

# Projekt konstrukcije poslovne zgrade (hotel) u Hvaru

---

Džakulić, Šime

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:123:050754>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-23**



*Repository / Repozitorij:*

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



UNIVERSITY OF SPLIT



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

# **DIPLOMSKI RAD**

**Šime Džakulić**

**Split, 2020. godina**

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

**Šime Džakulić**

**Projekt konstrukcije poslovne zgrade (hotel) u Hvaru**

**Diplomski rad**

**Split, 2020. godina**

# Projekt konstrukcije poslovne zgrade (hotel) u Hvaru

## **Sažetak:**

Zadatak ovog diplomskog rada je izraditi projekt konstrukcije poslovne zgrade turističke namjene (hotel). Nosiva konstrukcija sastoji se od stupova, greda, zidova i ploča izvedenih monolitno od armiranog betona. Projekt konstrukcije se sastoji od tehničkog opisa konstrukcije, proračuna nosivih konstrukcijskih elemenata, karakterističnih građevinskih nacrti i armaturnih planova.

## **Ključne riječi:**

Projekt konstrukcije, tehnički opis, numerički model, opterećenje, proračun, beton, armatura

# Construction project of business building (hotel) in Hvar

## **Abstract:**

In this thesis is presented construction project of a business building for tourist purposes (hotel). The supporting structure consists of columns, beams, walls and slabs made of monolithic reinforced concrete. The construction project consists of a technical description, calculation of the main structural elements, characteristic structural plans and reinforcement plans.

## **Keywords:**

Construction project, technical description, numerical model, load, calculation, concrete, reinforcement



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

STUDIJ: **DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**  
KANDIDAT: **Šime Džakulić**  
BROJ INDEKSA: **753**  
KATEDRA: **Katedra za betonske konstrukcije i mostove**  
PREDMET: **Betonske konstrukcije**

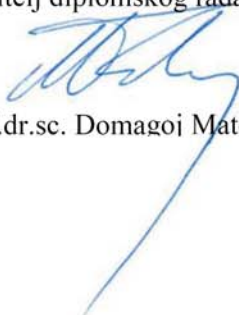
**ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD**

Tema: **Projekt konstrukcije poslovne zgrade (hotel) u Hvaru**

Opis zadatka: Armirano betonska zgrada ima 5 nadzemnih etaža s visinama 3 m i jednu podzemnu etažu visine 2,9 m. Nalazi se u zoni s osnovnom brzinom vjetra od 30 m/s i karakterističnim opterećenjem snijega od 0,50 kN/m<sup>2</sup>, te potresnoj zoni s mogućim ubrzanjem tla od 0,20 g. Temeljena je na tlu s dopuštenim naprezanjem od 0,5 MPa. Vertikalno promjenjivo (korisno) opterećenje iznosi 2,0 kN/m<sup>2</sup>. Međukatnu nosivu konstrukciju zgrade tvore armirano betonske ploče oslonjene na grede, stupove i zidove. Vertikalnu nosivu konstrukciju tvore obodni i unutarnji armiranobetonski zidovi i stupovi. Potrebno je izraditi projekt konstrukcije zgrade (tehnički opis, glavni građevinski nacrti s planovima pozicija, proračun) i planove armature temeljne ploče, karakterističnog zida, karakterističnog okvira s gredom i stupovima, međukatne konstrukcije, te krovne ploče.

U Splitu, 16. ožujka 2020.

Voditelj diplomskog rada:

  
Prof. dr. sc. Domagoj Matešan

Predsjednik Povjerenstva  
za završne i diplomske ispite:

Doc. dr. sc. Ivo Andrić

## Sadržaj

1. TEHNIČKI OPIS .....	1
1.1. Općenito .....	1
1.2. Namjena građevine .....	1
1.3. Konstruktivne pojedinosti – općenito .....	4
1.4. Lokacija .....	4
1.5. Izvođenje konstrukcije općenito .....	4
1.6. Materijali .....	5
1.7. Utjecaj okoline i namjene konstrukcijskih elemenata građevine na karakteristike nosive konstrukcije .....	5
1.8. Procjena troškova gradnje .....	5
2. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE .....	6
2.1. Svojstva građevnih proizvoda .....	6
3. GEOTEHNIČKI IZVJEŠTAJ .....	15
3.1. Podaci o istražnim radovima .....	15
3.2. Geološka i inženjersko – geološka istraživanja .....	15
3.3. Dubina podzemne vode .....	15
3.4. Temeljenje .....	15
4. PRIKAZ MJERA ZAŠTITE OD POŽARA .....	16
5. NAČIN ZBRINJAVANJA GRAĐEVINSKOG OTPADA .....	17
6. PRIKAZ PRIMIJENJENIH ZAKONA, PROPISA I PRAVILNIKA .....	18
7. ANALIZA OPTEREĆENJA .....	20
7.1. Stalno opterećenje .....	20
7.1.1. Krovna konstrukcija, POZ 600 .....	20
7.1.2. Međukatne konstrukcije, POZ 500, 400, 300, 200, 100 .....	20
7.1.3. Podrum, POZ 000 .....	21
7.1.4. Stubište .....	22
7.1.5. Zidovi podruma .....	22
7.2. Promjenjivo opterećenje .....	23
7.2.1. Opterećenje snijegom .....	23
7.2.2. Opterećenje vjetrom .....	25
7.3. Izvanredno opterećenje .....	34
7.3.1. Seizmičko opterećenje .....	34
8. PRORAČUN KONSTRUKCIJE .....	37
8.1. Principi proračuna .....	37
8.2. Prikaz 3D modela .....	40
8.3. Prikaz opterećenja .....	41
8.4. Kombinacije .....	43

9. REZULTATI PRORAČUNA.....	45
9.1. Rezultati dinamičke analize.....	45
9.2. Dimenzioniranje horizontalnih elemenata konstrukcije.....	49
9.2.1. Pozicija 600 – krovna ploča .....	49
9.2.2. Pozicija 500 .....	60
9.2.3. Pozicija 300 i 400.....	73
9.2.4. Pozicija 200 .....	82
9.2.5. Pozicija 100 .....	90
9.2.6. Pozicija 000 – temeljna ploča .....	96
9.3. Kontrola GSU - grede.....	98
9.3.1. Greda 20/60 na poz 600 .....	98
9.3.2. Greda 20/48 na poz 500 .....	99
9.3.3. Greda 20/45 na poz 300 (400).....	102
9.3.4. Greda 20/40 na poz 200 .....	104
10. Proračun stupova .....	106
11. Proračun zidova.....	111
11.1. Proračun karakterističnog zida u smjeru x .....	111
11.2. Proračun karakterističnog zida u smjeru y .....	117
12. Proračun stubišta.....	123
13. Proračun svjetlarnika (potpornog zida) .....	125
14. Proračun potpornog ab zida .....	127
15. Proračun pomoćne građevine – bazena.....	129
16. Popis grafičkih priloga .....	131
17. Literatura .....	132

## 1. TEHNIČKI OPIS

### 1.1. Općenito

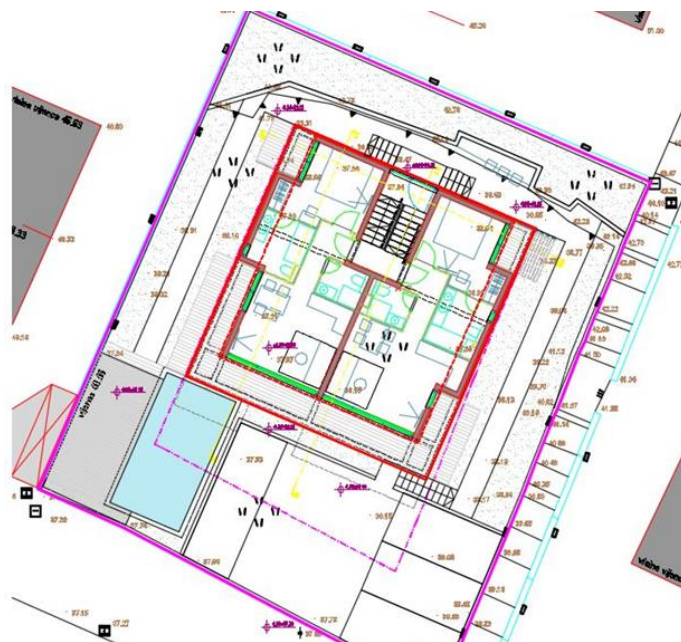
Projekt konstrukcije koncipiran je na arhitektonskom projektu (uz izmjene na način da su se povećali rasponi za 0.5 metara) kojim se definira izgradnja Poslovne građevine (hotela) u Hvaru (otok Hvar) s pomoćnom građevinom – bazenom. U odnosu na originalni projekt napravljene su izmjene tako što su se povećao raspon za 0.5 metara (ukupno se povećala konstrukcija za 1 metar) i dodana je jedna karakteristična etaža.

Građevina je pravokutnog oblika, sastoji se od podruma, prizemlja, 3 kata i nadgrađa približne tlocrtne površine od 172,00 m<sup>2</sup>.

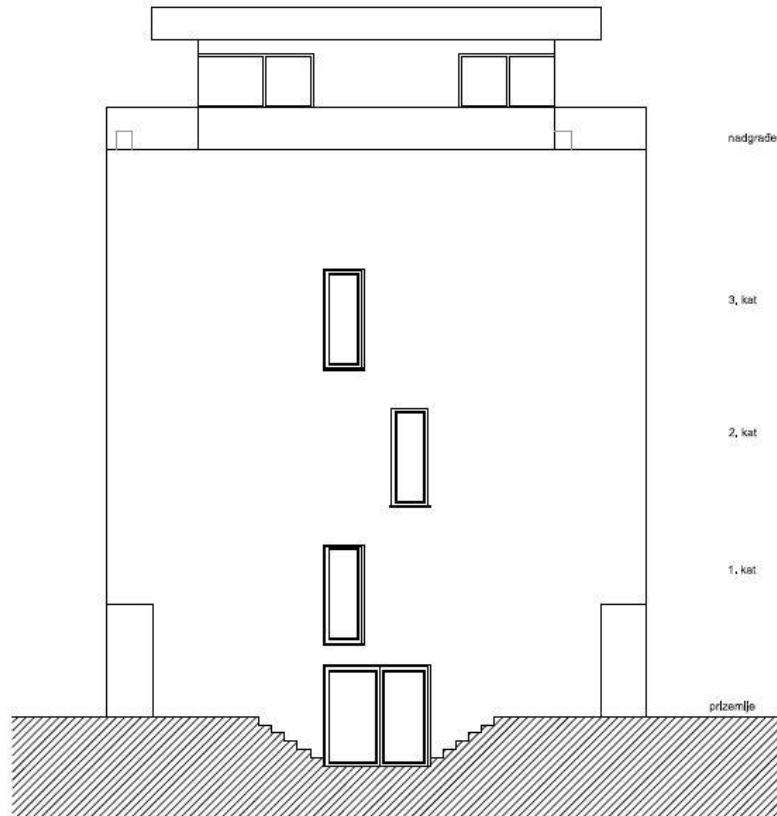
Horizontalne konstrukcije (međukatne i krovna) projektirane su kao ravne AB ploče. Vertikalna konstrukcija je koncipirana kao AB sustav zidova i stupova. Temelji konstrukcije je armirano betonska ploča. Ukupna visina zgrade je 18,15 m mjereno od ploče podruma do vrha vijenca nadgrađa. Svi elementi izvode se betonom klase C30/37 betoniranjem „in situ“ i armiraju se betonskim željezom B500B. Za analizu temelja pretpostavlja se tlo A kategorije i približnog kontaktnog napona od 500 kN/m<sup>2</sup>. Zgrada se nalazi na otoku Hvaru u zoni s osnovnom brzinom vjetera od 30 m/s i karakterističnim opterećenjem snijega od 0,50 kN/m<sup>2</sup>, te potresnoj zoni s mogućim ubrzanjem tla od 0,20 g.

### 1.2. Namjena građevine

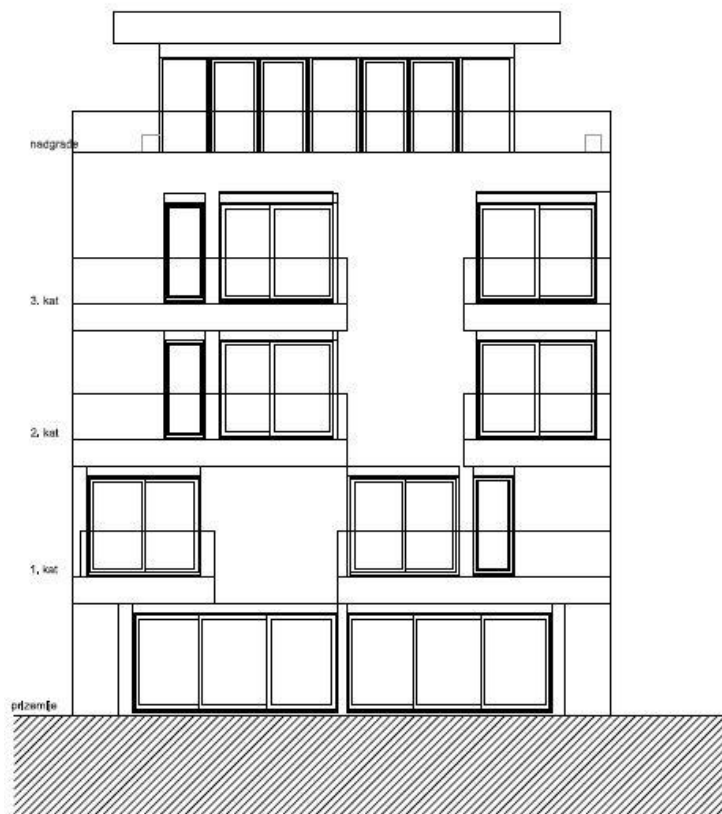
Predmetna poslovna građevina, predviđena je kao hotel s 7 stambenih jedinica. Kolni i pješački pristup građevini je s puta s južne strane čestice. Podrum se koristi za potrebe hotela (ostava, spremište, praonica...). Na prizemlju se nalazi jedna stambena jedinica i predvorje hotela u kojem se nalazi recepcija sa svim popratnim sadržajem. Na sljedeća 3 kata nalaze se po 2 stambene jedinice. Posljednja etaža (nadgrađe) povezana je i uključena u prethodnu stambenu jedinicu (izlaz na terasu). Komunikacija između etaža osigurana je betonskim dvokrakim stubištem, a parkirna mjesta su ispred samog objekta na koti od -1,50 m (od kote prizemlja). Izlaz na nadgrađe omogućen je čelično drvenim montažnim stubištem. Okolni teren se sastoji od parkinga, pomoćne građevine – bazena i strojarnice. Zelene površine se uređuju prema arhitektonskom projektu. Svi infrastrukturni priključci izvest će se prema posebnim zahtjevima komunalnih i javnih poduzeća i stručnih službi grada i županije. Na sljedećim fotografijama prikazan je karakterističan tlocrt etaže i pročelja konstrukcije.



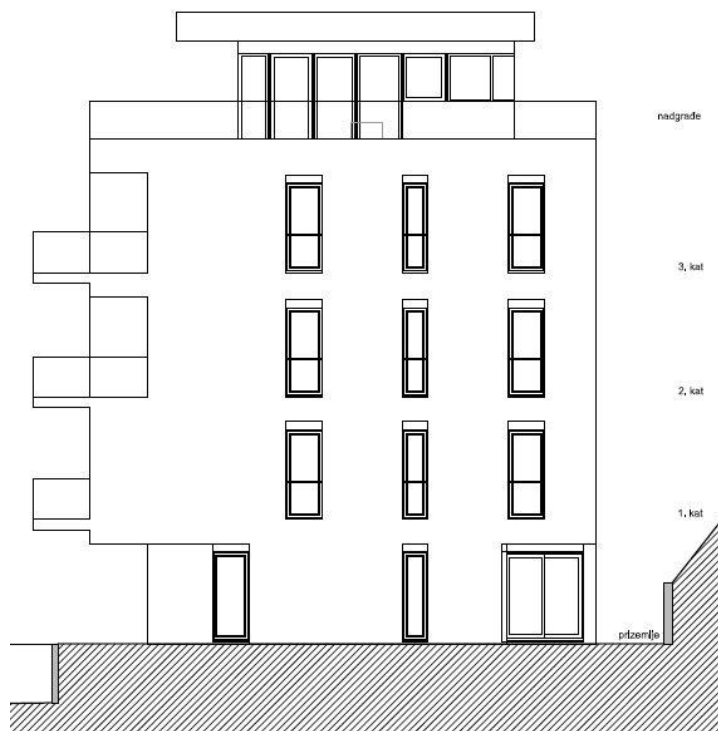
Slika 1 Situacija s karakterističnim tlocrtom etaže



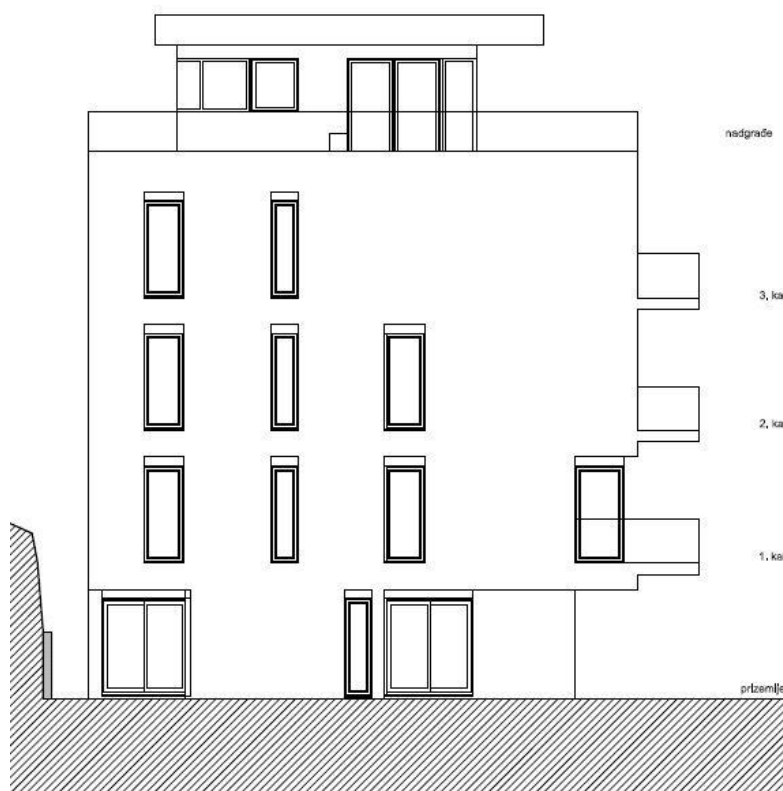
Slika 2 Sjeverno pročelje



Slika 3 Južno pročelje



Slika 4 Istočno pročelje



Slika 5 Zapadno pročelje

### 1.3. Konstruktivne pojedinosti – općenito

U konstrukcijskom smislu građevina je armirano – betonska konstrukcija koja će se izvesti prema ovom projektu. Stambeni dijelovi građevine će biti grijani. Debljina ploče nad svim katovima i krovne ploče nadgrađa je 16 cm izuzev pozicije 500 čija je debljina 18 cm. Nosivi zidovi su također armirano - betonski, debljine 20 cm, s potrebnim termičkim slojevima. Točan položaj betonskih zidova dan je u prilogima. Sve ostale vertikalne pregrade izvedene su kao lagane pregrade, gipskartonske ili zidane porobetonskim blokovima (npr. Ytong) ili šupljom opekam te nisu tretirane kao sudjelujući nosivi dijelovi u ovom proračunu već su uzeti u obzir kao dodatno opterećenje na pločama. Temeljenje objekta predviđeno je kao temeljna ploča debljine 30 cm. Sav materijal je beton klase C 30/37 i armatura B500B. Završne obloge projektirane su na način da udovoljavaju zahtjevima sigurnosti u korištenju, trajnosti, te lakog održavanja (parket i pločice), preuzete su iz arhitektonskog projekta.

**TEMELJNA PLOČA** - Temeljna ploča je debljine 30 cm, površinskih dimenzija 12,80 m x 12,40 m. Preuzima opterećenje sa zidova te je preko svoje konstrukcije prenosi na tlo. Ploča je modelirana kao ploča oslonjena na „tlo“ u proračunskom softveru. Armatura je proračunata na maksimalni moment u smjeru x i y te je prema tome i armirana.

**ZIDOVI ETAŽA** – su debljine 20 cm, visina zidova različita je u podrumu i etažama. Visina zidova u podrumu je 2,44 m, prizemlja 2,89 m, a etaža 2,84 m. Visina nadgrađa je 2,94 m. Preuzimaju dominantno horizontalno opterećenje. Proračun na potres proveden je za dva karakteristična zida u smjeru x i y.

**PLOČE**- oslanjaju se na AB zidove i grede koje se nalaze ispod spomenutih ploča duž njih. Maksimalni raspon ploča je 6,20 metara (mjereno od osi do osi oslonca tj. ab zida). Preuzimaju vertikalna opterećenja. Armirane su obostrano mrežama te konstruktivnom armaturom. Rupe u pločama (za stubište) pojačane su dodatnom armaturom.

**GREDE** - Grede su različitih dimenzija (sve pozicije su vidljive u karakterističnim građevinskim nacrtima) preuzimaju opterećenja sa ploča te ih prenose na zidove i stupove. Modelirane su različito, ovisno jesu li proste ili kontinuirane grede. Na poziciji 500 nalaze se obrnute grede koje tvore nosivi sustav za nadgrađe. Preuzimaju opterećenja sa stupova nadgrađa i prenose ih na zidove.

**STUPOVI**- Stupovi su dimenzija 20x20 cm i nalaze se na nadgrađu.

Sve pozicije i dimenzije elemenata su prikazane u grafičkom dijelu projekta. Sve presjeke (ukoliko nije drugačije određeno ovi projektom) potrebno je armirati minimalnom potrebnom armaturom, a sve prema pravilima i propisima struke.

### 1.4. Lokacija

Zgrada se nalazi u Hvaru na otoku Hvaru u zoni s osnovnom brzinom vjetra od 30 m/s i karakterističnim opterećenjem snijega od 0,50 kN/m<sup>2</sup>, te potresnoj zoni s mogućim ubrzanjem tla od 0,20 g.

### 1.5. Izvođenje konstrukcije općenito

Iskop građevinske jame do potrebne dubine ispod buduće građevine izvršit će se u širokom iskopu s vertikalnim zasjekom. Pristup jami mora biti osiguran. U trenutku izrade projektne dokumentacije nije poznat izvođač konstrukcije. Prilikom izrade statičkog proračuna usklađena je geometrija presjeka elemenata konstrukcije s izvođačkim mogućnostima većine građevinskih firmi. Prilikom izvođenja konstrukcije moguće je da dođe do manjih odstupanja u obliku poprečnog presjeka pojedinih elemenata u odnosu na elemente iz statičkog proračuna, ali se ne očekuju bitna odstupanja, koja bi imala utjecaj na ukupnu stabilnost građevine te je dovoljno ove razlike obraditi u izvedbenom projektu konstrukcije. Sve promjene koje odstupaju od glavnog projekta moraju biti odobrene od projektanta.

Opterećenja su uzeta prema podacima dobivenim od strane investitora, projektanata instalacija te prema normama i pravilima struke. Zbog veličine i složenosti građevine u cilju osiguranja što kvalitetnije izvedbe nosive konstrukcije investitor je dužan osigurati projektantski nadzor nad konstrukcijom tijekom cijelog vremena izvedbe konstrukcije u skladu s Zakonom o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19).

Predmetni je projekt izrađen sukladno Zakonu o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19) i Zakonu o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19). Sve radove trebaju obavljati za to stručno osposobljene osobe, uz stalni stručni nadzor, ovlaštenog inženjera građevinarstva, te nadzor od strane geomehaničara prilikom radova iskopa, temeljnog tla i temeljenja građevine. Prije prelaska na iduću fazu radova, nužno je odobrenje nadzornog inženjera. Za svako odstupanje od projekta, te u slučaju nepredviđenih okolnosti, potrebna je konzultacija i odobrenje projektanta. Izvoditelj je dužan u potpunosti poštivati sve mjere osiguranja i kontrole kvalitete. Svi upotrijebljeni materijali i svi izvedeni radovi trebaju udovoljavati zahtjevima važećih normi, propisa i pravila struke.

### **1.6. Materijali**

#### a) Beton

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

#### b) Armatura

Predviđena armatura je B 500B za sve elemente, u obliku rebrastih šipki ili mreža.

### **1.7. Utjecaj okoline i namjene konstrukcijskih elemenata građevine na karakteristike nosive konstrukcije**

Obzirom na namjenu građevine i utjecaje okoliša, te odabranu nosivu konstrukciju, utjecaji na njene karakteristike tijekom vremena su zanemarivi kako za pojedine elemente, tako i za konstrukcijske cjeline.

### **1.8. Procjena troškova gradnje**

S znanjem da svaka Mapa glavnog projekta treba sadržavati procjenu troškova pripadajućih radova, ista procjena se ne radi za potrebe ovog diplomskog rada.



## 2. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

### 2.1. Svojstva građevnih proizvoda

#### BETON I ARMATURA

Sav beton predmetne građevine, potpornih zidova i pomoćne građevine (bazena i strojnice) je klase C30/37, a betonski čelik je B500B. Ugrađeni beton treba biti potpuno u skladu s Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije (NN 17/17).

#### UVJETI OKOLIŠA I KLASA BETONA

Beton konstrukcije, odnosno njegovi vanjski elementi, bit će izloženi većem broju djelovanja iz okoliša. Navedena djelovanja specificirana su u priloženoj tablici zahtjeva za projektirani beton. Ovisno o razredu izloženosti, moraju se poštivati granične vrijednosti sastava i svojstva betona specificirane u HRN EN 206-1.

Minimalni zaštitni slojevi betona do armature iznose 4 cm za temelje, 3 cm za grede i stupove odnosno 2 cm za ploče.

U tablici 1 prikazani su zahtjevi za projektirani beton

	Element konstrukcije	Zahtjevi za projektirani beton			
		Maksimalno nominalno zrno agregata (mm)	Klasa tlačne čvrstoće	Klasa izloženosti	Klasa količine klorida
1.	ploče, stupovi, zidovi, stubište	32	C30/37	XC1	Cl 0,20
2.	temelji	32	C30/37	XC2	Cl 0,20

Tablica 1 Zahtjevi za projektirani beton

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

U potpunosti poštivati projektirani raspored i položaj armaturnih šipki, koje trebaju biti nepomične kod betoniranja. Sva upotrijebljena armatura treba imati odgovarajuće ateste o kakvoći. Nadzorni inženjer nakon pregleda armature dozvoljava betoniranje istog takta ili dijela konstrukcije.

Skidanje oplata za grede i ploče može se izvršiti nakon što beton postigne min. 70% čvrstoće (cca 7 dana uz normalnu njegu betona). Zbog geometrije objekta (grede i balkoni na južnoj strani) potrebno je podupirati za vrijeme cjelokupne gradnje objekta.

### **ISKOLČENJE I ZAHTJEVANA GEOMETRIJA**

Od faze iskolčenja građevine, preko svih faza izgradnje, do završetka građevine, nužan je stalni geodetski nadzor.

Tijekom građenja vršiti stalnu kontrolu iskolčenja i druge geometrije svih elemenata, kontrolu osiguranja svih točaka, kontrolu repera i poligonalnih točaka.

## **ZEMLJANI RADOVI I TEMELJI**

### **ISKOPI**

Tijekom radova na iskopima potrebno je posvetiti pažnju slijedećem:

- da se iskop obavlja prema profilima i visinskim kotama iz projekta, te propisanim nagibima pokosa iskopa (uzimajući u obzir geomehanička svojstva tla),
- da tijekom rada ne dođe do prekomjernog potkopavanja ili oštećenja okolnih građevina ili okolnog tla
- da se ne vrše nepotrebno povećani ili štetni iskopi
- za vrijeme rada na iskopu pa do završetka svih radova na građevini Izvoditelj je dužan osigurati pravilnu odvodnju, ne smije se dozvoliti zadržavanje vode u iskopima
- vrstu i karakteristiku temeljnog tla kontrolirati prema geotehničkom elaboratu, a dubine i gabarite iskopa prema građevinskom projektu građevine

### Nasipi

Kontrolu kvalitete materijala za izradu nasipa vršiti prema važećim normama.

Kontrolom i tekućim ispitivanjima obuhvatiti:

- određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na Proctorov postupak (Sz) ili određivanje modula stišljivosti ( $M_k$ )
- ispitivanje granulometrije nasipnog materijala.

Nasipavanje izvoditi u propisanim debljinama slojeva i s propisanom zbijenošću.

Kontrola geometrije vrši se kontinuirano, vizualno i mjerenjem. Kontrola zbijenosti vrši se probno po slojevima i obvezno na vrhu.

### Temelji

Betoniranje temeljnih konstrukcija izvesti u primjerenoj oplati na podložnom betonu nakon utvrđivanja prihvatljivosti temeljnog tla u smislu nosivosti i deformabilnosti prema zahtjevima iz projekta. Nakon postavljanja hidroizolacije, s armaturom prema izvedbenom projektu konstrukcije, može se krenuti u betoniranje temeljnih konstrukcija prema projektu. Naročitu pažnju posvetiti zaštiti hidroizolacije, te traženim zaštitnim slojevima armature, posebno na mjestima oslabljenja presjeka instalacijskim kanalima, ako takvi postoje. Betoniranje temelja može započeti nakon što nadzorni inženjer potvrdi da temeljno tlo zadovoljava propisane vrijednosti, pregleda postavljenu armaturu, nakon što su provjerene dimenzije temelja, te upisana dozvola o betoniranju u građevinski dnevnik. Zasipavanje oko izvedenih temelja izvesti nakon izrade i zaštite hidroizolacije i to u slojevima s potrebnim zbijanjem, kako ne bi došlo do naknadnog slijeganja nasutog tla. Dozvoljena odstupanja prilikom izvođenja armirano-betonske konstrukcije temelja iznose  $\pm 2$  cm u tlocrtnim dimenzijama i visinskom pogledu.

## **PROIZVODNJA BETONA**

### **OPĆENITO**

Proizvodnja betona se u svemu mora uskladiti sa serijom normi HRN EN 206, te Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije (TPGK), NN 17/17

Program kontrole i osiguranja kvalitete osnovni je uvjet za postizanje zahtijevanih svojstava betona i konstruktivnih elemenata u fazi građenja i eksploatacije. Upravljanje kvalitetom i potvrđivanje sukladnosti betona provodi se prema TPGK.

Kontrola betona i njegovih sastojaka, te kontrola betonskih radova, treba biti pod stalnim nadzorom nadzornog inženjera.

Eventualna vremenski ubrzana proizvodnja betonskih elemenata, u cilju ubrzanja građenja, dopuštena je samo uz poseban projekt tehnologije izvođenja i dokaz zahtijevanih svojstava prethodnim ispitivanjima, te odobrenje projektanta konstrukcije.

Pri izvođenju betonske konstrukcije izvođač je dužan pridržavati se ovog projekta betonske konstrukcije, tehničkih uputa za ugradnju i uporabu građevnih proizvoda, TPGK i normi na koje upućuje TPGK.

Betoniranje pojedinih dijelova konstrukcije može početi nakon što se pregledaju: temeljno tlo, podloga, skela, oplata, armatura, te na mjestima gdje postoji hidroizolacija.

### *PROIZVODNJA BETONA*

Proizvođač je u cijelosti odgovoran za građevinski proizvod. U tu svrhu obavezan je provoditi sljedeće aktivnosti:

- a) Početno ispitivanje
- b) Stalnu unutarnju kontrolu proizvodnje
- c) Ispitivanje uzoraka iz proizvodnje prema utvrđenom planu

### *POČETNO ISPITIVANJE*

Sastav betona koji se proizvodi mora biti dokazan početnim ispitivanjem prema HRN EN 206-1. Za početna ispitivanja projektiranog betona odgovoran je proizvođač. Početnim ispitivanjem utvrđuju se da li beton zadovoljava sva uvjetovana svojstva svježeg i očvrslog betona. Prije upotrebe novog sastava betona ili prilikom pojave značajnije promjene u sastavnim materijalima mora se obaviti početno ispitivanje. U slučaju betona zadanog sastava i betona normiranog zadanog sastava nisu potrebna početna ispitivanja proizvođača.

### *STALNA KONTROLA PROIZVODNJE*

Unutarnja kontrola proizvodnje uključuje sve mjere koje su potrebne za postizanje i održavanje kvalitete betona tako da on bude u skladu sa propisanim zahtjevima. Proizvođač u tom postupku mora izvršiti sljedeće:

1. Organizirati laboratorij i organizirati stalnu tvorničku kontrolu proizvodnje,
2. Imenovati osobu odgovornu za provođenje radnji u postupku ocjenjivanja sukladnosti građevnog proizvoda,
3. Uspostaviti sustav pisanih uputa za obavljanje pojedinih radnji u postupku ocjenjivanja sukladnosti.  
(Priručnik, radne upute i zapise)

### Sastavni materijali

Sastavni materijali koji se upotrebljavaju za proizvodnju betona ne smiju sadržavati štetne primjese u količinama koje mogu biti opasne po svojstava trajnosti betona ili uzrokovati koroziju armature. Moraju biti pogodni za namjeravano korištenje betona. Svi sastavni materijali moraju imati odgovarajuću ispravu o sukladnosti.

### Cement

Za izradu betona mogu se rabiti cementi propisani u TPGK i normom HRN EN 197, koja uvjetuje sastav, svojstva i kriterije sukladnosti običnog cementa. Smiju se rabiti samo oni cementi koji imaju potvrdu sukladnosti s uvjetima odgovarajuće važeće norme, izdane po ovlaštenoj hrvatskoj instituciji.

### Agregat

Za izradu betona može se upotrebljavati obični i teški agregat propisani u TPBK i normom HRN EN 12620 i lagani agregat propisan normom HRN EN 13055.

Smije se rabiti samo agregat koji ima potvrdu sukladnosti s uvjetima navedenih normi, koju izdaje ovlaštena hrvatska institucija. Za sve vrijeme izvođenja betonskih radova u prostor za uskladištenje pojedinih frakcija agregata smiju se uskladištiti samo vrste agregata odabrane prema projektiranom sastavu betonske mješavine.

### Voda za spravljanje betona

Voda za spravljanje betona treba zadovoljavati uvjete norme HRN EN 1008.

Pouzdana pitka voda (iz gradskih vodovoda) može se rabiti bez potrebe prethodne provjere uporabljivosti. Vodu koja se ne koristi za piće, a koristi se za izradu betona na osnovi provedenih ispitivanja, treba kontrolirati najmanje jednom u tri mjeseca.

### Kemijski dodaci

Mogu se rabiti kemijski dodaci koji zadovoljavaju uvjete norme HRN EN 934.

Smiju se rabiti samo oni kemijski dodaci koji imaju potvrdu sukladnosti s uvjetima navedene norme koju je izdala ovlaštena hrvatska institucija. Kemijski dodaci koji nisu uvjetovani navedenom normom mogu se rabiti samo uz odgovarajuće tehničko dopuštenje nadležnog ministarstva ili institucije koju to ministarstvo ovlasti.

### Mineralni dodaci

Prema HRN EN 206-1, primjenjuju se mineralni dodaci tip I i tip II.

Mineralni dodaci tipa I moraju zadovoljavati norme EN 12620 (za filere) i HRN EN 12878 (za pigmente). Mineralni dodaci tipa II moraju zadovoljavati norme HRN EN 450 (za lebdeći pepeo) i HRN EN 13263 (za silikatnu prašinu).

Ostali mineralni dodaci mogu se rabiti samo ako zadovoljavaju uvjete odgovarajuće hrvatske norme ili tehničkog dopuštenja izdanog od nadležnog ministarstva ili institucije koju je to ministarstvo ovlastilo. Vrsta i dinamika kontrola, odnosno ispitivanja sastavnih materijala mora biti u skladu s tablicom br. 22 norme HRN EN 206-1

### Projektiranje betona

Sastav betona i sastavne materijale za projektirani beton i beton zadanog sastava treba odabrati tako da zadovoljavaju svojstva uvjetovana za svježi i očvrslu beton, uključivo konzistenciju, gustoću, čvrstoću, trajnost, zaštitu ugrađenog čelika od korozije, uzimajući u obzir proizvodni proces i odabrani postupak izvedbe betonskih radova koji uključuju transport, ugradnju, zbijanje, njegovanje i moguće druge tretmane ili obrade ugrađenog betona.

### Tvornička kontrola proizvodnje betona

Odgovornost, nadležna tijela i odnosi cjelokupnog osoblja koje upravlja, izvodi i potvrđuje radove koji se odnose na proizvodnju betona, moraju biti utvrđeni dokumentiranim sustavom kontrole proizvodnje. To se posebno odnosi

na osoblje kojemu je potrebna organizacijska sloboda i autoritet za minimiziranje rizika od nezadovoljavajućeg betona i za identificiranje i izvještavanje o svakom problemu kvalitete betona.

#### ISPITIVANJE UZORAKA IZ PROIZVODNJE PREMA UTVRĐENOM PLANU

Minimalna, propisana učestalost uzorkovanja betona je:

Tablica 13 norme HRN EN 206-1	Minimalna učestalost uzorkovanja		
Proizvodnja	Prvih 50 m <sup>3</sup> proizvodnje	Nakon prvih 50 m <sup>3</sup> proizvodnje	
		Beton sa certificiranom kontrolom proizvodnje	Beton bez certificirane kontrole proizvodnje
Početna (dok se ne dobije najmanje 35 rezultata)	3 uzorka	1 na 200 m <sup>3</sup> ili 2 na proizvodni tjedan	1 na 150 m <sup>2</sup>
Neprekidna (kad se dobije najmanje 35 rezultata)		1 na 400 m <sup>3</sup> ili 1 na proizvodni tjedan	

Tablica 2 Norme HRN EN 206-1

Osim uzorkovanja definiranih Tablicom 13 potrebno je izvršiti i dodatno uzorkovanje betona ugrađenog na gradilištu i to po slijedećem ključu:

- pri ugradnji betona temeljnih elemenata minimalno dodatno po jedan uzorak na svakih 75 m<sup>3</sup> betona iste kvalitete ili minimalno dodatno jedan uzorak dnevno (u razdoblju kad se vrši betoniranje temelja).
- pri ugradnji betona zidova jezgri minimalno dodatno po jedan uzorak na svakih 50 m<sup>3</sup> betona iste kvalitete ili minimalno jedan uzorak dnevno (u razdoblju kad se vrši betoniranje zidova jezgre )

Uzorkovanje treba biti raspoređeno kroz svu proizvodnju i ne treba biti veće od 1 uzorka na svakih 25 m<sup>3</sup>. Uzorke betona treba uzimati i ugrađivati iz različitih mješavina ili auto dizalica.

Uzorci su dimenzija 150/150/150 mm, uzimaju se u promatranom razdoblju, te ugrađuju i njeguju u skladu sa normom HRN EN 12390- 1,2.

Tlačna čvrstoća se ispituje prema normi HRN EN 12390-3 pri starosti uzorka od 28 dana.

#### Svježi beton

Konzistencija betona utvrđuje se metodama slijeganja i rasprostiranja prema HRN EN 12350-2 i HRN EN 12350-5 i provodi se u laboratoriju proizvođača betona.

Količinu cementa, vode, agregata ili mineralnih dodataka utvrđuje se prema otpremnici betona sa proizvodnog pogona. Ni jedna pojedinačno utvrđena vrijednost vodocementnog faktora ne smije biti veća za više od 0,02 od granične vrijednosti.

Količina mikropora uvučenog zraka utvrđuje se prema HRN EN 12350-7 i mora zadovoljavati uvjete navedene u normama prema TPGK. Donja granica je uvjetovana vrijednost od -0,5 % do maks. 1,0% prema HRN EN 206-1.

Posebna svojstva betona moraju ispunjavati kriterije navedene u Tablici 17 HRN 206-1.

Konzistencija betona mora ispunjavati kriterije navedene u Tablici 18 HRN 206-1.

Sukladnost ispitivanja svježeg betona se prihvaća zadovoljenjem sukcesivnih rezultata ispitivanja u skladu sa uvjetovanim graničnim vrijednostima ili graničnim razredima ili zadanim vrijednostima uključujući dozvoljene tolerancije i maksimalno dopušteno odstupanje od tražene (uvjetovane) vrijednosti.

#### Očvršli beton

Utvrđivanje čvrstoće obavlja se na uzorcima kocaka brida 150 mm sukladnim HRN EN 12390-1- Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe i izrađenim i njegovanim prema HRN EN 12390-2 - Izrada i njegovanje uzoraka za ispitivanje čvrstoće.

Tlačna čvrstoća betona utvrđuje se prema normi HRN EN 12390-3. Tlačna čvrstoća utvrđena je na uzorcima ispitanim pri starosti od 28 dana. U posebnim slučajevima može se posebno uvjetovati ispitivanje pri starosti manjoj ili većoj od 28 dana.

Minimalni broj uzoraka za prihvaćanje sukladnosti se određuje prema Tablici 13 HRN EN 206-1.

Pri ocjenjivanju sukladnosti razlikujemo početnu proizvodnju (dok se ne dobije minimalno 35 rezultata ispitivanja) i kontinuiranu proizvodnju (nakon dobivanja 35 rezultata ispitivanja u periodu koji ne prelazi 12 mjeseci).

Uzorkovanje se vrši prema planu uzorkovanja ili nakon dodavanja kemijskog dodatka radi prilagodbe konzistencije. Rezultat ispitivanja je onaj dobiven na pojedinačnom uzorku ili prosjek rezultata kada su uzorci na isti način uzorkovani i kada se ispituju u isto vrijeme.

Sukladnost s karakterističnom tlačnom čvrstoćom betona (fck) je potvrđena ako su oba kriterija iz Tablice 14. HRN EN 206-1 za početnu i za kontinuiranu proizvodnju zadovoljena.

#### Svojstva trajnosti

Beton se uzorkuje u skladu s HRN EN 12350-1. Uzorkovanje treba provesti za svaki sastav betona kod kojeg su uvjetovana svojstva trajnosti. Za dokaz tih svojstava odgovoran je proizvođač betona. Ispitivanja svojstava trajnosti proizvođač je dužan provoditi u skladu s normama danim u TPGK. Kontrola sukladnosti svojstava trajnosti će se prihvaćati prema pojedinačnim izvještajima za pojedino svojstvo trajnosti, a prema kriterijima koje propisuje pojedina norma ili TPGK.

#### Isporuka betona

Prilikom svake isporuke betona na gradilište proizvođač betona dužan je izdati otpremnicu koja mora sadržavati podatke prema točki 7.3 HRN EN 206-1.

### **IZVOĐENJE AB RADOVA**

#### Općenito

Izvođač radova treba izvesti betonske i armirano-betonske radove u skladu sa zahtjevima norme HRN EN 13670-1 - Izvedba betonskih konstrukcija – 1. dio: Općenito i TPGK.

Pogon za proizvodnju betona mora ispunjavati zahtjeve norme HRN EN 206-1 - Beton – 1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost. Za svaku vrstu betona proizvođač odnosno izvođač je dužan dostaviti odgovarajuću ispravu o sukladnosti.

### Ugradnja betona

Ugradnja betona se provodi u skladu s HRN EN 13670-1. Početna temperatura svježeg betona u fazi ugradnje ne smije biti niža od +5°C, ni viša od +30°C. U slučaju da je temperatura izvan ovih granica, treba poduzeti mjere u skladu s TPGK.

Transport svježeg betona do gradilišta, te do samog mjesta ugradnje u oplatu treba biti takav da ne dolazi do pojave segregacije betona.

Ugrađivanje betona u oplatu izvesti mehanički s potrebnim vibriranjem.

### Njega betona

Beton u ranom razdoblju treba zaštititi u skladu s HRN EN 13670-1, točka 8.5.

Neposredno nakon betoniranja, beton treba biti zaštićen od slijedećeg: prebrzog isušivanja, brze izmjene topline, oborinske i tekuće vode, vibracija koje mogu štetno utjecati na stvrdnjavanje betona.

Beton se nakon ugradnje mora zaštititi da bi se osigurala zadovoljavajuća hidratacija na površini, te izbjegla oštećenja zbog ranog i naglog skupljanja. Duljina trajanja njege betona definirana je u uvodnom dijelu.

### Oplata i skele

Oplata i skele moraju biti u skladu s HRN EN 13670-1, točka 5. i Dodatak B.

Skele i oplata moraju biti tako konstruirane i izvedene da mogu preuzeti opterećenja i utjecaje koji nastaju u izvođenju radova, bez štetnih slijeganja i deformacija, kako bi se osigurala sigurnost i točnost elemenata konstrukcije predviđena projektom konstrukcije.

Oplata konstrukcije mora biti takva da se za vrijeme betoniranja na gube sastojci betona, te da vanjsko lice betona ispunjava zahtjeve date u projektu konstrukcije (glatki beton, natur beton, i sl.). Oplata se mora lako i bez oštećenja skidati s još neočvrstlog betona. Njene unutarnje stranice moraju biti čiste i po potrebi premazane zaštitnim sredstvom, koje ne smije djelovati štetno na beton, mijenjati boju betona, utjecati na vezu armature i betona ili djelovati štetno na materijal koji se nakadno nanosi na betonsku konstrukciju.

U sklopu proračuna dati su elastični progibi glavnih nosača za puno nefaktorirano opterećenje (uključivo i pokretno). Prilikom postavljanja oplata preporuča se nadvišenje za dobivene vrijednosti elastičnih progiba.

### Armatura

Čelik za armiranje betona treba zadovoljavati uvjete propisane normama u TPGK. Svaki proizvod treba biti jasno označen i prepoznatljiv.

Ugradnju armature potrebno je provesti u skladu s HRN EN 13670-1, te TPGK-om. Osobito poštivati projektom predviđene razmake i zaštitne slojeve armature. Ni jedno betoniranje elementa ne može započeti bez prethodnog detaljnog pregleda armature od strane nadzornog inženjera i njegove dozvole.

Za armiranje glavnih grednih nosača ponegdje se predviđaju koristiti mehaničke spojnice za nastavljanje armature. Iste trebaju biti verificirane i odobrene ispravama o sukladnosti ili europskim tehničkim dopuštenjem.

### Dopuštena odstupanja u izvedbi a-b elemenata konstrukcije

Dopuštena odstupanja zaštitnog sloja i dimenzija a-b elementa određena su normom HRN-EN 1992-1-1: 1991.

## **KONTROLNI POSTUPCI VEZANI ZA AB RADOVE KOJI SE OBAVLJAJU NA GRADILIŠTU**

### Svieži beton

Za beton projektiranog sastava dopremljenog iz centralne betonare (tvornice betona), odgovorna osoba obvezno određuje neposredno prije ugradnje provedbu kontrolnih postupaka utvrđivanja svojstava svježeg betona, prema TPGK.

Kontrolni postupak utvrđivanja svojstava svježeg betona provodi se na uzorcima koji se uzimaju neposredno prije ugradnje betona u betonsku konstrukciju u skladu sa zahtjevima norme HRN ENV 13670-1, HRN EN 206-1 i projekta betonske konstrukcije, a najmanje pregledom svake otpremnice i vizualnom kontrolom konzistencije kod svake dopreme (svakog vozila) te, kod opravdane sumnje, ispitivanjem konzistencije istim postupkom kojim je ispitana u proizvodnji.

### Očvrslu beton

Za beton projektiranog sastava dopremljenog iz centralne betonare (tvornice betona), odgovorna osoba obvezno određuje neposredno prije ugradnje provedbu kontrolnih postupaka utvrđivanja svojstava očvrsluog betona, prema TPGK.

Utvrdjivanje čvrstoće obavlja se na uzorcima kocaka brida 150 mm sukladnim HRN EN 12390-1- Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe, izrađenim i njegovanim prema HRN EN 12390-2 - Izrada i njegovanje uzoraka za ispitivanje čvrstoće. Tlačna čvrstoća betona utvrđuje se prema normi HRN EN 12390-3.

### Ocjenjivanje rezultata ispitivanja

Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće betona ocjenjivanjem rezultata ispitivanja uzoraka sa gradilišta i dokazivanjem karakteristične tlačne čvrstoće betona provodi se primjenom kriterija iz Dodataka B norme HRN EN 206-1 «Ispitivanje identičnosti tlačne čvrstoće».

Ispitivanje i dokazivanje identičnosti pokazuje da li ugrađeni beton pripada istom skupu za koji je proizvođačevom ocjenom sukladnosti utvrđeno da mu je tlačna čvrstoća sukladna karakterističnom čvrstoćom (fck).

Za slučaj nepotvrđivanja zahtijevanog razreda tlačne čvrstoće betona treba na dijelu konstrukcije u koji je ugrađen beton nedokazanog razreda tlačne čvrstoće provesti naknadno ispitivanje tlačne čvrstoće betona u konstrukciji prema HRN EN 12504-1 i ocjenu sukladnosti prema prEN 13791.

## **NADZORNE RADNJE PO PITANJU UGRADNJE BETONA**

Nadzorni inženjer obvezno određuje neposredno prije ugradnje betona provedbu kontrolnih postupaka utvrđivanja svojstava svježeg betona i utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrsluog betona na mjestu ugradnje betona prema TPGK.

Kontrolni postupak utvrđivanja svojstava svježeg betona provodi se na uzorcima koji se uzimaju i pripremaju neposredno prije ugradnje betona u betonsku konstrukciju prema HRN EN 12350, u skladu sa zahtjevima norme HRN EN 13670 i projekta betonske konstrukcije, a najmanje pregledom svake otpremnice i vizualnom kontrolom konzistencije kod svake dopreme (svakog vozila) te, kod opravdane sumnje ispitivanjem konzistencije istim postupkom kojim je ispitana u proizvodnji.

Podaci o uzimanju uzoraka betona evidentiraju se uz obvezno navođenje oznake pojedinačnog elementa betonske konstrukcije i mjesta u elementu betonske konstrukcije na kojem se beton ugrađivao u trenutku uzimanja uzoraka.

Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrsluog betona ocjenjivanjem rezultata ispitivanja uzoraka i dokazivanjem karakteristične tlačne čvrstoće betona provodi se prema TPGK i normama na koju TPGK upućuje.



Tlačna čvrstoća očvrstnalog betona ispituje se na uzorku starom 28 dana.

Uzimanje uzoraka betona, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstava projektiranog betona (potvrđivanje sukladnosti tlačne čvrstoće i svojstava dodataka) provodi se prema normama - sukladno TPGK.

Uzimanje uzoraka armature, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstava armature provodi se prema normama - sukladno TPGK.

### **NAČIN ODRŽAVANJA I PROJEKTIRANI VIJEK UPORABE GRAĐEVINE**

Radnje u okviru održavanja betonskih konstrukcija treba provoditi prema odredbama TEHNIČKOG PROPISA ZA GRAĐEVINSKE KONSTRUKCIJE, NN17/17. Izjavu o izvedenim radovima i uvjetima održavanja građevine dužan je prirediti Izvođač u skladu s pozitivnom regulativom RH, tehničkim propisima, normama na koje se oni pozivaju, te Glavnim i Izvedbenim projektom.

Redovite preglede u svrhu održavanja betonske konstrukcije iz ovog projekta potrebno je prvi put provesti nakon 1 godine, a kasnije svakih narednih 5 godina.

Način obavljanja pregleda je slijedeći:

- a) vizualni pregled konstrukcija, u kojeg je uključeno utvrđivanje položaja i veličine progiba, pukotina, relativnih pomaka pojedinih elemenata konstrukcije, potencijalnih prodora vode koji dugoročno ugrožavaju pojedine elemente konstrukcija, te drugih oštećenja kao što su naknadno izvedeni proboji i intervencije u nekim elementima konstrukcija i slično, a koji su bitni za očuvanje mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine
- b) utvrđivanje stanja zaštitnih slojeva

Način održavanja:

- a) obnavljanje oštećenih elemenata ab konstrukcije (zaštitnih slojeva armature)

Dokumentaciju o izvršenim pregledima i drugu dokumentaciju o održavanju konstrukcije dužan je trajno čuvati vlasnik građevine. Uporabni vijek predmetnih konstrukcija je uz primjereno održavanje najmanje 50 godina.

### 3. GEOTEHNIČKI IZVJEŠTAJ

#### 3.1. Podaci o istražnim radovima

Geotehnički istražni radovi su se sastojali od obilaska terena s prospekcijskim pregledom i detaljnim geološkim kartiranjem, izrade fotodokumentacije, georadarskog snimanja, seizmičkog snimanja i iskopa i pregleda istražne jame. Sve istražne jame su iskopane do dubine pojave matične stijene, na dijagonalnim kutovima građevine.

U nastavku su izneseni samo najvažniji zaključci iz geotehničkog elaborata koji su bitni za ovu predmetnu građevinu.

#### 3.2. Geološka i inženjersko – geološka istraživanja

Tlo je uglavnom ujednačenog sastava. U tlu se najčešće protežu čisti slojevi lapora koji su tvrdi i imaju karakteristike slične vapnencima.

Na području predmetne lokacije moguće je postojanje većih krških pojava (kaverne i sl.), zbog čega je potrebno nakon iskopa temeljnih jama izvršiti kompresorsku provjeru stijenske mase.

#### 3.3. Dubina podzemne vode

U hidrogeološkom smislu, razlomljene i okršene naslage lapora imaju pukotinsku i moguće kaverno-znu poroznost te se oborinske vode relativno brzo procjeđuju u podzemlje. U nijednoj istražnoj jami nije zabilježena pojava podzemne vode.

#### 3.4. Temeljenje

Površinski sloj sačinjavaju elementi nastali trošenjem matične stijene ili nasipni materijal, koji se sastoji uglavnom od žućkasto smeđe gline, same ili pomiješane s crvenkasto smeđom zemljom.

Kako je predviđena dubina dna temelja pretpostavlja se da će se svi temelji nalaziti na kvalitetnoj laporovitoj stijeni.

Iskop građevinske jame do nivoa -3,20 m ispod nivoa prizemlja buduće građevine izvršit će se u širokom iskopu s vertikalnim zasjekom. Pri zasijecanju potrebno je ukloniti sve nestabilne stijene.

Nakon iskopa potrebno je temeljnu plohu ručno očistiti od ostataka razlomljenog materijala, kao i eventualnu glinovitu ispunu iz pukotina. Po obavljenom čišćenju temeljne plohe potrebno je neravnine i udubine (škrape) popuniti i izravnati podložnim betonom C 15/20 do projektirane kote temeljenja.

Ukoliko se naiđe na kavernu (pukotinu), veće udubine i relativno manje širine, a nije moguće potpuno uklanjanje gline crvenice, sanaciju izvesti tako da se glina očisti do dubine cca 50 cm ispod kote temeljenja, a nastali prostor do projektiranje kote temeljenja "plombira", tj. zapuni podbetonom.

Dopuštena centrična naprezanja tla na detaljno očišćenim naslagama matične stijene uzeta su za osnovna opterećenja 0,50 MPa.

Za predviđeni način temeljenja ne očekuju se slijeganja niti diferencijalna slijeganja.

Naročitu pažnju treba posvetiti na eventualne proširene pukotine bez ispune koje mogu biti dio većeg podzemnog sustava. Na tim mjestima je potrebno izvršiti provjeru bušenjem svrdlom Ø32 mm ("štamptom") do dubine 2.0 do 3.0 m od kote temeljenja.

## 4. PRIKAZ MJERA ZAŠTITE OD POŽARA

U projektu konstrukcija predmetne građevine su primijenjeni sljedeći propisi i pravila zaštite od požara:

- Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10) kao i
- propisi doneseni na temelju tog zakona, te usvojenim mjerama tehničke struke također u skladu s tim zakonom.
- Zakon o normizaciji (NN 80/13)
- Pravilnik o razvrstavanju građevina u skupine po zahtjevanosti mjera zaštite od požara (NN 56/12, 61/12 - ispravak)
- Pravilnik o razvrstavanju građevina, građevinskih dijelova i prostora u kategoriji ugroženosti o požara (NN 62/94, 32/97)
- Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN 29/13, 87/15)
- Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija – Dio 1-2: Opća pravila – Proračun konstrukcija na djelovanje požara (EN 1992-1-2:2004+AC:2008)

U skladu s gornjim propisima predviđeno je sljedeće:

- Karakteristike građevinskih konstrukcija u odnosu na otpornost protiv požara biti će definirane u Elaboratu zaštite od požara te će se u istom zgrada i svrstati u odgovarajuću skupinu. (5 nadzemnih etaža, visina poda posljednje etaže na kojoj borave ljudi mjereno od kote vanjskog terena je 12,25 m, bruto površina etaža je do 170 m<sup>2</sup>)
- Konstruktivni elementi zadovoljavaju propisano požarno opterećenje

## 5. NAČIN ZBRINJAVANJA GRAĐEVINSKOG OTPADA

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

- Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13)
- Uredba o kategorijama, vrstama i klasifikaciji otpada s katalogom otpada i listom opasnog otpada (NN 50/05, 39/09)
- Pravilnik o gospodarenju građevnim otpadom (NN 38/08)

Prema navedenom zakonu građevni otpad spada u inertni otpad jer uopće ne sadrži ili sadrži malo tvari koje podliježu fizikalnoj, kemijskoj i biološkoj razgradnji pa ne ugrožavaju okoliš. Nakon završetka radova gradilište treba očistiti od otpadaka i suvišnog materijala i okolni dio terena dovesti u prvobitno stanje. Pravilnikom o vrstama otpada određeno je da je proizvođač otpada čija se vrijedna sredstva mogu iskoristiti dužan otpad razvrstavati na mjestu nastanka, odvojeno skupljati po vrstama i osigurati uvjete skladištenja za očuvanje kakvoće u svrhu ponovne obrade.

Taj pravilnik predviđa slijedeće moguće postupke s otpadom:

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

Kemijsko-fizikalna obrada otpada je obrada kemijsko-fizikalnim metodama s ciljem mijenjanja njegovih kemijsko-fizikalnih, odnosno bioloških svojstava, a može biti: neutralizacija, taloženje, ekstrakcija, redukcija, oksidacija, dezinfekcija, centrifugiranje, filtracija, sedimentacija, rezervna osmoza. Biološka obrada je obrada biološkim metodama s ciljem mijenjanja kemijskih, fizikalnih, odnosno bioloških svojstava, a može biti: aerobna i anaerobna razgradnja. Termička obrada je obrada termičkim postupkom. Provodi se s ciljem mijenjanja kemijskih, fizikalnih, odnosno bioloških svojstava, a može biti: spaljivanje, piroliza, isparavanje, destilacija, sinteriranje, žarenje, taljenje, zataljivanje u staklo. Kondicioniranje otpada je priprema za određeni način obrade ili odlaganja, a može biti: usitnjavanje, ovlaživanje, pakiranje, odvodnjavanje, oprašivanje, očvršćivanje te postupci kojima se smanjuje utjecaj štetnih tvari koje sadrži otpad.

S građevnim otpadom treba postupiti u skladu s Pravilnikom o uvjetima za postupanje s otpadom. Taj pravilnik predviđa moguću termičku obradu za slijedeći otpad: drvo, plastiku, asfalt koji sadrži katran, katran i proizvodi koji sadrže katran.

Kondicioniranjem se može obraditi slijedeći otpad: građevinski materijali na bazi azbesta, asfalt koji sadrži katran, asfalt (bez katrana), katran i proizvodi koji sadrže katran, izolacijski materijal koji sadrži azbest, miješani građevni otpad i otpad od rušenja.

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

## 6. PRIKAZ PRIMIJENJENIH ZAKONA, PROPISA I PRAVILNIKA

Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19).

Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19)

Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/17)

Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10)

Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16)

HRN EN 206- EN1:2002 Beton-1.dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206-1:2000) 14

HRN EN 206-EN1/A1:2004 Beton – 1. dio: Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206-1:2000/A1:2004)

HRN EN 206- EN1/A2 Beton – 1. dio: Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN206-1:2000/prA2:2004)

Standardi za beton – ostali:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

HRN EN 12390-8 Ispitivanje očvrslulog betona – 8. dio: Dubina prodiranja vode pod tlakom prCEN/TS 12390-9

Ispitivanje očvrslulog 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 rad 15

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 očvrslulom betonu

HRN EN12504-1 Ispitivanje betona u konstrukcijama – 1. dio: Izvađeni uzorci – Uzimanje, pregled i ispitivanje tlačne čvrstoće

HRN EN 12504-2 Ispitivanje betona u konstrukcijama – 2. dio: Nerazorno ispitivanje – Određivanje veličine

odskoka HRN EN 12504-3 Ispitivanje betona u konstrukciji – 3. dio: Određivanje sile čupanja

HRN EN 12504-4 Ispitivanje betona u konstrukciji – 4. dio: Određivanje brzine ultrazvuka prEN 13791:2003

Ocjena tlačne čvrstoće betona u konstrukcijama ili u konstrukcijskim elementima → Standardi za čelik za

armiranje – osnovni nHRN EN 10080-1 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 1.dio: Opći

zahtjevi (prEN 10080-1:1999) nHRN EN 10080-2 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 2. dio:

Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda A (prEN 10080- 2:1999) nHRN EN 10080-3 Čelik za armiranje betona –

Zavarljivi armaturni čelik – 3. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda B (prEN 10080- 3:1999)

nHRN EN 10080-4 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 4. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika

razreda C (prEN 10080- 4:1999)

nHRN EN 10080-5 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 5. dio: Tehnički uvjeti isporuke

zavarenih armaturnih mreža (prEN 10080-5:1999)

nHRN EN 10080-6 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 6. dio: Tehnički uvjeti isporuke

zavarenih rešetki za gredice (prEN 10080-6:1999) → Standardi za čelik za armiranje – ostali  
HRN EN 10020 Definicije i razredba vrsta čelika  
HRN EN 10025 Toplovaljani proizvodi od nelegiranih konstrukcijskih čelika – Tehnički uvjeti isporuke  
HRN EN 10027-1 Sustavi označivanja čelika – 1. dio: Nazivi čelika, glavni simboli  
HRN EN 10027-2 Sustavi označivanja čelika – 2. dio: Brojčani sustav EN 10079 Definicije čeličnih proizvoda  
prEN ISO 17660 Zavarivanje čelika za armiranje  
HRN EN 287-1 Provjera osposobljenosti zavarivača – Zavarivanje taljenjem – 1. dio: Čelici  
HRN EN 719 Koordinacija zavarivanja – Zadaci i odgovornosti  
HRN EN 729-3 Zahtjevi za kakvoću zavarivanja– Zavarivanje taljenjem metalnih materijala – 3. dio: Standardni zahtjevi za kakvoću  
HRN EN ISO 4063 Zavarivanje i srodni postupci – Nomenklatura postupaka i referentni brojevi  
HRN EN ISO 377 Čelik i čelični proizvodi – Položaj i priprema uzoraka i ispitnih uzoraka za mehanička ispitivanja  
HRN EN 10002-1 Metalni materijali – Vlačni pokus – 1. dio: Metoda ispitivanja (pri sobnoj temperaturi)  
HRN EN ISO 15630- 1 Čelik za armiranje i prednapinjanje betona – Ispitne metode – 1. dio: Armaturne šipke i žice  
HRN EN ISO 15630-2 Čelik za armiranje i prednapinjanje betona – Ispitne metode – 2. dio: Zavarene mreže  
→ Ostali standardi: ENV 1992-1-1 Eurokod 2 – Projektiranje betonskih konstrukcija – 1. dio: Opća pravila i pravila za zgrade  
ENV 1992-1-2 Eurokod 2 – Projektiranje betonskih konstrukcija – 1-2 dio: Opća pravila – Projektiranje konstrukcije na požar

Izvođač za sve ugrađene materijale treba dostaviti potrebnu dokumentaciju, ateste i ispitivanja.

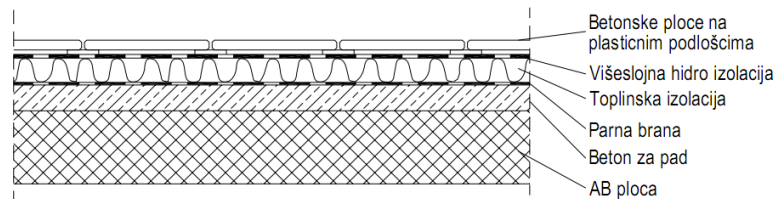
## 7. ANALIZA OPTEREĆENJA

### 7.1. Stalno opterećenje

#### 7.1.1. Krovna konstrukcija, POZ 600

Krovna konstrukcija POZ 600 (nadgrađe), ravna ab ploča, d=16 cm

- vlastita težina ..... automatski putem računala
- dodatno stalno opterećenje od pokrova ..... kao na slici 1.



Slika 6 Slojevi ravnog neprohodnog krova POZ 600

	d (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	d· $\gamma$ (kN/m <sup>2</sup> )
Betonske ploče na plastičnim podloščima	0.05	25.0	1.25
Hidroizolacija + parna brana	0.01	20.0	0.20
Toplinska izolacija	0.08	5.0	0.40
Beton za pad	0.08	24.0	1.92
AB ploča	Uključena automatski u računalnom programu		

Ukupno dodatno stalno opterećenje:  $g_{600} = 3.80$  (kN/m<sup>2</sup>)

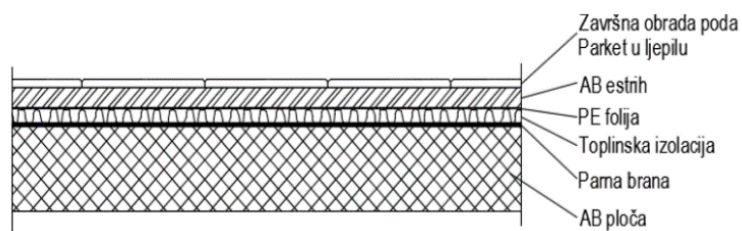
Tablica 3 Slojevi ravnog krova POZ 600 sa prostornim težinama

#### 7.1.2. Međukatne konstrukcije, POZ 500, 400, 300, 200, 100

Međukatne konstrukcije, ravna ab ploča:- POZ 500 d= 18 cm,

- POZ 400, 300, 200, 100 d= 16 cm

- vlastita težina ..... automatski putem računala
- dodatno stalno opterećenje od pokrova ..... kao na slici 1.



Slika 7 Slojevi proda međukatne konstrukcije

	d (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	d· $\gamma$ (kN/m <sup>2</sup> )
Predgradni zidovi	/	/	1.0
Završna obrada poda (parket/keramika)	0.02	12.0/24.0	0.24/ 0.48
Estrih	0.05	25.0	1.25
Toplinska izolacija	0.04	5.0	0.20
Hidroizolacija	0.005	20.0	0.1
AB ploča	Uključena automatski u računalnom programu		

Ukupno dodatno stalno opterećenje:  $g_{500,400,300,200,100} = 3.00$  (kN/m<sup>2</sup>)

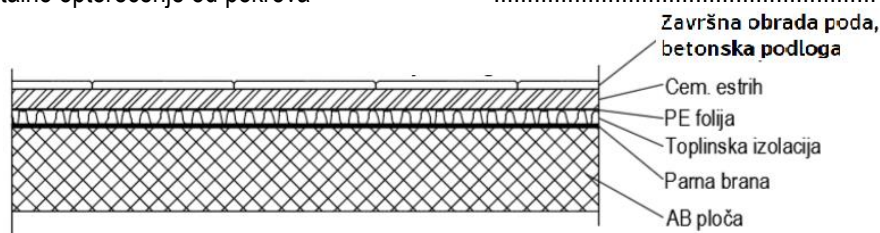
Tablica 4 Slojevi međukatnih konstrukcija POZ 500, 400, 300, 200, 100 sa prostornim težinama

### 7.1.3. Podrum, POZ 000

Temeljna ploča, ravna ab ploča, d=30 cm

- vlastita težina
- dodatno stalno opterećenje od pokrova

..... automatski putem računala  
..... kao na slici 1.



Slika 8 Slojevi poda iznad garaže

	d (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	d· $\gamma$ (kN/m <sup>2</sup> )
Betonska podloga	0.05	24.0	2.4
Estrih	0.05	24.0	1.20
Toplinska izolacija	0.04	5.0	0.20
Hidroizolacija	0.005	20.0	0.1
Pregradni zidovi	/	/	1.0
AB ploča	Uključena automatski u računalnom programu		

Ukupno dodatno stalno opterećenje:  $g_{000} = 4.60$  (kN/m<sup>2</sup>)

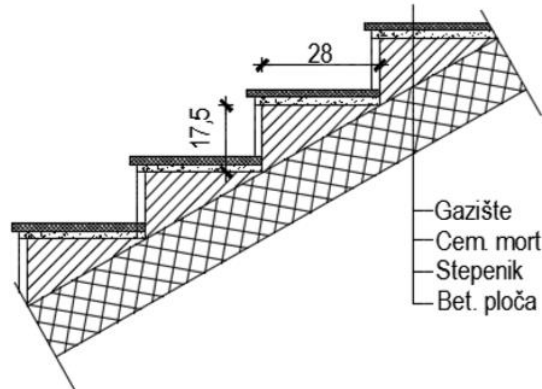
Tablica 5 Slojevi međukatnih konstrukcija POZ 000 sa prostornim težinama



**7.1.4. Stubište**

AB ploča

- vlastita težina .....automatski putem računala
- dodatno stalno opterećenje od pokrova .....kao na slici 1.



Slika 9 Slojevi poda na unutarnjem stubištu

	d (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	d· $\gamma$ (kN/m <sup>2</sup> )
Kamene ploče – završna obrada	0.02	28.0	0.56
Cementni mort	0.02	20.0	0.40
Stuba	0.09	24.0	2.10
AB ploča	Uključena automatski u računalnom programu		

Ukupno dodatno stalno opterećenje:  $g_{000} = 3,10$  (kN/m<sup>2</sup>)

Tablica 6 Slojevi poda stubišta sa prostornim težinama

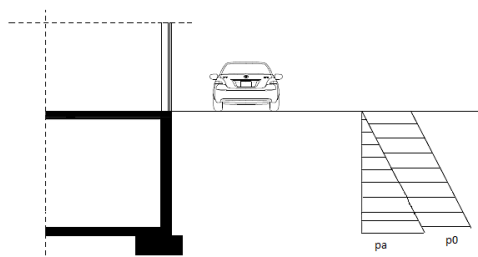
**7.1.5. Zidovi podruma**

Obodni zidovi u podzemnoj garaži dominantno su opterećeni aktivnim tlakom tla. Opterećen je aktivnim tlakom tla ( $p_a$ ), te dodatnim tlakom ( $p_0$ ).

$$p_0 = 5,0 \text{ kN/m}^2 \quad p_a = \gamma_{zem} \cdot h \cdot K_0, \quad K_0 = 0,4, \quad \gamma_{zem} = 19,0 \text{ kN/m}^3, \quad h = 2,70 \text{ m}$$

$$\text{Horizontalna sila aktivnog tlaka od tla: } P_{a1} = \gamma_{zem} \cdot H \cdot K_0 = 19,0 \cdot 2,70 \cdot 0,4 = 20,52 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Horizontalna sila aktivnog tlaka od promjenjivog djelovanja: } P_{a2} = q \cdot K_0 = 5 \cdot 0,4 = 2,0 \text{ kN/m}^2$$



Slika 10 Skica opterećenja zida podruma

## 7.2. Promjenjivo opterećenje

Minimalno korisno opterećenje za zgrade definirano je u EC1991-1-1.

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

-Ravni neprohodni krov:  $q=1,0 \text{ kN/m}^2$

-Stambeni prostor (A):  $q=2,0 \text{ kN/m}^2$

-Balkoni (A):  $q=4,0 \text{ kN/m}^2$

-Stubišta (A) i poslovni prostor (B):  $q=3,0 \text{ kN/m}^2$

Kategorija opterećenog prostora	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]
<b>Kategorija A</b>		
– stropovi	1,5 do <u>2,0</u>	<u>2,0</u> do 3,0
– stubišta	<u>2,0</u> do 4,0	<u>2,0</u> do 4,0
– balkoni	2,5 do 4,0	2,0 do 3,0

Slika 11 Uporabna opterećenja stropova, balkona i stubišta u zgradama

### 7.2.1. Opterećenje snijegom

- Proračun mora uzeti u obzir da snijeg može biti raspoređen po krovu na puno različitih načina

- Svojstva krova i ostali faktori koji uzrokuju različite rasporede opterećenja snijegom, između ostalog su:

- oblik krova
- toplinska svojstva krova
- hrapavost površine krova
- količina proizvedene topline ispod krova
- blizine okolnih zgrada
- okolni teren
- lokalni meteorološki uvjeti, posebno vjetrovitost, promjenjivost temperature i vjerojatnost oborina (bilo snijeg ili kiša).

Opterećenja snijegom na krovovima moraju se odrediti na sljedeći način, prema HRN EN 1991-1-3:2012.

Za stalne/prolazne proračunske situacije:

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

Gdje je:

$\mu_i$  – koeficijent oblika opterećenja snijegom

$s_k$  – karakteristična vrijednost opterećenja snijegom na tlu

$C_e$  – koeficijent izloženosti

$C_t$  – toplinski koeficijent

Oblik terena	$C_e$
Izložen vjetru <sup>a</sup>	0,8
<b>Uobičajen<sup>b</sup></b>	<b>1,0</b>
Zaklonjen <sup>c</sup>	1,2

<sup>a</sup> Izložen vjetru: ravan, nezaklonjena područja izložena sa svih strana, bez zaklona ili s vrlo malo zaklona terenom, višim građevinama ili drvećem.

<sup>b</sup> Uobičajen oblik terena: područja gdje ne dolazi do značajnijeg premještanja snijega na građevini zbog vjetra, terena, drugih građevina ili drveća.

<sup>c</sup> Zaklonjen oblik terena: područja gdje je predmetna građevina značajno niža od okolnog terena ili okružena visokim drvećem i/ili okružena drugim višim građevinama.

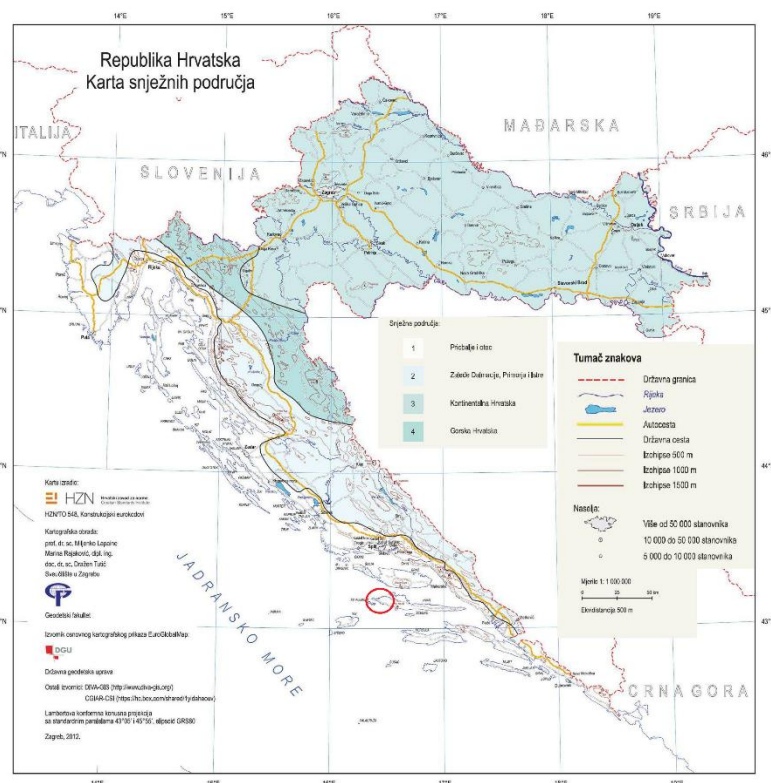
Slika 12 Preporučene vrijednosti koeficijenta  $C_e$  s obzirom na različite oblike terena

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

Slika 13 Koeficijenti oblika opterećenja snijegom

Vrijednost toplinskog koeficijenta  $C_t$ , prema HRN EN 1991-1-3;NA; usvaja se  $C_t=1.0$ .

Proračunsko opterećenje snijegom za područje Republike Hrvatske određuje se na temelju karte snježnih područja koja je sastavni dio norme. Za promatrani slučaj gdje je nadmorska visina do 100 m n.m. opterećenje se uzima prema tablici 9.



Slika 14 Karta snježnih područja

Prema podacima iz karte na osnovu lokacije može se zaključiti da predmetna građevina spada u 1. područje (priobalje i otoci).

Nadmorska visina do [m]	1. područje – priobalje i otoci [kN/m <sup>2</sup> ]	2. područje – zaleđe Dalmacije, Primorja i Istre [kN/m <sup>2</sup> ]	3. područje – kontinentalna Hrvatska [kN/m <sup>2</sup> ]	4. područje – gorska Hrvatska [kN/m <sup>2</sup> ]
100	0,50	0,75	1,00	1,25
200	0,50	0,75	1,25	1,50
300	0,50	0,75	1,50	1,75
400	0,50	1,00	1,75	2,00
500	0,50	1,25	2,00	2,50
600	0,50	1,50	2,25	3,00
700	0,50	2,00	2,50	3,50

Slika 15 opterećenje snijegom za snježna područja i pripadajuće nadmorske visine

Na osnovu prikupljenih podataka i vrijednosti parametara imamo konačnu vrijednost opterećenja snijegom:

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0.8 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 0.50 = 0.40 \text{ kN/m}^2$$

Krov (snijeg, vjetar) - pojednostavljeno

$p_1=1,50 \text{ kN/m}^2$

Terasa

$p_1=4,00 \text{ kN/m}^2$

Stambeni prostor

$p_2=2,00 \text{ kN/m}^2$

### 7.2.2. Opterećenje vjetrom

Norma HRN EN 1991-1-4 navodi smjernice za određivanje djelovanja prirodnog vjetra za konstrukcijski proračun zgrada i inženjerskih građevina, za svako razmatrano opterećeno područje. To obuhvaća cijelu konstrukciju ili djelovanje konstrukcije, ili elemente pričvršćene na konstrukciju, npr. dijelove, obložne jedinice i njihova pričvršćenja, sigurnosne i zvučne prepreke.

-Ovaj dio se primjenjuje na zgrade i inženjerske građevine visine do 200 m.

-Ovaj dio se 1-4 norme EN 1991 namijenjen je za procjenu karakterističnih djelovanja vjetra na konstrukcije oslonjene na tlo, njihove dijelove i dodatke

-U određenim dodatcima dane su vrijednosti potrebnih koeficijenata za proračun ukupnog opterećenja

-Ovaj dio ne daje smjernice na torzijske vibracije, titranja itd.

Za svaku proračunsku situaciju određenu u skladu s normom EN 1990, moraju se odrediti odgovarajuća djelovanja vjetra.

#### OSNOVNE VRIJEDNOSTI

Temeljna vrijednost osnovne brzine vjetra  $v_{b,0}$  je karakteristična 10-minutna srednja brzina vjetra, neovisno o smjeru vjetra i dobu godine, 10 m iznad tla na otvorenom terenu u prirodi s niskim raslinjem, primjerice travom, i osamljenim preprekama na razmaku najmanje 20 visina prepreke.

Osnovna brzina vjetra mora se proračunati iz izraza:

$$V_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot V_{b,0}$$

Gdje je:

$C_{dir}$  - faktor smjera, prihvaća se preporučena vrijednost faktora od 1.0

$C_{season}$  - faktor godišnjeg doba, prihvaća se preporučena vrijednost faktora od 1.0

$V_{(b,0)}$  - temeljna vrijednost osnovne brzine vjetra, očitavamo iz karte



Slika 16 Karta osnovnih brzina vjetra  $V_{b,0}$

$v_{b,0} = 30$  m/s - očitano iz karte (otok Hvar)

$$V_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot V_{b,0} = 1.0 \cdot 1.0 \cdot 30 = 30 \text{ m/s}$$

Srednja brzina vjetra  $v_m(z)$  na visini  $z$  iznad terena ovisi o hrapavosti terena i vertikalnoj razvedenosti i osnovnoj brzini vjetra,  $v_b$  i treba je odrediti upotrebljavajući izraz:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b$$

Gdje je:

$c_r(z)$  - faktor hrapavosti

$c_o(z)$  - faktor vertikalne razvedenosti, jednak je 1.0 ako nije drugačije definirano

Prema nacionalnom dodatku  $c_r(z)$  određujemo na sljedeći način:

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

Gdje je:

$z_0$  - duljina hrapavosti

$k_r$  - faktor terena ovisan o duljini hrapavosti  $z_0$  koja je preporučena izrazom

$$k_r = 0.19 \cdot \left( \frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0.07}$$

$z_{0,II}$  – usvojeno 0.05m

$z_0$  – ovisi o kategoriji terena

Kategorija terena		$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]
0	More ili priobalna područja izložena otvorenom moru	0,003	1
I	Jezera ili ravna i horizontalno položena područja sa zanemarivom vegetacijom i bez prepreka	0,01	1
II	Područja s niskom vegetacijom, npr. travom, i izoliranim preprekama (drveće, zgrade) s razmakom najmanje 20 visina prepreke	0,05	2
III	Područja sa stalnim pokrovom od vegetacije ili zgrade ili područja s izoliranim preprekama s razmakom najviše 20 visina prepreke (npr. sela, predgrađa, stalna šuma)	0,3	5
IV	Područja s najmanje 15 % površine pokrivene zgradama čija prosječna visina premašuje 15 m	1,0	10

NAPOMENA: Kategorije terena prikazane su na slikama u točki A.1.

Slika 17 Parametri vjetrovnog opterećenja ovisno o kategoriji terena

Za promatrano područje imamo:

$$k_r = 0.19 \cdot \left( \frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0.07} = 0.19 \cdot \left( \frac{0.3}{0.05} \right)^{0.07} = 0.215$$

Intenzitet turbulencije  $I_v(z)$  na visini  $z$  određen je kao standardna devijacija turbulencije podijeljena sa srednjom brzinom vjetra.

Preporučena pravila za izračunavanje dana su izrazom:

$$I_v(z) = \frac{k_I}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)}$$

Gdje je:

$k_I$ - faktor turbulencije, preporučena vrijednost je 1.0

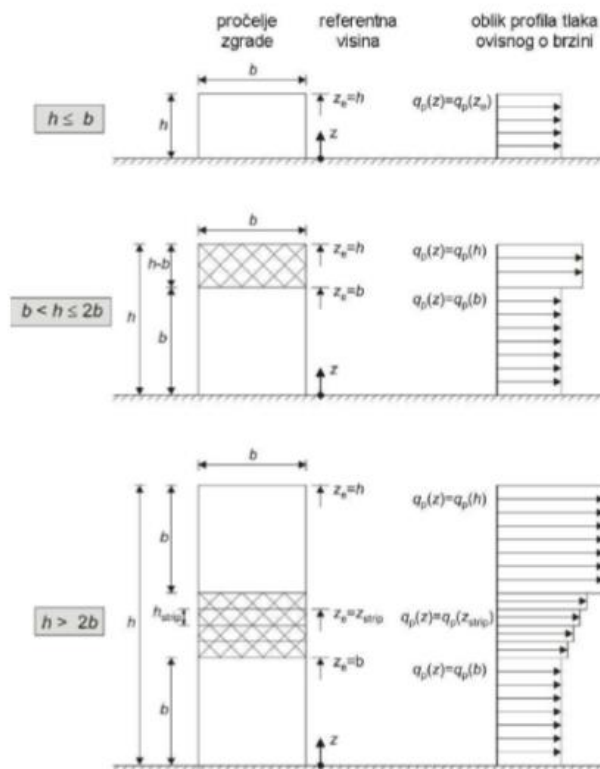
$c_0$ -faktor vertikalne razvedenosti terena

$$I_v(z) = \frac{k_I}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1.0}{1.0 \cdot \ln\left(\frac{15.5}{0.30}\right)} = 0.253$$

## TLAK PRI VRŠNOJ BRZINI

Treba odrediti tlak pri vršnoj brzini  $q_p(z)$  na visini  $z$ , koji obuhvaća srednje i kratkotrajne promjene brzine, prema izrazu:

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



Slika 18 Referentna visina,  $z_e$ , ovisna o  $h$  i  $b$

$h \approx 15,50$  m  
 $b = 12,60$  m - x smjer  
 $b = 12,20$  m - y smjer

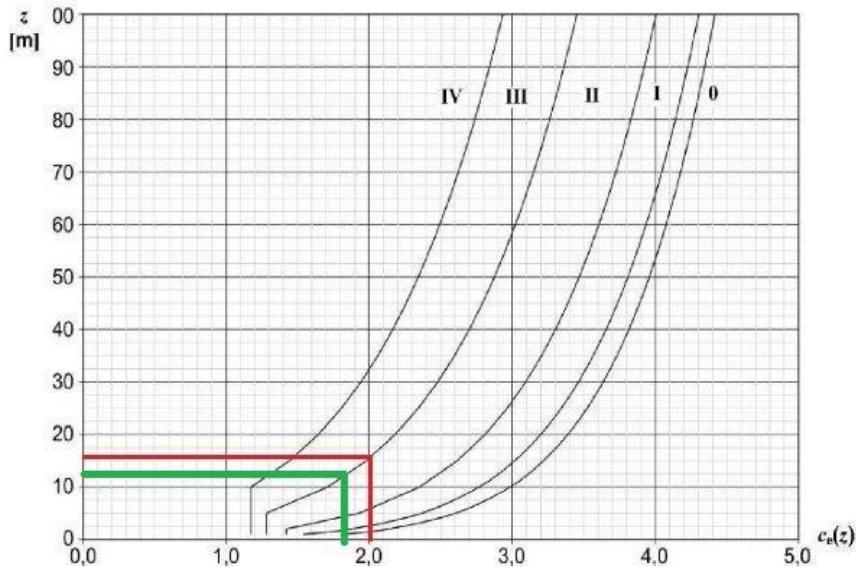
Za promatrani slučaj mjerodavan nam je drugi odnos  $h/b$  gdje je  $q_p(z) = q_p(b)$  i  $q_p(z) = q_p(h)$ .

Koeficijenti vanjskog tlaka  $c_{pe,10}$  i  $c_{pe,1}$  za područje A, B, C, D i E određeni su i prikazani na slici i tablici ispod.

$b < h \leq 2b$   $z_e = b = 12,60$  m (uzima se isto za x i y smjer)  
 $z_e = h = 15,5$  m

$c_e(z)$ - faktor izloženosti dan grafom (ispod) za  $c_0 = 1,0$ ,  $k_f = 1,0$





Slika 19 Grafički prikaz faktora izloženosti

$c_e(z)=2,01$  (očitano iz slike za visinu 15,50 m)

$c_e(z)=1,80$  (očitano iz slike za visinu 12,60 m)

$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 = \frac{1}{2} \cdot 1.25 \cdot 30^2 = \frac{0.56 \text{ kN}}{\text{m}^2}$  – tlak pri osnovnoj brzini vjetra, gdje je  $\rho$  gustoća zraka

$$q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b = 2,01 \cdot 0.56 = 1.13 \text{ kN/m}^2$$

$$q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b = 1,80 \cdot 0.56 = 1.01 \text{ kN/m}^2$$

#### DJELOVANJE VJETRA

Djelovanja vjetra na konstrukciju i konstrukcijske elemente moraju se odrediti uzimajući u obzir i vanjski i unutarnji tlak vjetra.

Tlak vjetra koji djeluje na vanjske površine,  $w_e$  treba odrediti iz izraza:

$$w_e = q_p(z_e) \times c_{pe}$$

Gdje je:

$q_p(z_e)$ - tlak pri vršnoj brzini

$z_e$ - referentna visina za vanjski tlak

$c_{pe}$ -koeficijent tlaka za vanjski tlak

Tlak vjetra koji djeluje na unutarnje površine,  $w_i$  treba odrediti iz izraza:

$$w_i = q_p(z_i) \times c_{pi}$$

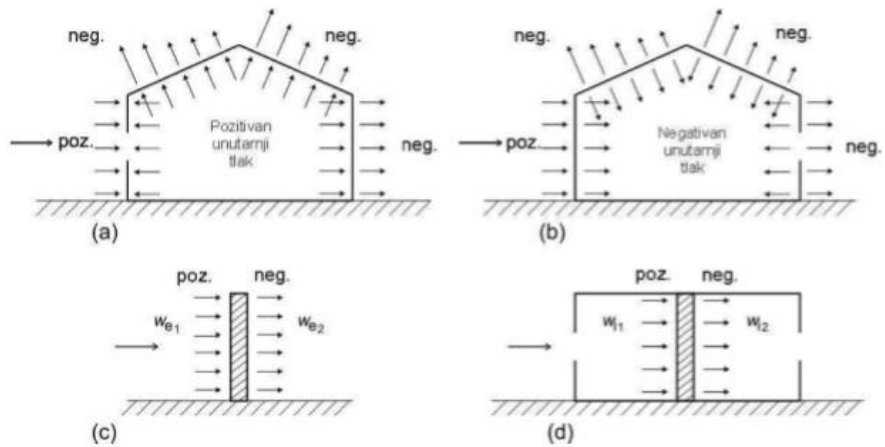
Gdje je:

$q_p(z_i)$ - tlak pri vršnoj brzini

$z_i$ - referentna visina za unutarnji tlak

$c_{ci}$ -koeficijent tlaka za unutarnji tlak

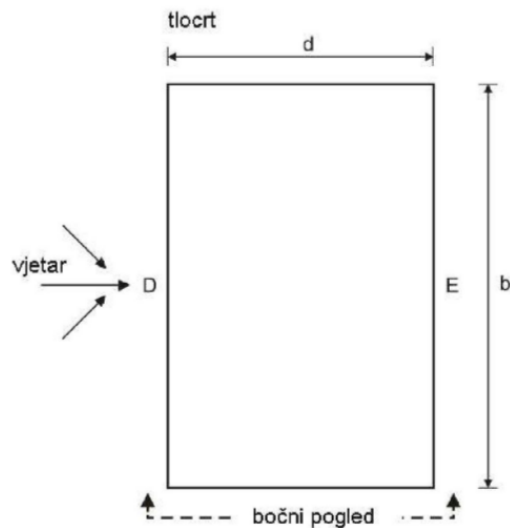




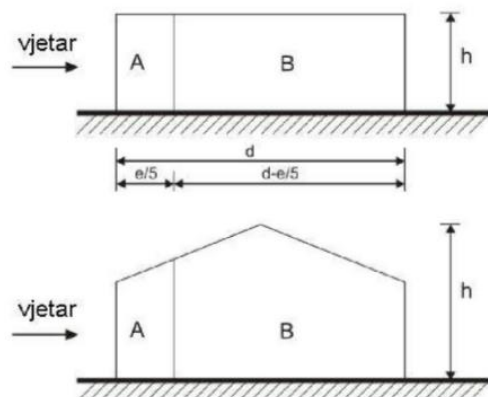
Slika 20 Tlak na površine

Referentne visine,  $z_e$ , za zidove zgrada s pravokutnim tlocrtom na strani vjetra ovise o odnos  $h/b$  i uvijek se odnose na gornji rub odgovarajućih dijelova zida.

### PRORAČUN DJELOVANJA VJETRA NA ZIDOVE



Slika 21 Tlocrtni prikaz vjetrovnih polja



Slika 22 Bočni prikaz vjetrovnih polja

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

Slika 23 Preporučene vrijednosti koeficijenta vanjskog tlaka za vertikalne zidove tlocrtno pravokutnih zgrada

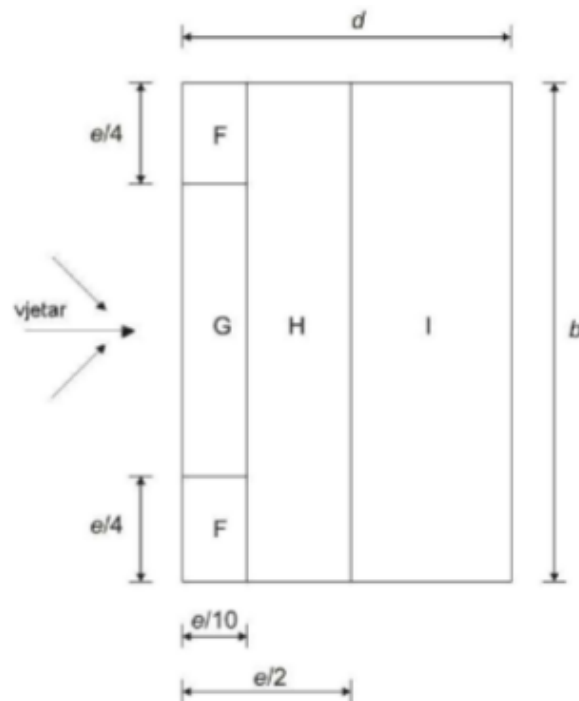
Koeficijenti unutarnjeg tlaka su nam propisani sa vrijednostima od  $c_{pi}=0.8$  i minimalnom vrijednosti od  $c_{pi}=-0.5$ .

ZONA	A	B	C	D	E
$q_p(z)$ (kN/m <sup>2</sup> ) (12,60)	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
$q_p(z)$ (kN/m <sup>2</sup> ) (15,50)	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
$c_{pe}$	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,5
$c_{pi}(\max)$	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
$c_{pi}(\min)$	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
$W_e$ (kN/m <sup>2</sup> ) (12,60)	-1,21	-0,81	-0,51	0,81	-0,51
$W_e$ (kN/m <sup>2</sup> ) (15,50)	-1,36	-0,90	-0,57	0,90	-0,57
$W_i - \max$ (12,60)	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
$W_i - \max$ (15,50)	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
$W_i - \min$ (12,60)	-0,51	-0,51	-0,51	-0,51	-0,51
$W_i - \min$ (15,50)	-0,57	-0,57	-0,57	-0,57	-0,57
$W_{ekv} - \max$ (12,60)	-2,02	-1,62	-1,32	0	-1,32
$W_{ekv} - \max$ (15,50)	-2,26	-1,80	-1,47	0	-1,47
$W_{ekv} - \min$ (12,60)	-0,70	-0,30	0	-1,32	0
$W_{ekv} - \min$ (15,50)	-0,79	-0,33	0	-1,47	0

Tablica 7 Maksimalne vrijednosti po poljima

## PRORAČUN DJELOVANJA VJETRA NA RAVNI KROV

Kao ravni krov definirani su oni koji imaju kosinu  $-5^\circ < \alpha < 5^\circ$ .



Slika 24 Raspored polja za ravne krovove

Vrsta krova	Područje								
	F		G		H		I		
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	
Oštri zabati	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2	
S nadozidima	$\bar{h}_p/\bar{h} = 0,025$	-1,6	-2,2	-1,1	-1,8	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
	$\bar{h}_p/\bar{h} = 0,05$	-1,4	-2,0	-0,9	-1,6	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
	$\bar{h}_p/\bar{h} = 0,10$	-1,2	-1,8	-0,8	-1,4	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2

Slika 25 Preporučene vrijednosti koeficijenta vanjskog tlaka za ravne krovove

## TLAK VJETRA NA VANJSKE POVRŠINE

$$w_e = q_p(z_e) \times c_{pe}$$

PODRUČJE	F	G	H	I
$w_e$ (kN/m <sup>2</sup> )	-1.81	-1.24	0.79	0.23

Tablica 8 Vrijednosti opterećenja vjetra na krov po poljima (vanjske površine)

Koeficijenti unutarnjeg tlaka su nam propisani sa vrijednostima od  $c_{pi}=0.8$  i minimalnom vrijednosti od

$c_{pi}=-0.5$ .

**TLAK VJETRA NA UNUTARNJE POVRŠINE**

	$w_i = q_p(z_i) \times c_{pi}$			
PODRUČJE	F	G	H	I
1) $w_i$ (kN/m <sup>2</sup> )	0.90	0.90	0.90	0.90
2) $w_i$ (kN/m <sup>2</sup> )	-0.57	-0.57	-0.57	-0.57

Tablica 9 Vrijednosti opterećenja vjetra na krov po poljima (unutrašnje površine)

**MAKSIMALNE VRIJEDNOSTI DIJELOVANJA NA VANJSKE I UNUTARNJE POVRŠINE KROVA**

PODRUČJE	F	G	H	I
<b>MAKSIMALNI TLAK VJETRA NA VANJSKE POVRŠINE</b>				
$w_e$ (kN/m <sup>2</sup> )	-2.71	-2.14	-0.11	-0.67
<b>MAKSIMALNI TLAK VJETRA NA UNUTARNJE POVRŠINE</b>				
$w_i$ (kN/m <sup>2</sup> )	-1.32	-0.67	1.36	0.8

Tablica 10 Maksimalne vrijednosti po poljima

### 7.3. Izvanredno opterećenje

#### 7.3.1. Seizmičko opterećenje

Konstrukcije se u potresnim područjima moraju projektirati i graditi tako da ispune zahtjev da ne smije doći do rušenja i zahtjev ograničenog oštećenja. Kako bi se postigli ti zahtjevi moraju se provjeriti granična stanja nosivosti i granična stanja uporabljivosti.

Proračun potresnog opterećenja napravljen je koristeći prostorni model konstrukcije u računalnom programu Scia Engineer 19.1. Potresne sile određene su koristeći višemodalnu (sprektralnu) analizu prema EC8 sa SRSS metodom izračuna. Potresne sile uvelike ovise o unesenim parametrima kao što su klasa tla na kojoj se građevina nalazi, proračunsko ubrzanje tla na tom području, duktilnost konstrukcije itd.

Neki od tih parametara direktno se unose na temelju normama definiranih vrijednosti parametara uzimaju u obzir kroz vrijednosti faktora ponašanja o kojem će kasnije u tekstu biti riječ.

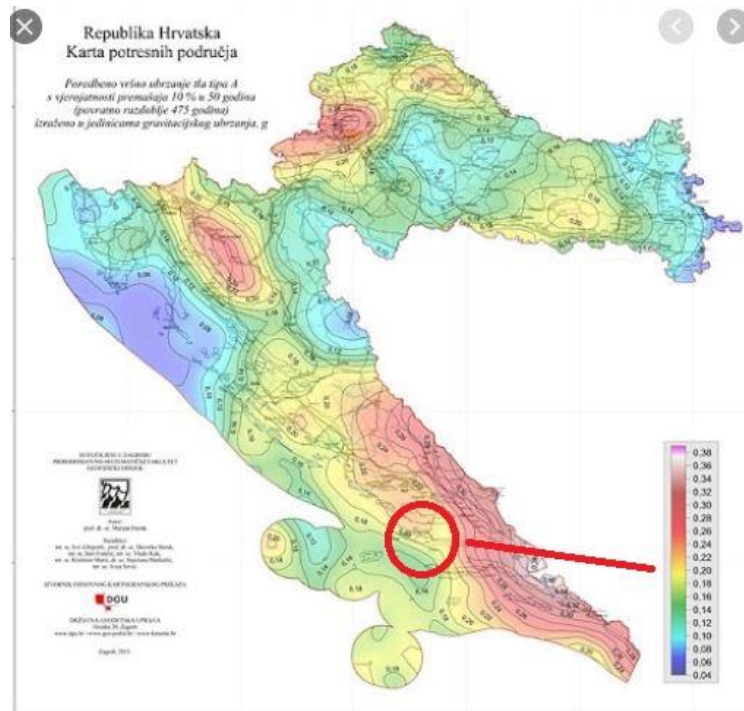
Potresno djelovanje u nekoj točki na površini općenito se prikazuje elastičnim spektrom odziva. Razlikujemo dva tipa elastičnog spektra odziva o očekivanoj magnitudi površinskih poprečnih valova. Za magnitude veće od 5.5 odaberemo TIP 1, a za magnitude manje od 5.5 odaberemo TIP 2 elastičnog spektra odziva.

Budući se dio potresne energije u konstrukciji troši njenim deformiranjem ovisno o sklonosti deformiranju općenito se dopušta proračun na djelovanje sila koje su manje od onih u elastičnom spektru odziva. Da bi se izbjegao nelinearni proračun uzima se u obzir kapacitet konstrukcije trošenju energije. Taj kapacitet ovisi o duktilnosti konstrukcije tj njenih elemenata. Duktilnije konstrukcije imaju veći kapacitet trošenja energije i smanjenja potresnog utjecaja. To smanjenje potresnih sila radi se na način da se elastični spektar odziva umanjiti odgovarajućim koeficijentom koji se naziva faktor ponašanja. Faktor ponašanja predstavlja omjer potresnih sila kojima bi građevina bila izložena kad bi njen odziv u cijelosti bio elastičan u odnosu na potresne sile koje se bi se pojavile na promatranoj konstrukciji.

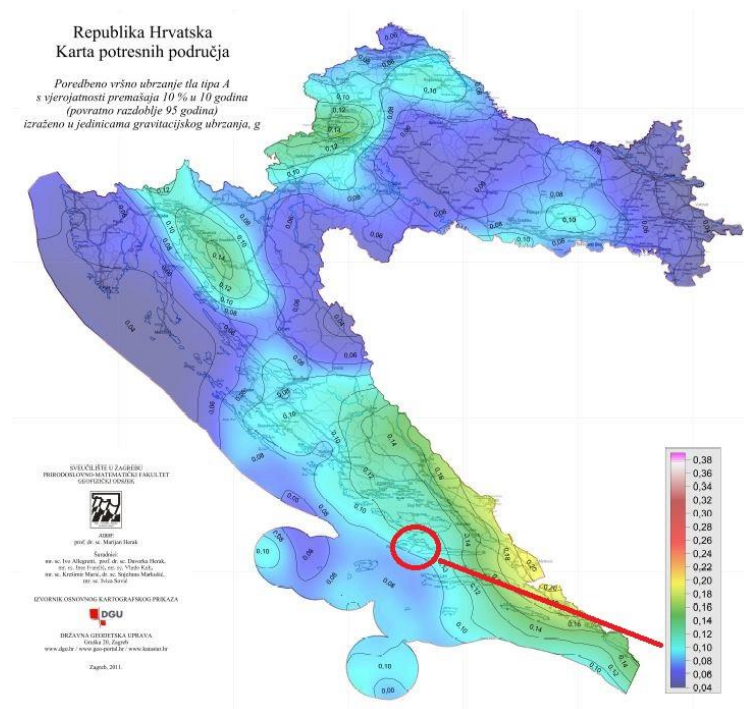
U nastavku su razrađene vrijednosti svih parametara (ulazni podaci) mjerodavnih za potresni proračun koju su korišteni u analizi pomoću računalnog programa.

Vrijednosti poredbenog horizontalnog vršnog ubrzanja tla očitavaju se koristeći seizmološke karte Republike Hrvatske. Za traženo područje očita se ubrzanje tla za povratni period od 475 godina za GSN.

Iz karte (slika 26.) očitamo horizontalno vršno ubrzanje u iznosu od  $a_{gR}=0.20g$ , za povratno razdoblje od 475 godina. Iz karte (slika 27.) očitamo horizontalno vršno ubrzanje u iznosu od  $a_{gR}=0.10g$  za povratno razdoblje od 95 godina.



Slika 26 Karta za povratno razdoblje od 475 godina



Slika 27 Karta za povratno razdoblje od 95 godina

Objekt je temeljen, sukladno geomehničkom elaboratu, na tlu **klase A**.

Tip temeljnog tla	Opis stratigrafskog profila	Parametri		
		$v_{s,30}$ (m/s)	$N_{SPT}$ (udara/ 30 cm)	$c_u$ (kPa)
A	Stijena ili druga geološka formacija poput stijene uključujući najviše 5 m slabijeg materijala na površini	> 800	–	–

Slika 28 Tip temeljnog tla

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

Vrijednosti perioda  $T_B$ ,  $T_C$ ,  $T_D$  i faktor tla S koje opisuju oblik elastičnog spektra odziva ovise o tipu temeljnog tla.

Tip temeljnog tla	S	$T_B$ (s)	$T_C$ (s)	$T_D$ (s)
A	1,0	0,15	0,4	2,0

Slika 29 Vrijednosti parametara koje opisuje preporučeni elastični spektar odziva tipa 1

Razred duktilnosti: **M**

Razred važnosti građevine:  $\gamma=1.0$

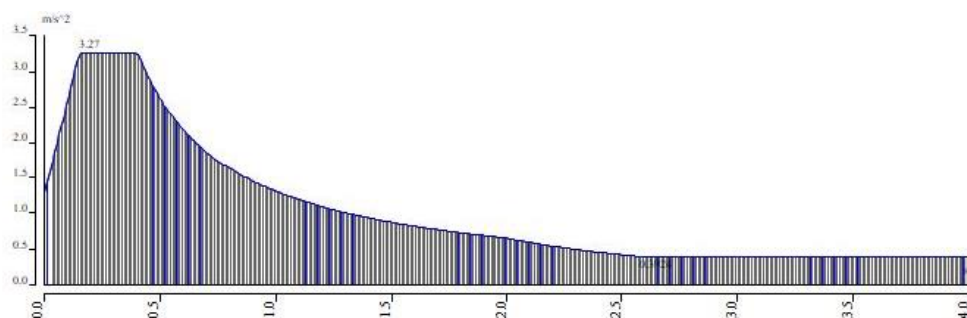
Osnovna vrijednost faktora ponašanja za razred duktilnosti DCM:  $q_0=3.0 \cdot \alpha_U / \alpha_1$

Koeficijent prevladavajućeg sloma  $k_w$ :  $k_w=1.0$

Odabrani faktor ponašanja građevine  $q=q_0 \cdot k_w$ :  $q=1.5$

Code parameters	
coeff accel. ag	0,200
ag - design acceleration [m/s...	1,962
q - behaviour factor	1,500
beta	0,200
S, Tb, Tc, Td manually?	No
Subsoil type	A
Spectrum type	type 1
Direction	Horizontal
Direction factor	1
S - soil factor	1,000
Tb	0,150
Tc	0,400
Td	2,000
Note	NA not supported

Slika 30 Ulazni podaci za proračun na potres



Slika 31 Proračunski spektar ubrzanja za unesene podatke

## 8. PRORAČUN KONSTRUKCIJE

### 8.1. Principi proračuna

U proračunu su dane osnovne dimenzije i količine armature za pojedine konstruktivne elemente. Elementi koji nisu računati armiraju se konstruktivno (minimalnom potrebnom armaturom). Svi konstruktivni elementi će biti izvedeni od betona klase C30/37 i armirani armaturnim mrežama i rebrastom armaturom B500B. Proračun konstruktivnih dijelova izvršen je izradom numeričkog modela na računaru. Proračun se provodi na prostornim linearno-elastičnim KE modelima. Model se sastoji od linijskih iplošnih konačnih elemenata čije geometrijske karakteristike numerički opisuju odgovarajuće nosive elemente monolitne ab konstrukcije. Model zgrade mora prikladno predstavljati raspodjelu krutosti i masa tako su pri razmatranom potresnom djelovanju svi značajni oblici deformiranja i inercijske sile ispravno uzete u obzir. U nelinearnom proračunu model mora još na prikladan način predstavljati raspodjelu čvrstoće.

U betonskim zgradama krutost nosivih elemenata treba općenito uzeti u obzir učinak raspucavanja. Takva krutost treba odgovarati početku popuštanja armature. U modelu se mora uzeti u obzir deformabilnost temelja kad god ona može imati opći nepovoljni utjecaj na odziv konstrukcije.

U nastavku je dan princip proračuna na kojem se temelju rezultati proračuna u nastavku ovog zadatka.

Princip proračuna:

#### KONTROLA GRANIČNOG STANJA NOSIVOSTI:

- Određivanje maksimalnih reznih sila (moment u polju i moment na ležaju):  $M_{Ed}$
- određivanje bezdimenzionalne vrijednosti momenta savijanja:  $\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$
- Očitavanje  $\mu_{Ed}$  iz tablice za  $\epsilon_{s1}=10.0\%$
- Određivanje i odabiranje računске i minimalne potrebne armature:

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}}$$

$$A_{s,min} = 0.6 \cdot b_t \cdot \frac{d}{f_{yk}} \geq 0.0013 \cdot b_t \cdot d$$

- Dimenzioniranje na poprečnu silu:
  - Poprečna sila koju presjek može preuzeti bez poprečne armature:

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

- Na mjestu maksimalne poprečne sile:

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

#### KONTROLA GRANIČNOG STANJA UPORABLJIVOSTI:

##### -PUKOTINE:

Grafično stanje pukotina nije potrebno kontrolirati kod ploča, ako debljina ploče ne prelazi 20 cm, te kada je ploča armirana u skladu s preporukama u vezi površine i rasporeda armature potrebnom za nosivost odnosno kada je proračunata i armirana prema graničnim stanjima nosivosti.

-Određivanje računске (karakteristične) vrijednosti širine pukotina:

- Određivanje maksimalnih reznih sila za GSU
- Prognoza širine pukotine:

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



- Proračun srednje deformacije armature:

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

- $k_t = 0.4$  – dugotrajno opterećenje
- $E_s$  – modul elastičnosti armature
- $E_{c,m}$  – modul elastičnosti betona
- $\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}}$  – odnos modula elastičnosti
- $\rho_{p,eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}}$  –  
djelotvorni koeficijent armiranja glavnim vlačnom armaturom
- $x = \frac{\alpha_e \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_e \cdot A_{s1}}} \right)$
- $\sigma_s = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_s} \approx \frac{M_{Ed}}{\left( d - \frac{x}{3} \right) \cdot A_s}$  – naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pukotine
- Srednji razmak pukotina:

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

$\Phi$  = promjer šipke u mm

$c = 30\text{mm}$

$k_1 = 0.8$  – rebrasta armatura

$k_2 = 0.5$  – savijanje

$k_3 = 3.4$

$k_4 = 0.425$

- Ako je  $w_k < 0.3\text{ mm}$  PUKOTINE ZADOOVLJAVAJU

### -PROGIBI:

- Granični progib:

$$\delta_{lim} = \frac{L}{250}$$

- Približne vrijednosti vlačne čvrstoće betona i modula elastičnosti

$$f_{cm} = f_{ck} + 8$$

$$E_{cm} = 22 \left[ \frac{f_{cm}}{10} \right]^{0.3}$$

$$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{\frac{2}{3}}$$

- Odnos modula elastičnosti

$$\alpha_{el} = \frac{E_s}{E_{cm}}$$

- Za elemente konstantne visine koristi se pojednostavljena metoda prema kojoj se izračuna zakrivljenost na mjestu maksimalnog momenta, a progib se tada izračuna prema izrazu:

$$\delta_{tot} = k \cdot L^2 \cdot \frac{1}{r_{tot}}$$

- Koeficijent ovisan o statičko sustavu. Za sustav proste grede koeficijent k iznosi 5/48.
- moment tromosti presjeka i zakrivljenost za stanje 1 (neraspucalo)

$A_{s1}$  = odabrana armatura

$A_{s2}$  = odabrana armatura

$$I_I = \frac{bh^3}{12} + \alpha_{el} \cdot \left[ A_{s1} \cdot \left( \frac{h}{2} - d_2 \right)^2 + A_{s2} \cdot \left( \frac{h}{2} - d_1 \right)^2 \right]$$

$$\frac{1}{r_I} = \frac{M_{Ed}}{E_{c,eff} \cdot I_I} - \text{zakrivljenost za stanje naprezanja 1}$$

- Progib potpuno raspucalog elementa

$$x = \frac{\alpha_e \cdot A_s}{b} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_e \cdot A_s}} \right)$$

- moment tromosti presjeka i zakrivljenost za stanje 2 (raspucalo)

$$I_{II} = \frac{b \cdot x^3}{12} + b \cdot x \cdot \left( \frac{x}{2} \right)^2 + \alpha_{el} \cdot [A_{s1} \cdot (d - x)^2 + A_{s2} \cdot (x - d_2)^2]$$

$$\frac{1}{r_{II}} = \frac{M_{Ed}}{E_{c,eff} \cdot I_{II}}$$

$$\sigma_{s1} = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_{s1}}$$

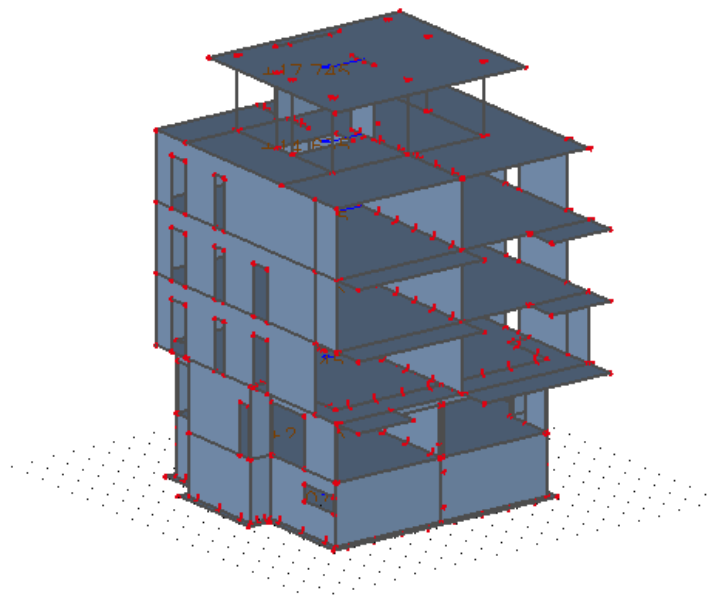
$$M_{cr} = f_{ctm} \cdot \frac{b \cdot h^2}{6} - \text{moment nastanka prve pukotine}$$

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{cr}}{z \cdot A_s} - \text{naprezanje vlačne armature}$$

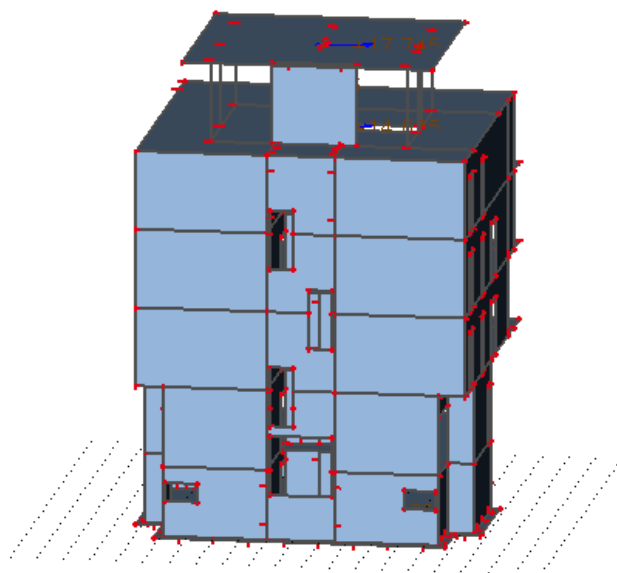
$$\delta_{tot,t=0} = k \cdot L^2 \cdot \frac{1}{r_{tot}} < \delta_{lim} \rightarrow \text{PROGIBI ZADOVOLJAVAJU}$$

## 8.2. Prikaz 3D modela

Za proračun predmetnog objekta napravljen je 3D model konstrukcije koji se sastoji od 2D plošnih elemenata (ploča i zidova) te štapnih 1D elemenata (stupova i greda). Prilikom izrade numeričkog modela korišten je računalni program Scia Engineer 19.1. (studentska verzija).



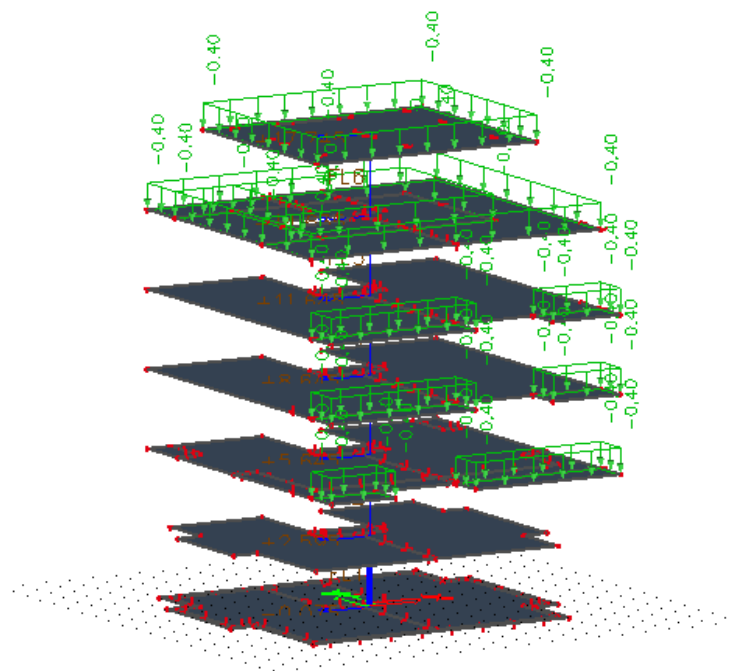
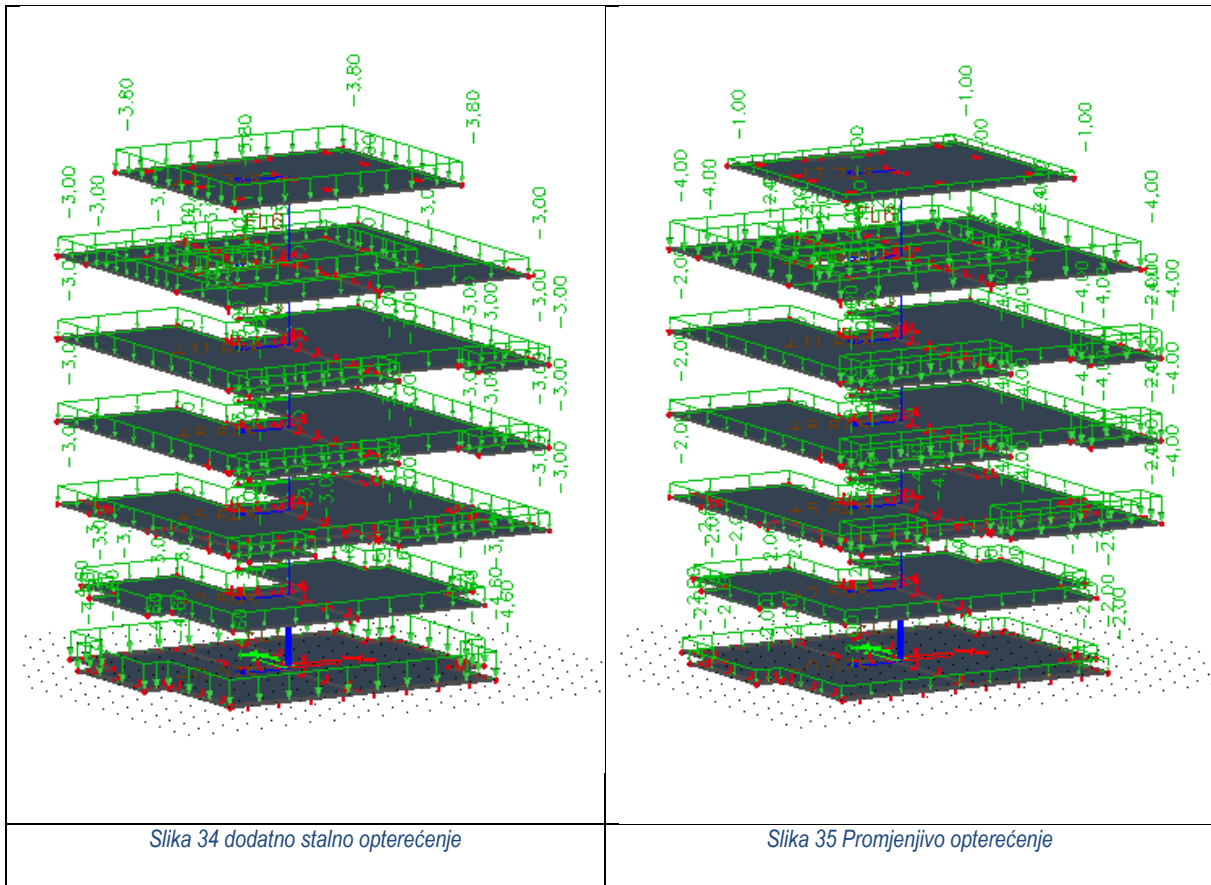
Slika 32 Prikaz 3D modela – pogled jug

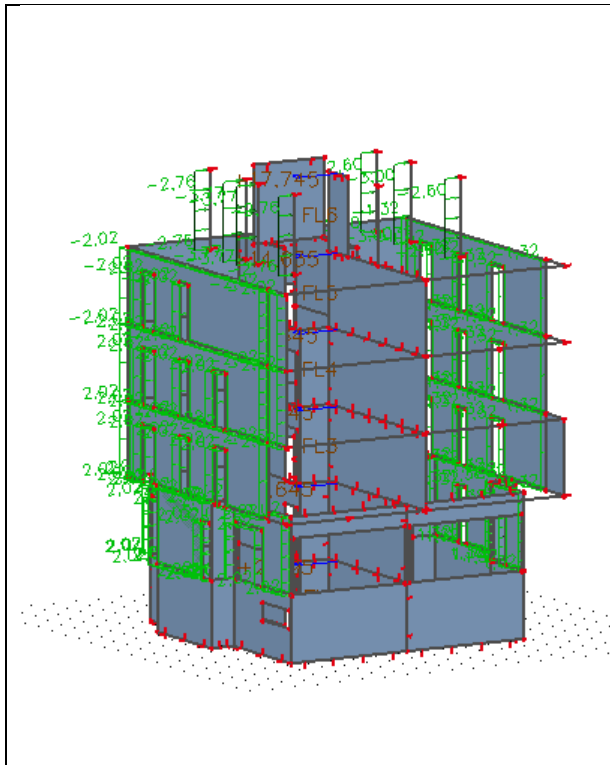


Slika 33 Prikaz 3D modela – pogled sjever

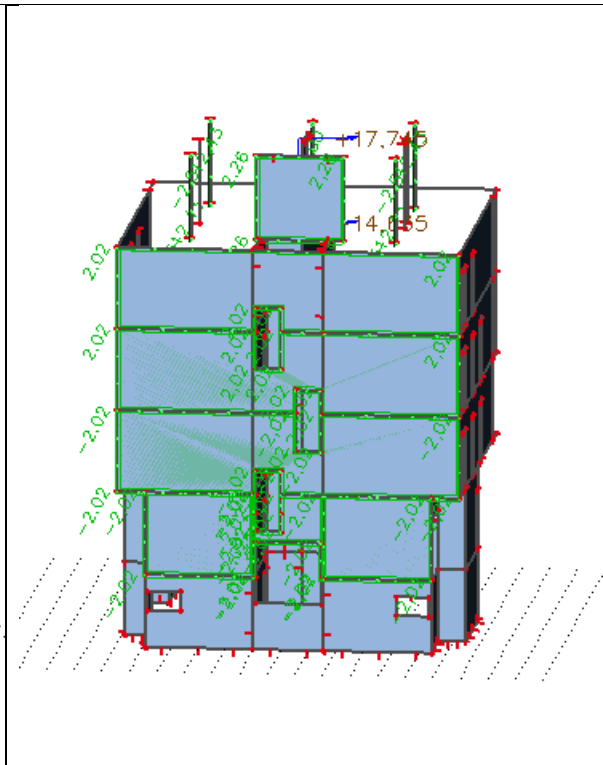
### 8.3. Prikaz opterećenja

Vlastita težina je automatski uključena u programu.

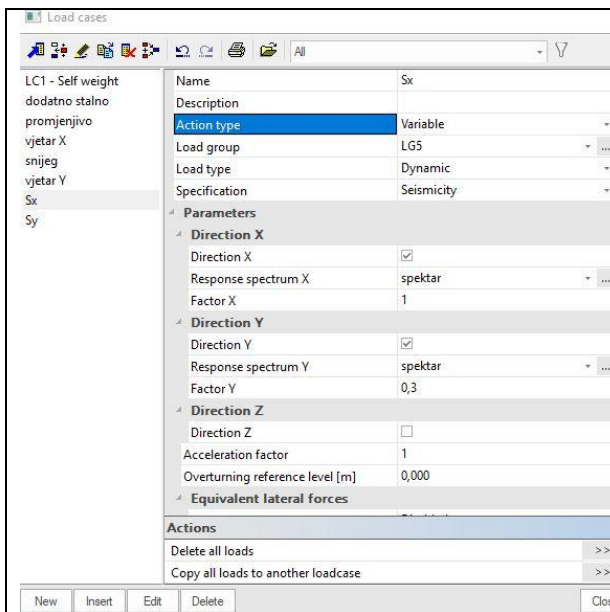




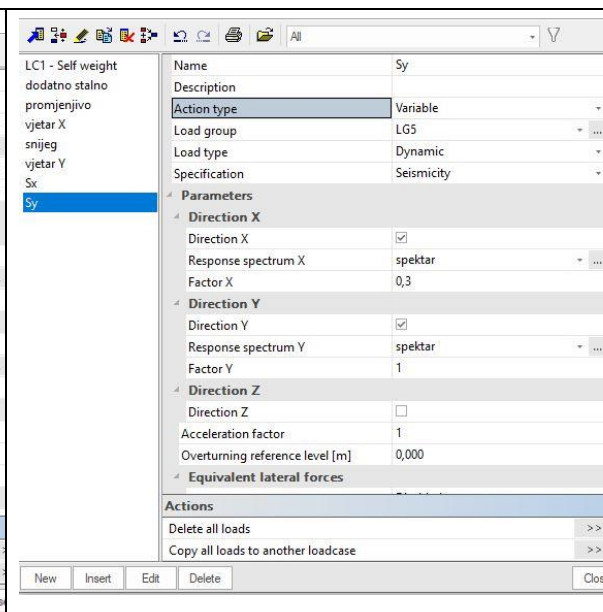
Slika 37 Opterećenje vjetrom – smjer x



Slika 38 Opterećenje vjetrom – smjer y



Slika 39 Zadavanje potresa – smjer x



Slika 40 Zadavanje potresa – smjer y

### 8.4. Kombinacije

Za navedene ulazne podatke napravljene su kombinacije te je provedena dinamička i statička analiza. Dinamička analiza podrazumijeva višemodalnu spektralnu analizu sa rezultatima vlastitih oblika koji su međusobno kombinirani SRSS metodom. Statičkom analizom provedeno je dimenzioniranje konstruktivnih elemenata (kontrola na GSN) te kontrola graničnog stanja uporabljivosti (kontrola na GSU).

Opterećenja koja djeluju na konstrukciju za vrijeme potresa su:

G - vlastita težina

g - dodatno stalno

p - korisno opterećenje (30% ukupnog opterećenja)

$S_x$  - potresno opterećenje u smjeru x (zadan spektar odgovora za smjer x + 30% spektra odgovora za smjer y)

$S_y$  - potresno opterećenje u smjeru y (zadan spektar odgovora za smjer y + 30% spektra odgovora za smjer x)

$S_{xAE}$  - slučajni utjecaj torzije za potresno opterećenje u smjeru x (zadan spektar odgovora za smjer x + 30% spektra odgovora za smjer y)

$S_{yAE}$  - slučajni utjecaj torzije za potresno opterećenje u smjeru y (zadan spektar odgovora za smjer y + 30% spektra odgovora za smjer x)

#### GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI:

UOBIČAJENA KOMBINACIJA	
GSN 1	$1.35 \cdot (G + \Delta G) + 1.5 \cdot Q$
GSN 2	$1.35 \cdot (G + \Delta G) + 1.35 \cdot (Q + W_x + S)$
GSN 3	$1.35 \cdot (G + \Delta G) + 1.35 \cdot (Q + W_y + S)$
GSN 4	$1.35 \cdot (G + \Delta G) + 1.5 \cdot Q + 0.6 \cdot (1.5W_x + 1.5 \cdot S)$
GSN 5	$1.35 \cdot (G + \Delta G) + 1.5 \cdot Q + 0.6 \cdot (1.5W_y + 1.5 \cdot S)$
GSN 6	$1.35 \cdot (G + \Delta G) + 1.5 \cdot W_x + 0.7 \cdot 1.5 \cdot Q + 0.6 \cdot 1.5 \cdot S$
GSN 7	$1.35 \cdot (G + \Delta G) + 1.5 \cdot W_y + 0.7 \cdot 1.5 \cdot Q + 0.6 \cdot 1.5 \cdot S$
GSN 8	$1.35 \cdot (G + \Delta G) + 0.6 \cdot W_y + 0.7 \cdot 1.5 \cdot Q + 1.5 \cdot S$
GSN 9	$1.35 \cdot (G + \Delta G) + 0.6 \cdot W_x + 0.7 \cdot 1.5 \cdot Q + 1.5 \cdot S$

SEIZMIČKA KOMBINACIJA	
GSN 10	$1.0 \cdot (G + \Delta G) + 0.3 \cdot Q + 1.0 \cdot S_x$
GSN 11	$1.0 \cdot (G + \Delta G) + 0.3 \cdot Q + 1.0 \cdot S_y$

**GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI:**

GSU 1	$1.0 \cdot (G + \Delta G) + 1.0 \cdot Q$
GSU 2	$1.0 \cdot (Gk + \Delta G) + 1.0 \cdot Q + 1.0 \cdot W_x + 1.0 \cdot S$
GSU 3	$1.0 \cdot (Gk + \Delta G) + 1.0 \cdot Q + 1.0 \cdot W_y + 1.0 \cdot S$

## 9. REZULTATI PRORAČUNA

### 9.1. Rezultati dinamičke analize

Faktori opterećenja za proračun masa:

-vlastita težina/1.00

-dodatno stalno opterećenje/1.00

-promjenjivo (korisno) opterećenje/0.30

Prikaz aktivacije mase pri djelovanju potresa:

#### Calculation protocol

##### Solution of Free vibration

Number of 2D elements		2298
Number of 1D elements		73
Number of mesh nodes		2079
Number of equations		12474
Combination of mass groups	MC1 CM1	
Number of frequencies		35
Method	Lanczos	
Bending theory	Mindlin	
Type of analysis model	Standard	
Start of calculation		07.08.2020 14:03
End of calculation		07.08.2020 14:03

##### Sum of masses

	Mass type	X [kg]	Y [kg]	Z [kg]
1	Moving mass	820546,3	820546,3	820546,3
1	Total mass	820546,3	820546,3	820546,3



## Relative modal masses

Mode	omega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	$W_{x1}/W_{xtot}$	$W_{y1}/W_{ytot}$	$W_{z1}/W_{ztot}$	$N_{x1,R}/W_{x1tot,F}$	$N_{y1,R}/W_{y1tot,F}$	$N_{z1,R}/W_{z1tot,F}$
1	18.7859	0,33	2,99	0,4953	0,0002	0,0000	0,0002	0,2959	0,0479
2	24.6801	0,25	3,93	0,0003	0,6050	0,0023	0,3869	0,0004	0,0004
3	27.9228	0,23	4,44	0,1065	0,0001	0,0000	0,0000	0,0104	0,0000
4	48.0177	0,13	7,84	0,0374	0,0011	0,0011	0,0001	0,0614	0,5881
5	68.9121	0,09	10,97	0,0000	0,0173	0,6830	0,0077	0,0000	0,0057
6	72.6493	0,09	11,56	0,0009	0,0011	0,0497	0,0002	0,0038	0,0581
7	75.6873	0,08	12,05	0,0025	0,0029	0,0594	0,0028	0,0104	0,0681
8	76.9263	0,08	12,24	0,0010	0,0264	0,0003	0,0184	0,0040	0,0263
9	81.0795	0,08	12,90	0,0014	0,0018	0,0022	0,0023	0,0002	0,0239
10	86.3365	0,07	13,74	0,0020	0,0059	0,0003	0,0078	0,0000	0,0505
11	88.0232	0,07	14,01	0,0026	0,0002	0,0000	0,0002	0,0035	0,0002
12	91.4849	0,07	14,56	0,0084	0,0004	0,0530	0,0001	0,0048	0,0231
13	95.7976	0,07	15,25	0,0746	0,0026	0,0072	0,0046	0,0884	0,0239
14	97.2028	0,06	15,47	0,0108	0,0059	0,0134	0,0096	0,0156	0,0007
15	98.5482	0,06	15,68	0,0072	0,0246	0,0048	0,0389	0,0138	0,0012
16	101.202	0,06	16,11	0,0017	0,0091	0,0354	0,0166	0,0024	0,0000
17	104.453	0,06	16,62	0,0292	0,0007	0,0051	0,0017	0,0715	0,0158
18	105.26	0,06	16,75	0,0105	0,0073	0,0079	0,0127	0,0198	0,0003
19	108.441	0,06	17,26	0,0185	0,0037	0,0033	0,0058	0,0387	0,0022
20	112.698	0,06	17,94	0,0067	0,0075	0,0063	0,0128	0,0153	0,0014
21	117.54	0,05	18,71	0,0318	0,0234	0,0171	0,0402	0,0774	0,0136
22	119.867	0,05	19,08	0,0314	0,0234	0,0144	0,0426	0,0850	0,0218
23	130.847	0,05	20,82	0,0000	0,0124	0,0006	0,0200	0,0004	0,0025
24	132.737	0,05	21,13	0,0001	0,0662	0,0048	0,1093	0,0002	0,0000
25	138.44	0,05	22,03	0,0000	0,0614	0,0002	0,1037	0,0000	0,0000
26	140.259	0,04	22,32	0,0009	0,0325	0,0005	0,0544	0,0004	0,0022
27	145.483	0,04	23,15	0,0001	0,0087	0,0001	0,0149	0,0000	0,0000
28	148.255	0,04	23,60	0,0019	0,0000	0,0000	0,0001	0,0063	0,0001
29	150.553	0,04	23,96	0,0005	0,0028	0,0000	0,0048	0,0011	0,0000
30	151.809	0,04	24,16	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0003	0,0000
31	153.076	0,04	24,36	0,0001	0,0004	0,0000	0,0005	0,0002	0,0002
32	155.383	0,04	24,73	0,0002	0,0021	0,0007	0,0040	0,0004	0,0020
33	157.268	0,04	25,03	0,0013	0,0025	0,0012	0,0037	0,0008	0,0013
34	159.224	0,04	25,34	0,0222	0,0006	0,0003	0,0016	0,0286	0,0071
35	162.547	0,04	25,87	0,0245	0,0067	0,0022	0,0108	0,0433	0,0001
				0,9324	0,9670	0,9771	0,9400	0,9049	0,9689

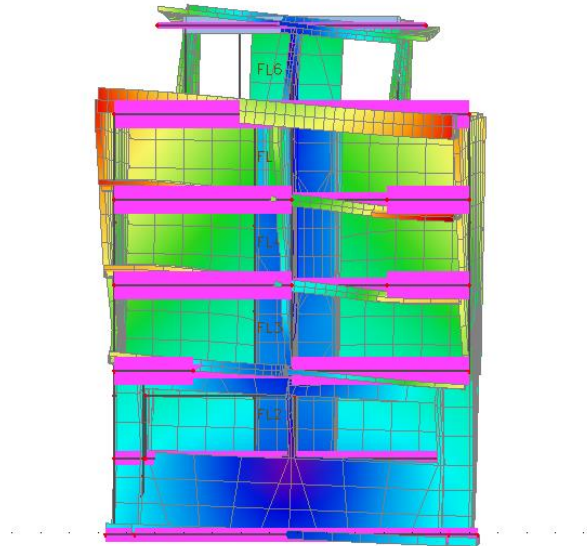
## Seismicity

Number of 2D elements	2298
Number of 1D elements	73
Number of mesh nodes	2079
Mass in analysis	Participating mass only
Signed results	x
Load case	Sx
Combination of mass groups	CM1
Bending theory	Mindlin
Type of analysis model	Standard
Start of calculation	07.08.2020 14:03
End of calculation	07.08.2020 14:03

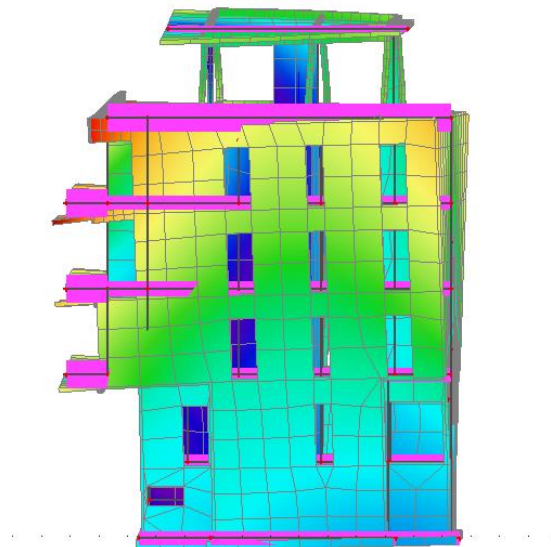
## Seismicity

Number of 2D elements	2298
Number of 1D elements	73
Number of mesh nodes	2079
Mass in analysis	Participating mass only
Signed results	x
Load case	Sy
Combination of mass groups	CM1
Bending theory	Mindlin
Type of analysis model	Standard
Start of calculation	07.08.2020 14:03
End of calculation	07.08.2020 14:03

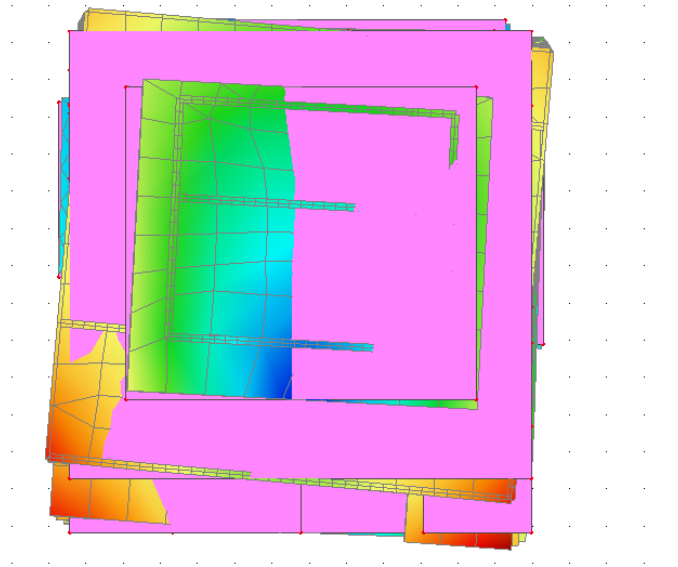
Osciliranje u dominantnim smjerovima:



Slika 41 Translacija u smjeru globalne osi X



Slika 42 Translacija u smjeru globalne osi Y

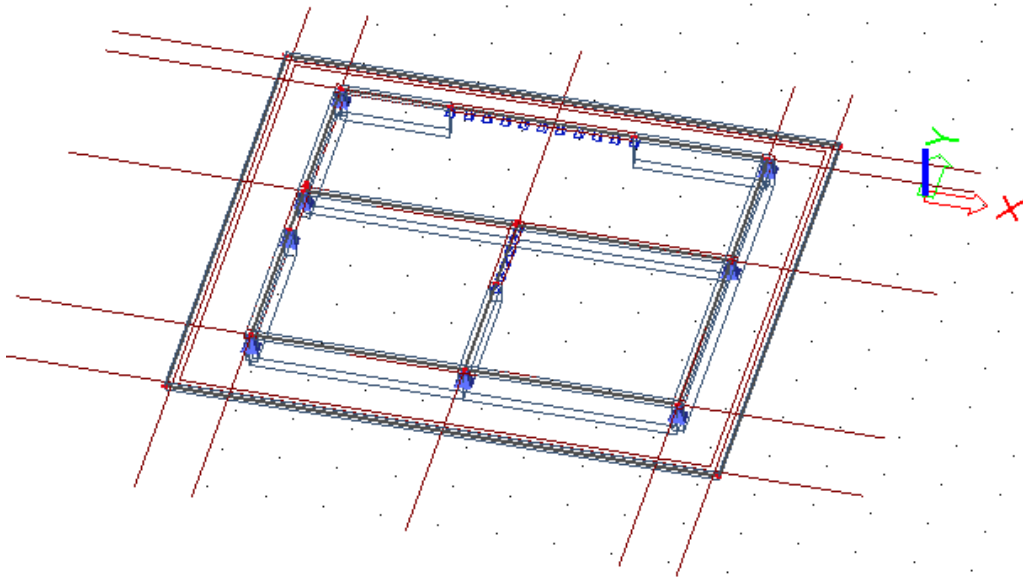


Slika 43 Torzija oko globalne osi Z (1)

## 9.2. Dimenzioniranje horizontalnih elemenata konstrukcije

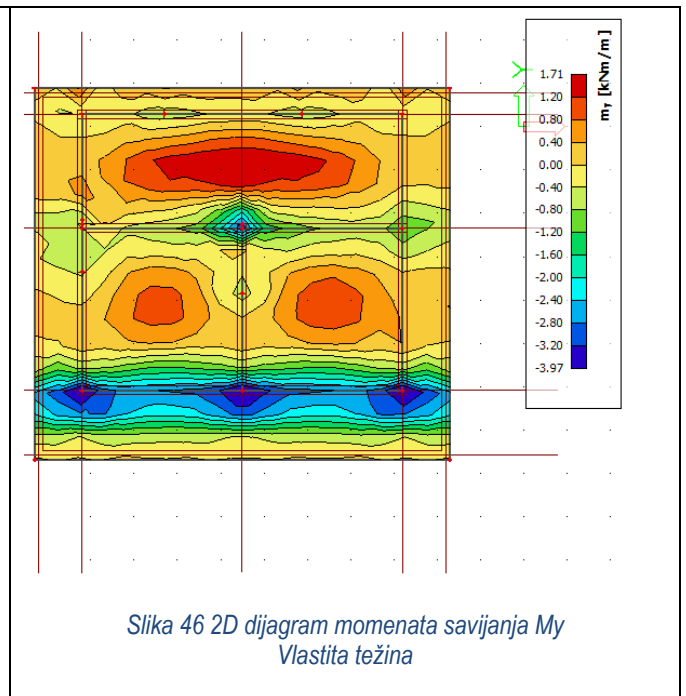
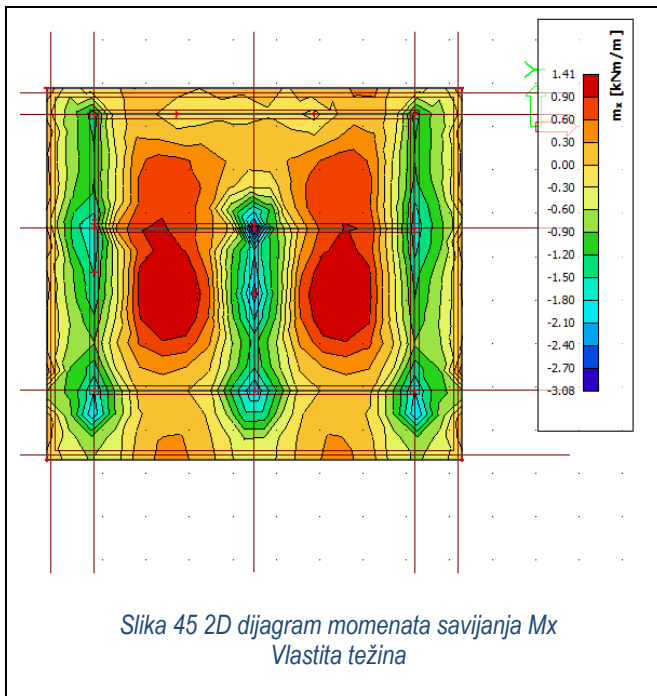
### 9.2.1. Pozicija 600 – krovna ploča

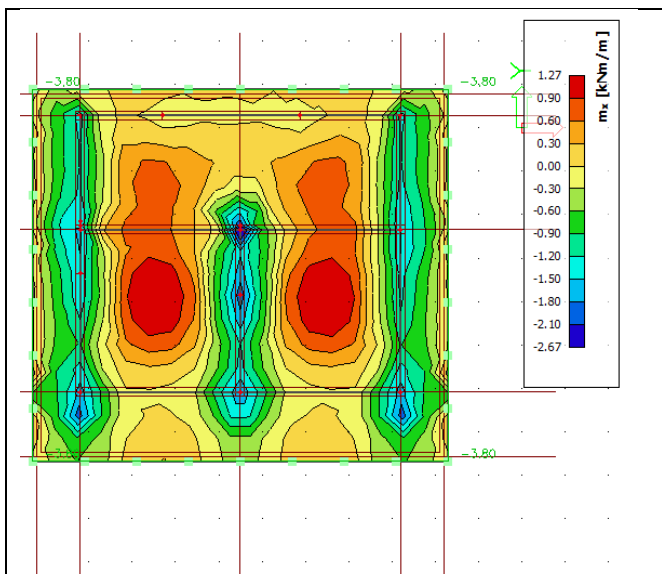
Pozicija 600-krovna ploča d=16cm; C30/37, dimenzioniranje na savijanje



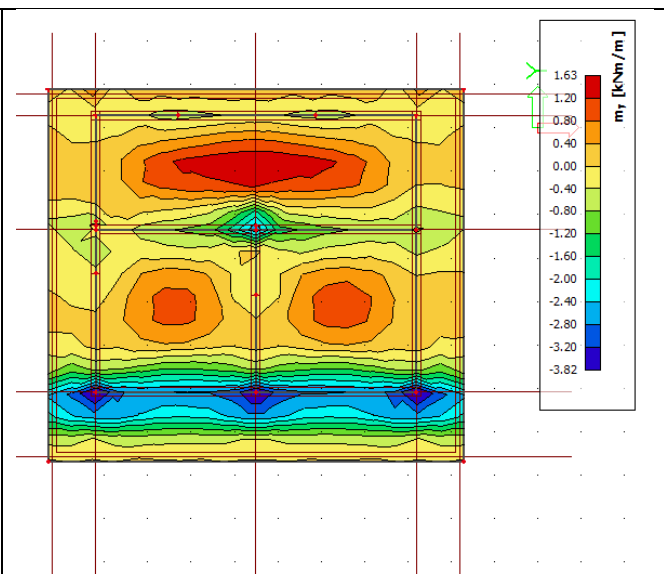
Slika 44 Numerički model – POZ 600

Dijagrami reznih sila za pojedinačna opterećenja:

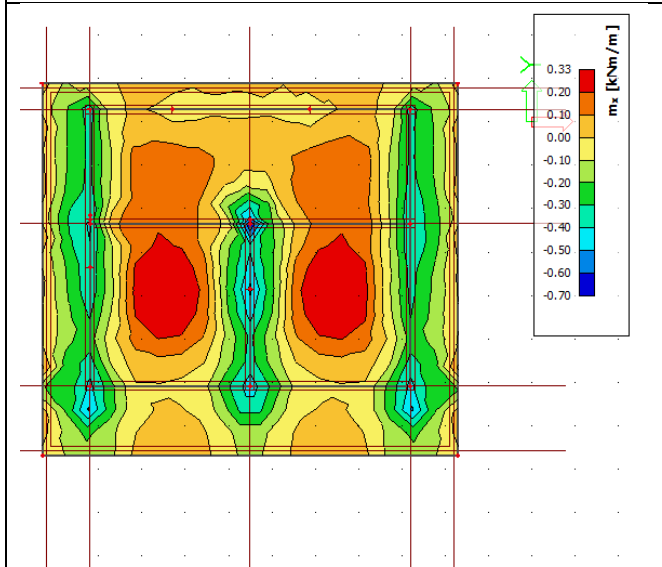




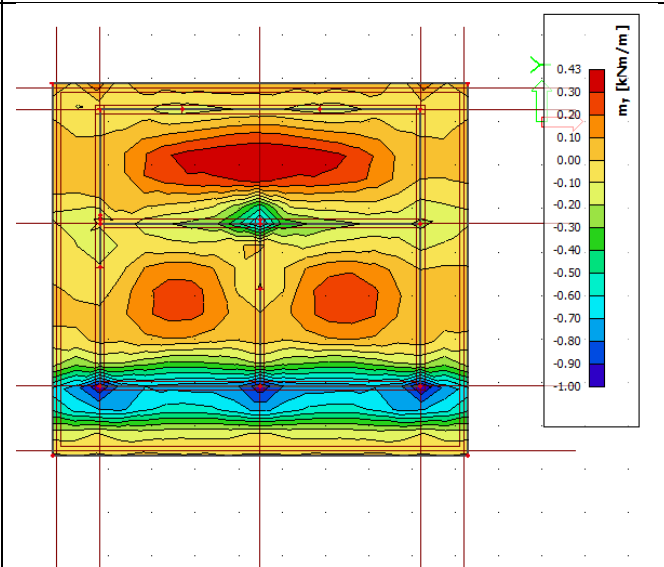
Slika 47 2D dijagram momenata savijanja  $M_x$   
 Dodatno stalno



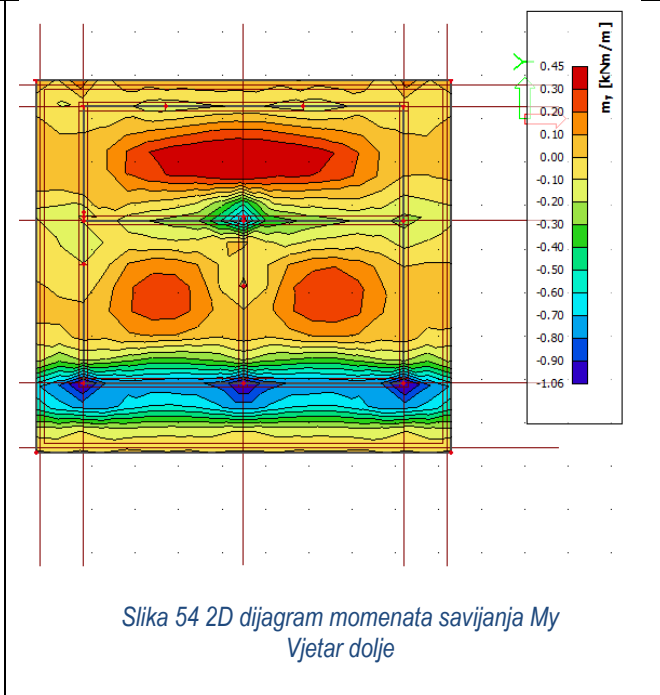
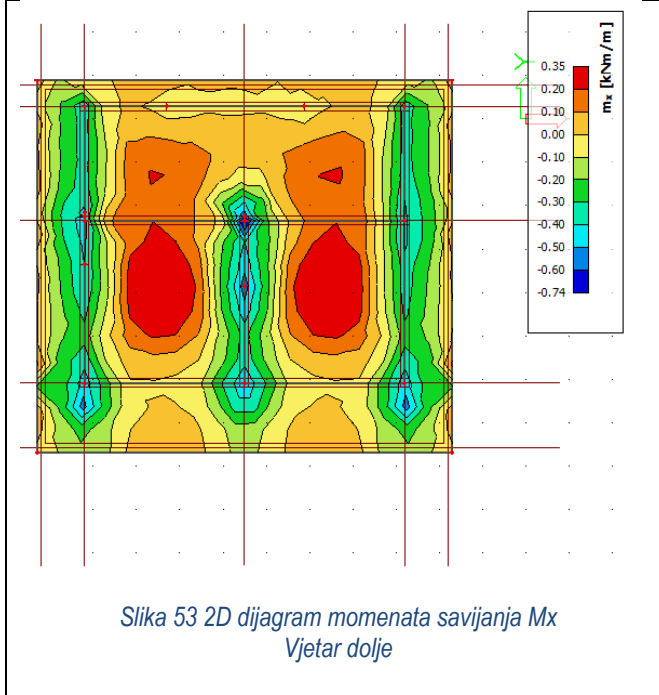
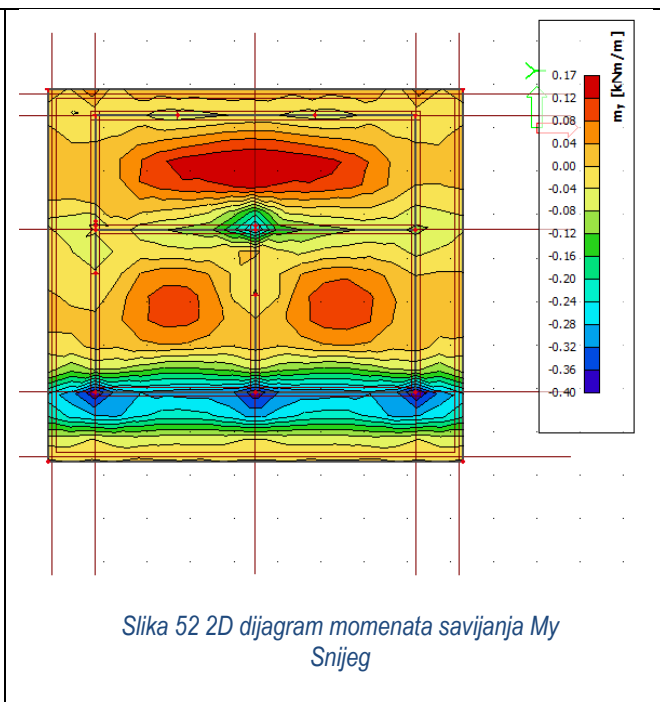
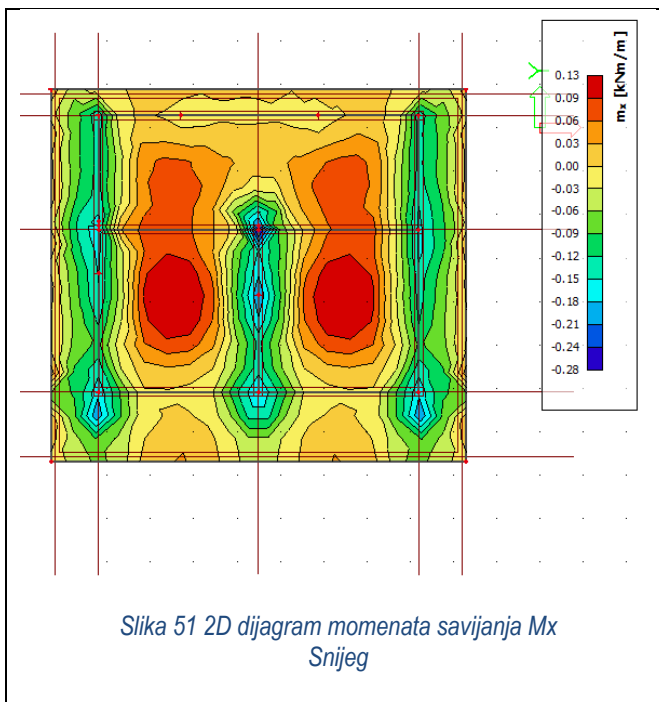
Slika 48 2D dijagram momenata savijanja  $M_y$   
 Dodatno stalno

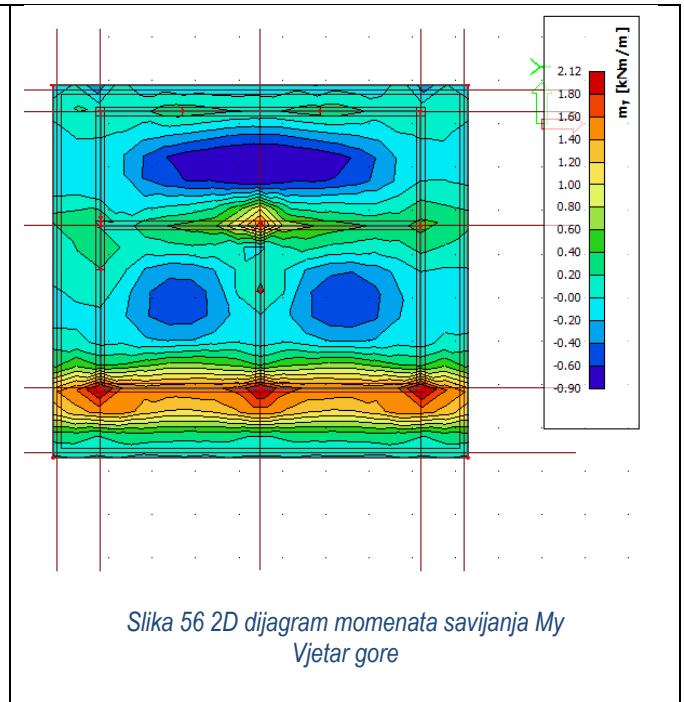
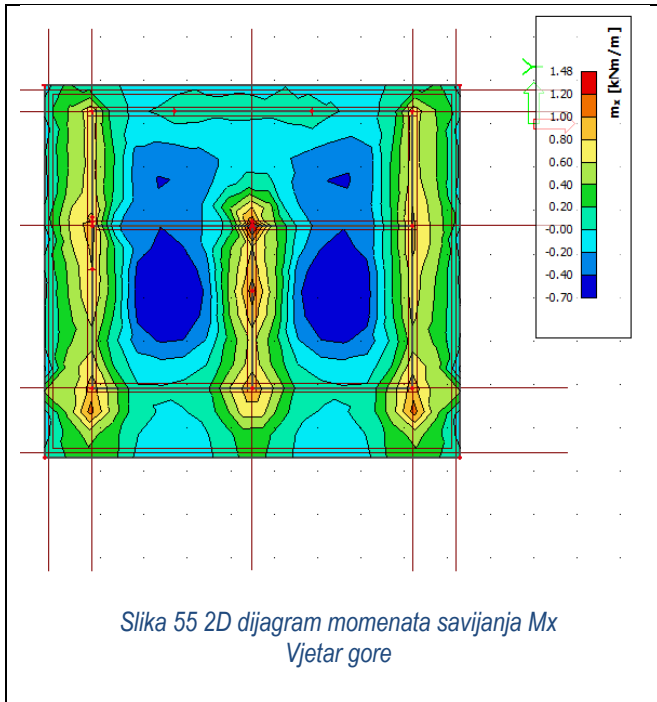


Slika 49 2D dijagram momenata savijanja  $M_x$   
 Promjenjivo



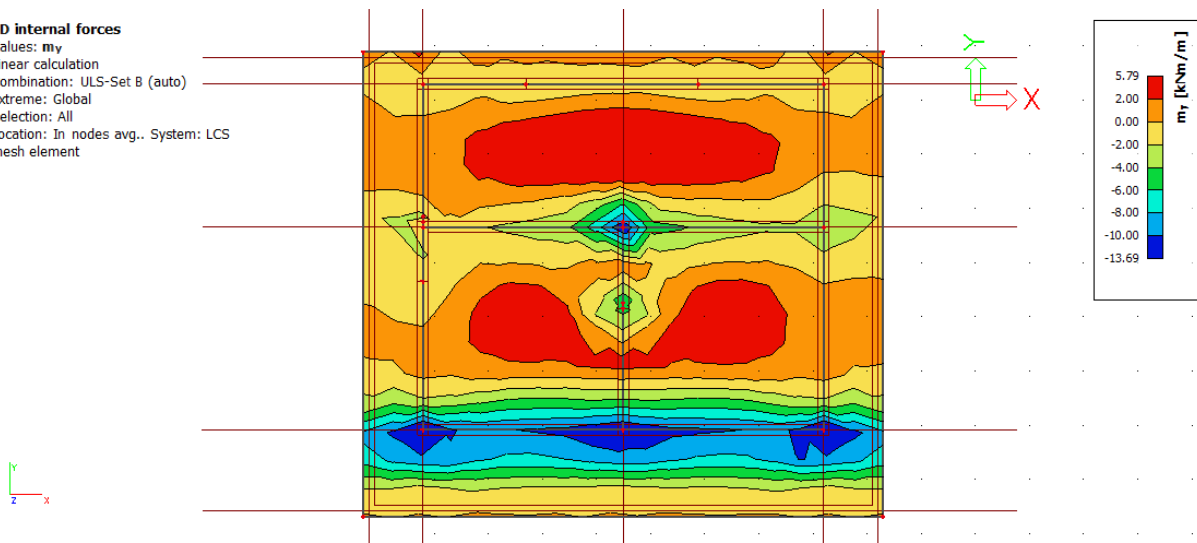
Slika 50 2D dijagram momenata savijanja  $M_y$   
 Promjenjivo



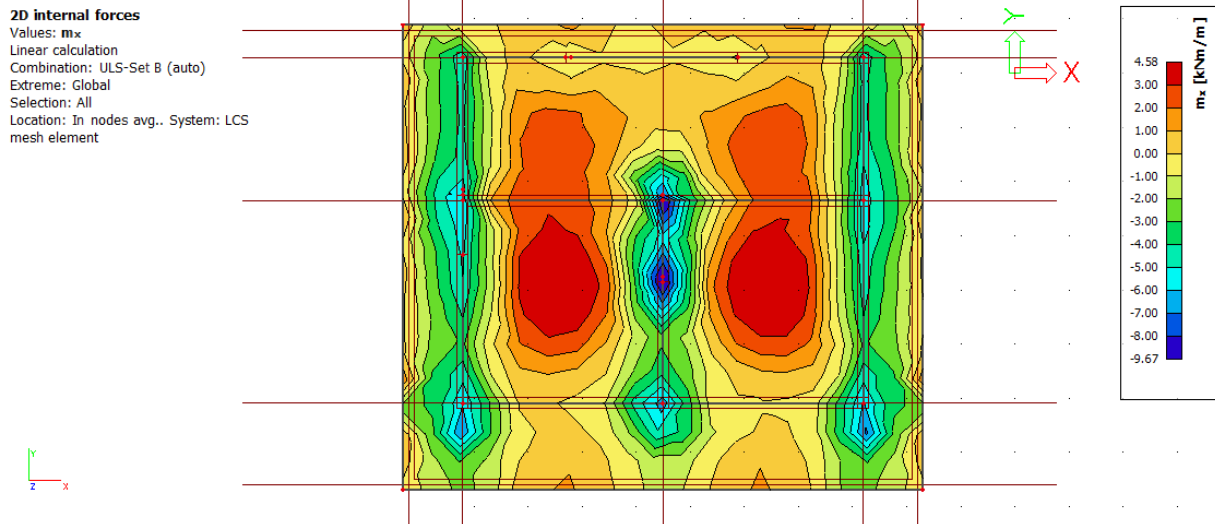


Dijagrami reznih sila za kritičnu kombinaciju:  $1.35 \cdot (G + \Delta G) + 0.9 \cdot W_{\text{dolje}} + 1.5 \cdot Q + 1.5 \cdot S$

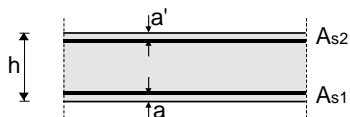
**2D internal forces**  
Values:  $m_y$   
Linear calculation  
Combination: ULS-Set B (auto)  
Extreme: Global  
Selection: All  
Location: In nodes avg.. System: LCS  
mesh element





Slika 58 2D dijagram momenata savijanja  $M_x$ 

Poprečni presjek ploče:



$h=16.0$  cm  
 $d=13.0$  cm  
 $a=a'=3.0$  cm

**BETON:**

C30/37

 $f_{ck}=30.0$  Mpa $f_{cd}=30.0/1.5=20$  Mpa $f_{cd}=2.0$  kN/cm<sup>2</sup>**ARMATURA:**

B500B

 $f_{yk}=500.0$  Mpa $f_{yd}=500.0/1.15=434.78$  Mpa $f_{yd}=43.48$  kN/cm<sup>2</sup>

Maksimalni moment očitani u dijagramima momenata savijanja iznose:

U POLJU:  $m_x=4.58$  kNm $m_y=5.79$  kNmNA LEŽAJU:  $m_x=9.67$  kNm $m_y=13.69$  kNm

Zbog jednostavnosti pozicije i malih raspona nije promatrana šahovska raspodjela opterećenja. Prilikom odabiranja armature isto će se uzeti u obzir.

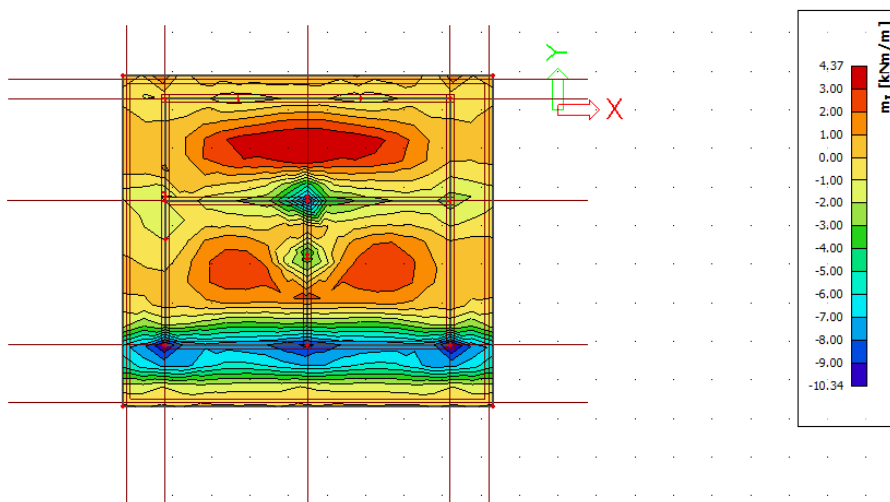
Dimenzioniranje na moment savijanja:	
<u>Proračun armature u polju:</u>	
$\mu_{Ed}=0.017$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.017$ : $\epsilon_{s1}=10.0\%$ ; $\epsilon_{c2}=0.7\%$ ; $\zeta=0.977$ ; $\xi=0.065$
$A_{s1}=1.05$ cm <sup>2</sup>	$A_{s,min} = 1.79$ cm <sup>2</sup> $\geq 1.69$ cm <sup>2</sup>
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: Q -335 (<math>A_{s1}=3.35</math> cm<sup>2</sup>)</b>	
<u>Proračun armature nad ležajem:</u>	
$\mu_{Ed}=0.041$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.042$ : $\epsilon_{s1}=10.0\%$ ; $\epsilon_{c2}=1.2\%$ ; $\zeta=0.962$ ; $\xi=0.107$
$A_{s1}=2.52$ cm <sup>2</sup>	$A_{s,min} = 1.79$ cm <sup>2</sup> $\geq 1.69$ cm <sup>2</sup>
<b>ODABRANA ARMATURA NA LEŽAJU: Q -335 (<math>A_{s1}=3.35</math> cm<sup>2</sup>)</b>	



## KONTROLA GRANIČNOG STANJA UPORABLJIVOSTI

### 2D internal forces

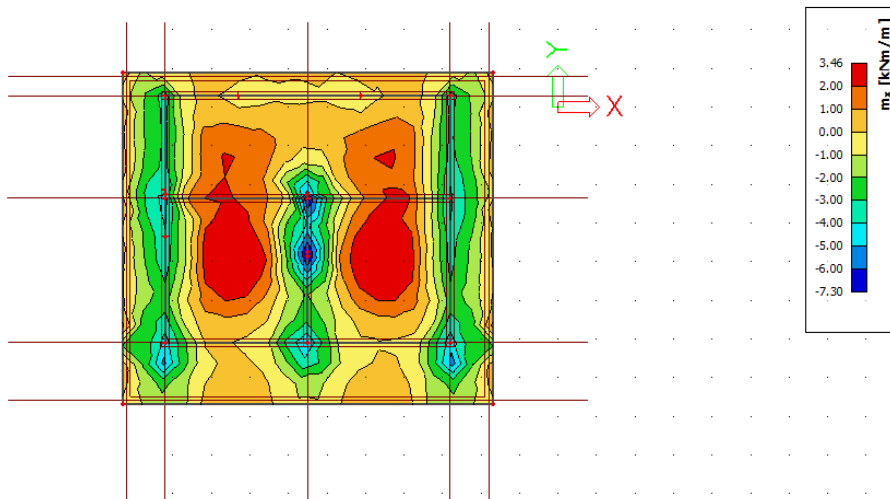
Values:  $m_y$   
Linear calculation  
Combination: GSU  
Extreme: Global  
Selection: All  
Location: In nodes avg.. System: LCS  
mesh element



Slika 59 Vrijednost momenata savijanja za GSU  $M_y$

### 2D internal forces

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



Slika 60 Vrijednost momenata savijanja za GSU  $M_x$

- Očitana maksimalna vrijednost momenta savijanja na ploči iznosi  $M_{Ed}=10.34$  kNm.

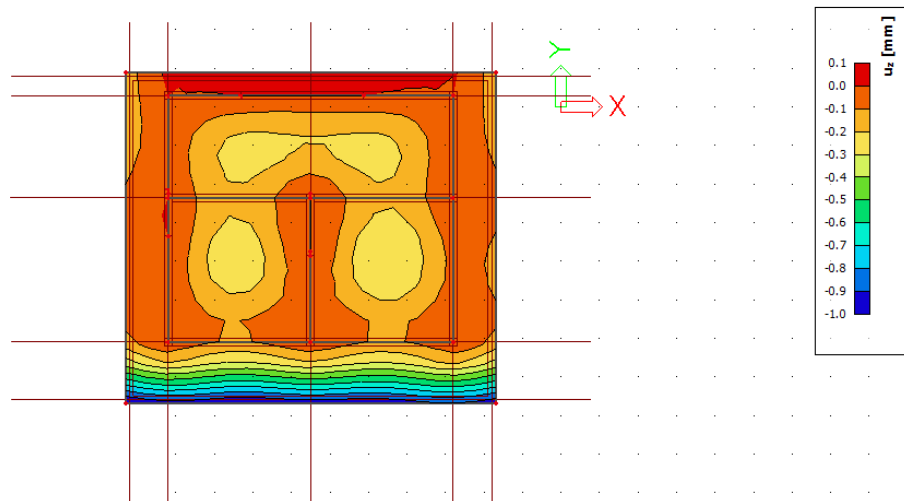
### GSU-Kontrola pukotina:

- nije potrebno posebno provjeravati ( $d < 20$  cm, ispravno armirana i proračunata prema GSN)

### PUKOTINE ZADOVOLJAVAJU

**Kontrola progiba****2D displacement**

Values:  $u_z$   
 Linear calculation  
 Combination: GSU  
 Extreme: Global  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element



Slika 61 Vrijednost progiba na ploči

**Kontrola progiba:**

$\delta_{lim}=1.42 \text{ cm}$ ;  $f_{cm}=38 \text{ Mpa}$ ;  $f_{ctm}=2.9 \text{ Mpa}$ ;  $\alpha_{el}=6.06$ ;  $A_{s1}=3.35 \text{ cm}^2$ ;  $A_{s2}=3.35 \text{ cm}^2$ ;

$I_1=35148.0 \text{ cm}^4$   $1/r_1=3.77 \cdot 10^{-7}$

$x=2.10 \text{ cm}$ ;  $I_2=2737.22 \text{ cm}^4$ ;  $1/r_2=4.84 \cdot 10^{-6}$ ;  $\sigma_{s1}=106.07 \text{ MPa}$ ;  $M_{cr}=16.21 \text{ kNm}$ ;  $\sigma_{sr}=393.52 \text{ MPa}$

$\zeta=-5.88$ ;  $1/r_m=2.16 \cdot 10^{-6}$

$\delta_{tot}=0.025 \text{ cm} < \delta_{tot} 1.42 \text{ cm}$  PROGIBI ZADOVOLJAVAJU

-progib na mjestu prepusta nije potrebno proračunavati jer vitkost elementa na savijanje ne prelazi  $l_{eff}/d < 10$

**ODABRANA ARMATURA:**

Donja zona: **Q-335** sa preklapom ne manjim od 40cm.

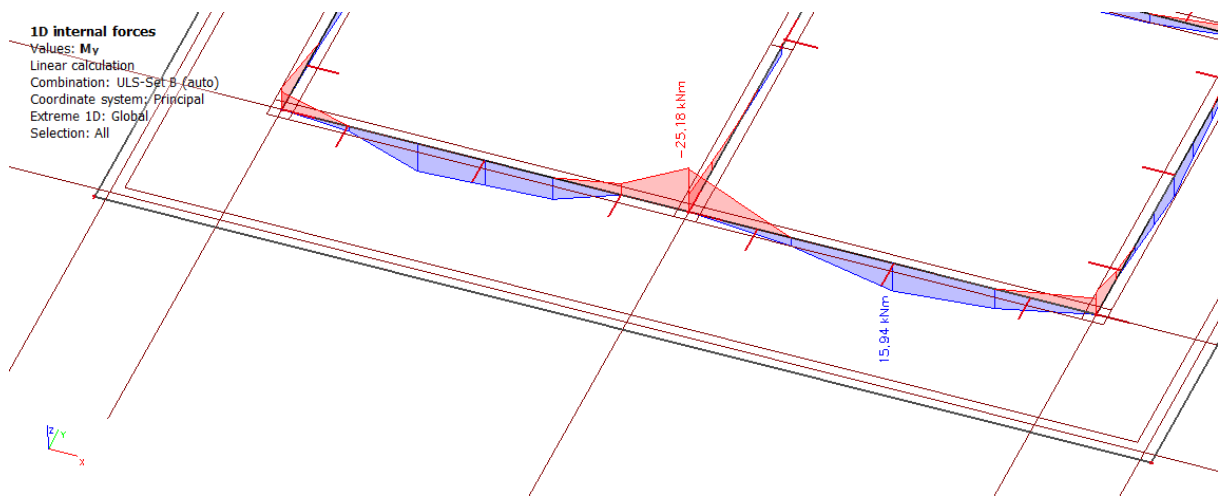
Gornja zona: **Q-335** sa preklapom ne manjim od 40cm.

Vijenac: uzdužno sa šipkama **4Φ12**, poprečno **Φ8/20cm**

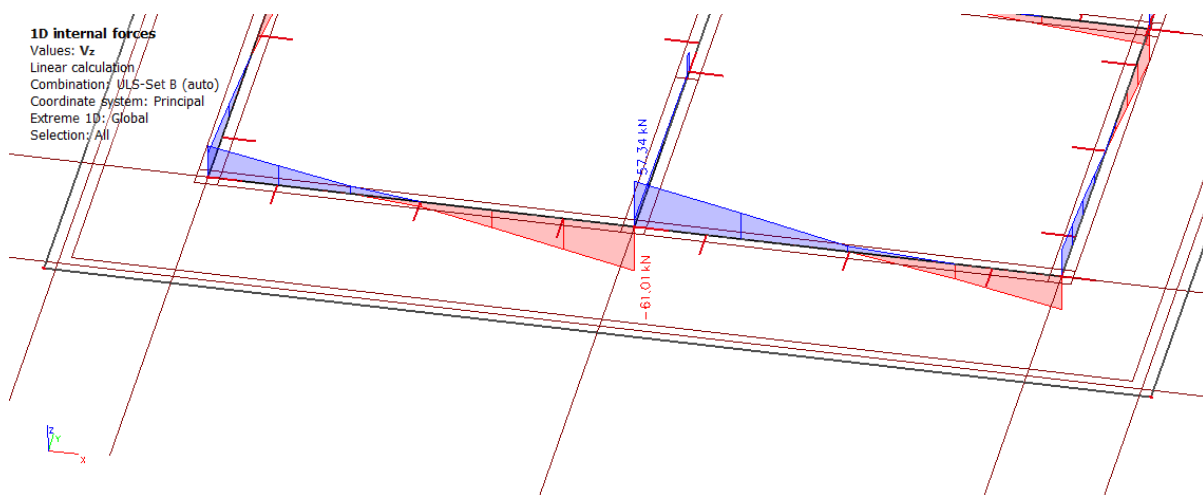
Rub ploče: uzdužno sa šipkama **4Φ12**, poprečno „U“ vilicama **Φ8/20cm**

NAPOMENA: vidi armaturne planove

**POZICIJA 602 i 603-GREDNI NOSAČI, C30/37**

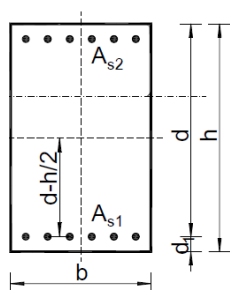


Slika 62 Dijagrami momenata savijanja  $M_y$  na gredama



Slika 63 Dijagram poprečnih sila  $V_z$  na gredama

**Poprečni presjek grede:**



$b=20$  cm  
 $h=60$  cm  
 $d=57$  cm  
 $d_i=3$  cm

**BETON:**

C30/37  
 $f_{ck}=30.0$  Mpa  
 $f_{cd}=30.0/1.5=20$  Mpa  
 $f_{cd}=2.0$  kN/cm<sup>2</sup>

**ARMATURA:**

B500B  
 $f_{yk}=500.0$  Mpa  
 $f_{yd}=500.0/1.15=434.78$  Mpa  
 $f_{yd}=43.48$  kN/cm<sup>2</sup>

**Dimenzioniranje grede POZ 602 i 603****Dimenzioniranje na moment savijanja:**

Maksimalni moment očitani u dijagramima momenata savijanja iznose:

U POLJU:  $m_y = 15.94 \text{ kNm}$ NA LEŽAJU:  $m_y = 25.18 \text{ kNm}$ 

Dimenzioniranje na moment savijanja:	
<b>Proračun armature u polju:</b>	
$\mu_{Ed} = 0.0123$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed} = 0.013$ : $\epsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2} = 0.6 \text{ ‰}$ ; $\zeta = 0.981$ ; $\xi = 0.057$
$A_{s1} = 0.66 \text{ cm}^2$	$A_{s,min} = 1.57 \text{ cm}^2 \geq 1.48 \text{ cm}^2$
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: 2Φ14 (<math>A_{s1} = 3.08 \text{ cm}^2</math>)</b>	
<b>Proračun armature nad ležajem:</b>	
$\mu_{Ed} = 0.0194$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed} = 0.021$ : $\epsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2} = 0.8 \text{ ‰}$ ; $\zeta = 0.974$ ; $\xi = 0.074$
$A_{s1} = 1.04 \text{ cm}^2$	$A_{s,min} = 1.57 \text{ cm}^2 \geq 1.48 \text{ cm}^2$
<b>ODABRANA ARMATURA NA LEŽAJU: 3Φ14 (<math>A_{s1} = 4.62 \text{ cm}^2</math>)</b>	

**Dimenzioniranje na poprečnu silu:**

Poprečna sila koju presjek može preuzeti bez poprečne armature:

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

$$\rho_I = \frac{\Sigma A_s}{A_c} = \frac{7.7}{20 \cdot 57} = 0.007$$

$$k = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{570}} = 1.59 \leq 2.0 \rightarrow k = 1.59$$

$$k_1 = 0.15$$

$$C_{Rdc} = \frac{0.18}{\gamma_c} = \frac{0.18}{1.5} = 0.12$$

$$V_{Rd,c} = \left[ 0.12 \cdot 1.59 \cdot (100 \cdot 0.007 \cdot 30)^{\frac{1}{3}} \right] \cdot 200 \cdot 570 = 60\,009.91 \text{ N} = 60.00 \text{ kN}$$

V<sub>Rd,c</sub> mora biti veći od:

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

$$k_1 = 0.15$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0.035 \cdot 1.59^{\frac{3}{2}} \cdot 30^{\frac{1}{2}} = 0.38$$

$$V_{Rd,c} \geq [0.38] \cdot 200 \cdot 570 = 43320 \text{ N} = 43.32 \text{ kN} \rightarrow \text{uvjet je zadovoljen}$$

Maksimalna poprečna sila koju ne smije prijeći:

$$V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$$

$$v = 0.6 \cdot \left[ 1.0 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0.6 \cdot \left[ 1 - \frac{30.0}{250} \right] = 0.53$$

$$V_{Rd,max} = 0.5 \cdot 0.53 \cdot 200 \cdot 570 \cdot 20.0 = 604\,200 \text{ N} = 604.2 \text{ kN} > V_{Ed,max}$$

$$\frac{V_{Ed,max}}{V_{Rd,max}} = \frac{61.01}{604.2} = 0.10$$

$$s_{max} = \min\{0.75 \cdot d; 30.0\text{cm}\} = \min\{45; 30\text{cm}\} \rightarrow 30\text{cm}$$

Potrebna računaska poprečna armatura:

$$A_{sw,min} = \frac{\rho_{min} \cdot s_w \cdot b_w}{m} = \frac{0.0010 \cdot 30 \cdot 20}{2} = 0.3 \text{ cm}^2$$

ODABRANE MINIMALNE SPONE:  $\Phi 8/30\text{cm}$  ( $A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2$ )

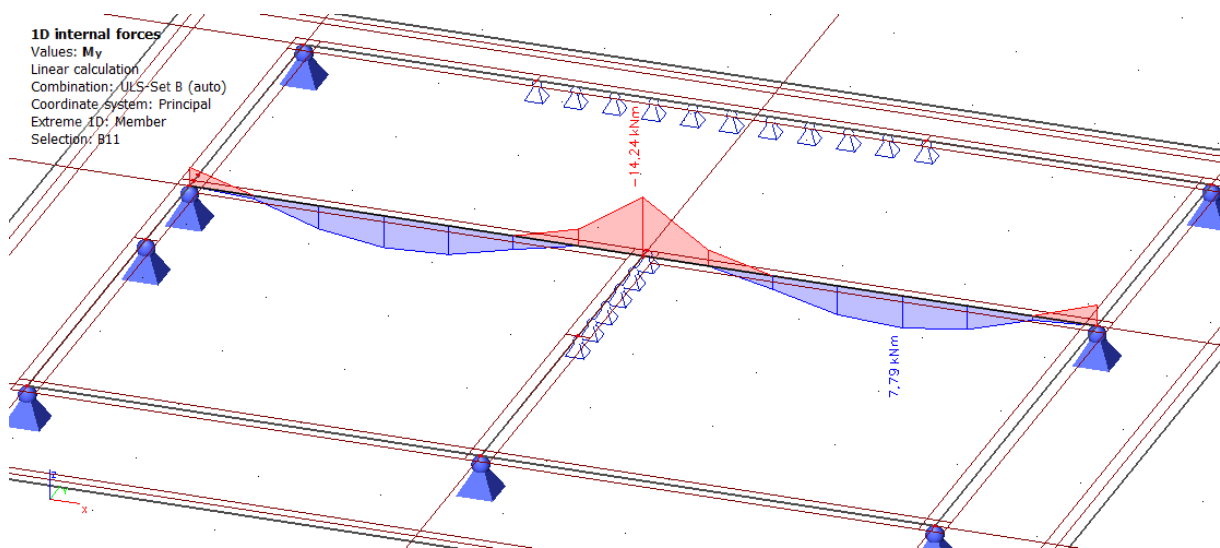
$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot ctg\theta = \frac{0.50}{30} \cdot (0.9 \cdot 47) \cdot 43.48 \cdot 2 = 35.21 \text{ kN}$$

Na mjestu maksimalne poprečne sile:

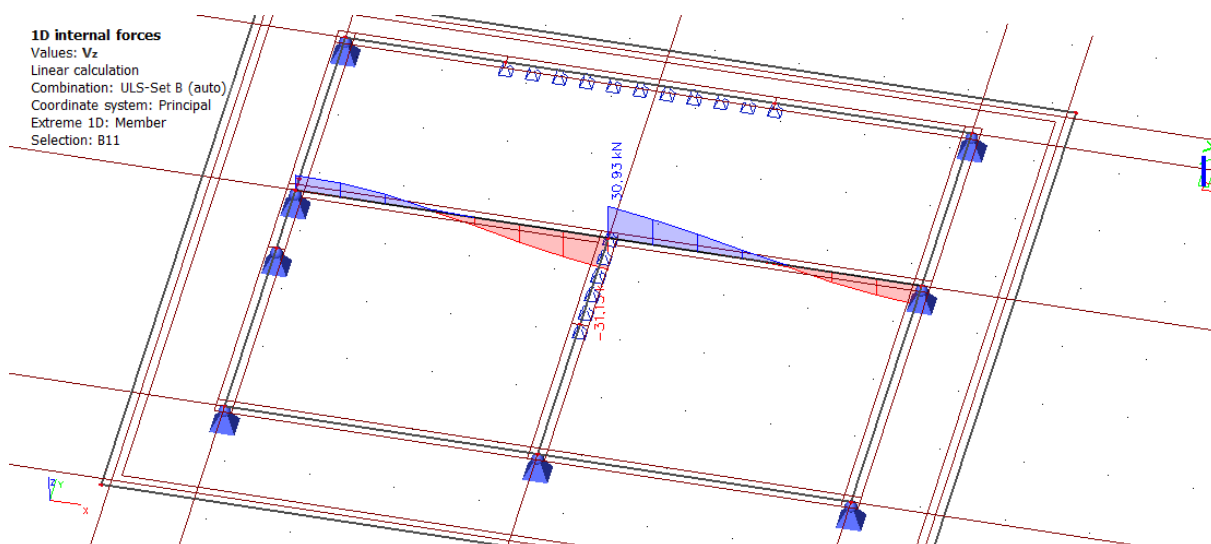
$$s_w \leq \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z}{V_{Ed}} = \frac{2 \cdot 0.50 \cdot 43.38 \cdot (0.9 \cdot 57)}{60.01} = 27.17\text{cm}$$

Odabrane spone  $\Phi 8/10\text{cm}$  uz ležajeve i  $\Phi 8/15\text{cm}$  po sredini grednih nosača. Detaljne planove i pozicije 600 (gredne nosače) pogledati u armaturnim planovima.

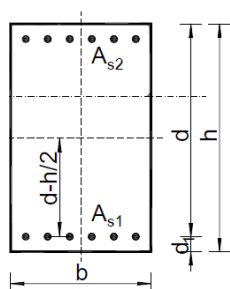
#### POZICIJA 601-GREDNI NOSAČI, C30/37



Slika 64 Dijagram momenata savijanja  $M_y$  na gredama



Slika 65 Dijagram poprečnih sila Vz na gredama

**Poprečni presjek grede:**

$b=20$  cm  
 $h=40$  cm  
 $d=37$  cm  
 $d_1=3$  cm

**BETON:**

C30/37

 $f_{ck}=30.0$  Mpa $f_{cd}=30.0/1.5=20$  Mpa $f_{cd}=2.0$  kN/cm<sup>2</sup>**ARMATURA:**

B500B

 $f_{yk}=500.0$  Mpa $f_{yd}=500.0/1.15=434.78$  Mpa $f_{yd}=43.48$  kN/cm<sup>2</sup>**Dimenzioniranje grede POZ 601****Dimenzioniranje na moment savijanja:**

Maksimalni moment očitani u dijagramima momenata savijanja iznose:

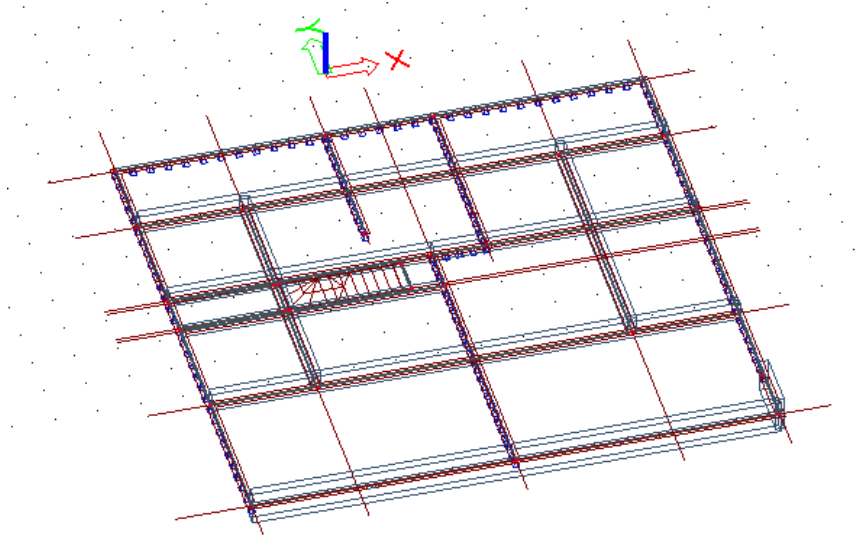
U POLJU:  $m_y= 7.79$  kNmNA LEŽAJU:  $m_y= 14.24$  kNm

Dimenzioniranje na moment savijanja:	
<b>Proračun armature u polju:</b>	
$\mu_{Ed}=0.014$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.017$ : $\epsilon_{s1}=10.0$ ‰; $\epsilon_{c2}=0.7$ ‰; $\zeta=0.977$ ; $\xi=0.065$
$A_{s1}=0.50$ cm <sup>2</sup>	$A_{s,min} = 1.02$ cm <sup>2</sup> $\geq 0.96$ cm <sup>2</sup>
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: 2Φ14 (<math>A_{s1}=3.08</math> cm<sup>2</sup>)</b>	
<b>Proračun armature nad ležajem:</b>	
$\mu_{Ed}=0.026$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.026$ : $\epsilon_{s1}=10.0$ ‰; $\epsilon_{c2}=0.9$ ‰; $\zeta=0.971$ ; $\xi=0.083$
$A_{s2}=0.91$ cm <sup>2</sup>	$A_{s,min} = 1.02$ cm <sup>2</sup> $\geq 0.96$ cm <sup>2</sup>
<b>ODABRANA ARMATURA NA LEŽAJU: 3Φ14 (<math>A_{s1}=4.62</math> cm<sup>2</sup>)</b>	

<b>Dimenzioniranje na poprečnu silu:</b>	
$\rho_f=0.0135$ $k=1.73$ $k_1=0.15$ $C_{Rdc}=0.12$	
$V_{Rd,c}=67175.72 \text{ N}=67.18 \text{ kN}$	$V_{Rd,c} \geq [v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cm}] \cdot b_w \cdot d = 41.2 \text{ kN}$
$V_{Rd,max}=496.32 \text{ kN} > V_{Ed,max}$	$V_{Ed,max} / V_{Rd,max}=0.15$
$s_{\max}=27.75 \text{ cm}$	Potrebna računaska armatura: $A_{sw,min}=0.228 \text{ cm}^2$ odabrano: $\Phi 8/30\text{cm}$ ( $A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2$ )
$V_{Rd,s}=48.26 \text{ kN}$	$S_w \leq 42.21 \text{ cm}$
<b>ODABRANE SPONE : <math>\Phi 8/15 \text{ cm}</math> (<math>A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2</math>)</b>	

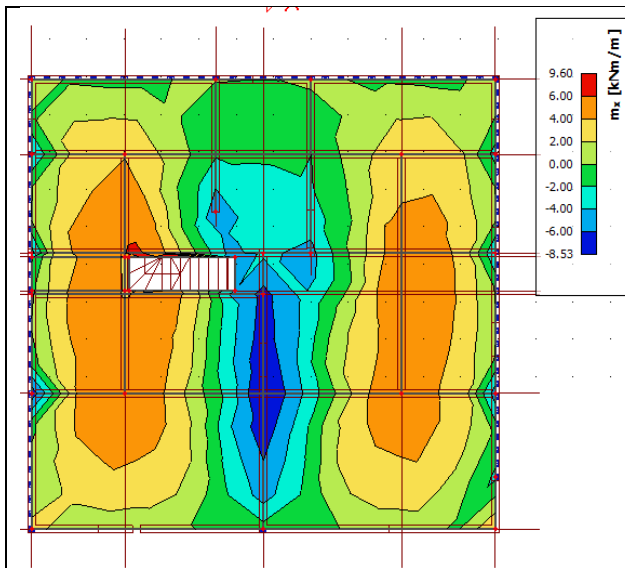
### 9.2.2. Pozicija 500

Pozicija 500-krovnna ploča  $d=18 \text{ cm}$ ; C30/37, dimenzioniranje na savijanje

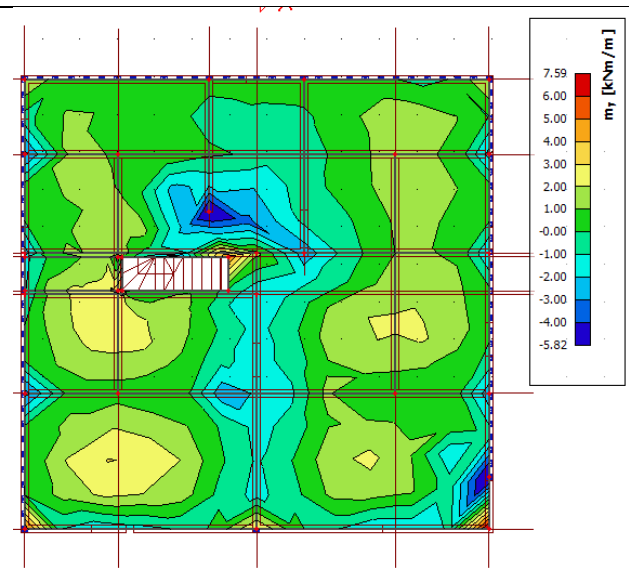


Slika 66 Numerički model – POZ 500

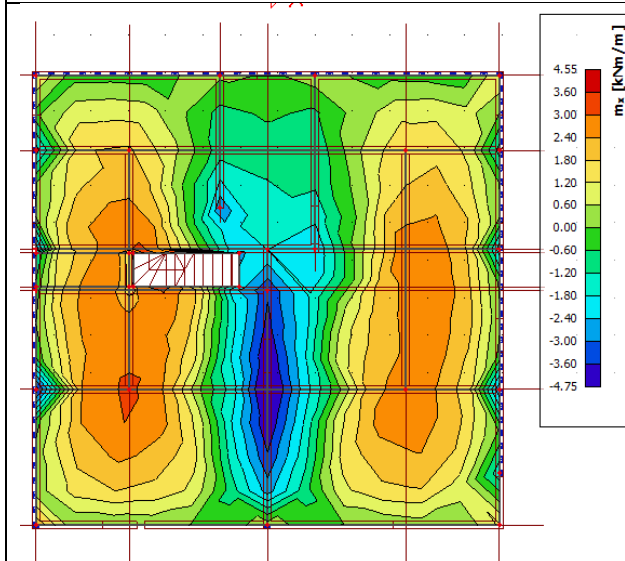
Dijagrami reznih sila za pojedinačna opterećenja:



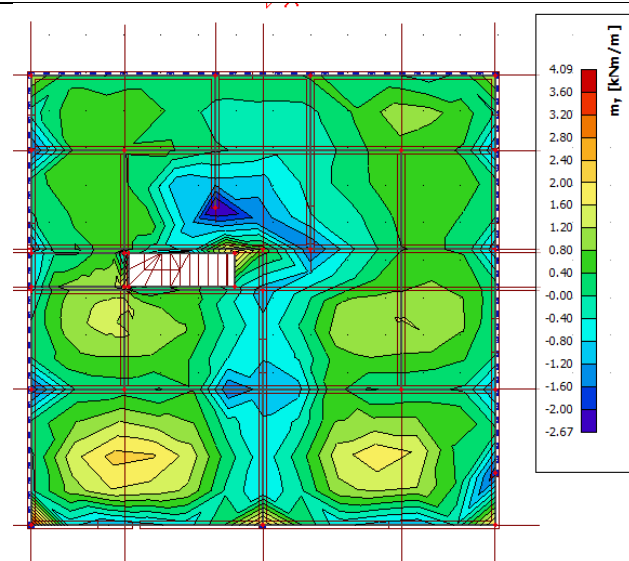
Slika 67 2D dijagram momenata savijanja  $M_x$   
 Vlastita težina



Slika 68 2D dijagram momenata savijanja  $M_y$   
 Vlastita težina

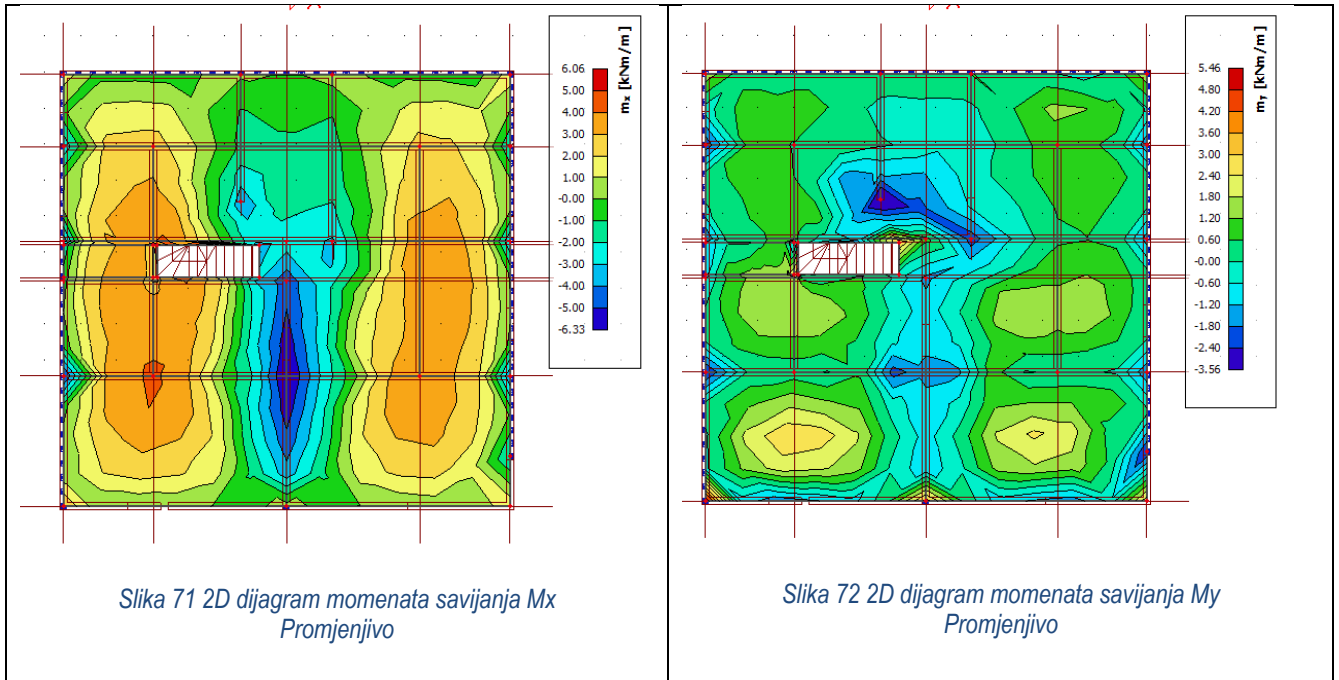


Slika 69 2D dijagram momenata savijanja  $M_x$   
 Dodatno stalno



Slika 70 2D dijagram momenata savijanja  $M_y$   
 Dodatno stalno

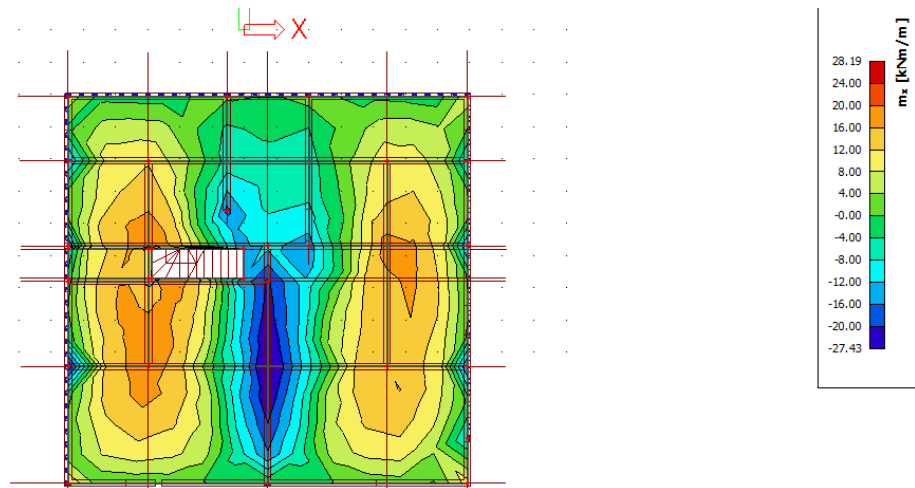




Dijagrami reznih sila za kritičnu kombinaciju:  $1.35 \cdot (G + \Delta G) + 1.5 \cdot Q$

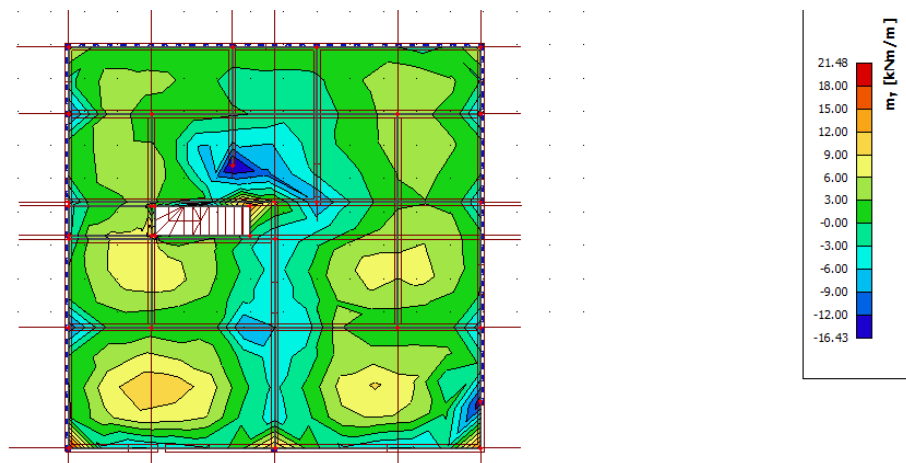
**2D internal forces**

Values:  $m_x$   
Linear calculation  
Combination: ULS-Set B (auto)  
Extreme: Global  
Selection: All  
Location: In nodes avg.. System: LCS  
mesh element

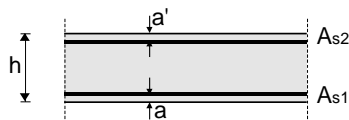


**2D internal forces**

Values:  $m_y$   
Linear calculation  
Combination: ULS-Set B (auto)  
Extreme: Global  
Selection: All  
Location: In nodes avg.. System: LCS  
mesh element



Poprečni presjek ploče:



h=18.0 cm  
d=15.0 cm  
a=a'=3.0cm

**BETON:**

C30/37

 $f_{ck}=30.0$  Mpa $f_{cd}=30.0/1.5=20$  Mpa $f_{cd}=2.0$  kN/cm<sup>2</sup>**ARMATURA:**

B500B

 $f_{yk}=500.0$  Mpa $f_{yd}=500.0/1.15=434.78$  Mpa $f_{yd}=43.48$  kN/cm<sup>2</sup>

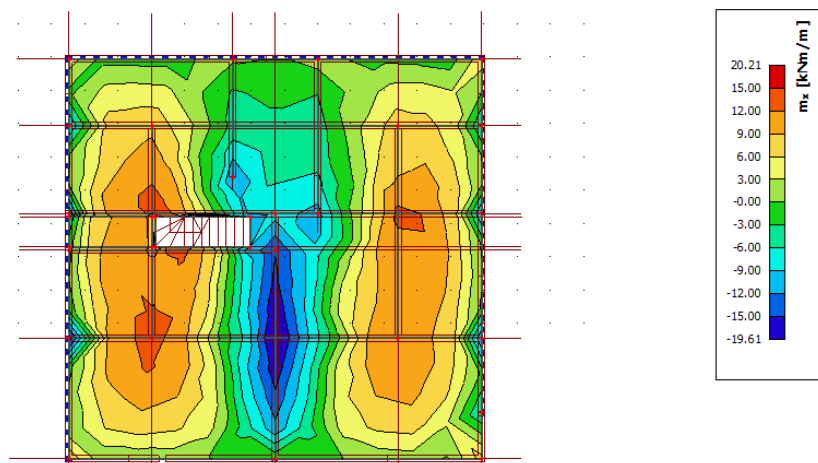
Maksimalni moment očitani u dijagramima momenata savijanja iznose:

U POLJU:  **$m_x=20.00$  kNm** Lokalno:  $m_x=28.19$  kNm NA LEŽAJU:  **$m_x=27.43$  kNm**  
 $m_y=10.0$  kNm  $m_y=21.48$  kNm  $m_y=16.43$  kNm

Dimenzioniranje na moment savijanja:	
<b>Proračun armature u polju:</b>	
$\mu_{Ed}=0.044$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.048$ : $\epsilon_{s1}=10.0\%$ ; $\epsilon_{c2}=1.3\%$ ; $\zeta=0.959$ ; $\xi=0.115$
$A_{s1}=3.20$ cm <sup>2</sup>	$A_{s,min} = 2.07$ cm <sup>2</sup> $\geq 1.95$ cm <sup>2</sup>
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: Q -385 (<math>A_{s1}=3.85</math> cm<sup>2</sup>)</b>	
<b>Proračun armature nad ležajem:</b>	
$\mu_{Ed}=0.061$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.071$ : $\epsilon_{s1}=10.0\%$ ; $\epsilon_{c2}=1.6\%$ ; $\zeta=0.950$ ; $\xi=0.138$
$A_{s1}=4.43$ cm <sup>2</sup>	$A_{s,min} = 2.07$ cm <sup>2</sup> $\geq 1.95$ cm <sup>2</sup>
<b>ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: Q -385 (<math>A_{s1}=3.85</math> cm<sup>2</sup>)</b>	
*+ na središnjem zidu u gornju zonu $\Phi 10/20$	
<b>Proračun armature (lokalno): otvor oko stubišta</b>	
$\mu_{Ed}=0.062$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.115$ : $\epsilon_{s1}=10.0\%$ ; $\epsilon_{c2}=1.6\%$ ; $\zeta=0.950$ ; $\xi=0.138$
$A_{s1}=4.55$ cm <sup>2</sup>	$A_{s,min} = 2.07$ cm <sup>2</sup> $\geq 1.95$ cm <sup>2</sup>
<b>ODABRANA ARMATURA (lokalno) : Q-385+2<math>\Phi 12</math> (<math>A_{s1}=6.11</math> cm<sup>2</sup>)</b>	

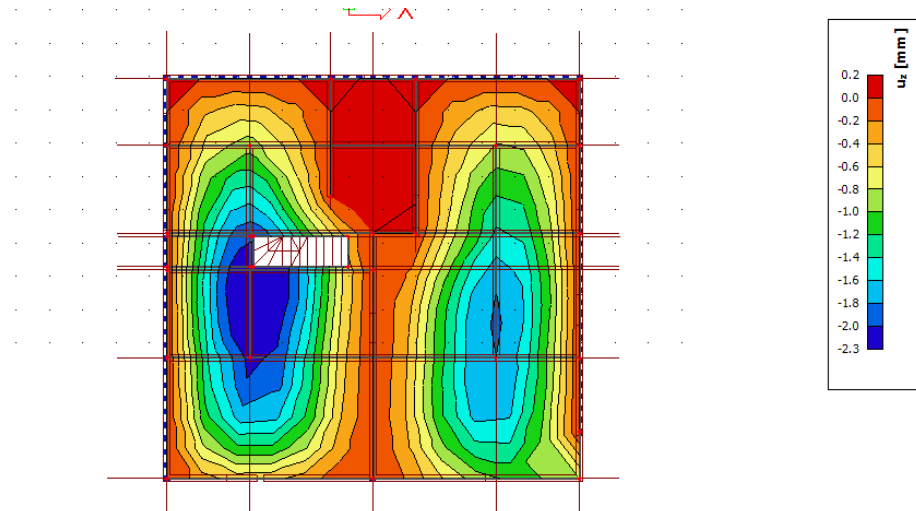
**KONTROLA GRANIČNOG STANJA UPORABLJIVOSTI****Kontrola pukotina**

2D internal forces  
 Values:  $m_x$   
 Linear calculation  
 Combination: gsu  
 Extreme: Global  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg.. System: LCS  
 mesh element

Slika 75 2D Vrijenost momenata savijanja za GSU  $M_x$ - Očitana maksimalna vrijednost momenta savijanja na ploči iznosi  $M_{Ed}=20.21$  kNm.

**GSU-Kontrola pukotina:**- nije potrebno posebno provjeravati ( $d < 20$  cm, ispravno armirana i proračunata prema GSN)**PUKOTINE ZADOVOLJAVAJU****Kontrola progiba**

**2D displacement**  
 Values: uz  
 Linear calculation  
 Combination: gsu  
 Extreme: Global  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element



Slika 76 Vrijednost progiba na ploči

**Kontrola progiba:**
 $\delta_{lim} = 2.0$  cm;  $f_{cm} = 38$  Mpa;  $f_{ctm} = 2.9$  Mpa;  $\alpha_{el} = 6.06$ ;  $A_{s1} = 3.85$  cm<sup>2</sup>;  $A_{s2} = 3.85$  cm<sup>2</sup>;

 $I_1 = 50280.00$  cm<sup>4</sup>  $1/r_1 = 1.22 \cdot 10^{-6}$ 
 $x = 2.42$  cm;  $I_2 = 4172.84$  cm<sup>4</sup>;  $1/r_2 = 1.47 \cdot 10^{-5}$ ;  $\sigma_{s1} = 369.87$  MPa;  $M_{cr} = 20.52$  kNm;  $\sigma_{sr} = 437.14$  MPa

 $\zeta = 0.30$ ;  $1/r_m = 6.60 \cdot 10^{-6}$ 
 $\delta_{tot} = 0.15$  cm  $<$   $\delta_{tot}$  2.0 cm PROGIBI ZADOVOLJAVAJU
**ODABRANA ARMATURA:**Donja zona: **Q-385** sa preklapom ne manjim od 40cm.Gornja zona: **Q-385** sa preklapom ne manjim od 40cm.

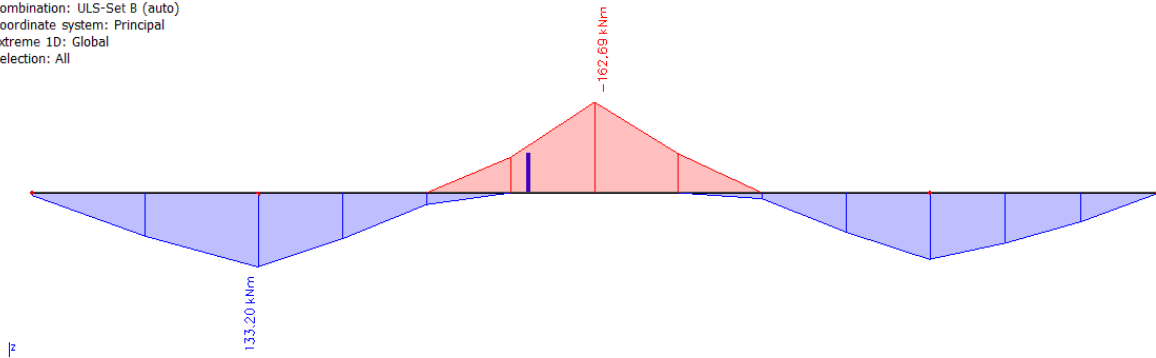
NAPOMENA: vidi armaturne planove sa svim ojačanjima.

## POZICIJA 500-GREDNI NOSAČI, C30/37

POZ 505, 505a, 506, 506a:

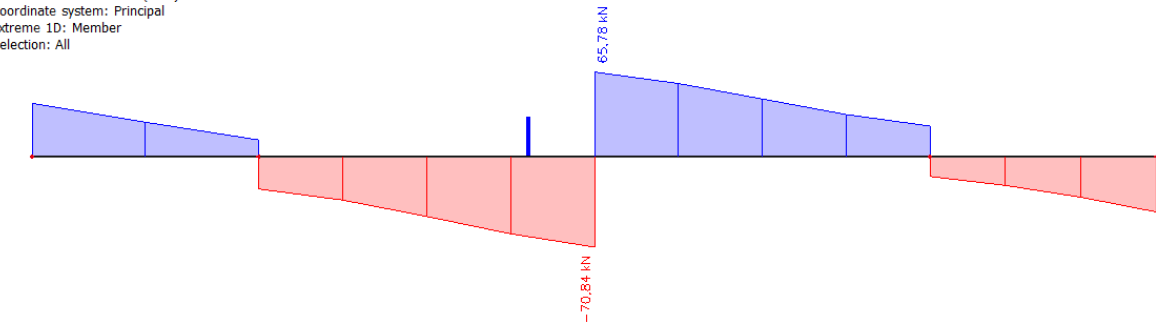
## 1D internal forces

Values:  $M_y$   
 Linear calculation  
 Combination: ULS-Set B (auto)  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All

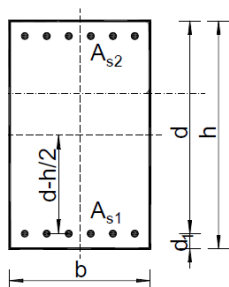
Slika 77 Dijagrami momenata savijanja  $M_y$  na gredama

## 1D internal forces

Values:  $V_z$   
 Linear calculation  
 Combination: ULS-Set B (auto)  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Member  
 Selection: All

Slika 78 Dijagram poprečnih sila  $V_z$  na gredama

## Poprečni presjek grede:



$b=20$  cm  
 $h=48$  cm  
 $d=45$  cm  
 $d_1=3$  cm

## BETON:

C30/37

 $f_{ck}=30.0$  Mpa $f_{cd}=30.0/1.5=20$  Mpa $f_{cd}=2.0$  kN/cm<sup>2</sup>

## ARMATURA:

B500B

 $f_{yk}=500.0$  Mpa $f_{yd}=500.0/1.15=434.78$  Mpa $f_{yd}=43.48$  kN/cm<sup>2</sup>

**Dimenzioniranje grede POZ 505, 505a, 506, 506a:****Dimenzioniranje na moment savijanja:**

Maksimalni moment očitani u dijagramima momenata savijanja iznose:

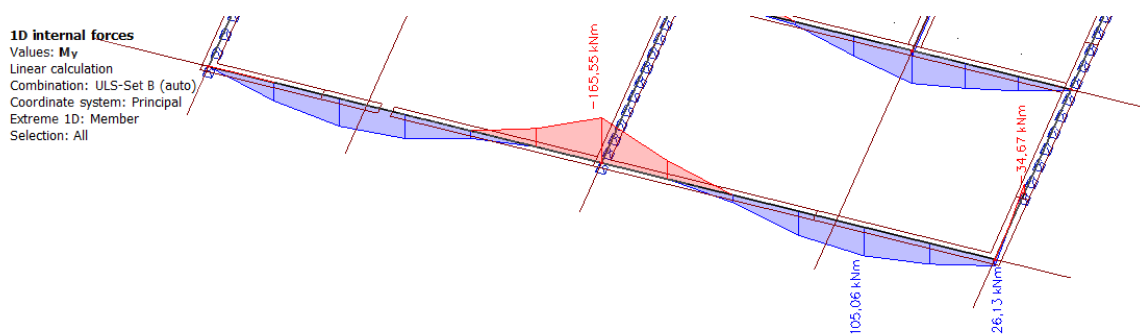
U POLJU:  $m_y = 133.20 \text{ kNm}$ NA LEŽAJU:  $m_y = 162.69 \text{ kNm}$ 

<b>Dimenzioniranje na moment savijanja:</b>	
<b>Proračun armature u polju:</b>	
$\mu_{Ed} = 0.164$ -dvostruko armirani presjek Iz tablice očitano za $\mu_{Ed} = 0.159$ : $\epsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2} = 3.5 \text{ ‰}$ ; $\zeta = 0.892$ ; $\xi = 0.259$	
$\mu_{Rd,lim} = 0.252$ $M_{Rd,lim} = 204.12 \text{ kNm}$	
$A_{s1} = 7.65 \text{ cm}^2$ $A_{s2} = A_{s1}$	$A_{s,min} = 1.24 \text{ cm}^2 \geq 1.17 \text{ cm}^2$
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: 3Φ20 (<math>A_{s1} = 9.42 \text{ cm}^2</math>)</b>	
<b>Proračun armature nad ležajem:</b>	
$\mu_{Ed} = 0.200$ -dvostruko armirani presjek Iz tablice očitano za $\mu_{Ed} = 0.159$ : $\epsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2} = 3.5 \text{ ‰}$ ; $\zeta = 0.892$ ; $\xi = 0.259$	
$\mu_{Rd,lim} = 0.252$ $M_{Rd,lim} = 204.12 \text{ kNm}$	
$A_{s1} = 9.33 \text{ cm}^2$ $A_{s2} = A_{s1}$	$A_{s,min} = 1.24 \text{ cm}^2 \geq 1.17 \text{ cm}^2$
<b>ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: 3Φ20 (<math>A_{s1} = 9.42 \text{ cm}^2</math>)</b>	

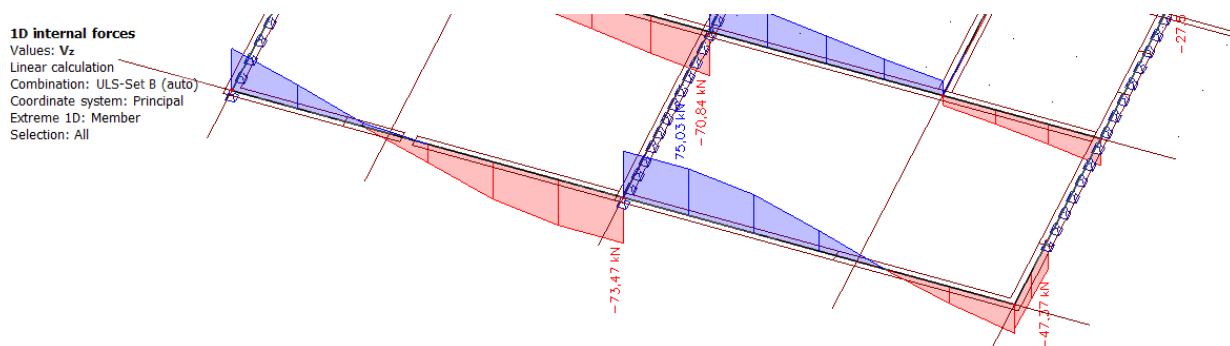
<b>Dimenzioniranje na poprečnu silu:</b>	
$\rho_l = 0.0112$ $k = 1.67$ $k_1 = 0.15$ $C_{Rdc} = 0.12$	
$V_{Rd,c} = 58.133.81 \text{ N} = 58.13 \text{ kN}$	$V_{Rd,c} \geq [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cm}] \cdot b_w \cdot d = 37.12 \text{ kN}$
$V_{Rd,max} = 475.2 \text{ kN} > V_{Ed,max}$	$V_{Ed,max} / V_{Rd,max} = 0.15$
$s_{max} = 30.0 \text{ cm}$	Potrebna računaska armatura: $A_{sw,min} = 0.228 \text{ cm}^2$ odabrano: $\Phi 8/30 \text{ cm}$ ( $A_{sw} = 0.50 \text{ cm}^2$ )
$V_{Rd,s} = 58.70 \text{ kN}$	$S_w \leq 24.97 \text{ cm}$
<b>ODABRANE SPONE : Φ8/15cm (<math>A_{sw} = 0.50 \text{ cm}^2</math>)</b>	

NAPOMENA: Detaljne planove i pozicije pogledati u planovima armiranja.

**POZICIJA 504-GREDNI NOSAČI, C30/37**

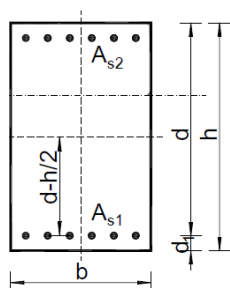


Slika 79 Dijagram momenata savijanja My na gredama



Slika 80 Dijagram poprečnih sila Vz na gredama

**Poprečni presjek grede:**



b=20 cm  
h=85cm  
d=82cm  
d<sub>i</sub>=3cm

**BETON:**

C30/37

$f_{ck}=30.0$  Mpa

$f_{cd}=30.0/1.5=20$  Mpa

$f_{cd}=2.0$  kN/cm<sup>2</sup>

**ARMATURA:**

B500B

$f_{yk}=500.0$  Mpa

$f_{yd}=500.0/1.15=434.78$  Mpa

$f_{yd}=43.48$  kN/cm<sup>2</sup>

**Dimenzioniranje grede POZ 504****Dimenzioniranje na moment savijanja:**

Maksimalni moment očitani u dijagramima momenata savijanja iznose:

U POLJU:  $m_y = 105.06 \text{ kNm}$ NA LEŽAJU:  $m_y = 165.55 \text{ kNm}$ 

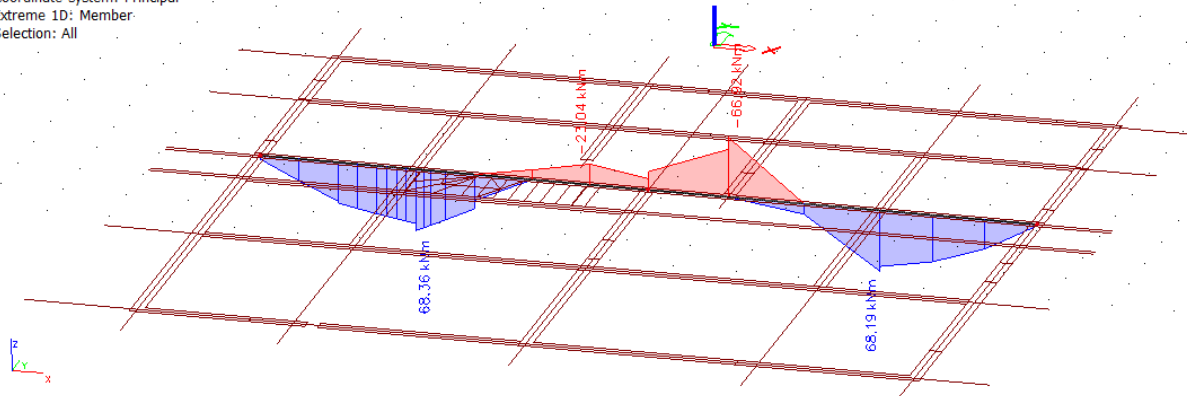
<b>Dimenzioniranje na moment savijanja:</b>	
<b>Proračun armature u polju:</b>	
$\mu_{Ed} = 0.039$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed} = 0.042$ : $\epsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2} = 1.2 \text{ ‰}$ ; $\zeta = 0.962$ ; $\xi = 0.107$
$A_{s1} = 3.06 \text{ cm}^2$	$A_{s,min} = 1.24 \text{ cm}^2 \geq 1.17 \text{ cm}^2$
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: 2Φ16 (<math>A_{s1} = 4.02 \text{ cm}^2</math>)</b>	
<b>Proračun armature nad ležajem:</b>	
$\mu_{Ed} = 0.062$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed} = 0.065$ : $\epsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2} = 1.6 \text{ ‰}$ ; $\zeta = 0.950$ ; $\xi = 0.138$
$A_{s1} = 4.89 \text{ cm}^2$	$A_{s,min} = 1.24 \text{ cm}^2 \geq 1.17 \text{ cm}^2$
<b>ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: 3Φ16 (<math>A_{s1} = 6.03 \text{ cm}^2</math>)</b>	

<b>Dimenzioniranje na poprečnu silu:</b>	
$\rho_l = 0.006341$ $k = 1.49$ $k_1 = 0.15$ $C_{Rdc} = 0.12$	
$V_{Rd,c} = 78\,481.4 \text{ N} = 78.48 \text{ kN}$	$V_{Rd,c} \geq [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cm}] \cdot b_w \cdot d = 57.40 \text{ kN}$
$V_{Rd,max} = 865.9 \text{ kN} > V_{Ed,max}$	$V_{Ed,max} / V_{Rd,max} = 0.09$
$s_{max} = 30.0 \text{ cm}$	Potrebna računaska armatura: $A_{sw,min} = 0.228 \text{ cm}^2$ odabrano: $\Phi 8/30 \text{ cm}$ ( $A_{sw} = 0.50 \text{ cm}^2$ )
$V_{Rd,s} = 106.96 \text{ kN}$	$S_w \leq 42.67 \text{ cm}$
<b>ODABRANE SPONE : Φ8/15cm (<math>A_{sw} = 0.50 \text{ cm}^2</math>)</b>	

NAPOMENA: Detaljne planove i pozicije pogledati u planovima armiranja.

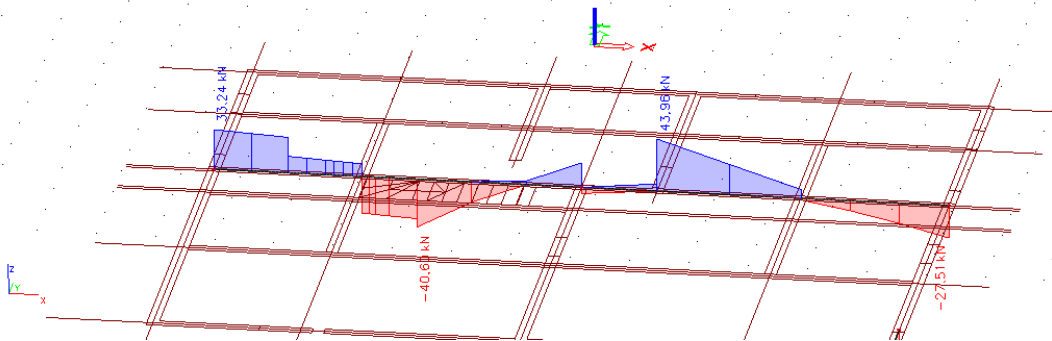
**POZICIJA 502-GREDNI NOSAČI, C30/37**

**1D internal forces**  
Values: My  
Linear calculation  
Combination: ULS-Set B (auto)  
Coordinate system: Principal  
Extreme 1D: Member  
Selection: All



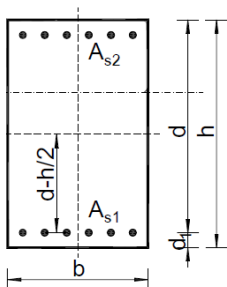
Slika 81 Dijagram momenata savijanja My na gredama

**1D internal forces**  
Values: Vz  
Linear calculation  
Combination: ULS-Set B (auto)  
Coordinate system: Principal  
Extreme 1D: Member  
Selection: All



Slika 82 Dijagram poprečnih sila Vz na gredama

**Poprečni presjek grede:**



b=20 cm  
h=40cm  
d=37cm  
d<sub>1</sub>=3cm

**BETON:**

C30/37  
f<sub>ck</sub>=30.0 Mpa  
f<sub>cd</sub>=30.0/1.5=20 Mpa  
f<sub>cd</sub>=2.0 kN/cm<sup>2</sup>

**ARMATURA:**

B500B  
f<sub>yk</sub>=500.0 Mpa  
f<sub>yd</sub>=500.0/1.15=434.78 Mpa  
f<sub>yd</sub>=43.48 kN/cm<sup>2</sup>



**Dimenzioniranje grede POZ 502****Dimenzioniranje na moment savijanja:**

Maksimalni moment očitani u dijagramima momenata savijanja iznose:

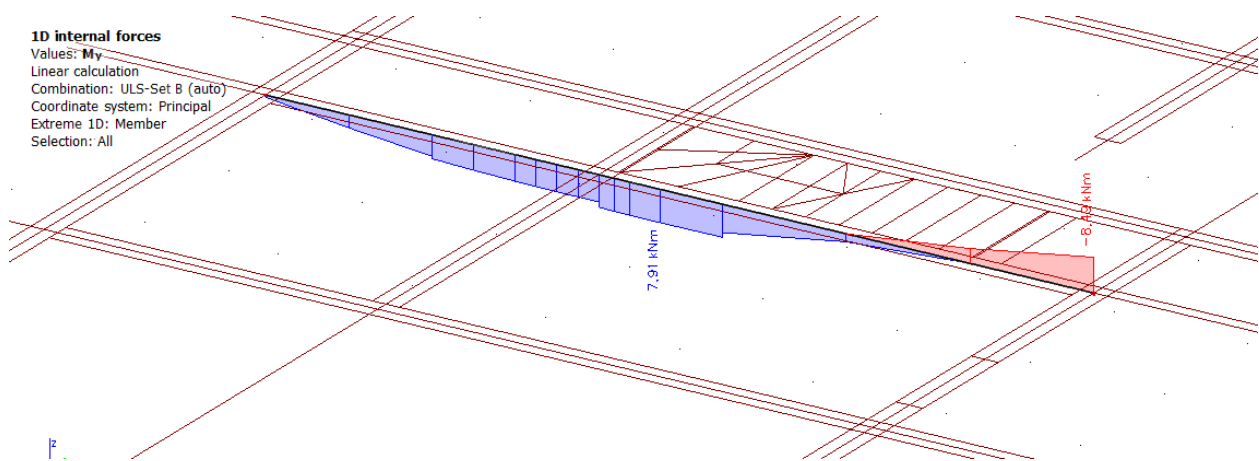
U POLJU:  $m_y = 69.36 \text{ kNm}$ NA LEŽAJU:  $m_y = 66.92 \text{ kNm}$ 

Dimenzioniranje na moment savijanja:	
<b>Proračun armature u polju:</b>	
$\mu_{Ed} = 0.127$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed} = 0.129$ : $\epsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2} = 2.8 \text{ ‰}$ ; $\zeta = 0.913$ ; $\xi = 0.142$
$A_{s1} = 4.74 \text{ cm}^2$	$A_{s,min} = 1.02 \text{ cm}^2 \geq 0.96 \text{ cm}^2$
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: 3Φ16 (<math>A_{s1} = 6.03 \text{ cm}^2</math>)</b>	
<b>Proračun armature nad ležajem:</b>	
$\mu_{Ed} = 0.122$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed} = 0.125$ : $\epsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2} = 2.7 \text{ ‰}$ ; $\zeta = 0.916$ ; $\xi = 0.136$
$A_{s1} = 4.54 \text{ cm}^2$	$A_{s,min} = 1.02 \text{ cm}^2 \geq 0.96 \text{ cm}^2$
<b>ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: 3Φ16 (<math>A_{s1} = 6.03 \text{ cm}^2</math>)</b>	

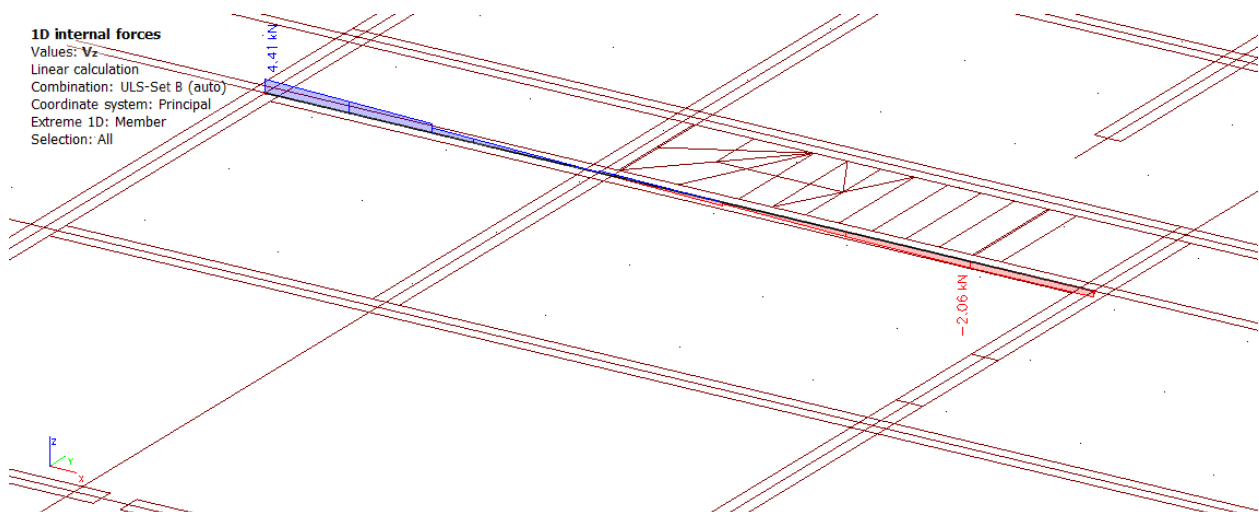
Dimenzioniranje na poprečnu silu:	
$\rho_l = 0.013481$	$k = 1.73$ $k_1 = 0.15$ $C_{Rdc} = 0.12$
$V_{Rd,c} = 52883.0 \text{ N} = 52.88 \text{ kN}$	$V_{Rd,c} \geq [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cm}] \cdot b_w \cdot d = 32.43 \text{ kN}$
$V_{Rd,max} = 390.7 \text{ kN} > V_{Ed,max}$	$V_{Ed,max} / V_{Rd,max} = 0.11$
$s_{max} = 27.5 \text{ cm}$	Potrebna računaska armatura: $A_{sw,min} = 0.228 \text{ cm}^2$ odabrano: $\Phi 8/20 \text{ cm}$ ( $A_{sw} = 0.50 \text{ cm}^2$ )
$V_{Rd,s} = 48,26 \text{ kN}$	$S_w \leq 32,86 \text{ cm}$
<b>ODABRANE SPONE : Φ8/15cm (<math>A_{sw} = 0.50 \text{ cm}^2</math>)</b>	

NAPOMENA: Detaljne planove i pozicije pogledati u planovima armiranja.

**POZICIJA 501-GREDNI NOSAČI, C30/37**

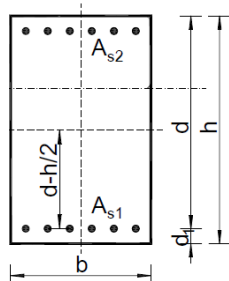


Slika 83 Dijagram momenata savijanja My na gredama



Slika 84 Dijagram poprečnih sila Vz na gredama

**Poprečni presjek grede:**



b=20 cm  
 h=18cm  
 d=15cm  
 d<sub>1</sub>=3cm

**BETON:**

C30/37  
 $f_{ck}=30.0$  Mpa  
 $f_{cd}=30.0/1.5=20$  Mpa  
 $f_{cd}=2.0$  kN/cm<sup>2</sup>

**ARMATURA:**

B500B  
 $f_{yk}=500.0$  Mpa  
 $f_{yd}=500.0/1.15=434.78$  Mpa  
 $f_{yd}=43.48$  kN/cm<sup>2</sup>

**Dimenzioniranje grede POZ 501****Dimenzioniranje na moment savijanja:**

Maksimalni moment očitani u dijagramima momenata savijanja iznose:

U POLJU:  $m_y = 7.91 \text{ kNm}$ NA LEŽAJU:  $m_y = 8.49 \text{ kNm}$ 

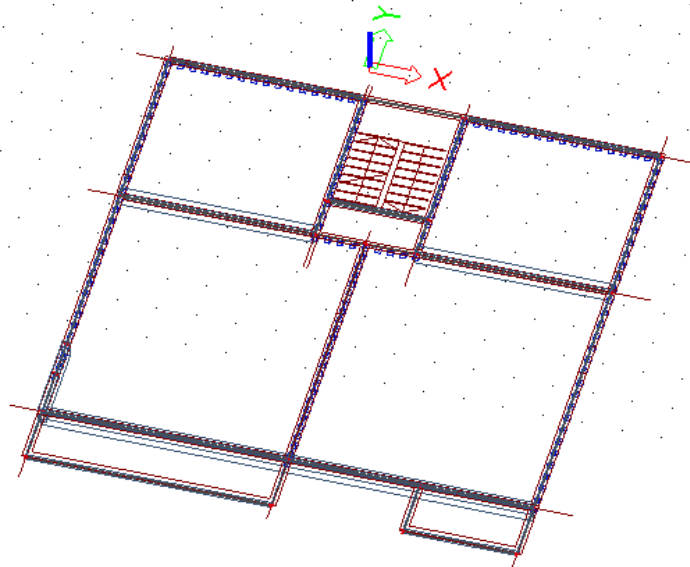
Dimenzioniranje na moment savijanja:	
<b>Proračun armature u polju:</b>	
$\mu_{Ed} = 0.088$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed} = 0.089$ : $\epsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2} = 2.0 \text{ ‰}$ ; $\zeta = 0.938$ ; $\xi = 0.167$
$A_{s1} = 1.29 \text{ cm}^2$	$A_{s,min} = 0.41 \text{ cm}^2 \geq 0.39 \text{ cm}^2$
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: <math>2\Phi 14 (A_{s1} = 3.08 \text{ cm}^2)</math></b>	
<b>Proračun armature nad ležajem:</b>	
$\mu_{Ed} = 0.0945$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed} = 0.099$ : $\epsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2} = 2.2 \text{ ‰}$ ; $\zeta = 0.931$ ; $\xi = 0.180$
$A_{s1} = 1.40 \text{ cm}^2$	$A_{s,min} = 0.41 \text{ cm}^2 \geq 0.39 \text{ cm}^2$
<b>ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: <math>2\Phi 14 (A_{s1} = 3.08 \text{ cm}^2)</math></b>	

Dimenzioniranje na poprečnu silu:	
$\rho_l = 0.03$ $k = 2.15$ $k_1 = 0.15$ $C_{Rdc} = 0.12$	
$V_{Rd,c} = 34740.0 \text{ N} = 34.74 \text{ kN}$	$V_{Rd,c} \geq [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cm}] \cdot b_w \cdot d = 18.19 \text{ kN}$
$V_{Rd,max} = 158.4 \text{ kN} > V_{Ed,max}$	$V_{Ed,max} / V_{Rd,max} = 0.028$
$s_{max} = 11.25 \text{ cm}$	
<b>ODABRANE SPONE : <math>\Phi 8 / 10 \text{ cm} (A_{sw} = 0.50 \text{ cm}^2)</math></b>	

NAPOMENA: Detaljne planove i pozicije pogledati u planovima armiranja.

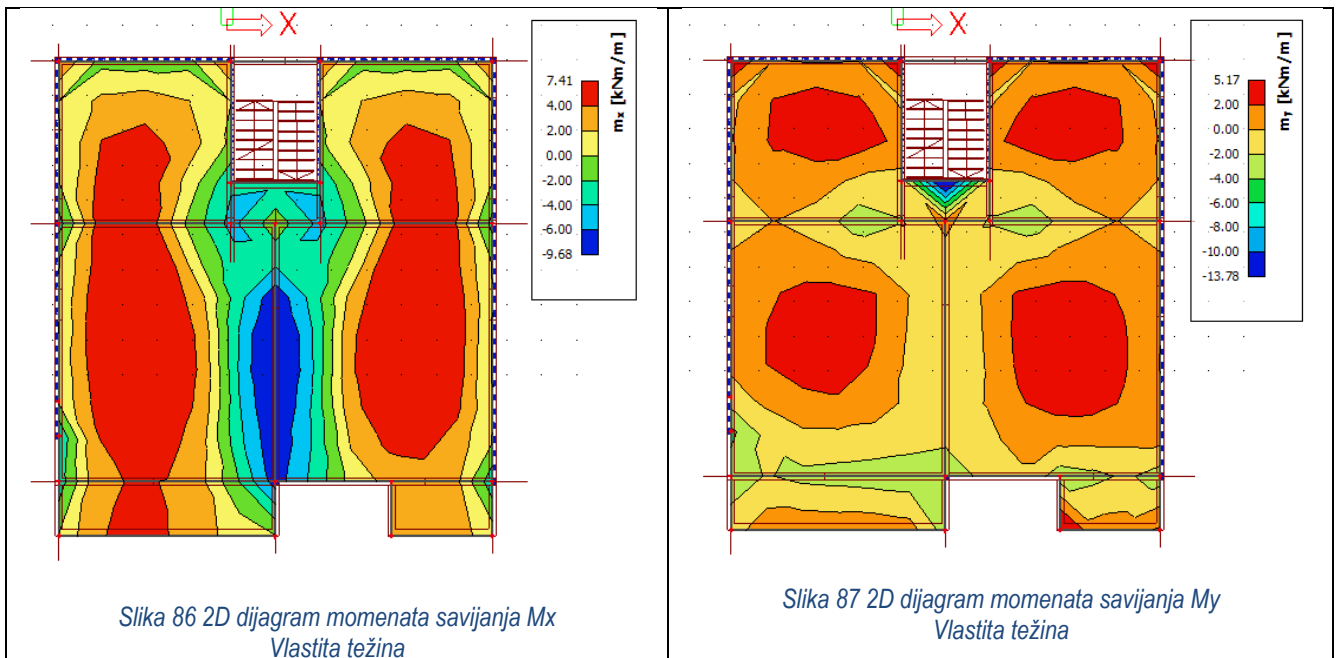
### 9.2.3. Pozicija 300 i 400

Pozicija 400-međukatna ploča d=16 cm; C30/37, dimenzioniranje na savijanje



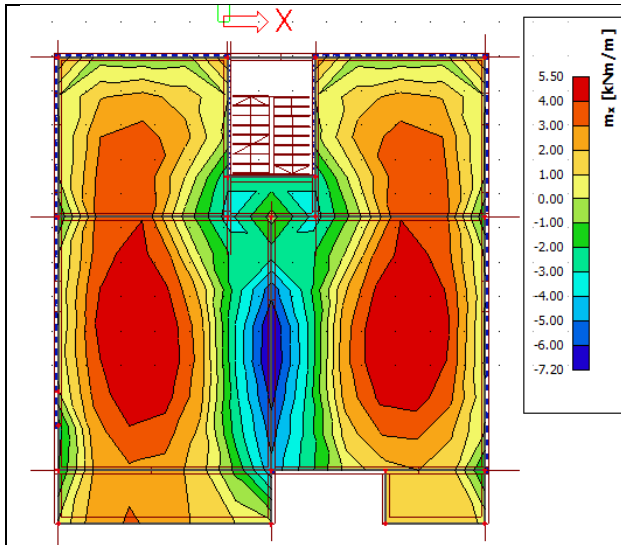
Slika 85 Prikaz numeričkog modela, POZ 300 i 400

Dijagrami reznih sila za pojedinačna opterećenja:

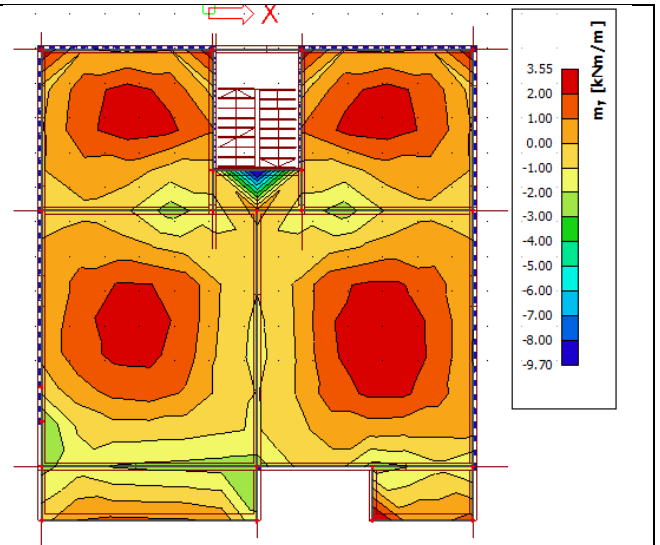


Slika 86 2D dijagram momenata savijanja  $M_x$   
Vlastita težina

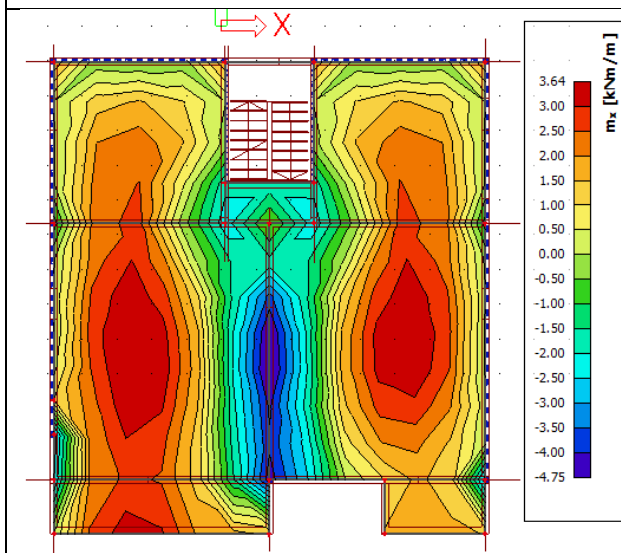
Slika 87 2D dijagram momenata savijanja  $M_y$   
Vlastita težina



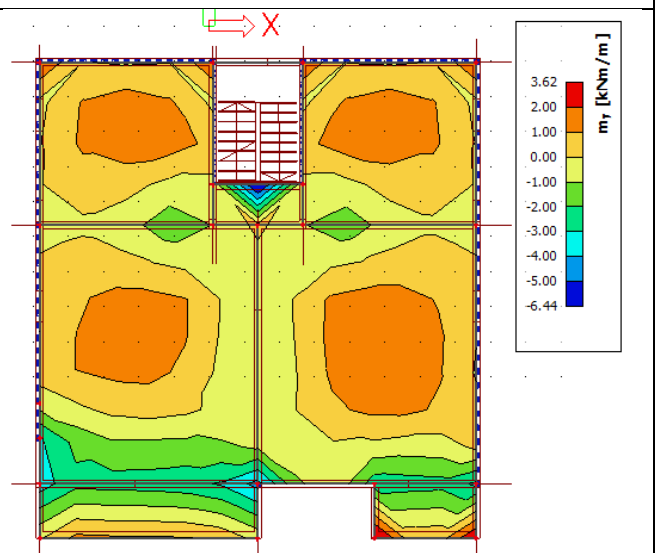
Slika 88 2D dijagram momenata savijanja  $M_x$   
Dodatno stalno



Slika 89 2D dijagram momenata savijanja  $M_y$   
Dodatno stalno



Slika 90 2D dijagram momenata savijanja  $M_x$   
Promjenjivo

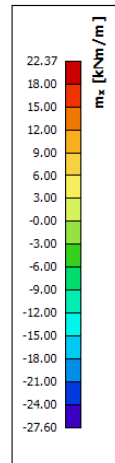
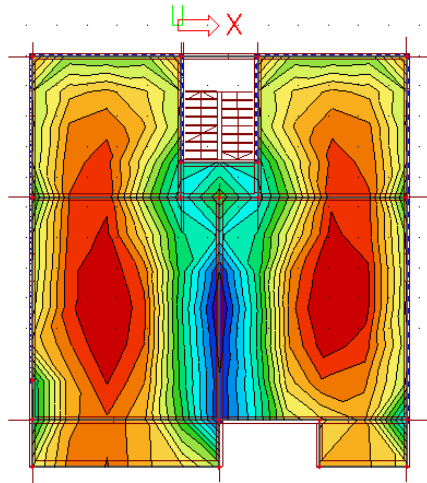


Slika 91 2D dijagram momenata savijanja  $M_y$   
Promjenjivo

Dijagrami reznih sila za kritičnu kombinaciju:  $1.35 \cdot (G + \Delta G) + 1.5 \cdot Q$

**2D internal forces**

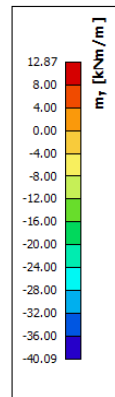
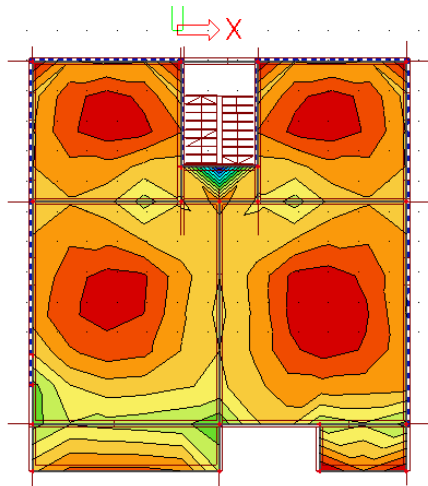
Values:  $m_x$   
Linear calculation  
Combination: ULS-Set B (auto)  
Extreme: Global  
Selection: All  
Location: In nodes avg.. System: LCS  
mesh element



Slika 92 2D dijagram momenata savijanja  $M_x$

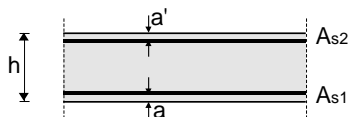
**2D internal forces**

Values:  $m_y$   
Linear calculation  
Combination: ULS-Set B (auto)  
Extreme: Global  
Selection: All  
Location: In nodes avg.. System: LCS  
mesh element



Slika 93 2D dijagram momenata savijanja  $M_y$

Poprečni presjek ploče:



$h=16.0$  cm  
 $d=13.0$  cm  
 $a=a'=3.0$  cm

**BETON:**

C30/37

$f_{ck}=30.0$  Mpa

$f_{cd}=30.0/1.5=20$  Mpa

$f_{cd}=2.0$  kN/cm<sup>2</sup>

**ARMATURA:**

B500B

$f_{yk}=500.0$  Mpa

$f_{yd}=500.0/1.15=434.78$  Mpa

$f_{yd}=43.48$  kN/cm<sup>2</sup>

Maksimalni moment očitani u dijagramima momenata savijanja iznose:

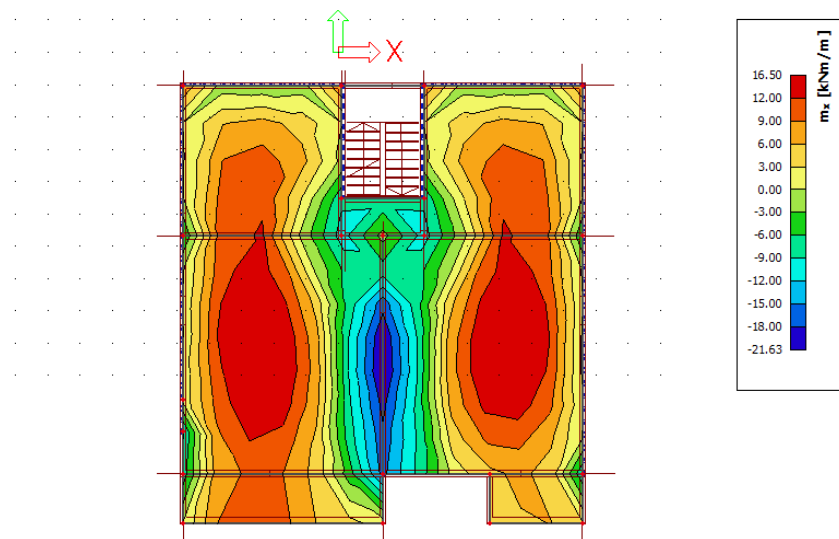
U POLJU:  $m_x = 22.37 \text{ kNm}$   
 $m_y = 12.87 \text{ kNm}$ NA LEŽAJU:  $m_x = 27.60 \text{ kNm}$   
 $m_y = 20.00 \text{ kNm}$ Lokalno:  
 $m_y = 40.09 \text{ kNm}$ 

Dimenzioniranje na moment savijanja:	
<b>Proračun armature u polju:</b>	
$\mu_{Ed} = 0.066$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed} = 0.071$ : $\epsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2} = 1.7 \text{ ‰}$ ; $\zeta = 0.947$ ; $\xi = 0.145$
$A_{s1} = 4.07 \text{ cm}^2$	$A_{s,min} = 1.79 \text{ cm}^2 \geq 1.69 \text{ cm}^2$
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: Q-424 (<math>A_{s1} = 4.24 \text{ cm}^2</math>)</b>	
<b>Proračun armature nad ležajem:</b>	
$\mu_{Ed} = 0.082$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed} = 0.083$ : $\epsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2} = 1.9 \text{ ‰}$ ; $\zeta = 0.941$ ; $\xi = 0.160$
$A_{s1} = 5.19 \text{ cm}^2$	$A_{s,min} = 1.79 \text{ cm}^2 \geq 1.69 \text{ cm}^2$
<b>ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: Q-424 + <math>\Phi 10/20</math> (<math>A_{s1} = 8.17 \text{ cm}^2</math>)</b>	
<b>Proračun armature (lokalno)- spoj podesta i stubišta</b>	
$\mu_{Ed} = 0.119$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed} = 0.120$ : $\epsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2} = 2.6 \text{ ‰}$ ; $\zeta = 0.919$ ; $\xi = 0.206$
$A_{s1} = 7.72 \text{ cm}^2$	$A_{s,min} = 1.79 \text{ cm}^2 \geq 1.69 \text{ cm}^2$
<b>ODABRANA ARMATURA (LOKALNO): Q-424 + Q-283 (iz kraka stubista) + <math>2\Phi 12</math> (<math>A_{s1} = 10.64 \text{ cm}^2</math>)</b>	
*dodati ojačanja na spoju ploče i stubišta, ploče terase i zida (pogledati armaturene planove)	

## KONTROLA GRANIČNOG STANJA UPORABLJIVOSTI

### Kontrola pukotina

2D internal forces  
Values:  $m_x$   
Linear calculation  
Combination: gsu  
Extreme: Global  
Selection: All  
Location: In nodes avg., System: LCS  
mesh element



Slika 94 2D Vrijednost momenata savijanja za GSU  $M_x$

- Očitana maksimalna vrijednost momenta savijanja na ploči iznosi  $M_{Ed} = 16.50 \text{ kNm}$ .

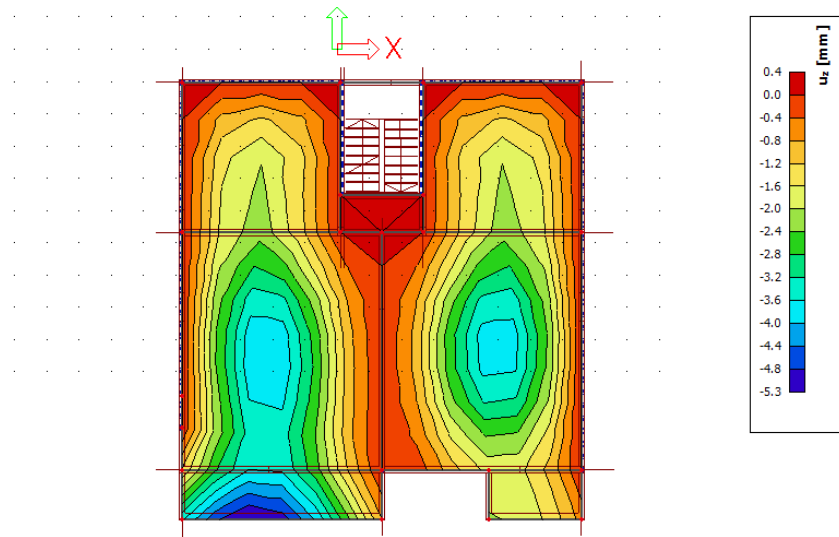
#### GSU-Kontrola pukotina:

- nije potrebno posebno provjeravati ( $d < 20 \text{ cm}$ , ispravno armirana i proračunata prema GSN)

**PUKOTINE ZADOVOLJAVAJU**

**Kontrola progiba****2D displacement**

Values: uz  
 Linear calculation  
 Combination: gsu  
 Extreme: Global  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element



Slika 95 Vrijednost progiba na ploči

**Kontrola progiba:**

$\delta_{lim}=2.0$  cm;  $f_{cm}=38$  Mpa;  $f_{ctm}=2.9$  Mpa;  $\alpha_{el}=6.06$ ;  $A_{s1}=4.24$  cm<sup>2</sup>;  $A_{s2}=4.24$  cm<sup>2</sup>;

$I_1=35418.45$  cm<sup>4</sup>  $1/r_1=1.41 \cdot 10^{-6}$

$x=2.34$  cm;  $I_2=3358.36$  cm<sup>4</sup>;  $1/r_2=1.49 \cdot 10^{-5}$ ;  $\sigma_{s1}=318.46$  MPa;  $M_{cr}=16.21$  kNm;  $\sigma_{sr}=312.93$  MPa

$\zeta=0.52$ ;  $1/r_m=6.80 \cdot 10^{-6}$

$\delta_{tot}=0.15$ cm <  $\delta_{tot}$  2.0 cm **PROGIBI ZADOVOLJAVAJU**

**ODABRANA ARMATURA:**

Donja zona: **Q-424** sa preklpom ne manjim od 40cm.

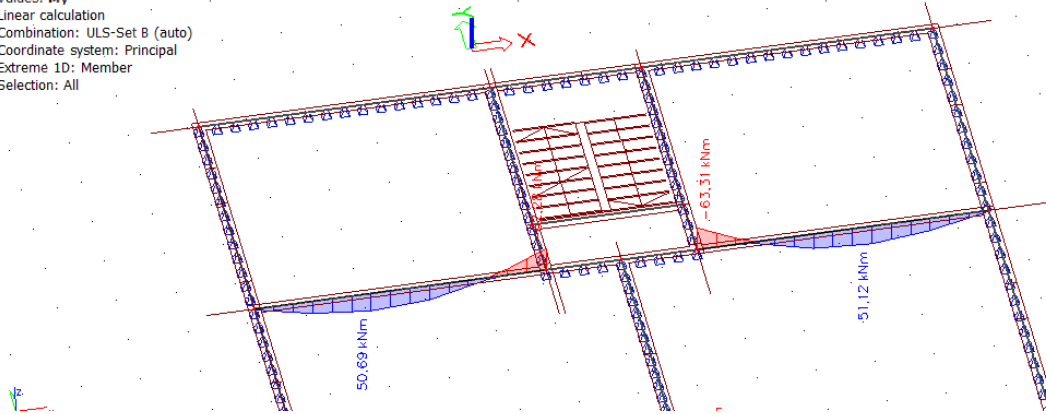
Gornja zona: **Q-424+  $\Phi 10/20$**  sa preklpom ne manjim od 40cm, a sve prema armaturnim planovima

NAPOMENA: vidi armaturne planove



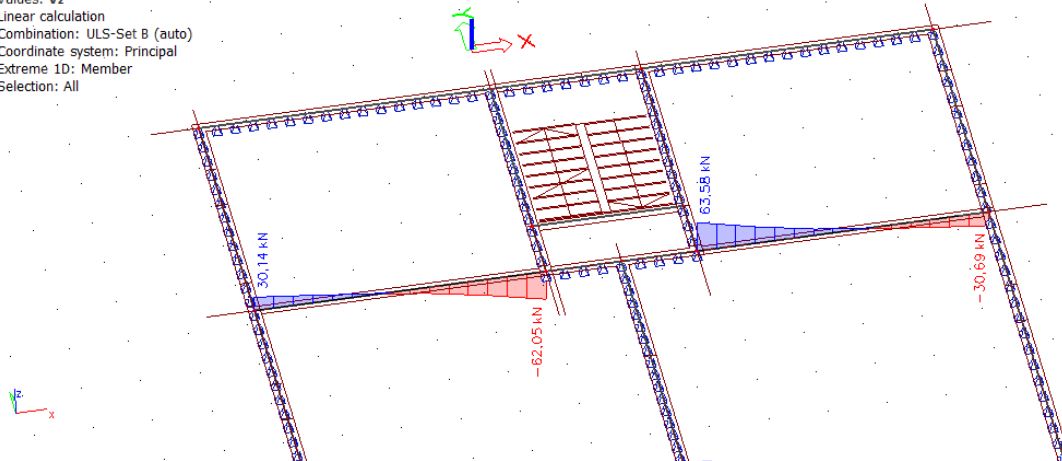
**POZICIJA 301 i 401 -GREDNI NOSAČI, C30/37**

**1D internal forces**  
Values:  $M_y$   
Linear calculation  
Combination: ULS-Set B (auto)  
Coordinate system: Principal  
Extreme 1D: Member  
Selection: All



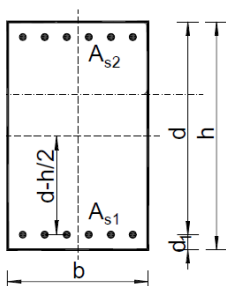
Slika 96 Dijagram momenata savijanja  $M_y$  na gredama

**1D internal forces**  
Values:  $V_z$   
Linear calculation  
Combination: ULS-Set B (auto)  
Coordinate system: Principal  
Extreme 1D: Member  
Selection: All



Slika 97 Dijagram poprečnih sila  $V_z$  na gredama

**Poprečni presjek grede:**



$b=20$  cm  
 $h=40$  cm  
 $d=37$  cm  
 $d_1=3$  cm

**BETON:**

C30/37  
 $f_{ck}=30.0$  Mpa  
 $f_{cd}=30.0/1.5=20$  Mpa  
 $f_{cd}=2.0$  kN/cm<sup>2</sup>

**ARMATURA:**

B500B  
 $f_{yk}=500.0$  Mpa  
 $f_{yd}=500.0/1.15=434.78$  Mpa  
 $f_{yd}=43.48$  kN/cm<sup>2</sup>

**Dimenzioniranje grede POZ 301 (401)****Dimenzioniranje na moment savijanja:**

Maksimalni moment očitani u dijagramima momenata savijanja iznose:

U POLJU:  $m_y = 51.12 \text{ kNm}$ NA LEŽAJU:  $m_y = 63.31 \text{ kNm}$ 

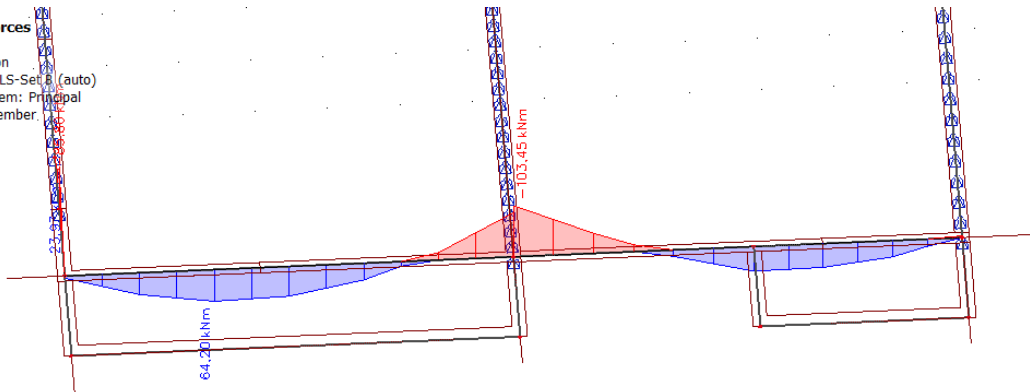
<b>Dimenzioniranje na moment savijanja:</b>	
<b><u>Proračun armature u polju:</u></b>	
$\mu_{Ed}=0.093$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.094$ : $\epsilon_{s1}=10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2}=2.1 \text{ ‰}$ ; $\zeta=0.934$ ; $\xi=0.174$
$A_{s1}=3.40 \text{ cm}^2$	$A_{s,min} = 1.02 \text{ cm}^2 \geq 0.96 \text{ cm}^2$
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: 3Φ14(<math>A_{s1}=4.62 \text{ cm}^2</math>)</b>	
<b><u>Proračun armature nad ležajem:</u></b>	
$\mu_{Ed}=0.116$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.099$ : $\epsilon_{s1}=10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2}=2.6 \text{ ‰}$ ; $\zeta=0.919$ ; $\xi=0.206$
$A_{s1}=4.28 \text{ cm}^2$	$A_{s,min} = 0.41 \text{ cm}^2 \geq 0.39 \text{ cm}^2$
<b>ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: 3Φ14(<math>A_{s1}=4.62 \text{ cm}^2</math>)</b>	

<b>Dimenzioniranje na poprečnu silu:</b>	
$\rho_l=0.013$ $k=1.73$ $k_1=0.15$ $C_{Rdc}=0.12$	
$V_{Rd,c}=52883.43 \text{ N}=52.88 \text{ kN}$	$V_{Rd,c} \geq [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cm}] \cdot b_w \cdot d = 32.43 \text{ kN}$
$V_{Rd,max}=390.72 \text{ kN} > V_{Ed,max}$	$V_{Ed,max} / V_{Rd,max}=0.16$
$s_{max}=27.75 \text{ cm}$	Potrebna računaska armatura: $A_{sw,min}=0.228 \text{ cm}^2$
$V_{Rd,s}=48.26 \text{ kN}$	$S_w \leq 22.72 \text{ cm}$
<b>ODABRANE SPONE : Φ815cm (<math>A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2</math>)</b>	

NAPOMENA: Detaljne planove i pozicije pogledati u planovima armiranja.

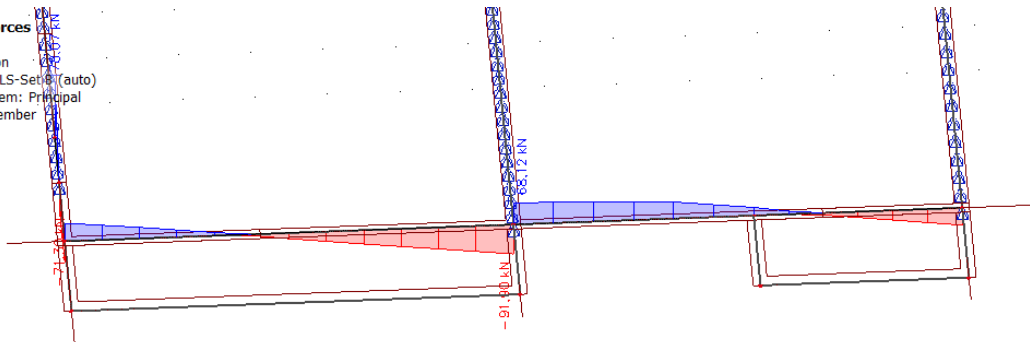
**POZICIJA 302 i 402 -GREDNI NOSAČI, C30/37**

1D internal forces  
Values: My  
Linear calculation  
Combination: ULS-Set 8 (auto)  
Coordinate system: Principal  
Extreme 1D: Member  
Selection: All



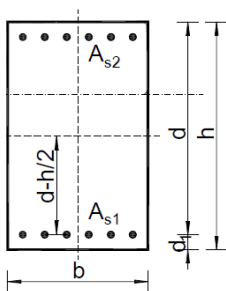
Slika 98 Dijagram momenata savijanja My na gredama

1D internal forces  
Values: Vz  
Linear calculation  
Combination: ULS-Set 8 (auto)  
Coordinate system: Principal  
Extreme 1D: Member  
Selection: All



Slika 99 Dijagram poprečnih sila Vz na gredama

**Poprečni presjek grede:**



b=20 cm  
h=45 cm  
d=42 cm  
d<sub>i</sub>=3 cm

**BETON:**

C30/37

$f_{ck}=30.0$  Mpa

$f_{cd}=30.0/1.5=20$  Mpa

$f_{cd}=2.0$  kN/cm<sup>2</sup>

**ARMATURA:**

B500B

$f_{yk}=500.0$  Mpa

$f_{yd}=500.0/1.15=434.78$  Mpa

$f_{yd}=43.48$  kN/cm<sup>2</sup>

**Dimenzioniranje grede POZ 302 (402)****Dimenzioniranje na moment savijanja:**

Maksimalni moment očitani u dijagramima momenata savijanja iznose:

U POLJU:  $m_y = 64.20 \text{ kNm}$ NA LEŽAJU:  $m_y = 103.45 \text{ kNm}$ 

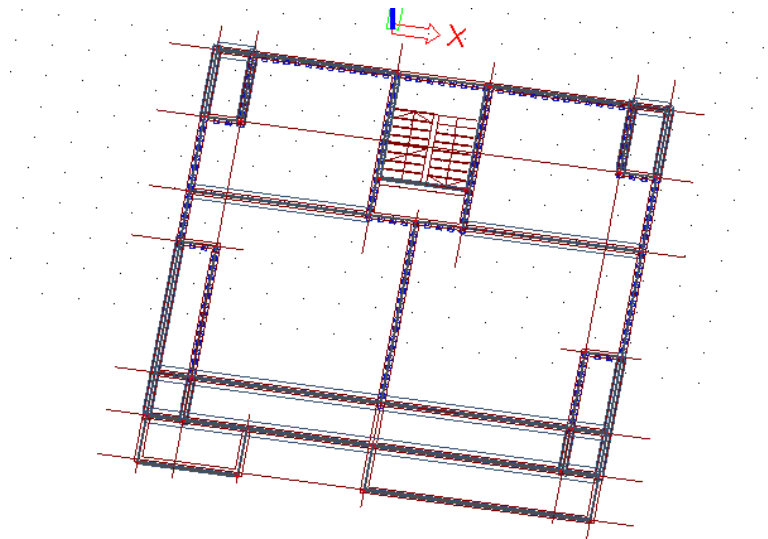
<b>Dimenzioniranje na moment savijanja:</b>	
<b>Proračun armature u polju:</b>	
$\mu_{Ed} = 0.09$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed} = 0.094$ : $\epsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2} = 2.1 \text{ ‰}$ ; $\zeta = 0.934$ ; $\xi = 0.174$
$A_{s1} = 3.76 \text{ cm}^2$	$A_{s,min} = 1.16 \text{ cm}^2 \geq 1.09 \text{ cm}^2$
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: 2Φ20 (<math>A_{s1} = 6.28 \text{ cm}^2</math>)</b>	
<b>Proračun armature nad ležajem:</b>	
$\mu_{Ed} = 0.147$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed} = 0.147$ : $\epsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2} = 3.2 \text{ ‰}$ ; $\zeta = 0.901$ ; $\xi = 0.242$
$A_{s1} = 6.29 \text{ cm}^2$	$A_{s,min} = 1.24 \text{ cm}^2 \geq 1.17 \text{ cm}^2$
<b>ODABRANA ARMATURA NA LEŽAJU: 3Φ20 (<math>A_{s1} = 9.42 \text{ cm}^2</math>)</b>	

<b>Dimenzioniranje na poprečnu silu:</b>	
$\rho_l = 0.011$	$k = 1.69$ $k_1 = 0.15$ $C_{Rdc} = 0.12$
$V_{Rd,c} = 56216.43 \text{ N} = 56.21 \text{ kN}$	$V_{Rd,c} \geq [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cm}] \cdot b_w \cdot d = 35.38 \text{ kN}$
$V_{Rd,max} = 443.52 \text{ kN} > V_{Ed,max}$	$V_{Ed,max} / V_{Rd,max} = 0.21$
$s_{max} = 30.0 \text{ cm}$	Potrebna računaska armatura: $A_{sw,min} = 0.228 \text{ cm}^2$
$V_{Rd,s} = 54,78 \text{ kN}$	$S_w \leq 17.84 \text{ cm}$
<b>ODABRANE SPONE : Φ8/10/15cm (<math>A_{sw} = 0.50 \text{ cm}^2</math>)</b>	

NAPOMENA: Detaljne planove i pozicije pogledati u planovima armiranja.

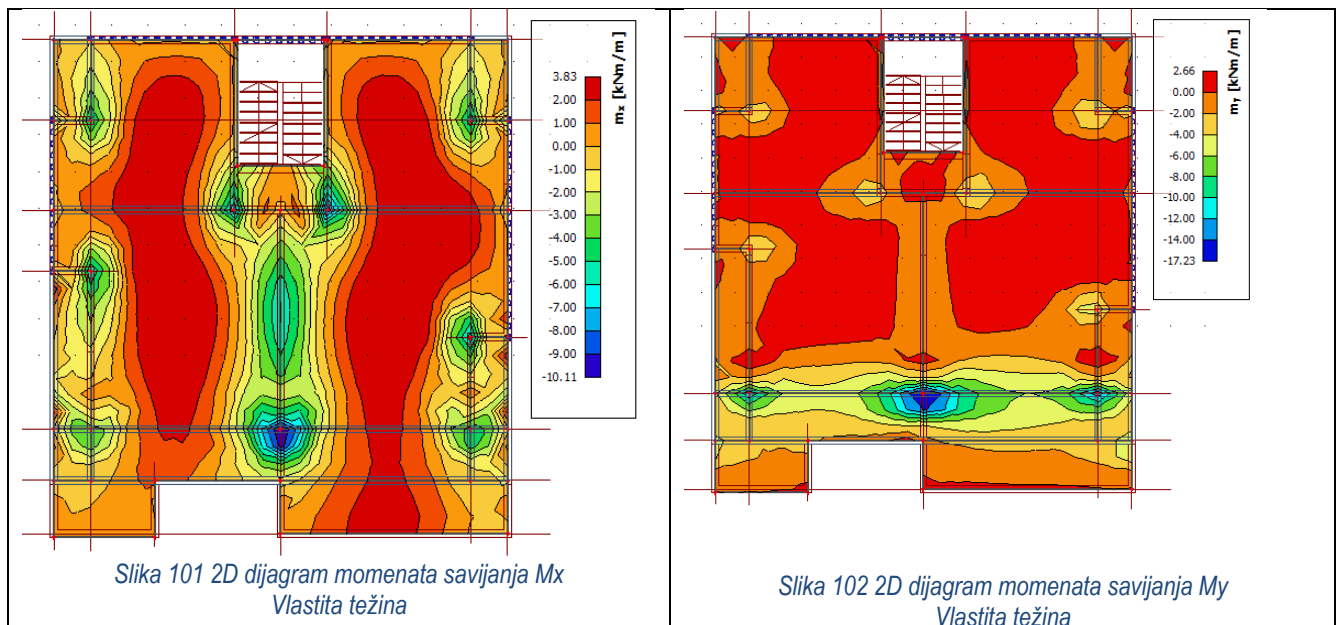
### 9.2.4. Pozicija 200

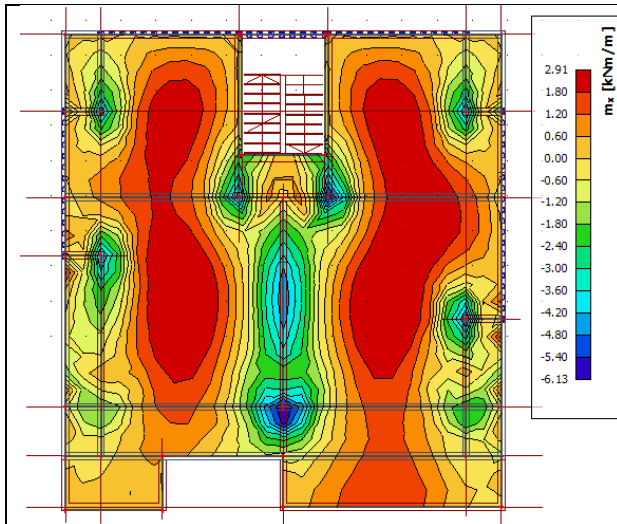
Pozicija 200-međukatna ploča d=16 cm; C30/37, dimenzioniranje na savijanje



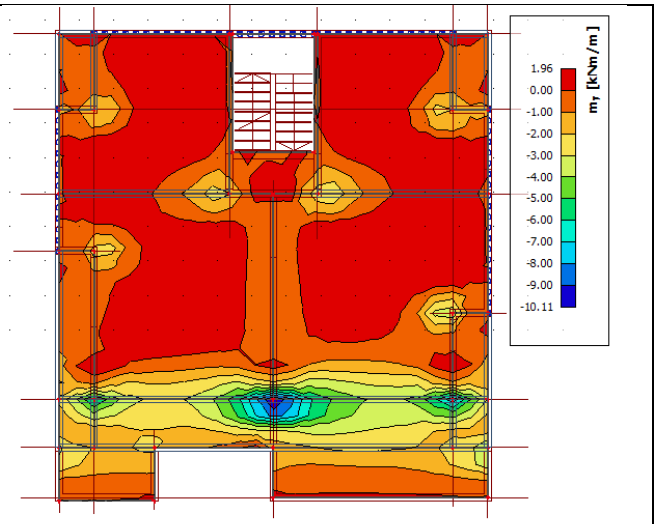
Slika 100 Prikaz numeričkog modela, POZ 200

Dijagrami reznih sila za pojedinačna opterećenja:

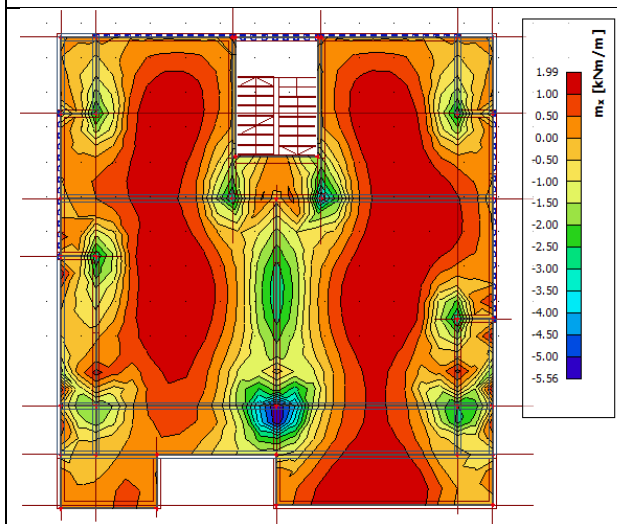




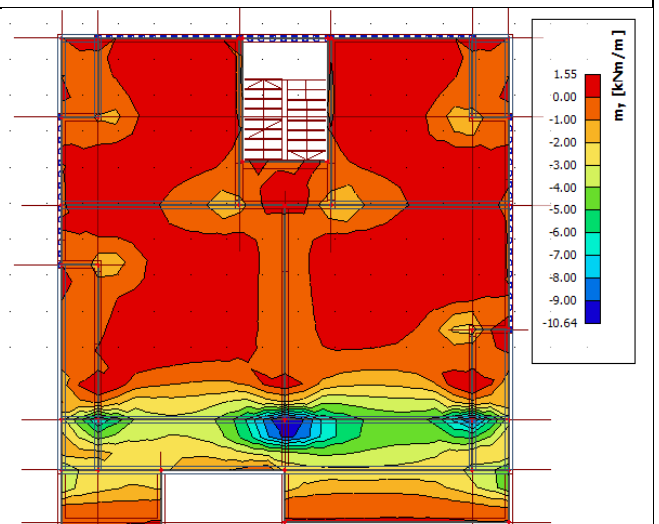
Slika 103 2D dijagram momenata savijanja  $M_x$   
Dodatno stalno



Slika 104 2D dijagram momenata savijanja  $M_y$   
Dodatno stalno



Slika 105 2D dijagram momenata savijanja  $M_x$   
Promjenjivo

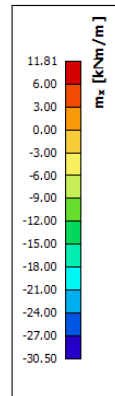
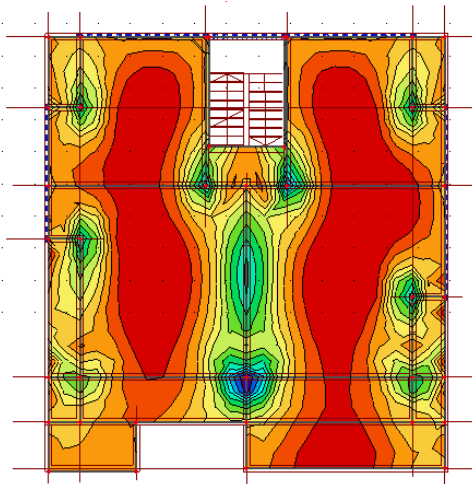


Slika 106 2D dijagram momenata savijanja  $M_y$   
Promjenjivo

Dijagrami reznih sila za kritičnu kombinaciju:  $1.35 \cdot (G + \Delta G) + 1.5 \cdot Q$

**2D internal forces**

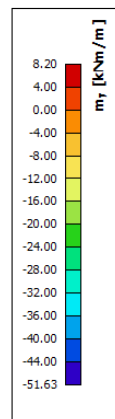
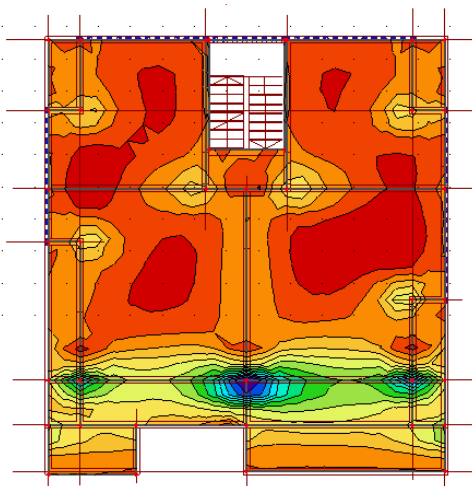
Values:  $m_x$   
Linear calculation  
Combination: ULS-Set B (auto)  
Extreme: Global  
Selection: All  
Location: In nodes avg., System: LCS  
mesh element



Slika 107 2D dijagram momenata savijanja  $M_x$

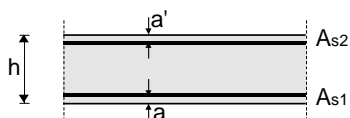
**2D internal forces**

Values:  $m_y$   
Linear calculation  
Combination: ULS-Set B (auto)  
Extreme: Global  
Selection: All  
Location: In nodes avg., System: LCS  
mesh element



Slika 108 2D dijagram momenata savijanja  $M_y$

Poprečni presjek ploče:



$h=16.0$  cm  
 $d=13.0$  cm  
 $a=a'=3.0$ cm

**BETON:**

C30/37  
 $f_{ck}=30.0$  Mpa  
 $f_{cd}=30.0/1.5=20$  Mpa  
 $f_{cd}=2.0$  kN/cm<sup>2</sup>

**ARMATURA:**

B500B  
 $f_{yk}=500.0$  Mpa  
 $f_{yd}=500.0/1.15=434.78$  Mpa  
 $f_{yd}=43.48$  kN/cm<sup>2</sup>

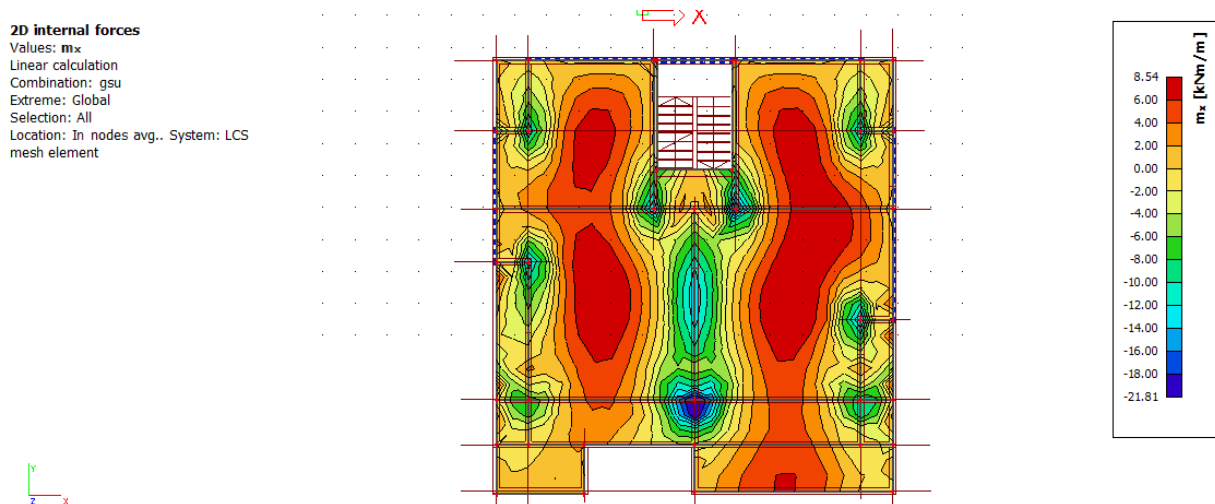
Maksimalni moment očitani u dijagramima momenata savijanja iznose:

U POLJU:  $m_x = 11.81 \text{ kNm}$   
 $m_y = 8.20 \text{ kNm}$ NA LEŽAJU:  $m_x = 20.00 \text{ kNm}$   
 $m_y = 20.00 \text{ kNm}$ LOKALNO:  $m_x = 30.27 \text{ kNm}$   
 $m_y = 52.87 \text{ kNm}$ 

Dimenzioniranje na moment savijanja:	
<b>Proračun armature u polju:</b>	
$\mu_{Ed} = 0.0035$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed} = 0.037$ : $\epsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2} = 1.1 \text{ ‰}$ ; $\zeta = 0.965$ ; $\xi = 0.099$
$A_{s1} = 2.17 \text{ cm}^2$	$A_{s,min} = 1.79 \text{ cm}^2 \geq 1.69 \text{ cm}^2$
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: Q -335 (<math>A_{s1} = 3.35 \text{ cm}^2</math>)</b>	
<b>Proračun armature nad ležajem:</b>	
$\mu_{Ed} = 0.059$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed} = 0.071$ : $\epsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2} = 1.5 \text{ ‰}$ ; $\zeta = 0.953$ ; $\xi = 0.130$
$A_{s1} = 3.71 \text{ cm}^2$	$A_{s,min} = 1.79 \text{ cm}^2 \geq 1.69 \text{ cm}^2$
<b>ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: Q -385 (<math>A_{s1} = 3.85 \text{ cm}^2</math>)</b>	
<b>Proračun armature (lokalno)- <math>m_x = 30.50 \text{ kNm}</math> i <math>51.63 \text{ kNm}</math> na istom su mjestu.</b>	
$\mu_{Ed} = 0.156$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed} = 0.159$ : $\epsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2} = 3.5 \text{ ‰}$ ; $\zeta = 0.892$ ; $\xi = 0.259$
$A_{s1} = 10.49 \text{ cm}^2$	$A_{s,min} = 1.79 \text{ cm}^2 \geq 1.69 \text{ cm}^2$
<b>ODABRANA ARMATURA (LOKALNO): Q-785 + 2<math>\Phi</math>14 (<math>A_{s1} = 10.93 \text{ cm}^2</math>)</b>	

## KONTROLA GRANIČNOG STANJA UPORABLJIVOSTI

## Kontrola pukotina

Slika 109 2D Vrijednost momenata savijanja za GSU  $M_x$ - Očitana maksimalna vrijednost momenta savijanja u polju iznosi  $M_{Ed} = 8.54 \text{ kNm}$ .**GSU-Kontrola pukotina:**- nije potrebno posebno provjeravati ( $d < 20 \text{ cm}$ , ispravno armirana i proračunata prema GSN)

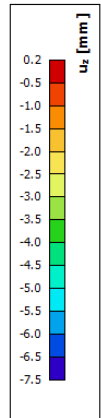
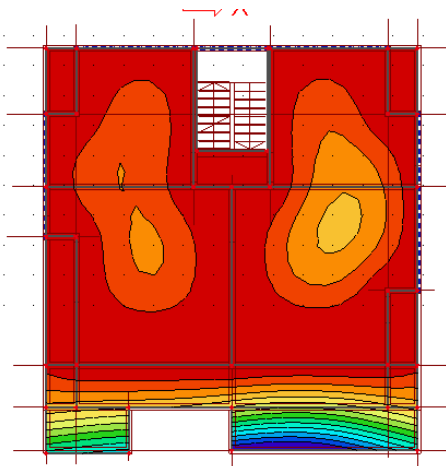
PUKOTINE ZADOVOLJAVAJU



### Kontrola progiba

**2D displacement**

Values:  $u_z$   
Linear calculation  
Combination: gsu  
Extreme: Global  
Selection: All  
Location: In nodes avg. on macro.  
System: LCS mesh element



Slika 110 Vrijednost progiba na ploči

**Kontrola progiba:**

$\delta_{lim}=2.0$  cm;  $f_{cm}=38$  Mpa;  $f_{ctm}=2.9$  Mpa;  $\alpha_{el}=6.06$ ;  $A_{s1}=3.85$  cm<sup>2</sup>;  $A_{s2}=3.35$  cm<sup>2</sup>;

$I_1=35293.94$  cm<sup>4</sup>  $1/r_1=6.89 \cdot 10^{-7}$

$x=2.24$  cm;  $I_2=3075.65$  cm<sup>4</sup>;  $1/r_2=7.90 \cdot 10^{-6}$ ;  $\sigma_{s1}=170.87$  MPa;  $M_{cr}=16.21$  kNm;  $\sigma_{sr}=345.43$  MPa

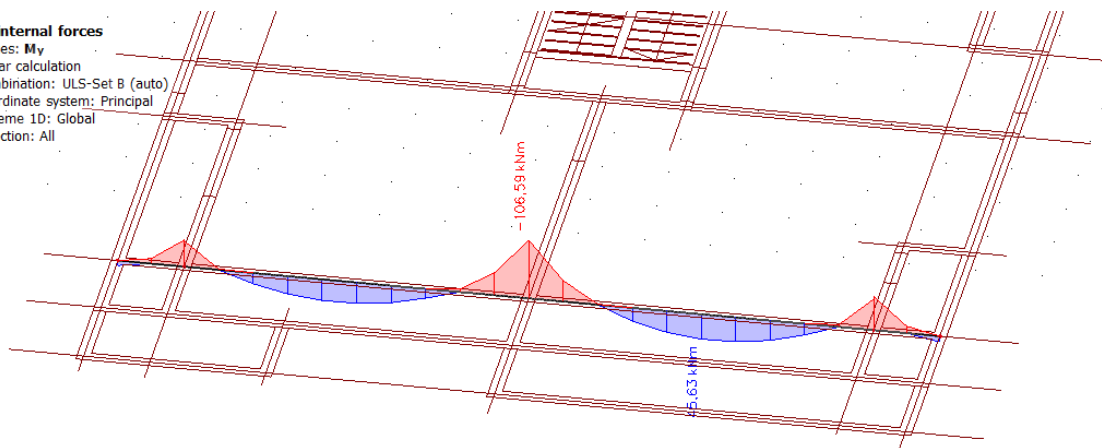
$\zeta=0.4$ ;  $1/r_m=6.77 \cdot 10^{-6}$

$\delta_{tot}=0.08$ cm <  $\delta_{tot}$  2.0 cm **PROGIBI ZADOVOLJAVAJU**

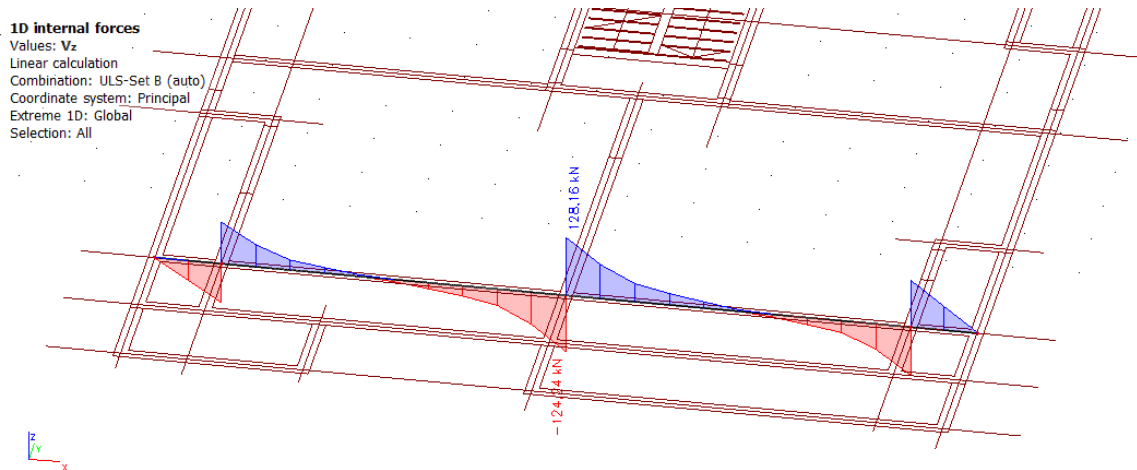
### POZICIJA 205, 206, 202 -GREDNI NOSAČI, C30/37

**1D internal forces**

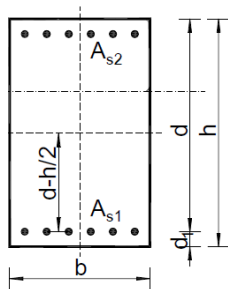
Values:  $M_y$   
Linear calculation  
Combination: ULS-Set B (auto)  
Coordinate system: Principal  
Extreme 1D: Global  
Selection: All



Slika 111 Dijagram momenata savjjanja  $M_y$  na gredama



Slika 112 Dijagram poprečnih sila Vz na gredama

**Poprečni presjek grede:**

$b=20$  cm  
 $h=45$  cm  
 $d=42$  cm  
 $d_1=3$  cm

**BETON:**

C30/37

 $f_{ck}=30.0$  Mpa $f_{cd}=30.0/1.5=20$  Mpa $f_{cd}=2.0$  kN/cm<sup>2</sup>**ARMATURA:**

B500B

 $f_{yk}=500.0$  Mpa $f_{yd}=500.0/1.15=434.78$  Mpa $f_{yd}=43.48$  kN/cm<sup>2</sup>**Dimenzioniranje na moment savijanja:**

Maksimalni moment očitani u dijagramima momenata savijanja iznose:

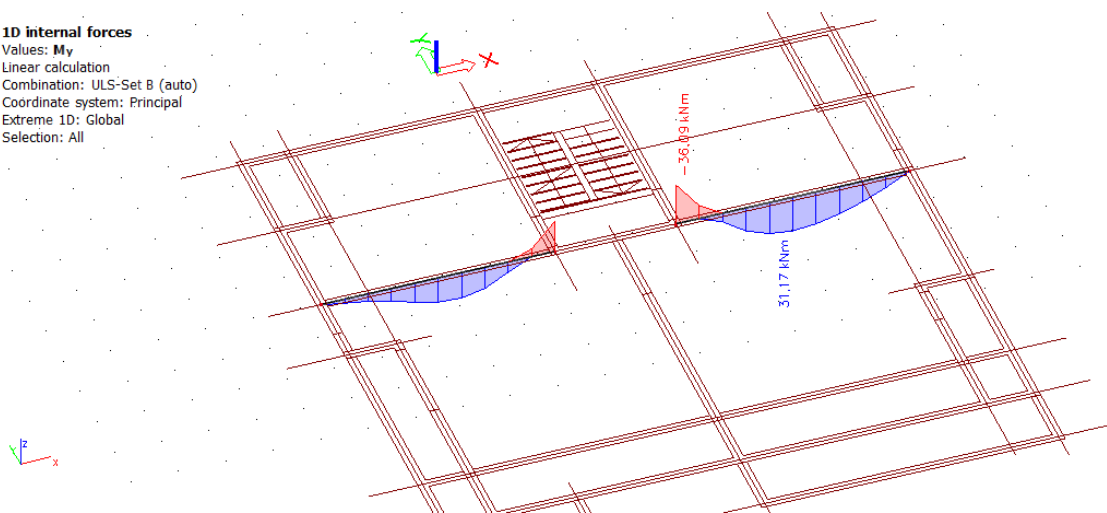
U POLJU:  $m_y= 45.63$  kNmNA LEŽAJU:  $m_y= 106.59$  kNm**Dimenzioniranje na moment savijanja:****Proračun armature u polju:** $\mu_{Ed}=0.064$ Iz tablice očitano za  $\mu_{Ed}=0.065$ :  $\epsilon_{s1}=10.0$  ‰;  $\epsilon_{c2}=1.6$  ‰;  $\zeta=0.950$ ;  $\xi=0.138$  $A_{s1}=2.63$  cm<sup>2</sup> $A_{s,min} = 1.16$  cm<sup>2</sup>  $\geq 1.09$  cm<sup>2</sup>**ODABRANA ARMATURA U POLJU: 2Φ20 ( $A_{s1}=6.28$  cm<sup>2</sup>)****Proračun armature nad ležajem:** $\mu_{Ed}=0.151$ Iz tablice očitano za  $\mu_{Ed}=0.151$ :  $\epsilon_{s1}=10.0$  ‰;  $\epsilon_{c2}=3.3$  ‰;  $\zeta=0.898$ ;  $\xi=0.248$  $A_{s1}=6.5$  cm<sup>2</sup> $A_{s,min} = 1.16$  cm<sup>2</sup>  $\geq 1.09$  cm<sup>2</sup>**ODABRANA ARMATURA NA LEŽAJU: 3Φ20 ( $A_{s1}=9.42$  cm<sup>2</sup>)**

Dimenzioniranje na poprečnu silu:	
$\rho_l=0.012$ $k=1.69$ $k_1=0.15$ $C_{Rdc}=0.12$	
$V_{Rd,c}=56216.43 \text{ N}=56.21 \text{ kN}$	$V_{Rd,c} \geq [v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cm}] \cdot b_w \cdot d = 35.38 \text{ kN}$
$V_{Rd,max}=443.52 \text{ kN} > V_{Ed,max}$	$V_{Ed,max}/V_{Rd,max}=0.29$
$s_{\max}=30.0 \text{ cm}$	Potrebna računska armatura: $A_{sw,min}=0.228 \text{ cm}^2$ odabrano: $\Phi 8/20 \text{ cm}$ ( $A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2$ )
$V_{Rd,s}=54,78 \text{ kN}$	$S_w \leq 12.79 \text{ cm}$
<b>ODABRANE SPONE : <math>\Phi 8/10 \text{ cm}</math> (<math>A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2</math>)</b>	

## POZICIJA 201 -GREDNI NOSAČI, C30/37

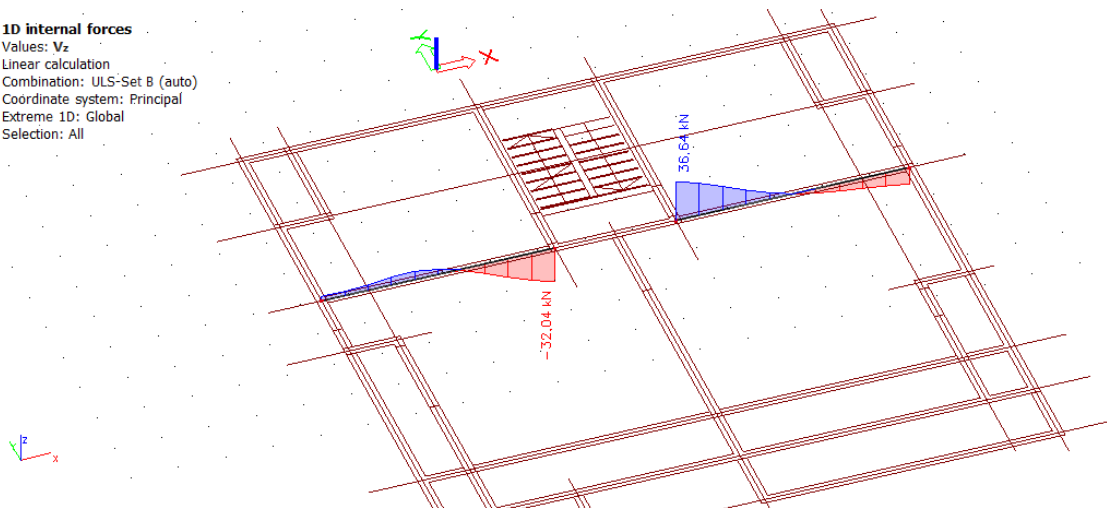
## 1D internal forces

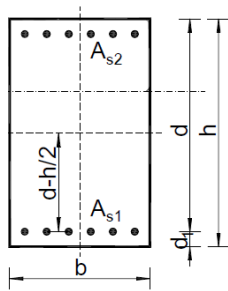
Values:  $M_y$   
 Linear calculation  
 Combination: ULS-Set B (auto)  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All

Slika 113 Dijagram momenata savijanja  $M_y$  na gredama

## 1D internal forces

Values:  $V_z$   
 Linear calculation  
 Combination: ULS-Set B (auto)  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All

Slika 114 Dijagram poprečnih sila  $V_z$  na gredama

**Poprečni presjek grede:**

$b=20$  cm  
 $h=40$  cm  
 $d=37$  cm  
 $d_1=3$  cm

**BETON:**

C30/37

 $f_{ck}=30.0$  Mpa $f_{cd}=30.0/1.5=20$  Mpa $f_{cd}=2.0$  kN/cm<sup>2</sup>**ARMATURA:**

B500B

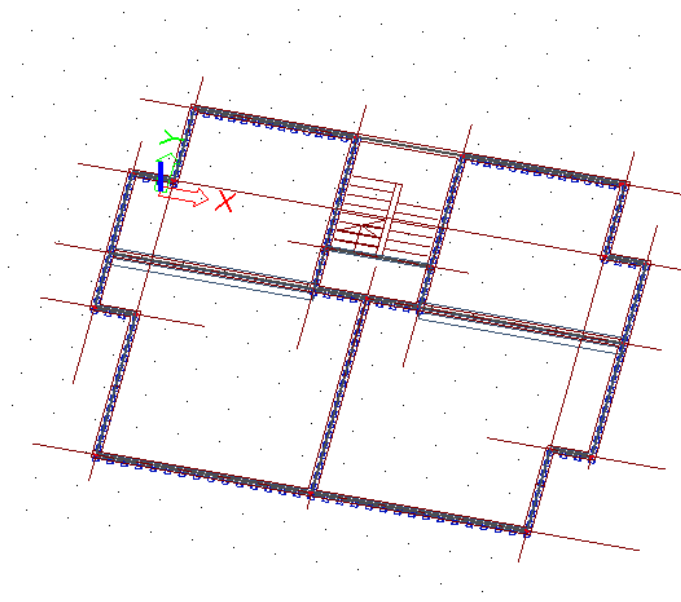
 $f_{yk}=500.0$  Mpa $f_{yd}=500.0/1.15=434.78$  Mpa $f_{yd}=43.48$  kN/cm<sup>2</sup>**Dimenzioniranje grede POZ 201****Dimenzioniranje na moment savijanja:**

Maksimalni moment očitani u dijagramima momenata savijanja iznose:

U POLJU:  $m_y= 31.17$  kNmNA LEŽAJU:  $m_y= 36.09$  kNm**Dimenzioniranje na moment savijanja:****Proračun armature u polju:** $\mu_{Ed}=0.057$  Iz tablice očitano za  $\mu_{Ed}=0.059$ :  $\epsilon_{s1}=10.0$  ‰;  $\epsilon_{c2}=1.5$  ‰;  $\zeta=0.953$ ;  $\xi=0.130$  $A_{s1}=2.03$  cm<sup>2</sup> $A_{s,min} = 1.02$  cm<sup>2</sup>  $\geq 0.96$  cm<sup>2</sup>**ODABRANA ARMATURA U POLJU: 2Φ14 ( $A_{s1}=3.08$  cm<sup>2</sup>)****Proračun armature nad ležajem:** $\mu_{Ed}=0.066$  Iz tablice očitano za  $\mu_{Ed}=0.071$ :  $\epsilon_{s1}=10.0$  ‰;  $\epsilon_{c2}=1.7$  ‰;  $\zeta=0.947$ ;  $\xi=0.145$  $A_{s1}=2.37$  cm<sup>2</sup> $A_{s,min} = 1.02$  cm<sup>2</sup>  $\geq 0.96$  cm<sup>2</sup>**ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: 2Φ14 ( $A_{s1}=3.08$  cm<sup>2</sup>)****Dimenzioniranje na poprečnu silu:** $\rho_l=0.012$   $k=1.73$   $k_1=0.15$   $C_{Rdc}=0.12$  $V_{Rd,c}=56216.43$  N=56.22kN  $V_{Rd,c} \geq [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cm}] \cdot b_w \cdot d = 32.43$  kN $V_{Rd,max}=390.72$  kN  $> V_{Ed,max}$   $V_{Ed,max}/V_{Rd,max}=0.09$  $s_{max}=27.75$  cm Potrebna računaska armatura:  $A_{sw,min}=0.228$  cm<sup>2</sup> $V_{Rd,s}=48.26$  kN  $S_w \leq 39.43$  cm**ODABRANE SPONE : Φ8/20cm ( $A_{sw}=0.50$  cm<sup>2</sup>)**

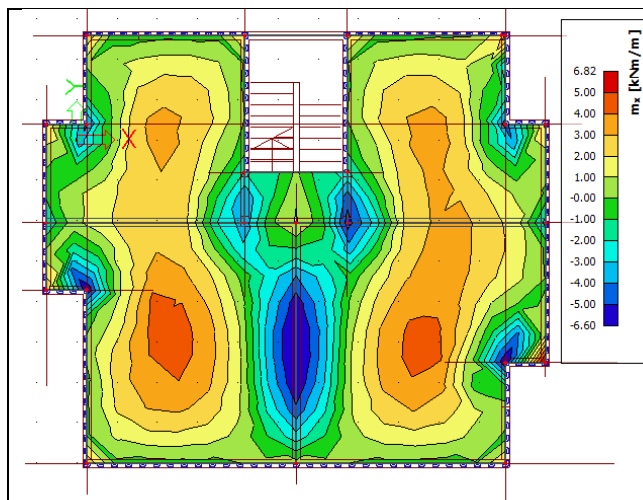
### 9.2.5. Pozicija 100

Pozicija 100-međukatna ploča d=16 cm; C30/37, dimenzioniranje na savijanje

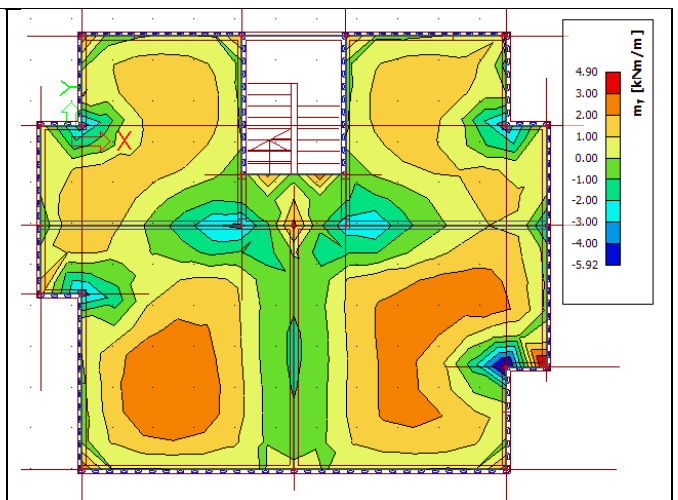


Slika 115 Prikaz numeričkog modela, POZ 100

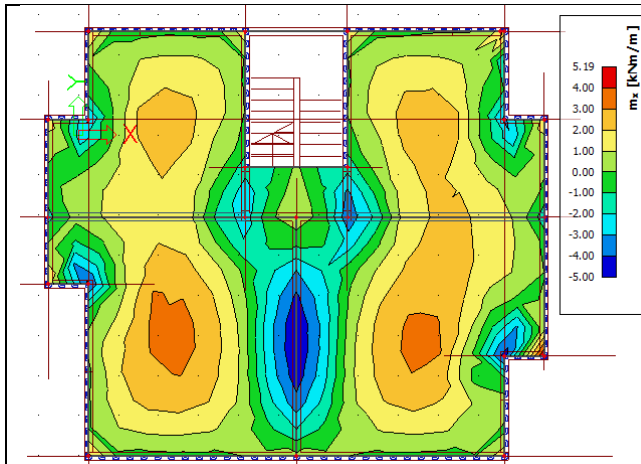
Dijagrami reznih sila:



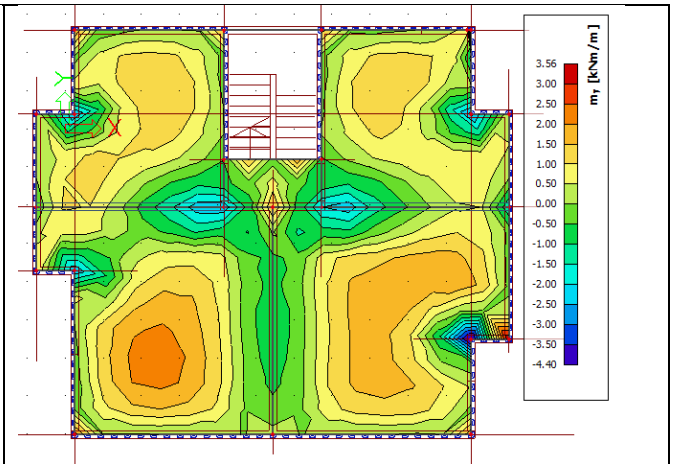
Slika 116 2D dijagram momenata savijanja  $M_x$   
Vlastita težina



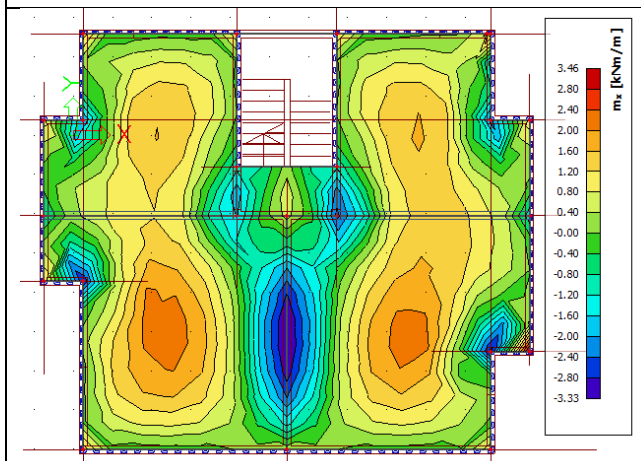
Slika 117 2D dijagram momenata savijanja  $M_y$   
Vlastita težina



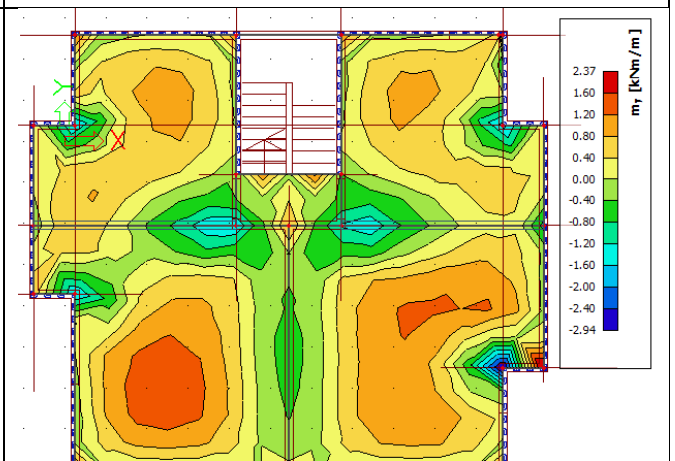
Slika 118 2D dijagram momenata savijanja  $M_x$   
Dodatno stalno



Slika 119 2D dijagram momenata savijanja  $M_y$   
Dodatno stalno



Slika 120 2D dijagram momenata savijanja  $M_x$   
Promjenjivo

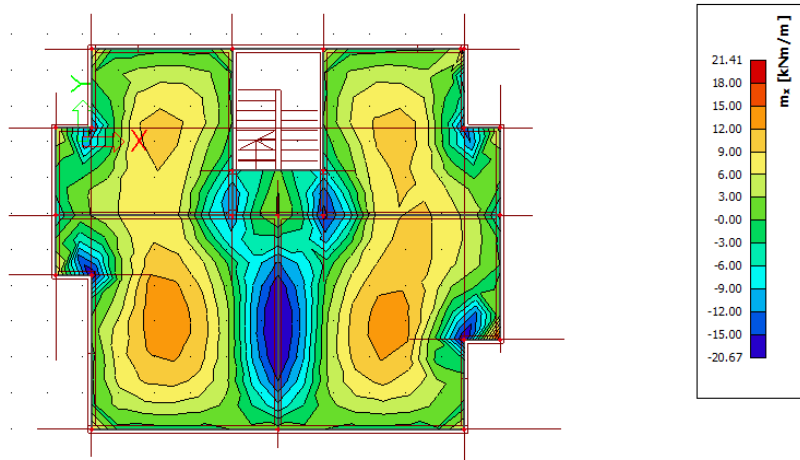


Slika 121 2D dijagram momenata savijanja  $M_y$   
Promjenjivo

Dijagrami reznih sila za kritičnu kombinaciju:  $1.35 \cdot (G + \Delta G) + 1.5 \cdot Q$

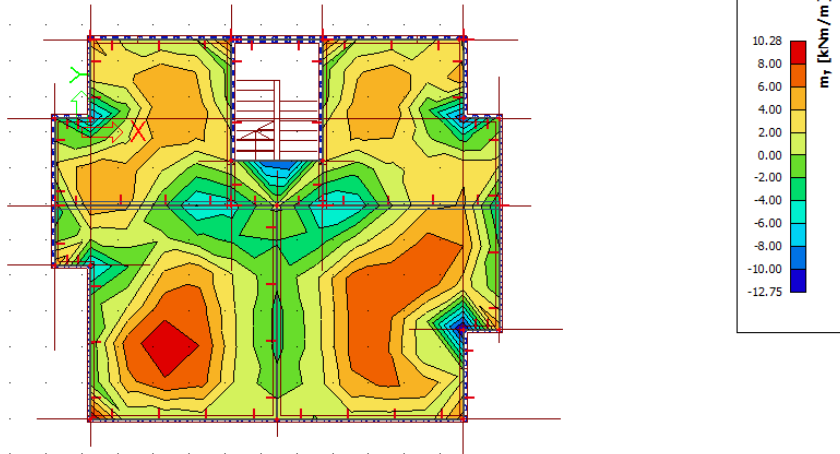
**2D internal forces**

Values:  $m_x$   
Linear calculation  
Combination: ULS-Set B (auto)  
Extreme: Global  
Selection: All  
Location: In nodes avg., Rotation of the planar system: LCS-Member 2D



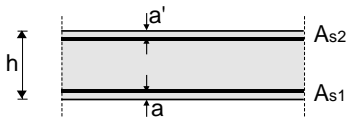
Slika 122 2D dijagram momenata savijanja  $M_x$

**2D internal forces**  
Values:  $m_y$   
Linear calculation  
Combination: ULS-Set B (auto)  
Extreme: Global  
Selection: All  
Location: In nodes avg.. System: LCS  
mesh element



Slika 123 2D dijagram momenata savijanja  $M_y$

Poprečni presjek ploče:



$h=16.0$  cm  
 $d=13.0$  cm  
 $a=a'=3.0$  cm

**BETON:**

C30/37  
 $f_{ck}=30.0$  Mpa  
 $f_{cd}=30.0/1.5=20$  Mpa  
 $f_{cd}=2.0$  kN/cm<sup>2</sup>

**ARMATURA:**

B500B  
 $f_{yk}=500.0$  Mpa  
 $f_{yd}=500.0/1.15=434.78$  Mpa  
 $f_{yd}=43.48$  kN/cm<sup>2</sup>

Maksimalni moment očitani u dijagramima momenata savijanja iznose:

U POLJU:  $m_x= 15.00$  kNm      NA LEŽAJU:  $m_x= 20.67$  kNm  
 $m_y= 10.28$  kNm       $m_y= 12.75$  kNm

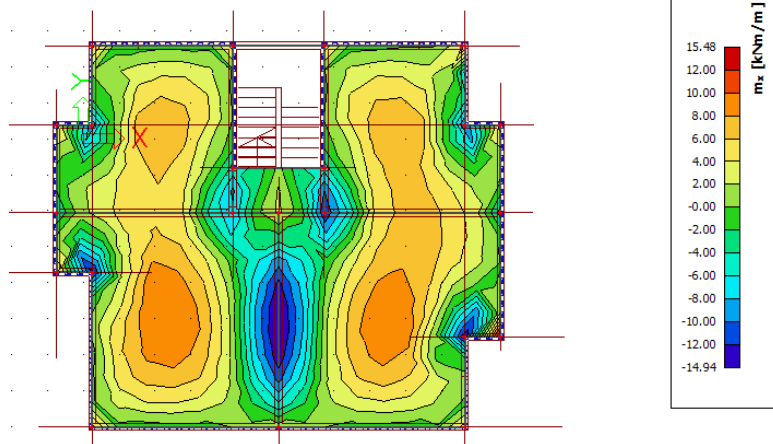
<b>Dimenzioniranje na moment savijanja:</b>	
<b>Proračun armature u polju:</b>	
$\mu_{Ed}=0.044$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.048$ : $\epsilon_{s1}=10.0$ ‰; $\epsilon_{c2}=1.3$ ‰; $\zeta=0.959$ ; $\xi=0.115$
$A_{s1}=2.77$ cm <sup>2</sup>	$A_{s,min} = 1.79$ cm <sup>2</sup> $\geq 1.69$ cm <sup>2</sup>
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: Q 335 (<math>A_{s1}=3.35</math> cm<sup>2</sup>)</b>	
<b>Proračun armature nad ležajem:</b>	
$\mu_{Ed}=0.061$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.071$ : $\epsilon_{s1}=10.0$ ‰; $\epsilon_{c2}=1.6$ ‰; $\zeta=0.950$ ; $\xi=0.138$
$A_{s1}=3.85$ cm <sup>2</sup>	$A_{s,min} = 1.79$ cm <sup>2</sup> $\geq 1.69$ cm <sup>2</sup>
<b>ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: Q 335 + <math>\Phi 10/20</math>cm (<math>A_{s1}=7.28</math> cm<sup>2</sup>)</b>	

## KONTROLA GRANIČNOG STANJA UPORABLJIVOSTI

## Kontrola pukotina

## 2D internal forces

Values:  $m_x$   
 Linear calculation  
 Combination: gsu  
 Extreme: Global  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg... System: LCS  
 mesh element

Slika 124 2D Vrijednost momenata savijanja za GSU  $M_x$ 

- Očitana maksimalna vrijednost momenta savijanja u polju iznosi  $M_{Ed}=12.00$  kNm.

GSU-Kontrola pukotina:

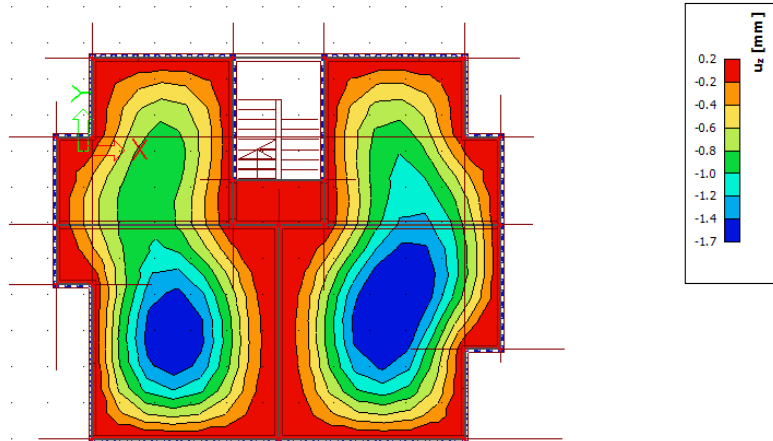
- nije potrebno posebno provjeravati ( $d < 20$  cm, ispravno armirana i proračunata prema GSN)

**PUKOTINE ZADOVOLJAVAJU**

## Kontrola progiba

## 2D displacement

Values:  $u_z$   
 Linear calculation  
 Combination: gsu  
 Extreme: Global  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element



Slika 125 Vrijednost progiba na ploči

**Kontrola progiba:**

$\delta_{lim}=2.0$  cm;  $f_{cm}=38$  Mpa;  $f_{ctm}=2.9$  Mpa;  $\alpha_{el}=6.06$ ;  $A_{s1}=3.35$  cm<sup>2</sup>;  $A_{s2}=3.85$  cm<sup>2</sup>;

$I_1=35224.24$  cm<sup>4</sup>  $1/r_1=1.03 \cdot 10^{-6}$

$x=2.10$  cm;  $I_2=2739.65$  cm<sup>4</sup>;  $1/r_2=1.33 \cdot 10^{-5}$ ;  $\sigma_{s1}=291.25$  MPa;  $M_{cr}=16.21$  kNm;  $\sigma_{sr}=393.52$  MPa

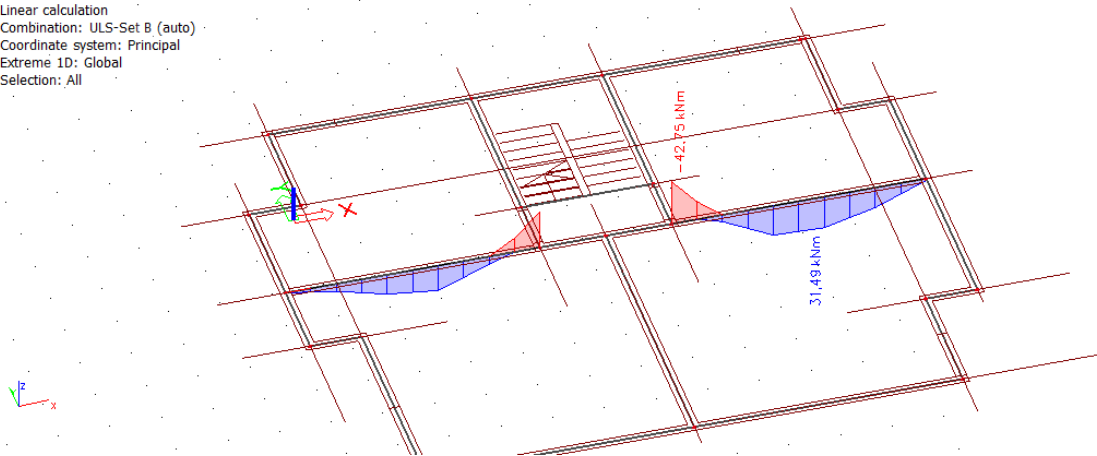
$\zeta=0.09$ ;  $1/r_m=5.96 \cdot 10^{-6}$

**$\delta_{tot}=0.13$ cm  $<$   $\delta_{tot}$  2.0 cm PROGIBI ZADOVOLJAVAJU**



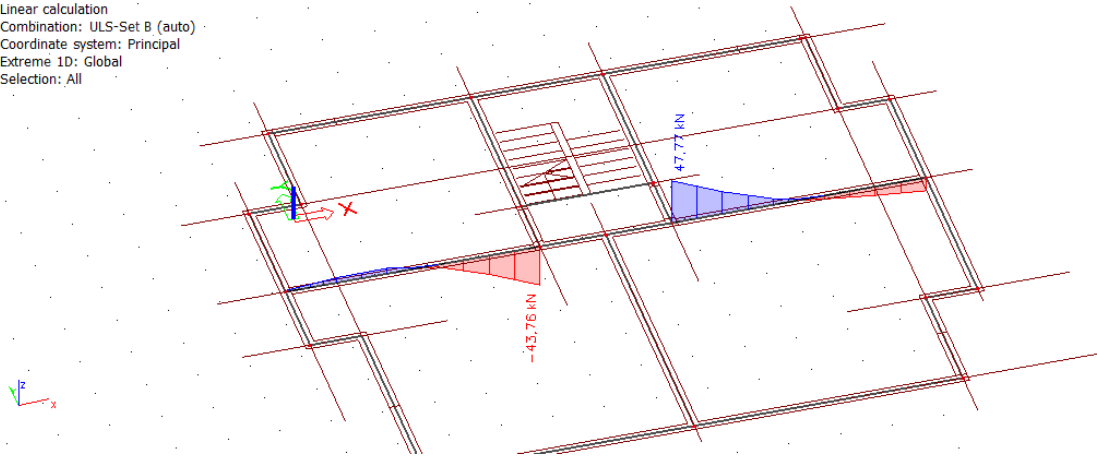
**POZICIJA 101 -GREDNI NOSAČI, C30/37**

**1D internal forces**  
Values: My  
Linear calculation  
Combination: ULS-Set B (auto)  
Coordinate system: Principal  
Extreme 1D: Global  
Selection: All



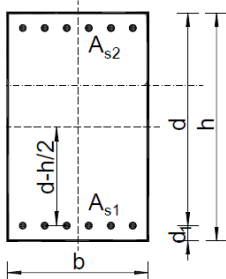
Slika 126 Dijagram momenata savijanja My na gredama

**1D internal forces**  
Values: Vz  
Linear calculation  
Combination: ULS-Set B (auto)  
Coordinate system: Principal  
Extreme 1D: Global  
Selection: All



Slika 127 Dijagram poprečnih sila Vz na gredama

**Poprečni presjek grede:**



b=20 cm  
h=40cm  
d=37cm  
d<sub>1</sub>=3cm

**BETON:**

C30/37  
f<sub>ck</sub>=30.0 Mpa  
f<sub>cd</sub>=30.0/1.5=20 Mpa  
f<sub>cd</sub>=2.0 kN/cm<sup>2</sup>

**ARMATURA:**

B500B  
f<sub>yk</sub>=500.0 Mpa  
f<sub>yd</sub>=500.0/1.15=434.78 Mpa  
f<sub>yd</sub>=43.48 kN/cm<sup>2</sup>

**Dimenzioniranje grede POZ 101****Dimenzioniranje na moment savijanja:**

Maksimalni moment očitani u dijagramima momenata savijanja iznose:

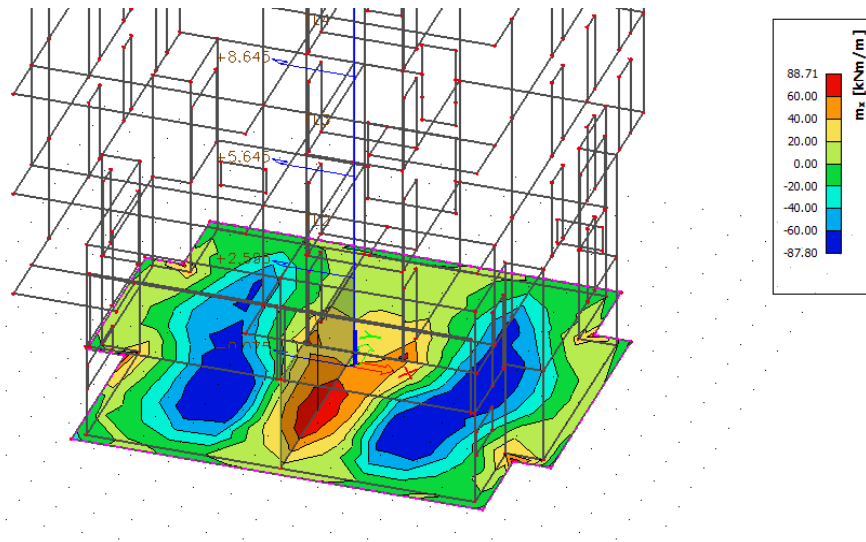
U POLJU:  $m_y = 31.49 \text{ kNm}$ NA LEŽAJU:  $m_y = 42.73 \text{ kNm}$ 

<b>Dimenzioniranje na moment savijanja:</b>	
<b>Proračun armature u polju:</b>	
$\mu_{Ed} = 0.06$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed} = 0.013$ : $\epsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2} = 0.6 \text{ ‰}$ ; $\zeta = 0.981$ ; $\xi = 0.057$
$A_{s1} = 2.00 \text{ cm}^2$	$A_{s,min} = 1.02 \text{ cm}^2 \geq 0.96 \text{ cm}^2$
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: 2Φ14 (<math>A_{s1} = 3.08 \text{ cm}^2</math>)</b>	
<b>Proračun armature nad ležajem:</b>	
$\mu_{Ed} = 0.078$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed} = 0.083$ : $\epsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2} = 1.9 \text{ ‰}$ ; $\zeta = 0.941$ ; $\xi = 0.160$
$A_{s1} = 2.82 \text{ cm}^2$	$A_{s,min} = 1.02 \text{ cm}^2 \geq 0.96 \text{ cm}^2$
<b>ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: 2Φ14 (<math>A_{s1} = 3.08 \text{ cm}^2</math>)</b>	

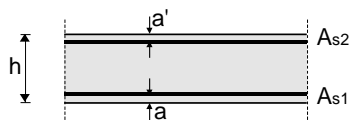
<b>Dimenzioniranje na poprečnu silu:</b>	
$\rho_l = 0.013$	$k = 1.735$ $k_1 = 0.15$ $C_{Rdc} = 0.12$
$V_{Rd,c} = 52883.01 \text{ N} = 52.89 \text{ kN}$	$V_{Rd,c} \geq [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cm}] \cdot b_w \cdot d = 32.43 \text{ kN}$
$V_{Rd,max} = 390.72 \text{ kN} > V_{Ed,max}$	$V_{Ed,max} / V_{Rd,max} = 0.12$
$s_{max} = 27.75 \text{ cm}$	Potrebna računaska armatura: $A_{sw,min} = 0.228 \text{ cm}^2$
$V_{Rd,s} = 48.26 \text{ kN}$	$S_w \leq 30.24 \text{ cm}$
<b>ODABRANE SPONE : Φ8/20cm (<math>A_{sw} = 0.50 \text{ cm}^2</math>)</b>	

**9.2.6. Pozicija 000 – temeljna ploča**

Temeljenje objekta izvodi se na temeljnoj ploči debljine 30 cm. Beton je klase C30/37, a armatura B500B. U nastavku su prikazani rezultati proračuna. Proračun je proveden na način da su se iz prostornog modela za kritične uobičajene kombinacije dobivene maksimalne rezne sile te se uz pomoć njih provelo dimenzioniranje.

Slika 128 Maksimalni moment savijanja  $M_x$ 

Poprečni presjek ploče:



$h=30.0$  cm  
 $d=26.0$  cm  
 $a=a'=4.0$  cm

**BETON:**

C30/37  
 $f_{ck}=30.0$  Mpa  
 $f_{cd}=30.0/1.5=20$  Mpa  
 $f_{cd}=2.0$  kN/cm<sup>2</sup>

**ARMATURA:**

B500B  
 $f_{yk}=500.0$  Mpa  
 $f_{yd}=500.0/1.15=434.78$  Mpa  
 $f_{yd}=43.48$  kN/cm<sup>2</sup>

Maksimalni moment očitani u dijagramima momenata savijanja iznose:

U POLJU:  $m_x=87.80$  kNm

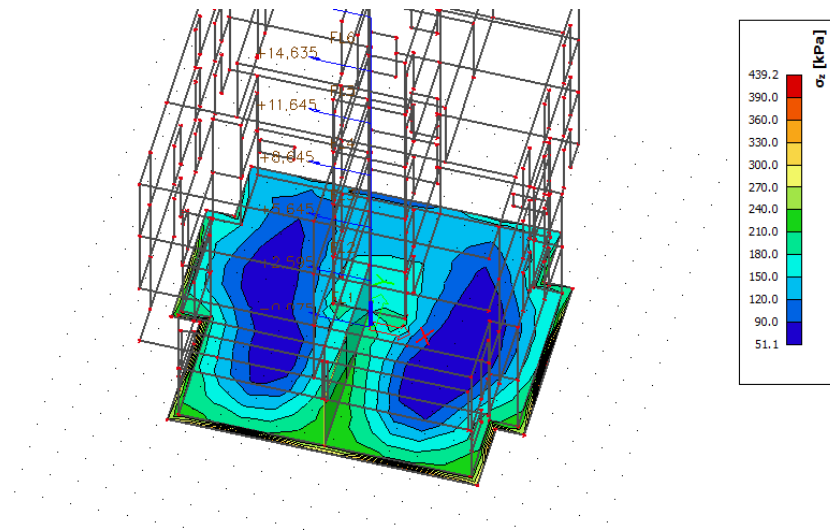
NA LEŽAJU:  $m_x=88.71$  kNm

Dimenzioniranje na moment savijanja:	
<u>Proračun armature (ležaj):</u>	
$\mu_{Ed}=0.155$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.071$ : $\epsilon_{s1}=10.0\%$ ; $\epsilon_{c2}=1.7\%$ ; $\zeta=0.947$ ; $\xi=0.145$
$A_{s1}=8.30$ cm <sup>2</sup>	$A_{s,min} = 3.59$ cm <sup>2</sup>
<b>ODABRANA ARMATURA (Ležaj): Q -503 + <math>\Phi 12/10</math> (<math>A_{s1}=10.68</math> cm<sup>2</sup>)</b>	
<u>Proračun armature (polje):</u>	
$\mu_{Ed}=0.041$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.065$ : $\epsilon_{s1}=10.0\%$ ; $\epsilon_{c2}=1.6\%$ ; $\zeta=0.950$ ; $\xi=0.138$
$A_{s1}=8.18$ cm <sup>2</sup>	$A_{s,min} = 3.59$ cm <sup>2</sup>
<b>ODABRANA ARMATURA (polje): Q -503 (<math>A_{s1}=5.03</math> cm<sup>2</sup>)</b>	
*u gornju zonu u polju dodati 2 mreže Q-503 da se pokrije $A_s=7,73$ cm <sup>2</sup>	

Temeljnu ploču armirati obostrano mrežama Q-503 i s ojačanjima kako je i prikazano u planovima armature. Rub ploče armirati U-vilicama  $\Phi 10/15$  i 6 šipki  $\Phi 14$ . Na spoju sa zidom postaviti vertikalne U vilice  $\Phi 10/15$ .

Na slici je prikazano maksimalno kontaktno naprezanje za uobičajenu kombinaciju.

**2D contact stresses**  
Values:  $\sigma_z$   
Linear calculation  
Combination: ULS-Set B (auto)  
Extreme: Global  
Selection: All  
Location: In nodes avg., System: LCS  
mesh element



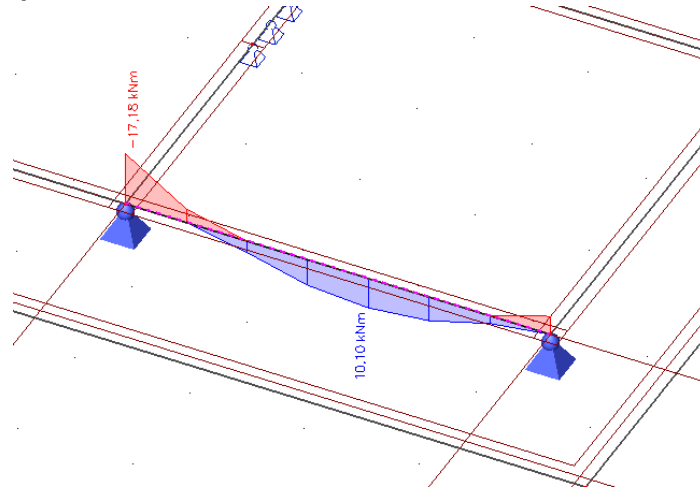
Slika 129 Maksimalno kontaktno naprezanje temeljne ploče

### 9.3. Kontrola GSU - grede

Kontrola GSU odnosno kontrola pukotina i progiba provjerit će se na nekoliko odabranih greda. Mjerodavni momenti u gredama dobiveni su u numeričkom modelu za sljedeću kombinaciju opterećenja:

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

#### 9.3.1. Greda 20/60 na poz 600



Slika 130 Moment savijanja  $m_y$  za GSU

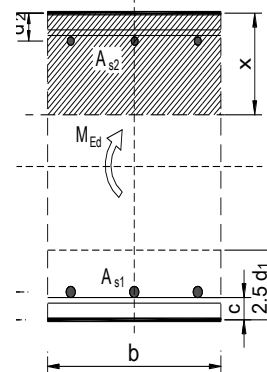
#### Kontrola pukotina:

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

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

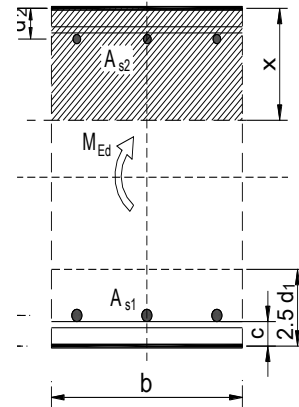
$$w_k = S_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_g$$

$b =$	20,0 cm	$d =$	57,0 cm	$h =$	60,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,08 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	10,1 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	60,90 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	9,45 cm	$r_{p,\text{eff}} =$	0,0205		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	-0,000013	$< 0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000183		
$\varnothing =$	14,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$S_{r,\max} =$	217,91 mm				
$w_k = S_{r,\max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,040 mm	$< w_g$			



→ Odabrana armatura u polju zadovoljava u pogledu širine pukotine.

$b =$	20,0 cm	$d =$	57,0 cm	$h =$	60,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	4,62 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
$M_{Ed} =$	17,2 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	69,75 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	11,34 cm	$r_{p,eff} =$	0,0308		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000125	$<$	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000209	
$\emptyset =$	14,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	179,27 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,038 mm	$<$	$w_g$		



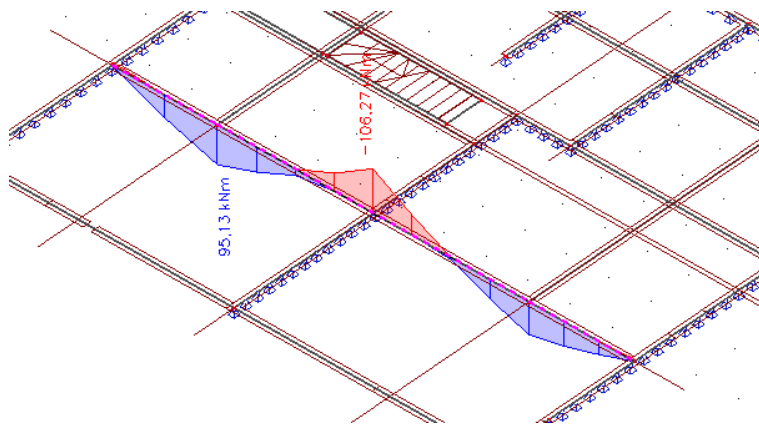
→ Odabrana armatura na ležaju zadovoljava u pogledu širine pukotine.

### **Kontrola progiba:**

Granična vrijednost progiba grede u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{350}{250} = 1,4 \text{ cm}$

Kontrola progiba za navedenu gredu nije potrebna jer je  $l/d > (l/d)_{stv}$ . (Prema postupku iz Interna skripta Osnova betonskih konstrukcija, Alen Harapin i Jure Radnić, str. 107)

### **9.3.2. Greda 20/48 na poz 500**

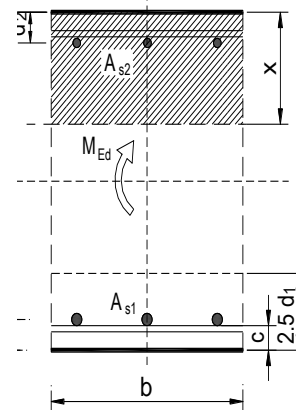


Slika 131 Moment savijanja  $m_y$  za GSU

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

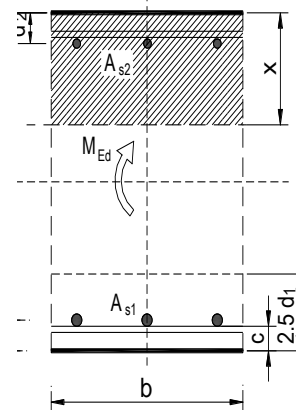
Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

$b =$	20,0 cm	$d =$	45,0 cm	$h =$	48,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	9,42 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	9,42 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
$M_{Ed} =$	95,1 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	244,39 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	11,83 cm	$r_{p,eff} =$	0,0628		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,001094	$>$	$0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000733	
$\varnothing =$	20,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	156,14 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,171 mm	$<$	$w_g$		



→ Odabrana armatura u polju zadovoljava u pogledu širine pukotine.

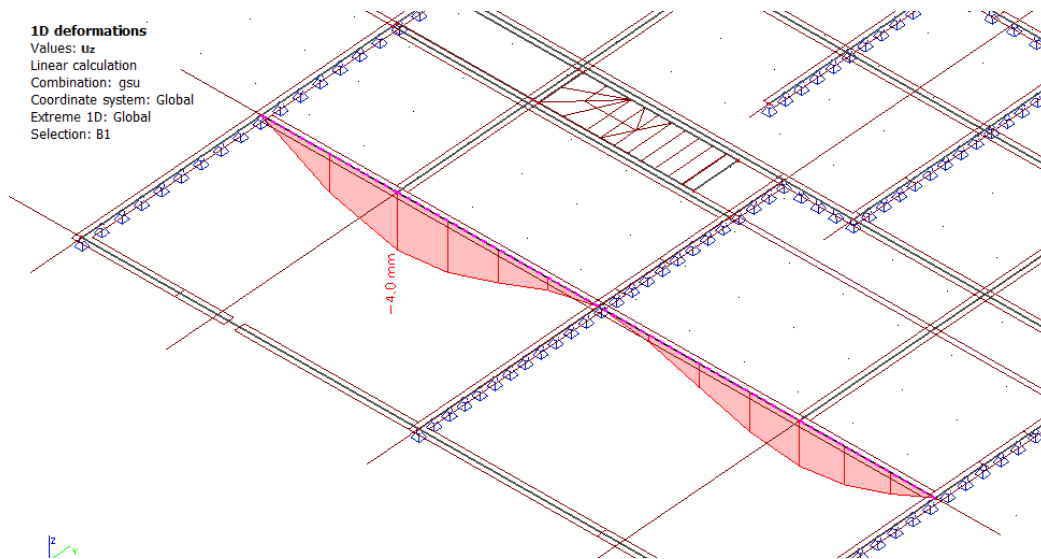
$b =$	20,0 cm	$d =$	45,0 cm	$h =$	48,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	9,42 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	9,42 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	106,3 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	273,18 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	11,83 cm	$r_{p,eff} =$	0,0628		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,001238	$>$	$0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000820	
$\varnothing =$	20,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	156,14 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,193 mm	$<$	$w_g$		



→ Odabrana armatura na ležaju zadovoljava u pogledu širine pukotine.

**Kontrola progiba**

Progibi greda su također dobiveni kroz numerički model. Također se koriste rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja: GSU 1 : 1,0G + 1,0ΔG + 1,0Q



Slika 132 Progib na gredi za GSU

Granična vrijednost progiba grede u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{600}{250} = 2,4 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib grede (očitano iz modela):  $f_k = 0,4 \text{ cm}$

Ukupni progib:  $f_d = \phi(\infty) \cdot K_r \cdot f_k$

Starost betona u trenutku nanošenja opterećenja (dani)	Srednji polumjer presjeka $2 A_{s2}$ (mm)					
	50	150	600	50	150	600
	Okolina elementa					
	Suho, unutrašnje prostorije Vlaga $\approx 50\%$			Vlažno, na otvorenom Vlaga $\approx 80\%$		
1	5.5	4.6	3.7	3.6	3.2	2.9
7	3.9	3.1	2.6	2.6	2.3	2.0
28	3.0	2.5	2.0	1.9	1.7	1.5
90	2.4	2.0	1.6	1.5	1.4	1.2
365	1.8	1.5	1.2	1.1	1.0	1.0

Tablica 12 Konačne vrijednosti koeficijenta puzanja  $\rho(\infty, t_0)$ 

Konačni koeficijent puzanja za starost betona od 90 dana sa vlagom od 50%:

$$\rho(\infty) = 2,4$$

$$K_r = 0,48 - 0,45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0,85 - 0,45 \cdot \frac{9,42}{9,42} = 0,4$$

$$f_d = 2,4 \cdot 0,4 \cdot 0,4 = 0,4 \text{ cm}$$

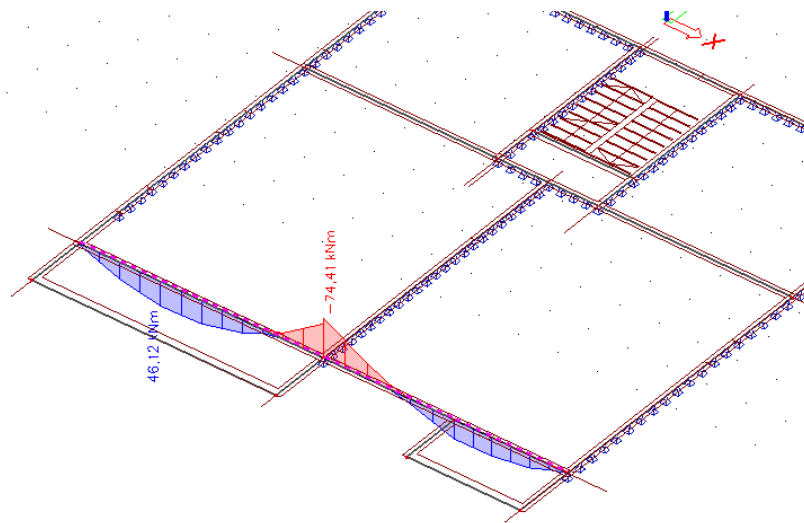
$$f_{uk} = f_k + f_d = 0,4 + 0,4 = 0,8 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2,4 \text{ cm}$$



## 9.3.3. Greda 20/45 na poz 300 (400)

## 1D internal forces

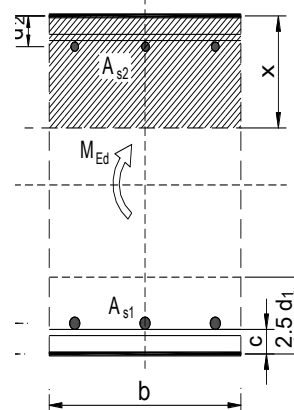
Values:  $M_y$   
 Linear calculation  
 Combination: gsu  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Member  
 Selection: B1

Slika 133 Moment savijanja  $m_y$  za GSU

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

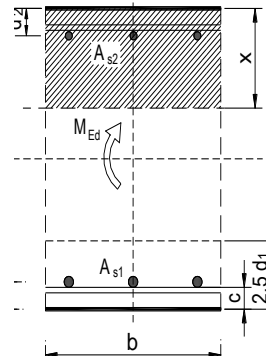
Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

$b =$	20,0 cm	$d =$	42,0 cm	$h =$	45,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	6,28 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
$M_{Ed} =$	46,1 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	191,43 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	10,91 cm	$r_{p,eff} =$	0,0419		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000783	$>$	$0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000574	
$\emptyset =$	20,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	183,21 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,144 mm $<$ $w_g$				



→ Odabrana armatura u polju zadovoljava u pogledu širine pukotine.

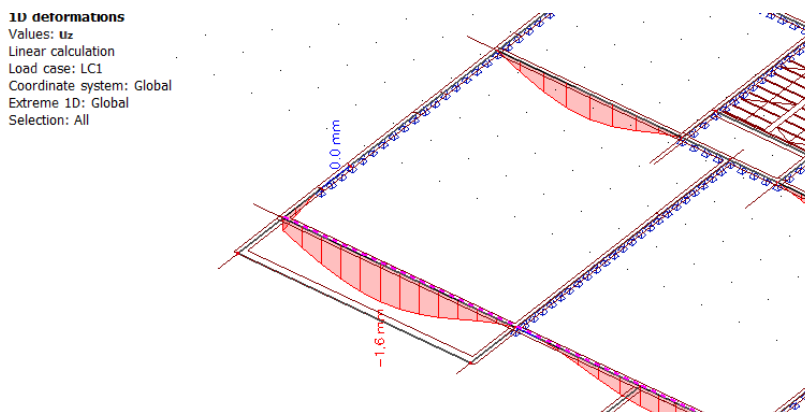
$b =$	20,0 cm	$d =$	42,0 cm	$h =$	45,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	6,28 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	74,4 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	308,86 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	10,91 cm	$r_{p,eff} =$	0,0419		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,001371	$>$	$0,6 \cdot s_s/E_s =$	0,000927	
$\emptyset =$	20,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	183,21 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,251 mm < $w_g$				



→ Odabrana armatura na ležaju zadovoljava u pogledu širine pukotine.

### Kontrola progiba

Progibi greda su također dobiveni kroz numerički model. Također se koriste rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja: GSU 1 : 1,0G + 1,0ΔG + 1,0Q



Slika 134 Progib na gredi za GSU

Granična vrijednost progiba grede u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{600}{250} = 2,4 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib grede (očitano iz modela):  $f_k = 0,16 \text{ cm}$

Ukupni progib:  $f_d = \rho(\infty) \cdot K_r \cdot f_k$

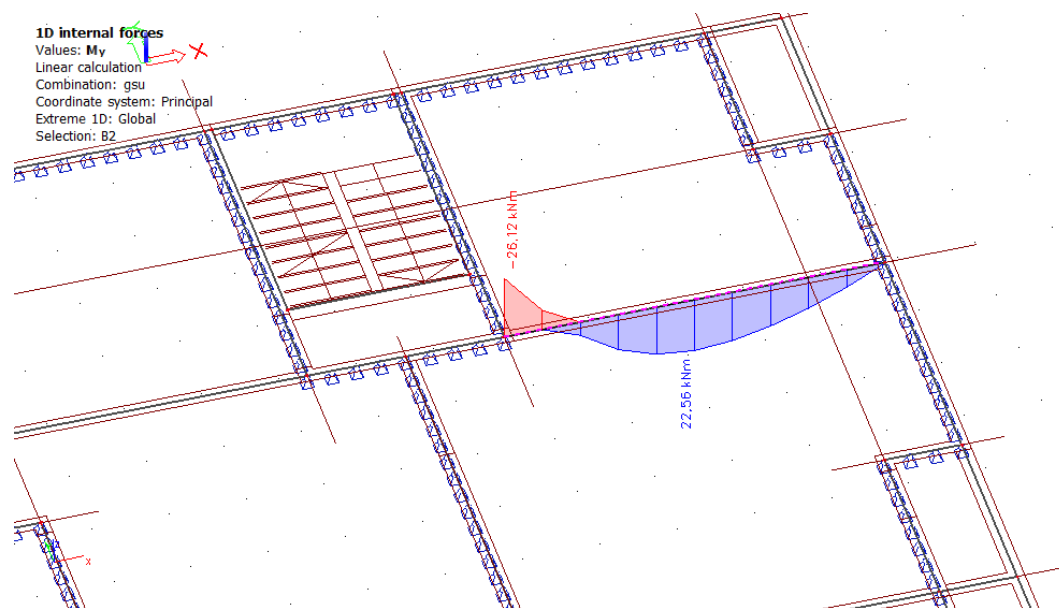
Konačni koeficijent puzanja za starost betona od 90 dana sa vlagom od 50%:  $\rho(\infty) = 2,4$

$$K_r = 0,45 - 0,45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0,45 - 0,45 \cdot \frac{0}{6,28} = 0,45$$

$$f_d = 2,4 \cdot 0,16 \cdot 0,45 = 0,2 \text{ cm}$$

$$f_{uk} = f_k + f_d = 0,2 + 0,16 = 0,4 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2,4 \text{ cm}$$

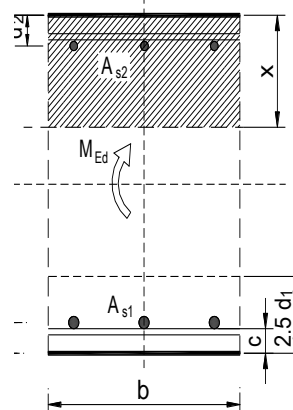
## 9.3.4. Greda 20/40 na poz 200

Slika 135 Moment savijanja  $m_y$  za GSU

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

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

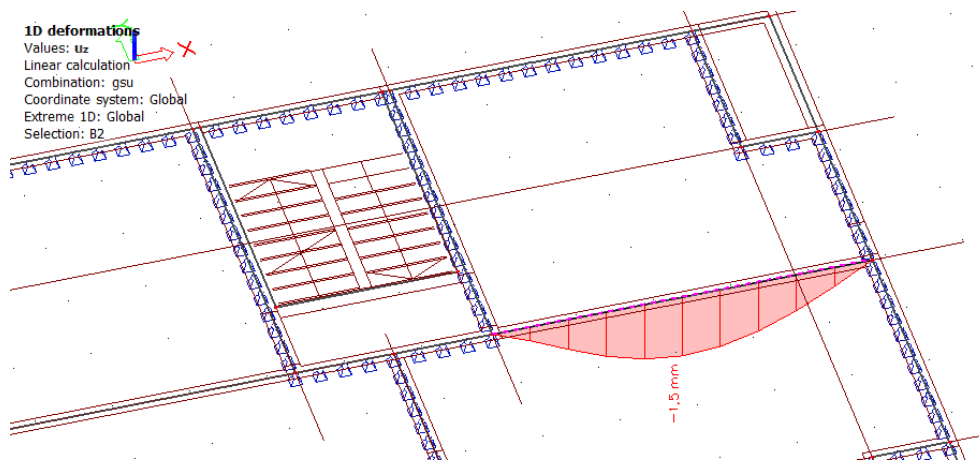
$b =$	20,0 cm	$d =$	37,0 cm	$h =$	40,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,08 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	22,6 kNm	$k_t =$	0,40		
$s_s =$	212,21 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	7,45 cm	$r_{p,eff} =$	0,0205		
$(e_{sm} - e_{cm}) =$	0,000744	$>$	$0.6 \cdot s_s/E_s =$	0,000637	
$\emptyset =$	14,0 mm	$c =$	3,00 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	217,91 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm}) =$	0,162 mm	$<$	$w_g$		



→ Odabrana armatura u polju zadovoljava u pogledu širine pukotine.

**Kontrola progiba**

Progibi greda su također dobiveni kroz numerički model. Također se koriste rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja: GSU 1 : 1,0G + 1,0ΔG + 1,0Q



Slika 136 Progib na gredi za GSU

Grafična vrijednost progiba grede u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{500}{250} = 2,0 \text{ cm}$

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

Ukupni progib:  $f_d = \rho(\infty) \cdot K_r \cdot f_k$

Konačni koeficijent pužanja za starost betona od 90 dana sa vlagom od 50%:

$$\rho(\infty) = 2,4$$

$$K_r = 0,40 - 0,45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0,40 - 0,45 \cdot \frac{0}{3,08} = 0,4$$

$$f_d = 2,4 \cdot 0,15 \cdot 0,4 = 0,14 \text{ cm}$$

$$f_{uk} = f_k + f_d = 0,15 + 0,14 = 0,29 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2,4 \text{ cm}$$

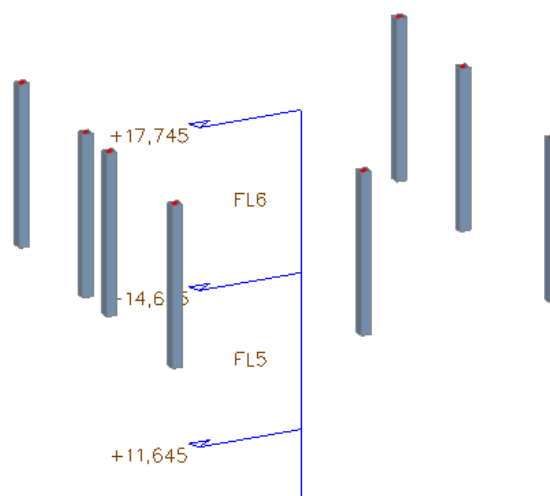
## 10. Proračun stupova

Stupovi su modelirani kao 1D štapni elementi, a proračunati su na uobičajene i izvanredne kombinacije iz kojih su izvučene maksimalne rezne sile.

Stupovi se nalaze na poziciji 500 i nosivi su sustav za ploču pozicije 600. Dimenzija su  $b/h=20/20$  cm. Njihova visina je 3.11 m (od osi do osi međukatne konstrukcije). Izvode se monolitno na licu mjesta klase betona C30/37 i armature B500B.

uobičajena kombinacija	
1.GSN	$1.35 \cdot G + 1.35 \cdot \Delta G + 1.5 \cdot Q + 1.5 \cdot W_x$
2.GSN	$1.35 \cdot G + 1.35 \cdot \Delta G + 1.5 \cdot Q + 1.5 \cdot W_y$
3.GSN	$1.35 \cdot G + 1.35 \cdot \Delta G + 1.5 \cdot Q - 1.5 \cdot W_x$
4.GSN	$1.35 \cdot G + 1.35 \cdot \Delta G + 1.5 \cdot Q - 1.5 \cdot W_y$

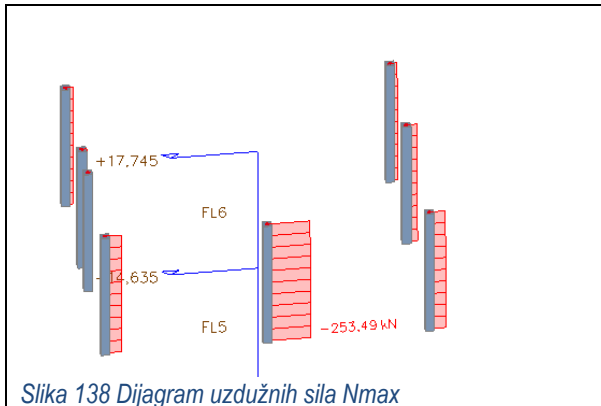
izvanredna kombinacija	
1.GSN	$1.00 \cdot G + 1.00 \cdot \Delta G + 0.3 \cdot Q + 1.0 \cdot P_x$
2.GSN	$1.00 \cdot G + 1.00 \cdot \Delta G + 0.3 \cdot Q + 1.0 \cdot P_y$
3.GSN	$1.00 \cdot G + 1.00 \cdot \Delta G + 0.3 \cdot Q - 1.0 \cdot P_x$
4.GSN	$1.00 \cdot G + 1.00 \cdot \Delta G + 0.3 \cdot Q - 1.0 \cdot P_y$



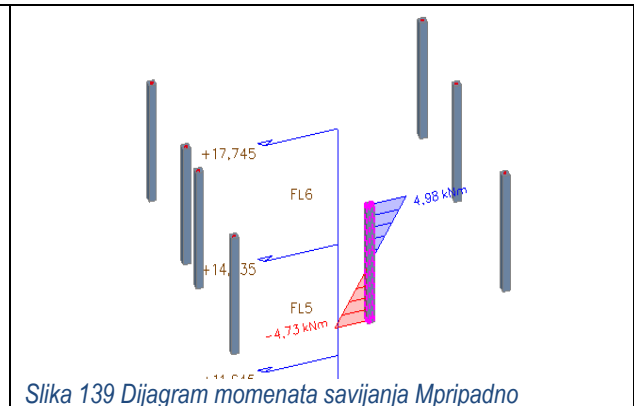
Slika 137 Numerički model stupova

Rezultati proračuna za odabrane kombinacije:

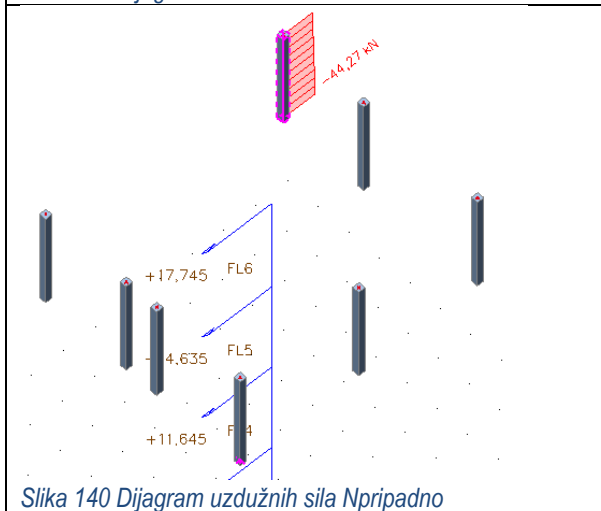
Uobičajena kombinacija:



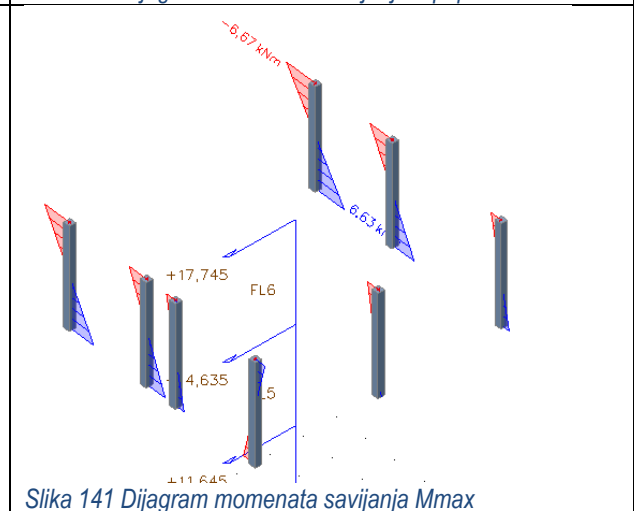
Slika 138 Dijagram uzdužnih sila  $N_{max}$



Slika 139 Dijagram momenata savijanja  $M_{prpadno}$

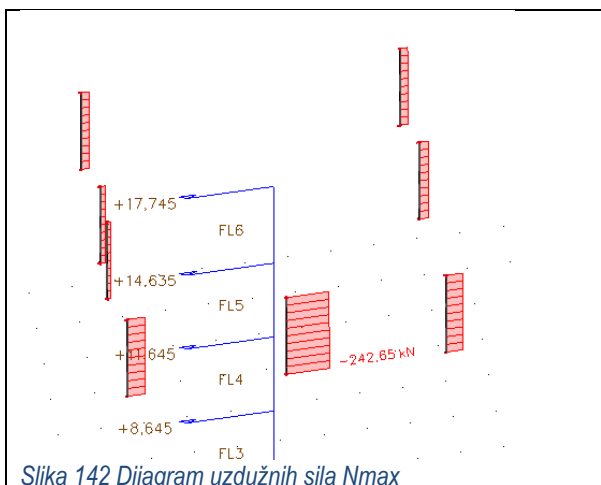


Slika 140 Dijagram uzdužnih sila  $N_{prpadno}$

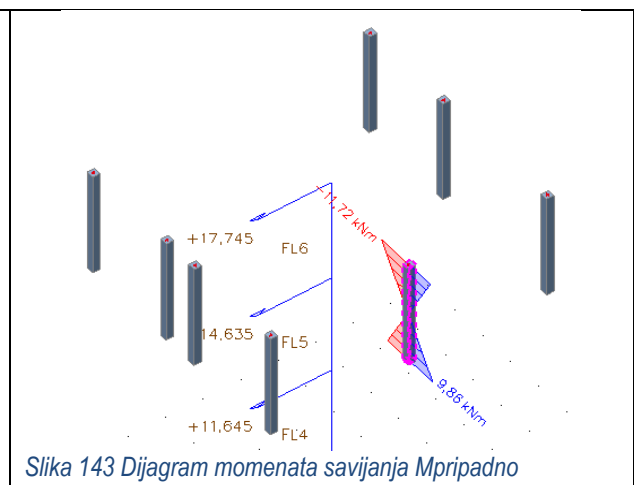


Slika 141 Dijagram momenata savijanja  $M_{max}$

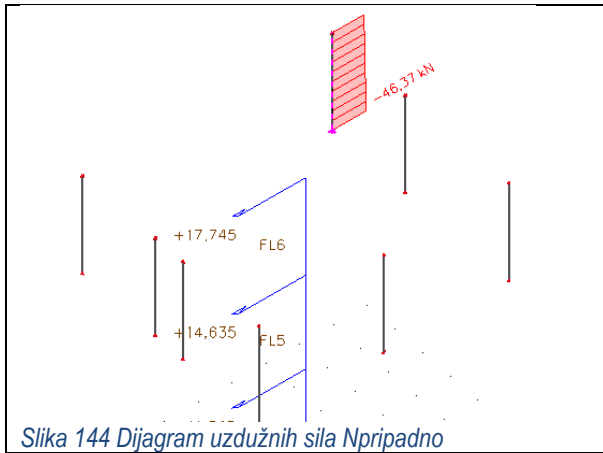
Izvanredna kombinacija:



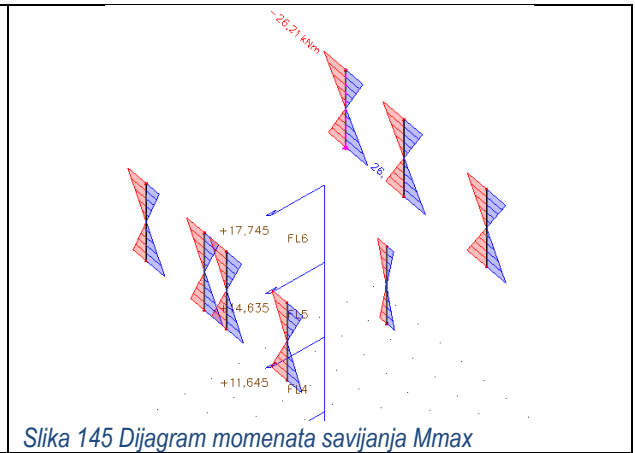
Slika 142 Dijagram uzdužnih sila  $N_{max}$



Slika 143 Dijagram momenata savijanja  $M_{prpadno}$



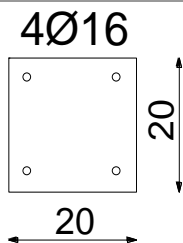
Slika 144 Dijagram uzdužnih sila Npripadno



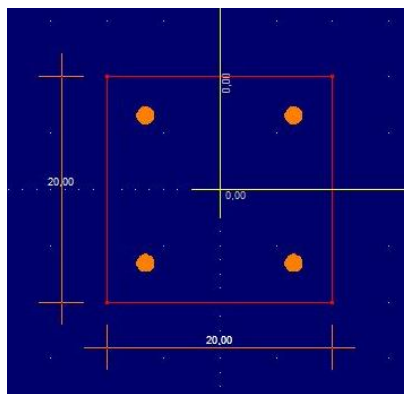
Slika 145 Dijagram momenata savijanja Mmax

Uobičajena komb.	N (kN)	M (kNm) 1.red
<b>N<sub>max</sub>, M<sub>pripadno</sub></b>	-253.49	4.98
<b>N<sub>pripadno</sub>, M<sub>max</sub></b>	-44.27	6.67

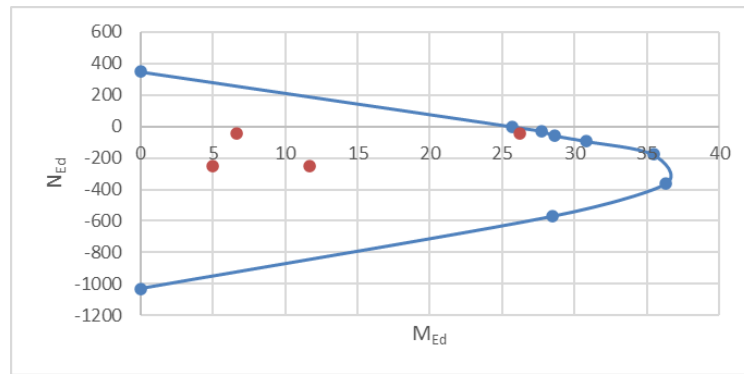
Izvanredna komb.	N (kN)	M (kNm) 1.red
<b>N<sub>max</sub>, M<sub>pripadno</sub></b>	-250.93	11.72
<b>N<sub>pripadno</sub>, M<sub>max</sub></b>	-46.37	26.21



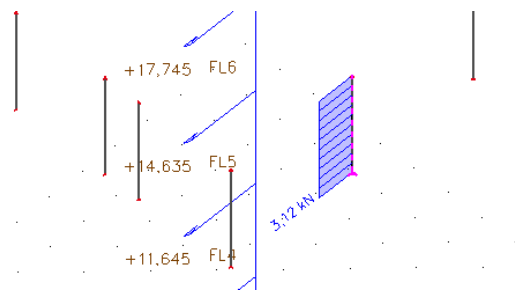
Slika 146 Poprečni presjek stupa



Slika 147 Model stupa korišten u Aspalathos section designu



Slika 148 Dijagram nosivosti stupa

ODABRANA ARMATURA : 4Φ16 ( $A_{s1}=8.04 \text{ cm}^2$ )

Slika 149 Dijagram poprečnih sila Vz

Poprečna sila koju presjek može preuzeti bez poprečne armature:

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

$$\rho_I = \frac{\Sigma A_s}{A_c} = \frac{8.04}{20 \cdot 20} = 0.0201$$

$$k = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{170}} = 2.08 \geq 2.0 \rightarrow k = 2.0$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = \frac{253.49}{20 \cdot 20} = 0.63$$

$$k_1 = 0.15$$

$$C_{Rdc} = \frac{0.18}{\gamma_c} = \frac{0.18}{1.5} = 0.12$$

$$V_{Rd,c} = \left[ 0.12 \cdot 2.0 \cdot (100 \cdot 0.0201 \cdot 30)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot 0.63 \right] \cdot 170 \cdot 200 = 35211.47 \text{ N}$$

$$= 35.21 \text{ kN}$$



$V_{Rd,c}$  mora biti veći od:

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

$$k_1 = 0.15$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0.035 \cdot 2.0^{\frac{3}{2}} \cdot 30^{\frac{1}{2}} = 0.54$$

$$V_{Rd,c} \geq [0.54 + 0.15 \cdot 0.63] \cdot 200 \cdot 170 = 21573 \text{ N} = 21.57 \text{ kN} \rightarrow \text{uvjet je zadovoljen}$$

Maksimalna poprečna sila koju ne smije prijeći:

$$V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$$

$$v = 0.6 \cdot \left[ 1.0 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0.6 \cdot \left[ 1 - \frac{30.0}{250} \right] = 0.53$$

$$V_{Rd,max} = 0.5 \cdot 0.53 \cdot 170 \cdot 200 \cdot 20 = 180200 \text{ N} = 180 \text{ kN} > V_{Ed,max}$$

$$\frac{V_{Ed,max}}{V_{Rd,max}} = \frac{3.12}{180} = 0.017 \text{ (uobičajena)} \quad \frac{V_{Ed,max}}{V_{Rd,max}} = \frac{16.85}{180} = 0.09 \text{ (potres)}$$

$$s_{max} = \min\{0.75 \cdot d; 30.0 \text{ cm}\} = \min\{12.75; 30 \text{ cm}\} \rightarrow 10 \text{ cm}$$

Potrebna računaska poprečna armatura:

$$A_{sw,min} = \frac{\rho_{min} \cdot s_w \cdot b_w}{m} = \frac{0.001 \cdot 10 \cdot 20}{2} = 0.1 \text{ cm}^2$$

ODABRANE MINIMALNE SPONE:  $\Phi 8/10 \text{ cm}$  ( $A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2$ ) po cijeloj dužini

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot ctg\theta = \frac{0.50}{10} \cdot (0.9 \cdot 17) \cdot 43.48 \cdot 2 = 66.52 \text{ kN}$$

Odabrane spone:  **$\Phi 8/10 \text{ cm}$**  ( $A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2$ )

## 11. Proračun zidova

Proračun zidova proveden je za dva karakteristična zida, za svaki smjer po jedan zid. Zidovi su armirano betonski debljine 20 cm betona klase C30/37, armirani s B500B. Debljina zaštitnog sloja je 3 cm. Proračun je proveden za uobičajene i seizmičke kombinacije te se odabrana armatura usvaja za sve zidove.

Kod dimenzioniranja prema normi HRN EN 1998-1:2004+AC:2009, zidovi se karakteriziraju kao veliki slaboarmirani zidovi, što je i uvaženo proračunom. Zbog faktora ponašanja  $q=1,5 < 2$ , nije uvjetovano konstruiranje ovojnice poprečnih sila. Proračun se provodi za razred duktilnosti DCM.

### Izrazi za minimalnu armaturu:

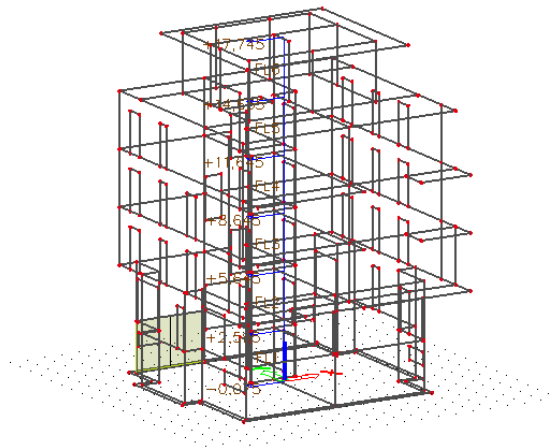
minimalna horizontalna armatura u tijelu zida:  $\rho_{h,min} = 0,2 \% A_c$

minimalna vertikalna armatura u tijelu zida:  $\rho_{v,min} = 0,1 \% A_c$

minimalna vertikalna armatura rubnim elementima:  $\rho_{z,min} = 0,5 \% A_{c,rubni\ element}$

Sve elemente i presjeka ukoliko nisu posebno prikazani potrebno je armirati minimalnom potrebnom armaturom.

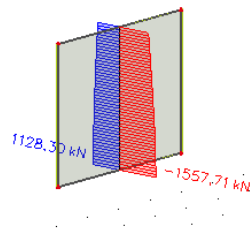
### 11.1. Proračun karakterističnog zida u smjeru x



Slika 150 Položaj proračunatog zida u smjeru X

#### 1D internal forces

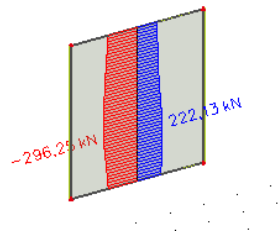
Values: N  
Linear calculation  
Combination: ULS-Seis (auto)3  
Coordinate system: Principal  
Extreme 1D: Global  
Selection: All



Slika 151 Maksimalna uzdužna sila

**1D internal forces**

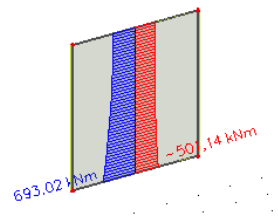
Values:  $V_y$   
 Linear calculation  
 Combination: ULS-Seis (auto)3  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All



Slika 152 Maksimalna poprečna sila

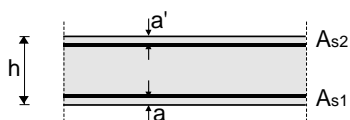
**1D internal forces**

Values:  $M_z$   
 Linear calculation  
 Combination: ULS-Seis (auto)3  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All



Slika 153 Maksimalni moment savijanja

Poprečni presjek zida:



$h=20.0$  cm  
 $d=14.0$  cm  
 $a=a'=3.0$  cm

**BETON:**

C30/37  
 $f_{ck}=30.0$  Mpa  
 $f_{cd}=30.0/1.5=20$  Mpa  
 $f_{cd}=2.0$  kN/cm<sup>2</sup>

**ARMATURA:**

B500B  
 $f_{yk}=500.0$  Mpa  
 $f_{yd}=500.0/1.15=434.78$  Mpa  
 $f_{yd}=43.48$  kN/cm<sup>2</sup>

Karakteristike odabranog zida	
$h_s$ -visina etaže	300 cm
$b_w$ -debljina zida	20 cm
$l_w$ -duljina zida	345 cm
n-broj etaža	5
$d_1$ -zaštitni sloj	3 cm
Duktilnost	DCM-srednja duktilnost

**PRORAČUN ZIDA NA SAVIJANJE I UZDUŽNU SILU**

Dužina rubnog serklaža:  $l_{c0} = \min\{0.15 \cdot l_w; 1.50 \cdot b_w\} = \min\{51.75 \text{ cm}; 30 \text{ cm}\} \rightarrow l_{c0} = 30 \text{ cm}$

Vitkost zida:  $H_w/l_w = (5 \cdot 300)/345 = 4.35 > 2 \rightarrow \text{zid je vitak}$

Proračunska ovojnica momenta savijanja

$$a = d \cdot \text{ctg}\theta$$

$$d = 0,9 \cdot l_w = 0,9 \cdot 345 = 311 \text{ cm}; 1 \leq \text{ctg}\theta \leq 2,5 - \text{obabrano } \text{ctg}\theta = 1$$

$$a = 311 \cdot 1 = 311 \text{ cm}$$

Visina kritične zone:  $h_{cr} = \max\{l_w; h_w/6\} = \max\{249 \text{ cm}; 40.67 \text{ cm}\} \rightarrow 249 \text{ cm}$

Širina rubnog serklaža:  $b_{w0} = \min\{0.15 \cdot l_w; 1.50 \cdot b_w\} = \min\{37.35 \text{ cm}; 30 \text{ cm}\} \rightarrow b_{w0} = 30 \text{ cm}$

$$M_{Ed} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right) = 693,02 + 1557,71 \cdot \left(3.39 - \frac{3.0}{2}\right) = 3637,09 \text{ kNm}$$

Moment nosivosti jednostruko armiranog presjeka:

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

$$M_{Ed,lim} = 0.159 \cdot 20 \cdot 339^2 \cdot 2.0 = 7309 \text{ kNm}$$

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3637,09 \cdot 100}{20 \cdot 339^2 \cdot 2} = 0.08$$

Iz tablice očitano za  $\mu_{Ed}=0.115$ :  $\varepsilon_{s1}=10.0\%$ ;  $\varepsilon_{c2}=1.9\%$ ;  $\zeta=0.941$ ;  $\xi=0.160$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} - \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{3637,09 \cdot 100}{0.941 \cdot 339 \cdot 43.48} - \frac{1557,71}{43.38} = 9.60 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,min} = 0,1\% \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 20 \cdot 345 = 6,9 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = 4,0\% \cdot b \cdot h = 0,04 \cdot 20 \cdot 345 = 276 \text{ cm}^2$$

**Odabrano: 4Φ18 ( $A_{s1} = 10.18 \text{ cm}^2$ )**

**PRORAČUN ZIDA NA POPREČNU SILU**

Minimalna potrebna poprečna armatura:  $A_{sv,min} = 0.002 \cdot A_c = 4 \text{ cm}^2$

Odabrana armatura **Q-283** ( $A_{s1}=5.7 \text{ cm}^2$ , obostrano)

Dijagonalni tlačni slom hrpta zbog posmika:

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_{w0} \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{ctg\theta + tg\theta}$$

$$v_1 = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) = 0.53$$

$\alpha_{cw} = 1.0 \rightarrow$  za konstrukcije koje nisu prednapete

$tg\theta = 1.0 \rightarrow$  nagib tlačnih štapova prema vertikali

$$z = 0.8 \cdot l_w = 0.8 \cdot 345 = 376 \text{ cm}$$

$$V_{Rd,max} = \frac{1.0 \cdot 30 \cdot 0.9 \cdot 339 \cdot 0.53 \cdot 2.0}{1 + 1} = 4851.1 \text{ kN} > 296.25 \text{ kN} \rightarrow \text{uvjet zadovoljava}$$

Dijagonalni tlačni slom hrpta zbog posmika:

$$\alpha_s = \frac{M_{Ed}}{V_{Ed} \cdot l_w} = \frac{693.02}{296.25 \cdot 339} = 0.007$$

$$\alpha_s < 2 \rightarrow V_{Rd,s} = b_{w0} \cdot (0.8 \cdot l_w) \cdot \rho_h \cdot f_{yd,h} \cdot ctg\theta$$

$$V_{Ed} < V_{Rd,s} \rightarrow V_{Ed} < b_{w0} \cdot (0.8 \cdot l_w) \cdot \rho_h \cdot f_{yd,h} \cdot ctg\theta$$

$$\rho_h > \frac{V_{Ed}}{b_{w0} \cdot (0.8 \cdot l_w) \cdot f_{yd,h} \cdot ctg\theta} = \frac{296.25}{30 \cdot (0.8 \cdot 339) \cdot 43.48 \cdot 1} = 0.001$$

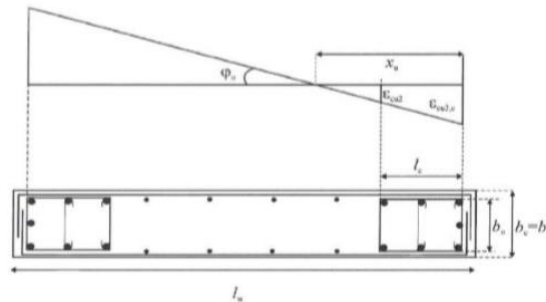
$$\rho_{h,min} > \max(0.001; 0.25 \cdot \rho_v)$$

$$\rho_{h,min} > 0.001$$

$$A_h = \rho_h \cdot b_{w0} \cdot s_h = 2 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{odabrana armatura zadovoljava}$$

## DETALJIRANJE LOKALNE DUKTILNOSTI

$b_0$	širina ovijene jezgre rubnog elementa zida (do osi spona)
$b_c$	bruto širina ovijene jezgre
$x_u$	visina neutralne osi
$\epsilon_{cu2}$	granična deformacija neovijenog betona
$\epsilon_{cu2,c}$	granična deformacija ovijenog betona, uzima se vrijednost 0,0035
$\alpha$	faktor učinkovitosti ovijanja
$\omega_{wd}$	mehanički obujamski omjer armiranja ovijenom armaturom



Slika 154 Shema potresna armature

$$b_0 = 20 - 2 \cdot (3 + 0.5) = 13 \text{ cm}$$

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

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{A_c} = 0.00285$$

$$\omega_v = \frac{\rho_v \cdot f_{yd,v}}{f_{cd}} = 0.06 \rightarrow \text{mehanički omjer armiranja hrpta vertikalnom armaturom}$$

$$h_0 = x_u \cdot \frac{1 - \epsilon_{cu2}}{\epsilon_{cu2,c}}$$

$$\epsilon_{cu2,c} = 0.0035 + 0.1 \cdot \alpha \cdot \omega_{wd}$$

$$x_u = (v_d + \omega_v) \cdot \frac{l_w \cdot b_c}{b_0}$$

$$\alpha \cdot \omega_{vd} \geq 30 \cdot \mu_\varphi \cdot (v_d + \omega_v) \cdot \epsilon_{s,yd} \cdot \frac{b_c}{b_0} - 0.035$$

$$T1=0.1; Tc=0.4; q0=1.5$$

Koeficijent duktilnosti s obzirom na zakrivljenost

$$\mu_{\varphi} = 1 + 2 \cdot (q_0 - 1) \cdot \frac{T_c}{T_1} = 1 + 2 \cdot (1,5 - 1) \cdot \frac{0,4}{0,10}$$

$$\mu_{\varphi} = 9,0$$

$$\varepsilon_{s,yd} = \frac{f_{s,yd}}{E} = 0.002174$$

$$\alpha \cdot \omega_{vd} \geq 30 \cdot 9 \cdot (0.11 + 0.061) \cdot 0.002174 \cdot \frac{20}{13} - 0.035 = 0.028$$

$$\varepsilon_{cu2,c} = 0.0063$$

$$x_u = (0.11 + 0.06) \cdot \frac{339 \cdot 20}{13} = 88.55 \text{ cm}$$

$$h_0 = 88.5 \cdot \left(1 - \frac{0.0035}{0.0063}\right) = 40 \text{ cm}$$

$$l_c \geq \{0.15 \cdot l_w; 1.50 \cdot b_w; \text{duljina } h_0 \text{ na kojoj je } \varepsilon_{cu2} > 0.0035\} \rightarrow \{50.85 \text{ cm}; 30 \text{ cm}; 40 \text{ cm}\} \quad l_c = 50.85 \text{ cm}$$

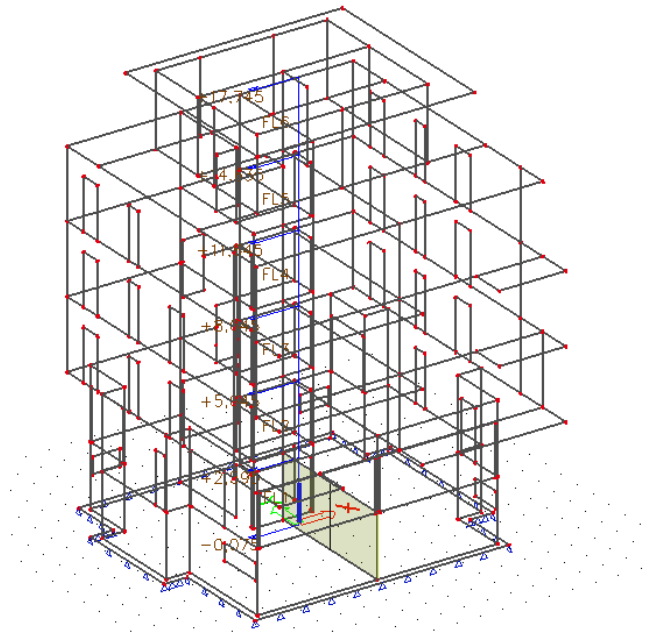
Odabrana debljina rubnog elementa: 55 cm

Odabrana armatura: **4Ø18, Q – 283**

Najmanji promjer spona: 8 mm

Razmak spona:  $S_w = 15 \text{ cm}$

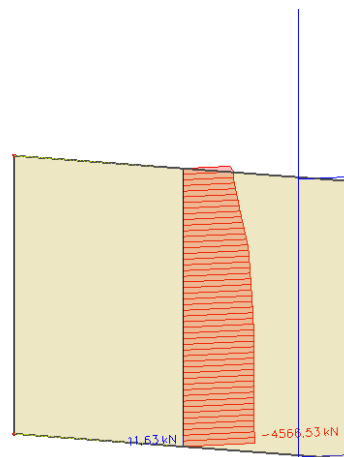
## 11.2. Proračun karakterističnog zida u smjeru y



Slika 155 Položaj proračunatog zida u smjeru Y

### 1D internal forces

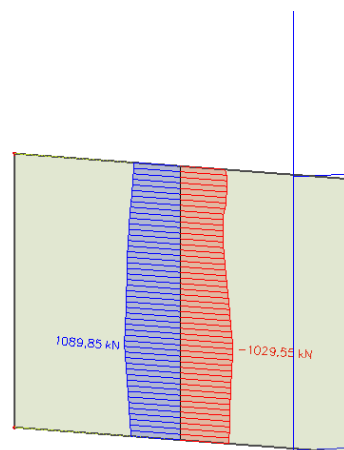
Values: N  
Linear calculation  
Combination: ULS-Seis (auto)3  
Coordinate system: Principal  
Extreme 1D: Global  
Selection: All



Slika 156 Maksimalna uzdužna sila

### 1D internal forces

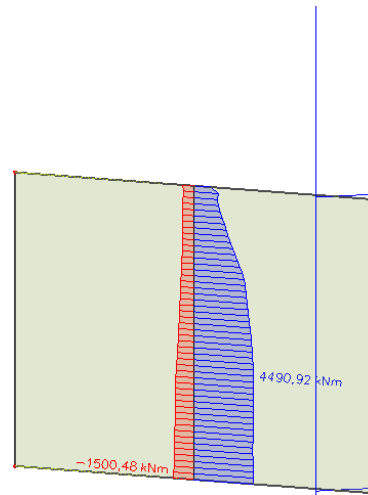
Values: Vy  
Linear calculation  
Combination: ULS-Seis (auto)3  
Coordinate system: Principal  
Extreme 1D: Global  
Selection: All



Slika 157 Maksimalna poprečna sila

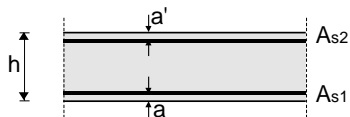


1D internal forces  
 Values: Mz  
 Linear calculation  
 Combination: ULS-Seis (auto)3  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All



Slika 158 Maskimalni moment savijanja

Poprečni presjek zida:



$h=20.0$  cm  
 $d=14.0$  cm  
 $a=a'=3.0$  cm

**BETON:**

C30/37

 $f_{ck}=30.0$  Mpa $f_{cd}=30.0/1.5=20$  Mpa $f_{cd}=2.0$  kN/cm<sup>2</sup>**ARMATURA:**

B500B

 $f_{yk}=500.0$  Mpa $f_{yd}=500.0/1.15=434.78$  Mpa $f_{yd}=43.48$  kN/cm<sup>2</sup>

Karakteristike odabranog zida	
<b>b<sub>w</sub>-debljina zida</b>	20 cm
<b>l<sub>w</sub>-duljina zida</b>	596 cm
<b>h<sub>w</sub>-visina etaže</b>	300 cm
<b>n-broj etaža</b>	5
<b>d<sub>1</sub>-zaštiti sloj</b>	3 cm
<b>Duktilnost</b>	DCM-srednja duktilnost

**PRORAČUN ZIDA NA SAVIJANJE I UZDUŽNU SILU**

Dužina rubnog serklaža:  $l_{c0} = \min\{0.15 \cdot l_w; 1.50 \cdot b_w\} = \min\{89.4 \text{ cm}; 30 \text{ cm}\} \rightarrow l_{c0} = 30 \text{ cm}$

Vitkost zida:  $H_w/l_w = (5 \cdot 300)/596 = 2.5 > 2 \rightarrow \text{zid je vitak}$

Proračunska ovojnica momenta savijanja

$$a = d \cdot \operatorname{ctg}\theta$$

$$d = 0,9 \cdot l_w = 0,9 \cdot 596 = 536 \text{ cm}; \quad 1 \leq \operatorname{ctg}\theta \leq 2,5 - \text{obabrano } \operatorname{ctg}\theta = 1$$

$$a = 536 \cdot 1 = 536 \text{ cm}$$

Visina kritične zone:  $h_{cr} = \max\{l_w; h_w/6\} = \max\{596 \text{ cm}; 50 \text{ cm}\} \rightarrow 596 \text{ cm}$

Širina rubnog serklaža:  $b_{w0} = \min\{0,15 \cdot l_w; 1,50 \cdot b_w\} = \min\{89,4 \text{ cm}; 30 \text{ cm}\} \rightarrow b_{w0} = 30 \text{ cm}$

Dimenzioniranje zidova pomoću dijagrama interakcije:  $\alpha = \frac{A_{s1}}{A_{s2}} = 1,0$  - simetrična armatura

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_w \cdot h^2 \cdot f_{cd}} = \frac{449092}{20 \cdot 590^2 \cdot 2} = 0,032$$

$$\nu_{Ed} = \frac{N_{Ed}}{b_w \cdot h \cdot f_{cd}} = \frac{-4566,53}{20 \cdot 590 \cdot 2} = -0,19$$

Očitano:

$$\omega = 0,05$$

$$A_{s1} = \omega \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,05 \cdot 20 \cdot 590 \cdot \frac{2}{43,48} = 27,14 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,\min} = 0,1\% \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 20 \cdot 590 = 1,8 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,\max} = 4,0\% \cdot b \cdot h = 0,04 \cdot 20 \cdot 590 = 472 \text{ cm}^2$$

Potrebna minimalna površina uzdužne vlačne armature u rubovima zida:

$$A_{s1} = 0,15\% \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 20 \cdot 590 = 17,70 \text{ cm}^2$$

ODABRANA ARMATURA: **12Ø18** ( $A_{s1} = 30,54 \text{ cm}^2$ )

### PRORAČUN ZID NA POPREČNU SILU

Minimalna potrebna poprečna armatura:  $A_{sv,\min} = 0,002 \cdot A_c = 4 \text{ cm}^2$

Odabrana armatura **Q-283** ( $A_{s1}=5,7 \text{ cm}^2$ , obostrano)

Dijagonalni tlačni slom hrpta zbog posmika:

$$V_{Rd,\max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_{w0} \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\operatorname{ctg}\theta + \operatorname{tg}\theta}$$

$$v_1 = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) = 0.53$$

$\alpha_{cw} = 1.0 \rightarrow$  za konstrukcije koje nisu prednapete

$tg\theta = 1.0 \rightarrow$  nagib tlačnih štapova prema vertikali

$$z = 0.8 \cdot l_w = 0.8 \cdot 590 = 472 \text{ cm}$$

$$V_{Rd,max} = \frac{1.0 \cdot 30 \cdot 0.9 \cdot 472 \cdot 0.53 \cdot 2.0}{1 + 1} = 6754.3 \text{ kN} > 1089.8 \text{ kN} \rightarrow \text{uvjet zadovoljava}$$

Dijagonalni tlačni slom hrpta zbog posmika:

$$\alpha_s = \frac{M_{Ed}}{V_{Ed} \cdot l_w} = \frac{4490,92}{1089.85 \cdot 5.90} = 0.7$$

$$\alpha_s < 2 \rightarrow V_{Rd,s} = b_{w0} \cdot (0.8 \cdot l_w) \cdot \rho_h \cdot f_{yd,h} \cdot ctg\theta$$

$$V_{Ed} < V_{Rd,s} \rightarrow V_{Ed} < b_{w0} \cdot (0.8 \cdot l_w) \cdot \rho_h \cdot f_{yd,h} \cdot ctg\theta$$

$$\rho_h > \frac{V_{Ed}}{b_{w0} \cdot (0.8 \cdot l_w) \cdot f_{yd,h} \cdot ctg\theta} = \frac{1089.85}{30 \cdot (0.8 \cdot 590) \cdot 43.48 \cdot 1} = 0.0018$$

$$\rho_{h,min} > \max(0.001; 0.25 \cdot \rho_v)$$

$$\rho_{h,min} > 0.001$$

$$A_h = \rho_h \cdot b_{w0} \cdot s_h = 5.4 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{odabrana armatura zadovoljava}$$

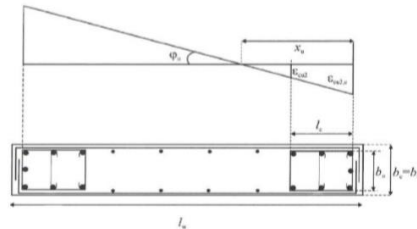
Kontrola tlačnih naprezanja:

$$v_{Ed} = \frac{N_{Ed}}{b_w \cdot l_w \cdot f_{cd}} < 0,4$$

$$v_{Ed} = \frac{4566.53}{20 \cdot 590 \cdot 2} = 0.20 < 0,4$$

## DETALJIRANJE LOKALNE DUKTILNOSTI

$b_0$	širina ovijene jezgre rubnog elementa zida (do osi spona)
$b_c$	bruto širina ovijene jezgre
$x_u$	visina neutralne osi
$\epsilon_{cu2}$	granična deformacija neovijenog betona
$\epsilon_{cu2,c}$	granična deformacija ovijenog betona, uzima se vrijednost 0,0035
$\alpha$	faktor učinkovitosti ovijanja
$\omega_{wd}$	mehanički obujamski omjer armiranja ovijenom armaturom



Slika 159 Shema potresna armature

$$b_0 = b_w - 2 \cdot c - 2 \cdot \frac{\varphi}{2} = 20 - 2 \cdot 3,0 - 2 \cdot \frac{0,8}{2} = 13 \text{ cm}$$

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{A_c} = 0.00285$$

$$\omega_v = \frac{\rho_v \cdot f_{yd,v}}{f_{cd}} = 0.06 \rightarrow \text{mehanički omjer armiranja hrpta vertikalnom armaturom}$$

$$h_0 = x_u \cdot \frac{1 - \epsilon_{cu2}}{\epsilon_{cu2,c}}$$

$$\epsilon_{cu2,c} = 0.0035 + 0.1 \cdot \alpha \cdot \omega_{wd}$$

$$x_u = (v_d + \omega_v) \cdot \frac{l_w \cdot b_c}{b_0}$$

$$\alpha \cdot \omega_{vd} \geq 30 \cdot \mu_\varphi \cdot (v_d + \omega_v) \cdot \epsilon_{s,yd} \cdot \frac{b_c}{b_0} - 0.035$$

Koeficijent duktilnosti s obzirom na zakrivljenost

$$\mu_\varphi = 2 \cdot q_0 - 1 \leftrightarrow \text{ako je } T_1 > T_C$$

$$\mu_\varphi = 2 \cdot 1.5 - 1 = 2$$

$$\epsilon_{s,yd} = \frac{f_{s,yd}}{E} = \frac{434,8}{200000} = 0.002174$$

$$\alpha \cdot \omega_{vd} \geq 30 \cdot 2 \cdot (0.20 + 0.06) \cdot 0.002174 \cdot \frac{20}{13} - 0.035 = 0.017$$

$$\omega_v = \frac{\rho_v \cdot f_{yd}}{f_{cd}} = \frac{0,00283 \cdot 43,48}{2} = 0,062$$

$$\varepsilon_{cu2,c} = 0.0052$$

$$x_u = (0.20 + 0.062) \cdot \frac{590 \cdot 20}{13} = 237.82 \text{ cm}$$

$$h_0 = 237.82 \cdot \left(1 - \frac{0.0035}{0.0052}\right) = 77.75 \text{ cm}$$

$$l_c \geq \{0.15 \cdot l_w; 1.50 \cdot b_w; \text{duljina } h_0 \text{ na kojoj je } \varepsilon_{cu2} > 0.0035\}$$

$$\rightarrow \{88.5 \text{ cm}; 30 \text{ cm}; 77.75 \text{ cm}\}$$

$$l_c = 88.5 \text{ cm}$$

Odabrana debljina rubnog elementa: 90cm

Odabrana armatura: 12Ø18 ( $A_{s1} = 30.54 \text{ cm}^2$ ) →

odabrana armatura zadovoljava u pogledu nosivosti na savijanje

$$A_{s,min} = 0.5\% \cdot b_c \cdot h_0 = 7.75 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = 4.0\% \cdot b_c \cdot h_0 = 62.2 \text{ cm}^2$$

→ odabrana armatura zadovoljava uvjete minimalne i maksimalne

Odabrana armatura: **12Ø18, Q – 283**

Razmak spona:  $S_w = 15 \text{ cm}$

## 12. Proračun stubišta

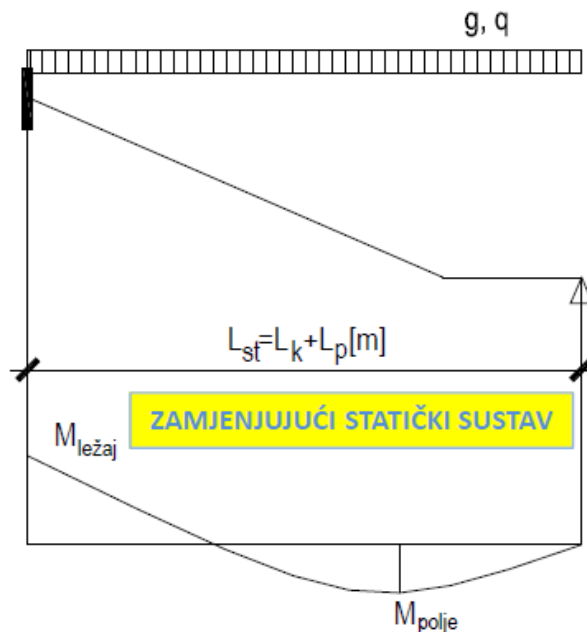
Opterećenja:

- vlastita težina

$$g = 0,15 \cdot \left(\frac{1}{\cos 31}\right) \cdot 25 = 4,37 \text{ kN/m}^2$$

- dodatno stalno opterećenje  $\Delta g = 3,10 \text{ kN/m}^2$
- korisno (pokretno) opterećenje  $q = 3,6 \text{ kN/m}^2$  (uvećano za 20% jer nisu razmatrane kombinacije korisnog opterećenja)

Statički sustav:



Slika 160 Zamjenjujući statički sustav za stubište

Polje:

$$M_g = \frac{(g + \Delta g) \cdot l^2}{14} = \frac{(4,37 + 3,10) \cdot 3,4^2}{14} = 6,17 \text{ kNm}$$

$$M_q = \frac{q \cdot l^2}{14} = \frac{3,6 \cdot 3,4^2}{14} = 2,97 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,max} = 1,35 \cdot M_g + 1,50 \cdot M_q = 1,35 \cdot 6,17 + 1,50 \cdot 2,97 = 12,78 \text{ kNm}$$

Ležaj:

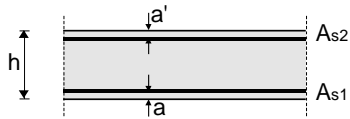
$$M_g = -\frac{(g + \Delta g) \cdot l^2}{8} = -\frac{(4,37 + 3,1) \cdot 3,4^2}{8} = -10,79 \text{ kNm}$$

$$M_q = -\frac{q \cdot l^2}{8} = -\frac{3,6 \cdot 3,4^2}{8} = -5,20 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,max} = 1,35 \cdot M_g + 1,50 \cdot M_q = 1,35 \cdot 10,79 + 1,50 \cdot 5,20 = 22,37 \text{ kNm}$$

Dimenzioniranje na moment savijanja:

Poprečni presjek ploče:



$$\begin{aligned} h &= 15.0 \text{ cm} \\ d &= 12.0 \text{ cm} \\ a &= a' = 3.0 \text{ cm} \end{aligned}$$

**BETON:**

C30/37

$f_{ck} = 30.0 \text{ Mpa}$

$f_{cd} = 30.0 / 1.5 = 20.00 \text{ Mpa}$

$f_{cd} = 2.00 \text{ kN/cm}^2$

**ARMATURA:**

B500B

$f_{yk} = 500.0 \text{ Mpa}$

$f_{yd} = 500.0 / 1.15 = 434.78 \text{ Mpa}$

$f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$

$h = 15 \text{ cm}, b = 100 \text{ cm}, d_1 = 3 \text{ cm}, d = h - d_1 = 15 - 3 = 12 \text{ cm}$

$A_{s1, \min} = 0,1\% \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 100 \cdot 12 = 1,2 \text{ cm}^2$

$A_{s1, \max} = 2,0\% \cdot b \cdot h = 0,02 \cdot 100 \cdot 12 = 24 \text{ cm}^2$

Polje:

$M_{Ed} = 12,78 \text{ kNm}$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1278}{100 \cdot 12^2 \cdot 2,0} = 0,044$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1278}{0,959 \cdot 12 \cdot 43,48} = 2,55 \text{ cm}^2 / \text{m}'$$

Odabrano: Q – 283 ( $A_s = 2,83 \text{ cm}^2 / \text{m}'$ )Ležaj:

$M_{Ed} = 22,37 \text{ kNm}$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2237}{100 \cdot 12^2 \cdot 2,0} = 0,078$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2237}{0,941 \cdot 12 \cdot 43,48} = 4,55 \text{ cm}^2 / \text{m}'$$

Odabrano: minimalno Q-283+ 2Ø12 ( $A_s = 5,09 \text{ cm}^2 / \text{m}'$ )

### 13. Proračun svjetlarnika (potpornog zida)

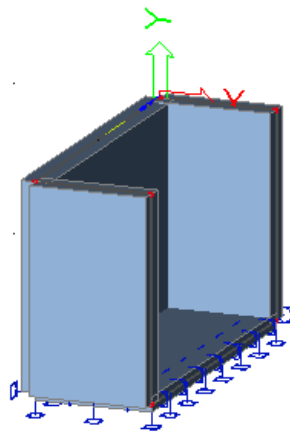
U nastavku je prikazan proračun zatrpanog dijela zida od podruma (potporni zid oko otvora od prozora u podrumu). Takva su 4 karakteristična komada. Odabrana armatura jednog usvaja se za sva 4 elementa.

$$p_0 = 5,0 \text{ kN/m}^2$$

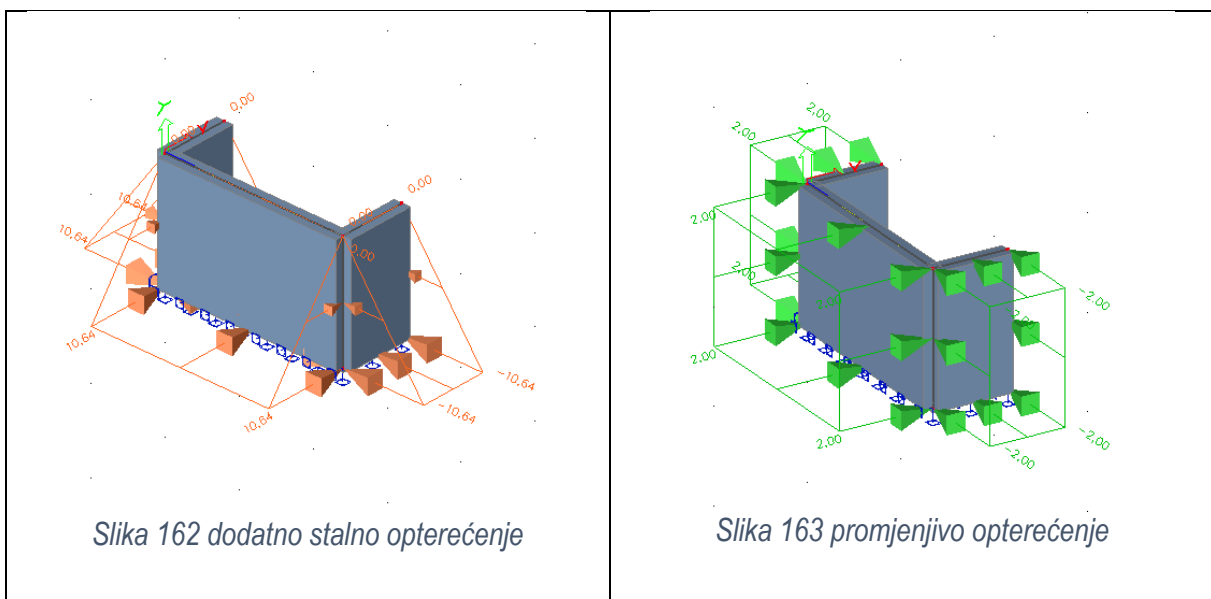
$$p_a = \gamma_{zem} \cdot h \cdot K_0, \quad K_0 = 0,4, \quad \gamma_{zem} = 19,0 \text{ kN/m}^3, \quad h = 1,40 \text{ m}$$

$$\text{Horizontalna sila aktivnog tlaka od tla: } P_{a1} = \gamma_{zem} \cdot H \cdot K_0 = 19,0 \cdot 1,40 \cdot 0,4 = 10,64 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Horizontalna sila aktivnog tlaka od promjenjivog djelovanja: } P_{a2} = q \cdot K_0 = 5 \cdot 0,4 = 2,0 \text{ kN/m}^2$$



Slika 161 Numerički model elementa



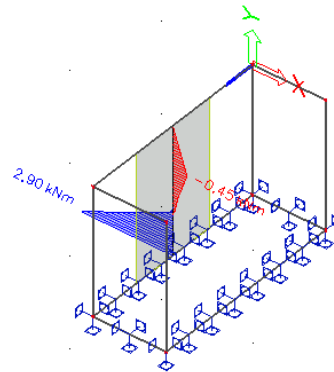
Slika 162 dodatno stalno opterećenje

Slika 163 promjenjivo opterećenje

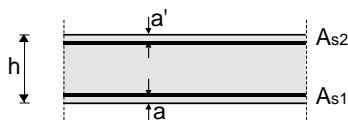


**1D internal forces**

Values:  $M_y$   
 Linear calculation  
 Combination: ULS-Set B (auto)  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All

Slika 164 Moment savijanja  $M_y$ Dimenzioniranje na moment savijanja:

Poprečni presjek ploče:



$h=20.0$  cm  
 $d=17.0$  cm  
 $a=a'=3.0$  cm

**BETON:**

C30/37

 $f_{ck}=30.0$  Mpa $f_{cd}=30.0/1.5=20.00$  Mpa $f_{cd}=2.0$  nkN/cm<sup>2</sup>**ARMATURA:**

B500B

 $f_{yk}=500.0$  Mpa $f_{yd}=500.0/1.15=434.78$  Mpa $f_{yd}=43.48$  kN/cm<sup>2</sup>**Armatura u polju:** $b=100$  cm,  $d=17$  cm $M_{Ed}=2,90$  kNm

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{290}{100 \cdot 17^2 \cdot 2,0} = 0,005$$

Očitano:  $\varepsilon_{s1}=10,0$  ‰  $\varepsilon_{c2}=0,4$  ‰  $\zeta=0,987$   $\xi=0,0,8$ 

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{290}{0,987 \cdot 17 \cdot 43,48} = 0,40 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

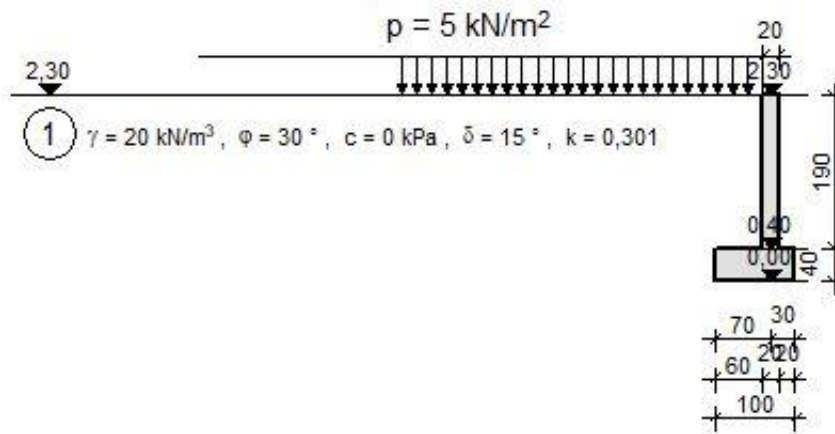
$$A_{S1,min} = 0,001 \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 100 \cdot 20 = 2,0 \text{ cm}^2/\text{m}1$$

Odabrano: Q – 283 ( $A_s = 2,83$  cm<sup>2</sup>/m')

Zidove ( $d=20$  cm) i ploču ( $d=10$  cm) armirati obostrano mrežom Q – 283, vrh zida armirati s 2 $\Phi$ 12 i U-vilicama  $\Phi$ 8/15. Spoj zida i temeljne ploče armirati sa šipkama 4 $\Phi$ 12 te horizontalnim i vertikalnim U vilicama  $\Phi$ 8/15. Detaljan raspored armature pogledati u armaturnom planu.

## 14. Proračun potpornog ab zida

Pozicija potpornog zida vidi se u planovima pozicija (presjek C-C). Isti će se proračunati „na ruke“, postupkom prikazanim u nastavku. Karakteristike tla su pretpostavljene, u nastavku je prikazana slika izrađena pomoću programa Aspalathos Kalkulator. Tlo na strani parkirališta je zanemareno te se s njim nije išlo u proračun.



Slika 165 Skica potpornog zida

**Beton:** C30/37

$f_{ck} = 30.0 \text{ MPa}$

$f_{cd} = 30.0/1.5 = 20.0 \text{ MPa}$

**Armatura:** B500B

$f_{yk} = 500.0 \text{ MPa}$

$f_{yd} = 500.0/1.15 = 434.7 \text{ MPa}$

**Tlo:**

$\gamma_{tla} = 20,0 \text{ kN/m}^3$

$k_a = 0,3$

### Vertikalno opterećenje:

Težina zida:  $G_1 = 24 \cdot 0,2 \cdot 1,9 = 9,12 \text{ kN/m'}$

Težina temelja:  $G_2 = 24 \cdot 0,4 \cdot 1,0 = 9,6 \text{ kN/m'}$

Težina zasipa:  $G_3 = 20 \cdot 1,9 \cdot 0,6 = 22,8 \text{ kN/m'}$

(zanemaruje se doprinos nasipa ispred)

### Horizontalno opterećenje:

Od tla:  $e_{g2} = k_a \cdot \gamma \cdot h = 0,3 \cdot 20 \cdot 2,30 = 13,8 \text{ kN/m}^2$

$E_{a2} = e_{g2} \cdot h/2 = 15,87 \text{ kN/m'}$

Od pokretnog opterećenja  $p = 5,0 \text{ kN/m}^2$

$e_p = p \cdot k_a = 5 \cdot 0,3 = 1,50 \text{ kN/m}^2$

$E_{a1} = e_p \cdot h = 3,45 \text{ kN/m'}$

### Kontrola zida na prevrtanje oko točke "A":

$f = (G_1 \cdot 0,3 + G_2 \cdot 0,5 + G_3 \cdot 0,7) / (E_{a1} \cdot 1,15 + E_{a2} \cdot 0,76) = 23,5/14,45 = 1,625 > f_{crit} = 1,5$

→ zadovoljava!

### Opterećenja u razini vrha stope:

Od tla:  $e_{g1} = k_a \cdot \gamma \cdot h = 0,3 \cdot 20 \cdot 1,9 = 11,4 \text{ kN/m}^2$

$E'_{a2,Ed} = 1,35 \cdot e_{g1} \cdot h/2 = 14,62 \text{ kN/m'}$

Od pokretnog opterećenja  $p = 5,0 \text{ kN/m}^2$

$e'_p = p \cdot k_a = 5 \cdot 0,3 = 1,50 \text{ kN/m}^2$

$E'_{a2,Ed} = 1,5 \cdot e'_p \cdot h = 4,275 \text{ kN/m'}$

### Rezne sile u presjeku pri vrhu stope :

$M_{1-1,Ed} = 14,62 \cdot 0,63 + 4,275 \cdot 0,95 = 13,27 \text{ kNm/m'}$

**Potrebna armatura:**

Potporni zid:

$$A_{s1} = 1372 / (0.9 \cdot 17 \cdot 43.5) = 2,06 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

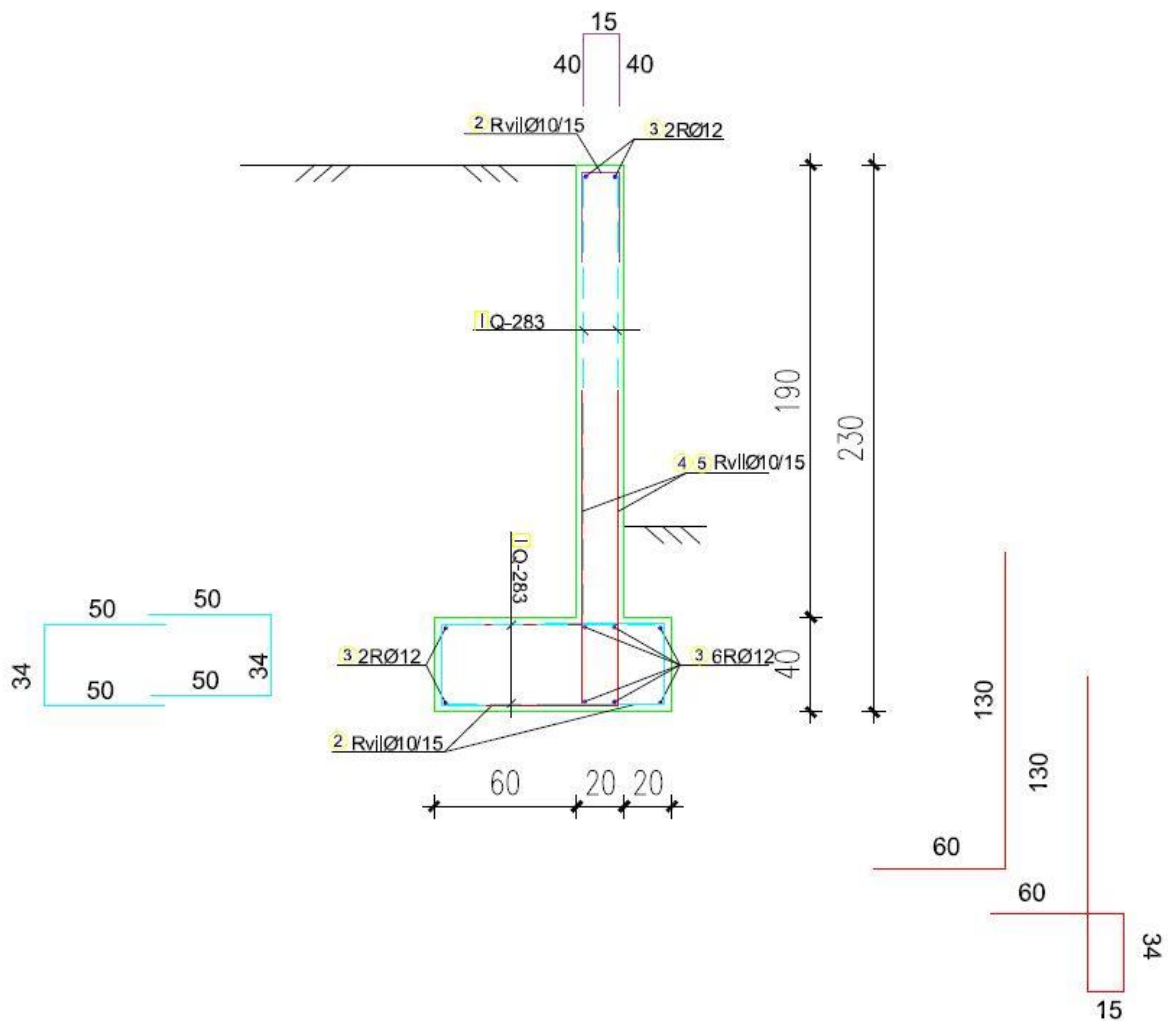
$$A_{s, \min} = (0.20/100) \cdot 100 \cdot 20 = 4,0 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Stopa:

$$A_{s1} = 1372 / (0.9 \cdot 35 \cdot 43.5) = 1,00 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s, \min} = (0.20/100) \cdot 100 \cdot 40 = 8,0 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

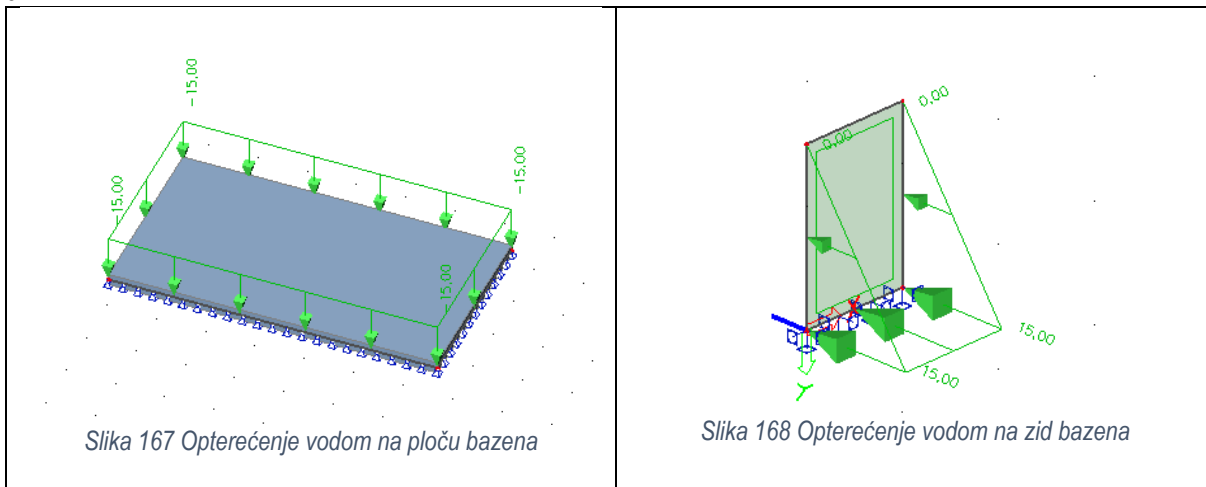
Odabrana armatura prikazana je na sljedećoj skici:



Slika 166 Detalj armiranja potpornog zida (presjek)

### 15. Proračun pomoćne građevine – bazena

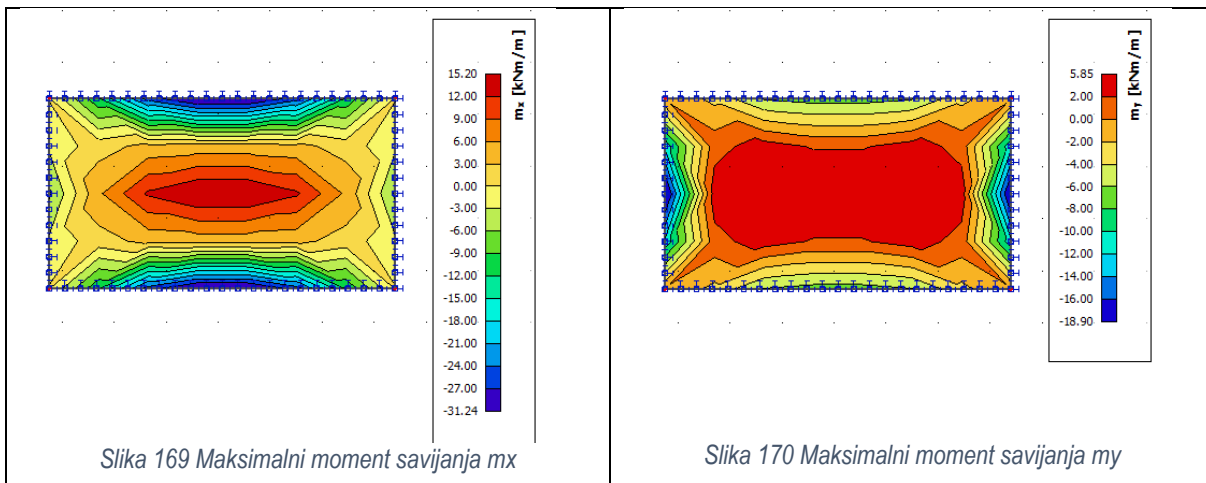
Proračun reznih sila i pomaka izvršen je na ravninskom računskom modelu. Tlocrtna površina bazena je 3.90 x 6.90 metara. Uz bazen se nalazi strojarnica dimenzija 3.20x1.50 metara. Zidovi i temeljna ploča su debljine 25 cm.



Slika 167 Opterećenje vodom na ploču bazena

Slika 168 Opterećenje vodom na zid bazena

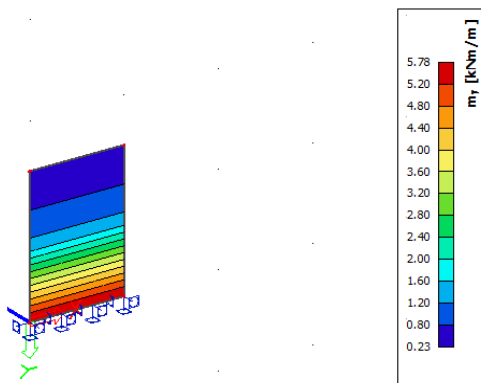
Rezultati proračuna za ploču bazena:



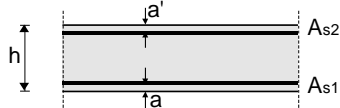
Slika 169 Maksimalni moment savijanja  $m_x$

Slika 170 Maksimalni moment savijanja  $m_y$

Rezultati proračuna za zid bazena (u modelu promatrano za 1 m1):



Slika 171 Maksimalni moment savijanja  $m_y$

**Poprečni presjek ploče:****h<sub>pl</sub>=25cm:**

d = 20,0 cm

a = a' = 5,0 cm

**Beton:**

C30/37

f<sub>ck</sub> = 30,0MPaf<sub>cd</sub> = 30,0/1,5 = 20,00 MPa**Armatura:**

B500B

f<sub>yk</sub> = 500,0 MPaf<sub>yd</sub> = 500,0/1,15 = 434,7 MPaPotrebna armatura ploče d=25 cm:

$$A_s = M_{ed} \cdot 100 / (\zeta \cdot d \cdot f_{yd}) = M_{ed} \cdot 100 / (0,974 \cdot 20,0 \cdot 43,5) = M_{ed} \cdot 0,118 \text{ [cm}^2/\text{m}'\text{]}$$

$$A_s \approx 15,20 \cdot 0,118 \text{ [cm}^2/\text{m}'\text{]} = 1,79 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Potrebna armatura ruba ploče d=25 cm:

$$A_s = M_{ed} \cdot 100 / (\zeta \cdot d \cdot f_{yd}) = M_{ed} \cdot 100 / (0,962 \cdot 20,0 \cdot 43,5) = M_{ed} \cdot 0,119 \text{ [cm}^2/\text{m}'\text{]}$$

$$A_s = 31,24 \cdot 0,119 \text{ [cm}^2/\text{m}'\text{]} = 3,72 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Potrebna armatura zida bazena i strojarnice d=25 cm:

$$A_s = M_{ed} \cdot 100 / (\zeta \cdot d \cdot f_{yd}) = M_{ed} \cdot 100 / (0,9 \cdot 20,0 \cdot 43,5) = M_{ed} \cdot 0,128 \text{ [cm}^2/\text{m}'\text{]}$$

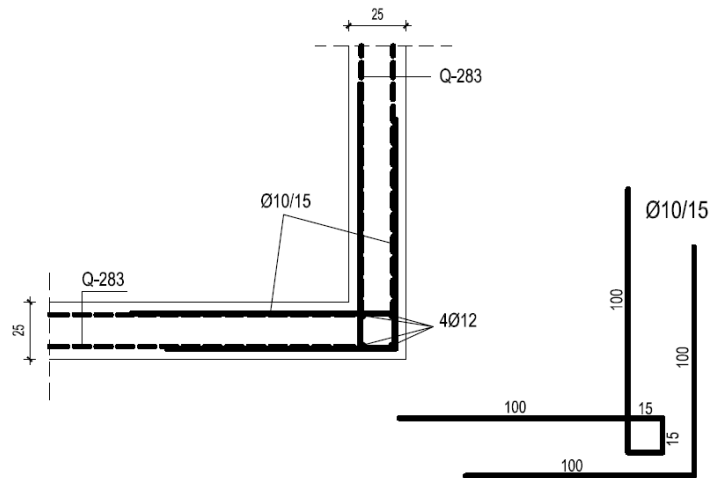
$$A_s = (5,78 \cdot 1,5) \cdot 0,128 \text{ [cm}^2/\text{m}'\text{]} = 1,11 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Minimalna armatura ploče d=25cm:

$$A_{s, \min} \geq 0,0015 \cdot b_w \cdot d = 0,0015 \cdot 100 \cdot 20 = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Odabrana armatura:

Temeljnu ploču debljine d=25cm obostrano armirati mrežastom armaturom Q-283 s minimalnim preklopom od 40 cm. Vertikalnu stijenku bazena i strojarnice (zid) armirati obostrano mrežastom armaturom Q-283. Spoj temeljne ploče i zida armirati prema skici šipkastom armaturom  $\Phi 10/15$  cm. Odabrana armatura bazena odnosi se i na strojarnicu.



Slika 172 Detalj armiranja stijenki bazena (presjek)

**16. Popis grafičkih priloga**

Tlocrt POZ 000.....	List 01.
Tlocrt POZ 100.....	List 02.
Tlocrt POZ 200.....	List 03.
Tlocrt POZ 300.....	List 04.
Tlocrt POZ 400.....	List 05.
Tlocrt POZ 500.....	List 06.
Tlocrt POZ 600.....	List 07.
Presjek A-A .....	List 08.
Presjek B-B .....	List 09.
Presjek C-C s potpornim zidom.....	List 10.
Plan pozicija bazena i strojarnice .....	List 11.
Armatura temeljne ploče (POZ 000)- donja zona .....	List 12.
Armatura temeljne ploče (POZ 000)- gornja zona.....	List 13.
Armatura POZ 100- donja zona .....	List 14.
Armatura POZ 100- gornja zona .....	List 15.
Armatura POZ 100- iskaz.....	List 16.
Armatura POZ 200- donja zona .....	List 17.
Armatura POZ 200- gornja zona .....	List 18.
Armatura POZ 200- iskaz.....	List 19.
Armatura POZ 300 (400)- donja zona .....	List 20.
Armatura POZ 300 (400)- gornja zona .....	List 21.
Armatura POZ 300 (400)- iskaz .....	List 22.
Armatura POZ 500- donja zona .....	List 23.
Armatura POZ 500- gornja zona .....	List 24.
Armatura POZ 500- iskaz.....	List 25.
Armatura POZ 600- donja zona .....	List 26.
Armatura POZ 600- gornja zona s iskazom .....	List 27.
Armatura greda .....	List 28.
Armatura greda (1).....	List 29.
Armatura zida .....	List 30.
Armatura svjetlarnika .....	List 31.

\*NAPOMENA: detalj armiranja potpornog zida i bazena prikazani su na stranicama 128. odnosno 130.

## 17. Literatura

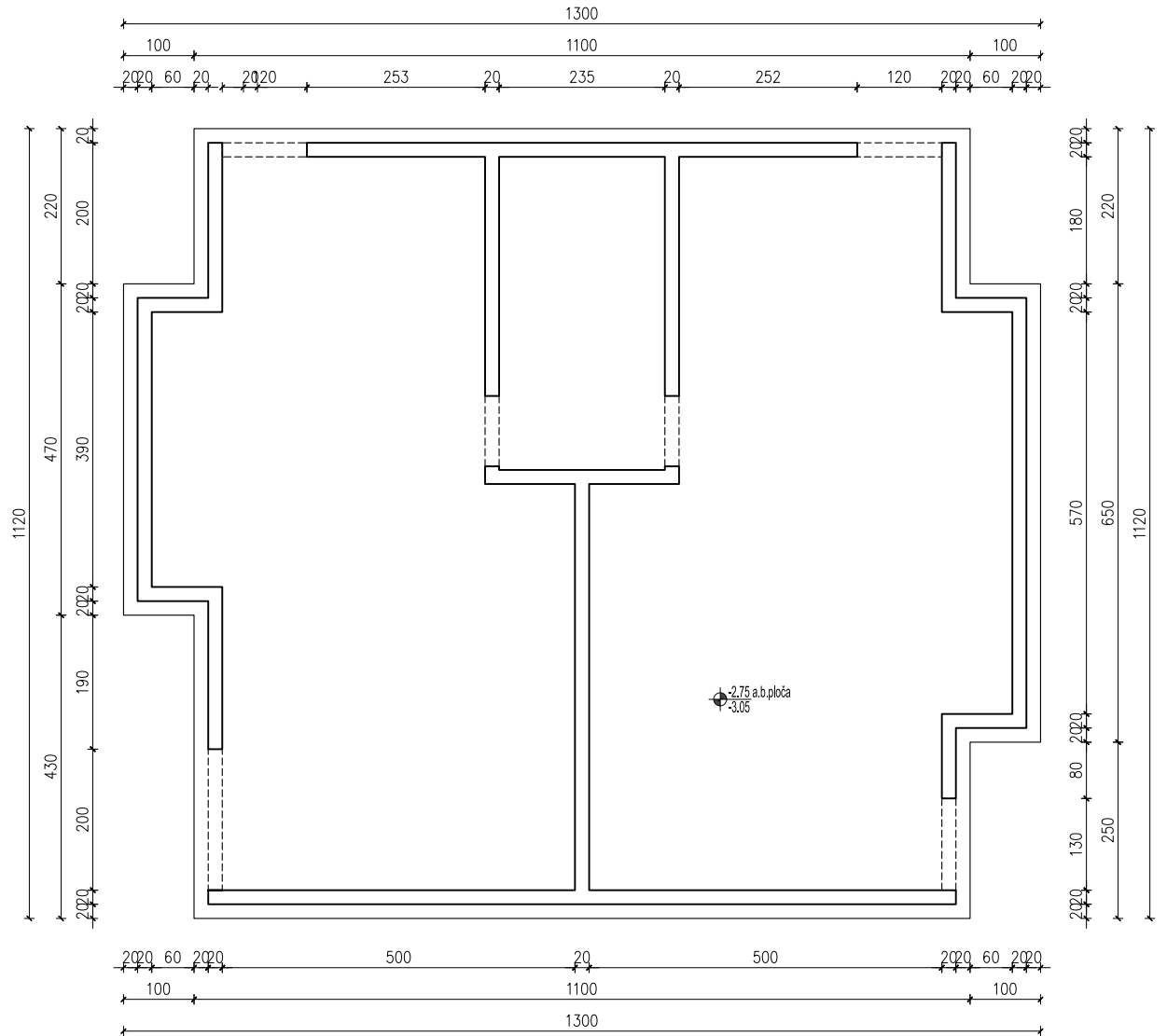
Literatura korištena za izradu diplomskog rada:

- [1] A.Harapin, J.Radnić: Osnove betonskih konstrukcija, interna skripta – zapisi s predavanja; Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije
- [2] EUROCODE:
  - Osnove projektiranja konstrukcija
  - Djelovanja na konstrukciju
  - Projektiranje betonskih konstrukcija
  - Projektiranje konstrukcija otpornih na potres
- [3] Jure Radnić i suradnici: Betonske konstrukcije; riješeni primejri
- [4] FGAG repozitorij; Repozitorij Fakulteta građevinarstva, arhitekture i geodezije
- [5] Zakoni, pravilnici i propisi Republike Hrvatske
- [6] Ostala literature katedre za betonske konstrukcije; Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

### Računalni programi:

- 1. AutoCad 2017
- 2. Microsoft office: Word  
Excel
- 3. ArmCad
- 4. Scia Engineer 19.1.
- 5. Aspalathos Section Design
- 6. Aspalathos Calculator

# PLAN POZICIJA TEMELJA - POZ 000



## TEMELJI PODRUMA - POZICIJA 000

TEMELJNA PLOČA d = 30 cm

GRADIVA:

beton C 30/37

čelik B500B



SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING,  
ARCHITECTURE AND GEODESY

### DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

DIPLOMSKI RAD-BETONSKE KONSTRUKCIJE- Projekt konstrukcije poslovne zgrade (hotel) u Hvaru

Mjerilo: M 1:100

SADRŽAJ: POZICIJA 000 - TEMELJI PODRUMA

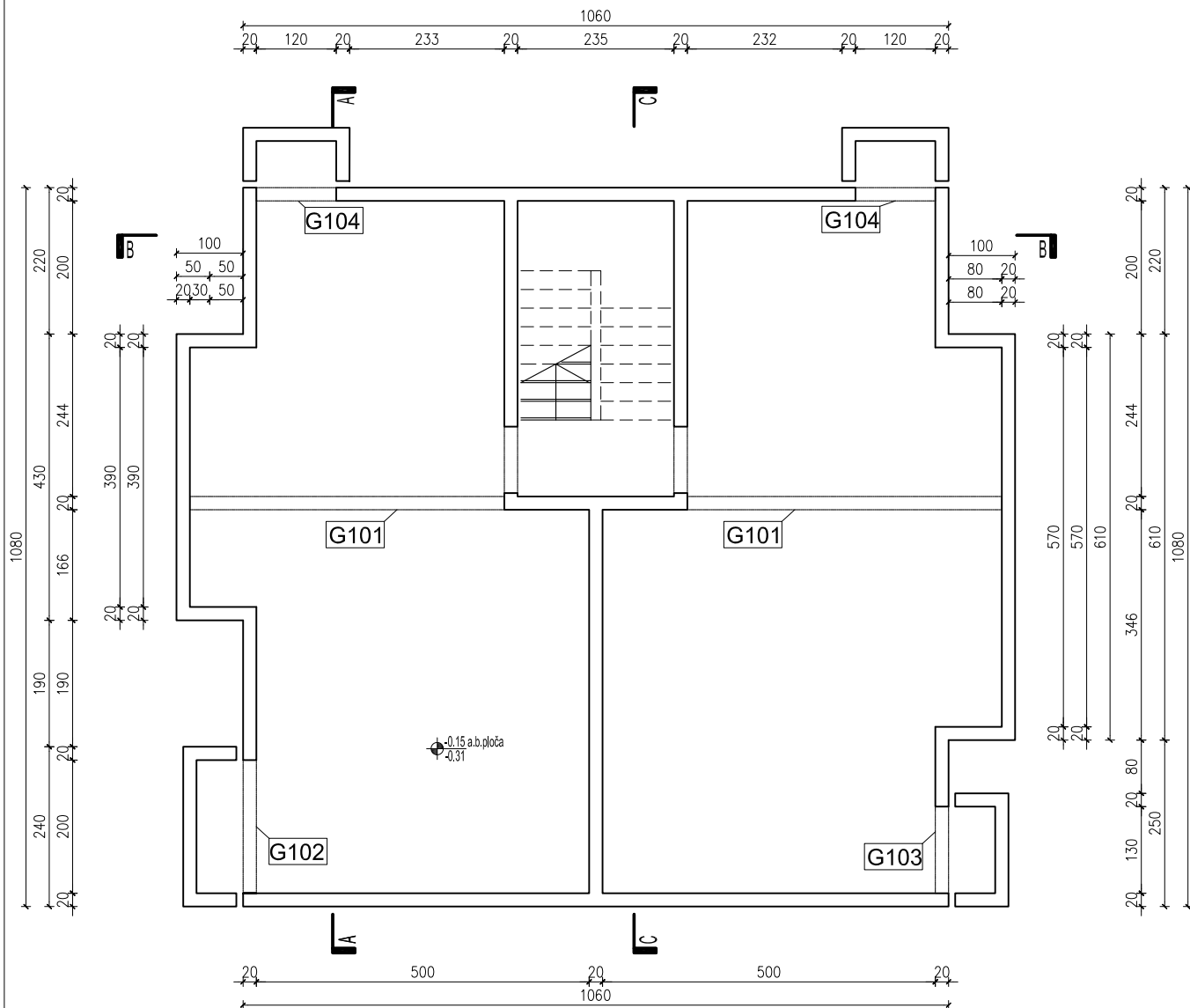
Akad.god. 2019./2020.

STUDENT: Šime Džakulić, br. indeksa 753

list: 01



# PLAN POZICIJA PLOČE IZNAD PODRUMA - POZ 100



G101 b/h=20/40 greda

POZICIJA 100  
 PLOČA IZNAD PODRUMA  
 d = 16 cm  
 GRADIVA:  
 beton C 30/37  
 čelik B500B



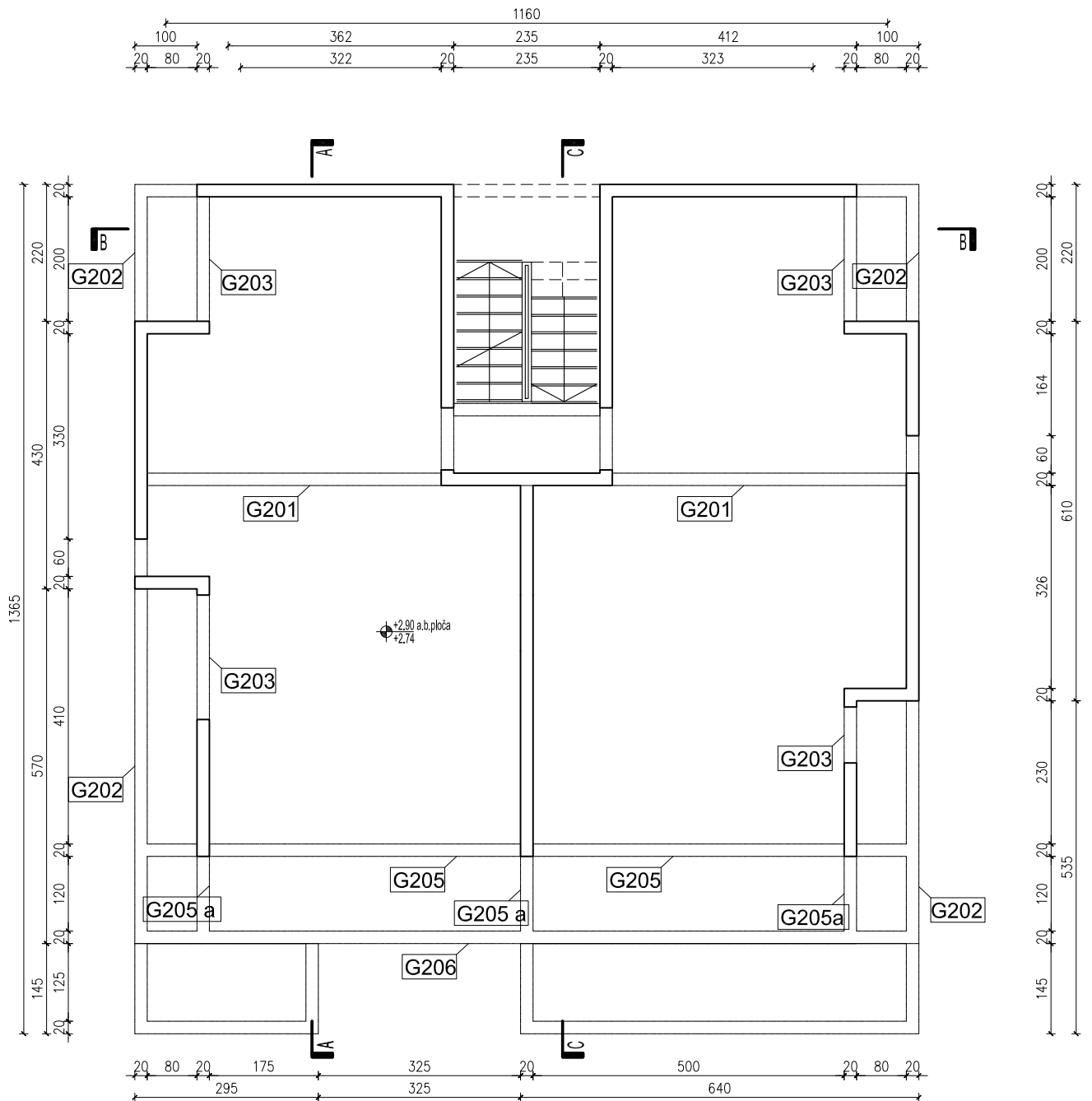
SVEUČILIŠTE U SPLITU  
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
 ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT  
 FACULTY OF CIVIL ENGINEERING,  
 ARCHITECTURE AND GEODESY

## DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

DIPLOMSKI RAD-BETONSKE KONSTRUKCIJE- Projekt konstrukcije poslovne zgrade (hotel) u Hvaru	Mjerilo: M 1:100
SADRŽAJ: POZICIJA 100	Akad.god. 2019./2020.
STUDENT: Šime Džakulić, br. indeksa 753	list: 02

# PLAN POZICIJA PLOČE IZNAD PRIZEMLJA - POZ 200



- G201 b/h=20/40 greda
- G202 b/h=20/45 greda
- G203 b/h=20/45 greda
- G205, G206, G205a b/h=20/45 greda

POZICIJA 200  
 PLOČA IZNAD PRIZEMLJA  
 d = 16 cm  
 GRADIVA:  
 beton C 30/37  
 čelik B500B



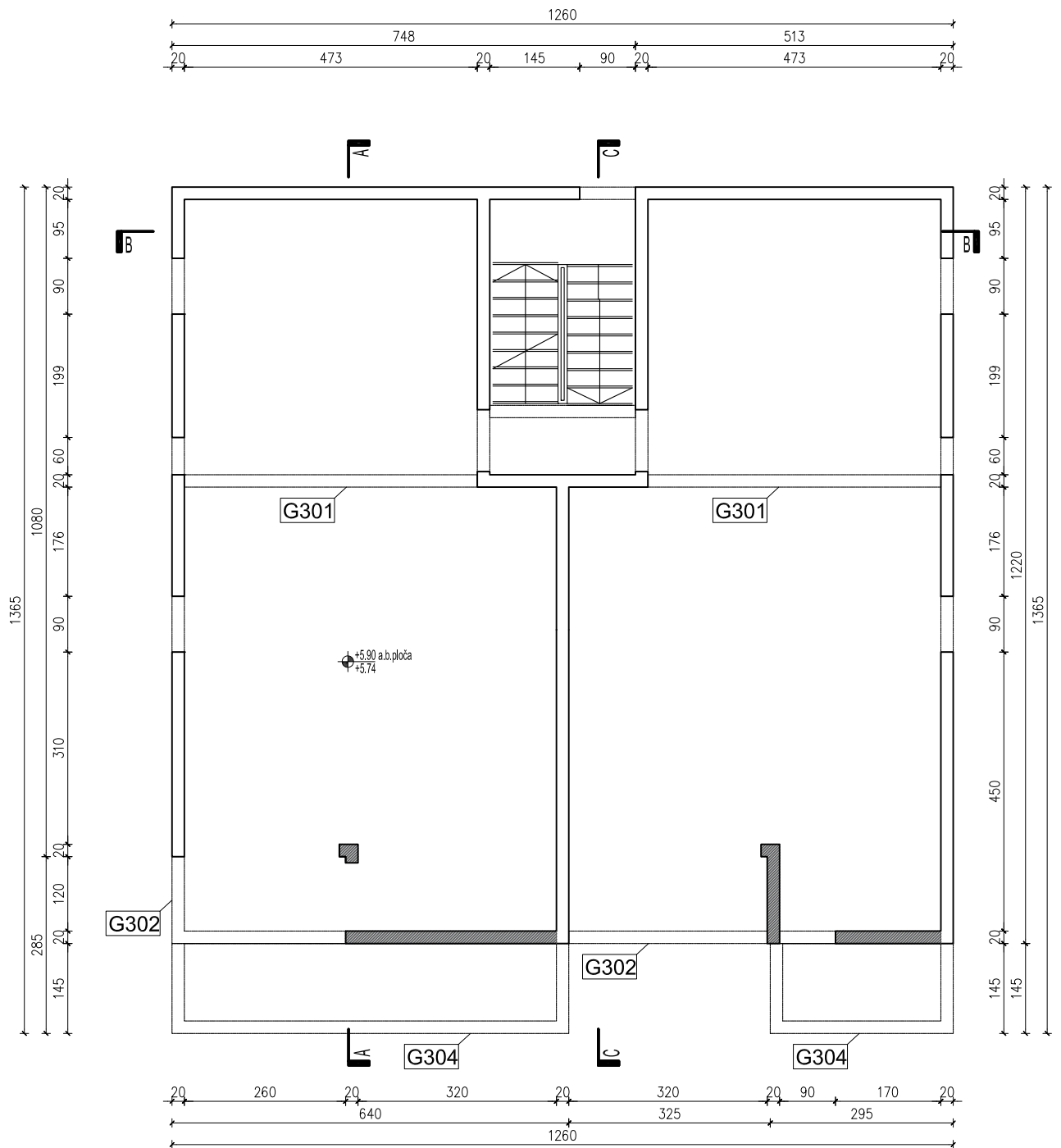
SVEUČILIŠTE U SPLITU  
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
 ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT  
 FACULTY OF CIVIL ENGINEERING,  
 ARCHITECTURE AND GEODESY

## DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

DIPLOMSKI RAD-BETONSKE KONSTRUKCIJE- Projekt konstrukcije poslovne zgrade (hotel) u Hvaru	Mjerilo: M 1:100
SADRŽAJ: POZICIJA 200	Akad.god. 2019./2020.
STUDENT: Šime Džakulić, br. indeksa 753	list: 03

# PLAN POZICIJA PLOČE IZNAD 1. KATA - POZ 300



- nenasivi zid (zidani)
- G301 b/h=20/40 greda
- G302 b/h=20/45 greda

POZICIJA 300  
 PLOČA IZNAD 1. KATA  
 d = 16 cm  
 GRADIVA:  
 beton C 30/37  
 čelik B500B



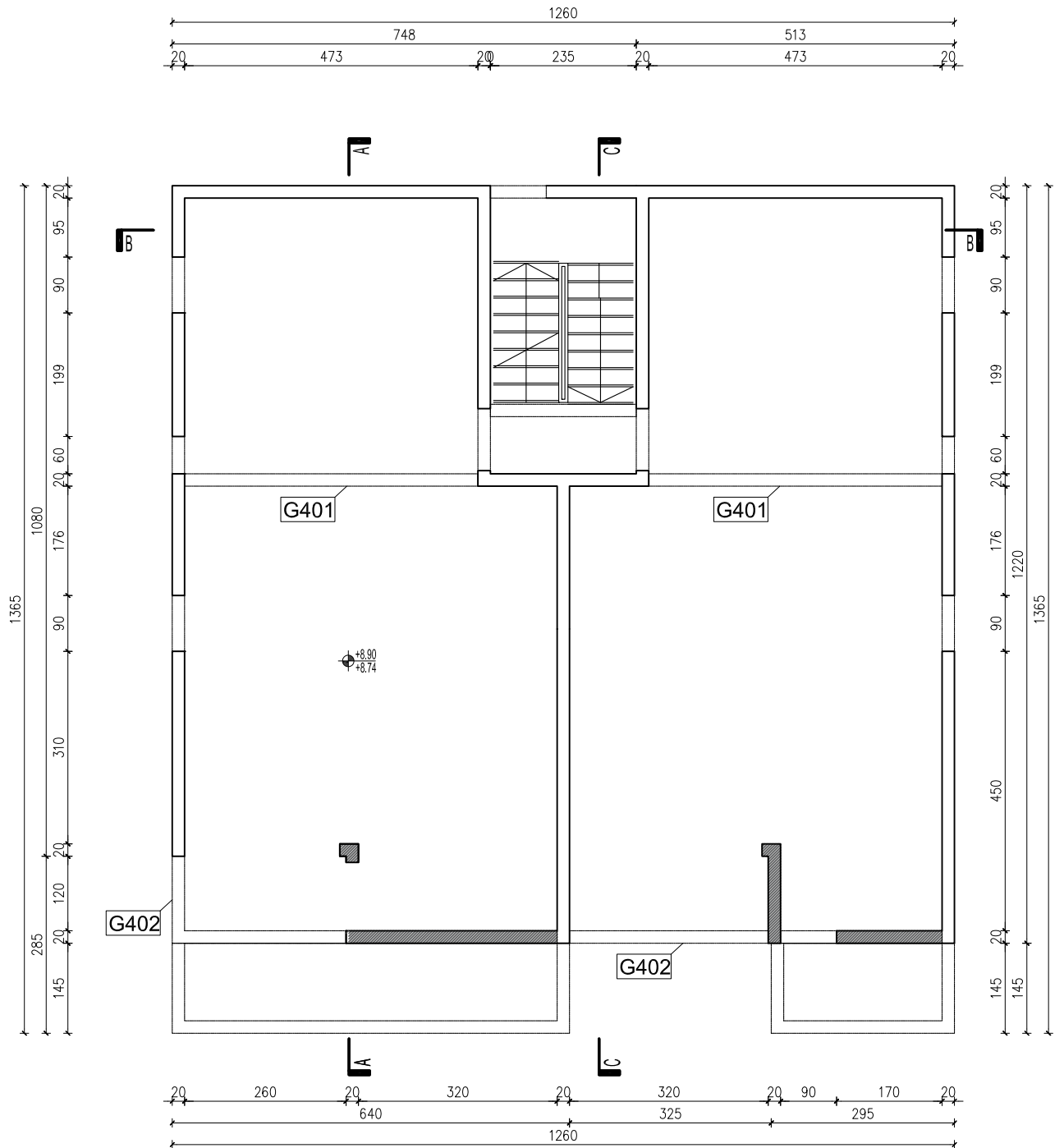
SVEUČILIŠTE U SPLITU  
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
 ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT  
 FACULTY OF CIVIL ENGINEERING,  
 ARCHITECTURE AND GEODESY

## DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

DIPLOMSKI RAD-BETONSKE KONSTRUKCIJE- Projekt konstrukcije poslovne zgrade (hotel) u Hvaru	Mjerilo: M 1:100
SADRŽAJ: POZICIJA 300	Akad.god. 2019./2020.
STUDENT: Šime Džakulić, br. indeksa 753	list: 04

# PLAN POZICIJA PLOČE IZNAD 2. KATA - POZ 400



- nenosivi zid (zidani)
- G401 b/h=20/40 greda
- G402 b/h=20/45 greda

POZICIJA 400  
 PLOČA IZNAD 2. KATA  
 d = 16 cm  
 GRADIVA:  
 beton C 30/37  
 čelik B500B



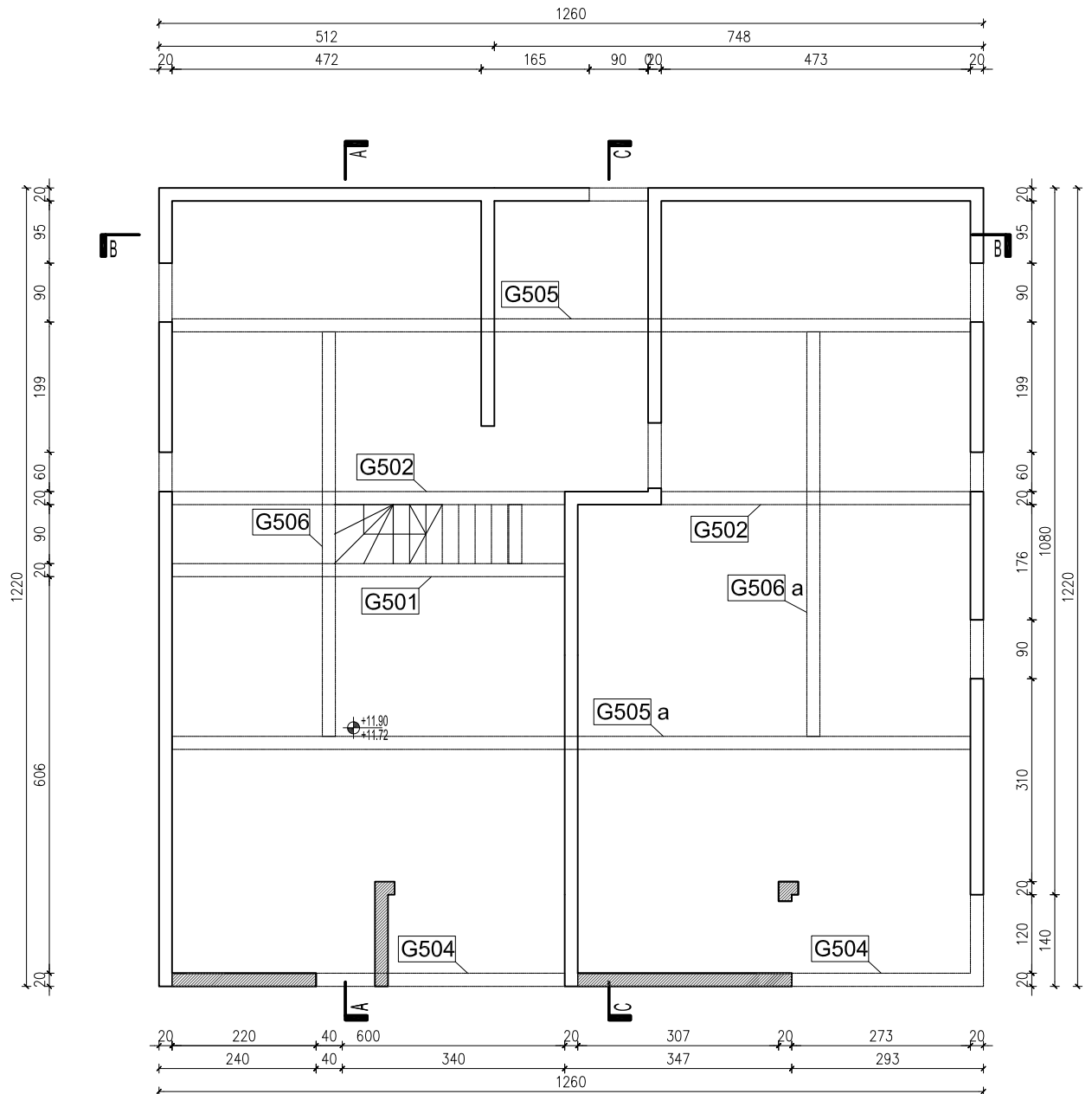
SVEUČILIŠTE U SPLITU  
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
 ARHITEKTURE I GEODEZIJE


UNIVERSITY OF SPLIT  
 FACULTY OF CIVIL ENGINEERING,  
 ARCHITECTURE AND GEODESY

## DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

DIPLOMSKI RAD-BETONSKE KONSTRUKCIJE- Projekt konstrukcije poslovne zgrade (hotel) u Hvaru	Mjerilo: M 1:100
SADRŽAJ: POZICIJA 400	Akad.god. 2019./2020.
STUDENT: Šime Džakulić, br. indeksa 753	list: 05

# PLAN POZICIJA PLOČE IZNAD 3. KATA - POZ 500



-  nenosivi zid (zidani)
- G501 b/h=20/18 greda (u ploči)
- G502 b/h=20/40 greda
- G504 b/h=20/85 greda
- G505, 506 b/h=20/48 obrnuta greda

POZICIJA 500  
 PLOČA IZNAD 3. KATA  
 d = 18 cm  
 GRADIVA:  
 beton C 30/37  
 čelik B500B



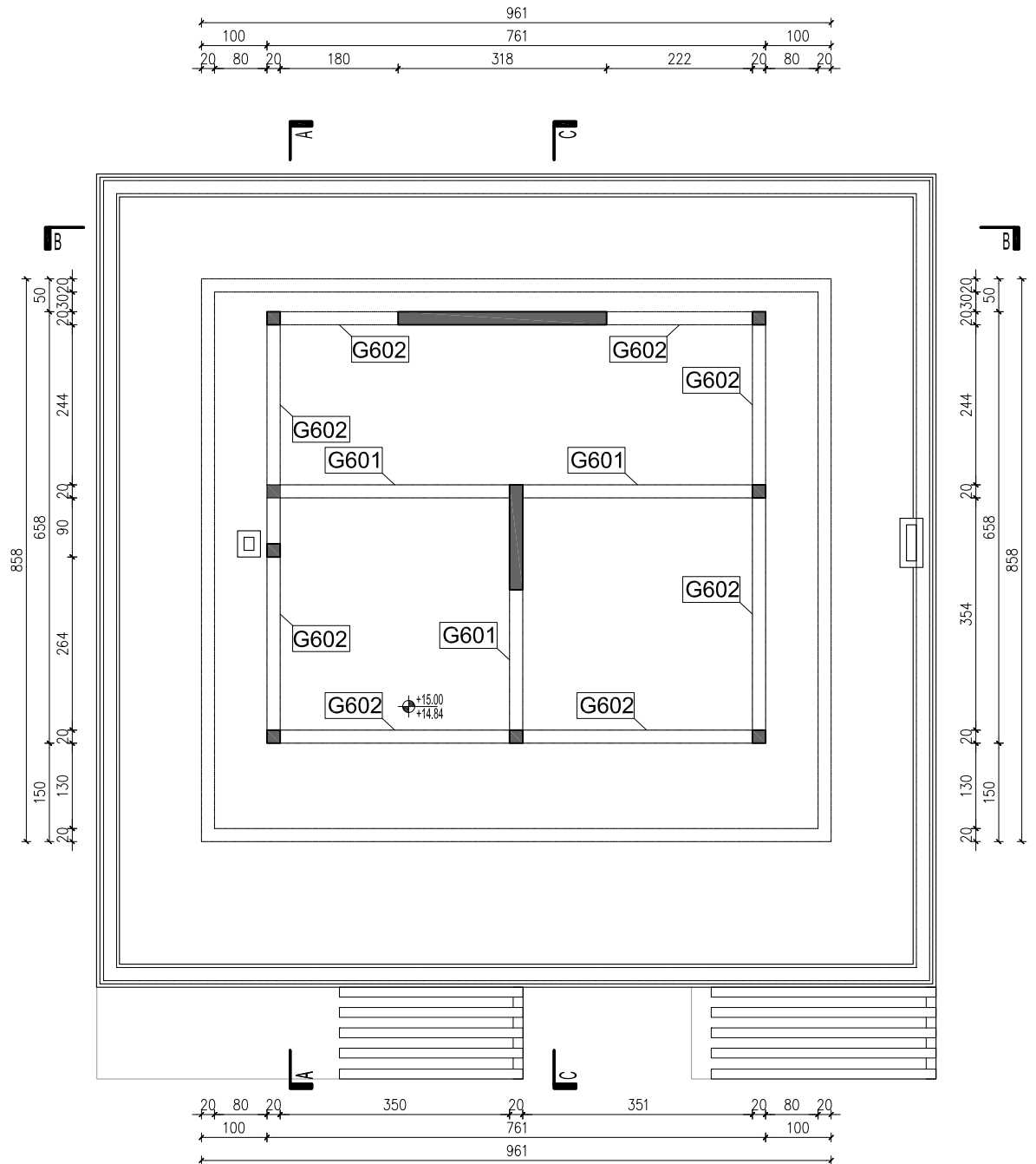
SVEUČILIŠTE U SPLITU  
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
 ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT  
 FACULTY OF CIVIL ENGINEERING,  
 ARCHITECTURE AND GEODESY

## DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

DIPLOMSKI RAD-BETONSKE KONSTRUKCIJE- Projekt konstrukcije poslovne zgrade (hotel) u Hvaru	Mjerilo: M 1:100
SADRŽAJ: POZICIJA 500	Akad.god. 2019./2020.
STUDENT: Šime Džakulić, br. indeksa 753	list: 06

# PLAN POZICIJA PLOČE IZNAD NADGRAĐA - POZ 600



G501 b/h=20/40 greda

G502 b/h=20/60 greda

POZICIJA 600  
 PLOČA IZNAD NADGRAĐA d = 16 cm  
 GRADIVA:  
 beton C 30/37  
 čelik B500B



SVEUČILIŠTE U SPLITU  
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
 ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT  
 FACULTY OF CIVIL ENGINEERING,  
 ARCHITECTURE AND GEODESY

## DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

DIPLOMSKI RAD-BETONSKE KONSTRUKCIJE- Projekt konstrukcije poslovne zgrade (hotel) u Hvaru

Mjerilo: M 1:100

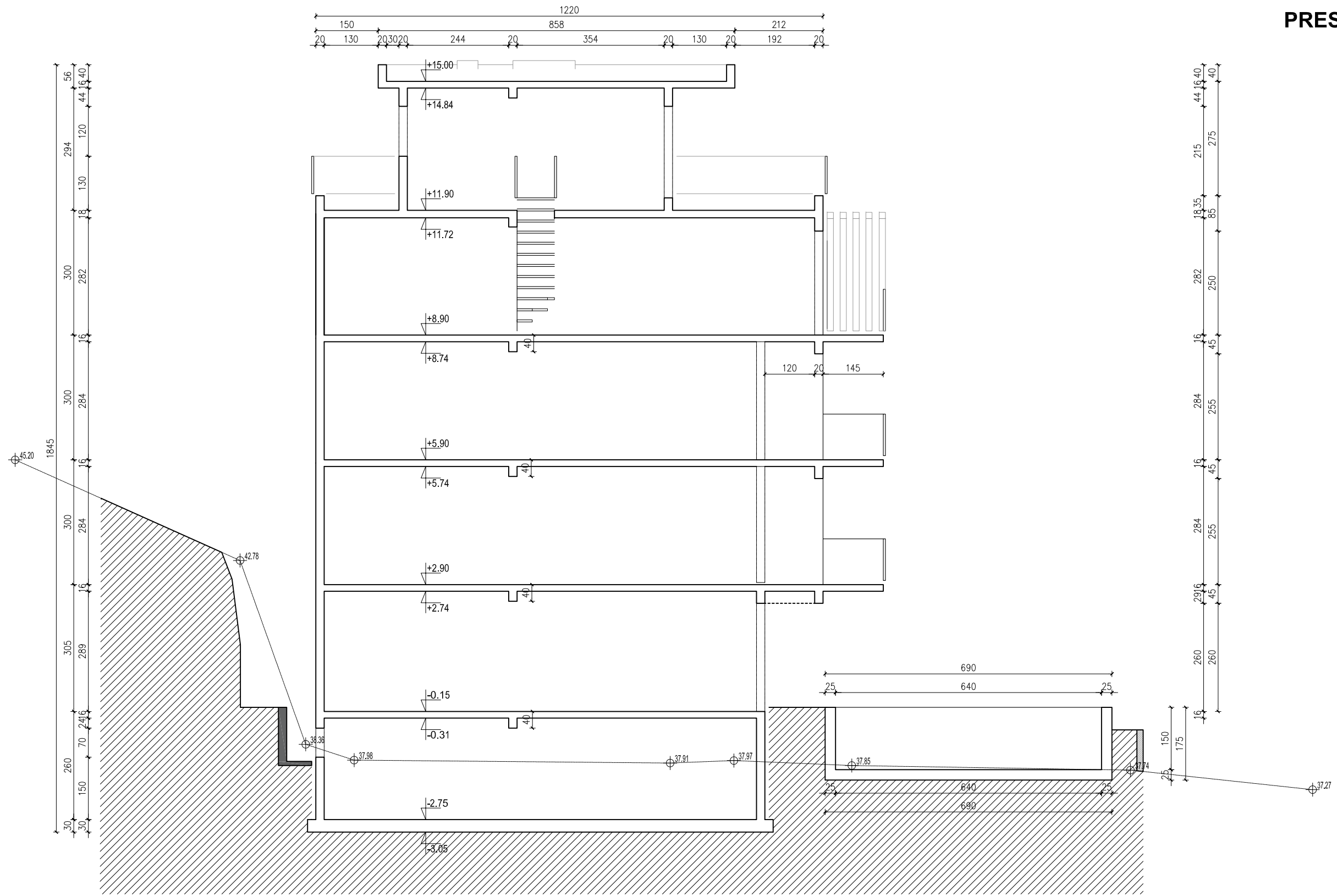
SADRŽAJ: POZICIJA 600 - Ravni kov


Akad.god. 2019./2020.

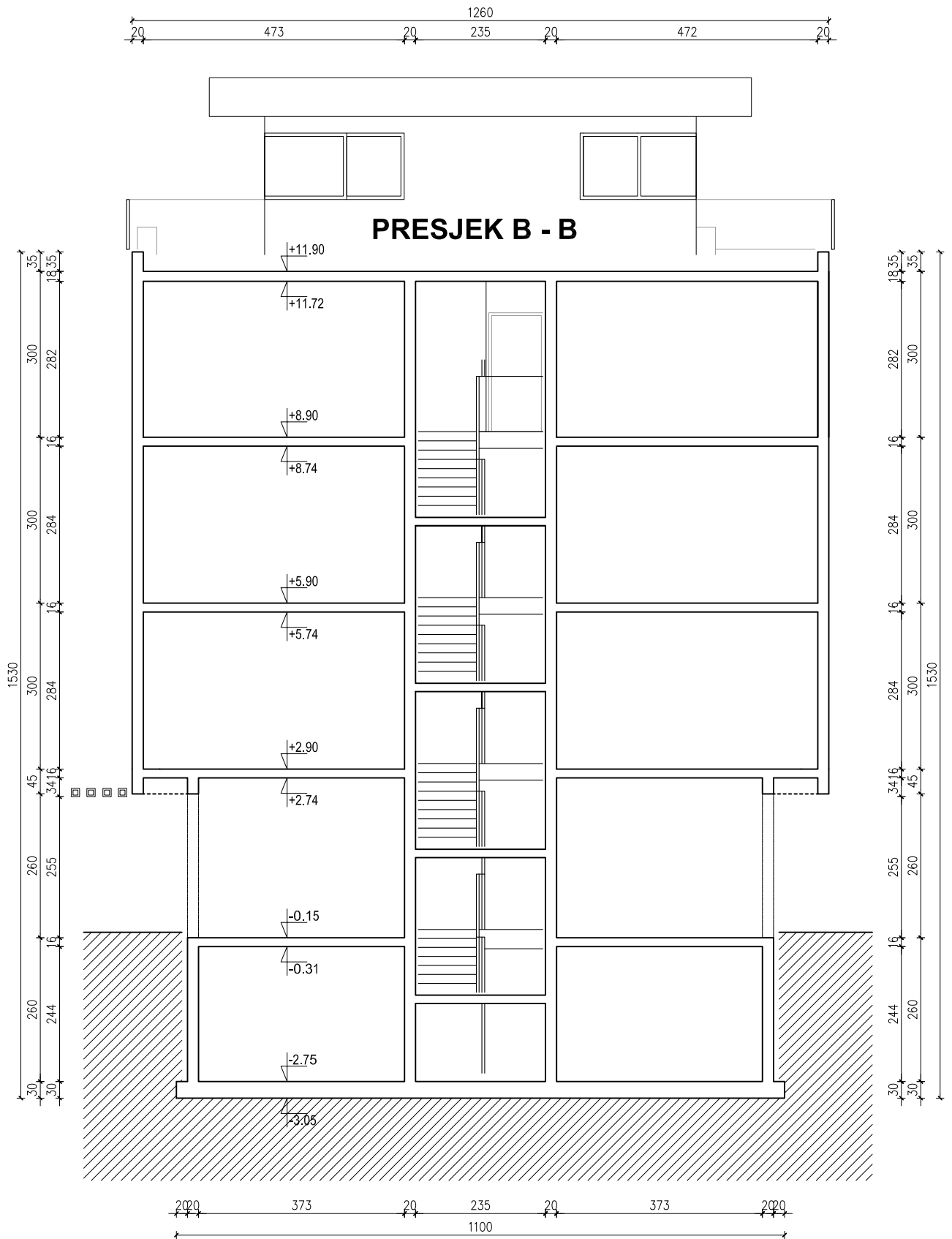
STUDENT: Šime Džakulić, br. indeksa 753

list: 07

**PRESJEK A - A**



	<b>SVEUČILIŠTE U SPLITU</b> FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE	<b>UNIVERSITY OF SPLIT</b> FACULTY OF CIVIL ENGINEERING, ARCHITECTURE AND GEODESY
	DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA	
DIPLOMSKI RAD-BETONSKE KONSTRUKCIJE- Projekt konstrukcije poslovne zgrade (hotel) u Hvaru		Mjerilo: M 1:100
SADRŽAJ: PRESJEK A-A		Akad.god. 2019./2020.
STUDENT: Šime Džakulić, br. indeksa 753		list: 08



SVEUČILIŠTE U SPLITU  
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
 ARHITEKTURE I GEODEZIJE

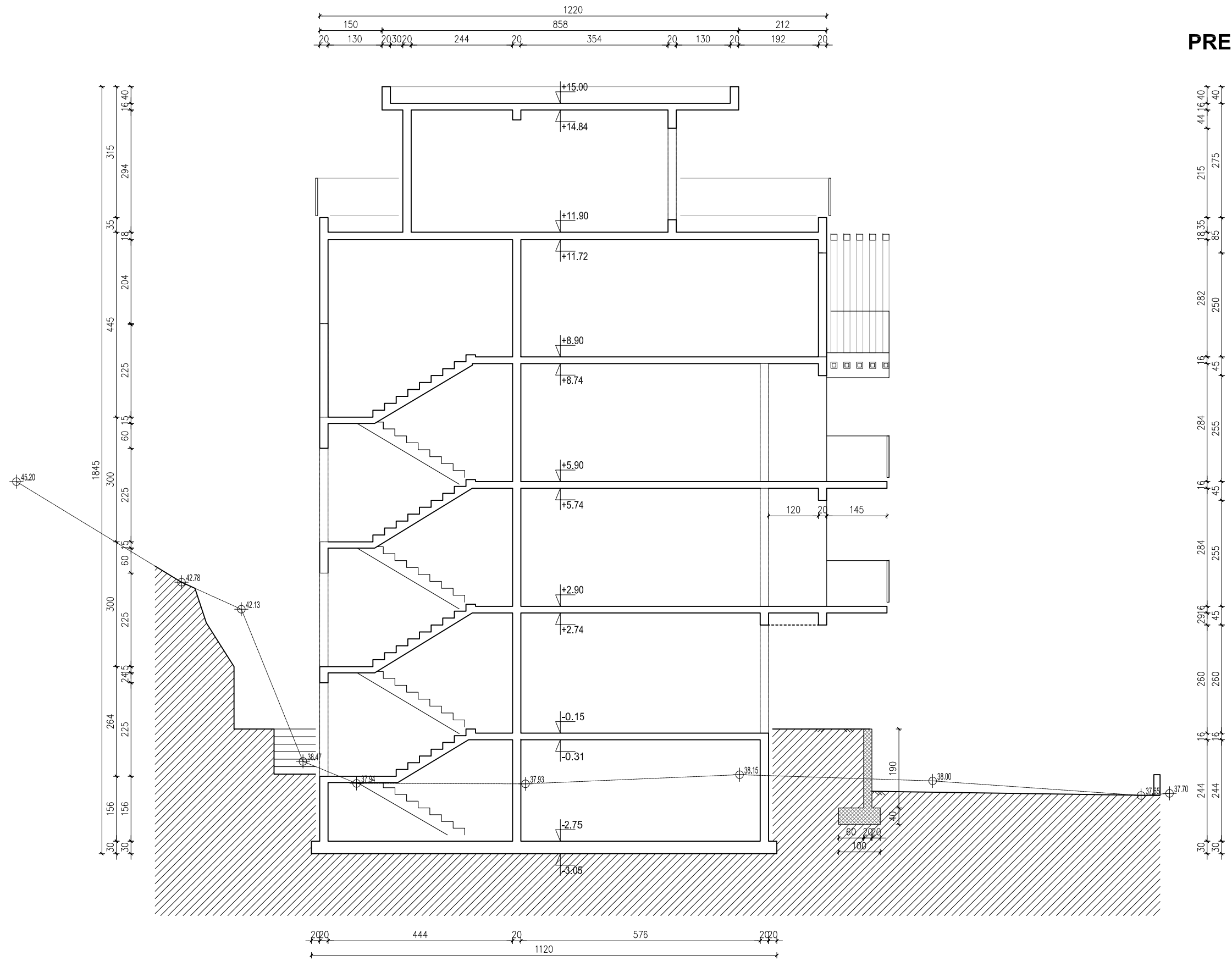
UNIVERSITY OF SPLIT  
 FACULTY OF CIVIL ENGINEERING,  
 ARCHITECTURE AND GEODESY

DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

DIPLOMSKI RAD-BETONSKE KONSTRUKCIJE- Projekt konstrukcije poslovne zgrade (hotel) u Hvaru	Mjerilo: M 1:100
SADRŽAJ: PRESJEK B-B	Akad.god. 2019./2020.
STUDENT: Šime Džakulić, br. indeksa 753	list: 09

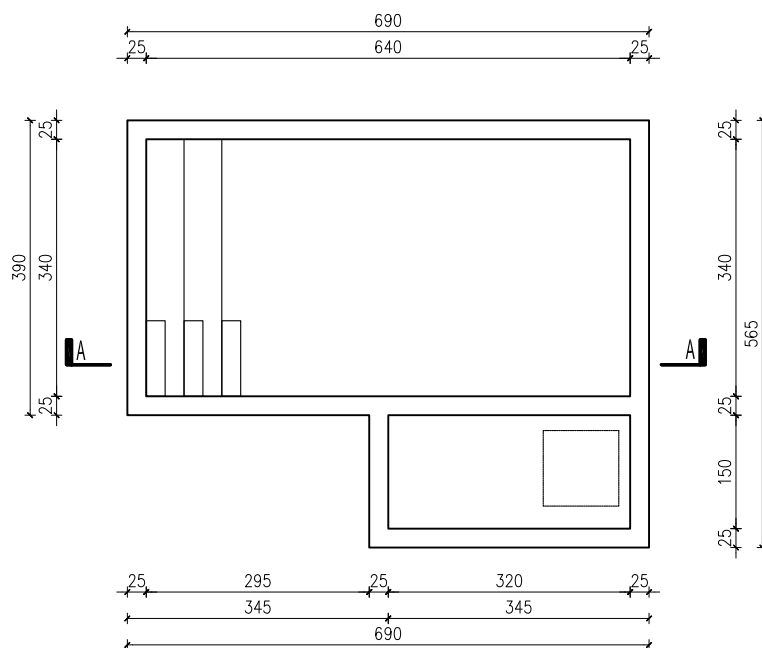


**PRESJEK C - C**

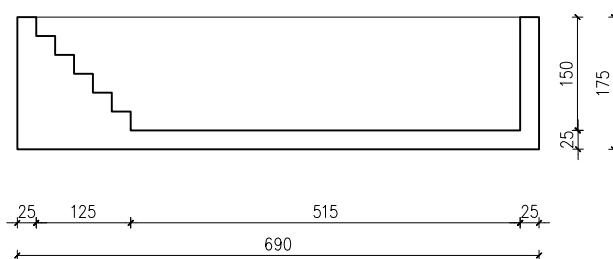


	<p><b>SVEUČILIŠTE U SPLITU</b>          FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,          ARHITEKTURE I GEODEZIJE</p>	<p><b>UNIVERSITY OF SPLIT</b>          FACULTY OF CIVIL ENGINEERING,          ARCHITECTURE AND GEODESY</p>
	<p>DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA</p>	
<p>DIPLOMSKI RAD-BETONSKE KONSTRUKCIJE- Projekt konstrukcije poslovne zgrade (hotel) u Hvaru</p>		<p>Mjerilo: M 1:100</p>
<p>SADRŽAJ: PRESJEK C-C S POTPORNIM ZIDOM</p>		<p>Akad.god. 2019./2020.</p>
<p>STUDENT: Šime Džakulić, br. indeksa 753</p>		<p>list: 10</p>

# PLAN POZICIJA BAZENA I STROJARNICE



## PRESJEK A-A



SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING,  
ARCHITECTURE AND GEODESY

## DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

DIPLOMSKI RAD-BETONSKE KONSTRUKCIJE- Projekt konstrukcije poslovne zgrade (hotel) u Hvaru

Mjerilo: M 1:100

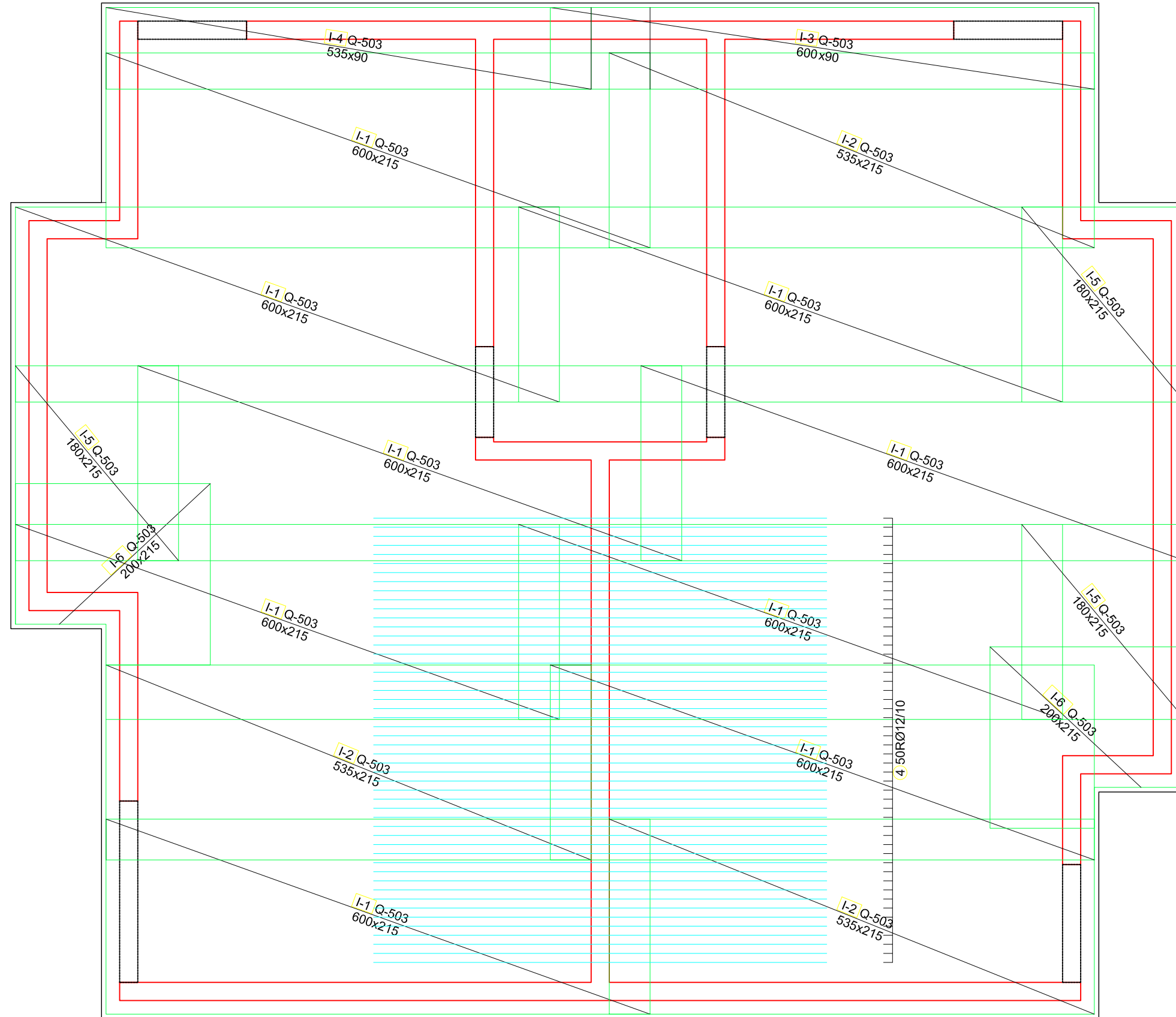
SADRŽAJ: PLAN POZICIJA BAZENA I STROJARNICE

Akad.god. 2019./2020.

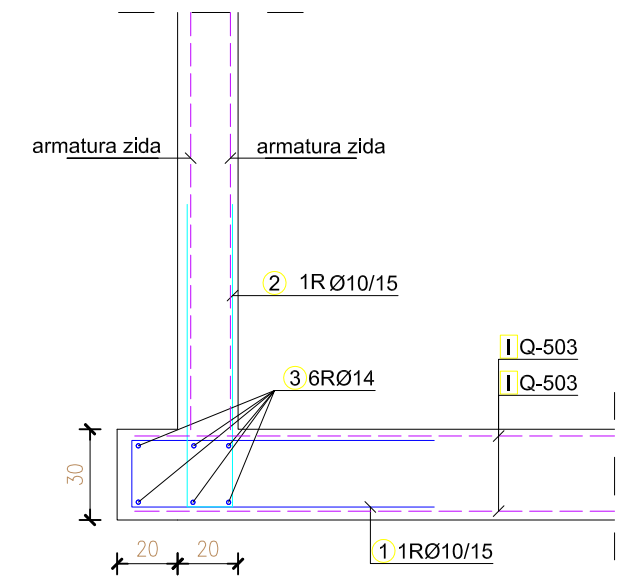
STUDENT: Šime Džakulić, br. indeksa 753

list: 11

# TEMELJNA PLOČA -DONJA ZONA



## DETALJ SPOJA AB ZIDOVA I TEMELJNE PLOČE



### TEMELJI PODRUMA - POZICIJA 000

TEMELJNA PLOČA d = 30 cm

GRADIVA:

beton C 30/37

čelik B500B

MIN. PREKLOP MREŽE 40 cm

MIN. PREKLOP ZA ŠIPKE 50Ø



SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FACULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING,  
ARCHITECTURE AND GEODESY

DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

DIPLOMSKI RAD-BETONSKE KONSTRUKCIJE- Projekt konstrukcije poslovne zgrade (hotel) u Hvaru

Mjerilo: M 1:50

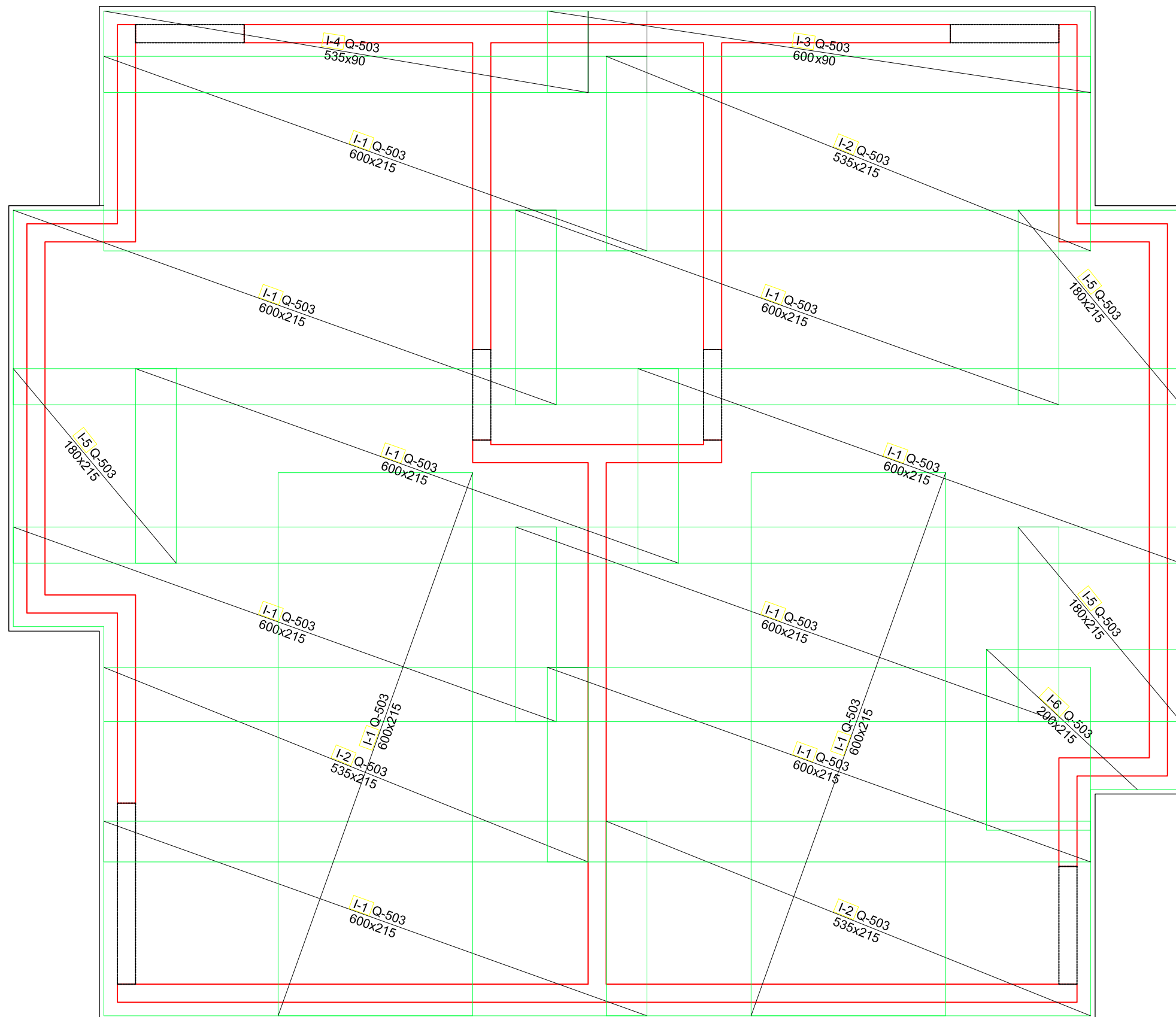
SADRŽAJ: ARMATURA TEMELJNE PLOČE - donja zona

Akad.god. 2019./2020.

STUDENT: Šime Džakulić, br. indeksa 753

list: 12

# TEMELJNA PLOČA - GORNJA ZONA



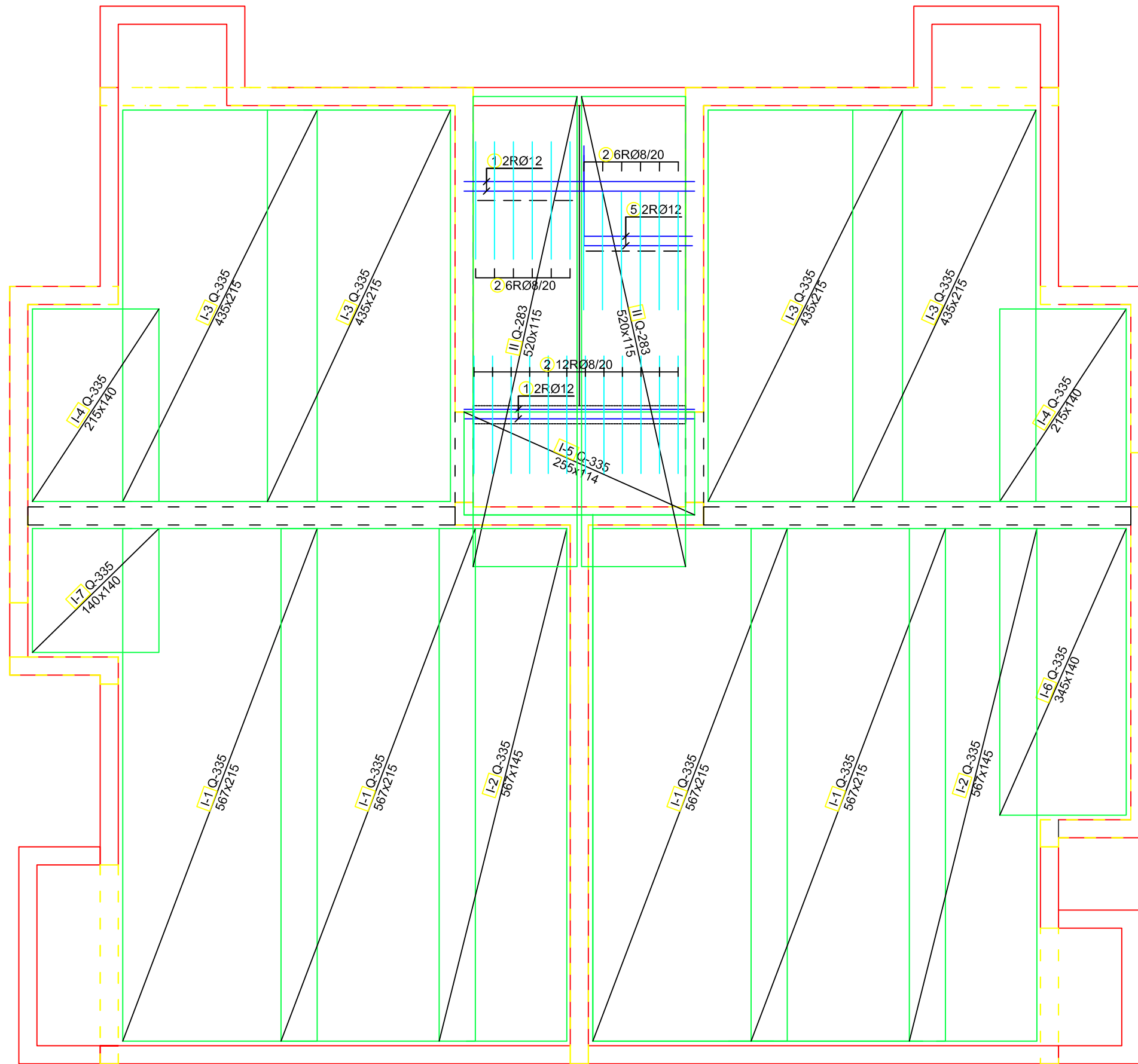
Šipke - specifikacija					
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
TEMELJNA PLOČA (1 kom)					
1		10	2.22	323	717.06
2		10	2.15	421	905.15
3		14	6.00	72	432.00
4		12	5.00	50	250.00

Šipke - rekapitulacija			
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m³]	Težina [kg]
10	1622.21	0.65	1054.44
14	432.00	1.25	540.00
12	250.00	0.92	230.00
Ukupno šipke:			1824.44

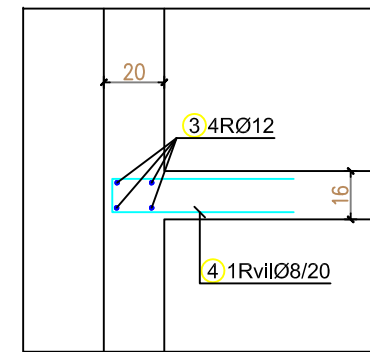
Mreže - specifikacija						
pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m²]	Ukupna težina [kg]
TEMELJNA PLOČA (1 kom)						
I-1	Q-503	215	600	20	8.03	2071.74
I-2	Q-503	215	535	6	8.03	554.19
I-3	Q-503	90	600	2	8.03	86.72
I-4	Q-503	90	535	2	8.03	77.33
I-5	Q-503	215	180	6	8.03	186.46
I-6	Q-503	215	200	3	8.03	103.59
Ukupno mreže:						3080.03

**TEMELJI PODRUMA - POZICIJA 000**  
 TEMELJNA PLOČA d = 30 cm  
 GRADIVA:  
 beton C 30/37  
 čelik B500B  
 MIN. PREKLOP MREŽE 40 cm  
 MIN. PREKLOP ZA ŠIPKE 50Ø

	SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE	UNIVERSITY OF SPLIT FACULTY OF CIVIL ENGINEERING, ARCHITECTURE AND GEODESY
	DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA	
DIPLOMSKI RAD-BETONSKE KONSTRUKCIJE- Projekt konstrukcije poslovne zgrade (hotel) u Hvaru		Mjerilo: M 1:50
SADRŽAJ: ARMATURA TEMELJNE PLOČE - gornja zona		Akad.god. 2019./2020.
STUDENT: Šime Džakulić, br. indeksa 753		list: 13



DETALJ OSLANJANJA PLOČE NA ZIDOVE  
PRESJEK



**POZICIJA 100**  
 PLOČA d = 16 cm  
 GRADIVA:  
 beton C 30/37  
 čelik B500B  
 MIN. PREKLOP MREŽE 40 cm  
 MIN. PREKLOP ZA ŠIPKE 50Ø



SVEUČILIŠTE U SPLITU  
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
 ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT  
 FACULTY OF CIVIL ENGINEERING,  
 ARCHITECTURE AND GEODESY

DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

DIPLOMSKI RAD-BETONSKE KONSTRUKCIJE- Projekt konstrukcije poslovne zgrade (hotel) u Hvaru

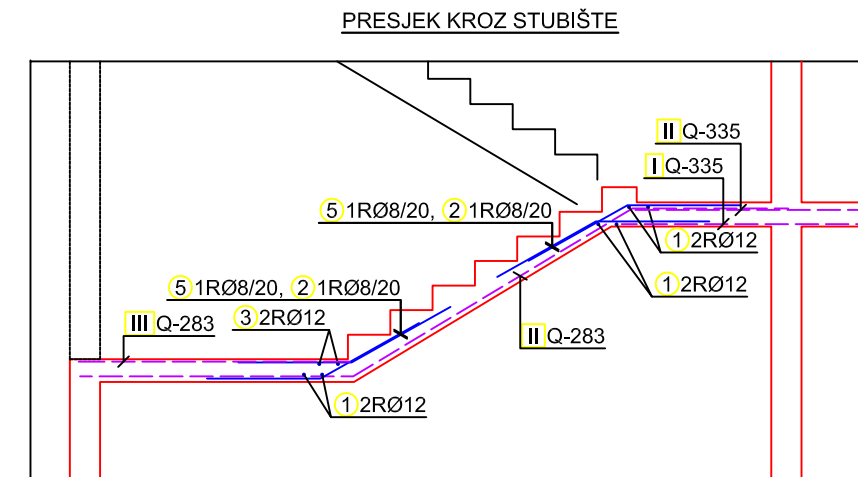
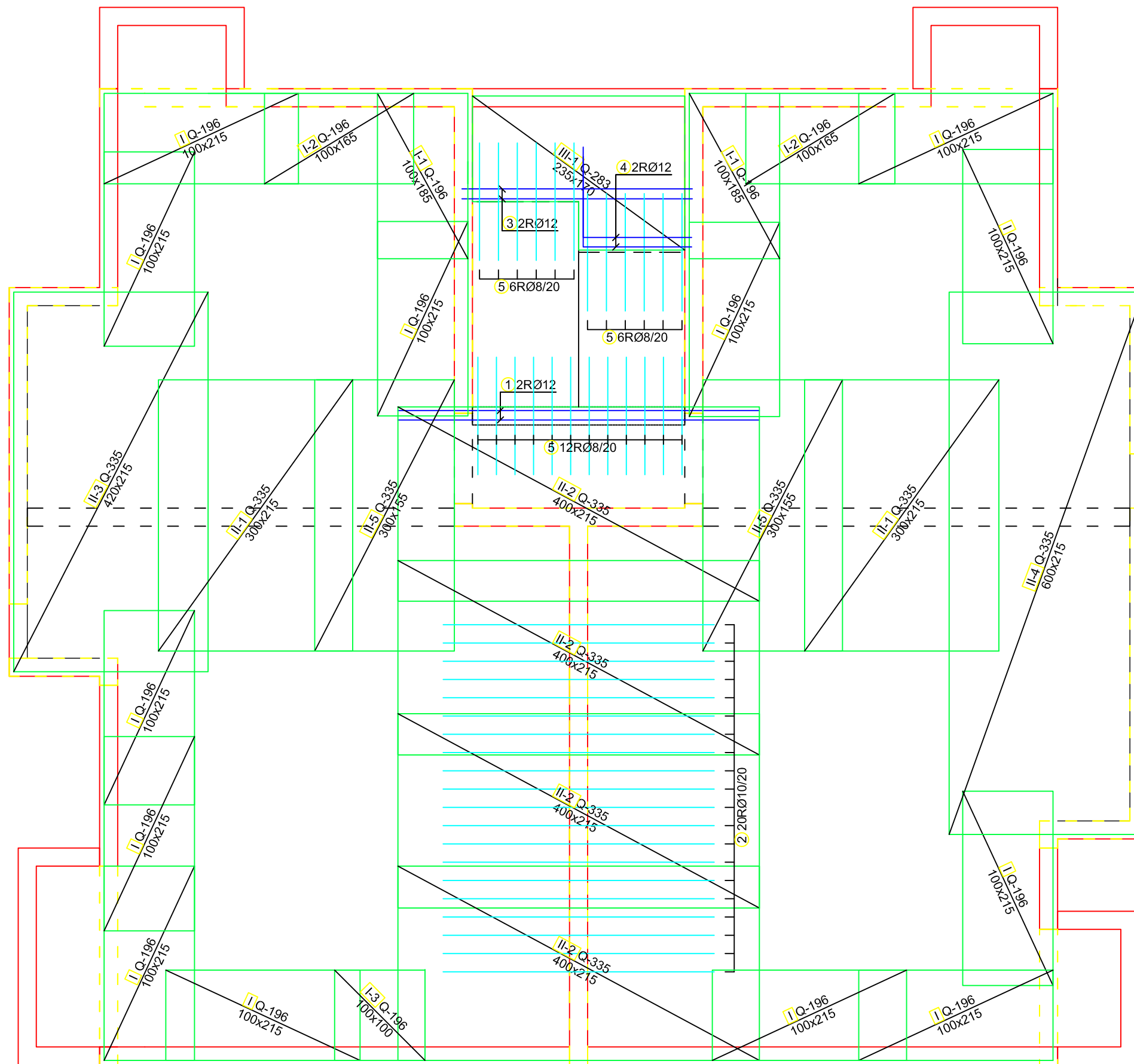
Mjerilo: M 1:50

SADRŽAJ: ARMATURA POZICIJE 100 - donja zona


Akad.god. 2019./2020.

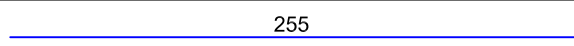
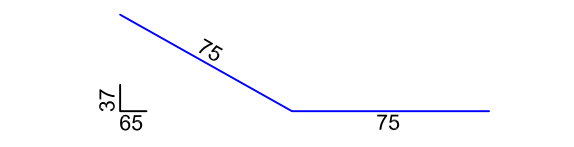
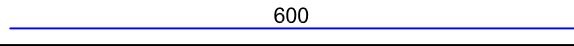
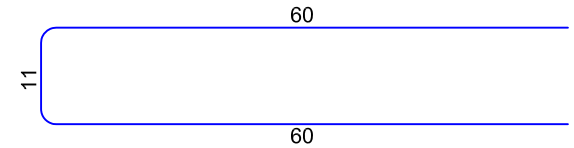
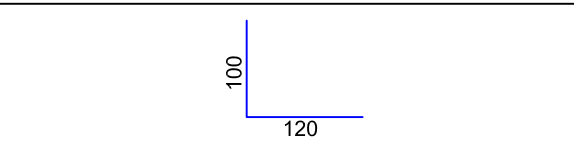
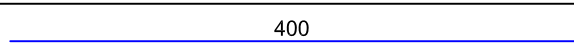
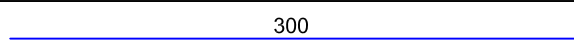
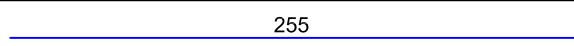
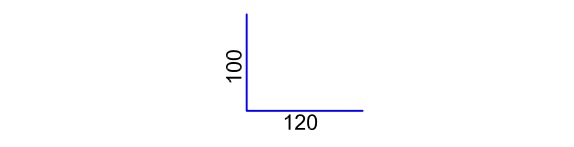
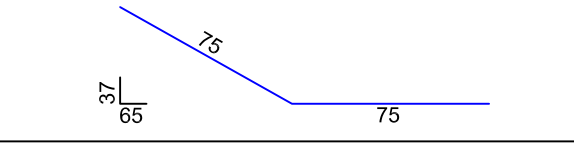
STUDENT: Šime Džakulić, br. indeksa 753

list: 14



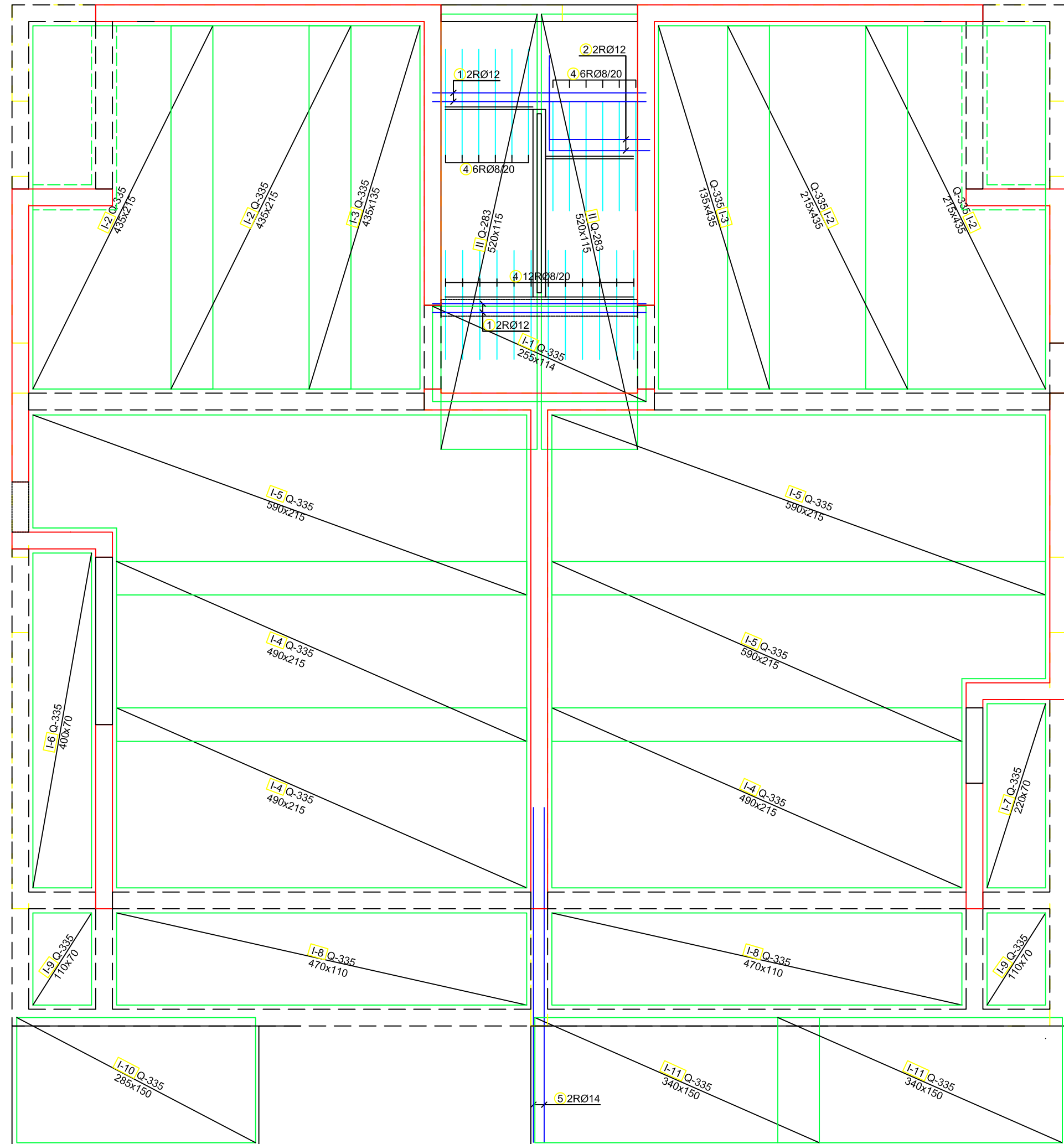
**POZICIJA 100**  
 PLOČA d = 16 cm  
 GRADIVA:  
 beton C 30/37  
 čelik B500B  
 MIN. PREKLOP MREŽE 40 cm  
 MIN. PREKLOP ZA ŠIPKE 50Ø

	<b>SVEUČILIŠTE U SPLITU</b> FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE	<b>UNIVERSITY OF SPLIT</b> FACULTY OF CIVIL ENGINEERING, ARCHITECTURE AND GEODESY
	DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA	
DIPLOMSKI RAD-BETONSKE KONSTRUKCIJE- Projekt konstrukcije poslovne zgrade (hotel) u Hvaru		Mjerilo: M 1:50
SADRŽAJ: ARMATURA POZICIJE 100 - gornja zona		Akad.god. 2019./2020.
STUDENT: Šime Džakulić, br. indeksa 753		list: 15

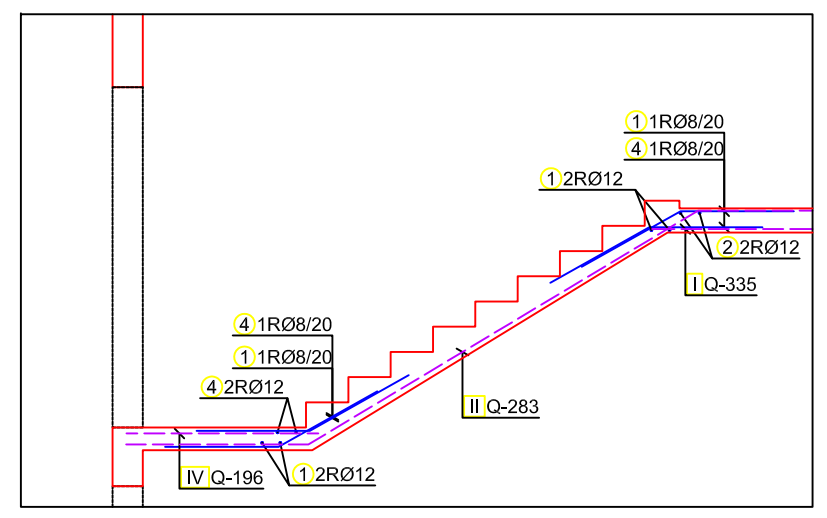
Šipke - specifikacija					
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
DONJA ZONA (1 kom)					
1		12	2.55	4	10.20
2		8	1.50	24	36.00
3		12	6.00	28	168.00
4		8	1.31	230	301.3
5		12	2.20	2	4.40
GORNJA ZONA (1 kom)					
1		12	4.00	2	8.00
2		10	3.00	20	60.00
3		12	2.55	2	5.10
4		12	2.20	2	4.40
5		8	1.50	24	36.00

Šipke - rekapitulacija			
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m]	Težina [kg]
S500			
8	373.30	0.40	149.32
10	60.00	0.65	39.00
12	200.10	0.92	184.09
Ukupno			325.41

Mreže - specifikacija						
Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
DONJA ZONA (1 kom)						
I-1	Q-335	215	567	4	5.45	265.75
I-2	Q-335	145	567	2	5.45	89.61
I-3	Q-335	215	435	4	5.45	203.88
I-4	Q-335	140	215	2	5.45	32.81
I-5	Q-335	114	255	1	5.45	15.84
I-6	Q-335	140	320	1	5.45	24.42
I-7	Q-335	140	140	1	5.45	10.67
II	Q-283	115	520	2	4.48	53.58
Ukupno						696.56
GORNJA ZONA (1 kom)						
I	Q-196	215	100	12	3.08	79.46
I-1	Q-196	185	100	2	3.08	11.40
I-2	Q-196	165	100	2	3.08	10.16
I-3	Q-196	100	100	1	3.08	3.08
II-1	Q-335	215	300	2	5.45	70.31
II-2	Q-335	215	400	4	5.45	187.48
II-3	Q-335	215	420	1	5.45	49.21
II-4	Q-335	215	600	1	5.45	70.31
II-5	Q-335	155	300	2	5.45	50.69
III-1	Q-283	170	235	1	4.48	17.90
Ukupno						550.44

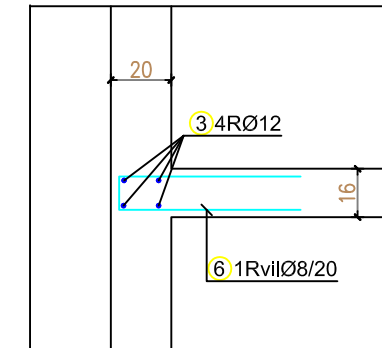


PRESJEK KROZ STUBIŠTE



DETALJ OSLANJANJA PLOČE NA ZIDOVE

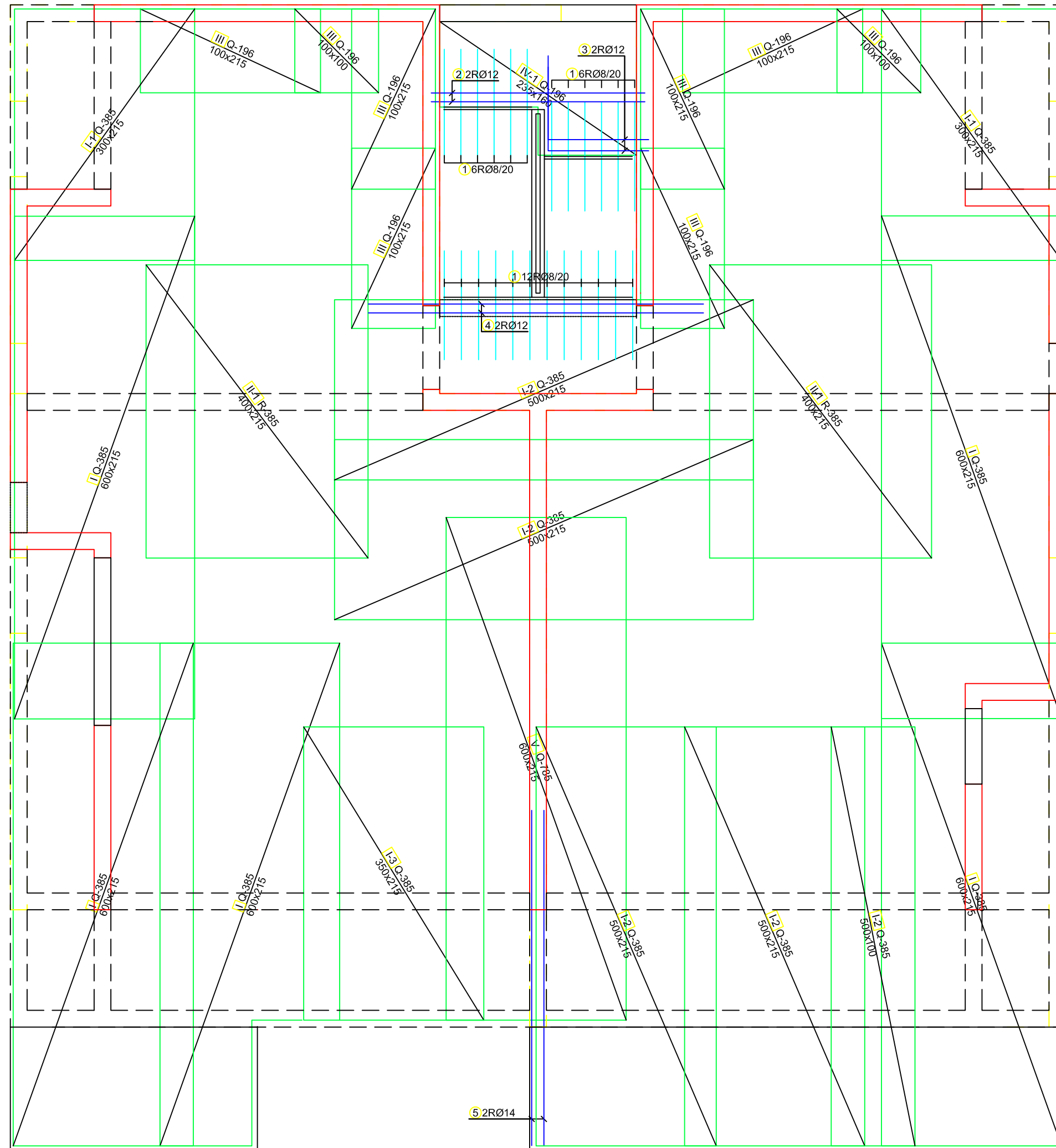
PRESJEK




**POZICIJA 200**  
 PLOČA d = 16 cm  
 GRADIVA:  
 beton C 30/37  
 čelik B500B  
 MIN. PREKLOP MREŽE 40 cm  
 MIN. PREKLOP ZA ŠIPKE 50Ø

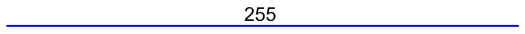
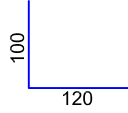
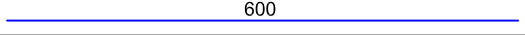
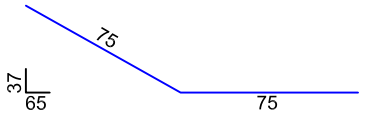

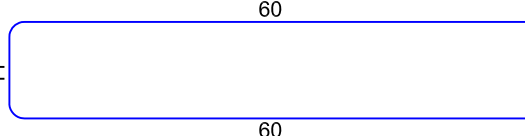
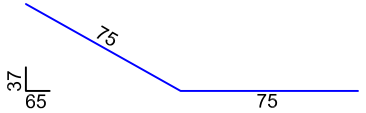
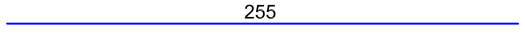
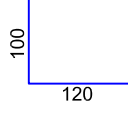
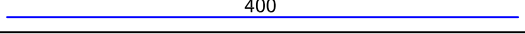
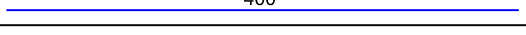
	<b>SVEUČILIŠTE U SPLITU</b> FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE	<b>UNIVERSITY OF SPLIT</b> FACULTY OF CIVIL ENGINEERING, ARCHITECTURE AND GEODESY
	DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA	
DIPLOMSKI RAD-BETONSKE KONSTRUKCIJE- Projekt konstrukcije poslovne zgrade (hotel) u Hvaru		Mjerilo: M 1:50
SADRŽAJ: ARMATURA POZICIJE 200 - donja zona		Akad.god. 2019./2020.
STUDENT: Šime Džakulić, br. indeksa 753		list: 17





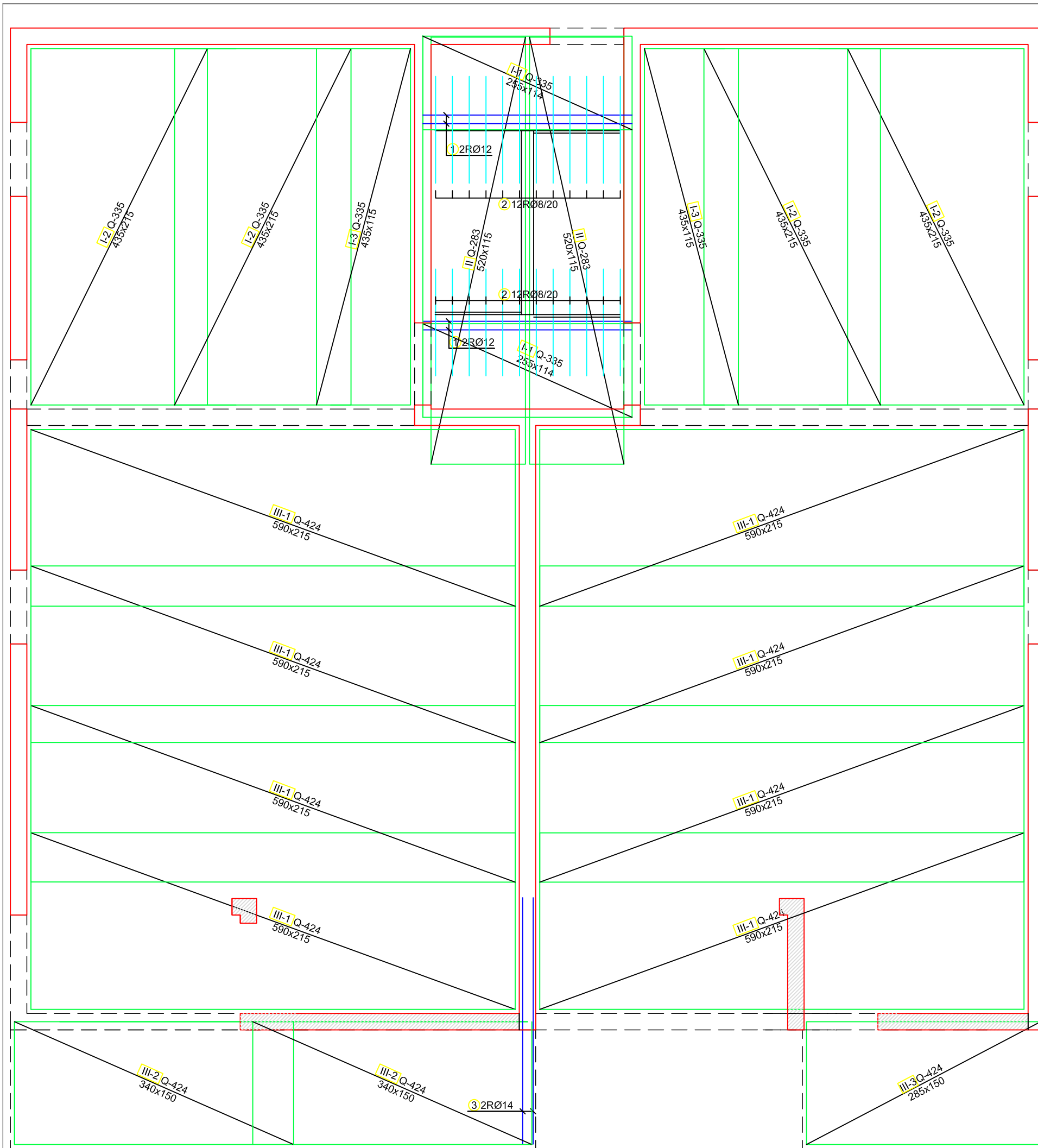
**POZICIJA 200**  
 PLOČA d = 16 cm  
 GRADIVA:  
 beton C 30/37  
 čelik B500B  
 MIN. PREKLOP MREŽE 40 cm  
 MIN. PREKLOP ZA ŠIPKE 50Ø

	<b>SVEUČILIŠTE U SPLITU</b> <b>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,</b> <b>ARHITEKTURE I GEODEZIJE</b>	<b>UNIVERSITY OF SPLIT</b> <b>FACULTY OF CIVIL ENGINEERING,</b> <b>ARCHITECTURE AND GEODESY</b>
	<b>DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA</b>	
DIPLOMSKI RAD-BETONSKE KONSTRUKCIJE- Projekt konstrukcije poslovne zgrade (hotel) u Hvaru		Mjerilo: M 1:50
SADRŽAJ: ARMATURA POZICIJE 200 - gornja zona		Akad.god. 2019./2020.
STUDENT: Šime Džakulić, br. indeksa 753		list: 18

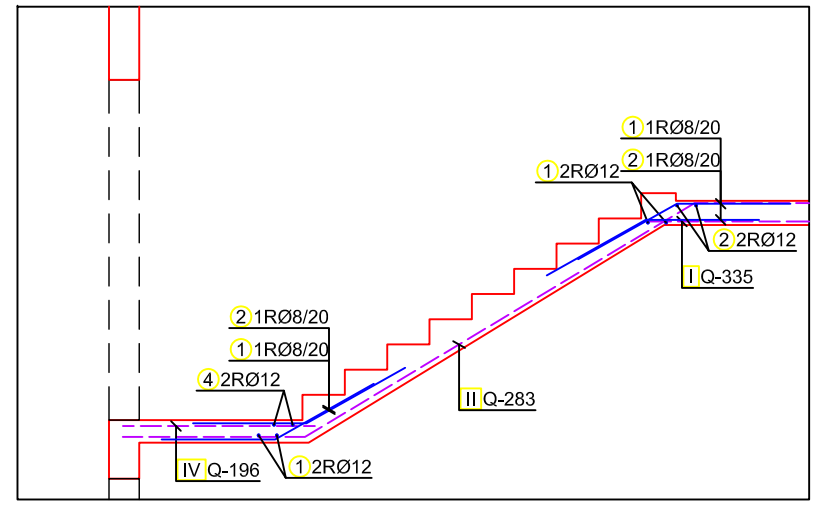
Šipke - specifikacija					
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
AB PLOČA 200 - DONJA ZONA (1 kom)					
1		12	2.55	4	10.20
2		12	2.20	2	4.40
3		12	6.00	20	120.00
4		8	1.50	24	36.00
5		14	4.00	2	8.00
6		8	1.31	170	222.70
AB PLOČA 200 - GORNJA ZONA (1 kom)					
1		8	1.50	24	36.00
2		12	2.55	2	5.10
3		12	2.20	2	4.40
4		12	4.00	2	8.00
5		14	4.00	2	8.00

Šipke - rekapitulacija			
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m <sup>3</sup> ]	Težina [kg]
8	294.70	0.40	117.88
12	152.10	0.92	139.93
14	44.10	1.25	55.13
Ukupno			312.94

Mreže - specifikacija						
Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
AB PLOČA 200 - DONJA ZONA (1 kom)						
I-1	Q-335	114	255	1	5.45	15.84
I-2	Q-335	215	435	4	5.45	203.88
I-3	Q-335	135	435	2	5.45	64.01
I-4	Q-335	215	490	3	5.45	172.25
I-5	Q-335	215	590	3	5.45	207.40
I-6	Q-335	70	400	1	5.45	15.26
I-7	Q-335	70	220	1	5.45	8.39
I-8	Q-335	110	470	2	5.45	56.35
I-9	Q-335	70	110	2	5.45	8.39
I-10	Q-335	150	285	1	5.45	23.30
I-11	Q-335	150	340	2	5.45	55.59
II	Q-283	115	520	2	4.44	53.10
Ukupno						883.76
AB PLOČA 200 - GORNJA ZONA (1 kom)						
I	Q-385	215	600	5	6.10	393.45
I-1	Q-385	215	300	2	6.10	78.69
I-2	Q-385	215	500	4	6.10	262.30
I-3	Q-385	215	350	1	6.10	45.90
I-4	Q-385	100	500	1	6.10	30.50
II-1	R-385	215	400	2	3.68	63.30
III	Q-196	215	100	6	3.08	39.73
III-1	Q-196	100	100	2	3.08	6.16
IV-1	Q-196	160	235	1	3.08	11.58
V	Q-785	215	600	1	12.46	160.73
Ukupno						1092.34

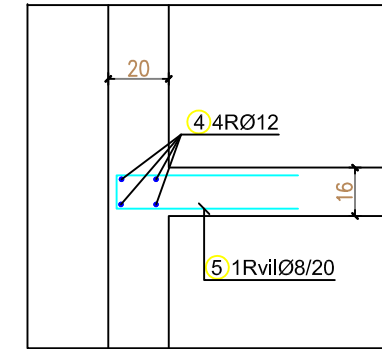


PRESJEK KROZ STUBIŠTE



DETALJ OSLANJANJA PLOČE NA ZIDOVE

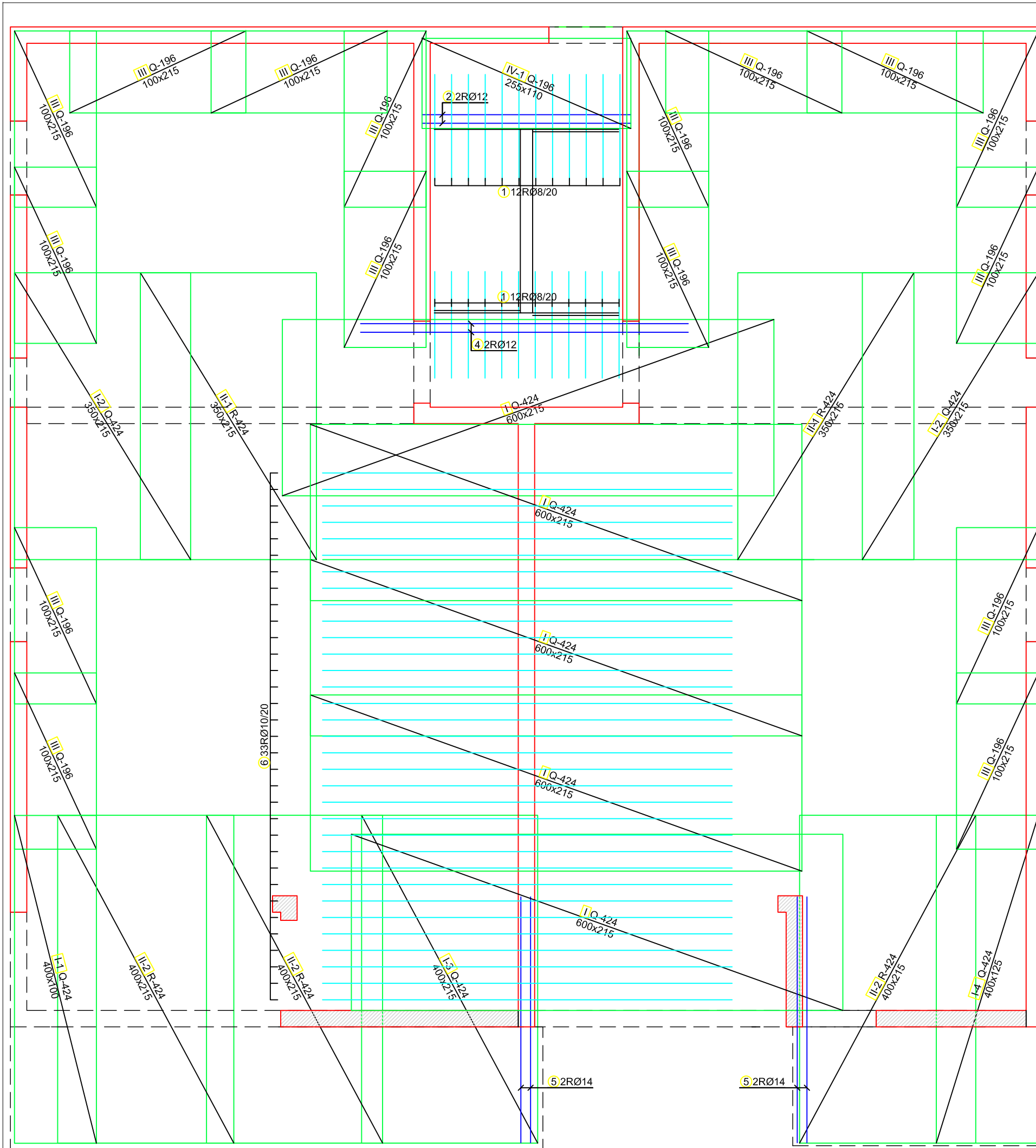
PRESJEK



NENOSIVI ZID (ozidati na ploči)


**POZICIJA 300 (400)**  
 PLOČA d = 16 cm  
 GRADIVA:  
 beton C 30/37  
 čelik B500B  
 MIN. PREKLOP MREŽE 40 cm  
 MIN. PREKLOP ZA ŠIPKE 50Ø

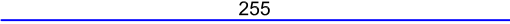
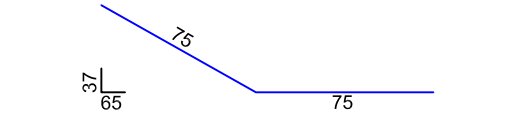
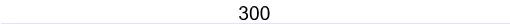

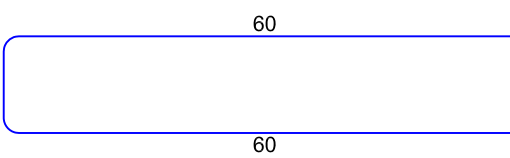
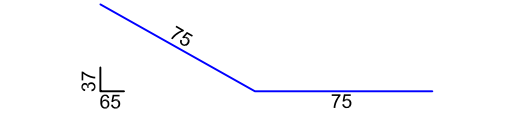
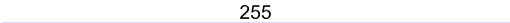


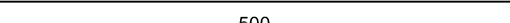
	<b>SVEUČILIŠTE U SPLITU</b> <b>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,</b> <b>ARHITEKTURE I GEODEZIJE</b>	<b>UNIVERSITY OF SPLIT</b> <b>FACULTY OF CIVIL ENGINEERING,</b> <b>ARCHITECTURE AND GEODESY</b>
	<b>DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA</b>	
DIPLOMSKI RAD-BETONSKE KONSTRUKCIJE- Projekt konstrukcije poslovne zgrade (hotel) u Hvaru		Mjerilo: M 1:50
SADRŽAJ: ARMATURA POZICIJE 300 (400) – donja zona		Akad.god. 2019./2020.
STUDENT: Šime Džakulić, br. indeksa 753		list: 20



 NENOSIVI ZID (ozidati na ploči)

**POZICIJA 300 (400)**  
 PLOČA d = 16 cm  
 GRADIVA:  
 beton C 30/37  
 čelik B500B  
 MIN. PREKLOP MREŽE 40 cm  
 MIN. PREKLOP ZA ŠIPKE 50Ø

	<b>SVEUČILIŠTE U SPLITU</b> FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE	<b>UNIVERSITY OF SPLIT</b> FACULTY OF CIVIL ENGINEERING, ARCHITECTURE AND GEODESY
	DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA	
DIPLOMSKI RAD-BETONSKE KONSTRUKCIJE- Projekt konstrukcije poslovne zgrade (hotel) u Hvaru		Mjerilo: M 1:50
SADRŽAJ: ARMATURA POZICIJE 300 (400) – gornja zona		Akad.god. 2019./2020.
STUDENT: Šime Džakulić, br. indeksa 753		list: 21

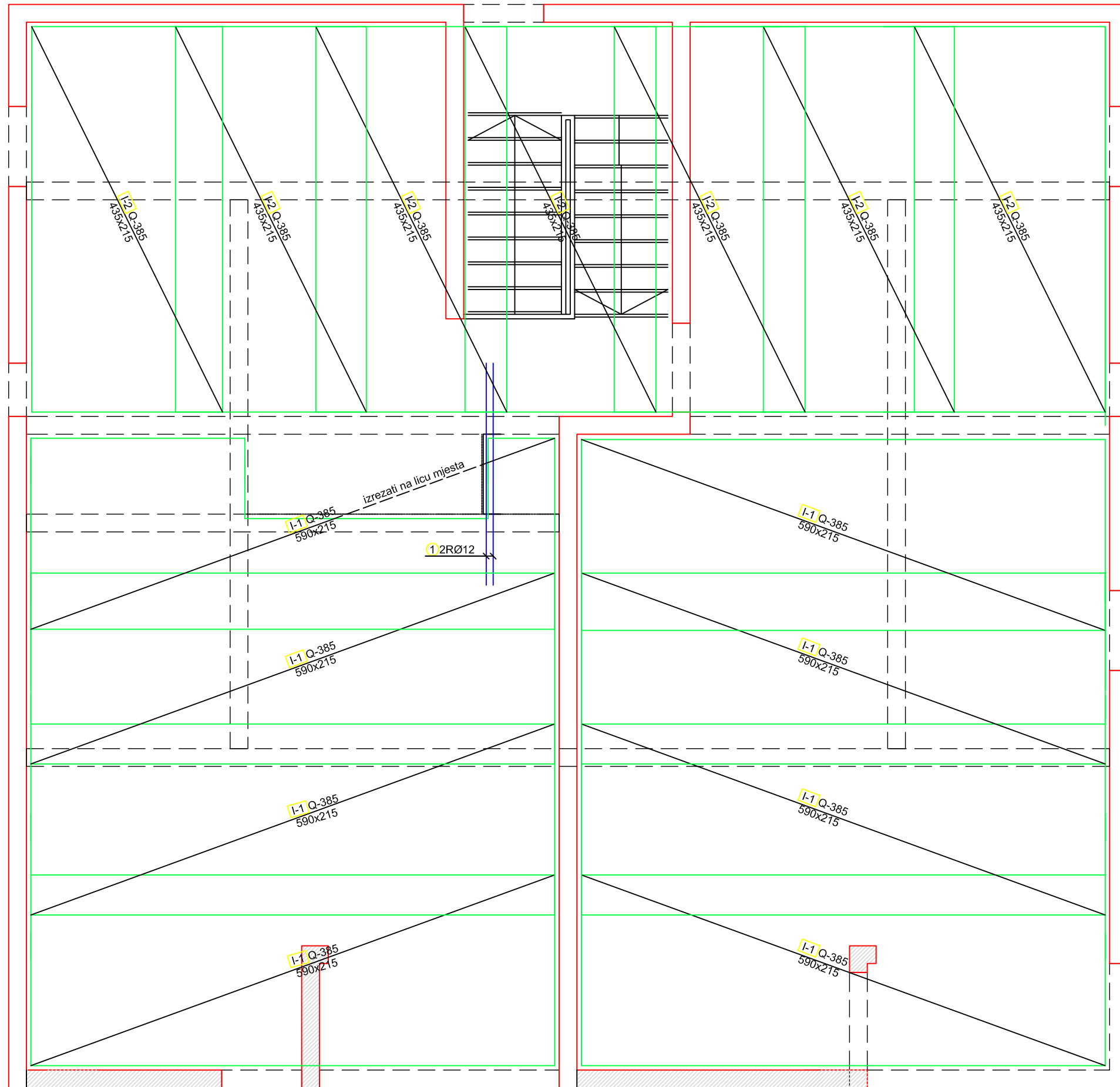
Šipke - specifikacija					
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
AB PLOČA 300 i 400 - DONJA ZONA (2 kom)					
1		12	2.55	4	10.20
2		8	1.50	24	36.00
3		14	3.00	2	6.00
4		12	6.00	9	54.00
5		8	1.31	170	222.70
AB PLOČA 300 i 400 - GORNJA ZONA (2 kom)					
1		8	1.50	24	36.00
2		12	2.55	2	5.10
4		12	4.00	2	8.00
5		14	3.00	4	12.00
6		10	5.00	33	165.00

Šipke - rekapitulacija			
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m <sup>3</sup> ]	Težina [kg]
8	294.70	0.40	117.88
10	165.00	0.62	102.30
12	77.30	0.92	71.12
14	18.00	1.25	22.50
Ukupno			313.80

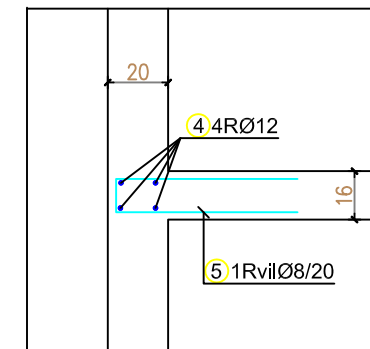
Mreže - specifikacija						
Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
AB PLOČA 300 i 400- DONJA ZONA (2 kom)						
I-1	Q-335	114	255	2	5.45	31.69
I-2	Q-335	215	435	4	5.45	203.88
I-3	Q-335	115	435	2	5.45	54.53
II	Q-283	115	520	2	4.48	53.58
III-1	Q-424	215	590	8	6.81	691.08
III-2	Q-424	150	340	2	6.81	69.46
III-3	Q-424	150	285	1	6.81	29.11
Ukupno					1133.33*2=2266.66	

AB PLOČA 300 i 400 - GORNJA ZONA (2 kom)						
I	Q-424	215	600	5	6.81	439.25
I-1	Q-424	100	400	1	6.81	27.24
I-2	Q-424	215	350	2	6.81	102.49
I-3	Q-424	215	400	1	6.81	58.57
I-4	Q-424	125	400	1	6.81	34.05
II-1	R-424	215	350	2	4.34	65.32
II-2	R-424	215	400	3	4.34	97.98
III	Q-196	215	100	16	3.08	105.95
IV-1	Q-196	110	255	1	3.08	8.64
Ukupno					939.49*2=1878.98	

**POZICIJA 300 (400)**  
PLOČA d = 16 cm  
GRADIVA:  
beton C 30/37  
čelik B500B  
MIN. PREKLOP MREŽE 40 cm  
MIN. PREKLOP ZA ŠIPKE 50Ø




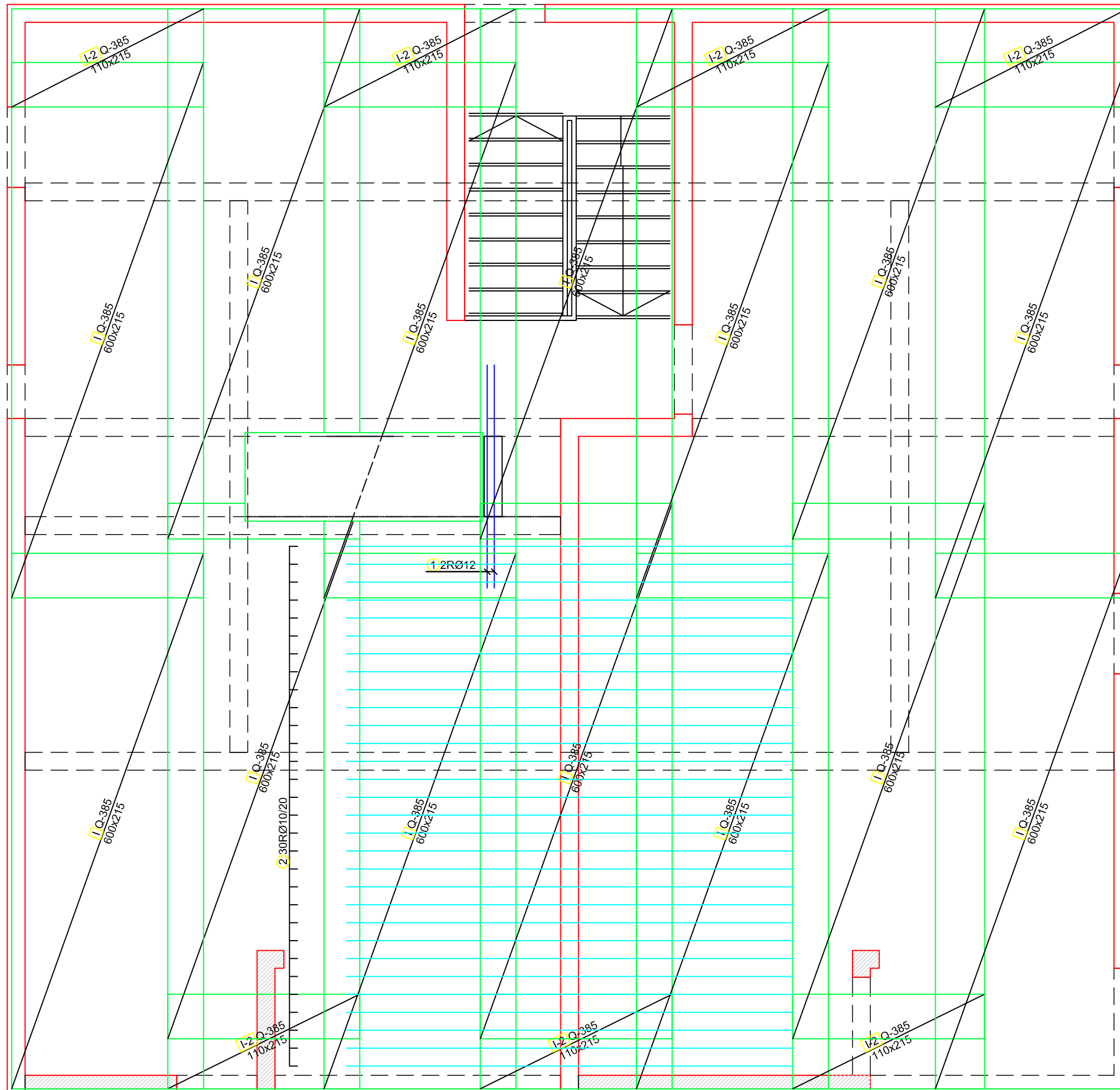
DETALJ OSLANJANJA PLOČE NA ZIDOVE  
PRESJEK



 NENOSIVI ZID (ozidati na ploči)

**POZICIJA 500**  
 PLOČA d = 18 cm  
 GRADIVA:  
 beton C 30/37  
 čelik B500B  
 MIN. PREKLOP MREŽE 40 cm  
 MIN. PREKLOP ZA ŠIPKE 50Ø

	<b>SVEUČILIŠTE U SPLITU</b> FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE	<b>UNIVERSITY OF SPLIT</b> FACULTY OF CIVIL ENGINEERING, ARCHITECTURE AND GEODESY
	DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA	
DIPLOMSKI RAD-BETONSKE KONSTRUKCIJE- Projekt konstrukcije poslovne zgrade (hotel) u Hvaru		Mjerilo: M 1:50
SADRŽAJ: ARMATURA POZICIJE 500 - donja zona		Akad.god. 2019./2020.
STUDENT: Šime Džakulić, br. indeksa 753		list: 23



 NENOSIVI ZID (ozidati na ploči)

**POZICIJA 500**  
 PLOČA d = 18 cm  
 GRADIVA:  
 beton C 30/37  
 čelik B500B  
 MIN. PREKLOP MREŽE 40 cm  
 MIN. PREKLOP ZA ŠIPKE 50Ø



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

**UNIVERSITY OF SPLIT**  
**FACULTY OF CIVIL ENGINEERING,**  
**ARCHITECTURE AND GEODESY**

DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

DIPLOMSKI RAD-BETONSKE KONSTRUKCIJE- Projekt konstrukcije poslovne zgrade (hotel) u Hvaru

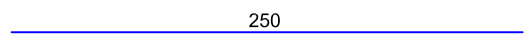
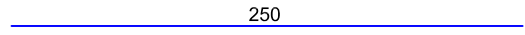
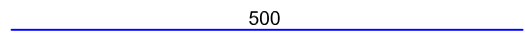

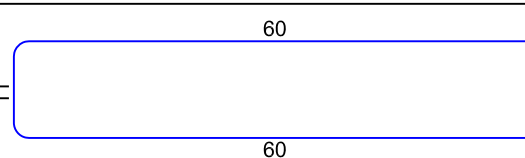
Mjerilo: M 1:50

SADRŽAJ: ARMATURA POZICIJE 500 - gornja zona

Akad.god. 2019./2020.

STUDENT: Šime Džakulić, br. indeksa 753

list: 24

Šipke - specifikacija					
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
AB PLOČA 400 - DONJA ZONA (1 kom)					
1		12	2.50	2	5.00
AB PLOČA 400 - GORNJA ZONA (1 kom)					
1		12	2.50	2	5.00
2		10	5.00	30	150.00
4		12	6.00	9	54.00
5		8	1.31	170	222.70

Šipke - rekapitulacija			
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m <sup>3</sup> ]	Težina [kg]
8	222.70	0.40	89.08
10	150.00	0.65	97.50
12	64.00	0.89	56.96
Ukupno			243.54

Mreže - specifikacija						
Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
AB PLOČA 400 - DONJA ZONA (1 kom)						
I-1	Q-385	215	590	8	6.10	619.03
I-2	Q-385	215	435	7	6.10	399.35
Ukupno						1018.38

AB PLOČA 400 - GORNJA ZONA (1 kom)						
I	Q-385	215	600	14	6.10	1101.66
I-2	Q-385	215	110	7	6.10	91.81
Ukupno						1193.47

**POZICIJA 500**

PLOČA d = 18 cm

GRADIVA:

beton C 30/37

čelik B500B

MIN. PREKLOP MREŽE 40 cm

MIN. PREKLOP ZA ŠIPKE 50Ø



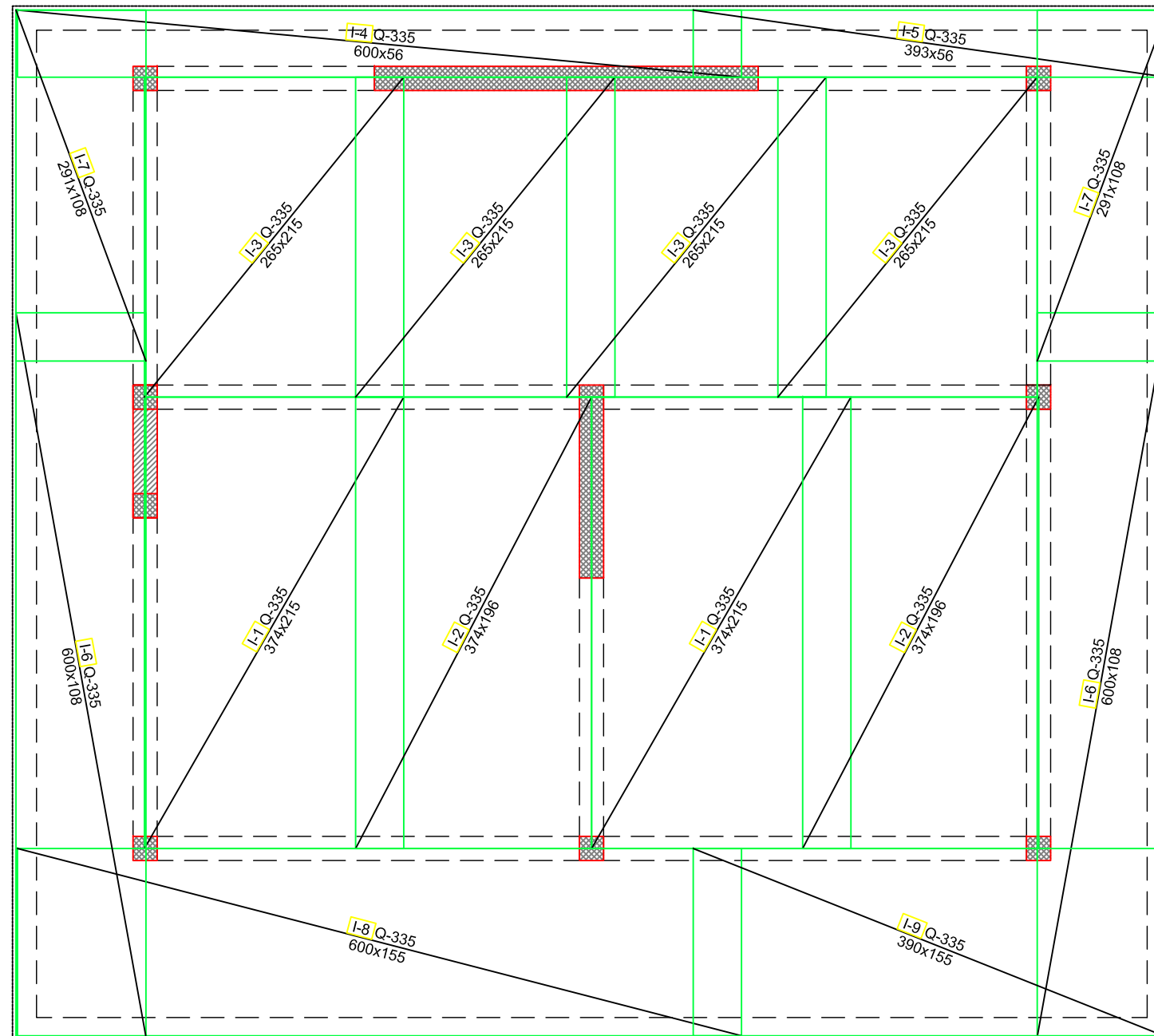
SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FACULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING,  
ARCHITECTURE AND GEODESY

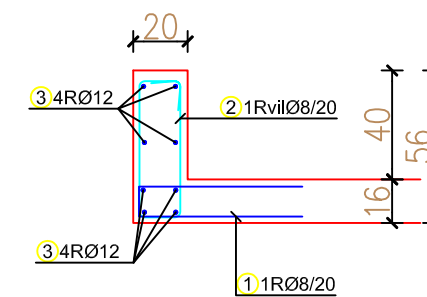
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

DIPLOMSKI RAD-BETONSKE KONSTRUKCIJE- Projekt konstrukcije poslovne zgrade (hotel) u Hvaru	Mjerilo: M 1:50
SADRŽAJ: ARMATURA POZICIJE 500 - iskaz	Akad.god. 2019./2020.
STUDENT: Šime Džakulić, br. indeksa 753	list: 25






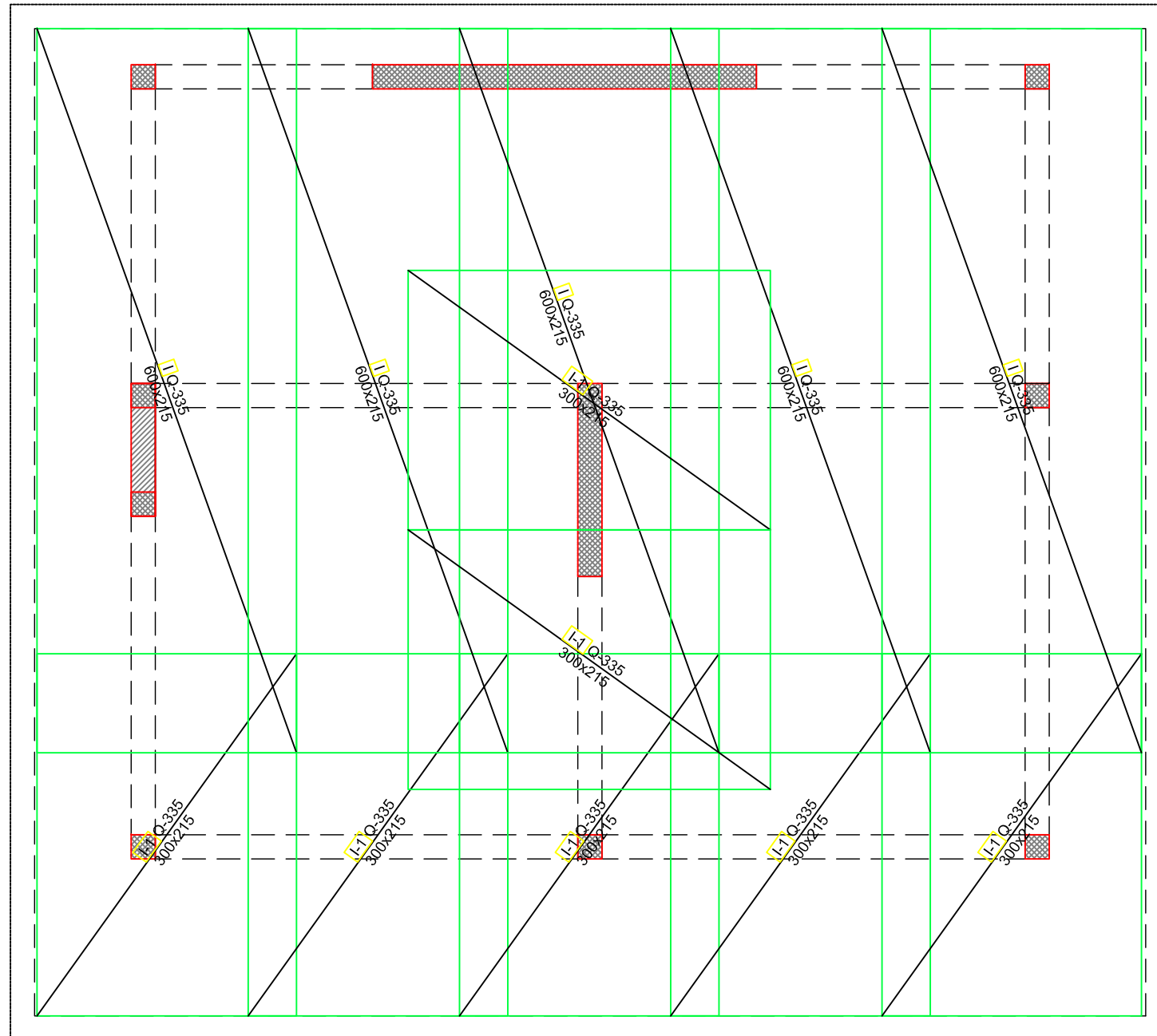
DETALJ ARMIRANJA U RUBA PLOČE ČE



**POZICIJA 600**  
 PLOČA d = 16 cm  
 GRADIVA:  
 beton C 30/37  
 čelik B500B  
 MIN. PREKLOP MREŽE 40 cm  
 MIN. PREKLOP ZA ŠIPKE 50Ø

 NENOSIVI ZID (ozidati na ploči)

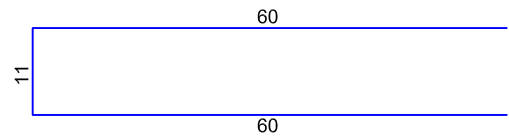
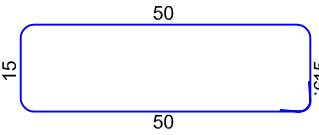
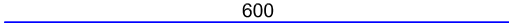
	<b>SVEUČILIŠTE U SPLITU</b> <b>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,</b> <b>ARHITEKTURE I GEODEZIJE</b>	<b>UNIVERSITY OF SPLIT</b> <b>FACULTY OF CIVIL ENGINEERING,</b> <b>ARCHITECTURE AND GEODESY</b>
	DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA	
DIPLOMSKI RAD-BETONSKE KONSTRUKCIJE- Projekt konstrukcije poslovne zgrade (hotel) u Hvaru		Mjerilo: M 1:50
SADRŽAJ: ARMATURA POZICIJE 600 - donja zona		Akad.god. 2019./2020.
STUDENT: Šime Džakulić, br. indeksa 753		list: 26




 NENOSIVI ZID (ozidati na ploči)

**POZICIJA 600**  
 PLOČA d = 16 cm  
 GRADIVA:  
 beton C 30/37  
 čelik B500B  
 MIN. PREKLOP MREŽE 40 cm  
 MIN. PREKLOP ZA ŠIPKE 50Ø

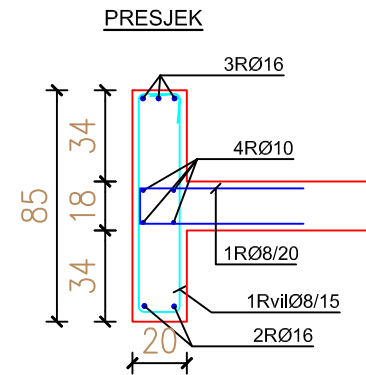
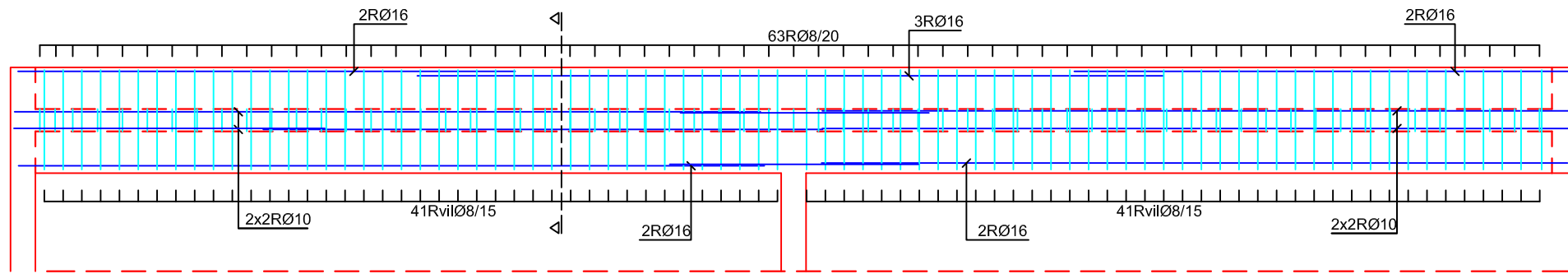
Mreže - specifikacija						
Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
AB PLOČA POZICIJE 500 - DONJA ZONA (1 kom)						
I-1	Q-335	215	374	2	5.26	84.59
I-2	Q-335	196	374	2	5.26	76.97
I-3	Q-335	215	265	4	5.26	119.88
I-4	Q-335	56	600	1	5.26	17.54
I-5	Q-335	56	393	1	5.26	11.49
I-6	Q-335	108	600	2	5.26	67.98
I-7	Q-335	108	291	2	5.26	32.94
I-8	Q-335	155	600	1	5.26	48.96
I-9	Q-335	155	390	1	5.26	31.81
Ukupno						492.17
AB PLOČA POZICIJE 500 - GORNJA ZONA (1 kom)						
I	Q-335	215	600	5	5.26	339.27
I-1	Q-335	215	300	7	5.26	237.49
Ukupno						576.76

Šipke - specifikacija						
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]	
AB PLOČA POZICIJE 500 - DONJA ZONA (1 kom)						
1		8	1.31	185	242.35	
2		8	1.48	185	273.80	
3		12	6.00	55	330.00	

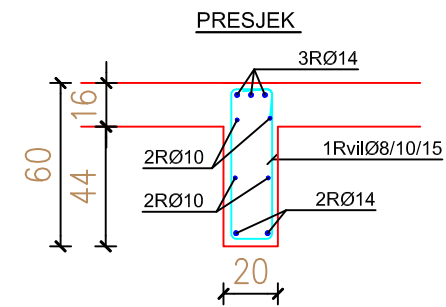
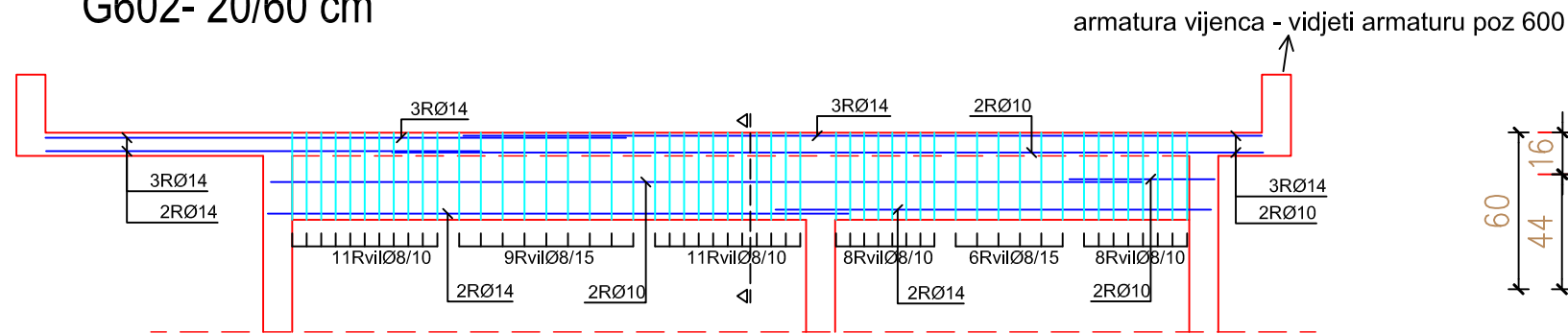
Šipke - rekapitulacija			
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m <sup>1</sup> ]	Težina [kg]
8	516.15	0.40	203.88
12	330.00	0.89	293.04
Ukupno			496.92

	<b>SVEUČILIŠTE U SPLITU</b> <b>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,</b> <b>ARHITEKTURE I GEODEZIJE</b>	<b>UNIVERSITY OF SPLIT</b> <b>FACULTY OF CIVIL ENGINEERING,</b> <b>ARCHITECTURE AND GEODESY</b>
	<b>DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA</b>	
DIPLOMSKI RAD-BETONSKE KONSTRUKCIJE- Projekt konstrukcije poslovne zgrade (hotel) u Hvaru		Mjerilo: M 1:50
SADRŽAJ: ARMATURA POZICIJE 600 - gornja zona s iskazom		Akad.god. 2019./2020.
STUDENT: Šime Džakulić, br. indeksa 753		list: 27

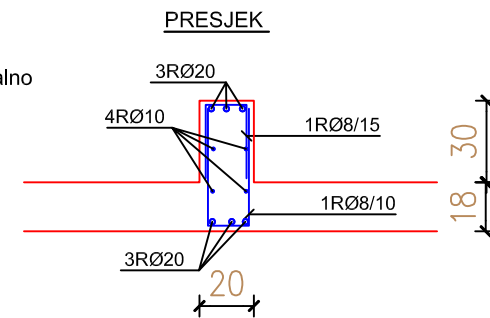
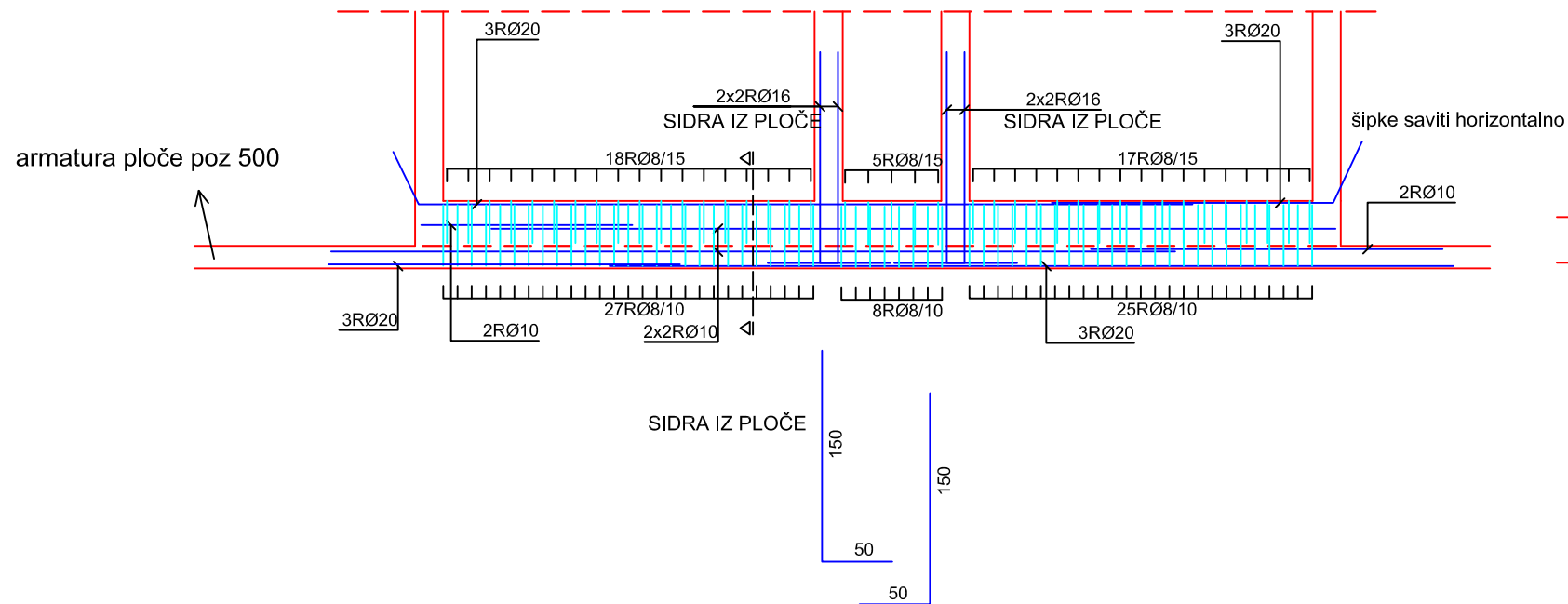
### G504 - 20/85 cm




### G602- 20/60 cm



### G506 - 20/48 cm

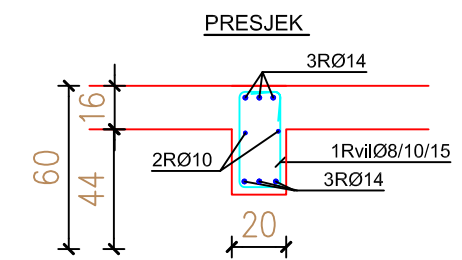
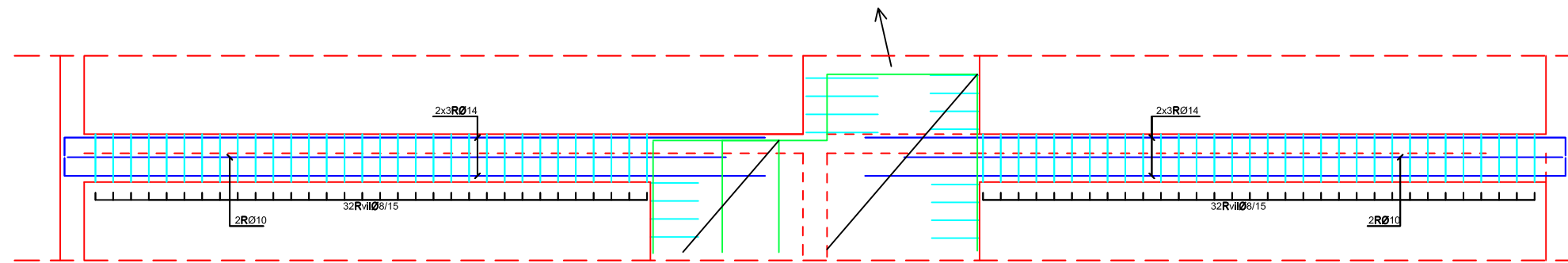


**GREDE**  
**GRADIVA:**  
 beton C 30/37  
 čelik B500B  
 MIN. PREKLOP ZA ŠIPKE 50Ø

	SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE	UNIVERSITY OF SPLIT FACULTY OF CIVIL ENGINEERING, ARCHITECTURE AND GEODESY
	DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA	
DIPLOMSKI RAD-BETONSKE KONSTRUKCIJE- Projekt konstrukcije poslovne zgrade (hotel) u Hvaru		Mjerilo: M 1:50
SADRŽAJ: ARMATURA GREDA		Akad.god. 2019./2020.
STUDENT: Šime Džakulić, br. indeksa 753		list: 28

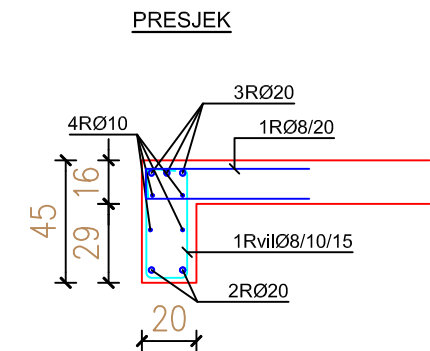
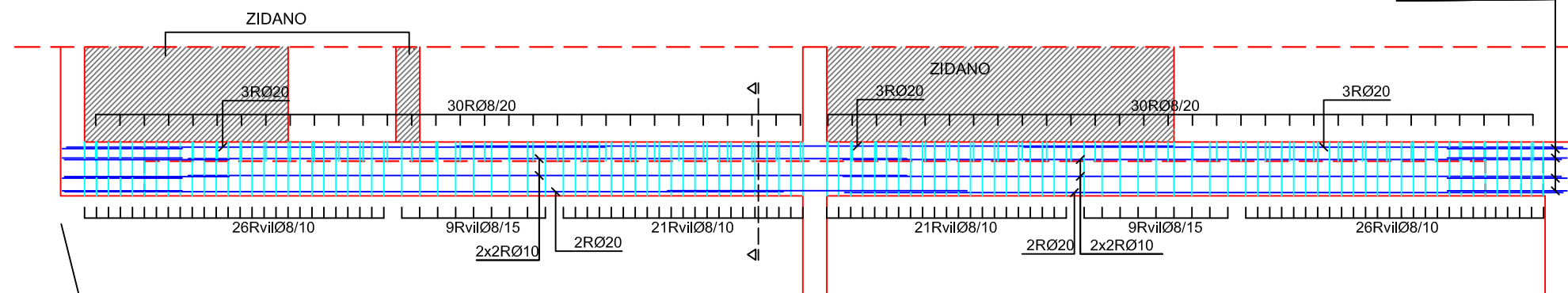
### G401 - 20/40 cm

armatura zida s mrežom, rubnim šipkama i vilicama

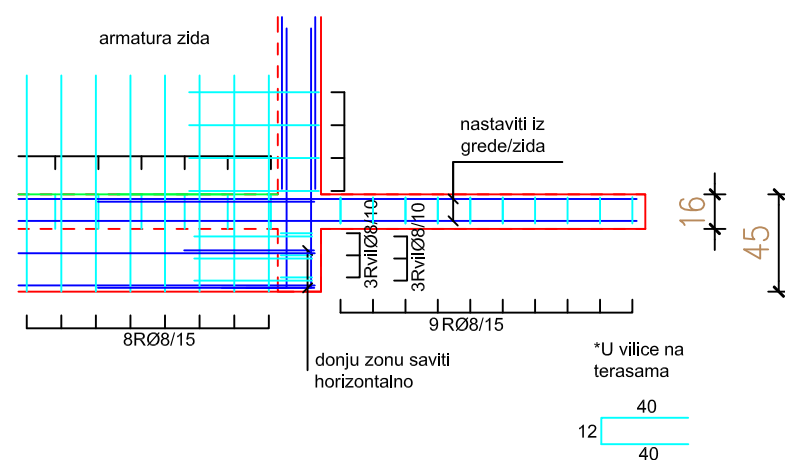


### G402 - 20/45 cm

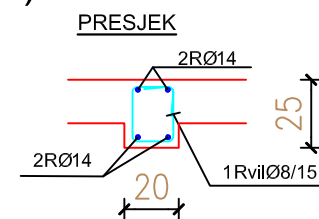
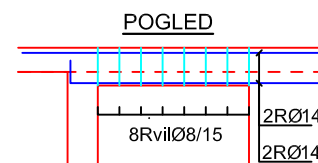
VEZA S ZIDOVIMA




detalj pogleda s pročelja



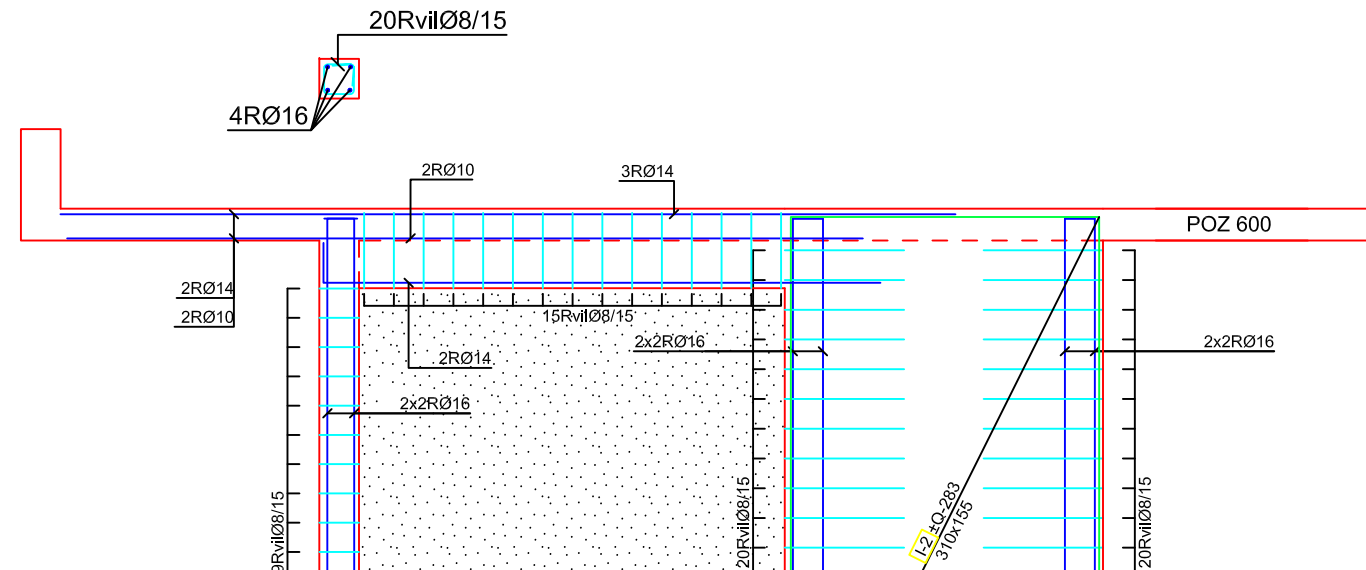
### NADVOJ (PODRUM)



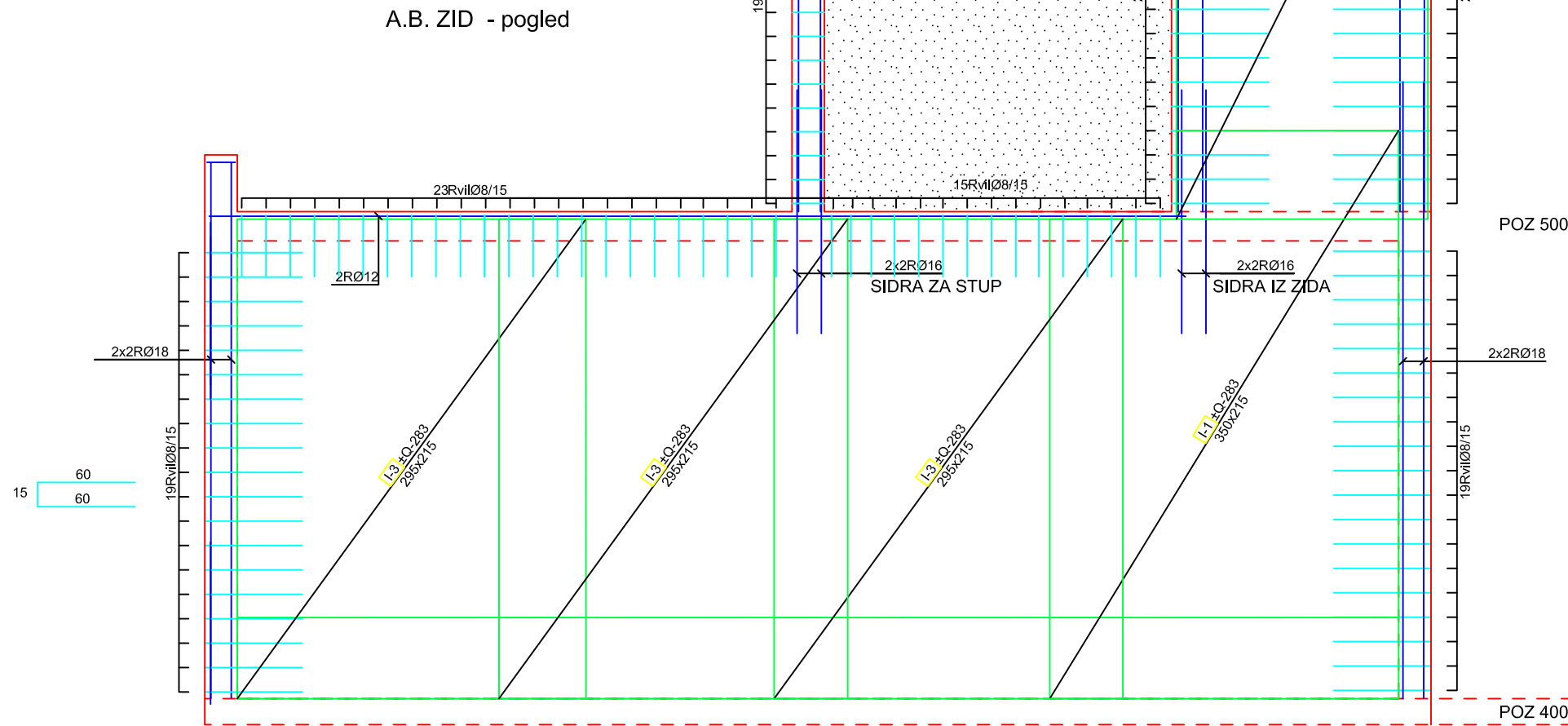
**GREDE**  
**GRADIVA:**  
 beton C 30/37  
 čelik B500B  
 MIN. PREKLOP ZA ŠIPKE 50Ø

	SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE	UNIVERSITY OF SPLIT FACULTY OF CIVIL ENGINEERING, ARCHITECTURE AND GEODESY
	DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA	
DIPLOMSKI RAD-BETONSKE KONSTRUKCIJE- Projekt konstrukcije poslovne zgrade (hotel) u Hvaru		Mjerilo: M 1:50
SADRŽAJ: ARMATURA GREDA (1)		Akad.god. 2019./2020.
STUDENT: Šime Džakulić, br. indeksa 753		list: 29

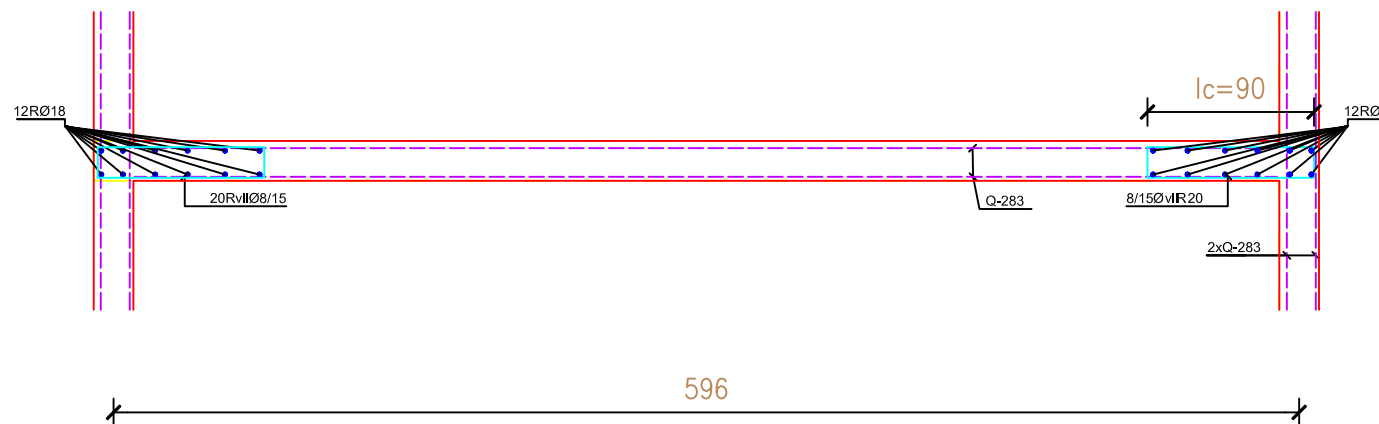
A.B. STUP - presjek



A.B. ZID - pogled




A.B. ZID - tlocrt

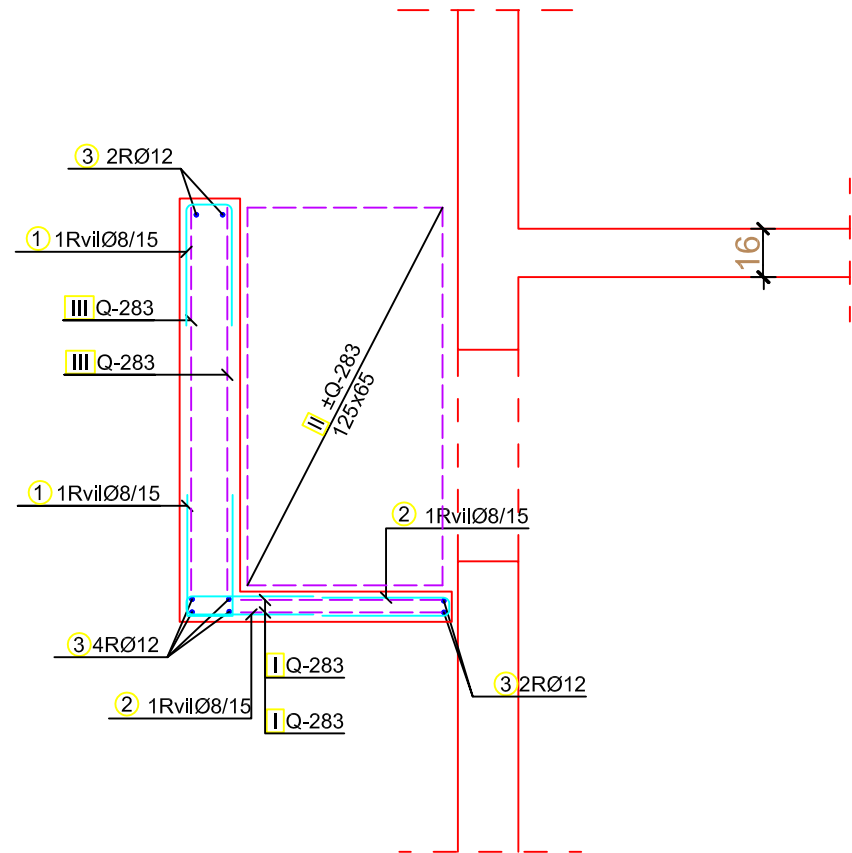


TLOCRT PODRUMA voditi do POZ 200

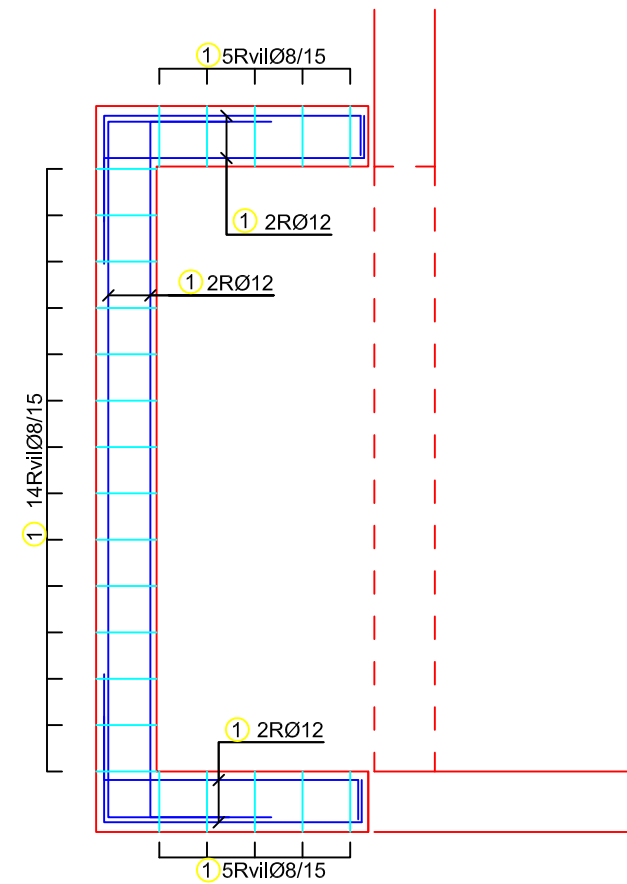
**GREDE**  
**GRADIVA:**  
 beton C 30/37  
 čelik B500B  
 MIN. PREKLOP ZA ŠIPKE 50Ø  
 MIN. PREKLOP ZA MREŽE 40 cm

	<b>SVEUČILIŠTE U SPLITU</b> <b>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,</b> <b>ARHITEKTURE I GEODEZIJE</b>	<b>UNIVERSITY OF SPLIT</b> <b>FACULTY OF CIVIL ENGINEERING,</b> <b>ARCHITECTURE AND GEODESY</b>
	DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA	
DIPLOMSKI RAD-BETONSKE KONSTRUKCIJE- Projekt konstrukcije poslovne zgrade (hotel) u Hvaru		Mjerilo: M 1:75
SADRŽAJ: ARMATURA ZIDA		Akad.god. 2019./2020.
STUDENT: Šime Džakulić, br. indeksa 753		list: 30

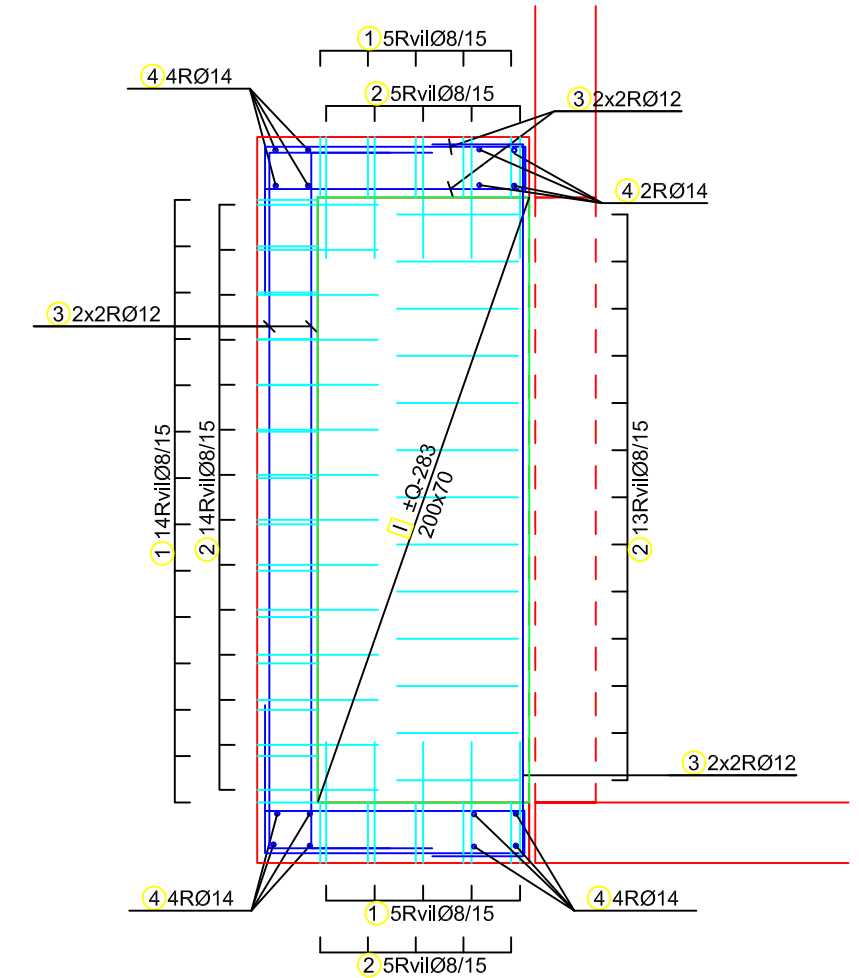
**PRESJEK**



**TLOCRT VRHA ZIDA OKNA**



**TLOCRT PODNE PLOČE OKNA**




**GREDE**  
**GRADIVA:**  
 beton C 30/37  
 čelik B500B  
 MIN. PREKLOP ZA ŠIPKE 50Ø  
 MIN. PREKLOP ZA MREŽE 40 cm

Šipke - specifikacija					
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
TEMEJNA PLOČA (1 kom)					
1		8	0.95	48	45.60
2		8	0.86	37	31.80
3		12	6.00	6	36.00
4		14	5.00	4	20.00

Šipke - rekapitulacija			
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m³]	Težina [kg]
8	77.40	0.49	37.23
12	36.00	0.92	33.12
14	20.00	1.25	25.00
Ukupno šipke:			95.35

Mreže - specifikacija						
Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m²]	Ukupna težina [kg]
TEMEJNA PLOČA (1 kom)						
I	Q-283	200	70	2	4.48	12.54
II	Q-283	125	65	4	4.48	14.56
III	Q-283	200	125	2	4.48	22.4
Ukupno mreže:						49.50



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

**UNIVERSITY OF SPLIT**  
**FACULTY OF CIVIL ENGINEERING,**  
**ARCHITECTURE AND GEODESY**

**DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**

DIPLOMSKI RAD-BETONSKE KONSTRUKCIJE- Projekt konstrukcije poslovne zgrade (hotel) u Hvaru	Mjerilo: M 1:25
SADRŽAJ: ARMATURA SVJETLARNIKA	Akad.god. 2019./2020.
STUDENT: Šime Džakulić, br. indeksa 753	list: 31