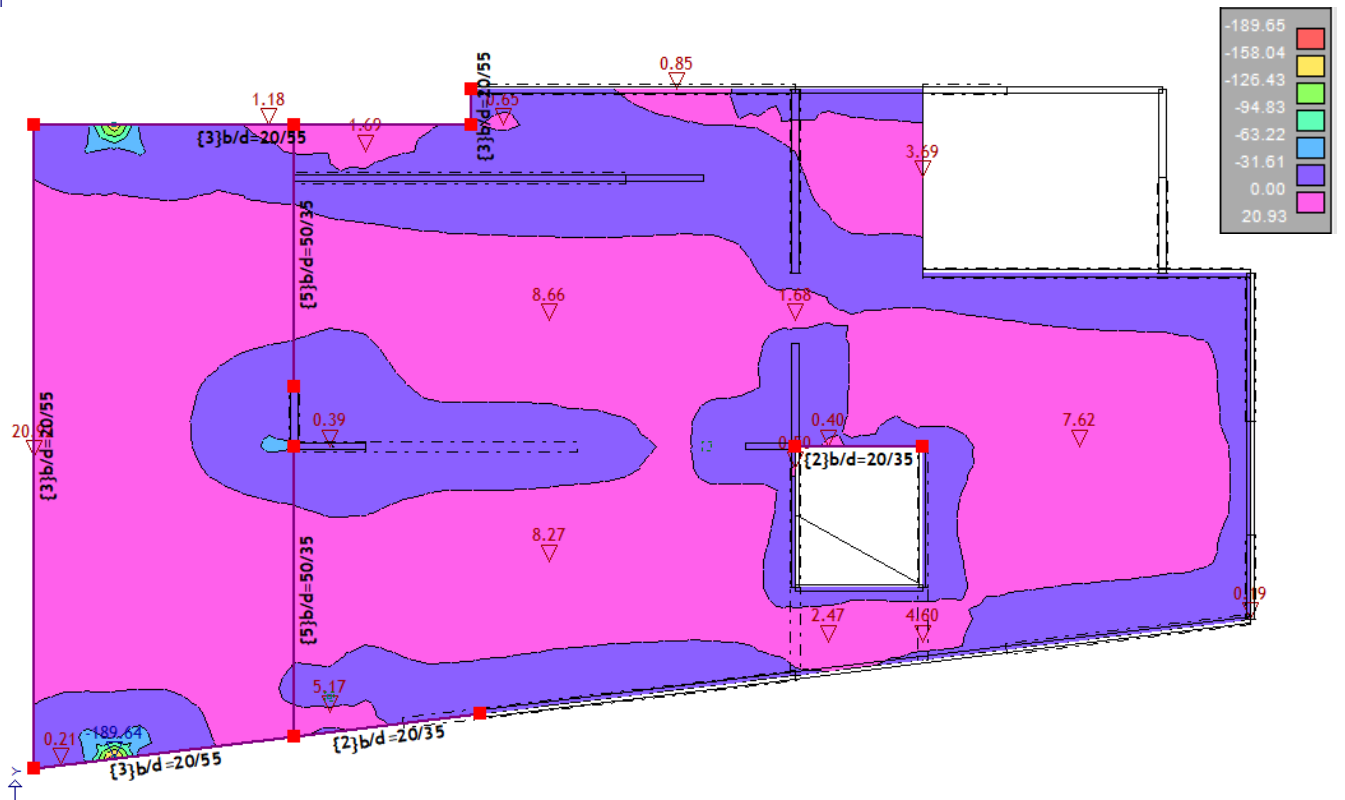
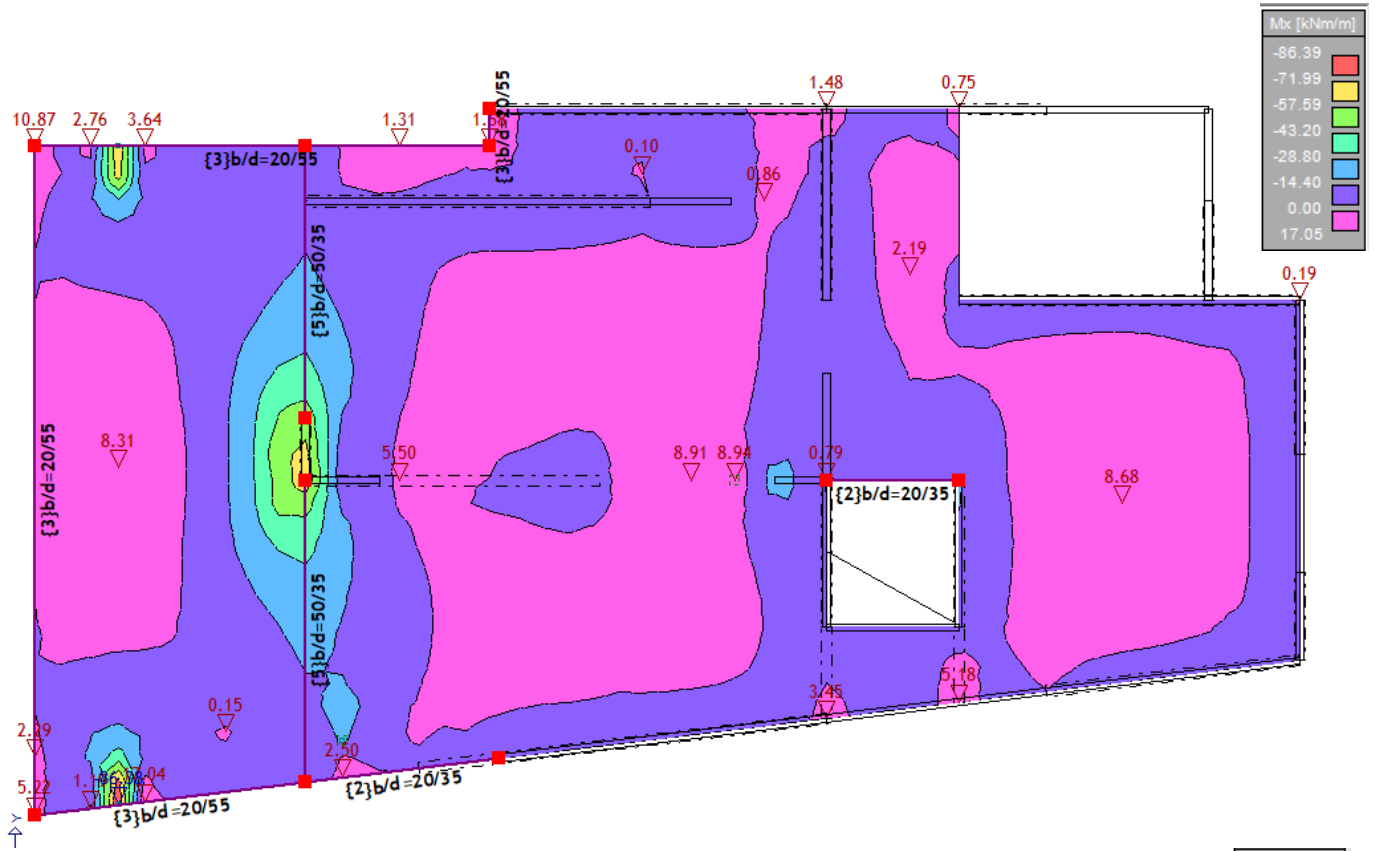
$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 17^2 \cdot 1.67 \\ = 76.74 \text{ kNm/cm}^2$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 17 \cdot 43.5$$

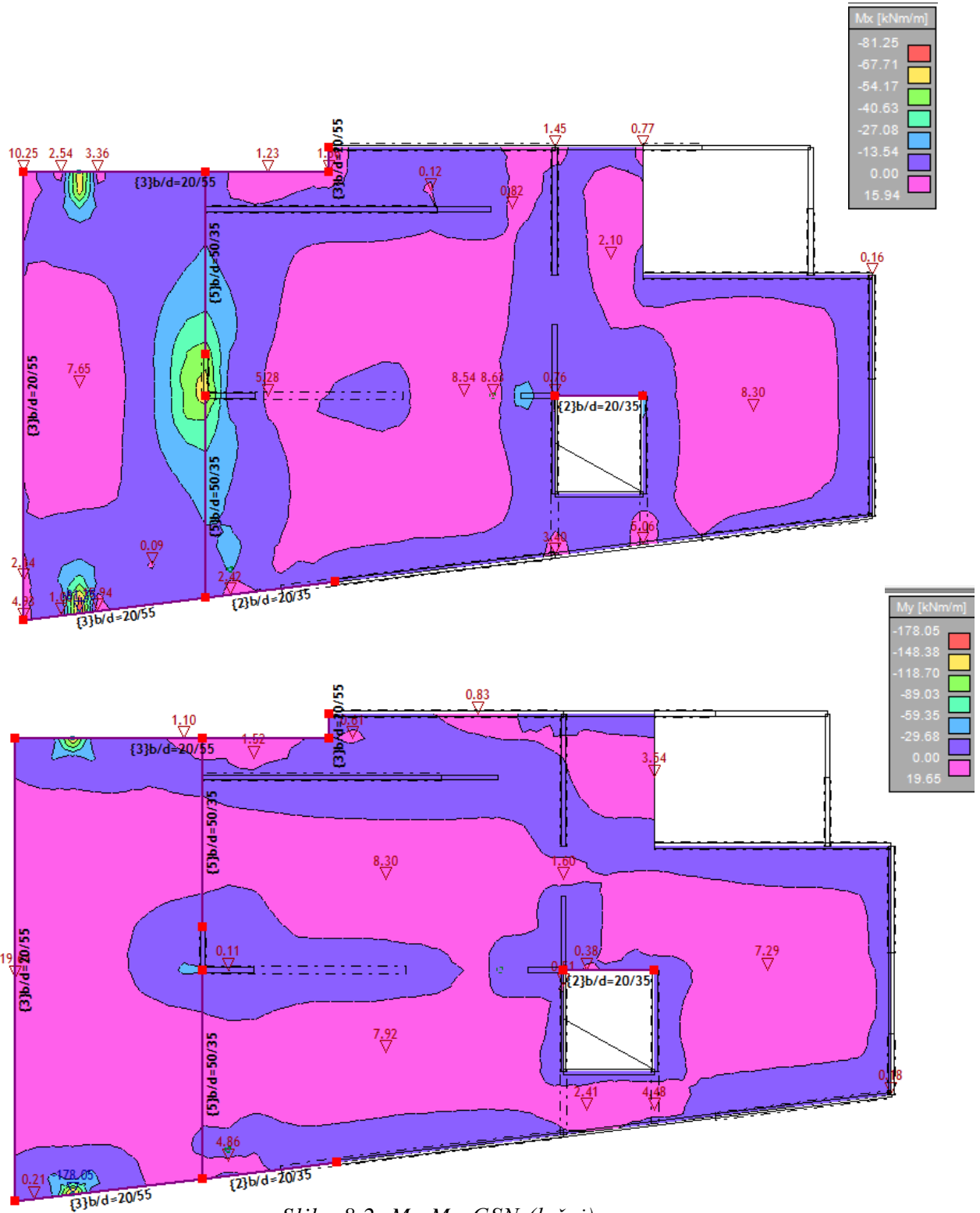
$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = 0.001 \cdot 100 \cdot 20 = 2.0 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = 0.02 \cdot 100 \cdot 20 = 40.0 \text{ cm}^2$$

<b>Mreža</b>	<i>Površina</i>	<i>Moment nosivosti</i>	<i>Moment nosivosti</i>	<i>Postotak armature</i>
	<i>A<sub>s1</sub></i>	<i>betona M<sub>Rd,c,lim</sub></i>	<i>armature M<sub>Rd,s,lim</sub></i>	
	(cm <sup>2</sup> /m')	(kNm)	(kNm)	%
<b>R/Q-283</b>	2.83	76.74	18.67	0.14
<b>R/Q-335</b>	3.35	76.74	22.10	0.17
<b>R/Q-385</b>	3.85	76.74	25.40	0.19
<b>R/Q-424</b>	4.24	76.74	27.97	0.21
<b>R/Q-503</b>	5.03	76.74	33.18	0.25
<b>R/Q-636</b>	6.36	76.74	41.95	0.32
<b>R/Q-785</b>	7.85	76.74	51.78	0.39

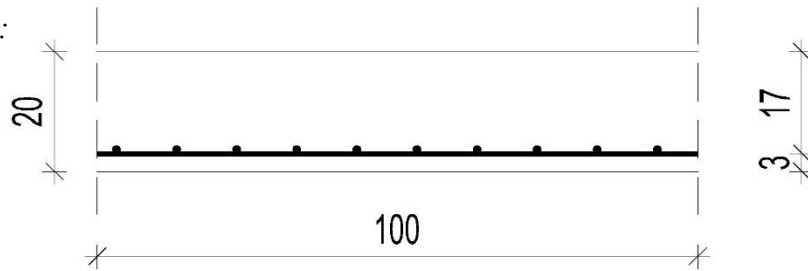


Slika 8.1.  $M_x, M_y$ -GSN (polje)



Slika 8.2.  $M_x, M_y$ -GSN (ležaj)

Proračun u polju:



$$M_{Ed} = 20.93 \frac{kNm}{m}$$

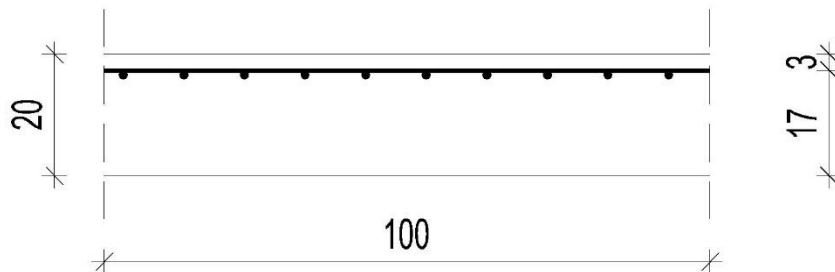
$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2093}{100 \cdot 17^2 \cdot 1.67} = 0.043$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0\% \quad \varepsilon_{c2} = 1.3\% \quad \zeta = 0.959$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2093}{0.959 \cdot 17 \cdot 43.48} = 2.95 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Odabrana armatura: Q-385 ( $A_s=3.85 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

Proračun na ležaju:



$$M_{Ed} = 67.71 \frac{kNm}{m}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{6771}{100 \cdot 17^2 \cdot 1.67} = 0.140$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{6771}{0.904 \cdot 17 \cdot 43.48} = 10.13 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Odabrana armatura: Q-503+ 33Φ12/20 cm

Proračun na ležaju iznad stupa:

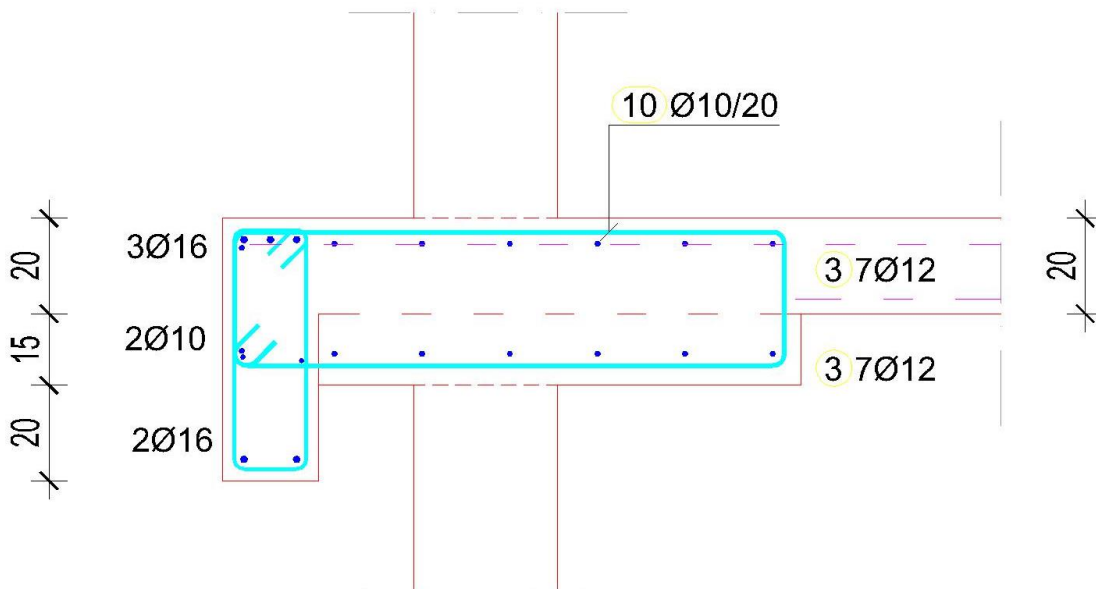
$$M_{Ed} = 178.05 \frac{kNm}{m}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{17805}{120 \cdot 32^2 \cdot 1.67} = 0.087$$

$$Očitano: \varepsilon_{s1} = 10.0\% \quad \varepsilon_{c2} = 2.0\% \quad \zeta = 0.938$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{17805}{0.938 \cdot 32 \cdot 43.48} = 13.64 \text{ cm}^2/m'$$

Odabrana armatura: Q-503+ 7Φ12



**NAPOMENA:**

Ploču iznad stupa gdje imamo zadebljanje od 15cm ( $d_{pl}=35$  cm) armiramo na način da u gornju zonu postavljamo mrežu Q-503 uz šipke 7Ø12 te spone Ø10/20 cm.

## 8.1.2 Proračun ploče pozicije 200

**Dimenzioniranje ploče na savijanje**

$$\text{Beton: C25/30} \rightarrow f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}; f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Armatura: B 500B} \rightarrow f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ MPa}; f_{yd} = 43.5 \text{ kN/cm}^2$$

$$b_{pl}=100 \text{ cm}$$

$$h_{pl}= 20 \text{ cm}$$

$$d_1= 3 \text{ cm, } d=h_{pl} - d_1=20 - 3=17 \text{ cm}$$

$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 17^2 \cdot 1.67 \\ = 76.74 \text{ kNm/cm}^2$$

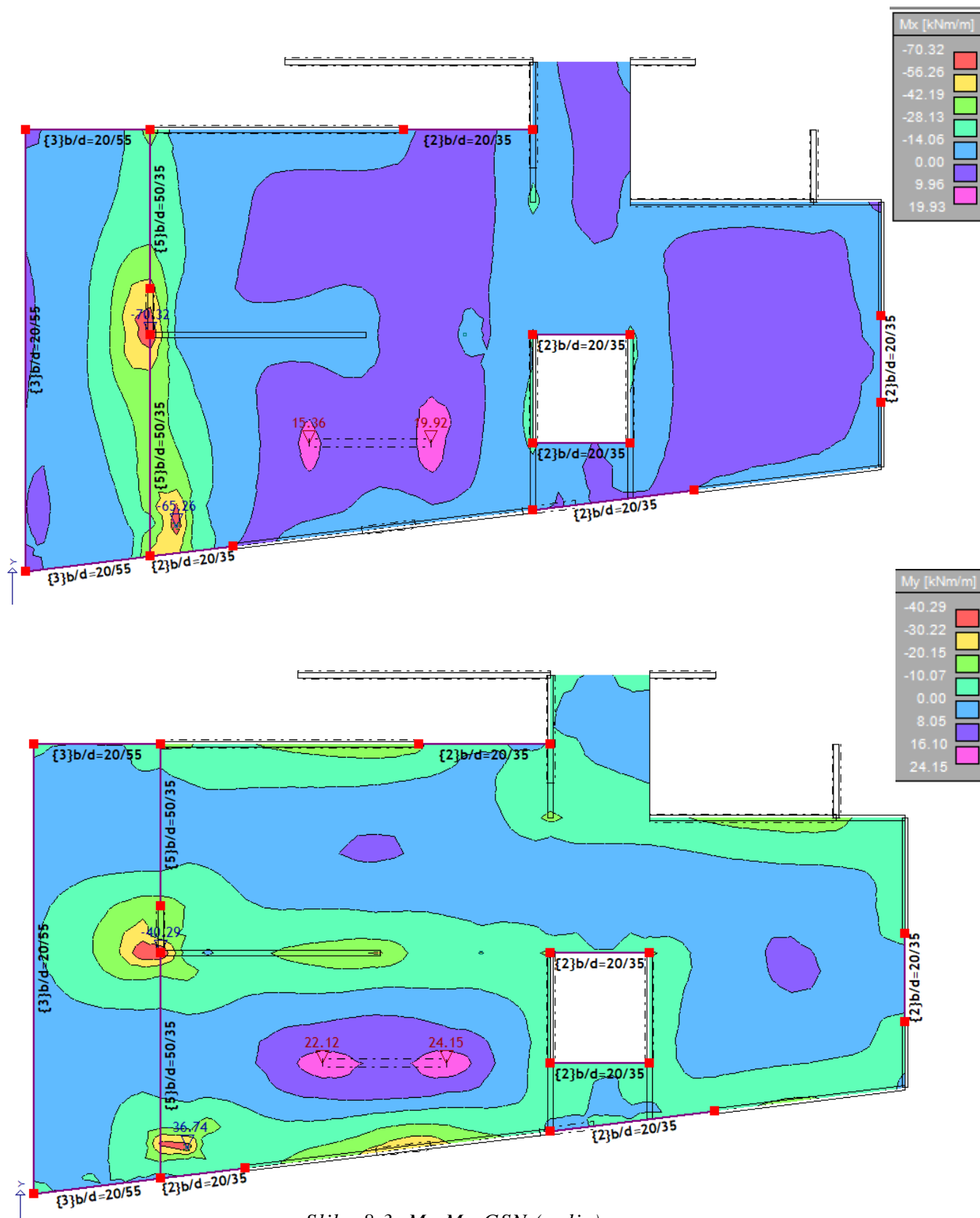
$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 17 \cdot 43.5$$

$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = 0.001 \cdot 100 \cdot 20 = 2.0 \text{ cm}^2$$

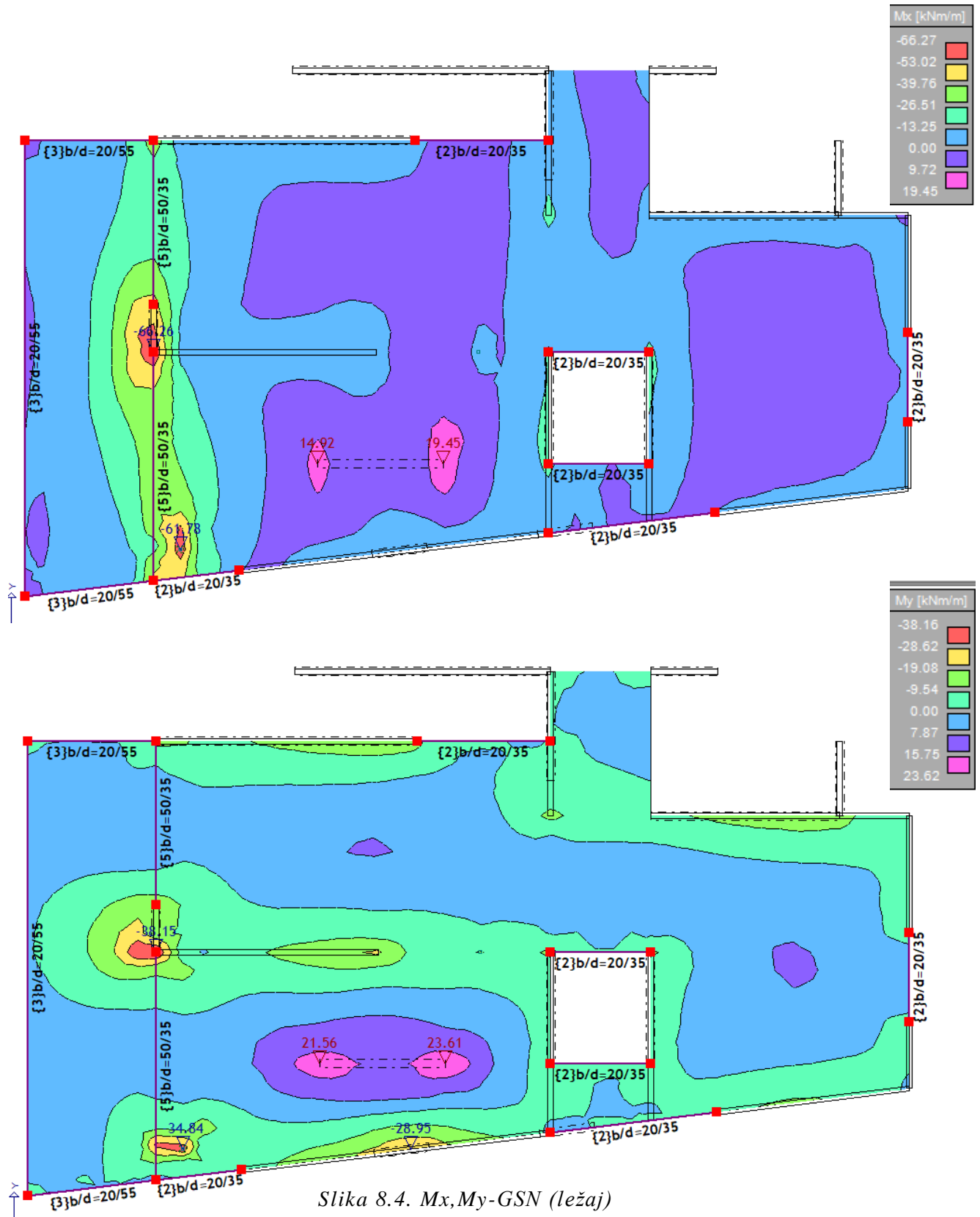
$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = 0.02 \cdot 100 \cdot 20 = 40.0 \text{ cm}^2$$

<b>Mreža</b>	<i>Površina</i>	<i>Moment nosivosti</i>	<i>Moment nosivosti</i>	<i>Postotak armature</i>
	<i>A<sub>s1</sub></i>	<i>betona M<sub>Rd,c,lim</sub></i>	<i>armature M<sub>Rd,s,lim</sub></i>	
	(cm <sup>2</sup> /m')	(kNm)	(kNm)	%
<b>R/Q-283</b>	2.83	76.74	18.67	0.14
<b>R/Q-335</b>	3.35	76.74	22.10	0.17
<b>R/Q-385</b>	3.85	76.74	25.40	0.19
<b>R/Q-424</b>	4.24	76.74	27.97	0.21
<b>R/Q-503</b>	5.03	76.74	33.18	0.25
<b>R/Q-636</b>	6.36	76.74	41.95	0.32
<b>R/Q-785</b>	7.85	76.74	51.78	0.39



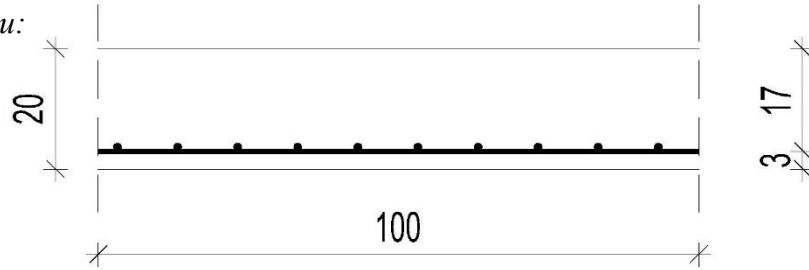


Slika 8.3.  $M_x, M_y$ -GSN (polje)



Slika 8.4.  $M_x, M_y$ -GSN (ležaj)

Proračun u polju:



$$M_{Ed} = 24.15 \frac{kNm}{m}$$

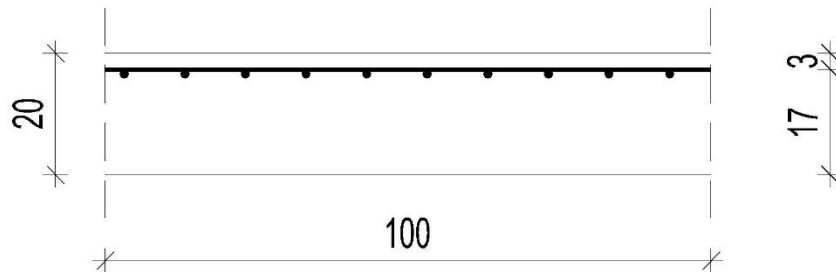
$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2415}{100 \cdot 17^2 \cdot 1.67} = 0.050$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2415}{0.956 \cdot 17 \cdot 43.48} = 3.42 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Odabrana armatura: Q-385 ( $A_s=3.85 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

Proračun na ležaju:



$$M_{Ed} = 66.27 \frac{kNm}{m}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{6627}{100 \cdot 17^2 \cdot 1.67} = 0.137$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0\% \quad \varepsilon_{c2} = 3.0\% \quad \zeta = 0.907$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{6627}{0.907 \cdot 17 \cdot 43.48} = 9.88 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Odabrana armatura: Q-503+ 33Φ12/20 cm

## 8.1.2 Proračun ploče pozicije 300

**Dimenzioniranje ploče na savijanje**

$$\text{Beton: C25/30} \rightarrow f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}; f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Armatura: B 500B} \rightarrow f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ MPa}; f_{yd} = 43.5 \text{ kN/cm}^2$$

$$b_{pl}=100 \text{ cm}$$

$$h_{pl}=20 \text{ cm}$$

$$d_1=3 \text{ cm}, d=h_{pl}-d_1=20-3=17 \text{ cm}$$

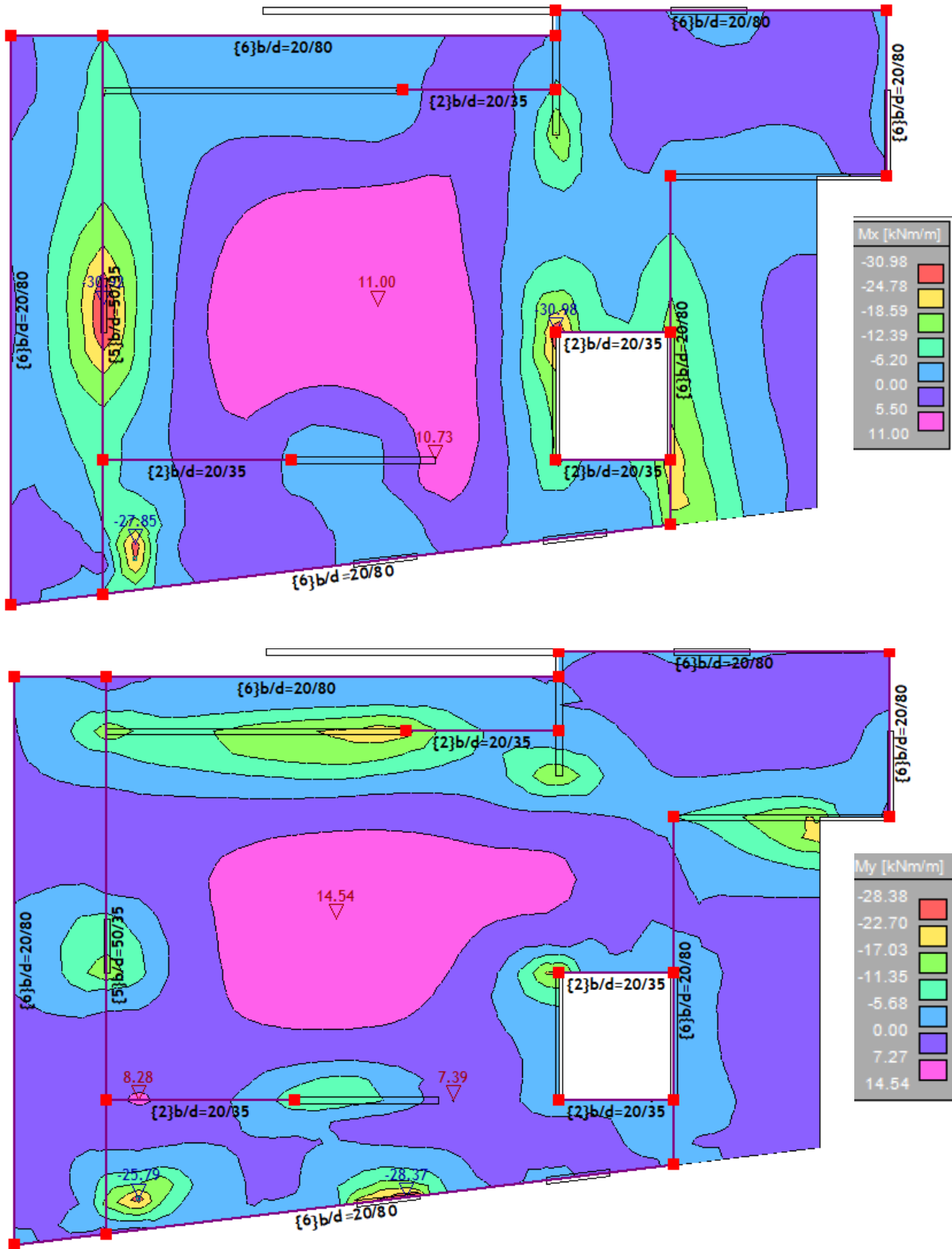
$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 17^2 \cdot 1.67 \\ = 76.74 \text{ kNm/cm}^2$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 17 \cdot 43.5$$

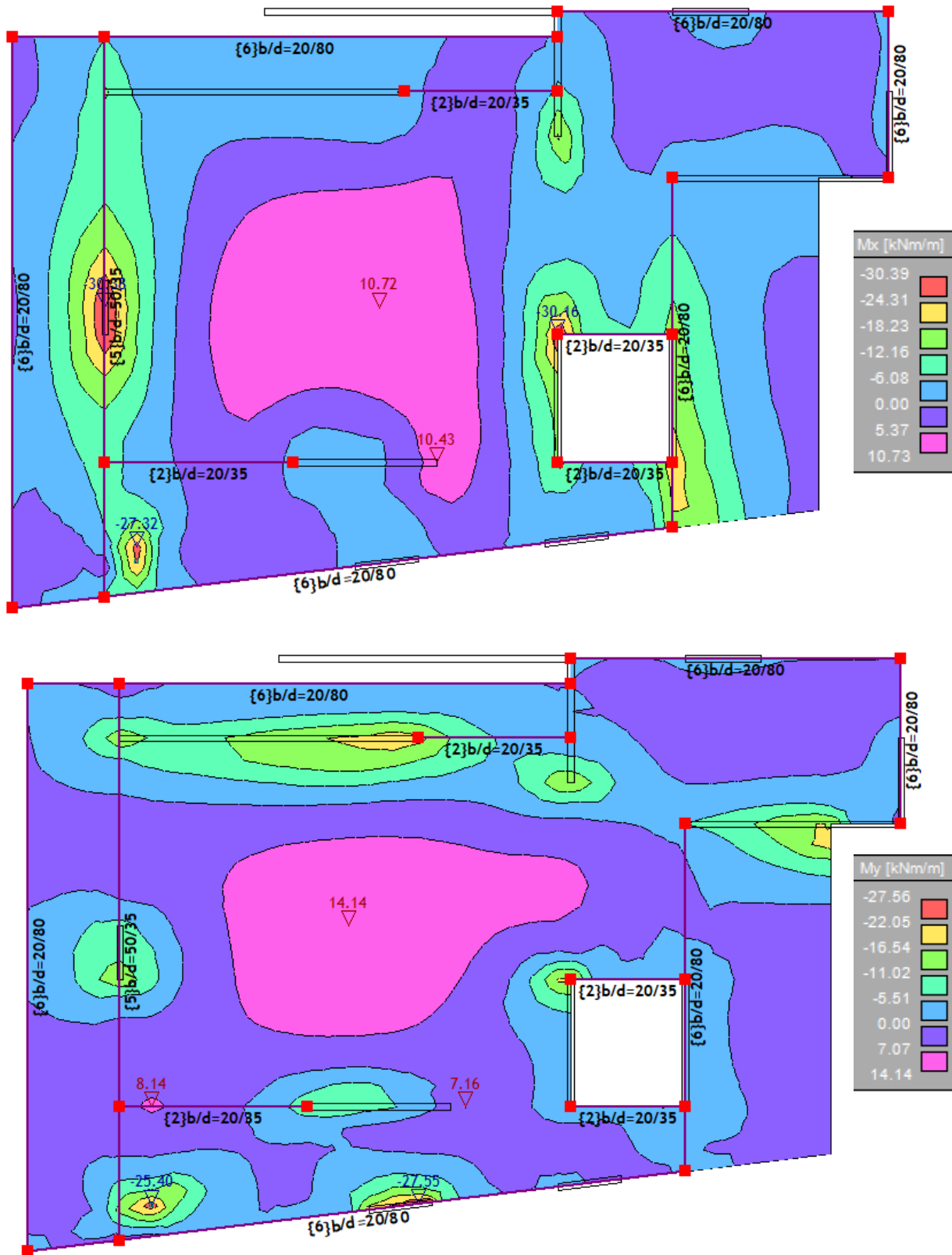
$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = 0.001 \cdot 100 \cdot 20 = 2.0 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = 0.02 \cdot 100 \cdot 20 = 40.0 \text{ cm}^2$$

<b>Mreža</b>	<i>Površina</i>	<i>Moment nosivosti</i>	<i>Moment nosivosti</i>	<i>Postotak armature</i>
	<i>A<sub>s1</sub></i>	<i>betona M<sub>Rd,c,lim</sub></i>	<i>armature M<sub>Rd,s,lim</sub></i>	
	(cm <sup>2</sup> /m')	(kNm)	(kNm)	%
<b>R/Q-283</b>	2.83	76.74	18.67	0.14
<b>R/Q-335</b>	3.35	76.74	22.10	0.17
<b>R/Q-385</b>	3.85	76.74	25.40	0.19
<b>R/Q-424</b>	4.24	76.74	27.97	0.21
<b>R/Q-503</b>	5.03	76.74	33.18	0.25
<b>R/Q-636</b>	6.36	76.74	41.95	0.32
<b>R/Q-785</b>	7.85	76.74	51.78	0.39

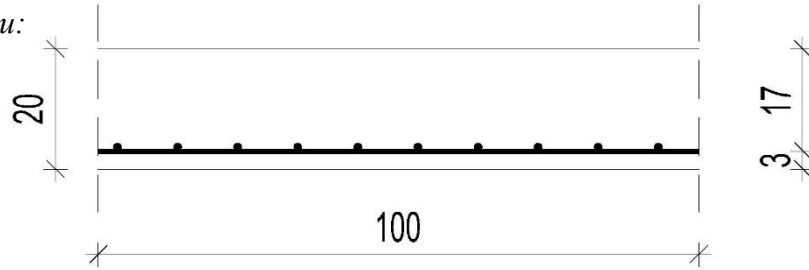


Slika 8.5.  $M_x, M_y$ -GSN (polje)



Slika 8.6.  $M_x, M_y$ -GSN (ležaj)

Proračun u polju:



$$M_{Ed} = 14.54 \frac{kNm}{m}$$

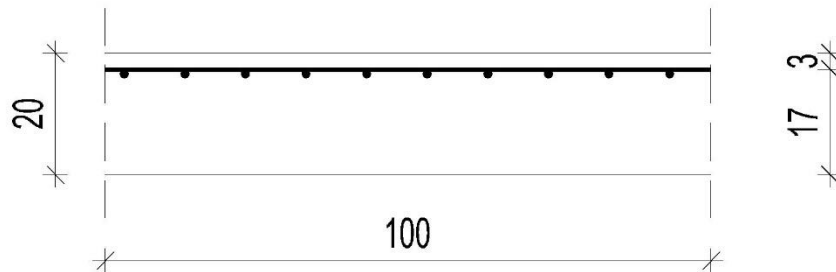
$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1454}{100 \cdot 17^2 \cdot 1.67} = 0.030$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0\% \quad \varepsilon_{c2} = 1.0\% \quad \zeta = 0.968$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1454}{0.968 \cdot 17 \cdot 43.48} = 2.03 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Odabrana armatura: Q-385 ( $A_s=3.85 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

Proračun na ležaju:



$$M_{Ed} = 30.39 \frac{kNm}{m}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3039}{100 \cdot 17^2 \cdot 1.67} = 0.063$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3039}{0.950 \cdot 17 \cdot 43.48} = 4.33 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

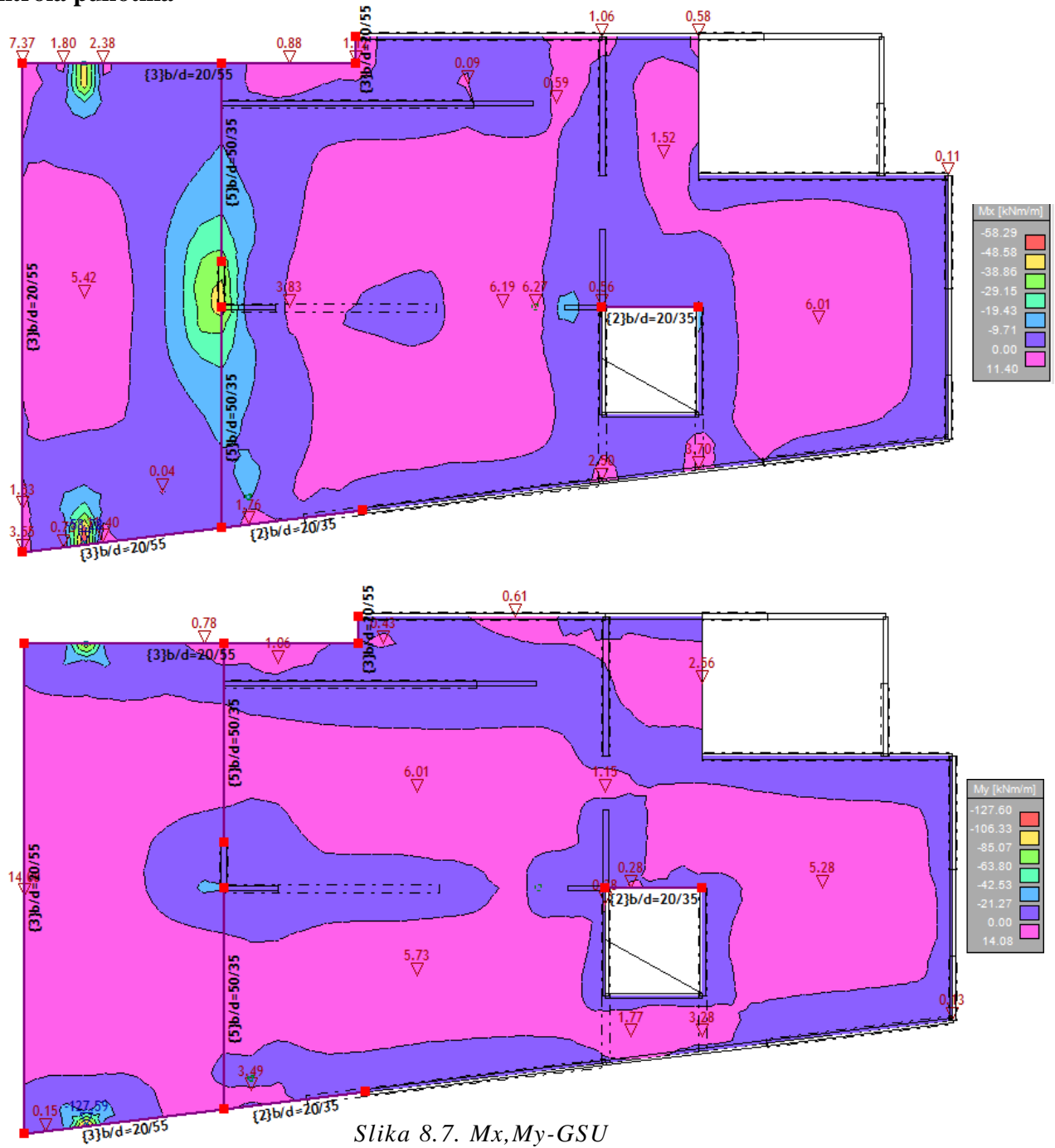
Odabrana armatura: Q-503 ( $A_s=5.03 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

## 8.2 Kontrola pukotina i progiba

Mjerodavni momenti u ploči za potrebu kontrole pukotina i progiba dobiveni su iz kombinacije za granično stanje uporabljivosti.

### 8.2.1 Kontrola pukotina i progiba pozicije 100

#### Kontrola pukotina



Slika 8.7.  $M_x, M_y$ -GSU



Granična vrijednost širine pukotine  $\rightarrow w_g = 0.3 \text{ mm}$

Računska vrijednost širine pukotine  $\rightarrow w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$

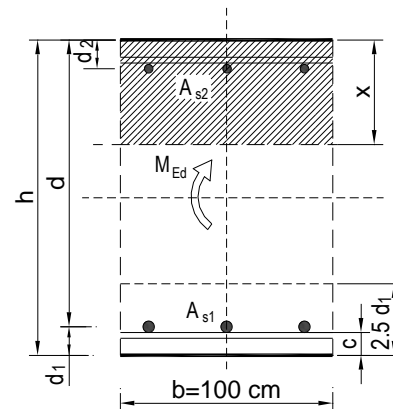
Proračunata računaska vrijednost širine pukotine ne smije biti veća od granične vrijednosti.

$$w_k \leq w_g$$

$$M_{Ed} = 14.08 \text{ kNm}$$

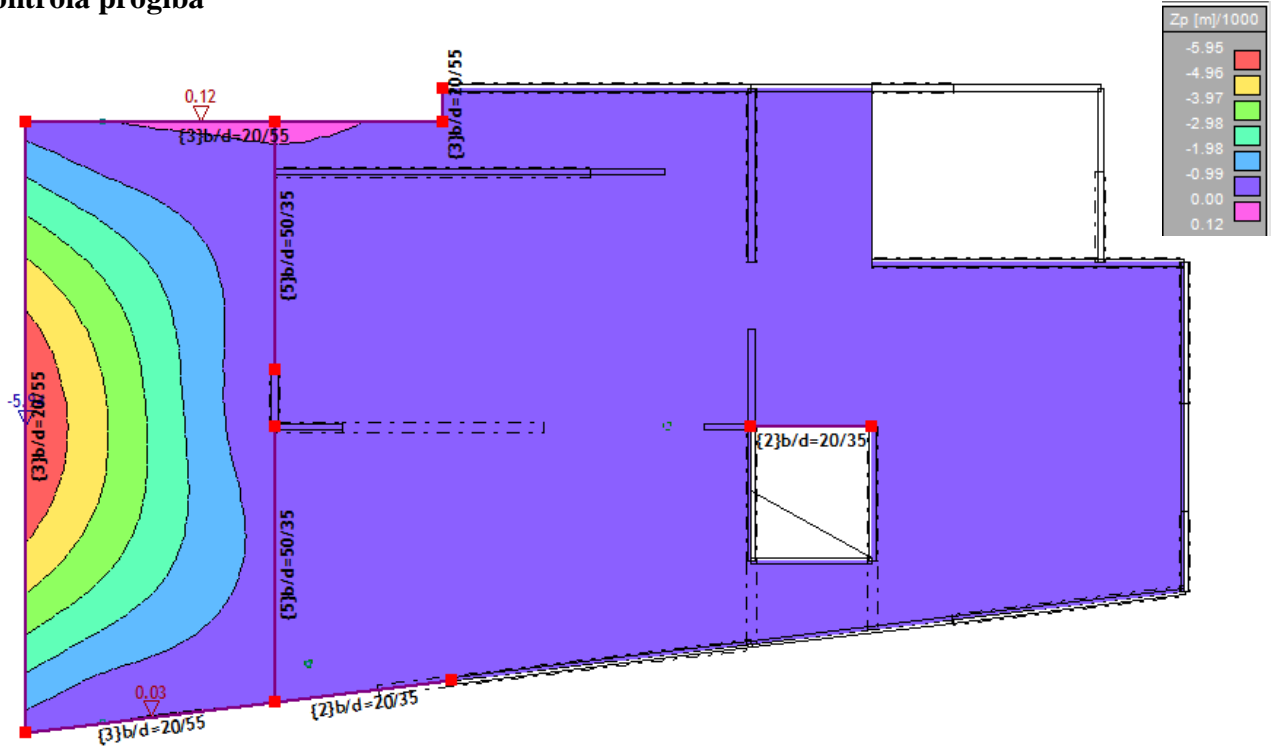
Armatura donje zone ploče:  $Q - 385$  ( $A_s = 3.85 \text{ cm}^2$ )

$b =$	100,0 cm	$d =$	17,0 cm	$h =$	20,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,85 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,00 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,45
$M_{Ed} =$	14,1 kNm	$k_f =$	0,40		
$\sigma_s =$	227,00 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,67 cm	$\rho_{p,eff} =$	0,0051		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,000103 <	$0.6 \cdot \sigma_s/E_s =$	0,000681		
$\varnothing =$	7,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	333,82 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,227 mm	<	$w_g$		



$$w_k = 0.227 < w_g = 0.3 \text{ mm} \rightarrow \text{Pukotine zadovoljavaju!}$$

## Kontrola progiba

Slika 8.8.  $Z_p$ -GSU

$$\delta_k = 0.594 \text{ cm}$$

$$\text{Granična vrijednost progiba ploče u polju: } \delta_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{380}{250} = 1.52 \text{ cm}$$

Potrebno je dokazati da je progib izazvan opterećenjem manji od graničnog:

$$\delta_{uk} < \delta_{lim}$$

$$\text{Ukupni progib: } \delta_d = \Phi(\infty) \cdot \delta_k$$

$\Phi(\infty) \rightarrow$  konačni koeficijent puzanja

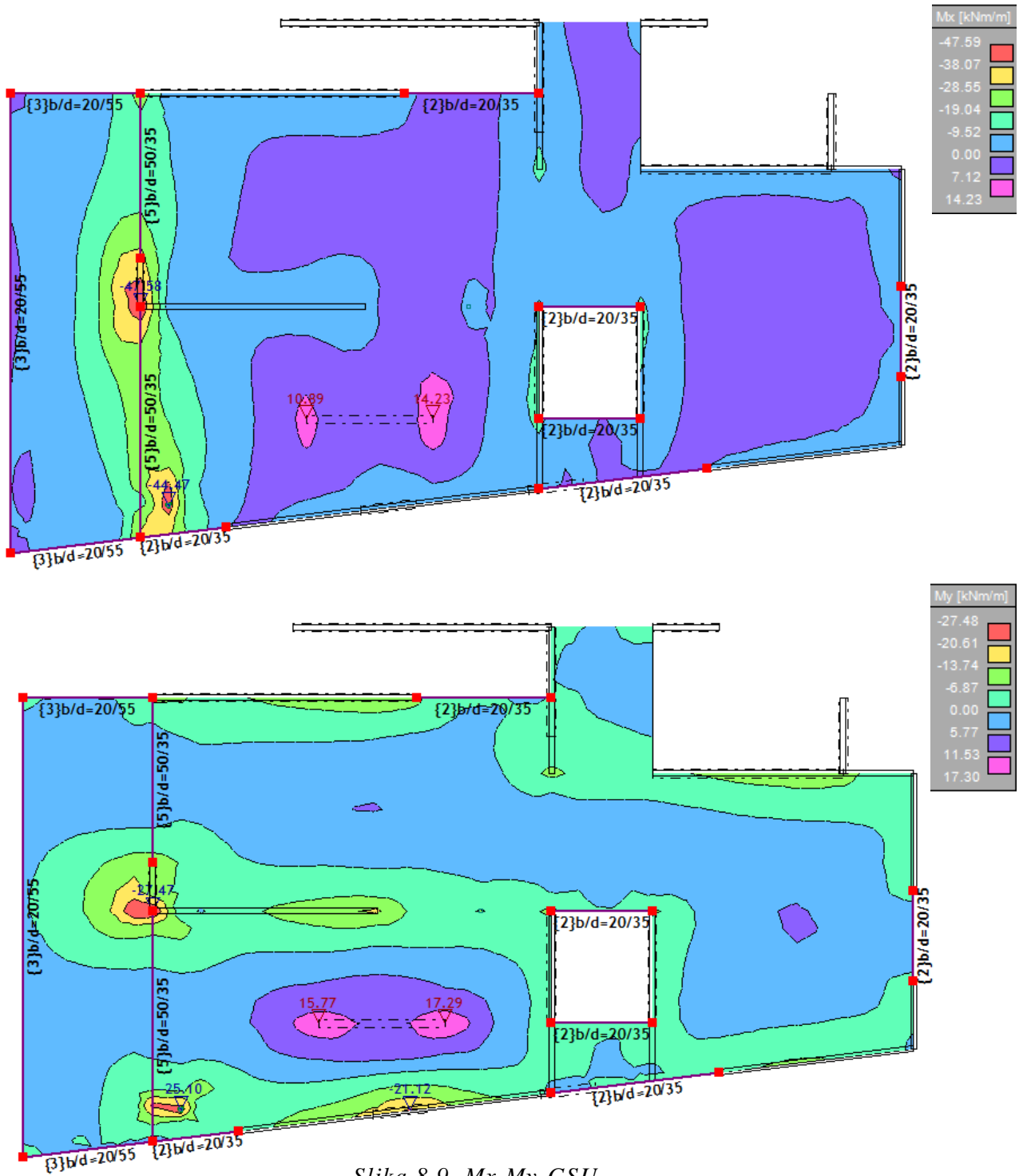
$$\Phi(\infty) = 1.5$$

$$\delta_d = 1.5 \cdot 0.594 = 0.89 \text{ cm}$$

$$\delta_{uk} = \delta_k + \delta_d = 0.594 + 0.89 = 1.48 \text{ cm} < 1.52 \rightarrow \text{progib zadovoljava!}$$

8.2.2 Kontrola pukotina i progiba pozicije 200

Kontrola pukotina

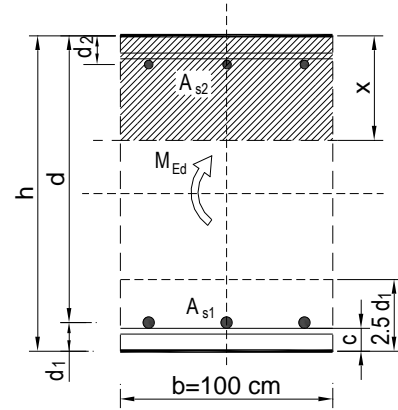


Slika 8.9.  $M_x, M_y$ -GSU

$$M_{Ed} = 17.30 \text{ kNm}$$

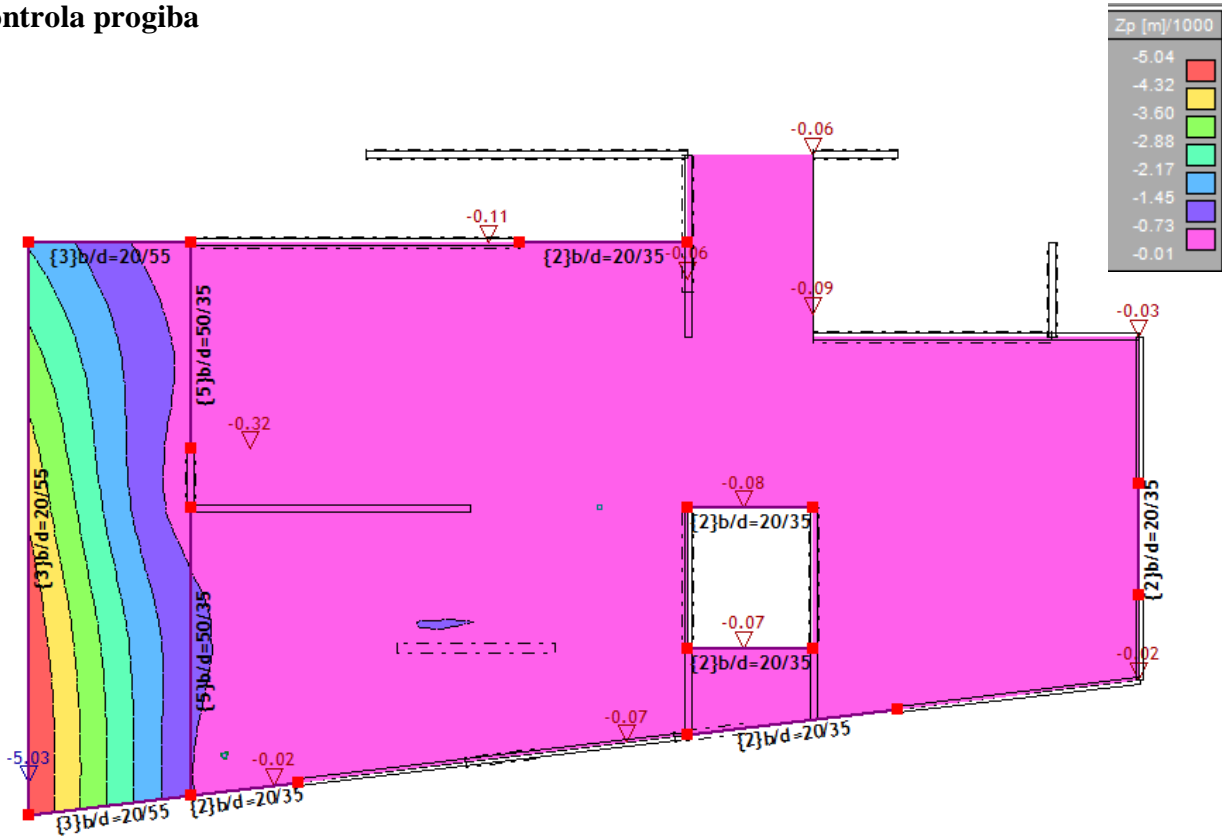
Armatura donje zone ploče:  $Q - 385$  ( $A_s = 3.85 \text{ cm}^2$ )

$b =$	100,0 cm	$d =$	17,0 cm	$h =$	20,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,85 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,00 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,45
$M_{Ed} =$	17,3 kNm	$k_f =$	0,40		
$\sigma_s =$	278,92 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,67 cm	$\rho_{p,eff} =$	0,0051		
$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) =$	0,000362 <	$0.6 \cdot \sigma_s/E_s =$	0,000837		
$\emptyset =$	7,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	333,82 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) =$	0,279 mm	<	$w_g$		



$$w_k = 0.279 < w_g = 0.3 \text{ mm} \rightarrow \text{Pukotine zadovoljavaju!}$$

## Kontrola progiba

Slika 8.10.  $Z_p$ -GSU

$$\delta_k = 0.503 \text{ cm}$$

$$\text{Granična vrijednost progiba ploče u polju: } \delta_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{380}{250} = 1.52 \text{ cm}$$

Potrebno je dokazati da je progib izazvan opterećenjem manji od graničnog:

$$\delta_{uk} < \delta_{lim}$$

$$\text{Ukupni progib: } \delta_d = \Phi(\infty) \cdot \delta_k$$

$\Phi(\infty) \rightarrow$  konačni koeficijent puzanja

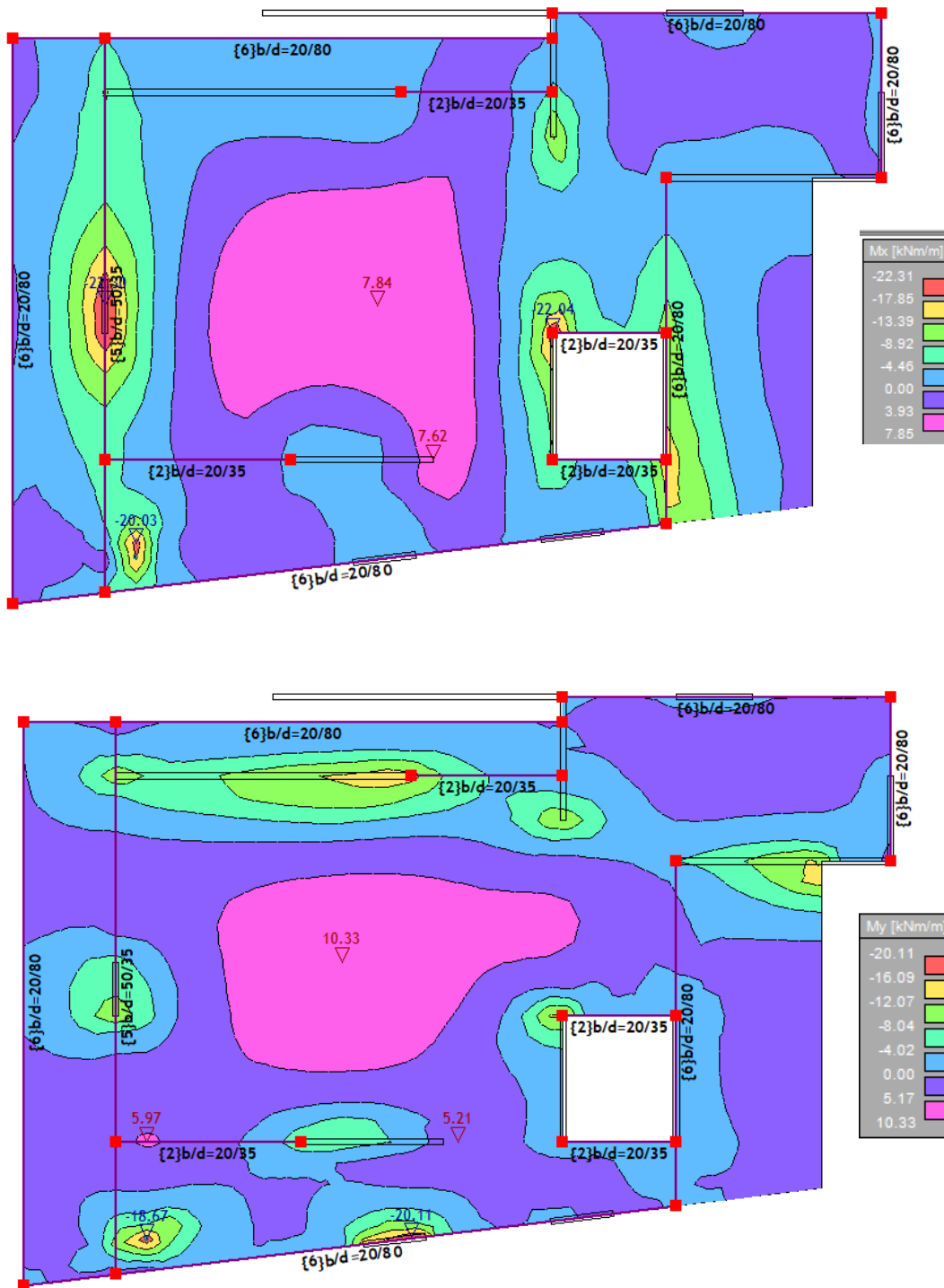
$$\Phi(\infty) = 1.5$$

$$\delta_d = 1.5 \cdot 0.503 = 0.75 \text{ cm}$$

$$\delta_{uk} = \delta_k + \delta_d = 0.503 + 0.75 = 1.25 \text{ cm} < 1.52 \rightarrow \text{progib zadovoljava!}$$

8.2.3 Kontrola pukotina i progiba pozicije 300

Kontrola pukotina

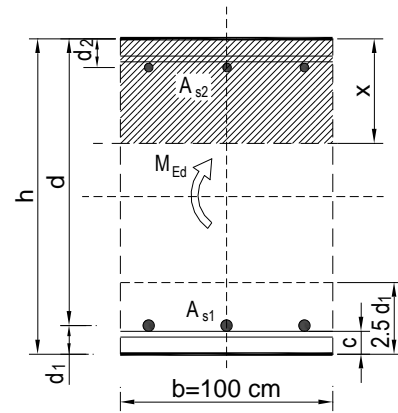


Slika 8.11.  $M_x, M_y$ -GSU

$$M_{Ed} = 10.33 \text{ kNm}$$

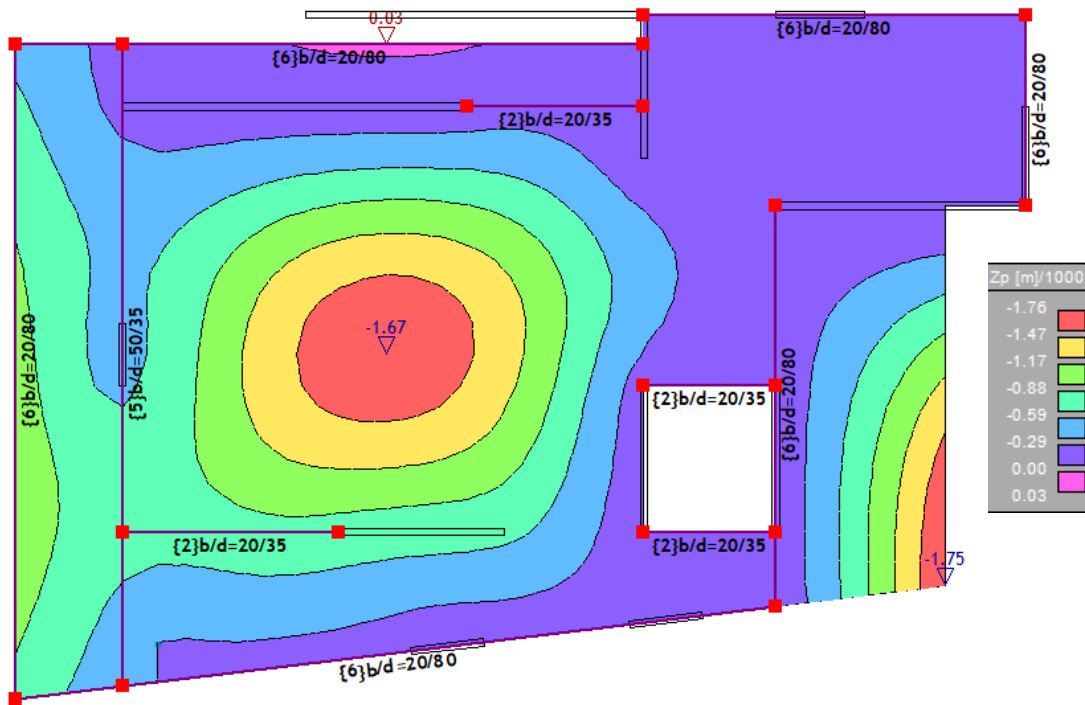
Armatura donje zone ploče:  $Q - 385$  ( $A_s = 3.85 \text{ cm}^2$ )

$b =$	100,0 cm	$d =$	17,0 cm	$h =$	20,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,85 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	31,00 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,45
$M_{Ed} =$	10,3 kNm	$k_t =$	0,40		
$\sigma_s =$	166,54 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,67 cm	$\rho_{p,eff} =$	0,0051		
$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) =$	-0,000200 <	$0.6 \cdot \sigma_s/E_s =$	0,000500		
$\emptyset =$	7,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	333,82 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) =$	0,167 mm	<	$w_g$		



$$W_k = 0.167 < W_g = 0.3 \text{ mm} \rightarrow \text{Pukotine zadovoljavaju!}$$

## Kontrola progiba



Slika 8.12. Zp-GSU

$$\delta_k = 0.175 \text{ cm}$$

$$\text{Granična vrijednost progiba ploče u polju: } \delta_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{230}{250} = 0.92 \text{ cm}$$

Potrebno je dokazati da je progib izazvan opterećenjem manji od graničnog:

$$\delta_{uk} < \delta_{lim}$$

$$\text{Ukupni progib: } \delta_d = \Phi(\infty) \cdot \delta_k$$

$\Phi(\infty) \rightarrow$  konačni koeficijent puzanja

$$\Phi(\infty) = 1.5$$

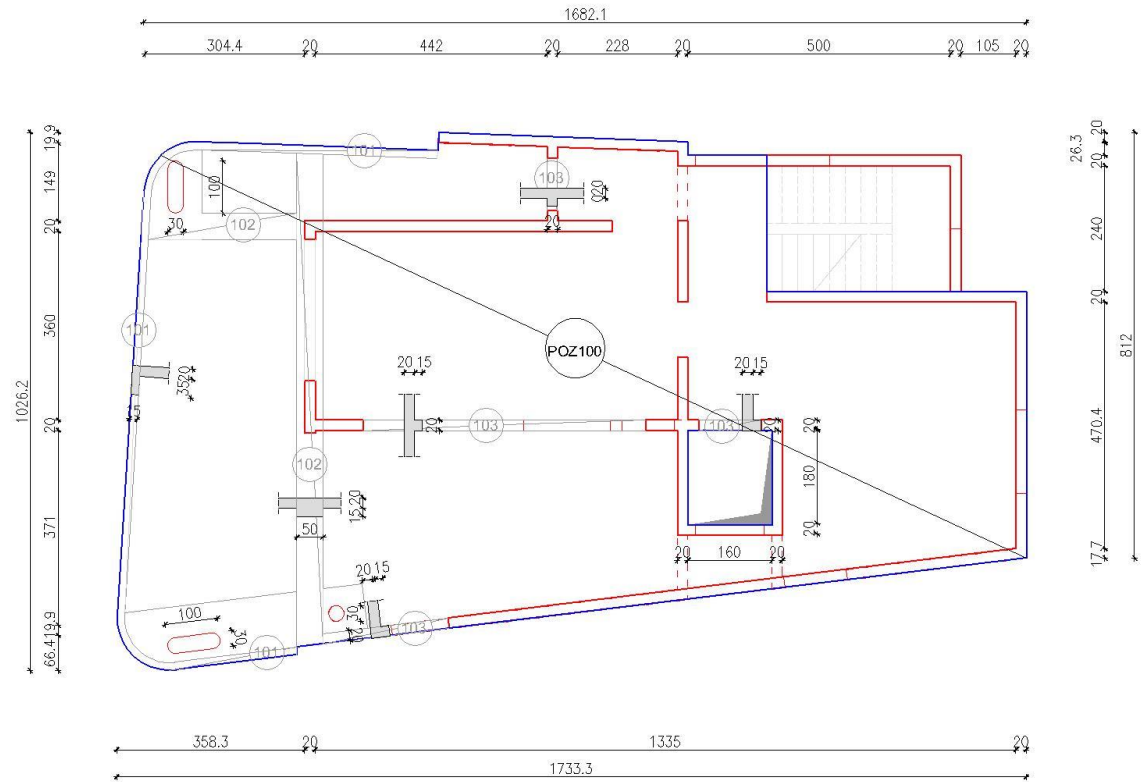
$$\delta_d = 1.5 \cdot 0.175 = 0.26 \text{ cm}$$

$$\delta_{uk} = \delta_k + \delta_d = 0.175 + 0.26 = 0.44 \text{ cm} < 0.92 \rightarrow \text{progib zadovoljava!}$$

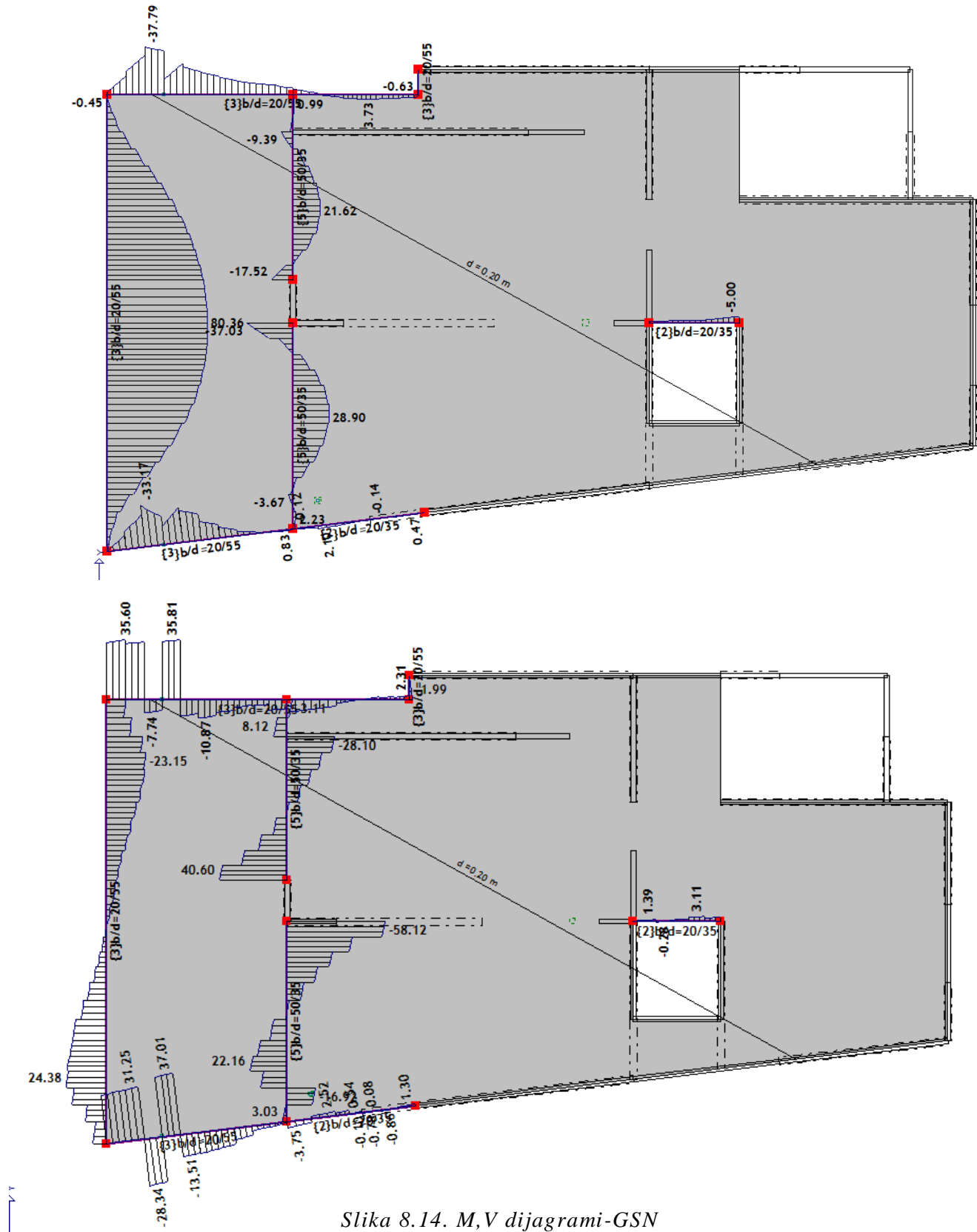


### 8.3 Proračun AB greda

#### 8.3.1 Proračun AB greda pozicije 100



Slika 8.13. Grede pozicije 100



Slika 8.14. M,V dijagrami-GSN

**Dimenzioniranje ab grede b/h=20/55**

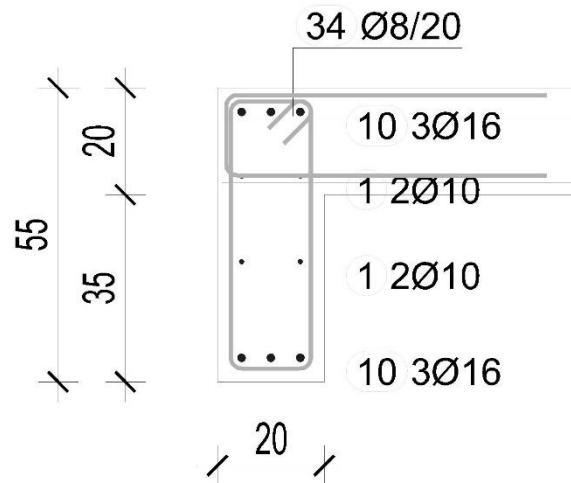
$$\text{Beton: C25/30} \rightarrow f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}; f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Armatura: B 500B} \rightarrow f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ MPa}; f_{yd} = 43.5 \text{ kN/cm}^2$$

$$b = 20 \text{ cm}, \quad b_{eff} = b_w + \frac{l_0}{5} = 20 + \frac{0.85 \cdot 1026}{5} = 194.42 \text{ cm}$$

$$h = 55 \text{ cm}$$

$$d_1 = 5 \text{ cm}, \quad d = h - d_1 = 55 - 5 = 50 \text{ cm}$$



Slika 8.14. Poprečni presjek grede 101

*Dimenzioniranje na moment savijanja u polju*

$$M_{Ed} = 80.36 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{8036}{194.42 \cdot 50^2 \cdot 1.67} = 0.010$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0\% \quad \varepsilon_{c2} = 0.6\% \quad \zeta = 0.981$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{8036}{0.981 \cdot 50 \cdot 43.48} = 3.77 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Odabrana armatura: 3Ø16 ( $A_s=6.03 \text{ cm}^2$ )

*Dimenzioniranje na moment savijanja na ležaju*

$$M_{Ed} = 37.79 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3779}{20 \cdot 50^2 \cdot 1.67} = 0.045$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0\% \quad \varepsilon_{c2} = 1.3\% \quad \zeta = 0.959$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3779}{0.959 \cdot 50 \cdot 43.48} = 1.81 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Odabrana armatura: 3Φ16 ( $A_s=6.03 \text{ cm}^2$ )

*Dimenzioniranje na poprečnu silu*

$$V_{Ed,\max} = 37.01 \text{ kN}$$

$$b_w = 20 \text{ cm}, d = 50 \text{ cm}$$

$$\sum A_s = 6.03 \cdot 2 + 1.57 \cdot 2 = 15.20 \text{ cm}^2$$

$$\rho_l = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{15.20}{15 \cdot 50} = 0,02027$$

Poprečna sila koju presjek može preuzeti bez poprečne armature:

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

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{500}} = 1,63 < 2,0 \rightarrow k = 1,63$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,0$$

$$C_{Rdc} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 1,63 \cdot (100 \cdot 0,02027 \cdot 25,0)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0,0 \right] \cdot 200 \cdot 500 = 65859.3 = 65.86 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} \geq [v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$k_1 = 0,15$$

$$v_{\min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,63^{\frac{3}{2}} \cdot 25,0^{\frac{1}{2}} = 0,36$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,0$$

$$V_{Rd,c} \geq 0,36 \cdot 200 \cdot 500$$

$$V_{Rd,c} \geq 36500,61 \text{ N} = 36,50 \text{ kN}$$

Maksimalna poprečna sila koju se ne smije prijeći (dio poprečne sile koju mogu preuzeti tlačne dijagonale):

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$$

$$v = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{25}{250} \right] = 0,54$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot 0,54 \cdot 200 \cdot 500 \cdot 16,7 = 450000 \text{ N} = 450 \text{ kN} > V_{Ed,max}$$

$$V_{Ed,max} = 37,01 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed,max}}{V_{Rd,max}} = \frac{37,01}{450} \approx 0,08 \rightarrow V_{Ed} = 0,082 \cdot V_{Rd,max}$$

$$s_{\max} = \min\{0,75 \cdot d ; 30,0 \text{ cm}\} = \min\{0,75 \cdot 50 = 37,5 ; 30,0 \text{ cm}\} \rightarrow s_{\max} = 30 \text{ cm}$$

$$\rho_{w,\min} = 0,0009$$

Maksimalni razmak spona:

$$s \leq \frac{m \cdot A_{sw}}{\rho_{w,\min} \cdot b_w} = \frac{2 \cdot A_{sw}}{0,0009 \cdot 20}$$

Profil	Površina ( $A_{sw}$ ) ( $\text{cm}^2$ )	Maks. razmak (s) (cm)
Ø6	0.28	17.0
Ø7	0.38	23.0
Ø8	0.50	30.3
Ø10	0.79	47.9

ODABRANE SPONE: Ø 8/20 ( $A_s = 0,50 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

$$V_{Rd} = V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot ctg\theta$$

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 50 = 45 \text{ cm}$$

$$V_{Rd,s} = \frac{0,50}{20} \cdot 45 \cdot 43,5 \cdot 2 = 97,88 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,a} < V_{Rd,s}$$

Kontrola nosivosti betona:

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\tan\theta + ctg\theta} = \frac{1,0 \cdot 200 \cdot 45 \cdot 0,60 \cdot 16,7}{1 + 1} = 450 \text{ kN} > V_{Ed,max}$$

$$s_{pot} \leq \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{V_{sd}} = \frac{2 \cdot 0,50 \cdot 43,5 \cdot 45}{37,01} = 52,87 \text{ cm}$$

### Dimenzioniranje ab grede b/h=50/35

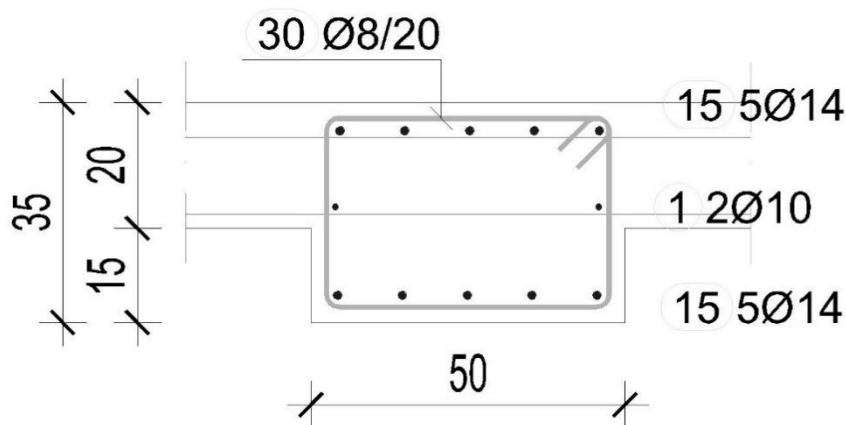
Beton: C25/30  $\rightarrow f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}; f_{cd} = 1,67 \text{ kN/cm}^2$

Armatura: B 500B  $\rightarrow f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa}; f_{yd} = 43,5 \text{ kN/cm}^2$

$$b = 50 \text{ cm}, \quad b_{eff} = b_w + \frac{l_0}{5} = 50 + \frac{0,85 \cdot 942}{5} = 210,14 \text{ cm}$$

$$h = 35 \text{ cm}$$

$$d_1 = 5 \text{ cm}, \quad d = h - d_1 = 35 - 5 = 30 \text{ cm}$$



Slika 8.14. Poprečni presjek grede 102

*Dimenzioniranje na moment savijanja u polju*

$$M_{Ed} = 28.90 \frac{kNm}{m}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2890}{210.14 \cdot 30^2 \cdot 1.67} = 0.009$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0\% \quad \varepsilon_{c2} = 0.6\% \quad \zeta = 0.981$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2890}{0.981 \cdot 30 \cdot 43.48} = 2.26 \text{ cm}^2/m'$$

Odabrana armatura: 5Φ14 ( $A_s=7.70 \text{ cm}^2$ )

*Dimenzioniranje na moment savijanja na ležaju*

$$M_{Ed} = 37.03 \frac{kNm}{m}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3703}{50 \cdot 30^2 \cdot 1.67} = 0.049$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3703}{0.956 \cdot 30 \cdot 43.48} = 2.97 \text{ cm}^2/m'$$

Odabrana armatura: 5Φ14 ( $A_s=7.70 \text{ cm}^2$ )

*Dimenzioniranje na poprečnu silu*

$$V_{Ed,max} = 58.12 \text{ kN}$$

$$b_w = 50 \text{ cm}, d = 30 \text{ cm}$$

$$\sum A_s = 7.70 \cdot 2 + 1.57 = 16.97 \text{ cm}^2$$

$$\rho_l = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{16.97}{50 \cdot 30} = 0,0113$$

Poprečna sila koju presjek može preuzeti bez poprečne armature:

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

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{300}} = 1,82 < 2,0 \rightarrow k = 1,82$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,0$$

$$C_{Rdc} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 1,82 \cdot (100 \cdot 0,0113 \cdot 25,0)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0,0 \right] \cdot 500 \cdot 300 = 99620,94 = 99,62 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} \geq [v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$k_1 = 0,15$$

$$v_{\min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,82^{\frac{3}{2}} \cdot 25,0^{\frac{1}{2}} = 0,428$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,0$$

$$V_{Rd,c} \geq 0,428 \cdot 500 \cdot 300$$

$$V_{Rd,c} \geq 64265,99 \text{ N} = 64,27 \text{ kN}$$

Maksimalna poprečna sila koju se ne smije prijeći (dio poprečne sile koju mogu preuzeti tlačne dijagonale):

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$$

$$v = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{25}{250} \right] = 0,54$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot 0,54 \cdot 500 \cdot 300 \cdot 16,7 = 675000 \text{ N} = 675 \text{ kN} > V_{Ed,max}$$

$$V_{Ed,max} = 58,12 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed,max}}{V_{Rd,max}} = \frac{58,12}{675} \approx 0,08 \rightarrow V_{Ed} = 0,086 \cdot V_{Rd,max}$$



$$s_{\max} = \min\{0,75 \cdot d ; 30,0 \text{ cm}\} = \min\{0,75 \cdot 30 = 22,5 ; 30,0 \text{ cm}\} \rightarrow s_{\max} = 22,5 \text{ cm}$$

$$\rho_{w,\min} = 0,0009$$

Maksimalni razmak spona:

$$s \leq \frac{m \cdot A_{sw}}{\rho_{w,\min} \cdot b_w} = \frac{2 \cdot A_{sw}}{0,0009 \cdot 20}$$

Profil	Površina ( $A_{sw}$ ) ( $\text{cm}^2$ )	Maks. razmak (s) (cm)
Ø6	0.28	17.0
Ø7	0.38	23.0
Ø8	0.50	30.3
Ø10	0.79	47.9

ODABRANE SPONE: Ø 8/20 ( $A_s = 0,50 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

$$V_{Rd} = V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot \text{ctg}\theta$$

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 30 = 27 \text{ cm}$$

$$V_{Rd,s} = \frac{0,50}{20} \cdot 27 \cdot 43,5 \cdot 2 = 58,73 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,a} < V_{Rd,s}$$

Kontrola nosivosti betona:

$$V_{Rd,\max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\tan\theta + \text{ctg}\theta} = \frac{1,0 \cdot 500 \cdot 27 \cdot 0,60 \cdot 16,7}{1 + 1} = 675 \text{ kN} > V_{Ed,\max}$$

$$s_{\text{pot}} \leq \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{V_{sd}} = \frac{2 \cdot 0,50 \cdot 43,5 \cdot 27}{58,12} = 20,20 \text{ cm}$$

### Dimenzioniranje ab grede $b/h=20/35$

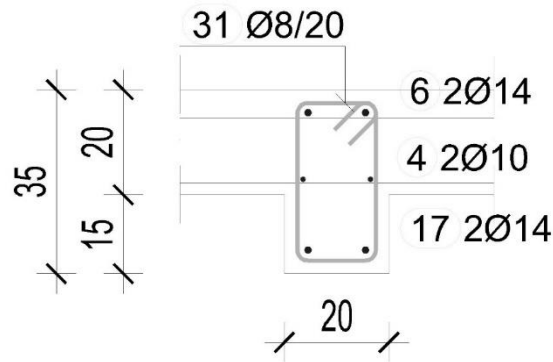
$$\text{Beton: C25/30} \rightarrow f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}; f_{cd} = 1,67 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Armatura: B 500B} \rightarrow f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa}; f_{yd} = 43,5 \text{ kN/cm}^2$$

$$b = 20 \text{ cm}, \quad b_{\text{eff}} = b_w + \frac{l_0}{5} = 20 + \frac{0,85 \cdot 539}{5} = 111,63 \text{ cm}$$

$$h = 35 \text{ cm}$$

$$d_1 = 5 \text{ cm}, \quad d = h - d_1 = 35 - 5 = 30 \text{ cm}$$



Slika 8.14. Poprečni presjek grede 103

Dimenzioniranje na moment savijanja u polju

$$M_{Ed} = 2.10 \frac{kNm}{m}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{210}{111.63 \cdot 30^2 \cdot 1.67} = 0.001$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0\% \quad \varepsilon_{c2} = 0.2\% \quad \zeta = 0.993$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{210}{0.993 \cdot 30 \cdot 43.48} = 0.16 \text{ cm}^2/m'$$

Odabrana armatura: 2Φ14 ( $A_s=3.08 \text{ cm}^2$ )

Dimenzioniranje na moment savijanja na ležaju

$$M_{Ed} = 5.0 \frac{kNm}{m}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{500}{20 \cdot 30^2 \cdot 1.67} = 0.017$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0\% \quad \varepsilon_{c2} = 0.8\% \quad \zeta = 0.974$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{500}{0.974 \cdot 30 \cdot 43.48} = 0.40 \text{ cm}^2/m'$$

Odabrana armatura: 2Φ14 ( $A_s=3.08 \text{ cm}^2$ )

*Dimenzioniranje na poprečnu silu*

$$V_{Ed,max} = 3.75 \text{ kN}$$

$$b_w = 20 \text{ cm}, d = 30 \text{ cm}$$

$$\sum A_s = 3.08 \cdot 2 + 1.57 \cdot 2 = 9.30 \text{ cm}^2$$

$$\rho_l = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{9.30}{20 \cdot 30} = 0,0155$$

Poprečna sila koju presjek može preuzeti bez poprečne armature:

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

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{300}} = 1,82 < 2,0 \rightarrow k = 1,82$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,0$$

$$C_{Rdc} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

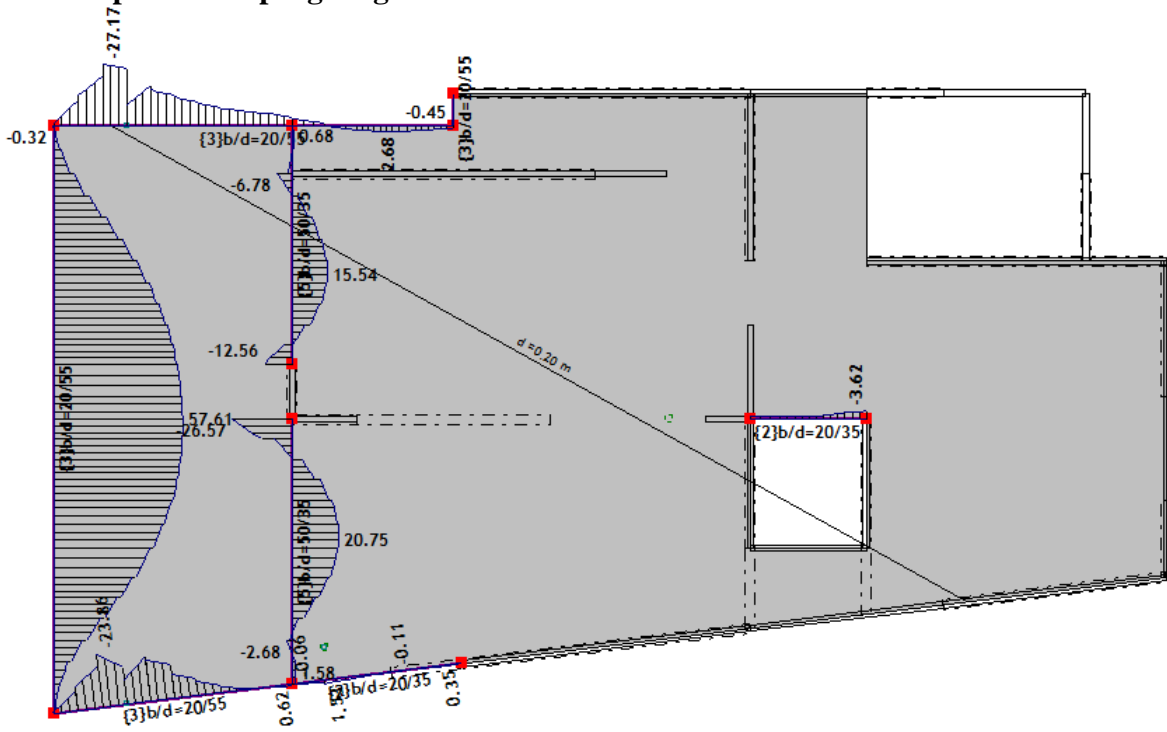
$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 1,82 \cdot (100 \cdot 0,0155 \cdot 25,0)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0,0 \right] \cdot 200 \cdot 300 = 44257.92 = 44.26 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = 44.26 \text{ kN} > V_{Ed,max} = 3.75 \text{ kN}$$

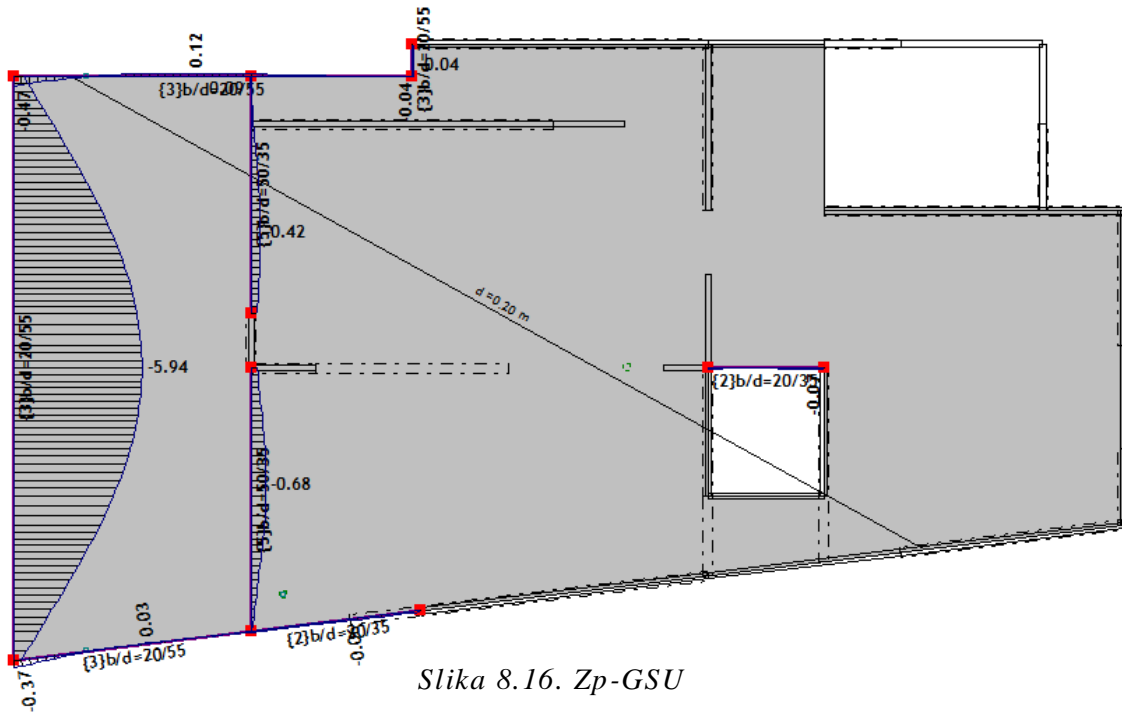
Poprečna sila koju presjek može preuzeti bez poprečne armature je veća od proračunom dobivene poprečne sile, stoga ćemo uzeti za taj presjek konstruktivne spone.

ODABRANE SPONE:  $\emptyset 8/20$  ( $A_s = 0,50 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

Kontrola pukotina i progiba greda



Slika 8.15. My-GSU



Slika 8.16. Zp-GSU

Mjerodavni momenti u gredi za potrebu kontrole pukotina dobiveni su iz kombinacije za granično stanje uporabljivosti.

Granična vrijednost širine pukotine  $\rightarrow w_g = 0.3 \text{ mm}$

Računska vrijednost širine pukotine  $\rightarrow w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$

Proračunata računaska vrijednost širine pukotina ne smije biti veća od granične vrijednosti.

$$w_k \leq w_g$$

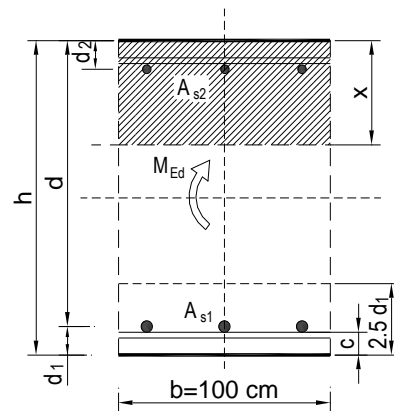
➤ **Greda 101**  $b/h=20/55 \text{ cm}$

### Kontrola pukotina

$$M_{Ed} = 57.61 \text{ kNm}$$

Armatura donje zone:  $3\emptyset 16$  ( $A_s = 6.03 \text{ cm}^2$ )

$b =$	20,0 cm	$d =$	50,0 cm	$h =$	55,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{cm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	6,03 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>	$E_{cm} =$	31,00 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,45
$M_{Ed} =$	57,6 kNm	$k_t =$	0,40		
$\sigma_s =$	207,90 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	12,14 cm	$\rho_{p,eff} =$	0,0241		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,000794	$>$	$0.6 \cdot \sigma_s / E_s =$	0,000624	
$\emptyset =$	7,0 mm	$c =$	5,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	219,34 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,174 mm	$<$	$w_g$		



$w_k = 0.174 < w_g = 0.3 \text{ mm} \rightarrow$  Pukotine zadovoljavaju!

**Kontrola progiba**

$$\delta_k = 0.594 \text{ cm}$$

$$\text{Granična vrijednost progiba ploče u polju: } \delta_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{910}{250} = 3.64 \text{ cm}$$

Potrebno je dokazati da je progib izazvan opterećenjem manji od graničnog:

$$\delta_{uk} < \delta_{lim}$$

$$\text{Ukupni progib: } \delta_d = \Phi(\infty) \cdot \delta_k$$

$\Phi(\infty) \rightarrow$  konačni koeficijent puzanja

$$\Phi(\infty) = 1.5$$

$$\delta_d = 1.5 \cdot 0.594 = 0.891 \text{ cm}$$

$$\delta_{uk} = \delta_k + \delta_d = 0.594 + 0.891 = 1.485 \text{ cm} \leq 3.64 \rightarrow \text{progib zadovoljava!}$$

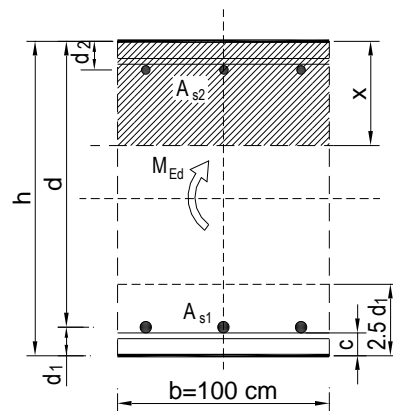
➤ **Greda 102 b/h=50/35 cm**

**Kontrola pukotina**

$$M_{Ed} = 20.75 \text{ kNm}$$

Armatura donje zone:  $5\phi 14$  ( $A_s = 7.70 \text{ cm}^2$ )

$b =$	50,0 cm	$d =$	30,0 cm	$h =$	35,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{cm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	7,70 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>	$E_{cm} =$	31,00 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,45
$M_{Ed} =$	20,8 kNm	$k_f =$	0,40		
$\sigma_s =$	97,16 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	6,79 cm	$\rho_{p,eff} =$	0,0123		
$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) =$	0,000036 <	$0.6 \cdot \sigma_s / E_s =$	0,000291		
$\emptyset =$	7,0 mm	$c =$	5,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	266,59 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) =$	0,078 mm	<	$w_g$		



$$W_k = 0.078 < W_g = 0.3 \text{ mm} \rightarrow \text{Pukotine zadovoljavaju!}$$

**Kontrola progiba**

$$\delta_k = 0.068 \text{ cm}$$

$$\text{Granična vrijednost progiba ploče u polju: } \delta_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{410}{250} = 1.64 \text{ cm}$$

Potrebno je dokazati da je progib izazvan opterećenjem manji od graničnog:

$$\delta_{uk} < \delta_{lim}$$

$$\text{Ukupni progib: } \delta_d = \Phi(\infty) \cdot \delta_k$$

$\Phi(\infty) \rightarrow$  konačni koeficijent puzanja

$$\Phi(\infty) = 1.5$$

$$\delta_d = 1.5 \cdot 0.068 = 0.102 \text{ cm}$$

$$\delta_{uk} = \delta_k + \delta_d = 0.068 + 0.102 = 0.17 \text{ cm} \leq 1.64 \rightarrow \text{progib zadovoljava!}$$

➤ *Greda 103 b/h=20/35 cm***Kontrola pukotina**

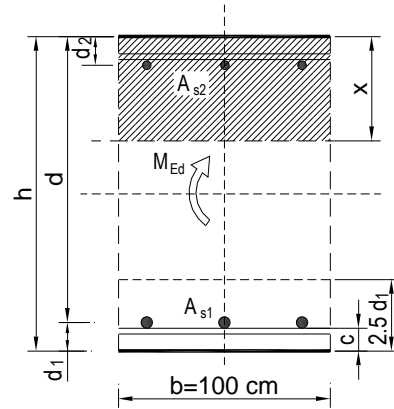
$$M_{Ed} = 1.53 \text{ kNm}$$

Armatura donje zone:  $2\text{Ø}14$  ( $A_{s1} = 3.08 \text{ cm}^2$ )

$b =$	20,0 cm	$d =$	30,0 cm	$h =$	35,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	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>	$E_{cm} =$	31,00 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,45
$M_{Ed} =$	1,5 kNm	$k_t =$	0,40		
$\sigma_s =$	17,91 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	6,79 cm	$\rho_{p,eff} =$	0,0123		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	-0,000360 <	$0.6 \cdot \sigma_s/E_s =$	0,000054		
$\text{Ø} =$	7,0 mm	$c =$	5,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	266,59 mm				

$$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,014 \text{ mm} < w_g$$

$w_k = 0.014 < w_g = 0.3 \text{ mm} \rightarrow$  Pukotine zadovoljavaju!

**Kontrola progiba**

$$\delta_k = 0.007 \text{ cm}$$

Granična vrijednost progiba ploče u polju:  $\delta_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{263}{250} = 1.05 \text{ cm}$

Potrebno je dokazati da je progib izazvan opterećenjem manji od graničnog:

$$\delta_{uk} < \delta_{lim}$$

Ukupni progib:  $\delta_d = \Phi(\infty) \cdot \delta_k$

$\Phi(\infty) \rightarrow$  konačni koeficijent puzanja

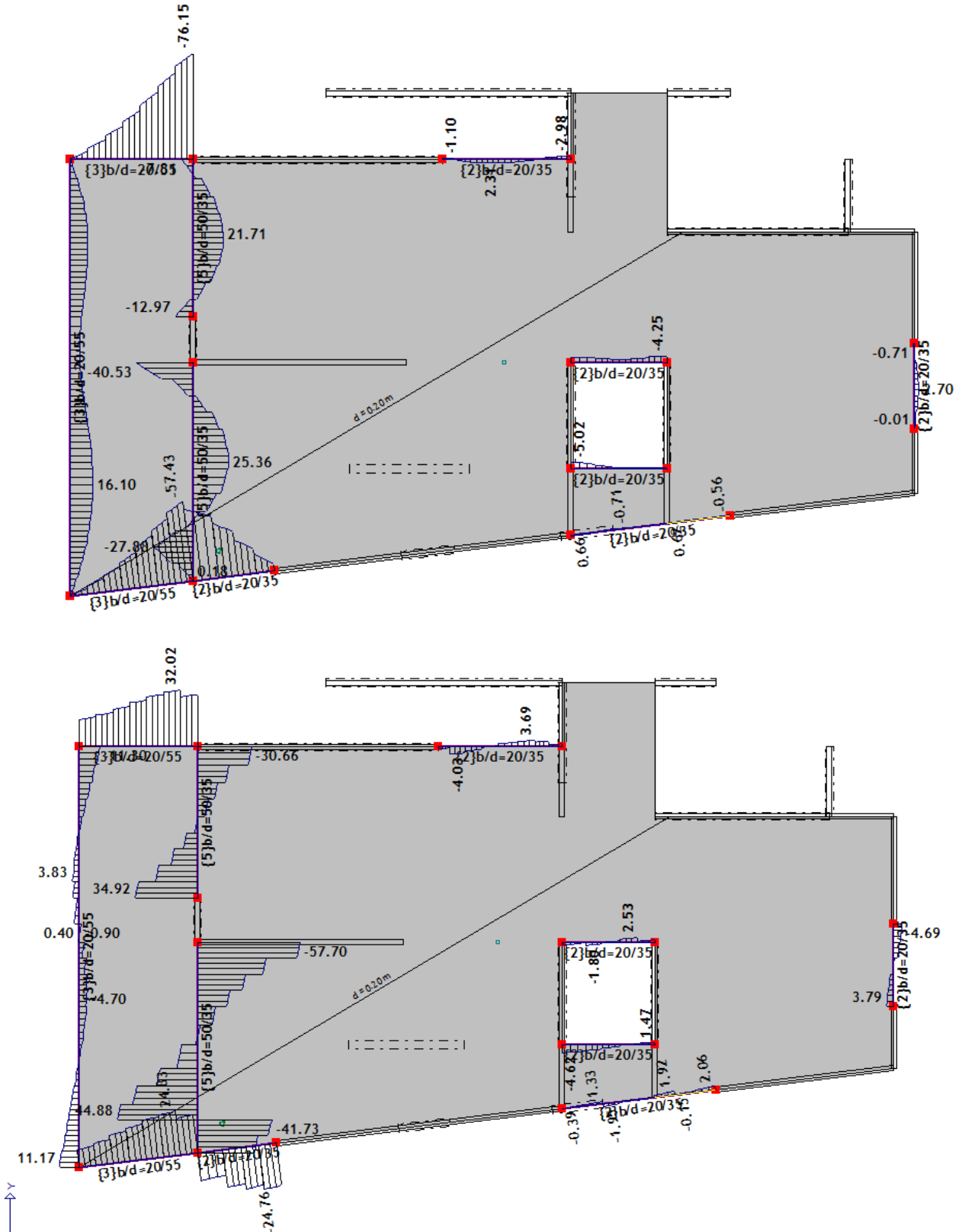
$$\Phi(\infty) = 1.5$$

$$\delta_d = 1.5 \cdot 0.007 = 0.011 \text{ cm}$$

$\delta_{uk} = \delta_k + \delta_d = 0.007 + 0.011 = 0.018 \text{ cm} \leq 1.05 \rightarrow$  progib zadovoljava!







Slika 8.19. M, V dijagrami-GSN

**Dimenzioniranje ab grede b/h=20/55**

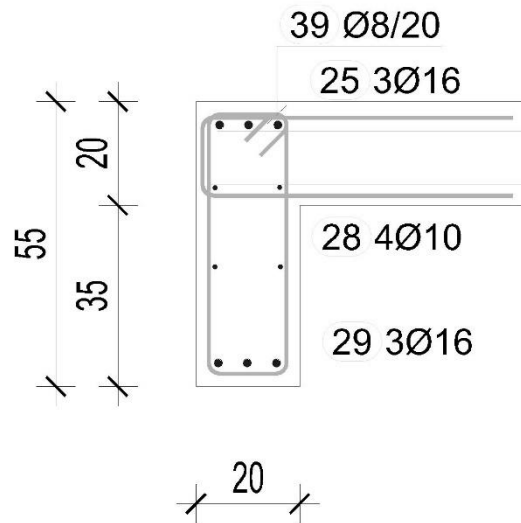
$$\text{Beton: C25/30} \rightarrow f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}; f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Armatura: B 500B} \rightarrow f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ MPa}; f_{yd} = 43.5 \text{ kN/cm}^2$$

$$b = 20 \text{ cm}, \quad b_{eff} = b_w + \frac{l_0}{5} = 20 + \frac{0.85 \cdot 680}{5} = 135.60 \text{ cm}$$

$$h = 55 \text{ cm}$$

$$d_1 = 5 \text{ cm}, \quad d = h - d_1 = 55 - 5 = 50 \text{ cm}$$



Slika 8.20. Poprečni presjek grede 201

*Dimenzioniranje na moment savijanja u polju*

$$M_{Ed} = 16.10 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1610}{135.60 \cdot 50^2 \cdot 1.67} = 0.003$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0\% \quad \varepsilon_{c2} = 0.4\% \quad \zeta = 0.987$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1610}{0.987 \cdot 50 \cdot 43.48} = 0.75 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Odabrana armatura: 3Φ16 ( $A_s=6.03 \text{ cm}^2$ )

*Dimenzioniranje na moment savijanja na ležaju*

$$M_{Ed} = 76.15 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{7615}{20 \cdot 50^2 \cdot 1.67} = 0.091$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0\% \quad \varepsilon_{c2} = 2.1\% \quad \zeta = 0.934$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{7615}{0.934 \cdot 50 \cdot 43.48} = 3.75 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Odabrana armatura: 3Φ16 ( $A_s=6.03 \text{ cm}^2$ )

*Dimenzioniranje na poprečnu silu*

$$V_{Ed,\max} = 32.02 \text{ kN}$$

$$b_w = 20 \text{ cm}, d = 50 \text{ cm}$$

$$\sum A_s = 6.03 \cdot 2 + 3.14 = 15.20 \text{ cm}^2$$

$$\rho_l = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{15.20}{20 \cdot 50} = 0,0152$$

Poprečna sila koju presjek može preuzeti bez poprečne armature:

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

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{500}} = 1,63 < 2,0 \rightarrow k = 1,63$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,0$$

$$C_{Rdc} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 1,63 \cdot (100 \cdot 0,00152 \cdot 25,0)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0,0 \right] \cdot 200 \cdot 500 = 65859.3 = 65.86 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} \geq [v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$k_1 = 0,15$$

$$v_{\min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,63^{\frac{3}{2}} \cdot 25,0^{\frac{1}{2}} = 0,36$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,0$$

$$V_{Rd,c} \geq 0,36 \cdot 200 \cdot 500$$

$$V_{Rd,c} \geq 36500,61 \text{ N} = 36,50 \text{ kN}$$

Maksimalna poprečna sila koju se ne smije prijeći (dio poprečne sile koju mogu preuzeti tlačne dijagonale):

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$$

$$v = 0,6 \cdot \left[1,0 - \frac{f_{ck}}{250}\right] = 0,6 \cdot \left[1,0 - \frac{25}{250}\right] = 0,54$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot 0,54 \cdot 200 \cdot 500 \cdot 16,7 = 450000 \text{ N} = 450 \text{ kN} > V_{Ed,max}$$

$$V_{Ed,max} = 32,02 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed,max}}{V_{Rd,max}} = \frac{32,02}{450} \approx 0,071 \rightarrow V_{Ed} = 0,071 \cdot V_{Rd,max}$$

$$s_{\max} = \min\{0,75 \cdot d ; 30,0 \text{ cm}\} = \min\{0,75 \cdot 50 = 37,5 ; 30,0 \text{ cm}\} \rightarrow s_{\max} = 30 \text{ cm}$$

$$\rho_{w,\min} = 0,0009$$

Maksimalni razmak spona:

$$s \leq \frac{m \cdot A_{sw}}{\rho_{w,\min} \cdot b_w} = \frac{2 \cdot A_{sw}}{0,0009 \cdot 20}$$

Profil	Površina ( $A_{sw}$ ) ( $\text{cm}^2$ )	Maks. razmak (s) (cm)
Ø6	0.28	17.0
Ø7	0.38	23.0
Ø8	0.50	30.3
Ø10	0.79	47.9

ODABRANE SPONE: Ø 8/20 ( $A_s = 0,50 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

$$V_{Rd} = V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot ctg\theta$$

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 50 = 45 \text{ cm}$$

$$V_{Rd,s} = \frac{0,50}{20} \cdot 45 \cdot 43,5 \cdot 2 = 97,98 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,a} < V_{Rd,s}$$

Kontrola nosivosti betona:

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\tan\theta + ctg\theta} = \frac{1,0 \cdot 200 \cdot 45 \cdot 0,60 \cdot 16,7}{1 + 1} = 450 \text{ kN} > V_{Ed,max}$$

$$s_{pot} \leq \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{V_{sd}} = \frac{2 \cdot 0,50 \cdot 43,5 \cdot 45}{32,02} = 61,11 \text{ cm}$$

### Dimenzioniranje ab grede b/h=50/35

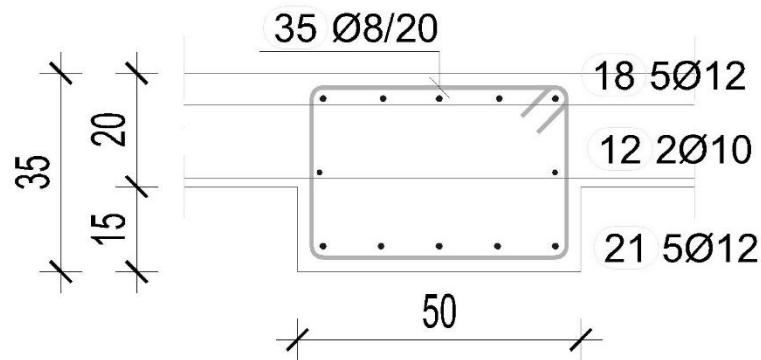
$$\text{Beton: C25/30} \rightarrow f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}; f_{cd} = 1,67 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Armatura: B 500B} \rightarrow f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa}; f_{yd} = 43,5 \text{ kN/cm}^2$$

$$b = 50 \text{ cm}, \quad b_{eff} = b_w + \frac{l_0}{5} = 50 + \frac{0,85 \cdot 790}{5} = 184,30 \text{ cm}$$

$$h = 35 \text{ cm}$$

$$d_1 = 5 \text{ cm}, \quad d = h - d_1 = 35 - 5 = 30 \text{ cm}$$



Slika 8.21. Poprečni presjek grede 202

*Dimenzioniranje na moment savijanja u polju*

$$M_{Ed} = 25.36 \frac{kNm}{m}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2536}{184.3 \cdot 30^2 \cdot 1.67} = 0.009$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0\% \quad \varepsilon_{c2} = 0.6\% \quad \zeta = 0.981$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2536}{0.981 \cdot 30 \cdot 43.48} = 1.98 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Odabrana armatura: 5Φ12 ( $A_s=5.65 \text{ cm}^2$ )

*Dimenzioniranje na moment savijanja na ležaju*

$$M_{Ed} = 40.53 \frac{kNm}{m}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{4053}{50 \cdot 30^2 \cdot 1.67} = 0.054$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0\% \quad \varepsilon_{c2} = 1.5\% \quad \zeta = 0.953$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{4053}{0.953 \cdot 30 \cdot 43.48} = 3.26 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Odabrana armatura: 5Φ12 ( $A_s=5.65 \text{ cm}^2$ )

*Dimenzioniranje na poprečnu silu*

$$V_{Ed,max} = 57.70 \text{ kN}$$

$$b_w = 50 \text{ cm}, d = 30 \text{ cm}$$

$$\sum A_s = 5.65 \cdot 2 + 1.57 = 12.87 \text{ cm}^2$$

$$\rho_l = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{12.87}{50 \cdot 30} = 0,00858$$

Poprečna sila koju presjek može preuzeti bez poprečne armature:

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

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{300}} = 1,82 < 2,0 \rightarrow k = 1,82$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,0$$

$$C_{Rdc} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 1,82 \cdot (100 \cdot 0,00858 \cdot 25,0)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0,0 \right] \cdot 500 \cdot 300 = 90848.17$$

$$= 90.85 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} \geq [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$k_1 = 0,15$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,82^{\frac{3}{2}} \cdot 25,0^{\frac{1}{2}} = 0,428$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,0$$

$$V_{Rd,c} \geq 0,428 \cdot 500 \cdot 300$$

$$V_{Rd,c} \geq 64265.99 \text{ N} = 64.27 \text{ kN}$$

Maksimalna poprečna sila koju se ne smije prijeći (dio poprečne sile koju mogu preuzeti tlačne dijagonale):

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$$

$$v = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{25}{250} \right] = 0,54$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot 0,54 \cdot 500 \cdot 300 \cdot 16,7 = 675000 \text{ N} = 675 \text{ kN} > V_{Ed,max}$$

$$V_{Ed,max} = 57.70 \text{ kN}$$



$$\frac{V_{Ed,max}}{V_{Rd,max}} = \frac{57.70}{675} \approx 0,085 \rightarrow V_{Ed} = 0,085 \cdot V_{Rd,max}$$

$$s_{max} = \min\{0,75 \cdot d ; 30,0 \text{ cm}\} = \min\{0,75 \cdot 30 = 22,5 ; 30,0 \text{ cm}\} \rightarrow s_{max} = 22,5 \text{ cm}$$

$$\rho_{w,min} = 0,0009$$

Maksimalni razmak spona:

$$s \leq \frac{m \cdot A_{sw}}{\rho_{w,min} \cdot b_w} = \frac{2 \cdot A_{sw}}{0,0009 \cdot 20}$$

Profil	Površina ( $A_{sw}$ ) ( $\text{cm}^2$ )	Maks. razmak (s) (cm)
Ø6	0.28	17.0
Ø7	0.38	23.0
Ø8	0.50	30.3
Ø10	0.79	47.9

ODABRANE SPONE: Ø 8/20 ( $A_s = 0,50 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

$$V_{Rd} = V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot \text{ctg}\theta$$

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 30 = 27 \text{ cm}$$

$$V_{Rd,s} = \frac{0,50}{20} \cdot 27 \cdot 43,5 \cdot 2 = 58,73 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,a} < V_{Rd,s}$$

Kontrola nosivosti betona:

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\tan\theta + \text{ctg}\theta} = \frac{1,0 \cdot 500 \cdot 27 \cdot 0,60 \cdot 16,7}{1 + 1} = 675 \text{ kN} > V_{Ed,max}$$

$$s_{pot} \leq \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{V_{sd}} = \frac{2 \cdot 0,50 \cdot 43,5 \cdot 27}{57,70} = 20,36 \text{ cm}$$

**Dimenzioniranje ab grede b/h=20/35**

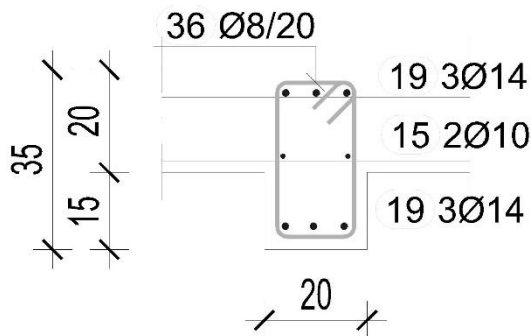
$$\text{Beton: C25/30} \rightarrow f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}; f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Armatura: B 500B} \rightarrow f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ MPa}; f_{yd} = 43.5 \text{ kN/cm}^2$$

$$b = 20 \text{ cm}, \quad b_{eff} = b_w + \frac{l_0}{5} = 20 + \frac{0.85 \cdot 300}{5} = 71 \text{ cm}$$

$$h = 35 \text{ cm}$$

$$d_1 = 5 \text{ cm}, \quad d = h - d_1 = 35 - 5 = 30 \text{ cm}$$



Slika 8.22. Poprečni presjek grede 203

*Dimenzioniranje na moment savijanja u polju*

$$M_{Ed} = 2.31 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{231}{71 \cdot 30^2 \cdot 1.67} = 0.002$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0\% \quad \varepsilon_{c2} = 0.3\% \quad \zeta = 0.990$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{231}{0.990 \cdot 30 \cdot 43.48} = 0.19 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Odabrana armatura: 3Ø14 ( $A_s=4.62 \text{ cm}^2$ )

*Dimenzioniranje na moment savijanja na ležaju*

$$M_{Ed} = 5.02 \frac{kNm}{m}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{502}{20 \cdot 30^2 \cdot 1.67} = 0.017$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0\% \quad \varepsilon_{c2} = 0.8\% \quad \zeta = 0.974$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{502}{0.974 \cdot 30 \cdot 43.48} = 0.40 \text{ cm}^2/m'$$

Odabrana armatura: 3Φ14 ( $A_s=4.62 \text{ cm}^2$ )

*Dimenzioniranje na poprečnu silu*

$$V_{Ed,max} = 24.76 \text{ kN}$$

$$b_w = 20 \text{ cm}, d = 30 \text{ cm}$$

$$\sum A_s = 4.62 \cdot 2 + 1.57 = 10.81 \text{ cm}^2$$

$$\rho_l = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{10.81}{20 \cdot 30} = 0,1802$$

Poprečna sila koju presjek može preuzeti bez poprečne armature:

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

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{300}} = 1,82 < 2,0 \rightarrow k = 1,82$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,0$$

$$C_{Rdc} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 1,82 \cdot (100 \cdot 0,01802 \cdot 25,0)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0,0 \right] \cdot 200 \cdot 300 = 46534,16$$

$$= 46,53 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} \geq [v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$k_1 = 0,15$$

$$v_{\min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,82^{\frac{3}{2}} \cdot 25,0^{\frac{1}{2}} = 0,428$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,0$$

$$V_{Rd,c} \geq 0,428 \cdot 200 \cdot 300$$

$$V_{Rd,c} \geq 25706,39 \text{ N} = 25,71 \text{ kN}$$

Maksimalna poprečna sila koju se ne smije prijeći (dio poprečne sile koju mogu preuzeti tlačne dijagonale):

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$$

$$v = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{25}{250} \right] = 0,54$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot 0,54 \cdot 200 \cdot 300 \cdot 16,7 = 270000 \text{ N} = 270 \text{ kN} > V_{Ed,max}$$

$$V_{Ed,max} = 24,76 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed,max}}{V_{Rd,max}} = \frac{24,76}{270} \approx 0,092 \rightarrow V_{Ed} = 0,092 \cdot V_{Rd,max}$$

$$s_{\max} = \min\{0,75 \cdot d ; 30,0 \text{ cm}\} = \min\{0,75 \cdot 30 = 22,5 ; 30,0 \text{ cm}\} \rightarrow s_{\max} = 22,5 \text{ cm}$$

$$\rho_{w,\min} = 0,0009$$

Maksimalni razmak spona:

$$s \leq \frac{m \cdot A_{sw}}{\rho_{w,\min} \cdot b_w} = \frac{2 \cdot A_{sw}}{0,0009 \cdot 20}$$

Profil	Površina ( $A_{sw}$ ) (cm <sup>2</sup> )	Maks. razmak (s) (cm)
Ø6	0,28	17,0
Ø7	0,38	23,0
Ø8	0,50	30,3
Ø10	0,79	47,9

ODABRANE SPONE:  $\emptyset 8/20$  ( $A_s = 0,50 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

$$V_{Rd} = V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot \text{ctg}\theta$$

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 30 = 27 \text{ cm}$$

$$V_{Rd,s} = \frac{0,50}{20} \cdot 27 \cdot 43,5 \cdot 2 = 58,73 \text{ kN}$$

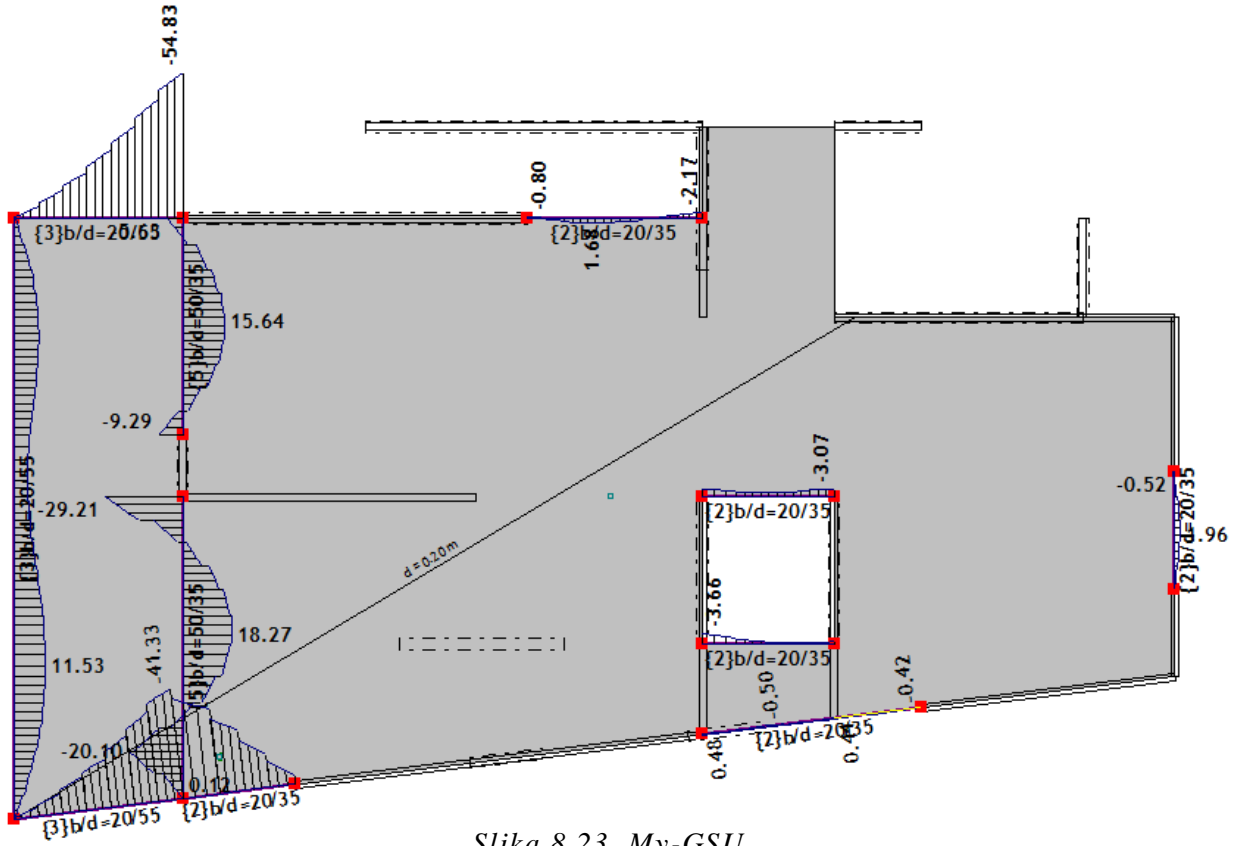
$$V_{Ed,a} < V_{Rd,s}$$

Kontrola nosivosti betona:

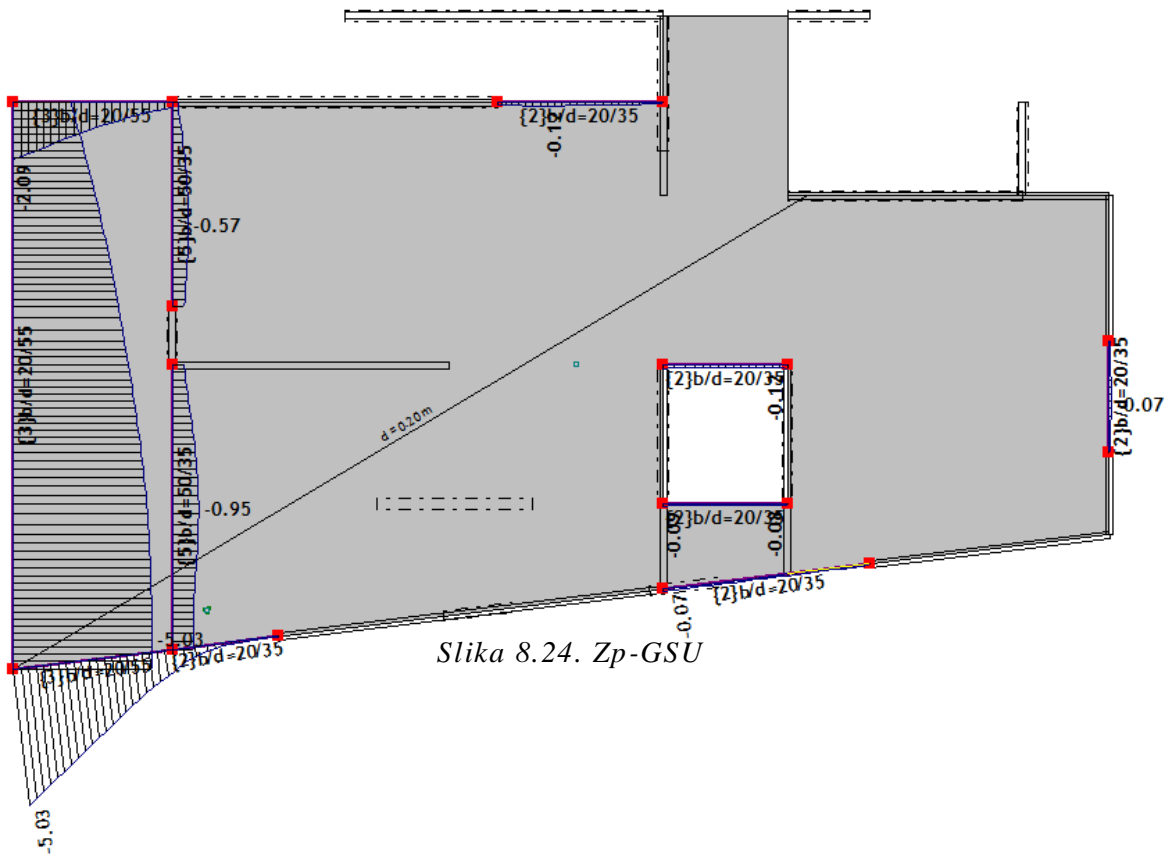
$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\tan\theta + \text{ctg}\theta} = \frac{1,0 \cdot 200 \cdot 27 \cdot 0,60 \cdot 16,7}{1 + 1} = 270 \text{ kN} > V_{Ed,max}$$

$$s_{pot} \leq \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z}{V_{sd}} = \frac{2 \cdot 0,50 \cdot 43,5 \cdot 27}{24,76} = 47,41 \text{ cm}$$

Kontrola pukotina i progiba greda



Slika 8.23. My-GSU



Slika 8.24. Zp-GSU

Mjerodavni momenti u gredi za potrebu kontrole pukotina dobiveni su iz kombinacije za granično stanje uporabljivosti.

Granična vrijednost širine pukotine  $\rightarrow w_g = 0.3 \text{ mm}$

Računska vrijednost širine pukotine  $\rightarrow w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$

Proračunata računaska vrijednost širine pukotina ne smije biti veća od granične vrijednosti.

$$w_k \leq w_g$$

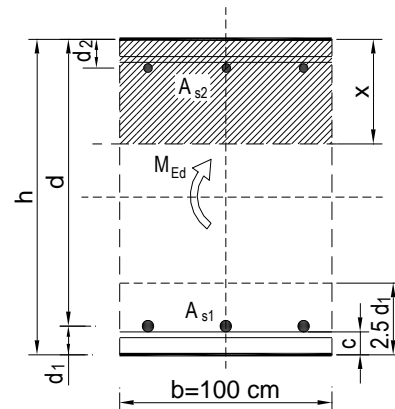
➤ **Greda 201 b/h=20/55 cm**

### Kontrola pukotina

$$M_{Ed} = 11.53 \text{ kNm}$$

Armatura donje zone: 3Ø16 ( $A_s = 6.03 \text{ cm}^2$ )

$b =$	20,0 cm	$d =$	50,0 cm	$h =$	55,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	6,03 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>	$E_{cm} =$	31,00 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,45
$M_{Ed} =$	11,5 kNm	$k_t =$	0,40		
$\sigma_s =$	41,61 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	12,14 cm	$\rho_{p,eff} =$	0,0241		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	-0,000038	$0.6 \cdot \sigma_s / E_s =$	0,000125		
$\varnothing =$	7,0 mm	$c =$	5,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	219,34 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,027 mm	$<$	$w_g$		



$w_k = 0.027 < w_g = 0.3 \text{ mm} \rightarrow$  Pukotine zadovoljavaju!

**Kontrola progiba**

$$\delta_k = 0.503 \text{ cm}$$

$$\text{Granična vrijednost progiba ploče u polju: } \delta_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{810}{250} = 3.24 \text{ cm}$$

Potrebno je dokazati da je progib izazvan opterećenjem manji od graničnog:

$$\delta_{uk} < \delta_{lim}$$

$$\text{Ukupni progib: } \delta_d = \Phi(\infty) \cdot \delta_k$$

$\Phi(\infty) \rightarrow$  konačni koeficijent puzanja

$$\Phi(\infty) = 1.5$$

$$\delta_d = 1.5 \cdot 0.503 = 0.75 \text{ cm}$$

$$\delta_{uk} = \delta_k + \delta_d = 0.503 + 0.75 = 1.253 \text{ cm} \leq 3.24 \rightarrow \text{progib zadovoljava!}$$

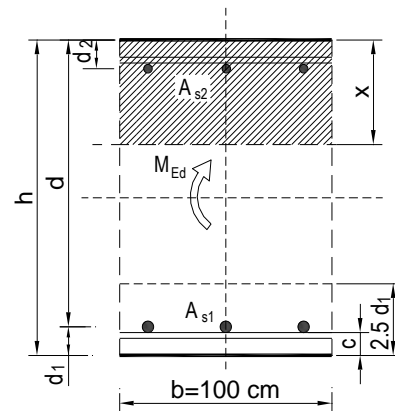
➤ **Greda 202 b/h=50/35 cm**

**Kontrola pukotina**

$$M_{Ed} = 18.27 \text{ kNm}$$

Armatura donje zone: 5Ø12 ( $A_s = 5.65 \text{ cm}^2$ )

$b =$	50,0 cm	$d =$	30,0 cm	$h =$	35,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	5,65 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>	$E_{cm} =$	31,00 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,45
$M_{Ed} =$	18,3 kNm	$k_t =$	0,40		
$\sigma_s =$	115,38 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	5,92 cm	$\rho_{p,eff} =$	0,0090		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	-0,000024 <	$0.6 \cdot \sigma_s / E_s =$	0,000346		
$\emptyset =$	7,0 mm	$c =$	5,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	301,64 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,104 mm	<	$w_g$		



$$w_k = 0.104 < w_g = 0.3 \text{ mm} \rightarrow \text{Pukotine zadovoljavaju!}$$



**Kontrola progiba**

$$\delta_k = 0.095 \text{ cm}$$

$$\text{Granična vrijednost progiba ploče u polju: } \delta_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{410}{250} = 1.64 \text{ cm}$$

Potrebno je dokazati da je progib izazvan opterećenjem manji od graničnog:

$$\delta_{uk} < \delta_{lim}$$

$$\text{Ukupni progib: } \delta_d = \Phi(\infty) \cdot \delta_k$$

$\Phi(\infty) \rightarrow$  konačni koeficijent puzanja

$$\Phi(\infty) = 1.5$$

$$\delta_d = 1.5 \cdot 0.095 = 0.143 \text{ cm}$$

$$\delta_{uk} = \delta_k + \delta_d = 0.095 + 0.143 = 0.238 \text{ cm} \leq 1.64 \rightarrow \text{progib zadovoljava!}$$

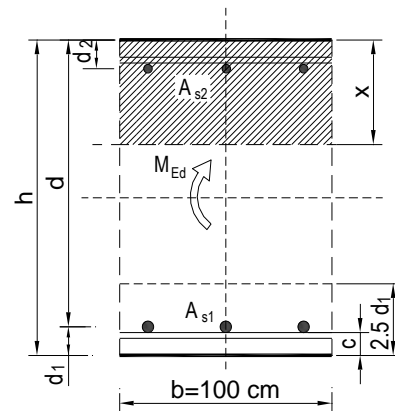
➤ **Greda 203 b/h=20/35 cm**

**Kontrola pukotina**

$$M_{Ed} = 1.96 \text{ kNm}$$

Armatura donje zone:  $3\emptyset 14$  ( $A_s = 4.62 \text{ cm}^2$ )

$b =$	20,0 cm	$d =$	30,0 cm	$h =$	35,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	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>	$E_{cm} =$	31,00 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,45
$M_{Ed} =$	2,0 kNm	$k_t =$	0,40		
$\sigma_s =$	15,54 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	8,08 cm	$\rho_{p,eff} =$	0,0185		
$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) =$	-0,000233 <	$0.6 \cdot \sigma_s / E_s =$	0,000047		
$\emptyset =$	7,0 mm	$c =$	5,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	234,39 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) =$	0,011 mm	<	$w_g$		



$$W_k = 0.011 < W_g = 0.3 \text{ mm} \rightarrow \text{Pukotine zadovoljavaju!}$$

**Kontrola progiba**

$$\delta_k = 0.007 \text{ cm}$$

$$\text{Granična vrijednost progiba ploče u polju: } \delta_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{160}{250} = 0.64 \text{ cm}$$

Potrebno je dokazati da je progib izazvan opterećenjem manji od graničnog:

$$\delta_{uk} < \delta_{lim}$$

$$\text{Ukupni progib: } \delta_d = \Phi(\infty) \cdot \delta_k$$

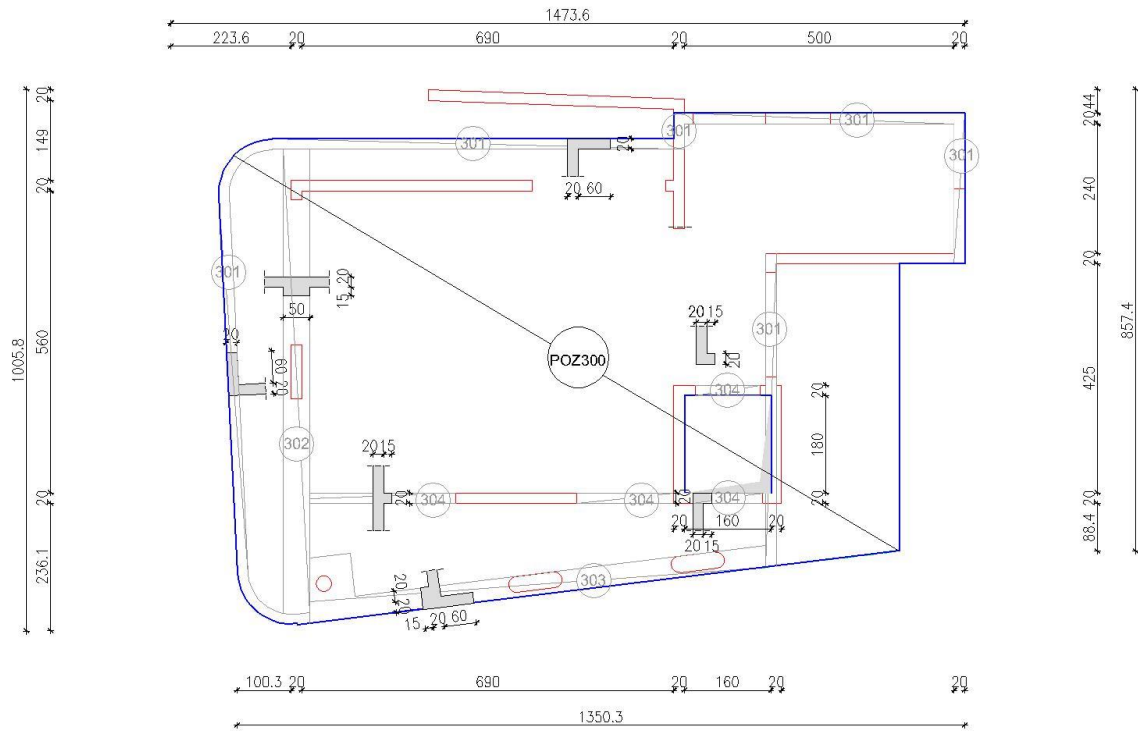
$\Phi(\infty) \rightarrow$  konačni koeficijent puzanja

$$\Phi(\infty) = 1.5$$

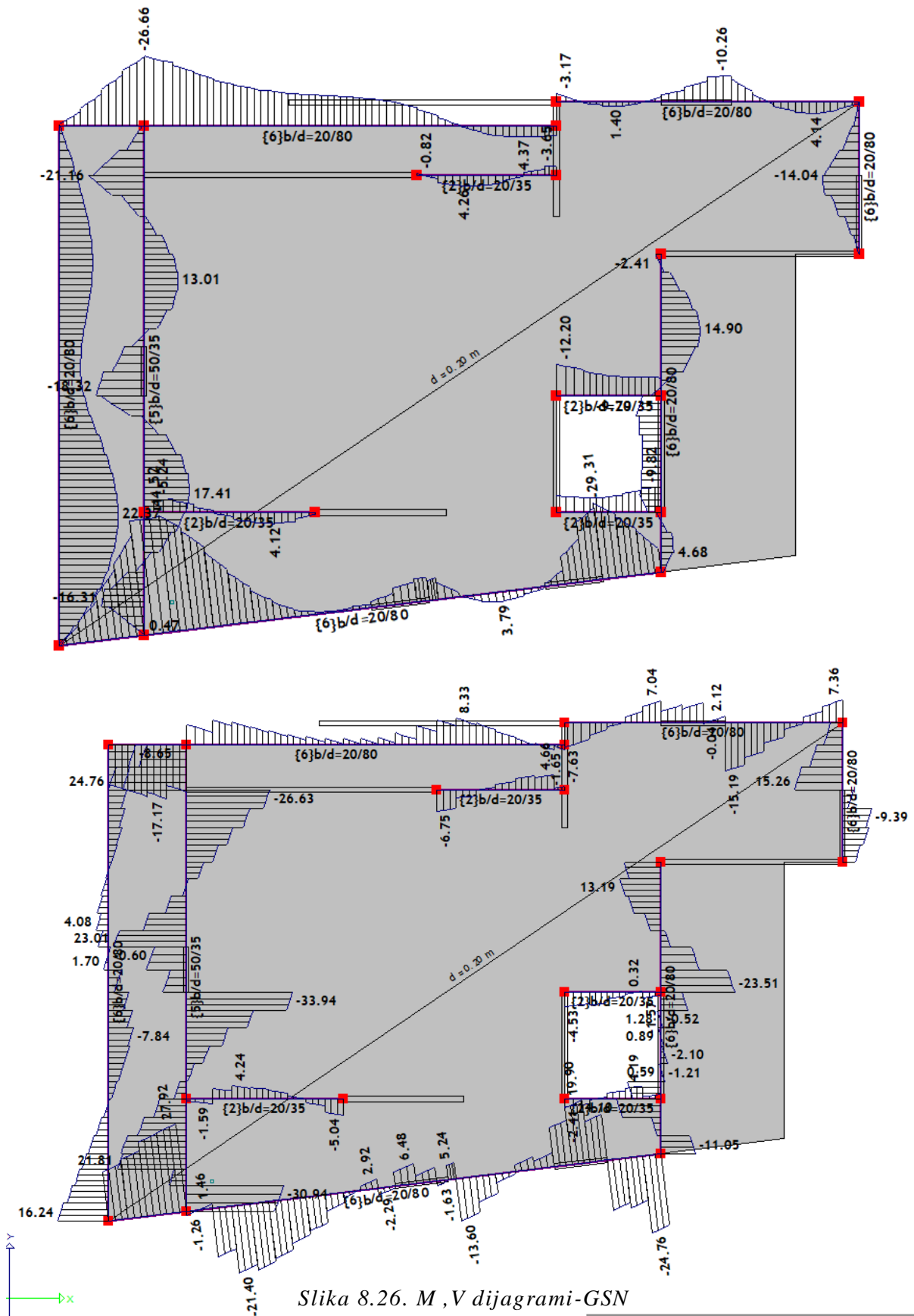
$$\delta_d = 1.5 \cdot 0.007 = 0.011 \text{ cm}$$

$$\delta_{uk} = \delta_k + \delta_d = 0.007 + 0.011 = 0.018 \text{ cm} \leq 0.64 \rightarrow \text{progib zadovoljava!}$$

## 8.3.3 Proračun AB grede pozicije 300



Slika 8.25. Grede pozicije 300



Slika 8.26. M, V dijagrami-GSN

**Dimenzioniranje ab grede b/h=20/80**

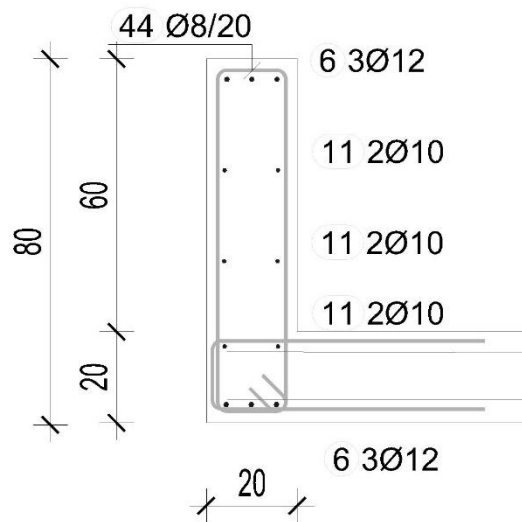
$$\text{Beton: C25/30} \rightarrow f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}; f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Armatura: B 500B} \rightarrow f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ MPa}; f_{yd} = 43.5 \text{ kN/cm}^2$$

$$b = 20 \text{ cm}, \quad b_{eff} = b_w + \frac{l_0}{5} = 20 + \frac{0.85 \cdot 890}{5} = 171.30 \text{ cm}$$

$$h = 80 \text{ cm}$$

$$d_1 = 5 \text{ cm}, \quad d = h - d_1 = 80 - 5 = 75 \text{ cm}$$



Slika 8.27. Poprečni presjek grede 301

*Dimenzioniranje na moment savijanja u polju*

$$M_{Ed} = 22.37 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2237}{171.3 \cdot 75^2 \cdot 1.67} = 0.002$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0\% \quad \varepsilon_{c2} = 0.3\% \quad \zeta = 0.990$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2237}{0.990 \cdot 75 \cdot 43.48} = 0.74 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Odabrana armatura: 3Φ12 ( $A_s=3.39 \text{ cm}^2$ )

*Dimenzioniranje na moment savijanja na ležaju*

$$M_{Ed} = 44.52 \frac{kNm}{m}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{4452}{20 \cdot 75^2 \cdot 1.67} = 0.027$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0\% \quad \varepsilon_{c2} = 1.0\% \quad \zeta = 0.968$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{4452}{0.968 \cdot 75 \cdot 43.48} = 1.51 \text{ cm}^2/m'$$

Odabrana armatura: 3Φ12 ( $A_s=3.39 \text{ cm}^2$ )

*Dimenzioniranje na poprečnu silu*

$$V_{Ed,max} = 27.92 \text{ kN}$$

$$b_w = 20 \text{ cm}, d = 75 \text{ cm}$$

$$\sum A_s = 3.39 \cdot 2 + 3 \cdot 1.57 = 11.49 \text{ cm}^2$$

$$\rho_l = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{11.49}{20 \cdot 75} = 0,00766$$

Poprečna sila koju presjek može preuzeti bez poprečne armature:

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

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{750}} = 1,52 < 2,0 \rightarrow k = 1,52$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,0$$

$$C_{Rdc} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 1,63 \cdot (100 \cdot 0,00766 \cdot 25,0)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0,0 \right] \cdot 200 \cdot 750 = 73025.6 = 73.03 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} \geq [v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$k_1 = 0,15$$

$$v_{\min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,52^{\frac{3}{2}} \cdot 25,0^{\frac{1}{2}} = 0,33$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,0$$

$$V_{Rd,c} \geq 0,33 \cdot 200 \cdot 750$$

$$V_{Rd,c} \geq 49017,26 \text{ N} = 49,02 \text{ kN}$$

Maksimalna poprečna sila koju se ne smije prijeći (dio poprečne sile koju mogu preuzeti tlačne dijagonale):

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$$

$$v = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{25}{250} \right] = 0,54$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot 0,54 \cdot 200 \cdot 750 \cdot 16,7 = 675000 \text{ N} = 675 \text{ kN} > V_{Ed,max}$$

$$V_{Ed,max} = 27,92 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed,max}}{V_{Rd,max}} = \frac{27,92}{675} \approx 0,041 \rightarrow V_{Ed} = 0,041 \cdot V_{Rd,max}$$

$$s_{\max} = \min\{0,75 \cdot d ; 30,0 \text{ cm}\} = \min\{0,75 \cdot 75 = 56,25 ; 30,0 \text{ cm}\} \rightarrow s_{\max} = 30 \text{ cm}$$

$$\rho_{w,\min} = 0,0009$$

Maksimalni razmak spona:

$$s \leq \frac{m \cdot A_{sw}}{\rho_{w,\min} \cdot b_w} = \frac{2 \cdot A_{sw}}{0,0009 \cdot 20}$$

Profil	Površina ( $A_{sw}$ ) ( $\text{cm}^2$ )	Maks. razmak (s) (cm)
Ø6	0.28	17.0
Ø7	0.38	23.0
Ø8	0.50	30.3
Ø10	0.79	47.9

ODABRANE SPONE: Ø 8/20 ( $A_s = 0,50 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

$$V_{Rd} = V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot ctg\theta$$

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 75 = 67,5 \text{ cm}$$

$$V_{Rd,s} = \frac{0,50}{20} \cdot 67,5 \cdot 43,5 \cdot 2 = 146,81 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,a} < V_{Rd,s}$$

Kontrola nosivosti betona:

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\tan\theta + ctg\theta} = \frac{1,0 \cdot 200 \cdot 67,5 \cdot 0,60 \cdot 16,7}{1 + 1} = 675 \text{ kN} > V_{Ed,max}$$

$$s_{pot} \leq \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{V_{sd}} = \frac{2 \cdot 0,50 \cdot 43,5 \cdot 67,5}{27,92} = 105,12 \text{ cm}$$

### Dimenzioniranje ab grede b/h=50/35

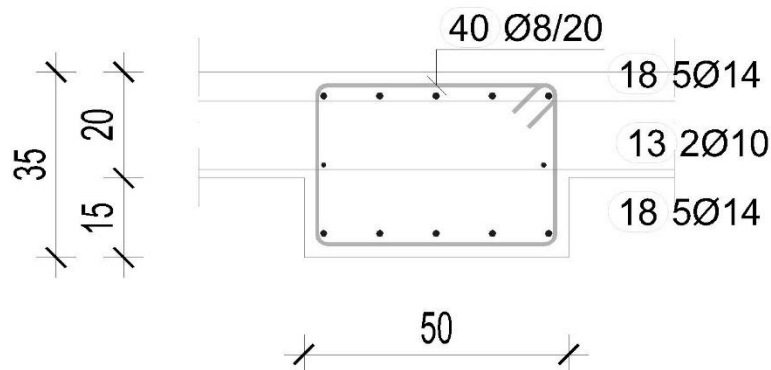
Beton: C25/30  $\rightarrow f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}; f_{cd} = 1,67 \text{ kN/cm}^2$

Armatura: B 500B  $\rightarrow f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa}; f_{yd} = 43,5 \text{ kN/cm}^2$

$$b = 50 \text{ cm}, \quad b_{eff} = b_w + \frac{l_0}{5} = 50 + \frac{0,85 \cdot 665}{5} = 163,05 \text{ cm}$$

$$h = 35 \text{ cm}$$

$$d_1 = 5 \text{ cm}, \quad d = h - d_1 = 35 - 5 = 30 \text{ cm}$$



Slika 8.28. Poprečni presjek grede 302



*Dimenzioniranje na moment savijanja u polju*

$$M_{Ed} = 17.41 \frac{kNm}{m}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1741}{163.05 \cdot 30^2 \cdot 1.67} = 0.007$$

$$Očitano: \varepsilon_{s1} = 10.0\% \quad \varepsilon_{c2} = 0.5\% \quad \zeta = 0.984$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1741}{0.984 \cdot 30 \cdot 43.48} = 1.36 \text{ cm}^2/m'$$

Odabrana armatura: 5Φ14 ( $A_s=7.70 \text{ cm}^2$ )

*Dimenzioniranje na moment savijanja na ležaju*

$$M_{Ed} = 21.16 \frac{kNm}{m}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2116}{50 \cdot 30^2 \cdot 1.67} = 0.028$$

$$Očitano: \varepsilon_{s1} = 10.0\% \quad \varepsilon_{c2} = 1.0\% \quad \zeta = 0.968$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2116}{0.968 \cdot 30 \cdot 43.48} = 1.68 \text{ cm}^2/m'$$

Odabrana armatura: 5Φ14 ( $A_s=7.70 \text{ cm}^2$ )

*Dimenzioniranje na poprečnu silu*

$$V_{Ed,max} = 21.16 \text{ kN}$$

$$b_w = 50 \text{ cm}, d = 30 \text{ cm}$$

$$\sum A_s = 7.70 \cdot 2 + 1.57 = 16.97 \text{ cm}^2$$

$$\rho_l = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{16.97}{50 \cdot 30} = 0,0113$$

Poprečna sila koju presjek može preuzeti bez poprečne armature:

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

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{300}} = 1,82 < 2,0 \rightarrow k = 1,82$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,0$$

$$C_{Rdc} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 1,63 \cdot (100 \cdot 0,0113 \cdot 25,0)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0,0 \right] \cdot 500 \cdot 300 = 99620,94 = 99,62 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} \geq [v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$k_1 = 0,15$$

$$v_{\min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,82^{\frac{3}{2}} \cdot 25,0^{\frac{1}{2}} = 0,43$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,0$$

$$V_{Rd,c} \geq 0,43 \cdot 500 \cdot 300$$

$$V_{Rd,c} \geq 64265,99 \text{ N} = 64,27 \text{ kN}$$

Maksimalna poprečna sila koju se ne smije prijeći (dio poprečne sile koju mogu preuzeti tlačne dijagonale):

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$$

$$v = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{25}{250} \right] = 0,54$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot 0,54 \cdot 500 \cdot 300 \cdot 16,7 = 675000 \text{ N} = 675 \text{ kN} > V_{Ed,max}$$

$$V_{Ed,max} = 21.16 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed,max}}{V_{Rd,max}} = \frac{21.16}{675} \approx 0,031 \rightarrow V_{Ed} = 0,031 \cdot V_{Rd,max}$$

$$s_{max} = \min\{0,75 \cdot d ; 30,0 \text{ cm}\} = \min\{0,75 \cdot 30 = 22.5 ; 30,0 \text{ cm}\} \rightarrow s_{max} = 22.5 \text{ cm}$$

$$\rho_{w,min} = 0,0009$$

Maksimalni razmak spona:

$$s \leq \frac{m \cdot A_{sw}}{\rho_{w,min} \cdot b_w} = \frac{2 \cdot A_{sw}}{0,0009 \cdot 20}$$

Profil	Površina ( $A_{sw}$ ) ( $\text{cm}^2$ )	Maks. razmak (s) (cm)
Ø6	0.28	17.0
Ø7	0.38	23.0
Ø8	0.50	30.3
Ø10	0.79	47.9

ODABRANE SPONE: Ø 8/20 ( $A_s = 0,50 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

$$V_{Rd} = V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot \text{ctg}\theta$$

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 30 = 27 \text{ cm}$$

$$V_{Rd,s} = \frac{0,50}{20} \cdot 27 \cdot 43,5 \cdot 2 = 58.73 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,a} < V_{Rd,s}$$

Kontrola nosivosti betona:

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\tan\theta + \text{ctg}\theta} = \frac{1,0 \cdot 500 \cdot 27 \cdot 0,60 \cdot 16.7}{1 + 1} = 675 \text{ kN} > V_{Ed,max}$$

$$s_{pot} \leq \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{V_{sd}} = \frac{2 \cdot 0,50 \cdot 43,5 \cdot 27}{21.16} = 55.51 \text{ cm}$$

**Dimenzioniranje ab grede b/h=20/35**

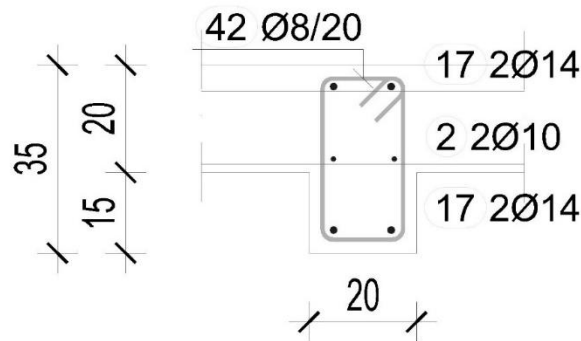
$$\text{Beton: C25/30} \rightarrow f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}; f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Armatura: B 500B} \rightarrow f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ MPa}; f_{yd} = 43.5 \text{ kN/cm}^2$$

$$b = 20 \text{ cm}, \quad b_{eff} = b_w + \frac{l_0}{5} = 20 + \frac{0.85 \cdot 295}{5} = 70.15 \text{ cm}$$

$$h = 35 \text{ cm}$$

$$d_1 = 5 \text{ cm}, \quad d = h - d_1 = 35 - 5 = 30 \text{ cm}$$



Slika 8.29. Poprečni presjek grede 303

*Dimenzioniranje na moment savijanja u polju*

$$M_{Ed} = 4.26 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{426}{70.15 \cdot 30^2 \cdot 1.67} = 0.004$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0\% \quad \varepsilon_{c2} = 0.4\% \quad \zeta = 0.987$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{426}{0.987 \cdot 30 \cdot 43.48} = 0.33 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Odabrana armatura: 2Ø14 ( $A_s=3.08 \text{ cm}^2$ )

*Dimenzioniranje na moment savijanja na ležaju*

$$M_{Ed} = 12.20 \frac{kNm}{m}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1220}{20 \cdot 30^2 \cdot 1.67} = 0.041$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1220}{0.962 \cdot 30 \cdot 43.48} = 0.97 \text{ cm}^2/m'$$

Odabrana armatura: 2Φ14 ( $A_s=3.08 \text{ cm}^2$ )

*Dimenzioniranje na poprečnu silu*

$$V_{Ed,max} = 6.75 \text{ kN}$$

$$b_w = 20 \text{ cm}, d = 30 \text{ cm}$$

$$\sum A_s = 3.08 \cdot 2 + 1.57 = 7.73 \text{ cm}^2$$

$$\rho_l = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{7.73}{20 \cdot 30} = 0,01288$$

Poprečna sila koju presjek može preuzeti bez poprečne armature:

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

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{300}} = 1,82 < 2,0 \rightarrow k = 1,82$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,0$$

$$C_{Rdc} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 1,63 \cdot (100 \cdot 0,01288 \cdot 25,0)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0,0 \right] \cdot 200 \cdot 300 = 41612,44$$

$$= 41.612 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} \geq [v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$k_1 = 0,15$$

$$v_{\min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,82^{\frac{3}{2}} \cdot 25,0^{\frac{1}{2}} = 0,43$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,0$$

$$V_{Rd,c} \geq 0,43 \cdot 200 \cdot 300$$

$$V_{Rd,c} \geq 25706,39 \text{ N} = 25,71 \text{ kN}$$

Maksimalna poprečna sila koju se ne smije prijeći (dio poprečne sile koju mogu preuzeti tlačne dijagonale):

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$$

$$v = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{25}{250} \right] = 0,54$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot 0,54 \cdot 200 \cdot 300 \cdot 16,7 = 270000 \text{ N} = 270 \text{ kN} > V_{Ed,max}$$

$$V_{Ed,max} = 6,75 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed,max}}{V_{Rd,max}} = \frac{6,75}{270} \approx 0,025 \rightarrow V_{Ed} = 0,025 \cdot V_{Rd,max}$$

$$s_{\max} = \min\{0,75 \cdot d ; 30,0 \text{ cm}\} = \min\{0,75 \cdot 30 = 22,5 ; 30,0 \text{ cm}\} \rightarrow s_{\max} = 22,5 \text{ cm}$$

$$\rho_{w,\min} = 0,0009$$

Maksimalni razmak spona:

$$s \leq \frac{m \cdot A_{sw}}{\rho_{w,\min} \cdot b_w} = \frac{2 \cdot A_{sw}}{0,0009 \cdot 20}$$

Profil	Površina ( $A_{sw}$ ) (cm <sup>2</sup> )	Maks. razmak (s) (cm)
Ø6	0,28	17,0
Ø7	0,38	23,0
Ø8	0,50	30,3
Ø10	0,79	47,9

ODABRANE SPONE:  $\emptyset 8/20$  ( $A_s = 0,50 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

$$V_{Rd} = V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot \text{ctg}\theta$$

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 30 = 27 \text{ cm}$$

$$V_{Rd,s} = \frac{0,50}{20} \cdot 27 \cdot 43,5 \cdot 2 = 58,73 \text{ kN}$$

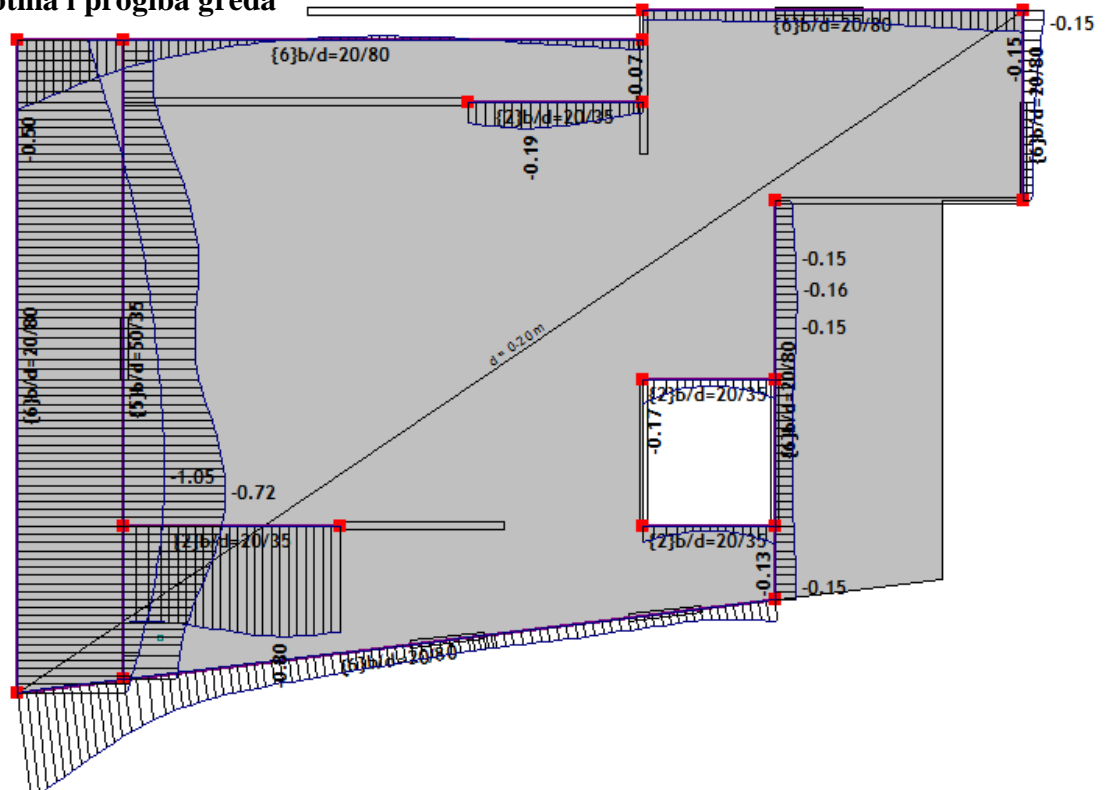
$$V_{Ed,a} < V_{Rd,s}$$

Kontrola nosivosti betona:

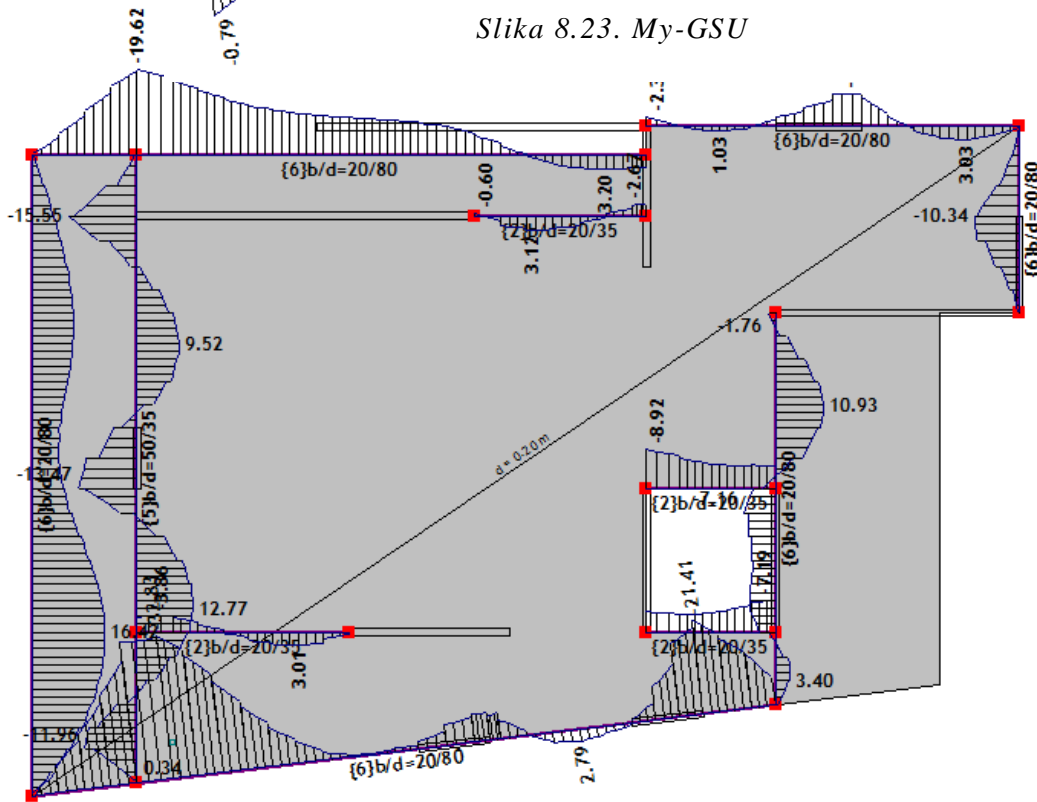
$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\tan\theta + \text{ctg}\theta} = \frac{1,0 \cdot 200 \cdot 27 \cdot 0,60 \cdot 16,7}{1 + 1} = 270 \text{ kN} > V_{Ed,max}$$

$$s_{pot} \leq \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z}{V_{sd}} = \frac{2 \cdot 0,50 \cdot 43,5 \cdot 27}{6,75} = 55,51 \text{ cm}$$

Kontrola pukotina i progiba greda



Slika 8.23. My-GSU



Slika 8.24. Zp-GSU



Mjerodavni momenti u gredi za potrebu kontrole pukotina dobiveni su iz kombinacije za granično stanje uporabljivosti.

Granična vrijednost širine pukotine  $\rightarrow w_g = 0.3 \text{ mm}$

Računska vrijednost širine pukotine  $\rightarrow w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$

Proračunata računaska vrijednost širine pukotine ne smije biti veća od granične vrijednosti.

$$w_k \leq w_g$$

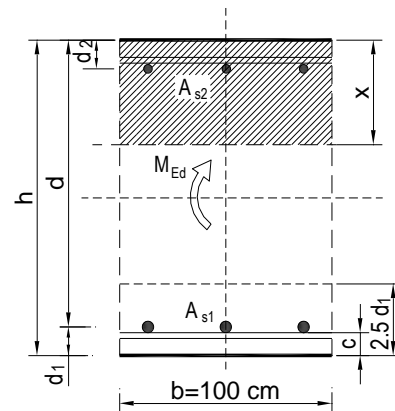
➤ **Greda 301 b/h=20/80 cm**

### Kontrola pukotina

$$M_{Ed} = 16.42 \text{ kNm}$$

Armatura donje zone:  $3\emptyset 12$  ( $A_s = 3.39 \text{ cm}^2$ )

$b =$	20,0 cm	$d =$	75,0 cm	$h =$	80,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,39 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>	$E_{cm} =$	31,00 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,45
$M_{Ed} =$	16,4 kNm	$k_t =$	0,40		
$\sigma_s =$	68,14 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	11,76 cm	$\rho_{p,eff} =$	0,0136		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	-0,000071 <	$0.6 \cdot \sigma_s / E_s =$	0,000204		
$\emptyset =$	7,0 mm	$c =$	5,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	257,76 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,053 mm	<	$w_g$		



$w_k = 0.053 < w_g = 0.3 \text{ mm} \rightarrow$  Pukotine zadovoljavaju!

**Kontrola progiba**

$$\delta_k = 0.105 \text{ cm}$$

$$\text{Granična vrijednost progiba ploče u polju: } \delta_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{890}{250} = 3.56 \text{ cm}$$

Potrebno je dokazati da je progib izazvan opterećenjem manji od graničnog:

$$\delta_{uk} < \delta_{lim}$$

$$\text{Ukupni progib: } \delta_d = \Phi(\infty) \cdot \delta_k$$

$\Phi(\infty) \rightarrow$  konačni koeficijent puzanja

$$\Phi(\infty) = 1.5$$

$$\delta_d = 1.5 \cdot 0.105 = 0.158 \text{ cm}$$

$$\delta_{uk} = \delta_k + \delta_d = 0.105 + 0.158 = 0.263 \text{ cm} \leq 3.56 \rightarrow \text{progib zadovoljava!}$$

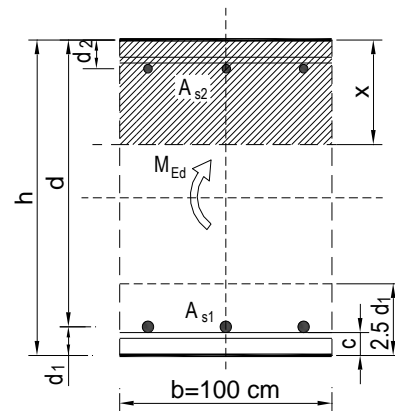
➤ **Greda 302 b/h=50/35 cm**

**Kontrola pukotina**

$$M_{Ed} = 12.77 \text{ kNm}$$

Armatura donje zone: 5Ø14 ( $A_s = 7.70 \text{ cm}^2$ )

b =	50,0 cm	d =	30,0 cm	h =	35,0 cm
f <sub>ck</sub> =	25,0 MN/m <sup>2</sup>	f <sub>ctm</sub> =	2,56 MN/m <sup>2</sup>	w <sub>g</sub> =	0,30 mm
A <sub>s1</sub> =	7,70 cm <sup>2</sup>	A <sub>s2</sub> =	0,00 cm <sup>2</sup>	d <sub>1</sub> = d <sub>2</sub> =	5,0 cm
E <sub>s</sub> =	200,00 GN/m <sup>2</sup>	E <sub>cm</sub> =	31,00 GN/m <sup>2</sup>	α <sub>e</sub> = E <sub>s</sub> /E <sub>cm</sub> =	6,45
M <sub>Ed</sub> =	12,8 kNm	k <sub>t</sub> =	0,40		
σ <sub>s</sub> =	59,79 MN/m <sup>2</sup>				
x =	6,79 cm	ρ <sub>p,eff</sub> =	0,0123		
(ε <sub>sm</sub> - ε <sub>cm</sub> ) =	-0,000151 <	0.6 · σ <sub>s</sub> /E <sub>s</sub> =	0,000179		
Ø =	7,0 mm	c =	5,00 cm		
k <sub>1</sub> =	0,8	k <sub>2</sub> =	0,50		
k <sub>3</sub> =	3,4	k <sub>4</sub> =	0,43		
s <sub>r,max</sub> =	266,59 mm				
W <sub>k</sub> = s <sub>r,max</sub> · (ε <sub>sm</sub> - ε <sub>cm</sub> ) =	0,048 mm	<	W <sub>g</sub>		



$$W_k = 0.048 < W_g = 0.3 \text{ mm} \rightarrow \text{Pukotine zadovoljavaju!}$$

**Kontrola progiba**

$$\delta_k = 0.072 \text{ cm}$$

$$\text{Granična vrijednost progiba ploče u polju: } \delta_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{665}{250} = 2.66 \text{ cm}$$

Potrebno je dokazati da je progib izazvan opterećenjem manji od graničnog:

$$\delta_{uk} < \delta_{lim}$$

$$\text{Ukupni progib: } \delta_d = \Phi(\infty) \cdot \delta_k$$

$\Phi(\infty) \rightarrow$  konačni koeficijent puzanja

$$\Phi(\infty) = 1.5$$

$$\delta_d = 1.5 \cdot 0.072 = 0.108 \text{ cm}$$

$$\delta_{uk} = \delta_k + \delta_d = 0.072 + 0.108 = 0.180 \text{ cm} \leq 2.66 \rightarrow \text{progib zadovoljava!}$$

➤ **Greda 303 b/h=20/35 cm**

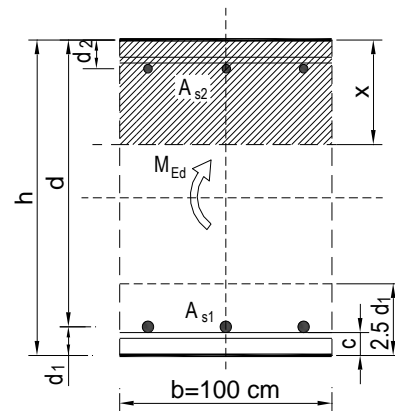
**Kontrola pukotina**

$$M_{Ed} = 3.12 \text{ kNm}$$

Armatura donje zone: 2Ø14 ( $A_s = 3.08 \text{ cm}^2$ )

b =	20,0 cm	d =	30,0 cm	h =	35,0 cm
f <sub>ck</sub> =	25,0 MN/m <sup>2</sup>	f <sub>ctm</sub> =	2,56 MN/m <sup>2</sup>	w <sub>g</sub> =	0,30 mm
A <sub>s1</sub> =	3,08 cm <sup>2</sup>	A <sub>s2</sub> =	0,00 cm <sup>2</sup>	d <sub>1</sub> = d <sub>2</sub> =	5,0 cm
E <sub>s</sub> =	200,00 GN/m <sup>2</sup>	E <sub>cm</sub> =	31,00 GN/m <sup>2</sup>	α <sub>e</sub> = E <sub>s</sub> /E <sub>cm</sub> =	6,45
M <sub>Ed</sub> =	3,1 kNm	k <sub>t</sub> =	0,40		
σ <sub>s</sub> =	36,52 MN/m <sup>2</sup>				
x =	6,79 cm	ρ <sub>p,eff</sub> =	0,0123		
(ε <sub>sm</sub> - ε <sub>cm</sub> ) =	-0,000267 <	0.6 · σ <sub>s</sub> /E <sub>s</sub> =	0,000110		
Ø =	7,0 mm	c =	5,00 cm		
k <sub>1</sub> =	0,8	k <sub>2</sub> =	0,50		
k <sub>3</sub> =	3,4	k <sub>4</sub> =	0,43		
s <sub>r,max</sub> =	266,59 mm				
W <sub>k</sub> = s <sub>r,max</sub> · (ε <sub>sm</sub> - ε <sub>cm</sub> ) =	0,029 mm	<	W <sub>g</sub>		

$$W_k = 0.029 < W_g = 0.3 \text{ mm} \rightarrow \text{Pukotine zadovoljavaju!}$$



**Kontrola progiba**

$$\delta_k = 0.08 \text{ cm}$$

$$\text{Granična vrijednost progiba ploče u polju: } \delta_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{295}{250} = 1.18 \text{ cm}$$

Potrebno je dokazati da je progib izazvan opterećenjem manji od graničnog:

$$\delta_{uk} < \delta_{lim}$$

$$\text{Ukupni progib: } \delta_d = \Phi(\infty) \cdot \delta_k$$

$\Phi(\infty) \rightarrow$  konačni koeficijent puzanja

$$\Phi(\infty) = 1.5$$

$$\delta_d = 1.5 \cdot 0.08 = 0.12 \text{ cm}$$

$$\delta_{uk} = \delta_k + \delta_d = 0.08 + 0.12 = 0.20 \text{ cm} \leq 1.18 \rightarrow \text{progib zadovoljava!}$$

## 9. PRORAČUN VERTIKALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE

Proračun stupova je izvršen po normi EC2 (Eurokod 2 – puni naziv: Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija).

Za dimenzioniranje stupova korištene su uobičajene i izvanredne kombinacije opterećenja za granično stanje nosivosti (GSN, GSN-Sx,Sy) na način da je iz rezultata na modelu u računalnom programu za navedene kombinacije opterećenja očitani maksimalni moment i pripadajuća uzdužna sila u stupu te maksimalna uzdužna sila i pripadajući moment.

U modelu razlikujemo dvije pozicije stupova. Stupove dimenzija 100/30 cm, te stup dimenzija 20/20 cm, a visine su 3.1 m. Svi stupovi su izvedeni monolitno u oplati na licu mjesta iz betona C25/30 te armirani armaturom B 500B.

Proračun je proveden u računalnom programu AspalathosSectionDesign te su dobiveni rezultati ubačeni u računalni program Microsoft Excel na način da je napravljen dijagram nosivosti stupa. Nanošenjem maksimalnih reznih sila (kombinacija M i N) na dijagram nosivosti utvrđeno je koji profil armature zadovoljava.

Pri proračunu stupova obje pozicije uzet je u obzir utjecaj vitkosti stupa približnim postupkom prema EC-2 na način da su dobiveni momenti iz modela uvećani za određenu vrijednost  $\psi$ .

$$\text{Za C25/30} \rightarrow E = 9500 \cdot \sqrt[3]{f_{ck} + 8} = 30 \text{ GPa}$$

$$E_{\varphi} = \frac{E}{1 + \varphi}$$

$$N_e = \pi^2 \cdot \frac{E_{\varphi} \cdot I}{l_i^2}$$

$$\psi = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_e}}$$

$$M_{računski} = \psi \cdot M_{očitano}$$

Za stupove proveden je i proračun stupa na proboj ploče.

Proračun zidova proveden je prema EC-8 (Projektiranje konstrukcija na otpornost potresa)

Proračun je proveden za karakteristični zid u x smjeru i karakteristični zid u y smjeru.

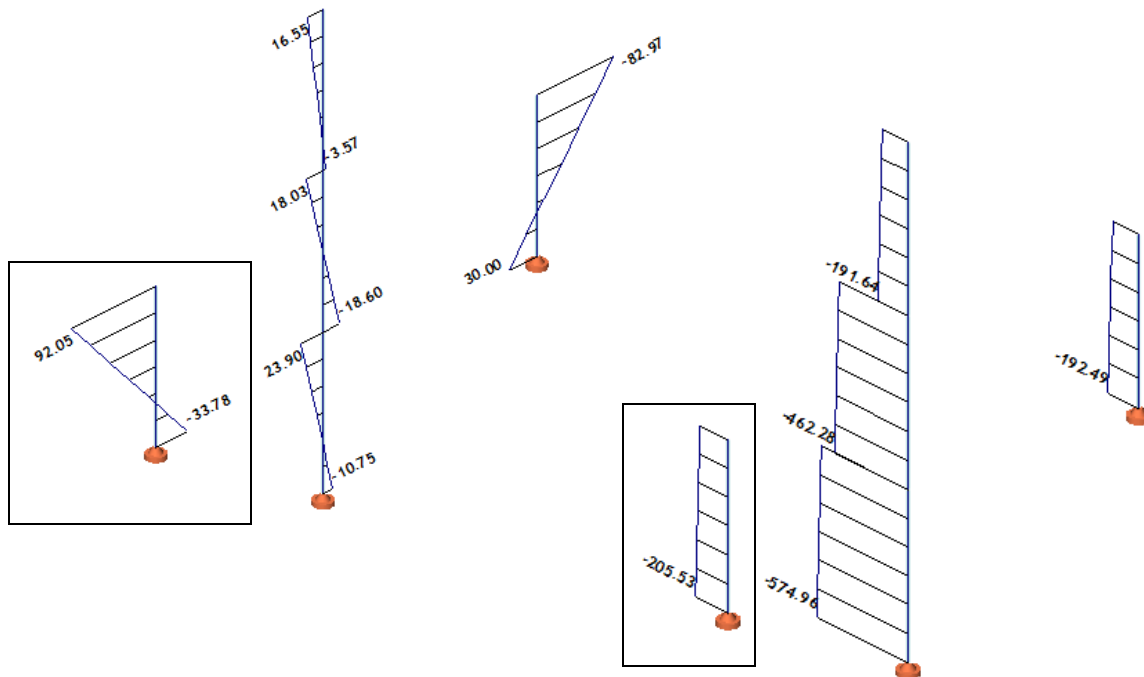
Svi zidovi su debljine 20 cm izvedeni kao AB zidovi od betona C 25/30, armirani sa B 500B te debljine zaštitnog sloja od 3 cm.

Za dimenzioniranje zidova korištene su uobičajene kombinacije i izvanredne kombinacije opterećenja za granično stanje nosivosti (GSN, GSN-Sx,Sy) na način da su iz rezultata na modelu u računalnom programu za navedene kombinacije opterećenja očitani maksimalni M,V,N. Budući da su vrijednosti poprilično ujednačene na svim zidovima za sve je usvojena proračunata armatura u obrađena dva karakteristična zida.

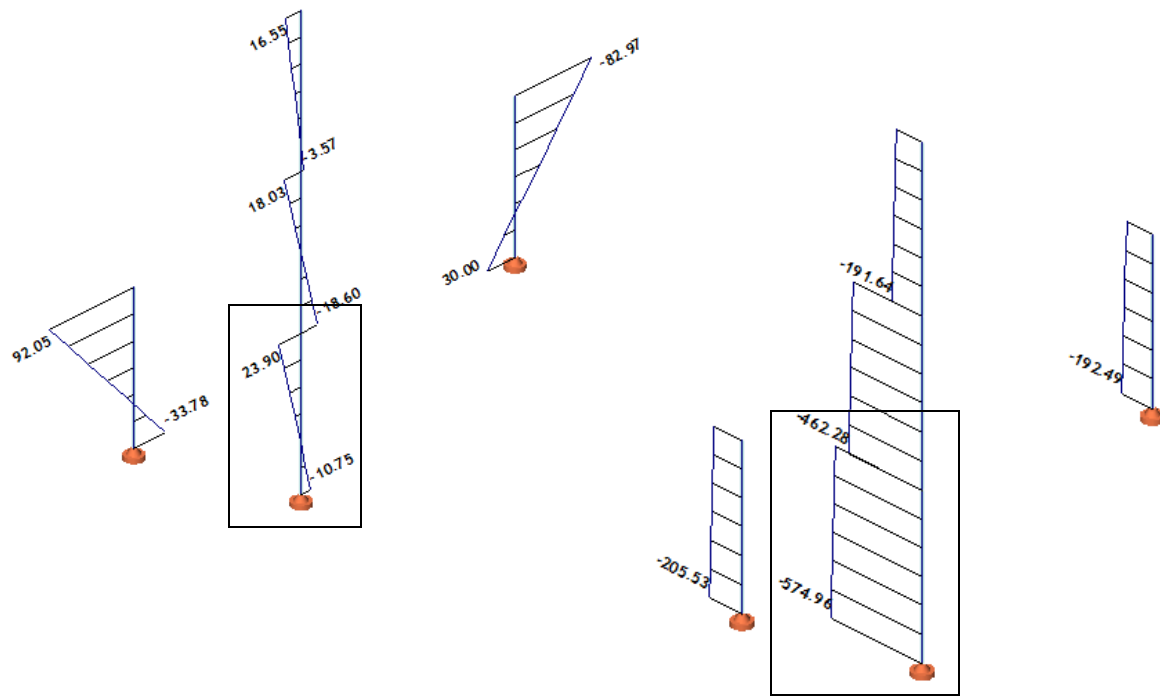
## 9.1 Proračun stupova

### 9.1.1 Proračun stupova na savijanje i uzdužnu silu

#### Uobičajena kombinacije GSN

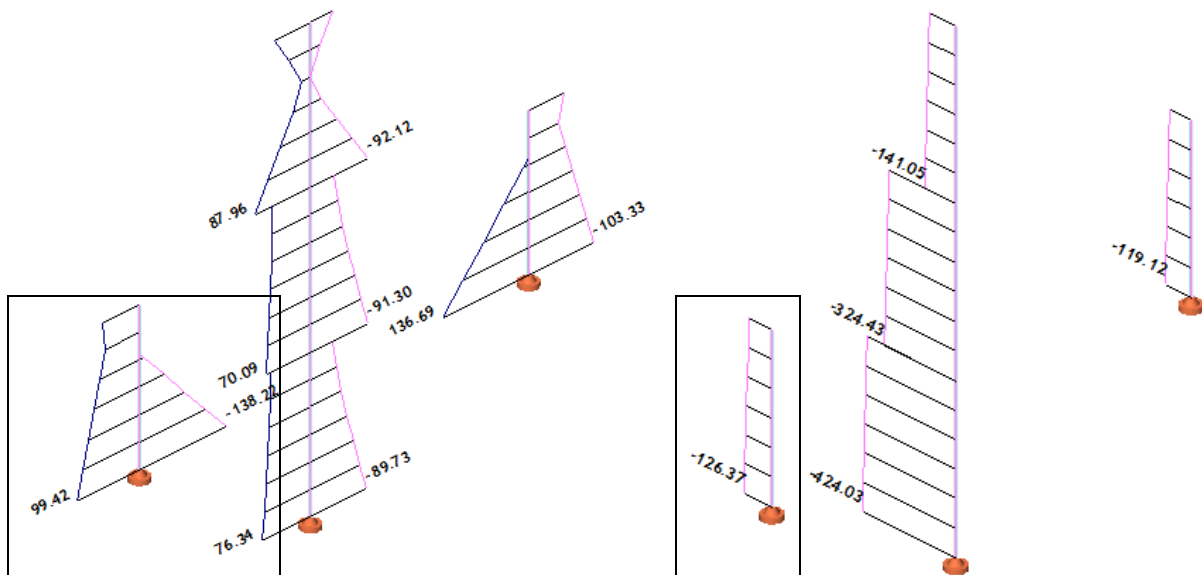


Slika 9.1.  $M_{max}(kNm)$ ,  $N_{prip}(kN)$

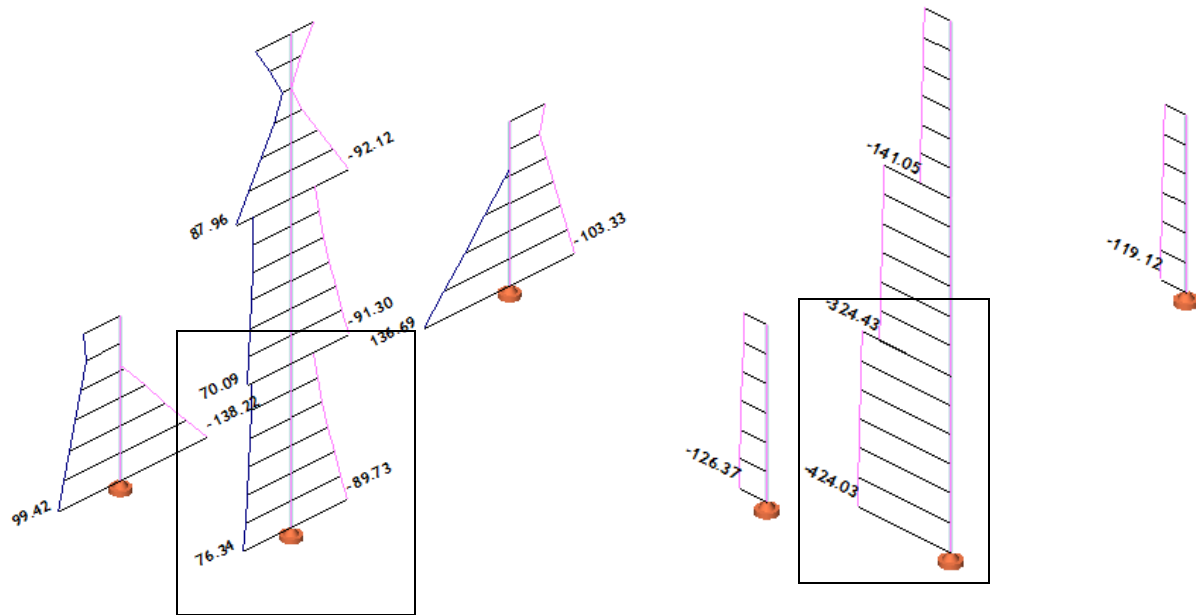


Slika 9.2.  $N_{max}(kN)$ ,  $M_{prir}(kNm)$

Izvanredna kombinacija GSN-Sy



Slika 9.3.  $M_{max}(kNm)$ ,  $N_{prir}(kN)$

Slika 9.4.  $N_{max}(kN)$ ,  $M_{prp}(kNm)$ 

Postupak povećanja početnog momenta savijanja

$$\text{Za C25/30} \rightarrow E = 9500 \cdot \sqrt[3]{f_{ck} + 8} = 30 \text{ GPa}$$

$$E_{\varphi} = \frac{E}{1 + \varphi} = \frac{30000}{1 + 2} = 10000 \text{ MPa}$$

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{1 \cdot 0,30^3}{12} = 0,00225 \text{ m}^4$$

$$l_i = 1,4 \cdot h_0 = 1,4 \cdot 3,10 = 4,34 \text{ m}$$

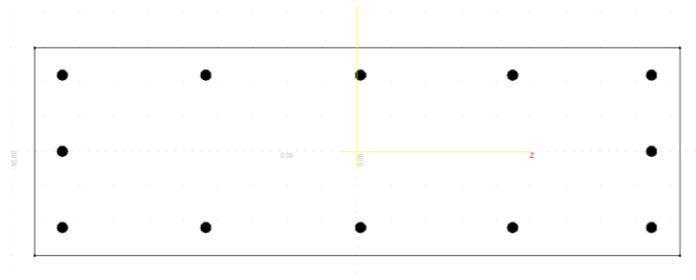
$$N_e = \pi^2 \cdot \frac{E_{\varphi} \cdot I}{l_i^2} = \pi^2 \cdot \frac{10000 \cdot 0,00225 \cdot 1000}{4,34^2} = 11789,70 \text{ kN}$$

$$\psi = \frac{1}{1 - \gamma \cdot \frac{N}{N_e}}, \gamma = 1,5$$

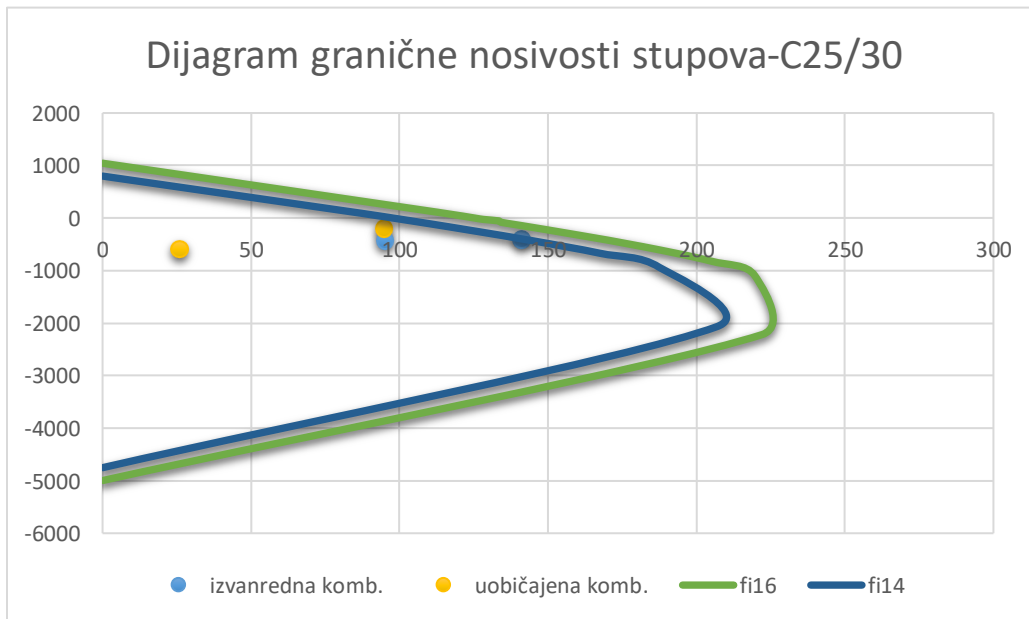
$$M_{računski} = \psi \cdot M_{očitano}$$



		$N$ (kN)	$M_{očitano}$ (kNm)	$\psi$	$M_{računski}$ (kNm)
<i>Uobičajena kombinacija</i>	$N_{prip}, M_{max}$	205.53	92.05	1.03	94.81
	$N_{max}, M_{prip}$	574.96	23.90	1.08	25.81
<i>Izvanredna kombinacija</i>	$N_{prip}, M_{max}$	126.37	138.22	1.02	140.98
	$N_{max}, M_{prip}$	424.03	89.73	1.06	95.11



Slika 9.5. Poprečni presjek s armaturom (Aspalathos Section Design)



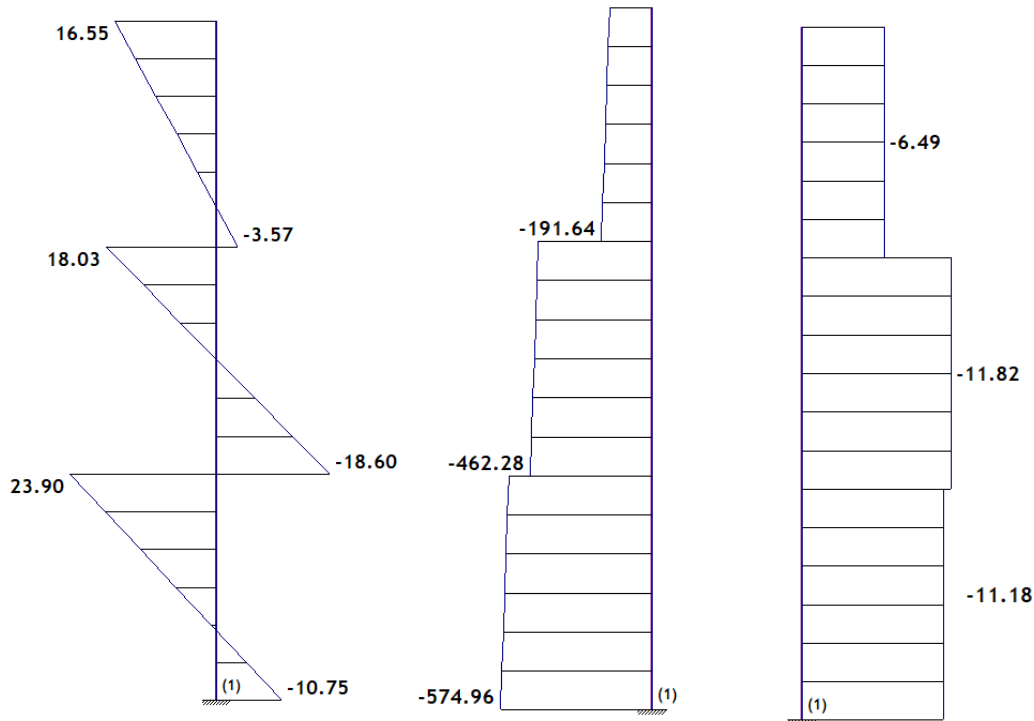
Slika 9.6. Dijagram nosivosti stupova 100x30 cm

Odabrana armatura:  $12\Phi 14$  ( $A_s=18.47 \text{ cm}^2$ )

## 9.1.2 Proračun stupova na poprečnu silu

$$\text{Beton: C25/30} \rightarrow f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}; f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Armatura: B 500B} \rightarrow f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ MPa}; f_{yd} = 43.5 \text{ kN/cm}^2$$

Slika 9.7.  $M, N, V$  dijagrami

$$V_{Ed, \max} = 11.18 \text{ kN}$$

$$N_{Ed, \max} = 574.96 \text{ kN}$$

$$\sum A_s = 18.47 \text{ cm}^2$$

$$\rho_l = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{18.47}{97 \cdot 30} = 0,00635$$

Poprečna sila koju presjek može preuzeti bez poprečne armature:

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

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{970}} = 1,46 < 2,0 \rightarrow k = 1,46$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = \frac{574,96}{97 \cdot 30} = 0,198$$

$$C_{Rdc} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 1,46 \cdot (100 \cdot 0,00635 \cdot 25,0)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0,198 \right] \cdot 970 \cdot 300 = 136776,88$$

$$= 136,78 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} \geq [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$k_1 = 0,15$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,46^{\frac{3}{2}} \cdot 25,0^{\frac{1}{2}} = 0,308$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,198$$

$$V_{Rd,c} \geq (0,308 + 0,15 \cdot 0,198) \cdot 970 \cdot 300$$

$$V_{Rd,c} \geq 98270,70 \text{ N} = 98,27 \text{ kN}$$

Maksimalna poprečna sila koju se ne smije prijeći (dio poprečne sile koju mogu preuzeti tlačne dijagonale):

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$$

$$v = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{25}{250} \right] = 0,54$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot 0,54 \cdot 970 \cdot 300 \cdot 16,7 = 1312119 \text{ N} = 1312,119 \text{ kN} > V_{Ed,max}$$

$$V_{Ed,max} = 11,18 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed,max}}{V_{Rd,max}} = \frac{11.18}{1312.12} \approx 0,0085 \rightarrow V_{Ed} = 0,0085 \cdot V_{Rd,max}$$

$$s_{max} = \min\{0,75 \cdot d ; 30,0 \text{ cm}\} = \min\{0,75 \cdot 97 = 72,75 ; 30,0 \text{ cm}\} \rightarrow s_{max} = 30 \text{ cm}$$

$$\rho_{w,min} = 0,0009$$

Maksimalni razmak spona:

$$s \leq \frac{m \cdot A_{sw}}{\rho_{w,min} \cdot b_w} = \frac{2 \cdot A_{sw}}{0,0009 \cdot 30}$$

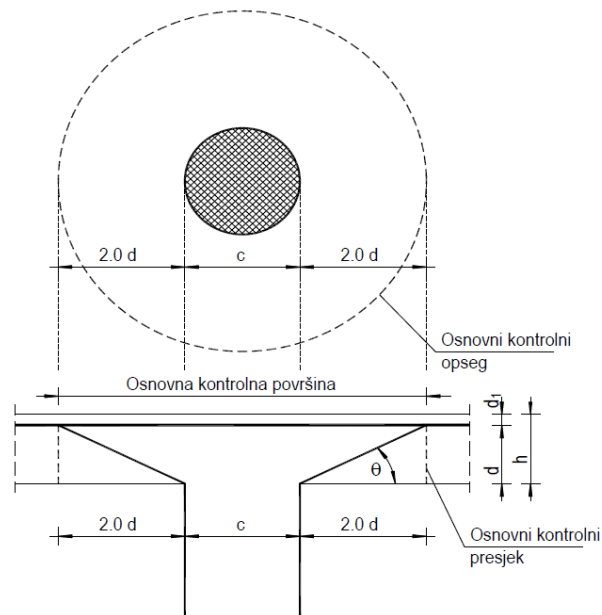
ODABRANE SPONE:  $\emptyset 8/20$  ( $A_s$

Profil	Površina ( $A_{sw}$ ) ( $\text{cm}^2$ )	Maks. razmak (s) (cm)
$\emptyset 6$	0.28	17.0
$\emptyset 7$	0.38	23.0
$\emptyset 8$	0.50	30.3
$\emptyset 10$	0.79	47.9

$$= 0,50 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Odabrani razmak spona 20 cm, osim na gornju i donju trećinu stupa gdje je odabrani razmak spona 15 cm.

### 9.1.3 Proračun stupova na proboj ploče



Slika 9.8. Proboj ploče

Uvjet nosivosti na proboj:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

Gdje je:

$V_{Ed}$  – računska poprečna sila po jedinici kritičnog opsega

$V_{Rd,max}$  – proračunska vrijednost najveće otpornosti na posmični proboj uzduž promatranog kontrolnog presjeka.

$$V_{Rd,max} = 0,4 \cdot v \cdot f_{cd}$$

Računska nosivost na proboj:

$$v_{Ed} = V_{Ed} \cdot \frac{\beta}{d \cdot u_1}$$

Gdje je:

$V_{Ed}$  – maksimalna uzdužna sila u kritičnom opsegu  $V_{Ed} = 574.96$  kN

$u_1$  – duljina kritičnog opsega,  $u_1 = 4 \cdot a + 2 \cdot 2 \cdot d \cdot \pi = 4 \cdot 30 + 2 \cdot 2 \cdot 17 \cdot \pi = 333.63$  cm

$d$  – statička visina ploče,  $d = 17$  cm

$\beta$  – korekcijski faktor kojim se uzima u obzir ekscentrično djelovanje sile proboja u odnosu na kritičan presjek

-  $\beta = 1,15$  – za unutrašnje stupove ←

-  $\beta = 1,4$  – za stupove na rubu i uz otvore

-  $\beta = 1,5$  – za stupove u kutu

$$v_{Ed} = 574.96 \cdot \frac{1,15}{17 \cdot 333.63} = 0,1166 \text{ kN/cm}^2$$

$$V_{Rd,max} = 0,4 \cdot v \cdot f_{cd} = 0,4 \cdot 0,54 \cdot 1.67 = 0,36 \text{ kN/cm}^2$$

Budući je zadovoljen uvjet :

$$v_{Ed} = 0,117 \text{ kN/cm}^2 \leq V_{Rd,max} = 0,36 \text{ kN/cm}^2$$

zadovoljena je nosivost ploče na proboj te je još potrebno kontrolirati da li ugrađena armatura zadovoljava ili je ploču potrebno dodatno armirati na proboj.

Armatura za osiguranje od proboja neće biti potrebna ako je zadovoljen uvjet :

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,c}$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \geq (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp})$$

$$\rho_1 = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{18.47}{97 \cdot 30} = 0,00635$$

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{d_{st}}} = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{970}} = 1,45 < 2,0 \rightarrow k = 1,45$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,0$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,45^{\frac{3}{2}} \cdot 25,0^{\frac{1}{2}} = 0,053 \text{ kN /cm}^2$$

$$v_{Rd,c} = 0,12 \cdot 1,45 \cdot (100 \cdot 0,00635 \cdot 25)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0,0 \geq (0,053 + 0,15 \cdot 0,0)$$

$$v_{Rd,c} = 0,44 \text{ kN /cm}^2 \geq 0,053 \text{ kN /cm}^2$$

$$v_{Ed} = 0,44 \text{ kN /cm}^2 \leq v_{Rd,c} = 0,053 \text{ kN /cm}^2$$

→ nije potrebno ploču dodatno armirati na proboj.

## 9.2 Proračun karakterističnih zidova zgrade

### Proračun zidova na savijanje i uzdužnu silu

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

$$\xi = 0,892$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} - \frac{N_{Ed}}{f_{cd}}$$

### Proračun zidova na djelovanje poprečne sile

Kritično područje:

$$h_{cr} \leq 2h_s = 6,2 \text{ m}$$

Za svaki zid vrijedi:

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

$$-V'_{Ed} \rightarrow \text{korigirana poprečna sila}$$

$$-V'_{Ed,i} \rightarrow \text{računska poprečna sila (iz proračuna)}$$

$$-\varepsilon \rightarrow \text{korekcijski koeficijent } \varepsilon \leq q, \text{ radi jednostavnosti usvaja se } \varepsilon = q = 3,0$$

Minimalna armatura u zidovima:

$$A_{s,min} = 0,2\% \cdot 20,0 \cdot 100 = 4,00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

tj. zidove za koje ne treba računaska armatura armirati s Q-283 obostrano.

$$A_s = 2 \cdot 2,83 = 5,66 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**Nosivost zidova na poprečne sile (s minimalnom armaturom)****Slom tlačne dijagonale**

U kritičnom području:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd2} = 0,4 \cdot \left(0,7 - \frac{f_{ck}}{200}\right) \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z$$

Van kritičnog područja:

$$V_{Rd2} = 0,5 \cdot \left(0,7 - \frac{f_{ck}}{200}\right) \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z$$

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$$

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

$$z \approx 0,9 \cdot d$$

**Slom vlačne dijagonale**

$$\alpha_s = \frac{M_{Ed}}{V_{Ed} \cdot l_w}$$

Ako je  $\alpha_s \leq 1,3$  tada zidovi nose izrazito posmično i potrebno je da:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd3} = [\rho_h \cdot f_{ywd} \cdot (\alpha_s - 0,3) + \rho_v \cdot f_{ywd} \cdot (1,3 - \alpha_s)] \cdot b_w \cdot z$$

$$\rho_h = \rho_v = \frac{A_s}{A_c}$$

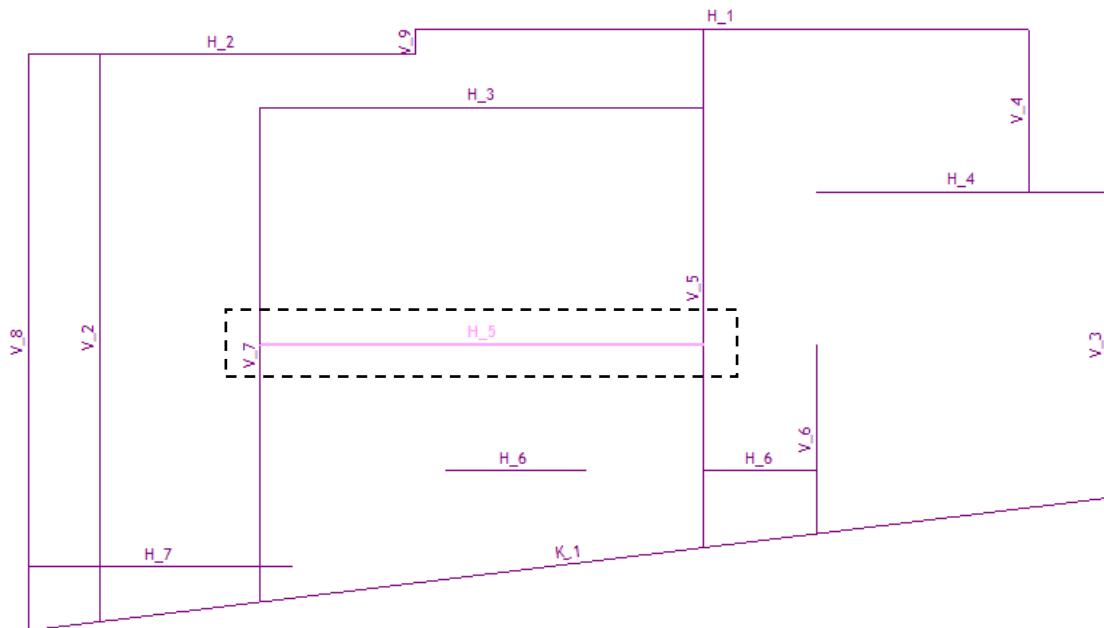
$$f_{ywd} = \frac{500,0}{1,15} = 434,8 \text{ MPa}$$

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

$$z \approx 0,9 \cdot d$$

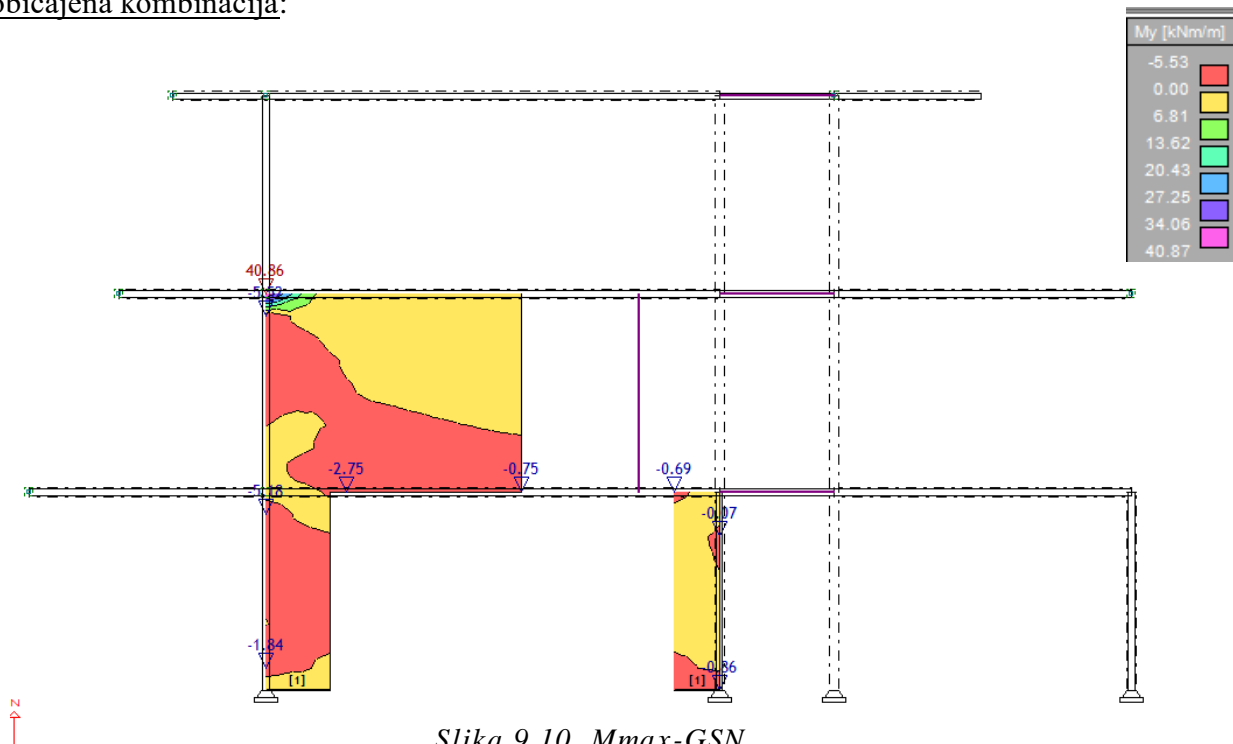


9.2.1 Proračun zida u x smjeru

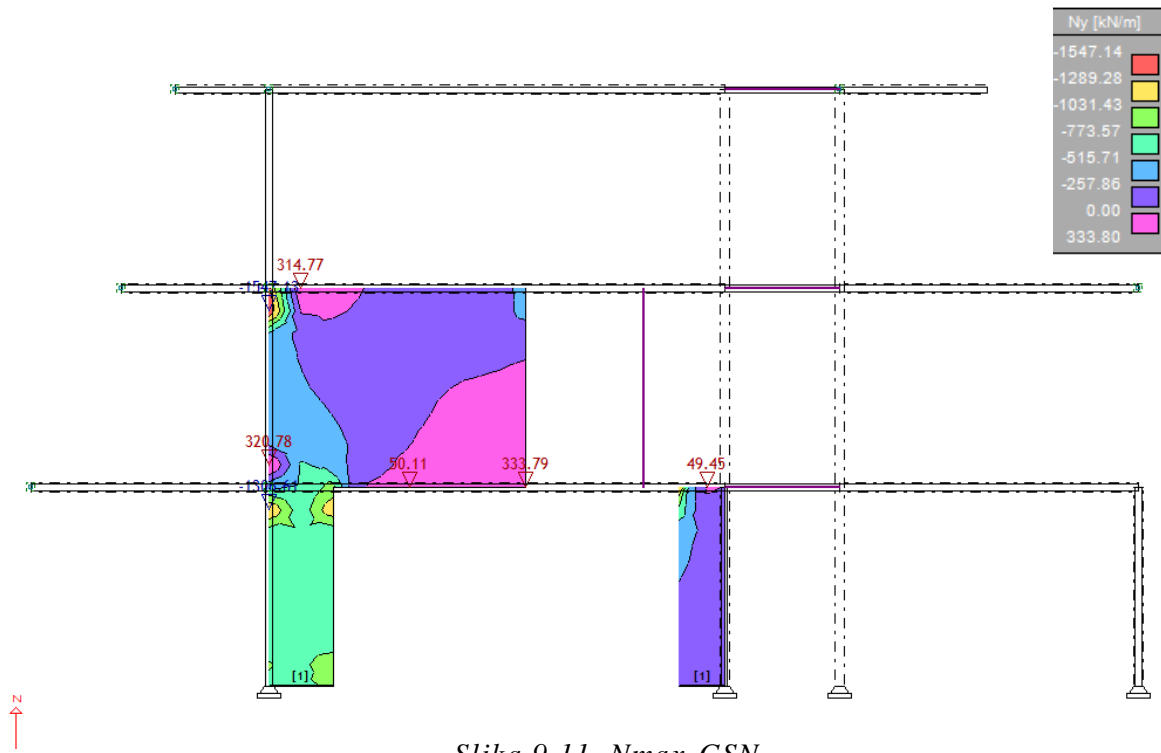


Slika 9.9. Prikaz pozicije karakterističnog zida u x smjeru

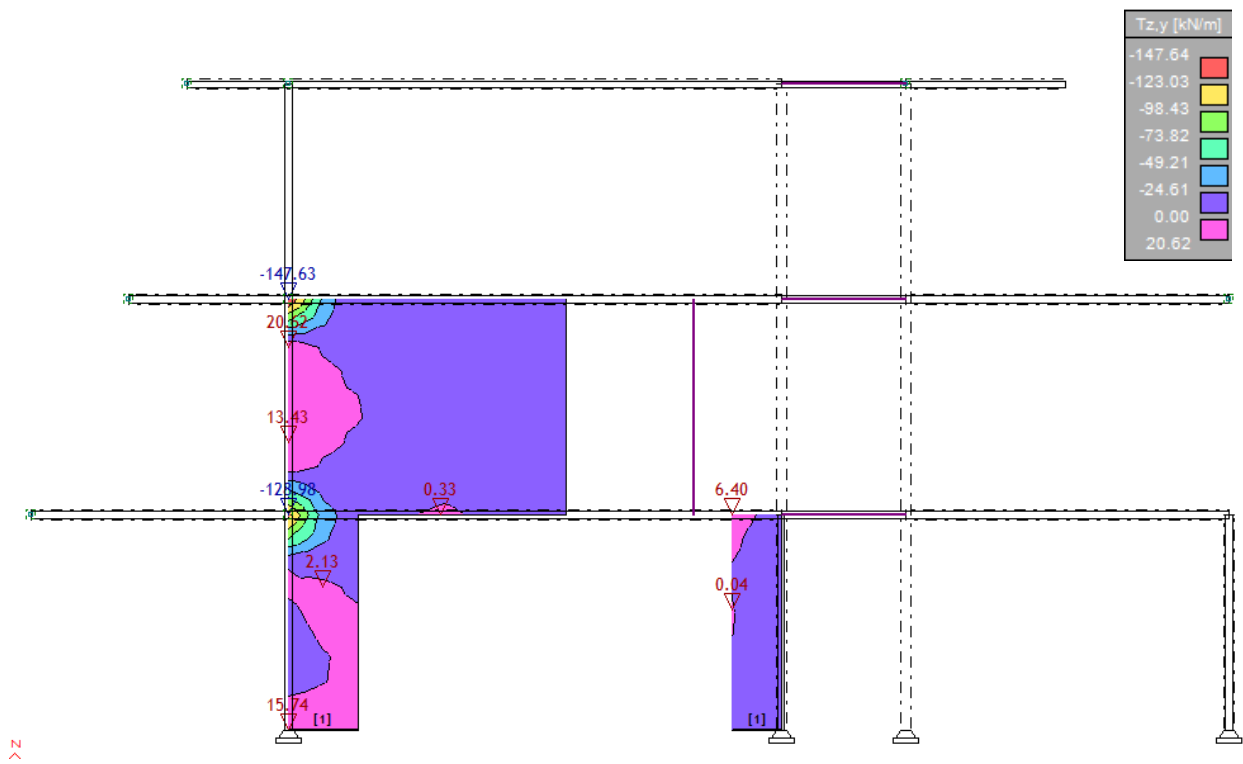
Uobičajena kombinacija:



Slika 9.10. Mmax-GSN

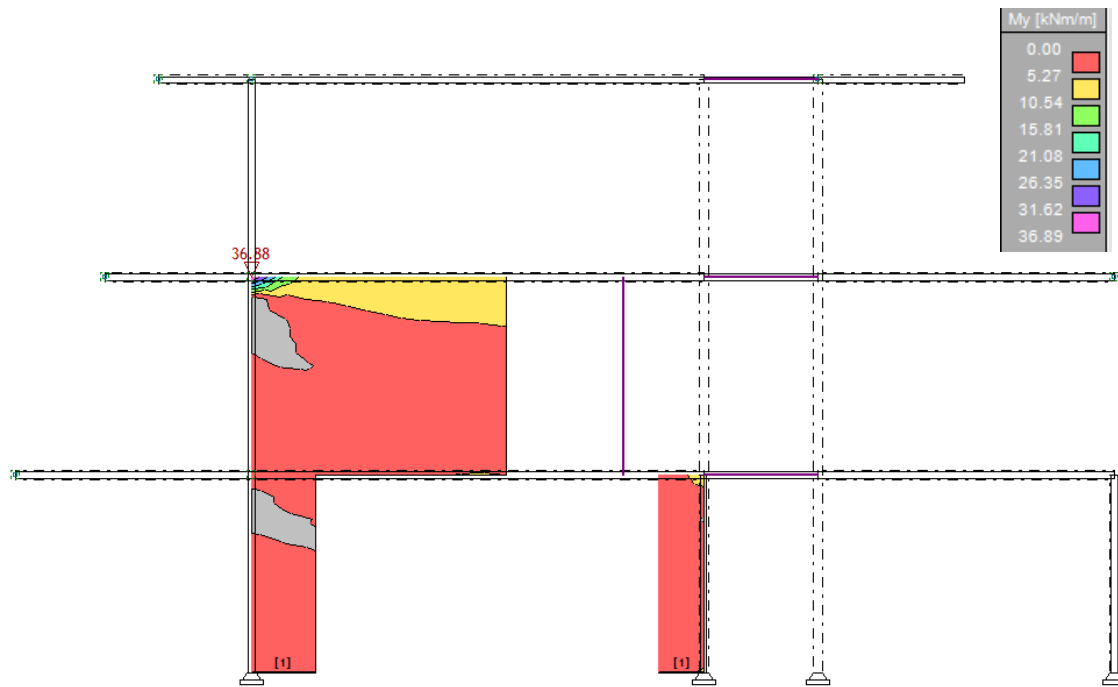


Slika 9.11.  $N_{max}$ -GSN

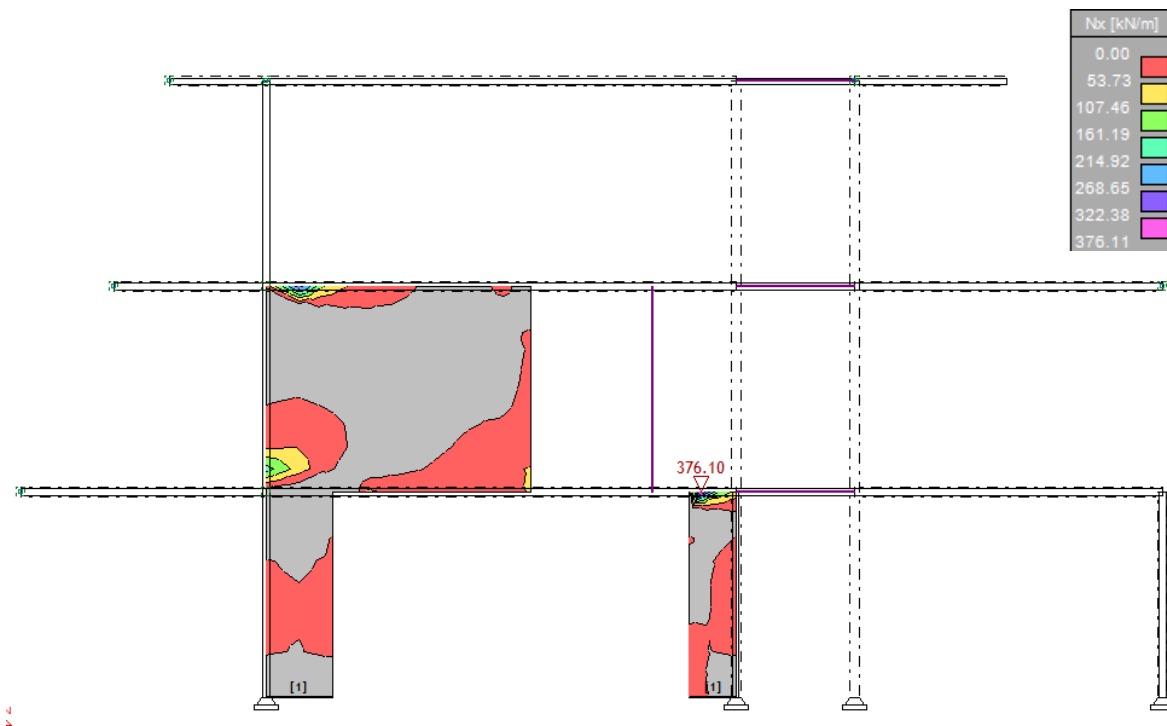


Slika 9.12.  $V_{max}$ -GSN

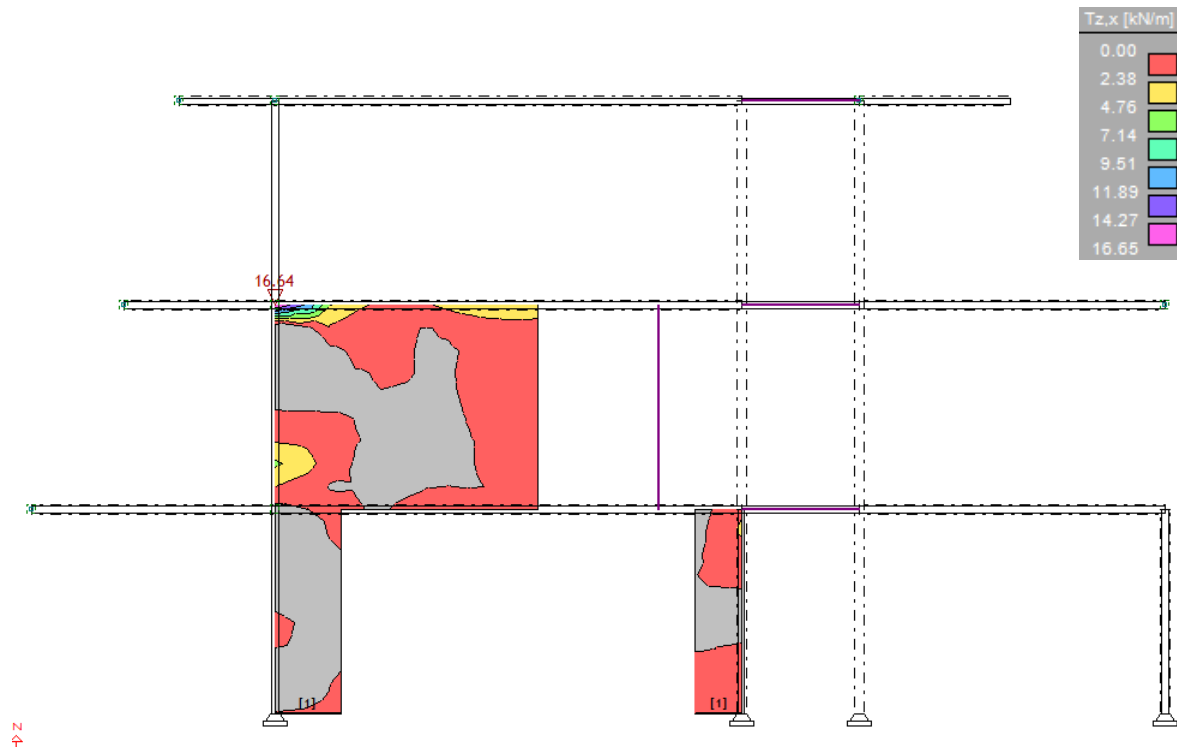
Izvanredna kombinacija:



Slika 9.13.  $M_{max-GSN, Sx}$



Slika 9.14.  $N_{max-GSN, Sx}$

Slika 9.15.  $V_{max}-GSN, S_x$ 

### Proračun seizmičkog zida

Geometrijske karakteristike zida:

$h_s$  - visina etaže →  $h_s=310$  cm

$b_w$  - debljina zida →  $b_w=20$  cm

$l_w$  - duljina zida →  $l_w=400$  cm

$h_w$  - visina zida →  $h_w=310$  cm

$n$  - broj etaža →  $n=3$

$d_1=3$  cm

$d=1$  cm

Duktilnost: DCM- srednja duktilnost (vitki zidovi ( $h_s/l_w$ )>2)

Faktor ponašanja:  $q=3,0$

Dužina rubnog serklaža:  $l_{c0} = \min \{0,15l_w; 1,50b_w\}$   $l_{c0} = 30,0$  cm

Uvjet za debljinu zida:  $b_{w0} \geq \min \{0,15 l_w; h_s/20\}$   $b_{w0} \geq 15,50$  cm

Vitkost zida:  $h_w/l_w=0,78 < 2$  zid nije vitak

Visina kritične zone:  $h_{cr} = \max \{l_w; h_w/6\}$   $h_{cr} = 400$  cm

GRADIVO:

**Beton:**

Klasa:	C25/30	
$f_{ck} =$	25	MPa
$f_{cd} =$	16,67	MPa
$t_{Rd} =$	0,34	MPa

**Armatura:**

Tip:	B 500B	
$f_{yk} =$	500	MPa
$f_{yd} =$	434,78	MPa

**Koeficijenti sigurnosti -  
materijala:**

$g_c =$	1,50
$g_s =$	1,15

### Proračun nosivosti na uzdužnu silu i moment

$$M_{Ed} = 40,86 \text{ kNm/m'}$$

$$N_{Ed} = 1547,14 \text{ kN/m'}$$

$$V_{Ed} = 147,64 \text{ kN/m'}$$

$$b = 20 \text{ cm} ; h = 400 \text{ cm} ; d = 394 \text{ cm}$$

Širina rubnog serklaža:

$$b_{w0} = \min \{0.15l_w; 1.50b_w\} = \min \{60; 30\} = 30,0 \text{ cm}$$

$$M_{Ed} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right) = 40,86 + 1547,14 \cdot \left(3,94 - \frac{4,0}{2}\right) = 3042,31 \text{ kNm}$$

Moment nosivosti jednostruko armiranog presjeka:

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

$$M_{Rd,lim} = 0,159 \cdot 20 \cdot 394^2 \cdot 1,67 = 8243,96 \text{ kNm/m} > M_{Ed}$$

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{304231}{20 \cdot 394^2 \cdot 1,67} = 0,059$$

$$\varepsilon_{s1} = 10\text{‰}; \varepsilon_{c2} = 1,5\text{‰}; \zeta = 0,953$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} - \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{304231}{0,953 \cdot 394 \cdot 43,48} - \frac{1547,14}{43,48} = -16,95 \text{ cm}^2$$

Potrebna minimalna površina uzdužne vlačne armature u rubovima zida:

$$A_{s1,min} = 0,15\% \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 20 \cdot 395 = 11,85 \text{ cm}^2$$

ODABRANA ARMATURA: 8 Ø 14 ( $A_s = 12,32 \text{ cm}^2$ )

### Proračun nosivosti na poprečnu silu

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

$\varepsilon \rightarrow$  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  $\varepsilon = q = 3,0$

$$V'_{Ed} = 3,0 \cdot 147,64 = 442,92 \text{ kN}$$

C 25/30  $f_{ck}=25 \text{ MPa}$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$$

### Lom tlačne dijagonale u zidu

$$V_{Ed} \leq V_{Rd2}$$

$$V_{Rd2} = \begin{cases} 0,4 \cdot \left(0,7 - \frac{f_{ck}}{200}\right) \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z & \rightarrow \text{u kritičnoj zoni} \\ 0,5 \cdot \left(0,7 - \frac{f_{ck}}{200}\right) \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z & \rightarrow \text{van kritične zone} \end{cases}$$

$$V_{Rd2} = \begin{cases} 0,4 \cdot (0,7 - 2,5/200) \cdot 1,67 \cdot 20 \cdot 0,9 \cdot 395 = 3265,27 \text{ kN} \\ 0,5 \cdot (0,7 - 2,5/200) \cdot 1,67 \cdot 20 \cdot 0,9 \cdot 395 = 4081,58 \text{ kN} \end{cases}$$

$$V_{Ed} = 147,64 \text{ kN} \leq V_{Rd2} (3265,27; 4081,58) \text{ kN}$$

Zid zadovoljava na slom tlačne dijagonale.

### Lom vlačne dijagonale u zidu

$$V_{Ed} \leq V_{Rd3}$$

Ovisno o koeficijentu smicanja.

Postupak ovisi o koeficijentu  $\alpha_s$ :

$$\alpha_s = \frac{M_{Ed}}{V_{Ed} \cdot l_w} = \frac{40,86}{147,64 \cdot 4,0} = 0,07$$

Primjenjuje se slijedeći postupak:

Ako je  $\alpha_s \leq 1,3$  koristi se izraz (i za vertikalnu i horizontalnu armaturu):

$$V_{Ed} \leq V_{Rd3} = [\rho_h \cdot f_{ywd} \cdot (\alpha_s - 0,3) + \rho_v \cdot f_{ywd} \cdot (1,3 - \alpha_s)] \cdot b_w \cdot z$$

Nosivost betona

Ako je  $N_{Ed}$  vlačna:

$$V_{cd}=0 \text{ u kritičnom području}$$

$$V_{cd} - \text{prema izrazu za poprečnu silu van kritičnog područja}$$

Ako je  $N_{Ed}$  tlačna:

$$V_{cd} = \tau_{Rd} \cdot (1,2 + 40\rho_v) \cdot b_w \cdot z \text{ u kritičnom području}$$

$$V_{cd} - \text{prema izrazu za poprečnu silu van kritičnog područja}$$

Minimalna armatura:

$$A_{s,min} = 0,15\% \cdot d \cdot 100$$

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

ODABRANA ARMATURA: Q-283 obostrano ( $A_s=5,66 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

Koeficijent armiranja vertikalnom i horizontalnom armaturom:

$$\rho_v = \rho_h = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{5,6}{20 \cdot 100} = 0,0028$$

$$V_{wd} = \rho_v \cdot f_{yw,d} \cdot b \cdot 0,9 \cdot d$$

$$V_{wd} = 0,0028 \cdot 43,48 \cdot 20 \cdot 0,9 \cdot 395 = 865,60 \text{ kN}$$

Nosivost betona i odabrane uzdužne armature:

$$V_{cd} = \tau_{rd} \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_v) \cdot b \cdot 0,9 \cdot d$$

$$V_{cd} = 0,34 \cdot (1,2 + 40 \cdot 0,0028) \cdot 20 \cdot 0,9 \cdot 395 = 3171,63 \text{ kN}$$

Ukupna nosivost vlačnih dijagonala hrpta:

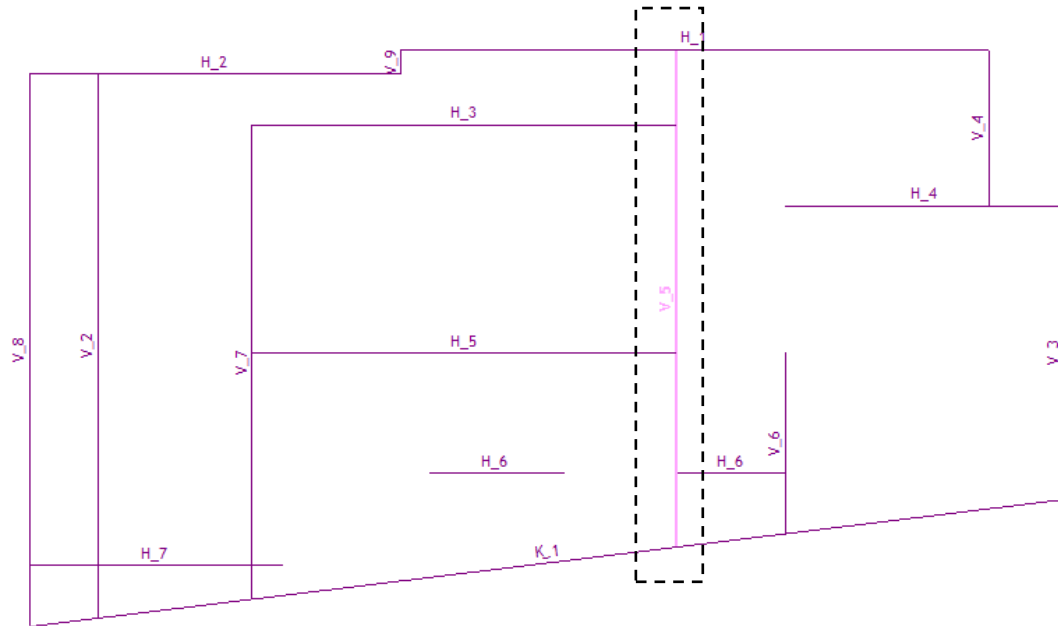
$$V_{Rd3} = V_{cd} + V_{wd} = 3171,63 + 865,60 = 4037,23 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 147,64 \text{ kN} < V_{Rd3} = 4037,23 \text{ kN}$$

-Zid zadovoljava na slom vlačne dijagonale.

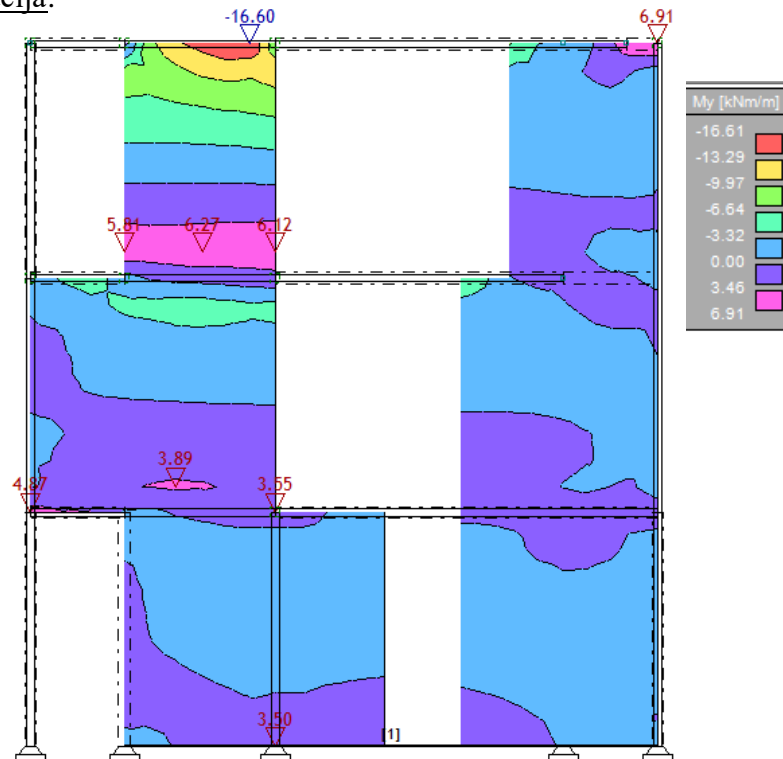


9.2.2 Proračun zida u y smjeru

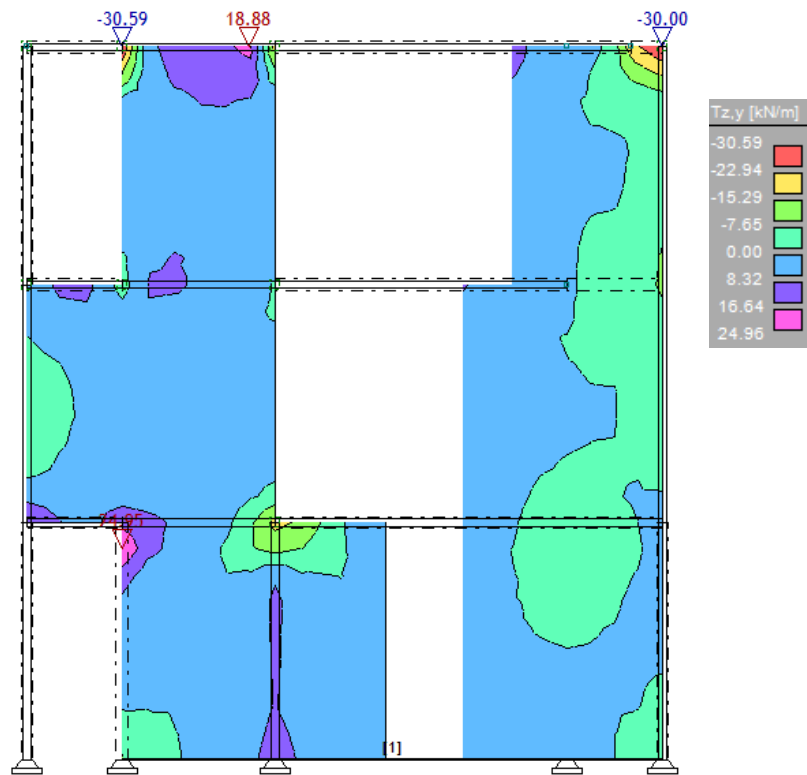


Slika 9.16. Prikaz pozicije karakterističnog zida u y smjeru

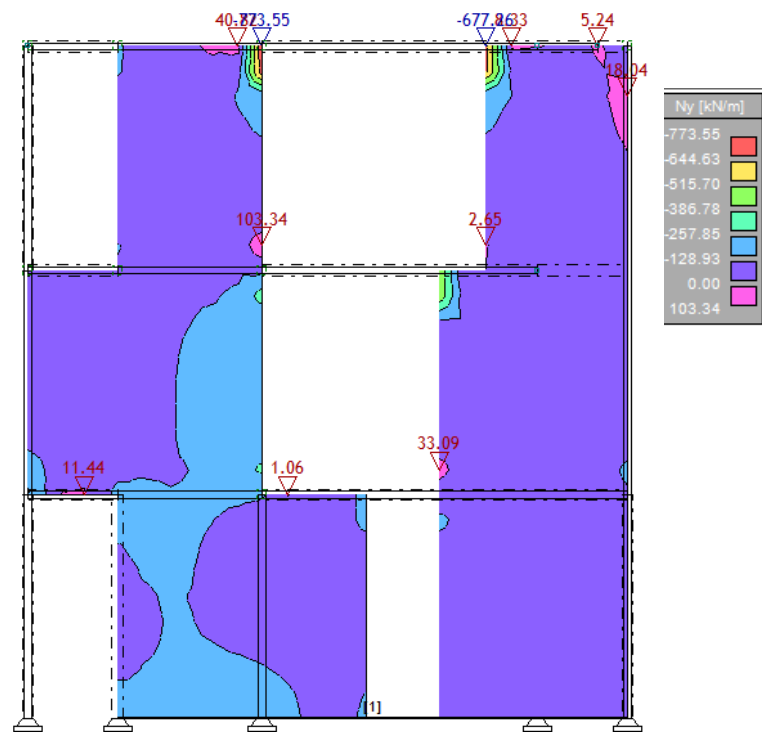
Uobičajena kombinacija:



Slika 9.17. Mmax-GSN

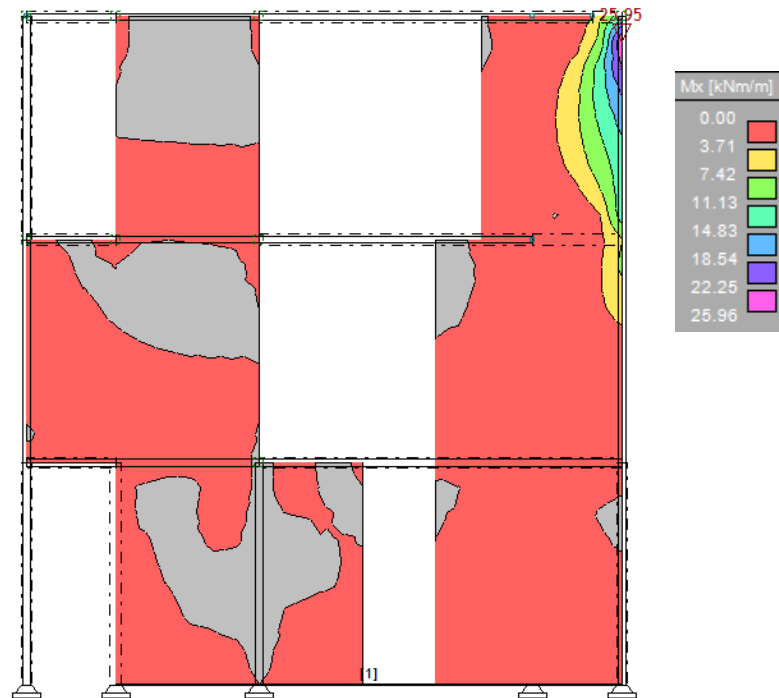


Slika 9.18.  $V_{max-GSN}$

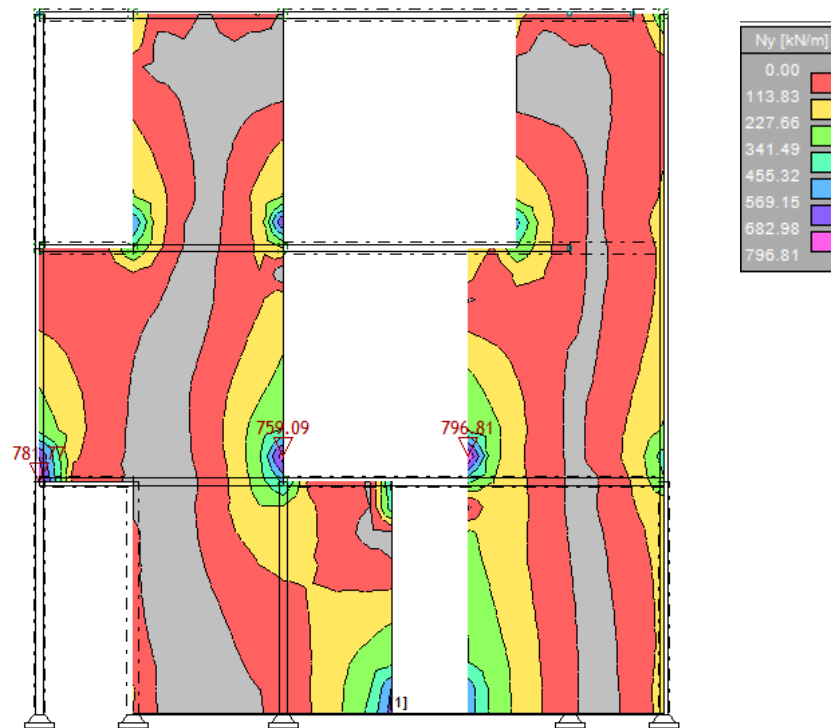


Slika 9.19.  $N_{max-GSN}$

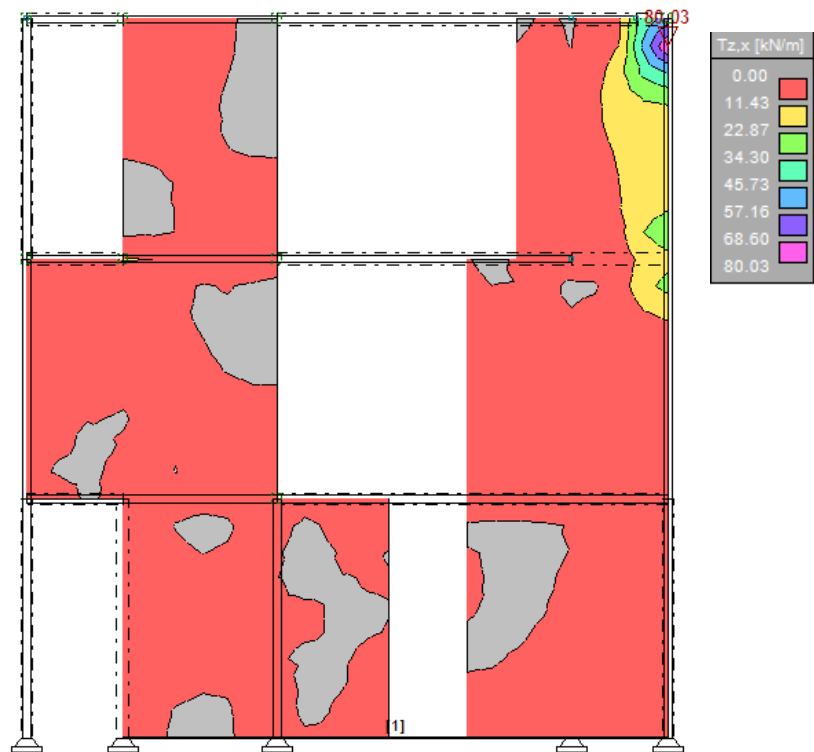
Izvanredna kombinacija:



Slika 9.20.  $M_{max-GSN,Sy}$



Slika 9.21.  $N_{max-GSN,Sy}$

Slika 9.22.  $V_{max}-G_{SN}, S_y$ 

### Proračun seizmičkog zida

Geometrijske karakteristike zida:

$h_s$  - visina etaže  $\rightarrow h_s=310$  cm

$b_w$  - debljina zida  $\rightarrow b_w=20$  cm

$l_w$  - duljina zida  $\rightarrow l_w= 580$  cm

$h_w$  - visina zida  $\rightarrow h_w=310$  cm

$n$  - broj etaža  $\rightarrow n=3$

$d_1= 3$  cm

$d= 1$  cm

Duktilnost: DCM- srednja duktilnost (vitki zidovi ( $h_s/l_w$ )>2

Faktor ponašanja:  $q= 3,0$

Dužina rubnog serklaža:  $l_{c0} = \min \{0,15l_w; 1,50b_w\}$   $l_{c0} = 30,0$  cm

Uvjet za debljinu zida:  $b_{w0} \geq \min \{0,15 l_w; h_s/20\}$   $b_{w0} \geq 15,15$  cm

Vitkost zida:  $h_w/l_w=0,53 < 2$  zid nije vitak

Visina kritične zone:  $h_{cr} = \max \{l_w; h_w/6\}$   $h_{cr} = 580$  cm

GRADIVO:

**Beton:**

Klasa:	C25/30	
$f_{ck} =$	25	MPa
$f_{cd} =$	16,67	MPa
$t_{Rd} =$	0,34	MPa

**Armatura:**

Tip:	B 500B	
$f_{yk} =$	500	MPa
$f_{yd} =$	434,78	MPa

**Koeficijenti sigurnosti -  
materijala:**

$g_c =$	1,50
$g_s =$	1,15

### Proračun nosivosti na uzdužnu silu i moment

$$M_{Ed} = 26,96 \text{ kNm/m'}$$

$$N_{Ed} = 796,81 \text{ kN/m'}$$

$$V_{Ed} = 80,03 \text{ kN/m'}$$

$$b = 20 \text{ cm} ; h = 580 \text{ cm} ; d = 574 \text{ cm}$$

Širina rubnog serklaža:

$$b_{w0} = \min \{0.15l_w; 1.50b_w\} = \min \{87; 30\} = 30,0 \text{ cm}$$

$$M_{Ed} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right) = 26,96 + 796,81 \cdot \left(5,74 - \frac{5,8}{2}\right) = 2289,90 \text{ kNm}$$

Moment nosivosti jednostruko armiranog presjeka:

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

$$M_{Rd,lim} = 0,159 \cdot 20 \cdot 574^2 \cdot 1,67 = 17497,15 \text{ kNm/m} > M_{Ed}$$

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{228990}{20 \cdot 574^2 \cdot 1,67} = 0,021$$

$$\varepsilon_{s1} = 10\text{‰}; \varepsilon_{c2} = 0,9 \text{‰}; \zeta = 0,971$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} - \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{228990}{0,971 \cdot 574 \cdot 43,48} - \frac{796,81}{43,48} = -8,88 \text{ cm}^2$$

Potrebna minimalna površina uzdužne vlačne armature u rubovima zida:

$$A_{s1,min} = 0,15\% \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 20 \cdot 574 = 17,22 \text{ cm}^2$$

ODABRANA ARMATURA: 12 Ø 14 ( $A_s = 18,47 \text{ cm}^2$ )

### Proračun nosivosti na poprečnu silu

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

$\varepsilon \rightarrow$  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  $\varepsilon = q = 3,0$

$$V'_{Ed} = 3,0 \cdot 80,03 = 240,09 \text{ kN}$$

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

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$$

### Lom tlačne dijagonale u zidu

$$V_{Ed} \leq V_{Rd2}$$

$$V_{Rd2} = \begin{cases} 0,4 \cdot \left(0,7 - \frac{f_{ck}}{200}\right) \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z & \rightarrow \text{u kritičnoj zoni} \\ 0,5 \cdot \left(0,7 - \frac{f_{ck}}{200}\right) \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z & \rightarrow \text{van kritične zone} \end{cases}$$

$$V_{Rd2} = \begin{cases} 0,4 \cdot (0,7 - 2,5/200) \cdot 1,67 \cdot 20 \cdot 0,9 \cdot 574 = 4744,97 \text{ kN} \\ 0,5 \cdot (0,7 - 2,5/200) \cdot 1,67 \cdot 20 \cdot 0,9 \cdot 574 = 5931,21 \text{ kN} \end{cases}$$

$$V_{Ed} = 80,03 \text{ kN} \leq V_{Rd2}(4744,97; 5931,21) \text{ kN}$$

Zid zadovoljava na slom tlačne dijagonale.

### Lom vlačne dijagonale u zidu

$$V_{Ed} \leq V_{Rd3}$$

Ovisno o koeficijentu smicanja.

Postupak ovisi o koeficijentu  $\alpha_s$ :

$$\alpha_s = \frac{M_{Ed}}{V_{Ed} \cdot l_w} = \frac{25,96}{80,03 \cdot 5,8} = 0,056$$

Primjenjuje se slijedeći postupak:

Ako je  $\alpha_s \leq 1,3$  koristi se izraz (i za vertikalnu i horizontalnu armaturu):

$$V_{Ed} \leq V_{Rd3} = [\rho_h \cdot f_{ywd} \cdot (\alpha_s - 0,3) + \rho_v \cdot f_{ywd} \cdot (1,3 - \alpha_s)] \cdot b_w \cdot z$$

### Nosivost betona

Ako je  $N_{Ed}$  vlačna:

$$V_{cd}=0 \text{ u kritičnom području}$$

$V_{cd}$ – prema izrazu za poprečnu silu van kritičnog područja

Ako je  $N_{Ed}$  tlačna:

$$V_{cd} = \tau_{Rd} \cdot (1,2 + 40\rho_v) \cdot b_w \cdot z \text{ u kritičnom području}$$

$V_{cd}$ – prema izrazu za poprečnu silu van kritičnog područja

Minimalna armatura:

$$A_{s,min} = 0,15\% \cdot d \cdot 100$$

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

ODABRANA ARMATURA: Q-283 obostrano ( $A_s=5,66 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

Koeficijent armiranja vertikalnom i horizontalnom armaturom:

$$\rho_v = \rho_h = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{5,6}{20 \cdot 100} = 0,0028$$

$$V_{wd} = \rho_v \cdot f_{yw,d} \cdot b \cdot 0,9 \cdot d$$

$$V_{wd} = 0,0028 \cdot 43,48 \cdot 20 \cdot 0,9 \cdot 574 = 1257,86 \text{ kN}$$

Nosivost betona i odabrane uzdužne armature:

$$V_{cd} = \tau_{rd} \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_v) \cdot b \cdot 0,9 \cdot d$$

$$V_{cd} = 0,34 \cdot (1,2 + 40 \cdot 0,0028) \cdot 20 \cdot 0,9 \cdot 574 = 4608,90 \text{ kN}$$

Ukupna nosivost vlačnih dijagonala hrpta:

$$V_{Rd3} = V_{cd} + V_{wd} = 4608,90 + 1257,86 = 5866,76 \text{ kN}$$

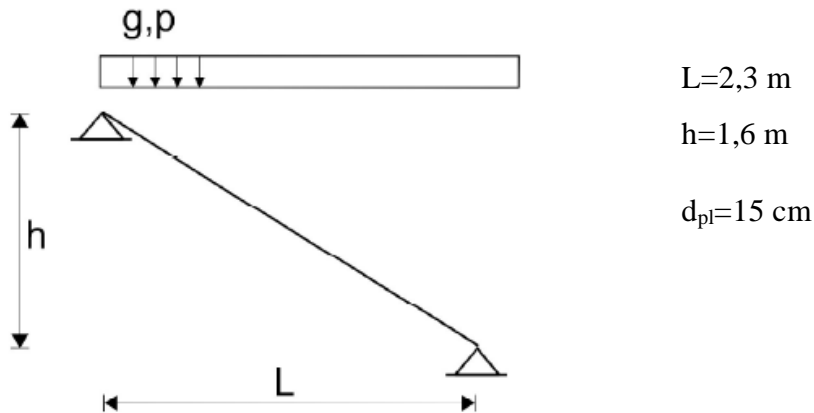
$$V_{Ed} = 80,03 \text{ kN} < V_{Rd3} = 5866,76 \text{ kN}$$

-Zid zadovoljava na slom vlačne dijagonale.



## 10. DIMENZIONIRANJE STUBIŠTA

### 10.1 Dimenzioniranje stubišta na moment savijanja



Opterećenje:

- dodatno stalno opterećenje:  $\Delta g = 6.50 / \cos 31^\circ = 7.58 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
- pokretno opterećenje:  $q = 3,0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

---


$$\text{Računsko opterećenje: } 1,35 \cdot 7,58 + 1,5 \cdot 3,0 = 14,73 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$M_{polje} = \frac{14,73 \cdot 2,3^2}{8} = 9,74 \text{ kNm/m'}$$

$$\text{Beton: C25/30} \rightarrow f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}; f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Armatura: B 500B} \rightarrow f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ MPa}; f_{yd} = 43.5 \text{ kN/cm}^2$$

$$M_{Ed} = 14,73 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{974}{100 \cdot 12^2 \cdot 1.67} = 0.041$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{974}{0.962 \cdot 12 \cdot 43.48} = 1.94 \text{ cm}^2/\text{m'}$$

Odabrana armatura: Q-385 ( $A_s = 3.85 \text{ cm}^2/\text{m'}$ )

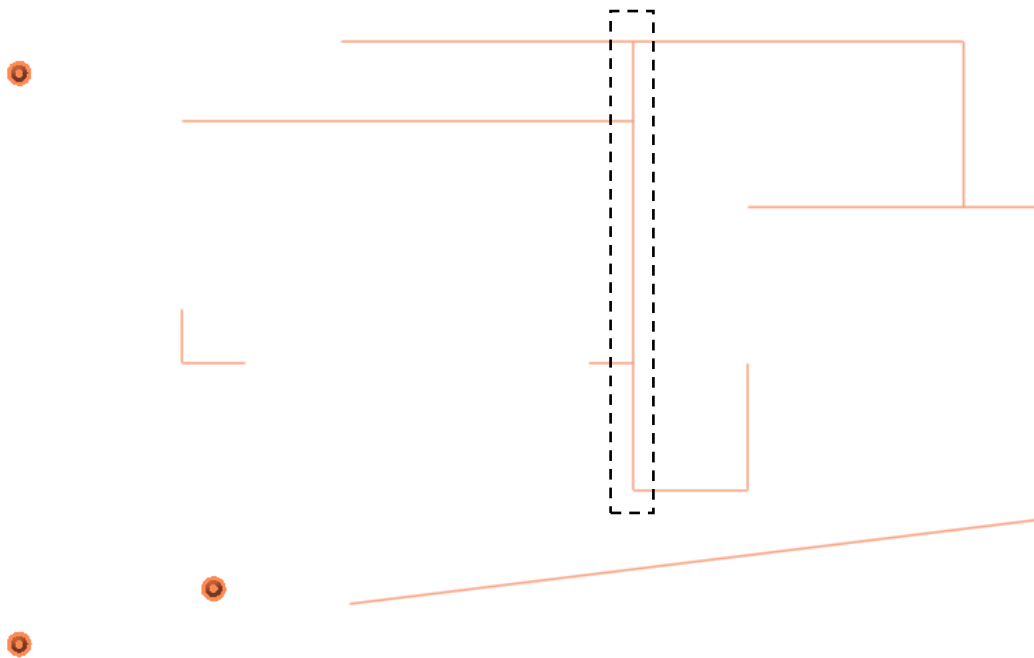
**Napomena:** Spojeve krak/podest ojačati s armaturom  $\varnothing 10/15$ . Elastični nosač na spoju krak/podest armirati s  $2 \times 3 \varnothing 14$  te vilicama  $\varnothing 8/20 \text{ cm}$ .

## 11. DIMENZIONIRANJE TEMELJA

Temelji se izvode kao temeljne trake ispod zidova. Temeljne trake usvojene su istih dimenzija, osim temeljnih traka u rubovima gdje dolazi do proširenja temeljnih traka. Proračun je proveden na način da smo za uobičajenu i izvanrednu kombinaciju dobili rezne sile i kao mjerodavne usvojili one sa najvećom vrijednošću. Svi temelji su izvedeni iz betona klase C30/37 i armirani armaturom B500B.

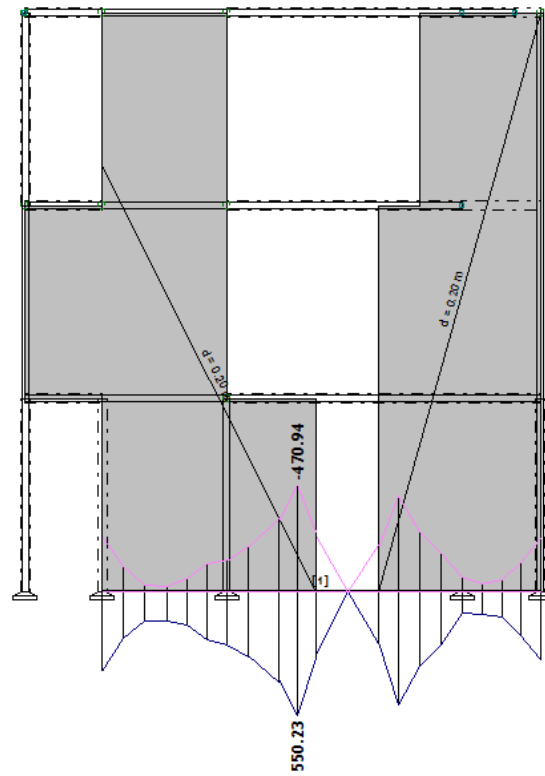
### 11.1 Proračun trakastog temelja

#### 11.1.1 Rezne sile

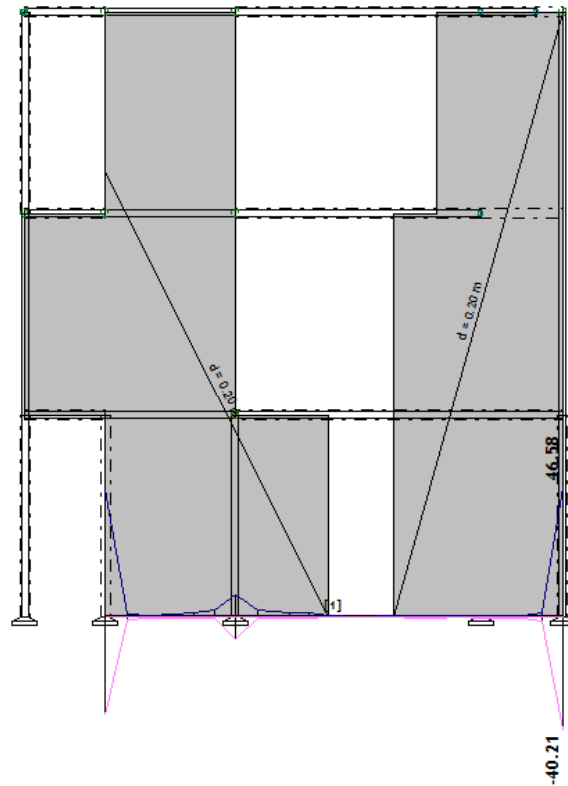


Slika 11.1. Položaj mjerodavnog zida

Anvelopa opterećenja:



Slika 11.2. Anvelopa opterećenja- $F_z$  (kN)



Slika 11.3. Anvelopa opterećenja- $M_x$  (kNm)

## 11.1.2 Dimenzioniranje temeljne trake

Dopušteno naprezanje u tlu:  $\sigma_{dop} = 400 \text{ kN/m}^2$

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

$$\text{Armatura: B 500 B} \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1,5} = 333,33 \text{ MPa}; f_{yd} = 33,3 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

Odabrana visina temelja  $h = 0,6 \text{ m}$

Duljina temelja  $l = 7,05 \text{ m}$

Maksimalno tlačno naprezanje mora biti manje od dopuštenog:

$$\sigma_{1,2} = \frac{N_{Ed}}{A} \pm \frac{M_{Ed}}{W} < \sigma_{dop}$$

$$A = B \cdot 7,05$$

$$W = \frac{B \cdot l^2}{6}$$

$$N_{Ed} = N_{max} + N_T = 550,23 + B \cdot h \cdot l \cdot \gamma_{bet} = 550,23 + B \cdot 0,6 \cdot 7,05 \cdot 25 \\ = 550,23 + 105,75 \cdot B$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{550,23 + 105,75 \cdot B}{B \cdot 7,05} \pm \frac{46,58}{\frac{B \cdot 7,05^2}{6}} < 400 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{550,23 + 105,75 \cdot B}{B \cdot 7,05} \pm \frac{279,48}{B \cdot 7,05^2} < 400 \text{ kN/m}^2$$

$$B > 0,21 \text{ m}$$

$$B_{odabrano} = 0,60 \text{ m}$$

Dimenzije trakastog temelja :  $B = 0,6 \text{ m}, h = 0,6 \text{ m}$

$$\sigma_{1,2} = \frac{550,23 + 46,58 \cdot 0,6}{0,6 \cdot 7,05} \pm \frac{279,48}{0,6 \cdot 7,09^2} < 400 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_1 = 146,06 < 400 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_2 = 127,31 < 400 \text{ kN/m}^2$$

$$M'_{Ed} = \sigma' \cdot \frac{b'^2}{2} \cdot 0,6 + (\sigma_1 - \sigma') \cdot \frac{2 \cdot b'^2 \cdot 0,6}{6}$$

$$M'_{Ed} = 136,685 \cdot \frac{0,2^2}{2} \cdot 0,6 + (146,06 - 127,31) \cdot \frac{2 \cdot 0,2^2 \cdot 0,6}{6} = 1,79 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1,79 \cdot 100}{60 \cdot 55^2 \cdot 2,0} = 0,001$$

Očitano:  $\varepsilon_{s1} = 10\text{‰}$  ;  $\varepsilon_{c2} = 0,2\text{‰}$  ;  $\zeta = 0,993$  ;  $\xi = 0,020$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1,79 \cdot 100}{0,993 \cdot 55 \cdot 43,5} = 0,075 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s1,\min} = 0,1\% \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 60 \cdot 60 = 3,6 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,\max} = 2,0\% \cdot b \cdot h = 0,02 \cdot 60 \cdot 60 = 72 \text{ cm}^2$$

**ODABRANA ARMATURA:**  $4\phi 12$  ( $A_s = 4,52 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

**Napomena:** Temelje armirati na slijedeći način:

-Gornju i donju zonu temelja armirati uzdužnim šipkama  $2 \times 4\phi 12$ , razdjelnom armaturom  $2\phi 12$  te vilicama  $\phi 8/20 \text{ cm}$ .

-Na mjestima proširenja i produbljenja, temelje armirati kako je predviđeno armaturnim nacrtom.

## 12. PRORAČUN I DIMENZIONIRANJE PODNE PLOČE

Podna ploča je monolitna armirano-betonska predviđena debljine  $d=10$  cm. Izvedena je iz betona klase C 25/30 te armirana armaturom B500B.

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

$$\text{Armatura: B 500 B} \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1,5} = 333,33 \text{ MPa} ; f_{yd} = 33,33 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

Podne ploče na tlu armirati minimalnom armaturom:

$$A_{s,min} \geq 0,6 \cdot b \cdot \frac{d}{f_{yk}} \geq 0,0015 \cdot b \cdot d \rightarrow 0,0015 \cdot 100 \cdot 7 = 1,05 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

ODABRANA ARMATURA: Q – 188 ( $A_s = 1,88 \text{ cm}^2$ )

**Napomena:** Izvesti radne reške prema pravilima struke (max. površina  $25 \text{ m}^2$ )

Također izvesti hidroizolaciju ispod podne ploče.

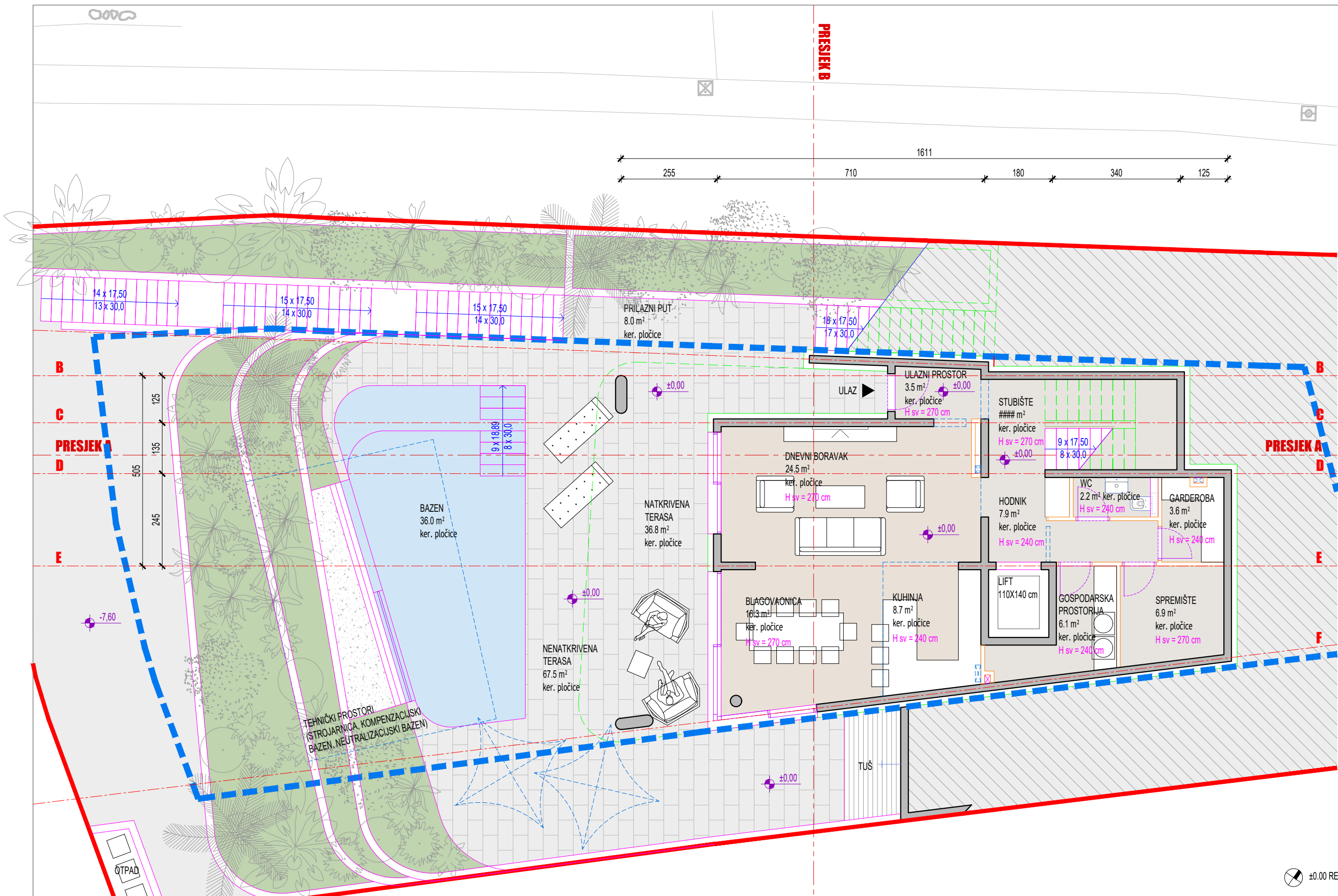
### 13. GRAFIČKI PRILOZI

<i>Br.</i>	<i>Naziv nacрта</i>	<i>Vrsta projekta</i>	<i>Mjerilo</i>
1.	Tlocrt prizemlja	Arhitektonski projekt	1:100
2.	Tlocrt 1.kata	Arhitektonski projekt	1:100
3.	Tlocrt 2.kata	Arhitektonski projekt	1:100
4.	Tlocrt krova	Arhitektonski projekt	1:100
5.	Presjek A	Arhitektonski projekt	1:100
6.	Presjek B	Arhitektonski projekt	1:100
7.	Sjeverno i istočno pročelje	Arhitektonski projekt	1:100
8.	Južno pročelje	Arhitektonski projekt	1:100
9.	Zapadno pročelje	Arhitektonski projekt	1:100
10.	POZ000-Konstrukcija temelja	Glavni projekt konstrukcije	1:100
11.	POZ100-Konstrukcija prizemlja	Glavni projekt konstrukcije	1:100
12.	POZ200-Konstrukcija 1.kata	Glavni projekt konstrukcije	1:100
13.	POZ300-Konstrukcija 2.kata	Glavni projekt konstrukcije	1:100
14.	POZ000-Armatura temelja	Izvedbeni projekt konstrukcije	1:50/25
15.	POZ000-Ankeri i podna ploča	Izvedbeni projekt konstrukcije	1:50/25
16.	POZ100-Armatura zidova i greda	Izvedbeni projekt konstrukcije	1:50
17.	POZ100-Donja zona AB ploče	Izvedbeni projekt konstrukcije	1:50/25
18.	POZ100-Gornja zona AB ploče	Izvedbeni projekt konstrukcije	1:50
19.	POZ200-Armatura zidova i greda	Izvedbeni projekt konstrukcije	1:50
20.	POZ200-Donja zona AB ploče	Izvedbeni projekt konstrukcije	1:50/25
21.	POZ200-Gornja zona AB ploče	Izvedbeni projekt konstrukcije	1:50
22.	POZ300-Armatura zidova i greda	Izvedbeni projekt konstrukcije	1:50
23.	POZ300-Donja zona AB ploče	Izvedbeni projekt konstrukcije	1:50/25
24.	POZ300-Gornja zona AB ploče	Izvedbeni projekt konstrukcije	1:50/25
25.	Armatura stubišta	Izvedbeni projekt konstrukcije	1:50

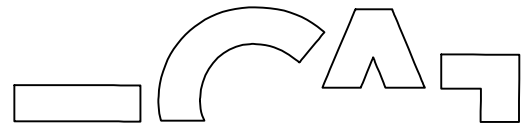
## **14. LITERATURA**

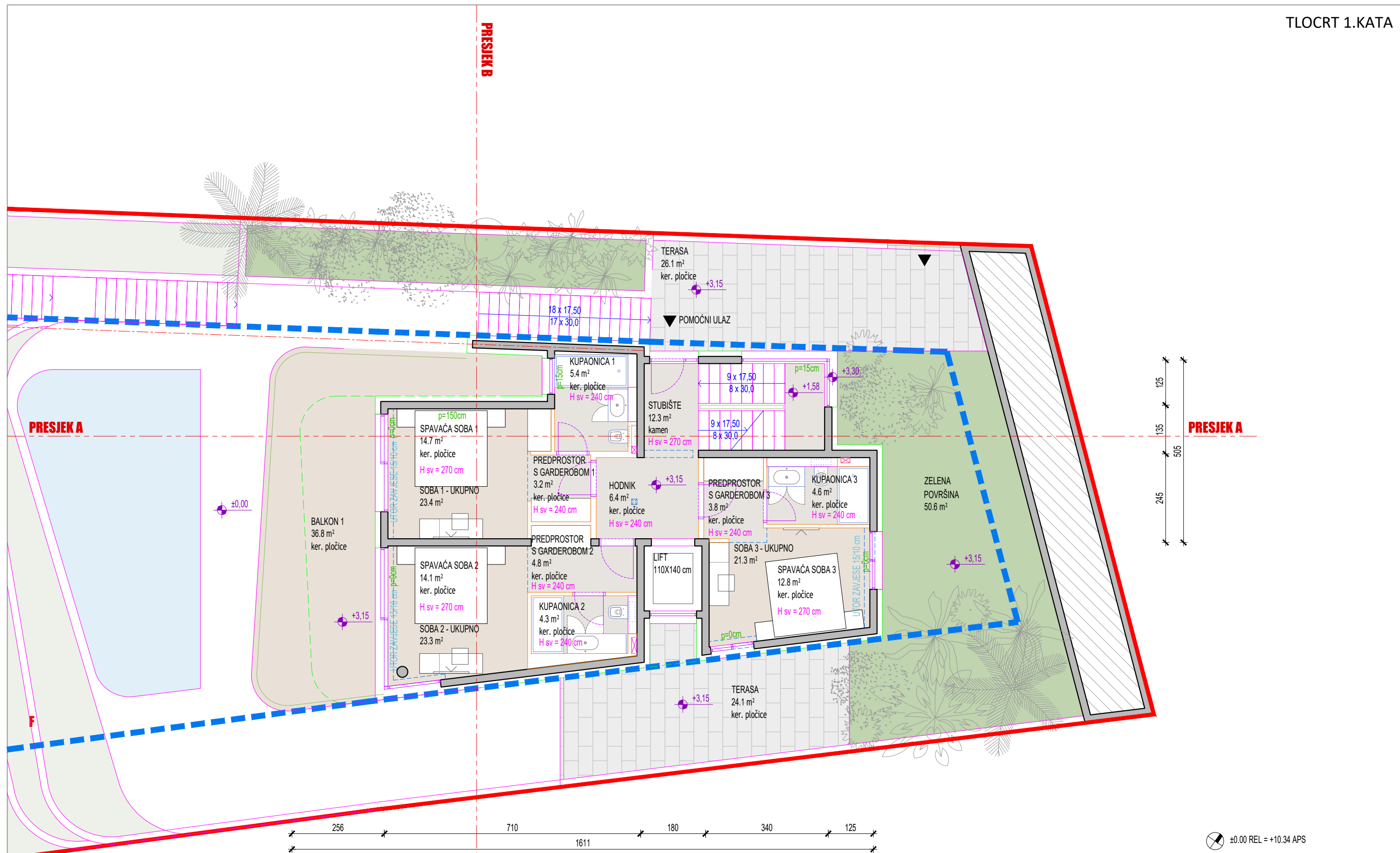
- (1) Harapin, J.Radnić: OSNOVE BETONSKIH KONSTRUKCIJA, INTERNA SKRIPTA
- (2) I. Tomičić : BETONSKE KONSTRUKCIJE -3. izmijenjeno i dopunjeno izdanje, Zagreb 1996
- (3) EN 1990:2008 Eurokod- osnove projektiranja konstrukcija (EN 1990:2008+A1:2005+AC:2008)
- (4) EN 1991: Eurokod 1 – Djelovanja na konstrukciju
- (5) EN 1992-1-1:2008 Eurokod 2 – Projektiranje betonskih konstrukcija –Dio 1-1 :Opća pravila i pravila za zgrade
- (6) EN 1998:2008 Eurokod 8 –Projektiranje konstrukcija otpornih na potres-1.dio

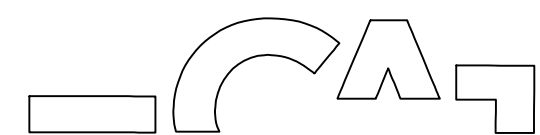




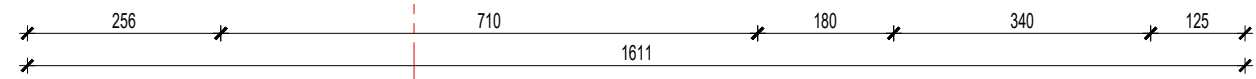
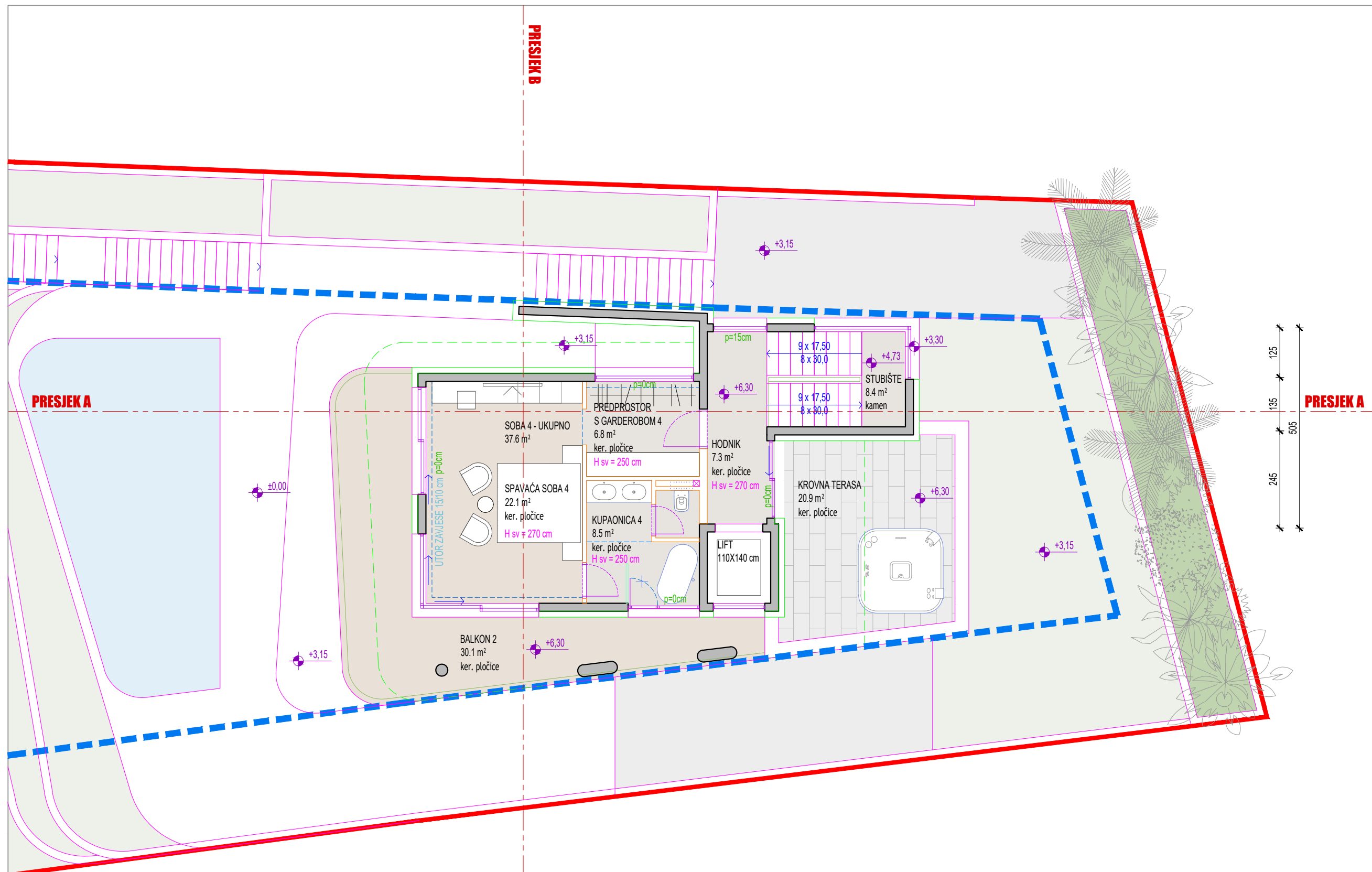
±0.00 REL = +10.34 APS

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	<b>TLOCRT PRIZEMLJA</b>			
	Investitor:		FGAG, Matice Hrvatske 15, 21000 Split	
	Građevina:		Kuća ZORICA VINIŠĆE	
	Lokacija:		k.č.z. 8275/48 k.o. Vinišće	
	Nivo i vrsta projekta: <b>ARHITEKTONSKI PROJEKT</b>			
Projektant konstrukcije:	Mjerilo:	Datum:	List:	
Jelena Galić	1:100	srpanj 2022.	<b>1</b>	

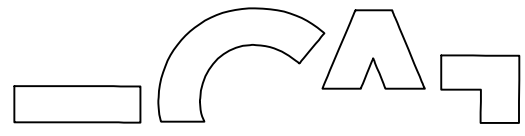


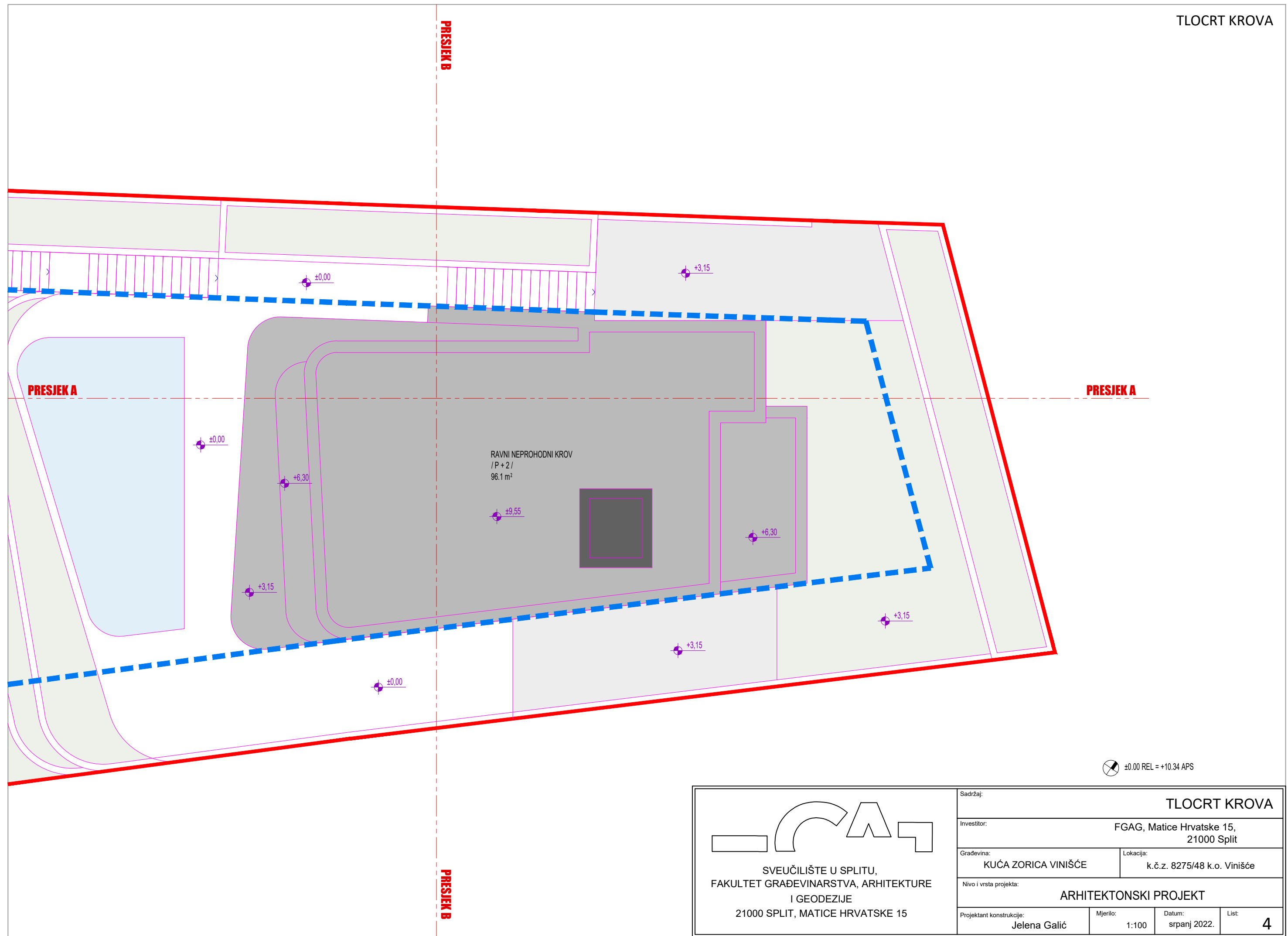
 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>		Sadržaj:		TLOCRT 1.KATA		
		Investitor:		FGAG, Matice Hrvatske 15, 21000 Split		
Građevina:		Kuća Zorica Vinišće		Lokacija: k.č.z. 8275/48 k.o. Vinišće		
Nivo i vrsta projekta:		ARHITEKTONSKI PROJEKT				
Projektant konstrukcije:	Jelena Galić	Mjerilo:	1:100	Datum:	srpanj 2022.	
					List:	2

**PRESEK B**



±0.00 REL = +10.34 APS

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>		Sadržaj:		<b>TLOCRT 2.KATA</b>	
		Investitor:		FGAG, Matice Hrvatske 15, 21000 Split	
Građevina:		Kuća Zorica Vinišće		Lokacija:	
				k.č.z. 8275/48 k.o. Vinišće	
Nivo i vrsta projekta:		<b>ARHITEKTONSKI PROJEKT</b>			
Projektant konstrukcije:	Jelena Galić	Mjerilo:	1:100	Datum:	srpanj 2022.
					List: <b>3</b>



RAVNI NEPROHODNI KROV  
/ P + 2 /  
96.1 m<sup>2</sup>

±0.00 REL = +10.34 APS

SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE  
I GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

Sadržaj:				<b>TLOCRT KROVA</b>	
Investitor:				FGAG, Matice Hrvatske 15, 21000 Split	
Građevina:		Kuća ZORICA VINIŠĆE		Lokacija:	
				k.č.z. 8275/48 k.o. Vinišće	
Nivo i vrsta projekta:				<b>ARHITEKTONSKI PROJEKT</b>	
Projektant konstrukcije:		Mjerilo:	Datum:	List:	
Jelena Galić		1:100	srpanj 2022.	4	



PRESJEK B

PRESJEK B

/ RAVNI NEPROHODNI KROV / +9,55

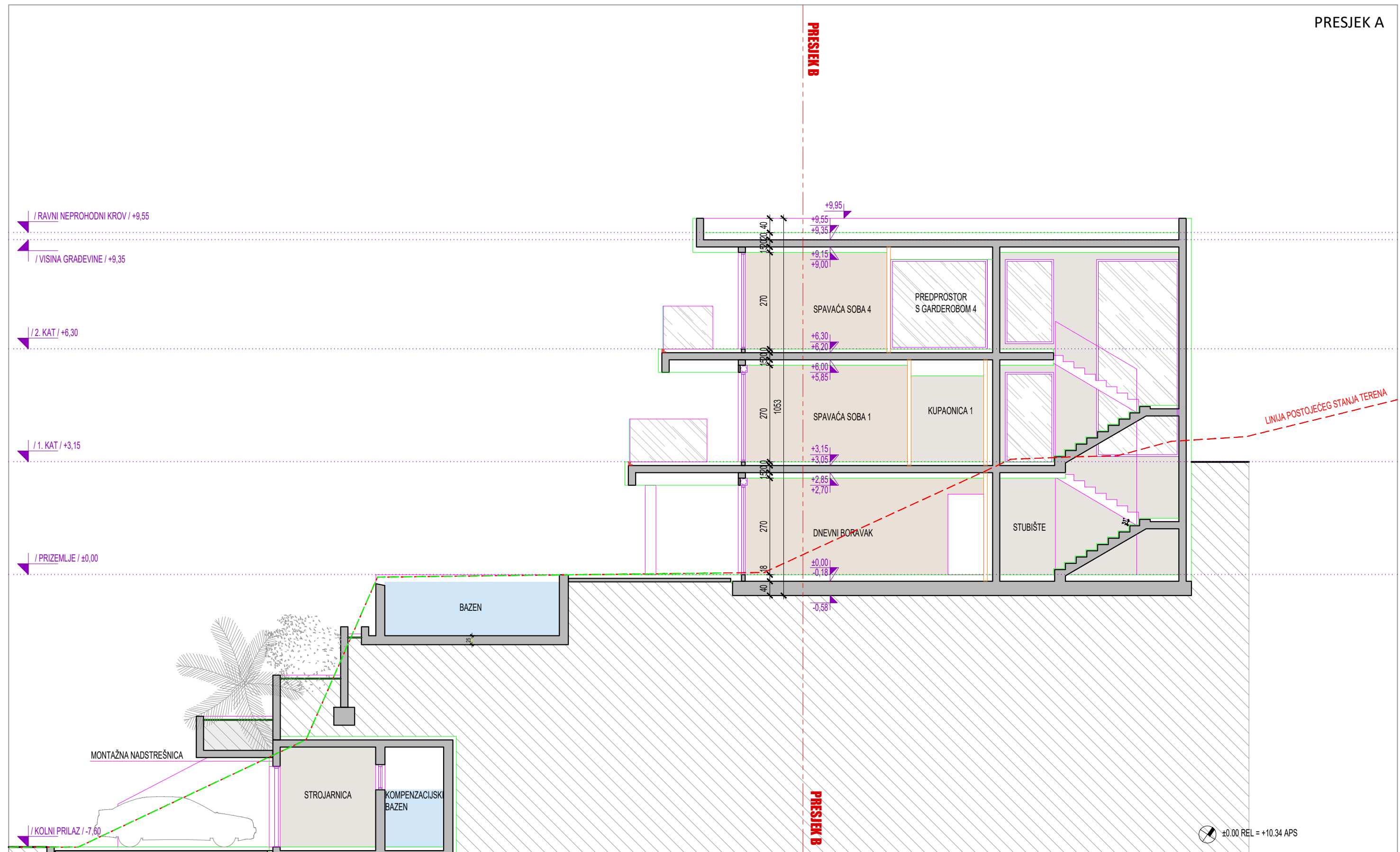
/ VISINA GRAĐEVINE / +9,35

/ 2. KAT / +6,30

/ 1. KAT / +3,15

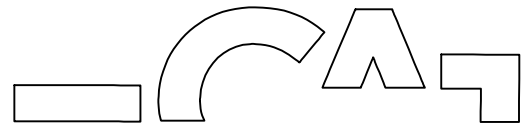
/ PRIZEMLJE / ±0,00

/ KOLNI PRILAZ / -7,60



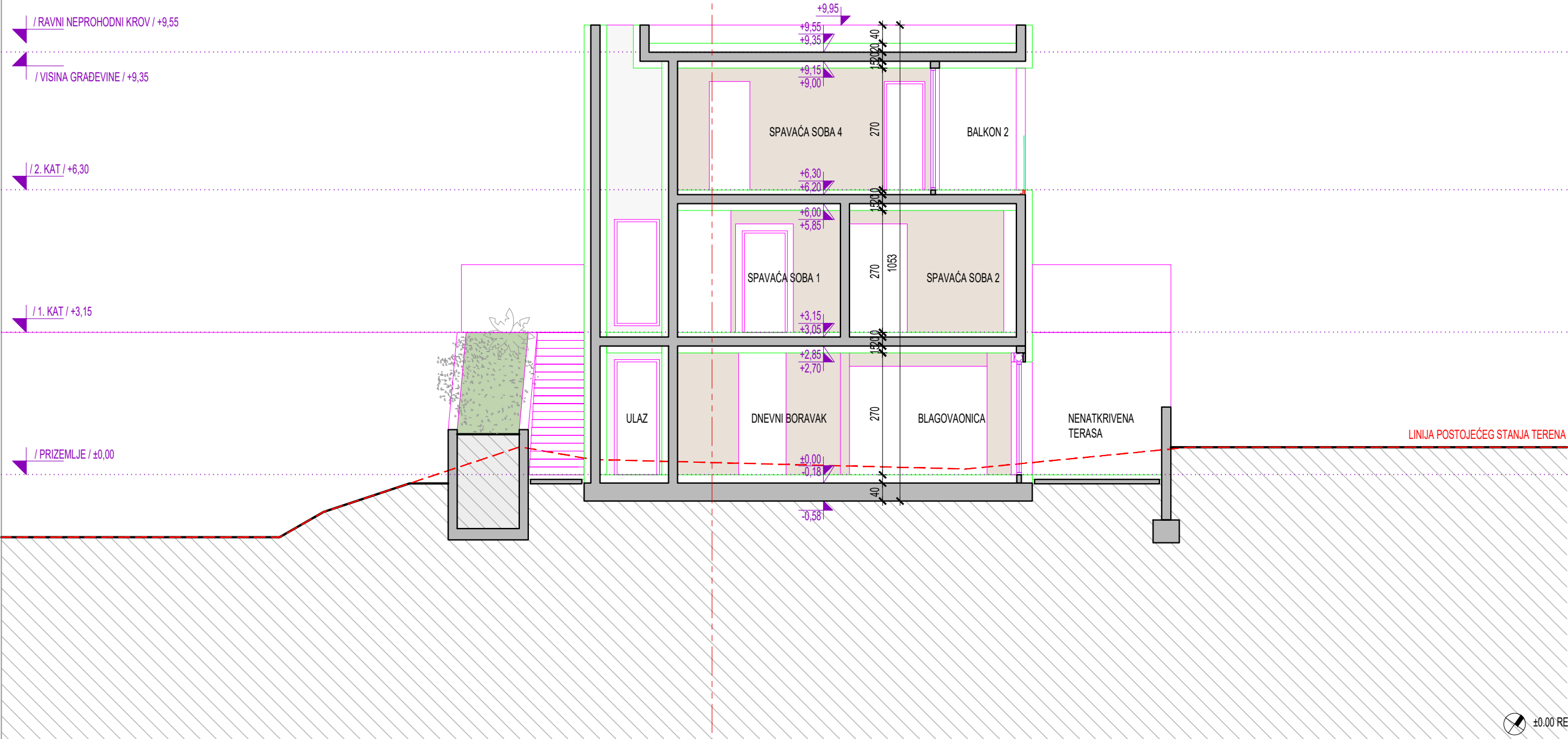
LINIJA POSTOJEĆEG STANJA TERENA

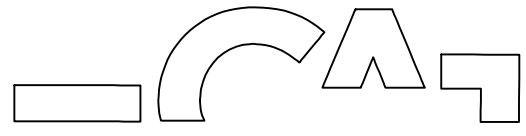
±0,00 REL = +10,34 APS

 SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15	Sadržaj: <b>PRESJEK A</b>			
	Investitor: FGAG, Matice Hrvatske 15, 21000 Split		Lokacija: k.č.z. 8275/48 k.o. Vinišće	
	Građevina: KUĆA ZORICA VINIŠĆE		Nivo i vrsta projekta: ARHITEKTONSKI PROJEKT	
	Projektant konstrukcije: Jelena Galić	Mjerilo: 1:100	Datum: srpanj 2022.	List: 5

PRESJEK A

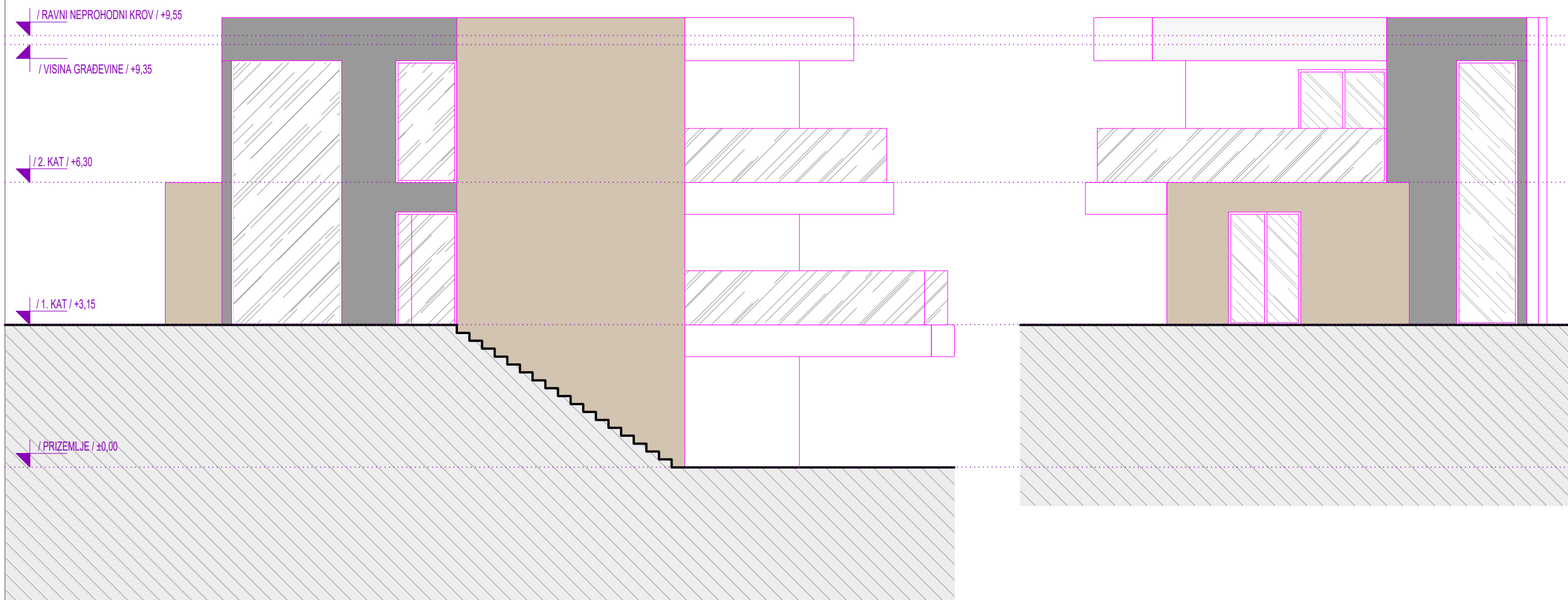
PRESJEK A



 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>		Sadržaj:		<b>PRESJEK B</b>	
		Investitor:		FGAG, Matice Hrvatske 15, 21000 Split	
Građevina:		KUĆA ZORICA VINIŠĆE		Lokacija:	
				k.č.z. 8275/48 k.o. Vinišće	
Nivo i vrsta projekta:		ARHITEKTONSKI PROJEKT			
Projektant konstrukcije:		Mjerilo:	Datum:	List:	
Jelena Galić		1:100	srpanj 2022.	6	

PROČELJE SJEVER

PROČELJE ISTOK

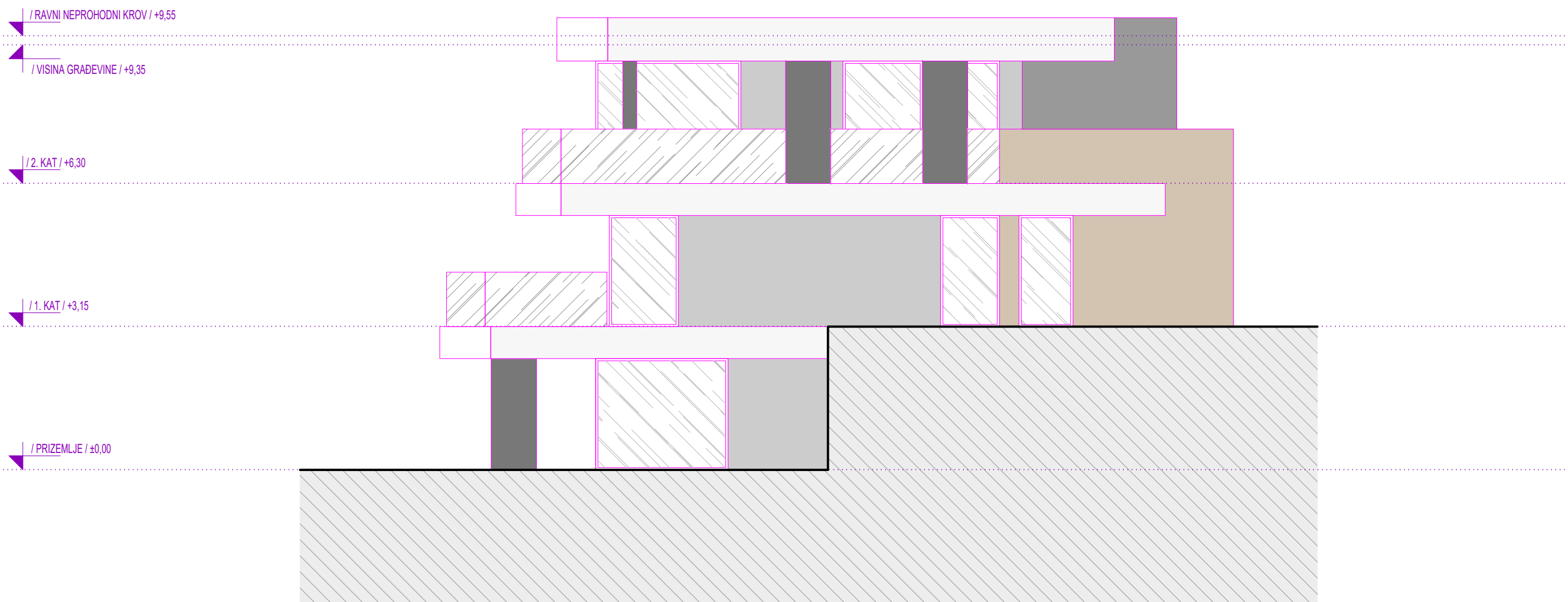


±0.00 REL = +10.34 APS



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE  
I GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

Sadržaj:				<b>PROČELJA SJEVER I ISTOK</b>	
Investitor:				FGAG, Matice Hrvatske 15, 21000 Split	
Građevina:		Lokacija:		Kuća Zorica Vinišće	
Kuća Zorica Vinišće		k.č.z. 8275/48 k.o. Vinišće			
Nivo i vrsta projekta:				<b>ARHITEKTONSKI PROJEKT</b>	
Projektant konstrukcije:		Mjerilo:	Datum:	List:	
Jelena Galić		1:100	srpanj 2022.	<b>7</b>	



/ RAVNI NEPROHODNI KROV / +9,55

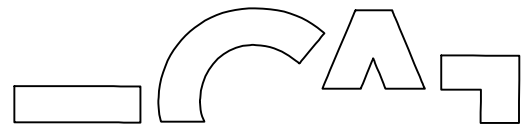
/ VISINA GRADEVINE / +9,35

/ 2. KAT / +6,30

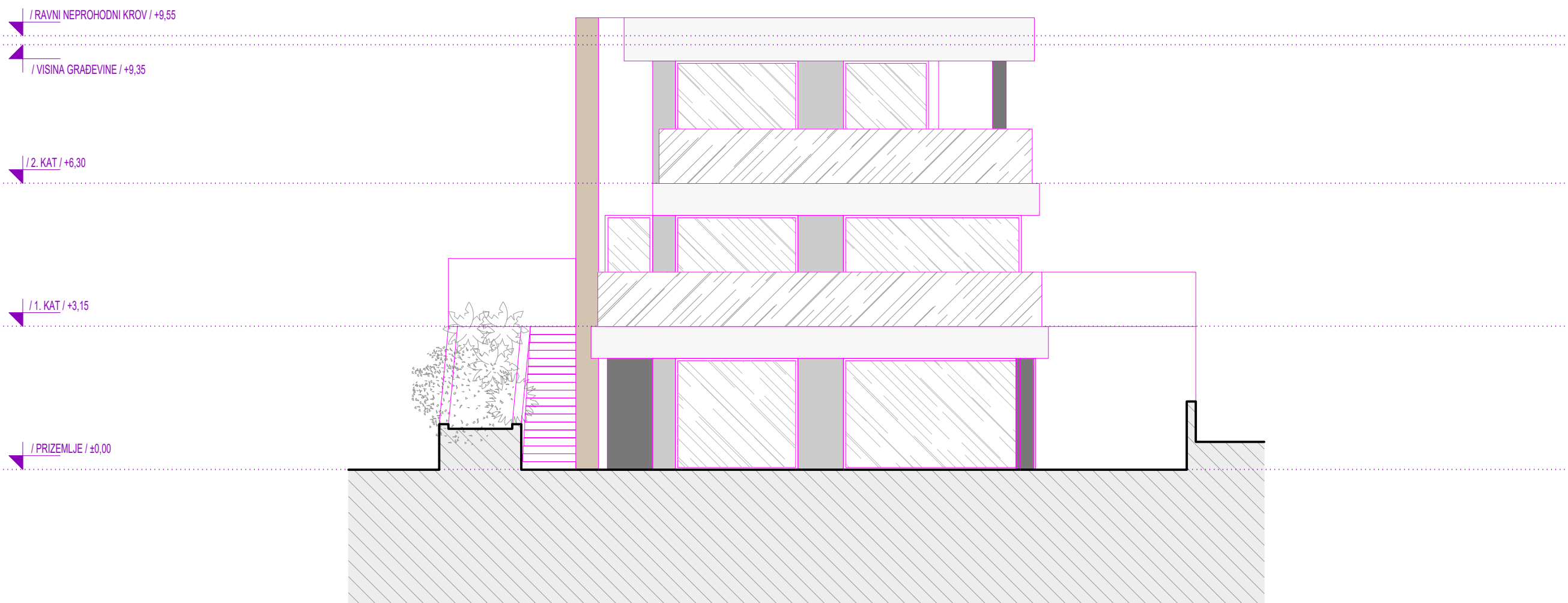
/ 1. KAT / +3,15

/ PRIZEMLJE / ±0,00

±0.00 REL = +10.34 APS

 SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15	Sadržaj: <b>PROČELJE JUG</b>			
	Investitor: FGAG, Matice Hrvatske 15, 21000 Split			
	Građevina: KUĆA ZORICA VINIŠĆE		Lokacija: k.č.z. 8275/48 k.o. Vinišće	
	Nivo i vrsta projekta: <b>ARHITEKTONSKI PROJEKT</b>			
Projektant konstrukcije: Jelena Galić	Mjerilo: 1:100	Datum: srpanj 2022.	List: <b>8</b>	



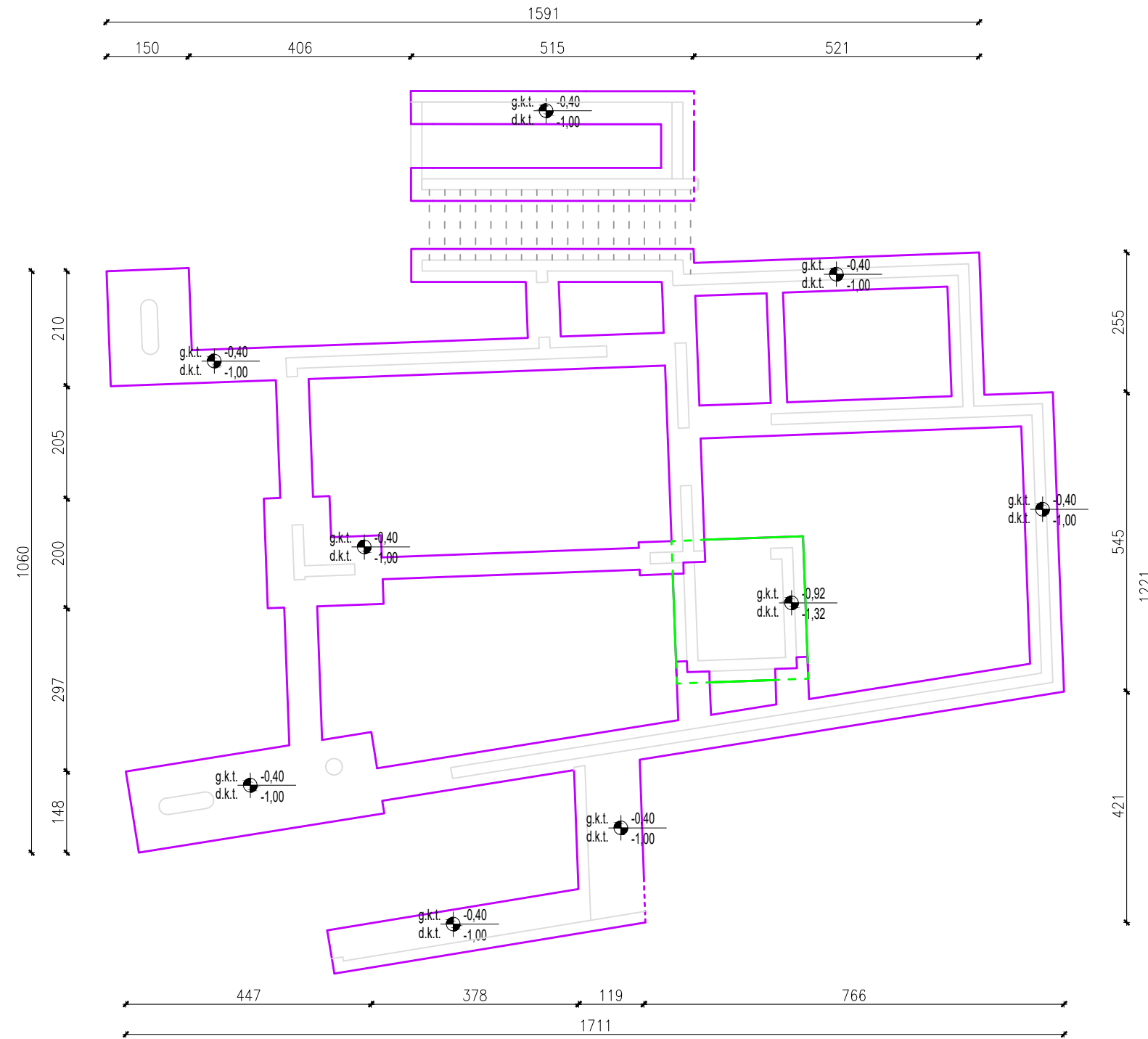


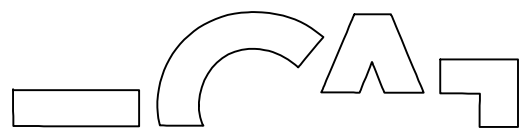
±0.00 REL = +10.34 APS

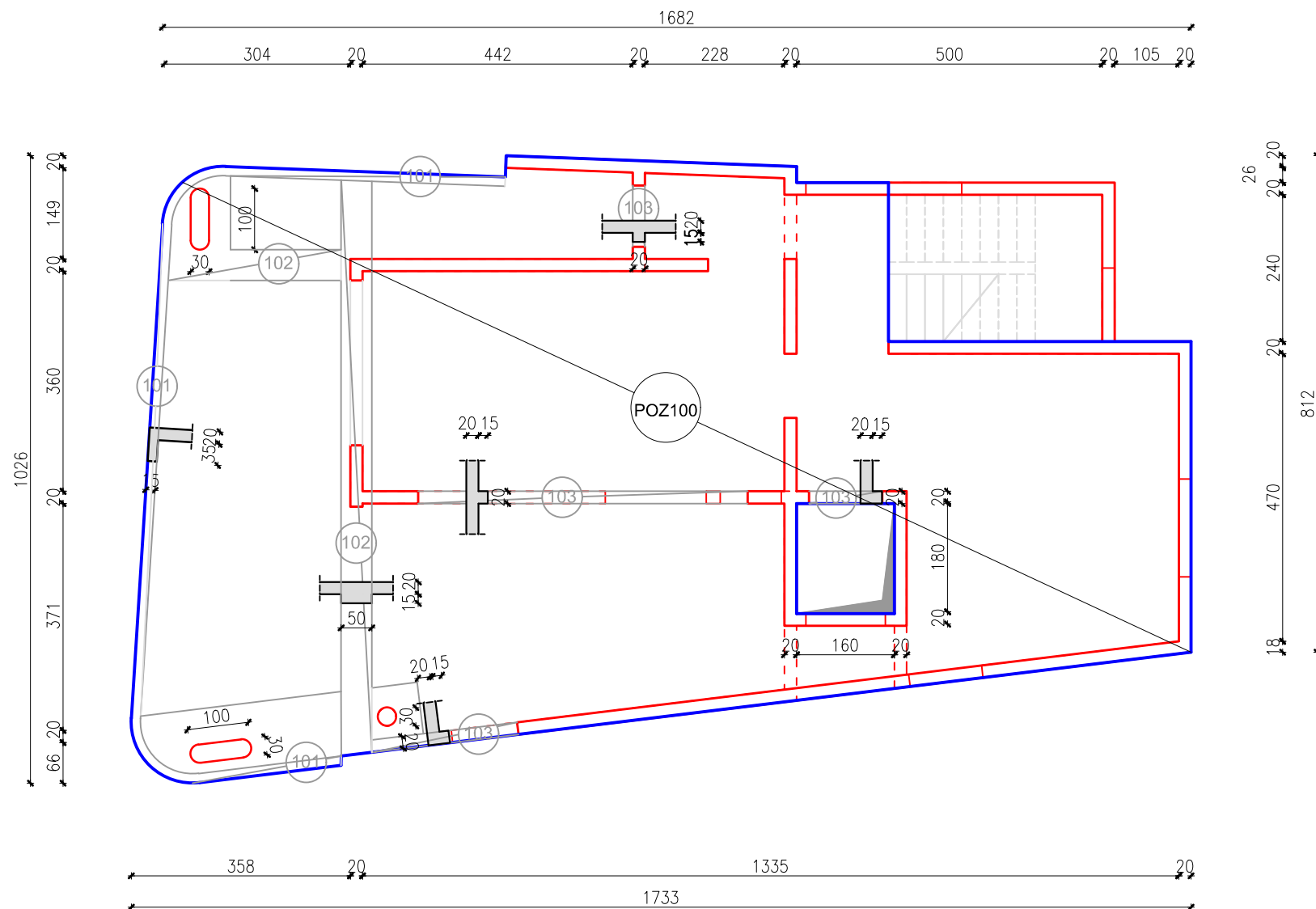



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE  
 I GEODEZIJE  
 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

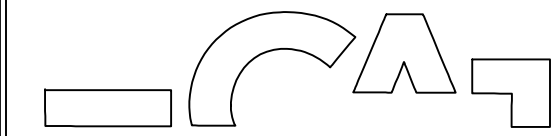
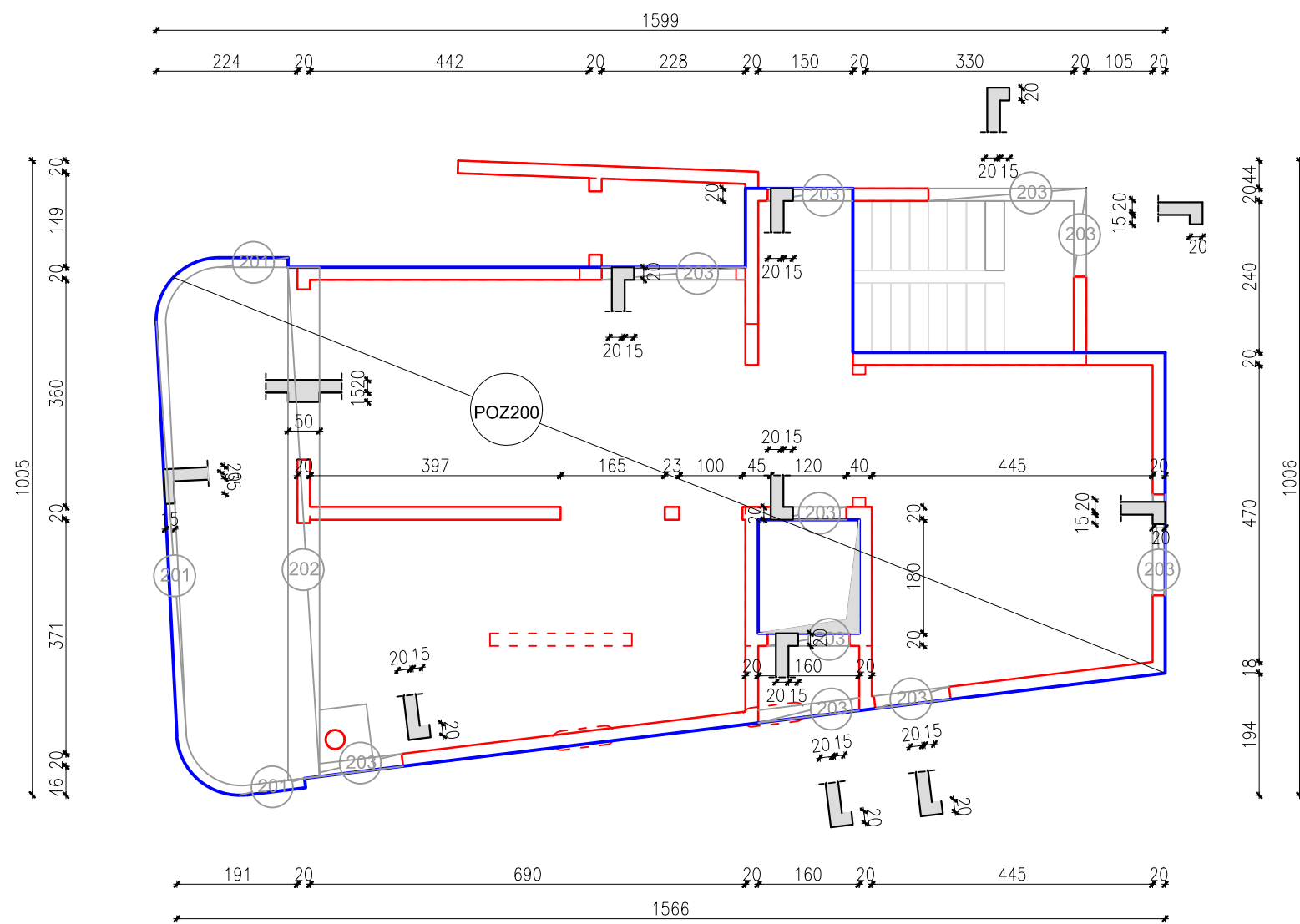
Sadržaj:				<b>PROČELJE ZAPAD</b>	
Investitor:				FGAG, Matice Hrvatske 15, 21000 Split	
Građevina:		Kuća Zorica Vinišće		Lokacija: k.č.z. 8275/48 k.o. Vinišće	
Nivo i vrsta projekta:				<b>ARHITEKTONSKI PROJEKT</b>	
Projektant konstrukcije:		Mjerilo:	Datum:	List:	<b>9</b>
Jelena Galić		1:100	srpanj 2022.		



 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	Sadržaj: <b>POZ000-KONSTRUKCIJA TEMELJA</b>			
	Investitor: FGAG, Matice Hrvatske 15, 21000 Split			
	Građevina: <b>KUĆA ZORICA VINIŠĆE</b>		Lokacija: k.č.z. 8275/48 k.o. Vinišće	
	Nivo i vrsta projekta: <b>GLAVNI PROJEKT KONSTRUKCIJE</b>			
	Projektant konstrukcije: <b>Jelena Galić</b>	Mjerilo: 1:100	Datum: srpanj 2022.	List: <b>10</b>

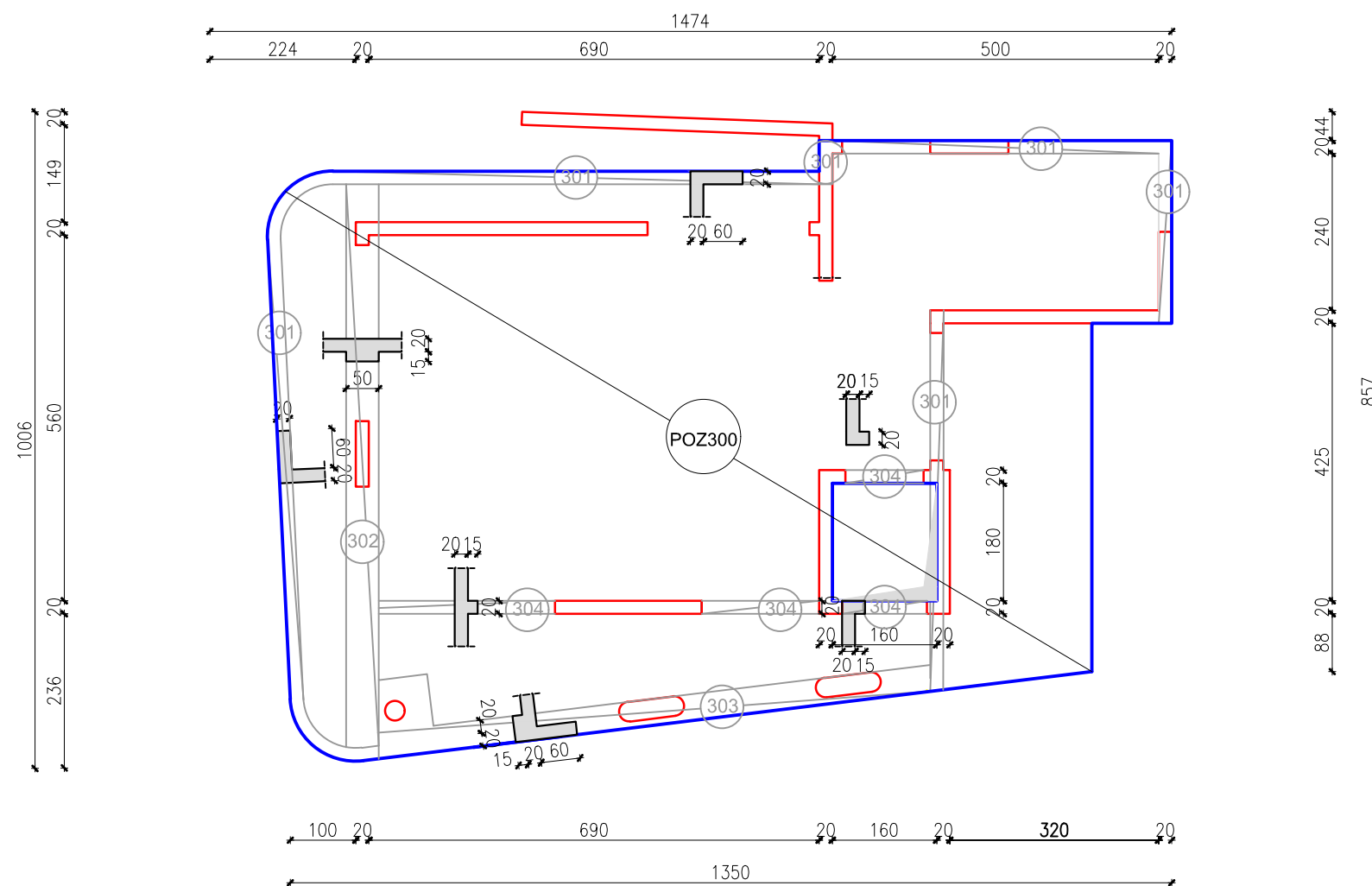


 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	Sadržaj: <b>POZ100-KONSTRUKCIJA PRIZEMLJA</b>			
	Investitor: FGAG, Matice Hrvatske 15, 21000 Split			
	Građevina: KUĆA ZORICA VINIŠĆE		Lokacija: k.č.z. 8275/48 k.o. Vinišće	
	Nivo i vrsta projekta: <b>GLAVNI PROJEKT KONSTRUKCIJE</b>			
	Projektant konstrukcije: Jelena Galić	Mjerilo: 1:100	Datum: srpanj 2022.	List: <b>11</b>



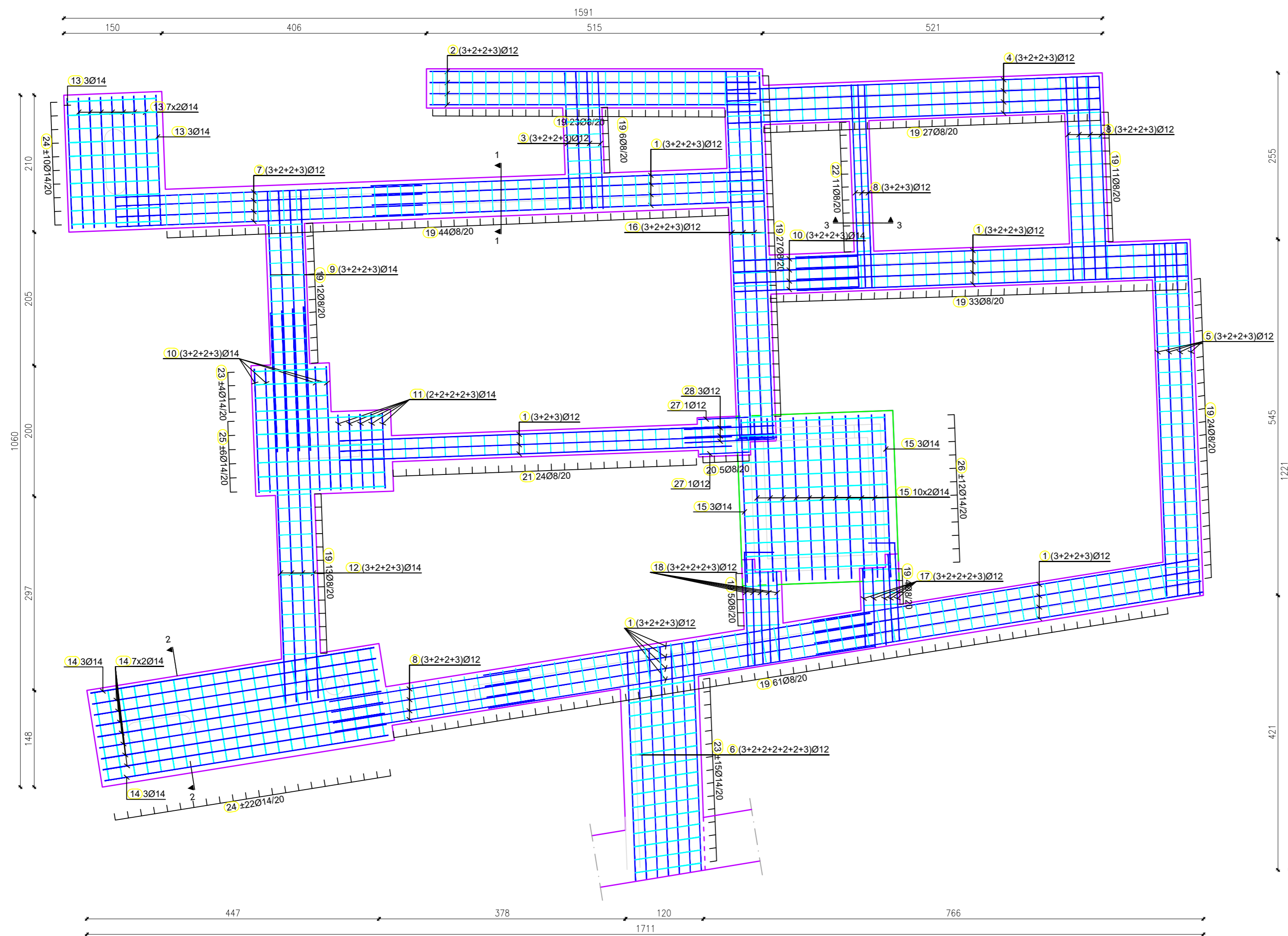
SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE  
 I GEODEZIJE  
 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

Sadržaj:				<b>POZ200-KONSTRUKCIJA 1.KATA</b>					
Investitor:				FGAG, Matice Hrvatske 15, 21000 Split					
Građevina:			Kuća Zorica Vinišće			Lokacija:		k.č.z. 8275/48 k.o. Vinišće	
Nivo i vrsta projekta:				<b>GLAVNI PROJEKT KONSTRUKCIJE</b>					
Projektant konstrukcije:			Mjerilo:		Datum:		List:		
Jelena Galić			1:100		srpanj 2022.		<b>12</b>		

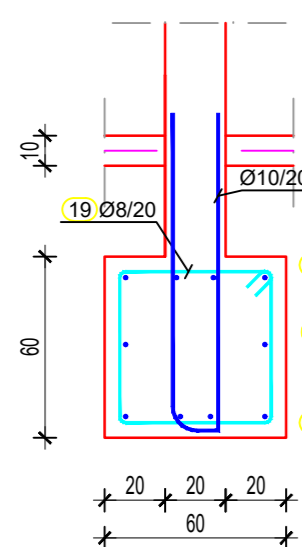


SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE  
 I GEODEZIJE  
 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

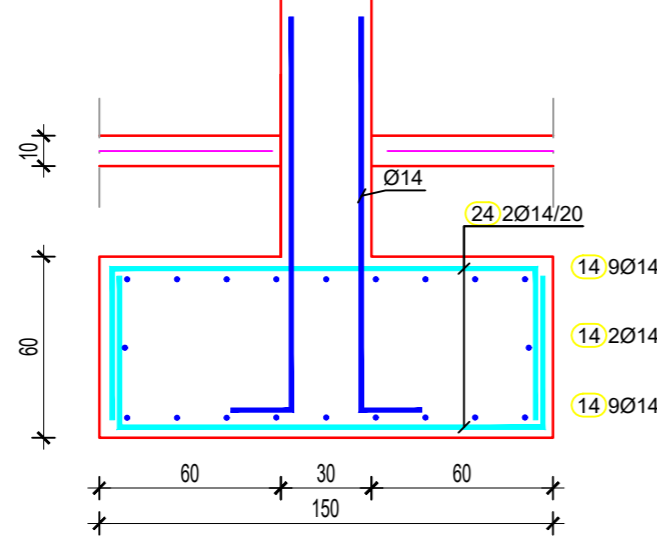
Sadržaj:	POZ300-KONSTRUKCIJA 2.KATA		
Investitor:	FGAG, Matice Hrvatske 15, 21000 Split		
Građevina:	KUĆA ZORICA VINIŠĆE	Lokacija:	k.č.z. 8275/48 k.o. Vinišće
Nivo i vrsta projekta:	GLAVNI PROJEKT KONSTRUKCIJE		
Projektant konstrukcije:	Jelena Galić	Mjerilo:	1:100
Datum:	srpanj 2022.	List:	13



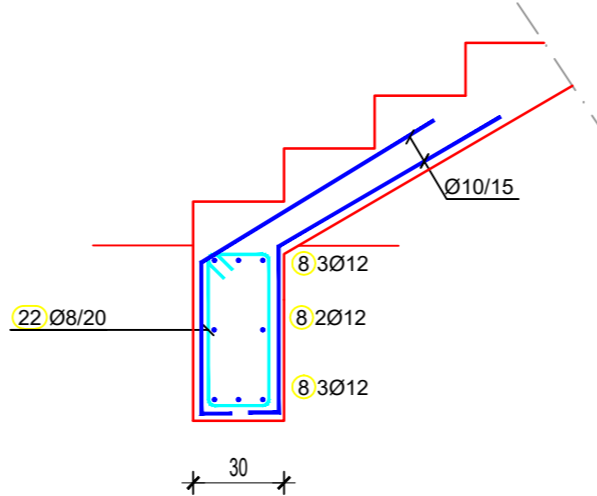
Presjek 1-1  
R=1:25



Presjek 2-2  
R=1:25



Presjek 3-3  
R=1:25



Šipke - specifikacija					
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
POZ000-Temelji (1 kom)					
1	600	12	6.00	48	288.00
2	500	12	5.00	10	50.00
3	210	12	2.10	10	21.00
4	570	12	5.70	10	57.00
5	540	12	5.40	10	54.00
6	350	12	3.50	16	56.00
7	470	12	4.70	10	47.00
8	310	12	3.10	28	86.80
9	400	14	4.00	10	40.00
10	190	14	1.90	20	38.00
11	115	14	1.15	11	12.65
12	600	14	6.00	10	60.00
13	200	14	2.00	20	40.00
14	440	14	4.40	20	88.00
15	250	14	2.50	26	65.00
16	560	12	6.00	10	60.00
17	150	12	1.90	12	22.80
18	175	12	2.20	12	26.40
19	50	8	2.16	290	626.40
20	70	8	2.56	5	12.80
21	50	8	1.76	24	42.24
22	50	8	1.56	11	17.16
23	110	14	2.10	38	79.80
24	140	14	2.40	64	153.60
25	200	14	3.00	12	36.00
26	230	14	3.30	24	79.20
27	75	12	2.00	2	4.00
28	135	12	3.20	3	9.60

Šipke - rekapitulacija			
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m³]	Težina [kg]
GA			
8	698.60	0.40	279.55
10	0.00	0.62	0.00
12	782.60	0.89	694.95
14	692.25	1.21	836.24
16	0.00	1.58	0.00
<b>Ukupno</b>			<b>1807.13</b>

SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE  
I GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

**POZ000-ARMATURA TEMELJA**

Investitor: FGAG, Matice Hrvatske 15, 21000 Split

Gradevina: KUĆA ZORICA VINIŠĆE      Lokacija: k.č.z. 8275/48 k.o. Vinišće

Nivo i vrsta projekta: IZVEDBENI PROJEKT KONSTRUKCIJE

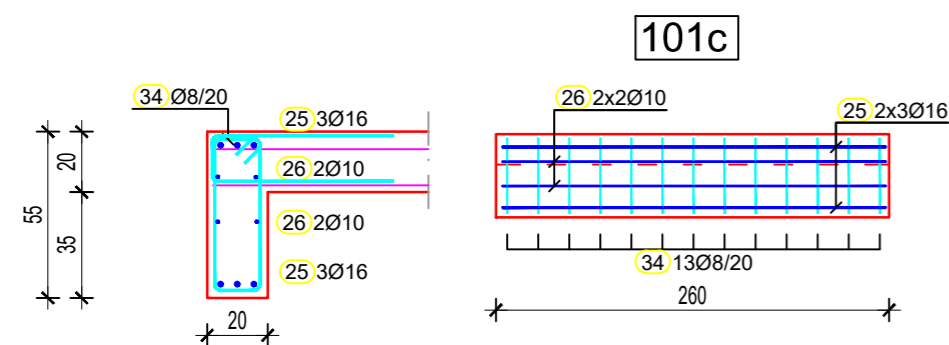
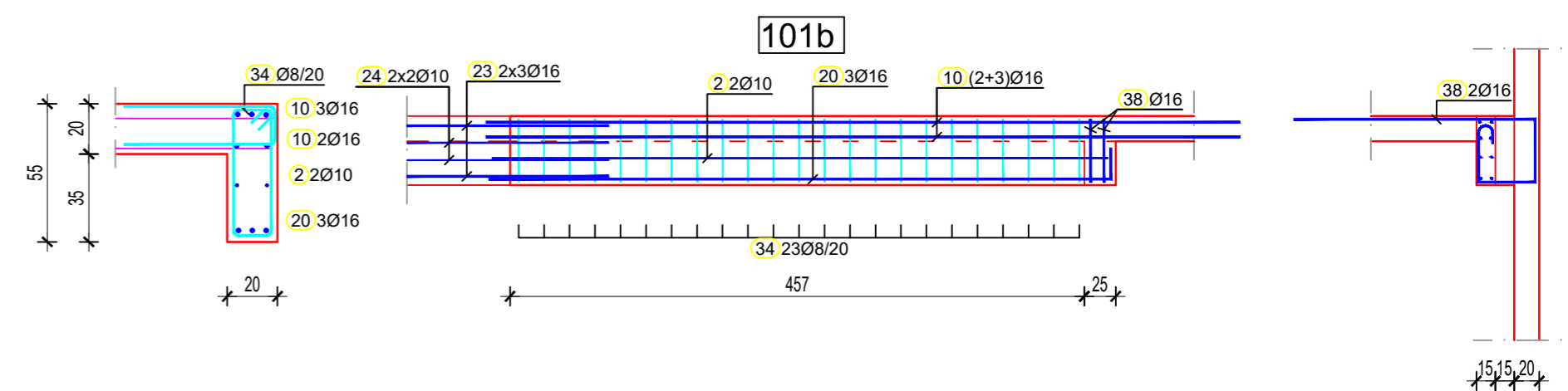
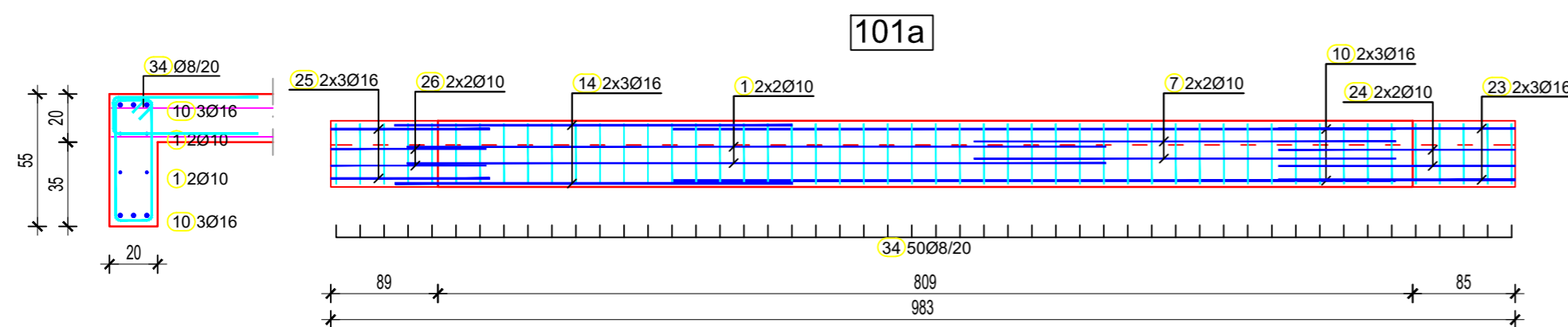
Projektant konstrukcije: Jelena Galić      Mjerilo: 1:50/25      Datum: srpanj 2022.      List: **14**



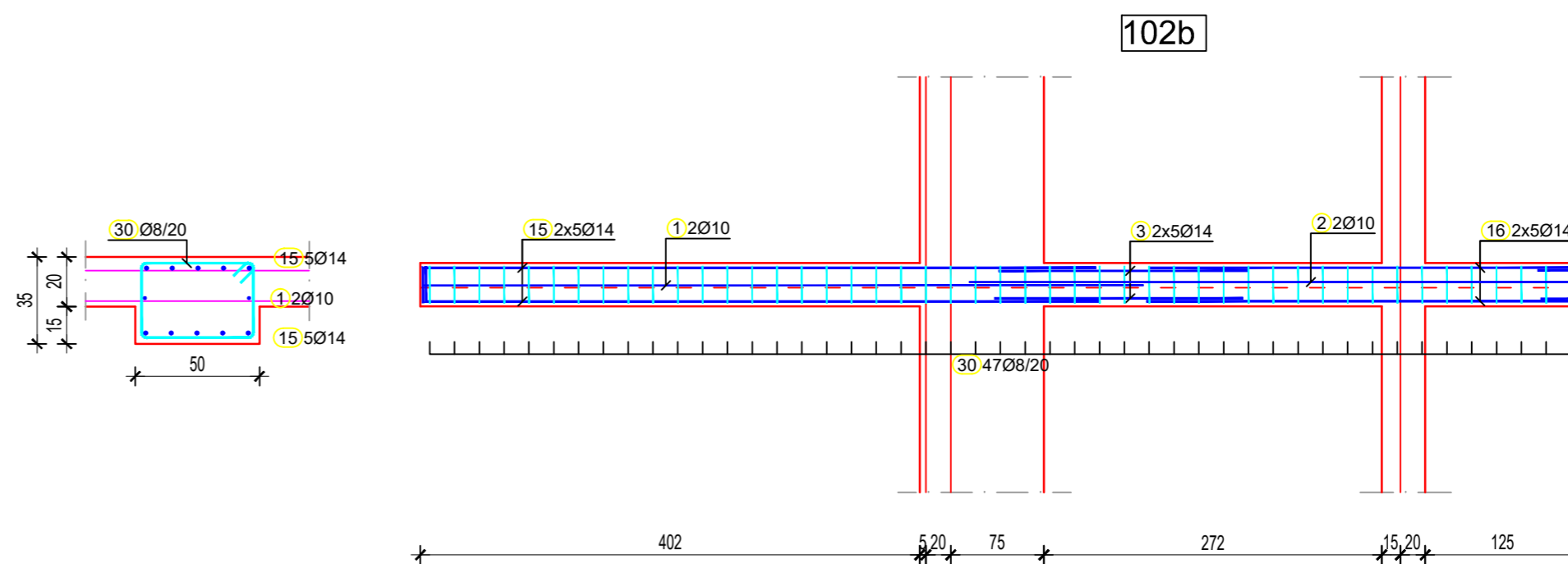
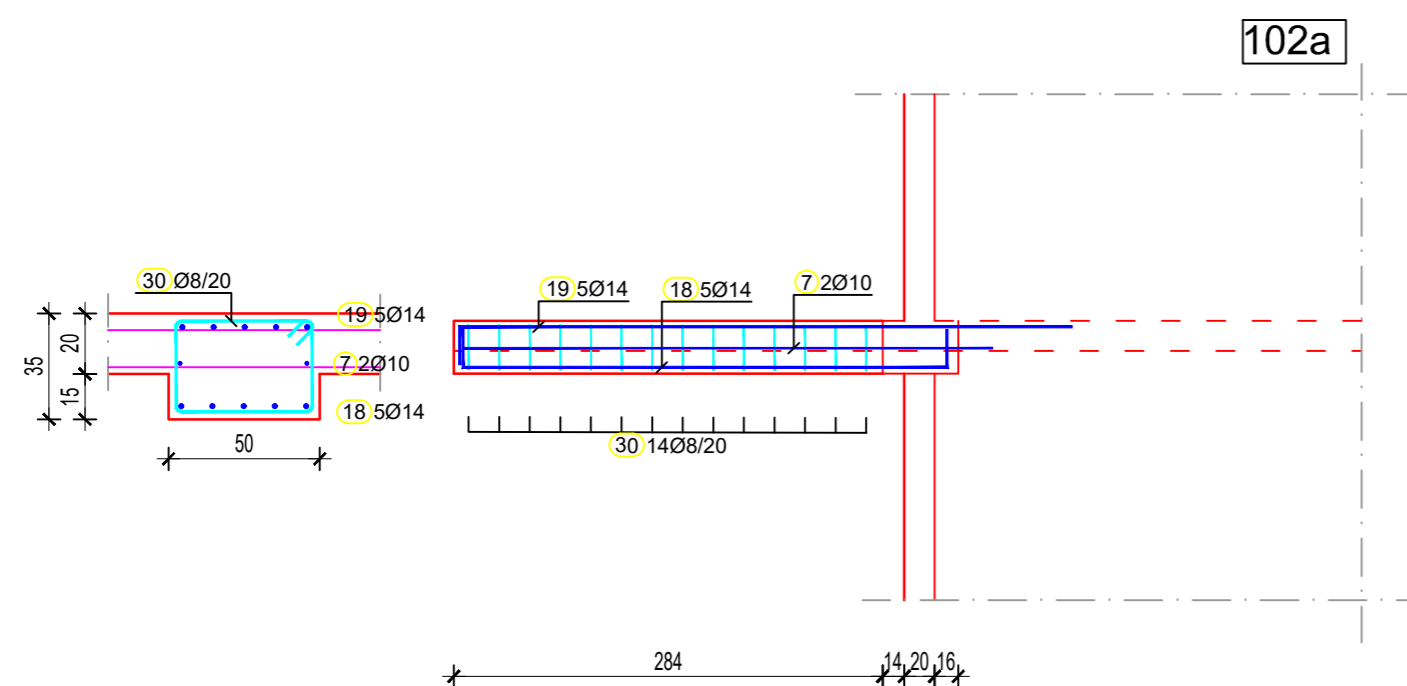
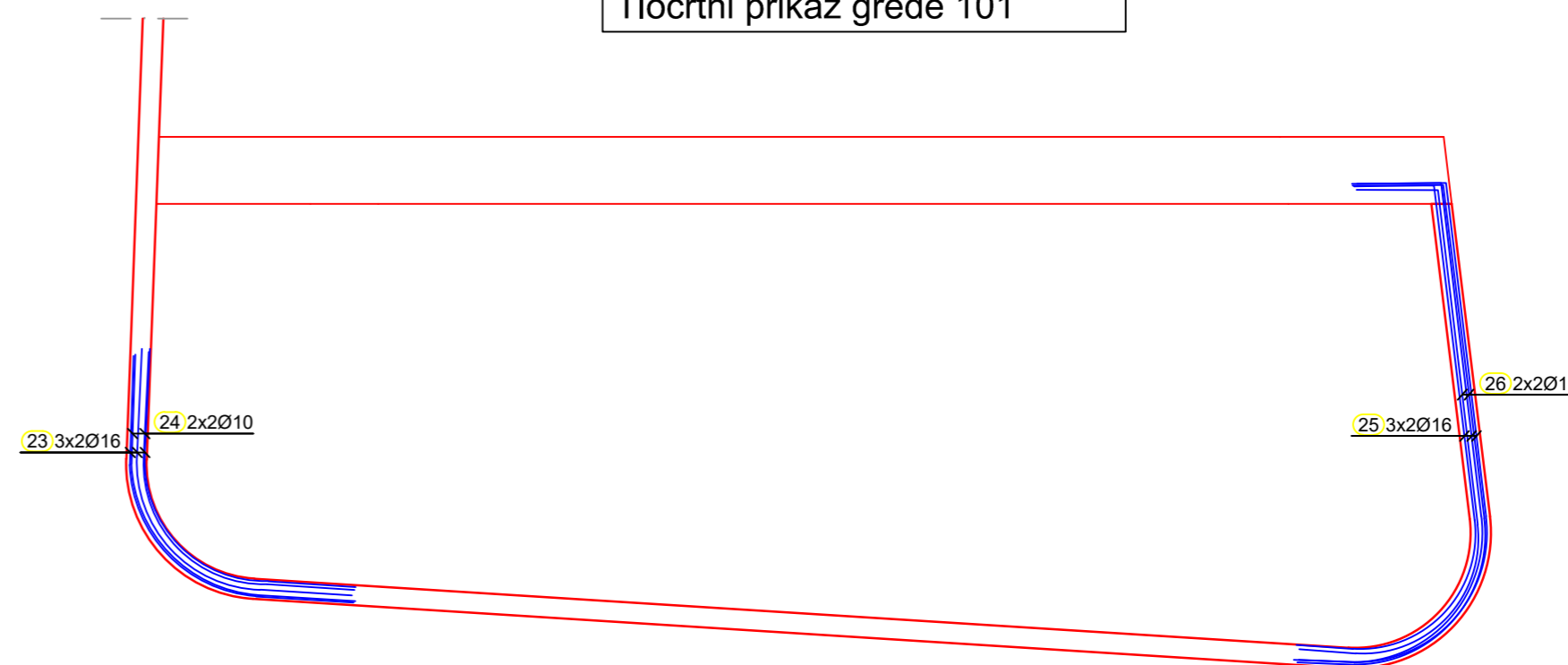


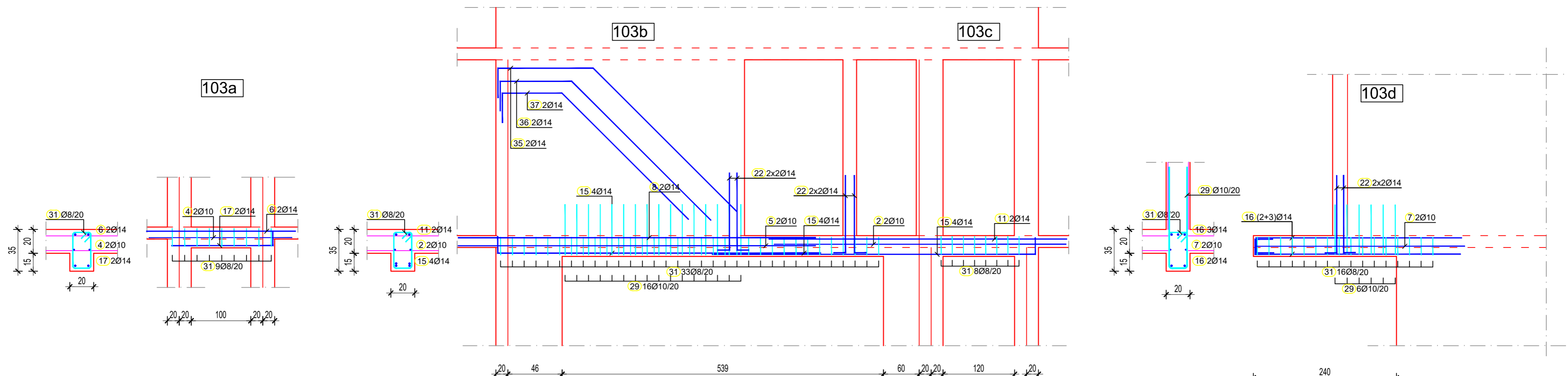






Tlocrtni prikaz grede 101





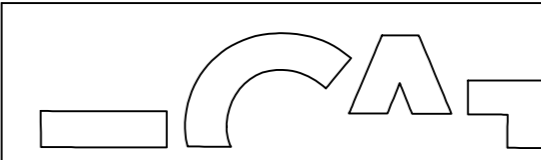
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
POZ100-Armatura zidova i greda (1 kom)					
1	580	10	5.80	6	34.80
2	490	10	4.90	6	29.40
3	200	14	2.00	10	20.00
4	240	10	2.40	2	4.80
5	600	10	6.00	2	12.00
6	250	14	2.50	2	5.00
7	350	10	3.50	8	28.00
8	600	14	6.00	2	12.00
9	360	14	3.60	84	302.40
10	600	16	6.00	11	66.00
11	500	14	5.00	2	10.00
12	150	14	1.50	40	60.00
13	410	14	4.10	14	57.40
14	330	16	3.30	6	19.80
15	542	14	5.70	18	102.60
16	345	14	4.00	15	60.00
17	170	14	1.95	2	3.90
18	320	14	3.70	5	18.50
19	405	14	4.30	5	21.50
20	495	16	5.20	3	15.60
21	320	14	3.60	40	144.00
22	130	14	1.50	12	18.00
23		16	3.00	6	18.00

24		10	3.00	4	12.00
25		16	5.20	6	31.20
26		10	5.20	4	20.80
27		8	0.95	156	148.20
28		8	1.15	208	239.20
29		10	1.85	22	40.70
30		8	1.66	61	101.26
31		8	1.06	79	83.74
32		8	1.16	39	45.24
33		8	1.26	13	16.38
34		8	1.46	86	125.56

35		14	5.50	2	11.00
36		14	5.00	2	10.00
37		14	4.50	2	9.00
38		16	3.50	2	7.00
39		8	1.19	13	15.47
40		8	2.36	26	61.36

Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m]	Težina [kg]
GA			
8	836.41	0.40	330.38
10	182.50	0.62	112.60
12	0.00	0.89	0.00
14	865.30	1.21	1045.28
16	157.60	1.58	248.69
<b>Ukupno</b>			<b>1736.96</b>

pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
POZ100-Armatura zidova i greda (1 kom)						
I-2	Q-283	190	370	2	4.44	62.43
I-3	Q-283	145	370	2	4.44	47.64
I-4	Q-283	143	370	4	4.44	94.19
I-7	Q-283	215	370	38	4.44	1342.17
I-8	Q-283	90	370	4	4.44	59.14
I-9	Q-283	210	420	2	4.44	78.32
I-10	Q-283	215	420	2	4.44	80.19
I-11	Q-283	100	370	2	4.44	32.86
I-12	Q-283	108	370	4	4.44	70.64
I-13	Q-283	161	420	2	4.44	60.14
<b>Ukupno</b>						<b>1927.71</b>



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE  
I GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

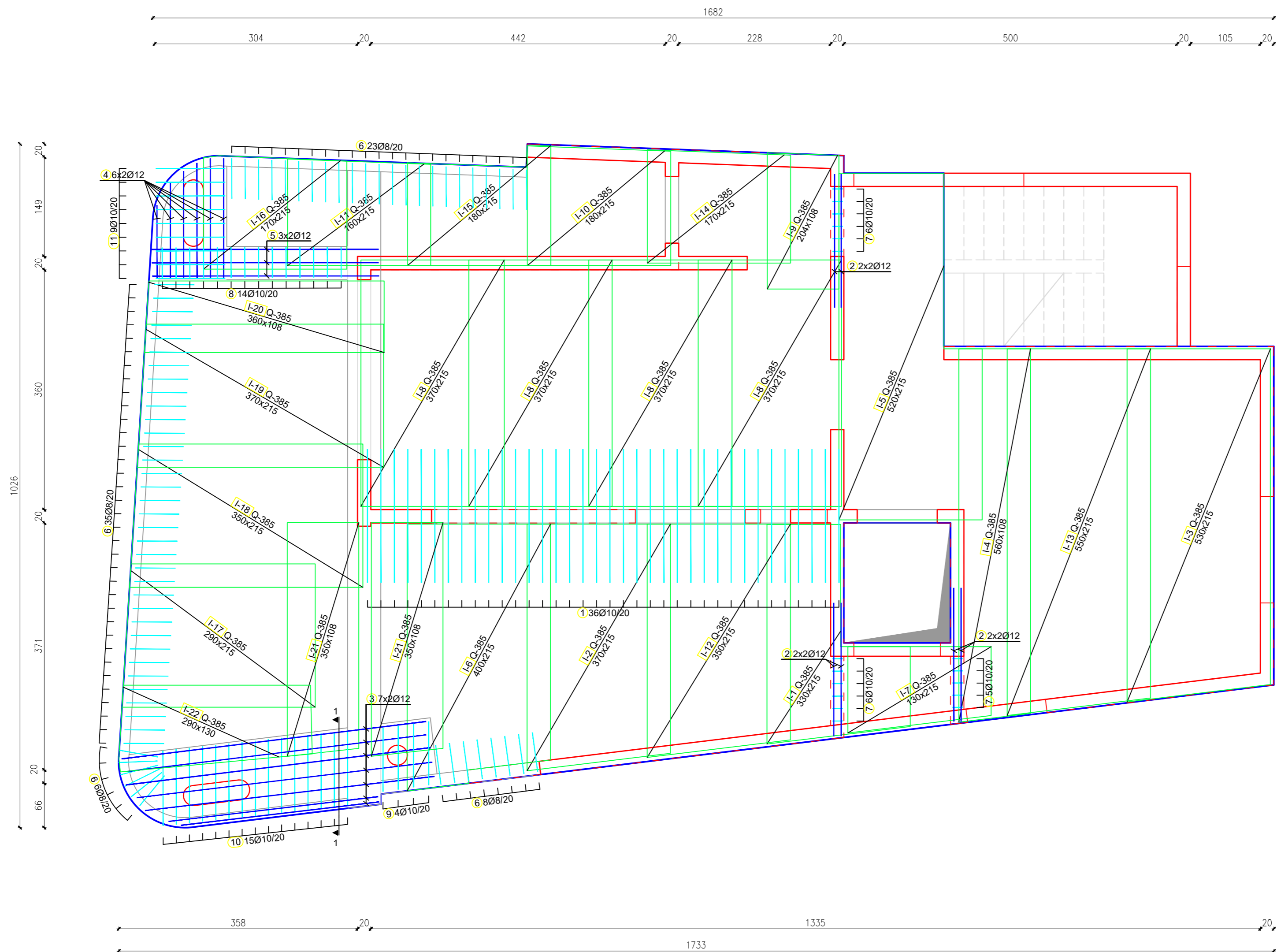
Sadržaj: **POZ100-ARMATURA ZIDOVA I GREDA**

Investitor: **FGAG, Matice Hrvatske 15, 21000 Split**

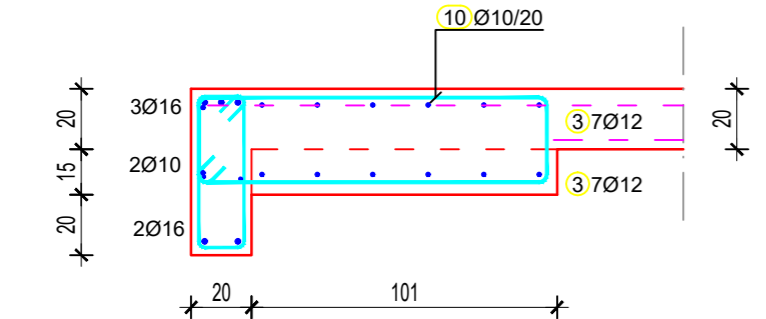
Gradjevina: **KUĆA ZORICA VINIŠĆE** Lokacija: **k.č.z. 8275/48 k.o. Vinišće**

Nivo i vrsta projekta: **IZVEDBENI PROJEKT KONSTRUKCIJE**

Projektant konstrukcije: **Jelena Galić** Mjerilo: **1:50** Datum: **srpanj 2022.** List: **18**



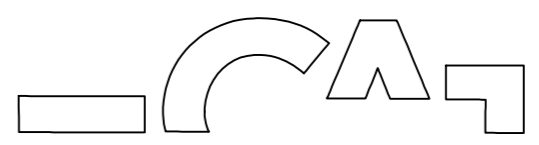
Presjek 1-1  
 R=1:25



Šipke - specifikacija					
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lg <sub>n</sub> [m]
POZ100-Donja zona ab ploče (1 kom)					
1	200	10	2.00	36	72.00
2	200	12	2.00	12	24.00
3	460	12	4.60	14	64.40
4	180	12	1.80	12	21.60
5	340	12	3.40	6	20.40
6	60	8	1.35	72	97.20
7	60	10	1.35	17	22.95
8	45	10	1.62	14	22.68
9	100	10	2.72	4	10.88
10	115	10	3.02	15	45.30
11	105	10	2.82	9	25.38

Šipke - rekapitulacija			
Ø [mm]	lg <sub>n</sub> [m]	Jedinična težina [kg/m]	Težina [kg]
GA			
8	97.20	0.40	38.88
10	199.19	0.62	122.90
12	130.40	0.89	115.80
14	0.00	1.21	0.00
16	0.00	1.58	0.00
<b>Ukupno</b>			<b>277.09</b>

Mreže - specifikacija						
Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
POZ100-Donja zona ab ploče (1 kom)						
I-1	Q-385	215	330	1	6.10	43.23
I-2	Q-385	215	370	1	6.10	48.57
I-3	Q-385	215	530	1	6.10	69.51
I-4	Q-385	108	560	1	6.10	36.73
I-5	Q-385	215	520	1	6.10	68.28
I-6	Q-385	215	400	1	6.10	52.52
I-7	Q-385	215	130	1	6.10	17.01
I-8	Q-385	215	370	4	6.10	193.96
I-9	Q-385	108	204	1	6.10	13.41
I-10	Q-385	215	180	1	6.10	23.57
I-11	Q-385	215	160	1	6.10	21.00
I-12	Q-385	215	350	1	6.10	45.94
I-13	Q-385	215	550	1	6.10	72.17
I-14	Q-385	215	170	1	6.10	22.30
I-15	Q-385	215	180	1	6.10	23.61
I-16	Q-385	215	170	1	6.10	22.30
I-17	Q-385	215	290	1	6.10	38.03
I-18	Q-385	215	350	1	6.10	45.93
I-19	Q-385	215	370	1	6.10	48.50
I-20	Q-385	108	360	1	6.10	23.60
I-21	Q-385	108	350	2	6.10	45.97
I-22	Q-385	130	290	1	6.10	23.06
<b>Ukupno</b>						<b>999.18</b>



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE  
 I GEODEZIJE  
 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

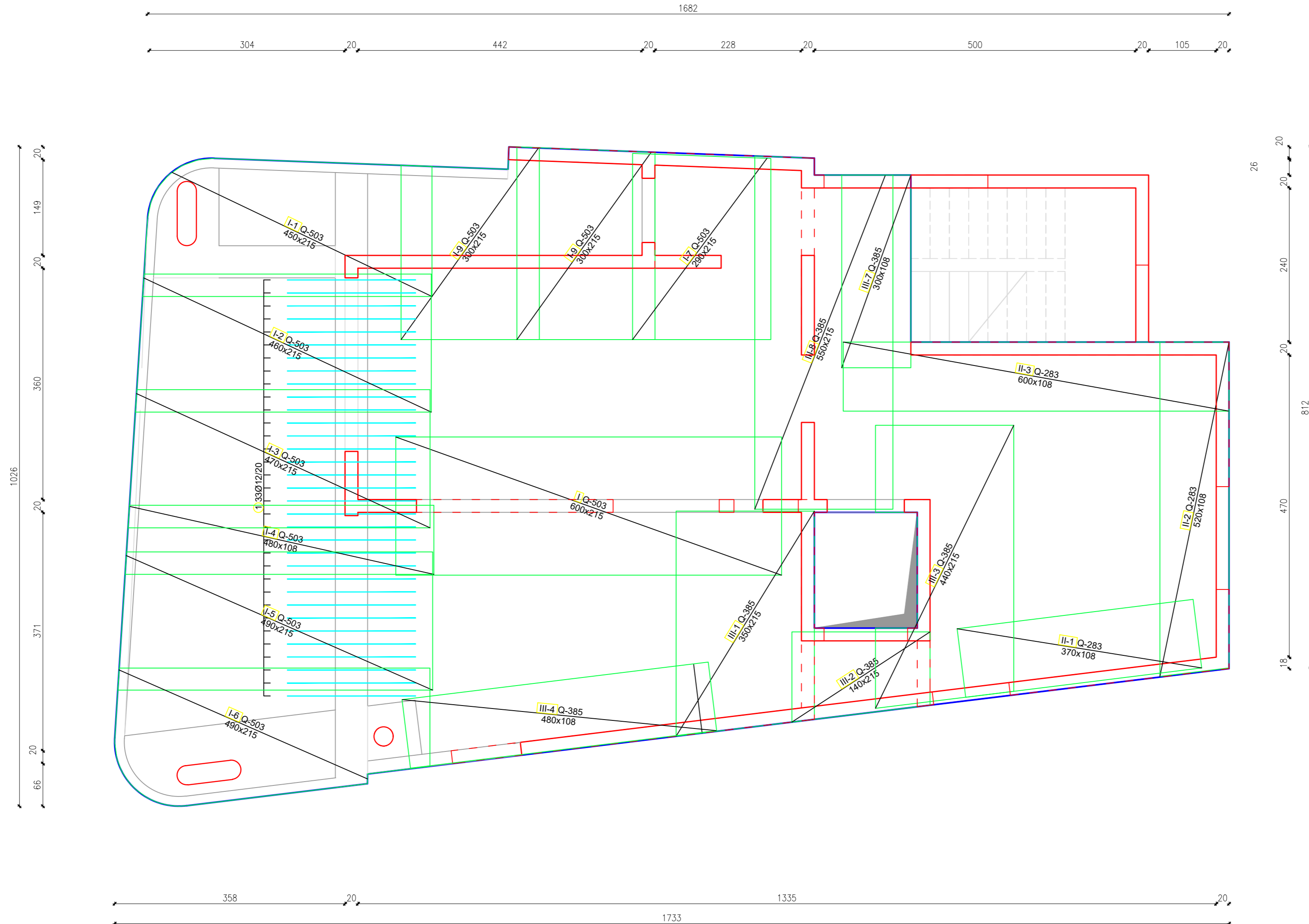
**Sadržaj:** POZ100-DONJA ZONA AB PLOČE

**Investitor:** FGAG, Matice Hrvatske 15, 21000 Split

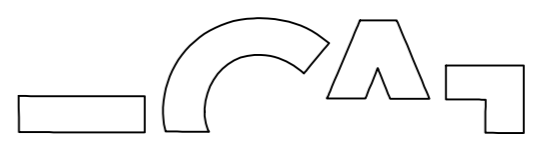
**Građevina:** KUĆA ZORICA VINIŠĆE **Lokacija:** k.č.z. 8275/48 k.o. Vinišće

**Nivo i vrsta projekta:** IZVEDBENI PROJEKT KONSTRUKCIJE

**Projektant konstrukcije:** Jelena Galić **Mjerilo:** 1:50/25 **Datum:** srpanj 2022. **List:** 19



Šipke - specifikacija						
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lg [m]	
POZ100-Gornja zona ab ploče (1 kom)						
1	200	12	2.00	33		66.00
Šipke - rekapitulacija						
Ø [mm]	lg [m]	Jedinična težina [kg/m]	Težna [kg]			
GA						
8	0.00	0.40	0.00			
10	0.00	0.62	0.00			
12	66.00	0.89	58.61			
14	0.00	1.21	0.00			
16	0.00	1.58	0.00			
Ukupno						58.61
Mreže - specifikacija						
Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
POZ100-Gornja zona ab ploče (1 kom)						
I	Q-503	215	600	1	7.90	101.91
I-1	Q-503	215	450	1	7.90	76.42
I-2	Q-503	215	460	1	7.90	78.18
I-3	Q-503	215	470	1	7.90	79.77
I-4	Q-503	108	480	1	7.90	40.79
I-5	Q-503	215	490	1	7.90	83.14
I-6	Q-503	215	490	1	7.90	83.29
I-7	Q-503	215	290	1	7.90	49.22
I-9	Q-503	215	300	2	7.90	101.91
II-1	Q-283	108	370	1	4.44	17.65
II-2	Q-283	108	520	1	4.44	24.83
II-3	Q-283	108	600	1	4.44	28.64
III-1	Q-385	215	350	1	6.10	45.94
III-2	Q-385	215	140	1	6.10	18.40
III-3	Q-385	215	440	1	6.10	57.75
III-4	Q-385	108	480	1	6.10	31.50
III-7	Q-385	108	300	1	6.10	19.67
III-8	Q-385	215	550	1	6.10	72.09
Ukupno						1011.11



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE  
 I GEODEZIJE  
 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

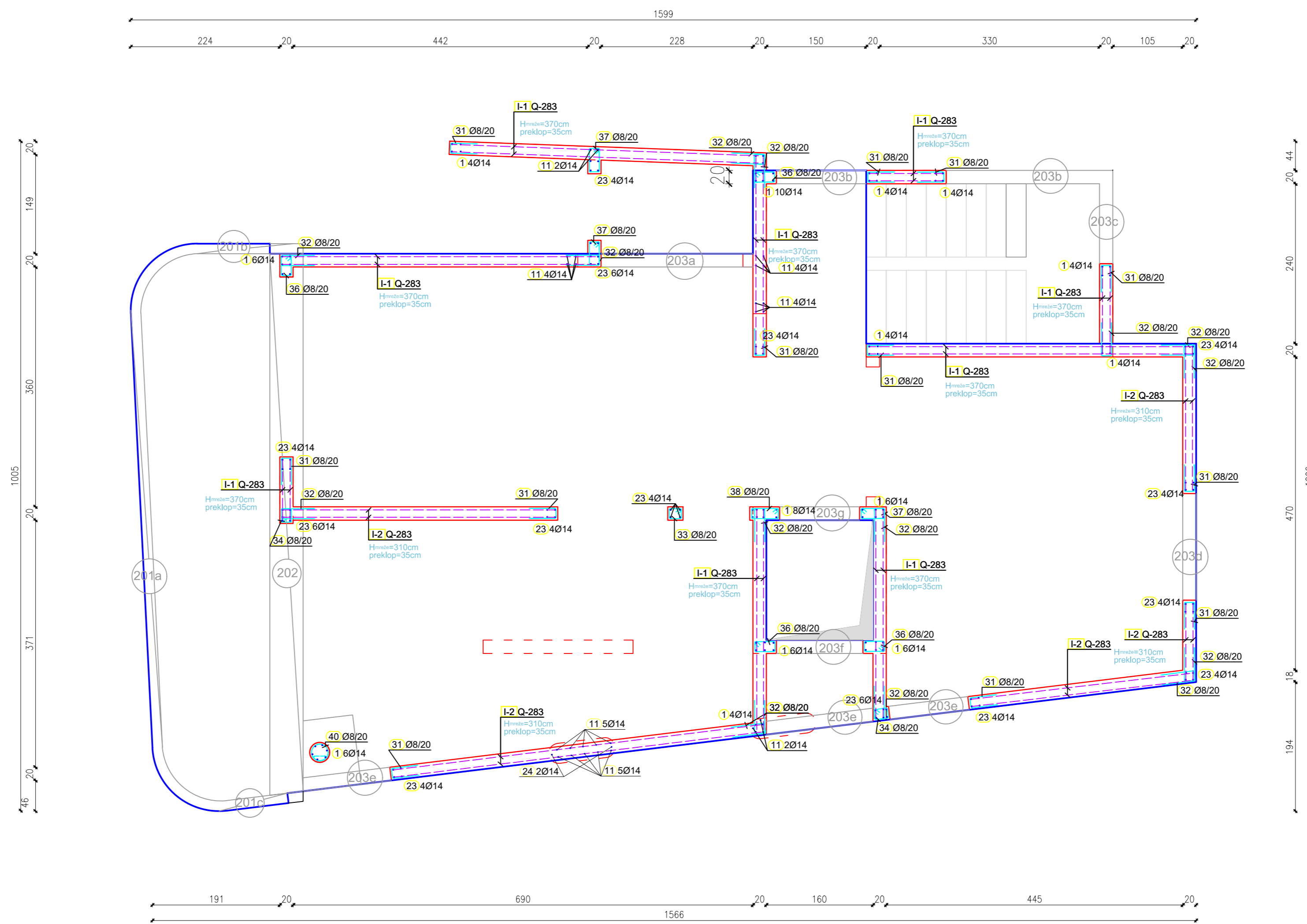
Sadržaj: **POZ100-GORNJA ZONA AB PLOČE**

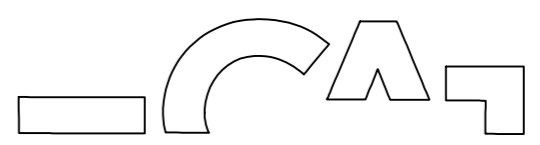
Investitor: **FGAG, Matice Hrvatske 15, 21000 Split**

Gradjevina: **KUĆA ZORICA VINIŠĆE** Lokacija: **k.č.z. 8275/48 k.o. Vinišće**

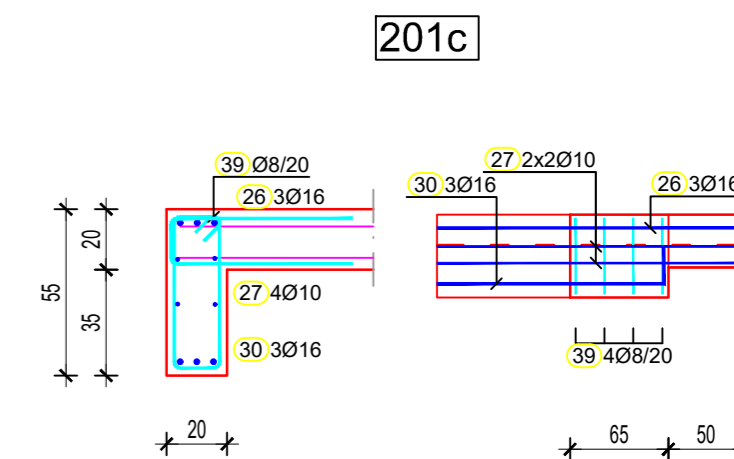
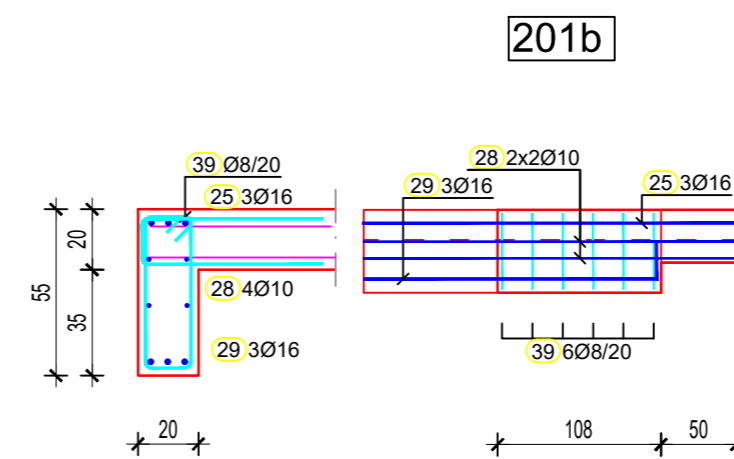
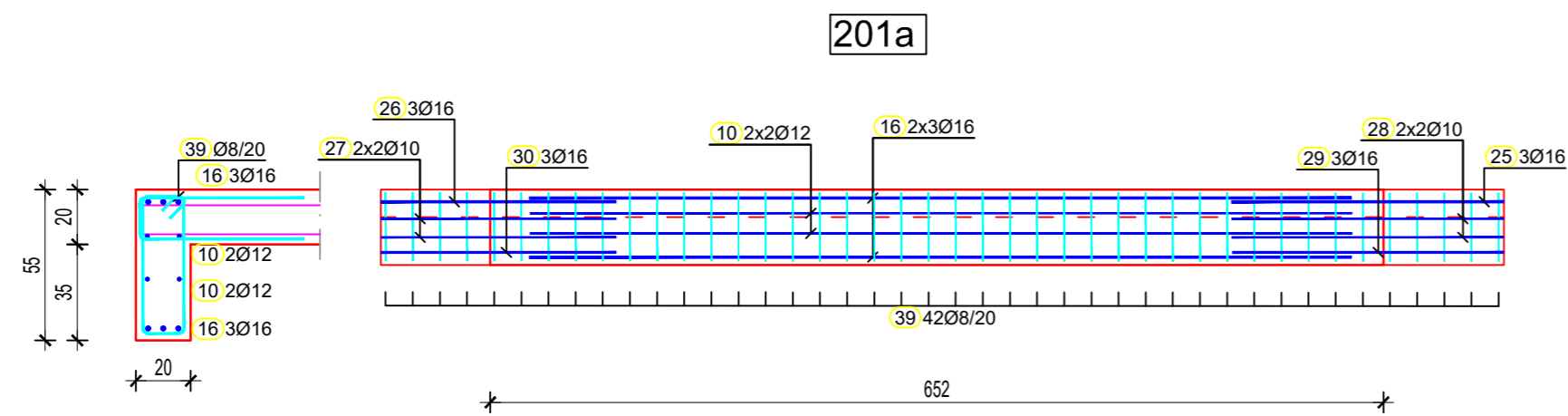
Nivo i vrsta projekta: **IZVEDBENI PROJEKT KONSTRUKCIJE**

Projektant konstrukcije: **Jelena Galić** Mjerilo: **1:50** Datum: **srpanj 2022.** List: **20**

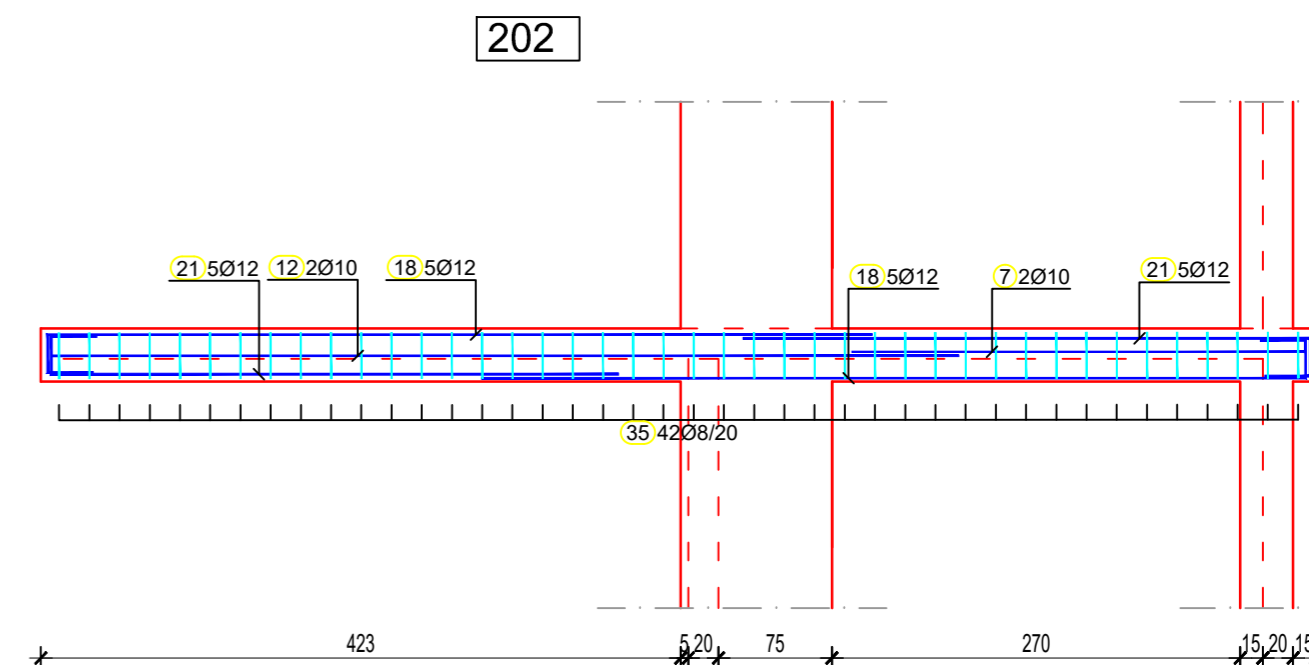
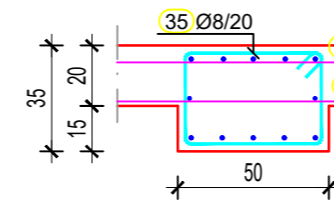
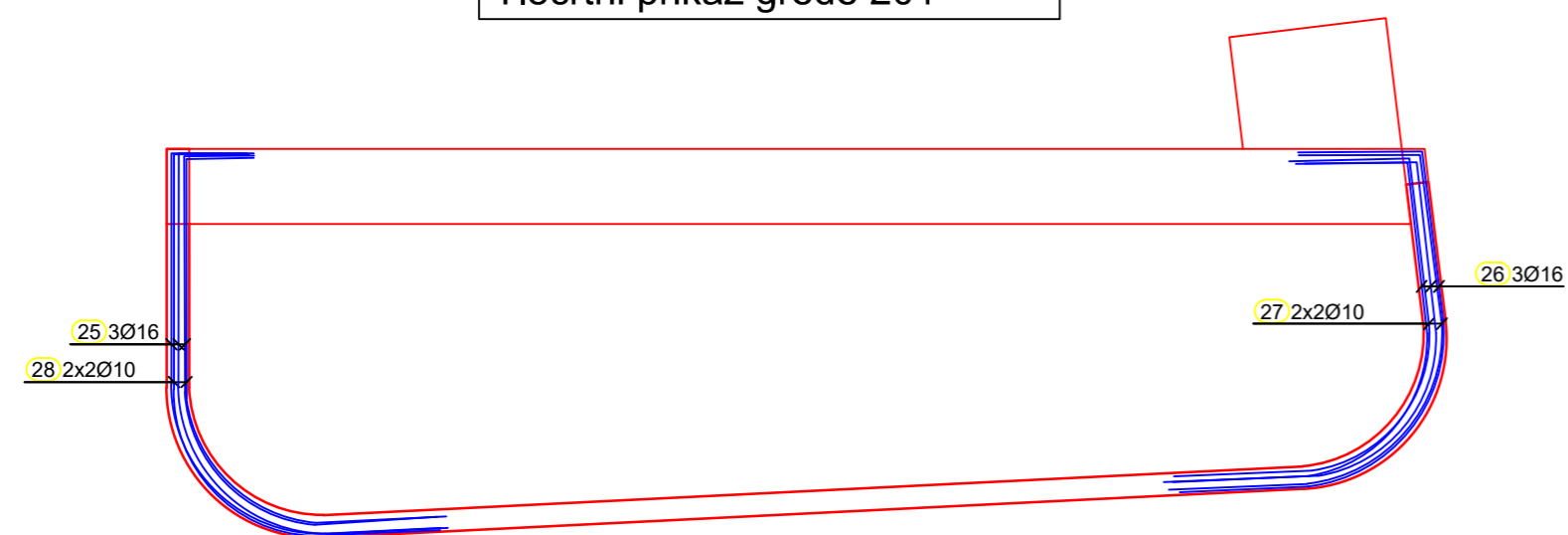


 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	Sadržaj: <b>POZ200-ARMATURA ZIDOVA I GREDA</b>			
	Investitor: FGAG, Matice Hrvatske 15, 21000 Split			
	Građevina: KUĆA ZORICA VINIŠĆE		Lokacija: k.č.z. 8275/48 k.o. Vinišće	
	Nivo i vrsta projekta: <b>IZVEDBENI PROJEKT KONSTRUKCIJE</b>			
	Projektant konstrukcije: Jelena Galić	Mjerilo: 1:50	Datum: srpanj 2022.	List: <b>21</b>

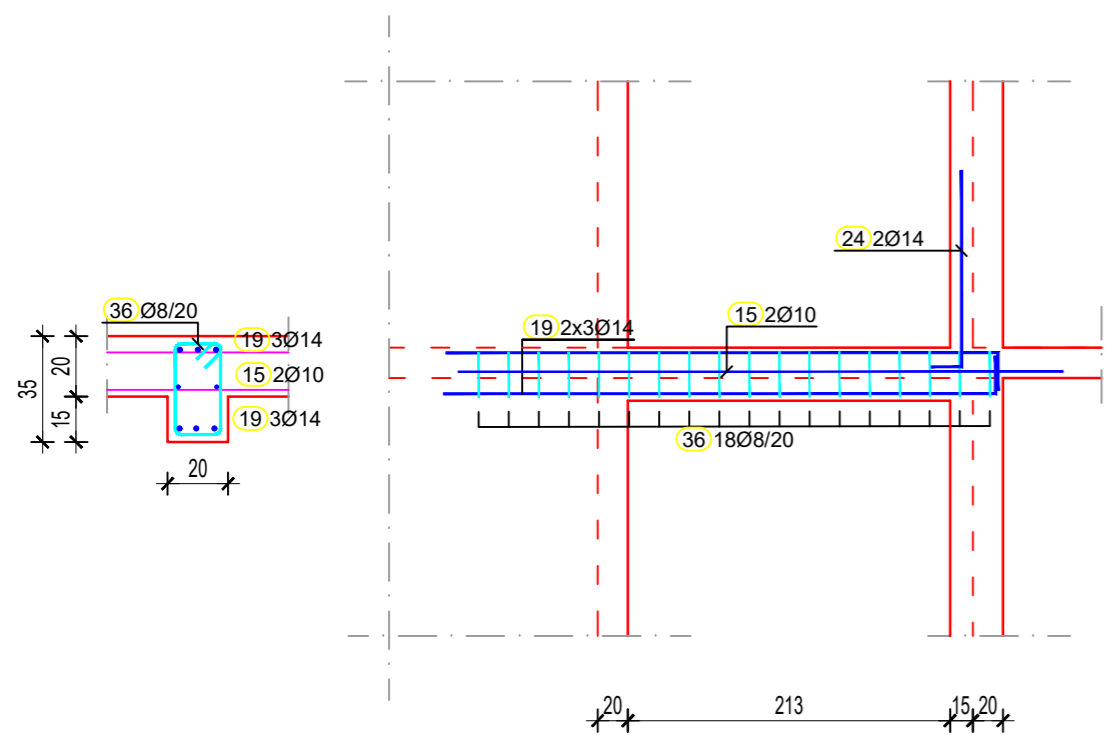




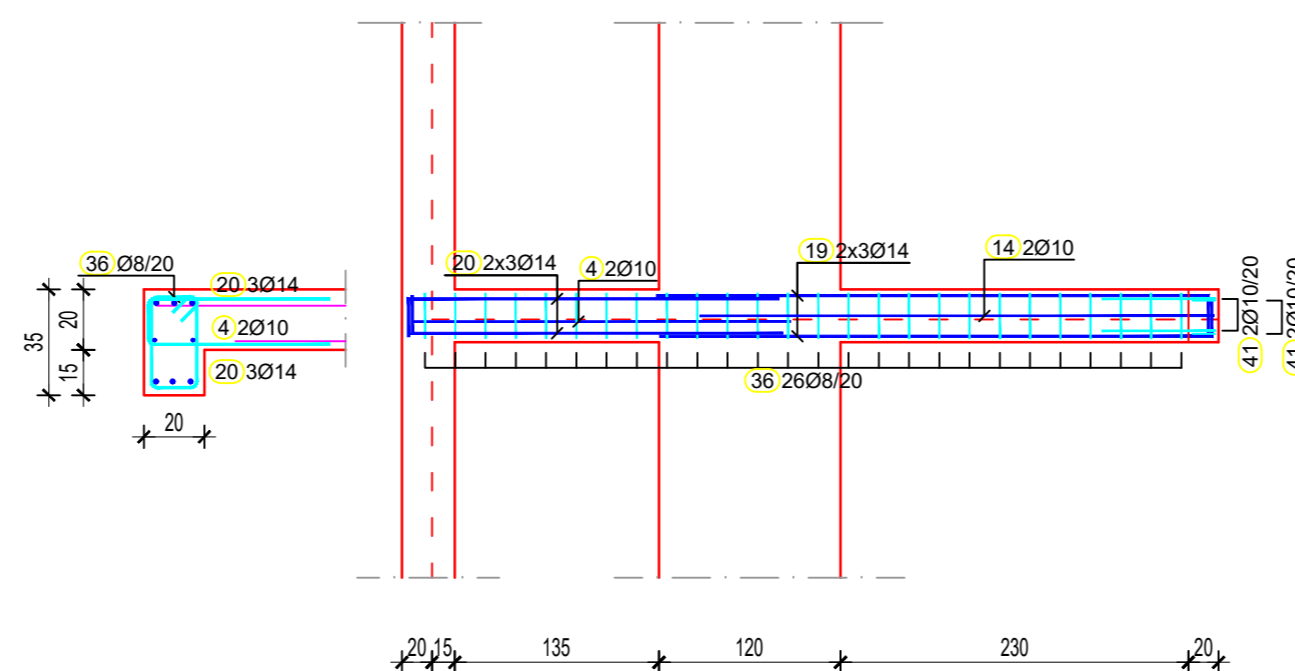
Tlocrtni prikaz grede 201



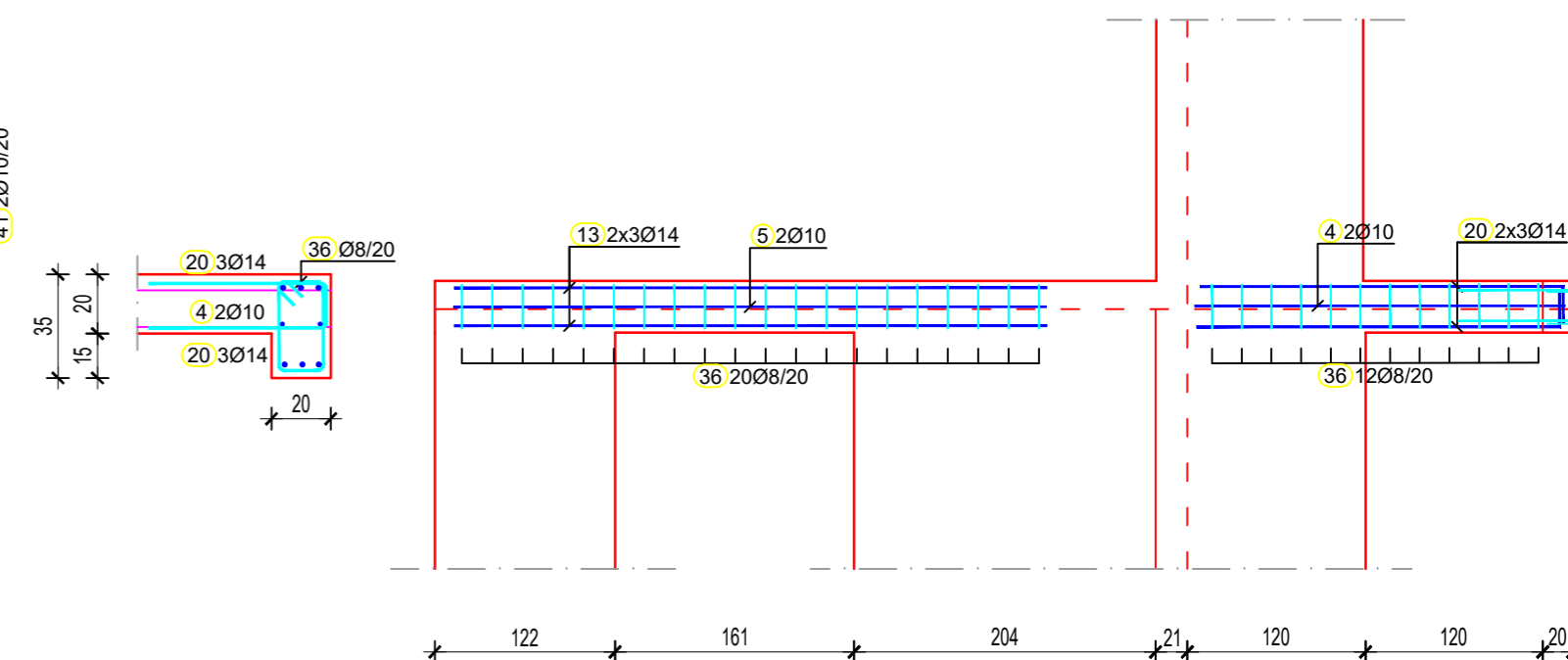
203a



203b

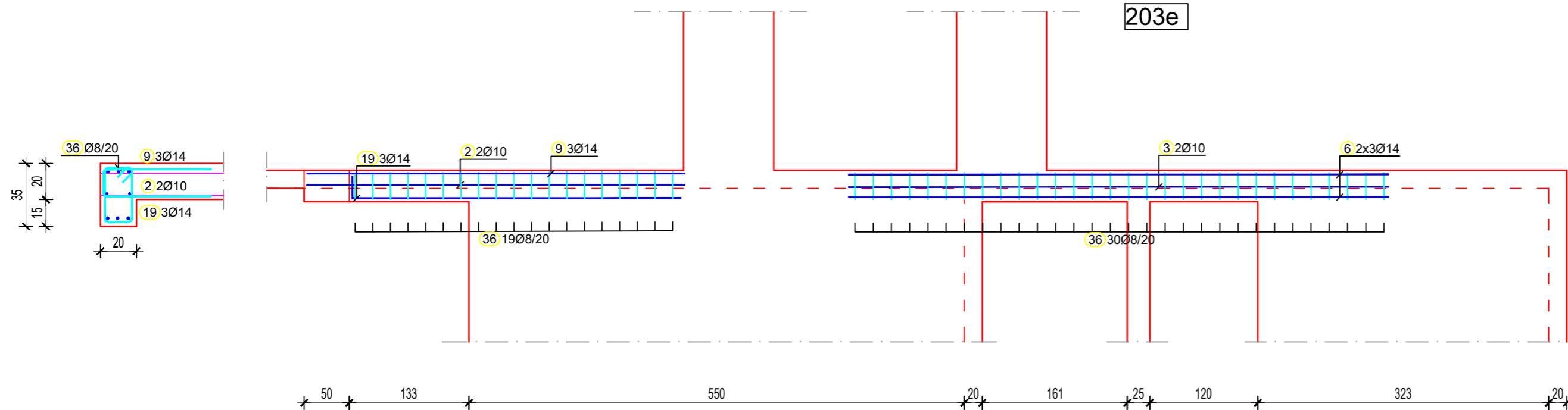



203d



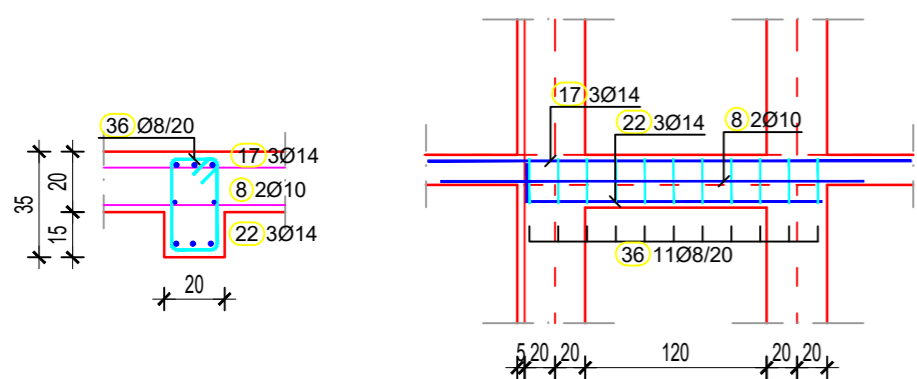
203c

203e

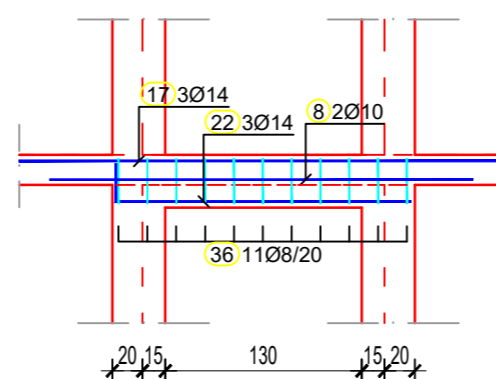


 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	Sadržaj:	POZ200-ARMATURA ZIDOVA I GREDA					
	Investitor:	FGAG, Matice Hrvatske 15, 21000 Split					
	Građevina:	KUĆA ZORICA VINIŠĆE	Lokacija:	k.č.z. 8275/48 k.o. Vinišće			
	Nivo i vrsta projekta:	IZVEDBENI PROJEKT KONSTRUKCIJE					
	Projektant konstrukcije:	Jelena Galić	Mjerilo:	1:50	Datum:	srpanj 2022.	List:

203g



203f



Šipke - specifikacija					
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
POZ200-Armatura zidova i greda (1 kom)					
1	360	14	3.60	76	273.60
2	420	10	4.20	2	8.40
3	600	10	6.00	2	12.00
4	250	10	2.50	4	10.00
5	400	10	4.00	2	8.00
6	600	14	6.00	6	36.00
7	300	10	3.00	2	6.00
8	280	10	2.80	4	11.20
9	420	14	4.20	3	12.60
10	600	12	6.00	4	24.00
11	150	14	1.50	26	39.00
12	600	10	6.00	2	12.00
13	400	14	4.00	6	24.00
14	340	10	3.40	2	6.80
15	400	10	4.00	2	8.00
16	600	16	6.00	6	36.00
17	320	14	3.20	6	19.20
18	545	12	6.00	10	60.00
19	365	14	3.90	15	58.50
20	245	14	2.70	12	32.40
21	375	12	4.30	10	43.00
22	195	14	2.20	6	13.20
23	320	14	3.60	62	223.20
24	130	14	1.50	4	6.00
25	154	16	4.40	3	13.20
26	114	16	4.40	3	13.20

27		10	4.40	4	17.60
28		10	4.40	4	17.60
29		16	3.50	3	10.50
30		16	3.30	3	9.90
31		8	0.95	156	148.20
32		8	1.15	195	224.25
33		8	0.82	13	10.66
34		8	0.86	26	22.36
35		8	1.66	42	69.72
36		8	1.06	199	210.94


37		8	1.16	39	45.24
38		8	1.26	13	16.38
39		8	1.46	52	75.92
40		8	1.19	13	15.47
41		10	1.65	4	6.60

Šipke - rekapitulacija				
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m]	Težina [kg]	
GA				
8	839.14	0.40	331.46	
10	124.20	0.62	76.83	
12	127.00	0.89	112.78	
14	737.70	1.21	891.14	
16	82.80	1.58	130.82	
Ukupno			1542.67	

Mreže - specifikacija						
pozicija	oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m²]	Ukupna težina [kg]
POZ200-Armatura zidova i greda (1 kom)						
I-1	Q-283	130	370	2	4.44	42.71
I-2	Q-283	143	370	8	4.44	188.37
I-3	Q-283	110	370	2	4.44	36.14
I-6	Q-283	161	310	2	4.44	44.39
I-8	Q-283	90	370	2	4.44	29.57
I-9	Q-283	215	370	18	4.44	635.76
I-11	Q-283	115	310	2	4.44	31.66
I-12	Q-283	161	370	2	4.44	52.98
I-13	Q-283	108	370	2	4.44	35.32
I-14	Q-283	215	310	14	4.44	414.30
I-15	Q-283	54	310	2	4.44	14.80
Ukupno					1526.00	



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE  
I GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

Sadržaj: **POZ200-ARMATURA ZIDOVA I GREDA**

Investitor: FGAG, Matice Hrvatske 15, 21000 Split

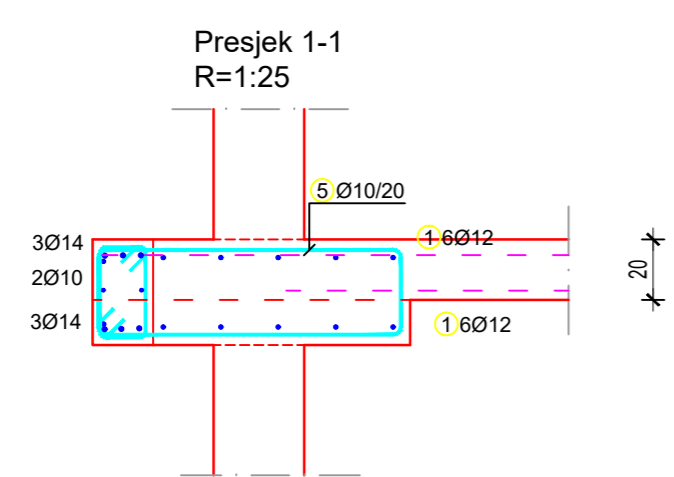
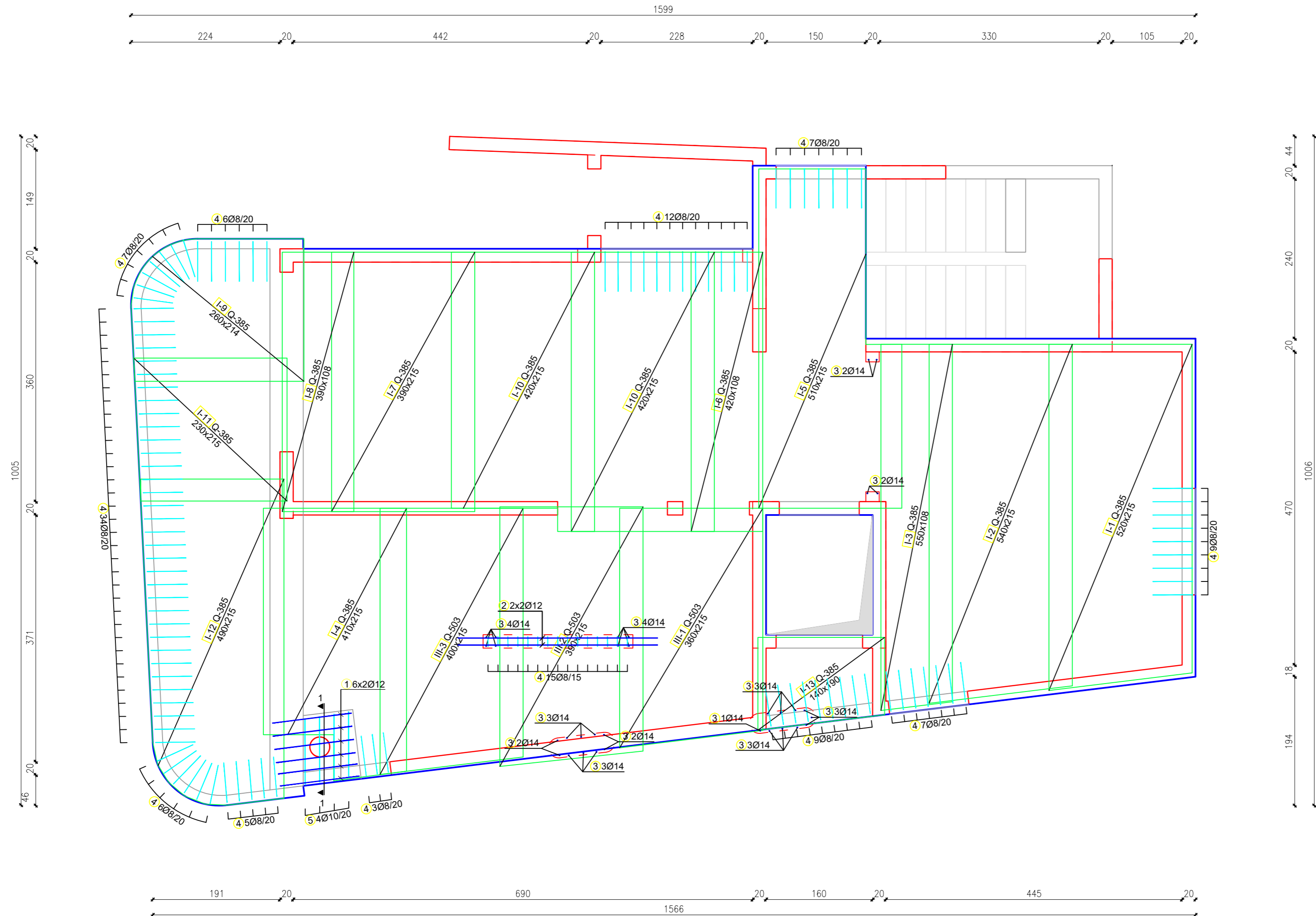
Gradjevina: KUĆA ZORICA VINIŠĆE Lokacija: k.č.z. 8275/48 k.o. Vinišće

Nivo i vrsta projekta: IZVEDBENI PROJEKT KONSTRUKCIJE

Projektant konstrukcije: Jelena Galić Mjerilo: 1:50 Datum: srpanj 2022. List: 23

POZ200-DONJA ZONA AB PLOČE

BETON: C25/30  
 ARMATURA: B500B  
 DEBLJINA PLOČE: d=20 cm



Šipke - specifikacija					
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
POZ200-Donja zona ab ploče (1 kom)					
1		12	1.70	12	20.40
2		12	3.00	4	12.00
3		14	1.50	32	48.00
4		8	1.35	120	162.00
5		10	2.72	4	10.88

Šipke - rekapitulacija				
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m]	Težina [kg]	
GA				
8	162.00	0.40	63.99	
10	10.88	0.62	6.71	
12	32.40	0.89	28.77	
14	48.00	1.21	57.98	
16	0.00	1.58	0.00	
<b>Ukupno</b>			<b>157.46</b>	

Mreže - specifikacija						
Pozicija	Dznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m²]	Ukupna težina [kg]
POZ200-Donja zona ab ploče (1 kom)						
I-1	Q-385	215	520	1	6.10	68.22
I-2	Q-385	215	540	1	6.10	70.76
I-3	Q-385	108	550	1	6.10	36.09
I-4	Q-385	215	410	1	6.10	53.71
I-5	Q-385	215	510	1	6.10	66.87
I-6	Q-385	108	420	1	6.10	27.53
I-7	Q-385	215	390	1	6.10	51.13
I-8	Q-385	108	390	1	6.10	25.56
I-9	Q-385	214	280	1	6.10	33.92
I-10	Q-385	215	420	2	6.10	110.13
I-11	Q-385	215	230	1	6.10	30.21
I-12	Q-385	215	490	1	6.10	64.25
I-13	Q-385	190	140	1	6.10	16.21
III-1	Q-503	215	360	1	7.90	61.15
III-2	Q-503	215	390	1	7.90	66.24
III-3	Q-503	215	400	1	7.90	67.95
<b>Ukupno</b>						<b>849.93</b>

SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE  
 I GEODEZIJE  
 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

**POZ200-DONJA ZONA AB PLOČE**

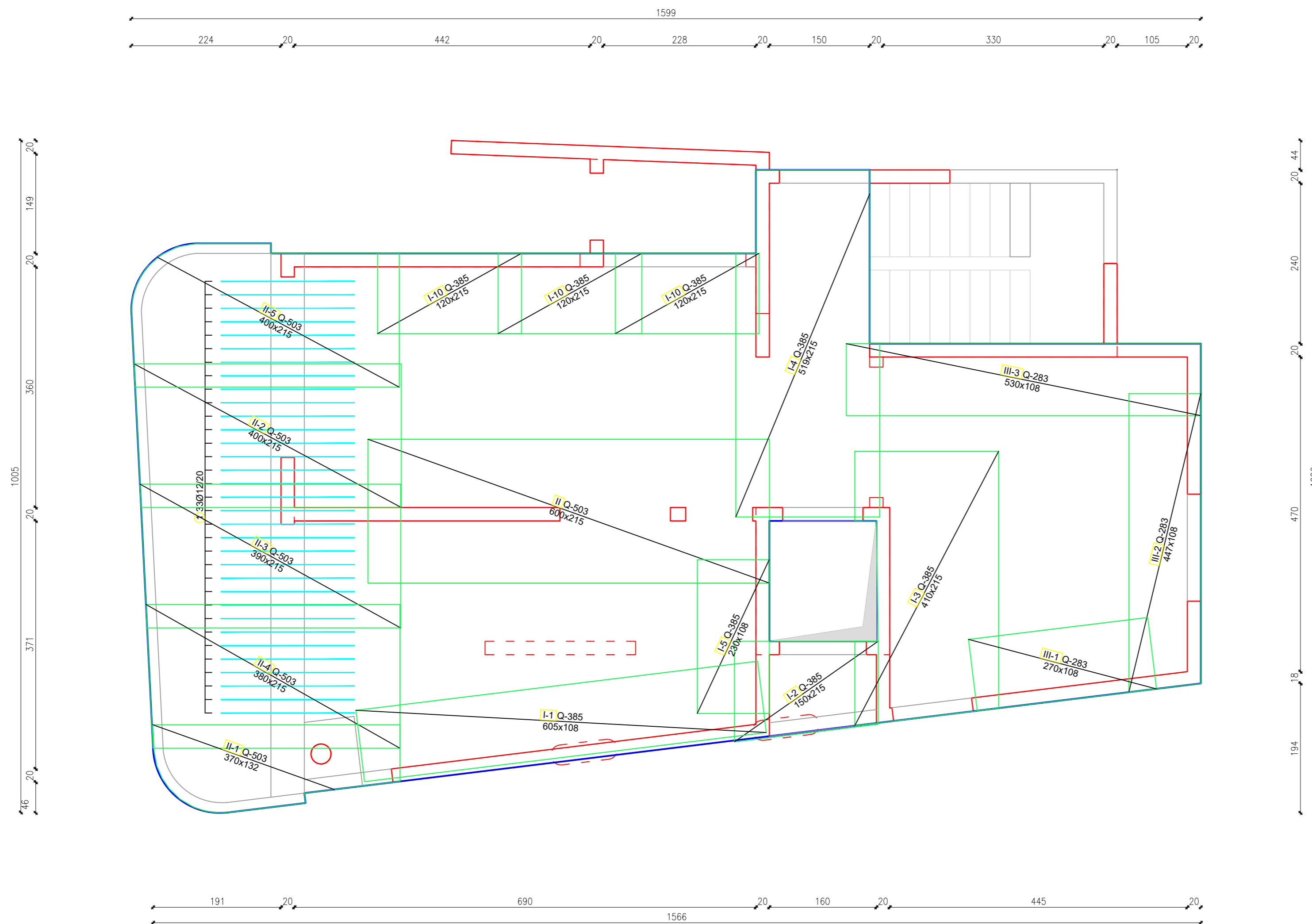
Investitor: FGAG, Matice Hrvatske 15, 21000 Split

Gradevinar: KUĆA ZORICA VINIŠĆE | Lokacija: k.č.z. 8275/48 k.o. Vinišće

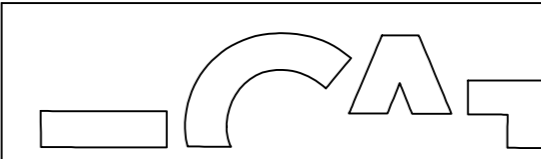
Nivo i vrsta projekta: IZVEDBENI PROJEKT KONSTRUKCIJE

Projektant konstrukcije: Jelena Galić | Mjerilo: 1:50/25 | Datum: srpanj 2022. | List: **24**





Šipke - specifikacija						
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]	
POZ200-Gornja zona ab ploče (1 kom)						
1	200	12	2.00	33	66.00	
Šipke - rekapitulacija						
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m]	Težina [kg]			
GA						
8	0.00	0.40	0.00			
10	0.00	0.62	0.00			
12	66.00	0.89	58.61			
14	0.00	1.21	0.00			
16	0.00	1.58	0.00			
Ukupno					58.61	
Mreže - specifikacija						
pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
POZ200-Gornja zona ab ploče (1 kom)						
I-1	Q-385	108	605	1	6.10	39.67
I-2	Q-385	215	150	1	6.10	19.72
I-3	Q-385	215	410	1	6.10	53.82
I-4	Q-385	215	519	1	6.10	68.09
I-5	Q-385	108	230	1	6.10	15.08
I-10	Q-385	215	120	3	6.10	47.21
II	Q-503	215	600	1	7.90	101.91
II-1	Q-503	132	370	1	7.90	38.50
II-2	Q-503	215	400	1	7.90	67.87
II-3	Q-503	215	390	1	7.90	66.18
II-4	Q-503	215	380	1	7.90	64.49
II-5	Q-503	215	400	1	7.90	68.02
III-1	Q-283	108	270	1	4.44	12.89
III-2	Q-283	108	447	1	4.44	21.32
III-3	Q-283	108	530	1	4.44	25.30
Ukupno						710.08



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE  
 I GEODEZIJE  
 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

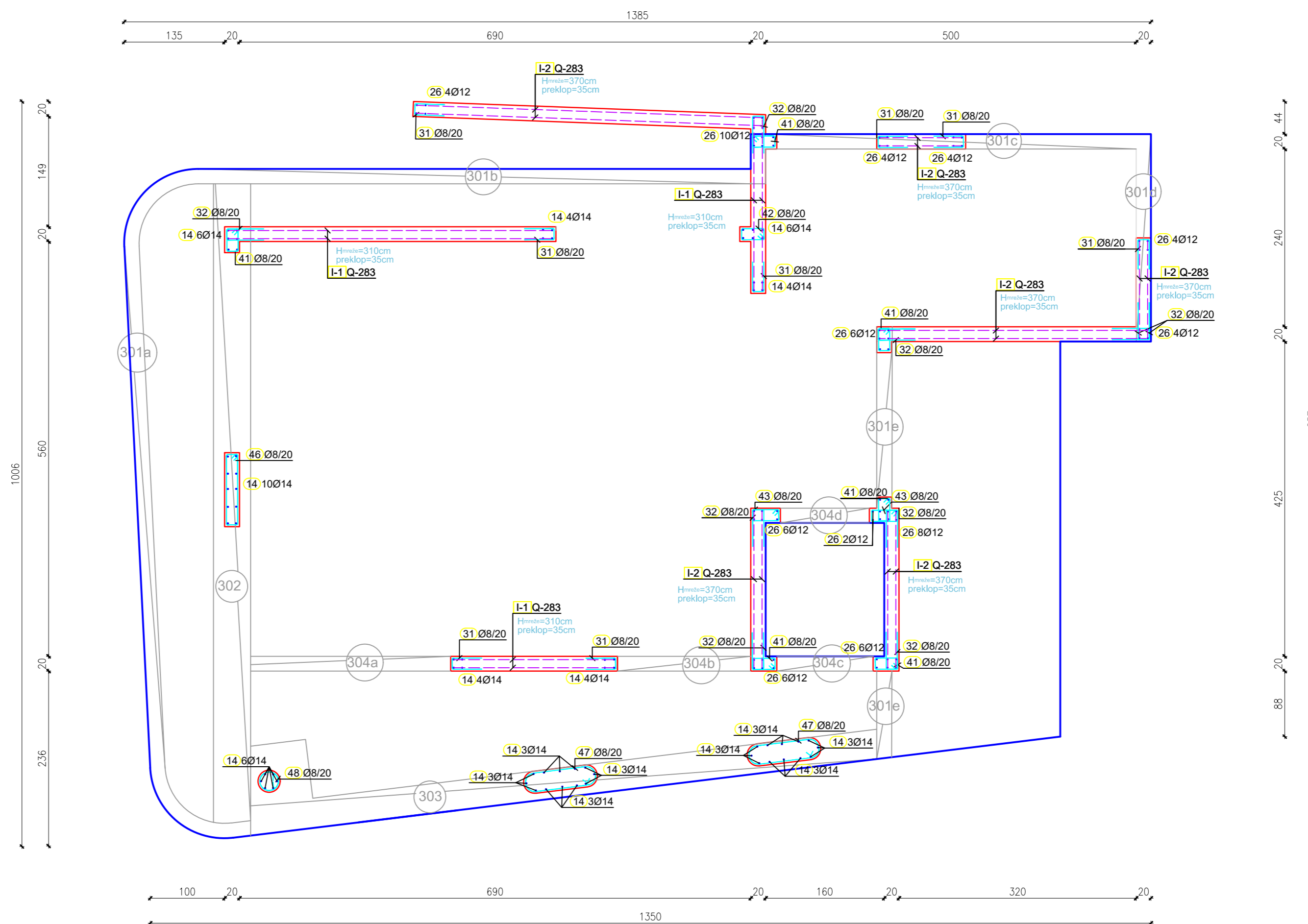
Sadržaj: **POZ200-GORNJA ZONA AB PLOČE**


Investitor: FGAG, Matice Hrvatske 15, 21000 Split

Građevina: KUĆA ZORICA VINIŠĆE Lokacija: k.č.z. 8275/48 k.o. Vinišće

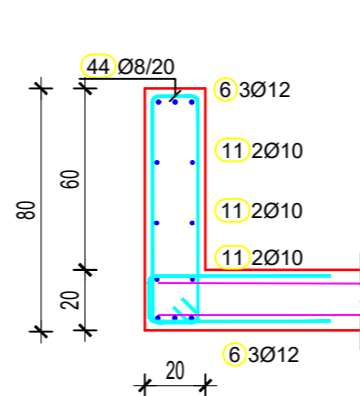
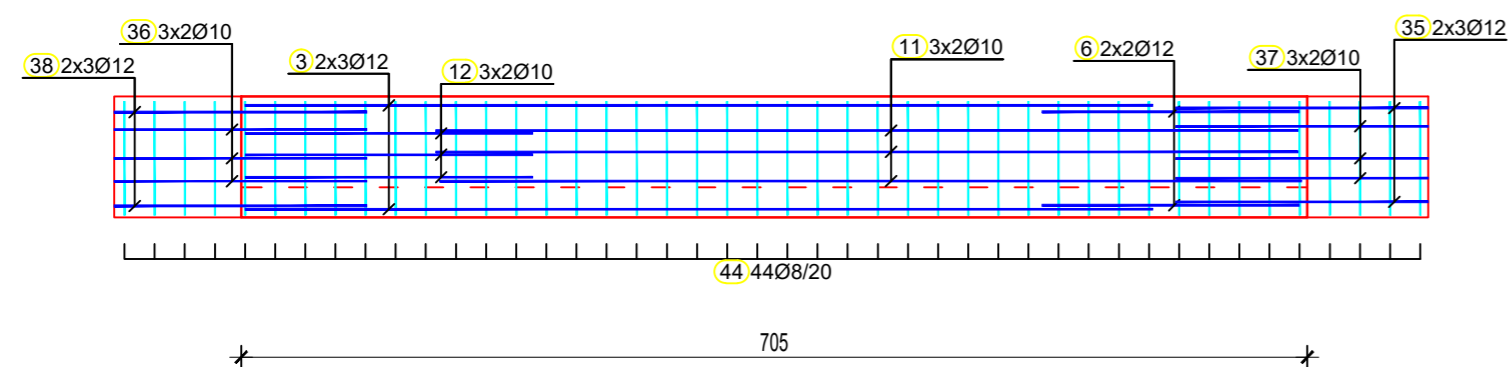
Nivo i vrsta projekta: **IZVEDBENI PROJEKT KONSTRUKCIJE**

Projektant konstrukcije: Jelena Galić Mjerilo: 1:50 Datum: srpanj 2022. List: **25**

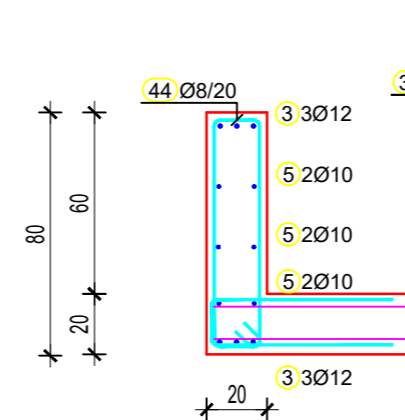
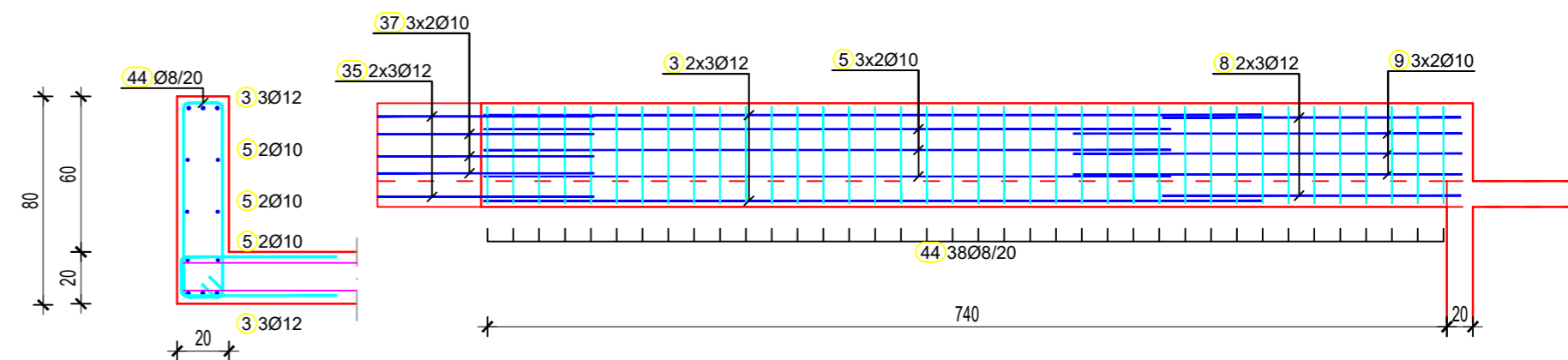


 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	Sadržaj: <b>POZ300-ARMATURA ZIDOVA I GREDA</b>			
	Investitor: FGAG, Matice Hrvatske 15, 21000 Split			
	Građevina: KUĆA ZORICA VINIŠĆE		Lokacija: k.č.z. 8275/48 k.o. Vinišće	
	Nivo i vrsta projekta: IZVEDBENI PROJEKT KONSTRUKCIJE			
	Projektant konstrukcije: Jelena Galić	Mjerilo: 1:50	Datum: srpanj 2022.	List: 26

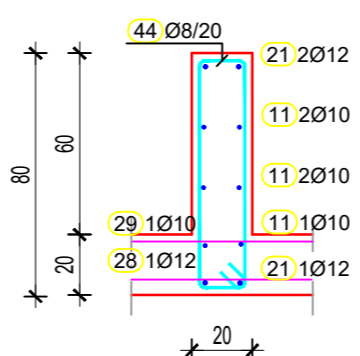
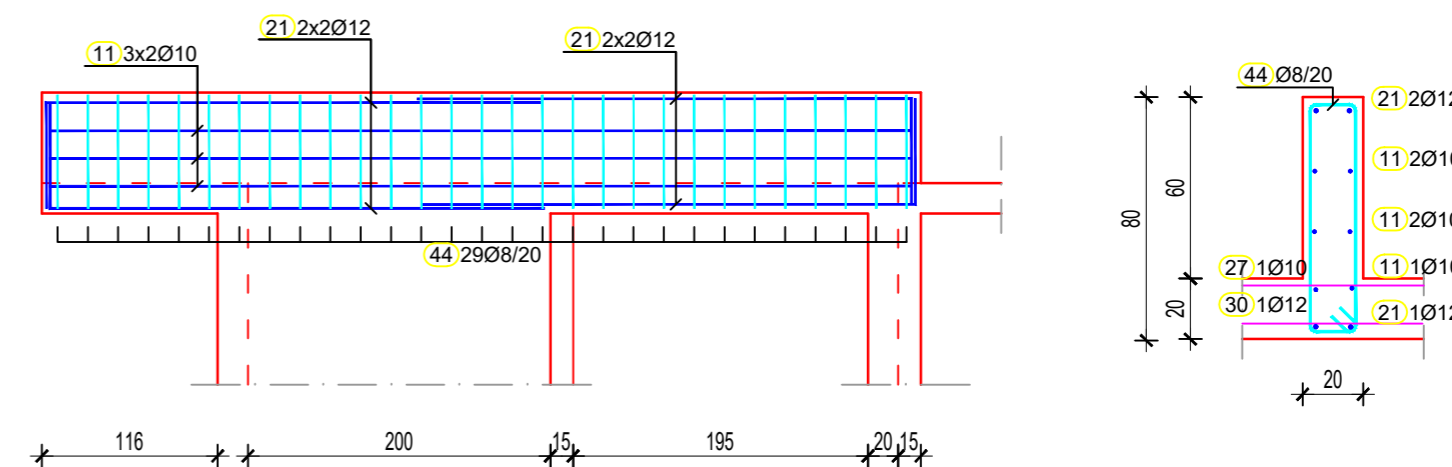
301a



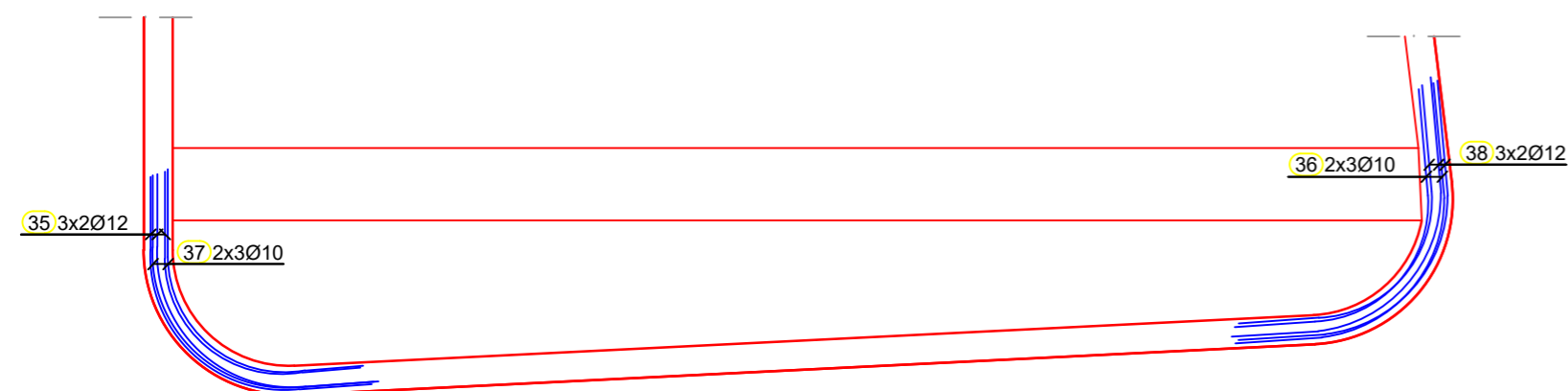
301b



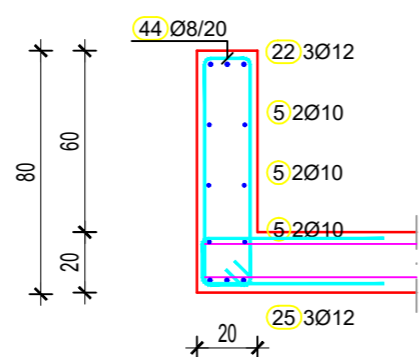
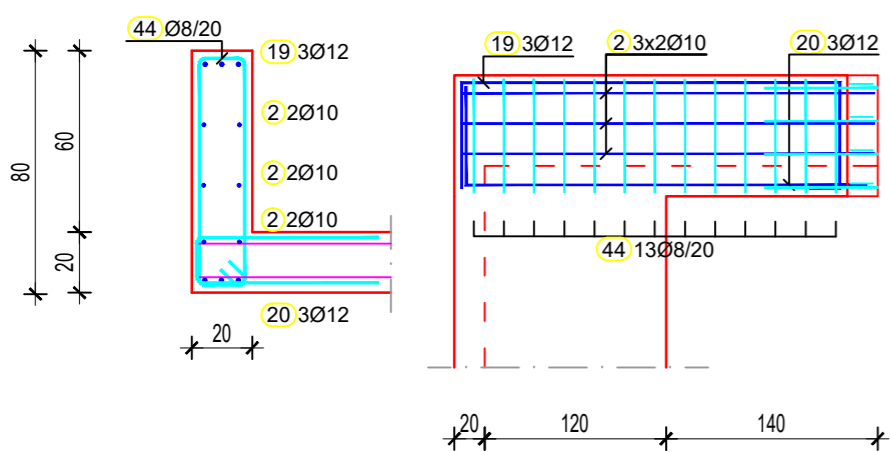
301e



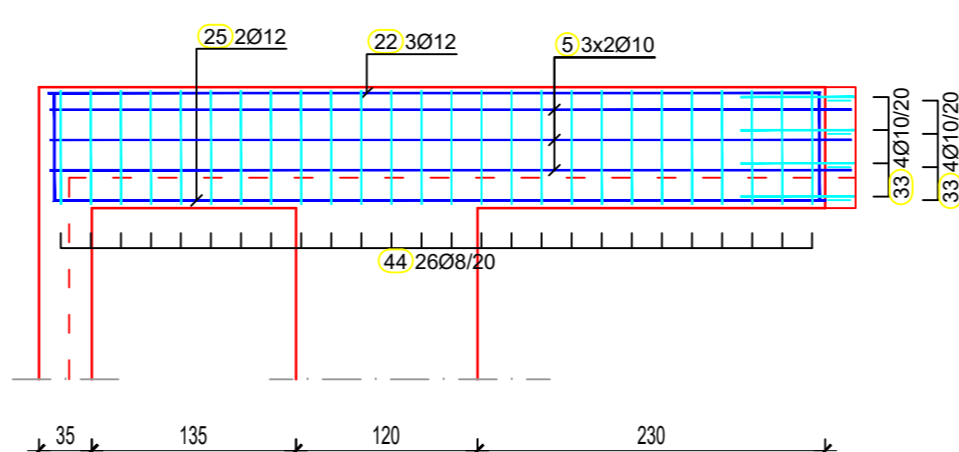
Tlocrtni prikaz grede 301



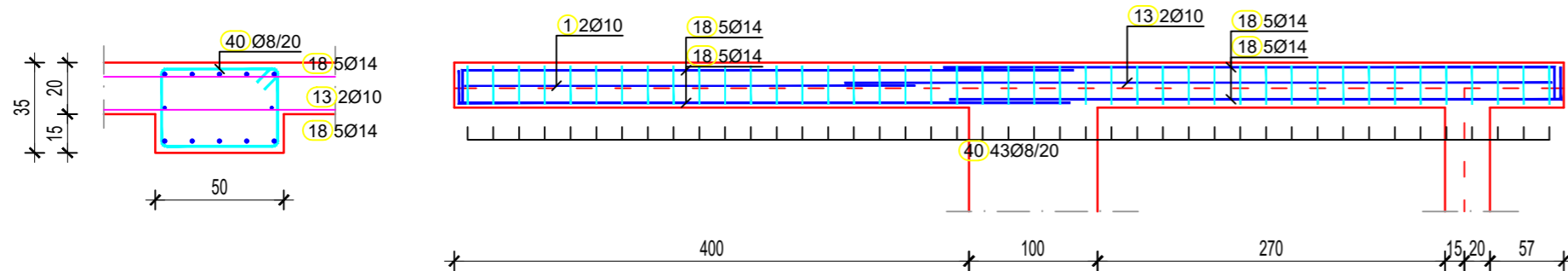
301d



301c

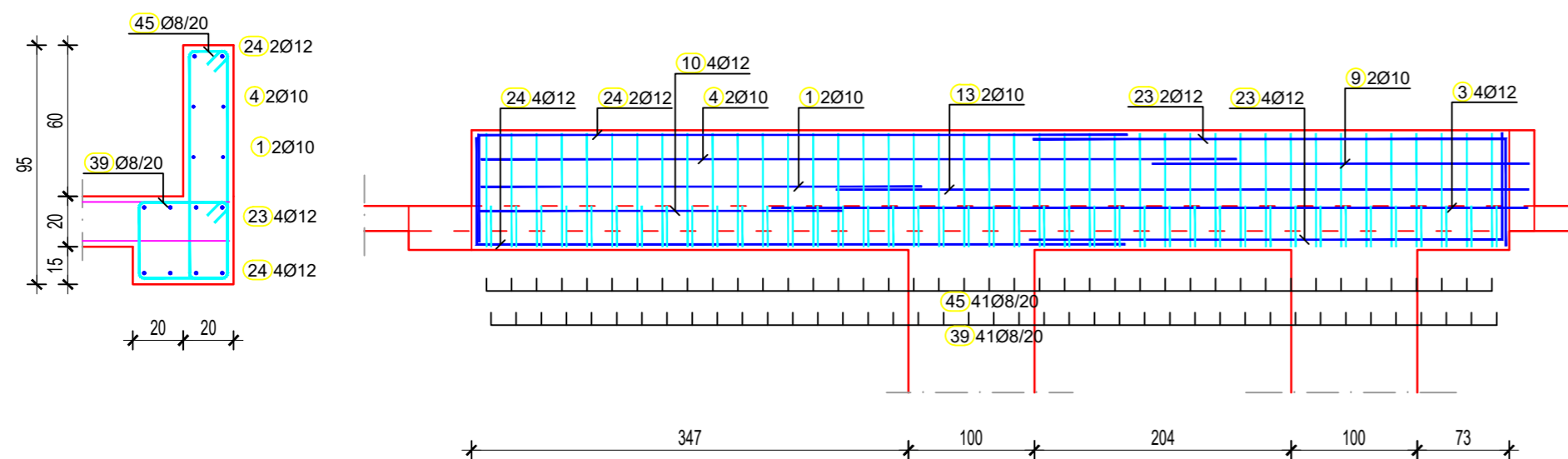


302

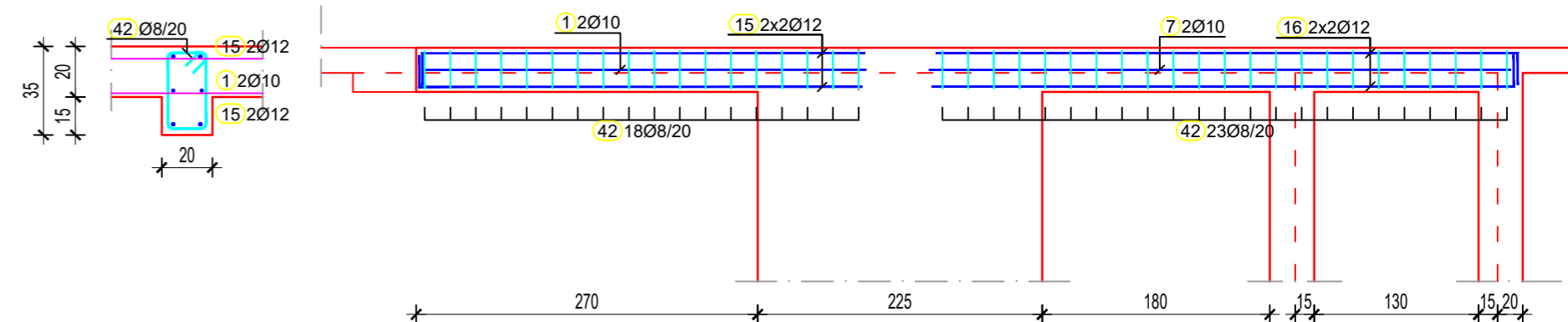


<p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	Sadržaj: POZ300-ARMATURA ZIDOVA I GREDA			
	Investitor: FGAG, Matice Hrvatske 15, 21000 Split			
	Građevina: KUĆA ZORICA VINIŠĆE		Lokacija: k.č.z. 8275/48 k.o. Vinišće	
	Nivo i vrsta projekta: IZVEDBENI PROJEKT KONSTRUKCIJE			
	Projektant konstrukcije: Jelena Galić	Mjerilo: 1:50	Datum: srpanj 2022.	List: 27

303



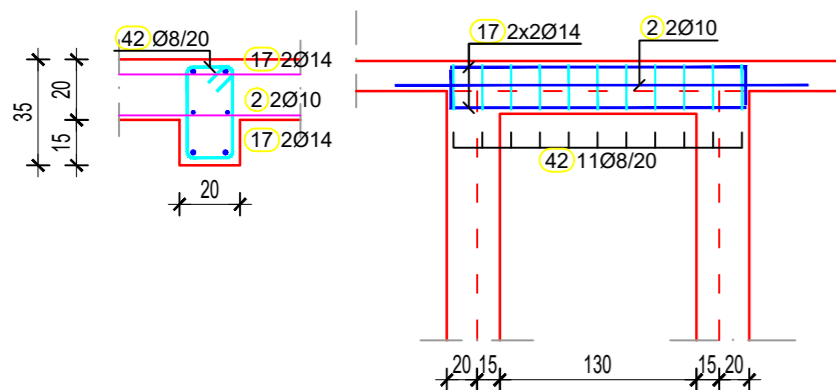
304a



304b

304c

304d




Sipke - specifikacija					
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
POZ300-Armatura zidova i greda (1 kom)					
1	350	10	3.50	6	21.00
2	273	10	2.73	8	21.84
3	600	12	6.00	16	96.00
4	800	10	6.00	2	12.00
5	530	10	5.30	12	63.60
6	170	12	1.70	4	6.80
7	460	10	4.60	2	9.20
8	230	12	2.30	6	13.80
9	300	10	3.00	8	24.00
10	290	12	2.90	4	11.60
11	570	10	5.70	12	68.40
12	190	10	1.90	6	11.40
13	550	10	5.50	6	33.00
14	320	14	3.60	68	244.80
15	350	12	3.75	4	15.00
16	460	12	4.85	4	19.40
17	195	14	2.20	4	8.80
18	475	14	5.00	20	100.00
19	250	12	4.10	3	12.30
20	265	12	3.30	3	9.90
21	327	12	3.97	8	31.76

22	510	12	5.80	3	17.40
23	375	12	4.60	6	27.60
24	515	12	6.00	6	36.00
25	510	12	5.80	2	11.60
26	375	12	4.10	64	262.40
27	255	10	2.80	1	2.80
28	130	12	1.60	1	1.60
29	130	10	1.60	1	1.60
30	255	12	2.80	1	2.80
31	40	8	0.95	104	98.80
32	50	8	1.15	117	134.55
33	75	10	1.65	8	13.20
34	75	12	2.40	3	7.20
35	510	12	2.60	6	15.60
36	510	10	2.80	6	16.80

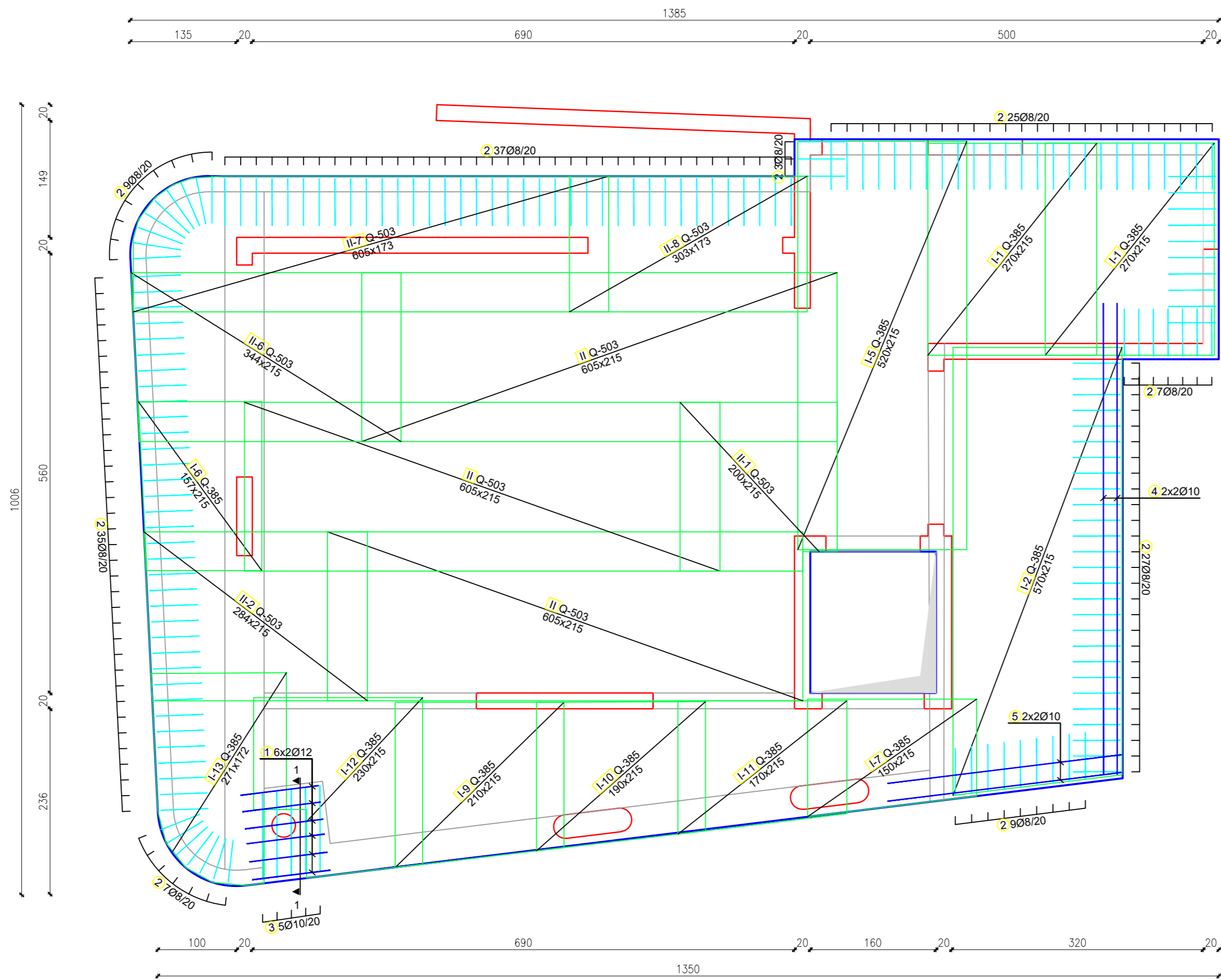
37	10	2.60	6	15.60
38	12	2.80	6	16.80
39	8	1.46	41	59.86
40	8	1.66	43	71.38
41	8	1.06	78	82.68
42	8	1.06	65	68.90
43	8	1.16	26	30.16
44	8	1.96	150	294.00
45	8	2.26	41	92.66
46	8	2.36	13	30.68
47	8	2.34	26	60.84
48	8	1.19	13	15.47

Sipke - rekapitulacija						
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m]	Težina [kg]			
GA						
8	1039.98	0.40	410.79			
10	314.44	0.62	194.01			
12	615.56	0.89	546.62			
14	353.60	1.21	427.15			
16	0.00	1.58	0.00			
Ukupno			1578.57			
Mreže - specifikacija						
pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m²]	Ukupna težina [kg]
POZ300-Armatura zidova i greda (1 kom)						
I-1	Q-283	210	370	4	4.44	138.00
I-2	Q-283	110	370	2	4.44	36.14
I-3	Q-283	54	310	2	4.44	14.80
I-4	Q-283	215	370	8	4.44	282.56
I-6	Q-283	130	370	2	4.44	42.71
I-8	Q-283	215	310	8	4.44	236.74
I-10	Q-283	108	370	2	4.44	35.32
I-11	Q-283	108	310	2	4.44	29.59
Ukupno						815.86

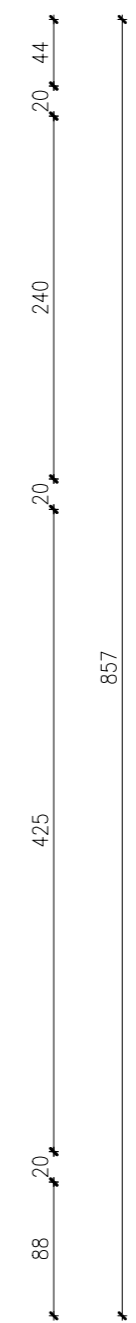
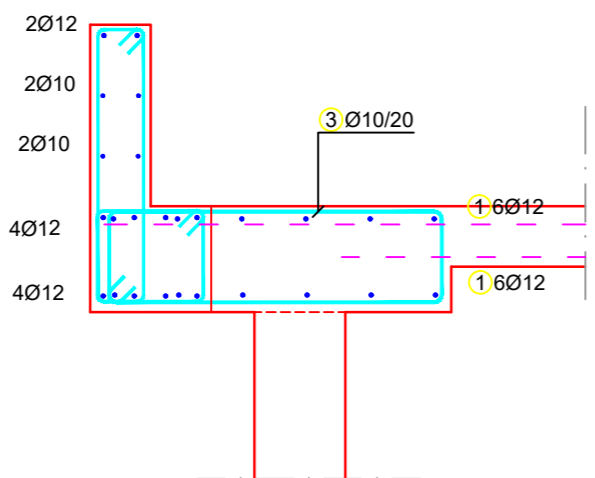


SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE  
I GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

Sadržaj: <b>POZ300-ARMATURA ZIDOVA I GREDA</b>			
Investitor: FGAG, Matice Hrvatske 15, 21000 Split			
Građevina: KUĆA ZORICA VINIŠĆE		Lokacija: k.č.z. 8275/48 k.o. Vinišće	
Nivo i vrsta projekta: IZVEDBENI PROJEKT KONSTRUKCIJE			
Projektant konstrukcije: Jelena Galić	Mjerilo: 1:50	Datum: srpanj 2022.	List: 28



Presjek 1-1  
 R=1:25



Slike - specifikacija						
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]	
POZ300-Donja zona ab ploče (1 kom)						
1		12	1.50	12	18.00	
2		8	1.35	169	228.15	
3		10	2.96	5	14.80	
4		10	6.00	4	24.00	
5		10	3.00	4	12.00	
Slike - rekaptulacija						
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m]	Težina [kg]			
GA						
8	228.15	0.40	90.12			
10	50.80	0.62	31.34			
12	18.00	0.89	15.98			
14	0.00	1.21	0.00			
16	0.00	1.58	0.00			
Ukupno					137.45	
Mreže - specifikacija						
pozicija	Dznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m²]	Ukupna težina [kg]
POZ300-Donja zona ab ploče (1 kom)						
I-1	Q-385	215	270	2	6.10	70.82
I-2	Q-385	215	570	1	6.10	74.81
I-5	Q-385	215	520	1	6.10	68.18
I-6	Q-385	215	157	1	6.10	20.60
I-7	Q-385	215	150	1	6.10	19.63
I-9	Q-385	215	210	1	6.10	27.58
I-10	Q-385	215	190	1	6.10	24.92
I-11	Q-385	215	170	1	6.10	22.26
I-12	Q-385	215	230	1	6.10	30.12
I-13	Q-385	172	271	1	6.10	28.47
II	Q-503	215	605	3	7.90	308.28
II-1	Q-503	215	200	2	7.90	67.94
II-2	Q-503	215	284	1	7.90	48.29
II-6	Q-503	215	344	1	7.90	58.36
II-7	Q-503	173	605	1	7.90	82.61
II-8	Q-503	173	303	1	7.90	41.30
Ukupno					994.16	

SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE  
 I GEODEZIJE  
 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

**POZ300-DONJA ZONA AB PLOČE**

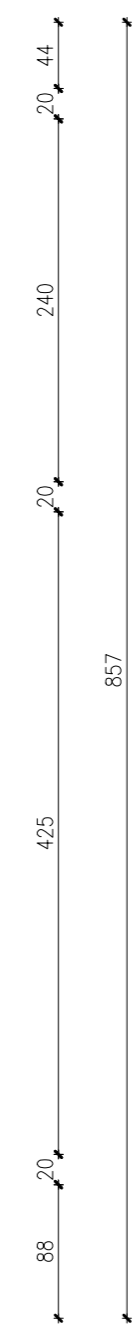
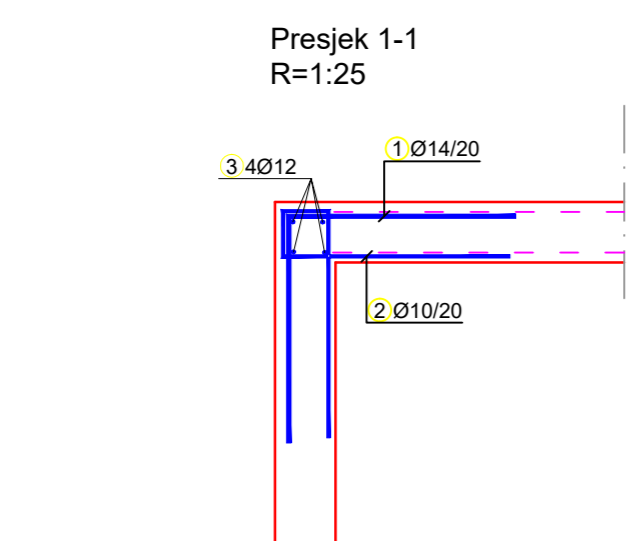
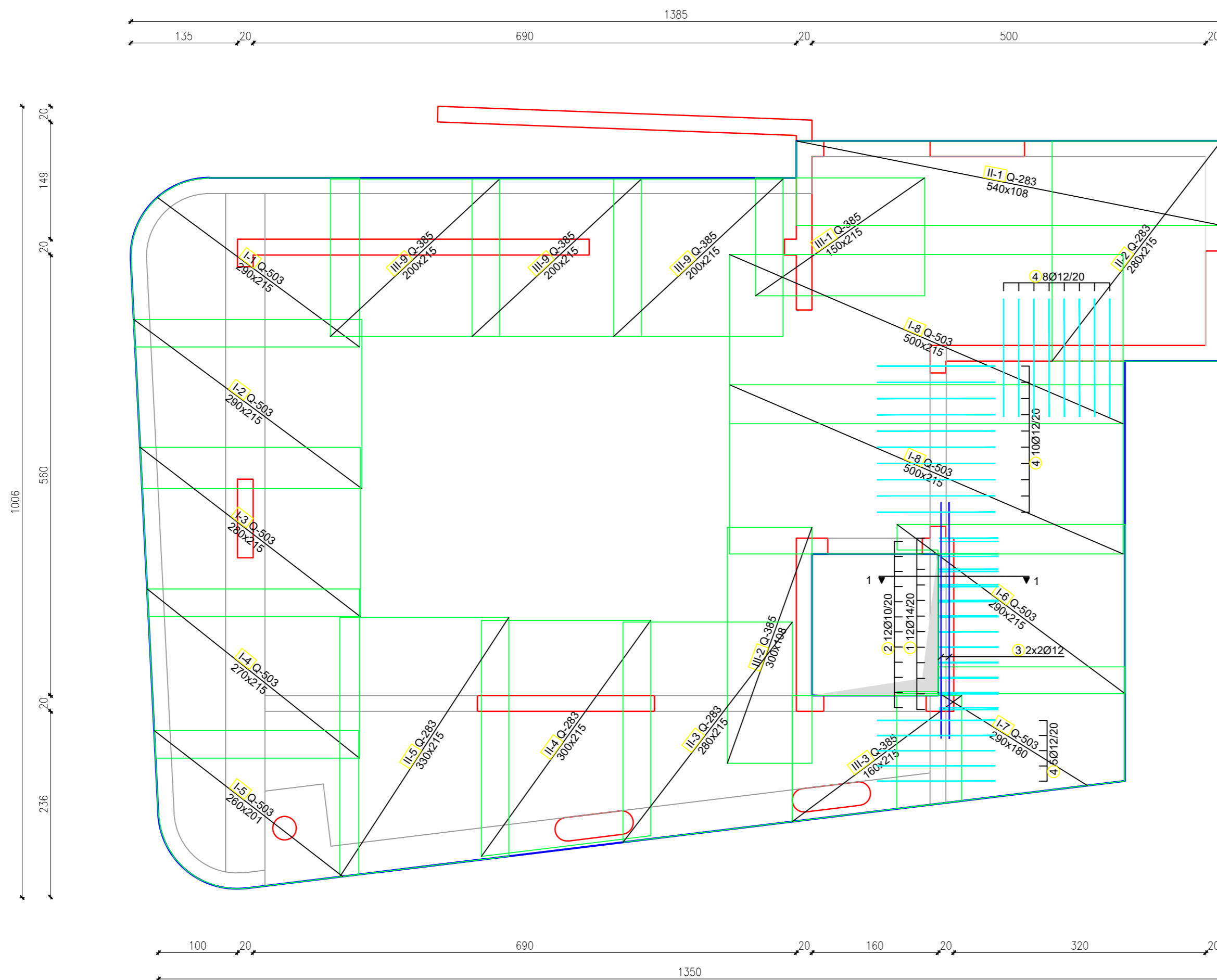
Investitor: FGAG, Matice Hrvatske 15, 21000 Split

Građevina: KUĆA ZORICA VINIŠĆE Lokacija: k.č.z. 8275/48 k.o. Vinišće

Nivo i vrsta projekta: IZVEDBENI PROJEKT KONSTRUKCIJE

Projektant konstrukcije: Jelena Galić Mjerilo: 1:50/25 Datum: srpanj 2022. List: 29





Šipke - specifikacija					
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
POZ300-Gornja zona ab ploče (1 kom)					
1		14	1.50	12	18.00
2		10	1.80	12	21.60
3		12	3.00	4	12.00
4		12	1.50	23	34.50

Šipke - rekapitulacija			
Ø [mm]	lg [m]	Jedinična težina [kg/m]	Težina [kg]
GA			
8	0.00	0.40	0.00
10	21.60	0.62	13.33
12	46.50	0.89	41.29
14	18.00	1.21	21.74
16	0.00	1.58	0.00
<b>Ukupno</b>			<b>76.36</b>

Mreže - specifikacija						
Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
POZ300-Gornja zona ab ploče (1 kom)						
I-1	Q-503	215	290	1	7.90	49.31
I-2	Q-503	215	290	1	7.90	49.21
I-3	Q-503	215	280	1	7.90	47.50
I-4	Q-503	215	270	1	7.90	45.81
I-5	Q-503	201	260	1	7.90	41.26
I-6	Q-503	215	290	1	7.90	49.17
I-7	Q-503	180	290	1	7.90	41.25
I-8	Q-503	215	500	2	7.90	169.85
II-1	Q-283	108	540	1	4.44	25.77
II-2	Q-283	215	280	1	4.44	26.73
II-3	Q-283	215	280	1	4.44	26.72
II-4	Q-283	215	300	1	4.44	28.63
II-5	Q-283	215	330	1	4.44	31.49
III-1	Q-385	215	150	1	6.10	19.67
III-2	Q-385	108	300	1	6.10	19.67
III-3	Q-385	215	160	1	6.10	21.00
III-9	Q-385	215	200	3	6.10	78.69
<b>Ukupno</b>						<b>771.73</b>

SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE  
 I GEODEZIJE  
 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

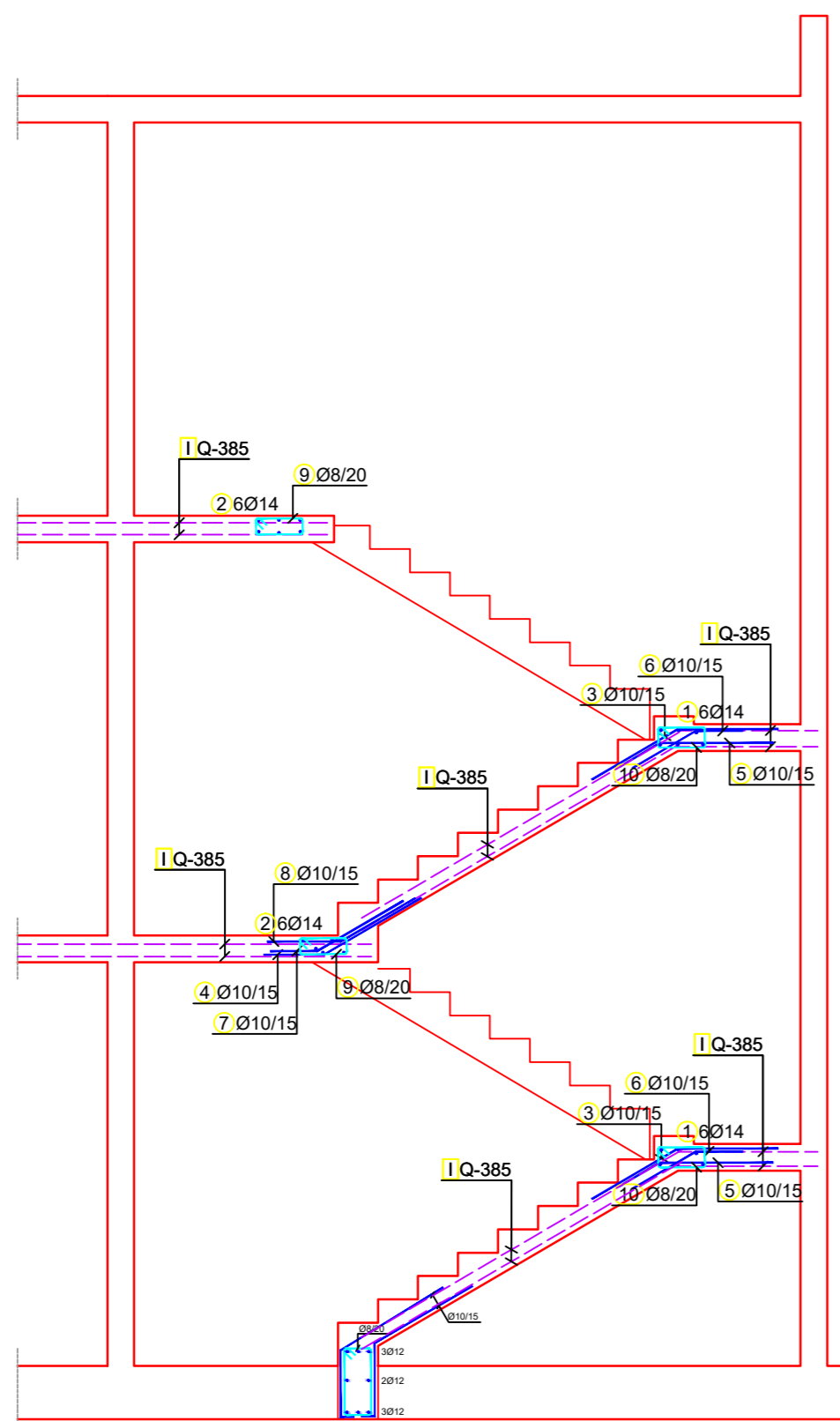
Sadržaj: **POZ300-GORNJA ZONA AB PLOČE**

Investitor: **FGAG, Matice Hrvatske 15, 21000 Split**

Gradjevina: **KUĆA ZORICA VINIŠĆE** Lokacija: **k.č.z. 8275/48 k.o. Vinišće**

Nivo i vrsta projekta: **IZVEDBENI PROJEKT KONSTRUKCIJE**

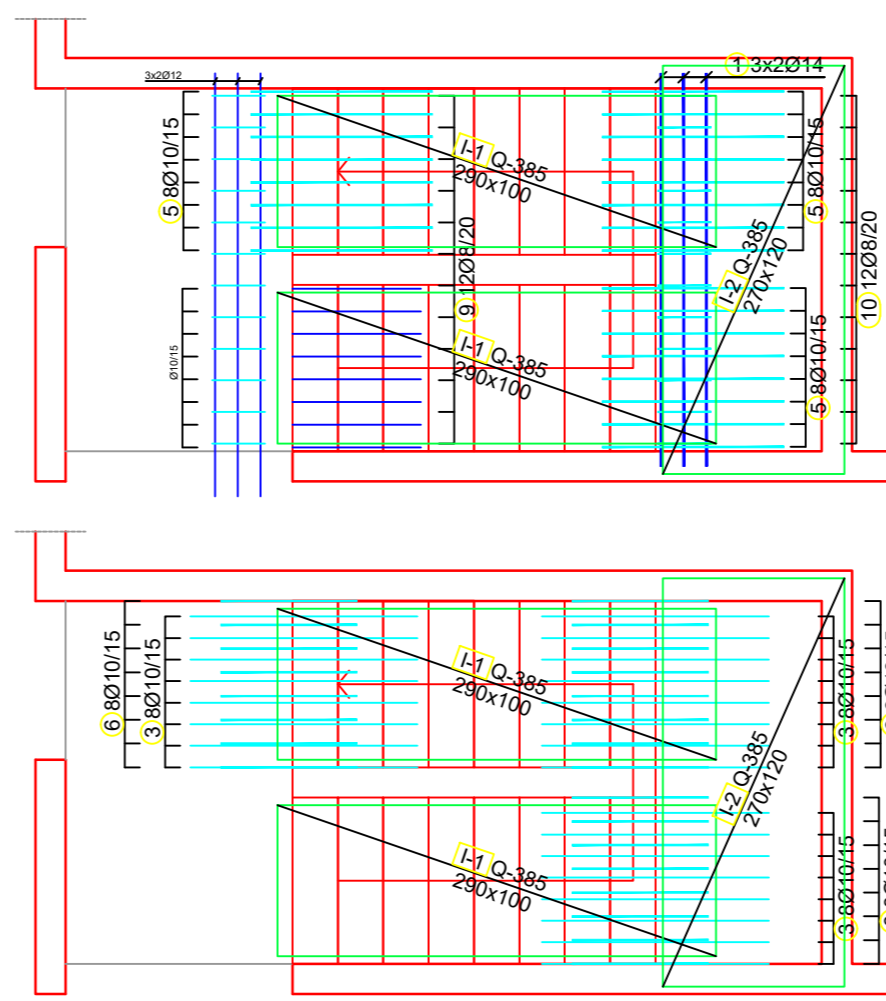
Projektant konstrukcije: **Jelena Galić** Mjerilo: **1:50/25** Datum: **srpanj 2022.** List: **30**



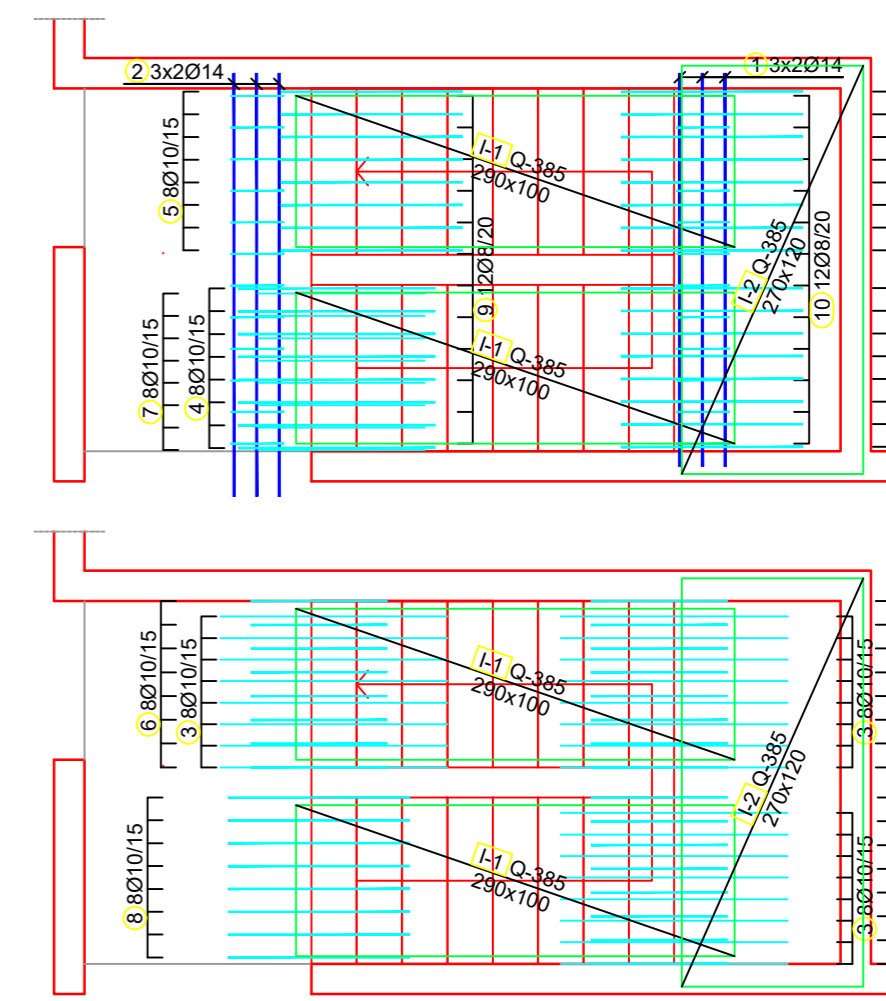
DONJA ZONA

GORNJA ZONA

KARAKTERISTIČNI TLOCRT 1



KARAKTERISTIČNI TLOCRT 2




Šipke - specifikacija

ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
Armatura stubišta (1 kom)					
1	260	14	2.60	12	31.20
2	280	14	2.80	12	33.60
3		10	1.50	48	72.00
4		10	1.30	8	10.40
5		10	1.20	48	57.60
6		10	0.90	48	43.20
7		10	1.10	8	8.80
8		10	1.20	8	9.60
9		8	1.10	12	13.20
10		8	1.16	24	27.84

Šipke - rekapitulacija

Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Težina [kg]			
GA						
8		41.04	0.40			
10		201.60	0.62			
12		0.00	0.89			
14		64.80	1.21			
16		0.00	1.58			
Ukupno			218.88			
Mreže - specifikacija						
Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
Armatura stubišta (1 kom)						
I-1	Q-385	100	290	8	6.10	141.52
I-2	Q-385	120	270	4	6.10	79.06
Ukupno						220.58



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE  
I GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

Sadržaj: **ARMATURA STUBIŠTA**

Investitor: FGAG, Matice Hrvatske 15, 21000 Split

Gradjevina: KUĆA ZORICA VINIŠĆE      Lokacija: k.č.z. 8275/48 k.o. Vinišće

Nivo i vrsta projekta: **IZVEDBENI PROJEKT KONSTRUKCIJE**

Projektant konstrukcije: Jelena Galić      Mjerilo: 1:50      Datum: srpanj 2022.      List: **31**