

# Glavni i izvedbeni projekt obiteljske kuće s bazenom u Sutivanu

---

Ževrnja, Mirjana

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:123:755405>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-14**



*Repository / Repozitorij:*

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



UNIVERSITY OF SPLIT



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

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

# **DIPLOMSKI RAD**

**Mirjana Ževrnja**

**Split, 2022.**

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

**Mirjana Ževrnja**

**Glavni i izvedbeni projekt obiteljske kuće s bazenom u  
Sutivanu**

**Diplomski rad**

**Split, 2022.**

# **Glavni i izvedbeni projekt obiteljske kuće s bazenom u Sutivanu**

## ***Sažetak:***

U radu je prikazan glavni i izvedbeni projekt obiteljske kuće s bazenom u mjestu Sutivan (na otoku Braču) ukupne katnosti prizemlje, 1. kat te potkrovlje. Građevina je formirana kao monolitna armirano-betonska konstrukcija izvedena s armirano-betonskim temeljima, zidovima, gredama te armirano-betonskim pločama kao međukatnim konstrukcijama.

## ***Ključne riječi:***

Glavni i izvedbeni projekt, obiteljska kuća, monolitna konstrukcija, grede, ploče, zidovi, temelji

# **Main and implementation project of a family house with a swimming pool in Sutivan**

## ***Abstract:***

The paper presents the main and implementation project of a family house with a swimming pool in Sutivan (on the island of Brač) with a total floor area of ground floor, first floor and attic. The building was formed as a monolithic reinforced concrete structure with reinforced concrete foundations, walls, beams and reinforced concrete plates as a ceiling slabs.

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

## ***Keywords:***

Main and implementation project, family house, monolithic construction, beams, slabs, walls, foundations

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

STUDIJ: **DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**  
KANDIDAT: Mirjana Ževrnja  
MATIČNI BROJ (JMBAG): 0083218983  
KATEDRA: **Katedra za Betonske konstrukcije i mostove**  
PREDMET: Betonske konstrukcije

**ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD**

Tema: **Glavni i izvedbeni projekt obiteljske kuće s bazenom u Sutivanu**

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

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

U Splitu, srpanj 2022.

Voditelj Diplomskog rada:

Mentor/ica:

Doc. dr. sc. Marina Sunara

Komentor:

Dr. sc. Ante Buzov

Predsjednik Povjerenstva  
za završne i diplomske ispite:

Izv. prof. dr. sc. Ivo Andrić

## SADRŽAJ:

1.	TEHNIČKI OPIS.....	1
1.1.	Općenito (projektni zadatak) .....	1
1.2.	Oblik i veličina građevinske čestice .....	2
1.3.	Namjena građevine .....	2
1.4.	Konstruktivno rješenje.....	7
1.5.	Lokacija i opterećenje.....	8
1.6.	Podaci o tlu i temeljenje .....	8
1.7.	Materijali .....	9
1.8.	Proračun.....	10
1.9.	Otpornost konstrukcije na djelovanje požara .....	10
1.10.	Uporabni vijek građevine .....	10
2.	PLAN KONTROLE I OSIGURANJE KVALITETE.....	12
2.1.	Prikaz tehničkih rješenja za osiguranje tehničkih svojstava građevine.....	12
2.2.	Opis tehničkih svojstava.....	12
2.3.	Opći podaci i definicije.....	13
2.4.	Betonski, armiranobetonski i tesarski radovi .....	16
2.4.1.	Beton.....	16
2.4.2.	Armaturni čelik.....	23
2.4.3.	Prekidi betoniranja.....	24
2.5.	Kontrola ispitivanja .....	25

2.6.	Dužnost izvođača.....	25
3.	POSEBNI TEHNIČKI UVJETI .....	26
3.1.	Oplate i skele .....	26
3.2.	Transport i ugradnja betona.....	27
3.3.	Betoniranje pri visokim vanjskim temperaturama.....	28
3.4.	Betoniranje pri niskim vanjskim temperaturama.....	29
4.	NAČIN ZBRINJAVANJA GRAĐEVNOG OTPADA .....	30
5.	UVJETI ODRŽAVANJA I PROJEKTIRANI VIJEK TRAJANJA .....	32
6.	PLANOVI POZICIJA .....	33
7.	ANALIZA OPTEREĆENJA .....	34
7.1.	Stalno opterećenje.....	34
7.1.1.	Vlastita težina .....	34
7.1.2.	Dodatno stalno opterećenje .....	34
7.2.	Promjenjivo opterećenje .....	37
7.2.1.	Korisno opterećenje.....	37
7.2.2.	Opterećenje snijegom .....	37
7.2.3.	Opterećenje vjetrom .....	39
7.3.	Izvanredno opterećenje.....	41
7.3.1.	Potresno opterećenje.....	41
8.	NUMERIČKI MODEL .....	44
8.1.	Općenito o numeričkom modelu .....	44
8.2.	Djelovanja na konstrukciju.....	55
8.2.1.	Dodatno stalno opterećenje .....	55

8.2.2. Korisno opterećenje .....	56
9. KOMBINACIJE OPTEREĆENJA .....	58
10. REZULTATI DINAMIČKE ANALIZE .....	59
11. PRORAČUN HORIZONTALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE .....	64
11.1. Proračun ploča pozicije 300 (ploča krova) $d_{pl}=18$ cm.....	64
11.1.1. Kontrola pukotina .....	67
11.1.2. Kontrola progiba.....	69
11.2. Proračun ploča pozicije 200 (ploča kata) .....	70
11.2.1. Kontrola pukotina .....	77
11.2.2. Kontrola progiba.....	79
11.3. Proračun ploča pozicije 100 (ploča prizemlja) .....	80
11.3.1. Kontrola pukotina .....	86
11.3.2. Kontrola progiba.....	89
12. PRORAČUN AB GREDA .....	90
12.1. Proračun AB greda na poziciji 300.....	90
12.1.1. Pozicija G301 .....	91
12.1.2. Pozicija G302 .....	92
12.1.2.1. Dimenzioniranje na savijanje .....	92
12.1.2.2. Dimenzioniranje na poprečnu silu.....	94
12.1.2.3. Kontrola pukotina.....	95
12.1.2.4. Kontrola progiba.....	96
12.2. Proračun AB greda na poziciji 200.....	98
12.2.1. Pozicija G201 .....	99
12.2.1.1. Dimenzioniranje na moment savijanja .....	99
12.2.1.2. Dimenzioniranje na poprečnu silu.....	100
12.2.1.3. Kontrola pukotina.....	102
12.2.1.4. Kontrola progiba.....	103



12.2.2.	Pozicija G202 .....	104
12.2.2.1.	Dimenzioniranje na moment savijanja .....	104
12.2.2.2.	Dimenzioniranje na poprečnu silu .....	105
12.2.2.3.	Kontrola pukotina .....	107
12.2.2.4.	Kontrola progiba .....	109
12.2.3.	Pozicija G203 i 204 .....	110
12.2.3.1.	Dimenzioniranje na moment savijanja .....	110
12.2.3.2.	Dimenzioniranje na poprečnu silu .....	111
12.2.3.3.	Kontrola pukotina .....	113
12.2.3.4.	Kontrola progiba .....	114
12.2.4.	Pozicija G205 .....	115
12.2.4.1.	Dimenzioniranje na moment savijanja .....	115
12.2.4.2.	Dimenzioniranje na poprečnu silu .....	116
12.2.4.3.	Kontrola pukotina .....	118
12.2.4.4.	Kontrola progiba .....	120
12.3.	Proračun AB greda na poziciji 100 .....	121
12.3.1.	Pozicija G101 .....	122
12.3.1.1.	Dimenzioniranje na moment savijanja .....	122
12.3.1.2.	Dimenzioniranje na poprečnu silu .....	123
12.3.1.3.	Kontrola pukotina .....	125
12.3.1.4.	Kontrola progiba .....	127
12.3.2.	Pozicija G102 .....	128
12.3.2.1.	Dimenzioniranje na moment savijanja .....	128
12.3.2.2.	Dimenzioniranje na poprečnu silu .....	129
12.3.2.3.	Kontrola pukotina .....	131
12.3.2.4.	Kontrola progiba .....	132
12.3.3.	Pozicija G103 .....	133
12.3.3.1.	Dimenzioniranje na moment savijanja .....	133
12.3.3.2.	Dimenzioniranje na poprečnu silu .....	134
12.3.3.3.	Kontrola pukotina .....	136
12.3.3.4.	Kontrola progiba .....	137
12.3.4.	Pozicija G104 .....	138
12.3.4.1.	Dimenzioniranje na moment savijanja .....	138

12.3.4.2. Dimenzioniranje na poprečnu silu.....	139
12.3.4.3. Kontrola pukotina.....	141
12.3.4.4. Kontrola progiba.....	142
13. DIMENZIONIRANJE VERTIKALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE .....	144
13.1. Proračun karakterističnih zidova i visokostijjenih nosača.....	144
13.1.1. Proračun zida - x smjer.....	145
13.1.2. Proračun zida – y smjer .....	152
13.1.3. Proračun visokostijjenog nosača.....	159
14. DIMENZIONIRANJE TEMELJA .....	160
14.1. Proračun trakastog temelja .....	160
14.1.1. Rezne sile.....	160
14.1.2. Dimenzioniranje temeljne trake.....	161
15. DIMENZIONIRANJE STUBIŠTA.....	163
15.1. Rezultati proračuna.....	163
15.2. Dimenzioniranje na savijanje .....	163
16. PRORAČUN I DIMENZIONIRANJE PODNE PLOČE.....	165
17. PRORAČUN I DIMENZIONIRANJE BAZENA I STROJARNICE .....	165
18. GRAFIČKI PRILOZI.....	166
19. LITERATURA .....	167

# 1. TEHNIČKI OPIS

## 1.1. Općenito (projektni zadatak)

Na križanju Ulice kralja Zvonimira i Ulice Ratac u mjestu Sutivan na otoku Braču nalazi se građevinska čestica 1251/17 na kojoj se planira izgraditi stambena obiteljska jedinica. Čestica 1251/17, ukupne površine 1836 m<sup>2</sup>, formira se od dijela čestice br.1251/19 koja predstavlja građevinsku parcelu na kojoj će se izvesti obiteljska kuća za odmor. Površina građevinske čestice iznosi otprilike 553 m<sup>2</sup>.

Uzimajući u obzir navedenu lokaciju, veličinu i oblik građevinske parcele, visinske razlike, a vodeći obzira o važećoj planskoj dokumentaciji izrađeno je arhitektonsko rješenje obiteljske kuće s bazenom.



Slika 1.1. Situacija-položaj katastarske čestice 1251/17

Predmet ovog projekta je izrada proračuna i dimenzioniranja nosive konstrukcije za izgradnju navedene građevine. Projekt je usklađen sa svim prostorno-planskim parametrima s važećom lokacijskom dozvolom, formiranjem čestice, namjenom građevine, veličinom površine građevine, izgrađenosti, visinom, etažnosti, smještajem građevine na građevnoj čestici, uređenjem čestice, priključenjem na javno-prometnu površinu i komunalnu infrastrukturu, parkirališnim mjestima.

## 1.2. Oblik i veličina građevinske čestice

Građevinska čestica je približno pravokutnog oblika površina otprilike 553 m<sup>2</sup>. Parcela je izdužena u smjeru sjever-jug. Tlocrtna površina građevine iznosi 135.5 m<sup>2</sup>, dok je površina bazena 35,1 m<sup>2</sup>. Položaj građevine na čestici proizlazi iz prostorno-prometnih uvjeta.

Pješački pristup parceli omogućen je sa zapadne strane s Ulice kralja Zvonimira.

## 1.3. Namjena građevine

Namjena građevine je isključivo stambena. Uzimajući u obzir lokaciju na kojoj se nalazi parcela, objekt će biti namijenjen za vođenje mirnog obiteljskog života. Projektom se predviđa jedna stambena jedinica pravilnog oblika maksimalnih tlocrtnih dimenzija 16,13 x 8,4 m, visine tri etaže (Pr + I + Pk). Građevina završava kosim AB krovom. Sjeverno od objekta nalazi se bazen tlocrtnih dimenzija 3,47 x 8,56 m.

U prizemnoj etaži smješteni su ulazni prostor sa servisnim prostorima (garderoba, wc, spremište), stubišni prostor, kuhinja, blagovaonica te dnevni boravak koji se otvaraju prema sjeveru i moru. Izlaskom iz dnevnog boravka i blagovaonice dolazi se na trijem s kojeg se pruža pogled na bazen te more.

Na prvom katu nalaze se dvije prostrane sobe, orijentirane u smjeru sjever-jug, s pripadajućim kupaonicama te garderobom. Iz soba se pristupa lođi koja se nalazi na sjevernoj strani objekta.

Zadnja etaža je visoko potkrovlje, gdje se također nalaze sobe s pripadajućim kupaonicama te garderobom. Također, sobe imaju izlaz na vanjsku lođu. Vertikalna komunikacija među etažama ostvarena je dvokrakim stubištem s međupodestom.

Na terasi prizemlja sjeverno (ispred) građevine smješten je bazen te je uz samu građevinu ukopana pomoćna prostorija- strojarnica bazena.

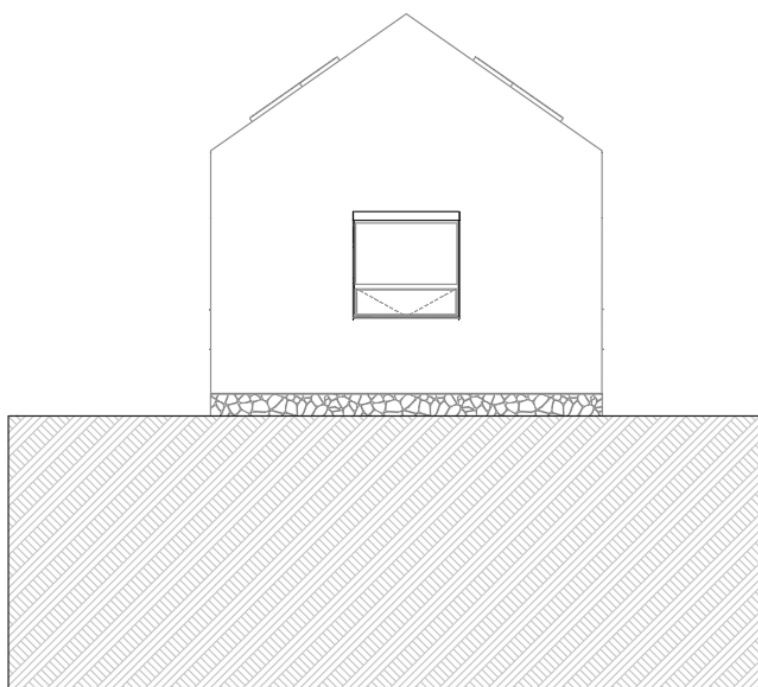
Arhitektonskim rješenjem nije predviđena garaža, međutim osigurana su 2 parking mjesta s južne strane objekta. Pješački ulaz u objekt moguć je kroz pet ulaza s nivoa prizemlja objekta.

Ukupna visina stambenog objekta iznosi 11,11 m. Prizemlje je visine 3,5 m, prvi kat visine 3,4m, dok je visina potkrovlja u sljemena 4,21 m. U potkrovlju se nalazi nadozid visine 1,2 m, na kojeg se oslanja AB krov.

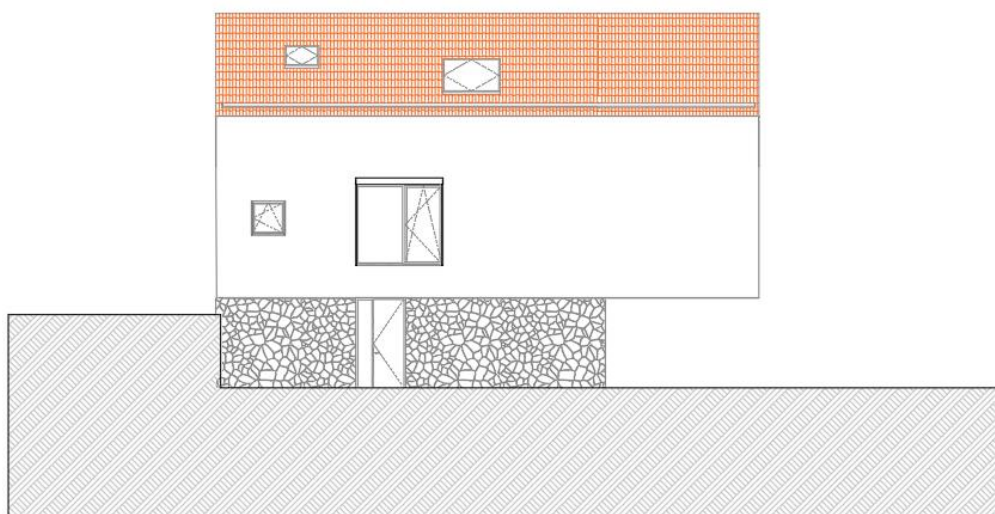
Okolni teren je potrebno hortikulturno urediti. Svi infrastrukturni priključci izvest će se prema posebnim zahtjevima komunalnih i javnih poduzeća ili stručnih službi grada i županije.



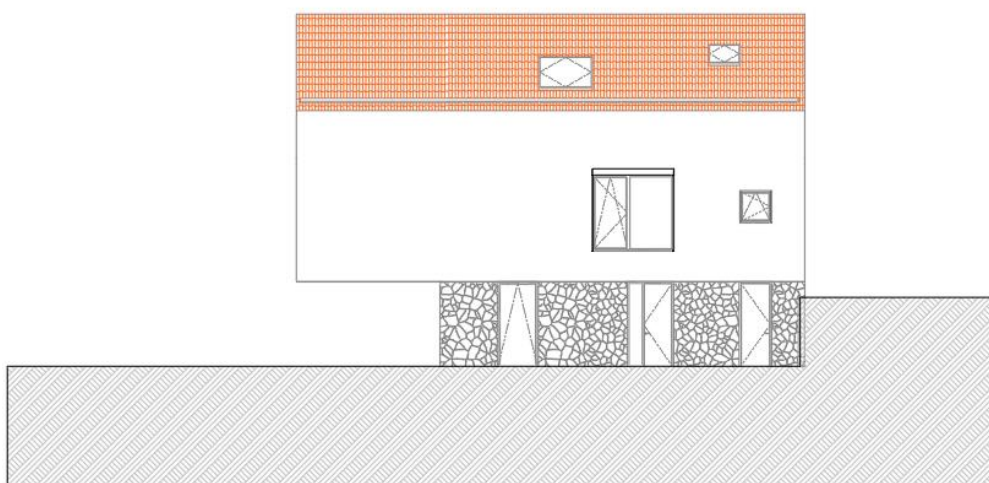
*Slika 1.2. Sjeverno pročelje*



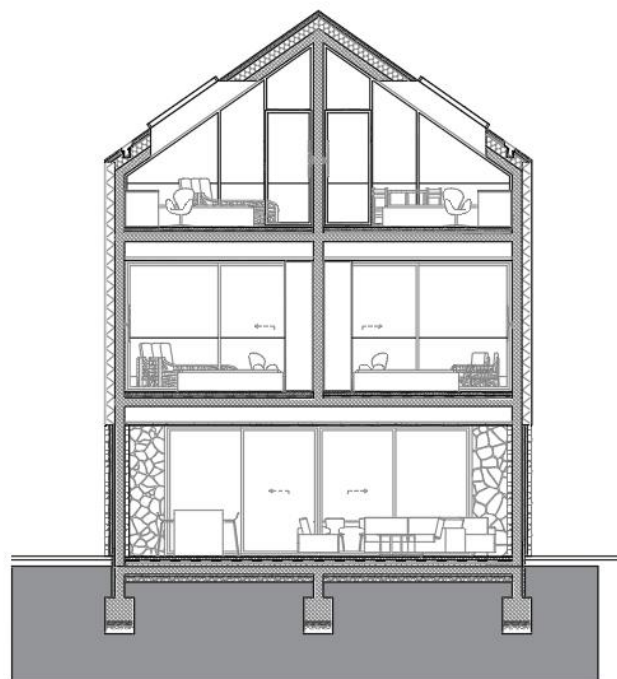
*Slika 1.3. Južno pročelje*



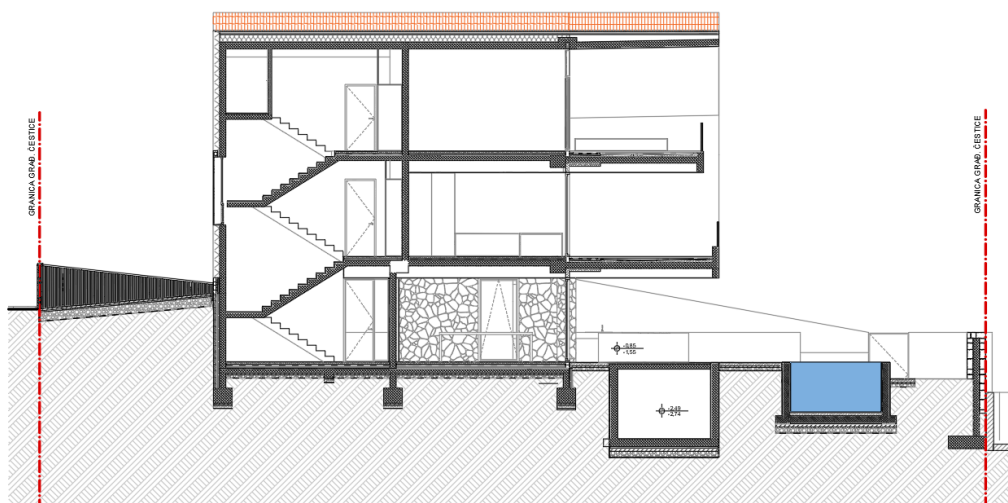
*Slika 1.4. Istočno pročelje*



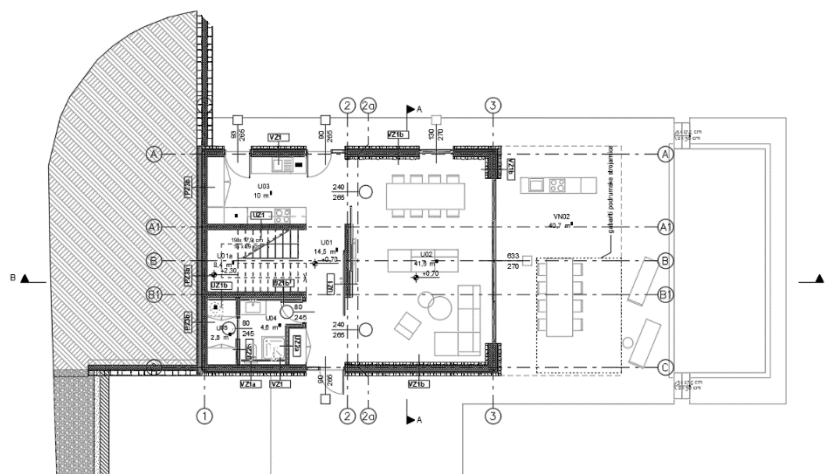
*Slika 1.5. Zapadno pročelje*



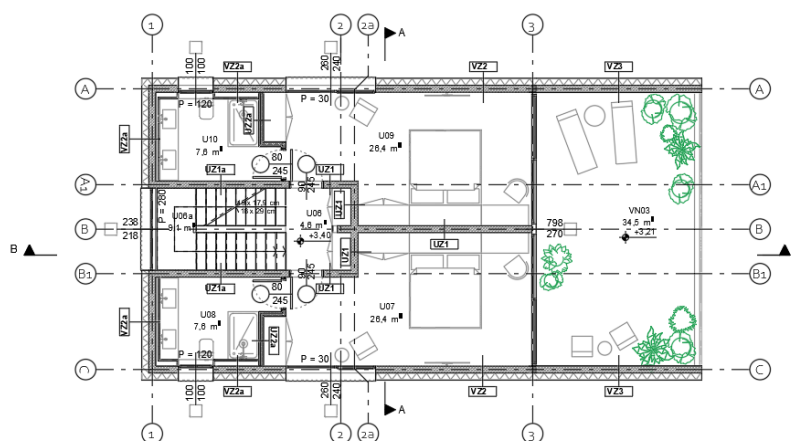
Slika 1.6. Presjek A-A



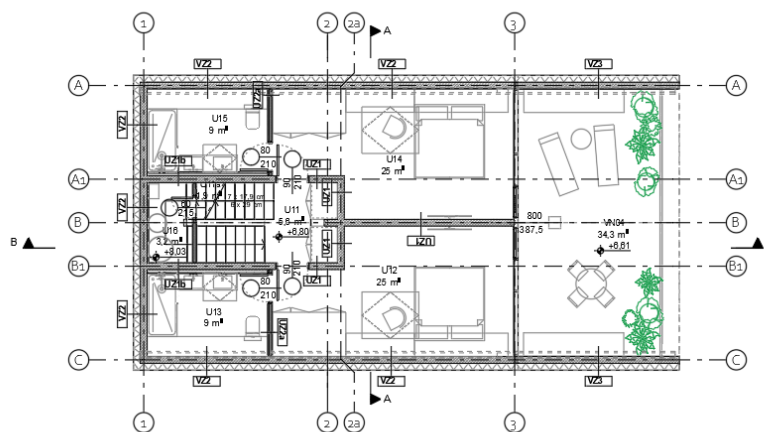
Slika 1.7. Presjek B-B



Slika 1.8. Tlocrt prizemlja

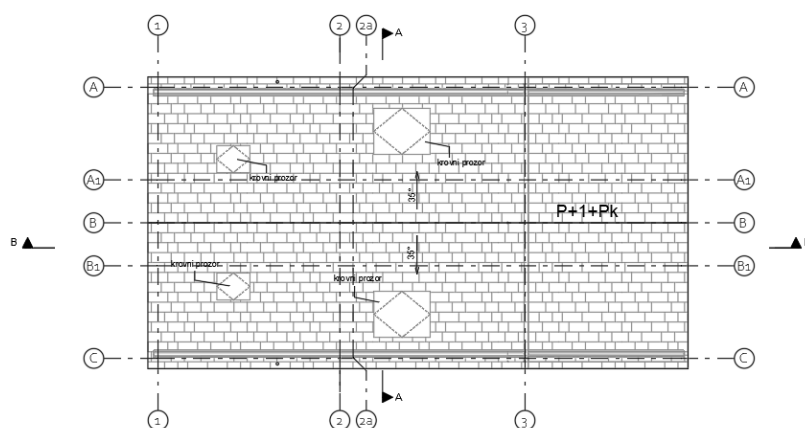


Slika 1.9. Tlocrt kata



Slika 1.10. Tlocrt potkrovlja





Slika 1.11. Tlocrt krova

#### 1.4. Konstruktivno rješenje

Objekt je formiran kao monolitna armirano-betonska konstrukcija sastavljena od horizontalnih elemenata (ploča i grednih nosača), preko kojih se opterećenje prenosi na vertikalne elemente (zidove). Predviđeno je da se na objektu izvede kosi dvostrešni AB krov nagiba  $35^\circ$ .

Međukatne ploče iznad svih etaža su armirano-betonske debljine  $d=18$  cm, osim ploča ispod lođa (tlocrtno sjeverna strana objekta), gdje dolazi do denivelacije, odnosno ploča se podebljava na  $d=20$  cm. Kosa, krovna, armirano-betonska ploča je također debljine  $d=18$  cm. Betonska ploča izvodi se lijevanjem betona u oplati na licu mjesta. U proračunu su dane dimenzije i količine armature za pojedine konstruktivne elemente kroz armaturne nacрте.

Vertikalna komunikacija omogućena je dvokrakim AB stubištem debljine ploče  $d=16$  cm. Grede su različitih dimenzija, ovisno o arhitektonskim zahtjevima. Većim dijelom izvedene su grede dimenzija  $b/h=20/56$  cm, međutim tu su još i grede dimenzija  $b/h=20/50$  cm,  $b/h=20/100$  cm,  $b/h=20/77$  cm,  $b/h=50/40$  cm, te  $b/h=60/40$  cm.

Nosivi zidovi su debljine  $d=20$  cm sa svim potrebnim termičkim slojevima. Također, nosivi zidovi su obostrane orijentacije te postavljeni uz pročelja objekta i unutar samog tlocrta. Sjeverno pročelje objekta karakterizira nosivi sustav smanjene krutosti formiran od ploče s gredama nad kojim se uzdižu visokostijeni nosači (zidovi) debljine  $d=20$  cm.

Unutar objekta nalaze se i pregradni zidovi od gips kartona debljine  $d=10$  cm koji nisu tretirani kao nosivi elementi, već uzeti kao dodatno stalno opterećenje na ploče. Točan položaj nosivih kao i pregradnih zidova dan je u priložima.

Temeljna konstrukcija formirana je od sustava povezanih temeljnih traka dimenzija  $b/h = 60/50$  cm. Na sjevernoj strani objekta, na uglovima dolazi do proširenja te produbljenja temeljnih traka na dimenzije  $b/h = 140/70$  cm. Prije izvedbe sustava temeljnih traka, a nakon iskopa potrebno je izvesti podložni beton debljine  $d = 5$  cm. Trakasti temelji izvode se od betona klase C 30/37, dok se svi ostali konstruktivni elementi izvode od betona C25/30.

Konstrukcija bazena, kao i strojarnica izvedeni su na monolitnoj, armirano-betonskoj temeljnoj ploči debljine stijenki  $d = 25$  cm (zidovi i temeljna ploča). Bazen i strojarnica izvedeni su od betona klase C 30/37.

### **1.5. Lokacija i opterećenje**

Predmetna građevina nalazi se na lokaciji (Sutivan, Brač) koja prema važećim propisima spada u zonu za koju je zadano projektno ubrzanje  $a_g = 0,2g$ . Konstrukcija seizmičke sile preuzima sustavom armirano-betonskim, nosivim zidovima, što je u skladu s Eurocodom 2 i Eurocodom 8. Građevina se nalazi na lokaciji koja prema važećim propisima spada u II. zonu opterećenja vjetrom.

### **1.6. Podaci o tlu i temeljenju**

Podaci o karakteristikama i nosivosti temeljnog tla u trenutku izrade projektne dokumentacije ne postoje. U svrhu proračuna nosivost temeljnog tla se procjenjuje na  $\sigma_{dop} = 400,00$  kN/m<sup>2</sup>. Oko objekta i iza potpornih zidova potrebno je izvesti adekvatan drenažni sustav, također kod potpornih zidova potrebno je izvesti dostatan broj procjednica i radne reške. Temeljenje se mora izvesti na nosivom tlu ujednačene krutosti kako bi se izbjegla diferencijalna slijeganja građevine. Sve temeljne plohe trebaju biti horizontalne, kaskadno iskopane po dubini, a nakon iskopa bagerom potrebno je izvesti ručno čišćenje dna temeljnog kanala kako bi se uklonio površinski rahli sloj nastao radom korpe bagera. Na očišćenu podlogu potrebno je izvesti podložni sloj betona debljine  $d = 5$  cm. Nakon početka radova potrebno je upisom u građevinski dnevnik potvrditi projektne pretpostavke vezane uz parametre temeljnog tla te kontaktirati geotehničara i/ili projektanta konstrukcije zbog procjene projektnog rješenja.

## 1.7. Materijali

### a) Beton

Za betonske radove odnosno za proračun građevine korišten je beton projektiranog sastava, razreda tlačne čvrstoće normalnog betona C25/30 (MB 30), a sve prema „Tehničkim propisima za građevinske konstrukcije“ (NN 17/17). Sastav betona na temelju kojeg se vršio proračun vidljiv je ispod u Tablica 1.1.

Tablica 1.1. Sastav betona

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 OČVRSLOG BETONA</b>							
vodonepropusnost prema HRN EN 12390-8		-	-	-	DA	-	-

### b) Armatura

Kao armatura za sve elemente koristi se betonski čelik B 500B (prema „Tehničkim propisima za građevinske konstrukcije“), u obliku šipki ili mreža. Zaštitni slojevi betona do armature iznose min. 2 cm. Veličinu zaštitnog sloja potrebno je osigurati dovoljnim brojem distancera. Kvalitetu zaštitnog sloja osigurati kvalitetnom oplatom i ugradnjom betona te dodacima betonu i ostalim rješenjima prema projektu betona, kojeg je dužan izraditi izvođač radova. Veličina i kvaliteta zaštitnog sloja pod velike su važnosti za trajnost objekta.

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

Skidanje oplata kod greda i ploča moguće je tek nakon što beton postigne min. 70% čvrstoće zahtijevane projektom (cca 7 dana uz normalnu njegu betona).

### **1.8. Proračun**

Proračun je izvršen unutar računalnog programskog paketa „Tower“. Prikazani su rezultati koji se smatraju mjerodavnim. Pojedine etaže su proračunate na mjerodavne kombinacije vertikalnih opterećenja primjereno namjeni pojedinih prostorija. Dominantno horizontalno opterećenje je potresno te je seizmički proračun izvršen višemodalnom analizom. Lokacija objekta se nalazi na području seizmičke zone s očekivanim seizmičkim ubrzanjem tla  $a_g=0,2 \text{ m/s}^2$ . Vlastita težina konstrukcije je uzeta kroz model, pri čemu su mase koncentrirane na visini ploča. Pri izračunu masa (težina) korišteno je stalno opterećenje (težina konstrukcije + dodatno stalno) i 30% ukupnog pokretnog opterećenja. Građevina se nalazi na lokaciji koja prema važećim propisima spada u II. vjetrovno područje s projektnom brzinom  $v = 30 \text{ m/s}$ .

Elementi koji nisu računati armiraju se konstruktivnom armaturom ( $\geq 0.1\%$  površine betonskog presjeka).

Svi ostali podaci i detalji bitni za predmetni objekt dani su kroz projektna rješenja. Na temelju svih podataka izradio se izvedbeni projekt sa svim potrebnim detaljima i potrebnim dodacima.

### **1.9. Otpornost konstrukcije na djelovanje požara**

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

### **1.10. Uporabni vijek građevine**

Klasifikacija uporabnog (životnog) vijeka konstrukcije dana je u HRN ENV 1991-1 te ovisi o vrsti konstrukcije. Razlikuju se 4 razreda s različitim zahtijevanim proračunskim

radnim vijekom, pri čemu predmetna građevina spada u kategoriju 3 za koju je zahtijevani proračunski vijek 50 godina (prema prilogu Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije NN 17/17). Projektiranje trajnosti betonskih elemenata provodi se kao funkcija razreda izloženosti, a u osnovi se sastoje u ispunjavanju zahtjeva o maksimalnom vodocementnom faktoru, minimalnom sadržaju cementa i minimalnom razredu čvrstoće betona (sve prema TPGK i normama na koje TPGK upućuje). Zaštita armature od korozije prvenstveno se osigurava kvalitetom betona zaštitnog sloja i debljinom zaštitnog sloja. Svi unutrašnji dijelovi objekta spadaju u razred izloženosti X0.

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

### **2.1. Prikaz tehničkih rješenja za osiguranje tehničkih svojstava građevine**

Prema Zakonu o gradnji (N.N. 153/13, 20/17, 39/19 i 125/19) daje se prikaz primijenjenih tehničkih rješenja u ovom projektu, a vezano na tehnička svojstva bitna za građevinu.

Sastavni dio ovog prikaza je i prikaz tehničkih rješenja zaštite na radu i zaštite od požara, tehnički opis, statički proračuni te program kontrole i osiguranja kakvoće.

### **2.2. Opis tehničkih svojstava**

#### **Pouzdanost**

Obzirom na odabrane materijale, tip konstrukcije i način izvedbe građevine, predviđa se da će građevina pri normalnoj uporabi zadržati odgovarajuća svojstva u projektnom periodu.

Obzirom na lokaciju same građevine u odnosu na susjedne objekte, prometne površine, komunalne i druge instalacije, građevina i korištenje građevine ne ugrožava pouzdanost susjednih građevina i stabilnost okolnog zemljišta, prometnica i sl.

#### **Mehanička otpornost i stabilnost**

Odabirom materijala i tipa konstrukcije te načinom izvedbe, građevina je projektirana tako da se ne predviđaju u toku gradnje ili korištenja, djelovanja koja bi prouzročila: rušenje dijelova ili cijele građevine, nedopuštene deformacije i oštećenja uslijed istih, oštećenja na okolnim građevinama ili bi se ugrozila stabilnost tla na okolnom zemljištu.

#### **Protupožarna sigurnost**

Objekt je projektiran tako da se očuva nosivost dijelova konstrukcije tijekom određenog vremena, potporna konstrukcija zbog svoje specifičnosti ne sprječava širenje vatre i dima na okolne objekte. Nosivost konstrukcije, u slučaju požara tijekom određenog vremena, definirana je glavnim projektom u okviru prikaza mjere zaštite od požara i u programu kontrole i osiguranja kakvoće. Projektna rješenja izrađena su u skladu s posebnim uvjetima i pravilima struke.

#### **Zaštita od ugrožavanja zdravlja ljudi i zaštita korisnika**

Primijenjena tehnička rješenja u projektu i sama namjena građevine osiguravaju da ne dolazi do ugrožavanja zdravlja ljudi i okoliša.

Prema odabranima materijalima i obradama pojedinih elemenata, građevina je projektirana tako da tijekom njenog korištenja neće dolaziti do nezgoda korisnika.

### **Zaštita od buke i vibracija te ušteda energije**

Obrađeno arhitektonskim projektom i projektom fizike zgrade.

### **2.3. Opći podaci i definicije**

#### **Primjena općih tehničkih uvjeta**

Ovi tehnički uvjeti i program kontrole kvaliteta (u daljnjem tekstu Tehnički uvjeti) sadrže tehničke uvjete izvođenja radova, tehnologiju izvođenja, način ocjenjivanja kvalitete.

Tehnički uvjeti vrijede za radove na konstrukciji i za radove koji se naknadno odrede na gradilištu, a koji su neophodni za potpuno dovršenje predmetne građevina. Primjena ovih Tehničkih uvjeta je obavezna. Ovi tehnički uvjeti izrađeni su sukladno Zakonu o gradnji (NN 153/13, 65/17). Svi sudionici u građenju (investitor, projektant, izvođač i dr.) dužni su se pridržavati odredbi navedenog zakona.

#### **Obveze investitora**

- Projektiranje, građenje i nadzor povjeriti osobama ovlaštenim za obavljanje tih djelatnosti.
- Prije gradnje ishoditi građevinsku dozvolu.
- Osigurati stalni stručni i povremeni projektantski nadzor nad izvođenjem radova.
- Skreće se pažnja na potrebu učešća projektantskog i specijalističkog stručnog nadzora za čeličnu i betonsku konstrukciju, s aspekta sigurnosti i kvalitete, i to u radionici i na montaži.
- Po završetku gradnje poduzeti potrebne radnje za obavljanje tehničkog pregleda i ishođenje uporabne dozvole.
- Pridržavati se ostalih obveza po navedenom zakonu.

#### **Obveze izvoditelja**

- Radove izvoditi na način određen ugovorom, propisima i pravilima struke, tehničkim normativima i standardima propisanim i prihvaćenim u RH, te prema odobroj 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 povjeriti 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 redoslijedu kojim se osigurava kvalitetno izvođenje i o izvođenju pojedinih faza na vrijeme obavijestiti nadzornog organa radi pregleda i utvrđivanja kvalitete.
- Rezultate ispitivanja Izvoditelj 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.
- Izvoditelj je dužan tijekom građenja i po završetku istog pribaviti dokaze o kvaliteti upotrijebljenog građevinskog materijala, poluproizvoda i gotovih proizvoda od ovlaštenih organizacija kao što je: Upis geomehaničara u građevinski dnevnik s potvrdom kvalitete temeljnog tla, Izvješće o kvaliteti betona za monolitne AB konstrukcije, Izvješće o ispitivanju betonskog čelika, Uvjerenje o kvaliteti zavarene građevinske armaturne mreže, Uvjerenje o kvaliteti materijala od kojih je izrađena čelična konstrukcija, Uvjerenje o kvaliteti spojeva čelične konstrukcije (vijci, varovi, atesti zavarivača koji rade na izradi čelične konstrukcije i sl.).

### **Dokumentacija**

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

- građevinsku dozvolu i dokumentaciju koja je njoj prethodila (suglasnosti),
- uredno vođen građevinski dnevnik i građevinsku knjigu,
- rješenja o imenovanju odgovornih osoba,
- elaborat o organizaciji gradilišta sa mjerama zaštite na radu i zaštite od požara,
- zapisnik o iskolčenju objekta i način osiguranja stalnih točaka iskolčenja,
- dokumentaciju o kvaliteti radova i ugrađenog materijala i opreme. (atesti, uvjerenja certifikati, jamstveni listovi i sl.) a naročito: program ispitivanja kvalitete ugrađenog betona i izvještaje o ispitivanju betona od strane ovlaštene institucije, ateste kvalitete ugrađenih zidnih elemenata i morta korištenog za zidanje u oblogu



korita te izvještaje o svim ostalim ispitivanjima koja su provedena po nalogu ispitivanju nadzornog inženjera ili bez njegovog naloga a koja su potrebna radi dokazivanja kvalitete izvedenih radova i ugrađenih materijala.

### **Kontrolna ispitivanja**

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

Izvješće o pogodnosti ugrađenih materijala mora sadržavati slijedeće dijelove:

- Naziv materijala, laboratorijsku oznaku uzorka, količinu uzoraka, namjenu materijala, mjesto i vrijeme (datum) uzimanja uzorka te izvršenih ispitivanja, podatke o proizvođaču i investitoru, podatke o građevini za koju se uzimaju uzorci odnosno vrši ispitivanje.
- Prikaz svih rezultata, laboratorijskih, terenskih ispitivanja za koja se izdaje uvjerenje odnosno ocjena kvalitete.
- Uzimanje uzoraka i rezultati laboratorijskih ispitivanja moraju se upisivati u laboratorijsku i gradilišnu dokumentaciju (građevinski dnevnik, građevinska knjiga). Uz dokumentaciju koja prati isporuku proizvoda ili poluproizvoda proizvođač je dužan priložiti rezultate tekućih ispitivanja koja se odnose na isporučene količine. Za materijale koji podliježu obveznom atestiranju mora se izdati atestna dokumentacija sukladno propisima Sva izvješća, atesti i drugi dokazi kvalitete moraju se odmah po dobivanju dostaviti i nadzornom inženjeru. Po završetku svih radova izvođač je obavezan da izradi elaborat izvedenog stanja građevine i katastra podzemnih instalacija. Kad je riječ o građevinskim materijalima i elementima konstrukcije oni su isti kao i u ostalim granama graditeljstva, pa se mogu primjenjivati hrvatske norme osim ako je izričito navedeno da se trebaju primijeniti neke druge norme (standardi) ili pravila struke, ili ako materijali i postupci propisani ovim Tehničkim uvjetima odstupanju od HRN, ili ako nadzorni inženjer pismeno odobri uporabu alternativnih normi (standarda) ili pravila struke.

## **2.4. Betonski, armiranobetonski i tesarski radovi**

### **2.4.1. Beton**

Tehnička svojstva i drugi zahtjevi te potvrđivanje sukladnosti betona određuju se odnosno provode prema normi HRN EN 206-1:2000 Beton – 1 dio: Specifikacije, svojstva proizvodnja i sukladnost, normama na koje ta norma upućuje i odredbama Priloga (TPGK NN 17/17), te u skladu s odredbama posebnog propisa kao i zahtjevima iz ovog projekta. Sukladno Prilogu (TPGK NN 17/17) za predmetnu konstrukciju beton se proizvodi kao projektirani beton (beton sa specificiranim tehničkim svojstvima)

Sukladno Prilogu (TPGK NN 17/17) svojstva svježeg betona specificira izvođač betonskih radova.

Određena svojstva svježeg betona, kada je to potrebno ovisno o uvjetima izvedbe i uporabe betonske konstrukcije, specificiraju se u projektu betonske konstrukcije. Za predmetnu betonsku konstrukciju nije potrebno specificirati svojstva svježeg betona.

#### Standardi za beton – osnovni:

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)

Svi predviđeni ugrađeni betoni moraju zadovoljavati slijedeće 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 očvrnulog betona – 6. dio: Vlačna čvrstoća cijepanjem uzoraka

HRN EN 12390-7 Ispitivanje očvrnulog betona – 7. dio: Gustoća očvrnulog betona

HRN EN 12390-8 Ispitivanje očvrnulog betona – 8. dio: Dubina prodiranja vode pod tlakom

prCEN/TS 12390-9 Ispitivanje očvrnulog 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 očvrnulom 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

### **Specificirana tehnička svojstva betona – projektirani beton**

#### Osnovni zahtjevi

Upotrijebljeni beton za armiranobetonske konstrukcije predmetne građevine mora zadovoljiti

normu HRN EN 206-1:2000 Beton – 1 dio: Specifikacije, svojstva proizvodnja i sukladnost, norme na koje ta norma upućuje i odredbe Priloga (TPGK NN 17/17).

Razred izloženosti: u ovisnosti o okolišu

#### Razred sadržaja klorida

Kloridi u betonu mogu potjecati od samih sastojaka betona (agregat i voda) te iz okoliša.

Ako je sadržaj kloridnih iona veći od kritične koncentracije može doći do razaranja pasivnog zaštitnog sloja i početka procesa korozije. Sadržaj klorida u betonu izražen je kao postotak kloridnih iona na masu cementa i ne smije prijeći vrijednosti dane za odabrani

razred sadržaja klorida.

Za predmetnu betonsku konstrukciju koja sadrži čeličnu armaturu odabire se:

Razred sadržaja klorida Cl 0,20 gdje je najveći sadržaj Cl na masu cementa 0,2%.

Sadržaj klorida u pojedinim sastavnim materijalima betona određuje se prema slijedećim normama:

- Sadržaj klorida izraženih kao klorid ioni (Cl-) ispituju se prema normi HRN EN 1744-1(HRN EN 1744-1:1998) i ne smije biti veći od:
  - 0,15% za nearmirani beton,
  - 0,06% za armirani beton

Detaljnije u Tehničkom opisu.

#### Konzultirane norme:

HRN EN 480-10 Dodaci betonu, mortu i mortu za injektiranje –Ispitne metode – 10. dio: Određivanje sadržaja u vodi topivih klorida (EN 480-10:1996)

HRN EN 196-21 Metode ispitivanja cementa – 21. dio: Određivanje sadržaja klorida, ugljikovog dioksida i alkalija u cementu

HRN ISO 9297 Kvaliteta vode – Određivanje klorida – titracija srebrovim nitratom s kromatom kao indikatorom (Mohrrova metoda)

EN ISO 787-13 Opće metode ispitivanja pigmentata i sredstava za bubrenje – 13. dio: Određivanje u vodi topivih sulfata, klorida i nitrata

HRN EN 13396 Proizvodi I sustavi za zaštitu I popravak betonskih konstrukcija – Ispitne metode – Mjerenje prodora iona klorida (EN 13396:2004)

### **Cement za beton**

Cement za beton definiran je prilogom (TPGK NN 17/17) kao i Tehničkim propisom za cement za betonske konstrukcije (TPCBK N.N. 64/05 i 74/06).

Za predmetnu konstrukciju treba koristiti cement opće namjene oznaka CEM I ili CEM II ako ima odgovarajući razred tlačne čvrstoće.

*Tablica 2.1. Usporedna tablica razreda tlačne čvrstoće*

<b>Klasa cementa prema HRN B.C1.011</b>	25	35S	35B	45S	45B	55	55
<b>Razred tlačne čvrstoće prema HRN EN 197-1</b>	–	32,5N	32,5R	42,5N	42,5R	52,5N	52,5R

Norme za cement:

HRN CR 14245:2004 Smjernice za primjenu EN 197-2 »Vrednovanje sukladnosti« (CR 14245:2001)

HRN EN 197-1:2005 Cement – 1. dio: Sastav, specifikacije i kriteriji sukladnosti cementa opće namjene (uključuje amandman A1:2004) (EN 197-1:2000+A1:2004) (EN 197-1:2000/A3:2007)

HRN EN 197-2:2004 Cement – 2. dio: Vrednovanje sukladnosti (EN 197-2:2000)

HRN EN 197-4: 2006 Cement – 4. dio: Sastav, specifikacije i kriteriji sukladnosti metalurškog cementa rane početne čvrstoće (EN 197-4:2004)

HRN EN 14216:2006 Cement – Sastav, specifikacije i kriteriji sukladnosti za posebne vrste cementa vrlo niske topline hidratacije (EN 14216:2004)

HRN EN 14647:2006 Kalcijev aluminatni cement – Sastav, specifikacije i kriteriji sukladnosti (EN 14647:2005)

HRN EN 14647:2006/AC:2007 Kalcijev aluminatni cement – Sastav, specifikacije i kriteriji sukladnosti (EN 14647:2005/AC:2006)

Ostale norme navedene u «Prilogu I» Tehničkim propis za cement za betonske konstrukcije

(TPCBK N.N. 64/05 i 74/06).

**Agregat za beton**

Agregat za beton mora ispunjavati odredbe (TPGK NN 17/17) i odgovarajućih normi na koje se tehnički propis poziva.

Ovim projektom je predviđeno da se upotrebljava drobljeni agregat s gustoćom zrna većom od 2000 kg/m<sup>3</sup> (u daljnjem tekstu: agregat za beton) dobiven preradom prirodnih materijala (kamena) u pogonima za proizvodnju agregata.

Odabire se maksimalna nazivna veličina zrna agregata od  $D_{\max} = 32$  mm (vidi prije).

Norme za agregat:

HRN EN 12620:2008 Agregati za beton (EN 12620:2002)

HRN EN 12620:2003/AC:2006 Agregati za beton (EN 12620:2002/AC:2004)

HRN EN 13055-1:2003/AC:2006 Lagani agregati – 1. dio: Lagani agregati za beton, mort i mort za zalijevanje (EN 13055-1:2002/AC:2004)

HRN EN 206-1:2006 Beton – 1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost (uključuje amandmane A1:2004 i A2:2005) (EN 206-1:2000+A1:2004+A2:2005)

rpHRN CR 1901 Regionalne specifikacije i preporuke za izbjegavanje štetne alkalnosilikatne reakcije u betonu (CR 1901:2005)

HRN EN 932-1 Ispitivanja općih svojstava agregata – 1. dio: Metode uzorkovanja (EN 932-1:1996)

HRN EN 932-2 Ispitivanja općih svojstava agregata – 2. dio: Metode Smanjivanja laboratorijskih uzoraka (EN 932-2:1996)

HRN EN 932-3 Ispitivanja općih svojstava agregata – 3. dio: Postupak i nazivlje za pojednostavnjeni petrografski opis (EN 932-3:1996)

HRN EN 932-3/A1 Ispitivanja općih svojstava agregata – 3. dio: Postupak i nazivlje za pojednostavnjeni petrografski opis: Amandman A1 (EN 932-3/A1:2003)

HRN EN 932-5 Ispitivanja općih svojstava agregata – 5. dio: Uobičajena oprema i umjeravanje (EN 932-5:1999)

HRN EN 932-6 Ispitivanja općih svojstava agregata – 6. dio: Definicije ponovljivosti i obnovljivosti (EN 932-6:1999)

HRN EN 933-1 Ispitivanja geometrijskih svojstava agregata – 1. dio: Određivanje granulometrijskog sastava – Metoda sijanja (EN 933-1:1997)

HRN EN 933-2 Ispitivanja geometrijskih svojstava agregata – 2. dio: Određivanje granulometrijskog sastava – Ispitna sita, nazivne veličine otvora (EN 933-2:1995)

HRN EN 933-3 Ispitivanja geometrijskih svojstava agregata – 3. dio: Određivanje oblika zrna – Indeks plosnatosti (EN 933-3:1997)

HRN EN 933-3/A1 Ispitivanja geometrijskih svojstava agregata – 3. dio: Određivanje oblika zrna – Indeks plosnatosti: Amandman A1 (EN 933-3/A1:2003)

HRN EN 933-4 Ispitivanja geometrijskih svojstava agregata – 4. dio: Određivanje oblika zrna – Indeks oblika (EN 933-4:1999)

HRN EN 933-5 Ispitivanja geometrijskih svojstava agregata – 5. dio: Određivanje drobljenih i lomljenih površina u krupnom agregatu (EN 933-5:1998)

HRN EN 933-6 Ispitivanja geometrijskih svojstava agregata – 6. dio: Procjena značajka površina – Koeficijent protoka agregata (EN 933-6:2001)

HRN EN 933-7 Ispitivanja geometrijskih svojstava agregata – 7. dio: Određivanje sadržaja školjaka – Postotak školjaka u krupnom agregatu (EN 933-7:1998)

HRN EN 933-8 Ispitivanja geometrijskih svojstava agregata – 8. dio: Procjena sitnih čestica – Određivanje ekvivalenta pijeska (EN 933-8:1999)

HRN EN 933-9 Ispitivanja geometrijskih svojstava agregata – 9. dio: Procjena sitnih čestica – Ispitivanje metilenskim modrilom (EN 933-9:1998)

HRN EN 933-10 Ispitivanja geometrijskih svojstava agregata – 10. dio: Procjena sitnih čestica – Razvrstavanje punila (sijanje stkolovozjem zraka) (EN 933-10:2001)

- HRN EN 1097-1 Ispitivanja mehaničkih i fizikalnih svojstava agregata – 1. dio:  
Određivanje otpornosti na habanje (micro-Deval) (EN 1097-1:1996)
- HRN EN 1097-1/A1 Ispitivanja mehaničkih i fizikalnih svojstava agregata – 1. dio:  
Određivanje otpornosti na habanje (micro-Deval): Amandman A1 (EN 1097-1/A1:2003)
- HRN EN 1097-2 Ispitivanja mehaničkih i fizikalnih svojstava agregata – 2. dio: Metode za određivanje otpornosti na drobljenje (EN 1097-2:1988)
- HRN EN 1097-3 Ispitivanja mehaničkih i fizikalnih svojstava agregata – 3. dio:  
Određivanje nasipne gustoće i šupljina (EN 1097-3:1988)
- HRN EN 1097-5 Ispitivanja mehaničkih i fizikalnih svojstava agregata – 5. dio:  
Određivanje sadržaja vode sušenjem u ventilirajućem sušioniku (EN 1097-5:1999)
- HRN EN 1097-6 Ispitivanja mehaničkih i fizikalnih svojstava agregata – 6. dio:  
Određivanje gustoće i upijanja vode (EN 1097-6:2000)
- HRN EN 1097-6/AC Ispitivanja mehaničkih i fizikalnih svojstava agregata – 6. dio:  
Određivanje gustoće i upijanja vode: Amandman AC (EN 1097-6/AC:2002)
- HRN EN 1097-7 Ispitivanja mehaničkih i fizikalnih svojstava agregata – 7. dio:  
Određivanje gustoće punila – Piknometrijska metoda (EN 1097-7:1999)
- HRN EN 1097-8 Ispitivanje mehaničkih i fizikalnih svojstava agregata – 8. dio:  
Određivanje vrijednosti polirnosti kamena (EN 1098-8:1999)
- HRN EN 1097-10 Ispitivanja mehaničkih i fizikalnih svojstava agregata – 1. dio:  
Određivanje usisne visine vode (EN 1097-10:2002)
- HRN EN 1367-1 Ispitivanja toplinskog i vremenskog utjecaja na svojstva agregata – 1. dio: Određivanje otpornosti na smrzavanje i odmrzavanje (EN 1367-1:1999)
- HRN EN 1367-2 Ispitivanja toplinskog i vremenskog utjecaja na svojstva agregata – 2. dio: Ispitivanje magnezijevim sulfatom (EN 1367-2:1998)
- HRN EN 1367-4 Ispitivanja toplinskog i vremenskog utjecaja na svojstva agregata – 4. dio: Određivanje skupljanja uslijed sušenja (EN 1367-4:1998)
- HRN EN 1367-5 Ispitivanja toplinskog i vremenskog utjecaja na svojstva agregata – 5. dio: Određivanje otpornosti na toplinski šok (EN 1367-5:2002)
- HRN EN 1744-1 Ispitivanja kemijskih svojstava agregata – 3. dio: Kemijska analiza (EN 1744-1:1998)
- HRN EN 1744-3 Ispitivanja kemijskih svojstava agregata – 3. dio: Priprema eluata izluživanjem agregata (EN 1744-3:2002)
- HRN EN 206-1 Beton – 1. dio: Uvjeti, svojstva, proizvodnja i sukladnost

Izveštaj CEN CR 1901 Regionalni tehnički uvjeti i preporuke za izbjegavanje alkalnosilikatne reakcije u betonu

### **Voda za beton**

Karakteristike vode za betonsku konstrukciju definiraju se Prilogom (TPGK NN 17/17). Sukladno stavku (TPGK NN 17/17) tehnička svojstva vode specificiraju se u projektu betonske konstrukcije.

Ovim projektom betonske konstrukcije predviđa se da se za proizvodnju betona koristi voda za piće.

### Norme za vodu:

HRN EN 1008:2002 Voda za pripremu betona – Specifikacije za uzorkovanje, ispitivanje i potvrđivanje prikladnosti vode, uključujući vodu za pranje iz instalacija za otpadnu vodu u industriji betona, kao vode za pripremu betona (EN 1008:2002)

HRN EN 206-1:2006 Beton – 1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost (uključuje amandmane A1:2004 i A2:2005) (EN 206-1:2000+A1:2004+A2:2005)

HRN EN 197-1:2005 Cement – 1. dio: Sastav, specifikacije i kriteriji sukladnosti cementa opće namjene (uključuje amandman A1:2004) (EN 197-1:2000+A1:2004)

HRN EN 1008:2002 Voda za pripremu betona – Specifikacije za uzorkovanje, ispitivanje i potvrđivanje prikladnosti vode, uključujući vodu za pranje iz instalacija za otpadnu vodu u industriji betona, kao vode za pripremu betona (EN 1008:2002)

HRN EN 196-1 Metode ispitivanja cementa – 1. dio: Određivanje čvrstoće

HRN EN 196-2 Metode ispitivanja cementa – 2. dio: Kemijska analiza cementa

HRN EN 196-3 Metode ispitivanja cementa – 3. dio: Određivanje vremena vezivanja i postojanosti

HRN EN 196-21 Metode ispitivanja cementa – 21. dio: Određivanje sadržaja klorida, ugljikovog dioksida i alkalija u cementu

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

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

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

HRN EN ISO 9963-2 Kvaliteta vode – Određivanje alkalnosti – 2. dio: Određivanje karbonatne alkalnosti

HRN ISO 4316 Površinski aktivne tvari – Određivanje pH-vrijednosti vodenih otopina – Potenciometrijska metoda



- HRN ISO 7890-1 Kvaliteta vode – Određivanje nitrata – 1. dio: 2,6– Dimetilfenol spektrometrijska metoda
- HRN EN 197-1 Cement – 1. dio: Sastav, specifikacije i kriteriji sukladnosti cementa opće namjene
- HRN EN 12350-1 Ispitivanje svježeg betona – 1. dio: Uzorkovanje
- HRN ISO 7887 Kvaliteta vode – Ispitivanje i određivanje boje
- HRN ISO 6878 Kvaliteta vode – Spektrometrijsko određivanje fosfata uporabom amonijevog molibdata
- HRN ISO 9280 Kvaliteta vode – Određivanje sulfata – Gravimetrijska metoda uporabom barijevog sulfata
- HRN ISO 9297 Kvaliteta vode – Određivanje klorida – titracija srebrovim nitratom s kromatom kao indikatorom (Mohrrova metoda)
- HRN ISO 9964-1 Kvaliteta vode – Određivanje natrija i kalija – 1. dio: Određivanje natrija atomskim apsorpcijskim spektrometrom
- HRN ISO 9964-2 Kvaliteta vode – Određivanje natrija i kalija – 2. dio: Određivanje kalija atomskim apsorpcijskim spektrometrom
- HRN ISO 9964-3 Kvaliteta vode – Određivanje natrija i kalija – 3. dio: Određivanje natrija i kalija plamenim emisijskim spektrometrom
- HRN ISO 10530 Kvaliteta vode – Određivanje otopljenog sulfida – Fotometrijska metoda uporabom metilenskog modrila.

#### **2.4.2. Armaturni čelik**

Sukladno Prilogu (TPGK NN 17/17) ovim projektom predviđa se upotreba rebrastog i mrežastog čelika oznake B500B ( $f_{yk}=500$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{tk}= 1,08$   $f_{yk}$ ).

##### Norme za čelik:

- HRN 1130-1:2008 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 1. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda A
- HRN 1130-2:2008 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 2. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda B
- HRN 1130-3:2008 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 3. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda C
- HRN 1130-4:2008 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 4. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih mreža

- HRN 1130-5:2008 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 5. dio:  
Tehnički uvjeti isporuke rešetkastih nosača
- HRN EN 10080:2005 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – Općenito  
(EN 10080:2005)
- HRN EN 10020: 1999 Definicije i razredba vrsta čelika (EN 10020:1988)
- HRN EN 10025: 2002 Toplo valjani proizvodi od nelegiranih konstrukcijskih čelika –  
Tehnički uvjeti isporuke (EN 10025:1990+A1:1993)
- HRN EN 10027-1:2007 Sustavi označivanja za čelike – 1. dio: Nazivi čelika,(EN  
10027:2005)
- HRN EN 10027-2:1999 Sustavi označivanja čelika – 2. dio: Brojčani sustav (EN  
10027:1992)
- HRN EN 10079:2008 Definicija čeličnih proizvoda (EN 10079:2007)
- HRN EN 523: 2004 Čelične cijevi (bužiri) za kabele za prednapinjanje – Nazivlje,  
zahtjevi, kontrola kvalitete (EN 523:2003)
- HRN EN ISO 17660-1:2008 Zavarivanje – Zavarivanje čelika za armiranje – 1. dio: Nosivi  
zavareni spojevi (ISO 17660-1:2006; EN ISO 17660-1:2006)
- HRN EN ISO 17660-2:2008 Zavarivanje – Zavarivanje čelika za armiranje – 2. dio:  
Nenosivi  
zavareni spojevi (ISO 17660-2:2006; EN ISO 17660-2:2006)
- HRN EN 287-1:2004 Provjera osposobljenosti zavarivača – Zavarivanje taljenjem – 1. dio:  
Čelici (EN 287-1:2004)
- HRN EN 287-1:2004/AC:2007 Provjera osposobljenosti zavarivača – Zavarivanje  
taljenjem –1.dio: Čelici (EN 287-1:2004/AC:2004)
- HRN EN 287-1:2004/A2:2008 Provjera osposobljenosti zavarivača – Zavarivanje  
taljenjem –  
1. dio: Čelici (EN 287-1:2004/A2:2006)
- HRN EN ISO 4063:2001 Zavarivanje i srodni postupci – Nomenklatura postupaka i  
referentni brojevi (ISO 4063:1998; EN ISO 4063:2000)

### **2.4.3. Prekidi betoniranja**

Prekid i nastavci betoniranja konstrukcija moraju biti obrađeni projektom betona.

## 2.5. 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 upotrijebljenih materijala i izvedenih radova ne odgovara zahtijevanim uvjetima, nadzorni organ je dužan izdati nalog izvoditelju da nekvalitetan materijal zamjeni kvalitetnim i radove dovede u ispravno stanje. Izvoditelj je dužan napraviti "Projekt betona" koji će zadovoljiti uvjete date ovom projektnom dokumentacijom, a istovremeno uvažiti tehnologiju proizvodnje i ugradbe betona koju primjenjuje izvoditelj, te zadovoljiti uvjete propisane. Kontrolu kvalitete betonskih radova treba povjeriti za to registriranoj organizaciji, a za kontrolna ispitivanja je potrebno primijeniti u skladu s „Tehnički propisi za građevinske konstrukcije“ (NN 17/17).

## 2.6. Dužnost izvođača

Izvođač je dužan na svoj trošak otkloniti sve nedostatke koji se ukažu u dogovorenom roku.

Investitor može priznati samo količine materijala koje su ugrađene.

Sav neispravan ili nepropisan materijal ne smije se ugrađivati i mora se ukloniti s gradilišta.

Po završetku svih radova izvođenja, treba izvršiti tehnički pregled i sastaviti zapisnik o nedostacima. Garantni rok za ispravnost ugrađenih materijala i izvršenih radova regulira se ugovorom o izvođenju radova. Za vrijeme garantnog roka izvođač je dužan da na poziv investitora otkloni sve nedostatke koje se u toku garantnog roka pojave.

Izvođač ne smije vršiti bušenja armirano betonskih konstrukcija bez prethodnog odobrenja i uputa nadzornog organa, što treba unijeti u građevinski dnevnik.

Izvođač je dužan nabaviti sve ateste za sav ugrađeni materijal.

Izvođač radova je obavezan korisniku predati upute za rukovanje ugrađenom opremom.

### 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 oplata mora se uzeti u obzir kompaktiranje pomoću vibratora na oplati tamo gdje je to potrebno.

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

Oplata odnosno skela treba osigurati da se beton ne onečisti. Obje moraju biti dovoljno čvrste i krute da odole pritiscima kod ugradnje i vibriranja i da spriječe ispupčenja.

Nadzorni inženjer će, tamo gdje mu se čini potrebno, tražiti proračunski dokaz stabilnosti i progibanja.

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

Oplata mora biti toliko vodotijesna da spriječi istjecanje cementnog mlijeka.

Ukoliko se za učvršćenje oplata rabe metalne šipke od kojih dio ostaje ugrađen u betonu, kraj stalno ugrađenog dijela ne smije biti bliži površini od 5 cm. Šupljina koja ostaje nakon uklanjanja šipke mora se dobro ispuniti, naročito ako se radi o plohamo koje će biti izložene protjecanju vode. Ovakav način učvršćenja ne smije se upotrijebiti za vidljive plohe betona.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Transportna sredstva ne smiju izazivati segregaciju smjese betona.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Pri ugradnji svježeg 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. Provodi se s ciljem mijenjanja kemijskih, fizikalnih, odnosno bioloških svojstava, a može biti: spaljivanje, piroliza, isparavanje, destilacija, sinteriranje, žarenje, taljenje, zataljivanje u staklo.

Kondicioniranje otpada je priprema za određeni način obrade ili odlaganja, a može biti: usitnjavanje, ovlaživanje, pakiranje, odvodnjavanje, oprашivanje, očvršćivanje te postupci kojima se smanjuje utjecaj štetnih tvari koje sadrži otpad. S građevnim otpadom treba postupiti u skladu s Pravilnikom o uvjetima za postupanje s otpadom.

Taj pravilnik predviđa moguću termičku obradu za slijedeći otpad:

- drvo,
- plastiku,
- asfalt koji sadrži katran,
- katran i proizvodi koji sadrže katran.

Kondicioniranjem se može obraditi slijedeći otpad:

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

Najveći dio građevnog otpada (prethodno obrađen ili neobrađen) može se odvesti u najbliže javno odlagalište otpada: beton, cigle, pločice i keramika, građevinski materijali na bazi gipsa, drvo, staklo, plastika, bakar, bronca, mjed, aluminijski, olovo, cink, željezo i čelik, kositar, miješani materijali, kablovi, zemlja i kamenje i ostali izolacijski materijali. Nakon završetka radova gradilište treba očistiti od otpada i suvišnog materijala, postupiti prema iznesenom, a okolni dio terena dovesti u prvobitno stanje.

## 5. UVJETI ODRŽAVANJA I PROJEKTIRANI VIJEK TRAJANJA

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; moguće otpadanje dijelova konstrukcije (raspucavanje i otpadanje komada betona); koroziju armature; raspucavanje, nadizanje i otpadanje boje s drvenih i metalnih elemenata; otpadanje žbuke sa zidova ili stropova; moguća 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 moguću pojavu nakupljanja zemlje i rasta biljaka u uvalama koje mogu dovesti do začepijivanja 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. PLANovi POZICIJA

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

Ploče su označavane pripadajućim brojevima (100, 200, 300 - 300A, 300B) i pripadajućim brojem, grede su označavane velikim slovom G (G101,G102,..) i pripadajućim brojem.

Ploče su označene plavom bojom, dok su grede označene sivom bojom te prikazani pripadajući presjeci. U grafičkim priložima numeričkog proračuna vidljiva je potrebna količina armature na pojedinim mjestima u ploči. Svi računalni proračuni su izvršeni računalnim programom „Tower“- 3D Model Builder 6.0.

Zbog opširnosti projekta prikazani su samo oni rezultati koji su smatrani relevantnim. Svi ulazni i izlazni podaci se mogu, na zahtjev, dobiti kod autora ovog projekta. Svi ostali podaci i detalji relevantni za predmetni objekt dani su kroz projektna rješenja. Za sve izmjene i dopune konzultirati projektanta.

Sva opterećenja uzeta prema:

HRN ENV 1991-1 Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 1.dio: Osnove projektiranja (ENV 1991-1:1994)

HRN ENV 1991-2-1 Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 2-1. dio: Djelovanja na konstrukcije – Prostorne težine, vlastite težine, uporabna opterećenja (ENV 1991-2-1:1995)

HRN ENV 1991-2-2 Eurokod 1: Osnove proračuna i djelovanja na konstrukcije – 2-2.dio: Djelovanja na konstrukcije – Djelovanja na konstrukcije izložene požaru (ENV 1991-2-2:1995)

HRN ENV 1991-2-3 Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 2-3. dio: Djelovanja na konstrukcije – Opterećenje snijegom (ENV 1991-2-3:1995)

HRN ENV 1991-2-4 Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 2-4. dio: Djelovanja na konstrukcije – Opterećenje vjetrom (ENV 1991-2-4:1995)

HRN ENV 1991-2-6 Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 2-6. dio: Djelovanja na konstrukcije – Djelovanja tijekom izvedbe (ENV 1991-2-6:1997)

HRN ENV 1991-2-7 Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 2-7. dio: Djelovanja na konstrukcije – Izvanredna djelovanja prouzročena udarom i eksplozijom (ENV 1991-2-7:1998)

HRN ENV 1998-1-1:2005 Eurokod 8: Projektiranje konstrukcija otpornih na potres – 1-1. dio: Opća pravila – Potresna djelovanja i opći zahtjevi za konstrukcije (ENV 1998-1-1:1994)

## 7. ANALIZA OPTEREĆENJA

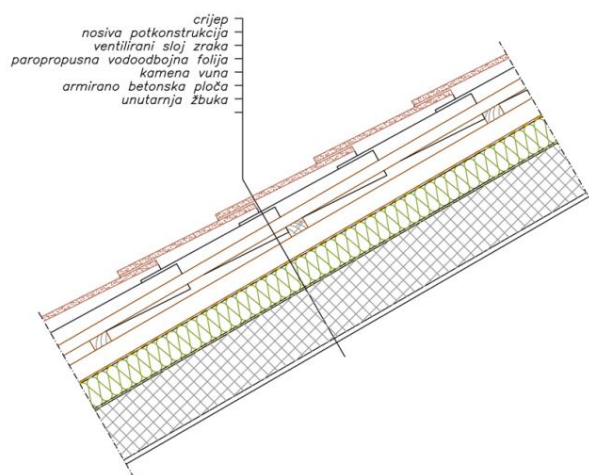
### 7.1. Stalno opterećenje

#### 7.1.1. Vlastita težina

Vlastita težina svih konstruktivnih elemenata automatski je uključena u programskom paketu "Tower" - 3D Model Builder 6.0.

#### 7.1.2. Dodatno stalno opterećenje

##### a) Ploča krova

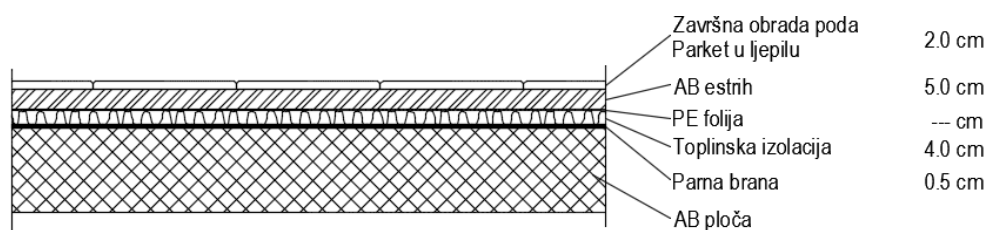


Tablica 7.1. Karakteristični iznos opterećenja slojeva kosog krova

SLOJEVI:	d (m)
CRIJEP+ NOSIVA PODKONSTRUKCIJA	0,03
VENTILIRANI SLOJ ZRAKA	0,03
PAROPROPUSNA VODOODBOJNA FOLIJA	0,01
KAMENA VUNA	0,20
AB PLOČA	<i>automatski uključena kroz računalni program</i>

Zbog pojednostavljenja proračuna, za dodatno stalno opterećenje (bez AB ploče) je uzeto  $2,50 \text{ kN/m}^2$ .

## b) Pod između etaža



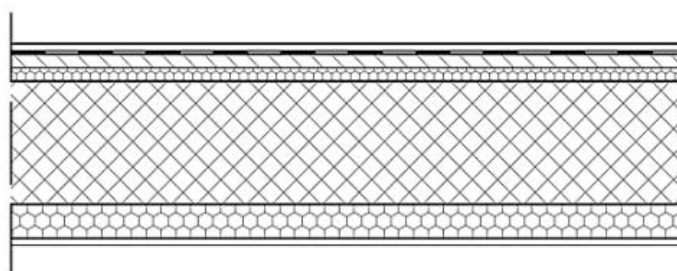
Tablica 7.2. Karakteristični iznos opterećenja slojeva poda između etaža

SLOJEVI:	d(m)	g(kN/m <sup>3</sup> )	d x g (kN/m <sup>2</sup> )
ZAVRŠNA OBRADA PODA-PARKET	0,02	12,00	0,24
CEMENTNI ESTRIH	0,05	20,00	1,00
TOPLINSKA IZOLACIJA	0,04	2,00	0,08
HIDROIZOLACIJA+PARNA PRANA	0,005	20,00	0,10
PREGRADNI ZIDOV I	/	/	1,00
AB PLOČA	<i>automatski uključena kroz računalni program</i>		
UKUPNO	$\Sigma = 2,42 \text{ (kN/m}^2\text{)}$		

Ukupno dodatno stalno opterećenje:  $\Delta g = 2,42 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

**Zbog pojednostavljenja proračuna, za dodatno stalno opterećenje (bez AB ploče) je uzeto 2,50 kN/m<sup>2</sup>.**

## c) Balkoni / lođe



Tablica 7.3. Karakteristični iznos opterećenja slojeva poda balkona/lođa

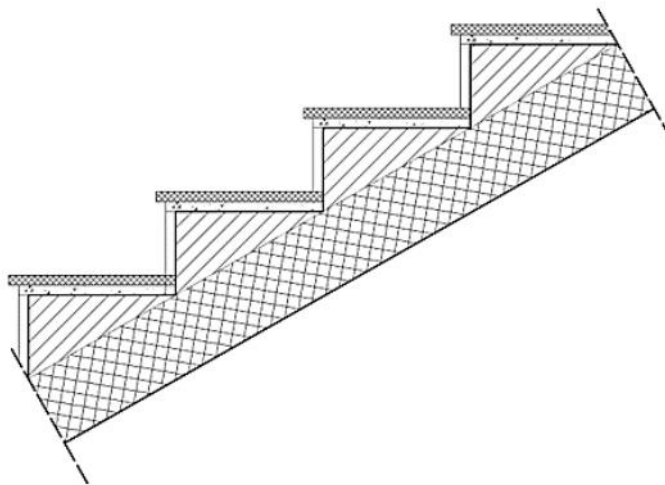
SLOJEVI:	d(m)	g(kN/m <sup>3</sup> )	d x g (kN/m <sup>2</sup> )
ZAVRŠNA OBRADA PODA-PLOČICE	0,01	14,00	0,14
HIDROIZOLACIJA	/	/	/
CEMENTNI ESTRIH	0,05	24,00	1,2
TOPLINSKA IZOLACIJA	0,02	0,2	0,004
AB PLOČA	<i>automatski uključena kroz računalni program</i>		
TOPLINSKA IZOLACIJA; za eliminaciju toplinskih mostova	0,05	0,12	0,006
POLIMER-CEMENTNO LJEPILO	0,005	15	0,075

IMPREGNACIJA	/	/	/
ZAVRŠNA OBRADA PODGLEDA	/	/	/
PREGRADE	/	/	
UKUPNO	$\Sigma = 2,42 \text{ (kN/m}^2\text{)}$		

Ukupno dodatno stalno opterećenje:  $\Delta g = 2,42 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

**Zbog pojednostavljenja proračuna, za dodatno stalno opterećenje (bez AB ploče) je uzeto  $2,50 \text{ kN/m}^2$ .**

d) Stubište



Ukupno dodatno stalno opterećenje za stubište:

$$\Delta g = 6,5 / \cos \alpha = 6,5 / \cos 29^\circ = 7,43 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

## 7.2. Promjenjivo opterećenje

### 7.2.1. Korisno opterećenje

Minimalno korisno opterećenje za zgrade definirano je Eurokodom 1991-1-1. Na zahtjev investitora ili zbog procjene projektanta smije se koristiti i veće opterećenje. Za potrebe proračuna, a prema EC1991-1-1 korištena su sljedeća opterećenja:

Tablica 7.4. Karakteristične vrijednosti uporabnog opterećenja

Površine u zgradama	Odgovarajuće uporabno opterećenje (kN/m <sup>2</sup> )
Uobičajene prostorije	2,00
Stubište	3,00
Balkoni/ lođe	4,00
Neprohodni krov	1,00
Prometne površine	5,00

### 7.2.2. 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 7.1. Karta i tablica karakterističnih vrijednosti opterećenja snijegom obzirom na područje

Predmetni objekt nalazi se u Sutivanu na otoku Braču, zona III.

Karakteristično opterećenje snijegom uzeto je  $s_k=0,45 \text{ kN/m}^2$ .

-kosi, dvostrešni krov nagiba  $\alpha_1 = \alpha_2 \cong 35^\circ$

Tablica 7.5. Koeficijent oblika opterećenja snijegom

Nagib krovne plohe:	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
Koeficijent $\mu_1$ :	0,8	$(0,80 \cdot (60 - \alpha)) / 30$	0

Koeficijent oblika:

$$\mu_1 = (0,80 \cdot (60 - \alpha)) / 30 = 0,67$$

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

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

Opterećenje snijegom na krovu:

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,67 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,45 = 0,30 \text{ kN/m}^2$$

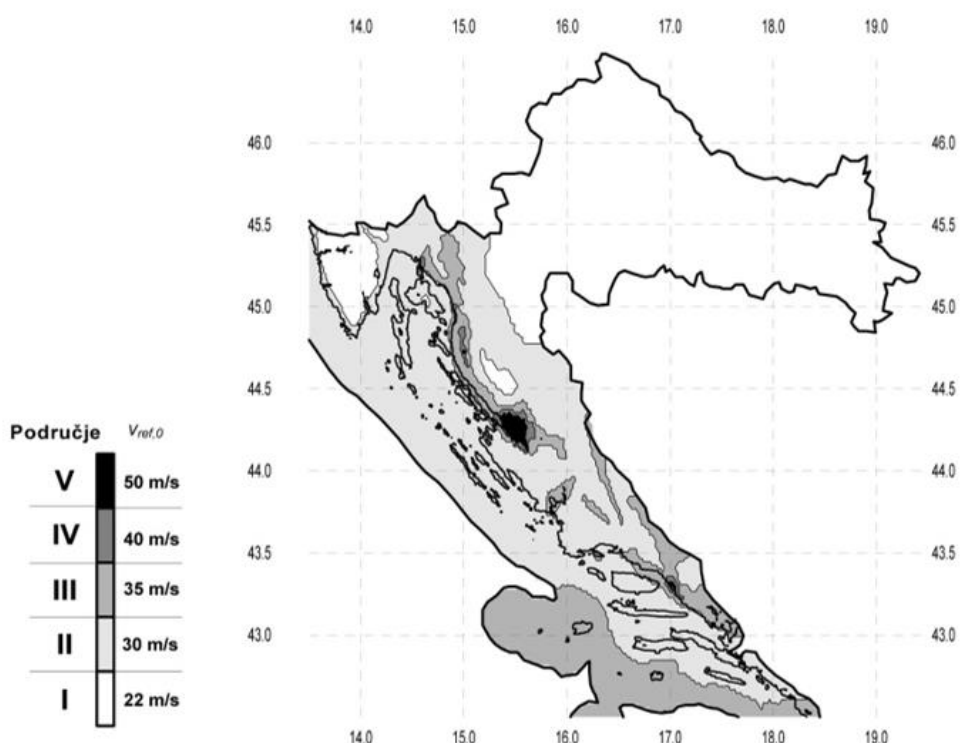
**Napomena:** S obzirom da je lokacija građevine Sutivan, utjecaj snijega nije značajan te se neće koristiti u proračunu. Uzeto je u obzir prilikom zadavanja pokretnog opterećenja na krovu (vjetar+snijeg) u iznosu od  $1,0 \text{ kN/m}^2$ .



### 7.2.3. Opterećenje vjetrom

Opterećenje vjetrom definirano je Eurokodom 1991-1-4. Kako je predmetna građevina jednostavnog oblika i nevelike visine iznad terena, koristiti će se pojednostavljeni proračun opterećenja vjetrom zadanog u prostornom modelu kao površinsko opterećenje na zidove iznad tla u dva okomita smjera.

Prema zemljovidu područja opterećenja vjetrom, navedena građevina nalazi se u II. zoni vjetra na nadmorskoj visini od 10 m n.m. Osnovna brzina vjetra za II. zonu iznosi  $v_{b,0} = 30$  m/s.



Slika 7.2. Zemljovid područja opterećenja vjetrom

Referentna brzina vjetra:

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{tem} \cdot C_{alt} \cdot v_0 = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0008 \cdot 30 = 30,24 \text{ m/s}$$

$C_{dir} = 1,0$  → koeficijent smjera vjetra

$C_{tem} = 1,0$  → koeficijent ovisan o godišnjem dobu

$C_{alt} = 1,0 + 0,0001 \cdot a_s = 1,0 + 0,0001 \cdot 8 = 1,0008$  → koeficijent nadmorske visine

$a_s$  = nadmorska visina mjesta u (m)

Mjerodavna visina objekta je ukupna visina iznad tla.

$$z_e = 11 \text{ m}$$

Mjerodavna visina je veća od minimalne (1,0 m) pa je koeficijent hrapavosti:

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z_e/z_0) = 0,156 \cdot \ln(11/0,003) = 1,280$$

Koeficijent terena  $k_r$  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 7.3. Parametri vjetrovnog opterećenja ovisno o kategoriji terena

Srednja brzina vjetra:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 1,280 \cdot 1,0 \cdot 30,24 = 38,71 \text{ m/s}$$

$C_0(z) = 1,0 \rightarrow$  koeficijent topografije

Turbulencija:

$$I_v(z) = 1 / c_0(z) \cdot \ln(z_e/z_0) = 1 / 1,0 \cdot \ln(11/0,003) = 0,122$$

Maksimalni tlak brzine vjetra  $q_p(z_e)$ :

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

$$q_p(z) = (1 + 7 \cdot 0,122) \cdot 1,25/2 \cdot 38,71^2 = 1,74 \text{ kN/m}^2$$

$$\rho_{zr} = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

Djelovanje na zgradu:

$$w_{1,e} = 0,8 \cdot q_p(z) = 0,8 \cdot 1,74 = 1,39 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{2,e} = 0,5 \cdot q_p(z) = 0,5 \cdot 1,74 = 0,87 \text{ kN/m}^2$$

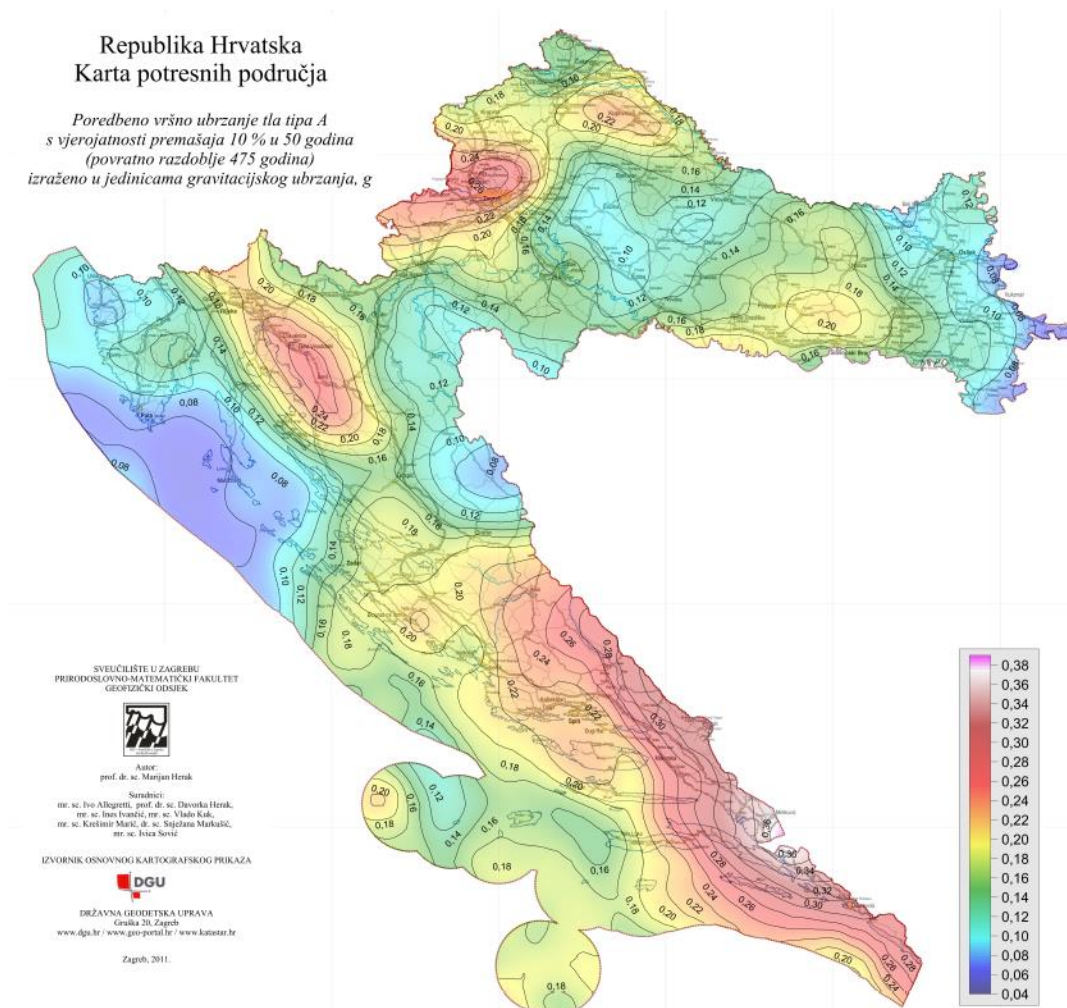
**Napomena:** S obzirom na lokaciju i visinu građevine opterećenje od potresa je znatno dominantnije djelovanje, zbog toga utjecaj vjetra nije značajan te se neće koristiti u proračunu. Uzeto je u obzir prilikom zadavanja pokretnog opterećenja na krovu (vjetar+snijeg) u iznosu od 1,0 kN/m<sup>2</sup>.

## 7.3. Izvanredno opterećenje

### 7.3.1. Potresno opterećenje

Potresne sile proračunate su metodom modalne analize prema EC-8 pomoću računalnog programa Tower - 3D Model Builder 6.0 koristeći prostorni model konstrukcije. Potresne sile uvelike ovise o ulaznim parametrima kao što su klasa tla i proračunsko ubrzanje tla na lokaciji na kojoj se nalazi građevina, duktilnosti konstrukcije itd.

U nastavku je prikazan izračun i odabir parametara potrebnih za proračun potresnog opterećenja. Vrijednosti poredbenog vršnog ubrzanja tla očitavaju se koristeći seizmološke karte Republike Hrvatske. Za traženo područje očita se ubrzanje tla za povratni period od 475 godina.



Slika 7.4. Seizmološka karta Republike Hrvatske



Slika 7.5. Parametar vršnog ubrzanja tla za promatranu lokaciju (Sutivan)

Za područje mjesta Sutivan očitano :  $a_{gR} = 0,2g \approx 2,16 \text{ m/s}^2$

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 7.6. Određivanje faktora tla ovisno o klasi tla

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

Pretpostavlja se srednja klasa ponašanja: DCM (medium ductility).

Kategorija tla: B

Računsko ubrzanje tla:  $a_g=0,2g$

Koeficijent računskog ubrzanja tla:  $\alpha=a_{gR}/g= 0,2$

Faktor tla S za klasu tla B: 1,2

Donja vrijednost faktora horizontalnog spektra odziva:  $\beta=0,2$

Granični periodi osciliranja za klasu tla B:  $T_B=0,15s$

$T_C=0,50s$

$T_D=2,0s$

Konstrukcija pravilna po visini

Dvojni sustavi sa dominantnim okvirima (okvirni: višekratni, više polja -  $\alpha_u/\alpha_1=1,3$ )

Osnovni faktor ponašanja:

$$q_0=3\alpha_u/\alpha_1=3,90$$

Faktor prevladavajućeg sloma:

$$k_w = \frac{1 + \alpha_0}{3} = 1,0$$

-sustav zidova, dvojni sustav sa dominantnim zidovima i sustav sa jezgrom:  $\alpha_0=2.00$

Faktor ponašanja:

$$q=q_0 \cdot k_w=3.90$$

Na temelju ulaznih podataka i prostornog modela konstrukcije provedena je modalna i seizmička analiza konstrukcije. Kod modalne analize je automatski generirana ukupna masa na temelju sudjelujućih masa od vlastite težine i dodatnog stalnog opterećenja te 50% pokretnog opterećenja. Proveden je proračun te su dobiveni rezultati za 15 vlastitih oblika konstrukcije, njima pripadajućih perioda te ukupna sudjelujuća masa po svakom smjeru. U rezultatima za dinamičku analizu je prikazana aktivirana masa u svakom od smjerova. Rezultati prikazuju više od 90% aktivirane mase u svakom pojedinačnom smjeru te nije potrebno povećavati rezne sile. Nakon dovršene modalne analize napravljen je i linearni proračun za potresne kombinacije djelovanja čiji su rezultati mjerodavni za dimenzioniranje vertikalnih elemenata konstrukcije (zidovi).

## 8. NUMERIČKI MODEL

### 8.1. Općenito o numeričkom modelu

Proračun konstrukcije izvršen je u računalnom programu "Tower" - 3D Model Builder 6.0.

Za potrebe proračuna horizontalnih i vertikalnih elemenata konstrukcije te potresnog opterećenja korišten je prostorni (3D) model. Model je opterećen stalnim opterećenjem (vlastita težina konstrukcije i nekonstruktivnih elemenata) i promjenjivim opterećenjima, a za potrebe dinamičke analize i izvanrednim opterećenjem.

Za proračunski moment savijanja za GSN korišteni su koeficijenti sigurnosti za nepovoljno djelovanje, i to za stalno djelovanje koeficijent 1,35 i za promjenjivo koeficijent 1,5. Kako GSN predstavlja sigurnost konstrukcije, a GSU funkcionalnost građevine, koeficijenti sigurnosti i za stalno i za promjenjivo djelovanje iznose 1,0.

Način proračuna:	3D model	
<input checked="" type="checkbox"/> Teorija I-og reda	<input checked="" type="checkbox"/> Modalna analiza	<input type="checkbox"/> Stabilnost
<input type="checkbox"/> Teorija II-og reda	<input checked="" type="checkbox"/> Seizmički proračun	<input type="checkbox"/> Faze građenja
<input type="checkbox"/> Nelinearni proračun		

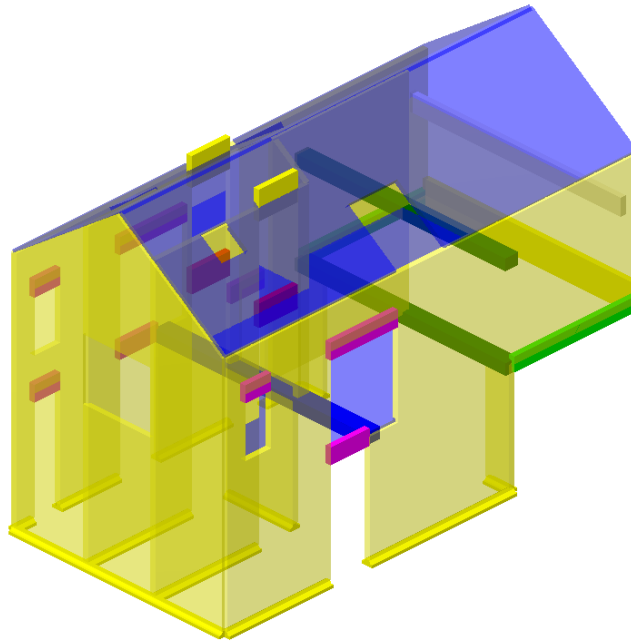
#### **Veličina modela**

Broj čvorova:	13364
Broj pločastih elemenata:	13229
Broj grednih elemenata:	273
Broj graničnih elemenata:	1224
Broj osnovnih slučajeva opterećenja:	4
Broj kombinacija opterećenja:	4

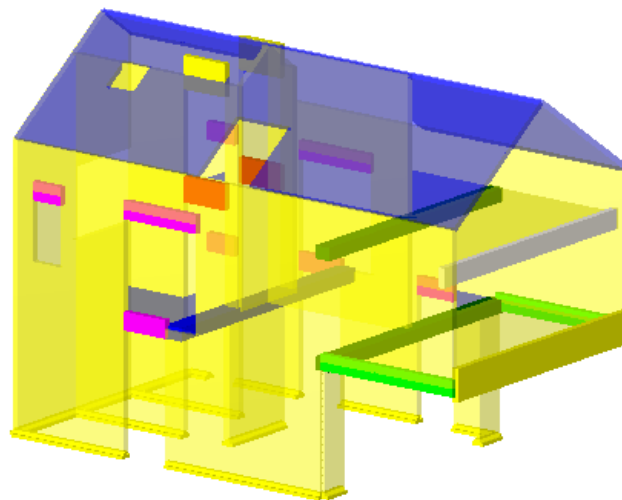
#### **Jedinice mjera**

Dužina:	m [cm,mm]
Sila:	kN
Temperatura:	Celsius

*Slika 8.1. Osnovni podaci o modelu*



*Slika 8.2. Izometrija numeričkog 3D modela*



*Slika 8.3. Prikaz numeričkog 3D modela*

Međukatne konstrukcije su pune armirano betonske ploče debljine 18cm između katova te debljine 20 cm na mjestima lođa. Međukatne konstrukcije su modelirane kao plošni elementi opterećene okomito na svoju ravninu raspodijeljenim plošnim opterećenjem. Međukatne konstrukcije su osim svojom vlastitom težinom opterećene dodatnim stalnim opterećenjem te korisnim opterećenjem.

Zidovi su armirano betonski debljine 20 cm. Zidovi su modelirani kao plošni elementi opterećeni okomito na svoju ravninu raspodijeljenim opterećenjem.

Grede su armirano betonski elementi.



Svi betonski elementi su napravljeni od betona klase C25/30 armirani armaturom B500B.

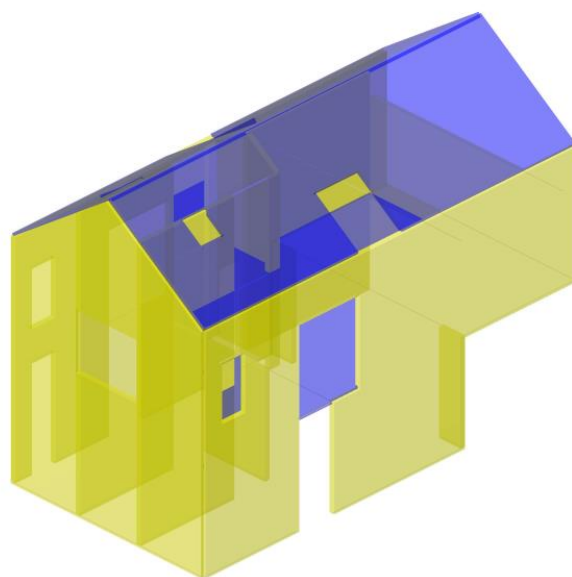
Tablica 8.1. Shema nivoa zadana u 3D modelu

Naziv	z [m]	h [m]
<b>POZ300- Potkrovlje</b>	11.50	4.30
<b>POZ200- Kat</b>	7.20	3.30
<b>POZ100- Prizemlje</b>	3.90	3.90
<b>POZ000- Temelji</b>	0.00	

Tablica 8.2. Setovi ploča i zidova zadani u 3D modelu

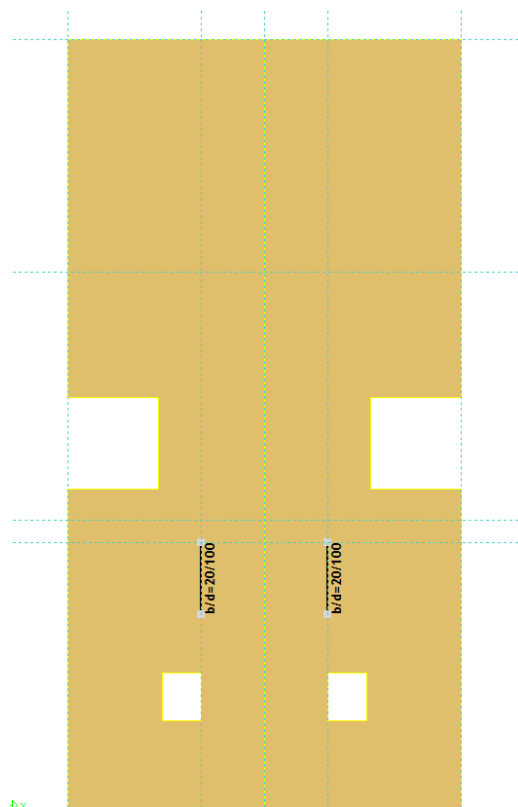
Broj	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija
<b>1</b>	0.200	0.100	1	Tanka ploča	Izotropna
<b>2</b>	0.180	0.090	1	Tanka ploča	Izotropna

Ploča / Zid	
1. d = 0.20 m	
2. d = 0.18 m	

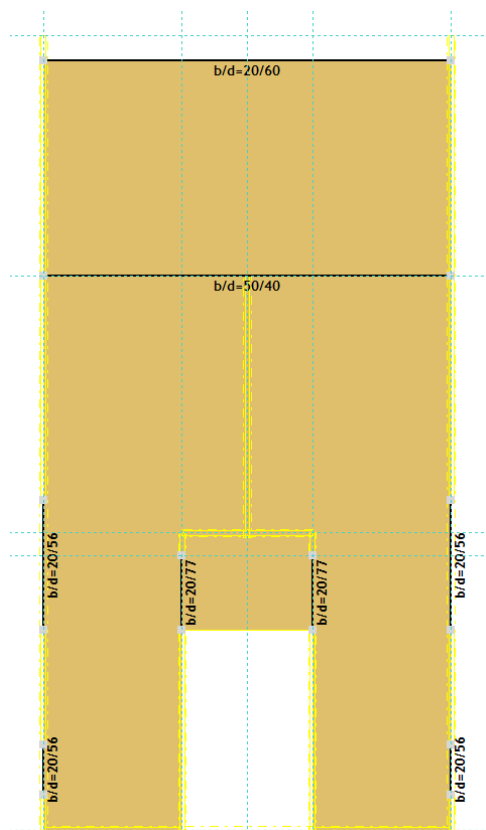


Slika 8.4. Prikaz ploča i zidova na 3D modelu

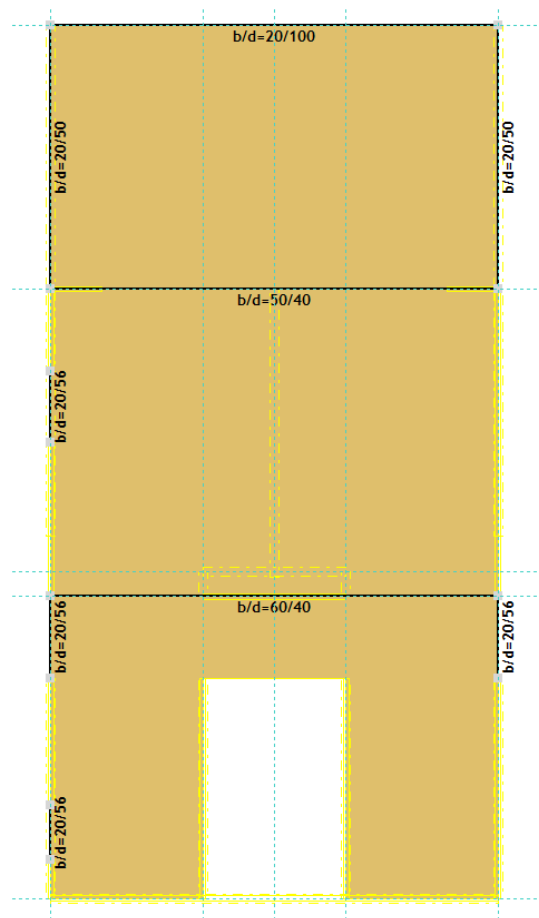




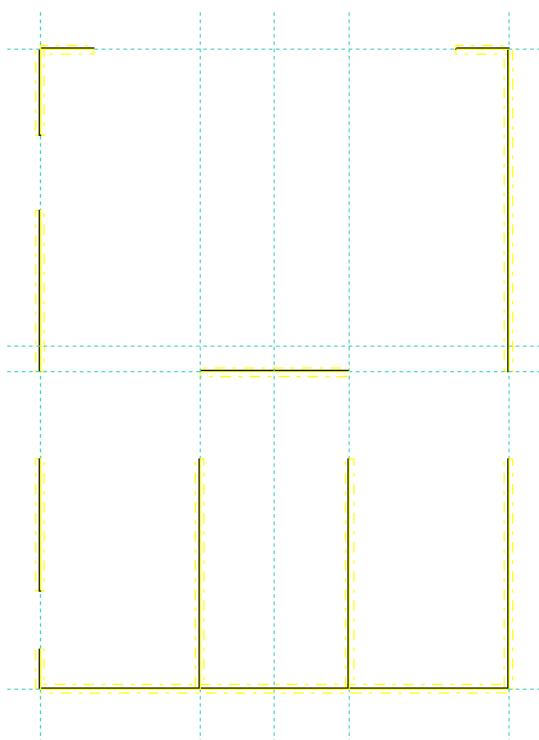
Slika 8.5. Plan pozicija 300 (300A+300B)



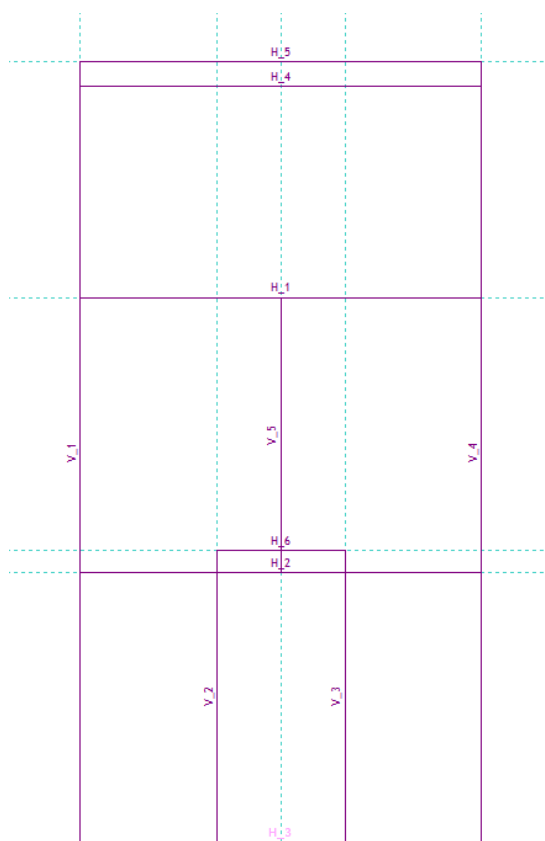
Slika 8.6. Plan pozicija 200



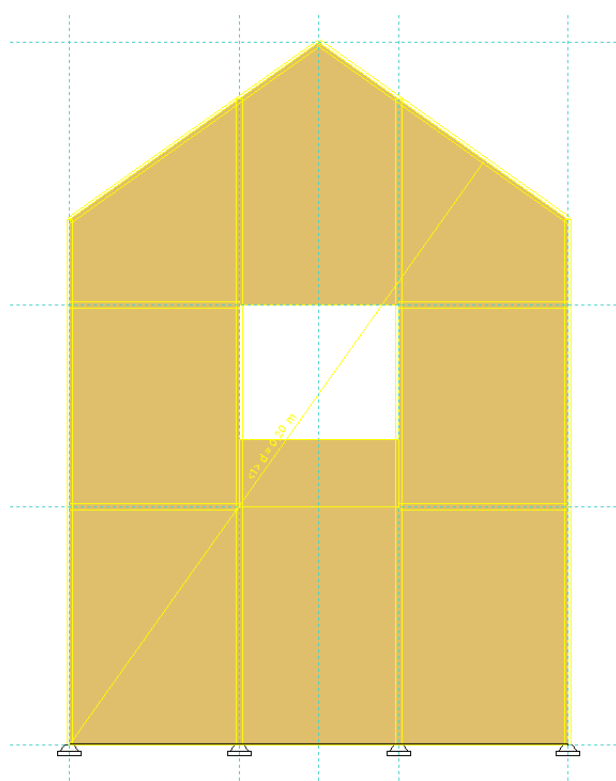
Slika 8.7. Plan pozicija 100



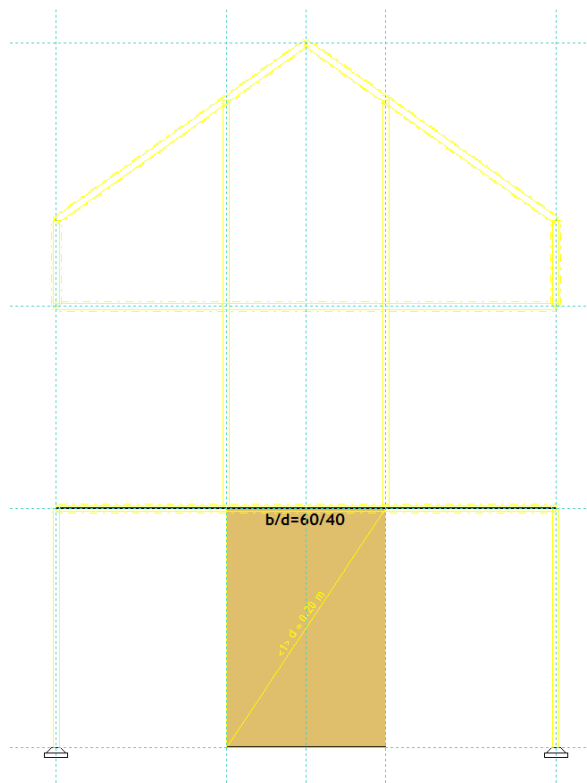
Slika 8.8. Plan pozicija 000



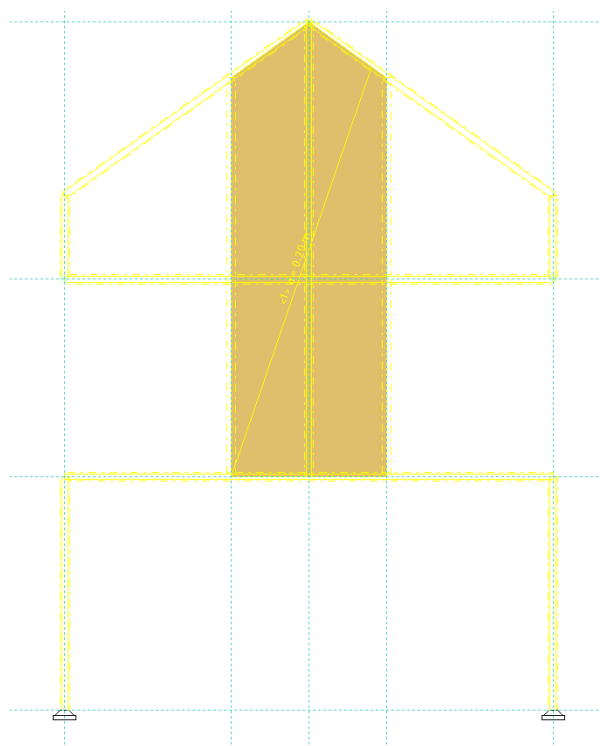
Slika 8.9. Prikaz dispozicije okvira (zidova)



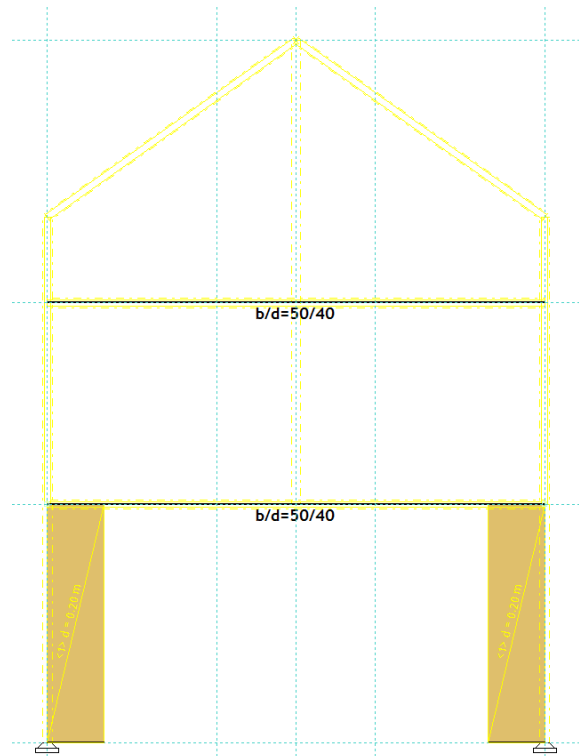
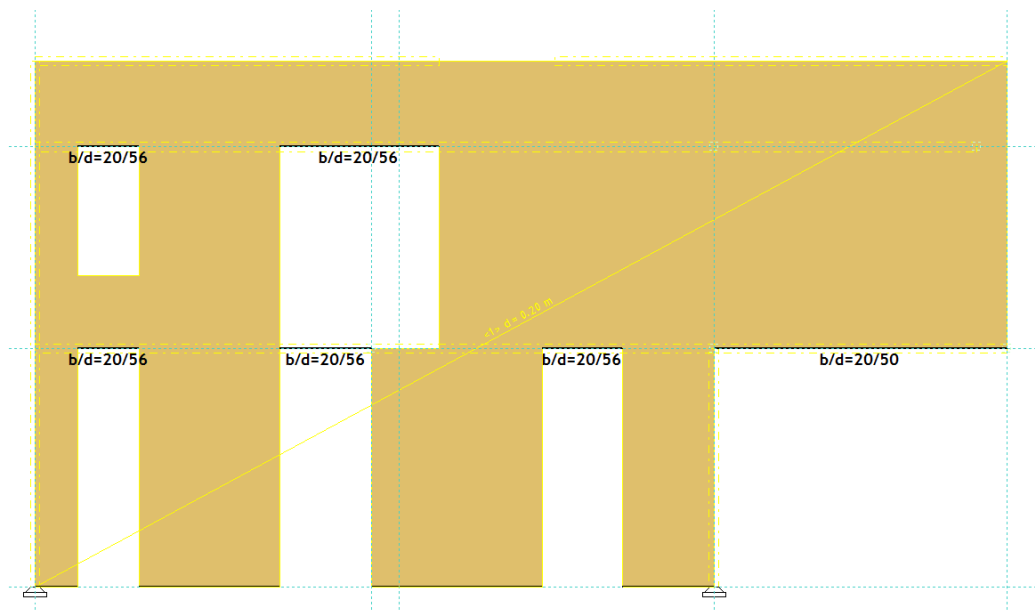
Slika 8.10. Okvir H<sub>3</sub>

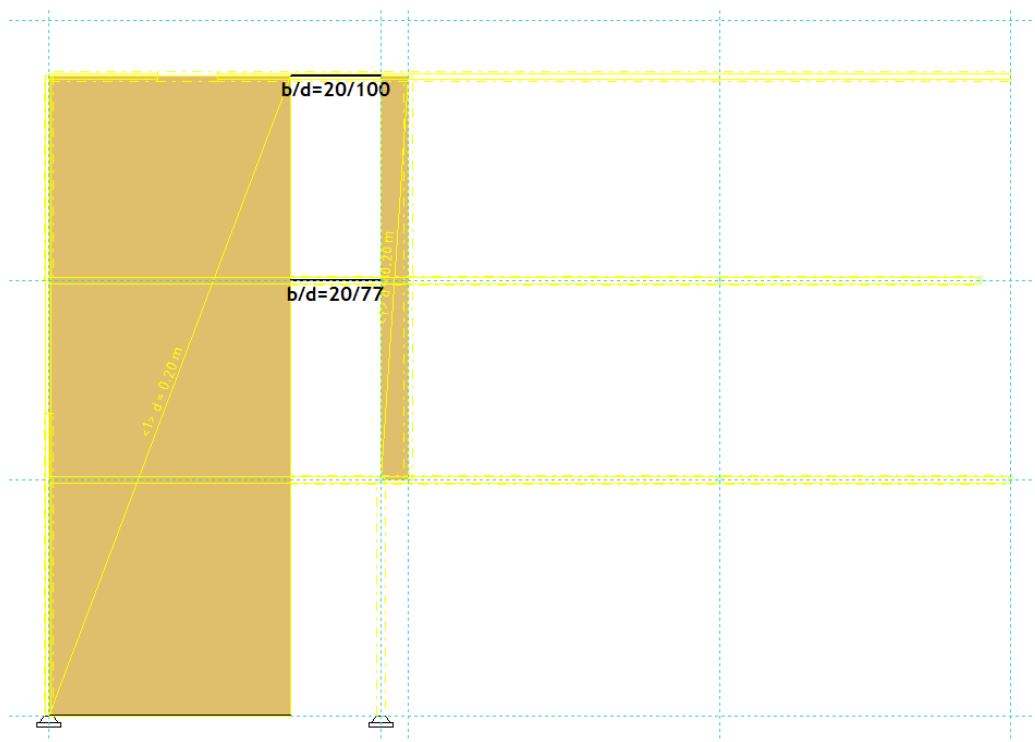


Slika 8.11. Okvir H\_2

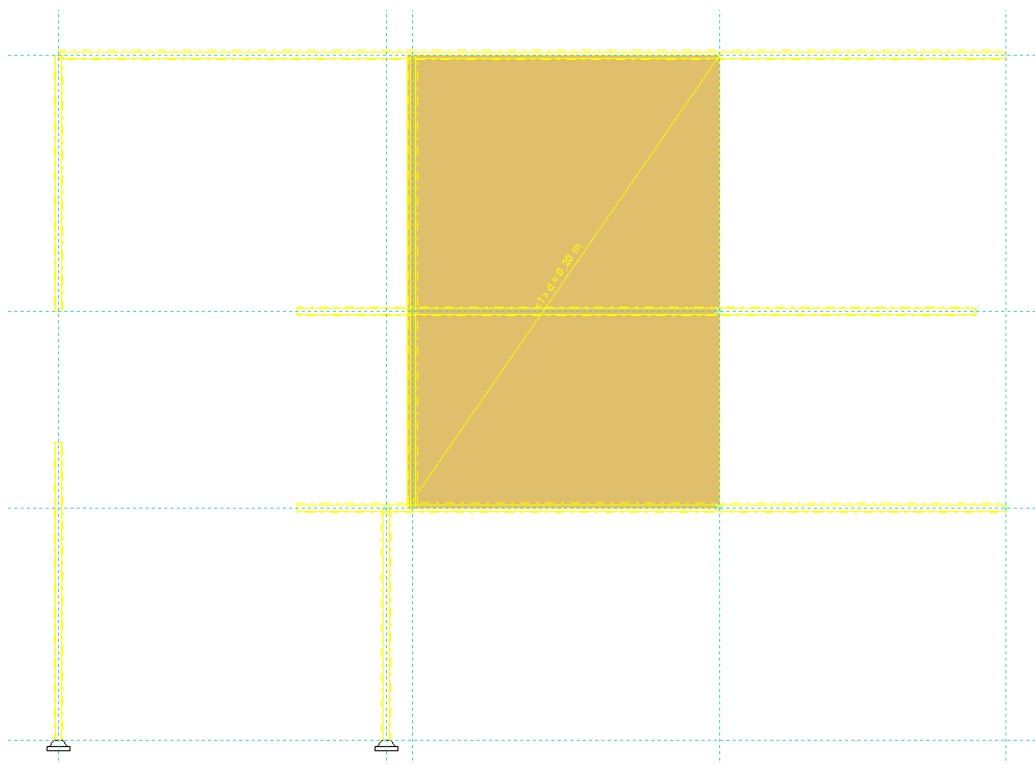


Slika 8.12. Okvir H\_6

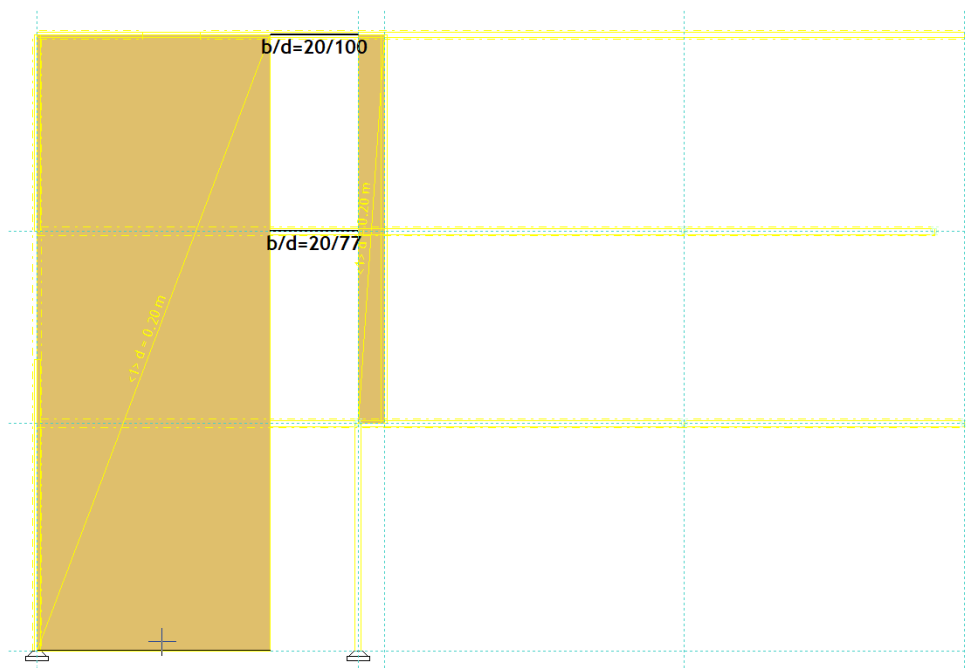
Slika 8.13. Okvir H<sub>1</sub>Slika 8.14. Okvir V<sub>1</sub>



Slika 8.15. Okvir V\_2



Slika 8.16. Okvir V\_5



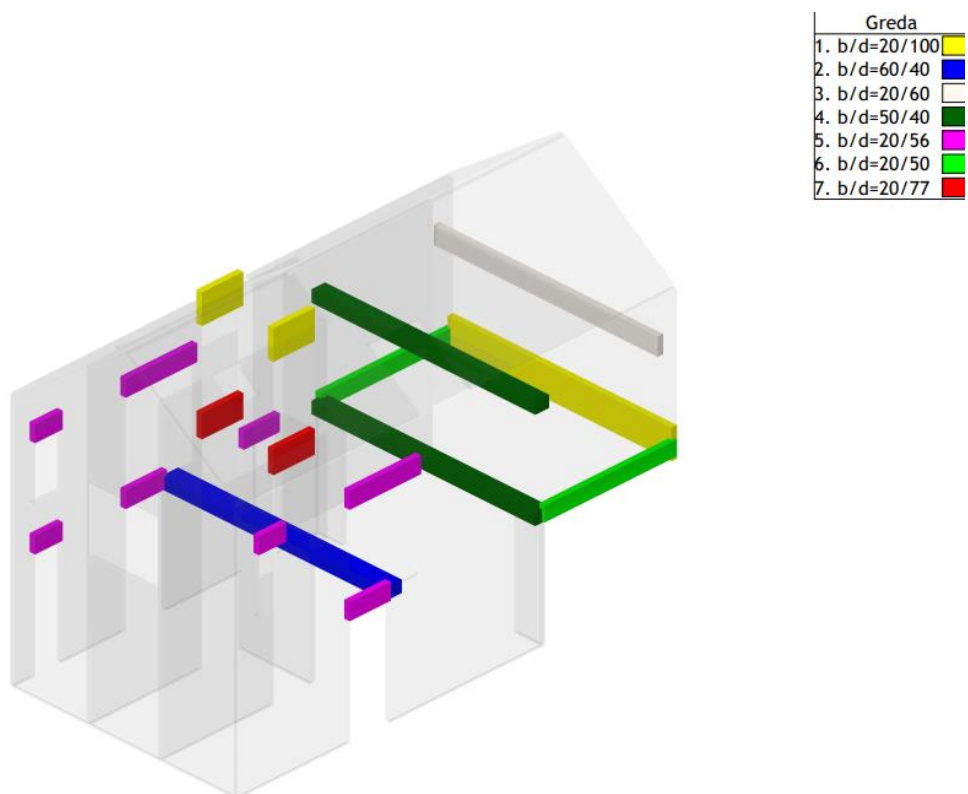
Slika 8.17. Okvir V\_3



Slika 8.18. Okvir V\_4

Tablica 8.3. Setovi greda zadani u 3D modelu

Broj	b/h
1	20/100
2	60/40
3	20/60
4	50/40
5	20/56
6	20/50
7	20/77



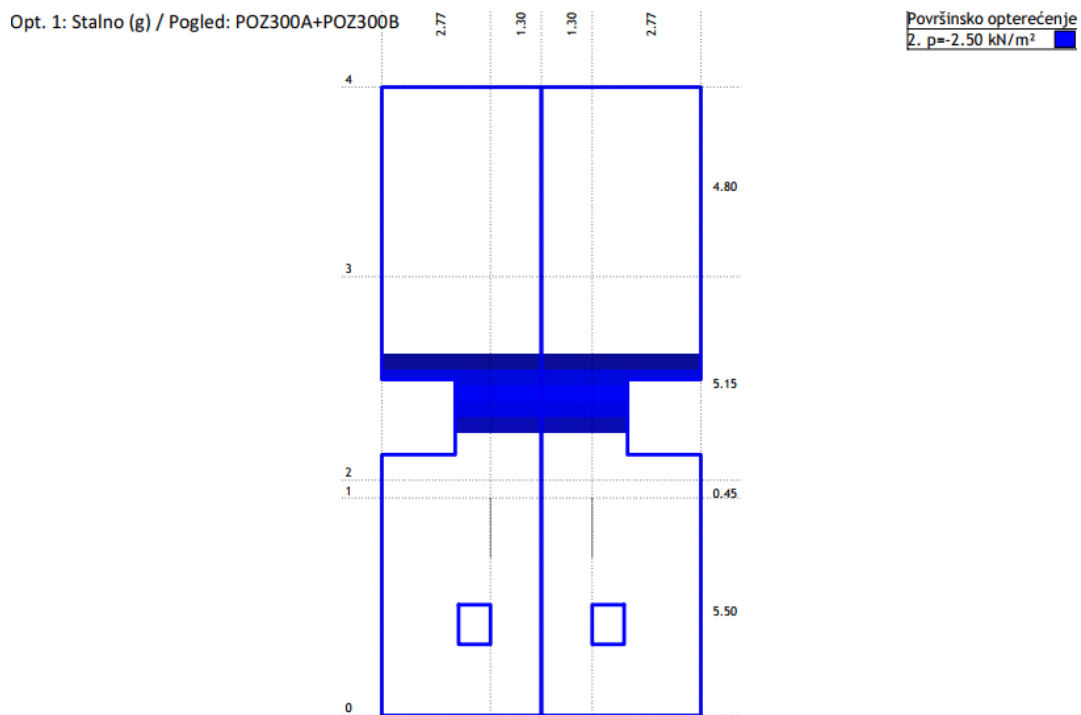
Slika 8.19. Prikaz greda na 3D modelu



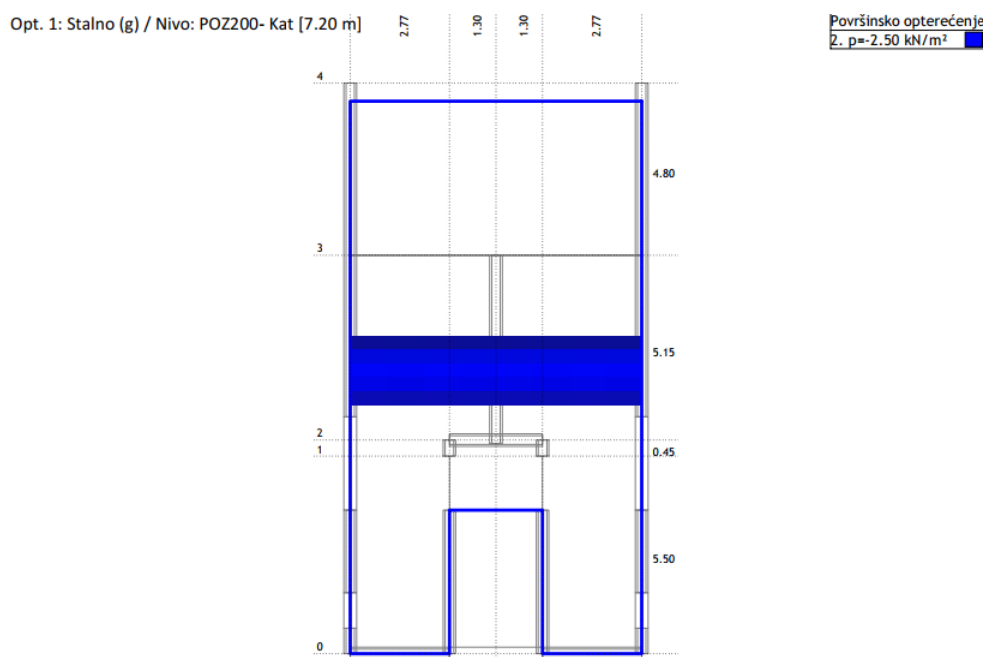
## 8.2. Djelovanja na konstrukciju

### 8.2.1. Dodatno stalno opterećenje

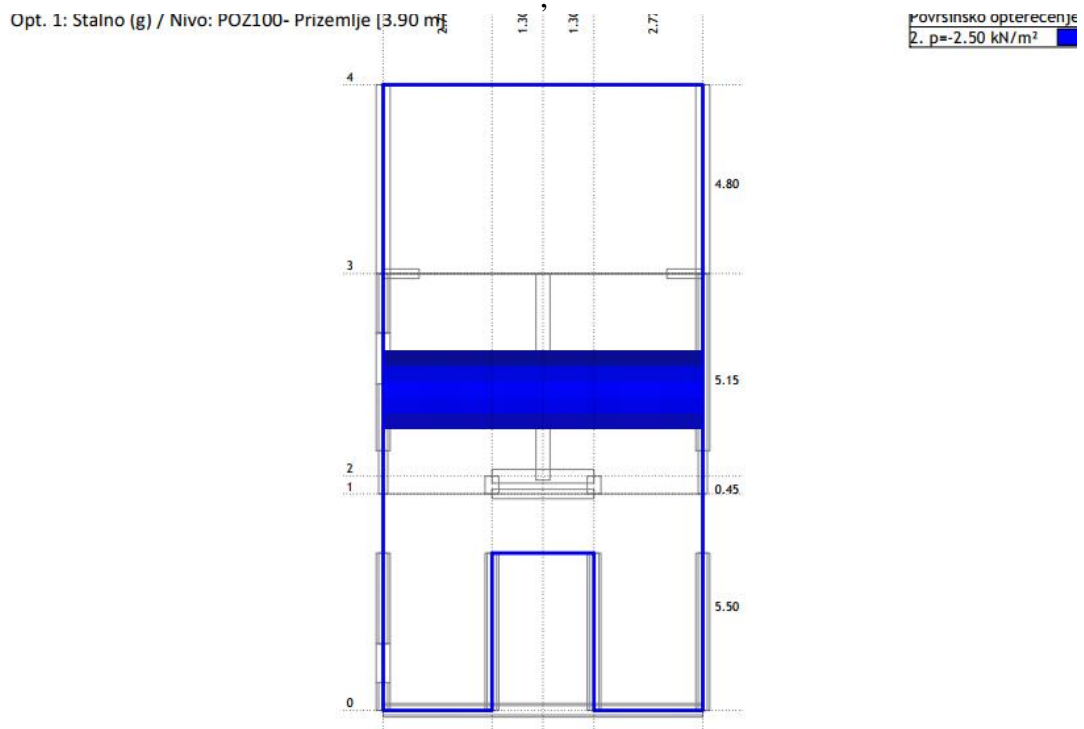
Na slikama ispod prikazano je dodatno stalno opterećenje po pojedinim pozicijama (POZ100, POZ200 te POZ300).



Slika 8.20. POZ300 – Dodatno stalno opterećenje



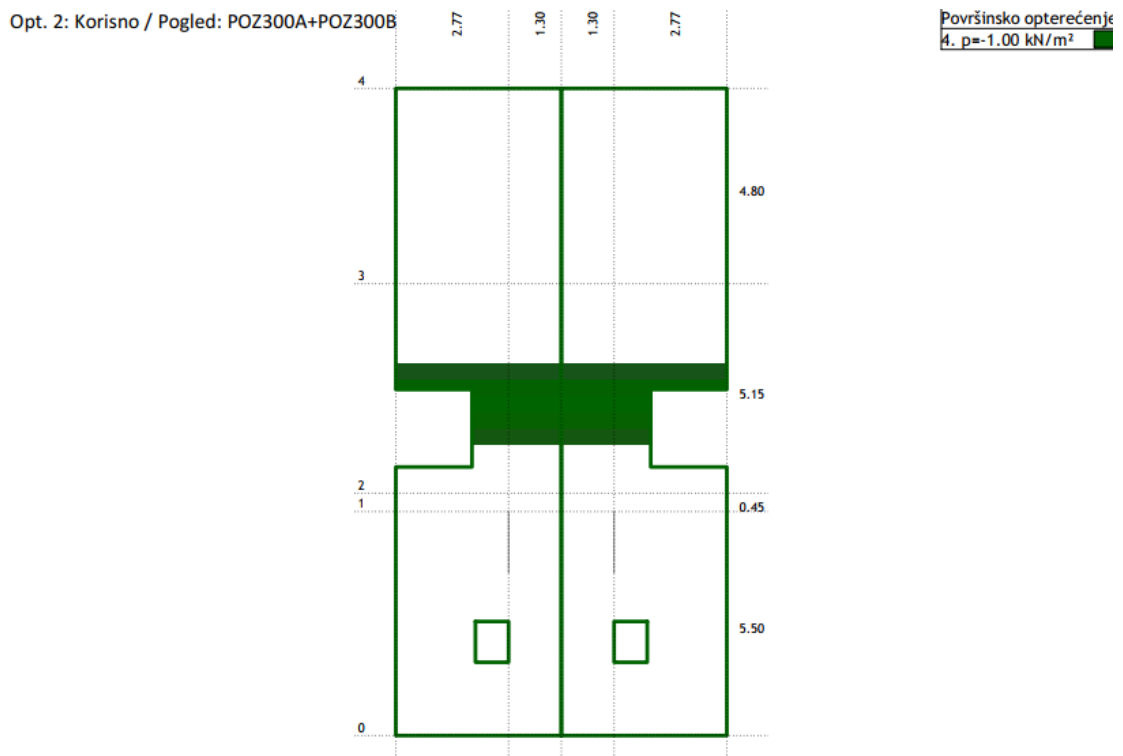
Slika 8.21. POZ200 – Dodatno stalno opterećenje



Slika 8.22. POZ100 – Dodatno stalno opterećenje

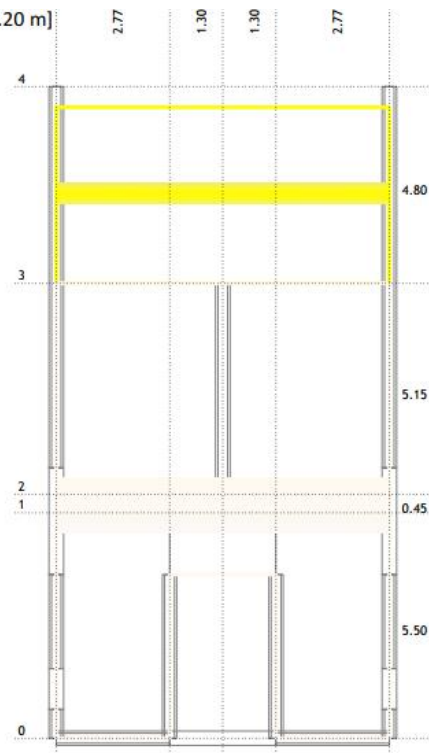
### 8.2.2. Korisno opterećenje

Na slikama ispod prikazano je korisno opterećenje po pozicijama (POZ100, POZ200 te POZ300).



Slika 8.23. POZ300 – Korisno opterećenje

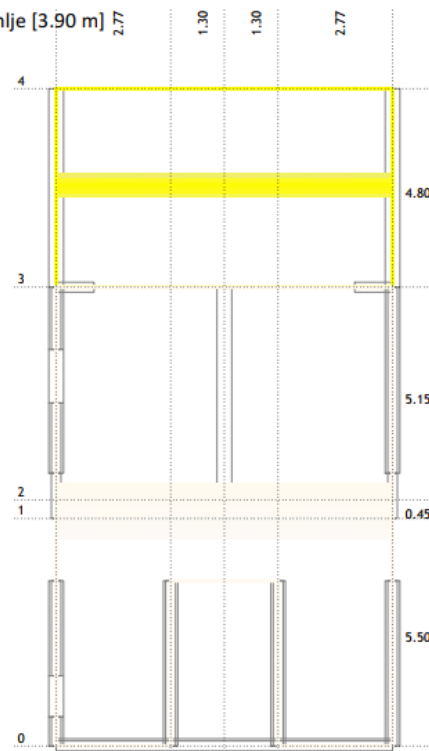
Opt. 2: Korisno / Nivo: POZ200- Kat [7.20 m]



Površinsko opterećenje	
1. $p = -4.00 \text{ kN/m}^2$	<span style="background-color: yellow; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>
3. $p = -2.00 \text{ kN/m}^2$	<span style="background-color: white; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>

Slika 8.24. POZ200- Korisno opterećenje

Opt. 2: Korisno / Nivo: POZ100- Prizemlje [3.90 m]



Površinsko opterećenje	
1. $p = -4.00 \text{ kN/m}^2$	<span style="background-color: yellow; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>
3. $p = -2.00 \text{ kN/m}^2$	<span style="background-color: white; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>

Slika 8.25. POZ100 – Korisno opterećenje

## 9. KOMBINACIJE OPTEREĆENJA

Proračun konstrukcije se sastoji od provedbe statičke i dinamičke analize. Dinamička analiza podrazumijeva višemodalnu spektralnu analizu sa rezultatima vlastitih oblika. Na osnovu statičke analize provedeno je dimenzioniranje konstruktivnih elemenata (GSN kombinacije) te kontrola graničnog stanja uporabljivosti (GSU).

U potresnom opterećenju  $S_x$  je uključeno 30% potresnog opterećenja iz drugog smjera, odnosno iz  $y$  smjera. Isto vrijedi i za drugi smjer.

Računalni program "Tower" - 3D Model Builder 6.0 sam je izgenerirao kombinacije prikazane u slijedećoj tablici:

*Tablica 9.1. Zadana opterećenja i kombinacije*

1	Stalno (g)
2	Korisno
3	$S_x$
4	$S_y$
5	Komb.: $1.35xI+1.5xII$
6	Komb.: $I+1.5xII$
7	Komb.: $I+0.3xII-1xIII$
8	Komb.: $I+0.3xII-1xIV$
9	Komb.: $I+0.3xII+IV$
10	Komb.: $I+0.3xII+III$
11	Komb.: $I-1xIII$
12	Komb.: $I-1xIV$
13	Komb.: $I+IV$
14	Komb.: $I+III$
15	Komb.: $1.35xI$
16	Komb.: $I+II$

## 10. REZULTATI DINAMIČKE ANALIZE

Seizmički proračun: EC8 (HRN EN 1998-1:2011)

Razred tla:	B
Razred važnosti:	II ( $\gamma=1.0$ )
Odnos $agR/g$ :	0.20
Koeficijent prigušenja	0.05

Faktori pravca potresa:

Slučaj opterećenja	Kut $\alpha$ [°]	$k, \alpha$	$k, \alpha+90^\circ$
Sx	0	1.000	0.300
Sy	90	1.000	0.300

Raspored seizmičkih sila po visini objekta – Sx:

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
POZ300- Potkrovlje	11.50	139.42	5.78	-0.57	0.94	-4.19	1.34	-38.25	-16.52	7.09
POZ200- Kat	7.20	236.55	11.01	0.47	0.62	-5.78	1.41	-0.94	-17.97	7.85
POZ100- Prizemlje	3.90	104.67	10.09	0.12	-1.23	-3.14	1.22	84.14	-4.10	6.81
POZ000- Temelji	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\Sigma=$	480.65	26.88	0.02	0.34	-13.12	3.97	44.94	-38.59	21.75

Nivo	Z [m]	Ton 4			Ton 5			Ton 6		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
POZ300- Potkrovlje	11.50	30.90	10.20	-5.28	1.92	-0.26	0.20	1.10	-40.36	44.86
POZ200- Kat	7.20	30.04	8.20	-5.41	-3.33	-0.05	0.20	10.20	32.77	19.01
POZ100- Prizemlje	3.90	64.70	-1.99	-4.68	0.95	0.27	0.18	-17.03	62.97	22.54
POZ000- Temelji	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\Sigma=$	125.65	16.41	-15.38	-0.46	-0.04	0.59	-5.73	55.38	86.41

Nivo	Z [m]	Ton 7			Ton 8			Ton 9		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
POZ300- Potkrovlje	11.50	0.64	-7.54	10.34	-4.23	-14.30	17.68	-0.25	-2.95	4.43
POZ200- Kat	7.20	3.82	3.09	4.93	-10.46	14.78	2.76	-0.18	5.07	0.86
POZ100- Prizemlje	3.90	-7.12	18.91	5.57	26.72	24.02	5.52	0.90	-0.41	1.60
POZ000- Temelji	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\Sigma=$	-2.67	14.46	20.84	12.04	24.50	25.96	0.47	1.71	6.89

Nivo	Z [m]	Ton 10			Ton 11			Ton 12		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
POZ300- Potkrovlje	11.50	1.29	-0.55	1.15	-2.45	2.89	-7.59	2.87	-0.05	-0.05
POZ200- Kat	7.20	-2.58	1.98	-1.15	3.97	-27.51	39.54	-5.31	-0.55	0.96
POZ100- Prizemlje	3.90	15.17	-0.82	-0.57	1.01	38.50	26.73	1.60	1.06	0.65
POZ000- Temelji	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\Sigma=$	13.88	0.61	-0.56	2.53	13.87	58.69	-0.83	0.46	1.57

Nivo	Z [m]	Ton 13			Ton 14			Ton 15		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
POZ300- Potkrovlje	11.50	-0.29	0.16	-0.26	0.07	1.30	-1.82	0.29	-0.23	0.30
POZ200- Kat	7.20	0.06	-0.25	-0.05	-0.11	-2.79	1.30	-1.45	0.68	-0.30
POZ100- Prizemlje	3.90	0.76	-0.11	-0.08	0.01	1.66	0.75	2.11	-0.45	-0.06
POZ000- Temelji	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\Sigma=$	0.54	-0.21	-0.38	-0.04	0.17	0.24	0.94	-0.00	-0.06

Raspored seizmičkih sila po visini objekta – Sy:

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
POZ300- Potkrovlje	11.50	-33.46	-1.39	0.14	-23.25	103.18	-32.95	21.04	9.09	-3.90
POZ200- Kat	7.20	-56.77	-2.64	-0.11	-15.34	142.24	-34.63	0.52	9.89	-4.32
POZ100- Prizemlje	3.90	-25.12	-2.42	-0.03	30.20	77.32	-30.10	-46.28	2.26	-3.74
POZ000- Temelji	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	-115.35	-6.45	-0.00	-8.39	322.74	-97.68	-24.72	21.23	-11.97

Nivo	Z [m]	Ton 4			Ton 5			Ton 6		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
POZ300- Potkrovlje	11.50	-9.84	-3.25	1.68	11.61	-1.55	1.22	1.62	-59.53	66.17
POZ200- Kat	7.20	-9.56	-2.61	1.72	-20.15	-0.31	1.23	15.04	48.33	28.03
POZ100- Prizemlje	3.90	-20.59	0.63	1.49	5.75	1.62	1.10	-25.11	92.88	33.25
POZ000- Temelji	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	-39.99	-5.22	4.89	-2.79	-0.24	3.54	-8.45	81.68	127.45

Nivo	Z [m]	Ton 7			Ton 8			Ton 9		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
POZ300- Potkrovlje	11.50	1.03	-12.09	16.57	-4.37	-14.78	18.27	-0.27	-3.17	4.75
POZ200- Kat	7.20	6.12	4.95	7.90	-10.81	15.27	2.85	-0.20	5.44	0.93
POZ100- Prizemlje	3.90	-11.42	30.33	8.94	27.61	24.81	5.71	0.97	-0.44	1.71
POZ000- Temelji	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	-4.27	23.19	33.42	12.43	25.31	26.82	0.51	1.83	7.39

Nivo	Z [m]	Ton 10			Ton 11			Ton 12		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
POZ300- Potkrovlje	11.50	-0.39	0.17	-0.35	-2.69	3.17	-8.34	7.51	-0.12	-0.12
POZ200- Kat	7.20	0.79	-0.60	0.35	4.36	-30.21	43.42	-13.88	-1.44	2.50
POZ100- Prizemlje	3.90	-4.63	0.25	0.17	1.11	42.28	29.36	4.19	2.76	1.71
POZ000- Temelji	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	-4.23	-0.19	0.17	2.78	15.23	64.45	-2.18	1.21	4.09

Nivo	Z [m]	Ton 13			Ton 14			Ton 15		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
POZ300- Potkrovlje	11.50	2.25	-1.24	2.02	0.11	2.14	-2.99	-0.12	0.09	-0.12
POZ200- Kat	7.20	-0.48	1.97	0.38	-0.18	-4.59	2.15	0.58	-0.27	0.12
POZ100- Prizemlje	3.90	-6.01	0.90	0.60	0.01	2.73	1.24	-0.84	0.18	0.02
POZ000- Temelji	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	-4.23	1.62	3.00	-0.06	0.27	0.40	-0.38	0.00	0.03

Faktori participacije- Relativni udio:

Ton \ Naziv	1. Sx	2. Sy
1	0.535	0.040
2	0.000	0.321
3	0.060	0.024
4	0.126	0.016
5	0.000	0.006
6	0.107	0.299
7	0.025	0.082
8	0.050	0.068
9	0.009	0.013
10	0.015	0.002
11	0.072	0.111
12	0.001	0.008
13	0.000	0.008
14	0.000	0.001
15	0.001	0.000

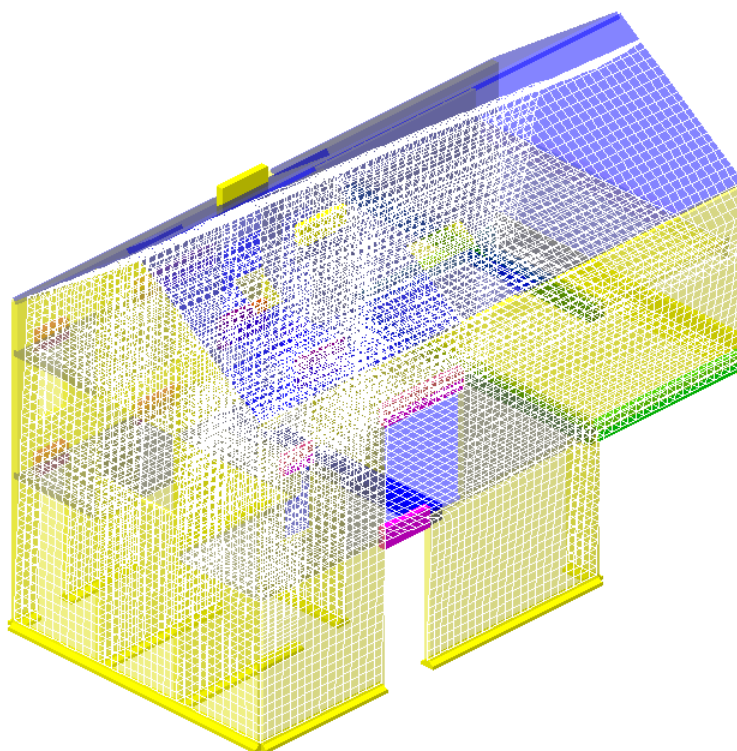
Faktori participacije- Sudjelujuće mase:

Ton	U [ $\alpha=0^\circ$ ]	U [ $\alpha=90^\circ$ ]
1	68.77	0.22
2	0.05	78.29
3	5.56	4.11
4	20.47	0.35
5	0.27	0.00
6	0.10	9.52
7	0.05	1.50
8	0.63	2.63
9	0.00	0.06
10	2.19	0.00
11	0.04	1.18
12	0.12	0.04
13	0.48	0.07
14	0.00	0.03
15	0.18	0.00
$\Sigma U$ (%)	98.94	97.99

Rezultati prikazuju više od 90% aktivirane mase u svakom pojedinačnom smjeru te nije potrebno povećavati rezne sile.

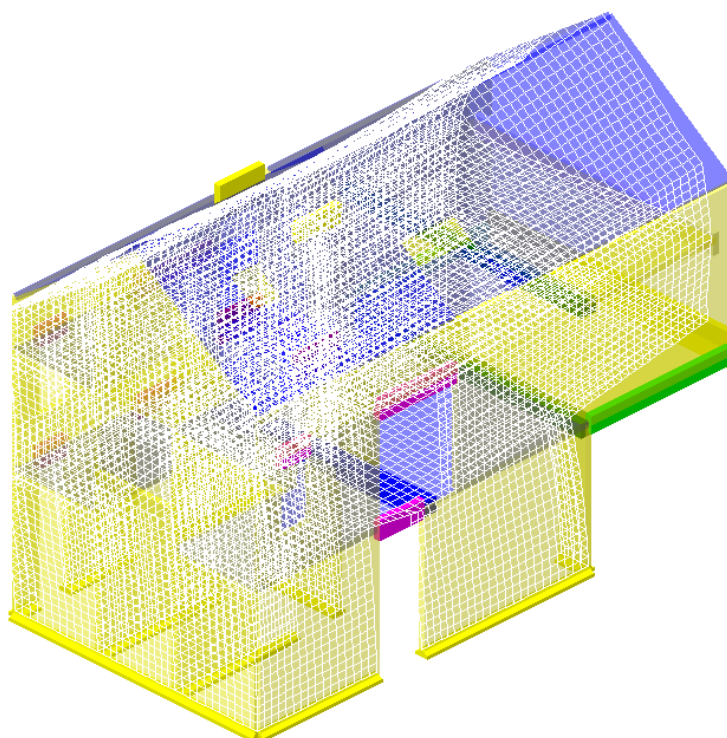
Na sljedećim grafičkim priložima prikazano je nekoliko karakterističnih vlastitih oblika (modova), nastalih uslijed djelovanja potresa.

**Mod 1:**



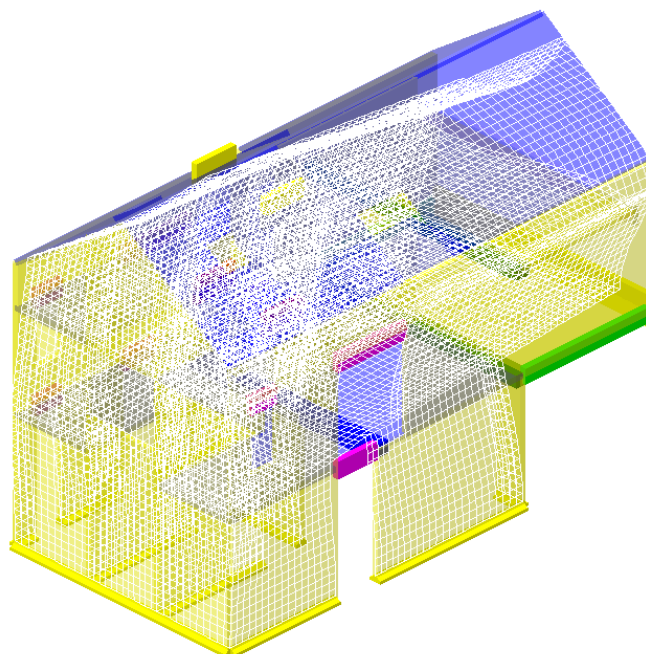
*Slika 10.1. Prikaz modela uslijed moda 1*

**Mod 2:**



*Slika 10.2. Prikaz modela uslijed moda 2*

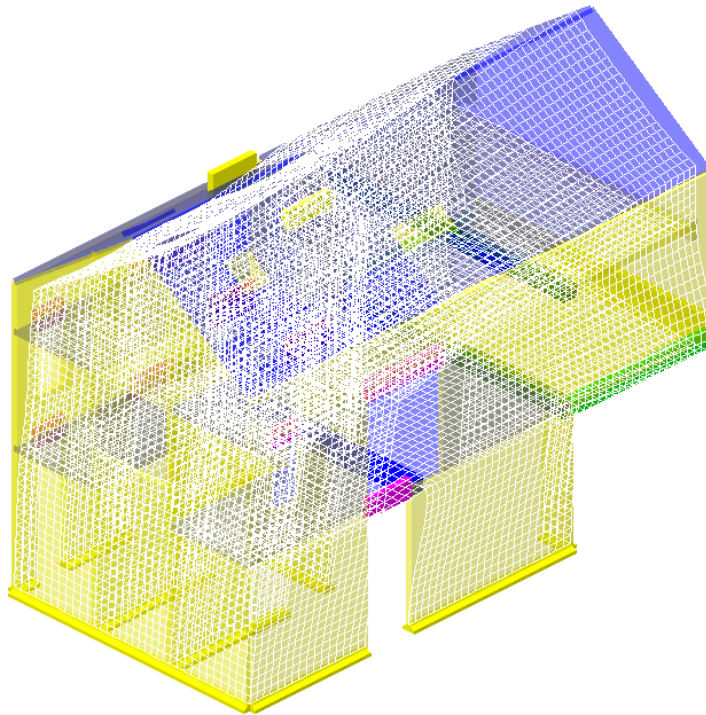
**Mod 3:**



*Slika 10.3. Prikaz modela uslijed moda 4*



**Mod 4:**

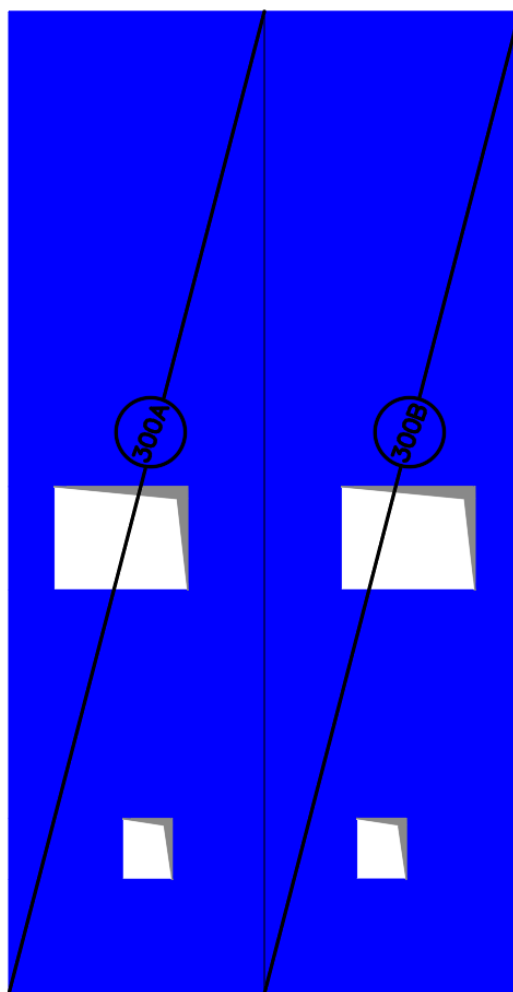


*Slika 10.4. Prikaz modela uslijed moda 4*

## 11. PRORAČUN HORIZONTALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE

Proračun armirano betonskih konstrukcija provedeno je po Eurocodu 2 (Projektiranje betonskih konstrukcija). Za dimenzioniranje ploča i greda uzimane su mjerodavne kombinacije opterećenja djelovanja za granično stanje nosivosti. Za kontrolu pukotina i progiba korištene su kombinacije opterećenja djelovanja graničnog stanja uporabljivosti.

### 11.1. Proračun ploča pozicije 300 (ploča krova) $d_{pl}=18$ cm



Slika 11.1. Prikaz ploče pozicije 300 (300A+300B)

Postupak dimenzioniranja:

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

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

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

$h_{pl1} = 18 \text{ cm}$

$$d_1 = 3 \text{ cm}, d = h_{p11} - d_1 = 15 \text{ cm}$$

$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0,159 \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0,159 \cdot 100 \cdot 15^2 \cdot 1,67 \\ = 59,74 \text{ kNm/cm}^2$$

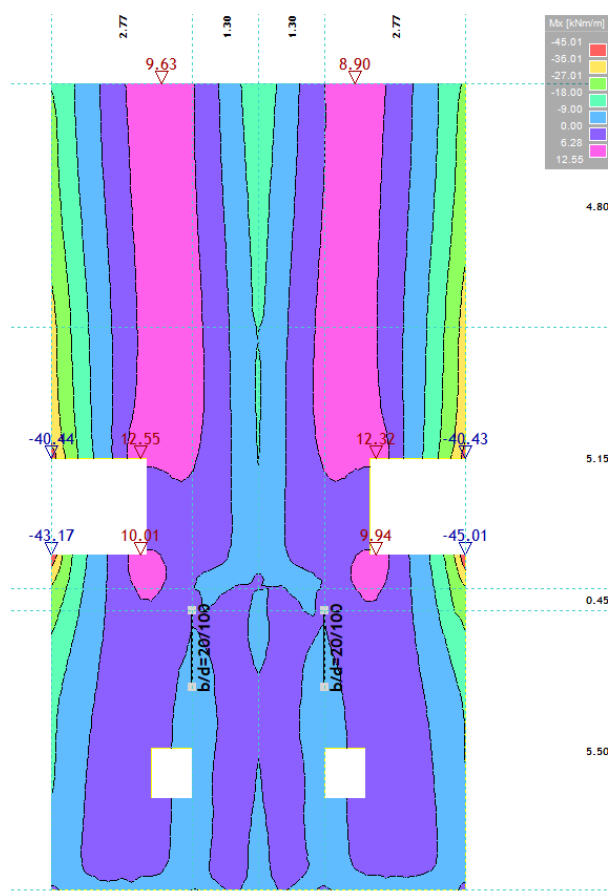
$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0,892 \cdot 15 \cdot 43,5$$

$$A_{s1,min} = 0,1\% \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 100 \cdot 18 = 1,8 \text{ cm}^2$$

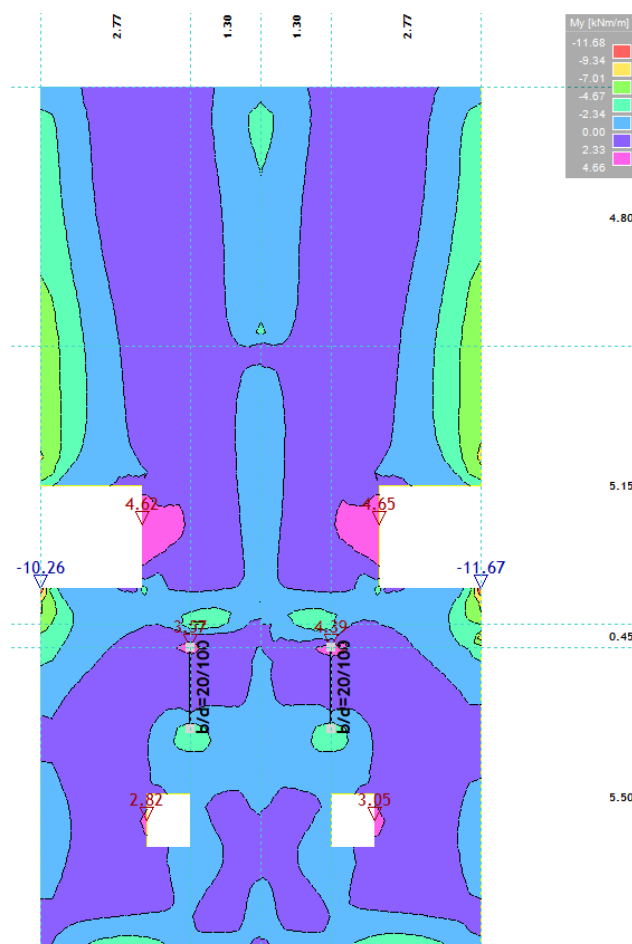
$$A_{s1,max} = 2,0\% \cdot b \cdot h = 0,02 \cdot 100 \cdot 18 = 36 \text{ cm}^2$$

Tablica 11.1. Prikaz nosivosti betona i armature

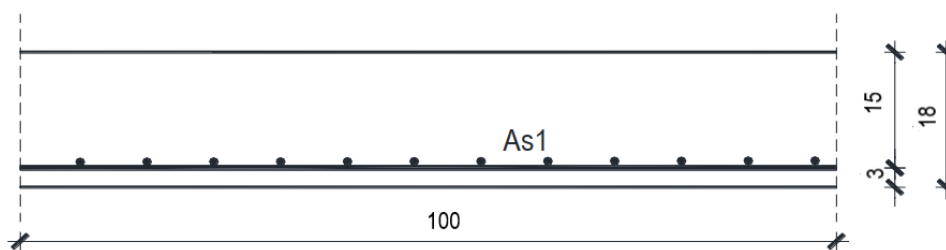
Mreža	Površina	Moment	Moment nosivosti	Postotak armature
	$A_{s1}$	nosivosti betona	armature $M_{Rd,s,lim}$	
	( $\text{cm}^2/\text{m}'$ )	$M_{Rd,c,lim}$ (kNm)	(kNm)	%
R/Q-283	2,83	59,74	16,47	0,16
R/Q-335	3,35	59,74	19,50	0,19
R/Q-385	3,85	59,74	22,41	0,21
R/Q-424	4,24	59,74	24,68	0,24
R/Q-503	5,03	59,74	29,61	0,28
R/Q-636	6,36	59,74	37,02	0,35
R/Q-785	7,85	59,74	45,69	0,44



Slika 11.2. Prikaz momenta savijanja  $M_x - 1,35G+1,5Q$

Slika 11.3. Prikaz momenta savijanja  $M_y - 1,35G+1,5Q$ 

Donja zona – proračun u polju:



Slika 11.4. Poprečni presjek ploče

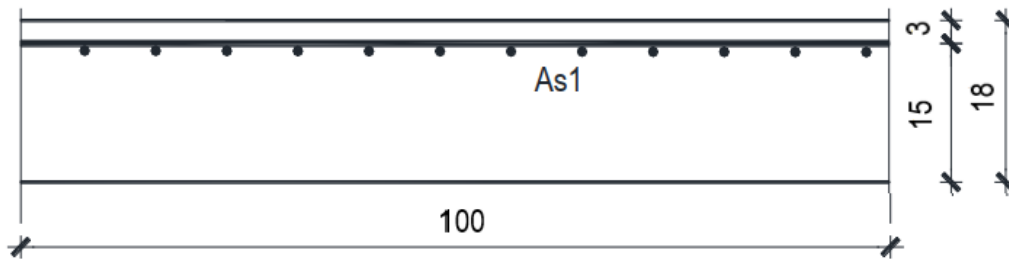
$$M_{Ed} = 12,55 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{bd^2f_{cd}} = \frac{12,55 \cdot 100}{100 \cdot 15^2 \cdot 1,67} = 0,033$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{12,55 \cdot 100}{0,965 \cdot 15 \cdot 43,5} = 1,99 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

ODABRANA ARMATURA: Q – 385 ( $A_s = 3,85 \text{ cm}^2$ )

**Gornja zona – proračun iznad ležaja:**

Slika 11.5. Poprečni presjek ploče

$$M_{Ed} = 27,01 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{bd^2f_{cd}} = \frac{27,01 \cdot 100}{100 \cdot 15^2 \cdot 1,67} = 0,072$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10\text{‰} ; \varepsilon_{c2} = 1,8\text{‰} ; \zeta = 0,947 ; \xi = 0,153$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{27,01 \cdot 100}{0,947 \cdot 15 \cdot 43,5} = 4,37 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

ODABRANA ARMATURA: Q – 385 ( $A_s = 3,85 \text{ cm}^2$ ) + šipke Ø8/20

***Napomena:** Sva potrebna ojačanja šipkama te sponama nad ležajevima i oko krovnih otvora ploče pozicije 300 sa karakterističnim detaljima prikazana su na armaturnim nacrtima (grafički prilozi).*

**11.1.1. Kontrola pukotina**

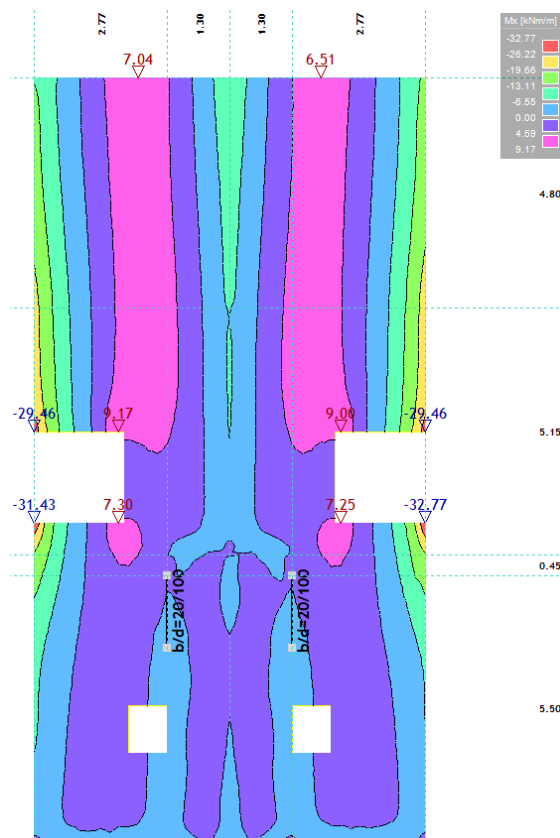
Mjerodavni momenti u ploči za potrebu kontrole pukotina dobiveni su iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.

$$\text{Granična vrijednost širine pukotine} \rightarrow w_g = 0,3 \text{ mm}$$

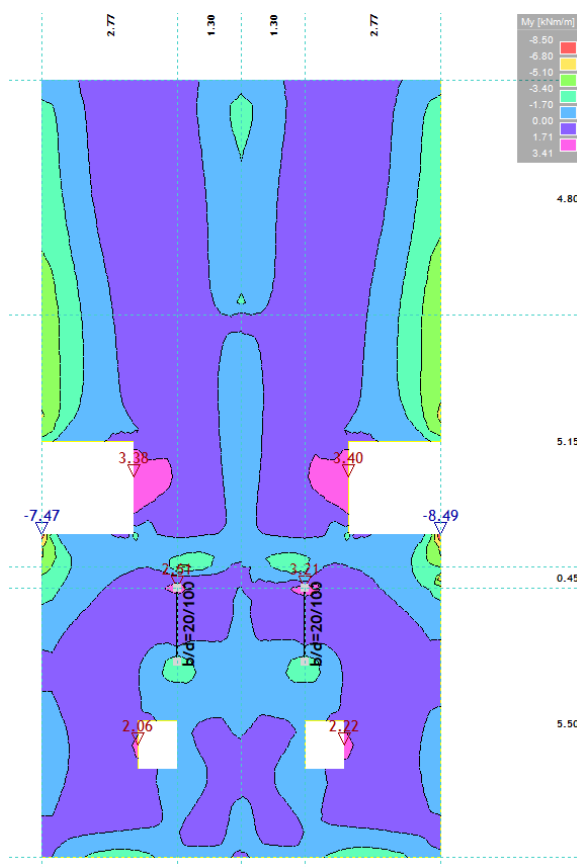
$$\text{Računska vrijednost širine pukotine} \rightarrow w_k = s_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$$

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

$$w_k \leq w_g$$



Slika 11.6. Moment savijanja  $M_x$ -GSU

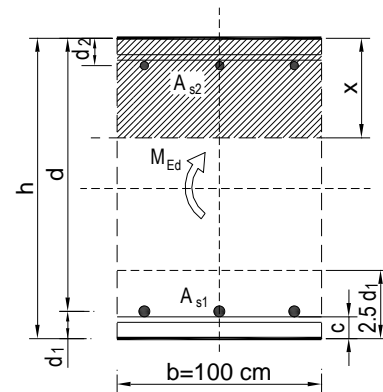


Slika 11.7. Moment savijanja  $M_y$ -GSU

$$M_{ed} = 9,17 \text{ kNm}$$

Armatura donje zone ploče: Q – 385 ( $A_s = 3,85 \text{ cm}^2$ )

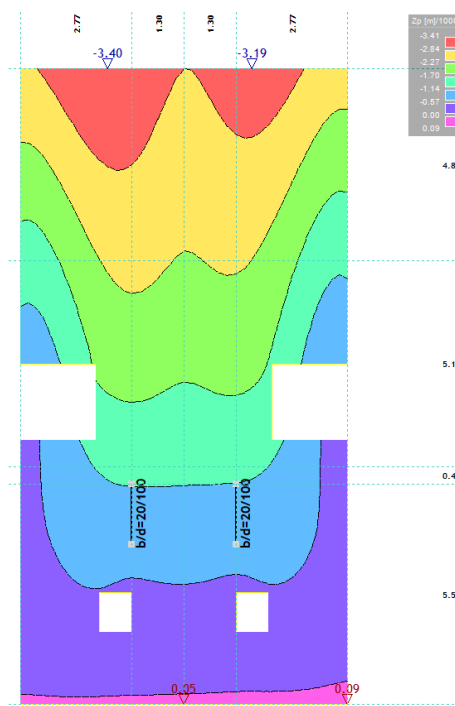
$b =$	100,0 cm	$d =$	15,0 cm	$h =$	18,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,85 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	9,2 kNm	$k_t =$	0,40		
$\sigma_s =$	167,85 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,43 cm	$\rho_{p,eff} =$	0,0051		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	-0,000191 <	$0,6 \cdot \sigma_s / E_s =$	0,000504		
$\emptyset =$	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				
$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,168 mm	<	$w_g$		



$$w_k = 0,168 \text{ mm} < w_g = 0,3 \text{ mm} \rightarrow \text{Pukotine zadovoljavaju!}$$

### 11.1.2. Kontrola progiba

Mjerodavni progib u ploči za potrebu kontrole progiba dobiven je iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.



Slika 11.8. Prikaz progiba ploče- GSU

$$\delta_k = 0,34 \text{ cm}$$

$$\text{Granična vrijednost progiba ploče u polju: } \delta_{\text{lim}} = \frac{480}{250} = 1,92 \text{ cm}$$

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

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

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

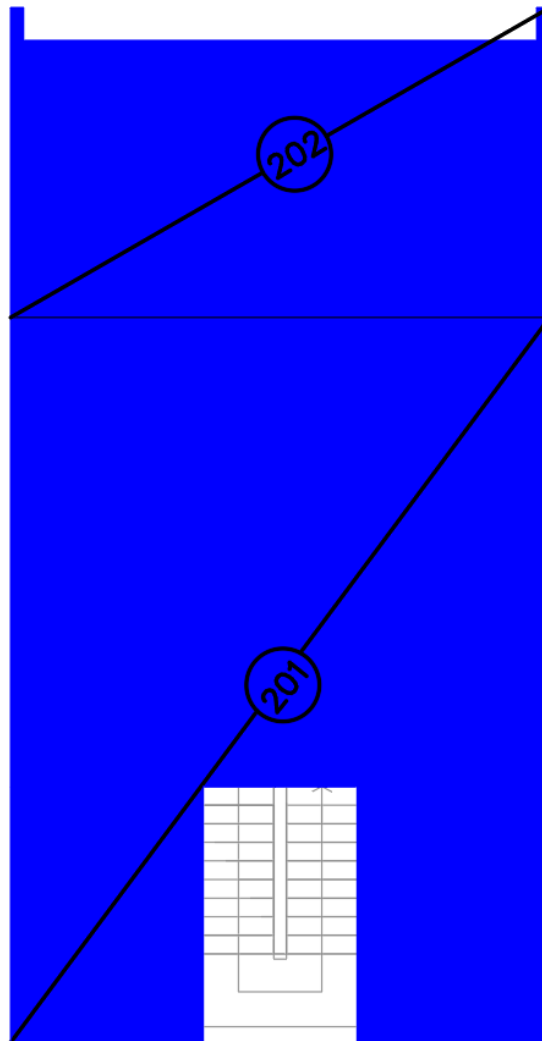
$\phi(\infty) \rightarrow$  konačni koeficijent puzanja

$$\phi(\infty) = 1,5$$

$$\delta_d = 1,5 \cdot 0,34 = 0,51 \text{ cm}$$

$$\delta_{\text{uk}} = \delta_k + \delta_d = 0,34 + 0,51 = 0,85 \text{ cm} < 1,92 \text{ cm} \rightarrow \textbf{Progib zadovoljava !}$$

### 11.2. Proračun ploča pozicije 200 (ploča kata)



Slika 11.9. Prikaz ploče pozicije 200



**a) Pozicija 201**

Postupak dimenzioniranja:

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

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

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

$$h_{pl201} = 18 \text{ cm}$$

$$d_1 = 3 \text{ cm}$$

$$d_{201} = h_{pl201} - d_1 = 15 \text{ cm}$$

$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0,159 \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0,159 \cdot 100 \cdot 15^2 \cdot 1,67 \\ = 59,74 \text{ kNm/cm}^2$$

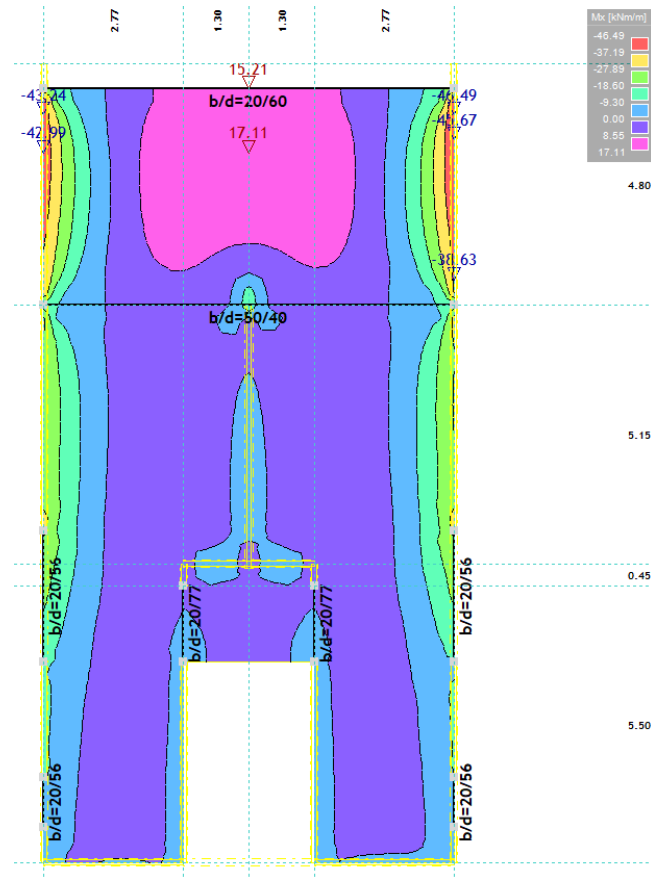
$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0,892 \cdot 15 \cdot 43,5$$

$$A_{s1,min} = 0,1\% \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 100 \cdot 18 = 1,8 \text{ cm}^2$$

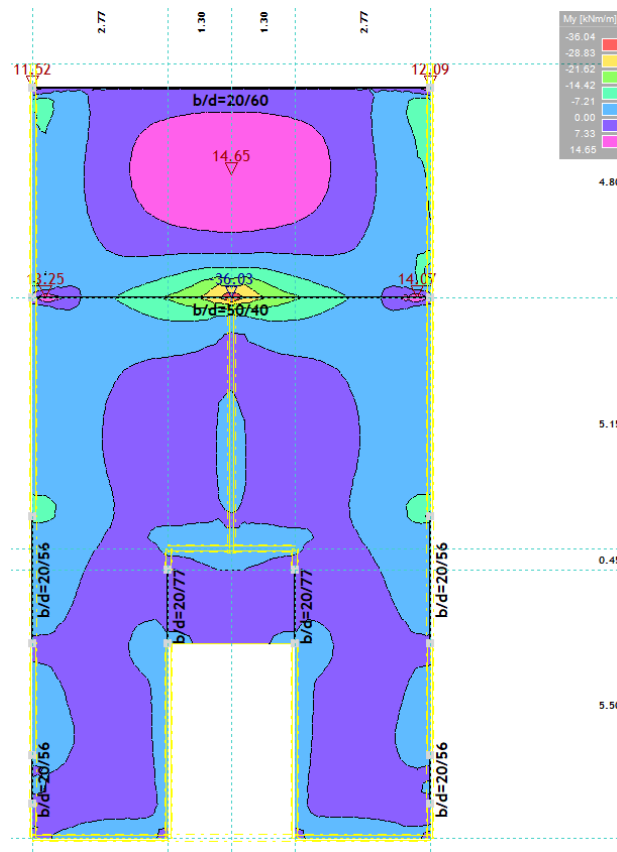
$$A_{s1,max} = 2,0\% \cdot b \cdot h = 0,02 \cdot 100 \cdot 18 = 36 \text{ cm}^2$$

Tablica 11.2. Prikaz nosivosti betona i armature

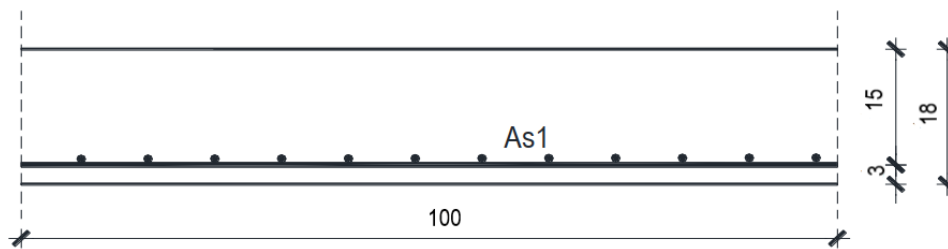
Mreža	Površina	Moment	Moment nosivosti	Postotak
	$A_{s1}$	nosivosti betona	armature $M_{Rd,s,lim}$	armature
	( $\text{cm}^2/\text{m}'$ )	$M_{Rd,c,lim}$ (kNm)	(kNm)	%
<b>R/Q-283</b>	2,83	59,74	16,47	0,16
<b>R/Q-335</b>	3,35	59,74	19,50	0,19
<b>R/Q-385</b>	3,85	59,74	22,41	0,21
<b>R/Q-424</b>	4,24	59,74	24,68	0,24
<b>R/Q-503</b>	5,03	59,74	29,61	0,28
<b>R/Q-636</b>	6,36	59,74	37,02	0,35
<b>R/Q-785</b>	7,85	59,74	45,69	0,44



Slika 11.10. Prikaz momenta savijanja  $M_x - 1,35G + 1,5Q$



Slika 11.11. Prikaz momenta savijanja  $M_y - 1,35G + 1,5Q$

**Donja zona – proračun u polju:**

Slika 11.12. Poprečni presjek ploče

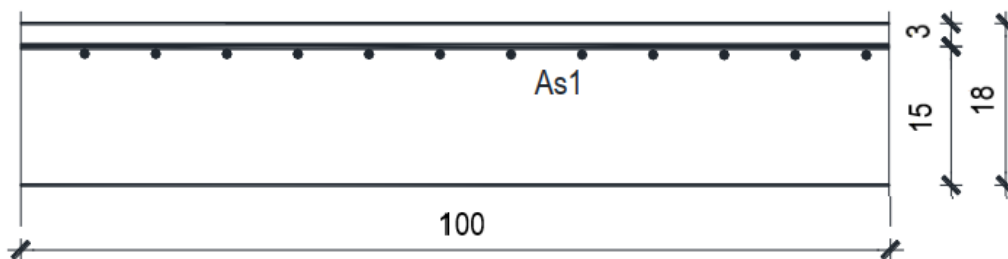
$$M_{Ed} = 8,02 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{bd^2f_{cd}} = \frac{8,02 \cdot 100}{100 \cdot 15^2 \cdot 1,67} = 0,021$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10\text{‰} ; \varepsilon_{c2} = 0,9\text{‰} ; \zeta = 0,971 ; \xi = 0,083$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{8,02 \cdot 100}{0,971 \cdot 15 \cdot 43,5} = 1,27 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

ODABRANA ARMATURA: Q – 385 ( $A_s = 3,85 \text{ cm}^2$ )

**Gornja zona – proračun iznad ležaja:**

Slika 11.13. Poprečni presjek ploče

$$M_{Ed} = 28,93 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{bd^2f_{cd}} = \frac{28,93 \cdot 100}{100 \cdot 15^2 \cdot 1,67} = 0,077$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10\text{‰} ; \varepsilon_{c2} = 1,9\text{‰} ; \zeta = 0,941 ; \xi = 0,160$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{28,93 \cdot 100}{0,941 \cdot 15 \cdot 43,5} = 4,71 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

ODABRANA ARMATURA: Q – 503 ( $A_s = 5,03 \text{ cm}^2$ ) + šipke Ø16/20

**b) Pozicija 202**

Postupak dimenzioniranja:

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

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

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

$$h_{pl202} = 20 \text{ cm}$$

$$d_1 = 3 \text{ cm}$$

$$d_{202} = h_{pl202} - d_1 = 17 \text{ cm}$$

$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0,159 \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0,159 \cdot 100 \cdot 17^2 \cdot 1,67 \\ = 73,74 \text{ kNm/cm}^2$$

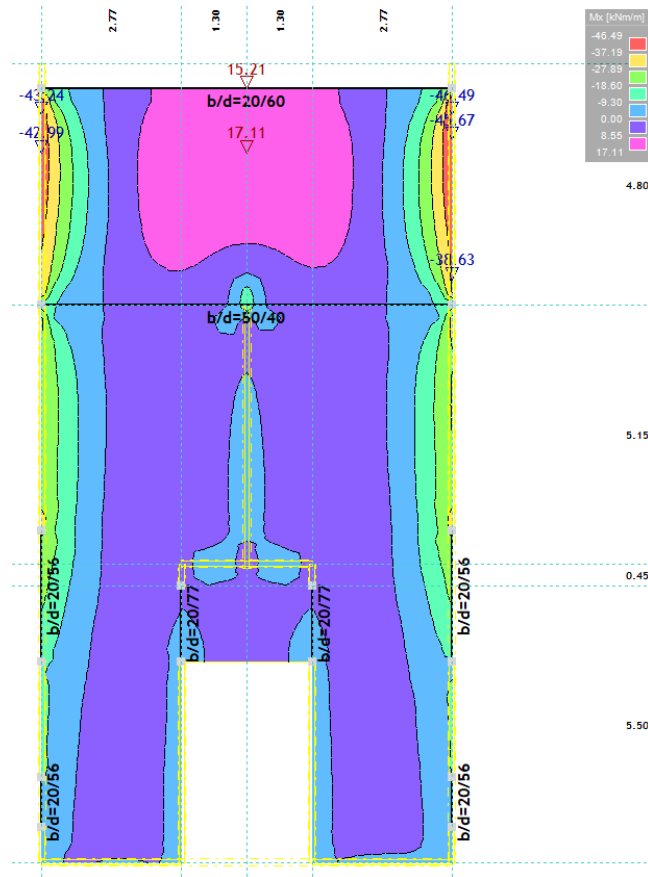
$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0,892 \cdot 17 \cdot 43,5$$

$$A_{s1,min} = 0,1\% \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 100 \cdot 20 = 120 \text{ cm}^2$$

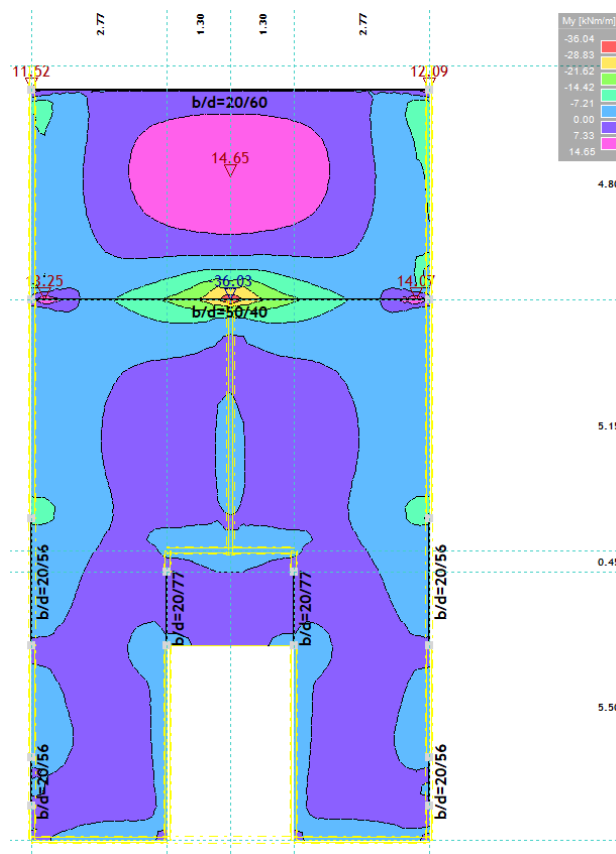
$$A_{s1,max} = 2,0\% \cdot b \cdot h = 0,02 \cdot 100 \cdot 20 = 40 \text{ cm}^2$$

Tablica 11.3. Prikaz nosivosti betona i armature

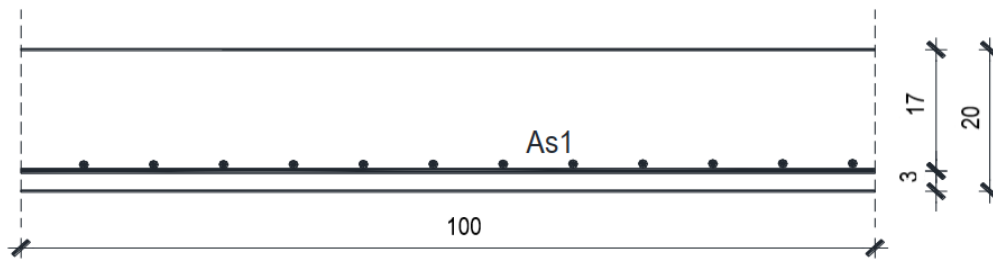
Mreža	Površina	Moment	Moment nosivosti	Postotak
	$A_{s1}$	nosivosti betona	armature $M_{Rd,s,lim}$	armature
	( $\text{cm}^2/\text{m}'$ )	$M_{Rd,c,lim}$	(kNm)	%
		(kNm)		
R/Q-283	2,83	73,74	18,67	0,14
R/Q-335	3,35	73,74	22,10	0,17
R/Q-385	3,85	73,74	25,40	0,19
R/Q-424	4,24	73,74	27,97	0,21
R/Q-503	5,03	73,74	33,18	0,25
R/Q-636	6,36	73,74	41,95	0,32
R/Q-785	7,85	73,74	51,78	0,39



Slika 11.14. Prikaz momenta savijanja  $M_x - 1,35G + 1,5Q$



Slika 11.15. Prikaz momenta savijanja  $M_y - 1,35G + 1,5Q$

**Donja zona – proračun u polju:**

Slika 11.16. Poprečni presjek ploče

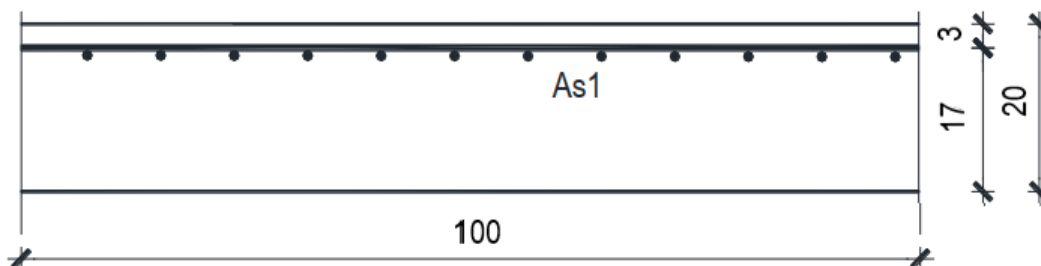
$$M_{Ed} = 17,11 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{bd^2f_{cd}} = \frac{17,11 \cdot 100}{100 \cdot 17^2 \cdot 1,67} = 0,035$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{17,11 \cdot 100}{0,965 \cdot 17 \cdot 43,5} = 2,40 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

**ODABRANA ARMATURA:** Q – 503 ( $A_s = 5,03 \text{ cm}^2$ )

**Gornja zona – proračun iznad ležaja:**

Slika 11.17. Poprečni presjek ploče

$$M_{Ed} = 34,19 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{bd^2f_{cd}} = \frac{34,19 \cdot 100}{100 \cdot 17^2 \cdot 1,67} = 0,071$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10\text{‰} ; \varepsilon_{c2} = 1,8\text{‰} ; \zeta = 0,944 ; \xi = 0,153$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{34,19 \cdot 100}{0,944 \cdot 15 \cdot 43,5} = 5,55 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

**ODABRANA ARMATURA:** Q – 503 ( $A_s = 5,03 \text{ cm}^2$ ) + šipke Ø16/20

**Napomena:** Sva armatura ploča pozicije 200 zajedno sa karakterističnim detaljima prikazana je u armaturnim nacrtima (grafički prilozi).

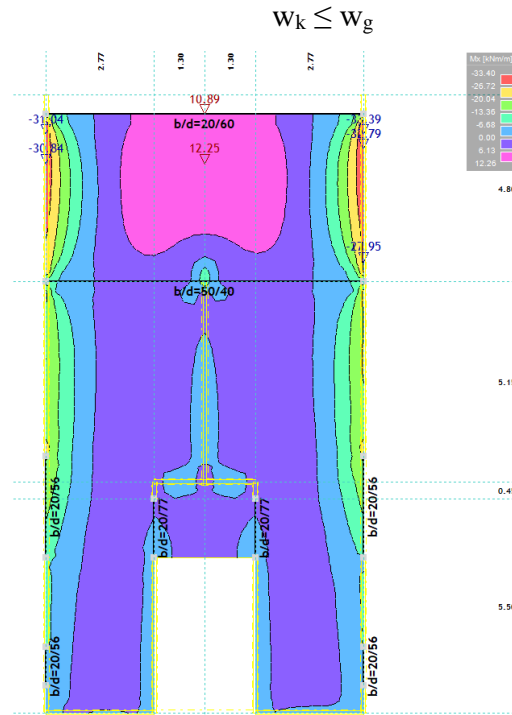
### 11.2.1. Kontrola pukotina

Mjerodavni momenti u ploči za potrebu kontrole pukotina dobiveni su iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.

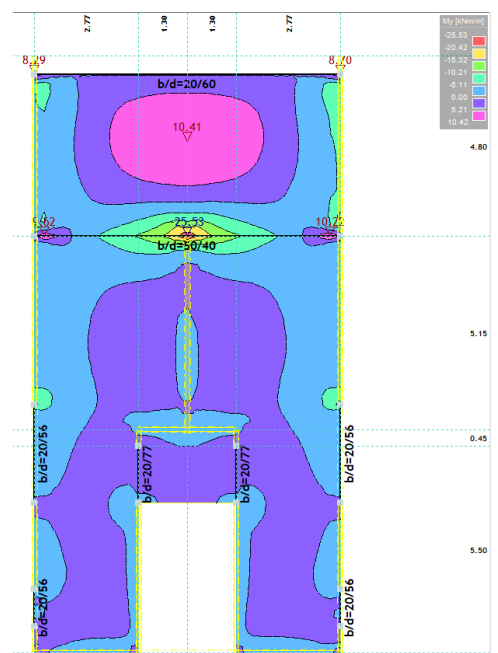
Granična vrijednost širine pukotine  $\rightarrow w_g = 0,3 \text{ mm}$

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

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



Slika 11.18. Moment savijanja  $M_x$ - GSU



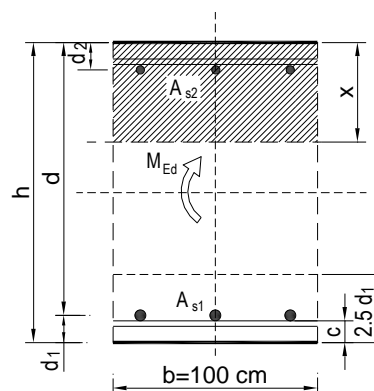
Slika 11.19. Moment savijanja  $M_y$ - GSU

**a) Pozicija 201**

Med = 6,21 kNm

Armatura donje zone ploče: Q – 385 ( $A_s = 3,85 \text{ cm}^2$ )

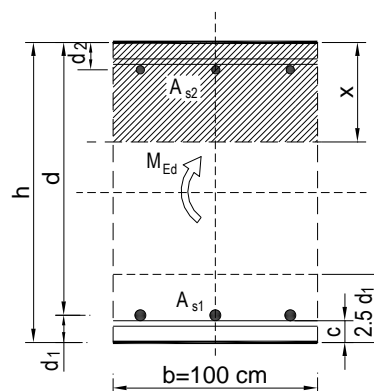
$b =$	100,0 cm	$d =$	15,0 cm	$h =$	18,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,85 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	5,2 kNm	$k_t =$	0,40		
$\sigma_s =$	95,37 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,43 cm	$\rho_{p,eff} =$	0,0051		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	-0,000554 <	$0,6 \cdot \sigma_s/E_s =$	0,000286		
$\emptyset =$	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				
$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,096 mm	<	$w_g$		


 $w_k = 0,096 \text{ mm} < w_g = 0,3 \text{ mm} \rightarrow \text{Pukotine zadovoljavaju!}$ 
**b) Pozicija 202**

Med = 12,25 kNm

Armatura donje zone ploče: Q – 503 ( $A_s = 5,03 \text{ cm}^2$ )

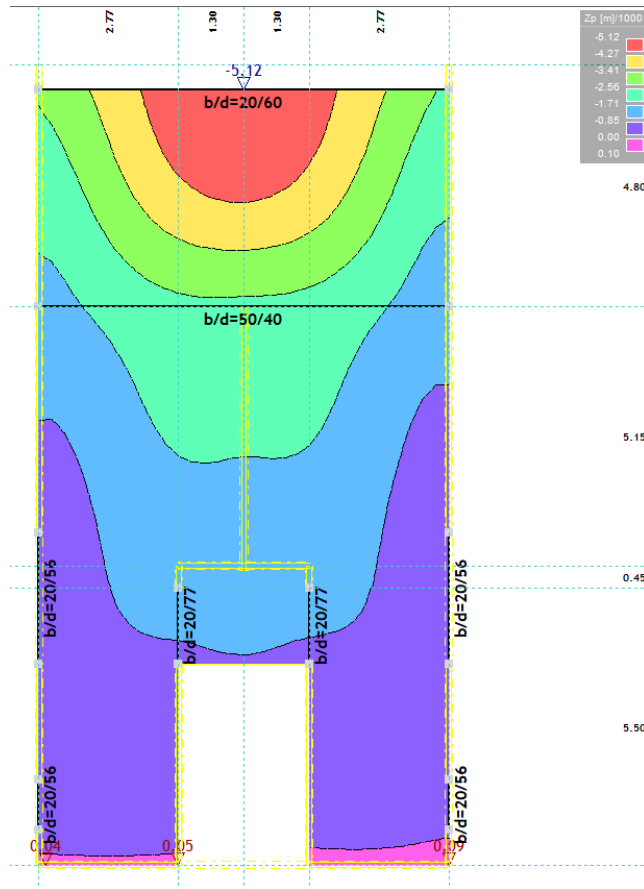
$b =$	100,0 cm	$d =$	17,0 cm	$h =$	20,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	5,03 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	12,3 kNm	$k_t =$	0,40		
$\sigma_s =$	152,02 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,94 cm	$\rho_{p,eff} =$	0,0067		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	-0,000036 <	$0,6 \cdot \sigma_s/E_s =$	0,000456		
$\emptyset =$	8,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	304,78 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,139 mm	<	$w_g$		


 $w_k = 0,139 \text{ mm} < w_g = 0,3 \text{ mm} \rightarrow \text{Pukotine zadovoljavaju!}$



### 11.2.2. Kontrola progiba

Mjerodavni progib u ploči za potrebu kontrole progiba dobiven je iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.



Slika 11.20. Prikaz progiba ploče- GSU

$$\delta_k = 0,512 \text{ cm}$$

$$\text{Granična vrijednost progiba ploče u polju: } \delta_{\text{lim}} = \frac{480}{250} = 1,92 \text{ cm}$$

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

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

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

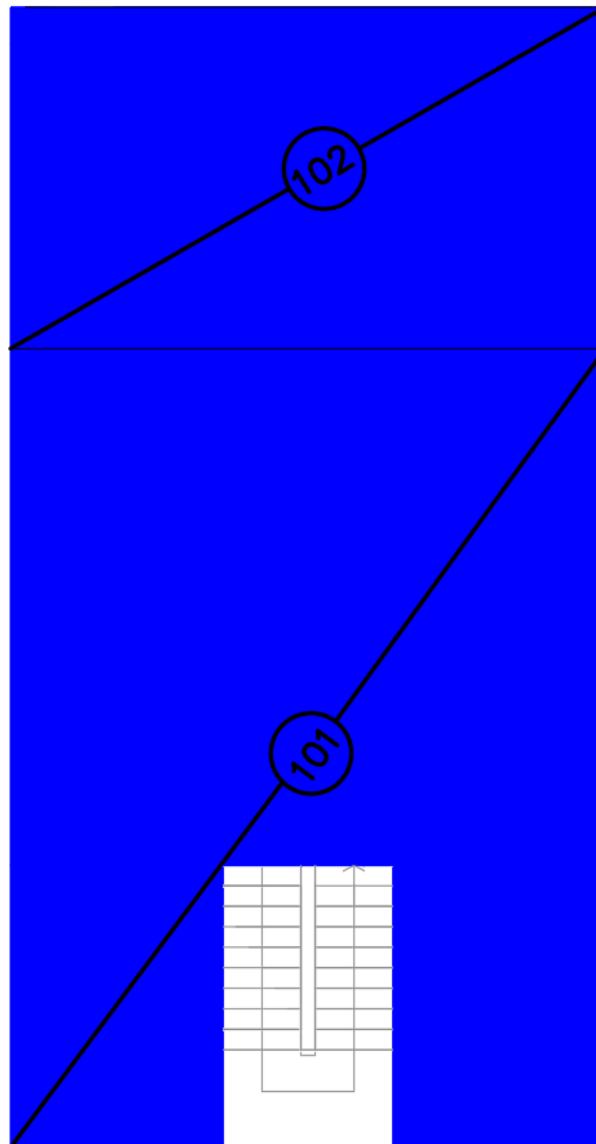
$\phi(\infty) \rightarrow$  konačni koeficijent puzanja

$$\phi(\infty) = 1,5$$

$$\delta_d = 1,5 \cdot 0,512 = 0,77 \text{ cm}$$

$$\delta_{\text{uk}} = \delta_k + \delta_d = 0,512 + 0,77 = 1,282 \text{ cm} < 1,92 \text{ cm} \rightarrow \text{Progib zadovoljava!}$$

### 11.3. Proračun ploča pozicije 100 (ploča prizemlja)



Slika 11.21. Prikaz ploče pozicije 100

#### a) Pozicija 101

Postupak dimenzioniranja:

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

Armatura: B 500 B  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1,5} = 333,33 \text{ MPa}$  ;  $f_{yd} = 33,3 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$

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

$$h_{pl101} = 18 \text{ cm}$$

$$d_1 = 3 \text{ cm}$$

$$d_{101} = h_{pl101} - d_1 = 15 \text{ cm}$$

$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0,159 \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0,159 \cdot 100 \cdot 15^2 \cdot 1,67$$

$$= 59,74 \text{ kNm/cm}^2$$

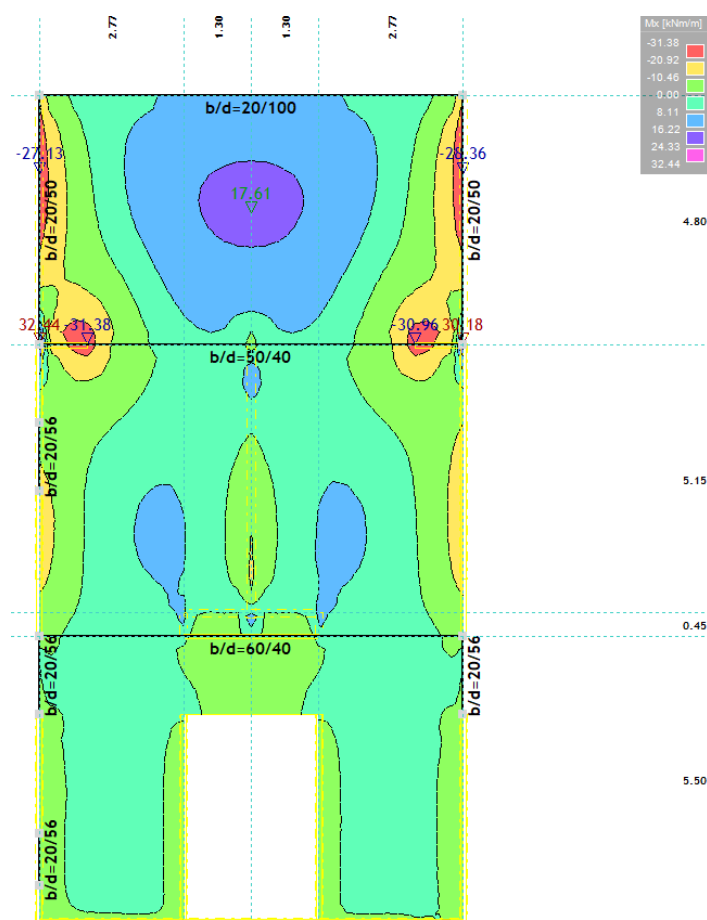
$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0,892 \cdot 15 \cdot 43,5$$

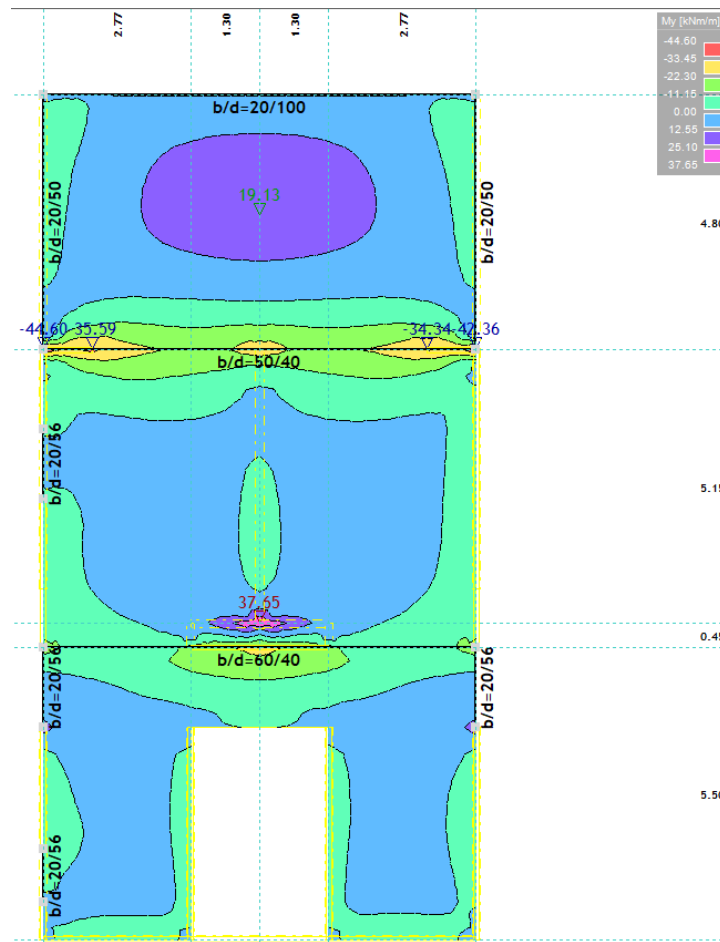
$$A_{s1,min} = 0,1\% \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 100 \cdot 18 = 1,8 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2,0\% \cdot b \cdot h = 0,02 \cdot 100 \cdot 18 = 36 \text{ cm}^2$$

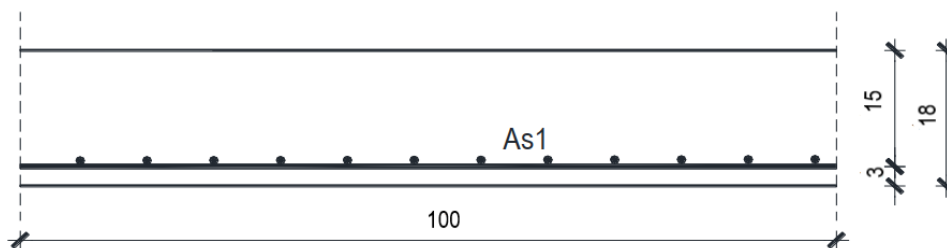
Tablica 11.4. Prikaz nosivosti betona i armature

Mreža	Površina	Moment	Moment nosivosti	Postotak armature
	$A_{s1}$	nosivosti betona	armature $M_{Rd,s,lim}$	
	( $\text{cm}^2/\text{m}'$ )	$M_{Rd,c,lim}$ (kNm)	(kNm)	%
R/Q-283	2,83	59,74	16,47	0,16
R/Q-335	3,35	59,74	19,50	0,19
R/Q-385	3,85	59,74	22,41	0,21
R/Q-424	4,24	59,74	24,68	0,24
R/Q-503	5,03	59,74	29,61	0,28
R/Q-636	6,36	59,74	37,02	0,35
R/Q-785	7,85	59,74	45,69	0,44

Slika 11.22. Prikaz momenta savijanja  $M_x - 1,35G + 1,5Q$

Slika 11.23. Prikaz momenta savijanja  $M_y - 1,35G+1,5Q$ 

Donja zona – proračun u polju:



Slika 11.24. Poprečni presjek ploče

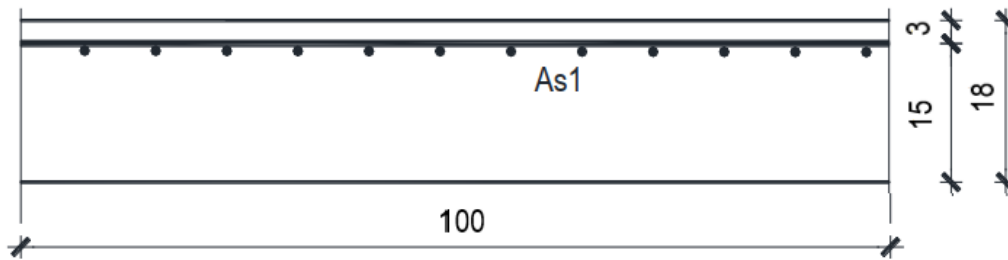
$$M_{Ed} = 33,43 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{bd^2 f_{cd}} = \frac{33,43 \cdot 100}{100 \cdot 15^2 \cdot 1,67} = 0,089$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{33,43 \cdot 100}{0,938 \cdot 15 \cdot 43,5} = 5,46 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

ODABRANA ARMATURA: Q – 503 ( $A_s = 5,03 \text{ cm}^2$ ) + šipke  $\text{Ø}12/20$

**Gornja zona – proračun iznad ležaja:**

Slika 11.25. Poprečni presjek ploče

$$M_{Ed} = 35,59 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{bd^2f_{cd}} = \frac{35,59 \cdot 100}{100 \cdot 15^2 \cdot 1,67} = 0,095$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10\text{‰} ; \varepsilon_{c2} = 2,2\text{‰} ; \zeta = 0,931 ; \xi = 0,180$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{35,59 \cdot 100}{0,931 \cdot 15 \cdot 43,5} = 5,86 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

ODABRANA ARMATURA: Q – 503 ( $A_s = 5,03 \text{ cm}^2$ ) + šipke  $\varnothing 16/20$

**b) Pozicija 102**

Postupak dimenzioniranja:

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

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

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

$$h_{pl202} = 20 \text{ cm}$$

$$d_1 = 3 \text{ cm}$$

$$d_{102} = h_{pl102} - d_1 = 17 \text{ cm}$$

$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0,159 \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0,159 \cdot 100 \cdot 17^2 \cdot 1,67 \\ = 73,74 \text{ kNm/cm}^2$$

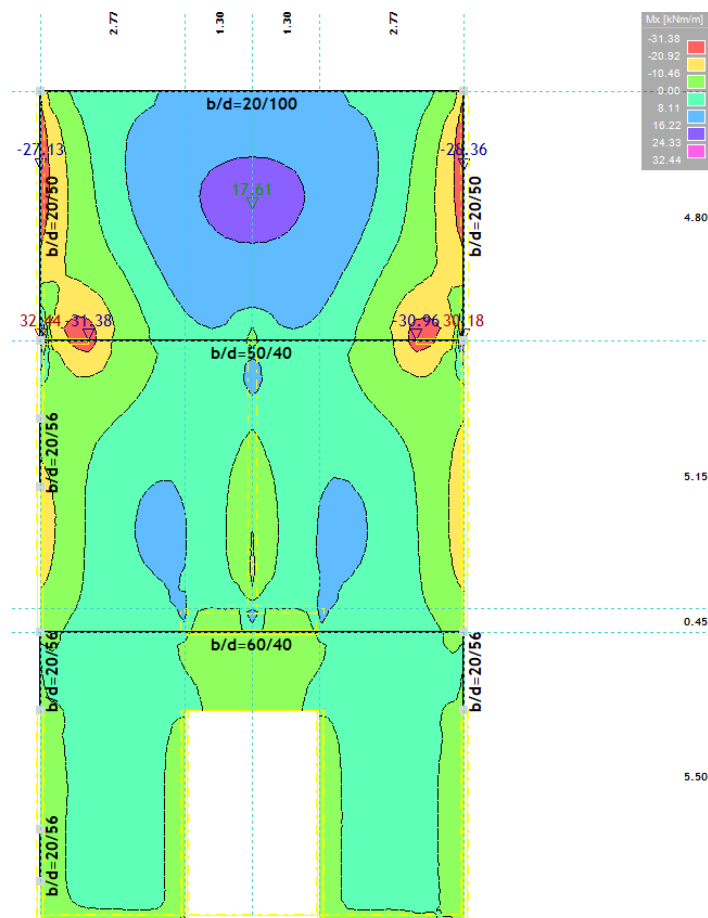
$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0,892 \cdot 17 \cdot 43,5$$

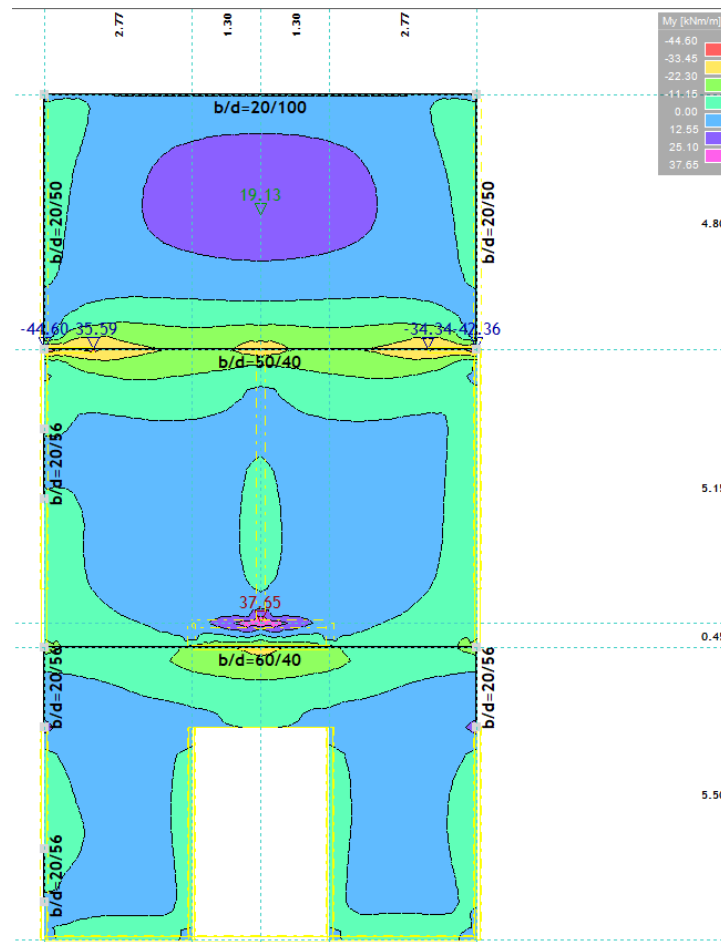
$$A_{s1,min} = 0,1\% \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 100 \cdot 20 = 2,0 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2,0\% \cdot b \cdot h = 0,02 \cdot 100 \cdot 20 = 40 \text{ cm}^2$$

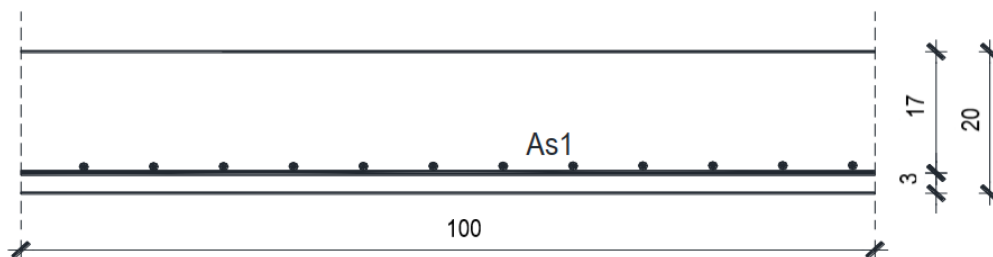
Tablica 11.5. Prikaz nosivosti betona i armature

Mreža	Površina	Moment	Moment nosivosti	Postotak armature
	$A_{s1}$	nosivosti betona	armature $M_{Rd,s,lim}$	
	( $cm^2/m'$ )	$M_{Rd,c,lim}$	( $kNm$ )	%
R/Q-283	2,83	73,74	18,67	0,14
R/Q-335	3,35	73,74	22,10	0,17
R/Q-385	3,85	73,74	25,40	0,19
R/Q-424	4,24	73,74	27,97	0,21
R/Q-503	5,03	73,74	33,18	0,25
R/Q-636	6,36	73,74	41,95	0,32
R/Q-785	7,85	73,74	51,78	0,39

Slika 11.26. Prikaz momenta savijanja  $M_x - 1,35G+1,5Q$

Slika 11.27. Prikaz momenta savijanja  $M_y - 1,35G+1,5Q$ 

Donja zona – proračun u polju:



Slika 11.28. Poprečni presjek ploče

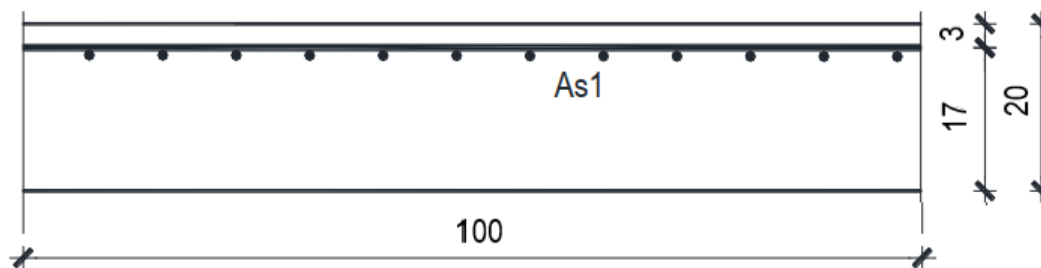
$$M_{Ed} = 19,13 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{bd^2f_{cd}} = \frac{19,13 \cdot 100}{100 \cdot 17^2 \cdot 1,67} = 0,040$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10\text{‰} ; \varepsilon_{c2} = 1,2\text{‰} ; \zeta = 0,962 ; \xi = 0,107$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{19,13 \cdot 100}{0,962 \cdot 17 \cdot 43,5} = 2,69 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

ODABRANA ARMATURA: Q – 503 ( $A_s = 5,03 \text{ cm}^2$ )

**Gornja zona – proračun iznad ležaja:**

Slika 11.29. Poprečni presjek ploče

$$M_{Ed} = 35,59 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{bd^2f_{cd}} = \frac{35,59 \cdot 100}{100 \cdot 17^2 \cdot 1,67} = 0,074$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10\text{‰} ; \varepsilon_{c2} = 1,8\text{‰} ; \zeta = 0,944 ; \xi = 0,153$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{35,59 \cdot 100}{0,944 \cdot 17 \cdot 43,5} = 5,10 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

**ODABRANA ARMATURA:** Q – 503 ( $A_s = 5,03\text{cm}^2$ ) + šipke Ø16/20

*Napomena:* Sva armatura ploča pozicije 100 zajedno sa karakterističnim detaljima prikazana je u armaturnim nacrtima (grafički prilozi).

**11.3.1. Kontrola pukotina**

Mjerodavni momenti u ploči za potrebu kontrole pukotina dobiveni su iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.

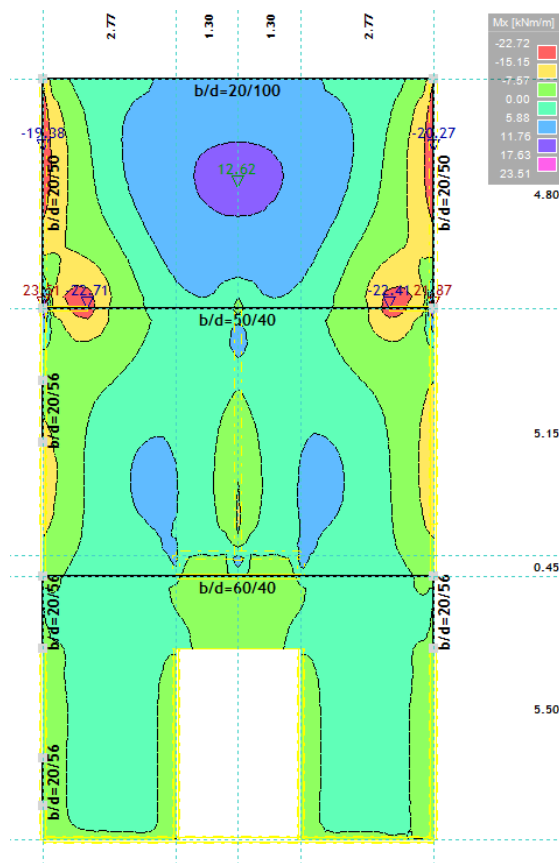
$$\text{Granična vrijednost širine pukotine} \rightarrow w_g = 0,3 \text{ mm}$$

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

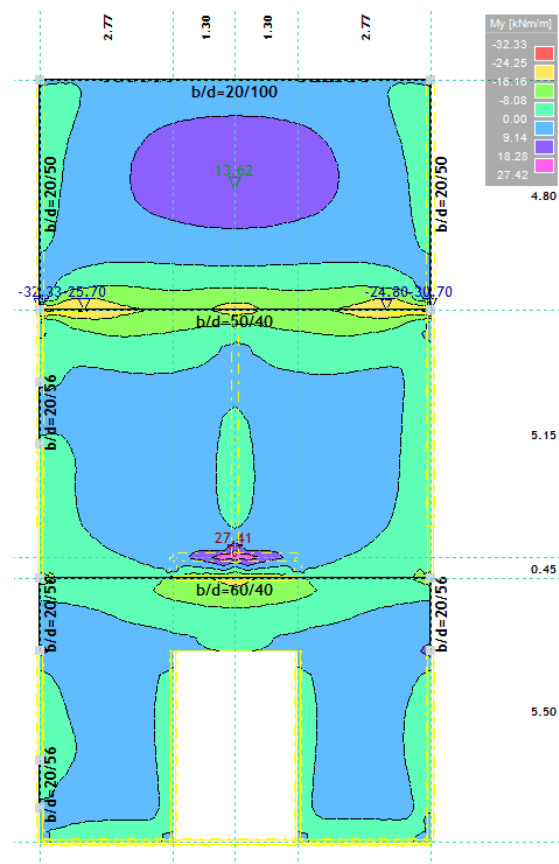
Proračunata računaska vrijednost širine pukotina ne smije biti veća od granične vrijednosti:

$$w_k \leq w_g$$





Slika 11.30. Moment savijanja  $M_x$ - GSU



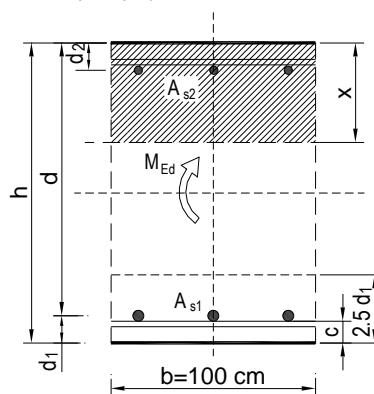
Slika 11.31. Moment savijanja  $M_y$ - GSU

**a) Pozicija 101**

Med = 11,76 kNm

Armatura donje zone ploče: Q – 503 ( $A_s = 5,03 \text{ cm}^2$ )

$b =$	100,0 cm	$d =$	15,0 cm	$h =$	18,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	5,03 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	11,8 kNm	$k_t =$	0,40		
$\sigma_s =$	165,97 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,74 cm	$\rho_{p,eff} =$	0,0067		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,000034	$< 0,6 \cdot \sigma_s/E_s =$	0,000498		
$\varnothing =$	8,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	304,78 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,152 mm	$<$	$w_g$		



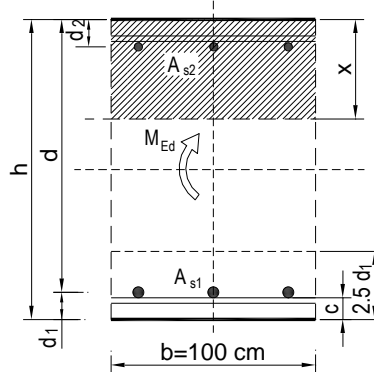
$w_k = 0,152 \text{ mm} < w_g = 0,3 \text{ mm} \rightarrow$  **Pukotine zadovoljavaju !**

**b) Pozicija 102**

Med = 17,63 kNm

Armatura donje zone ploče: Q – 503 ( $A_s = 5,03 \text{ cm}^2$ )

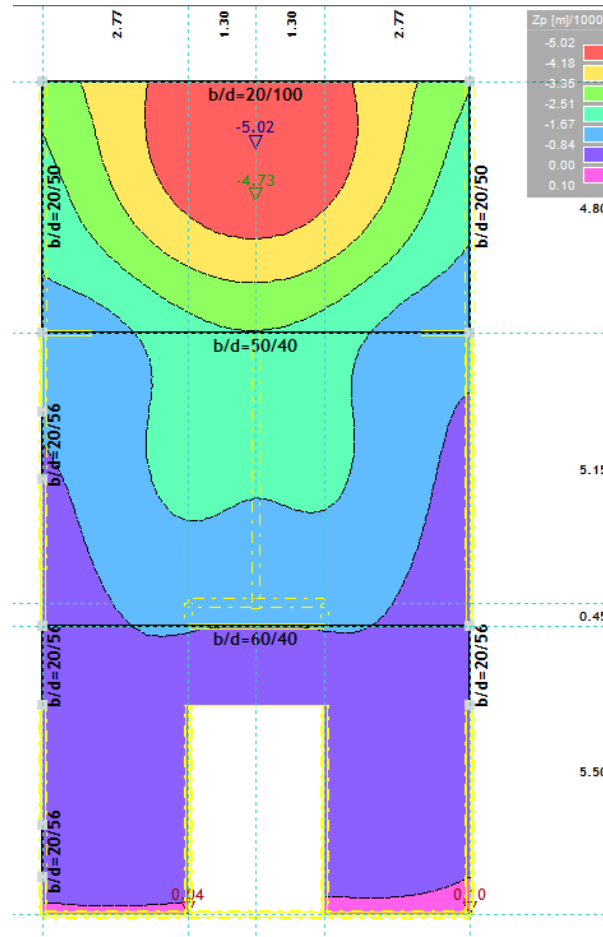
$b =$	100,0 cm	$d =$	17,0 cm	$h =$	20,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	5,03 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	17,6 kNm	$k_t =$	0,40		
$\sigma_s =$	218,79 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,94 cm	$\rho_{p,eff} =$	0,0067		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,000298	$< 0,6 \cdot \sigma_s/E_s =$	0,000656		
$\varnothing =$	8,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	304,78 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,200 mm	$<$	$w_g$		



$w_k = 0,200 \text{ mm} < w_g = 0,3 \text{ mm} \rightarrow$  **Pukotine zadovoljavaju !**

### 11.3.2. Kontrola progiba

Mjerodavni progib u ploči za potrebu kontrole progiba dobiven je iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.



Slika 11.32. Prikaz progiba ploče- GSU

$$\delta_k = 0,502 \text{ cm}$$

$$\text{Granična vrijednost progiba ploče u polju: } \delta_{\text{lim}} = \frac{480}{250} = 1,92 \text{ cm}$$

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

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

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

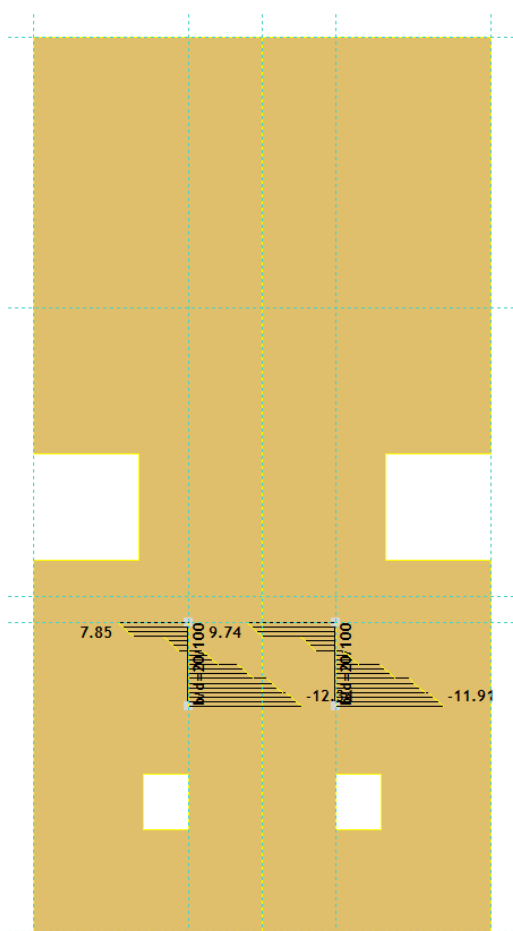
$\phi(\infty) \rightarrow$  konačni koeficijent puzanja

$$\phi(\infty) = 1,5$$

$$\delta_d = 1,5 \cdot 0,502 = 0,75 \text{ cm}$$

$$\delta_{\text{uk}} = \delta_k + \delta_d = 0,502 + 0,75 = 1,252 \text{ cm} < 1,92 \text{ cm} \rightarrow \text{Progib zadovoljava!}$$





Slika 12.3. Prikaz poprečnih sila  $F_z$

### 12.1.1. Pozicija G301

Pozicija G301 naznačena je u nacrtima kao greda, međutim unutar modela nije dodana. Na tom mjestu se zapravo nalazi skok u armirano - betonskoj ploči kosog krova zbog postavljanja elementa za prekid toplinskog mosta. Problem toplinskog mosta najčešće nastaje na konzolnim dijelovima, što je slučaj upravo kod ovog objekta. Upotrebom termoizolacijskih elemenata minimaliziraju se toplinski mostovi na najvišoj razini, čime se izbjegavaju problemi na građevini. Debljina izolacije kod odabranog tipskog elementa iznosi  $d=120$  mm. Element je sastavljen od izolacijskog tijela te šipki koje zamjenjuju armaturu na tom mjestu gdje će element biti ugrađen.

Zbog pojednostavljenja proračuna greda pozicije G301 nije dodana u model.

**Napomena:** Na armaturnim nacrtima detaljno se može vidjeti način armiranja grede G301 zajedno sa dodanim tipskim elementom za prekid toplinskog mosta.

## 12.1.2. Pozicija G302

### 12.1.2.1. Dimenzioniranje na savijanje

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

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

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

$$h = 100 \text{ cm}$$

$$h_{pl} = 18 \text{ cm}$$

$$d_1 = 5 \text{ cm}, d = h - d_1 = 95 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff}} = b_w + \frac{l_0}{5} = 20 + \frac{100}{5} = 40 \text{ cm}$$

$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0,159 \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0,159 \cdot 20 \cdot 95^2 \cdot 1,67 \\ = 479,28 \text{ kNm/cm}^2$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0,892 \cdot 95 \cdot 43,5$$

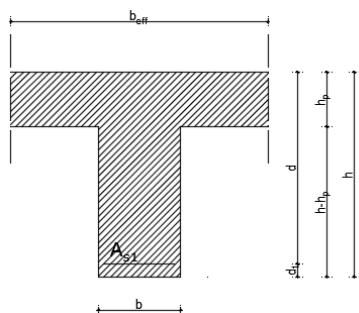
$$A_{s1,min} = 0,1\% \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 20 \cdot 100 = 2,0 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2,0\% \cdot b \cdot h = 0,02 \cdot 20 \cdot 100 = 40 \text{ cm}^2$$

Tablica 12.1. Ultimativni momenti nosivosti za odabranu armaturu za gredu G302

Šipke	Površina $A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> /m')	Moment	Moment nosivosti	Postotak armature
		nosivosti betona $M_{Rd,c,lim}$ (kNm)	armature $M_{Rd,s,lim}$ (kNm)	
2Ø10	1,57	479,28	57,87	0,08
2Ø12	2,26	479,28	83,31	0,11
2Ø14	3,08	479,28	113,53	0,15
2Ø16	4,02	479,28	148,18	0,20
2Ø18	5,09	479,28	187,63	0,25
2Ø20	6,28	479,28	231,49	0,31

### Donja zona - proračun u polju:



$$M_{Ed} = 9,51 \text{ kNm}$$

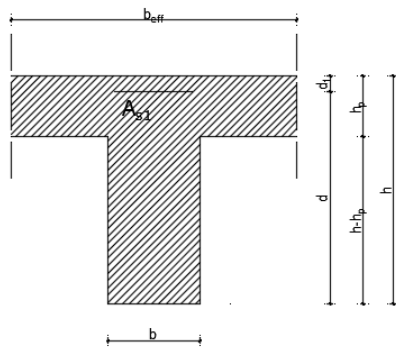
$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{9,51 \cdot 100}{40 \cdot 95^2 \cdot 1,67} = 0,002$$

Očitano:  $\varepsilon_{s1} = 10\text{‰}$ ;  $\varepsilon_{c2} = 0,3\text{‰}$ ;  $\zeta = 0,990$ ;  $\xi = 0,029$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{9,51 \cdot 100}{0,990 \cdot 95 \cdot 43,5} = 0,23 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

ODABRANA ARMATURA:  $2\phi 14$  ( $A_s = 3,08 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

### Gornja zona – proračun iznad ležaja:



$$M_{Ed} = 0,86 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{0,86 \cdot 100}{20 \cdot 95^2 \cdot 1,67} = 0,0003$$

Očitano:  $\varepsilon_{s1} = 10\text{‰}$ ;  $\varepsilon_{c2} = 0,2\text{‰}$ ;  $\zeta = 0,993$ ;  $\xi = 0,020$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{0,86 \cdot 100}{0,993 \cdot 95 \cdot 43,5} = 0,021 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

ODABRANA ARMATURA:  $2\phi 14$  ( $A_s = 3,08 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

**12.1.2.2. Dimenzioniranje na poprečnu silu**

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

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

$$\text{Računska poprečna sila: } V_{Ed,max} = 12,38 \text{ kN}$$

$$b_w = 20,0 \text{ cm}, d = 95,0 \text{ cm}$$

$$\sum A_s = 6,16 \text{ cm}^2$$

$$\rho_l = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{6,16}{20 \cdot 95} = 0,00324$$

Poprečna sila koju presjek može preuzeti bez poprečne armature:

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

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{950}} = 1,46 < 2,0 \rightarrow k = 1,46$$

$$k_1 = 0,15$$

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

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

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 1,46 \cdot (100 \cdot 0,00324 \cdot 25,0)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0,0 \right] \cdot 200 \cdot 950 = 66852,25 \text{ N}$$

$$= 66,85 \text{ kN}$$

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

$$k_1 = 0,15$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,46^{\frac{3}{2}} \cdot 25,0^{\frac{1}{2}} = 0,309$$

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

$$V_{Rd,c} \geq 0,309 \cdot 200 \cdot 950$$

$$V_{Rd,c} \geq 58710 \text{ N} = 58,71 \text{ kN}$$

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

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

$$v = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{25}{250} \right] = 0,540$$



$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot 0,540 \cdot 200 \cdot 950 \cdot 16,7 = 856710 \text{ N} = 856,71 \text{ kN} > V_{Ed,max}$$

$$V_{Ed,max} = 12,38 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed,max}}{V_{Rd,max}} = \frac{12,38}{856,71} \approx 0,014 \rightarrow V_{Ed} = 0,014 \cdot V_{Rd,max}$$

$$s_{max} = \min\{0,75 \cdot d ; 30,0 \text{ cm}\} = \min\{0,75 \cdot 95 = 71,25 \text{ cm} ; 30,0 \text{ cm}\} \rightarrow s_{max} = 30,0 \text{ cm}$$

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

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 8/30 ( $A_s = 0,50 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

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

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 95 = 85,5 \text{ cm}$$

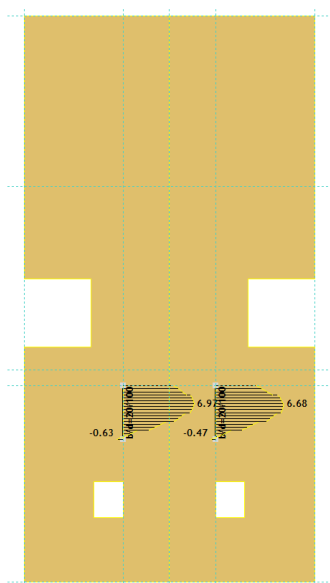
$$V_{Rd,s} = \frac{0,50}{30} \cdot 85,5 \cdot 43,5 \cdot 2 = 123,98 \text{ kN} > V_{Ed}$$

(dovoljna nosivost minimalne poprečne armature)

**ODABRANE SPONE:** Ø8/20 ( $A_s = 0,5 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

### 12.1.2.3. Kontrola pukotina

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



Slika 12.4. Moment savijanja  $M_y$ - GSU

Granična vrijednost širine pukotine  $\rightarrow w_g = 0,3 \text{ mm}$

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

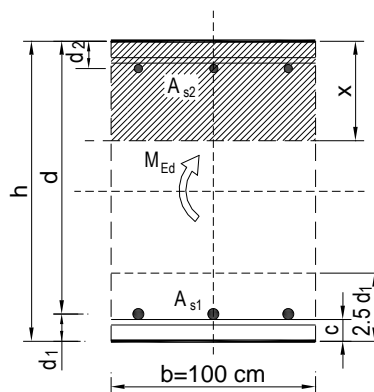
Proračunata računaska vrijednost širine pukotine ne smije biti veća od granične vrijednosti.

$$w_k \leq w_g$$

$$M_{Ed} = 6,97 \text{ kNm}$$

Armatura grede u polju:  $2\phi 14$  ( $A_s = 3,08 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

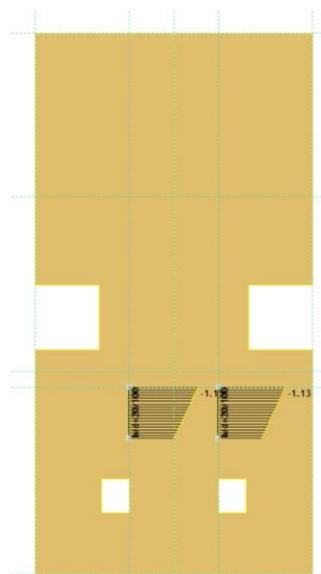
$b =$	20,0 cm	$d =$	95,0 cm	$h =$	100,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,08 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	5,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	7,0 kNm	$k_t =$	0,40		
$\sigma_s =$	24,91 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	12,45 cm	$\rho_{p,eff} =$	0,0123		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	-0,000323 <	$0,6 \cdot \sigma_s/E_s =$	0,000075		
$\emptyset =$	8,0 mm	$c =$	4,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	246,39 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,018 mm	<	$w_g$		



$$w_k = 0,018 \text{ mm} < w_g = 0,3 \text{ mm} \rightarrow \text{Pukotine zadovoljavaju !}$$

#### 12.1.2.4. Kontrola progiba

Mjerodavni progib u gredi za potrebu kontrole progiba dobiven je iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.



Slika 12.5. Prikaz progiba grede G302- GSU

$$\delta_k = 0,115 \text{ cm}$$

$$\text{Granična vrijednost progiba ploče u polju: } \delta_{\text{lim}} = \frac{100}{250} = 0,4 \text{ cm}$$

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

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

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

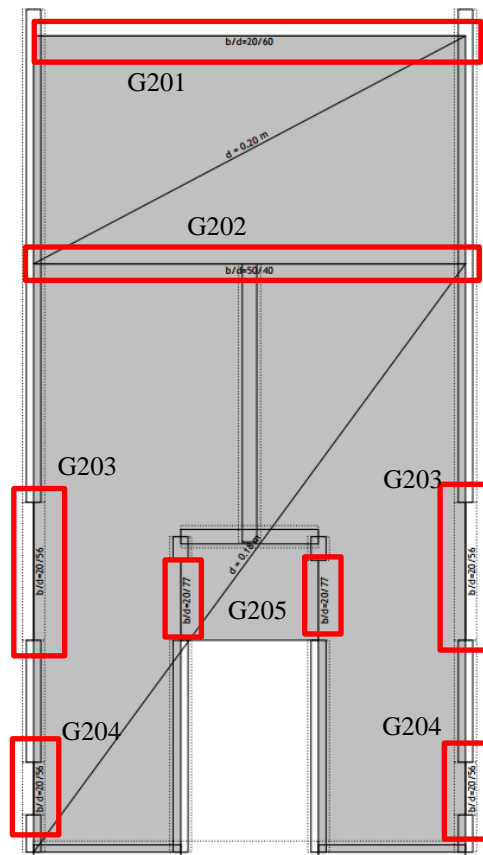
$\phi(\infty) \rightarrow$  konačni koeficijent puzanja

$$\phi(\infty) = 1,5$$

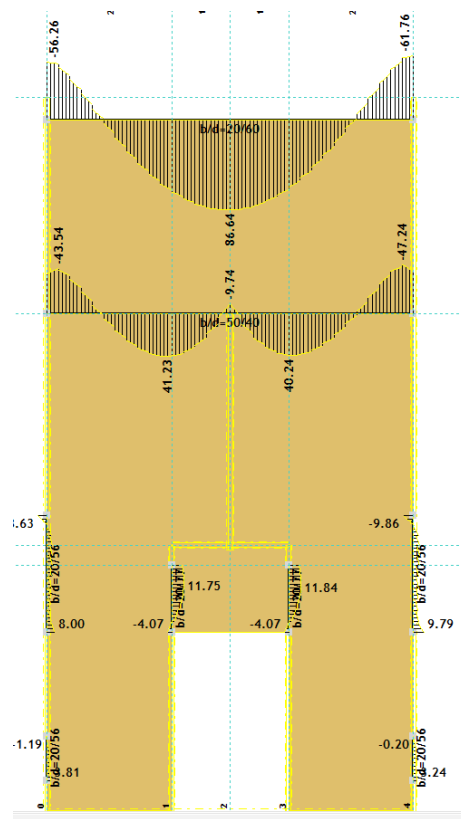
$$\delta_d = 1,5 \cdot 0,115 = 0,17 \text{ cm}$$

$$\delta_{\text{uk}} = \delta_k + \delta_d = 0,115 + 0,17 = 0,285 \text{ cm} < 0,4 \text{ cm} \rightarrow \textbf{Progib zadovoljava!}$$

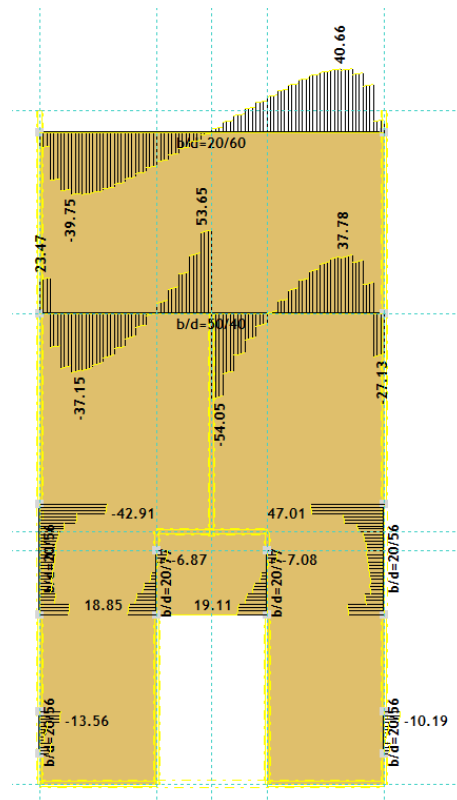
## 12.2. Proračun AB greda na poziciji 200



Slika 12.6. Prikaz greda pozicije 200



Slika 12.7. Prikaz momenata savijanja za grede na poziciji 200



Slika 12.8. Prikaz poprečnih sila Fz

## 12.2.1. Pozicija G201

### 12.2.1.1. Dimenzioniranje na moment savijanja

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

Armatura: B 500 B  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,5} = 333,33 \text{ MPa}$  ;  $f_{yd} = 33,33 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$

$b = 20 \text{ cm}$

$h = 60 \text{ cm}$

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

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

$$b_{\text{eff}} = b_w + \frac{l_0}{5} = 20 + \frac{820}{5} = 184 \text{ cm}$$

$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0,159 \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0,159 \cdot 20 \cdot 55^2 \cdot 1,67$$

$$= 160,65 \text{ kNm/cm}^2$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0,892 \cdot 55 \cdot 33,33$$

$$A_{s1,min} = 0,1\% \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 20 \cdot 60 = 1,2 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2,0\% \cdot b \cdot h = 0,02 \cdot 20 \cdot 60 = 24 \text{ cm}^2$$

Tablica 12.2. Ultimativni momenti nosivosti za odabranu armaturu za gredu G201

Šipke	Površina	Moment	Moment nosivosti	Postotak armature
	$A_{s1}$	nosivosti betona	armature $M_{Rd,s,lim}$	
	( $cm^2/m'$ )	$M_{Rd,c,lim}$ (kNm)	(kNm)	%
<b>2Ø10</b>	1,57	160,65	33,51	0,13
<b>2Ø12</b>	2,26	160,65	48,23	0,19
<b>2Ø14</b>	3,08	160,65	65,73	0,26
<b>2Ø16</b>	4,02	160,65	85,79	0,34
<b>3Ø16</b>	6,03	160,65	128,69	0,50
<b>5Ø16</b>	10,05	160,65	214,48	0,84

**Donja zona - proračun u polju:**

$$M_{Ed} = 86,64 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{86,64 \cdot 100}{184 \cdot 55^2 \cdot 1,67} = 0,009$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{86,64 \cdot 100}{0,981 \cdot 55 \cdot 43,5} = 3,69 \text{ cm}^2/m'$$

ODABRANA ARMATURA: 3Ø16 + 2Ø16 ( $A_s = 10,05 \text{ cm}^2/m'$ )

**Gornja zona – proračun iznad ležaja:**

$$M_{Ed} = 61,76 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{61,76 \cdot 100}{20 \cdot 55^2 \cdot 1,67} = 0,061$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10\text{‰}; \varepsilon_{c2} = 1,6\text{‰}; \zeta = 0,950; \xi = 0,138$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{61,76 \cdot 100}{0,950 \cdot 55 \cdot 43,5} = 2,72 \text{ cm}^2/m'$$

ODABRANA ARMATURA: 2Ø16 ( $A_s = 4,02 \text{ cm}^2/m'$ )

**12.2.1.2. Dimenzioniranje na poprečnu silu**

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

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

$$\text{Računska poprečna sila: } V_{Ed,max} = 40,66 \text{ kN}$$

$$b_w = 20,0 \text{ cm}, d = 55,0 \text{ cm}$$

$$\sum A_s = 14,07 \text{ cm}^2$$

$$\rho_1 = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{14,07}{20 \cdot 55} = 0,0128$$

Poprečna sila koju presjek može preuzeti bez poprečne armature:

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

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{550}} = 1,60 < 2,0 \rightarrow k = 1,60$$

$$k_1 = 0,15$$

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

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

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 1,60 \cdot (100 \cdot 0,0128 \cdot 25,0)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0,0 \right] \cdot 200 \cdot 550 = 67162,59 \text{ N}$$

$$= 67,16 \text{ kN}$$

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

$$k_1 = 0,15$$

$$v_{\min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,60^{\frac{3}{2}} \cdot 25,0^{\frac{1}{2}} = 0,355$$

$$V_{Rd,c} \geq 0,355 \cdot 200 \cdot 550$$

$$V_{Rd,c} \geq 39069,71 \text{ N} = 39,07 \text{ kN}$$

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

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

$$v = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{25}{250} \right] = 0,540$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot 0,540 \cdot 200 \cdot 550 \cdot 16,7 = 495000 \text{ N} = 495 \text{ kN} > V_{Ed,max}$$

$$V_{Ed,max} = 40,66 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed,max}}{V_{Rd,max}} = \frac{40,66}{495,00} \approx 0,082 \rightarrow V_{Ed} = 0,082 \cdot V_{Rd,max}$$

$$s_{\max} = \min\{0,75 \cdot d ; 30,0 \text{ cm}\} = \min\{0,75 \cdot 55 = 41,25 \text{ cm} ; 30,0 \text{ cm}\} \rightarrow s_{\max}$$

$$= 30,0 \text{ cm}$$

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

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: Ø 8/30 ( $A_s = 0,50 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

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

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 55 = 49,5 \text{ cm}$$

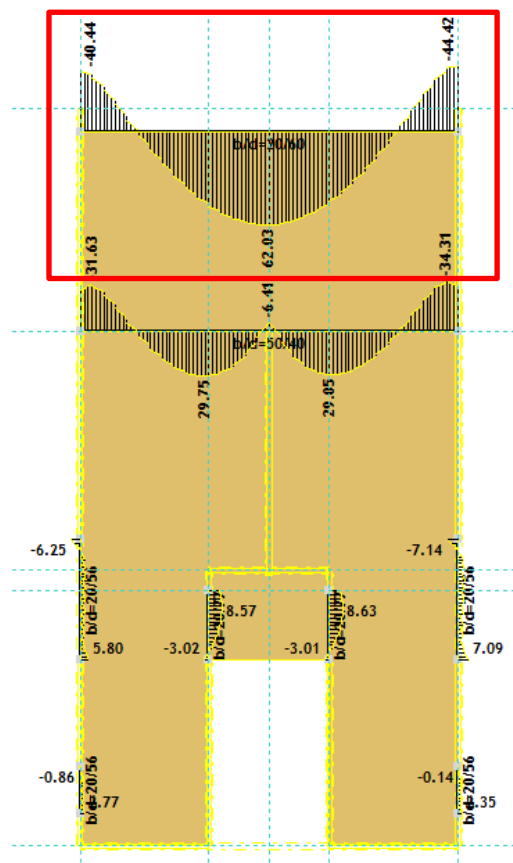
$$V_{Rd,s} = \frac{0,50}{30} \cdot 49,5 \cdot 43,5 \cdot 2 = 71,78 \text{ kN} > V_{Ed}$$

(dovoljna nosivost minimalne poprečne armature)

ODABRANE SPONE: Ø8/20 ( $A_s = 0,5 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

### 12.2.1.3. Kontrola pukotina

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

Slika 12.9. Moment savijanja  $M_y$ - GSUGranična vrijednost širine pukotine  $\rightarrow w_g = 0,3 \text{ mm}$ Računska vrijednost širine pukotine  $\rightarrow w_k = s_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$



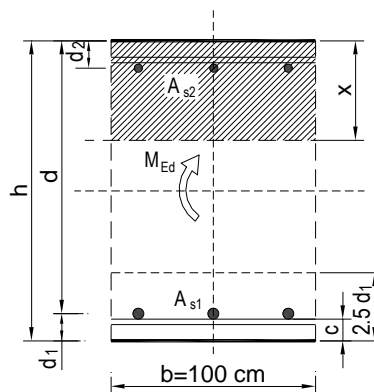
Proračunata računaska vrijednost širine pukotine ne smije biti veća od granične vrijednosti.

$$w_k \leq w_g$$

$$M_{ed} = 62,03 \text{ kNm}$$

Armatura grede u polju:  $5\phi 14$  ( $A_s = 10,05 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

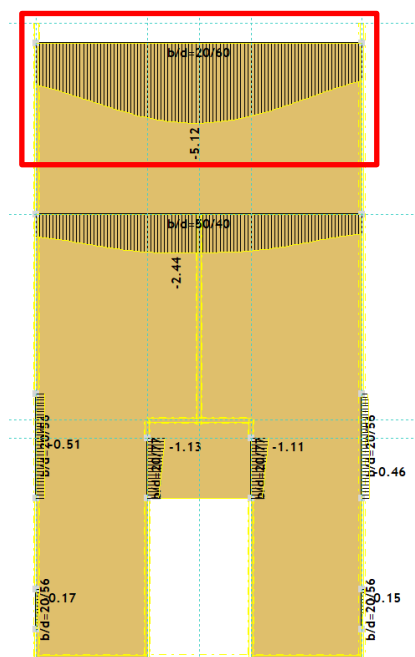
$b =$	20,0 cm	$d =$	55,0 cm	$h =$	60,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	10,05 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	5,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	62,0 kNm	$k_t =$	0,40		
$\sigma_s =$	123,90 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	15,55 cm	$\rho_{p,eff} =$	0,0402		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,000461 >	$0,6 \cdot \sigma_s/E_s =$	0,000372		
$\emptyset =$	8,0 mm	$c =$	4,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	169,83 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,078 mm	<	$w_g$		



$$w_k = 0,078 \text{ mm} < w_g = 0,3 \text{ mm} \rightarrow \text{Pukotine zadovoljavaju !}$$

#### 12.2.1.4. Kontrola progiba

Mjerodavni progib u gredi za potrebu kontrole progiba dobiven je iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.



Slika 12.10. Prikaz progiba grede G201- GSU

$$\delta_k = 0,512 \text{ cm}$$

$$\text{Granična vrijednost progiba ploče u polju: } \delta_{\text{lim}} = \frac{820}{250} = 3,28 \text{ cm}$$

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

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

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

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

$$\phi(\infty) = 1,5$$

$$\delta_d = 1,5 \cdot 0,512 = 0,768 \text{ cm}$$

$$\delta_{\text{uk}} = \delta_k + \delta_d = 0,512 + 0,768 = 1,28 \text{ cm} < 3,28 \text{ cm} \rightarrow \text{Progib zadovoljava!}$$

## 12.2.2. Pozicija G202

### 12.2.2.1. Dimenzioniranje na moment savijanja

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

$$\text{Armatura: B 500 B} \quad f_{\text{yd}} = \frac{f_{\text{yk}}}{\gamma_c} = \frac{500}{1,5} = 333,33 \text{ MPa} ; f_{\text{yd}} = 33,33 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$b = 50 \text{ cm}$$

$$h = 40 \text{ cm}$$

$$h_{\text{pl}} = 18 \text{ cm}$$

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

$$b_{\text{eff}} = b_w + \frac{l_0}{5} = 50 + \frac{0,85 \cdot 820}{5} = 189,4 \text{ cm}$$

$$M_{\text{Rd,c,lim}} = \mu_{\text{Rd,lim}} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{\text{cd}} = 0,159 \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{\text{cd}} = 0,159 \cdot 50 \cdot 35^2 \cdot 1,67 \\ = 162,64 \text{ kNm/cm}^2$$

$$M_{\text{Rd,s,lim}} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{\text{yd}} = A_s \cdot 0,892 \cdot 35 \cdot 33,33$$

$$A_{s1,\text{min}} = 0,1\% \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 50 \cdot 40 = 2,0 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,\text{max}} = 2,0\% \cdot b \cdot h = 0,02 \cdot 50 \cdot 40 = 40 \text{ cm}^2$$

Tablica 12.3. Ultimativni momenti nosivosti za odabranu armaturu za gredu G202

Šipke	Površina	Moment	Moment nosivosti	Postotak armature
	$A_{s1}$	nosivosti betona	armature $M_{Rd,s,lim}$	
	( $cm^2/m'$ )	$M_{Rd,c,lim}$ (kNm)	(kNm)	%
<b>2Ø10</b>	1,57	162,64	21,32	0,08
<b>2Ø12</b>	2,26	162,64	30,69	0,11
<b>2Ø14</b>	3,08	162,64	41,83	0,15
<b>2Ø16</b>	4,02	162,64	54,59	0,20
<b>3Ø16</b>	6,03	162,64	81,89	0,30
<b>5Ø16</b>	10,05	162,64	136,49	0,50

**Donja zona - proračun u polju:**

$$M_{Ed} = 41,23 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{41,23 \cdot 100}{189,4 \cdot 35^2 \cdot 1,67} = 0,011$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{41,23 \cdot 100}{0,981 \cdot 35 \cdot 43,5} = 2,76 \text{ cm}^2/m'$$

ODABRANA ARMATURA: 5Ø16 ( $A_s = 10,05 \text{ cm}^2/m'$ )

**Gornja zona – proračun iznad ležaja:**

$$M_{Ed} = 47,24 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{47,24 \cdot 100}{50 \cdot 35^2 \cdot 1,67} = 0,046$$

Očitano:  $\varepsilon_{s1} = 10\text{‰}$ ;  $\varepsilon_{c2} = 1,3\text{‰}$ ;  $\zeta = 0,959$ ;  $\xi = 0,115$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{47,24 \cdot 100}{0,959 \cdot 35 \cdot 43,5} = 3,24 \text{ cm}^2/m'$$

ODABRANA ARMATURA: 5Ø16 ( $A_s = 10,05 \text{ cm}^2/m'$ )

**12.2.2.2. Dimenzioniranje na poprečnu silu**

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

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

$$\text{Računska poprečna sila: } V_{Ed,max} = 54,05 \text{ kN}$$

$$b_w = 50,0 \text{ cm}, d = 35,0 \text{ cm}$$

$$\sum A_s = 20,1 \text{ cm}^2$$

$$\rho_l = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{20,1}{50 \cdot 35} = 0,0115$$

Poprečna sila koju presjek može preuzeti bez poprečne armature:

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

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{350}} = 1,76 < 2,0 \rightarrow k = 1,76$$

$$k_1 = 0,15$$

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

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

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 1,76 \cdot (100 \cdot 0,0115 \cdot 25,0)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0,0 \right] \cdot 500 \cdot 350 = 112916,9 \text{ N} \\ = 112,92 \text{ kN}$$

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

$$k_1 = 0,15$$

$$v_{\min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,76^{\frac{3}{2}} \cdot 25,0^{\frac{1}{2}} = 0,407$$

$$V_{Rd,c} \geq 0,407 \cdot 500 \cdot 350$$

$$V_{Rd,c} \geq 71258,47 \text{ N} = 71,26 \text{ kN}$$

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

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

$$v = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{25}{250} \right] = 0,540$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot 0,540 \cdot 500 \cdot 350 \cdot 16,7 = 787500 \text{ N} = 787,5 \text{ kN} > V_{Ed,max}$$

$$V_{Ed,max} = 54,05 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed,max}}{V_{Rd,max}} = \frac{54,05}{787,5} \approx 0,069 \rightarrow V_{Ed} = 0,069 \cdot V_{Rd,max}$$

$$s_{\max} = \min\{0,75 \cdot d ; 30,0 \text{ cm}\} = \min\{0,75 \cdot 35 = 26,25 \text{ cm} ; 30,0 \text{ cm}\} \rightarrow s_{\max} \\ = 26,25 \text{ cm}$$

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

Maksimalni razmak spona:

$$s \leq \frac{m \cdot A_{sw}}{\rho_{w,min} \cdot b_w} = \frac{2 \cdot A_{sw}}{0,0009 \cdot 50}$$

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: Ø 8/25 ( $A_s = 0,50 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

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

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 35 = 31,5 \text{ cm}$$

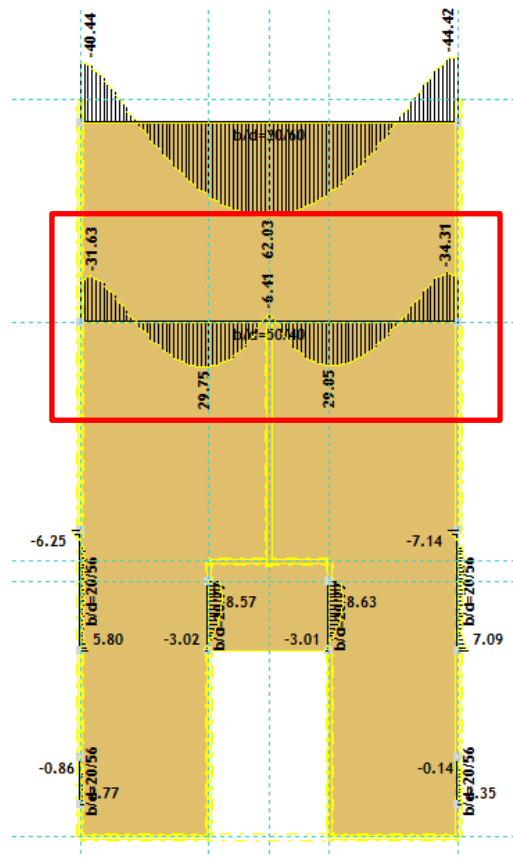
$$V_{Rd,s} = \frac{0,50}{25} \cdot 31,5 \cdot 43,5 \cdot 2 = 54,81 \text{ kN} > V_{Ed}$$

(dovoljna nosivost minimalne poprečne armature)

ODABRANE SPONE: Ø8/20 ( $A_s = 0,5 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

### 12.2.2.3. Kontrola pukotina

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

Slika 12.11. Moment savijanja  $M_y$ - GSUGranična vrijednost širine pukotine  $\rightarrow w_g = 0,3 \text{ mm}$ Računska vrijednost širine pukotine  $\rightarrow w_k = s_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$

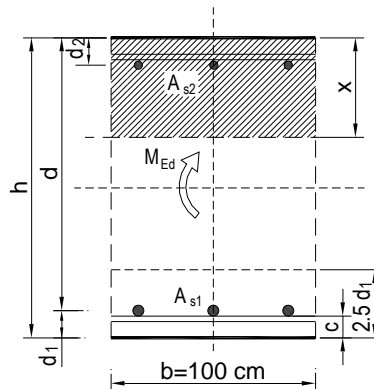
Proračunata računaska vrijednost širine pukotine ne smije biti veća od granične vrijednosti.

$$w_k \leq w_g$$

$$M_{ed} = 29,75 \text{ kNm}$$

Armatura grede u polju:  $5\phi 14$  ( $A_s = 10,05 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

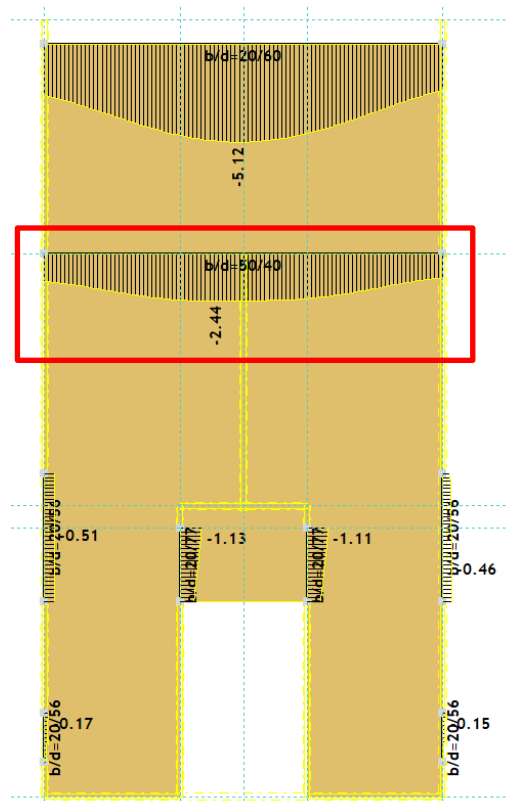
$b =$	20,0 cm	$d =$	35,0 cm	$h =$	40,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	10,05 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	5,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	29,8 kNm	$k_t =$	0,40		
$\sigma_s =$	95,39 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	11,90 cm	$\rho_{p,eff} =$	0,0402		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,000318	$> 0,6 \cdot \sigma_s/E_s =$	0,000286		
$\emptyset =$	8,0 mm	$c =$	4,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	169,83 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,054 mm	$<$	$w_g$		



$$w_k = 0,054 \text{ mm} < w_g = 0,3 \text{ mm} \rightarrow \text{Pukotine zadovoljavaju!}$$

### 12.2.2.4. Kontrola progiba

Mjerodavni progib u gredi za potrebu kontrole progiba dobiven je iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.



Slika 12.12. Prikaz progiba grede G202- GSU

$$\delta_k = 0,244 \text{ cm}$$

$$\text{Granična vrijednost progiba ploče u polju: } \delta_{\text{lim}} = \frac{820}{250} = 3,28 \text{ cm}$$

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

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

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

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

$$\phi(\infty) = 1,5$$

$$\delta_d = 1,5 \cdot 0,244 = 0,366 \text{ cm}$$

$$\delta_{\text{uk}} = \delta_k + \delta_d = 0,244 + 0,366 = 0,61 \text{ cm} < 3,28 \text{ cm} \rightarrow \text{Progib zadovoljava!}$$

### 12.2.3. Pozicija G203 i 204

#### 12.2.3.1. Dimenzioniranje na moment savijanja

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

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

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

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

$$h_{pl} = 18 \text{ cm}$$

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

$$b_{eff} = b_w + \frac{l_0}{5} = 20 + \frac{262}{5} = 72,4 \text{ cm}$$

$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0,159 \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0,159 \cdot 20 \cdot 51^2 \cdot 1,67 \\ = 138,13 \text{ kNm/cm}^2$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0,892 \cdot 51 \cdot 43,5$$

$$A_{s1,min} = 0,1\% \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 20 \cdot 56 = 1,12 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2,0\% \cdot b \cdot h = 0,02 \cdot 20 \cdot 56 = 22,4 \text{ cm}^2$$

Tablica 12.4. Ultimativni momenti nosivosti za odabranu armaturu za gredu G203/204

Šipke	Površina	Moment	Moment nosivosti	Postotak armature
	$A_{s1}$	nosivosti betona	armature $M_{Rd,s,lim}$	
	( $\text{cm}^2/\text{m}'$ )	( $\text{kNm}$ )	( $\text{kNm}$ )	%
<b>2Ø10</b>	1,57	138,13	31,07	0,14
<b>2Ø12</b>	2,26	138,13	44,72	0,20
<b>2Ø14</b>	3,08	138,13	60,95	0,28
<b>2Ø16</b>	4,02	138,13	79,55	0,36
<b>3Ø16</b>	6,03	138,13	119,33	0,54
<b>5Ø16</b>	10,05	138,13	198,88	0,90

#### Donja zona - proračun u polju:

$$M_{Ed} = 9,79 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{9,79 \cdot 100}{72,4 \cdot 51^2 \cdot 1,67} = 0,003$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{9,79 \cdot 100}{0,987 \cdot 51 \cdot 43,5} = 0,45 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

**ODABRANA ARMATURA:** 2Ø14 ( $A_s = 3,08 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )



**Gornja zona – proračun iznad ležaja:**

$$M_{Ed} = 9,86 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{9,86 \cdot 100}{20 \cdot 51^2 \cdot 1,67} = 0,011$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{9,86 \cdot 100}{0,981 \cdot 51 \cdot 43,5} = 0,45 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

ODABRANA ARMATURA:  $2\phi 14$  ( $A_s = 3,08 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

**12.2.3.2. Dimenzioniranje na poprečnu silu**

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

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

$$\text{Računska poprečna sila: } V_{Ed,max} = 47,01 \text{ kN}$$

$$b_w = 20,0 \text{ cm}, d = 51,0 \text{ cm}$$

$$\sum A_s = 6,16 \text{ cm}^2$$

$$\rho_l = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{6,16}{50 \cdot 35} = 0,0035$$

Poprečna sila koju presjek može preuzeti bez poprečne armature:

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

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{510}} = 1,63 < 2,0 \rightarrow k = 1,63$$

$$k_1 = 0,15$$

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

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

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 1,76 \cdot (100 \cdot 0,0035 \cdot 25,0)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0,0 \right] \cdot 200 \cdot 510 = 44391,19 \text{ N}$$

$$= 44,39 \text{ kN}$$

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

$$k_1 = 0,15$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,63^{\frac{3}{2}} \cdot 25,0^{\frac{1}{2}} = 0,363$$

$$V_{Rd,c} \geq 0,363 \cdot 200 \cdot 510$$

$$V_{Rd,c} \geq 37017,65 \text{ N} = 37,02 \text{ kN}$$

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

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

$$v = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{25}{250} \right] = 0,540$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot 0,540 \cdot 200 \cdot 510 \cdot 16,7 = 459000 \text{ N} = 459 \text{ kN} > V_{Ed,max}$$

$$V_{Ed,max} = 47,01 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed,max}}{V_{Rd,max}} = \frac{47,01}{459} \approx 0,102 \rightarrow V_{Ed} = 0,102 \cdot V_{Rd,max}$$

$$s_{max} = \min\{0,75 \cdot d ; 30,0 \text{ cm}\} = \min\{0,75 \cdot 51 = 38,25 \text{ cm} ; 30,0 \text{ cm}\} \rightarrow s_{max} = 30 \text{ cm}$$

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

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 10/30 ( $A_s = 0,79 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

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

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 51 = 45,9 \text{ cm}$$

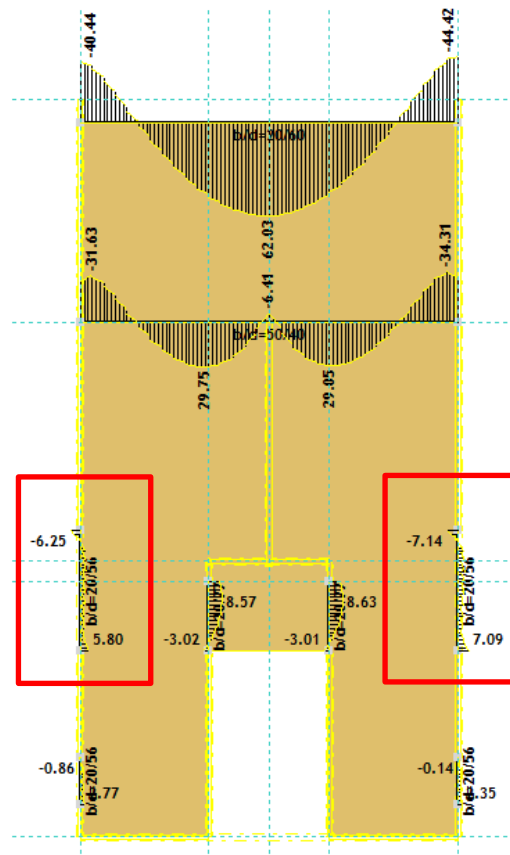
$$V_{Rd,s} = \frac{0,79}{30} \cdot 45,9 \cdot 43,5 \cdot 2 = 105,15 \text{ kN} > V_{Ed}$$

(dovoljna nosivost minimalne poprečne armature)

**ODABRANE SPONE:** Ø10/20 ( $A_s = 0,5 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

### 12.2.3.3. Kontrola pukotina

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



Slika 12.13. Moment savijanja  $M_y$ - GSU

Granična vrijednost širine pukotine  $\rightarrow w_g = 0,3 \text{ mm}$

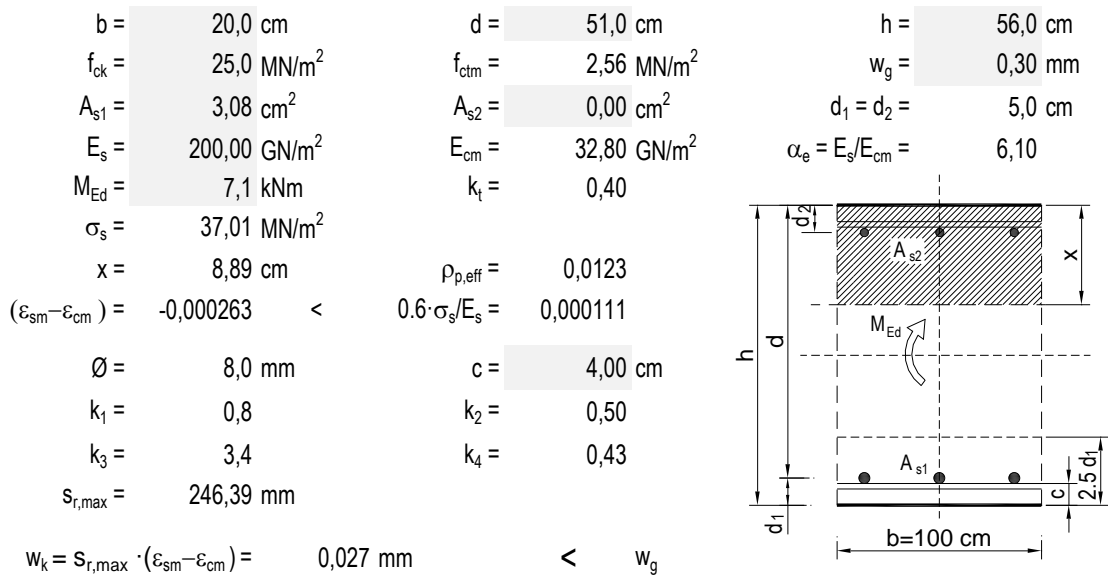
Računska vrijednost širine pukotine  $\rightarrow w_k = s_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$

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

$$w_k \leq w_g$$

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

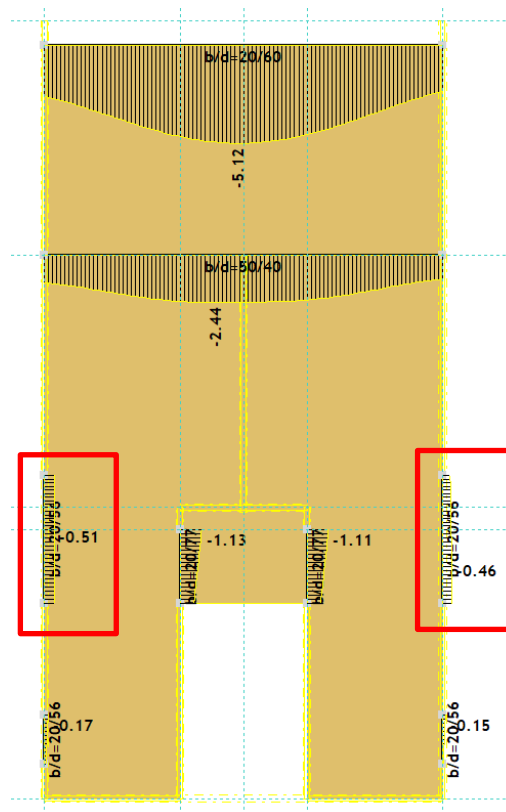
Armatura grede u polju:  $2\phi 14$  ( $A_s = 3,08 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )



$w_k = 0,027 \text{ mm} < w_g = 0,3 \text{ mm} \rightarrow$  **Pukotine zadovoljavaju!**

#### 12.2.3.4. Kontrola progiba

Mjerodavni progib u gredi za potrebu kontrole progiba dobiven je iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.



Slika 12.14. Prikaz progiba grede G203/204- GSU

$$\delta_k = 0,051 \text{ cm}$$

$$\text{Granična vrijednost progiba ploče u polju: } \delta_{\text{lim}} = \frac{262}{250} = 1,05 \text{ cm}$$

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

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

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

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

$$\phi(\infty) = 1,5$$

$$\delta_d = 1,5 \cdot 0,051 = 0,077 \text{ cm}$$

$$\delta_{\text{uk}} = \delta_k + \delta_d = 0,051 + 0,077 = 0,128 \text{ cm} < 1,05 \text{ cm} \rightarrow \textbf{Progib zadovoljava!}$$

## 12.2.4. Pozicija G205

### 12.2.4.1. Dimenzioniranje na moment savijanja

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

$$\text{Armatura: B 500 B} \quad f_{\text{yd}} = \frac{f_{\text{yk}}}{\gamma_c} = \frac{500}{1,5} = 333,33 \text{ MPa} ; f_{\text{yd}} = 43,5 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

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

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

$$h_{\text{pl}} = 18 \text{ cm}$$

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

$$b_{\text{eff}} = b_w + \frac{l_0}{5} = 20 + \frac{100}{5} = 40 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} M_{\text{RD,c,lim}} &= \mu_{\text{RD,lim}} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{\text{cd}} = 0,159 \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{\text{cd}} = 0,159 \cdot 20 \cdot 72^2 \cdot 1,67 \\ &= 275,30 \text{ kNm/cm}^2 \end{aligned}$$

$$M_{\text{RD,s,lim}} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{\text{yd}} = A_s \cdot 0,892 \cdot 72 \cdot 43,5$$

$$A_{s1,\text{min}} = 0,1\% \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 20 \cdot 77 = 1,54 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,\text{max}} = 2,0\% \cdot b \cdot h = 0,02 \cdot 20 \cdot 77 = 30,8 \text{ cm}^2$$

Tablica 12.5. Ultimativni momenti nosivosti za odabranu armaturu za gredu G205

Šipke	Površina	Moment	Moment nosivosti	Postotak armature
	$A_{s1}$	nosivosti betona	armature $M_{Rd,s,lim}$	
	( $cm^2/m'$ )	$M_{Rd,c,lim}$ (kNm)	(kNm)	%
<b>2Ø10</b>	1,57	275,30	43,86	0,10
<b>2Ø12</b>	2,26	275,30	63,14	0,15
<b>2Ø14</b>	3,08	275,30	86,05	0,20
<b>2Ø16</b>	4,02	275,30	112,31	0,26
<b>3Ø16</b>	6,03	275,30	168,46	0,39
<b>5Ø16</b>	10,05	275,30	280,77	0,65

**Donja zona - proračun u polju:**

$$M_{Ed} = 11,84 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{11,84 \cdot 100}{40 \cdot 72^2 \cdot 1,67} = 0,003$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{11,84 \cdot 100}{0,987 \cdot 72 \cdot 43,5} = 0,38 \text{ cm}^2/m'$$

ODABRANA ARMATURA: 2Ø14 ( $A_s = 3,08 \text{ cm}^2/m'$ )

**Gornja zona – proračun iznad ležaja:**

$$M_{Ed} = 4,07 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{4,07 \cdot 100}{20 \cdot 72^2 \cdot 1,67} = 0,002$$

Očitano:  $\varepsilon_{s1} = 10\text{‰}$ ;  $\varepsilon_{c2} = 0,3\text{‰}$ ;  $\zeta = 0,990$ ;  $\xi = 0,029$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{4,07 \cdot 100}{0,990 \cdot 72 \cdot 43,5} = 0,13 \text{ cm}^2/m'$$

ODABRANA ARMATURA: 2Ø14 ( $A_s = 3,08 \text{ cm}^2/m'$ )

**12.2.4.2. Dimenzioniranje na poprečnu silu**

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

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

$$\text{Računska poprečna sila: } V_{Ed,max} = 19,11 \text{ kN}$$

$$b_w = 20,0 \text{ cm}, d = 72,0 \text{ cm}$$

$$\sum A_s = 6,16 \text{ cm}^2$$

$$\rho_1 = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{6,16}{20 \cdot 72} = 0,0043$$

Poprečna sila koju presjek može preuzeti bez poprečne armature:

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

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{720}} = 1,53 < 2,0 \rightarrow k = 1,53$$

$$k_1 = 0,15$$

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

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

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 1,53 \cdot (100 \cdot 0,0043 \cdot 25,0)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0,0 \right] \cdot 200 \cdot 720 = 58136,47 \text{ N}$$

$$= 58,14 \text{ kN}$$

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

$$k_1 = 0,15$$

$$v_{\min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,53^{\frac{3}{2}} \cdot 25,0^{\frac{1}{2}} = 0,330$$

$$V_{Rd,c} \geq 0,330 \cdot 200 \cdot 720$$

$$V_{Rd,c} \geq 47553,1 \text{ N} = 47,55 \text{ kN}$$

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

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

$$v = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{25}{250} \right] = 0,540$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot 0,540 \cdot 200 \cdot 720 \cdot 16,7 = 648000 \text{ N} = 648 \text{ kN} > V_{Ed,max}$$

$$V_{Ed,max} = 19,11 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed,max}}{V_{Rd,max}} = \frac{19,11}{648} \approx 0,029 \rightarrow V_{Ed} = 0,029 \cdot V_{Rd,max}$$

$$s_{\max} = \min\{0,75 \cdot d ; 30,0 \text{ cm}\} = \min\{0,75 \cdot 72 = 54 \text{ cm} ; 30,0 \text{ cm}\} \rightarrow s_{\max}$$

$$= 30 \text{ cm}$$

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

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 ( $A_{sw}$ ) (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: Ø 8/30 ( $A_s = 0,50 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

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

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 72 = 64,8 \text{ cm}$$

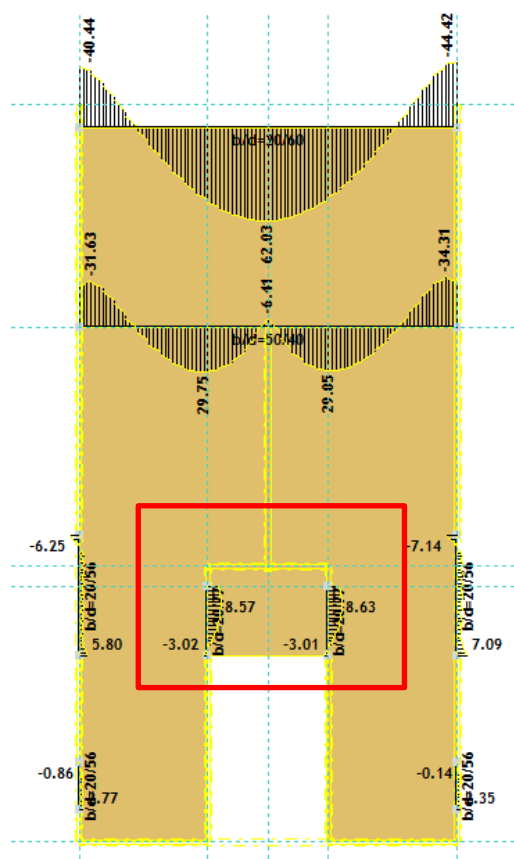
$$V_{Rd,s} = \frac{0,50}{30} \cdot 64,8 \cdot 43,5 \cdot 2 = 93,96 \text{ kN} > V_{Ed}$$

(dovoljna nosivost minimalne poprečne armature)

ODABRANE SPONE: Ø8/20 ( $A_s = 0,5 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

### 12.2.4.3. Kontrola pukotina

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

Slika 12.15. Moment savijanja  $M_y$ - GSUGranična vrijednost širine pukotine  $\rightarrow w_g = 0,3 \text{ mm}$ Računska vrijednost širine pukotine  $\rightarrow w_k = s_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$



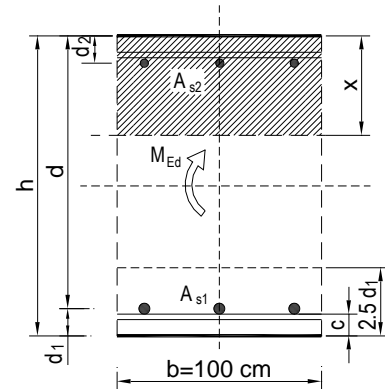
Proračunata računaska vrijednost širine pukotine ne smije biti veća od granične vrijednosti.

$$w_k \leq w_g$$

$$M_{ed} = 8,63 \text{ kNm}$$

Armatura grede u polju:  $2\phi 14$  ( $A_s = 3,08 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

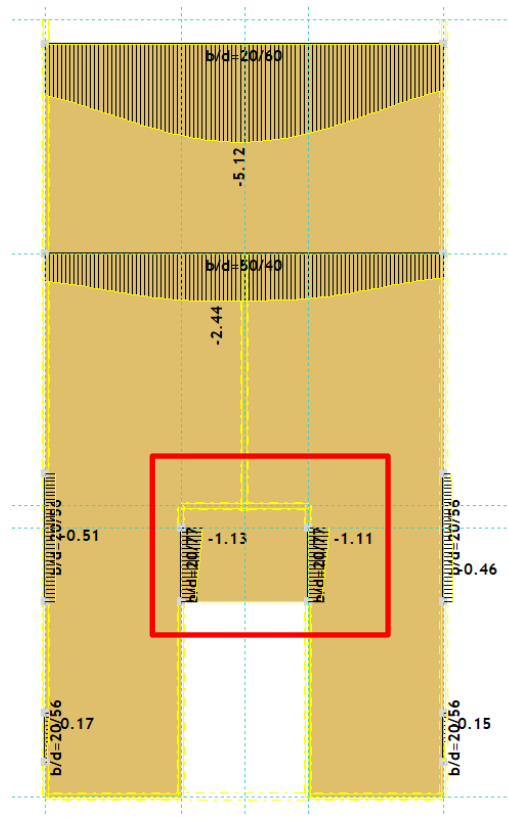
$b =$	20,0 cm	$d =$	72,0 cm	$h =$	77,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,08 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	5,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	8,6 kNm	$k_t =$	0,40		
$\sigma_s =$	40,95 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	10,73 cm	$\rho_{p,eff} =$	0,0123		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	-0,000243	$< 0,6 \cdot \sigma_s/E_s =$	0,000123		
$\emptyset =$	8,0 mm	$c =$	4,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	246,39 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,030 mm	$<$	$w_g$		



$$w_k = 0,030 \text{ mm} < w_g = 0,3 \text{ mm} \rightarrow \text{Pukotine zadovoljavaju!}$$

#### 12.2.4.4. Kontrola progiba

Mjerodavni progib u gredi za potrebu kontrole progiba dobiven je iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.



Slika 12.16. Prikaz progiba grede G205- GSU

$$\delta_k = 0,113 \text{ cm}$$

$$\text{Granična vrijednost progiba ploče u polju: } \delta_{\text{lim}} = \frac{100}{250} = 0,4 \text{ cm}$$

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

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

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

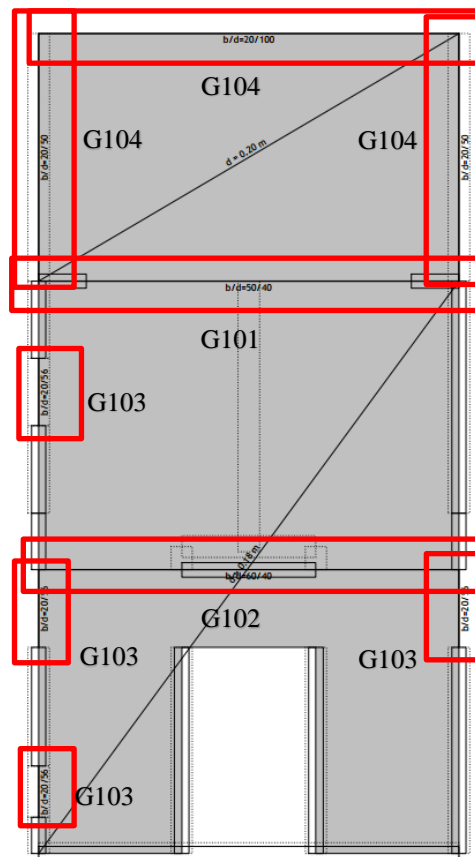
$\phi(\infty) \rightarrow$  konačni koeficijent puzanja

$$\phi(\infty) = 1,5$$

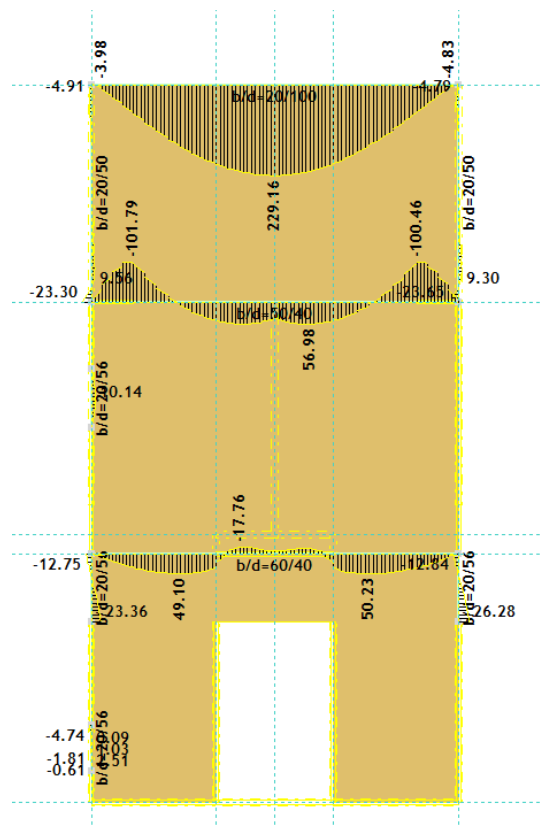
$$\delta_d = 1,5 \cdot 0,113 = 0,170 \text{ cm}$$

$$\delta_{\text{uk}} = \delta_k + \delta_d = 0,113 + 0,170 = 0,283 \text{ cm} < 0,4 \text{ cm} \rightarrow \text{Progib zadovoljava!}$$

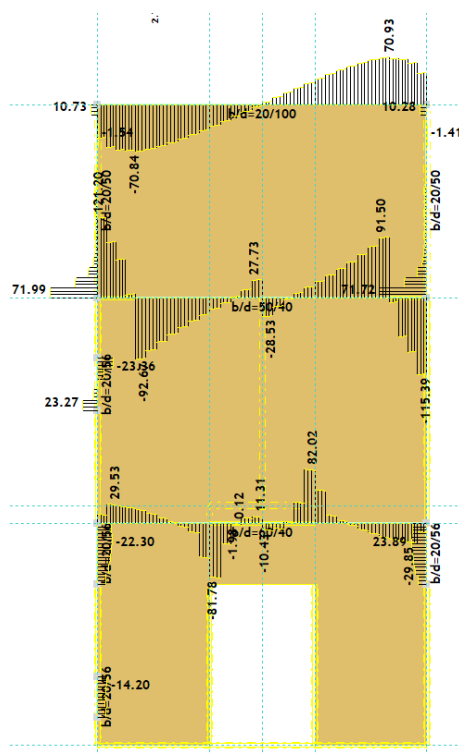
## 12.3. Proračun AB greda na poziciji 100



Slika 12.17. Prikaz grede pozicije 100



Slika 12.18. Prikaz momenata savijanja za grede na poziciji 100

Slika 12.19. Prikaz poprečnih sila  $F_z$ 

### 12.3.1. Pozicija G101

#### 12.3.1.1. Dimenzioniranje na moment savijanja

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

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

$$b = 50 \text{ cm}$$

$$h = 40 \text{ cm}$$

$$h_{pl} = 18 \text{ cm}$$

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

$$b_{\text{eff}} = b_w + \frac{l_0}{5} = 50 + \frac{0,85 \cdot 820}{5} = 189,4 \text{ cm}$$

$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0,159 \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0,159 \cdot 50 \cdot 35^2 \cdot 1,67 \\ = 162,64 \text{ kNm/cm}^2$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0,892 \cdot 35 \cdot 43,5$$

$$A_{s1,min} = 0,1\% \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 50 \cdot 40 = 2,0 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2,0\% \cdot b \cdot h = 0,02 \cdot 50 \cdot 40 = 40 \text{ cm}^2$$

Tablica 12.6. Ultimativni momenti nosivosti za odabranu armaturu za gredu G101

Šipke	Površina	Moment	Moment nosivosti	Postotak armature
	$A_{s1}$	nosivosti betona	armature $M_{Rd,s,lim}$	
	( $cm^2/m'$ )	$M_{Rd,c,lim}$ (kNm)	(kNm)	%
<b>2Ø10</b>	1,57	162,64	21,32	0,08
<b>2Ø12</b>	2,26	162,64	30,69	0,11
<b>2Ø14</b>	3,08	162,64	41,83	0,15
<b>2Ø16</b>	4,02	162,64	54,59	0,20
<b>3Ø16</b>	6,03	162,64	81,89	0,30
<b>5Ø16</b>	10,05	162,64	136,47	0,50

**Donja zona - proračun u polju:**

$$M_{Ed} = 56,98 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{56,98 \cdot 100}{189,4 \cdot 35^2 \cdot 1,67} = 0,015$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10\text{‰}; \varepsilon_{c2} = 0,7\text{‰}; \zeta = 0,977; \xi = 0,065$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{56,98 \cdot 100}{0,977 \cdot 35 \cdot 43,5} = 3,83 \text{ cm}^2/m'$$

ODABRANA ARMATURA: 5Ø16 ( $A_s = 10,05 \text{ cm}^2/m'$ )

**Gornja zona – proračun iznad ležaja:**

$$M_{Ed} = 101,79 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{101,79 \cdot 100}{50 \cdot 35^2 \cdot 1,67} = 0,099$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10\text{‰}; \varepsilon_{c2} = 2,3\text{‰}; \zeta = 0,928; \xi = 0,187$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{101,79 \cdot 100}{0,928 \cdot 35 \cdot 43,5} = 7,20 \text{ cm}^2/m'$$

ODABRANA ARMATURA: 5Ø16 ( $A_s = 10,05 \text{ cm}^2/m'$ )

**12.3.1.2. Dimenzioniranje na poprečnu silu**

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

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

$$\text{Računska poprečna sila: } V_{Ed,max} = 112,20 \text{ kN}$$

$$b_w = 50,0 \text{ cm}, d = 35,0 \text{ cm}$$

$$\sum A_s = 20,1 \text{ cm}^2$$

$$\rho_l = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{20,1}{50 \cdot 35} = 0,011$$

Poprečna sila koju presjek može preuzeti bez poprečne armature:

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

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{350}} = 1,76 < 2,0 \rightarrow k = 1,76$$

$$k_1 = 0,15$$

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

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

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 1,76 \cdot (100 \cdot 0,011 \cdot 25,0)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0,0 \right] \cdot 500 \cdot 350 = 112916,9 \text{ N}$$

$$= 112,92 \text{ kN}$$

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

$$k_1 = 0,15$$

$$v_{\min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,76^{\frac{3}{2}} \cdot 25,0^{\frac{1}{2}} = 0,407$$

$$V_{Rd,c} \geq 0,407 \cdot 500 \cdot 350$$

$$V_{Rd,c} \geq 71258,47 \text{ N} = 71,26 \text{ kN}$$

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

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

$$v = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{25}{250} \right] = 0,540$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot 0,540 \cdot 500 \cdot 350 \cdot 16,7 = 787500 \text{ N} = 787,5 \text{ kN} > V_{Ed,max}$$

$$V_{Ed,max} = 112,20 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed,max}}{V_{Rd,max}} = \frac{112,20}{787,5} \approx 0,142 \rightarrow V_{Ed} = 0,142 \cdot V_{Rd,max}$$

$$s_{\max} = \min\{0,75 \cdot d ; 30,0 \text{ cm}\} = \min\{0,75 \cdot 35 = 26,25 \text{ cm} ; 30,0 \text{ cm}\} \rightarrow s_{\max}$$

$$= 26,25 \text{ cm}$$

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

Maksimalni razmak spona:

$$s \leq \frac{m \cdot A_{sw}}{\rho_{w,\min} \cdot b_w} = \frac{2 \cdot A_{sw}}{0,0009 \cdot 50}$$

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: Ø 8/25 ( $A_s = 0,50 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

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

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 35 = 31,5 \text{ cm}$$

$$V_{Rd,s} = \frac{0,50}{25} \cdot 31,5 \cdot 43,5 \cdot 2 = 54,81 \text{ kN} < V_{Ed}$$

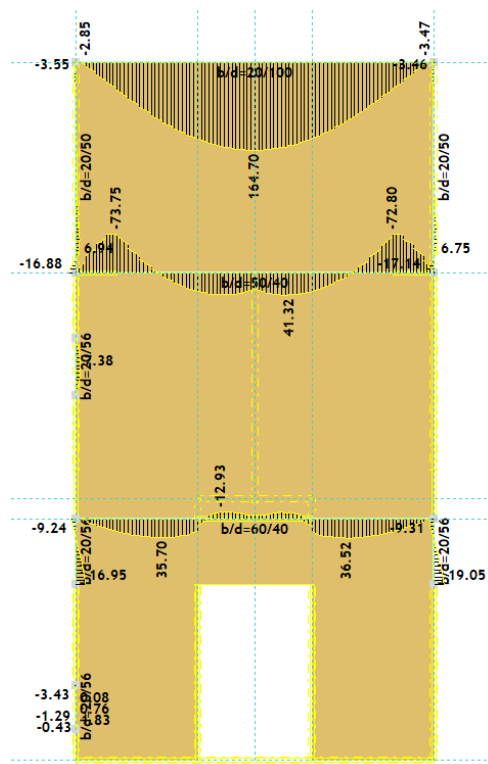
(nije dovoljna nosivost minimalne poprečne armature)

$$s_{\text{pot}} \leq \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z}{V_{sd}} = \frac{2 \cdot 0,50 \cdot 43,5 \cdot 31,5}{112,20} = 12,21 \text{ cm}$$

ODABRANE SPONE: Ø8/10 ( $A_s = 0,5 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

### 12.3.1.3. Kontrola pukotina

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

Slika 12.20. Moment savijanja  $M_y$ - GSUGranična vrijednost širine pukotine  $\rightarrow w_g = 0,3 \text{ mm}$ Računska vrijednost širine pukotine  $\rightarrow w_k = s_{r,\max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$

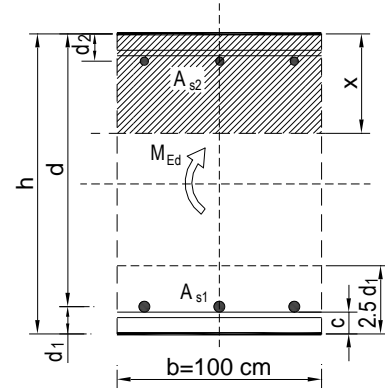
Proračunata računaska vrijednost širine pukotine ne smije biti veća od granične vrijednosti.

$$w_k \leq w_g$$

$$M_{ed} = 41,32 \text{ kNm}$$

Armatura grede u polju:  $5\phi 16$  ( $A_s = 10,05 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

$b =$	50,0 cm	$d =$	35,0 cm	$h =$	40,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	10,05 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	5,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	41,3 kNm	$k_t =$	0,40		
$\sigma_s =$	127,32 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	8,12 cm	$\rho_{p,eff} =$	0,0161		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,000286	$< 0,6 \cdot \sigma_s/E_s =$	0,000382		
$\emptyset =$	8,0 mm	$c =$	4,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	220,58 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,084 mm	$<$	$w_g$		

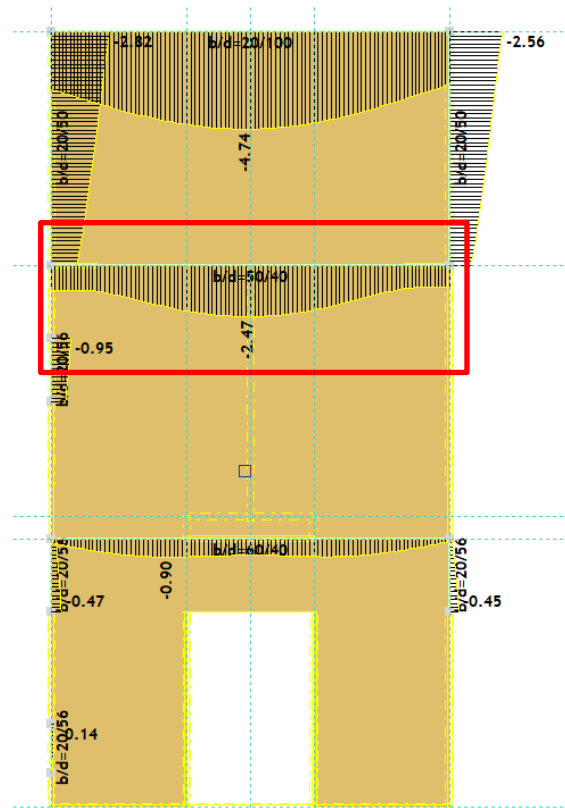


$$w_k = 0,084 \text{ mm} < w_g = 0,3 \text{ mm} \rightarrow \text{Pukotine zadovoljavaju !}$$



### 12.3.1.4. Kontrola progiba

Mjerodavni progib u gredi za potrebu kontrole progiba dobiven je iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.



Slika 12.21. Prikaz progiba grede G101- GSU

$$\delta_k = 0,247 \text{ cm}$$

$$\text{Granična vrijednost progiba ploče u polju: } \delta_{\text{lim}} = \frac{820}{250} = 3,28 \text{ cm}$$

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

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

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

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

$$\phi(\infty) = 1,5$$

$$\delta_d = 1,5 \cdot 0,247 = 0,371 \text{ cm}$$

$$\delta_{\text{uk}} = \delta_k + \delta_d = 0,247 + 0,371 = 0,618 \text{ cm} < 3,28 \text{ cm} \rightarrow \text{Progib zadovoljava!}$$

### 12.3.2. Pozicija G102

#### 12.3.2.1. Dimenzioniranje na moment savijanja

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

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

$$b = 60 \text{ cm}$$

$$h = 40 \text{ cm}$$

$$h_{pl} = 18 \text{ cm}$$

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

$$b_{eff} = b_w + \frac{l_0}{5} = 60 + \frac{0,85 \cdot 820}{5} = 199,4 \text{ cm}$$

$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0,159 \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0,159 \cdot 60 \cdot 35^2 \cdot 1,67 \\ = 195,16 \text{ kNm/cm}^2$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0,892 \cdot 35 \cdot 43,5$$

$$A_{s1,min} = 0,1\% \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 60 \cdot 40 = 2,4 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2,0\% \cdot b \cdot h = 0,02 \cdot 60 \cdot 40 = 48 \text{ cm}^2$$

Tablica 12.7. Ultimativni momenti nosivosti za odabranu armaturu za gredu G102

Šipke	Površina	Moment	Moment nosivosti	Postotak armature
	$A_{s1}$	nosivosti betona	armature $M_{Rd,s,lim}$	
	( $\text{cm}^2/\text{m}'$ )	( $\text{kNm}$ )	( $\text{kNm}$ )	%
<b>2Ø10</b>	1,57	195,16	21,32	0,07
<b>2Ø12</b>	2,26	195,16	30,69	0,09
<b>2Ø14</b>	3,08	195,16	41,83	0,13
<b>2Ø16</b>	4,02	195,16	54,59	0,17
<b>3Ø16</b>	6,03	195,16	81,89	0,25
<b>5Ø16</b>	10,05	195,16	136,47	0,42

#### Donja zona - proračun u polju:

$$M_{Ed} = 50,23 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{50,23 \cdot 100}{199,4 \cdot 35^2 \cdot 1,67} = 0,012$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{50,23 \cdot 100}{0,981 \cdot 35 \cdot 43,5} = 3,36 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

ODABRANA ARMATURA: 5Ø16 ( $A_s = 10,05 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

**Gornja zona – proračun iznad ležaja:**

$$M_{Ed} = 17,16 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{17,16 \cdot 100}{60 \cdot 35^2 \cdot 1,67} = 0,014$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10\text{‰}; \varepsilon_{c2} = 0,7\text{‰}; \zeta = 0,977; \xi = 0,065$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{17,16 \cdot 100}{0,977 \cdot 35 \cdot 43,5} = 1,15 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

ODABRANA ARMATURA:  $5\phi 16$  ( $A_s = 10,05 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

**12.3.2.2. Dimenzioniranje na poprečnu silu**

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

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

$$\text{Računska poprečna sila: } V_{Ed,max} = 82,02 \text{ kN}$$

$$b_w = 60,0 \text{ cm}, d = 35,0 \text{ cm}$$

$$\sum A_s = 20,1 \text{ cm}^2$$

$$\rho_l = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{20,1}{60 \cdot 35} = 0,0096$$

Poprečna sila koju presjek može preuzeti bez poprečne armature:

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

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{350}} = 1,76 < 2,0 \rightarrow k = 1,76$$

$$k_1 = 0,15$$

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

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

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 1,76 \cdot (100 \cdot 0,0096 \cdot 25,0)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0,0 \right] \cdot 600 \cdot 350 = 127510,6 \text{ N}$$

$$= 127,51 \text{ kN}$$

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

$$k_1 = 0,15$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,76^{\frac{3}{2}} \cdot 25,0^{\frac{1}{2}} = 0,407$$

$$V_{Rd,c} \geq 0,407 \cdot 600 \cdot 350$$

$$V_{Rd,c} \geq 85510,17 \text{ N} = 85,51 \text{ kN}$$

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

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

$$v = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{25}{250} \right] = 0,540$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot 0,540 \cdot 600 \cdot 350 \cdot 16,7 = 945000 \text{ N} = 945 \text{ kN} > V_{Ed,max}$$

$$V_{Ed,max} = 82,02 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed,max}}{V_{Rd,max}} = \frac{82,02}{945} \approx 0,087 \rightarrow V_{Ed} = 0,087 \cdot V_{Rd,max}$$

$$s_{max} = \min\{0,75 \cdot d ; 30,0 \text{ cm}\} = \min\{0,75 \cdot 35 = 26,25 \text{ cm} ; 30,0 \text{ cm}\} \rightarrow s_{max} = 26,25 \text{ cm}$$

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

Maksimalni razmak spona:

$$s \leq \frac{m \cdot A_{sw}}{\rho_{w,min} \cdot b_w} = \frac{2 \cdot A_{sw}}{0,0009 \cdot 60}$$

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 8/25 ( $A_s = 0,50 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

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

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 35 = 31,5 \text{ cm}$$

$$V_{Rd,s} = \frac{0,50}{25} \cdot 31,5 \cdot 43,5 \cdot 2 = 54,81 \text{ kN} < V_{Ed}$$

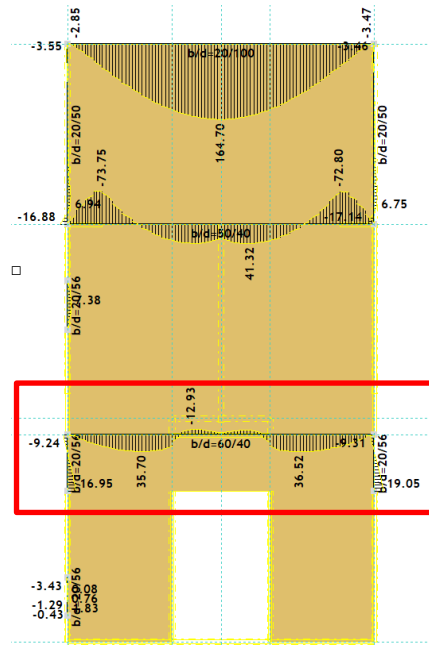
(nije dovoljna nosivost minimalne poprečne armature)

$$s_{pot} \leq \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z}{V_{sd}} = \frac{2 \cdot 0,50 \cdot 43,5 \cdot 31,5}{82,02} = 16,71 \text{ cm}$$

**ODABRANE SPONE:** Ø8/15 ( $A_s = 0,5 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

### 12.3.2.3. Kontrola pukotina

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



Slika 12.22. Moment savijanja  $M_y$ - GSU

Granična vrijednost širine pukotine  $\rightarrow w_g = 0,3 \text{ mm}$

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

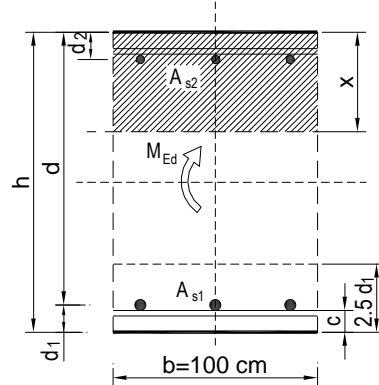
Proračunata računaska vrijednost širine pukotine ne smije biti veća od granične vrijednosti.

$$w_k \leq w_g$$

$M_{ed} = 36,52 \text{ kNm}$

Armatura grede u polju:  $5\phi 16$  ( $A_s = 10,05 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

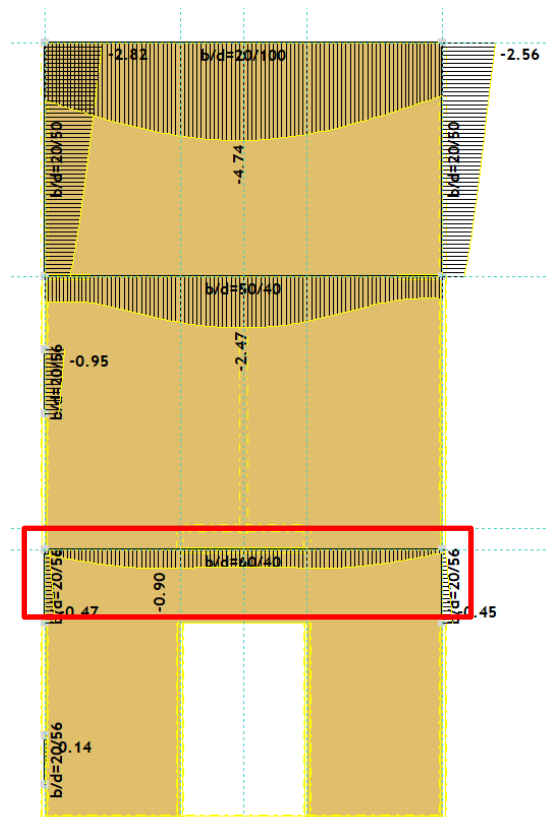
$b =$	60,0 cm	$d =$	35,0 cm	$h =$	40,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	10,05 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	5,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	36,5 kNm	$k_1 =$	0,40		
$\sigma_s =$	111,81 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	7,50 cm	$\rho_{p,eff} =$	0,0134		
$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) =$	0,000145 <	$0.6 \cdot \sigma_s/E_s =$	0,000335		
$\emptyset =$	8,0 mm	$c =$	4,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$S_{r,max} =$	237,49 mm				
$w_k = S_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) =$	0,080 mm	<	$w_g$		



$$w_k = 0,080 \text{ mm} < w_g = 0,3 \text{ mm} \rightarrow \textit{Pukotine zadovoljavaju !}$$

#### 12.3.2.4. Kontrola progiba

Mjerodavni progib u gredi za potrebu kontrole progiba dobiven je iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.



Slika 12.23. Prikaz progiba grede G102- GSU

$$\delta_k = 0,009 \text{ cm}$$

$$\text{Granična vrijednost progiba ploče u polju: } \delta_{\text{lim}} = \frac{820}{250} = 3,28 \text{ cm}$$

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

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

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

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

$$\phi(\infty) = 1,5$$

$$\delta_d = 1,5 \cdot 0,009 = 0,014 \text{ cm}$$

$$\delta_{\text{uk}} = \delta_k + \delta_d = 0,009 + 0,014 = 0,023 \text{ cm} < 3,28 \text{ cm} \rightarrow \textbf{Progib zadovoljava!}$$

### 12.3.3. Pozicija G103

#### 12.3.3.1. Dimenzioniranje na moment savijanja

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

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

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

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

$$h_{\text{pl}} = 18 \text{ cm}$$

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

$$b_{\text{eff}} = b_w + \frac{l_0}{5} = 20 + \frac{150}{5} = 50 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} M_{\text{Rd,c,lim}} &= \mu_{\text{Rd,lim}} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{\text{cd}} = 0,159 \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{\text{cd}} = 0,159 \cdot 20 \cdot 51^2 \cdot 1,67 \\ &= 138,13 \text{ kNm/cm}^2 \end{aligned}$$

$$M_{\text{Rd,s,lim}} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{\text{yd}} = A_s \cdot 0,892 \cdot 51 \cdot 43,5$$

$$A_{\text{s1,min}} = 0,1\% \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 20 \cdot 56 = 1,12 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{s1,max}} = 2,0\% \cdot b \cdot h = 0,02 \cdot 20 \cdot 56 = 22,4 \text{ cm}^2$$

Tablica 12.8. Ultimativni momenti nosivosti za odabranu armaturu za gredu G103

Šipke	Površina	Moment	Moment nosivosti	Postotak armature
	$A_{s1}$	nosivosti betona	armature $M_{Rd,s,lim}$	
	( $cm^2/m'$ )	$M_{Rd,c,lim}$ (kNm)	(kNm)	%
<b>2Ø10</b>	1,57	138,13	31,07	0,14
<b>2Ø12</b>	2,26	138,13	44,72	0,20
<b>2Ø14</b>	3,08	138,13	60,95	0,28
<b>2Ø16</b>	4,02	138,13	79,55	0,36
<b>3Ø16</b>	6,03	138,13	119,33	0,54
<b>5Ø16</b>	10,05	138,13	198,88	0,90

**Donja zona - proračun u polju:**

$$M_{Ed} = 26,28 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{26,28 \cdot 100}{50 \cdot 51^2 \cdot 1,67} = 0,012$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{26,28 \cdot 100}{0,981 \cdot 51 \cdot 43,5} = 1,21 \text{ cm}^2/m'$$

ODABRANA ARMATURA: 2Ø14 ( $A_s = 3,08 \text{ cm}^2/m'$ )

**Gornja zona – proračun iznad ležaja:**

$$M_{Ed} = 12,84 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{12,84 \cdot 100}{20 \cdot 51^2 \cdot 1,67} = 0,015$$

Očitano:  $\varepsilon_{s1} = 10\text{‰}$ ;  $\varepsilon_{c2} = 0,7\text{‰}$ ;  $\zeta = 0,977$ ;  $\xi = 0,065$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{12,84 \cdot 100}{0,977 \cdot 51 \cdot 43,5} = 0,59 \text{ cm}^2/m'$$

ODABRANA ARMATURA: 2Ø14 ( $A_s = 3,08 \text{ cm}^2/m'$ )

**12.3.3.2. Dimenzioniranje na poprečnu silu**

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

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

$$\text{Računska poprečna sila: } V_{Ed,max} = 23,89 \text{ kN}$$

$$b_w = 20,0 \text{ cm}, d = 51,0 \text{ cm}$$

$$\sum A_s = 6,16 \text{ cm}^2$$



$$\rho_1 = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{6,16}{20 \cdot 51} = 0,006$$

Poprečna sila koju presjek može preuzeti bez poprečne armature:

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

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{510}} = 1,63 < 2,0 \rightarrow k = 1,63$$

$$k_1 = 0,15$$

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

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

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 1,76 \cdot (100 \cdot 0,006 \cdot 25,0)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0,0 \right] \cdot 200 \cdot 510 = 49196,63 \text{ N}$$

$$= 49,20 \text{ kN}$$

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

$$k_1 = 0,15$$

$$v_{\min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,63^{\frac{3}{2}} \cdot 25,0^{\frac{1}{2}} = 0,363$$

$$V_{Rd,c} \geq 0,363 \cdot 200 \cdot 510$$

$$V_{Rd,c} \geq 37017,65 \text{ N} = 37,02 \text{ kN}$$

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

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

$$v = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{25}{250} \right] = 0,540$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot 0,540 \cdot 200 \cdot 510 \cdot 16,7 = 459000 \text{ N} = 459 \text{ kN} > V_{Ed,max}$$

$$V_{Ed,max} = 29,89 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed,max}}{V_{Rd,max}} = \frac{23,89}{459} \approx 0,052 \rightarrow V_{Ed} = 0,052 \cdot V_{Rd,max}$$

$$s_{\max} = \min\{0,75 \cdot d ; 30,0 \text{ cm}\} = \min\{0,75 \cdot 51 = 38,25 \text{ cm} ; 30,0 \text{ cm}\} \rightarrow s_{\max}$$

$$= 30 \text{ cm}$$

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

Maksimalni razmak spona:

$$s \leq \frac{m \cdot A_{sw}}{\rho_{w,min} \cdot b_w} = \frac{2 \cdot A_{sw}}{0,0009 \cdot 60}$$

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:** Ø 10/20 ( $A_s = 0,79 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

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

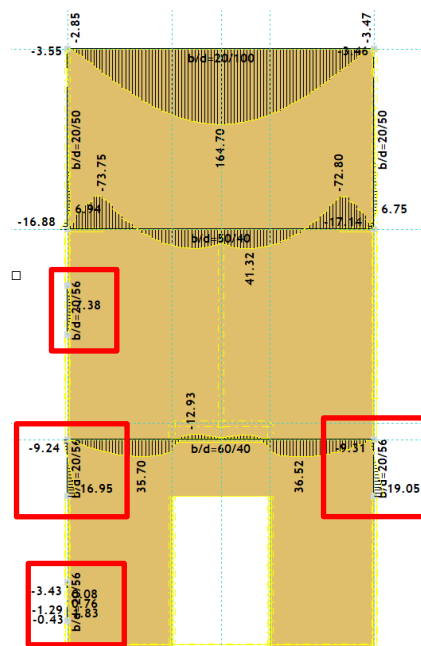
$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 51 = 45,9 \text{ cm}$$

$$V_{Rd,s} = \frac{0,79}{25} \cdot 45,9 \cdot 43,5 \cdot 2 = 105,16 \text{ kN} > V_{Ed}$$

**ODABRANE SPONE:**  $\phi 10/20$  ( $A_s = 0,79 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

### 12.3.3.3. Kontrola pukotina

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



Slika 12.24. Moment savijanja  $M_y$ - GSU

Granična vrijednost širine pukotine  $\rightarrow w_g = 0,3 \text{ mm}$

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

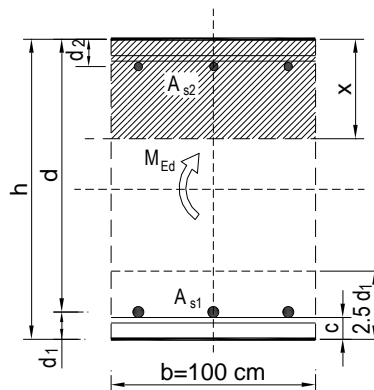
Proračunata računaska vrijednost širine pukotina ne smije biti veća od granične vrijednosti.

$$w_k \leq w_g$$

$$M_{ed} = 19,05 \text{ kNm}$$

Armatura grede u polju:  $2\phi 14$  ( $A_s = 3,08 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

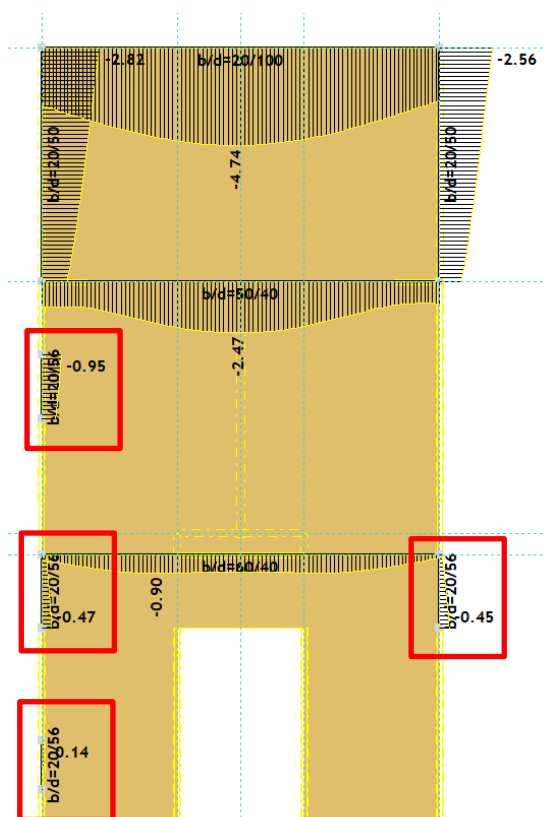
$b =$	20,0 cm	$d =$	51,0 cm	$h =$	56,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,05 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	5,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	19,1 kNm	$k_1 =$	0,40		
$\sigma_s =$	129,99 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	8,85 cm	$\rho_{p,eff} =$	0,0122		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,000198 <	$0.6 \cdot \sigma_s/E_s =$	0,000390		
$\varnothing =$	8,0 mm	$c =$	4,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	247,48 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,097 mm	<	$w_g$		



$$w_k = 0,097 \text{ mm} < w_g = 0,3 \text{ mm} \rightarrow \text{Pukotine zadovoljavaju !}$$

#### 12.3.3.4. Kontrola progiba

Mjerodavni progib u gredi za potrebu kontrole progiba dobiven je iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.



Slika 12.25. Prikaz progiba grede G103- GSU

$$\delta_k = 0,095 \text{ cm}$$

$$\text{Granična vrijednost progiba ploče u polju: } \delta_{\text{lim}} = \frac{150}{250} = 0,6 \text{ cm}$$

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

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

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

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

$$\phi(\infty) = 1,5$$

$$\delta_d = 1,5 \cdot 0,095 = 0,143 \text{ cm}$$

$$\delta_{\text{uk}} = \delta_k + \delta_d = 0,095 + 0,143 = 0,238 \text{ cm} < 0,6 \text{ cm} \rightarrow \text{Progib zadovoljava!}$$

### 12.3.4. Pozicija G104

#### 12.3.4.1. Dimenzioniranje na moment savijanja

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

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

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

$$h = 100 \text{ cm}$$

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

$$d_1 = 5 \text{ cm}, d = h - d_1 = 95 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff}} = b_w + \frac{l_0}{5} = 20 + \frac{820}{5} = 184 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} M_{\text{Rd,c,lim}} &= \mu_{\text{Rd,lim}} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{\text{cd}} = 0,159 \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{\text{cd}} = 0,159 \cdot 20 \cdot 95^2 \cdot 1,67 \\ &= 479,28 \text{ kNm/cm}^2 \end{aligned}$$

$$M_{\text{Rd,s,lim}} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{\text{yd}} = A_s \cdot 0,892 \cdot 95 \cdot 43,5$$

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

$$A_{s1,\text{max}} = 2,0\% \cdot b \cdot h = 0,02 \cdot 20 \cdot 100 = 40 \text{ cm}^2$$

Tablica 12.9. Ultimativni momenti nosivosti za odabranu armaturu za gredu G104

Šipke	Površina $A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> /m')	Moment	Moment nosivosti	Postotak armature %
		nosivosti betona $M_{Rd,c,lim}$ (kNm)	armature $M_{Rd,s,lim}$ (kNm)	
2Ø10	1,57	479,28	57,87	0,08
2Ø12	2,26	479,28	83,31	0,11
2Ø14	3,08	479,28	113,53	0,15
2Ø16	4,02	479,28	148,18	0,20
3Ø16	6,03	479,28	222,28	0,30
5Ø16	10,05	479,28	370,46	0,50

**Donja zona - proračun u polju:**

$$M_{Ed} = 229,16 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{229,16 \cdot 100}{184 \cdot 95^2 \cdot 1,67} = 0,008$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{229,16 \cdot 100}{0,984 \cdot 95 \cdot 43,5} = 5,64 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

ODABRANA ARMATURA: 2Ø16 + 3Ø16 ( $A_s = 10,05 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

**Gornja zona – proračun iznad ležaja:**

Gornju zonu također armirati sa 2Ø16 + 3Ø16 ( $A_s = 10,05 \text{ cm}^2/\text{m}'$ ).

**12.3.4.2. Dimenzioniranje na poprečnu silu**

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

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

$$\text{Računska poprečna sila: } V_{Ed,max} = 70,93 \text{ kN}$$

$$b_w = 20,0 \text{ cm}, d = 95,0 \text{ cm}$$

$$\sum A_s = 20,1 \text{ cm}^2$$

$$\rho_l = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{20,1}{20 \cdot 95} = 0,011$$

Poprečna sila koju presjek može preuzeti bez poprečne armature:

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

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{950}} = 1,46 < 2,0 \rightarrow k = 1,46$$

$$k_1 = 0,15$$

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

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

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 1,46 \cdot (100 \cdot 0,011 \cdot 25,0)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0,0 \right] \cdot 200 \cdot 950 = 99098,59 \text{ N} \\ = 99,10 \text{ kN}$$

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

$$k_1 = 0,15$$

$$v_{\min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,46^{\frac{3}{2}} \cdot 25,0^{\frac{1}{2}} = 0,308$$

$$V_{Rd,c} \geq 0,308 \cdot 200 \cdot 950$$

$$V_{Rd,c} \geq 58586,74 \text{ N} = 58,59 \text{ kN}$$

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

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

$$v = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{25}{250} \right] = 0,540$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot 0,540 \cdot 200 \cdot 950 \cdot 16,7 = 855000 \text{ N} = 855 \text{ kN} > V_{Ed,max}$$

$$V_{Ed,max} = 70,93 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed,max}}{V_{Rd,max}} = \frac{70,93}{855} \approx 0,083 \rightarrow V_{Ed} = 0,083 \cdot V_{Rd,max}$$

$$s_{\max} = \min\{0,75 \cdot d ; 30,0 \text{ cm}\} = \min\{0,75 \cdot 95 = 71,25 \text{ cm} ; 30,0 \text{ cm}\} \rightarrow s_{\max} \\ = 30 \text{ cm}$$

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

Maksimalni razmak spona:

$$s \leq \frac{m \cdot A_{sw}}{\rho_{w,\min} \cdot b_w} = \frac{2 \cdot A_{sw}}{0,0009 \cdot 60}$$

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 8/30 ( $A_s = 0,50 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

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

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 95 = 85,5 \text{ cm}$$

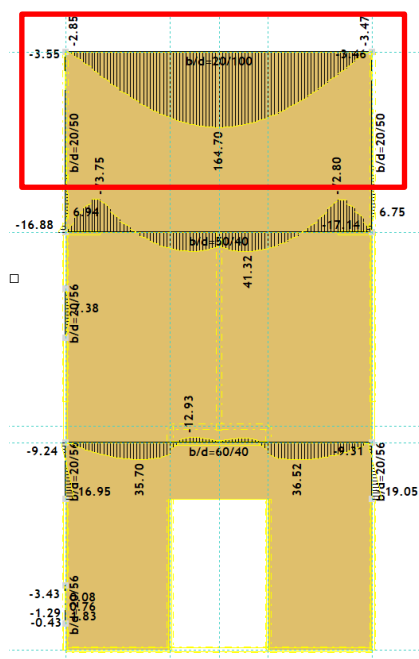
$$V_{Rd,s} = \frac{0,50}{30} \cdot 85,5 \cdot 43,5 \cdot 2 = 123,98 \text{ kN} > V_{Ed}$$

(dovoljna nosivost minimalne poprečne armature)

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

### 12.3.4.3. Kontrola pukotina

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



Slika 12.26. Moment savijanja  $M_y$ - GSU

Granična vrijednost širine pukotine  $\rightarrow w_g = 0,3 \text{ mm}$

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

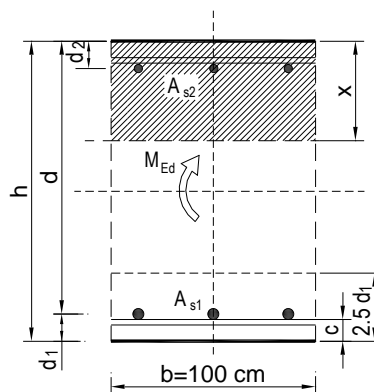
Proračunata računaska vrijednost širine pukotine ne smije biti veća od granične vrijednosti.

$$w_k \leq w_g$$

$$M_{ed} = 164,70 \text{ kNm}$$

Armatura grede u polju:  $5\phi 16$  ( $A_s = 10,05 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

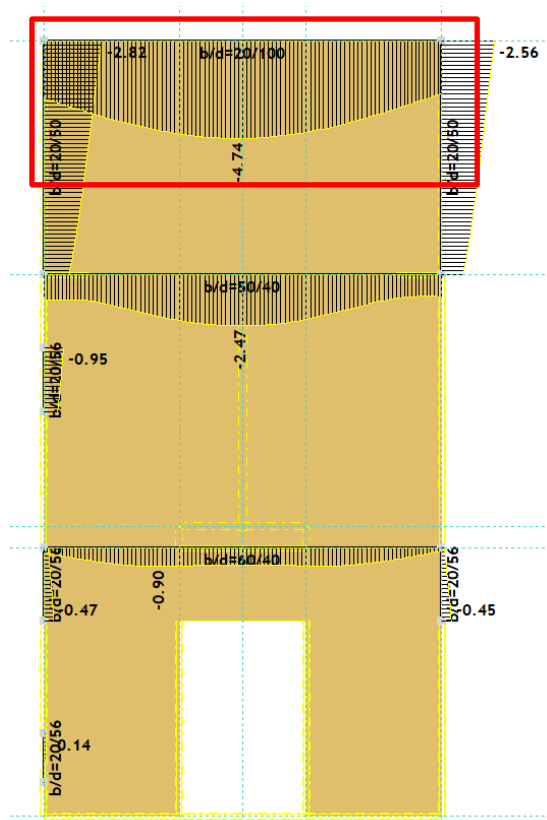
$b =$	20,0 cm	$d =$	95,0 cm	$h =$	100,0 cm
$f_{ck} =$	25,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,56 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	10,05 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	5,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	164,7 kNm	$k_1 =$	0,40		
$\sigma_s =$	186,41 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	21,26 cm	$\rho_{p,eff} =$	0,0402		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,000773	$>$	$0,6 \cdot \sigma_s / E_s =$	0,000559	
$\varnothing =$	8,0 mm	$c =$	4,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$S_{r,max} =$	169,83 mm				
$W_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,131 mm	$<$	$w_g$		



$w_k = 0,131 \text{ mm} < w_g = 0,3 \text{ mm} \rightarrow$  **Pukotine zadovoljavaju!**

#### 12.3.4.4. Kontrola progiba

Mjerodavni progib u gredi za potrebu kontrole progiba dobiven je iz kombinacija za granično stanje uporabljivosti.



Slika 12.27. Prikaz progiba grede G103- GSU



$$\delta_k = 0,474 \text{ cm}$$

$$\text{Granična vrijednost progiba ploče u polju: } \delta_{\text{lim}} = \frac{820}{250} = 3,28 \text{ cm}$$

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

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

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

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

$$\phi(\infty) = 1,5$$

$$\delta_d = 1,5 \cdot 0,474 = 0,711 \text{ cm}$$

$$\delta_{\text{uk}} = \delta_k + \delta_d = 0,474 + 0,711 = 1,185 \text{ cm} < 3,28 \text{ cm} \rightarrow \textbf{Progib zadovoljava!}$$

## 13. DIMENZIONIRANJE VERTIKALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE

### 13.1. Proračun karakterističnih zidova i visokostijenih nosača

Zidovi objekta predviđeni su kao armirano-betonski elementi debljine  $d=20$  cm. Izvode se monolitno na licu mjesta u dvostranoj oplati. Predviđen je beton C 25/30 te armatura B500B. Zaštitni sloj betona iznosi minimalno 2,5 cm.

Prikazani su rezultati za uobičajenu i seizmičku kombinaciju karakterističnih zidova u dva okomita smjera, a proračun je proveden za onu kombinaciju koja je dala maksimalne rezne sile (M, V i N).

#### 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:

$$h_{cr} \leq 2h_s = 7,6 \text{ m}$$

Za svaki zid vrijedi:

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

$-V'_{Ed}$  → korigirana poprečna sila

$-V'_{Ed,i}$  → računaska poprečna sila (iz proračuna)

$-\varepsilon$  → korekcijski koeficijent  $\varepsilon \leq q$ , radi jednostavnosti usvaja se  $\varepsilon = q = 3,0$

Minimalna armatura u zidovima:

$$A_{s,min} = 0,2\% \cdot 20,0 \cdot 100 = 5,00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

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:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd3} = [\rho_h \cdot f_{ywd} \cdot (\alpha_s - 0,3) + \rho_v \cdot f_{ywd} \cdot (1,3 - \alpha_s)] \cdot b_w \cdot z$$

$$\rho_h = \rho_v = \frac{A_s}{A_c}$$

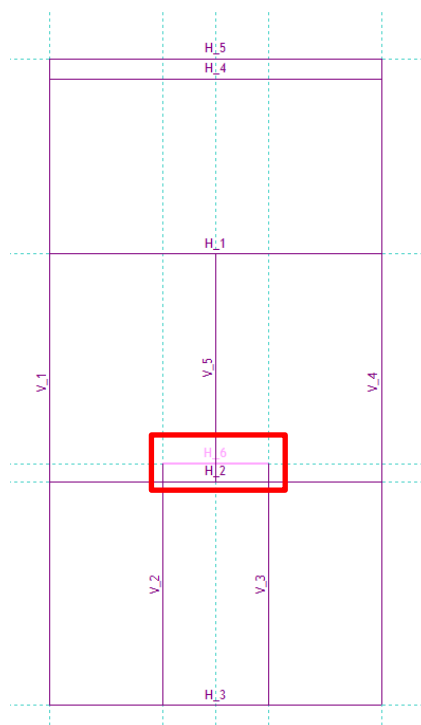
$$f_{ywd} = \frac{500,0}{1,15} = 434,8 \text{ MPa}$$

$$b_w = 25 \text{ cm}$$

$$z \approx 0,9 \cdot d$$

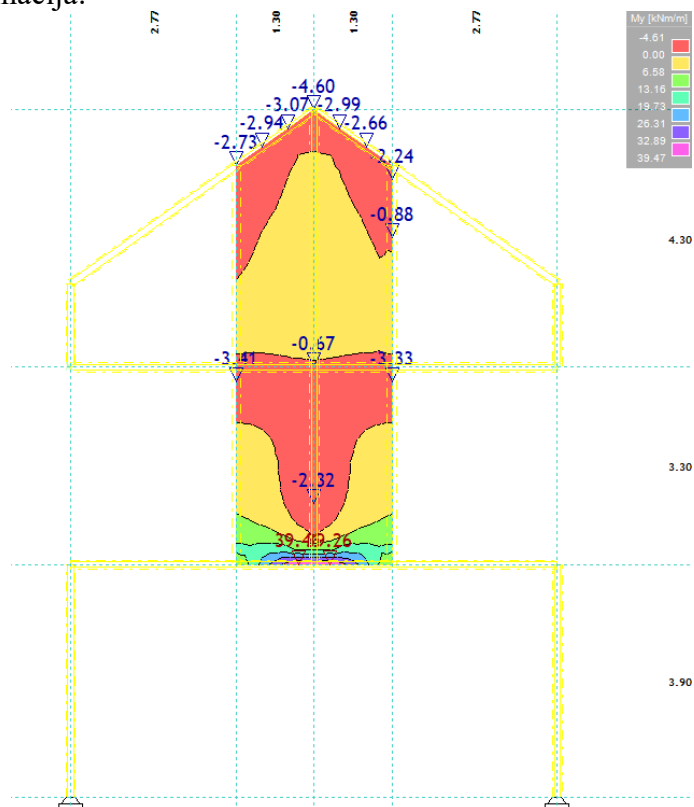
*Napomena: Skica i način armiranja zidova prikazani su u grafičkim priložima.*

### 13.1.1. Proračun zida - x smjer

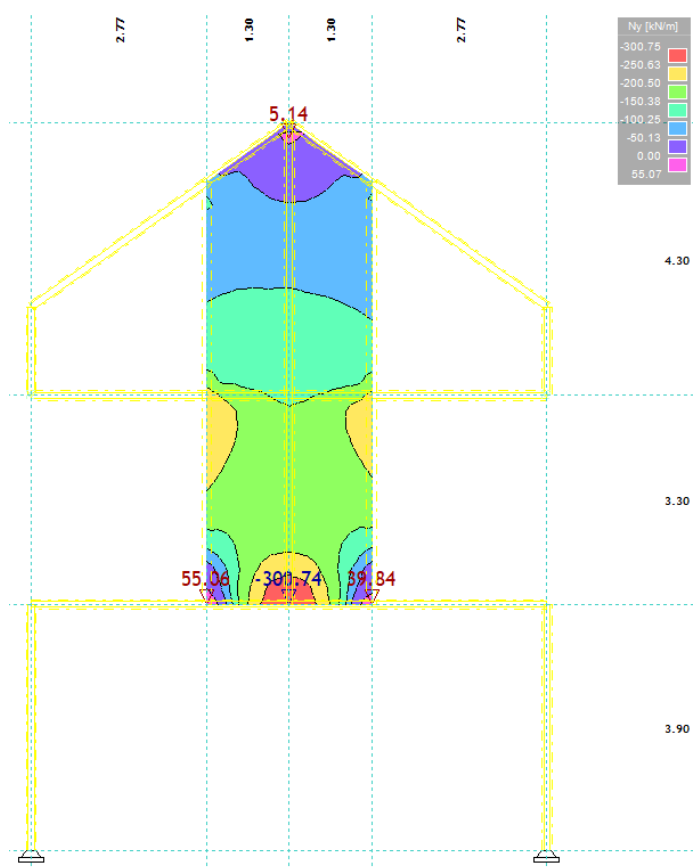


Slika 13.1. Prikaz pozicije karakterističnog zida u x smjeru

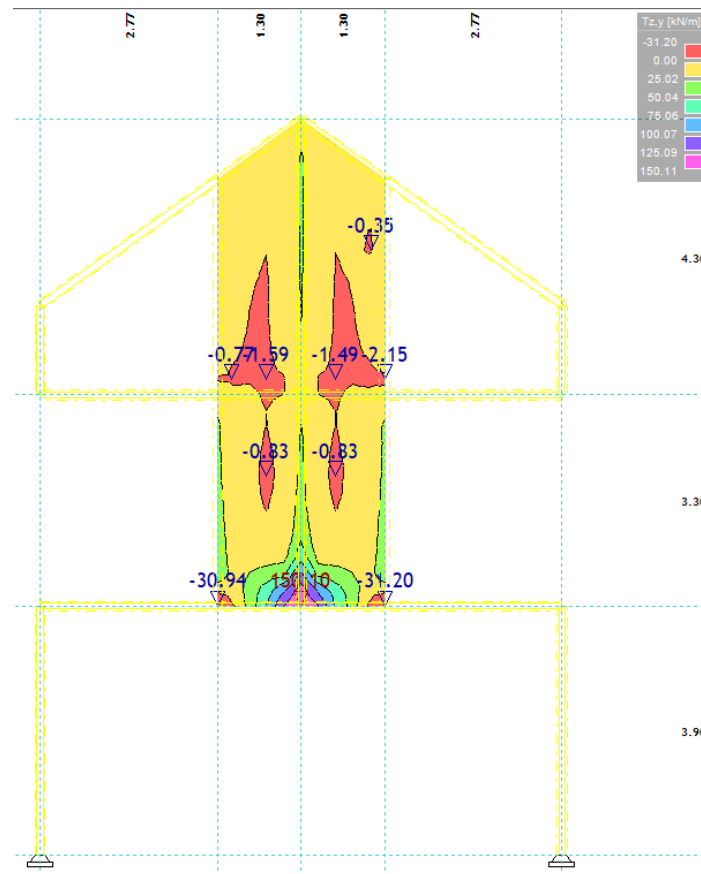
Uobičajena kombinacija:



Slika 13.2.  $M_{max}$  – GSN

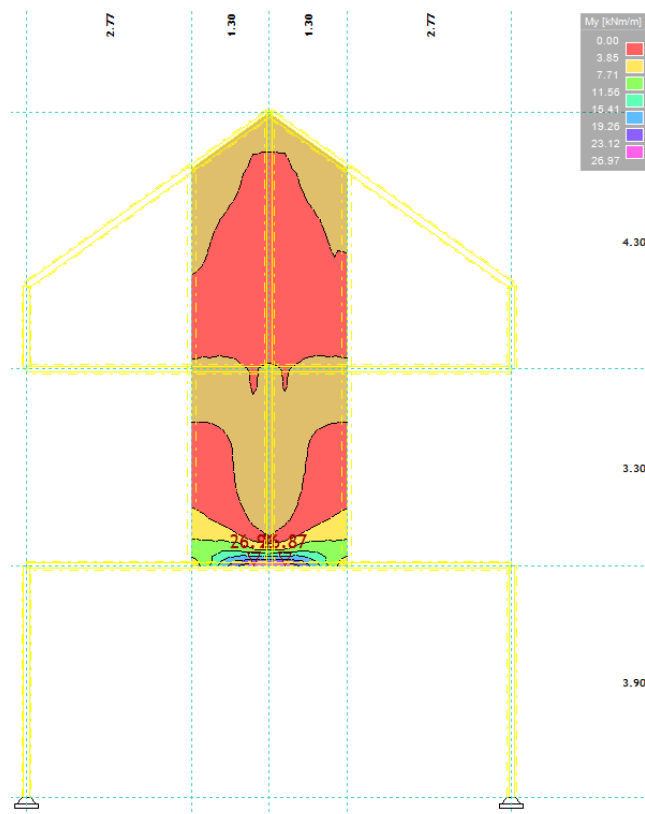


Slika 13.3.  $N_{max}$  - GSN

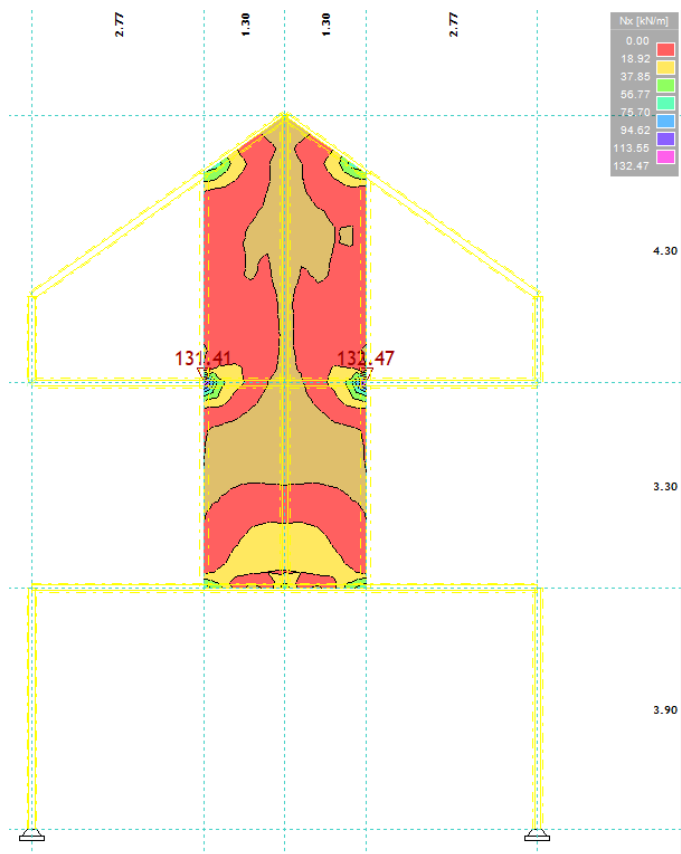


Slika 13.4.  $V_{max}$  - GSN

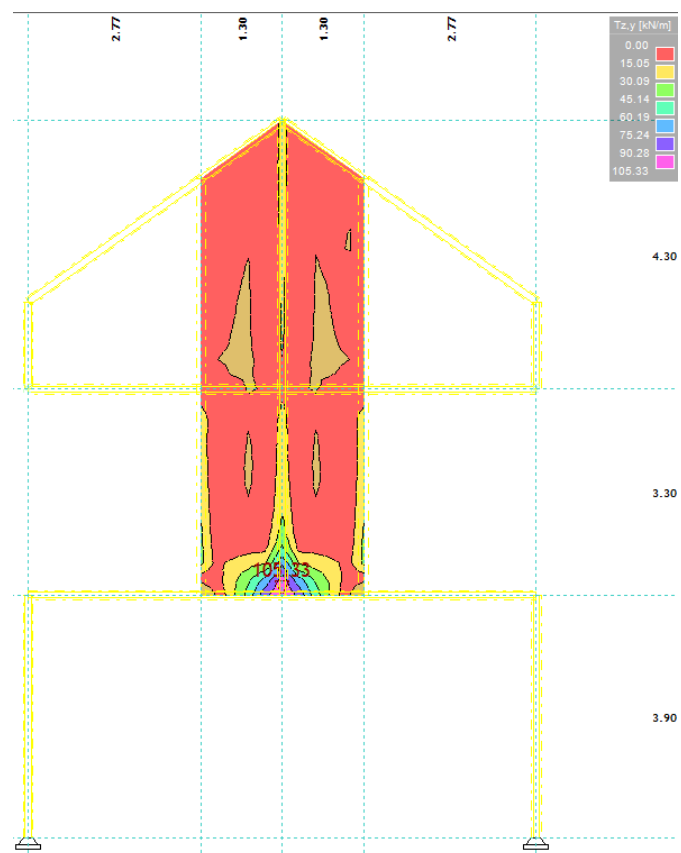
Izvanredna kombinacija:



Slika 13.5.  $M_{max}$  - GSN,  $S_x$



Slika 13.6.  $N_{max}$  – GSN, Sx



Slika 13.7.  $V_{max}$  – GSN, Sx

**Proračun seizmičkog zida**

Geometrijske karakteristike zida:

 $h_s$  - visina etaže →  $h_s=330/430$  cm $b_w$  - debljina zida →  $b_w=20$  cm $l_w$  - duljina zida →  $l_w=280$  cm $h_w$  - visina zida →  $h_w=330/430$  cm $n$  - broj etaža →  $n=3$  $d_1=3$  cm $d=1$  cmDUKTILNOST: DCM- srednja duktilnost (vitki zidovi ( $h_s/l_w$ )>2)FAKTOR PONAŠANJA  $q=3,0$ Dužina rubnog serklaža:  $l_{c0} = \min \{0,15l_w; 1,50b_w\}$   $l_{c0} = 30,00$  cmUvjet za debljinu zida:  $b_{w0} \geq \min \{0,15 l_w; h_s/20\}$   $b_{w0} \geq 21,50$  cmVitkost zida:  $h_w/l_w=1,53 < 2$  zid nije vitakVisina kritične zone:  $h_{cr} = \max \{l_w; h_w/6\}$   $h_{cr} = 280$  cm**GRADIVO:**

Beton:	Armatura:	Koeficijenti sigurnosti materijala:
<b>Klasa: C30/37</b>	Tip: B 500B	$g_c = 1,50$
<b><math>f_{ck} = 30</math> MPa</b>	<b><math>f_{yk} = 500</math> MPa</b>	$g_s = 1,15$
<b><math>f_{cd} = 16,67</math> MPa</b>	<b><math>f_{yd} = 434,78</math> MPa</b>	
<b><math>t_{Rd} = 0,34</math> MPa</b>		

**Proračun nosivosti na uzdužnu silu i moment**

$$M_{Ed} = 39,47 \text{ kNm/m}$$

$$N_{Ed} = 132,47 \text{ kN/m}$$

$$V_{Ed} = 105,33 \text{ kN/m}$$

$$b = 20 \text{ cm} ; d = 274 \text{ cm}$$

Širina rubnog serklaža:

$$b_{w0} = \min \{0,15l_w; 1,50b_w\} = \min \{42; 30\} = 30,0 \text{ cm}$$

$$M_{Ed} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right) = 39,47 + 132,47 \cdot \left(2,74 - \frac{2,8}{2}\right) = 216,98 \text{ kNm}$$

Moment nosivosti jednostruko armiranog presjeka:

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

$$M_{Rd,lim} = 0,159 \cdot 20 \cdot 274^2 \cdot 1,67 = 3986,99 \text{ kNm/m} > M_{Ed}$$

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{216,98 \cdot 100}{20 \cdot 274^2 \cdot 1,67} = 0,009$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} - \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{216,98 \cdot 100}{0,981 \cdot 274 \cdot 43,48} - \frac{132,47}{43,48} = -1,19 \text{ cm}^2$$

Potrebna minimalna površina uzdužne vlačne armature u rubovima zida:

$$A_{s1,min} = 0,15\% \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 20 \cdot 280 = 8,40 \text{ cm}^2$$

ODABRANA ARMATURA: 8Ø14 ( $A_s = 12,32 \text{ cm}^2$ )

### 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  $\varepsilon = q = 3,0$

$$V'_{Ed} = 3,0 \cdot 105,33 = 315,99 \text{ kN}$$

C 25/30  $f_{ck}=25 \text{ MPa}$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$$

### Lom tlačne dijagonale u zidu

$$V_{Ed} \leq V_{Rd2}$$

$$V_{Rd2} = \begin{cases} 0,4 \cdot \left( 0,7 - \frac{f_{ck}}{200} \right) \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \rightarrow \text{u kritičnoj zoni} \\ 0,5 \cdot \left( 0,7 - \frac{f_{ck}}{200} \right) \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \rightarrow \text{van kritične zone} \end{cases}$$

$$V_{Rd2} = \begin{cases} 0,4 \cdot \left( 0,7 - \frac{2,5}{200} \right) \cdot 1,67 \cdot 20 \cdot 0,9 \cdot 274 = 2265,02 \text{ kN} \\ 0,5 \cdot \left( 0,7 - \frac{2,5}{200} \right) \cdot 1,67 \cdot 20 \cdot 0,9 \cdot 274 = 2831,28 \text{ kN} \end{cases}$$



$$V_{Ed} = 105,33 \text{ kN} \leq V_{Rd2} (2265,02 ; 2831,28) \text{ kN}$$

Zid zadovoljava na slom tlačne dijagonale.

#### Lom vlačne dijagonale u zidu

$$V_{Ed} \leq V_{Rd3}$$

Ovisno o koeficijentu smicanja.

Postupak ovisi o koeficijentu  $\alpha_s$ :

$$\alpha_s = \frac{M_{Ed}}{V_{Ed} \cdot l_w} = \frac{39,47}{105,33 \cdot 2,80} = 0,13$$

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:

$V_{cd} = 0$  u kritičnom području

$V_{cd}$  prema izrazu za poprečnu silu van kritičnog područja

Ako je  $N_{Ed}$  tlačna:

$V_{cd} = \tau_{Rd} \cdot (1,2 + 40\rho_v) \cdot b_w \cdot z$  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 ( $A_s = 5,66 \text{ cm}^2$ )

Koeficijent armiranja vertikalnom i horizontalnom armaturom:

$$\rho_v = \rho_h = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{5,66}{20 \cdot 100} = 0,0028$$

$$V_{wd} = \rho_v \cdot f_{yw,d} \cdot b \cdot 0,9 \cdot d$$

$$V_{wd} = 0,0028 \cdot 43,48 \cdot 20 \cdot 0,9 \cdot 274 = 600,44 \text{ kN}$$

Nosivost betona i odabrane uzdužne armature:

$V_{cd} = 0$  u kritičnom području

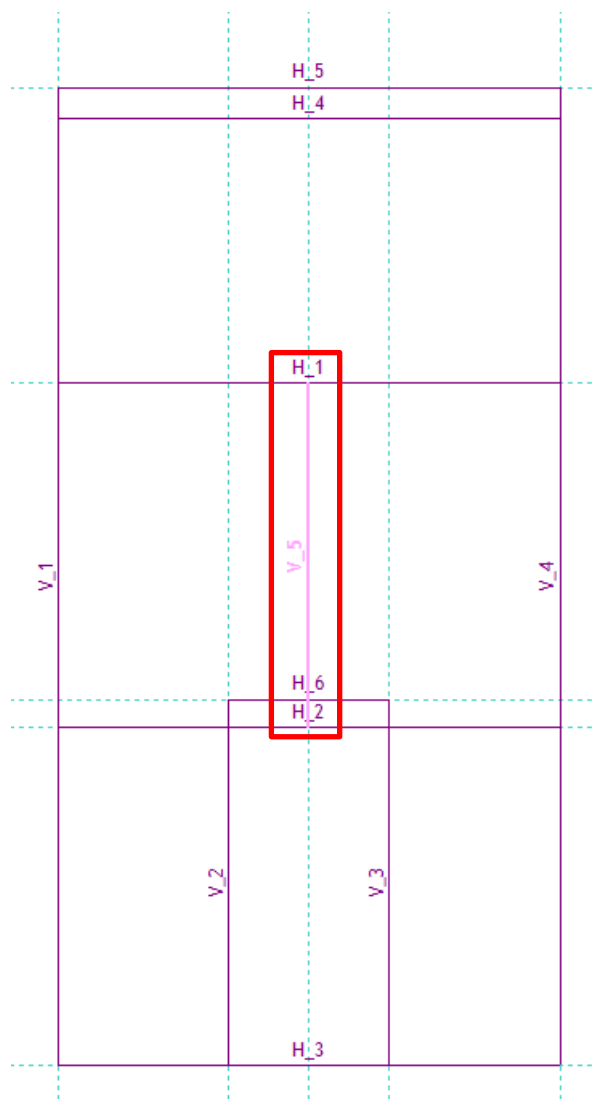
Ukupna nosivost vlačnih dijagonala hrpta:

$$V_{Rd3} = V_{cd} + V_{wd} = 0 + 600,44 = 600,44 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 105,33 \text{ kN} < V_{Rd3} = 600,44 \text{ kN}$$

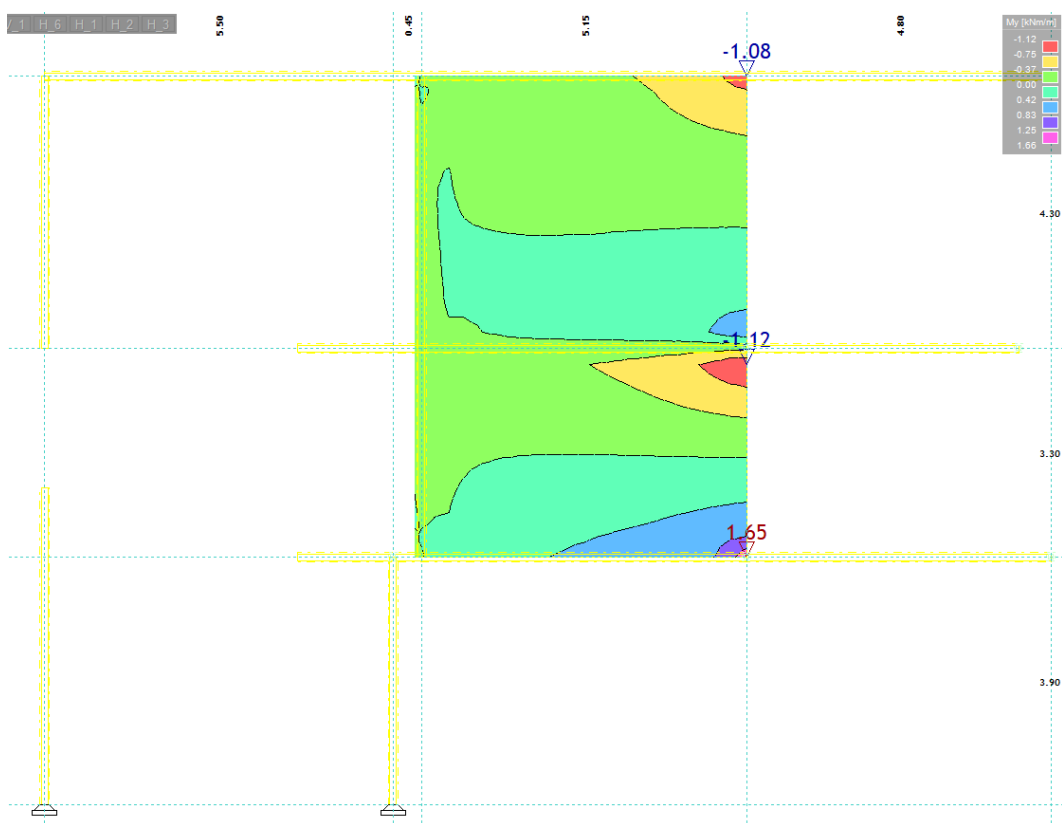
-Zid zadovoljava na slom vlačne dijagonale.

### 13.1.2. Proračun zida – y smjer

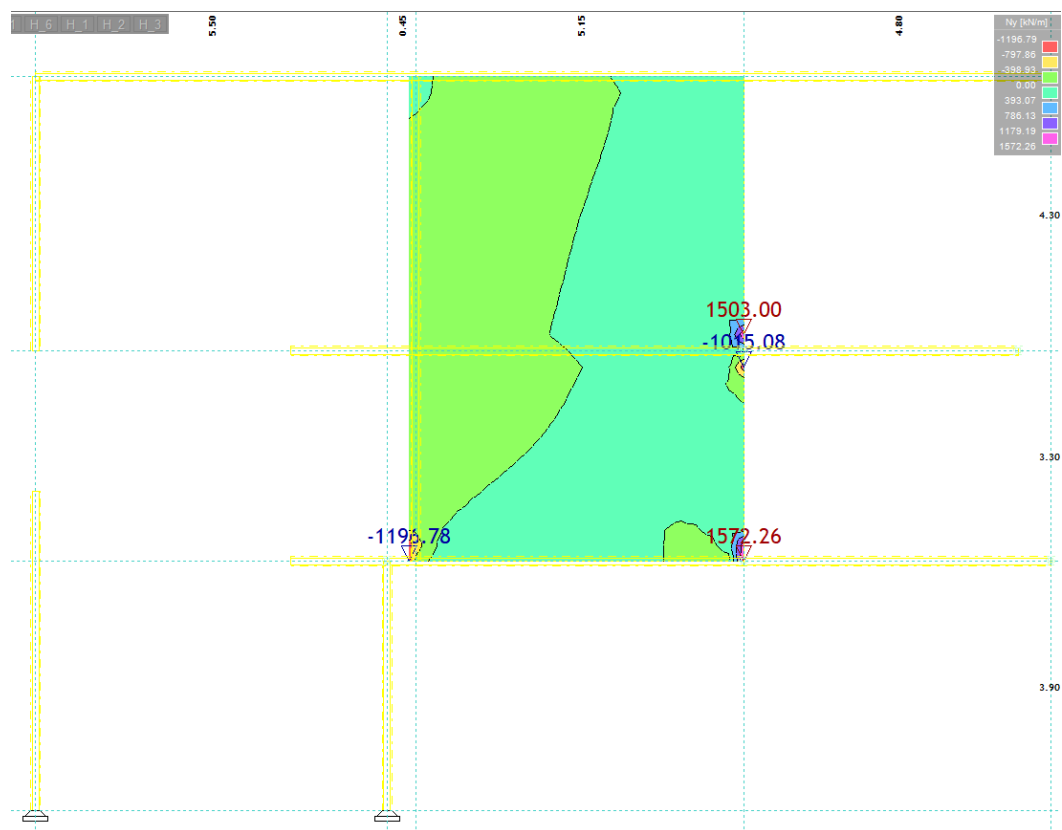


Slika 13.8. Prikaz pozicije karakterističnog zida u y smjeru

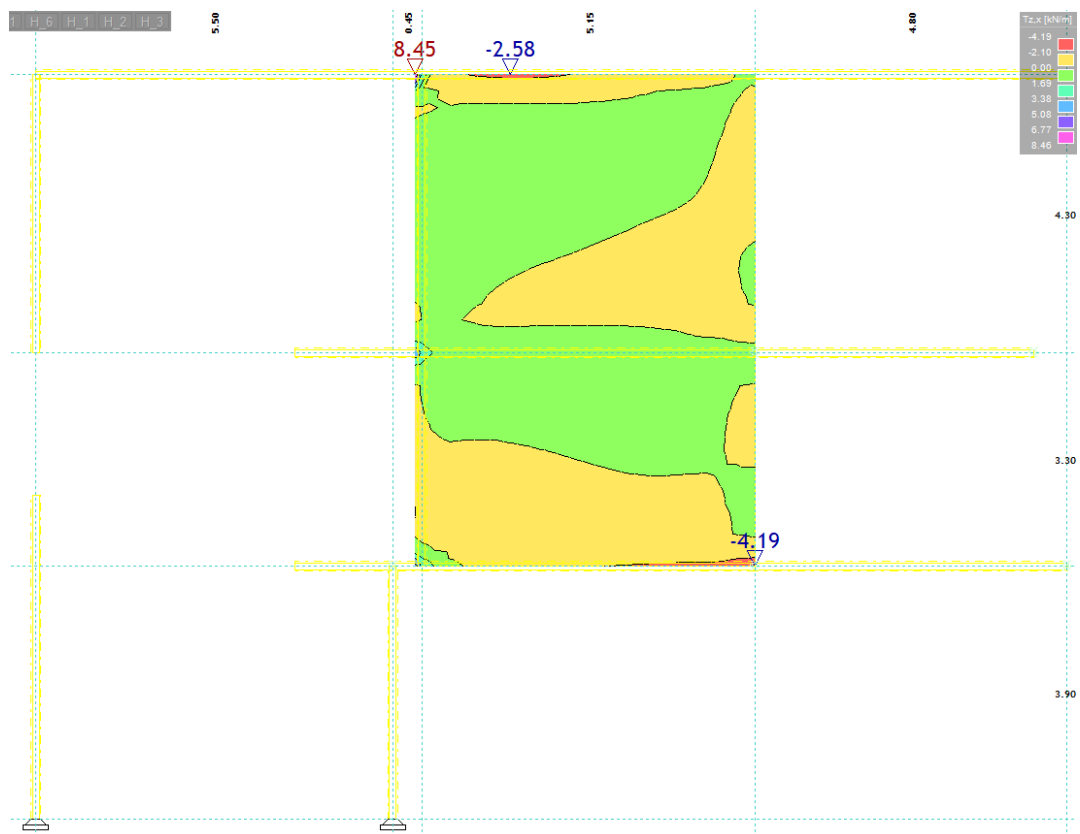
Uobičajena kombinacija:



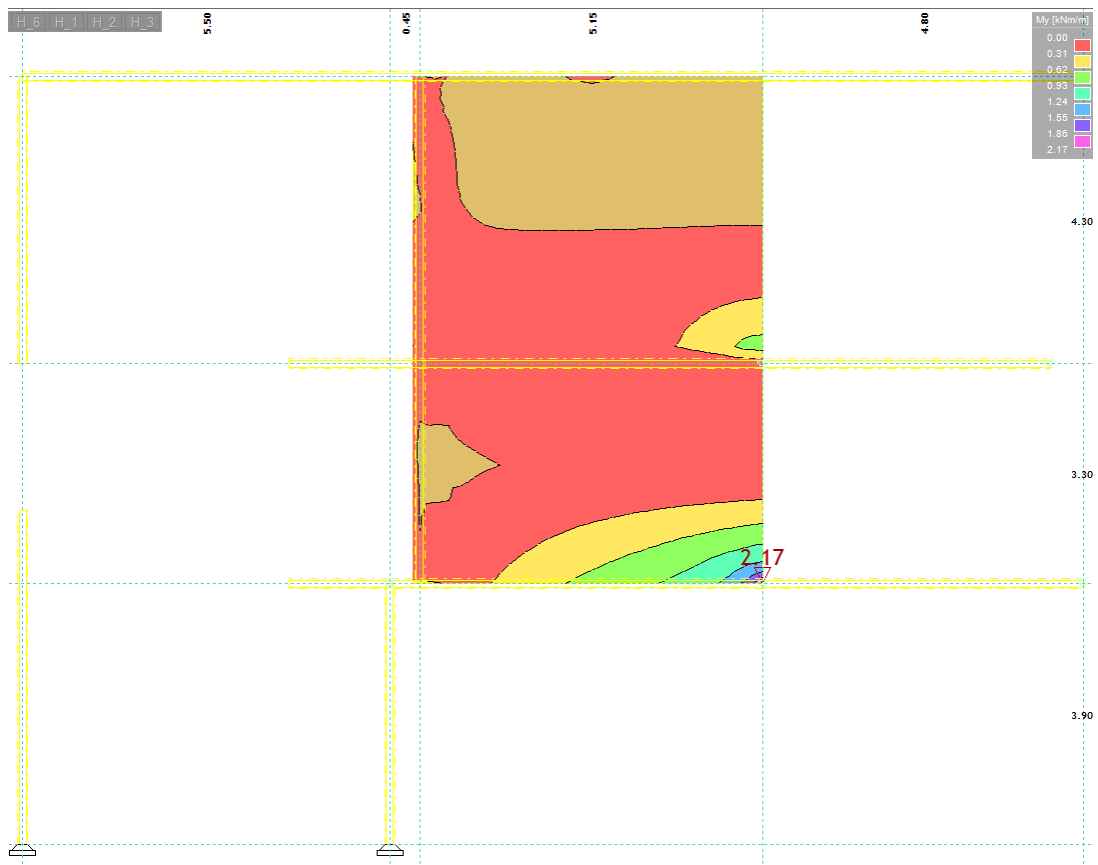
Slika 13.9.  $M_{max}$  – GSN

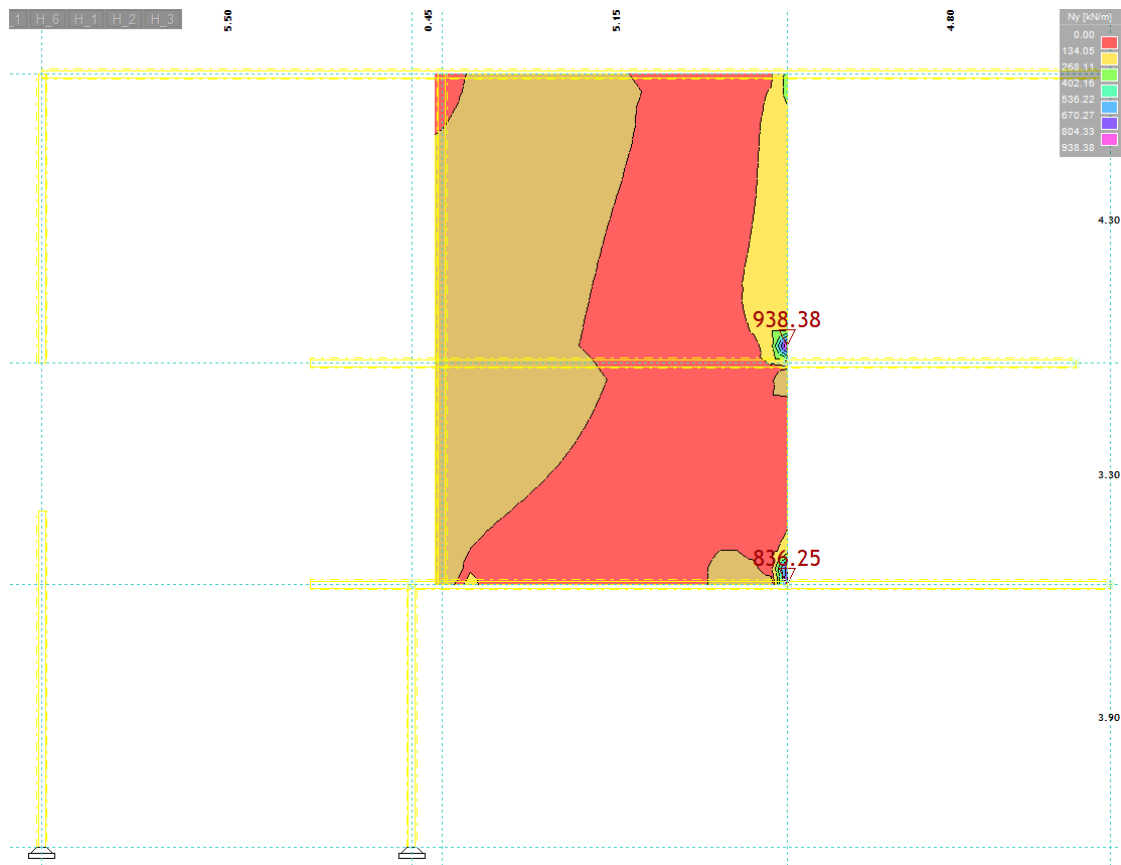


Slika 13.10.  $N_{max}$  – GSN

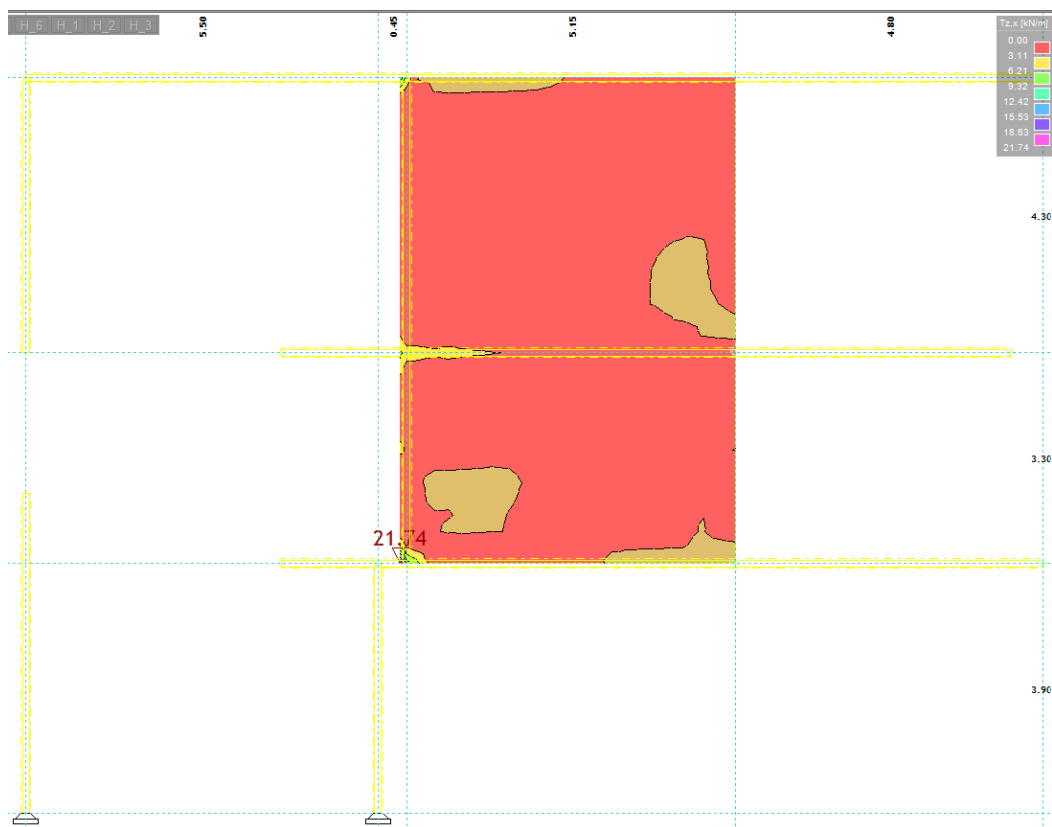
Slika 13.11.  $V_{max}$  – GSN

Izvanredna kombinacija:

Slika 13.12.  $M_{max}$  – GSN,  $S_y$



Slika 13.13.  $N_{max} - GSN, S_y$



Slika 13.14.  $V_{max} - GSN, S_y$

**Proračun seizmičkog zida**

Geometrijske karakteristike zida:

 $h_s$  - visina etaže →  $h_s=330/430$  cm $b_w$  - debljina zida →  $b_w=20$  cm $l_w$  - duljina zida →  $l_w=567$  cm $h_w$  - visina zida →  $h_w=330/430$  cm $n$  - broj etaža →  $n=3$  $d_1=3$  cm $d=1$  cmDUKTILNOST: DCM- srednja duktilnost (vitki zidovi ( $h_s/l_w$ )>2)FAKTOR PONAŠANJA  $q=3,0$ Dužina rubnog serklaža:  $l_{c0} = \min \{0,15l_w; 1,50b_w\}$   $l_{c0} = 30,00$  cmUvjet za debljinu zida:  $b_{w0} \geq \min \{0,15 l_w; h_s/20\}$   $b_{w0} \geq 21,50$  cmVitkost zida:  $h_w/l_w=0,76 < 2$  zid nije vitakVisina kritične zone:  $h_{cr} = \max \{l_w; h_w/6\}$   $h_{cr} = 567$  cm**GRADIVO:**

Beton:	Armatura:	Koeficijenti sigurnosti materijala:
<b>Klasa: C30/37</b>	Tip: B 500B	$g_c = 1,50$
<b><math>f_{ck} = 30</math> MPa</b>	<b><math>f_{yk} = 500</math> MPa</b>	$g_s = 1,15$
<b><math>f_{cd} = 16,67</math> MPa</b>	<b><math>f_{yd} = 434,78</math> MPa</b>	
<b><math>t_{Rd} = 0,34</math> MPa</b>		

**Proračun nosivosti na uzdužnu silu i moment**

$$M_{Ed} = 2,17 \text{ kNm/m}$$

$$N_{Ed} = 1572,26 \text{ kN/m}$$

$$V_{Ed} = 21,74 \text{ kN/m}$$

$$b = 20 \text{ cm} ; d = 561 \text{ cm}$$

Širina rubnog serklaža:

$$b_{w0} = \min \{0.15l_w; 1.50b_w\} = \min \{42; 30\} = 30,0 \text{ cm}$$

$$M_{Ed} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right) = 2,17 + 1572,26 \cdot \left(5,61 - \frac{5,67}{2}\right) = 4365,19 \text{ kNm}$$

Moment nosivosti jednostruko armiranog presjeka:

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

$$M_{Rd,lim} = 0,159 \cdot 20 \cdot 561^2 \cdot 1,67 = 16713,57 \text{ kNm/m} > M_{Ed}$$

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{4365,19 \cdot 100}{20 \cdot 561^2 \cdot 1,67} = 0,041$$

$$\varepsilon_{s1} = 10\text{‰}; \varepsilon_{c2} = 1,2\text{‰}; \xi = 0,107; \zeta = 0,962$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} - \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{4365,19 \cdot 100}{0,962 \cdot 561 \cdot 43,48} - \frac{1572,26}{43,48} = -17,56 \text{ cm}^2$$

Potrebna minimalna površina uzdužne vlačne armature u rubovima zida:

$$A_{s1,min} = 0,15\% \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 20 \cdot 561 = 16,83 \text{ cm}^2$$

ODABRANA ARMATURA: 12Ø14 ( $A_s = 18,47 \text{ cm}^2$ )

### Proračun nosivosti na poprečnu silu

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

$\varepsilon \rightarrow$  korekcijski koeficijent

$$\varepsilon = q \cdot \sqrt{\frac{\gamma_{Rd} \cdot M_{Rd}}{q \cdot M_{Ed}} + 0,1 \cdot \left( \frac{s_e(T_c)}{s_e(T_1)} \right)^2} \leq q$$

Kako gornji izraz mora biti manji od q zbog jednostavnosti uzimamo  $\varepsilon = q = 3,0$

$$V'_{Ed} = 3,0 \cdot 21,74 = 65,22 \text{ kN}$$

C 25/30  $f_{ck}=25 \text{ MPa}$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$$

Lom tlačne dijagonale u zidu

$$V_{Ed} \leq V_{Rd2}$$

$$V_{Rd2} = \begin{cases} 0,4 \cdot \left(0,7 - \frac{f_{ck}}{200}\right) \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \rightarrow \text{u kritičnoj zoni} \\ 0,5 \cdot \left(0,7 - \frac{f_{ck}}{200}\right) \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \rightarrow \text{van kritične zone} \end{cases}$$

$$V_{Rd2} = \begin{cases} 0,4 \cdot \left(0,7 - \frac{2,5}{200}\right) \cdot 1,67 \cdot 20 \cdot 0,9 \cdot 561 = 4637,51 \text{ kN} \\ 0,5 \cdot \left(0,7 - \frac{2,5}{200}\right) \cdot 1,67 \cdot 20 \cdot 0,9 \cdot 561 = 5796,88 \text{ kN} \end{cases}$$

$$V_{Ed} = 21,74 \text{ kN} \leq V_{Rd2}(4637,51 ; 5796,88)\text{kN}$$

Zid zadovoljava na slom tlačne dijagonale.

#### Lom vlačne dijagonale u zidu

$$V_{Ed} \leq V_{Rd3}$$

Ovisno o koeficijentu smicanja.

Postupak ovisi o koeficijentu  $\alpha_s$ :

$$\alpha_s = \frac{M_{Ed}}{V_{Ed} \cdot l_w} = \frac{2,17}{21,74 \cdot 5,67} = 0,02$$

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-503 obostrano ( $A_s = 10,06 \text{ cm}^2$ )

Koeficijent armiranja vertikalnom i horizontalnom armaturom:

$$\rho_v = \rho_h = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{10,06}{20 \cdot 100} = 0,005$$

$$V_{wd} = \rho_v \cdot f_{yw,d} \cdot b \cdot 0,9 \cdot d$$

$$V_{wd} = 0,005 \cdot 43,48 \cdot 20 \cdot 0,9 \cdot 561 = 2195,31 \text{ kN}$$



Nosivost betona i odabrane uzdužne armature:

$V_{cd} = 0$  u kritičnom području

Ukupna nosivost vlačnih dijagonala hrpta:

$$V_{Rd3} = V_{cd} + V_{wd} = 0 + 2195,31 = 2195,31 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 21,74 \text{ kN} < V_{Rd3} = 2195,31 \text{ kN}$$

-Zid zadovoljava na slom vlačne dijagonale.

### 13.1.3. Proračun visokostijenog nosača

Promatrani zid je u svojoj donjoj 1/3 visine ujedno i visokostijeni nosač. Stoga je zid potrebno dodatno armirati u uzdužnom i poprečnom smjeru.

#### Glavna uzdužna armatura

Minimalna uzdužna armatura:

$$A_{s,min} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 0,15\% \cdot 20 \cdot 330 = 9,9 \text{ cm}^2$$

$$M_{Ed} = 2,17 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2,17 \cdot 100}{20 \cdot 327^2 \cdot 1,67} = 0,0001$$

Očitano:  $\varepsilon_{s1} = 10\text{‰}$ ;  $\varepsilon_{c2} = 0,2\text{‰}$ ;  $\zeta = 0,993$ ;  $\xi = 0,020$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2,17 \cdot 100}{0,993 \cdot 327 \cdot 43,5} = 0,015 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

ODABRANA UZDUŽNA ARMATURA:  $2\phi 16 + 3\phi 16$  ( $A_s = 10,05 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

#### Glavna poprečna armatura

$$h/l = 330/567 = 0,58 > 100 \rightarrow A_{s,min} = 0,15 \cdot h \cdot b \cdot f_{ctm}/f_{yk}$$

$$A_{s,min} = 0,15 \cdot 330 \cdot 20 \cdot 0,26/50 = 5,15 \text{ cm}^2$$

ODABRANA POPREČNA ARMATURA:  $Q - 503$  obostrano ( $A_s = 10,06 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

+Ø10/20 (vilice)

**Napomena:** Visokostijeni nosač V2 je također armiran kosim šipkama  $3 \times 2\phi 16$  po visini s obje strane. Konzolne visokostijene nosače V1 potrebno je armirati mrežama **Q-503** obostrano+ vilicama **Ø12/20 cm** te kosim šipkama  $3 \times 2\phi 14$  po visini nosača.

Detaljnija armatura zidova kao i visokostijenih nosača vidljiva je na armaturnim nacrtima (grafičkim priložima).

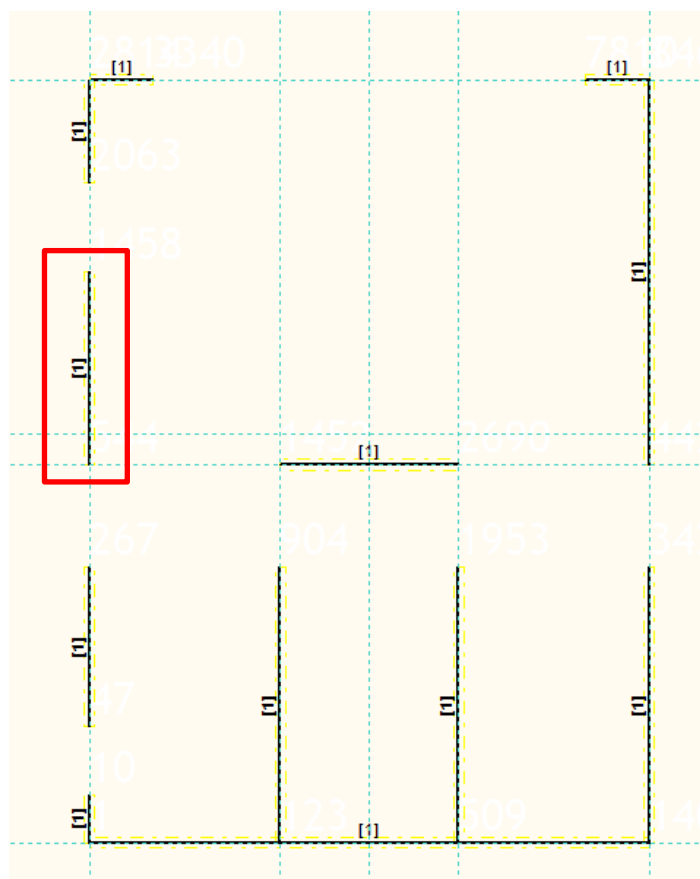
## 14. DIMENZIONIRANJE TEMELJA

Temelji se izvode kao temeljne trake ispod zidova. Temeljne trake usvojene su istih dimenzija, osim temeljnih traka u rubovima gdje dolazi do proširenja i produbljenja 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.

### 14.1. Proračun trakastog temelja

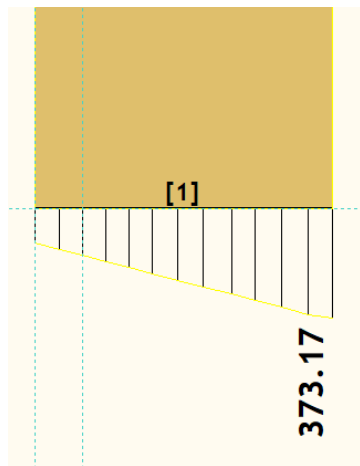
#### 14.1.1. Rezne sile

*Napomena: Na zidu na kojem nam se javlja najveći moment savijanja ujedno se i javlja i najveća uzdužna sila.*

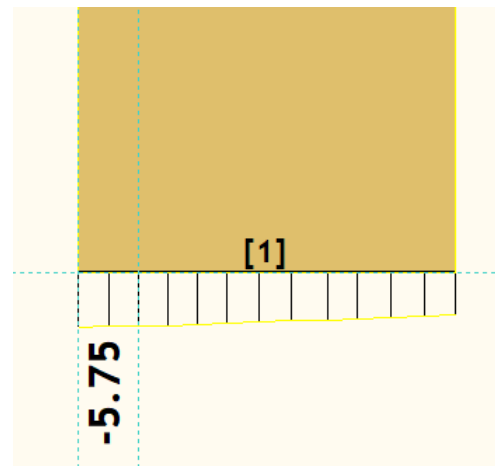


Slika 14.1. Položaj mjerodavnog zida

Uobičajena kombinacija:

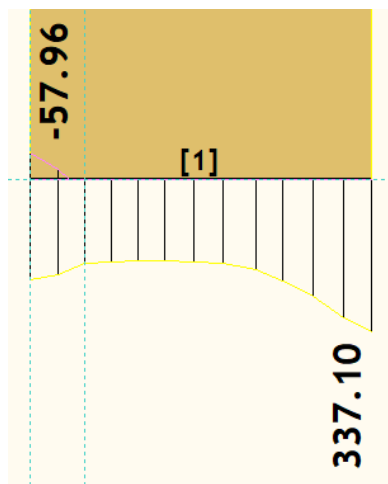


Slika 14.2. Uobičajena kombinacija  $F_z$

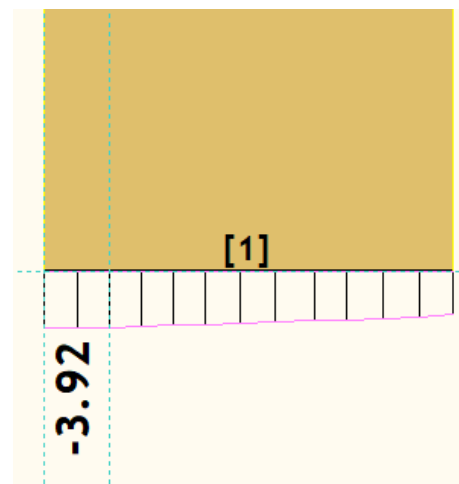


Slika 14.3. Uobičajena kombinacija  $M_x$

Izvanredna kombinacija:



Slika 14.4. Izvanredna kombinacija  $F_z$



Slika 14.5. Izvanredna kombinacija  $M_x$

### 14.1.2. Dimenzioniranje temeljne trake

Dopušteno naprezanje u tlu:  $\sigma_{dop} = 400 \text{ kN/m}^2$

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

Armatura: B 500 B  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1,5} = 333,33 \text{ MPa}$  ;  $f_{yd} = 33,3 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$

Odabrana visina temelja  $h = 0,5 \text{ m}$

Duljina temelja  $l = 2,85 \text{ m}$

Maksimalno tlačno naprezanje mora biti manje od dopuštenog:

$$\sigma_{1,2} = \frac{N_{Ed}}{A} \pm \frac{M_{Ed}}{W} < \sigma_{dop}$$

$$A = B \cdot 2,85$$

$$W = \frac{B \cdot l^2}{6}$$

$$N_{Ed} = N_{max} + N_T = 373,17 + B \cdot h \cdot l \cdot \gamma_{bet} = 373,17 + B \cdot 0,5 \cdot 2,85 \cdot 25 \\ = 373,13 + 35,63 \cdot B$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{373,13 + 35,63 \cdot B}{B \cdot 2,85} \pm \frac{5,75}{\frac{B \cdot 2,85^2}{6}} < 400 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{373,13 + 35,63 \cdot B}{B \cdot 2,85} \pm \frac{34,5}{B \cdot 2,85^2} < 400 \text{ kN/m}^2$$

$$B > 0,35 \text{ m}$$

$$B_{odabrano} = 0,6 \text{ m}$$

Dimenzije trakastog temelja :  $B = 0,6 \text{ m}$ ,  $h = 0,5 \text{ m}$

$$\sigma_{1,2} = \frac{373,13 + 35,63 \cdot 0,6}{0,6 \cdot 2,85} \pm \frac{34,5}{0,6 \cdot 2,85^2} < 400 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_1 = 237,79 < 400 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_2 = 223,63 < 400 \text{ kN/m}^2$$

$$M'_{Ed} = \sigma' \cdot \frac{b'^2}{2} \cdot 1,4 + (\sigma_1 - \sigma') \cdot \frac{2 \cdot b'^2 \cdot 1,4}{6}$$

$$M'_{Ed} = 233,07 \cdot \frac{0,2^2}{2} \cdot 0,6 + (237,79 - 233,07) \cdot \frac{2 \cdot 0,2^2 \cdot 0,6}{6} = 2,83 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2,83 \cdot 100}{60 \cdot 45^2 \cdot 2,0} = 0,001$$

Očitano:  $\varepsilon_{s1} = 10\text{‰}$ ;  $\varepsilon_{c2} = 0,2\text{‰}$ ;  $\zeta = 0,993$ ;  $\xi = 0,020$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2,83 \cdot 100}{0,993 \cdot 45 \cdot 43,5} = 0,145 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s1,\min} = 0,1\% \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 60 \cdot 50 = 3,0 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,\max} = 2,0\% \cdot b \cdot h = 0,02 \cdot 60 \cdot 50 = 60 \text{ cm}^2$$

**ODABRANA ARMATURA:**  $4\phi 12$  ( $A_s = 4,52 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

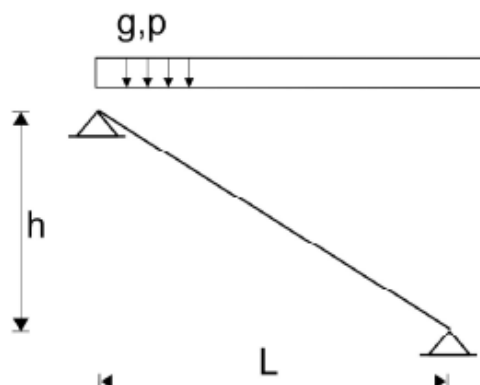
**Napomena:** Temelje armirati na slijedeći način:

-Gornju i donju zonu temelja armirati uzdužnim šipkama **2x4Ø12**, razdjelnom armaturom **2Ø12** te vilicama **Ø8/20 cm**.

-Na mjestima proširenja i produbljenja, temelje armirati kako je predviđeno armaturnim nacrtom.

## 15. DIMENZIONIRANJE STUBIŠTA

Za proračun stubišta koristit će se zamjenjujući statički sustav – slobodno oslonjena greda opterećena zadanim opterećenjem. Proračunski moment savijanja u polju dobiven iz iste koristit će se i za proračun armature na ležaju.



Slika 15.1. Zamjenjujući statički sustav

$$L = 2,6 \text{ m}$$

### 15.1. Rezultati proračuna

Ukupno dodatno stalno opterećenje za stubište:

$$\Delta g = 6,5 / \cos \alpha = 6,5 / \cos 29^\circ = 7,43 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Pokretno opterećenje:

$$q = 3,0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Ukupno računsko opterećenje:

$$1,35 \cdot \Delta g + 1,5 \cdot q = 1,35 \cdot 7,43 + 1,5 \cdot 3,0 = 14,53 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_{uk,max} = \frac{14,53 \cdot 2,6^2}{8} = 12,28 \text{ (kNm/m')}$$

### 15.2. Dimenzioniranje na savijanje

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

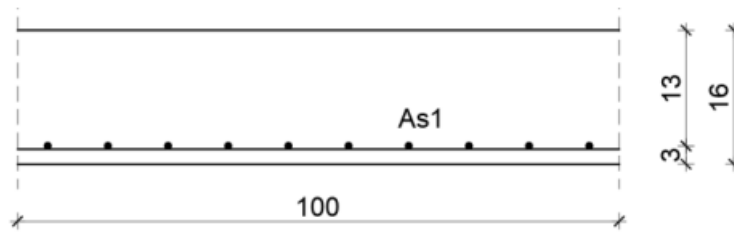
$$\text{Armatura: B 500 B} \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,5} = 333,33 \text{ MPa} ; f_{yd} = 33,3 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

Statička visina ploče:

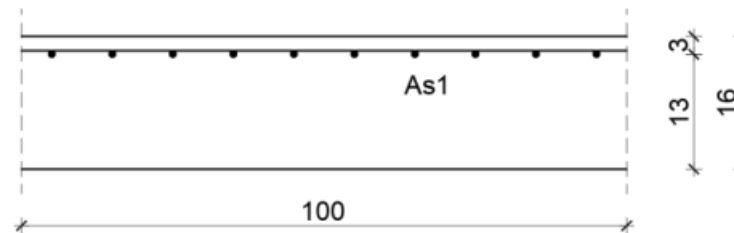
$$b = 100 \text{ cm}$$

$$h = 16 \text{ cm}$$

$$d_1 = 3 \text{ cm} , d = h - d_1 = 13 \text{ cm}$$

**Proračun u polju i nad ležajem:**

Slika 15.2. Skica armature ploče stubišta u polju



Slika 15.3. Skica armature stubišta nad ležajem

$$M_{Ed} = 12,28 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{bd^2f_{cd}} = \frac{12,28 \cdot 100}{100 \cdot 13^2 \cdot 1,67} = 0,044$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10\text{‰} ; \varepsilon_{c2} = 1,3\text{‰} ; \zeta = 0,959 ; \xi = 0,115$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{12,28 \cdot 100}{0,959 \cdot 13 \cdot 43,5} = 2,26 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

**ODABRANA ARMATURA:** Q – 385 ( $A_s = 3,85 \text{ cm}^2$ )

**Napomena:** Stubište armirati na slijedeći način:

-Krakove i podest armirati mrežama **Q-385** (gornja i donja zona).

-Spojeve krak/podest ojačati armaturom **Ø10/15 cm**.

-Elastični nosač na spoju krak/podest armirati s **2x3Ø14** te vilicama **Ø8/20 cm**.

## 16. PRORAČUN I DIMENZIONIRANJE PODNE PLOČE

Podna ploča je monolitna armirano-betonska predviđena debljine  $d=16$  cm. Izvedena je iz betona klase C 25/30 te armirana armaturom B500B.

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

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

Podne ploče na tlu armirati minimalnom armaturom:

$$A_{s,min} \geq 0,6 \cdot b \cdot \frac{d}{f_{yk}} \geq 0,0015 \cdot b \cdot d \rightarrow 0,0015 \cdot 100 \cdot 11 = 1,65 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

ODABRANA ARMATURA: Q – 188 ( $A_s = 1,88 \text{ cm}^2$ )

***Napomena:** Izvesti radne reške prema pravilima struke (max. površina 25 m<sup>2</sup>)  
Također izvesti hidroizolaciju ispod podne ploče.*

## 17. PRORAČUN I DIMENZIONIRANJE BAZENA I STROJARNICE

Bazen i strojarnica također su armirano-betonski elementi s debljinom zidova  $d=25$ cm.

Temeljna ploča bazena i strojarnice debljine je također 25 cm. Izvedeni su betonom klase C 30/37 te armirani armaturom B500B.

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

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

***Napomena:** Armiranje izvesti na slijedeći način:*

- Temeljnu ploču bazena i strojarnice armirati obostrano mrežom **Q-385**.
- Zidove školjke bazena kao i zidove strojarnice armirati obostrano mrežom **Q-385**.
- Spoj zid/zid te zid/ploča ojačati vilicama **Ø10/20 cm** + uzdužnom armaturom **4Ø10**.
- Gornju ploču strojarnice ( $d=16$ cm) armirati obostrano mrežom **Q-283**.
- Svu ostalu armaturu izvesti kako je predviđeno unutar armaturnog nacрта.

## **18. GRAFIČKI PRILOZI**

### **Arhitektonski nacrti, M 1:100**

1. Tlocrt bazena sa strojarnicom i temelja glavne građevine
2. Tlocrt prizemlja
3. Tlocrt kata
4. Tlocrt potkrovlja
5. Tlocrt krova
6. Presjek A-A
7. Presjek B-B
8. Sjeverno i južno pročelje
9. Zapadno pročelje
10. Istočno pročelje

### **Planovi pozicija, M 1:100**

11. POZ000 - Konstrukcija temelja
12. POZ100 - Konstrukcija prizemlja
13. POZ200 - Konstrukcija kata
14. POZ300 – Konstrukcija potkrovlja
15. Konstrukcija bazena

### **Armaturni nacrti, M1:50/25**

16. POZ000 – Armatura temelja
17. POZ000 – Ankeri i podna ploča
18. POZ100 – Armatura zidova i greda
19. POZ100 – Armatura zidova i greda
20. POZ100 – Donja zona AB ploče
21. POZ100 – Gornja zona AB ploče
22. POZ200 – Armatura zidova i greda
23. POZ200 – Armatura zidova i greda
24. POZ200 – Donja zona AB ploče
25. POZ200 – Gornja zona AB ploče
26. POZ300 – Armatura zidova i greda
27. POZ300 – Donja zona AB ploče
28. POZ300 – Gornja zona AB ploče
29. Armatura stubišta
30. Armatura bazena
31. Armatura strojarnice

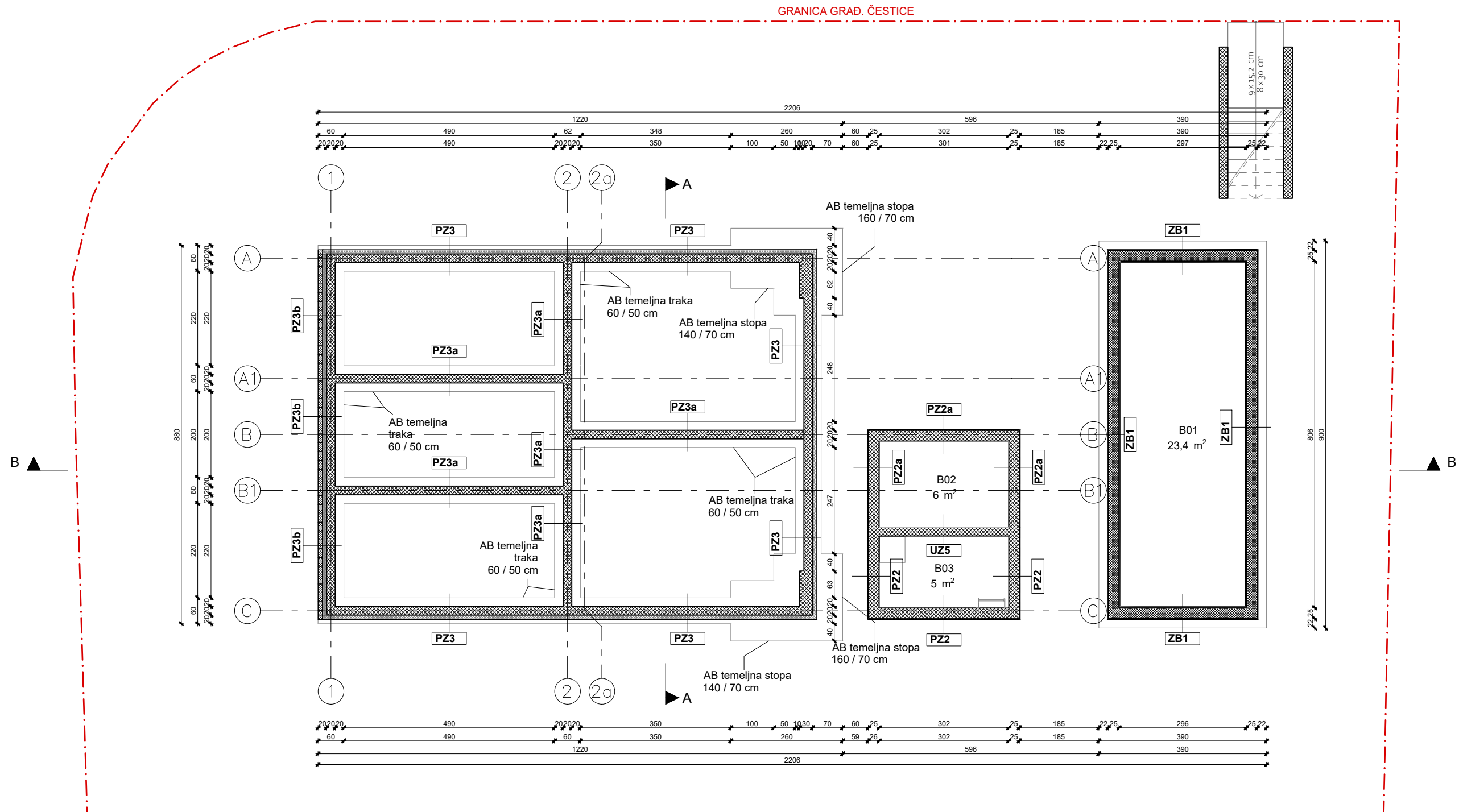


## 19. LITERATURA

- (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+AI: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*
- (7) <https://www.schoeck.com/hr/isokorb>

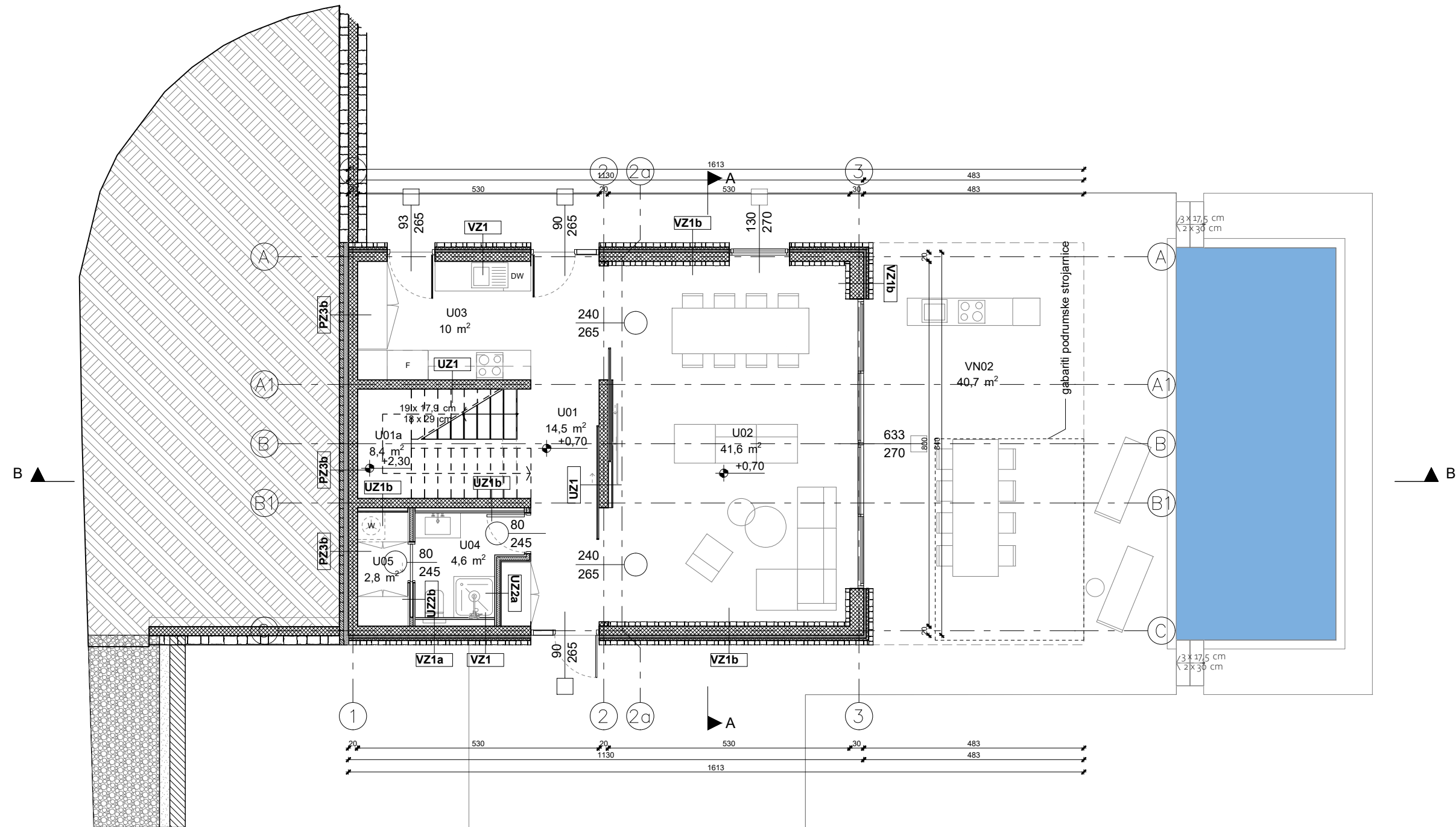
*Korišteni računalni programi:*


- (1) *AutoCad 2021*
- (2) *ArmCad 6*
- (3) *Tower 8*
- (4) *Microsoft Word*
- (5) *Microsoft Excel*

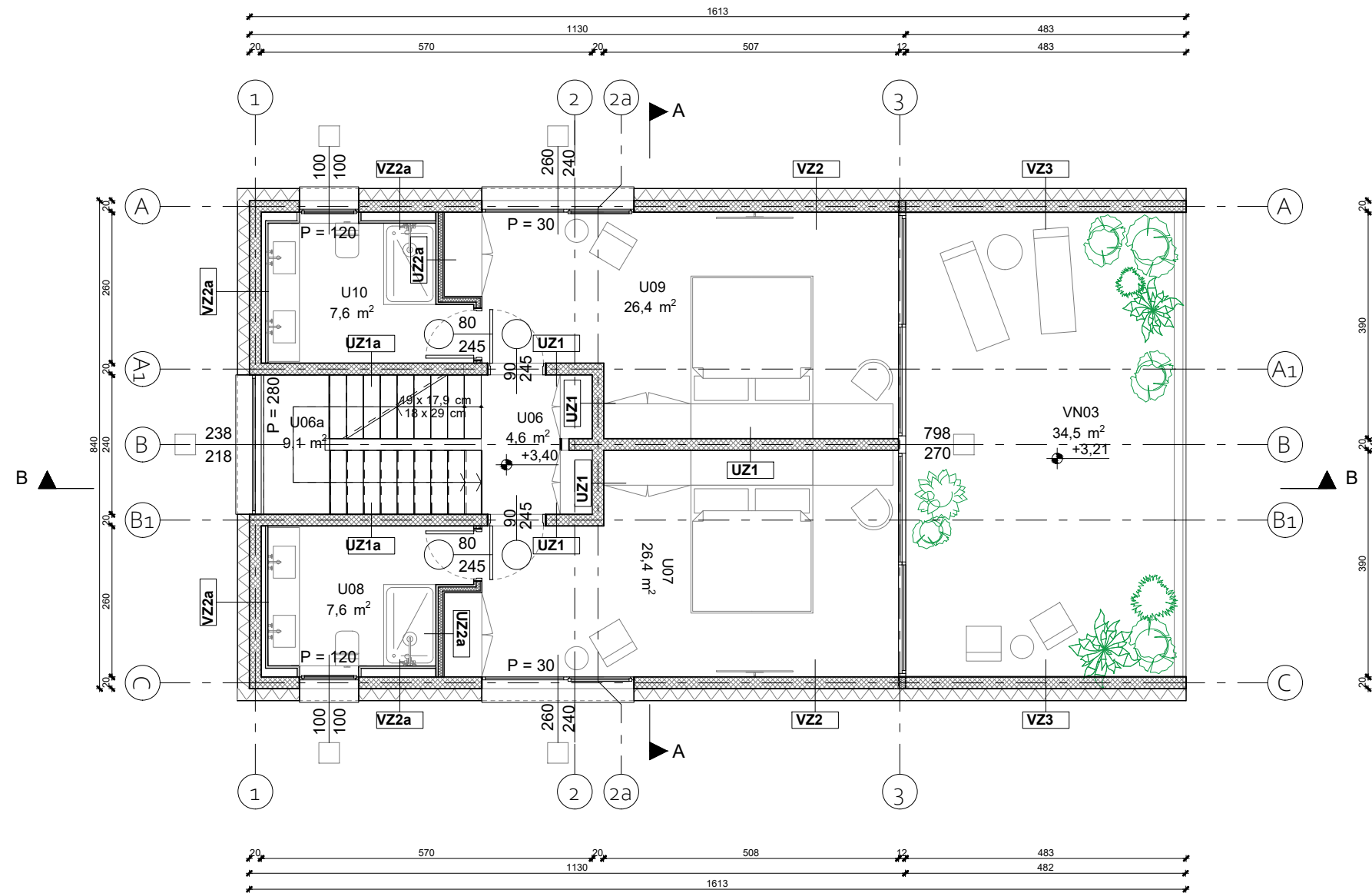


FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15  
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

Sadržaj: <b>TLOCRT BAZENA SA STROJARNICOM I TEMELJA GLAVNE GRAĐEVINE</b>			
Investitor / Naručitelj:		Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Matice hrvatske 15, 21000 Split	
Građevina:		Obiteljska kuća s bazenom-Sutivan	Lokacija: k.č.z. 1251/19 k.o. Sutivan (koja se formira od dijela k.č.br. 1251/17)
Projektant konstrukcije:		Mirjana Ževrnja	Nivo i vrsta projekta: Glavni projekt konstrukcije
Mjerilo:	1:100	Datum: srpanj, 2022.	Broj projekta: S1-07-2022
			List: <b>1</b>

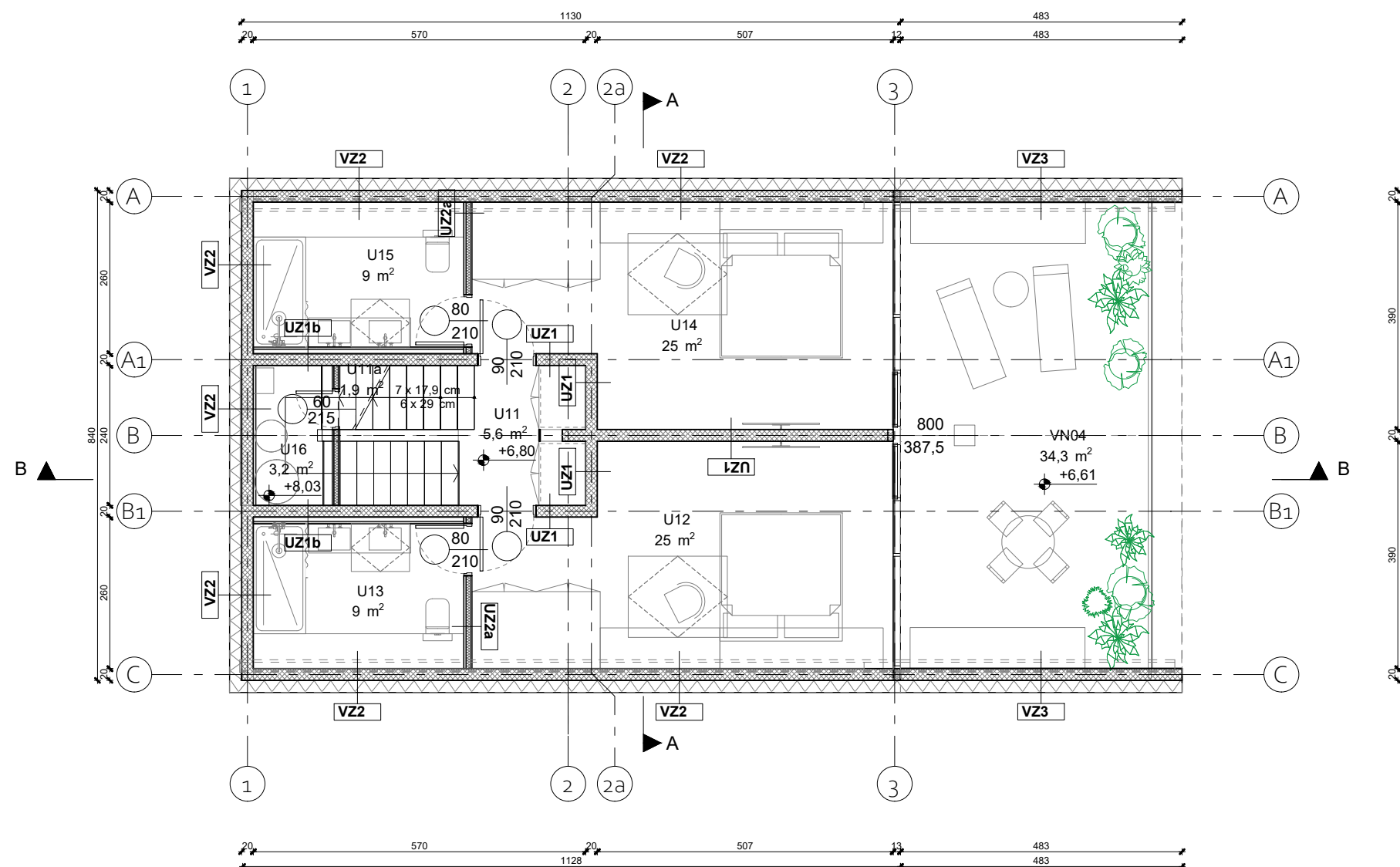


 <p>FAKULTET GRADEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	Sadržaj:				<b>TLOCRT PRIZEMLJA</b>		
	Investitor / Naručitelj:				Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Matice hrvatske 15, 21000 Split		
	Građevina:				Obiteljska kuća s bazenom-Sutivan		
	Projektant konstrukcije:				Mirjana Ževrnja		
	Mjerilo:				1:100	Datum: srpanj, 2022.	Broj projekta: S1-07-2022



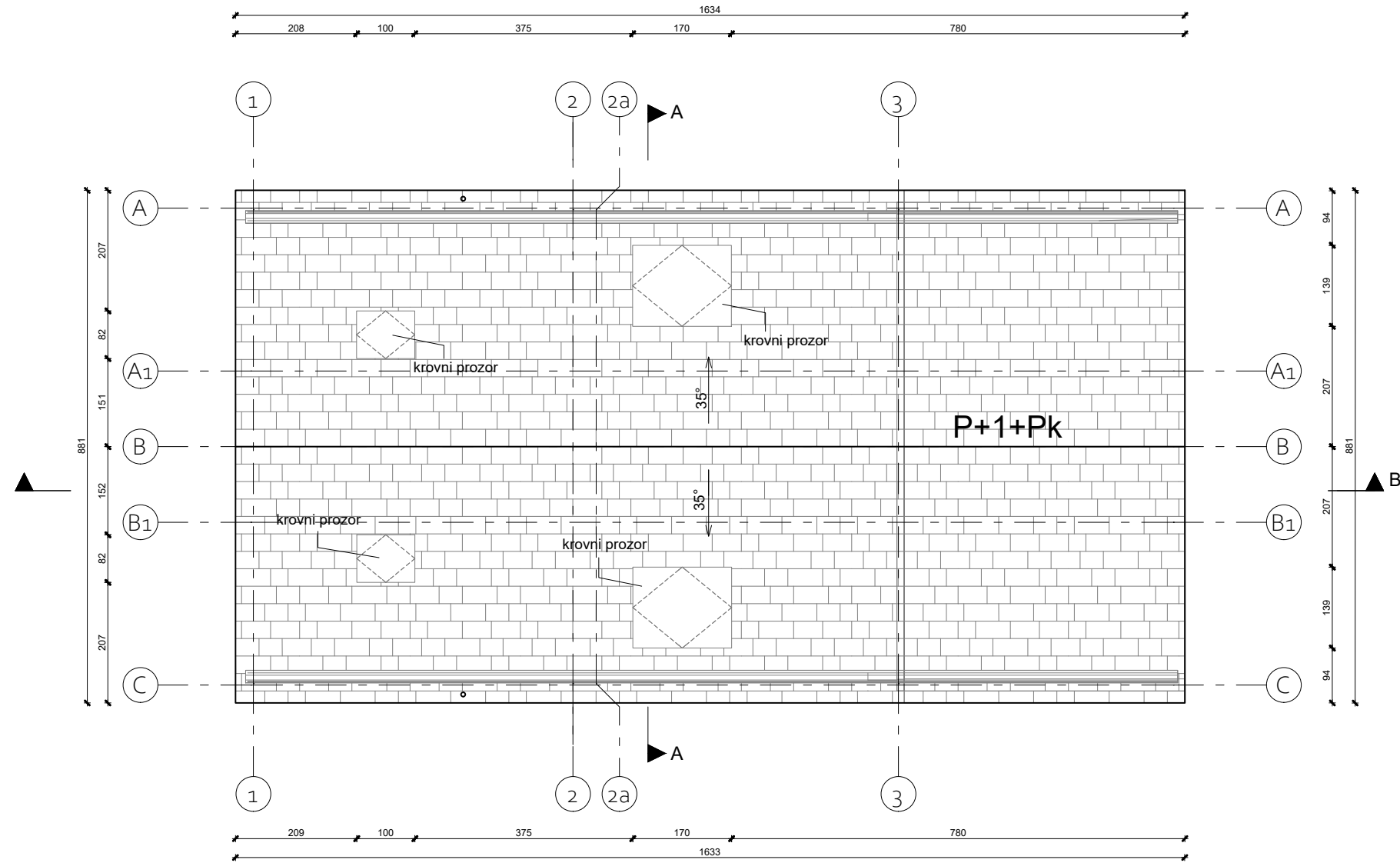
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15  
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

Sadržaj:		TLOCRT KATA	
Investitor / Naručitelj:		Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Matice hrvatske 15, 21000 Split	
Gradvina:	Obiteljska kuća s bazenom-Sutivan	Lokacija:	k.č.z. 1251/19 k.o. Sutivan (koja se formira od dijela k.č.br. 1251/17)
Projektant konstrukcije:	Mirjana Ževrnja	Nivo i vrsta projekta:	Glavni projekt konstrukcije
Mjerilo:	1:100	Datum:	srpanj, 2022.
		Broj projekta:	S1-07-2022
		List:	3



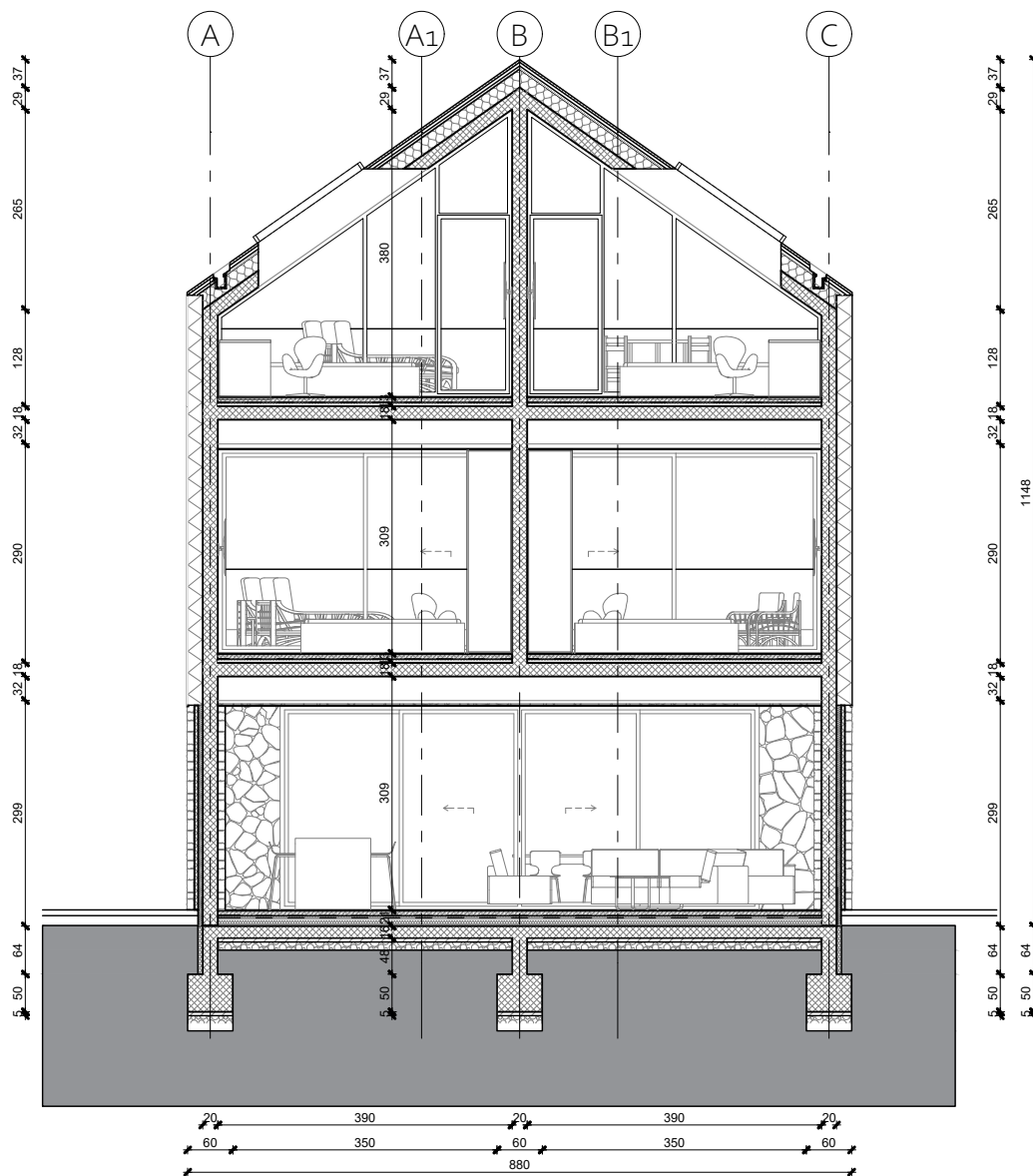
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15  
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

Sadržaj:		TLOCRT POTKROVLJA	
Investitor / Naručitelj:		Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Matice hrvatske 15, 21000 Split	
Građevina:		Obiteljska kuća s bazenom-Sutivan	Lokacija: k.č.z. 1251/19 k.o. Sutivan (koja se formira od dijela k.č.br. 1251/17)
Projektant konstrukcije:		Mirjana Ževrnja	Nivo i vrsta projekta: Glavni projekt konstrukcije
Mjerilo:	Datum:	Broj projekta:	List:
1:100	srpanj, 2022.	S1-07-2022	4



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15  
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

Sadržaj:		TLOCRT KROVA	
Investitor / Naručitelj:		Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Matice hrvatske 15, 21000 Split	
Gradjevina:	Obiteljska kuća s bazenom-Sutivan	Lokacija:	k.č.z. 1251/19 k.o. Sutivan (koja se formira od dijela k.č.br. 1251/17)
Projektant konstrukcije:	Mirjana Ževrnja	Nivo i vrsta projekta:	Glavni projekt konstrukcije
Mjerilo:	1:100	Datum:	srpanj, 2022.
		Broj projekta:	S1-07-2022
		List:	5



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15  
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

Sadržaj:

**PRESJEK A-A**

Investitor / Naručitelj:

Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije  
Matice hrvatske 15, 21000 Split

Građevina:

Obiteljska kuća s bazenom-Sutivan

Lokacija:

k.č.z. 1251/19 k.o. Sutivan  
(koja se formira od dijela k.č.br. 1251/17)

Projektant konstrukcije:

Mirjana Ževrnja

Nivo i vrsta projekta:

Glavni projekt konstrukcije

Mjerilo:

1:100

Datum:

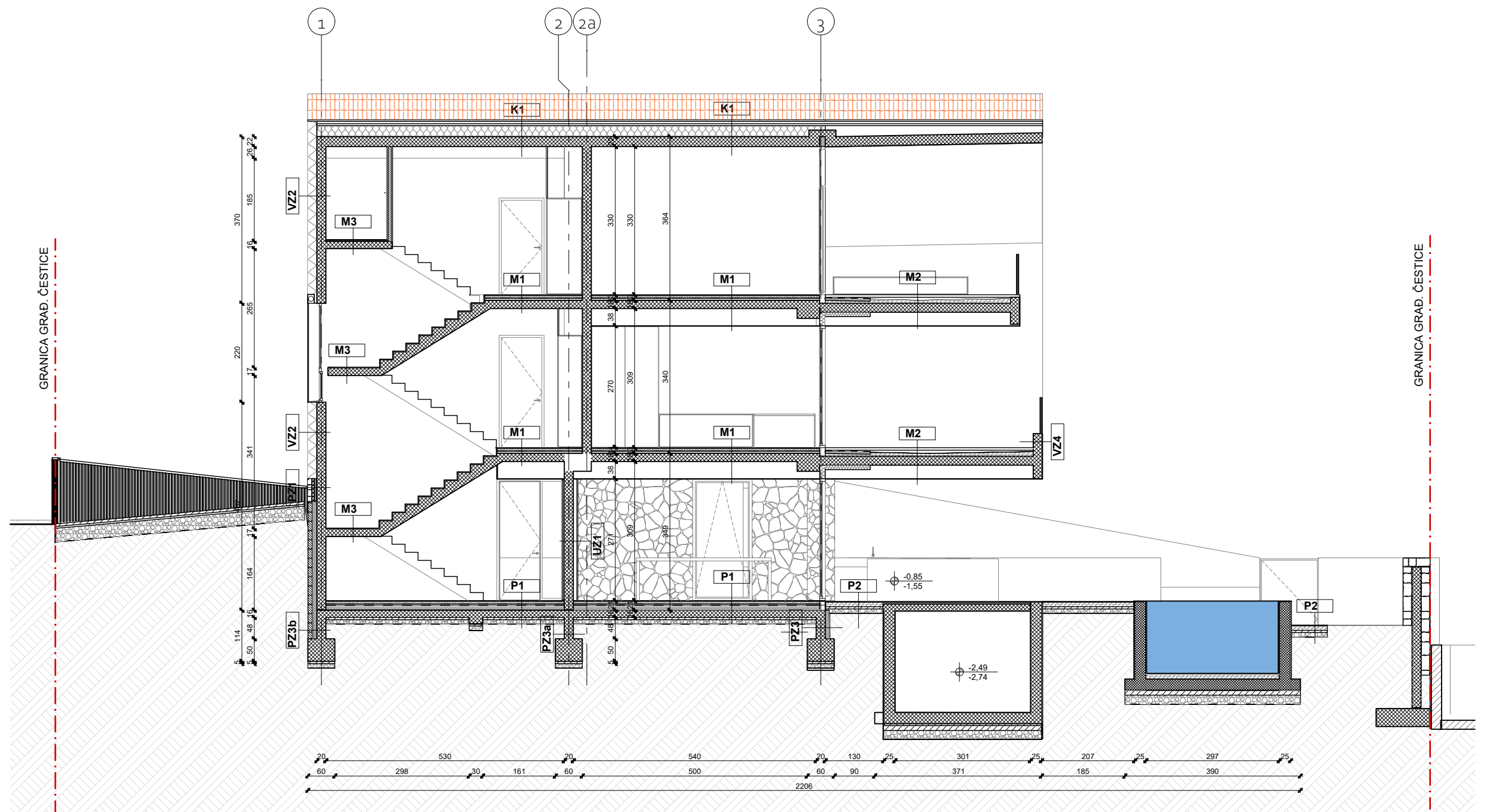
srpanj, 2022.

Broj projekta:

S1-07-2022

List:

6



FAKULTET GRADEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15  
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

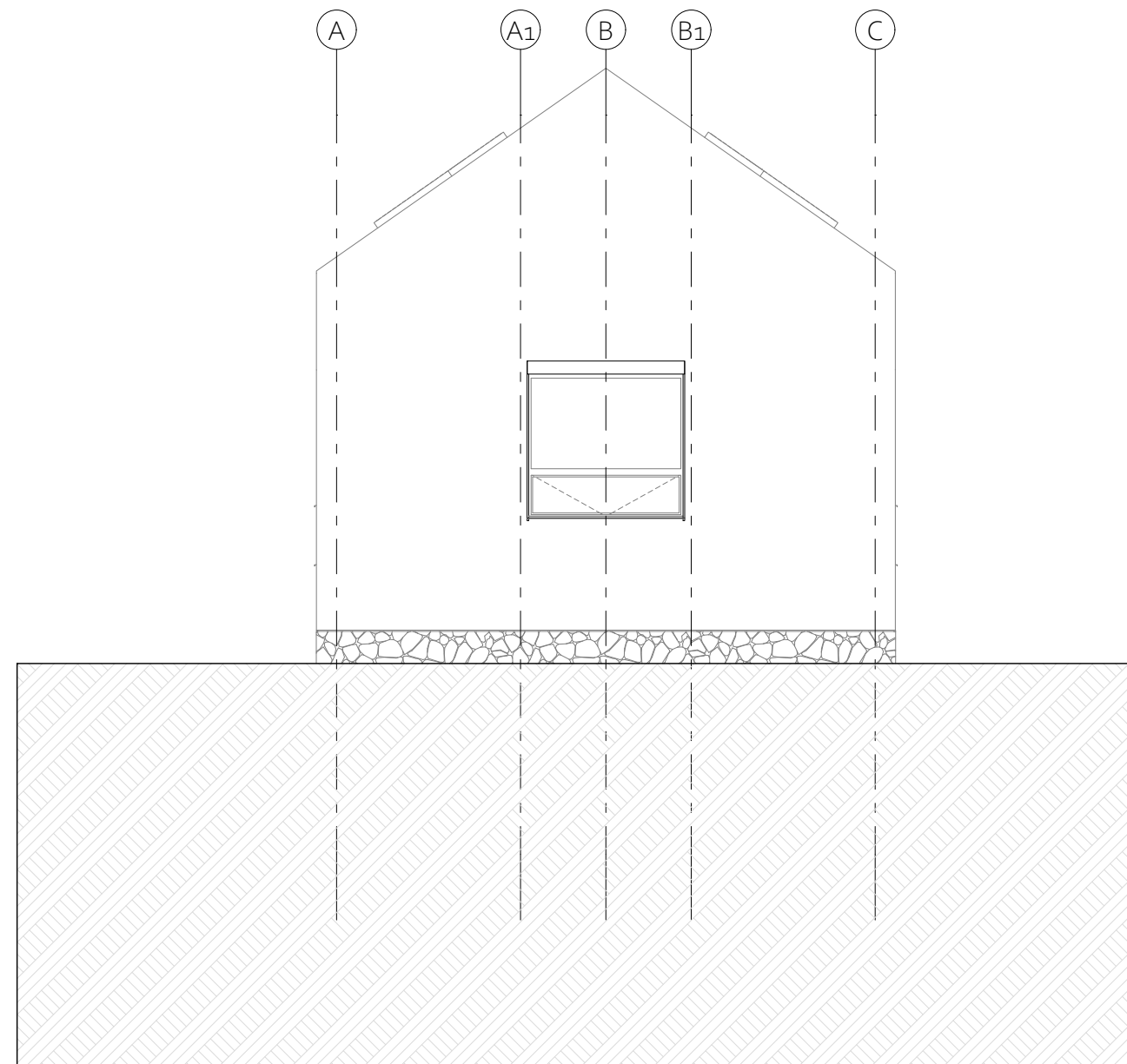
Sadržaj:		PRESJEK B-B	
Investitor / Naručitelj:		Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Matice hrvatske 15, 21000 Split	
Gradvina:	Obiteljska kuća s bazenom-Sutivan	Lokacija:	k.č.z. 1251/19 k.o. Sutivan (koja se formira od dijela k.č.br. 1251/17)
Projektant konstrukcije:	Mirjana Ževrnja	Nivo i vrsta projekta:	Glavni projekt konstrukcije
Mjerilo:	1:100	Datum:	srpanj, 2022.
		Broj projekta:	S1-07-2022
		List:	7



SJEVERNO PROČELJE, M 1:100

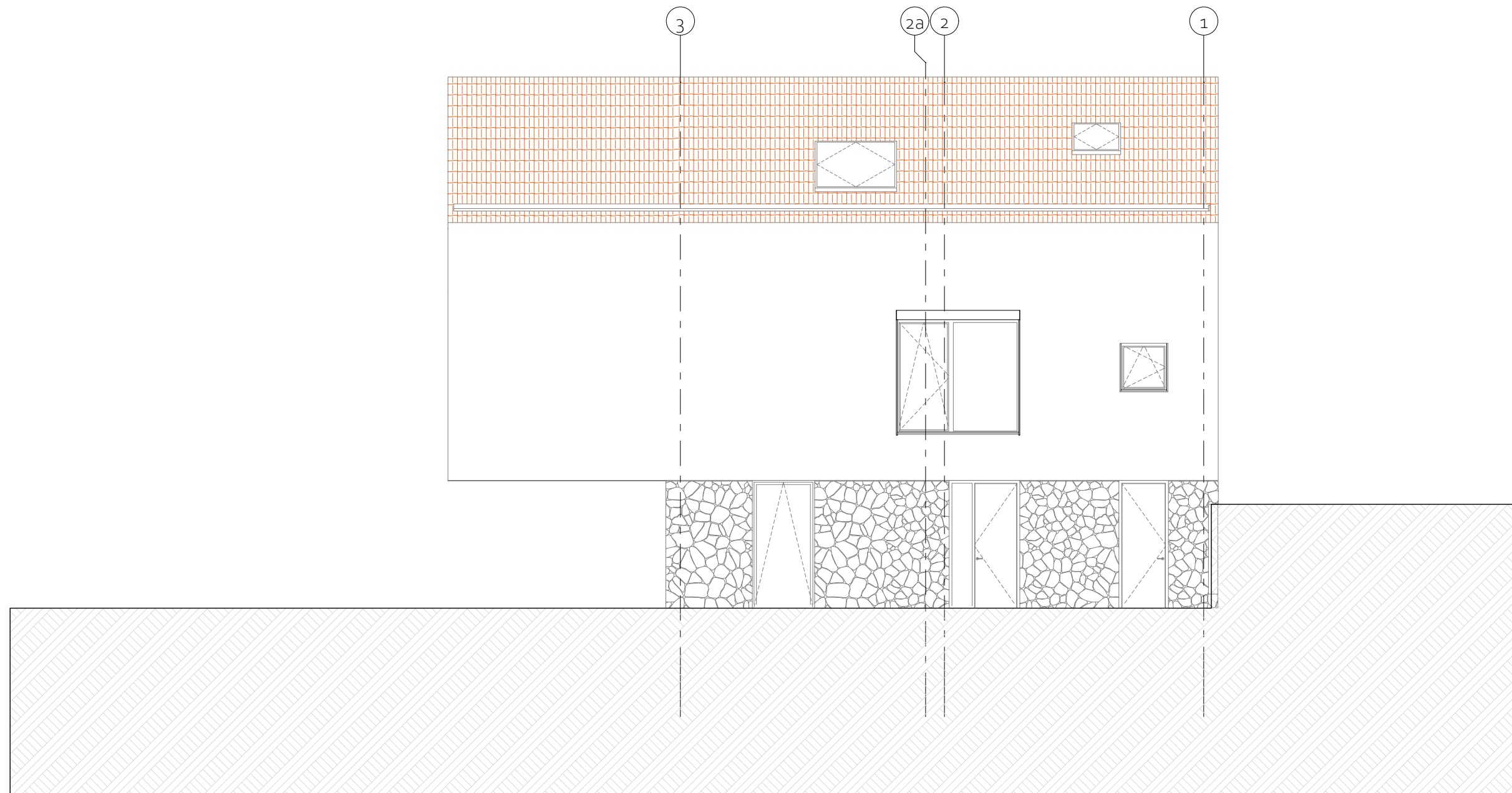



JUŽNO PROČELJE, M 1:100

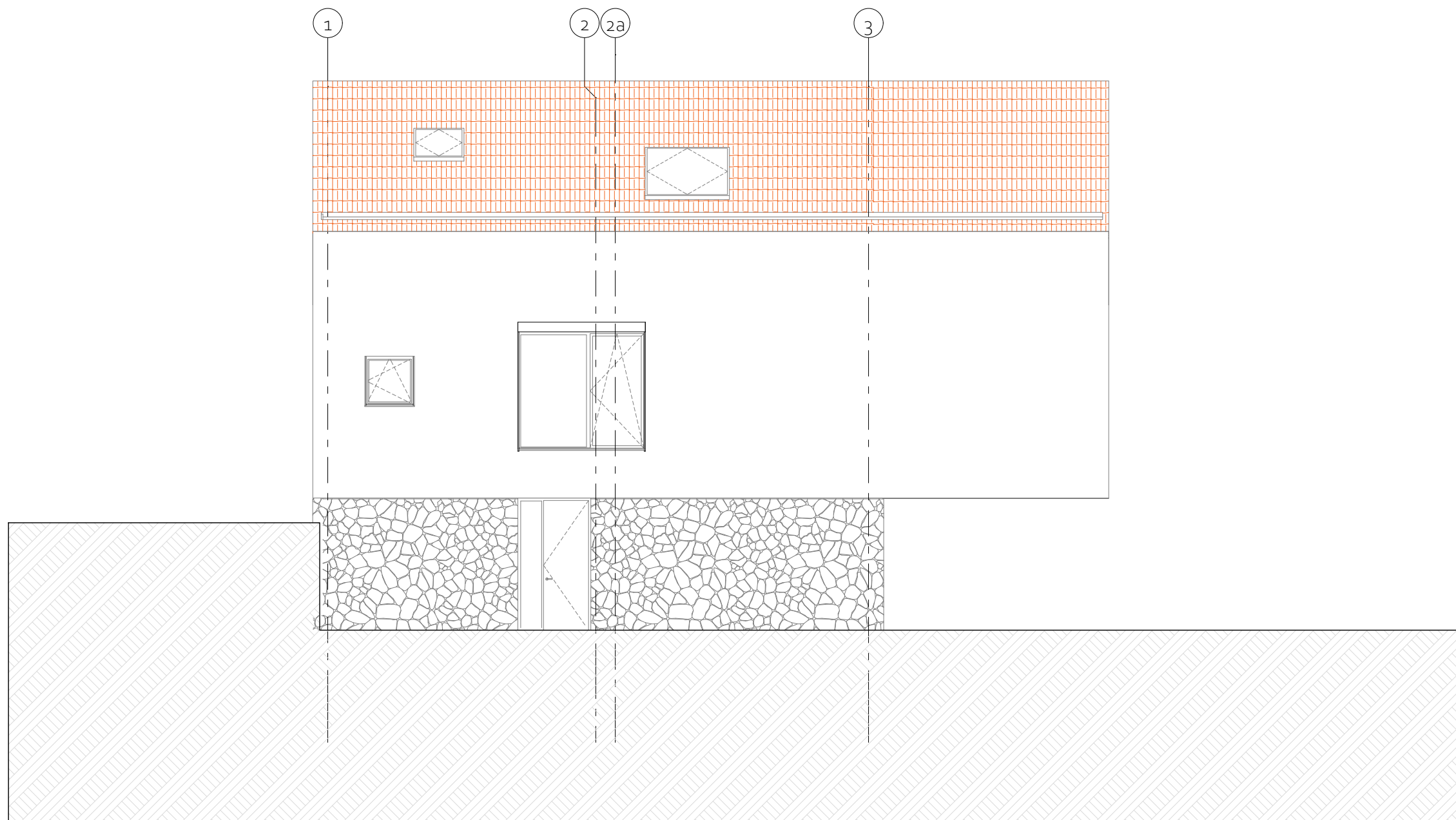


FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15  
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

Sadržaj:		SJEVERNO I JUŽNO PROČELJE	
Investitor / Naručitelj:		Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Matice hrvatske 15, 21000 Split	
Gradjevina:	Obiteljska kuća s bazenom-Sutivan	Lokacija:	k.č.z. 1251/19 k.o. Sutivan (koja se formira od dijela k.č.br. 1251/17)
Projektant konstrukcije:	Mirjana Ževrnja	Nivo i vrsta projekta:	Glavni projekt konstrukcije
Mjerilo:	1:100	Datum:	srpanj, 2022.
		Broj projekta:	S1-07-2022
		List:	8

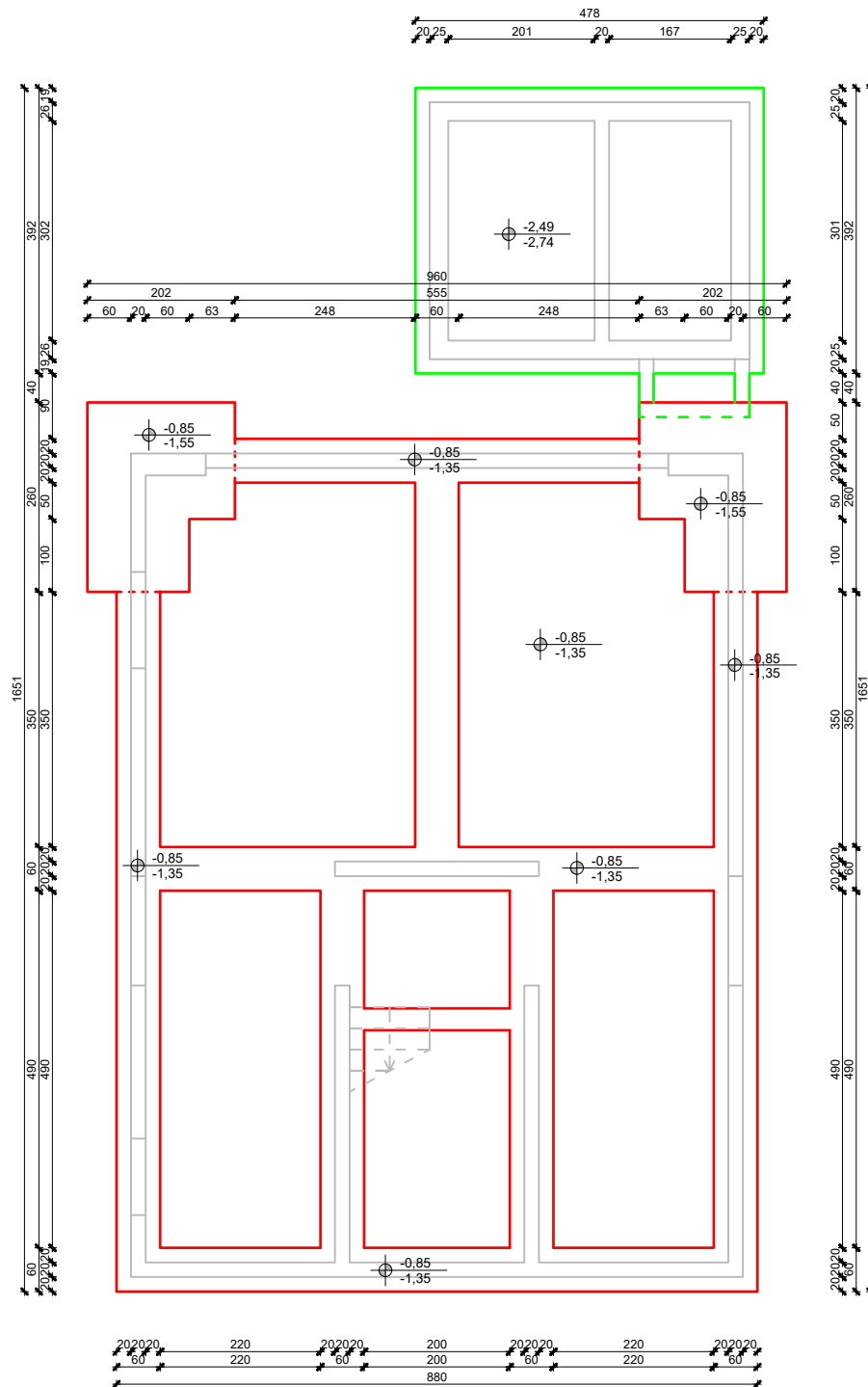


 <p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	Sadržaj:			ZAPADNO PROČELJE			
	Investitor / Naručitelj:		Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Matice hrvatske 15, 21000 Split				
	Gradjevina:	Obiteljska kuća s bazenom-Sutivan	Lokacija:	k.č.z. 1251/19 k.o. Sutivan (koja se formira od dijela k.č.br. 1251/17)			
	Projektant konstrukcije:	Mirjana Ževrnja	Nivo i vrsta projekta:	Glavni projekt konstrukcije			
Mjerilo:	1:100	Datum:	srpanj, 2022.	Broj projekta:	S1-07-2022	List:	9



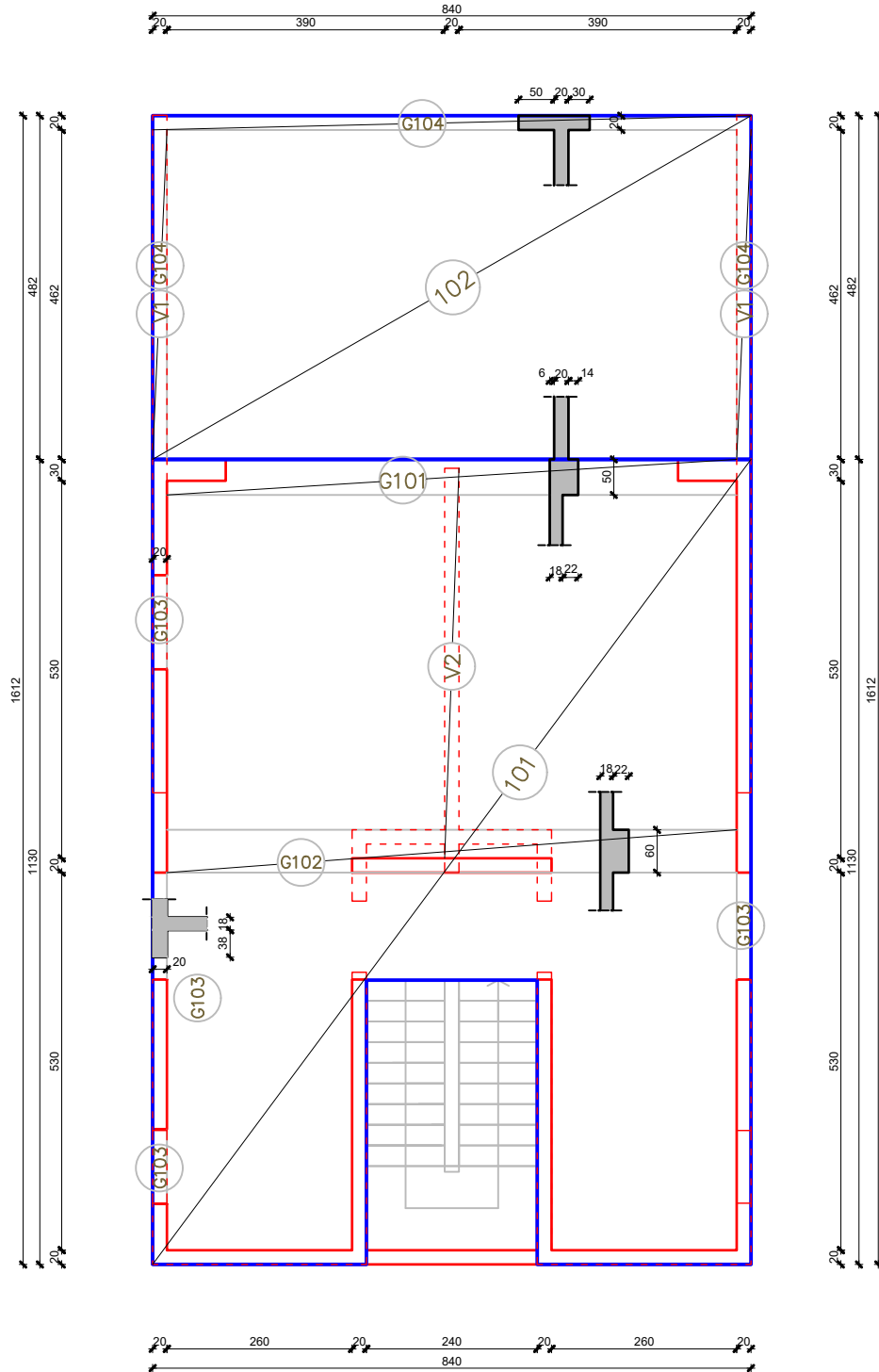
FAKULTET GRADEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15  
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

Sadržaj:		ISTOČNO PROČELJE	
Investitor / Naručitelj:		Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Matice hrvatske 15, 21000 Split	
Gradjevina:	Obiteljska kuća s bazenom-Sutivan	Lokacija:	k.č.z. 1251/19 k.o. Sutivan (koja se formira od dijela k.č.br. 1251/17)
Projektant konstrukcije:	Mirjana Ževrnja	Nivo i vrsta projekta:	Glavni projekt konstrukcije
Mjerilo:	1:100	Datum:	srpanj, 2022.
		Broj projekta:	S1-07-2022
		List:	10



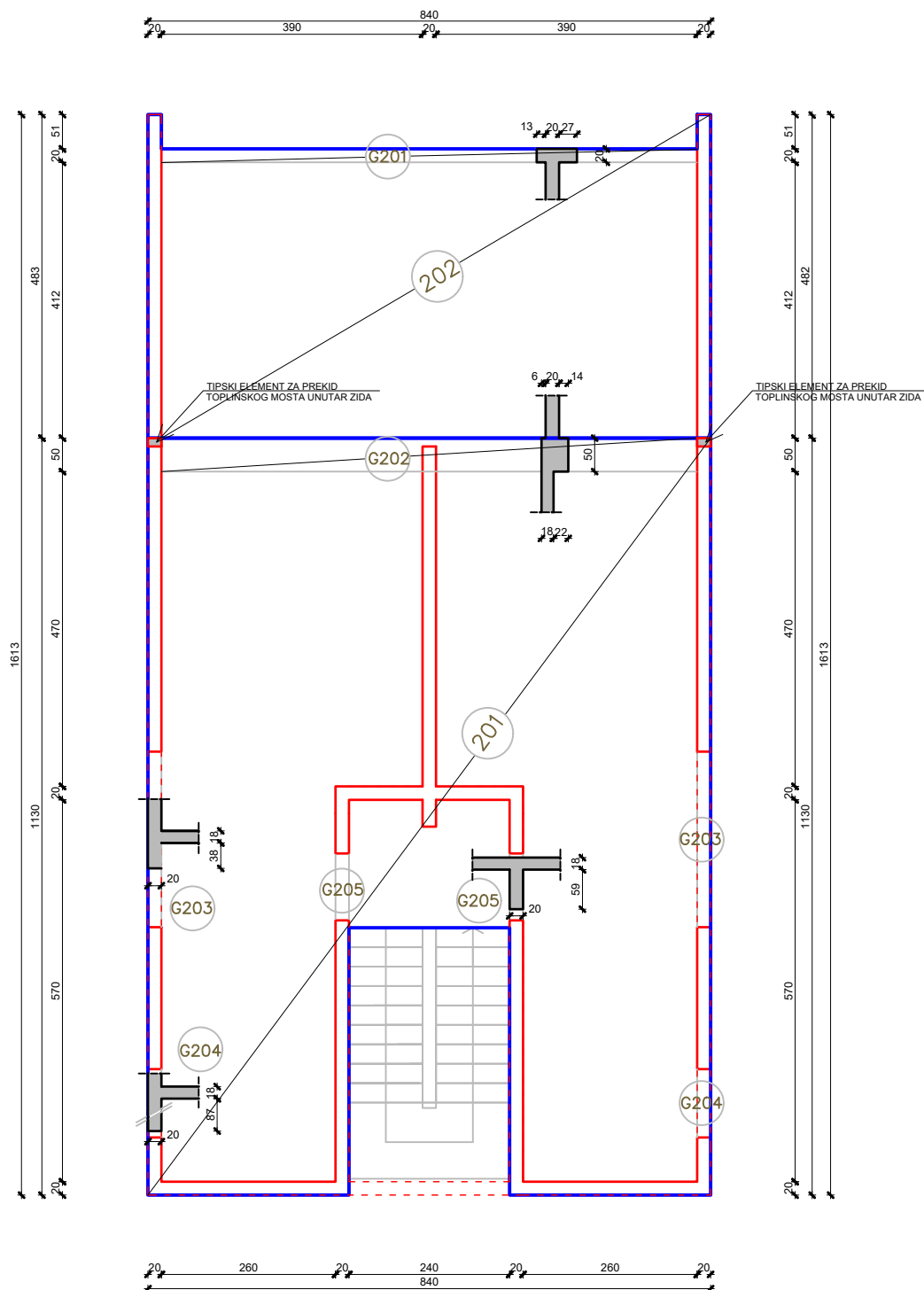
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15  
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

Sadržaj:	PLAN POZICIJA-POZ000-KONSTRUKCIJA TEMELJA		
Investitor / Naručitelj:	Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Matice hrvatske 15, 21000 Split		
Građevina:	Obiteljska kuća s bazenom-Sutivan	Lokacija:	k.č.z. 1251/19 k.o. Sutivan (koja se formira od dijela k.č.br. 1251/17)
Projektant konstrukcije:	Mirjana Ževrnja	Nivo i vrsta projekta:	Glavni projekt konstrukcije
Mjerilo:	1:100	Datum:	srpanj, 2022.
		Broj projekta:	S1-07-2022
		List:	11



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15  
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

Sadržaj: <b>PLAN POZICIJA-POZ100-KONSTRUKCIJA PRIZEMLJA</b>			
Investitor / Naručitelj:		Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Matice hrvatske 15, 21000 Split	
Građevina:		Obiteljska kuća s bazenom-Sutivan	
Projektant konstrukcije:		Mirjana Ževrnja	
Mjerilo:		Datum: srpanj, 2022.	
		Broj projekta: S1-07-2022	
		List: 12	



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15  
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

Sadržaj:

**PLAN POZICIJA-POZ200-KONSTRUKCIJA 1.KATA**

Investitor / Naručitelj:

Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije  
Matice hrvatske 15, 21000 Split

Građevina:

Obiteljska kuća s bazenom-Sutivan

Lokacija:

k.č.z. 1251/19 k.o. Sutivan  
(koja se formira od dijela k.č.br. 1251/17)

Projektant konstrukcije:

Mirjana Ževrnja

Nivo i vrsta projekta:

Glavni projekt konstrukcije

Mjerilo:

1:100

Datum:

srganj,2022.

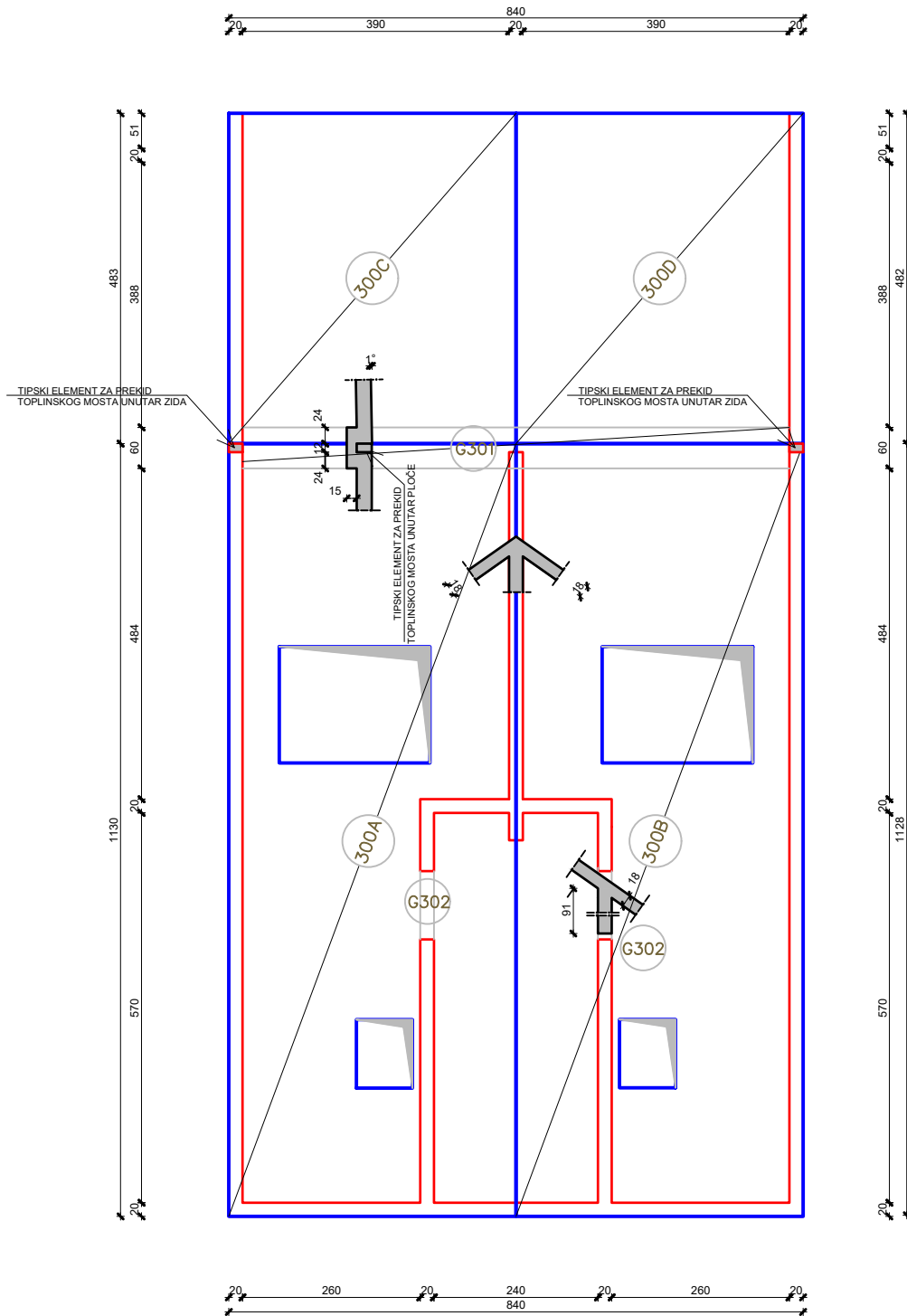
Broj projekta:

S1-07-2022

List:

13

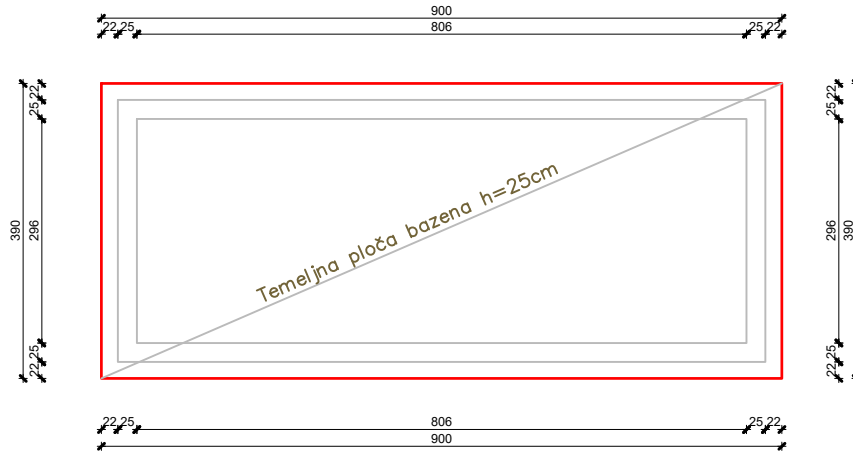
POZ300-KONSTRUKCIJA POTKROVLJA  
M 1:100



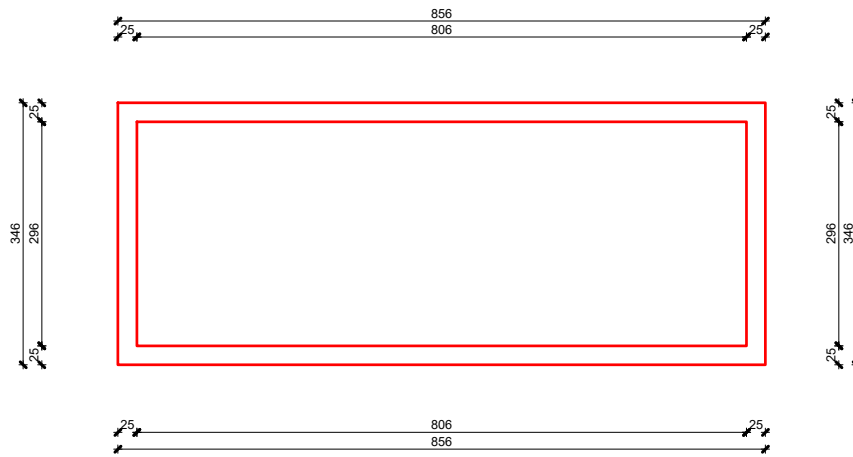
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15  
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

Sadržaj: <b>PLAN POZICIJA-POZ300-KONSTRUKCIJA POTKROVLJA</b>			
Investitor / Naručitelj:		Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Matice hrvatske 15, 21000 Split	
Građevina:		Obiteljska kuća s bazenom-Sutivan	
Projektant konstrukcije:		Mirjana Ževrnja	
Mjerilo:		Datum: srpanj, 2022.	
Broj projekta:		S1-07-2022	
Lokacija:		k.č.z. 1251/19 k.o. Sutivan (koja se formira od dijela k.č.br. 1251/17)	
Nivo i vrsta projekta:		Glavni projekt konstrukcije	
List:		14	

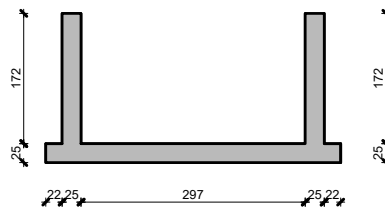
TEMELJNA PLOČA



ZIDOVI BAZENA



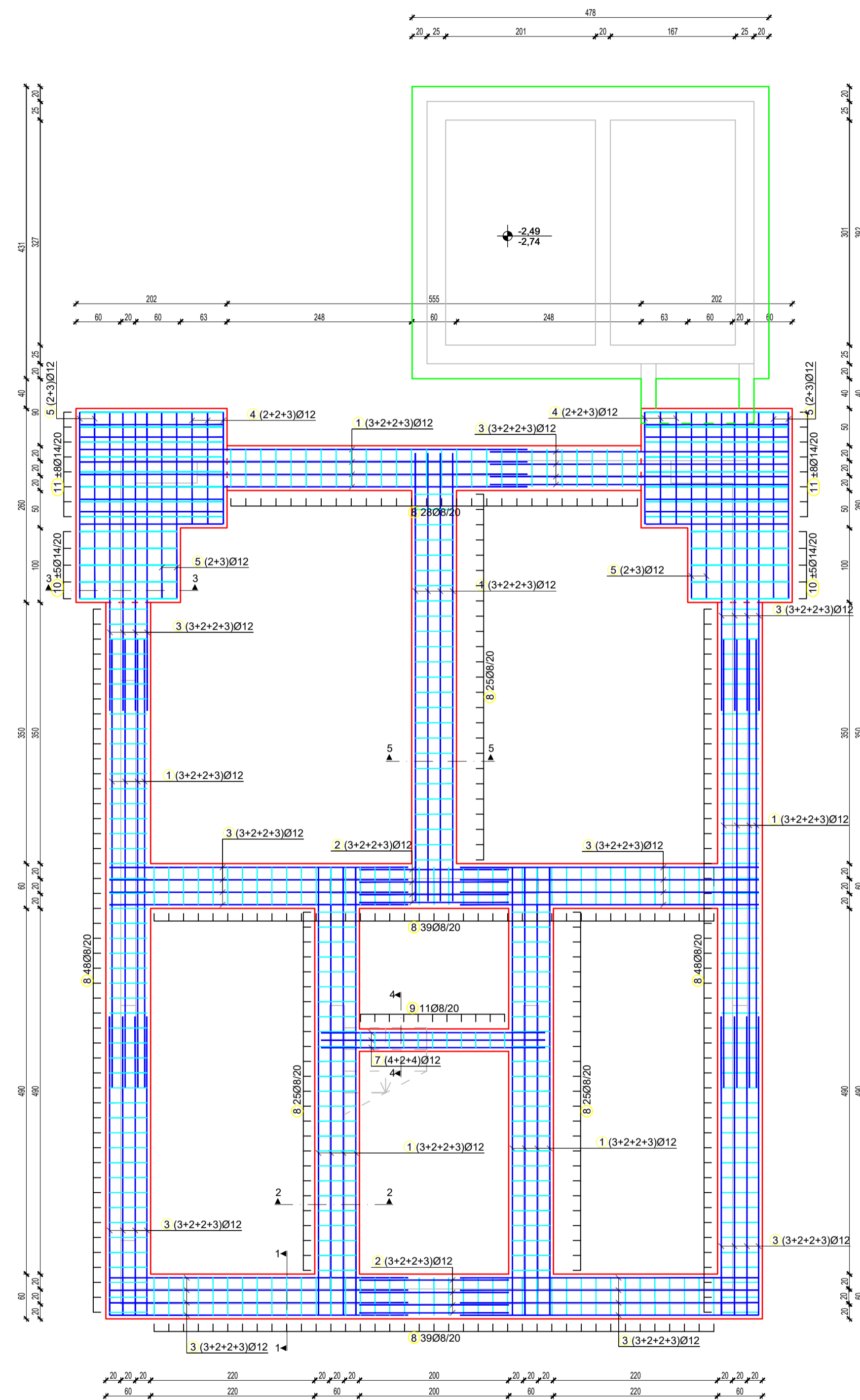
POPREČNI PRESJEK



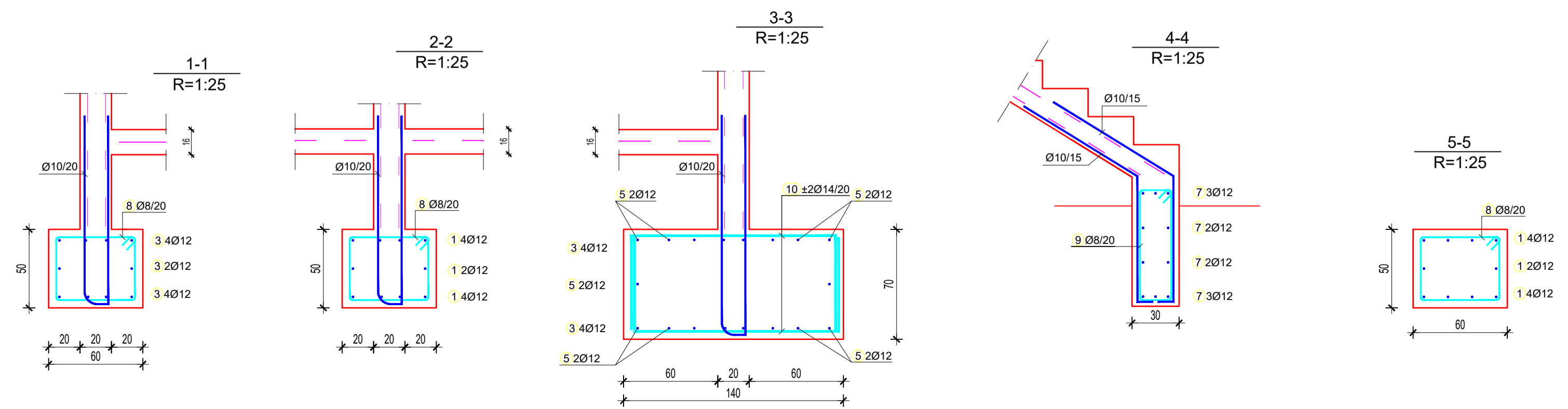
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15  
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

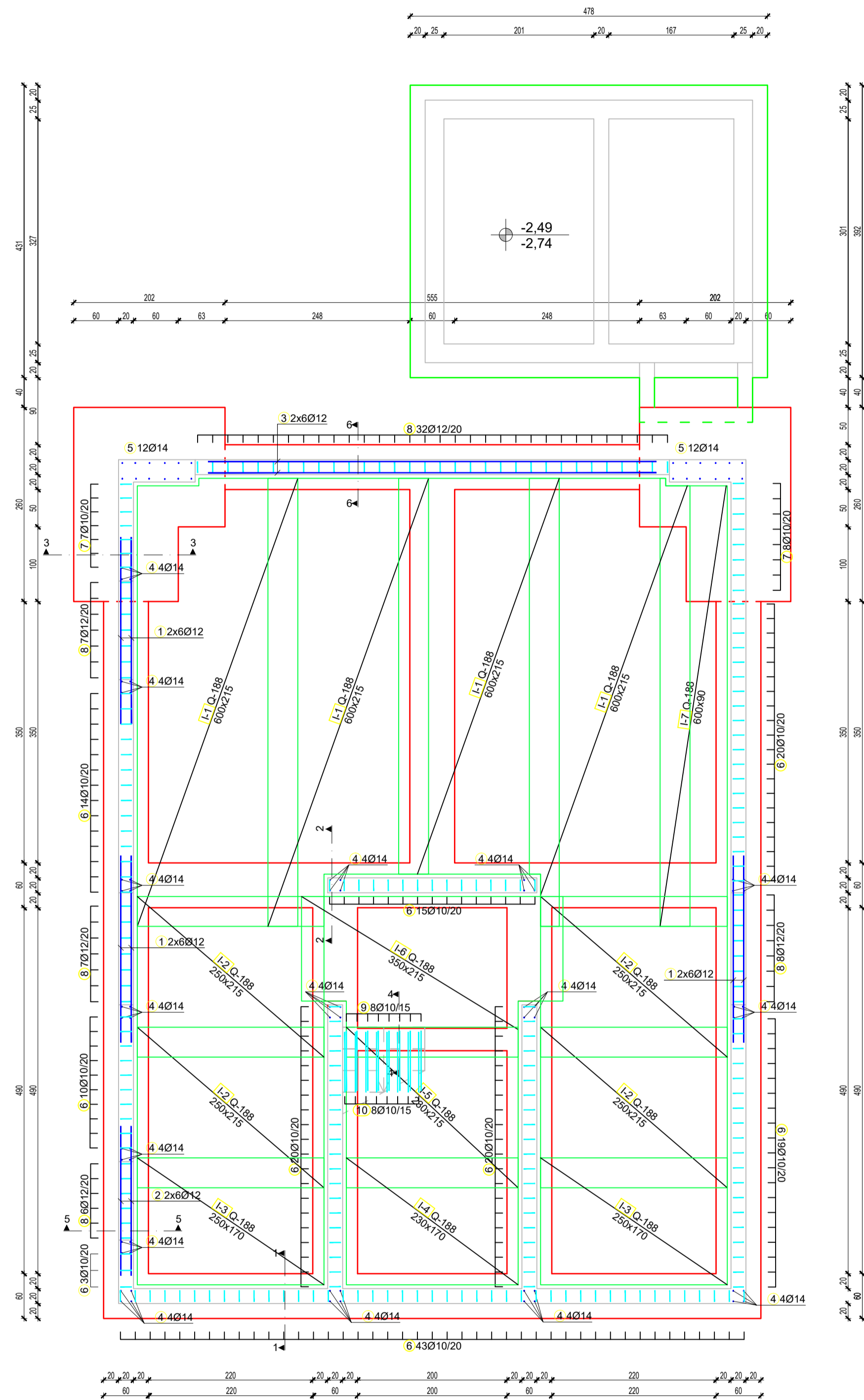
Sadržaj:				<b>PLAN POZICIJA-POZ300-KONSTRUKCIJA BAZENA</b>			
Investitor / Naručitelj:				Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Matice hrvatske 15, 21000 Split			
Građevina:				Obiteljska kuća s bazenom-Sutivan		Lokacija: k.č.z. 1251/19 k.o. Sutivan (koja se formira od dijela k.č.br. 1251/17)	
Projektant konstrukcije:				Mirjana Ževrnja		Nivo i vrsta projekta: Glavni projekt konstrukcije	
Mjerilo:		1:100		Datum:		srpanj, 2022.	
Broj projekta:				S1-07-2022		List:	
						15	





Šipke - specifikacija					
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lg <sub>n</sub> [m]
POZ000_armatura temelja (1 kom)					
1	600	12	6.00	60	360.00
2	200	12	2.00	44	88.00
3	400	12	4.00	90	360.00
4	150	12	1.50	14	21.00
5	250	12	2.50	20	50.00
6	190	12	1.90	28	53.20
7	300	12	3.00	10	30.00
8		8	1.96	277	542.92
9		8	1.96	11	21.56
10		14	2.50	20	50.00
11		14	3.10	32	99.20
Šipke - rekapitulacija					
Ø [mm]	lg <sub>n</sub> [m]	Jedinična težina [kg/m <sup>3</sup> ]		Težina [kg]	
GA					
8	564.48	0.40		222.97	
10	0.00	0.62		0.00	
12	962.20	0.89		854.43	
14	149.20	1.21		180.23	
16	0.00	1.58		0.00	
Ukupno					1257.64

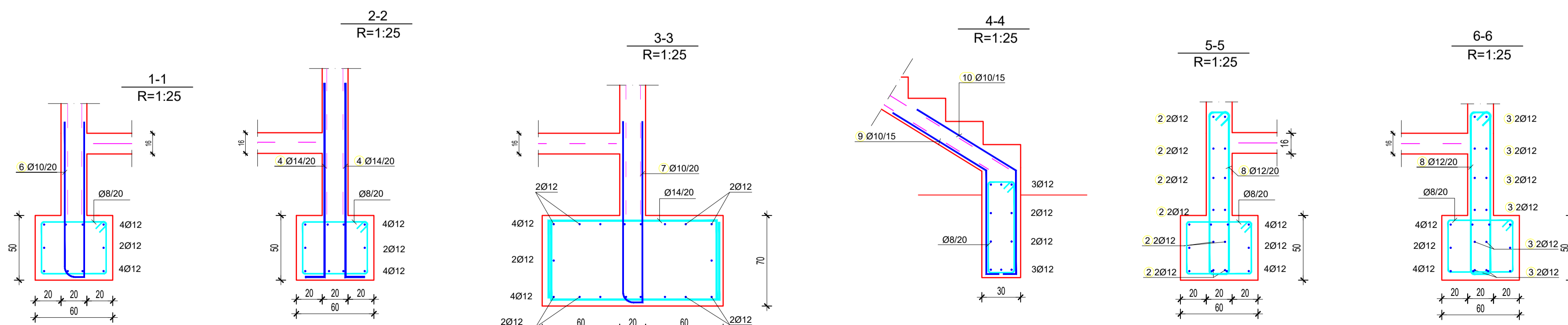


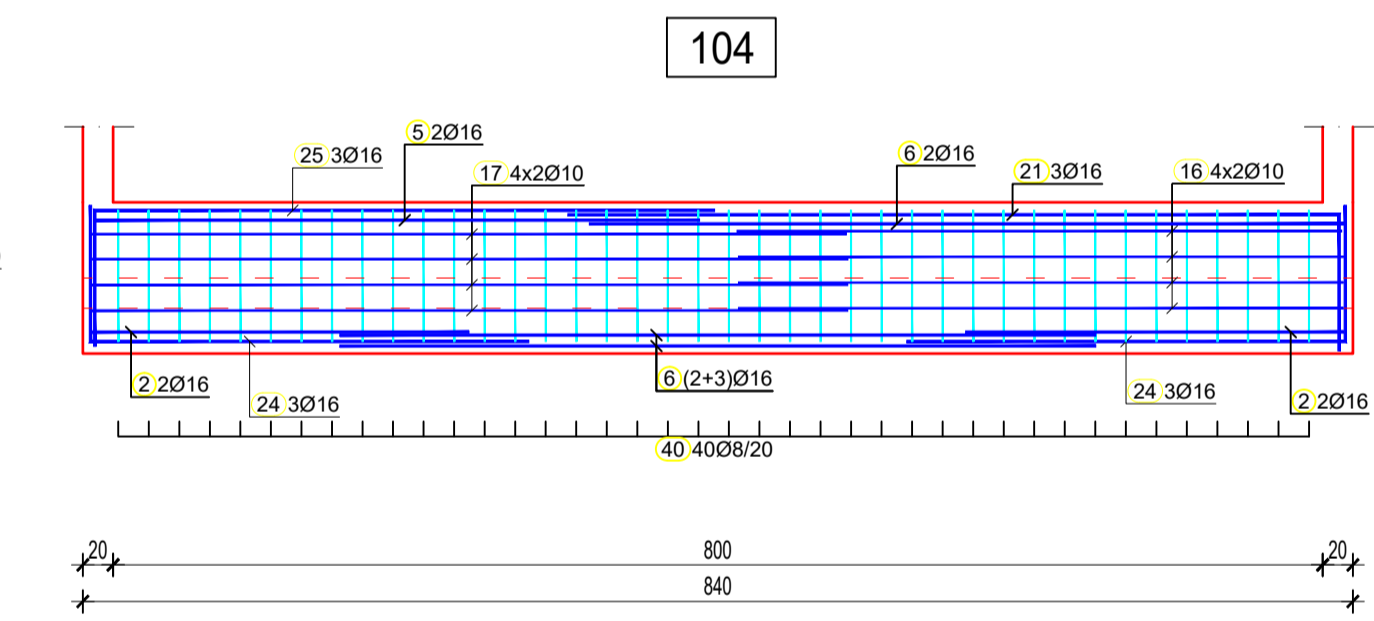
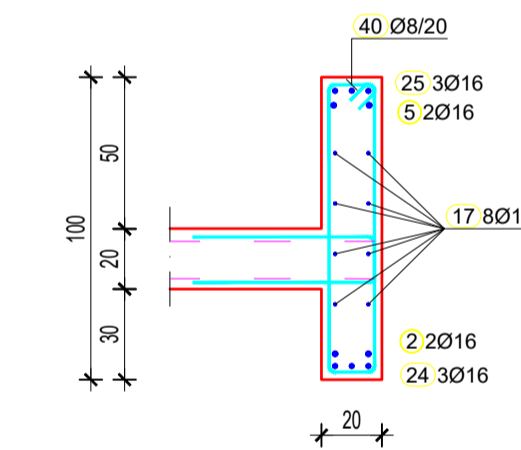
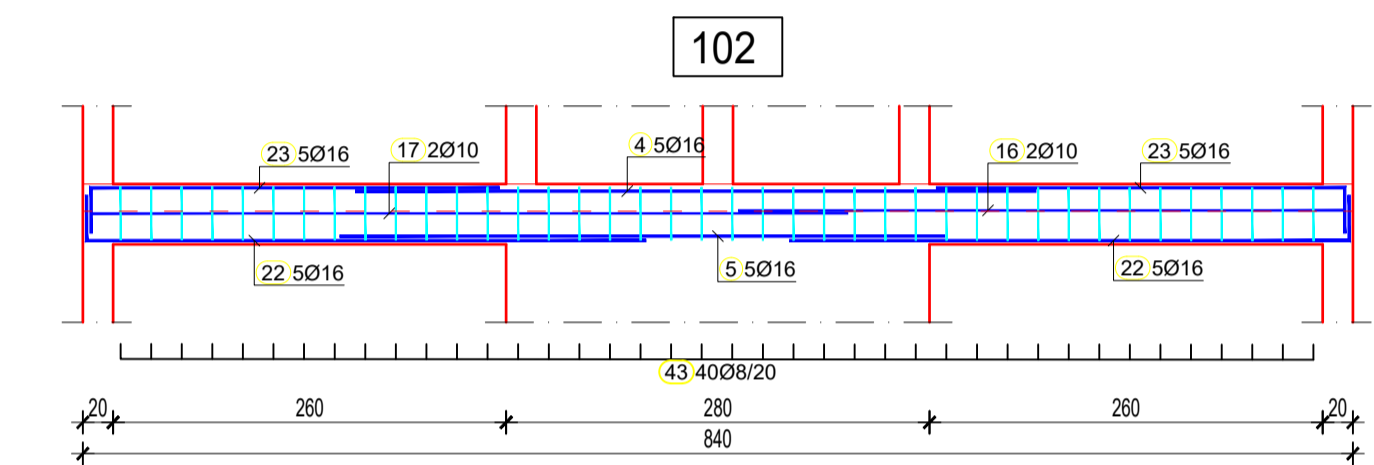
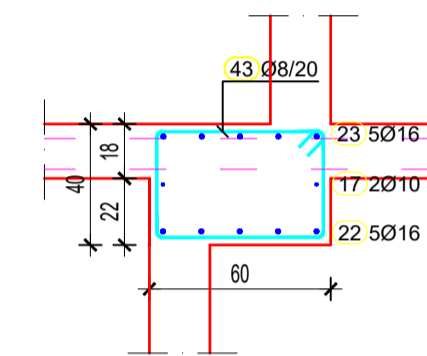
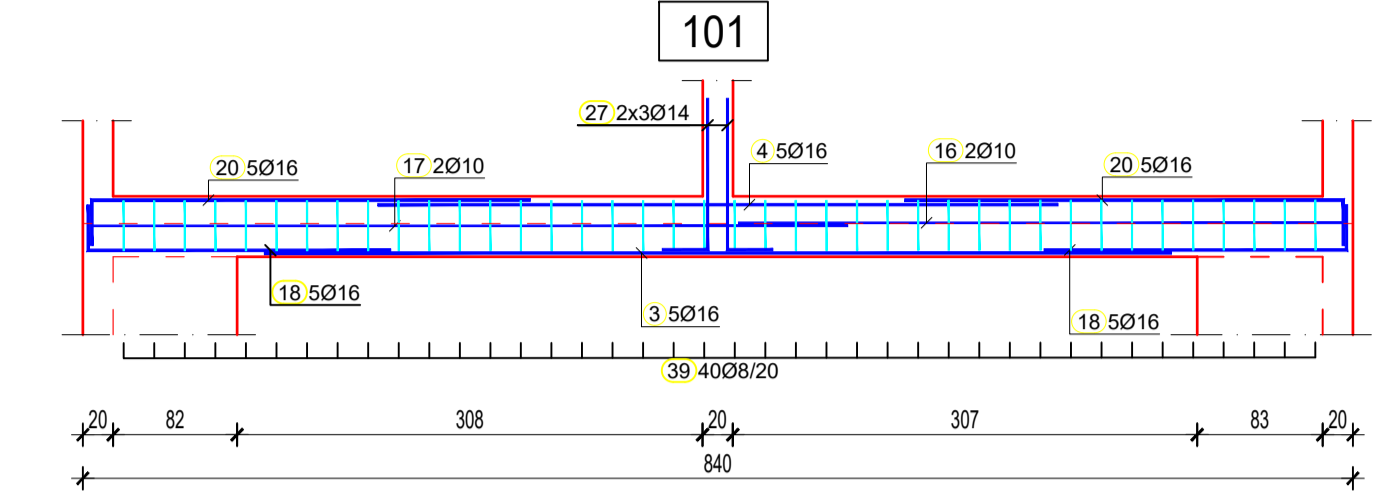
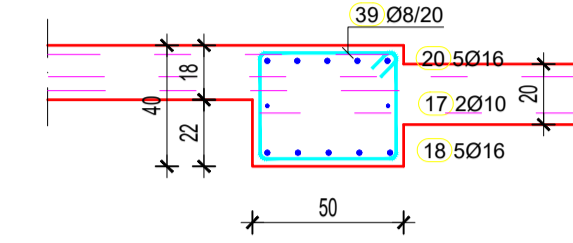
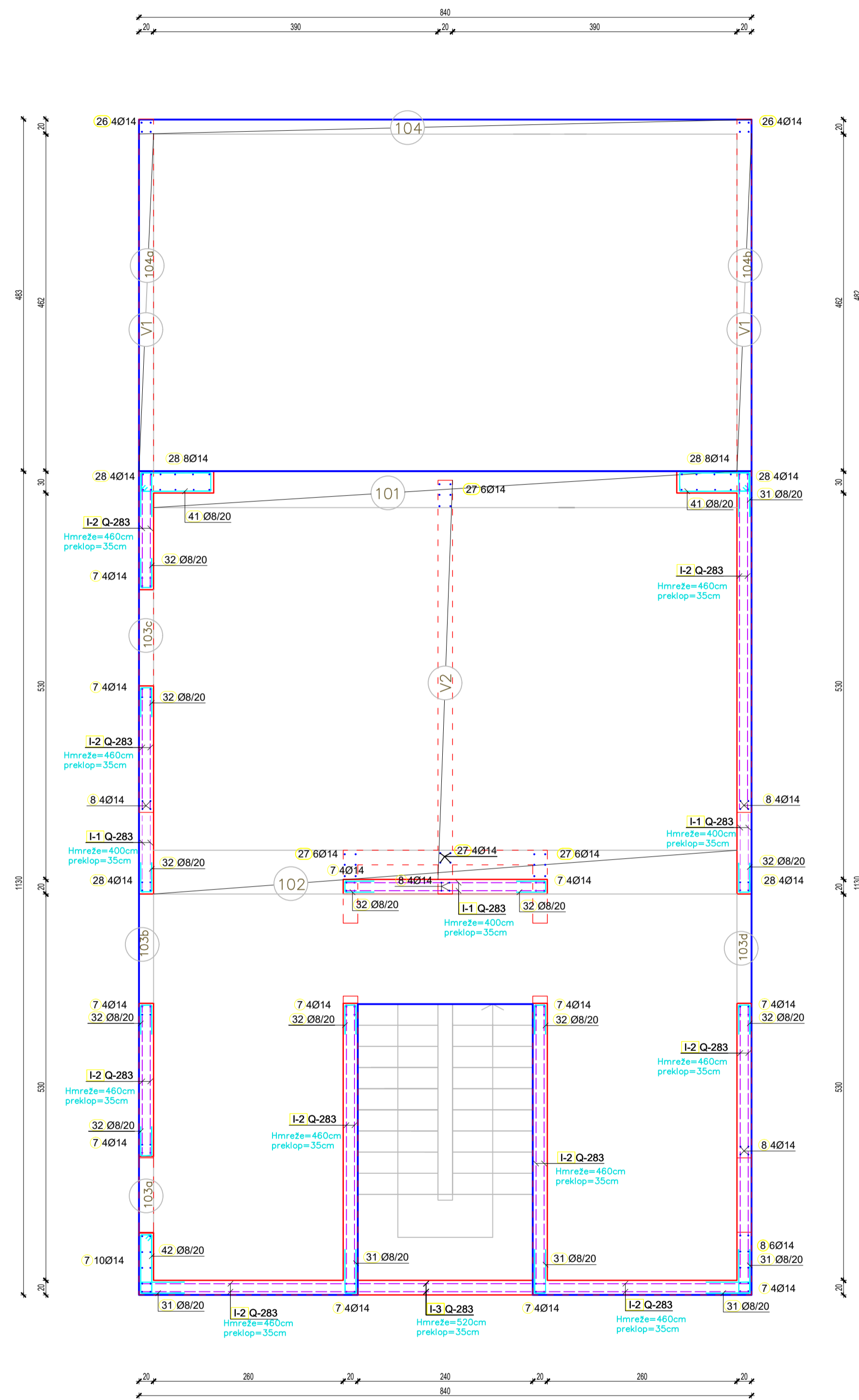


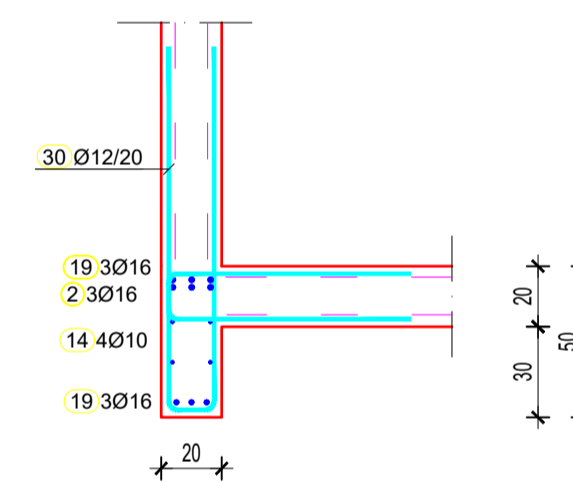
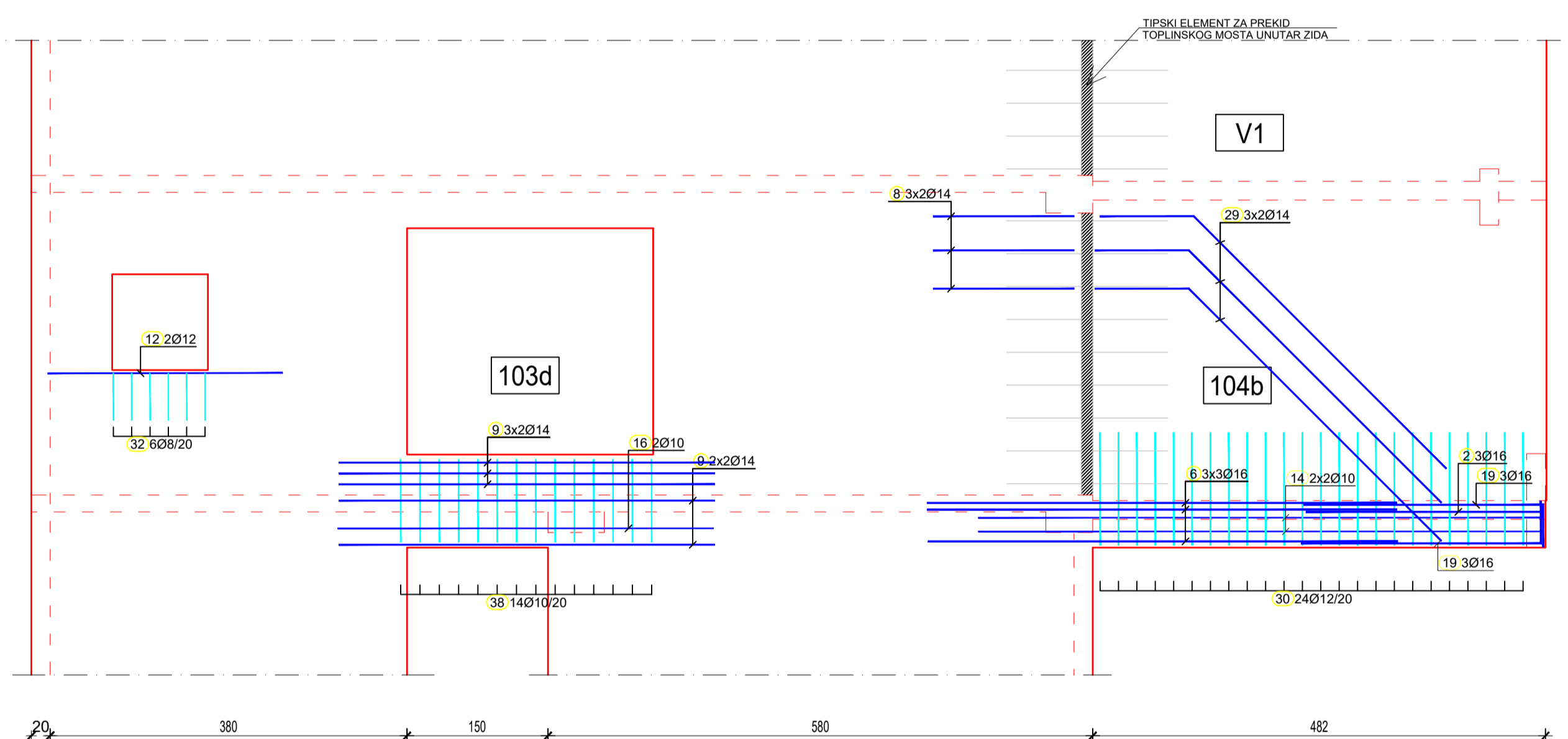
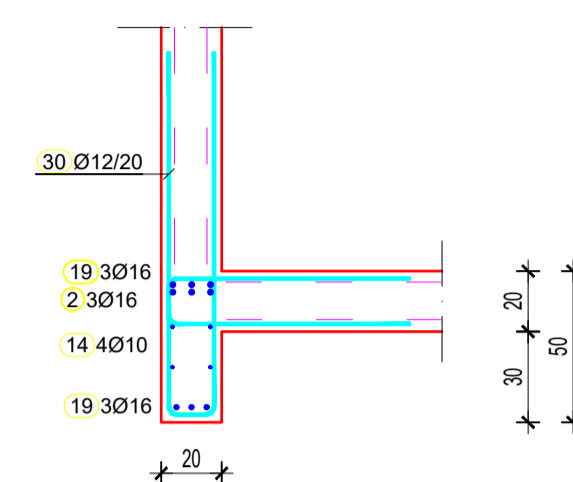
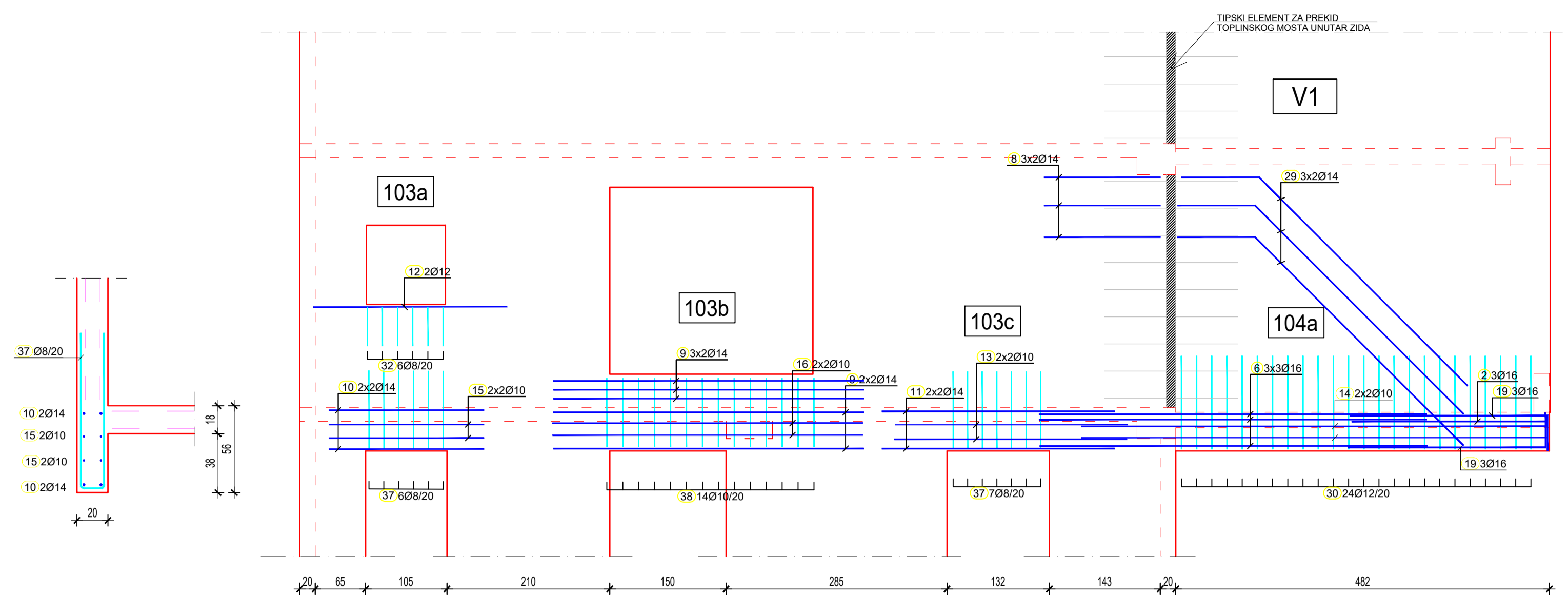
Šipke - specifikacija					
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgm [m]
POZ000_armatura podne ploče i ankeri (1 kom)					
1	250	12	2.50	36	90.00
2	200	12	2.00	12	24.00
3	600	12	6.00	12	72.00
4	150	14	1.65	64	105.60
5	150	14	1.80	24	43.20
6	120	10	2.55	164	418.20
7	140	10	2.95	15	44.25
8	125	12	3.00	60	180.00
9	80	10	1.75	8	14.00
10	80	10	1.80	8	14.40

Šipke - rekapitulacija			
Ø [mm]	lgm [m]	Jedinična težina [kg/m]	Težina [kg]
GA			
8	0.00	0.40	0.00
10	490.85	0.62	302.85
12	366.00	0.89	325.01
14	148.80	1.21	179.75
16	0.00	1.58	0.00
<b>Ukupno</b>			<b>807.61</b>

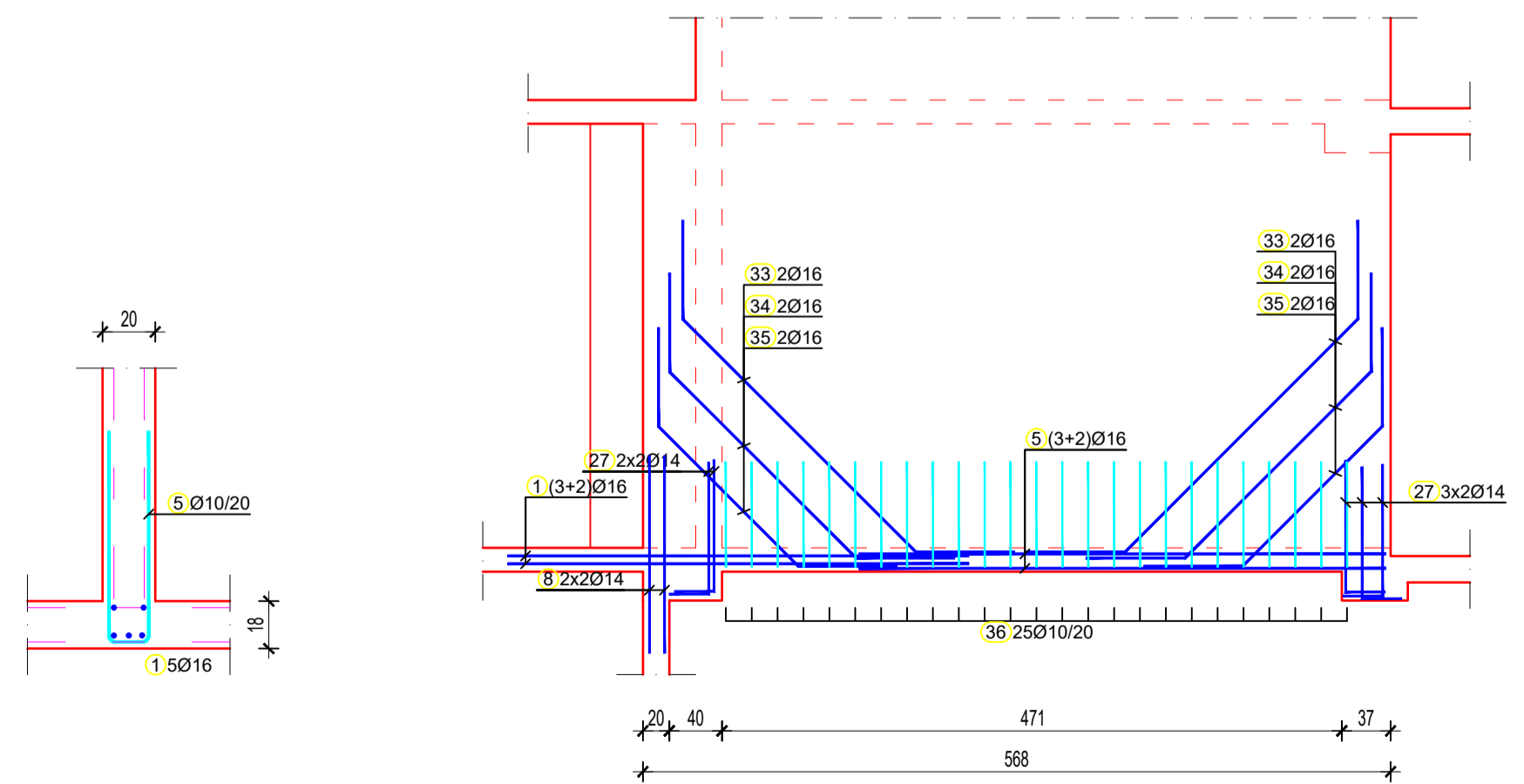
Mreže - specifikacija						
pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
POZ000_armatura podne ploče i ankeri (1 kom)						
I-1	Q-188	215	600	4	2.96	152.74
I-2	Q-188	215	250	4	2.96	63.64
I-3	Q-188	170	250	2	2.96	25.16
I-4	Q-188	170	230	1	2.96	11.57
I-5	Q-188	215	230	1	2.96	14.64
I-6	Q-188	215	350	1	2.96	22.27
I-7	Q-188	90	600	1	2.96	15.98
<b>Ukupno</b>						<b>306.00</b>







V2



Šifra - specifikacija	dim. i mjere [cm]	Ø	l <sub>0</sub> [m]	n [kom]	l <sub>0</sub> n [m]
POZ100_armatura zidova i greda (1 kom)					
1	350	16	3.50	5	17.50
2	250	16	2.50	10	25.00
3	600	16	6.00	5	30.00
4	450	16	4.50	10	45.00
5	400	16	4.00	12	48.00
6	500	16	5.00	25	125.00
7	460	14	4.60	58	266.80
8	150	14	1.50	34	51.00
9	400	14	4.00	20	80.00
10	200	14	2.00	4	8.00
11	300	14	3.00	4	12.00
12	250	12	2.50	4	10.00
13	300	10	3.00	4	12.00
14	500	10	6.00	8	48.00
15	200	10	2.00	4	8.00
16	400	10	4.00	18	72.00
17	500	10	5.00	12	60.00
18	200	16	2.30	10	23.00
19	255	16	3.00	12	36.00
20	290	16	3.20	10	32.00
21	810	16	6.00	3	18.00
22	370	16	4.00	10	40.00
23	270	16	3.00	10	30.00
24	260	16	3.80	6	22.80
25	410	16	5.00	3	15.00
26	150	14	1.80	8	14.40
27	100	14	1.30	22	28.60
28	400	14	4.40	32	140.80
29	350	14	4.80	12	57.60
30	120	12	2.55	48	122.40
31	80	8	1.35	111	149.85

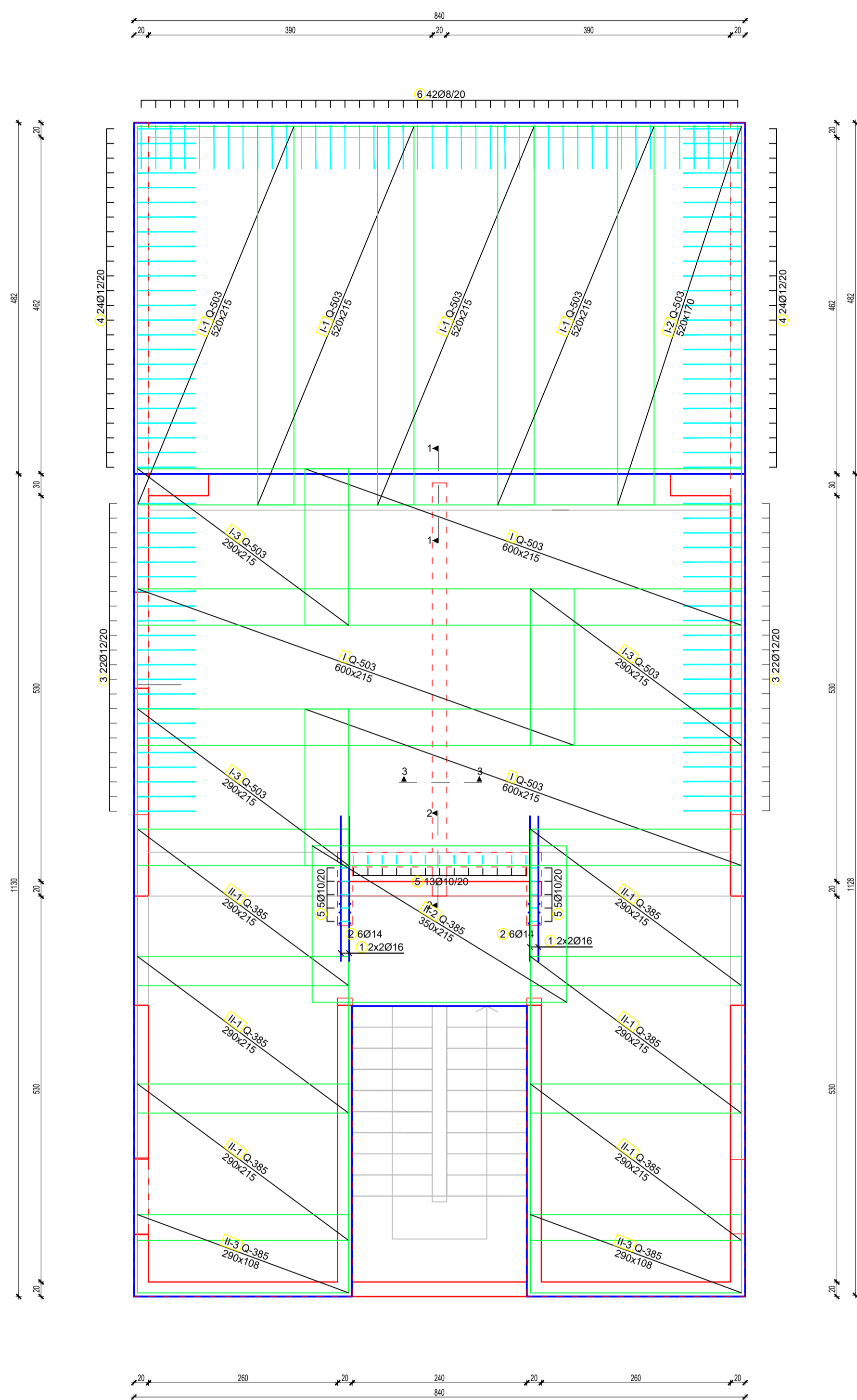
32	40	8	0.95	188	178.60
33	250	16	4.00	4	16.00
34	200	16	3.50	4	14.00
35	150	16	3.00	4	12.00
36	75	10	1.65	25	41.25
37	100	8	2.15	13	27.95
38	95	10	2.35	28	66.00
39	45	8	1.70	40	70.40
40	95	8	2.35	40	94.40
41	80	8	2.55	32	81.60
42	80	8	2.00	16	32.00
43	55	8	1.95	40	78.40

Ø [mm]	l <sub>0</sub> [m]	Jednina težina [kg/m]	Težina [kg]
GA			
8	714.48	0.40	282.22
10	307.33	0.62	189.92
12	132.40	0.89	117.37
14	859.20	1.21	796.31
16	549.30	1.58	865.80
Ukupno			2252.52

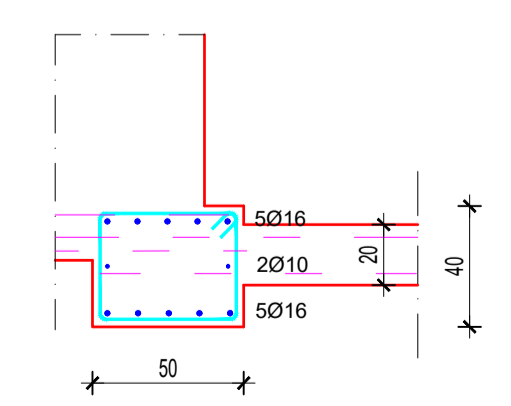
Šifra - specifikacija	pozicija	oznaka mreže	Ø [mm]	L [cm]	n	Jednina težina [kg/m]	Ukupna težina [kg]
POZ100_armatura zidova i greda (1 kom)							
1-1	Q-283	215	400	2	4.44	76.37	
1-2	Q-283	108	400	2	4.44	38.18	
1-3	Q-283	105	400	2	4.44	37.30	
1-4	Q-283	155	400	2	4.44	63.31	
1-5	Q-283	185	400	2	4.44	67.40	
1-6	Q-283	108	400	2	4.44	43.91	
1-7	Q-283	100	400	2	4.44	35.52	
1-8	Q-283	200	400	2	4.44	83.74	
1-10	Q-283	215	500	2	4.44	92.28	
1-12	Q-283	215	450	20	4.44	878.23	
1-13	Q-283	143	400	4	4.44	117.10	
1-15	Q-283	72	520	2	4.44	33.09	
Ukupno						1573.43	

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15  
MB 3149463, tel +385 (0)21 303333, fax +385 (0)21 465117

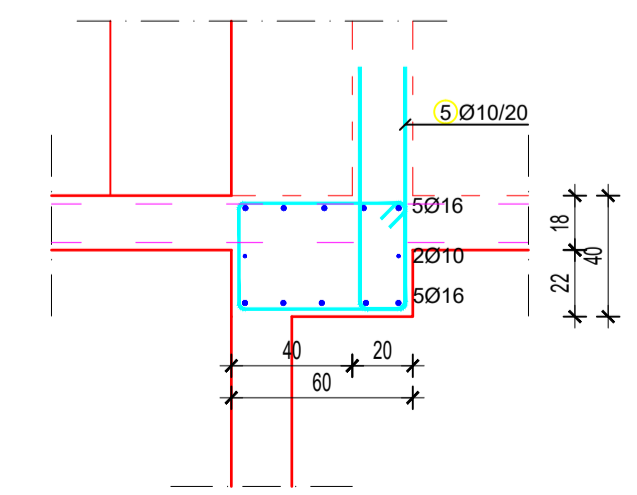
Sažetak: POZ100-ARMATURA ZIDOVA I GREDA	
Investitor / Naručitelj:	Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Matice hrvatske 15, 21000 Split
Gradivnik:	Obiteljska kuća s bazenom-Sutivan k.č.z. 1251/19 k.o. Sutivan (koja se formira od dijela k.č.br. 1251/17)
Projektant konstrukcije:	Mirjana Ževrnja Nivo i vrsta projekta: Izvedbeni projekt konstrukcije
Mjerilo:	1:50 / 1:25 Datum: srpanj, 2022. Broj projekta: S1-07-2022



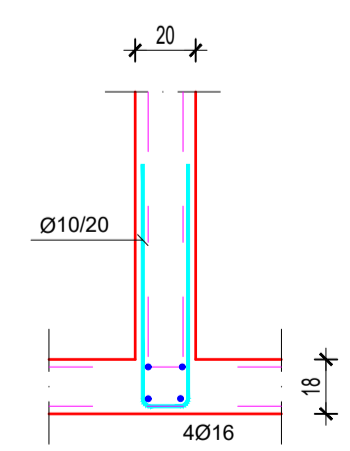
1-1  
R=1:25



2-2  
R=1:25



3-3  
R=1:25



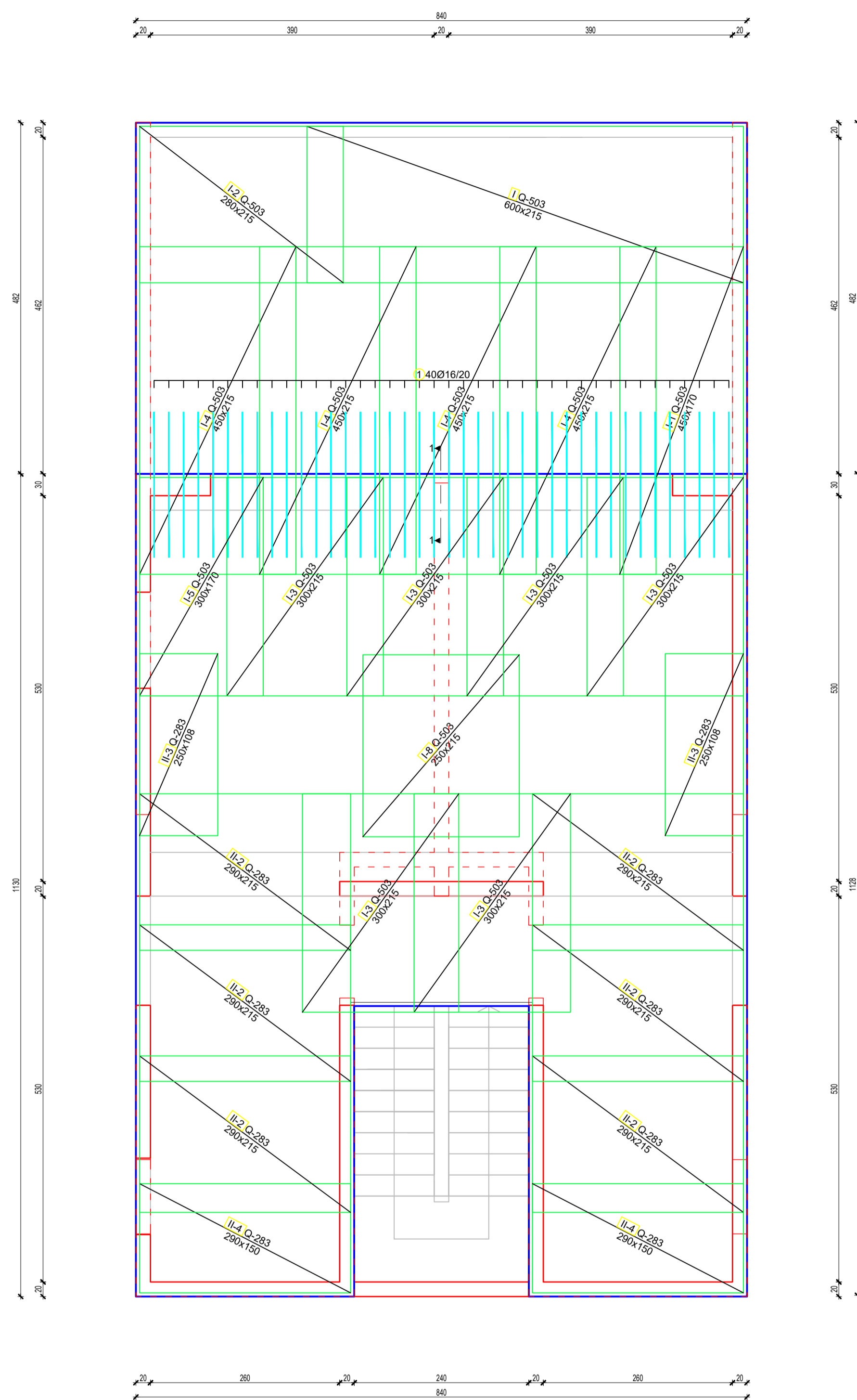
Šipke - specifikacija					
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
POZ100_donja zona AB ploče (1 kom)					
1	200	16	2.00	8	16.00
2	100	14	1.30	12	15.60
3	80	12	1.73	44	76.12
4	80	12	1.75	48	84.00
5	80	10	1.75	23	40.25
6	60	8	1.35	42	56.70

Šipke - rekapitulacija			
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Težina [kg]
GA			
8	56.70	0.40	22.40
10	40.25	0.62	24.83
12	160.12	0.89	142.19
14	15.60	1.21	18.84
16	16.00	1.58	25.25
<b>Ukupno</b>			<b>233.51</b>

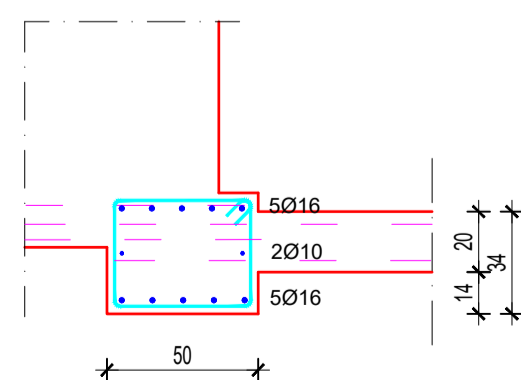
Mreže - specifikacija						
Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
POZ100_donja zona AB ploče (1 kom)						
I	Q-503	215	600	3	7.90	305.73
I-1	Q-503	215	520	4	7.90	353.29
I-2	Q-503	170	520	1	7.90	69.84
I-3	Q-503	215	290	3	7.90	147.77
II-1	Q-385	215	290	6	6.10	228.20
II-2	Q-385	215	350	1	6.10	45.90
II-3	Q-385	108	290	2	6.10	38.03
<b>Ukupno</b>						<b>1188.76</b>

<p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE                  21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15                  MB 3149463, tel + 385 (0)21 303333, fax + 385 (0)21 465117</p>	Sažetak: <b>POZ100-DONJA ZONA AB PLOČE</b>		
	Investitor / Naručitelj: <b>Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Matice hrvatske 15, 21000 Split</b>		
	Građevina: <b>Obiteljska kuća s bazenom-Sutivan</b>	Lokacija: <b>k.č.z. 1251/19 k.o. Sutivan (koja se formira od dijela k.č.br. 1251/17)</b>	
	Projektant konstrukcije: <b>Mirjana Ževrnja</b>	Nivo i vrsta projekta: <b>Izvedbeni projekt konstrukcije</b>	
Mjerilo: <b>1:50 / 1:25</b>	Datum: <b>srpanj, 2022.</b>	Broj projekta: <b>S1-07-2022</b>	List: <b>20</b>

POZ100-GORNJA ZONA AB PLOČE  
 BETON: C25 /30  
 ARMATURA: B500B  
 DEBLJINA PLOČE: d1=20 cm  
 d2=18 cm  
 M 1:50

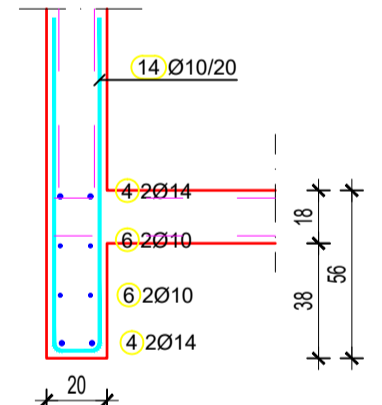
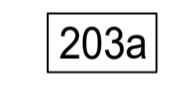
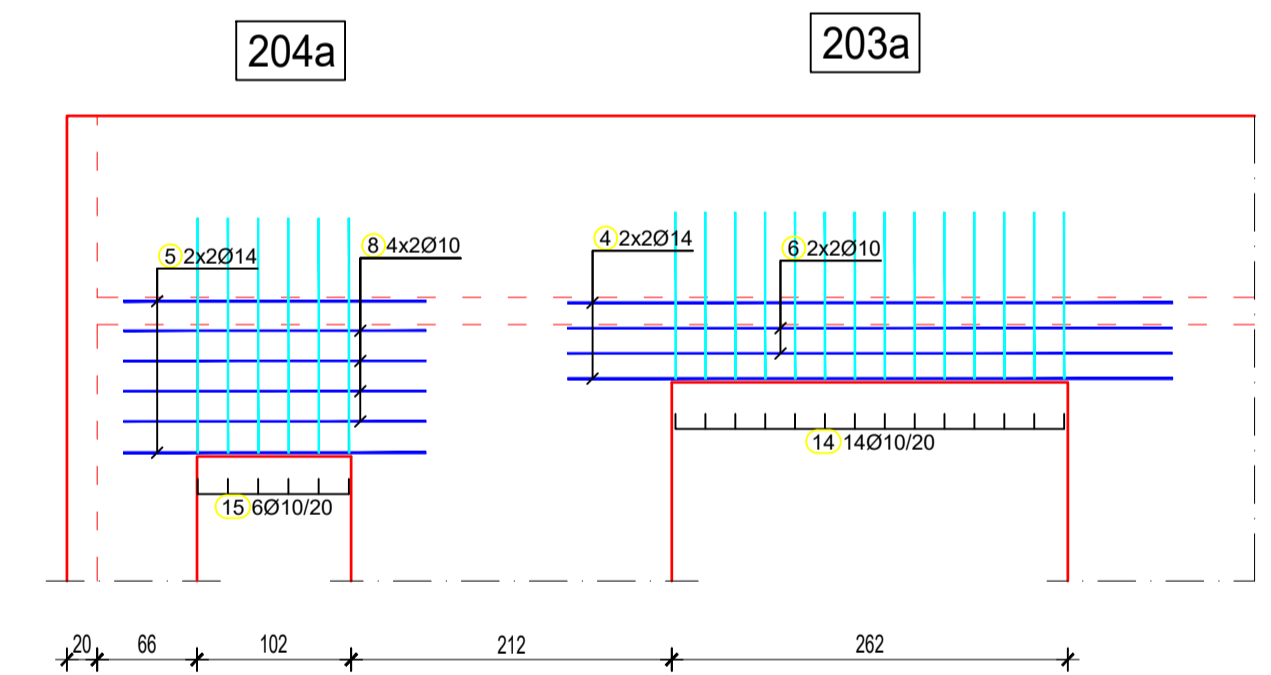
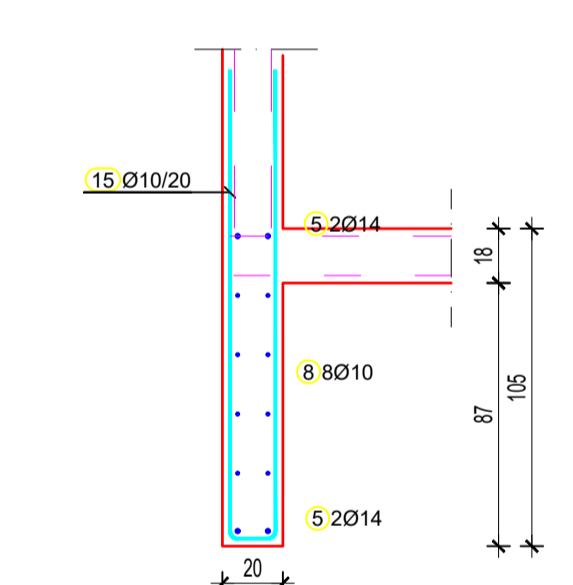
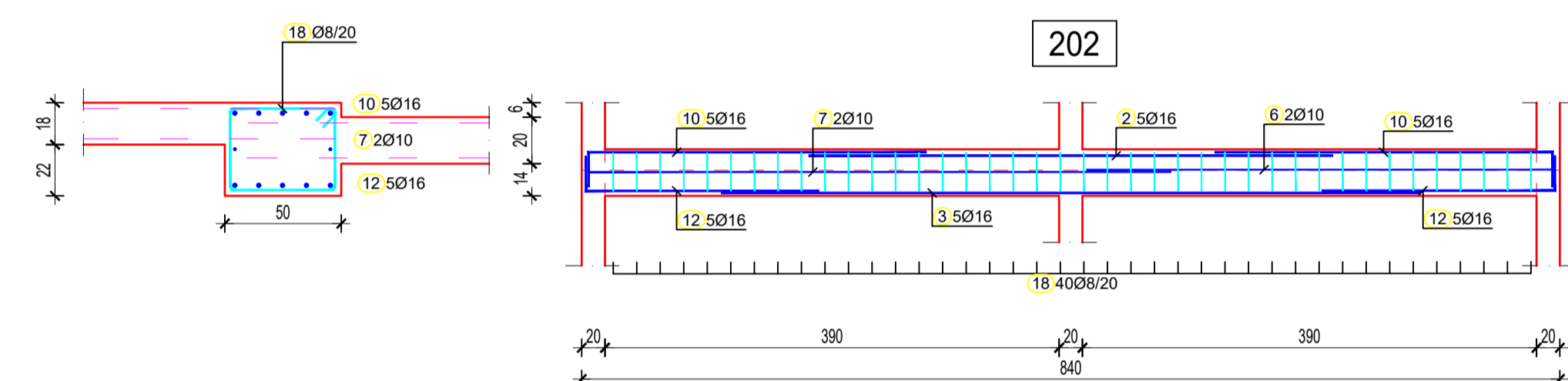
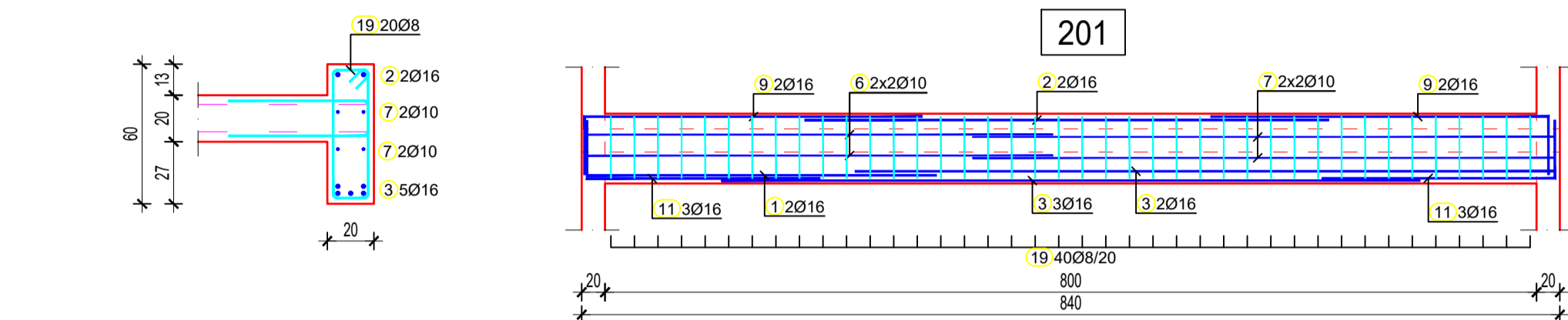
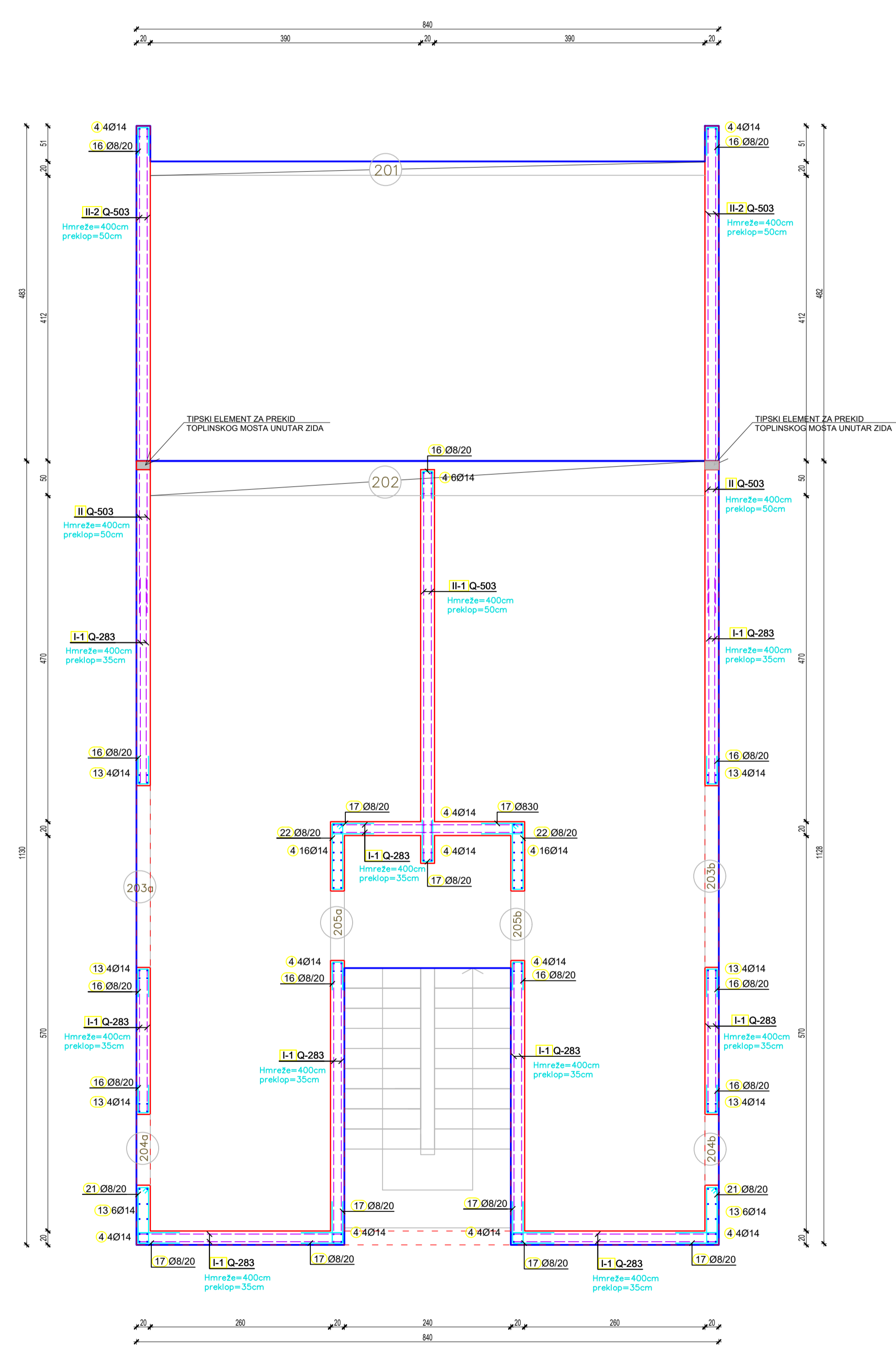


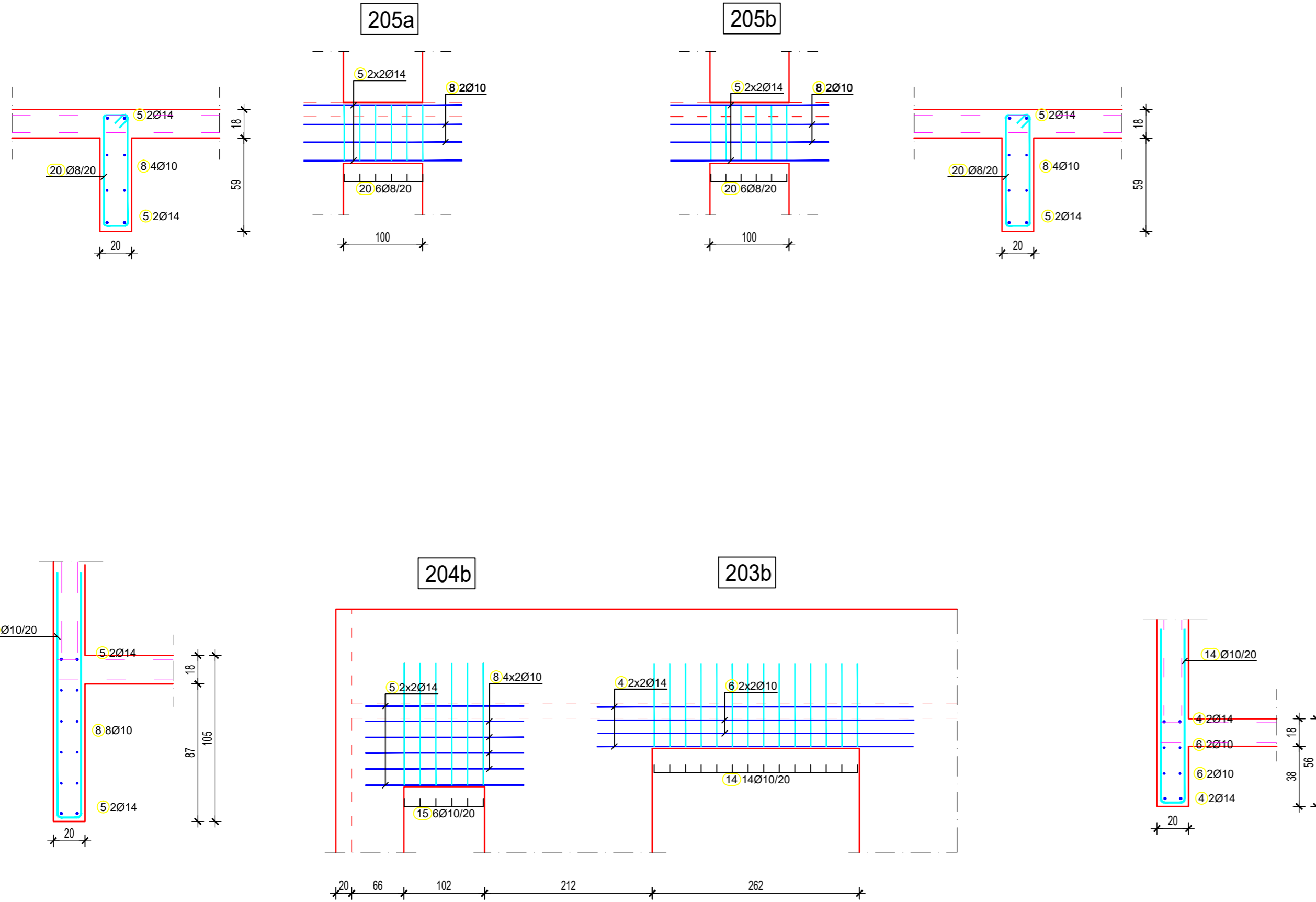
1-1  
 R=1:25



Šipke - specifikacija						
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]	
POZ100_gornja zona AB ploče (1 kom)						
1	200	16	2.00	40	80.00	
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	0.00	0.89	0.00			
14	0.00	1.21	0.00			
16	80.00	1.58	126.24			
Ukupno					126.24	
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	170	450	1	7.90	60.44
I-2	Q-503	215	280	1	7.90	47.56
I-3	Q-503	215	300	6	7.90	305.73
I-4	Q-503	215	450	4	7.90	305.73
I-5	Q-503	170	300	1	7.90	40.29
I-8	Q-503	215	250	1	7.90	42.46
II-2	Q-283	215	290	6	4.44	166.10
II-3	Q-283	108	250	2	4.44	23.87
II-4	Q-283	150	290	2	4.44	38.63
Ukupno						1132.71

<p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE        21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15        MB 3149463, tel + 385 (0)21 303333, fax + 385 (0)21 465117</p>	Sadržaj: POZ100-GORNJA ZONA AB PLOČE	
	Investitor / Naručitelj: Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Matice hrvatske 15, 21000 Split	
	Gradivnik: Obiteljska kuća s bazenom-Sutivan	Lokacija: k.č.z. 1251/19 k.o. Sutivan (koja se formira od dijela k.č.br. 1251/17)
	Projektant konstrukcije: Mirjana Ževrnja	Nivo i vrsta projekta: Izvedbeni projekt konstrukcije
Mjerilo: 1:50 / 1:25	Datum: srpanj, 2022.	Broj projekta: S1-07-2022
		21





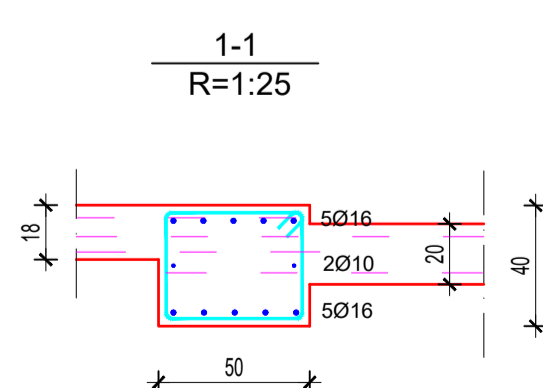
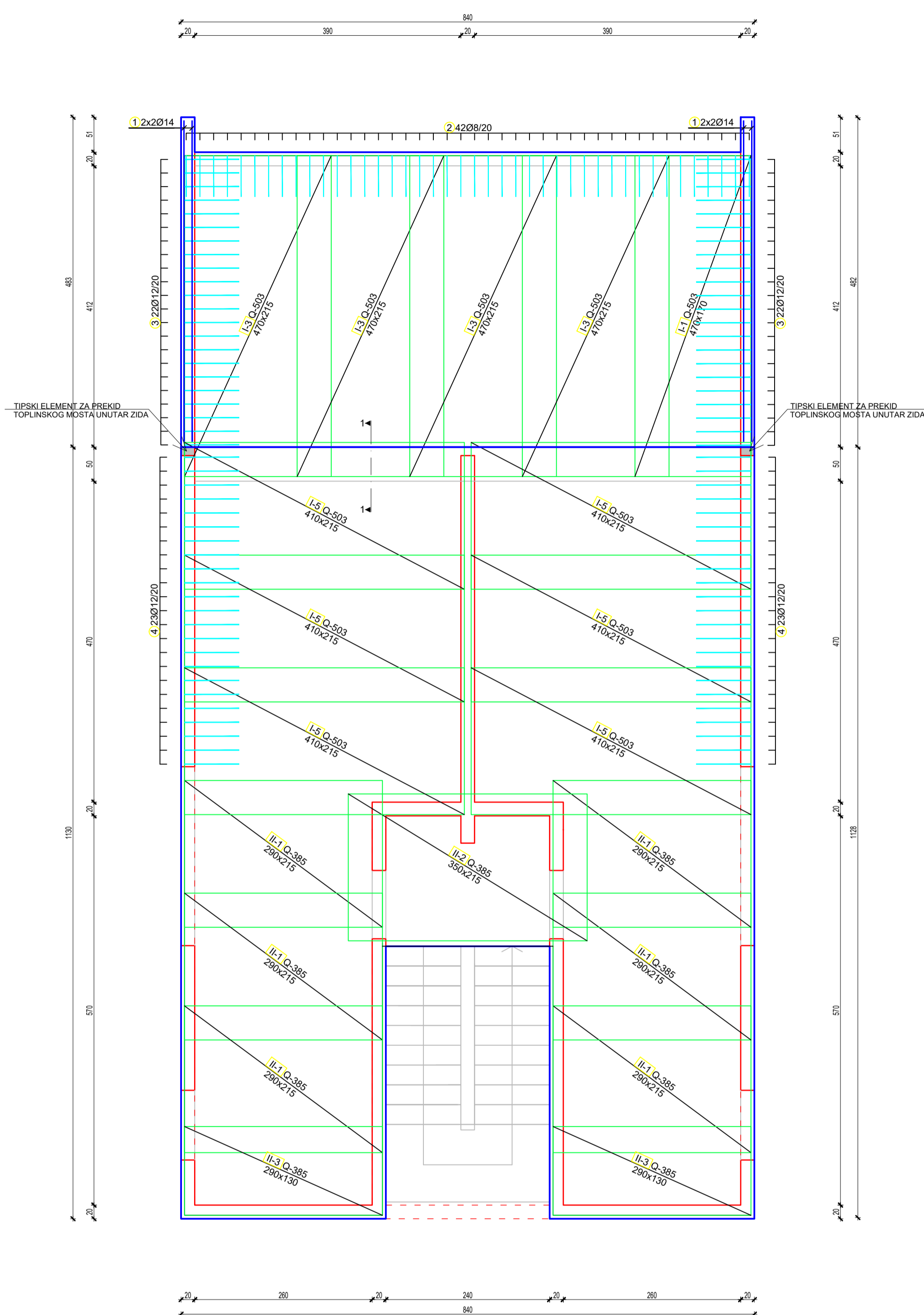
Šipke - specifikacija					
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
POZZ00_armatura zidova i greda (1 kom)					
1	300	16	3.00	2	6.00
2	450	16	4.50	7	31.50
3	600	16	6.00	10	60.00
4	400	14	4.00	86	344.00
5	200	14	2.00	16	32.00
6	400	10	4.00	14	56.00
7	500	10	5.00	6	30.00
8	200	10	2.00	24	48.00
9	290	16	3.40	4	13.60
10	290	16	3.20	10	32.00
11	200	16	2.50	6	15.00
12	200	16	2.30	10	23.00
13	330	14	3.70	36	133.20
14	110	10	2.35	28	65.80
15	155	10	3.25	12	39.00
16	40	8	0.95	176	167.20
17	60	8	1.35	144	194.40
18	45	8	1.75	40	70.40
19	55	8	1.55	40	62.40
20	70	8	1.85	12	22.32
21	80	8	2.05	32	65.92
22	95	8	2.35	32	75.52

Šipke - rekapitulacija						
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m]	Težina [kg]			
GA						
8	658.16	0.40	259.97			
10	238.80	0.62	147.34			
12	0.00	0.89	0.00			
14	509.20	1.21	615.11			
16	181.10	1.58	285.78			
Ukupno			1308.20			
Mreže - specifikacija						
Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
POZZ00_armatura zidova i greda (1 kom)						
I-1	Q-283	215	400	18	4.44	687.31
I-2	Q-283	72	400	4	4.44	50.91
I-4	Q-283	108	400	2	4.44	38.18
I-7	Q-283	143	400	4	4.44	101.82
I-9	Q-283	200	400	4	4.44	142.08
II-1	Q-503	215	400	14	7.90	951.16
II-2	Q-503	115	400	1	7.90	36.34
II-3	Q-503	200	400	4	7.90	252.80
II-4	Q-503	161	400	1	7.90	50.96
II-5	Q-503	145	400	1	7.90	45.82
II-6	Q-503	72	400	1	7.90	22.65
II-7	Q-503	143	400	1	7.90	45.29
Ukupno						2425.33

<p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117</p>	Sadržaj:	POZZ00-ARMATURA ZIDOVA I GREDA			
	Investitor / Naručitelj:	Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Matice hrvatske 15, 21000 Split			
	Gradjevina:	Obiteljska kuća s bazenom-Sutivan	Lokacija:	k.č.z. 1251/19 k.o. Sutivan (koja se formira od dijela k.č.br. 1251/17)	
	Projektant konstrukcije:	Mirjana Ževrnja	Nivo i vrsta projekta:	Izvedbeni projekt konstrukcije	
Mjerilo:	1:50 / 1:25	Datum:	srpanj, 2022.	Broj projekta:	S1-07-2022
				List:	23

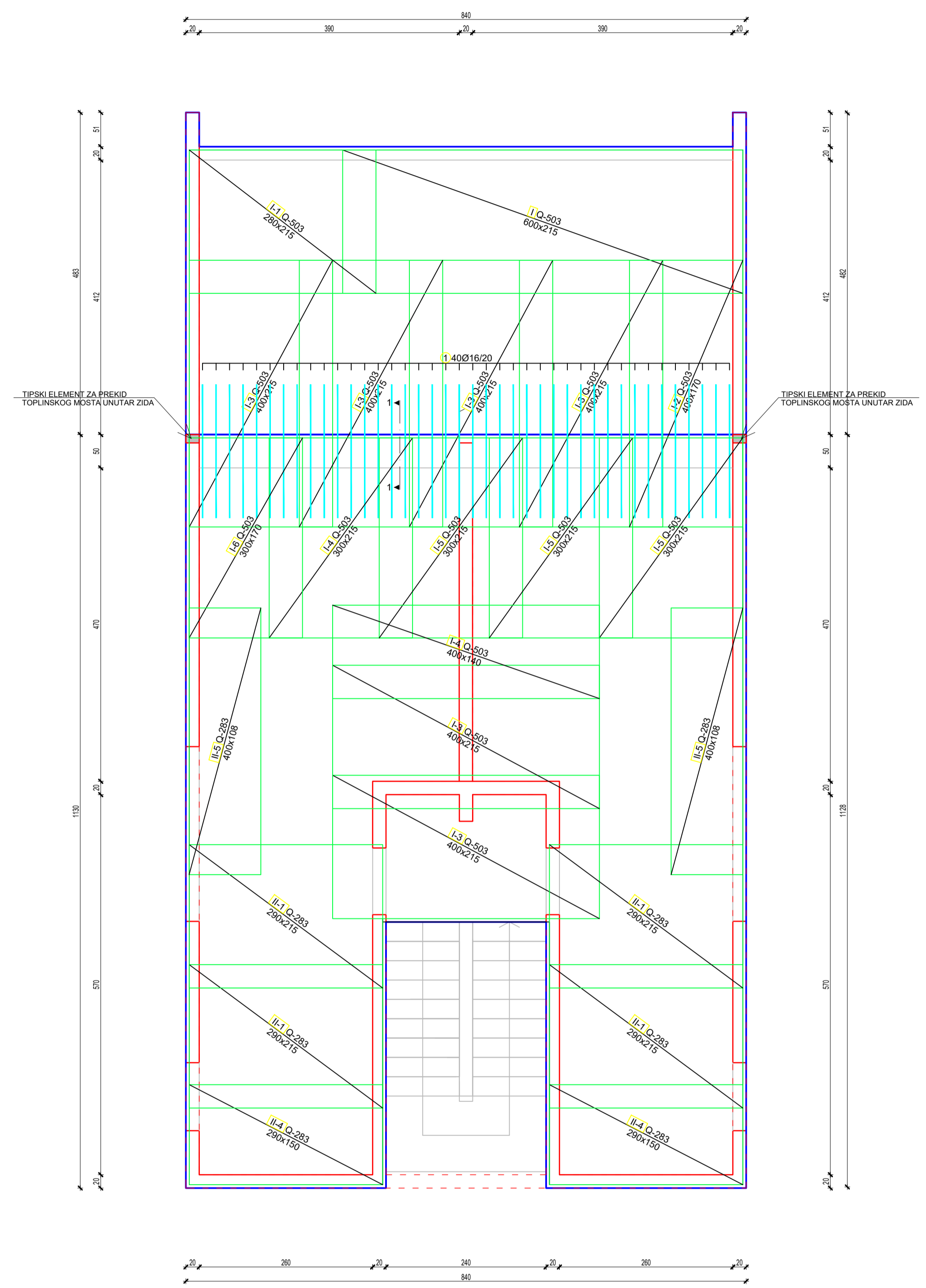


POZ200-DONJA ZONA AB PLOČE  
 BETON: C25 /30  
 ARMATURA: B500B  
 DEBLJINA PLOČE: d1=20 cm  
 d2=18 cm  
 M 1:50



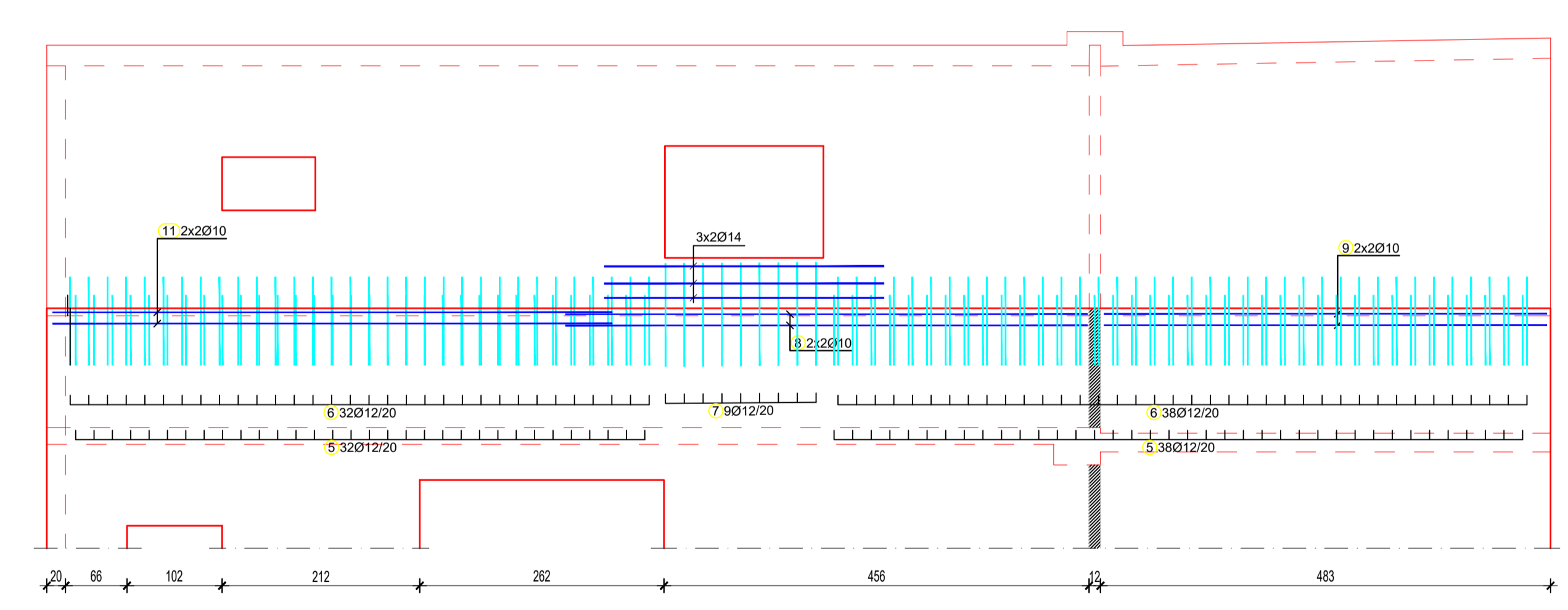
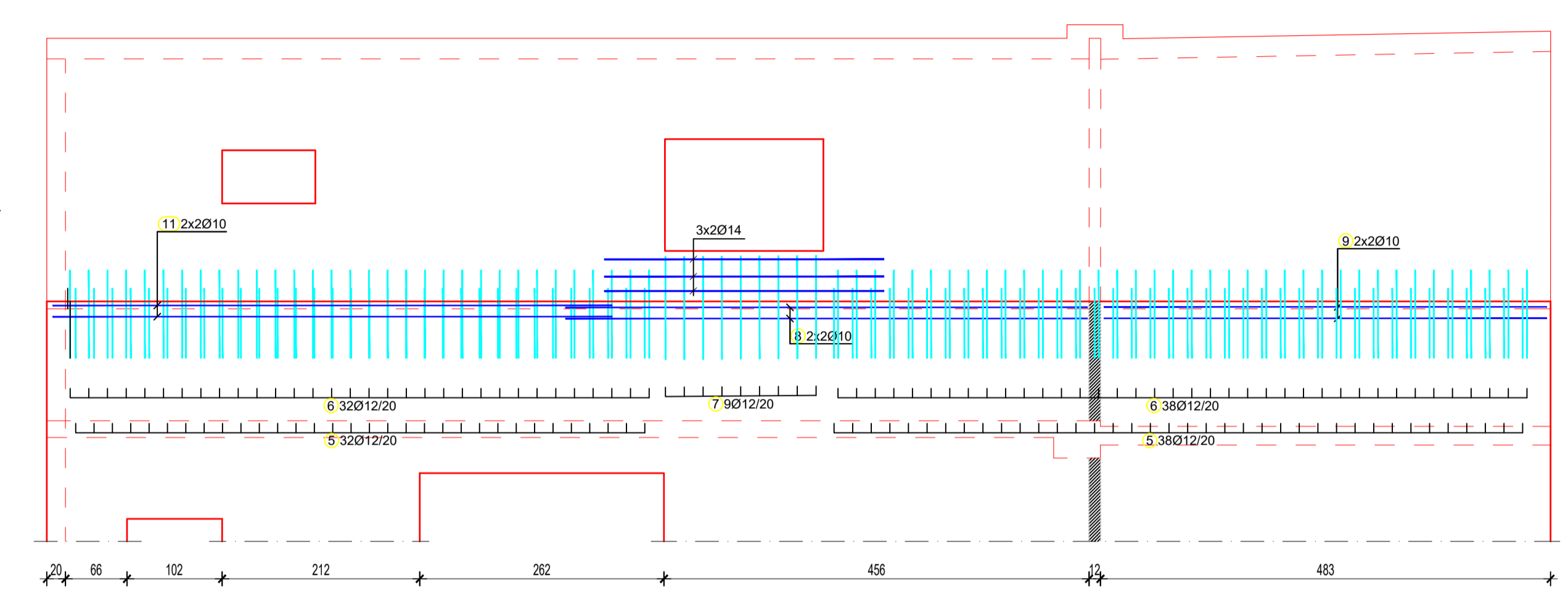
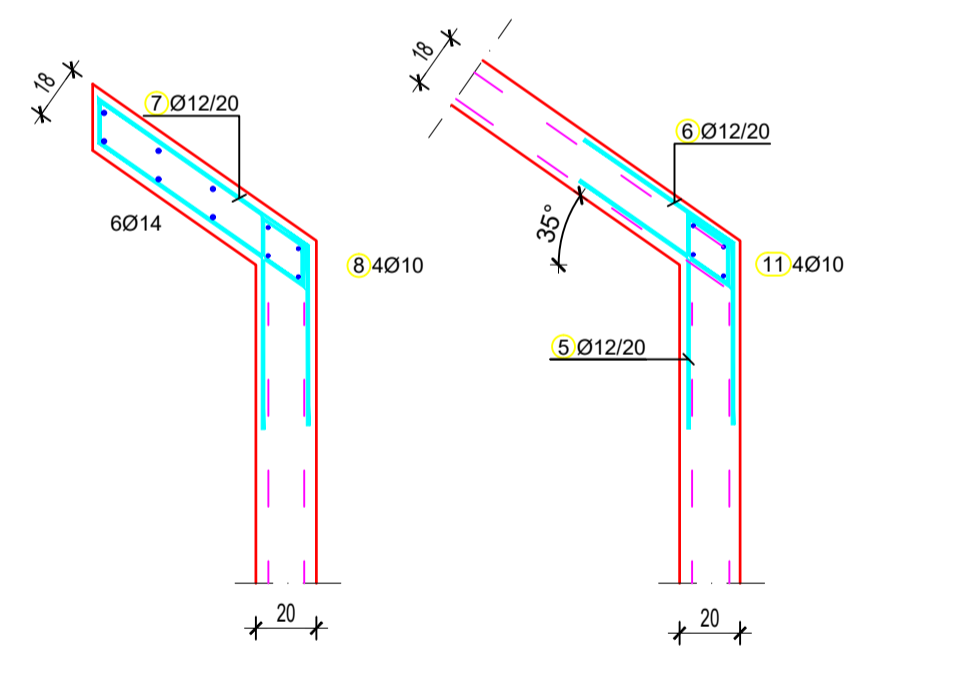
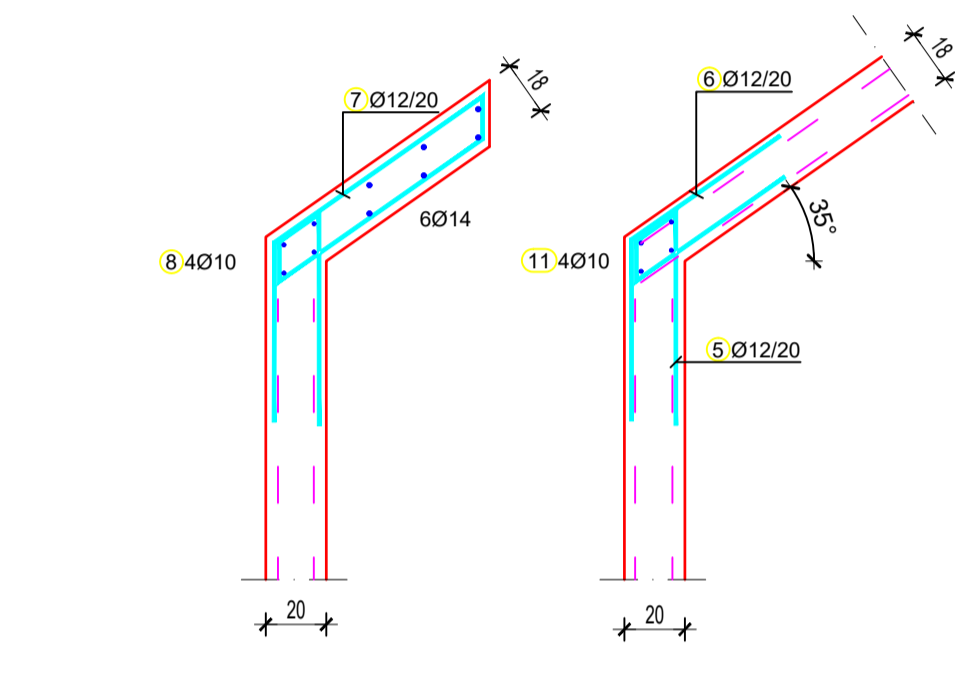
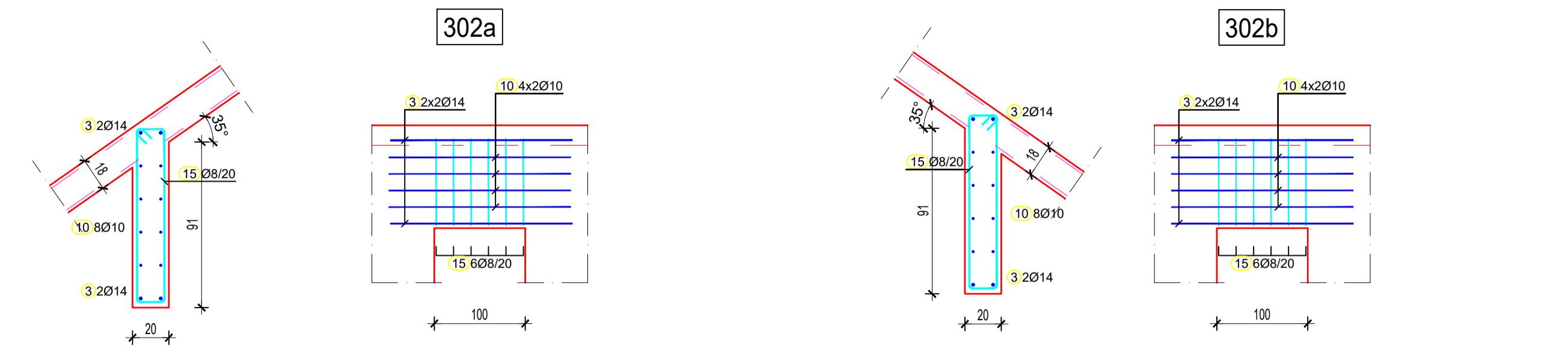
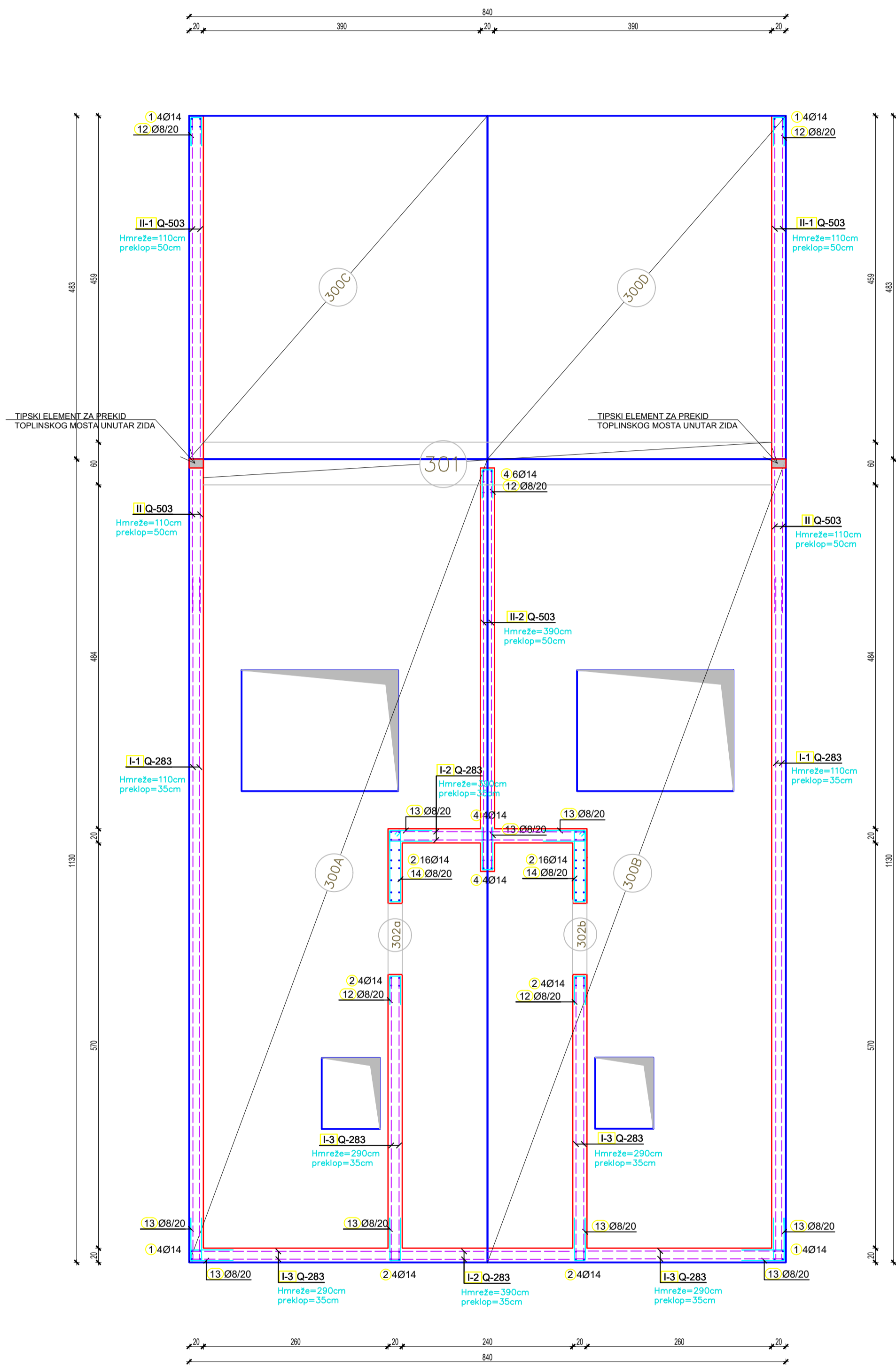
Šipke - specifikacija						
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]	
POZ200_donja zona AB ploče (1 kom)						
1	470	14	4.70	8	37.60	
2	60	8	1.35	42	56.70	
3	80	12	1.75	44	77.00	
4	80	12	1.73	46	79.58	
Šipke - rekapitulacija						
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m <sup>3</sup> ]	Težina [kg]			
GA						
8	56.70	0.40	22.40			
10	0.00	0.62	0.00			
12	156.58	0.89	139.04			
14	37.60	1.21	45.42			
16	0.00	1.58	0.00			
Ukupno					206.86	
Mreže - specifikacija						
Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
POZ200_donja zona AB ploče (1 kom)						
I-1	Q-503	170	470	1	7.90	63.12
I-3	Q-503	215	470	4	7.90	319.32
I-4	Q-503	215	300	1	7.90	50.95
I-5	Q-503	215	410	6	7.90	417.83
II-1	Q-385	215	290	6	6.10	228.20
II-2	Q-385	215	350	1	6.10	45.90
II-3	Q-385	130	290	2	6.10	45.99
Ukupno						1171.32

POZ200-GORNJA ZONA AB PLOČE  
 BETON: C25 /30  
 ARMATURA: B500B  
 DEBLJINA PLOČE: d1=20 cm  
 d2=18 cm  
 M 1:50



Šipke - specifikacija						
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]	
POZ200_gornja zona AB ploče (1 kom)						
1	200	16	2.00	40	80.00	
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	0.00	0.89	0.00			
14	0.00	1.21	0.00			
16	80.00	1.58	126.24			
Ukupno			126.24			
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	Q-503	215	600	1	7.90	101.91
I-1	Q-503	215	280	1	7.90	47.56
I-2	Q-503	170	400	1	7.90	53.72
I-3	Q-503	215	400	6	7.90	407.64
I-4	Q-503	140	400	1	7.90	44.24
I-5	Q-503	215	300	3	7.90	152.87
I-6	Q-503	170	300	1	7.90	40.29
II-1	Q-283	215	290	4	4.44	110.73
II-4	Q-283	150	290	2	4.44	38.83
II-5	Q-283	108	400	2	4.44	38.18
Ukupno					1035.77	

<p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE        21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15        MB 3149463, tel + 385 (0)21 303333, fax + 385 (0)21 465117</p>	Sadržaj: POZ200-GORNJA ZONA AB PLOČE		
	Investor / Naručitelj: Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Matice hrvatske 15, 21000 Split		
	Gradivnik: Obiteljska kuća s bazenom-Sutivan	Lokacija: k.č.z. 1251/19 k.o. Sutivan (koja se formira od dijela k.č.br. 1251/17)	
	Projektant konstrukcije: Mirjana Ževrnja	Nivo i vrsta projekta: Izvedbeni projekt konstrukcije	
Mjerilo: 1:50 / 1:25	Datum: srpanj, 2022.	Broj projekta: S1-07-2022	LIST: 25



Šipke - specifikacija

ozn	oblik i mjera [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgm [m]
POZ300_armatura zidova i greda (1 kom)					
1		14	1.80	16	28.80
2		14	3.90	48	144.00
3		14	2.90	8	16.00
4		14	4.00	6	24.00
5		12	1.59	140	222.60
6		12	1.20	140	168.00
7		12	3.38	18	60.84
8		10	5.60	8	44.80
9		10	4.75	8	38.00
10		10	2.00	16	32.00
11		10	6.00	8	48.00
12		8	1.35	100	135.00
13		8	1.35	100	135.00

Šipke - nakapitalizacija

Ø [mm]	lgm [m]	Jednolična težina [kg/m]	Težina [kg]
GA			
8	241.17	0.40	95.28
10	162.80	0.62	100.45
12	451.44	0.89	400.78
14	212.80	1.21	257.28
16	0.00	1.58	0.00
Ukupno			
853.80			

Mreže - specifikacija

pozicija	Dzruka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jednolična težina [kg/m²]	Ukupna težina [kg]
POZ300_armatura zidova i greda (1 kom)						
I-1	Q-283	215	110	20	4.44	210.01
I-3	Q-283	215	390	4	4.44	148.92
I-4	Q-283	215	290	12	4.44	332.20
I-5	Q-283	143	290	4	4.44	73.82
I-6	Q-283	72	390	2	4.44	24.82
I-7	Q-283	108	390	2	4.44	37.23
II-1	Q-503	215	110	8	7.90	148.47
II-2	Q-503	161	110	1	7.90	14.01
II-3	Q-503	215	390	6	7.90	397.45
II-4	Q-503	200	110	4	7.90	69.52
II-6	Q-503	72	390	2	7.90	44.16
II-8	Q-503	161	110	3	7.90	42.04
Ukupno						1543.65

**POZ300-ARMATURA ZIDOVA I GREDA**

Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije  
Matiće hrvatske 15, 21000 Split

Lokacija: k.č.z. 1251/19 k.o. Sutilvan (koja se formira od dijela k.č.br. 1251/17)

Obiteljska kuća s bazenom-Sutilvan

Mirjana Ževrnja

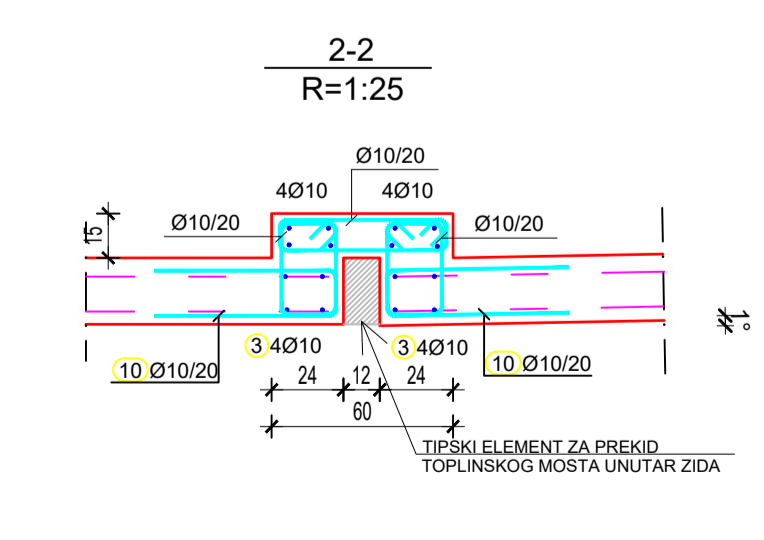
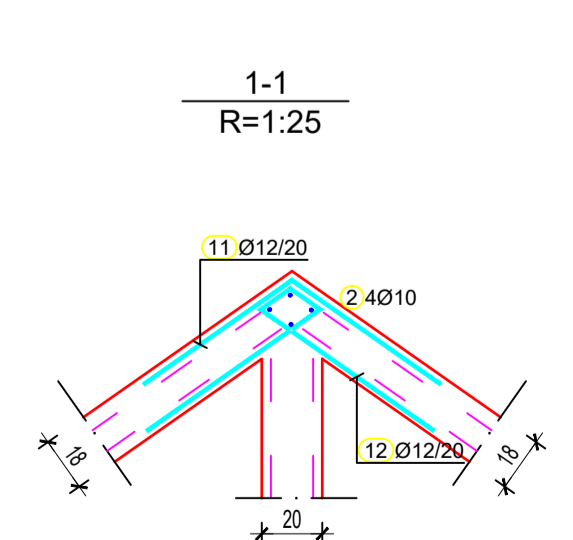
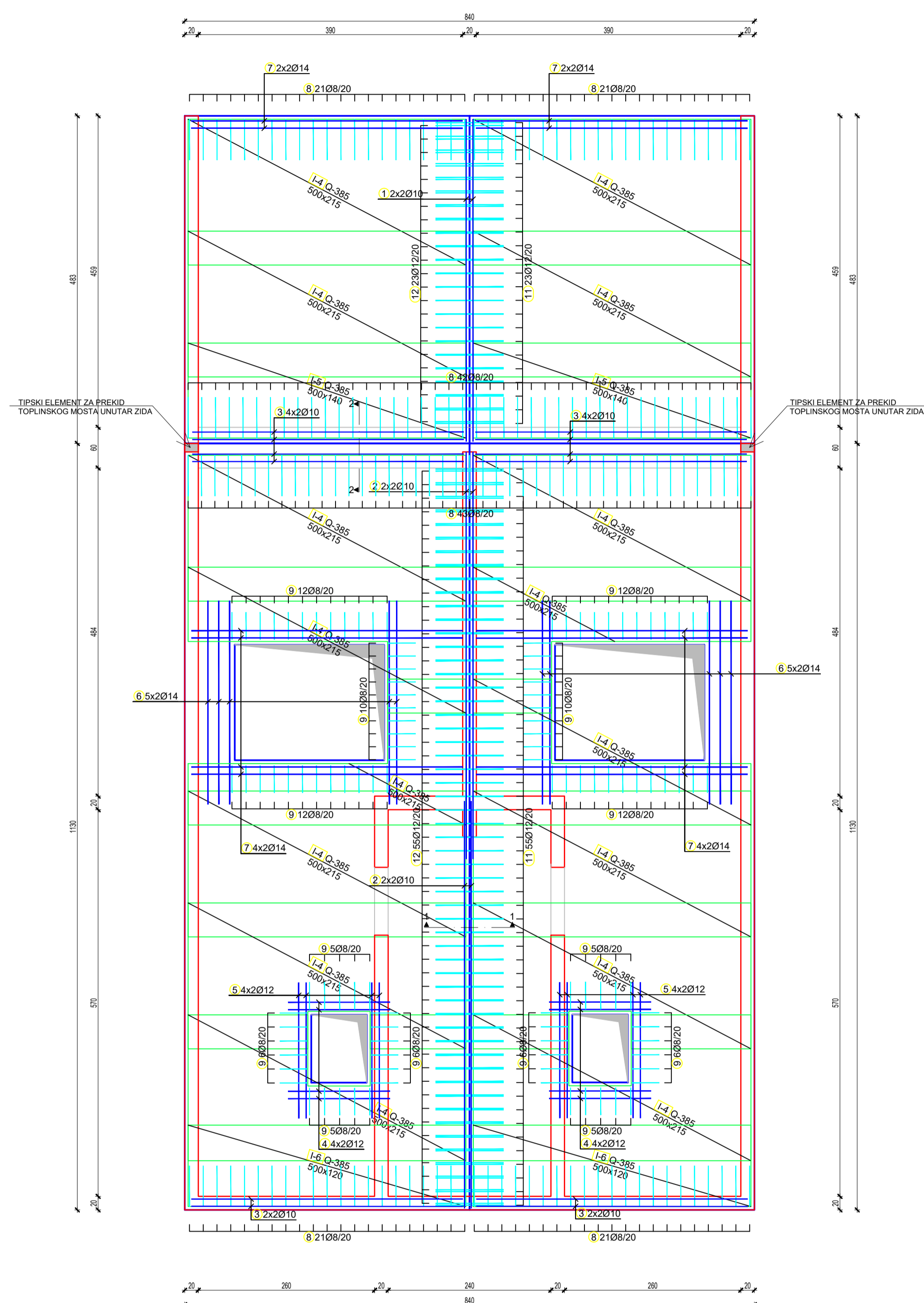
Izvedbeni projekt konstrukcije

1:50 / 1:25

srpanj, 2022.

51-07-2022

26



Šipke - specifikacija

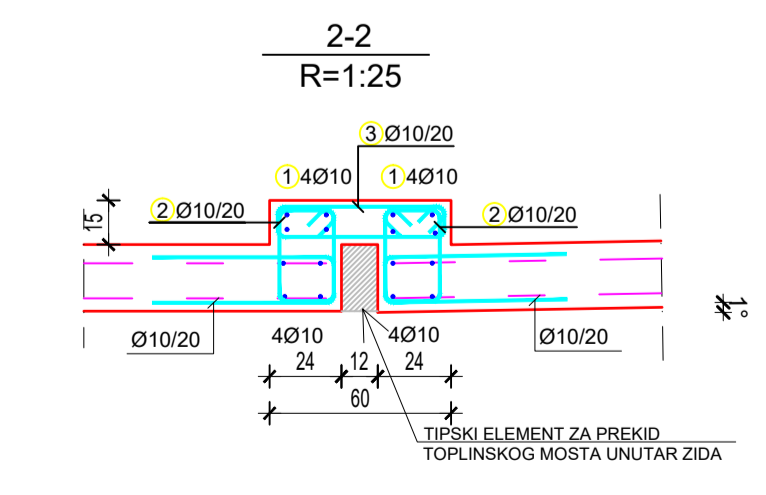
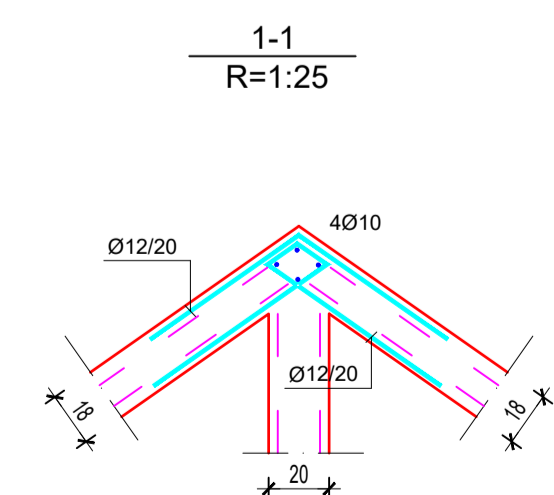
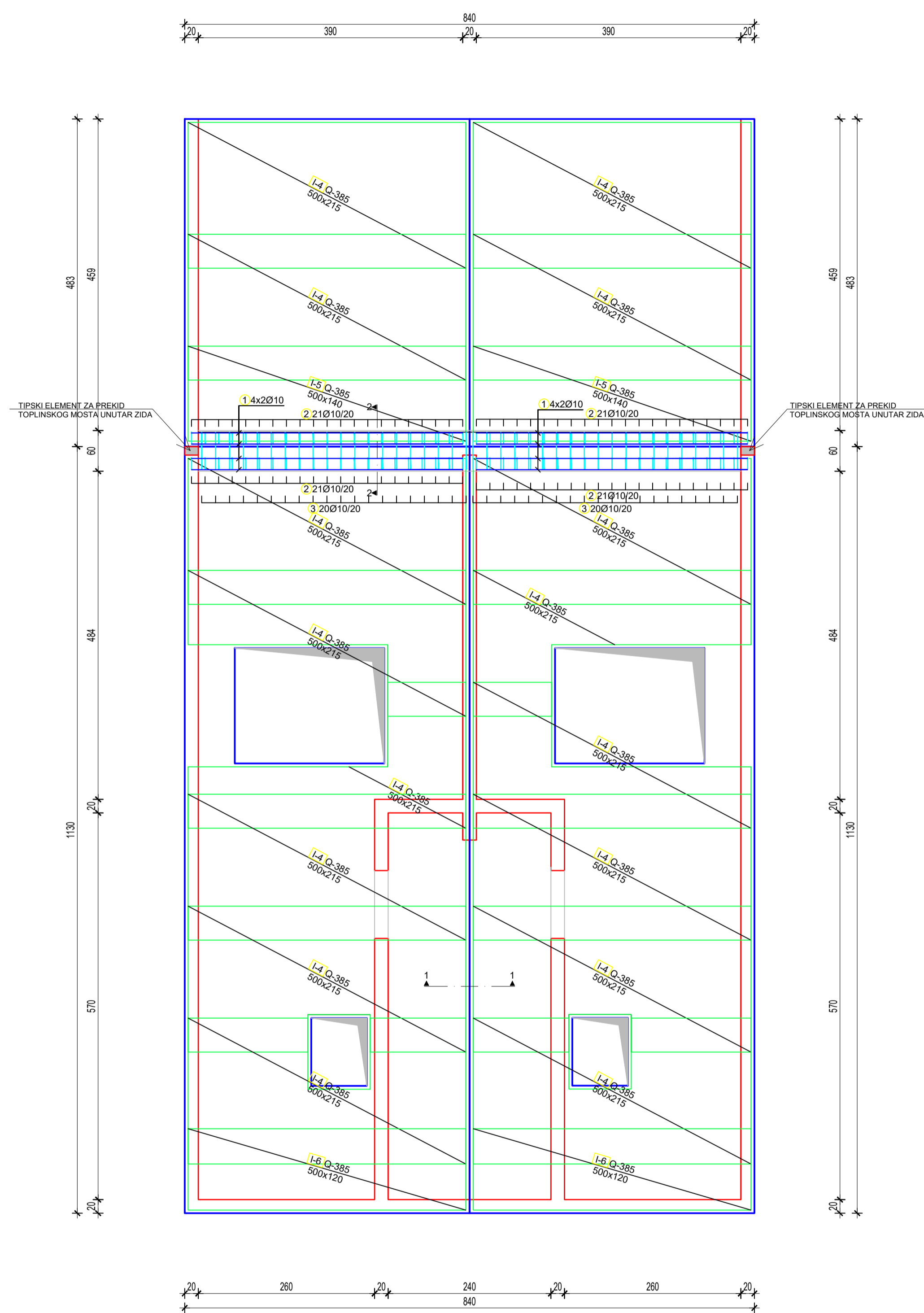
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
POZ300_donja zona AB ploče (1 kom)					
1	475	10	4.75	4	19.00
2	600	10	6.00	8	48.00
3	500	10	5.00	24	120.00
4	150	12	1.50	16	24.00
5	200	12	2.00	16	32.00
6	300	14	3.00	20	60.00
7	500	14	5.00	24	120.00
8	60	8	1.35	169	228.15
9	40	8	0.95	112	106.40
11	60	12	1.20	78	93.60
12	70	12	1.64	78	127.92

Šipke - rekapitulacija

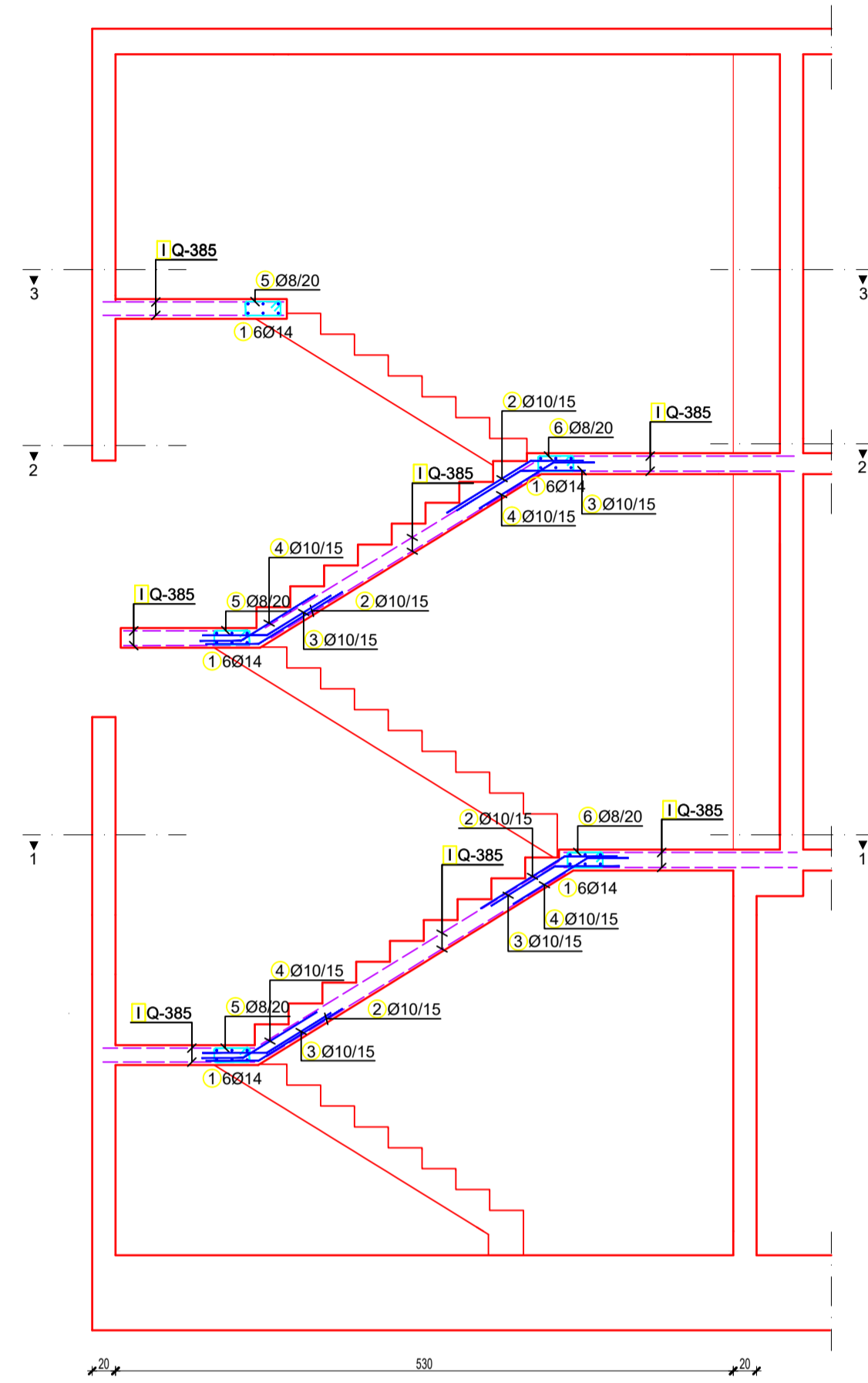
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m]	Težina [kg]
GA			
8	334.55	0.40	132.15
10	187.00	0.62	115.38
12	277.52	0.89	246.44
14	180.00	1.21	217.44
16	0.00	1.58	0.00
<b>Ukupno</b>			<b>711.40</b>

Mreže - specifikacija

Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
POZ300_donja zona AB ploče (1 kom)						
I-4	Q-385	215	500	16	6.10	1049.01
I-5	Q-385	140	500	2	6.10	85.38
I-6	Q-385	120	500	2	6.10	73.19
<b>Ukupno</b>						<b>1207.58</b>

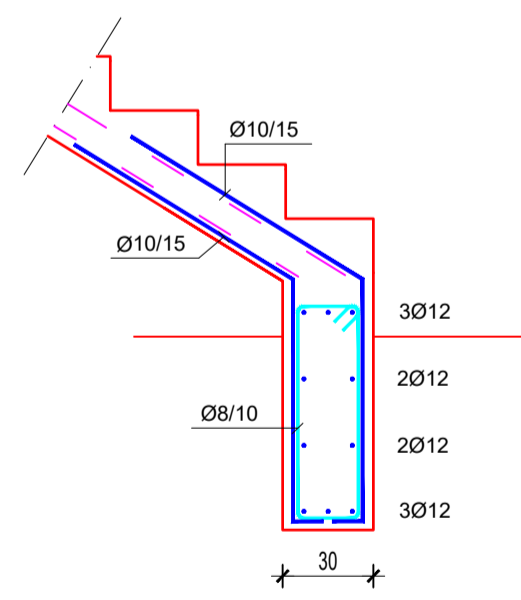
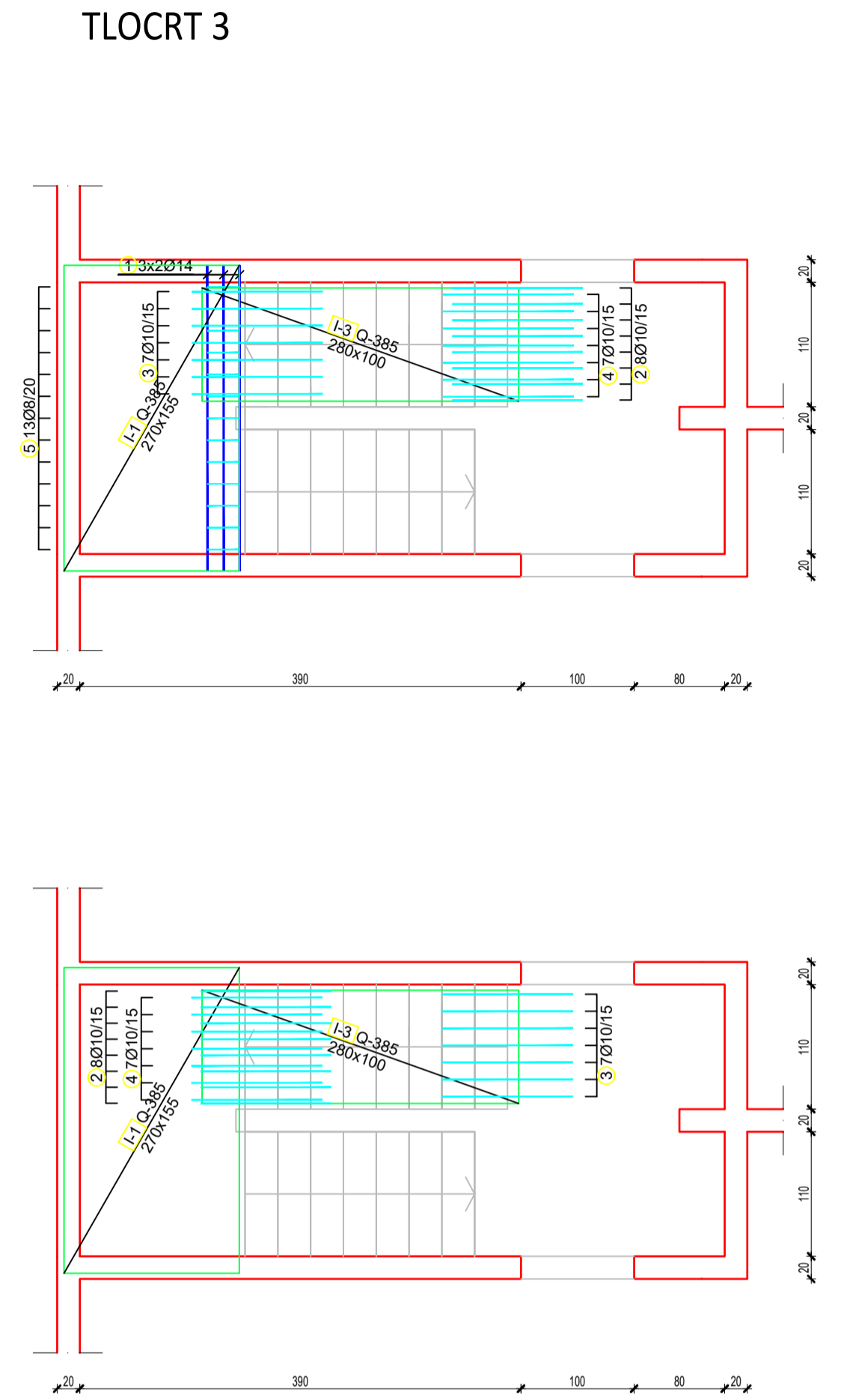
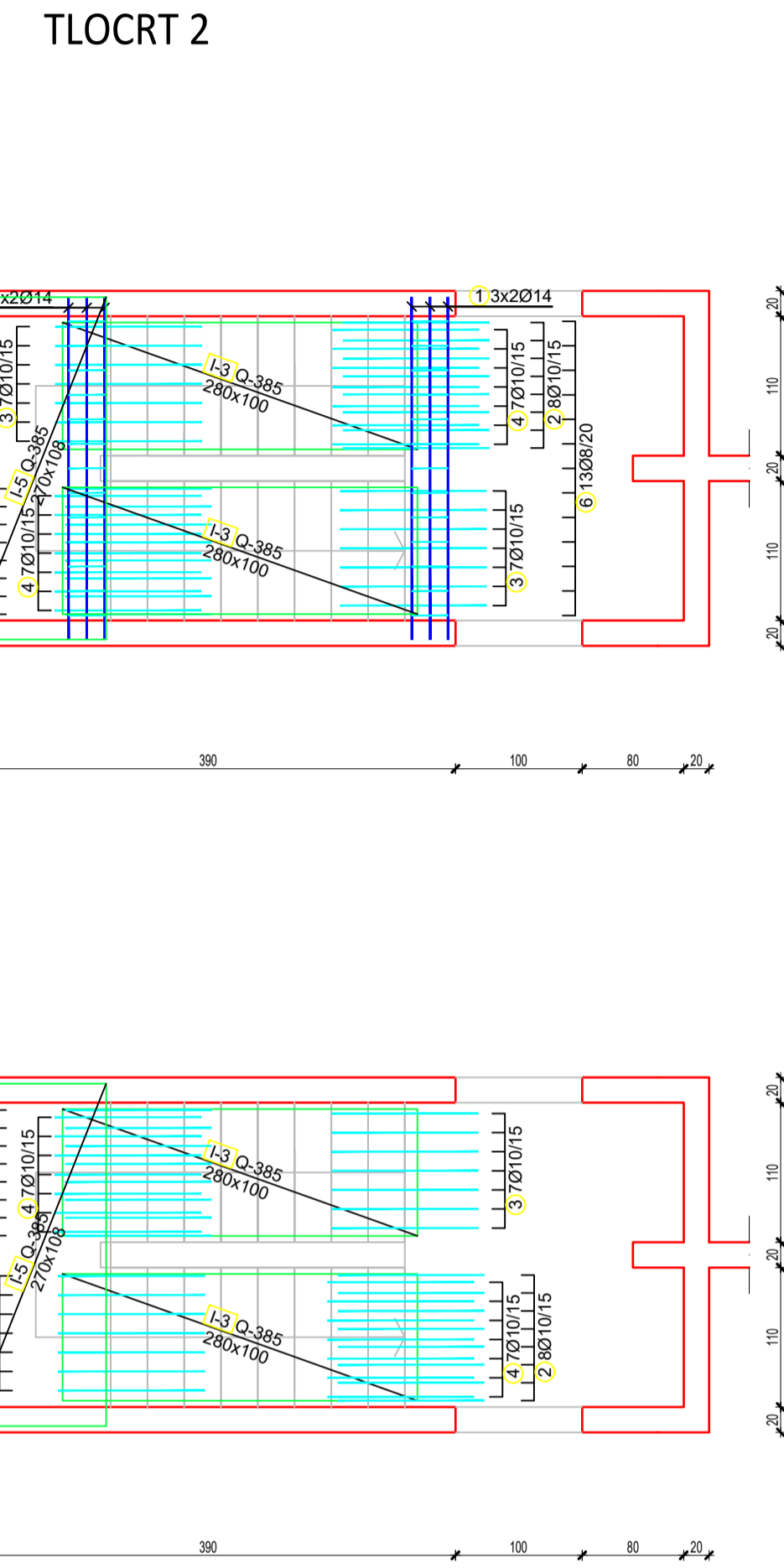
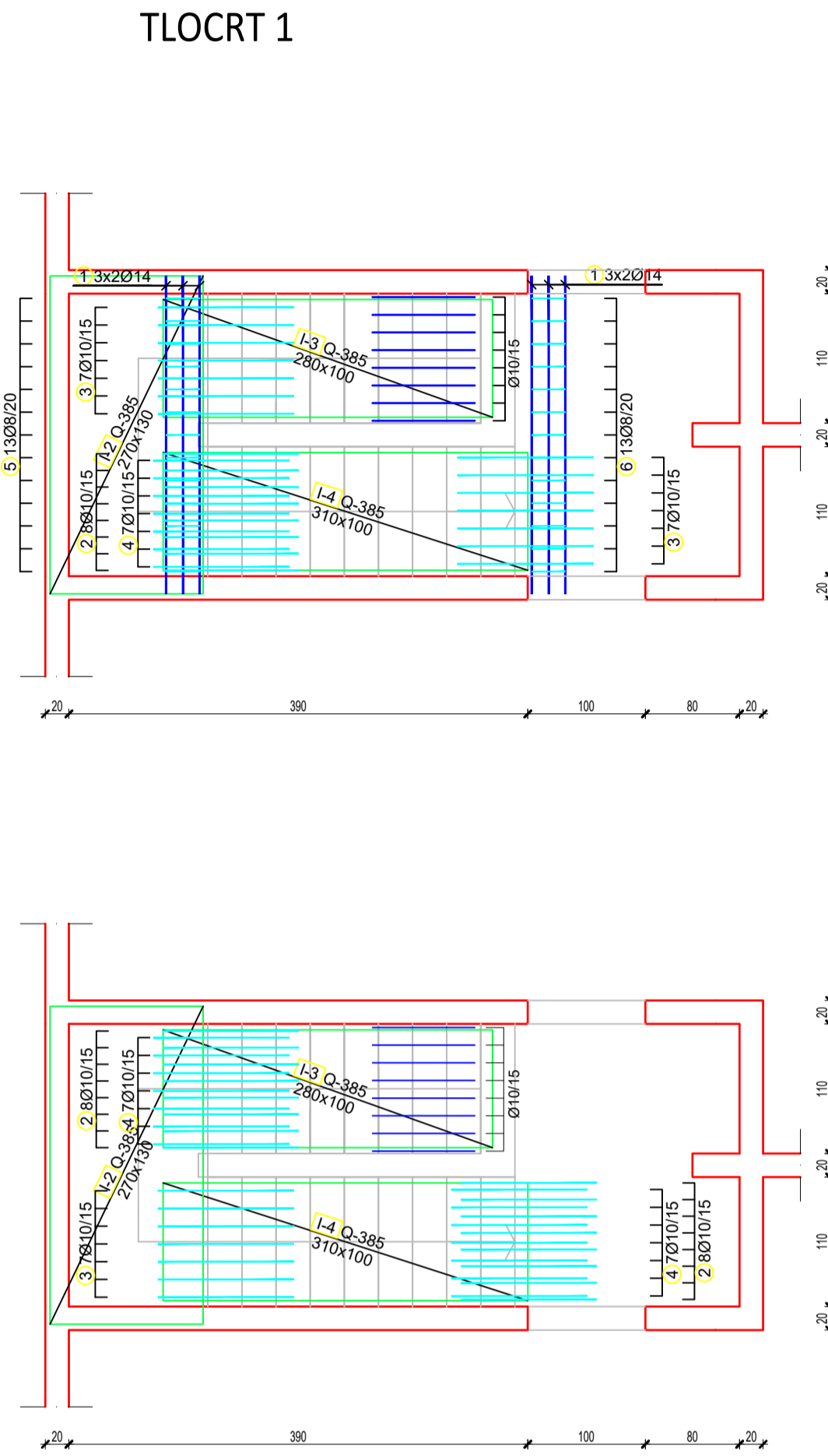


Šipke - specifikacija						
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]	
POZ300_gornja zona AB ploče (1 kom)						
1	500	10	5.00	16	80.00	
2		10	1.12	84	94.08	
3		10	1.46	40	58.40	
Šipke - rekapitulacija						
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Težina [kg]			
GA						
8	0.00	0.40	0.00			
10	232.48	0.62	143.44			
12	0.00	0.89	0.00			
14	0.00	1.21	0.00			
16	0.00	1.58	0.00			
Ukupno			143.44			
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-4	Q-385	215	500	16	6.10	1049.01
I-5	Q-385	140	500	2	6.10	85.38
I-6	Q-385	120	500	2	6.10	73.19
Ukupno						1207.58



DONJA ZONA

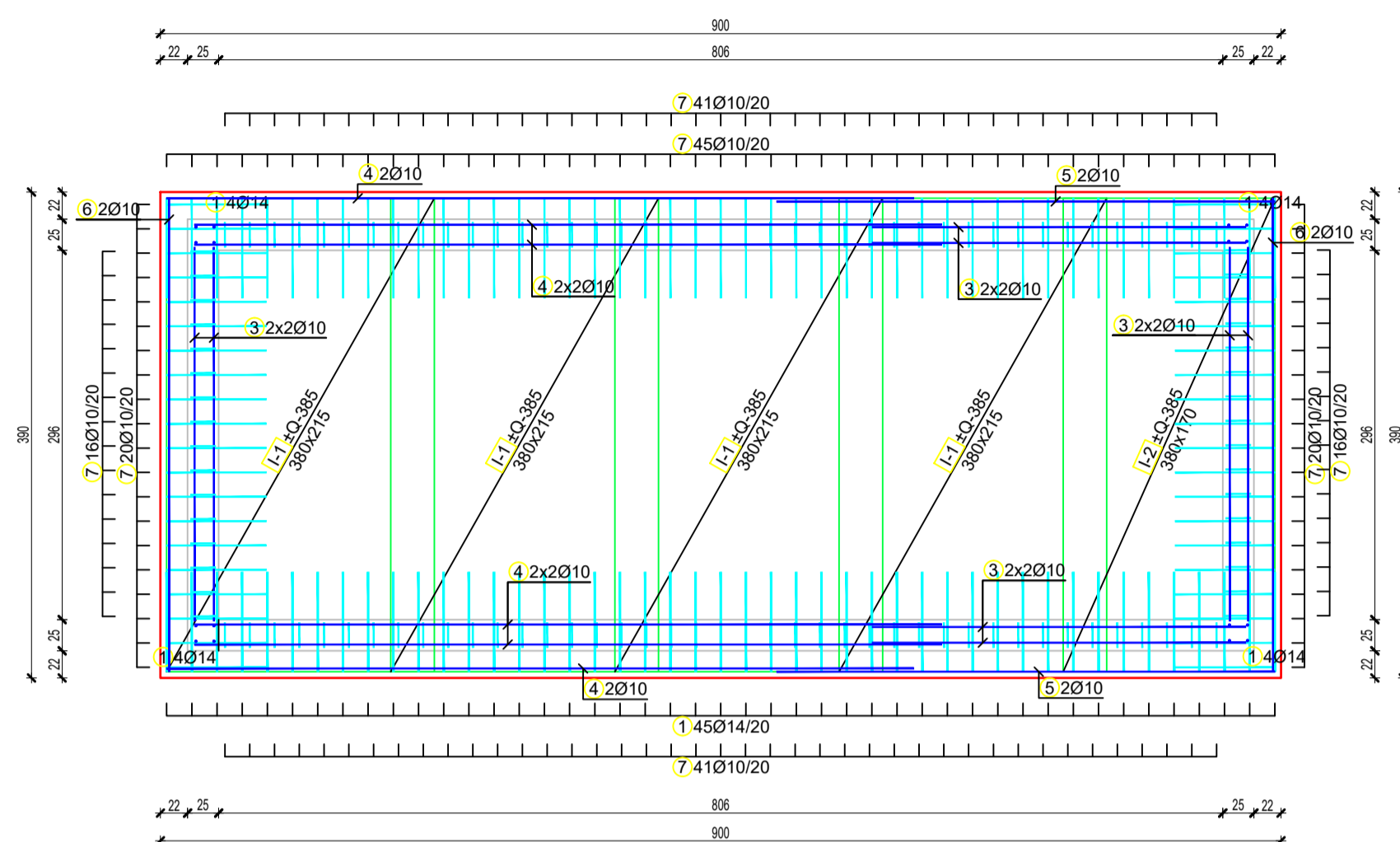
GORNJA ZONA



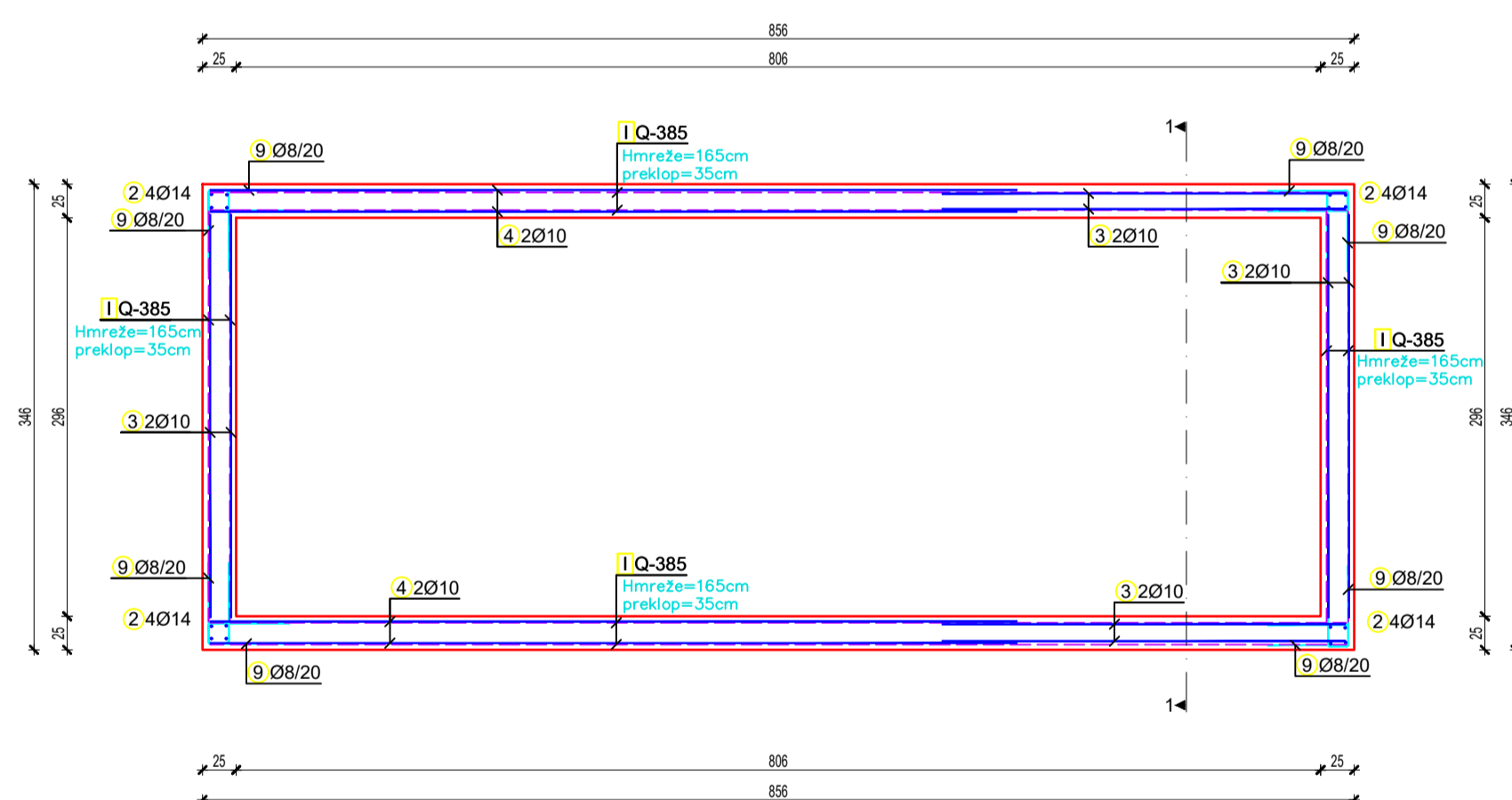
Šipke - specifikacija						
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]	
Armatura stubišta (1 kom)						
1	270	14	2.70	30	81.00	
2	85	10	1.30	72	93.60	
3	65	10	1.20	63	75.60	
4	75	10	1.10	63	69.30	
5	12	8	1.00	39	39.00	
6	13	8	1.02	26	26.52	

Šipke - rekapitulacija						
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m]	Težina [kg]			
GA						
8	65.52	0.40	25.88			
10	238.50	0.62	147.15			
12	0.00	0.89	0.00			
14	81.00	1.21	97.85			
16	0.00	1.58	0.00			
Ukupno			270.88			
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	155	270	2	6.10	51.06
I-2	Q-385	130	270	2	6.10	42.82
I-3	Q-385	100	280	8	6.10	136.64
I-4	Q-385	100	310	2	6.10	37.82
I-5	Q-385	108	270	2	6.10	35.41
Ukupno						303.75

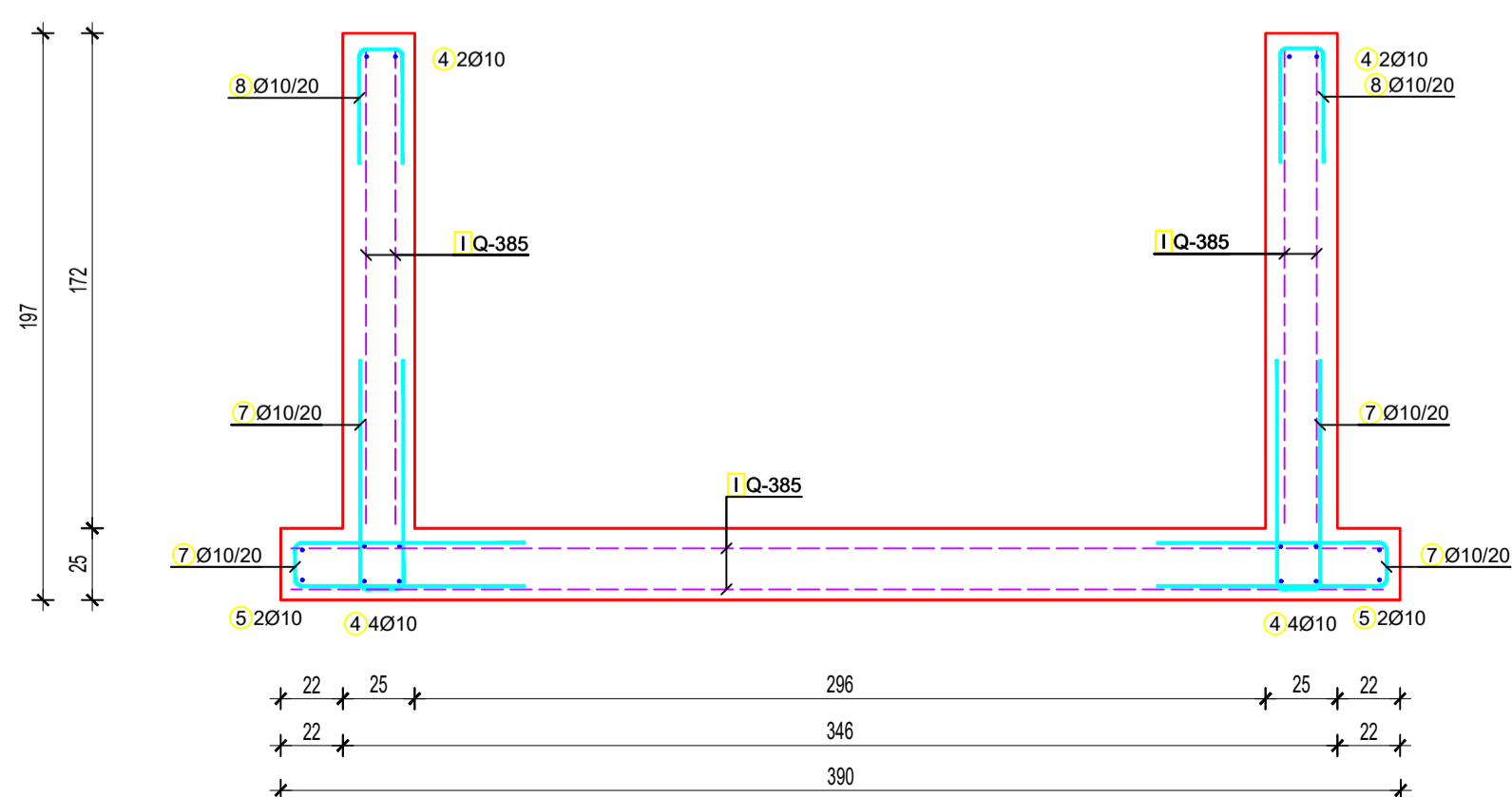
TEMELJNA PLOČA BAZENA, h=25 cm



ZIDOWI BAZENA

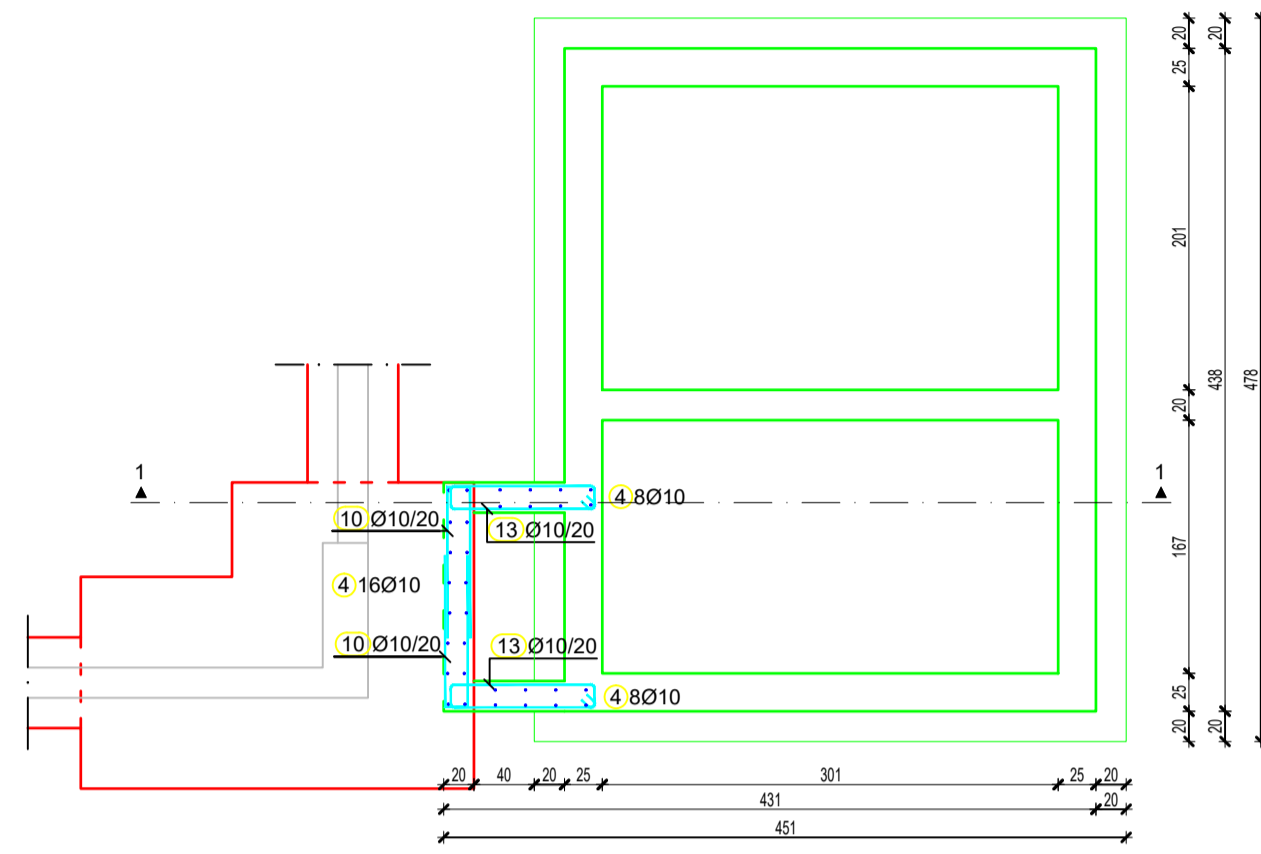


POPREČNI PRESJEK 1-1  
 R=1:25

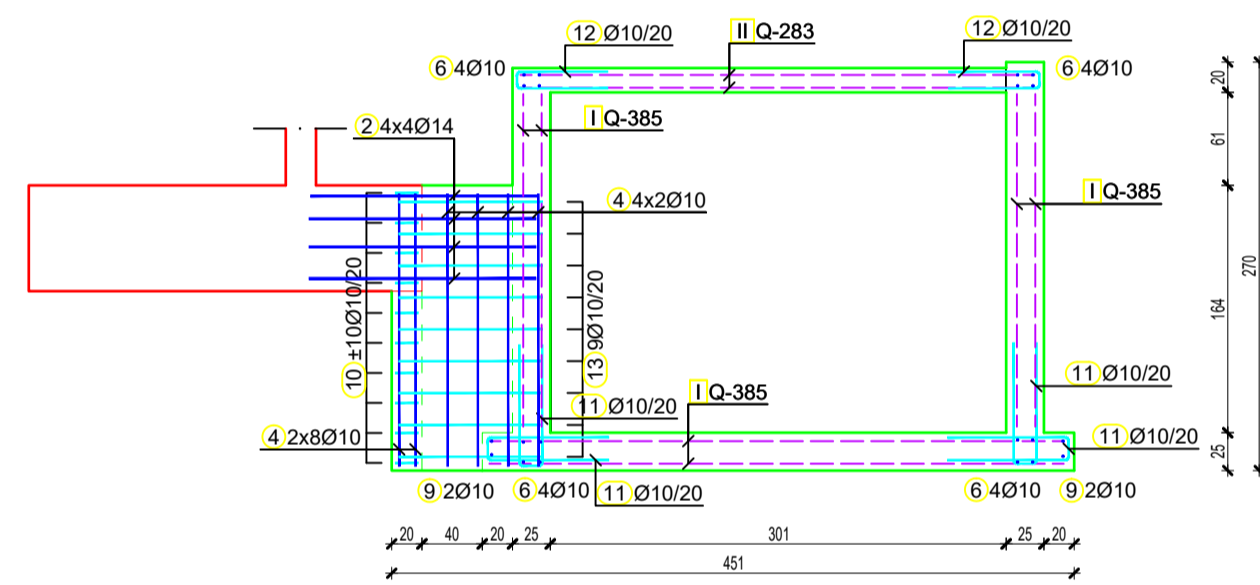


Šipke - specifikacija						
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]	
Armatura bazena (1 kom)						
1		14	0.85	16	13.60	
2		14	1.65	16	26.40	
3		10	3.00	24	72.00	
4		10	6.00	16	96.00	
5		10	4.00	4	16.00	
6		10	3.80	4	15.20	
7		10	1.75	199	348.25	
8		10	0.95	110	104.50	
9		8	1.35	64	86.40	
Šipke - rekapitulacija						
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m <sup>3</sup> ]	Težina [kg]			
GA						
8	86.40	0.40	34.13			
10	651.95	0.62	402.25			
12	0.00	0.89	0.00			
14	40.00	1.21	48.32			
16	0.00	1.58	0.00			
Ukupno			484.70			
Mreže - specifikacija						
Pozicija	Dznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
Armatura bazena (1 kom)						
I-1	Q-385	215	380	28	6.10	1395.44
I-2	Q-385	170	380	10	6.10	394.06
Ukupno						1789.50

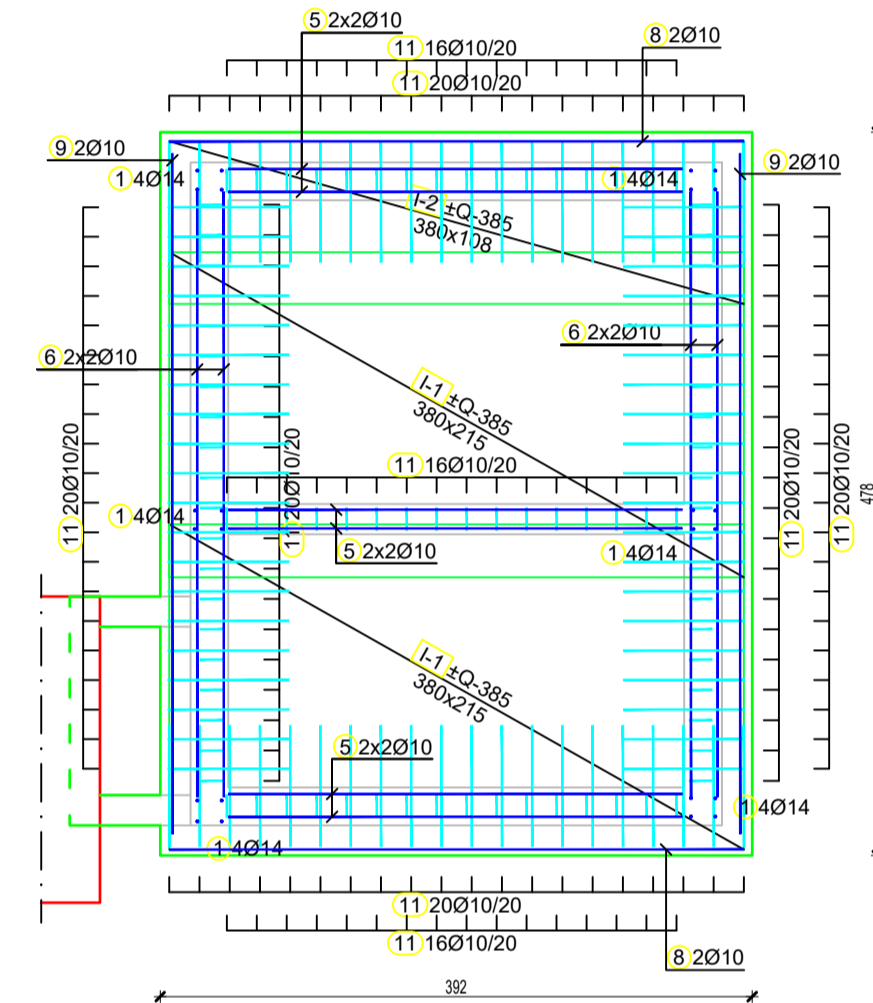
TLOCRT



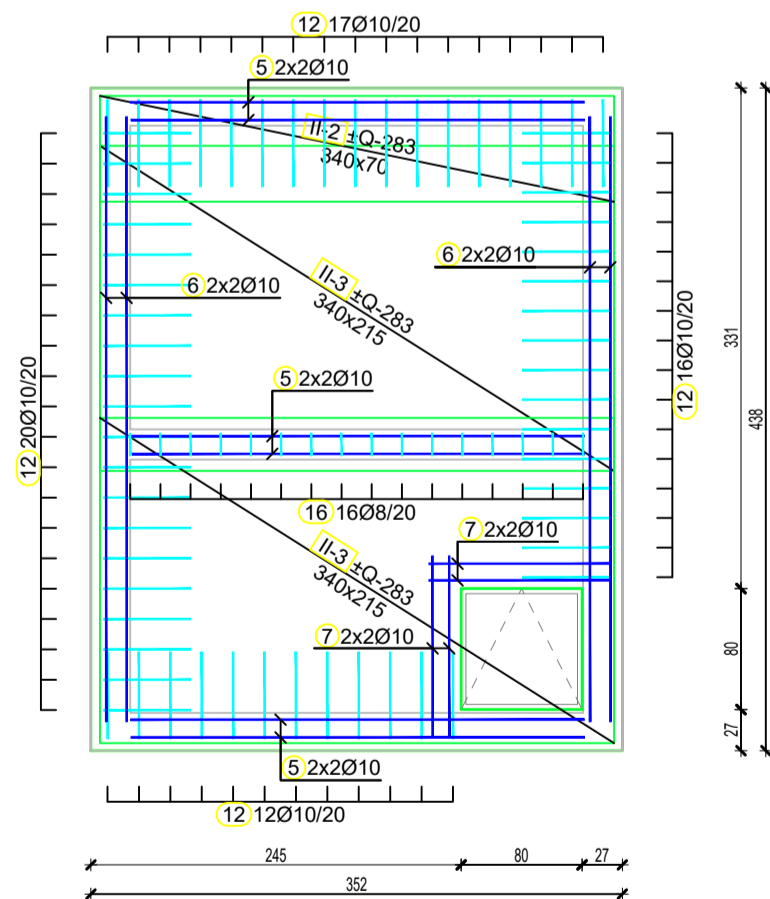
POPREČNI PRESJEK 1-1



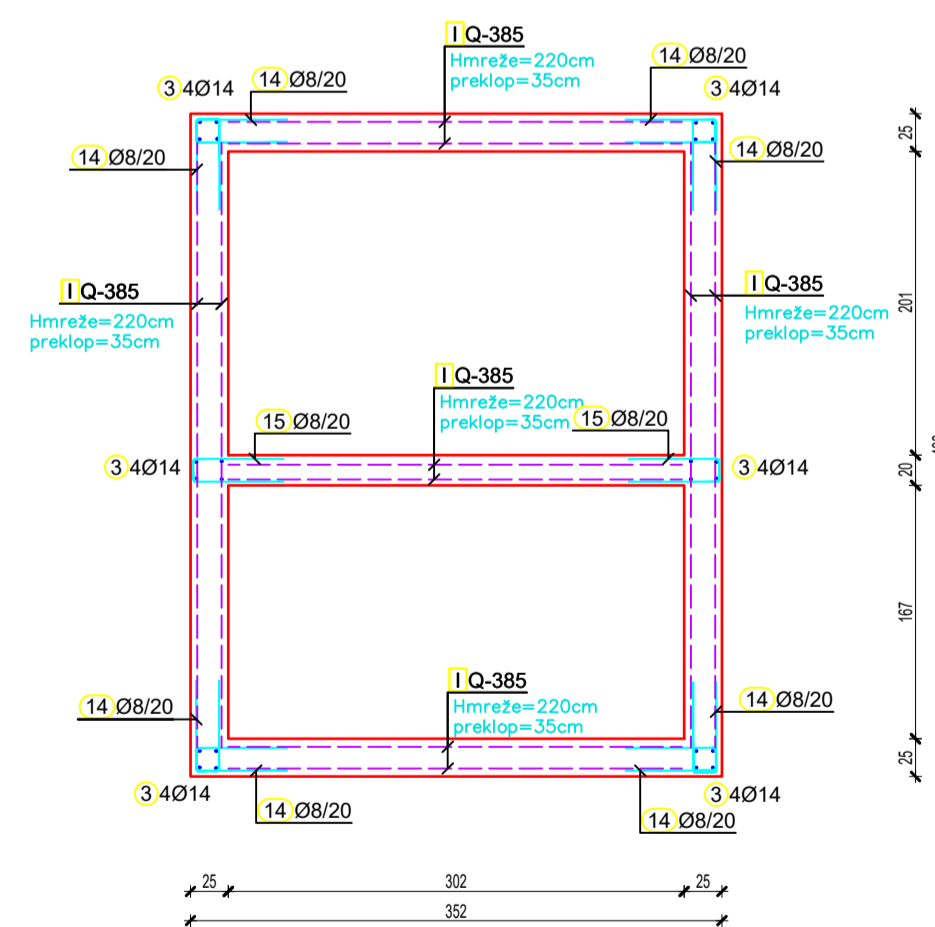
TEMELJNA PLOČA STROJARNICE, h=25 cm



GORNJA PLOČA STROJARNICE, h=16 cm



ZIDOWI STROJARNICE



Spisak - specifikacija						
ozn	oblik i mjera [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lg [m]	lg [m]
Armatura strojarne (1 kom)						
1	70	14	0.85	24	20.40	
2	150	14	1.50	16	24.00	
3	220	14	2.20	20	44.00	
4	180	10	1.80	32	57.60	
5	300	10	3.00	24	72.00	
6	400	10	4.00	16	64.00	
7	120	10	1.20	8	9.60	
8	380	10	3.80	4	15.20	
9	450	10	4.50	4	18.00	
10	100	10	2.15	20	43.00	
11	80	10	1.75	168	294.00	
12	60	10	1.31	65	85.15	
13	95	10	2.36	18	42.48	
14	60	8	1.40	88	123.20	
15	60	8	1.35	22	29.70	
16	40	8	0.95	16	15.20	
Spisak - rekapitulacija						
Ø [mm]	lg [m]	Jedinična težina [kg/m]		Težina [kg]		
GA						
8	168.10	0.40			66.40	
10	791.03	0.62			432.54	
12	0.00	0.89			0.00	
14	88.40	1.21			106.79	
16	0.00	1.58			0.00	
Ukupno						605.72
Mreže - specifikacija						
Pozicija	oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m²]	Ukupna težina [kg]
Armatura strojarne (1 kom)						
I-1	Q-385	215	380	18	6.10	897.07
I-2	Q-385	108	380	2	6.10	49.84
I-4	Q-385	145	220	6	6.10	115.41
I-5	Q-385	54	220	4	6.10	28.85
II-2	Q-283	70	340	2	4.44	21.13
II-3	Q-283	215	340	4	4.44	129.83
Ukupno						1242.13