

# Glavni projekt stambene zgrade SMB\_4

---

Jukić, Marin

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:123:452755>

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

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



*Repository / Repozitorij:*

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



UNIVERSITY OF SPLIT



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

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

# **DIPLOMSKI RAD**

**Marin Jukić**

**Split, 2020.**

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

**Marin Jukić**

**Glavni projekt stambene zgrade SMB\_4**

**Diplomski rad**

## **Glavni projekt stambene zgrade SMB\_4**

### **Sažetak:**

*Kroz rad se obrađuje glavni projekt stambene zgrade SMB\_4. Zgrada je locirana u Zagrebnju, na Srebrnjaku. Nosiva konstrukcija zgrade je u cijelosti armirano betonska. Zgrada se sastoji od jedne podzemne etaže, jedne prizemne te tri nadzemne etaže. Kroz glavni projekt proračunati su glavni nosivi elementi, a to su temeljna ploča, podna ploča, međukatne konstrukcije, zidovi, stupovi te grede. Za svaki od elemenata na pravljjen je i plan armature.*

### **Ključne riječi:**

SMB\_4, glavni projekt, armirani beton, armatura, Zagreb

## **Main design of the residential building SMB\_4**

### **Abstract:**

*Main design of the residential building SMB\_4, which is positioned in city of Zagreb. Building is made of reinforced concrete in monolithic construction with reinforced concrete foundations, walls, columns and reinforced concrete plates as a ceiling slabs.*

### **Keywords:**

SMB\_4, main design, concrete building, monolithic construction

## SVEUČILIŠTE U SPLITU

### FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

STUDIJ: **DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: Marin Jukić

BROJ INDEKSA: 744

KATEDRA: Katedra za betonske konstrukcije i mostove

PREDMET: Betonske konstrukcije 2

### ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD

Tema: Glavni projekt stambene zgrade SMB\_4

Opis zadatka: Na temelju arhitektonskih podloga, potrebno je izraditi glavni projekt i dio izvedbenog projekta.

Projekt treba sadržavati: -tehnički opis

-plan kontrole i osiguranja kvalitete

-proračun konstrukcije

-građevinske nacрте

U Splitu, ožujak 2020.

Voditelj Diplomskog rada:

Predsjednik Povjerenstva

za završne i diplomske ispite:

Prof.dr.sc. Alen Harapin

Doc. dr. sc. Ivo Andrić

## Sadržaj

TEHNIČKI OPIS .....	1
<i>Općenito (projektni zadatak)</i> .....	1
Namjena građevine .....	1
Konstruktivne pojedinosti-općenito .....	3
Temeljna ploča .....	3
Nadtemeljni zidovi .....	4
Zidovi etaža .....	4
Ploče, međukatne i pdodna .....	4
Lokacija i opterećenja .....	5
Izvedba .....	5
Iskolčenja i zahtjevna geometrija .....	6
Zemljani radovi i temelji .....	6
Proizvodnja betona .....	7
Izvođenje AB radova .....	13
Kontrolni postupci vezani za AB radove koji se obavljaju na gradilištu .....	15
Nadzorne radnje po pitanju ugradnje betona .....	16
Materijali .....	17
Program kontrole i osiguranja kvalitete .....	17
Geotehnički izvještaj .....	19
Primjenjeni standardi .....	21
Način zbrinjavanja građevinskog otpada .....	24
Uvjeti održavanja i uporabni vijek trajanja .....	25
Planovi pozicija .....	27
PRORAČUN KONSTRUKCIJE .....	28
ANALIZA OPTEREĆENJA .....	28
STALNO OPTEREĆENJE .....	28
PROMJENJIVO OPTEREĆENJE .....	34
KORISNO OPTEREĆENJE .....	34
OPTEREĆENJE SNIJEGOM .....	36
OPTEREĆENJE VJETROM .....	40
POŽARNO DJELOVANJE .....	54
IZVANREDNO OPTEREĆENJE .....	55

SEIZMIČKO OPTEREĆENJE.....	55
PRORAČUN KONSTRUKCIJE Modeliranje.....	61
KOMBINACIJE OPTEREĆENJA Ulazni podaci.....	67
REZULTATI DINAMIČKE ANALIZE .....	68
PRIKAZ AKTIVACIJE MASE PRI POTRESNOM DJELOVANJU .....	69
REZULTATI SEIZMIČKOG PRORAČUNA ZA SMJER X:.....	75
REZULTATI SEIZMIČKOG PRORAČUNA ZA SMJER Y:.....	75
DIMENZIONIRANJE HORIZONTALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE .....	76
POZICIJA 400 .....	76
KONTROLA GRANIČNOG STANJA UPORABLJIVOSTI.....	80
Kontrola pukotina .....	80
Kontrola progiba .....	82
POZICIJA 400-GREDNI NOSAČI, C25/30 .....	85
Dimenzioniranje grede POZ 401: .....	91
Dimenzioniranje grede POZ 402: .....	93
Dimenzioniranje grede POZ 403: .....	95
Dimenzioniranje grede POZ 404: .....	97
Dimenzioniranje grede POZ 406: .....	99
Dimenzioniranje grede POZ 407: .....	101
POZICIJA 300 .....	103
KONTROLA GRANIČNOG STANJA UPORABLJIVOSTI.....	106
Kontrola pukotina .....	106
Kontrola progiba: .....	107
POZICIJA 300-GREDNI NOSAČI, C25/30 .....	109
Dimenzioniranje grede POZ 301: .....	112
Dimenzioniranje grede POZ 302: .....	114
Dimenzioniranje grede POZ 303: .....	116
Dimenzioniranje grede POZ 304: .....	118
POZICIJA 200 .....	120
KONTROLA GRANIČNOG STANJA UPORABLJIVOSTI.....	123
Kontrola pukotina .....	123
Kontrola progiba: .....	124
POZICIJA 200-GREDNI NOSAČI, C25/30 .....	126

Dimenzioniranje grede POZ 201A: .....	127
Dimenzioniranje grede POZ 201: .....	129
Dimenzioniranje grede POZ 202: .....	131
Dimenzioniranje grede POZ 203: .....	133
Dimenzioniranje grede POZ 204: .....	135
POZICIJA 100 .....	137
KONTROLA GRANIČNOG STANJA UPORABLJIVOSTI.....	140
Kontrola pukotina .....	140
Kontrola progiba: .....	141
POZICIJA 100-GREDNI NOSAČI, C25/30 .....	143
Dimenzioniranje grede POZ 102A: .....	144
Dimenzioniranje grede POZ 102: .....	146
Dimenzioniranje grede POZ 103: .....	148
POZICIJA 000-podna ploča .....	150
PRORAČUN TEMELJNE PLOČE .....	154
PRORAČUN VERTIKALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE.....	157
PRORAČUN STUPOVA POZICIJE S1 .....	159
PRORAČUN STUPOVA POZICIJE S2 .....	165
PRORAČUN ZIDOVA .....	171
PRORAČUN ZIDA U SMJERU X .....	172
Rezne sile promatranog zida u smjeru X .....	174
PRORAČUN ZIDA U SMJERU Y .....	182
DIMENZIONIRANJE STUBIŠTA .....	192
Stubište 2.....	195
KONSTRUKCIJA ZATRPANIH ARMIRANOBETONSKIH ZIDOVA PODRUMA .....	198
DIMENZIONIRANJE POTPORNOG ZIDA.....	202
GRAFIČKI PRILOZI .....	205
LITERATURA .....	207



## TEHNIČKI OPIS

### *Općenito (projektni zadatak)*

Na zahtjev investitora pristupilo se izradi Glavnog projekta za ishođenje Građevinske dozvole za izgradnju stambene građevine na navoformiranoj katastarskoj čestici oznake k.č.z. 3404/2 k.o. Centar (iz postojećih čestica k.č.br. 3404 i k.č.br. 3405 k.o. Centar), Grad Zagreb. Građevina je konceptualno pravokutnog oblika, smještena u podrumu, prizemlju, katu i uvučenom katu (Po+P+1+Uk), najvećih konstruktivnih dimenzija 16,94 x 10,74 m. Kuća je približne orijentacije istok-zapad. Krov je projektiran kao ravni neprohodni.

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

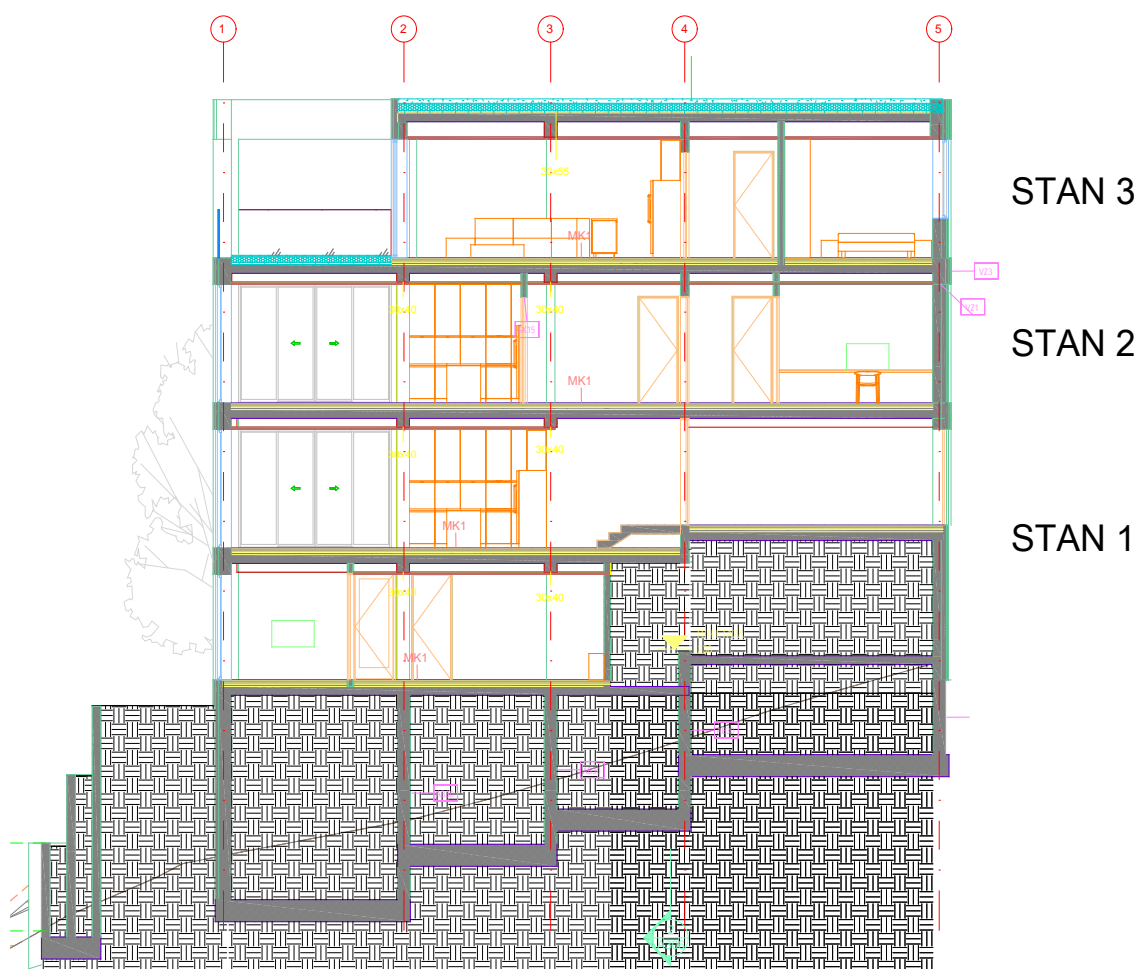
### Namjena građevine

Namjena građevine je stambena. Sadržaji građevine podijeljeni su prema katovima zgrada. Građevina se sastoji od jedne podzemne etaže, jedne polupodzemne etaže i 3 nadzemne etaža. Uzevši u obzir problem parking mjesta izrađena je garaža s 3 parkirna mjesta čime se rješava problem parkirnih mjesta za korisnike građevine te se okoliš može urediti kao zelena površina. Predmetna građevina sastoji se od 3 stana. Na zadnje dvije etaže formirana su dva stana, svaki na svojoj etaži. U prizemlju se nalazi dio stana 1 i garaže. Garaža se sastoji od 3 parking mjesta, svaki stan ima pravo na jedno parking garažno mjesto. Garaže su fizički odvojene i zasebne su prostorije. Iz svake garaže postoji komunikacija do određenih stanova (komunikacija u vidu stubišta ili i lifta i stubišta za stan 3 odnosno stan na najvišoj nadmorskoj visini.

Stan 1 sastoji se od 3 sobe koje se nalaze na polupodzemnoj etaži odnosno u suterenu, površina te etaže iznosi 84.66 m<sup>2</sup>, dvije etaže stana 1 povezane su stubištem. U prizemlju gdje se nalazi također stan 1 površina iznosi 153.03 m<sup>2</sup>. Osim stana 1 nalazi se također već spomenuta garaža sa tri parking mijesta. Osim toga tu se nalazi stubište za ostale stanove. Stan 1 ima terasu površine oko 12 m<sup>2</sup>.

Stan 2 koji se nalazi na prvom katu sastoji se od tri sobe. Površina etaže na kojem se nalazi spomenuti stan iznosi 152.68 m<sup>2</sup>. Dio te površine otpada na stubište, lift i otvoreni dio koji pripada spomenutom stanu 2 koje je površine oko 12 m<sup>2</sup>

Stan 3 koji se nalazi na zadnjoj etaži sastoji se od 3 sobe, površina etaže je 133.97 m<sup>2</sup>. Veliki dio te površine otpada na nenatkriveni dio terase površine oko 50 m<sup>2</sup>. Okolni teren zgrada prikladno će se hortikulturalno urediti. Svi infrastrukturni priključci izvest će se prema posebnim zahtjevima komunalnih i javnih poduzeća ili stručnih službi grada i županije.



Slika 1 Presjek kroz objekt

## Konstruktivne pojedinosti-općenito

Konstrukcija zgrade predviđena je kao armiranobetonski skelet s horizontalnim ukrutama u vidu ispuna armiranobetonskim zidovima stubišta i pročelja. Tlocrtno je definirana glavna podjela konstruktivnim osima na način da su formirana 4 polja u uzdužnom smjeru, te 3 polja u poprečnom smjeru. Polja su racionalnih dimenzija gdje je najveći raspon u uzdužnom smjeru definiran dubinom garaže te iznosi 600cm. Zbog ostvarenja otvorenog plana u zapadnom dijelu zgrade, rasponi su veći (cca 759 cm), te su riješeni roštiljem greda u glavnim osima, te dodatnim gredama u uzdužnom smjeru između svake dvije grede. Balkoni su konzolno izbačeni u uglovima zgrade (sjeverozapadni dio), a konzola balkona riješena je gredama s prepustom (prepust na dijelu balkona). Balkoni su vertikalno povezani stupom radi povećanja krutosti sklopa. Sve armiranobetonske (međukatne i krovna) ploče su projektirane 16cm debljine, osim temeljne ploče isod tehničke etaže, koja je projektirana kao 50cm debela ploča u kaskadama – vidi grafički prilog. Kaskade su uvedene u projekt radi racionalne upotrebe materijala, te radi smanjenja potrebnih iskopa.

Nosive osi građevine se prate po cijeloj visini građevine u dva ortogonalna smjera, s predviđenim konzolama za balkone na svim etažama. Na takav raster uzdužne i poprečne nosive konstrukcije položene su međukatne i krovna konstrukcija čime je stvorena kruta i stabilna cjelina. Međukatna i krovna konstrukcija predviđene su kao monolitne ab ploče.

## Temeljna ploča

*Temeljna ploča je debljine 50 cm, površinskih dimenzija 17.44 m x 11.18 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. Ploča je obostrano armirana sa mrežom Q-785 te konstruktivnom armaturom u vidu vilica i uzdužnih šipki.*

## Nadtemeljni zidovi

*Nadtemeljni zidovi su debljine 25 cm, promjenjive visine. Oslanjaju se na temeljnu ploču na koju prenose opterećenje sa etaža naviše. Zid je modeliran sa tri ležaja u vidu ploče dužine 1m'. Dominantno opterećenje je tlo koji se nalazi sa vanjske strane zidova.*

## Zidovi etaža

*Zidovi etaža su debljine 20 cm, oslanjaju se na nadtemeljne zidove, preuzimaju dominantno horizontalno opterećenje.*

*Proračun na potres proveden je za dva zida u smjeru x i y. Visine su u 3.6 m. Preuzimaju sile u smjeru svoje dominantnije osi. Armirano su obostrano armaturnim mrežama, te sa konstruktivnom armaturom. Potresna armatura sastoji se od šipki i U vilica.*

## Ploče, međukatne i pdodna

*Ploče su debljine 15 cm, oslanjaju se na AB grede koje se nalaze ispod spomenutih ploča duž njih.*

*Preuzimaju vertikalna opterećenja. Armirane su obostrano mrežama te konstruktivnom armaturom. Rupe u pločama (za stubište i lift) pojačane su dodatnom armaturom.*

## Grede

*Grede dimenzija b/h= 20/50 cm i 20/30 cm preuzimaju opterećenja sa ploča te ih prenose na zidove i stupove.*

*Modelirane su različito, ovisno jesu li proste ili kontinuirane grede. Postoji varijanta i sa konzolnim prepustima.*

*Tvore glavni nosivi sustav objekta. Jer je konstruktivni sustav mješovit. Postoji varijanta sa dominantnim zidovima na donjim etažama ili pak sa dominantnim gredama na zadnjoj etaži.*

## Lokacija i opterećenja

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

## Izvedba

*Iskop građevinske jame do ispod nivoa prizemlja buduće građevine izvršit će se u širokom iskopu s vertikalnim zasjekom (10:1). Pristup jami predviđen je na mjestu buduće rampe. U trenutku izrade projektne dokumentacije nije poznat izvođač konstrukcije. Prilikom izrade statičkog proračuna usklađena je geometrija presjeka elemenata konstrukcije s izvođačkim mogućnostima većine građevinskih firmi. Prilikom odabira izvođača moguće je da dođe do manjih odstupanja u obliku poprečnog presjeka pojedinih elemenata u odnosu na elemente iz statičkog proračuna, ali se ne očekuju bitna odstupanja, koja bi imala utjecaj na ukupnu stabilnost građevine te je dovoljno ove razlike obraditi u izvedbenom projektu konstrukcije.*

*Opterećenja su uzeta prema podacima dobivenim od strane investitora, projektanata instalacija te prema normama i pravilima struke. Zbog veličine i složenosti građevine u cilju osiguranja što kvalitetnije izvedbe nosive konstrukcije investitor je dužan osigurati projektantski nadzor nad konstrukcijom tijekom cijelog vremena izvedbe konstrukcije u skladu s Zakonom o gradnji (NN1 53/13).*

*Predmetni je projekt izrađen sukladno Zakonu o prostornom uređenju i gradnji NN 153/13, NN 65/17 i Zakonu o gradnji NN 153/13, NN 20/17. Sve radove trebaju obavljati za to stručno osposobljene osobe, uz stalni stručni nadzor, konstruktorski projektantski nadzor, te nadzor od strane geomehaničara prilikom radova iskopa, 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.*

## Iskolčenja i zahtjevna 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 poligonih točaka.

## Zemljani radovi i temelji

### *ISKOP*

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 ( $S_z$ ) 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 primjerenj oplat i 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 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 Tehničkom propisu. Sustav potvrđivanja sukladnosti betona je 2+.

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, Tehničkog propisa i normi na koje Tehnički propis.

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 unutarnja 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 svojstva 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 Tehničkom propisu 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 Tehničkom propisu 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*

### 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 tablici A.2. TPBK-a. Donja granica je uvjetovana vrijednost od -0,5 % do max 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 Tehničkom propisu. točka A.1. Kontrola sukladnosti svojstava trajnosti će se prihvaćati prema pojedinačnim izvještajima za pojedino svojstvo trajnosti, a prema kriterijima koje propisuje pojedina norma ili Tehničkom propisu.*

### 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 Tehnički propis za građevinske konstrukcije.*

*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, točkama 8, 9 i 10 i Dodatak E.*

*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 Tehničkim propisom.*

*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 oplate 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 neočvrstog 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.*

#### *Površinska obrada*

*Sve vidljive plohe betona trebaju biti glatke i ujednačene boje. Prema arhitektonskim zahtjevima dijelovi konstrukcija predviđeni su kao vidljivi beton (natur beton). Te posebne vizualne zahtjeve treba ispoštovati sve u skladu arhitektonskim projektom. Za svako odstupanje od projekta, nadzorni inženjer je dužan izvijestiti Projektanta i Investitora. U cilju postizanja projektiranog izgleda ploha, nužno je koristiti odgovarajuću oplatu i adekvatno ugrađivati beton.*

#### *Armatura*

*Čelik za armiranje betona treba zadovoljavati uvjete propisane Tehničkim propisom. Svaki proizvod treba biti jasno označen i prepoznatljiv. Ugradnju armature potrebno je provesti u skladu s HRN EN 13670-1, te Tehničkim propisom. 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 nastavljnje 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

### *Svježi 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 Tehničkim propisom.*

*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.*

### *Očvršli beton*

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

*Utvrđivanje 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 ( $f_{ck}$ ).*

*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 očvrsnulog betona na mjestu ugradnje betona prema Tehničkom propisu.*

*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, uskladu 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 očvrsnulog betona ocjenjivanjem rezultata ispitivanja uzoraka i dokazivanjem karakteristične tlačne čvrstoće betona provodi se prema Tehničkom propisu i normama na koju upućuje.*

*Tlačna čvrstoća očvrsnulog 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 Tehničkom propisu.*

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



## Materijali

## Program kontrole i osiguranja kvalitete

*BETON I ARMATURA*

Sav beton predviđa se iz klase C25/30. 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 svojstava betona specificirane u HRN EN 206-1.

Zaštitni slojevi betona do armature iznose 5 cm za temelje, 3 cm za grede i stupove odnosno 2 cm za ploče.

## Zahtjevi za projektirani beton

	Element konstrukcije	Zahtjevi za projektirani beton						
		Maksi-malno nominalno zrno agregata (mm)	Klasa tlačne čvrstoće	Klasa izloženosti	Klasa količine klorida	Vodone-propusnost (prema HRN EN 12390-8 prodor vode srednja vrijednost u cm)	Otpornost na smrzavanje (prema HRN U.M1.016 Broj ciklusa smrzavanja i odmrzavanja)	Otpornost na smrzavanje i soli (prema pr CEN/TS 12390-9 najveći gubitak mase u kg/m <sup>2</sup> )
1.	Temelji, podrumski zidovi	32	C30/37	XC2	Cl 0,20	-	-	-
2.	Ploče, grede, zidovi, stupovi	32 ili 16	C25/30	XC1	Cl 0,20	-	-	-

Napomene:

\* - betonu prema potrebi dodati odgovarajući dodatak za lakšu ugradnju

*SPECIFIKACIJA OSTALIH SVOJSTAVA BETONA*

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

Za podložne betone predviđen je beton normiranog sastava C 12/15 i može se proizvoditi s cementom tipa CEM I ili CEM II razreda čvrstoće 32,5 MPa i s minimalnom količinom cementa od 260 kg/m<sup>3</sup>.

Svi ostali betoni su projektirani betoni. Zbog opasnosti od korozije armature izložene prethodno navedenim razredima izloženosti djelovanja iz okoliša, ne smiju se upotrebljavati betoni koji sadrže cimente tipa CEM III/C, CEM IV i CEM V prema normi HRN EN 197-1. Veličinu zaštitnog sloja osigurati dostatnim brojem kvalitetnih distancera. Kvalitetu zaštitnog sloja osigurati kvalitetnom oplatom i ugradnjom betona, te dodacima betonu i ostalim rješenjima prema projektu betona. Veličina i kvaliteta zaštitnog sloja betona presudni su za trajnost objekta. U potpunosti poštivati projektirani raspored te položaj armaturnih šipki i čeličnih sidara, koji trebaju biti nepomični kod betoniranja. Da se spriječi istjecanje cementne paste preporuča se na zbijenu podlogu prije betoniranja položiti pvc foliju.

## Geotehnički izvještaj

*Područje planirane gradnje na lokaciji, ispitano je sa pet geotehničkih istražnih bušotina dubine između 8 m i 12 m od kote postojećeg terena. U laboratoriju su izvedena standardna ispitivanja općih i mehaničkih karakteristika uzoraka tla, a uzimani su poremećeni i neporemećeni uzorci, vršen je SPT, te terenska klasifikacija tla.*

*Područje na kojem se planira izgraditi spomenuta građevina poznato je po složenim geotehničkim odnosima. Dosadašnja istraživanja i geotehničke aktivnosti ukazuju da je šire područje terena ugroženo nestabilnostima.*

*Riječ je o padini koja je uvjetno nestabilna i na kojoj se mogu uslijed nestručnih zahvata javiti određene nestabilnosti. Nestabilnosti se uglavnom počinju javljati pri dnu padine i sukcesivno se pomiču prema grebenu.*

*Na aktivnost klizišta i njihovo proširenje na područja koja to možda još nisu, uvelike utječe izgradnja objekata ukoliko se svojim djelovanjem nekontrolirano mijenjaju uvjeti na padini i doprinosi faktoru nestabilnosti (neadekvatno iskapanje i nasipavanje, dodatno opterećivanje padine u vršnom dijelu, upuštanje otpadnih i oborinskih voda u teren, ogoljavanje površine terena, mjenjanje morfologije.*

*Tlo na lokaciji predviđenoj za gradnju predmetnog objekta čine slijedeći materijali: Geotehnička sredina 1: Prašinasta glina, srednje do visoke plastičnosti (CI/MH) Prašinasta glina, srednje do visoke plastičnosti, krute do polučvrste konzistencije, srednje do teške gnječivosti. Ova se grupa materijala prostire od kote postojećeg terena do geotehničke sredine 2, odnosno do kote između -2,50 i -8,0 m od nivoa postojećeg terena, a detektirana je na bušotinama B-1, B-2 i B-3. Geotehnička sredina 2: Prašinasta glina srednje do niske plastičnosti (CL/MI) Prašinasta glina, srednje do niske plastičnosti, teške gnječivosti, sadrži u proslojcima oblog šljunka, te otvrdnutog praha, generalno srednje do polučvrste konzistencije, smeđe boje. Ova se grupa materijala prostire od geotehničke sredine 1, pa do geotehničke sredine 3, odnosno do dubine između -6,50 m i -8,0 m od kote postojećeg terena, a registrirana je na svim bušotinama osim na B1. Geotehnička sredina 3: Glina s prahom, teške gnječivosti (CL/ML) Glina s prahom, teške gnječivosti, srednje plastičnosti, u proslojcima ima brdskog šljunka, generalno polučvrste do čvrste konzistencije, smeđe boje. Ova se grupa materijala prostire od geotehničke sredine 2, pa do kraja bušenja. Dubina zalijeganja slojeva pojedinih materijala tla razlikuje se od bušotine do bušotine, a dubine su prikazane u*

*crtanim priložima ovog projekta. Parametri čvrstoće pojedinih materijala prikazani su prema različitim modelima i uvjetima na terenu u geostatičkim proračunima.*

*Karakteristični parametri tla su odabrani na temelju rezultata laboratorijskih ispitivanja, a koja su prikazana u gore navedenim geotehničkim elaboratima, te na temelju korelacija za koherentna i nekoherentna tla u odnosu na SPT, te rezultate drugih laboratorijskih ispitivanja (kao što su indeksi konzistencije i plastičnosti). Kod koherentnih tla, parametri kuta unutarnjeg trenja su dobivani preko laboratorijskih ispitivanja, preko indeksa plastičnosti (Gibson, 1953., te Bjerrum i Simons, 1960), te nedrenirane posmične čvrstoće, a koja je izvedena na bušotini B-1 (Terzaghi i Peck, 1967, te Sowers, 1979). Parametar drenirane kohezije tla se dobivao (osim iz rezultata laboratorijskih ispitivanja) i preko KreyTiedemanovog izraza. Nekoherentnih tla na lokaciji nije bilo.*

*Za trajanja terenskih istražnih radova, nivo podzemne vode nije registriran (listopad 2019). Za potrebe proračuna, za razinu podzemne vode uzimane su vrijednosti između cca -3,0 m i -4,0 m od postojeće kote terena. Na lokaciji nema opasnosti od hidrauličnog sloma dna građevinske jame.*

## Primjenjeni standardi

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 očvrsnulog betona – 1. dio: Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe

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

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

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

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

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

12390-9 Ispitivanje očvrsnulog 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 očvrsnulom 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

*Ovlaštene organizacije i institucije za atestiranje su na listi u Glasniku Zavoda kojeg izdaje Državni zavod za normizaciju i graditeljstvo. Izvoditelj je dužan osiguravati dokaze o kvaliteti radova i ugrađenih proizvoda i opreme prema Zakonu i prema zahtjevima iz projekta, te u tom smislu mora čuvati dokumentaciju o ispitivanju ugrađenog materijala, proizvoda i opreme prema programu ispitivanja iz projekta. Nadzorni inženjer dužan je voditi računa da je kvaliteta radova, ugrađenih proizvoda i opreme u skladu sa zahtjevima projekta te da je kvaliteta dokazana propisanim ispitivanjima i dokumentima. Nadzorni inženjer dužan je da za tehnički pregled priredi završno izvješće o izvedbi građevine.*

## Način zbrinjavanja građevinskog otpada

Način zbrinjavanja građevnog otpada mora biti u skladu s propisima o otpadu. Osnovni propis iz tog područja je: Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13), koji u sebi sadrži sve ostale relevantne pravilnike: o Pravilnik o vrstama otpada o Pravilnik o postupanju s otpadom, itd. Prema navedenom zakonu građevni otpad spada u inertni otpad jer uopće ne sadrži ili sadrži malo tvari koje podliježu fizikalnoj, kemijskoj i biološkoj razgradnji pa ne ugrožavaju okoliš. Nakon završetka radova gradilište treba očistiti od otpadaka i suvišnog materijala i okolni dio terena dovesti u prvobitno stanje. Pravilnikom o vrstama otpada određeno je da je proizvođač otpada čija se vrijedna sredstva mogu iskoristiti dužan otpad razvrstavati na mjestu nastanka, odvojeno skupljati po vrstama i osigurati uvjete skladištenja za očuvanje kakvoće u svrhu ponovne obrade. Taj pravilnik predviđa slijedeće moguće postupke s otpadom: o kemijsko-fizikalna obrada o biološka obrada o termička obrada o kondicioniranje otpada o odlaganje otpada Kemijsko-fizikalna obrada otpada je obrada kemijsko-fizikalnim metodama s ciljem mijenjanja njegovih kemijsko-fizikalnih, odnosno bioloških svojstava, a može biti: neutralizacija, taloženje, ekstrakcija, redukcija, oksidacija, dezinfekcija, centrifugiranje, filtracija, sedimentacija, rezervna osmoza. Biološka obrada je obrada biološkim metodama s ciljem mijenjanja kemijskih, fizikalnih, odnosno bioloških svojstava, a može biti: aerobna i anaerobna razgradnja. Termička obrada je obrada termičkim postupkom. Provodi se s ciljem mijenjanja kemijskih, fizikalnih, odnosno bioloških svojstava, a može biti: spaljivanje, piroliza, isparavanje, destilacija, sinteriranje, žarenje, taljenje, zataljivanje u staklo. Kondicioniranje otpada je priprema za određeni način obrade ili odlaganja, a može biti: usitnjavanje, ovlaživanje, pakiranje, odvodnjavanje, oprашivanje, očvršćivanje te postupci kojima se smanjuje utjecaj štetnih tvari koje sadrži otpad. S građevnim otpadom treba postupiti u skladu s Pravilnikom o uvjetima za postupanje s otpadom. Taj pravilnik predviđa moguću termičku obradu za slijedeći otpad: → drvo → plastiku → asfalt koji sadrži katran → katran i proizvodi koji sadrže katran Kondicioniranjem se može obraditi slijedeći otpad: → građevinski materijali na bazi azbesta → asfalt koji sadrži katran → asfalt (bez katrana) → katran i proizvodi koji sadrže katran → izolacijski materijal koji sadrži azbest → miješani građevni otpad i otpad od rušenja Najveći dio građevnog otpada (prethodno obrađen ili neobrađen) može se odvesti u najbliže javno odlagalište otpada: beton, cigle, pločice i keramika, građevinski materijali na bazi gipsa, drvo, staklo, plastika, bakar, bronca, mjed, aluminij, olovo, cink, željezo i čelik, kositar, miješani materijali, kablovi, zemlja i kamenje i ostali izolacijski materijali. Nakon završetka radova gradilište treba očistiti od otpada i suvišnog materijala, postupiti prema iznesenom, a okolni dio terena dovesti u prvobitno stanje.



## Uvjeti održavanja i uporabni vijek trajanja

Razmatrana građevina ne zahtijeva poseban tretman održavanja. Ipak, ukopanost u tlo zahtijeva povećanu mjeru opreza i pojačani nadzor nad svim elementima (konstruktivnim i nekonstruktivnim) građevina. Tehnološkim mjerama, koje su navedene u ovom projektu pokušalo se dobiti što kvalitetniju i trajniju konstrukciju. U tom smislu neophodno je poštovati mjere za postizanje kvalitete materijala i konstrukcija, kao i posebne tehničke uvjete. Radnje u okviru održavanja betonskih konstrukcija treba provoditi prema odredbama Priloga J.3. Održavanje betonskih konstrukcija, Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (N.N. 17/17) i normama na koje upućuje Prilog J.3., te odgovarajućom primjenom odredaba ostalih priloga Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (N.N. 17/17). Redoviti pregled predmetne građevine, od strane kvalificiranih osoba, a u svrhu održavanja konstrukcije za predmetnu građevinu treba provoditi najmanje svakih 5 godina (zgrade javne namjene). Izvanredne preglede građevine provoditi nakon nekog izvanrednog događaja (ekstremne vremenske neprilike, potres, požar, eksplozija i slično) ili prema zahtjevu inspekcije. Osim ovih pregleda preporučuje se da korisnici građevine vrše godišnje preglede i ukoliko primijete neku nepravilnost na konstrukciji zatraže redoviti ili izvanredni pregled i prije roka predviđenog ovim projektom. Način obavljanja pregleda uključuje: → vizualni pregled, u kojeg je uključeno utvrđivanje položaja i veličine napuklina i pukotina te drugih oštećenja bitnih za očuvanje mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine, → utvrđivanja stanja zaštitnog sloja armature, za betonske konstrukcije u umjereno ili jako agresivnom okolišu, → utvrđivanje veličine progiba glavnih nosivih elemenata betonske konstrukcije za slučaj osnovnog djelovanja, ako se na temelju vizualnog pregleda sumnja u ispunjavanje bitnog zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti. Nakon obavljenih pregleda konstrukcije potrebno je izraditi dokumentaciju o stanju konstrukcije nakon pregleda sa potrebnim mjerama i radovima na saniranju i održavanju konstrukcije. Ovu i drugu dokumentaciju o održavanju betonske konstrukcije dužan je trajno čuvati vlasnik građevine. Manje nedostatke može ispraviti stručna osoba (zanatlija) na licu mjesta, a kod većih zahvata vlasnik (ili korisnici) građevine dužni su postupiti prema potrebnim zahtjevima i mjerama iz dokumentacije o stanju konstrukcije te izvesti neophodne radove održavanja, obnove i izmjene uređaja i dijelova te radove popravka, ojačanja i rekonstrukcije. Sve radove pregleda i izvedbe radova na konstrukciji potrebno je povjeriti za to ovlaštenim osobama.

HRN ENV 13269 Održavanje – Smjernice za izradu ugovora o održavanju

HRN EN 13306 Nazivlje u održavanju

HRN ENV 13670-1:2002 Izvedba betonskih konstrukcija – 1. dio: Općenito (ENV 13670-1:2000)

HRN U.M1.047:1987 Ispitivanje konstrukcija visokogradnje pokusnim opterećenjem i ispitivanje do sloma

HRN EN 4866:1999 Mehaničke vibracije i udari – Vibracije građevina – Smjernice za mjerenje vibracija i ocjenjivanje njihova utjecaja na građevine (ISO 4866:1990+Dopuna 1:1994+Dopuna 2:1996) prEN

13791:2003 Ocjena tlačne čvrstoće betona u konstrukcijama ili u konstrukcijskim elementima HRN ISO 15686-1:2002 Zgrade i druge građevine – Planiranje vijeka uporabe – 1. dio: Opća načela (ISO 15686-1:2000) HRN ISO 15686-2:2002 Zgrade i druge građevine – Planiranje vijeka uporabe – 2. dio: Postupci predviđanja vijeka uporabe (ISO 15686- 2:2001)

HRN ISO 15686-3:2004 Zgrade i druge građevine – Planiranje vijeka uporabe – 3. dio: Neovisne ocjene (auditi) i pregledi svojstava (ISO 15686-3:2002) HRN 12504-1:2000 Ispitivanje betona u konstrukcijama – 1. dio: Izvađeni uzorci – Uzimanje, pregled i ispitivanje tlačne čvrstoće (EN 12504-1:2000) HRN 12504-2:2001 Svojstva betona u konstrukcijama – 2.dio: Nerozorno ispitivanje – Određivanje indeksa sklerometra (EN 12504- 2:2001)

nHRN EN 12504-3 Ispitivanje betona u konstrukcijama – 3. dio: Određivanje sile čupanja (pull-out) (prEN 12504-3:2003) HRN EN 12504-4:2004 Ispitivanje betona – 4. dio: Određivanje brzine ultrazvučnog impulsa (EN 12504-4:2004) HRN EN 12390-1:2001 Ispitivanje očvrsloga betona – 1. dio: Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe (EN 12390-1:2000)

HRN EN 12390-3:2002 Ispitivanje očvrsloga betona – 3. dio: Tlačna čvrstoća ispitnih uzoraka (EN 12390-3:2001) Očekivani vijek trajanja građevine je 50 godina. Preduvjet za postizanje očekivanog vijeka trajanja je pravilna izvedba te pravilno održavanje u skladu s prethodno navedenim zahtjevima te zakonima i pravilima struke.

## Planovi pozicija

Planovi pozicija i relevantni tlocrti i presjeci prikazani su u grafičkim prilogima. Ploče su označavane velikim slovom P (P1, P2, ...) i pripadajućim brojem, stupovi velikim slovom S (S1, S2, ...) i pripadajućim brojem. Zbog jednostavnosti stupovi su podijeljeni prema tipu (dimenzijama). U grafičkim prilogima numeričkog proračuna vidljiva je potrebna količina armature na pojedinim mjestima u ploči. Svi računalni proračuni su izvršeni računalnim programom "Scia Engineer 17.1". Zbog opširnosti projekta prikazani su samo oni rezultati koji su smatrani relevantnim. Svi ulazni i izlazni podaci se mogu, na zahtjev, dobiti kod autora ovog projekta. Svi ostali podaci i detalji relevantni za predmetni objekt dani su kroz projektna rješenja. Za sve izmjene i dopune konzultirati projektanta. Sva opterećenja uzeta prema:

HRN ENV 1991-1 Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 1. dio: Osnove projektiranja (ENV 1991-1:1994) HRN ENV 1991-2-1 1 Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 2- 1. dio: Djelovanja na konstrukcije – Prostorne težine, vlastite težine, uporabna opterećenja (ENV 1991-2-1:1995)

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

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

## PRORAČUN KONSTRUKCIJE

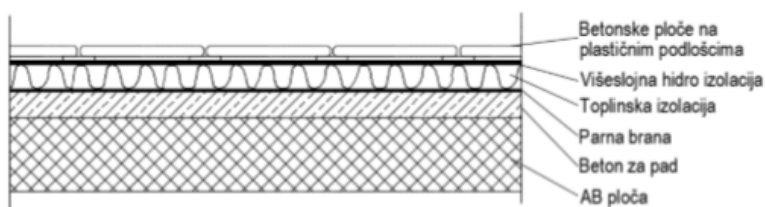
### ANALIZA OPTEREĆENJA

#### STALNO OPTEREĆENJE

##### STALNO OPTEREĆENJE KROVNE KONSTRUKCIJE

Krovna konstrukcija POZ 400, ravna ab ploča, d=16cm

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



Slika 2 Slojevi ravnog krova POZ 400

SLOJ	D(m)	g(kN/m <sup>3</sup> )	d-g(kN/m <sup>2</sup> )
<b>BETONSKE PLOČE S PODMETAČIMA</b>	0.05	25	1.25
PE FOLIJA	/	/	/
HIDROIZOLACIJA	0.015	20	0.30
PARNA BRANA	0.015	20	0.30
TOPLINSKA IZOLACIJA	0.10	3.0	0.30
BETON ZA PAD	0.08	24	1.92
<b>AB PLOČA</b>	Uključena automatski kroz računalni program		

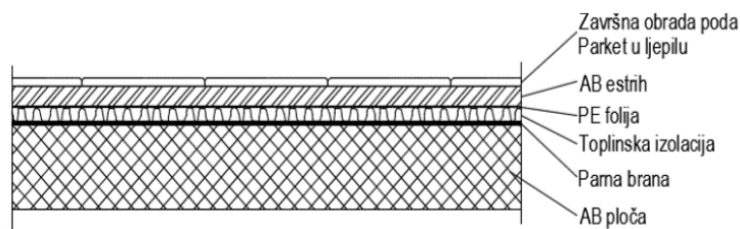
**UKUPNO DODATNO STALNO OPTEREĆENJE : 4.10 kN/m<sup>2</sup>**

Tablica 1 Slojevi ravnog krova POZ 400 sa prostornim težinama

**STALNO OPTEREĆENJE MEĐUKATNIH KONSTRUKCIJA** Krovna konstrukcija POZ 300,200, 100, 00  
ravna ab ploča, d=16cm

- vlastita težina .....automatski putem računala
- dodatno stalno opterećenje od slojeva .....kao na slikama 2,3,4

## a) OBRADA PODA IZNAD STAMBENOG PROSTORA

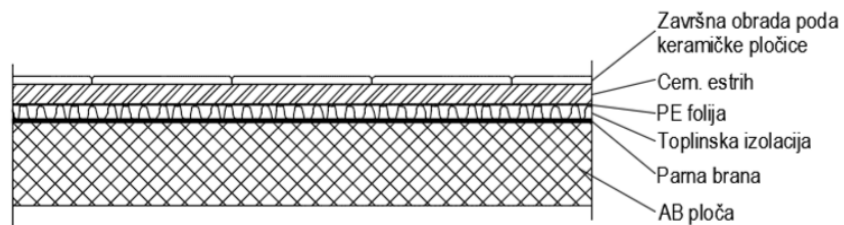


Slika 3 Slojevi proda međukatne konstrukcije

SLOJ	D(m)	g(kN/m <sup>3</sup> )	d-g(kN/m <sup>2</sup> )
PARKET	0.02	12	0.24
ESTRIH	0.05	25	1,25
PE FOLIJA	/	/	/
TOPLINSKA IZOLACIJA	0.04	5	0.20
HIDROIZOLACIJA	0.005	20	0.1
PARNA BRANA	/	/	/
PREGRADNI ZIDOVI			1.0
<b>AB PLOČA</b>	Uključena automatski kroz računalni program		
<b>UKUPNO DODATNO STALNO OPTEREĆENJE : 2.80 kN/m<sup>2</sup></b>			

Tablica 2 Slojevi međukatne konstrukcije sa prostornim težinama

## b) OBRADA PODA IZNAD BALKONA, TERASE

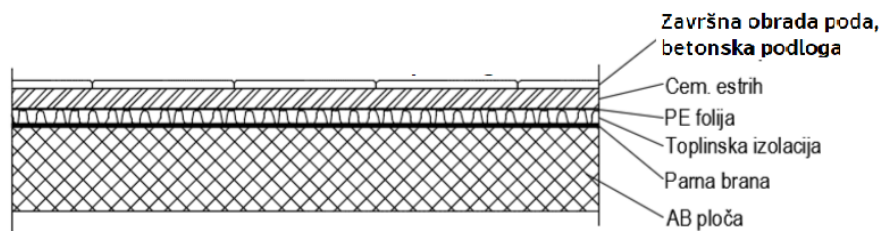


Slika 4 Slojevi poda iznad balkona, terase

SLOJ	D(m)	g(kN/m <sup>3</sup> )	d-g(kN/m <sup>2</sup> )
<b>KERAMIČKE PL.</b>	0.02	24	0.48
CEM.ESTRIH	0.05	24	1,20
PE FOLIJA	/	/	/
TOPLINSKA IZOLACIJA	0.04	5	0.20
HIDROIZOLACIJA	0.005	20	0.1
PARNA BRANA	/	/	/
PREGRADNI ZIDOV			1.0
<b>AB PLOČA</b>	Uključena automatski kroz računalni program		
<b>UKUPNO DODATNO STALNO OPTEREĆENJE : 3.00 kN/m<sup>2</sup></b>			

Tablica 3 Slojevi poda na balkonu sa prostornim težinama

## c) OBRADA PODA IZNAD GARAŽE

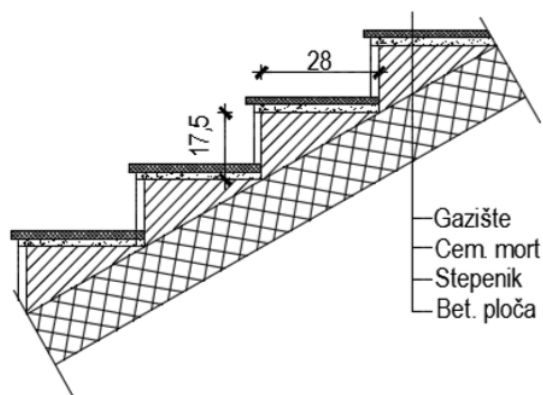


Slika 5 Slojevi poda iznad garaže

SLOJ	d(m)	g(kN/m <sup>3</sup> )	d-g(kN/m <sup>2</sup> )
BETONSKA PODLOGA	0.10	24	2.4
CEM.ESTRIH	0.05	24	1,20
PE FOLIJA	/	/	/
TOPLINSKA IZOLACIJA	0.04	5	0.20
HIDROIZOLACIJA	0.005	20	0.1
PARNA BRANA	/	/	/
PREGRADNI ZIDOVI			1.0
AB PLOČA	Uključena automatski kroz računalni program		
<b>UKUPNO DODATNO STALNO OPTEREĆENJE : 5.0 kN/m<sup>2</sup></b>			

Tablica 4 Slojevi poda iznad garaže sa prostornim težinama

## d) STUBIŠTE, PODEST



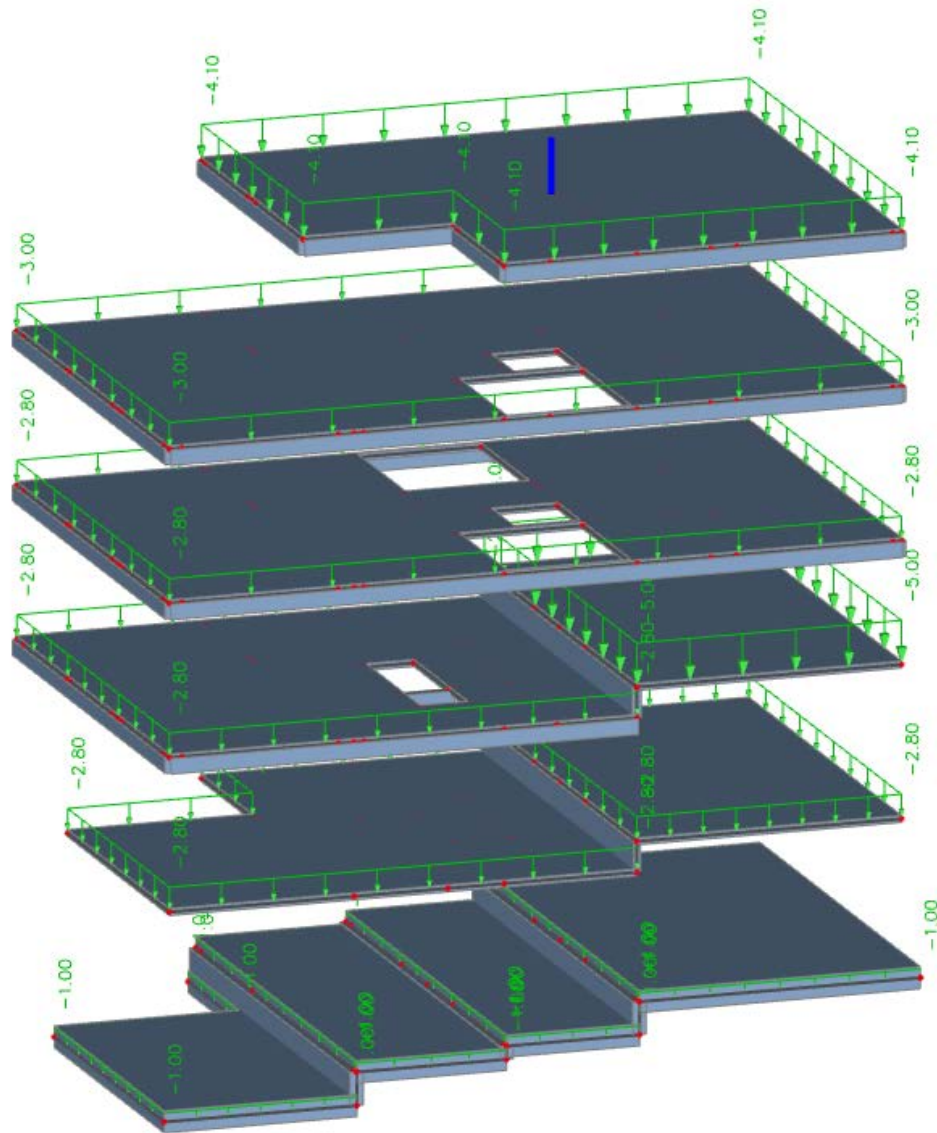
Slika 6 Slojevi poda na unutarnjem stubištu

SLOJ	d(m)	g(kN/m <sup>3</sup> )	d-g(kN/m <sup>2</sup> )
KAMENE PL.	0.02	28	0.56
CEMENTNI MORT	0.02	20	0.40
STUBE	0.09	24	2,10
<b>AB PLOČA</b>	Uključena automatski kroz računalni program		
<b>UKUPNO DODATNO STALNO OPTEREĆENJE : 3.10 kN/m<sup>2</sup></b>			

Tablica 5 Slojevi poda stubišta sa prostornim težinama

-podest analogno kao i stubište





Slika 7 Prikaz stalnog opterećenja na ploče

PROMJENJIVO OPTEREĆENJE  
KORISNO 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 krov:  $q=1,0 \text{ kN/m}^2$

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

-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 8 Uporabna opterećenja stropova, balkona i stubišta u zgradama*



## 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:
  - a) oblik krova
  - b) toplinska svojstva krova
  - c) hrapavost površine krova
  - d) količina proizvedene topline ispod krova
  - e) blizine okolnih zgrada
  - f) okolni teren
  - g) 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
Uobičajen <sup>b</sup>	1,0
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 10 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 11 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 na tlu za područje Republike Hrvatske određuje se na temelju karte snježnih područja koja je sastavni dio norme.

Za promatrani slučaj gdje je nadmorska visina veće od 100 m n.m. opterećenje se uzima prema tablici 9., u slučaju kada je nadmorska visina između danih vrijednosti treba uzeti najbližu veću vrijednost.



Slika 12 Karta snježnih područja

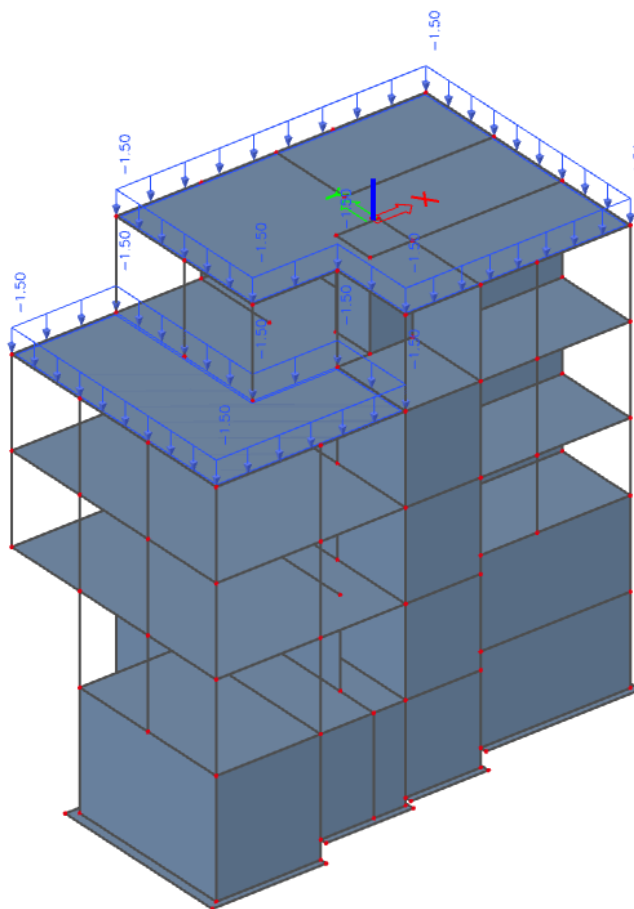
Prema podacima iz karte na osnovu lokacije zaključuje se da promatrana lokacija spada u 3. područje (kontinentalna Hrvatska).

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
800	0,50	2,50	2,75	4,00

Slika 13 opterećenje snijegom za snježna područja i pripadajuće nadmorske visine

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

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0.8 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.25 = 1.50 \text{ kN/m}^2$$



Slika 14 Prikaz opterećenja snijegom

## 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:

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

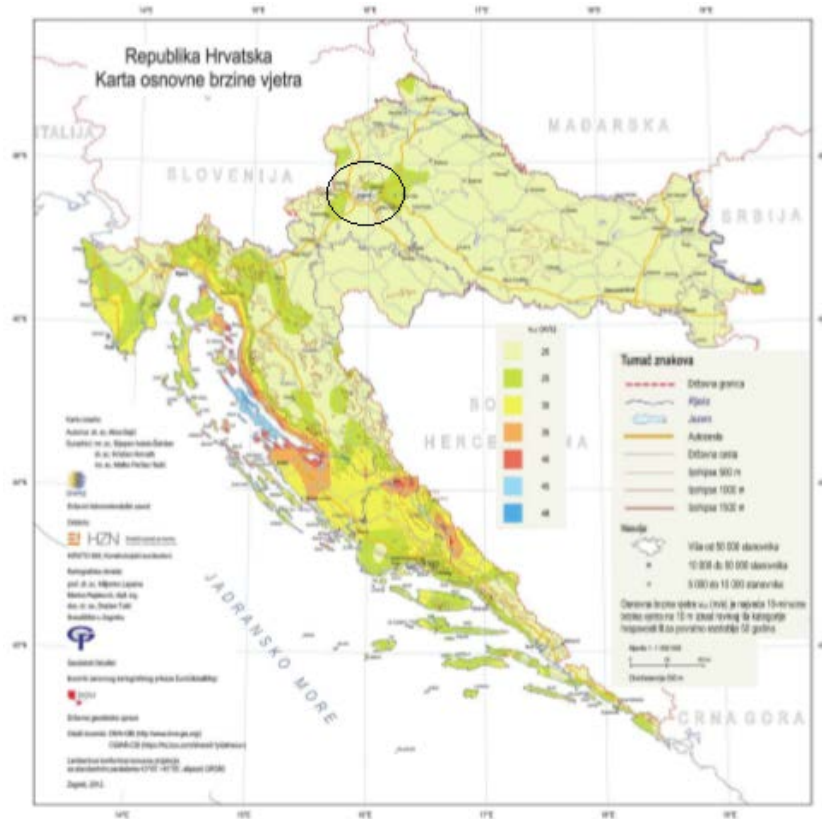
Gdje je:

$c_{dir}$  – 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 15 Karta osnovnih brzina vjetra  $V_{b,0}$

$v_{b,0} = 25\text{m/s}$  – očitano iz karte

$$\mathbf{v_b} = \mathbf{c_{dir}} \cdot \mathbf{c_{season}} \cdot \mathbf{v_{b,0}} = \mathbf{1.0} \cdot \mathbf{1.0} \cdot \mathbf{25} = \mathbf{25\text{m/s}}$$

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:

$$\mathbf{v_m(z)} = \mathbf{c_r(z)} \cdot \mathbf{c_o(z)} \cdot \mathbf{v_b}$$

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

$z_0$  – ovise 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 16 Parametri vjetrovnog opterećenja ovisno o kategoriji terena

Za promatrano područje imamo:

$$k_r = 0.19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0.07} = 0.19 \cdot \left(\frac{1.0}{0.05}\right)^{0.07} = 0.234$$

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

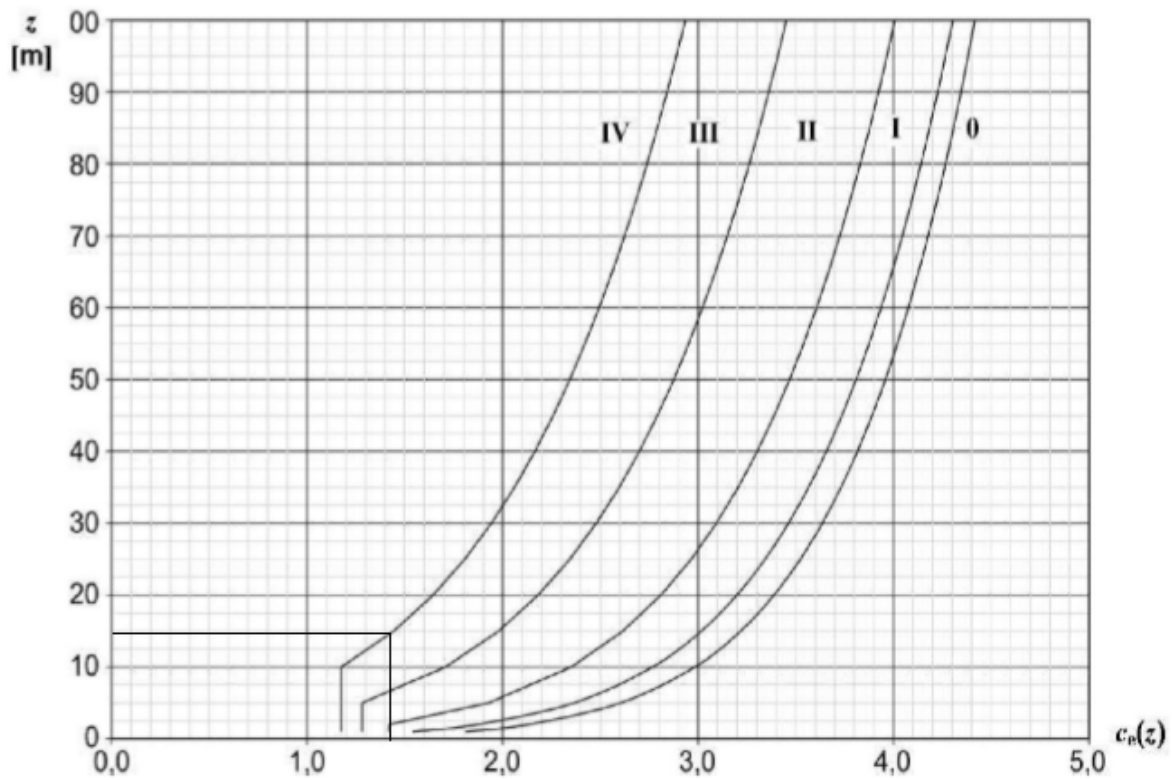
$$I_v(z) = \frac{k_I}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1.0}{1.0 \cdot \ln\left(\frac{14}{1.0}\right)} = 0.379$$

### 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:

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

$c_e(z)$ - faktor izloženosti dan grafom (ispod) za  $c_0=1.0$ ,  $k_I=1.0$



$$c_e(z) = 1,42$$

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2$$

$$= \frac{0,39 \text{ kN}}{\text{m}^2} \text{ -- tlak pri osnovnoj brzini vjetra, gdje je } \rho \text{ gustoća zraka}$$

$$q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b = 1,42 \cdot 0,39 = 0,55 \text{ kN/m}^2$$

## 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:

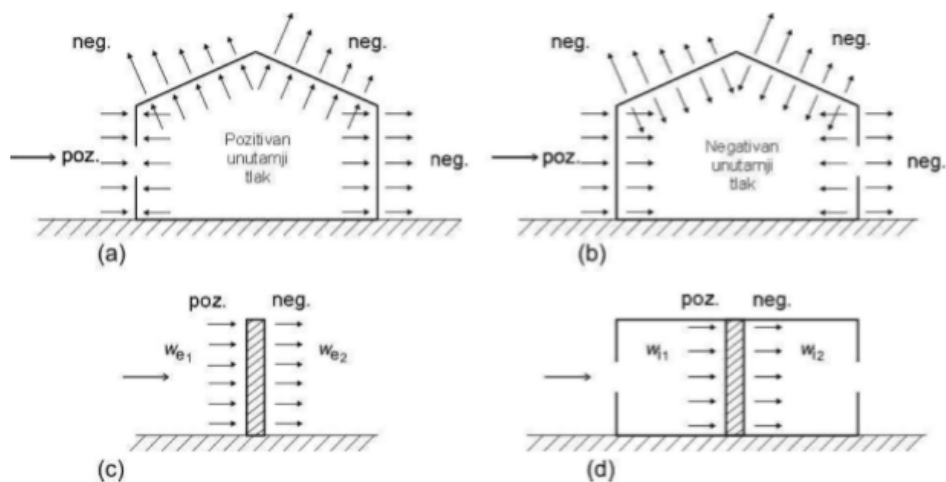
$$w_i = q_p(z_i) \times c_{pi}$$

Gdje je:

$q_p(z_i)$ - tlak pri vršnoj brzini

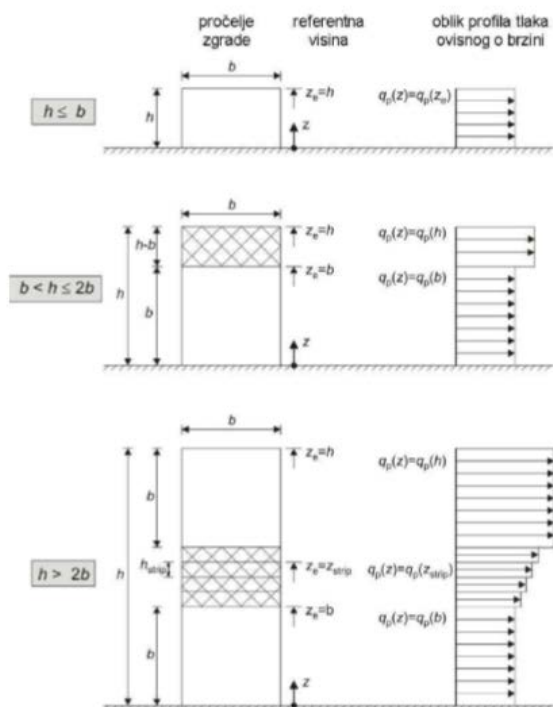
$z_i$ - referentna visina za unutarnji tlak

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



Slika 17 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.



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

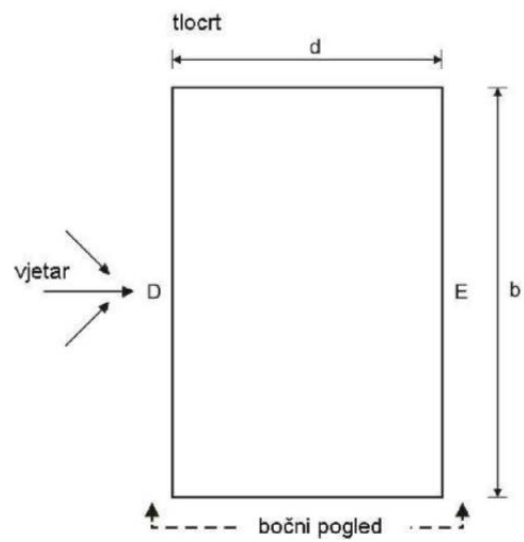
$h \approx 12\text{m}$

$b = 16.94\text{m}$

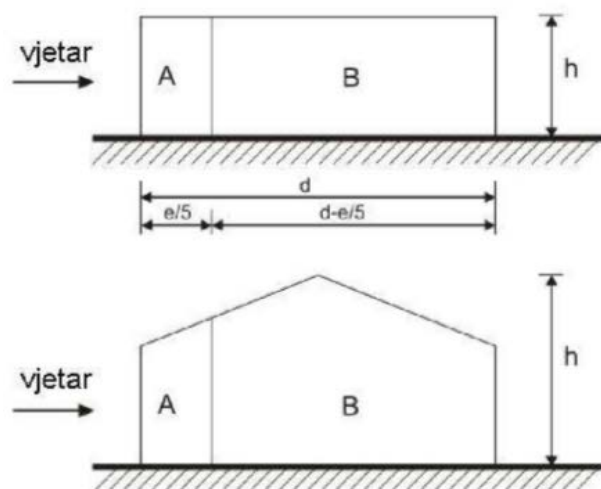
Za promatrani slučaj mjerodavan nam je prvi odnos  $h/b$  gdje je  $q_p(z) = q_p(z_e)$ .

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.

## PRORAČUN DJELOVANJA VJETRA NA ZIDOVE



Slika 19 Tlocrtni prikaz vjetrovnih polja



Slika 20 Bočni prikaz vjetrovnih polja



Područje	A		B		C		D		E	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
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	

Tablica 6 Preporučene vrijednosti koeficijenata vanjskog tlaka za vertikalne zidove tlocrtno pravokutnih zgrada

#### TLAK VJETRA NA VANJSE POVRŠINE

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

PODRUČJE	A	B	C	D	E
$w_e$ (kN/m <sup>2</sup> )	-0.66	-0.44	-0.28	0.44	0.28

Tablica 7 Vrijednosti opterećenja vjetra 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	A	B	C	D	E
1) $w_i$ (kN/m <sup>2</sup> )	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
2) $w_i$ (kN/m <sup>2</sup> )	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28

Tablica 8 Vrijednosti opterećenja vjetra po poljima (unutarnje površine)

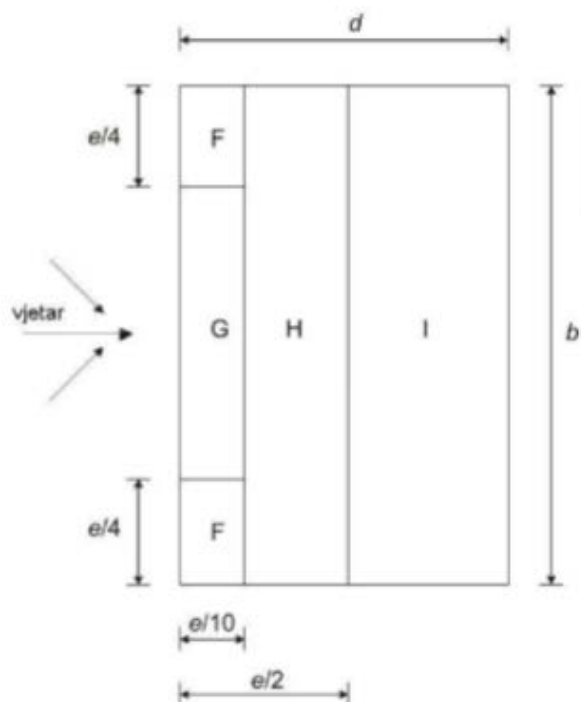
### MAKSIMALNE VRIJEDNOSTI DIJELOVANJA NA VANJSKE I UNUTARNJE POVRŠINE

PODRUČJE	A	B	C	D	E
MAKSIMALNI TLAK VJETRA NA VANJSKE POVRŠINE					
$w_e(\text{kN/m}^2)$	-0.38	-0.16	0	0.72	0.56
MAKSIMALNI TLAK VJETRA NA UNUTARNJE POVRŠINE					
$w_i(\text{kN/m}^2)$	1.1	0.88	0.72	0	0.16

Tablica 9 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 21 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	$h_p/h = 0,025$	-1,6	-2,2	-1,1	-1,8	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
	$h_p/h = 0,05$	-1,4	-2,0	-0,9	-1,6	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
	$h_p/h = 0,10$	-1,2	-1,8	-0,8	-1,4	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2

Slika 22 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> )	-0.77	-0.5	0.39	0.11

Tablica 10 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

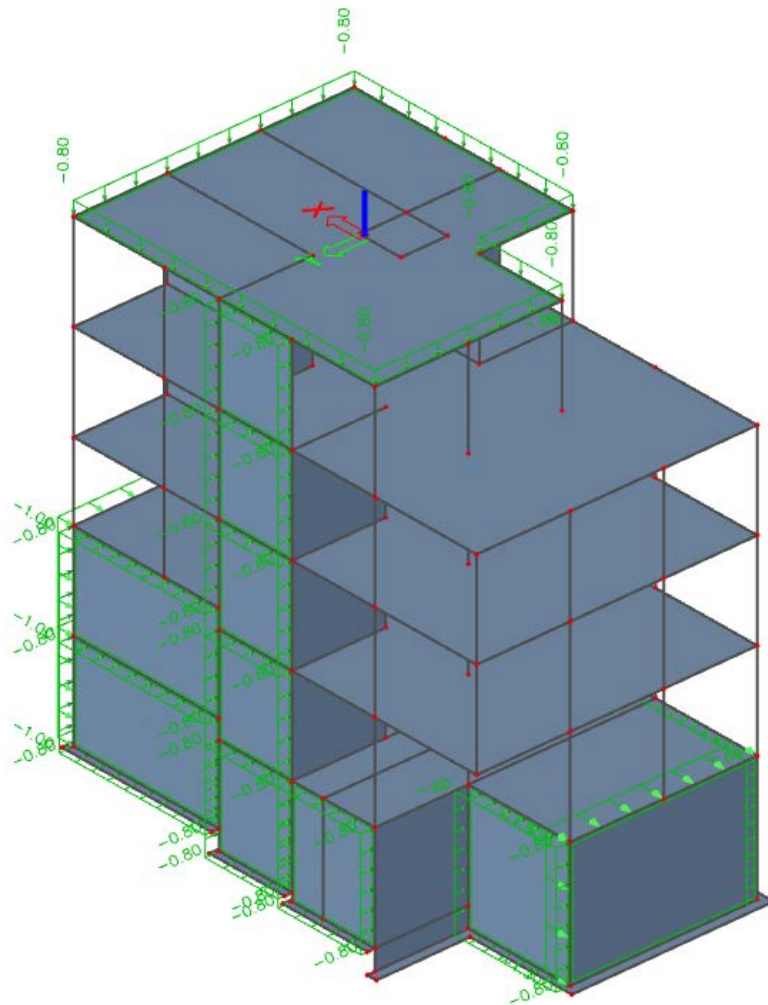
$w_i = q_p(z_i) \times c_{pi}$				
PODRUČJE	F	G	H	I
1) $w_i$ (kN/m <sup>2</sup> )	0.44	0.44	0.44	0.44
2) $w_i$ (kN/m <sup>2</sup> )	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28

Tablica 11 Vrijednosti opterećenja vjetra na krov po poljima (unutrašnje površine)

## MAKSIMALNE VRIJEDNOSTI DIJELOVANJA NA VANJSKE I UNUTARNJE POVRŠINE KROVA

PODRUČJE	F	G	H	I
MAKSIMALNI TLAK VJETRA NA VANJSKE POVRŠINE				
$w_e(\text{kN/m}^2)$	-1.21	-0.94	-0.05	-0.33
MAKSIMALNI TLAK VJETRA NA UNUTARNJE POVRŠINE				
$w_i(\text{kN/m}^2)$	-0.49	-0.22	0.67	0.39

*Tablica 12 Maksimalne vrijednosti po poljima*



Slika 23 Prikaz opterećenja od vjetra na konstrukciju

## POŽARNO DJELOVANJE

Građevina je u smislu požarne otpornosti projektirana u skladu s Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije (NN17/17), te normi: HRN EN 1991-1-2:2008 Eurokod 1 -- Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-2: Opća djelovanja -- Djelovanja na konstrukcije izložene požaru (EN 1991-1-2:2002), te HRN EN 1992-1-2:2008 Eurokod 2 - Projektiranje betonskih konstrukcija -- Dio 1-2: Opća pravila -- Projektiranje konstrukcija na djelovanje požara (EN 1992-1-2:2004+AC:2008).

Prema Pravilniku o otpornosti na požar NN 29/13 i NN 87/15 građevina se svrstava u Zgrade podskupine 5 (ZPS 5). Elementi armiranobetonske konstrukcije zadovoljavaju zahtjevanoj razini zaštite R 90 odnosno REI 90 na granici požarnog odjeljka, jer su zadovoljene najmanje izmjere dimenzija i zaštitnih slojeva ( $b_{min} / a$ ) ab elemenata konstrukcije za:

Stupovi: 300 / 45 mm (za stupove izložene požaru sa više strana i redukcijski faktor  $\mu_{ri}=0,5$ )

200 / 31 mm (za stupove izložene požaru sa više strana i redukcijski faktor  $\mu_{ri}=0,2$ )

200 / 40 mm (za  $n=0,3$  i  $\omega=0,5$ )

Zidovi: 170 / 25 mm (za zidove izložene požaru sa više strana i redukcijski faktor  $\mu_{ri}=0,7$ )

Grede: 200 / 45 mm (300 / 40 mm) (za slobodno oslonjene grede)

Ploče: 100 / 20 mm, (za ploče nosive u dva smjera)

gdje su  $b_{min}$  manja dimenzija (širina konstruktivnog elementa), dok je  $a$  udaljenost armature do ruba betona u mm.

## KOMBINACIJE OPTEREĆENJA

Sve rezne sile su proračunate iz mjerodavne kombinacije opterećenja za krajnje granično stanje nosivosti (GSN) kako slijedi:

$$1.35 (g+dg) + 1.50 q,$$

gdje je  $g$  vlastita težina dijela konstrukcije (konstruktivnog elementa),  $dg$  dodatno stalno opterećenje, a  $q$  korisno promjenjivo opterećenje.

## IZVANREDNO OPTEREĆENJE 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 oštećenja.

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.

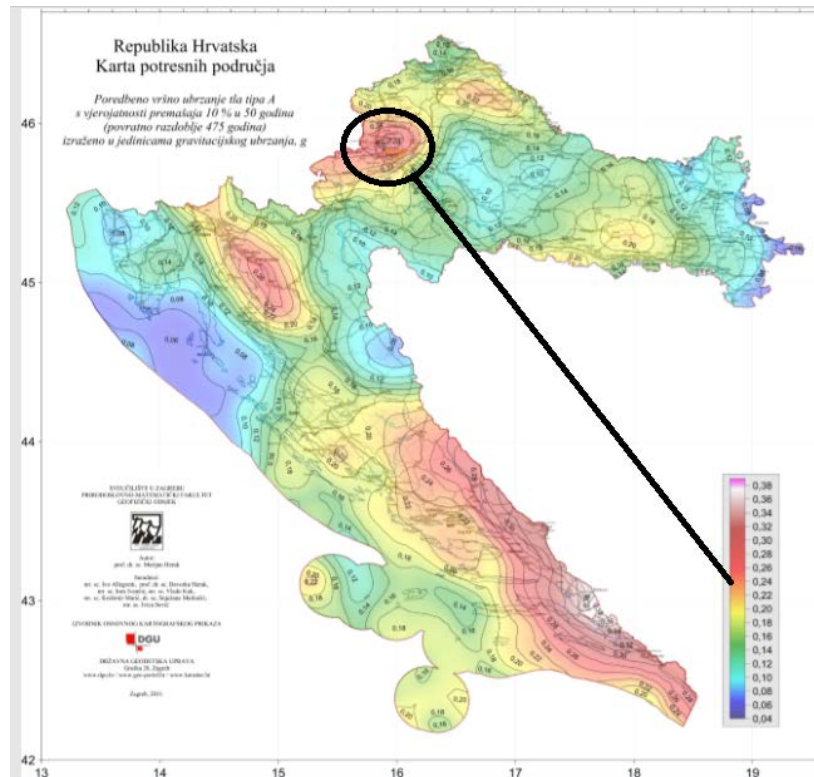
Razlikujemo dva tipa elastičnog sprektra odziva o očekivanoj magnitudi površinskih poprečnih valova. Za magnitute veće od 5.5 odaberemo TIP 1, a za magnitute manje od 5.5 odaberemo TIP 2 elastičnog sprektra odziva.

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 umanju 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.

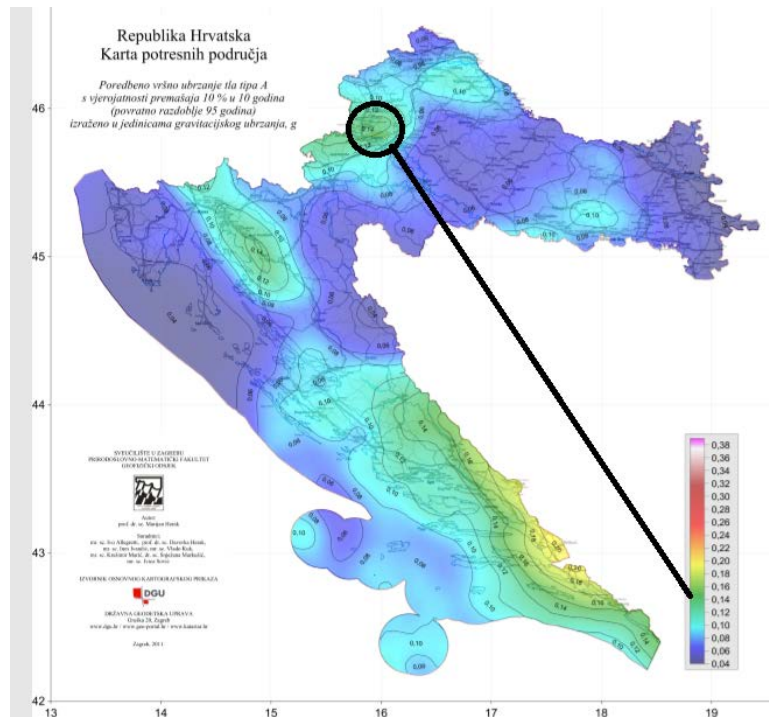
Vrijednosti poredbenog horizontalnog vršnog ubrzanja tla očitavaju se koristeći seizmološke karte Republike Hrvatske. Za traženo područje očita se ubrzanje tla za povratni period od 475 godina za GSN.

Iz karte (slika 19.) očitamo horizontalno vršno ubrzanje u iznosu od  $a_{gR}=0.24g$ , za povratno razdoblje od 475 godina. Iz karte (slika 20.) očitamo horizontalno vršno ubrzanje u iznosu od  $a_{gR}=0.133g$  za povratno razdoblje od 95 godina.



Slika 24 Karta za povratno razdoblje od 475 godina





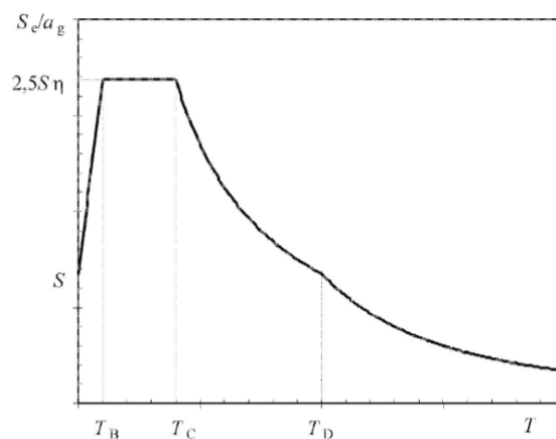
Slika 25 Karta za povratno razdoblje od 95 godina

Objekt je temeljen, sukladno geomehničkom elaboratu, na tlu klase D.

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	–	–
B	Nanosi vrlo gustog pijeska, šljunka ili vrlo krute gline, debljine najmanje nekoliko desetaka metara, s postupnim povećanjem mehaničkih svojstava s dubinom	360-800	> 50	> 250
C	Duboki nanosi gustog ili srednje gustog pijeska, šljunka ili krute gline debljine od nekoliko desetaka metara do više stotina metara	180-360	15-50	70-250
D	Nanosi rahlog do srednje zbijenog nekoherentnog tla (s nešto mekih koherentnih slojeva ili bez njih), ili pretežno meko do dobro koherentno tlo	< 180	< 15	< 70
E	Profil tla koji se sastoji od površinskog aluvijskog sloja s vrijednostima $v_s$ za tipove C ili D i debljinom između 5 i 20 m ispod kojeg je krući materijal s $v_s > 800$ m/s			
S <sub>1</sub>	Nanosi koji se sastoje od, ili sadrže, sloj debljine najmanje 10 m mekih glina/praha s velikim indeksom plastičnosti ( $PI > 40$ ) i velikim sadržajem vode	< 100 (približno)	–	10-20
S <sub>2</sub>	Nanosi tla podložnih likvefakciji, osjetljivih glina ili svaki drugi profil tla koji nije obuhvaćen tipovima A do E ili S <sub>1</sub>			

Slika 26 Tipovi temeljnog tla

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



Slika 27 Oblik elastičnog spektra odziva

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
B	1,2	0,15	0,5	2,0
C	1,15	0,20	0,6	2,0
D	1,35	0,20	0,8	2,0
E	1,4	0,15	0,5	2,0

Slika 28 Vrijednosti parametara koje opisuje preporučeni elastični spektar odziva tipa 1

Razred duktilnosti: M

Razred važnosti građevine:  $\gamma=1.0$

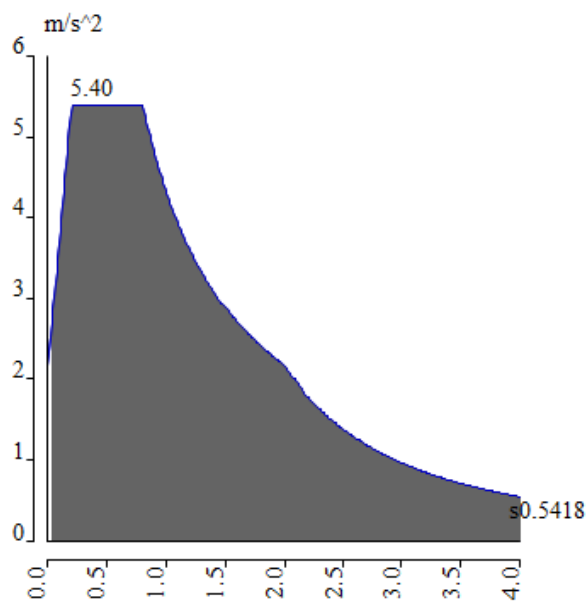
Osnovna vrijednost faktora ponašanja za razred duktilnosti DCM:  $q_0=3.0 \cdot \alpha_u / \alpha_1$

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

Odabrani faktor ponašanja građevine  $q$  (za KC1 i KC2):  $q=q_0 \cdot k_w$ :  $q=1.5$

coeff accel. $a_g$	0.245
$a_g$ - design acceleration [ $m/s^2$ ]	2.400
$q$ - behaviour factor	1.500
beta	0.200
S, Tb, Tc, Td manually?	No
Subsoil type	D
Spectrum type	type 1
Direction	Horizontal
Direction factor	1
S - soil factor	1.350
Tb	0.200
Tc	0.800
Td	2.000
Note	NA not supported

Slika 29 Ulazni podaci za proračun na potres



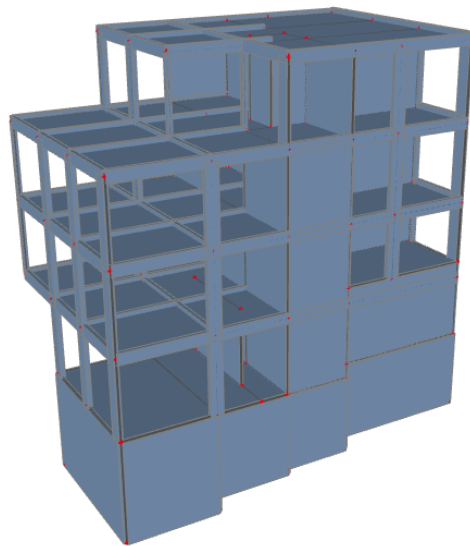
Slika 30 Proračunski spektar ubrzanja za unesene podatke

Na temelju ulaznih podataka i prostornog modela konstrukcije provedena je višemodalna analiza na način da je automatski generirana ukupna masa na temelju sudjelujućih masa od stalnog (vlastita težina plus dodatno stalno opterećenje) i pokretnog opterećenja (50% pokretnog opterećenja). Po provedenom proračunu dobiveni su rezultati modalne analize u vidu 30 vlastitih oblika konstrukcije, njima pripadajući periodi te ukupna sudjelujuća masa po svakom smjeru. Kao što je prikazano u rezultatima dinamičke analize naknadno u tekstu je aktivirano svih 90 % mase po pojedinom smjeru djelovanja potresnih sila. Po dovršenoj modalnoj analizi napravljen je i linearni proračun za potresne kombinacije djelovanja na temelju čijih su rezultata dobivene mjerodavne sile za dimenzioniranje vertikalnih elemenata konstrukcije (zidova i stupova).

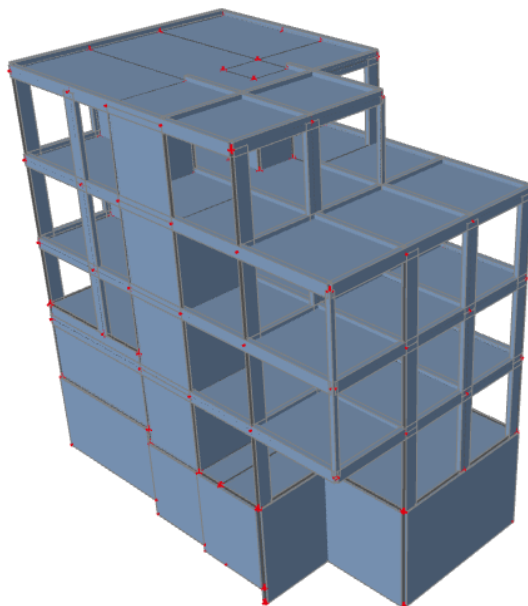
## PRORAČUN KONSTRUKCIJE

### Modeliranje

Za proračun ovog objekta napravljen je 3D model konstrukcije koji se sastoji od 2D plošnih elemenata (ploča i zidova) te štapnih 1D elemenata (stupova, greda). Numerički model izrađen je u računalnom programu Scia Engineer 19.1.



*Slika 31 3D model promatranog objekta 1*



*Slika 32 3D model promatranog objekta 2*

Krovnna ploča (POZ 400) je debljine 16 cm sa dimanzijama 10.82m x 12.82m. Oslanja se na grede dimenzija  $b/h=20/30$  cm.

Međuetazne ploče (POZ 300, POZ 200, POZ 100) su debljina 16 cm sa dimenzijama 10.82m x 17.08m. Sve ploče se oslanjaju na grede dimenzija  $b/h=20/50$  cm.

Podna ploča (POZ 000) je debljine 16 cm sa dimenzijama 10.82m x 12.82m. Ploča se oslanja na nadtemeljne zidove koji se protežu do temeljne ploče.

Svi nadzemni zidovi su debljine 20cm. Nadtemeljni zidovi su debljine 50cm, te se nalaze ispod svih nosivih zidova i stupova kako bi prenosili opterećenje do temeljne ploče preko pilota do nosivog tla.

Temeljna ploča (POZ -100) je izvedena kao kaskadna u 4 poteza, debljine je 50cm. Temeljna ploča se u stvarnom projektu oslanja na pilote, međutim za potrebe ovoga rada idealizirana je situacija te temeljna ploča preuzima svo opterećenje i prenosi ga na tlo.

Horizontalni elementi (ploče i grede) su opterećeni vertikalnim opterećenjem po  $m^2$  svoje površine.

Kritična opterećenja za istoimene horizontalne grede su njihova vlastita težina (G), stalno opterećenje (dG)

te korisno odnosno promjenjivo opterećenje (Q).

Na krovnu ploču, i na terasu predzadnje etaže djeluje vertikalno opterećenje od snijega (S) i vijetra (W).

Zidovi su horizontalno opterećeni potresom (P) i vijetrom (W). Opterećenje se nanosi okomitno na njihovu ravninu po m<sup>2</sup> njihove površine.

Stupovi su proračunati na osnovu djelovanja potresa (P), vijetra (W) u vidu horizontalnog djelovanja.

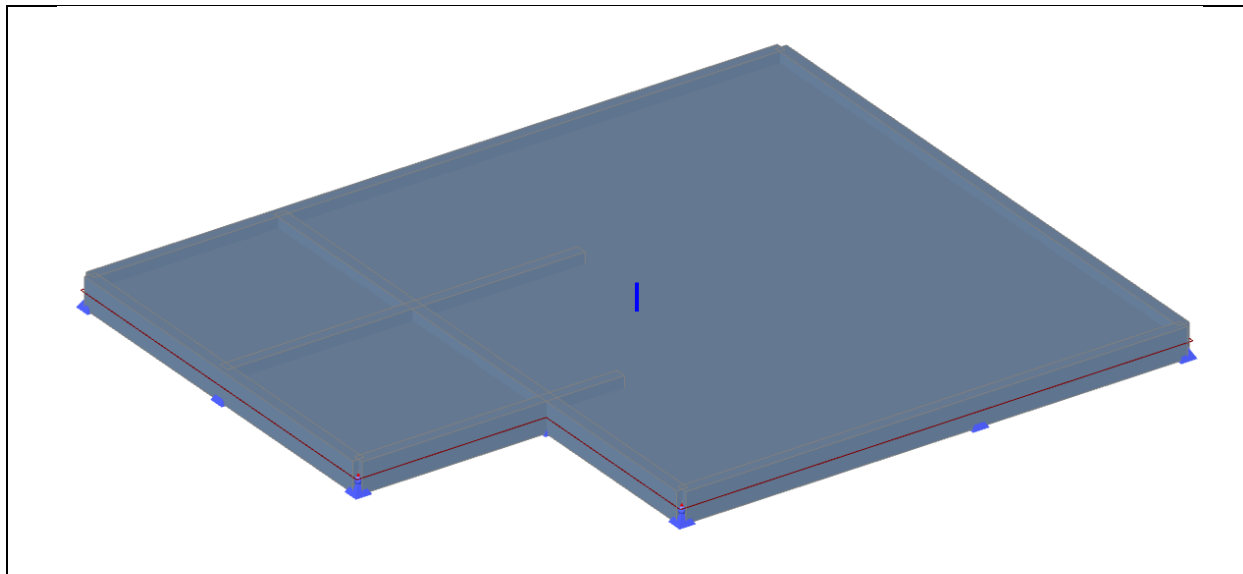
Stupovi preuzimaju i vertikalno opterećenje sa ploča i greda.

Stubište je proračunato zasebno, opterećeno sa vlastitom težinom (G), stalnim opterećenjem (dG) te korisnim opterećenjem (Q).

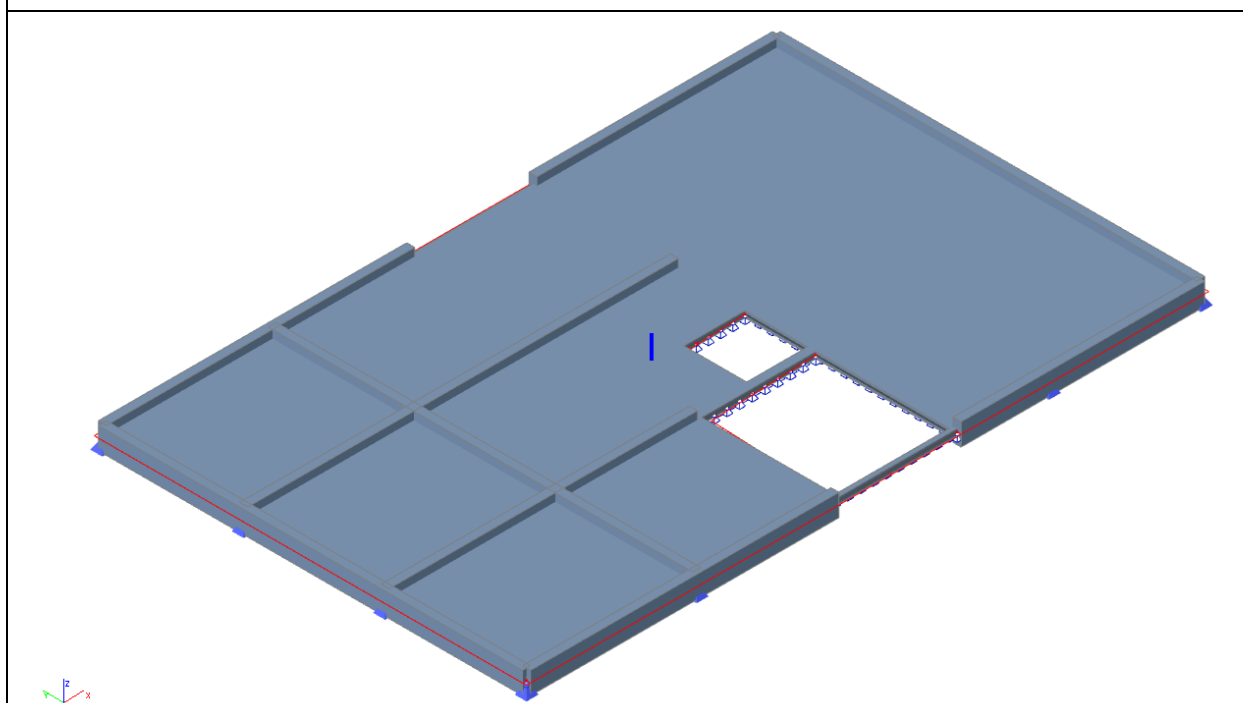
Potporni zid dominantno preuzima opterećenje sa strane zasutog dijela te je proračunat na kombinaciju maksimalnog tlaka.

Svi navedeni dijelovi konstrukcije su armirano-betonski klase C25/30, armirani armaturom B500B.

Svi proračuni navedenih konstruktivnih dijelova provedeno je u programskom paketu „SCIA“ po normi Eurokod.

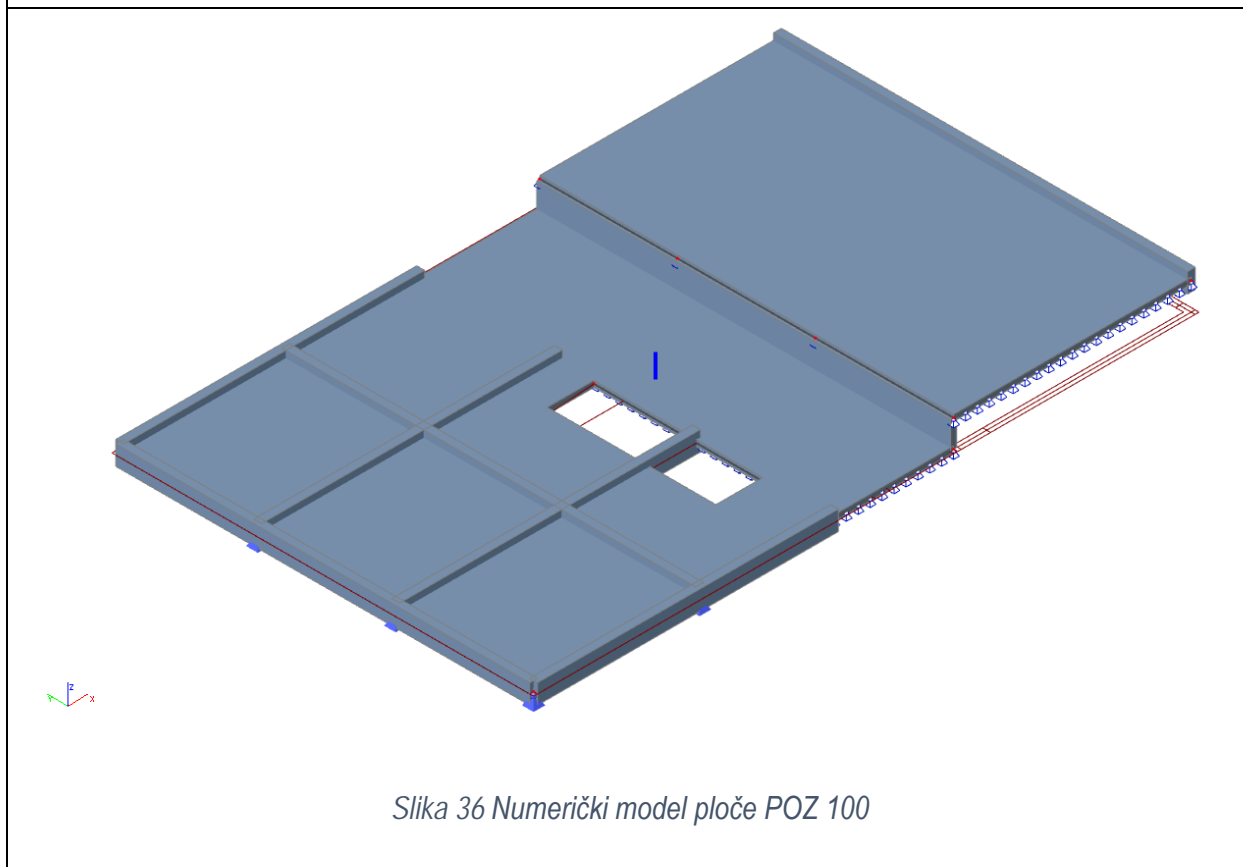
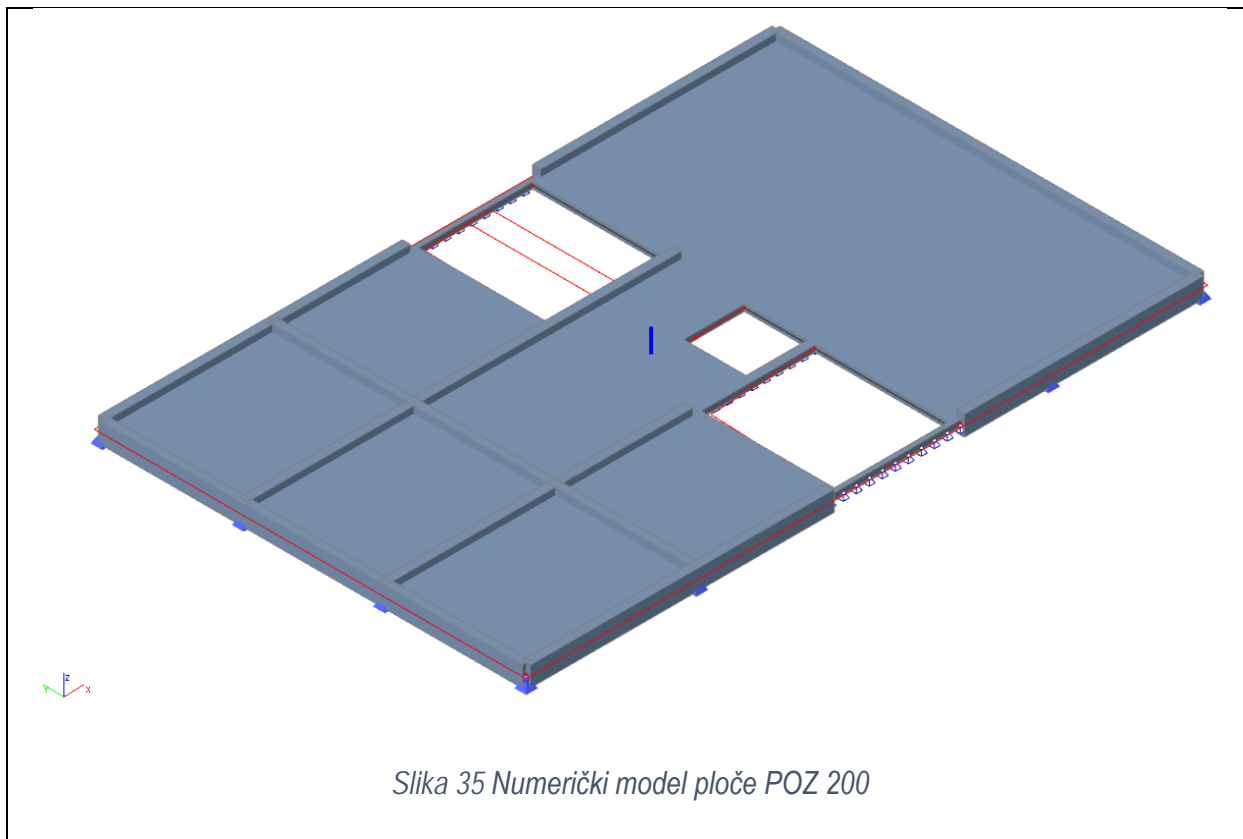


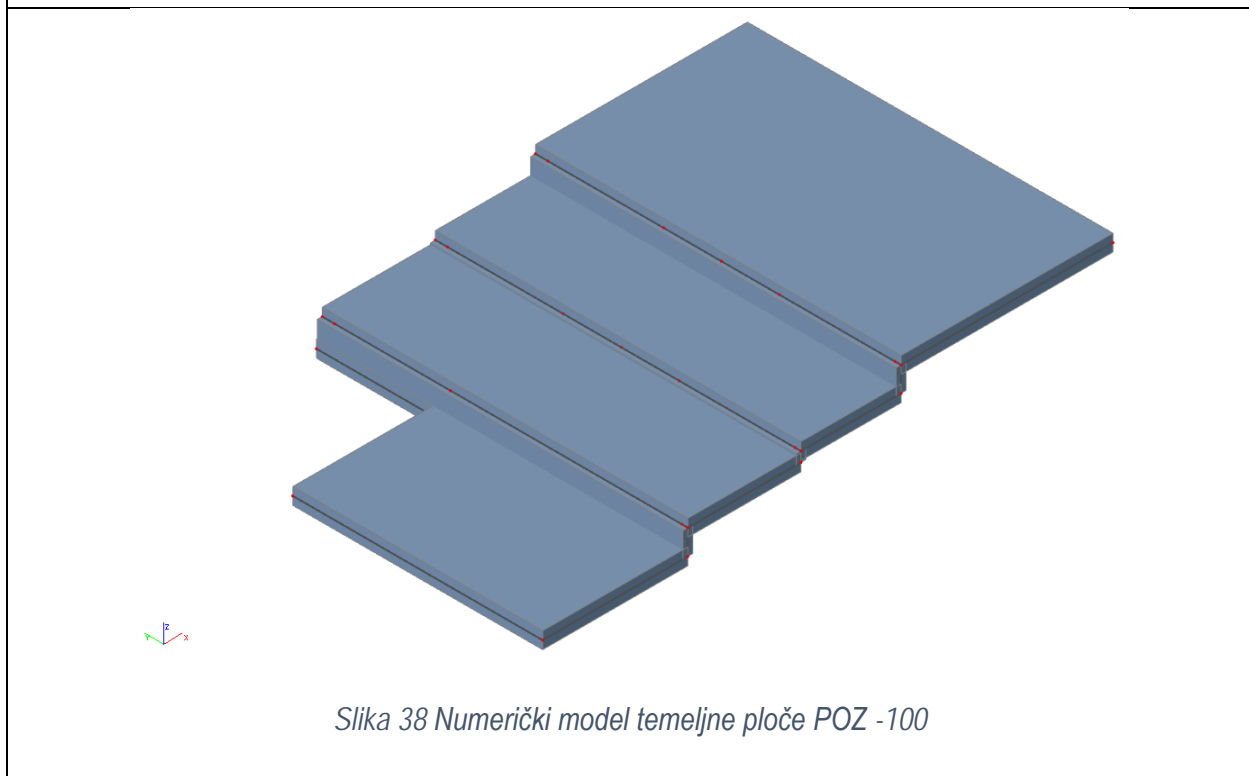
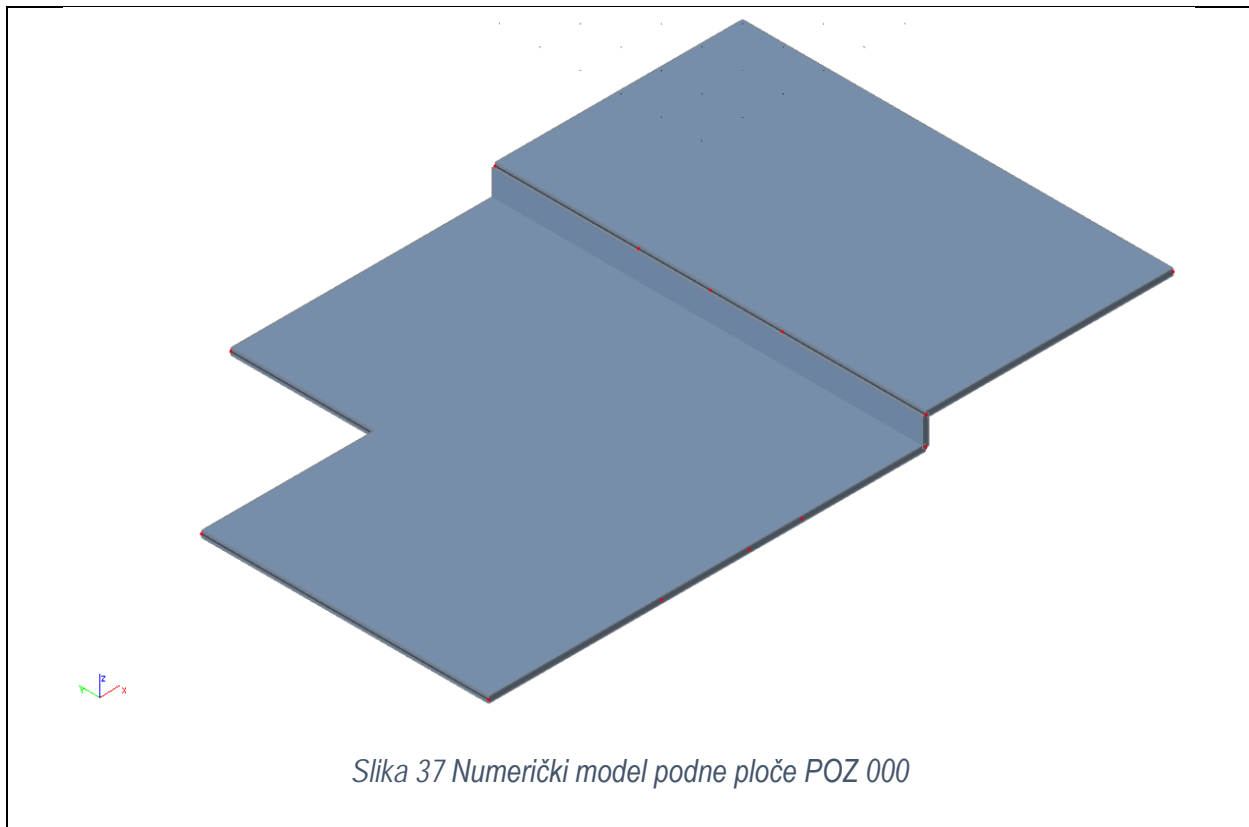
Slika 33 Numerički model krovne ploče POZ 400



Slika 34 Numerički model ploče POZ 300







## KOMBINACIJE OPTEREĆENJA

### Ulazni podaci

Za navedene dijelove konstrukcije i nanesena opterećenja provedena je dinamička i statička analiza. Dinamička analiza podrazumijeva višemodalnu spektralnu analizu sa rezultatima vlastitih oblika koji su međusobno kombinirani SRSS metodom. Temeljem statičke analize provedeno je dimenzioniranje konstruktivnih elemenata (GSN kombinacije) te kontrola graničnog stanja uporabljivosti (GSU kombinacije).

#### 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	$1.0 \cdot (G + \Delta G) + 0.5 \cdot Q + 1.0 \cdot S_x$
GSN 11	$1.0 \cdot (G + \Delta G) + 0.5 \cdot Q + 1.0 \cdot S_y$

#### 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	$1.0 \cdot (Gk + \Delta G) + 1.0 \cdot Q + 1.0 \cdot W_y + 1.0 \cdot S$

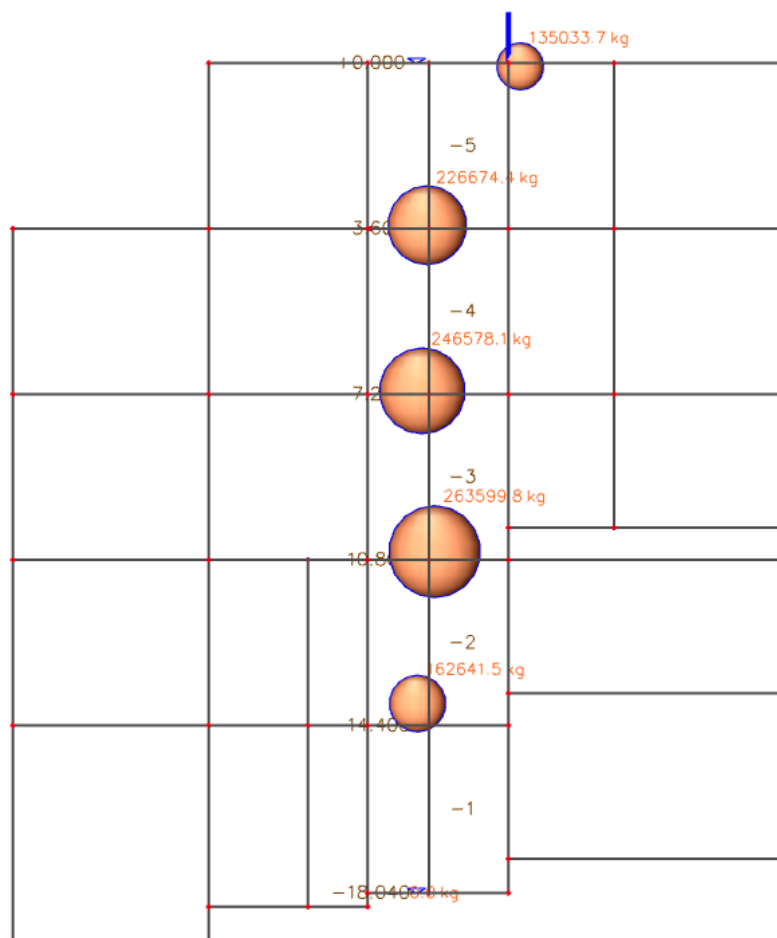
## REZULTATI DINAMIČKE ANALIZE

Faktori opterećenja za proračun masa:

-vlastita težina 1.00

-dodatno stalno opterećenje 1.00

-promjenjivo (korisno) opterećenje 0.30



Slika 39 Raspored masa po visini objekta

## PRIKAZ AKTIVACIJE MASE PRI POTRESNOM DJELOVANJU

## Calculation protocol

## Solution of Free vibration

Number of 2D elements	2485
Number of 1D elements	354
Number of mesh nodes	2246
Number of equations	13476
Combination of mass groups	MC1 CM1
Number of frequencies	100
Method	Lanczos
Bending theory	Mindlin
Type of analysis model	Standard
Start of calculation	14.05.2020 21:06
End of calculation	14.05.2020 21:06

## Sum of masses

Mass type	X [kg]	Y [kg]	Z [kg]
1 Moving mass	1034527.6	1034527.6	1034527.6
1 Total mass	1034527.6	1034527.6	1034527.6

## Relative modal masses

Mode	omega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	$W_{01}/W_{total}$	$W_{02}/W_{total}$	$W_{03}/W_{total}$	$N_{01}/W_{total}$	$N_{02}/W_{total}$	$N_{03}/W_{total}$
1	37.423	0.17	5.96	0.0092	0.4782	0.0000	0.2006	0.0026	0.1194
2	39.0782	0.16	6.22	0.0033	0.1288	0.0000	0.0968	0.0009	0.4739
3	44.8208	0.14	7.13	0.6388	0.0041	0.0003	0.0010	0.2126	0.0065
4	64.9573	0.10	10.34	0.0001	0.0016	0.0506	0.0151	0.0626	0.0038
5	68.4215	0.09	10.89	0.0033	0.0008	0.0965	0.0083	0.0498	0.0006
6	72.3208	0.09	11.51	0.0001	0.0001	0.0011	0.0001	0.0017	0.0002
7	80.6041	0.08	12.83	0.0002	0.0004	0.0158	0.0003	0.0203	0.0003
8	85.1616	0.07	13.55	0.0005	0.0475	0.0000	0.0310	0.0000	0.0864
9	91.7395	0.07	14.60	0.0039	0.0073	0.0255	0.0191	0.0002	0.0001
10	107.388	0.06	17.09	0.0089	0.1442	0.0005	0.0783	0.0064	0.0175
11	115.969	0.05	18.46	0.0047	0.0001	0.0020	0.0151	0.0022	0.0009
12	124.926	0.05	19.88	0.0007	0.0001	0.0013	0.0001	0.0082	0.0005
13	125.806	0.05	20.02	0.0491	0.0059	0.0157	0.0094	0.0606	0.0425
14	126.733	0.05	20.17	0.0602	0.0030	0.0018	0.0116	0.0422	0.0003
15	128.963	0.05	20.53	0.0633	0.0013	0.0260	0.0003	0.1304	0.0393
16	132.5	0.05	21.09	0.0011	0.0001	0.0002	0.0012	0.0012	0.0029
17	138.967	0.05	22.12	0.0037	0.0004	0.0522	0.0005	0.0070	0.0007
18	139.462	0.05	22.20	0.0032	0.0016	0.0477	0.0128	0.0003	0.0001
19	141.937	0.04	22.59	0.0003	0.0004	0.0000	0.0536	0.0000	0.0001
20	144.719	0.04	23.03	0.0000	0.0001	0.0267	0.0005	0.0067	0.0002
21	149.62	0.04	23.81	0.0012	0.0006	0.0879	0.0004	0.0077	0.0001
22	149.799	0.04	23.84	0.0003	0.0000	0.0081	0.0000	0.0035	0.0001
23	151.138	0.04	24.05	0.0000	0.0005	0.0012	0.0009	0.0016	0.0011
24	158.226	0.04	25.18	0.0000	0.0002	0.0271	0.0024	0.0077	0.0000
25	158.973	0.04	25.30	0.0001	0.0001	0.0093	0.0089	0.0006	0.0000
26	163.278	0.04	25.99	0.0001	0.0008	0.0006	0.0070	0.0000	0.0049
27	163.446	0.04	26.01	0.0004	0.0098	0.0000	0.0102	0.0002	0.0096
28	164.05	0.04	26.11	0.0001	0.0002	0.0141	0.0022	0.0201	0.0001
29	165.035	0.04	26.27	0.0008	0.0011	0.0231	0.0001	0.0027	0.0004
30	168.552	0.04	26.83	0.0010	0.0002	0.1230	0.0000	0.0015	0.0005
31	169.527	0.04	26.98	0.0000	0.0006	0.0002	0.0040	0.0000	0.0015
32	171.401	0.04	27.28	0.0000	0.0001	0.0365	0.0002	0.0090	0.0021
33	176.74	0.04	28.13	0.0006	0.0014	0.0018	0.0082	0.0051	0.0016
34	178.188	0.04	28.36	0.0002	0.0031	0.0009	0.0022	0.0000	0.0039
35	180.116	0.03	28.67	0.0088	0.0240	0.0114	0.0179	0.0044	0.0268
36	189.228	0.03	30.12	0.0010	0.0026	0.0005	0.0192	0.0013	0.0023
37	191.444	0.03	30.47	0.0007	0.0015	0.0038	0.0014	0.0052	0.0009
38	197.554	0.03	31.44	0.0006	0.0000	0.0089	0.0001	0.0012	0.0001
39	199.355	0.03	31.73	0.0073	0.0011	0.0150	0.0003	0.0053	0.0009
40	204.853	0.03	32.60	0.0015	0.0003	0.0032	0.0103	0.0004	0.0004
41	206.081	0.03	32.80	0.0083	0.0025	0.0024	0.0146	0.0037	0.0020
42	207.49	0.03	33.02	0.0040	0.0004	0.0062	0.0000	0.0315	0.0007
43	210.664	0.03	33.53	0.0038	0.0011	0.0052	0.0032	0.0014	0.0008
44	211.765	0.03	33.70	0.0001	0.0001	0.0019	0.0002	0.0046	0.0000
45	212.742	0.03	33.86	0.0022	0.0004	0.0001	0.0051	0.0006	0.0005
46	215.874	0.03	34.36	0.0022	0.0008	0.0005	0.0034	0.0006	0.0010
47	217.999	0.03	34.70	0.0009	0.0003	0.0002	0.0001	0.0003	0.0001
48	218.718	0.03	34.81	0.0020	0.0004	0.0036	0.0010	0.0000	0.0002
49	220.666	0.03	35.12	0.0000	0.0014	0.0019	0.0001	0.0005	0.0011
50	221.618	0.03	35.27	0.0040	0.0000	0.0019	0.0002	0.0130	0.0000
51	222.613	0.03	35.43	0.0002	0.0000	0.0030	0.0022	0.0016	0.0000
52	223.6	0.03	35.59	0.0004	0.0001	0.0001	0.0001	0.0006	0.0000

Mode	omega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	$W_{x1}/W_{total}$	$W_{y1}/W_{total}$	$W_{z1}/W_{total}$	$N_{x1, n1}/W_{total, s}$	$N_{y1, n1}/W_{total, s}$	$N_{z1, n1}/W_{total, s}$
53	231.737	0.03	36.88	0.0007	0.0000	0.0013	0.0032	0.0001	0.0000
54	234.773	0.03	37.37	0.0000	0.0161	0.0000	0.0114	0.0020	0.0152
55	236.574	0.03	37.65	0.0000	0.0130	0.0017	0.0139	0.0006	0.0084
56	242.76	0.03	38.60	0.0003	0.0001	0.0055	0.0040	0.0002	0.0004
57	243.695	0.03	38.79	0.0000	0.0000	0.0030	0.0015	0.0000	0.0000
58	247.505	0.03	39.39	0.0002	0.0003	0.0045	0.0017	0.0023	0.0001
59	249.051	0.03	39.64	0.0000	0.0000	0.0061	0.0000	0.0000	0.0000
60	250.782	0.03	39.91	0.0001	0.0001	0.0003	0.0011	0.0001	0.0000
61	252.847	0.02	40.24	0.0014	0.0000	0.0002	0.0001	0.0023	0.0000
62	256.034	0.02	40.75	0.0087	0.0000	0.0002	0.0000	0.0096	0.0000
63	258.564	0.02	41.15	0.0013	0.0000	0.0023	0.0011	0.0091	0.0000
64	259.403	0.02	41.29	0.0005	0.0000	0.0001	0.0000	0.0002	0.0000
65	259.854	0.02	41.36	0.0012	0.0000	0.0003	0.0001	0.0005	0.0001
66	260.853	0.02	41.52	0.0005	0.0005	0.0007	0.0022	0.0014	0.0004
67	263.46	0.02	41.93	0.0006	0.0000	0.0045	0.0001	0.0020	0.0000
68	265.952	0.02	42.33	0.0004	0.0001	0.0005	0.0045	0.0006	0.0000
69	266.583	0.02	42.43	0.0000	0.0000	0.0018	0.0002	0.0001	0.0000
70	268.417	0.02	42.72	0.0000	0.0003	0.0092	0.0062	0.0001	0.0001
71	271.208	0.02	43.16	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000
72	275.951	0.02	43.92	0.0002	0.0000	0.0086	0.0020	0.0009	0.0001
73	276.205	0.02	43.96	0.0000	0.0000	0.0006	0.0006	0.0000	0.0001
74	280.228	0.02	44.60	0.0005	0.0000	0.0001	0.0000	0.0015	0.0000
75	281.349	0.02	44.78	0.0000	0.0000	0.0120	0.0009	0.0023	0.0000
76	282.28	0.02	44.93	0.0002	0.0000	0.0006	0.0015	0.0005	0.0000
77	286.219	0.02	45.55	0.0000	0.0000	0.0006	0.0000	0.0007	0.0002
78	288.629	0.02	45.94	0.0001	0.0000	0.0059	0.0008	0.0006	0.0000
79	289.572	0.02	46.09	0.0002	0.0000	0.0000	0.0003	0.0020	0.0002
80	290.738	0.02	46.27	0.0001	0.0000	0.0015	0.0003	0.0003	0.0000
81	291.319	0.02	46.36	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0001
82	293.308	0.02	46.68	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0001	0.0008
83	293.878	0.02	46.77	0.0000	0.0000	0.0003	0.0001	0.0008	0.0000
84	295.484	0.02	47.03	0.0000	0.0003	0.0007	0.0009	0.0001	0.0003
85	296.751	0.02	47.23	0.0000	0.0003	0.0001	0.0012	0.0002	0.0003
86	297.684	0.02	47.38	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000
87	299.657	0.02	47.69	0.0002	0.0000	0.0000	0.0003	0.0011	0.0000
88	299.814	0.02	47.72	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0007	0.0001
89	301.317	0.02	47.96	0.0000	0.0001	0.0024	0.0002	0.0003	0.0001
90	301.86	0.02	48.04	0.0000	0.0000	0.0031	0.0000	0.0001	0.0000
91	304.766	0.02	48.50	0.0000	0.0004	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001
92	305.047	0.02	48.55	0.0000	0.0000	0.0030	0.0001	0.0000	0.0000
93	307.698	0.02	48.97	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0003
94	311.008	0.02	49.50	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.0005
95	312.262	0.02	49.70	0.0000	0.0004	0.0000	0.0018	0.0000	0.0028
96	313.224	0.02	49.85	0.0001	0.0002	0.0000	0.0020	0.0004	0.0008
97	314.054	0.02	49.98	0.0001	0.0004	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001
98	315.1	0.02	50.15	0.0002	0.0005	0.0004	0.0019	0.0023	0.0009
99	316.086	0.02	50.31	0.0001	0.0002	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000
100	318.161	0.02	50.64	0.0003	0.0001	0.0000	0.0001	0.0009	0.0001
				0.9232	0.9180	0.8386	0.7694	0.8009	0.8928

**Seismicity**

Number of 2D elements	2485
Number of 1D elements	354
Number of mesh nodes	2246
Mass in analysis	Participating mass only
Signed results	x
Load case	Ex
Combination of mass groups	CM1
Bending theory	Mindlin
Type of analysis model	Standard
Start of calculation	14.05.2020 21:06
End of calculation	14.05.2020 21:06

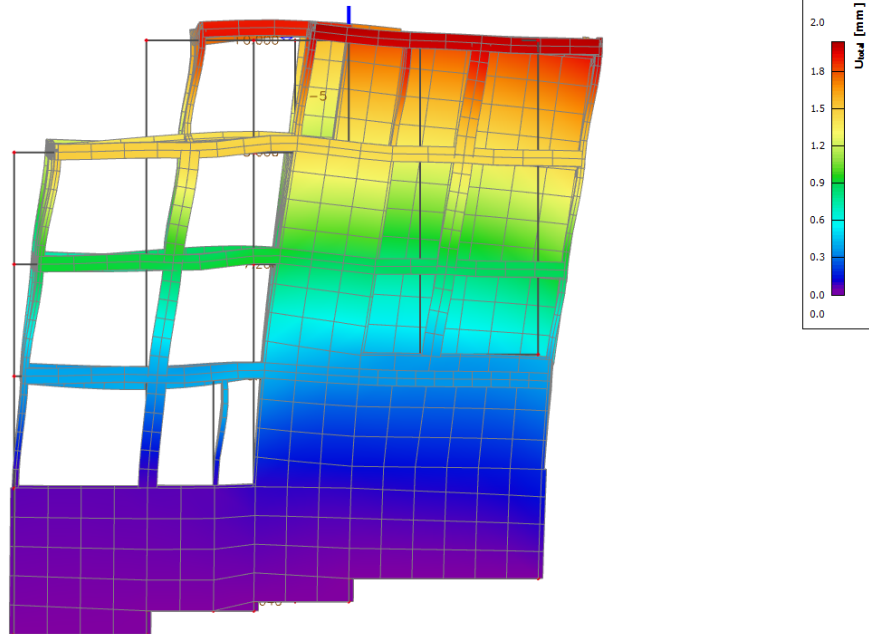
**Seismicity**

Number of 2D elements	2485
Number of 1D elements	354
Number of mesh nodes	2246
Mass in analysis	Participating mass only
Signed results	x
Load case	Ey
Combination of mass groups	CM1
Bending theory	Mindlin
Type of analysis model	Standard
Start of calculation	14.05.2020 21:06

Student version

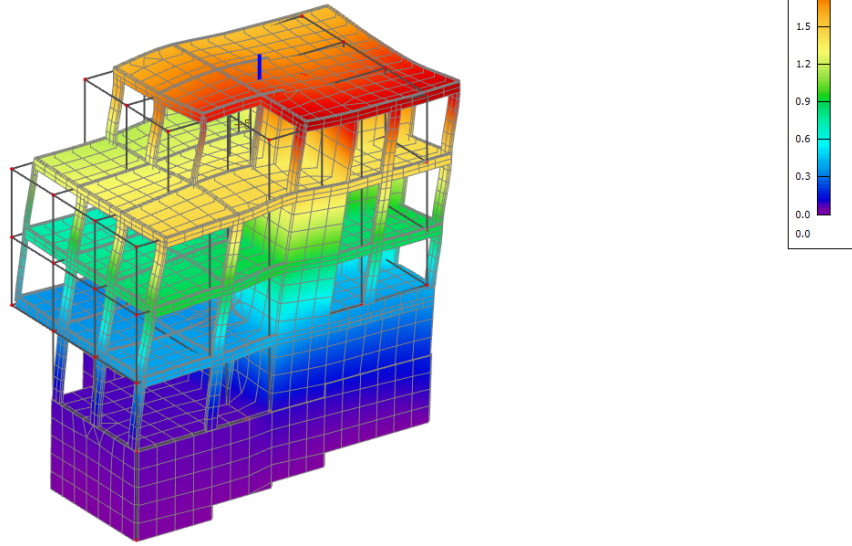
## U NASTAVKU SU PRIKAZANE FORME OSCILIRANJA DOMINANTNIH TONOVA

**3D displacement**  
Values: Utotal  
Modal shapes are normalized, so that the generalized modal mass of each mode is equal to 1kg.  
Mass combination: CM1/3 - 7.13  
Selection: All  
Location: In nodes avg., System: Global



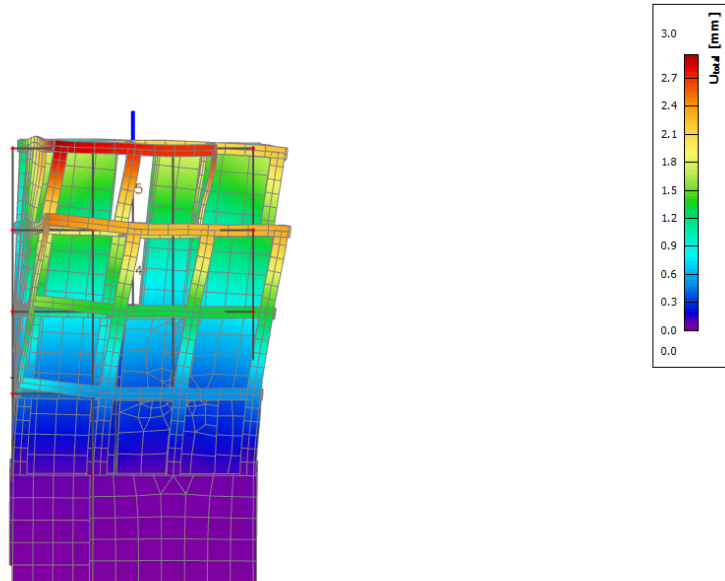
Slika 40 Translacija u smjeru globalne osi X (1)

**3D displacement**  
Values:  $U_{total}$   
Modal shapes are normalized, so that the generalized modal mass of each mode is equal to 1kg.  
Mass combination: CM1/3 - 7.13  
Selection: All  
Location: In nodes avg.. System: Global



Slika 41 Translacija u smjeru globalne osi X (2)

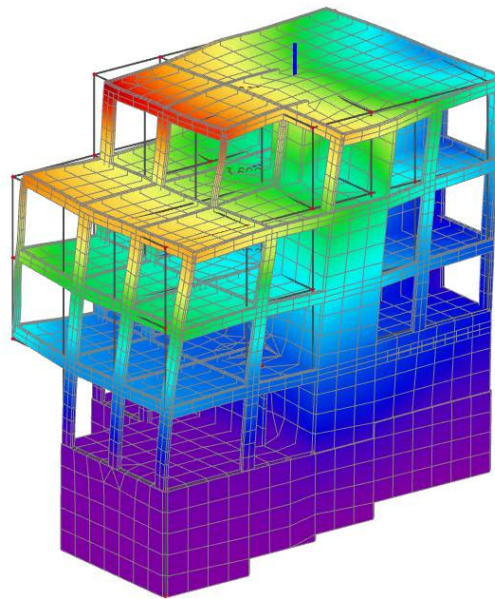
**3D displacement**  
Values:  $U_{total}$   
Modal shapes are normalized, so that the generalized modal mass of each mode is equal to 1kg.  
Mass combination: CM1/1 - 5.96  
Selection: All  
Location: In nodes avg.. System: Global



Slika 42 Translacija u smjeru globalne osi Y (1)

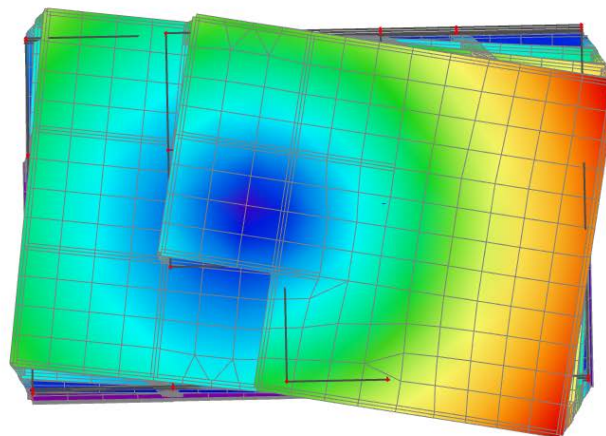


**3D displacement**  
 Values:  $U_{total}$   
 Modal shapes are normalized, so that the generalized modal mass of each mode is equal to 1kg.  
 Mass combination: CM1/1 - 5.96  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg.. System: Global



Slika 43 Translacija u smjeru globalne osi Y (2)

**3D displacement**  
 Values:  $U_{total}$   
 Modal shapes are normalized, so that the generalized modal mass of each mode is equal to 1kg.  
 Mass combination: CM1/2 - 6.22  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg.. System: Global



Slika 44 Torzija oko globalne osi Z (1)

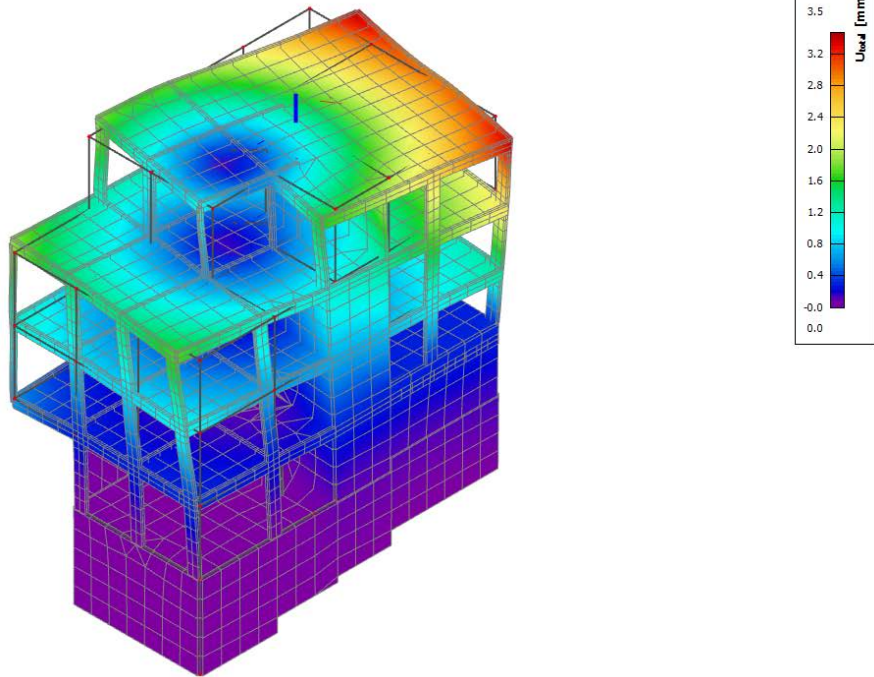
**3D displacement**Values:  $U_{total}$ 

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

Mass combination: CM1/2 - 6.22

Selection: All

Location: In nodes avg.. System: Global



Slika 45 Torzija oko globalne osi Z (2)

## REZULTATI SEIZMIČKOG PRORAČUNA ZA SMJER X:

Dynamic load case 4 : Ex

Mode	Freq. [Hz]	Damp ratio	Damp coef.	Wi/Wtot [-]	Sax [m/s <sup>2</sup> ]	Say [m/s <sup>2</sup> ]	Saz [m/s <sup>2</sup> ]	G(j) [-]	Fx [kN]	Fy [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
1	5.96	0.05	1	0.0845	4.678	1.403	0.000	1.0306	140.47	1017.75	4299.18	527.17
2	6.22	0.05	1	0.0022	4.567	1.370	0.000	0.1497	-13.43	82.98	247.77	-49.52
3	7.14	0.05	1	0.5591	4.248	1.274	0.000	1.6776	2744.00	-220.02	-1181.86	11819.25
4	11.07	0.05	1	0.0024	3.476	1.043	0.000	-0.0375	10.21	-2.38	-12.37	55.57
5	12.07	0.05	1	0.0007	3.357	1.007	0.000	0.0162	1.90	2.25	22.35	13.74
6	12.72	0.05	1	0.0038	3.296	0.989	0.000	-0.0340	8.85	18.19	170.06	58.73
7	13.61	0.05	1	0.0051	3.211	0.963	0.000	-0.0332	2.61	52.72	637.36	36.36
8	13.98	0.05	1	0.0000	3.184	0.955	0.000	-0.0022	0.08	0.05	-2.05	0.93
9	15.41	0.05	1	0.0016	3.080	0.924	0.000	-0.0139	9.16	-12.11	-111.97	79.96
10	17.15	0.05	1	0.0415	2.982	0.895	0.000	0.0556	65.20	248.02	2927.87	758.02
11	20.15	0.05	1	0.0540	2.848	0.854	0.000	-0.0438	191.92	-61.68	-890.39	2416.89
12	20.59	0.05	1	0.0845	2.832	0.850	0.000	-0.0522	283.25	-44.69	-453.58	3538.93
13	23.92	0.05	1	0.0051	2.724	0.817	0.000	-0.0092	18.67	-9.64	-134.32	314.30
14	24.14	0.05	1	0.0005	2.719	0.816	0.000	-0.0029	1.81	-0.64	-0.37	31.82
15	24.67	0.05	1	0.0000	2.707	0.812	0.000	-0.0004	0.11	-0.25	-2.17	2.27
16	25.45	0.05	1	0.0002	2.689	0.807	0.000	-0.0018	0.35	1.35	8.14	1.86
17	26.21	0.05	1	0.0051	2.673	0.802	0.000	0.0074	8.99	20.88	303.22	130.66
18	27.58	0.05	1	0.0000	2.642	0.793	0.000	-0.0001	0.01	0.00	-0.03	-0.01
19	28.70	0.05	1	0.0180	2.617	0.785	0.000	-0.0115	34.81	60.74	771.97	456.17
20	29.51	0.05	1	0.0040	2.599	0.780	0.000	0.0051	7.42	14.75	175.71	122.75
21	31.41	0.05	1	0.0003	2.588	0.776	0.000	0.0013	1.07	-0.27	-3.41	16.07
22	33.27	0.05	1	0.0265	2.588	0.776	0.000	-0.0102	85.79	-28.44	-361.88	1178.78
23	36.47	0.05	1	0.0001	2.588	0.776	0.000	-0.0005	0.36	-0.23	-2.75	4.83
24	38.19	0.05	1	0.0039	2.588	0.776	0.000	0.0030	0.76	35.03	478.30	11.69
25	41.82	0.05	1	0.0179	2.588	0.776	0.000	-0.0053	51.94	-0.54	8.48	746.26
26	54.93	0.05	1	0.0000	2.588	0.776	0.000	-0.0002	0.23	-0.30	-1.74	2.68
27	58.68	0.05	1	0.0000	2.588	0.776	0.000	0.0000	0.00	0.01	0.04	0.27
28	66.58	0.05	1	0.0577	2.588	0.776	0.000	0.0038	171.21	-9.81	-153.41	2561.39
29	71.33	0.05	1	0.0087	2.588	0.776	0.000	0.0013	6.55	62.82	935.61	101.80
30	83.98	0.05	1	0.0007	2.588	0.776	0.000	0.0003	-1.00	10.13	155.59	-14.96
Level=	0.00			0.9882					2777.07	1082.73	5655.10	12953.29

## REZULTATI SEIZMIČKOG PRORAČUNA ZA SMJER Y:

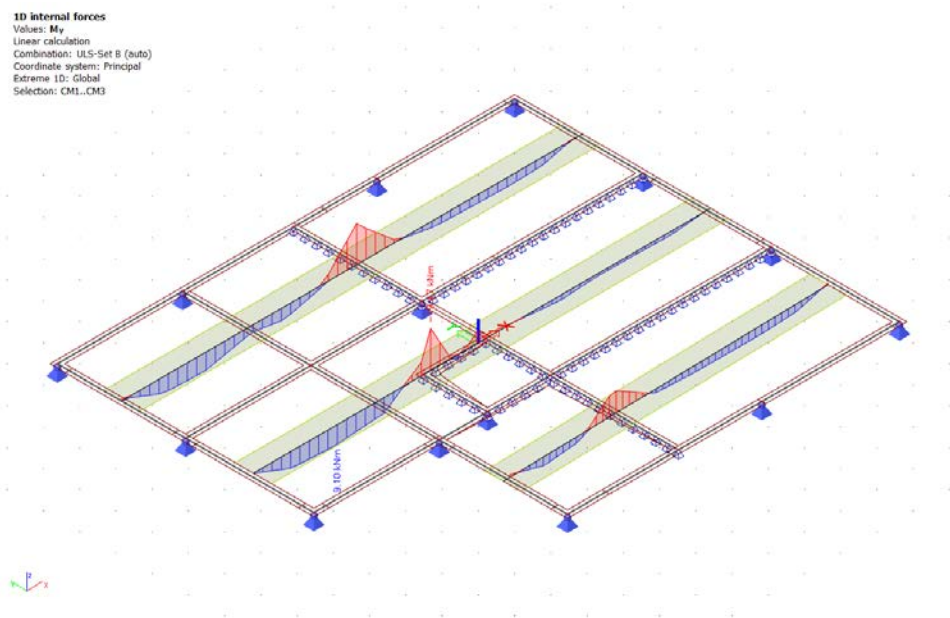
Dynamic load case 5 : Ey

Mode	Freq. [Hz]	Damp ratio	Damp coef.	Wi/Wtot [-]	Sax [m/s <sup>2</sup> ]	Say [m/s <sup>2</sup> ]	Saz [m/s <sup>2</sup> ]	G(j) [-]	Fx [kN]	Fy [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
1	5.96	0.05	1	0.4777	1.403	4.678	0.000	2.4504	333.98	2419.71	10221.38	1253.36
2	6.22	0.05	1	0.1056	1.370	4.567	0.000	1.0313	-92.55	571.66	1706.90	-341.12
3	7.14	0.05	1	0.0284	1.274	4.248	0.000	0.3779	618.05	-49.56	-266.20	2662.14
4	11.07	0.05	1	0.0000	1.043	3.476	0.000	-0.0027	0.73	-0.17	-0.89	3.98
5	12.07	0.05	1	0.0008	1.007	3.357	0.000	0.0177	2.08	2.47	24.48	15.06
6	12.72	0.05	1	0.0082	0.989	3.296	0.000	-0.0495	12.89	26.51	247.78	85.57
7	13.61	0.05	1	0.0429	0.963	3.211	0.000	-0.0965	7.59	153.04	1850.34	105.55
8	13.98	0.05	1	0.0000	0.955	3.184	0.000	-0.0018	0.06	0.04	-1.64	0.74
9	15.41	0.05	1	0.0046	0.924	3.080	0.000	0.0236	-15.52	20.51	189.66	-135.44
10	17.15	0.05	1	0.1525	0.895	2.982	0.000	0.1065	124.97	475.37	5611.68	1452.86
11	20.15	0.05	1	0.0000	0.854	2.848	0.000	0.0010	-4.55	1.46	21.10	-57.27
12	20.59	0.05	1	0.0019	0.850	2.832	0.000	-0.0078	42.29	-6.67	-67.72	528.39
13	23.92	0.05	1	0.0003	0.817	2.724	0.000	0.0023	-4.77	2.46	34.33	-80.32
14	24.14	0.05	1	0.0000	0.816	2.719	0.000	0.0002	-0.11	0.04	0.02	-1.93
15	24.67	0.05	1	0.0004	0.812	2.707	0.000	0.0025	-0.68	1.55	13.75	-14.34
16	25.45	0.05	1	0.0009	0.807	2.689	0.000	-0.0034	0.67	2.60	15.70	3.58
17	26.21	0.05	1	0.0121	0.802	2.673	0.000	0.0115	13.89	32.28	468.72	201.98
18	27.58	0.05	1	0.0000	0.793	2.642	0.000	0.0000	0.00	0.00	-0.01	0.00
19	28.70	0.05	1	0.0324	0.785	2.617	0.000	-0.0154	46.72	81.54	1036.26	612.35
20	29.51	0.05	1	0.0083	0.780	2.599	0.000	0.0073	10.64	21.14	251.78	175.90
21	31.41	0.05	1	0.0000	0.776	2.588	0.000	0.0001	0.06	-0.01	-0.18	0.84
22	33.27	0.05	1	0.0000	0.776	2.588	0.000	0.0004	-3.01	1.00	12.68	-41.31
23	36.47	0.05	1	0.0000	0.776	2.588	0.000	0.0002	-0.16	0.10	1.18	-2.07
24	38.19	0.05	1	0.0378	0.776	2.588	0.000	0.0093	2.37	109.63	1496.72	36.57
25	41.82	0.05	1	0.0017	0.776	2.588	0.000	-0.0016	16.08	0.17	2.62	230.96
26	54.93	0.05	1	0.0001	0.776	2.588	0.000	0.0003	-0.38	0.50	2.91	-4.47
27	58.68	0.05	1	0.0000	0.776	2.588	0.000	0.0000	0.00	0.01	0.08	0.51
28	66.58	0.05	1	0.0035	0.776	2.588	0.000	0.0009	42.28	-2.42	-37.89	632.55
29	71.33	0.05	1	0.0566	0.776	2.588	0.000	0.0033	16.71	160.26	2386.68	259.69
30	83.98	0.05	1	0.0162	0.776	2.588	0.000	0.0013	-4.82	48.85	750.19	-72.14
Level=	0.00			0.9932					724.48	2546.19	12342.52	3491.00

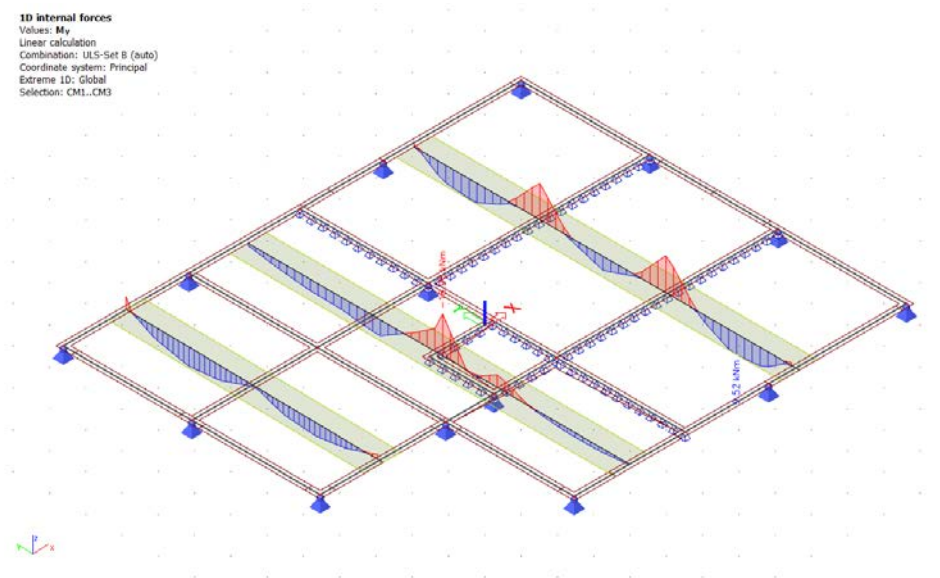
## DIMENZIONIRANJE HORIZONTALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE POZICIJA 400

Pozicija 401-krovna ploča d=16cm; C25/30, dimenzioniranje na savijanje

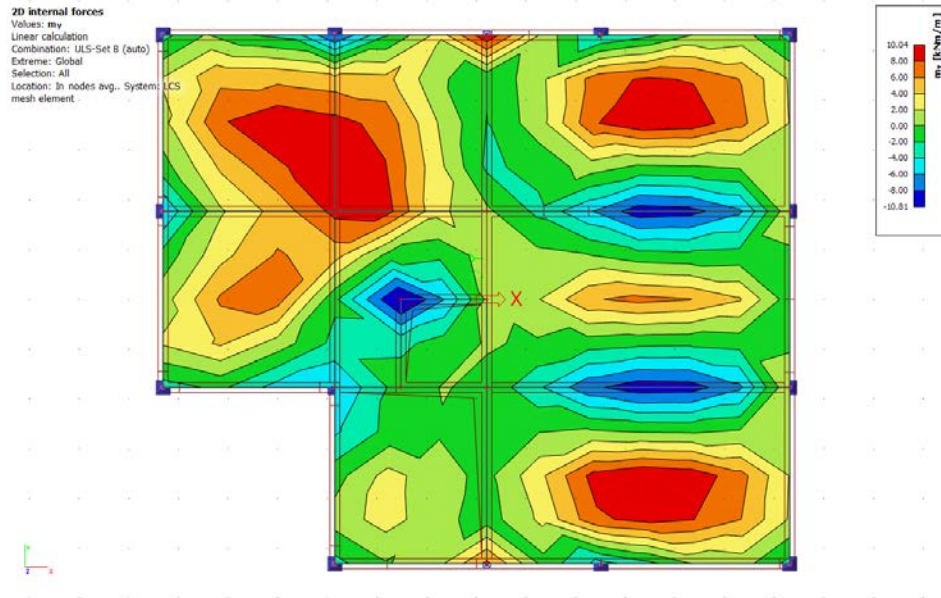
Dijagrami reznih sila:



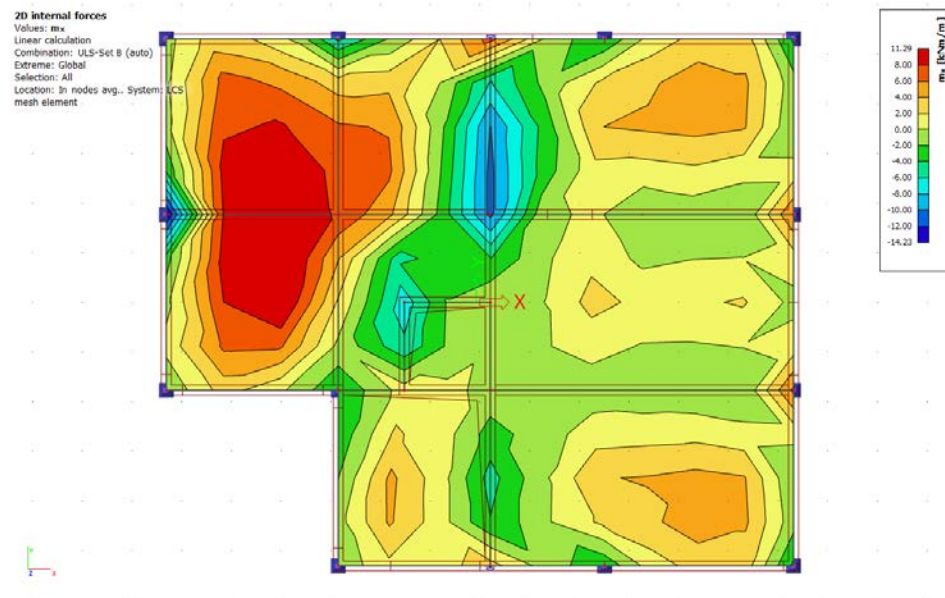
Slika 46 1D dijagram momenata savijanja  $M_y$  (duži smjer)



Slika 47 1D dijagram momenata savijanja  $M_y$  (kraci smjer)

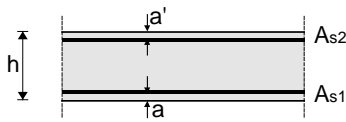


Slika 48 2D dijagram momenata savijanja  $M_y$



Slika 49 2D dijagram momenata savijanja  $M_x$

Poprečni presjek ploče:



$$h=16.0 \text{ cm}$$

$$d=13.0 \text{ cm}$$

$$a=a'=3.0 \text{ cm}$$

**BETON:**

C25/30

$$f_{ck}=25.0 \text{ Mpa}$$

$$f_{cd}=25.0/1.5=16.67 \text{ Mpa}$$

$$f_{cd}=1.67 \text{ kN/cm}^2$$

**ARMATURA:**

B500B

$$f_{yk}=500.0 \text{ Mpa}$$

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

$$f_{yd}=43.48 \text{ kN/cm}^2$$

Maksimalni moment očit u dijagrama momenata savijanja iznose:

$$\text{U POLJU: } m_x= 11.29 \text{ kNm}$$

$$\text{NA LEŽAJU: } m_x= 14.23 \text{ kNm}$$

$$m_y= 10.04 \text{ kNm}$$

$$m_y= 10.81 \text{ kNm}$$

Na osnovu geometrijskih karakteristika i maksimalnih momenata savijanja slijedi proračun armature za ploču pozicije 401.

**Proračun armature ploče u polju:**

- Bezdimezionalna vrijednost momenta savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{11.29 \cdot 100}{100 \cdot 13.0^2 \cdot 1.67} = 0.04$$

— Iz tablice očitano za  $\mu_{Ed}=0.042$  :  $\epsilon_{s1}=10.0 \text{ ‰}$ ;  $\epsilon_{c2}=1.2 \text{ ‰}$ ;  $\zeta=0.962$  ;  $\xi=0.107$

- Potrebna površina armature:

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{11.29 \cdot 100}{0.962 \cdot 13.0 \cdot 43.48} = 2.07 \text{ cm}^2$$

- Minimalna armatura:

$$\begin{aligned} A_{s,min} &= 0.6 \cdot b_t \cdot \frac{d}{f_{yk}} \geq 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 0.6 \cdot 100 \cdot \frac{13.0}{434.75} = 1.79 \text{ cm}^2 \geq 0.0013 \cdot 100 \cdot 13.0 \\ &= 1.69 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

ODABRANA ARMATURA U POLJU: Q-385

**Proračun armature ploče u nad ležajem:**

- Bezdimezionalna vrijednost momenta savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{14.23 \cdot 100}{100 \cdot 13.0^2 \cdot 1.67} = 0.05$$

- Iz tablice očitano za  $\mu_{Ed}=0.054$  :  $\varepsilon_{s1}=10.0 \text{ ‰}$ ;  $\varepsilon_{c2}=1.4 \text{ ‰}$ ;  $\zeta=0.956$  ;  $\xi=0.123$

- Potrebna površina armature:

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{14.23 \cdot 100}{0.956 \cdot 13.0 \cdot 43.48} = \mathbf{2.63 \text{ cm}^2}$$

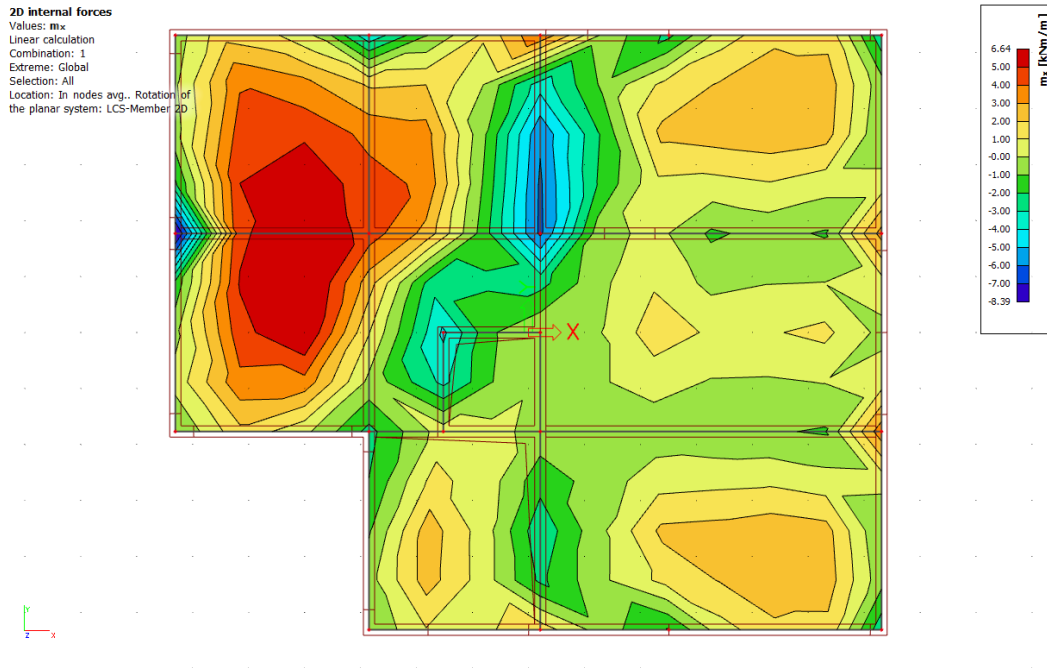
- Minimalna armatura:

$$\begin{aligned} A_{s,min} &= 0.6 \cdot b_t \cdot \frac{d}{f_{yk}} \geq 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 0.6 \cdot 100 \cdot \frac{13.0}{434.75} = 1.79 \text{ cm}^2 \geq 0.0013 \cdot 100 \cdot 13.0 \\ &= 1.69 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

ODABRANA ARMATURA U POLJU: Q-385

## KONTROLA GRANIČNOG STANJA UPORABLJIVOSTI

## Kontrola pukotina



Slika 50 Vrijednost momenata savijanja za GSU

- Očitana maksimalna vrijednost momenta savijanja na ploči iznosi  $M_{Ed}=8.39\text{kNm}$ .

- Prognoza širine pukotine:

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

- Proračun srednje deformacije armature:

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

$$k_t = 0.4 - \text{dugotrajno opterećenje}$$

$$E_s = 200.0 \text{ Gpa} - \text{modul elastičnosti armature}$$



$E_{c,m} = 31.47 \text{ Gpa}$  – modul elastičnosti betona

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200.0}{31.47} = 6.36 \text{ – odnos modula elastičnosti}$$

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}} = \frac{3.85}{100 \cdot 3 \cdot 2.5} = 0.0051$$

– djelotvorni koeficijent armiranja glavnom vlačnom armaturom

$$x = \frac{\alpha_e \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_e \cdot A_{s1}}} \right) = \frac{5.71 \cdot 2.83}{100} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 100 \cdot 13}{5.71 \cdot 3.85}} \right) = 2.28 \text{ cm}$$

$$\sigma_s = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_s} \approx \frac{M_{Ed}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_s} = \frac{6.64 \cdot 100}{\left(13.0 - \frac{2.18}{3}\right) \cdot 3.85} = 14.09 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = 140.94 \text{ Mpa}$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{140.94 - 0.4 \cdot \frac{2.6}{0.0051} \cdot (1 + 6.36 \cdot 0.0051)}{200000.0} \geq 0.6 \cdot \frac{140.52}{200000.0}$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0.0007 \geq 0.000423$$

Srednji razmak pukotina:

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

$$\Phi = 7 \text{ mm}$$

$$c = 30 \text{ mm}$$

$$k_1 = 0.8 \text{ – rebrasta armatura}$$

$$k_2 = 0.5 \text{ – savijanje}$$

$$k_3 = 3.4$$

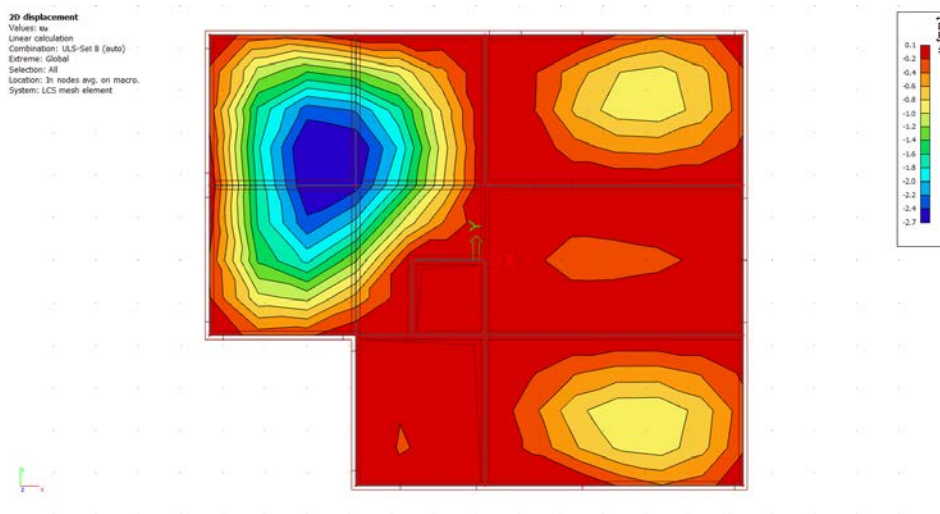
$$k_4 = 0.425$$

$$s_{r,max} = 3.4 \cdot 30 + 0.8 \cdot 0.5 \cdot 0.425 \cdot \frac{7}{0.0051} = 333.82 \text{ mm}$$

Karakteristična širina pukotine:

$$w_k = 333.82 \cdot (0.0007) = 0.23 \text{ mm} < w_g = 0.3 \text{ mm} \rightarrow \text{PUKOTINE ZADOVOLJAVAJU}$$

Kontrola progiba



Slika 51 Vrijednost progiba na ploči

Granični progib:

$$\delta_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{728}{250} = 2.91 \text{ cm}$$

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 25 + 8 = 33 \text{ Mpa}$$

$$E_{cm} = 22 \left[ \frac{f_{cm}}{10} \right]^{0.3} = 22 \left[ \frac{33}{10} \right]^{0.3} = 31.47 \text{ Mpa}$$

$$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{\frac{2}{3}} = 0.3 \cdot (25)^{\frac{2}{3}} = 2.56 \text{ Mpa}$$

$$\alpha_{el} = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200}{31.47} = 6.36$$

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

Za sustav proste grede koeficijent  $k$  iznosi 5/48.

$$A_{s1}=3.85\text{cm}^2$$

$$A_{s2}=3.85\text{ cm}^2$$

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

$$I_I = \frac{100 \cdot 16^3}{12} + 6.36 \cdot \left[ 3.85 \cdot \left( \frac{16}{2} - 3 \right)^2 + 3.85 \cdot \left( \frac{16}{2} - 3 \right)^2 \right] = 35\,356.72\text{ cm}^4$$

$$\frac{1}{r_I} = \frac{M_{Ed}}{E_{c,eff} \cdot I_I} = \frac{8.39 \cdot 100}{31470 \cdot 35356.72} = 7.05 \cdot 10^{-7}\text{ cm}$$

Progib potpuno raspucalog elementa

$$x = \frac{\alpha_e \cdot A_s}{b} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_e \cdot A_s}} \right) = 2.28\text{ cm}$$

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

$$\begin{aligned} I_{II} &= \frac{100 \cdot 2.28^3}{12} + 100 \cdot 2.28 \cdot \left( \frac{2.28}{2} \right)^2 + 6.36 \cdot [3.85 \cdot (13 - 2.28)^2 + 3.85 \cdot (2.28 - 3)^2] \\ &= 3221.66\text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\frac{1}{r_{II}} = \frac{M_{Ed}}{E_{c,eff} \cdot I_{II}} = \frac{8.39 \cdot 100}{31470 \cdot 3221.66} = 8.27 \cdot 10^{-6}\text{ cm}$$

$$\sigma_{s1} = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_{s1}} = \frac{8.39 \cdot 100}{\left( 13 - \frac{2.28}{3} \right) \cdot 3.85} = 17.81 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = 178.09\text{ Mpa}$$

$$M_{cr} = f_{ctm} \cdot \frac{b \cdot h^2}{6} = 0.33 \cdot \frac{100 \cdot 16^2}{6} = 1408 \text{ kNcm} = 14.08 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{cr}}{z \cdot A_s} = \frac{14.08 \cdot 100}{\left(13 - \frac{2.28}{3}\right) \cdot 3.85} = 29.87 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = 298.79 \text{ Mpa}$$

$$\zeta = 1 - \beta \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_{s1}}\right)^2 = 1 - 0.5 \cdot \left(\frac{298.79}{178.09}\right)^2 = 0.4$$

$$\frac{1}{r_m} = \zeta \cdot \frac{1}{r_{II}} + (1 - \zeta) \cdot \frac{1}{r_I} = 0.4 \cdot 8.27 \cdot 10^{-6} + (1 - 0.4) \cdot 7.05 \cdot 10^{-7} = 3.76 \cdot 10^{-6}$$

$$\delta_{\text{tot},t=0} = k \cdot L^2 \cdot \frac{1}{r_{\text{tot}}} = 0.091 \cdot 728^2 \cdot 3.76 \cdot 10^{-6} = 0.18 \text{ cm} < \delta_{\text{lim}}$$

→ *PROGIBI ZADOVOLJAVAJU*

### ODABRANA ARMATURA:

Donja zona: **Q-385** u kraćem smjeru (od oslonca do oslonca), sa preklopom ne manjim od 50cm.

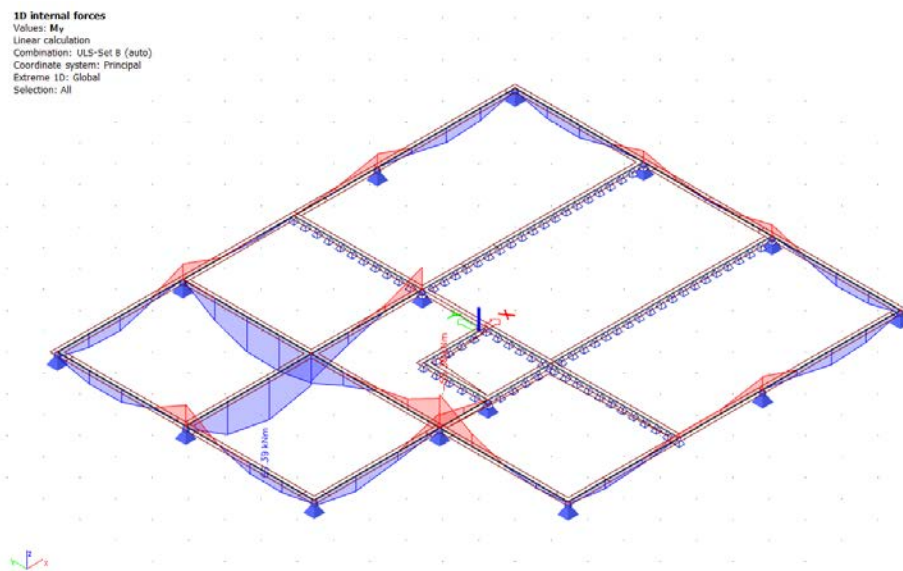
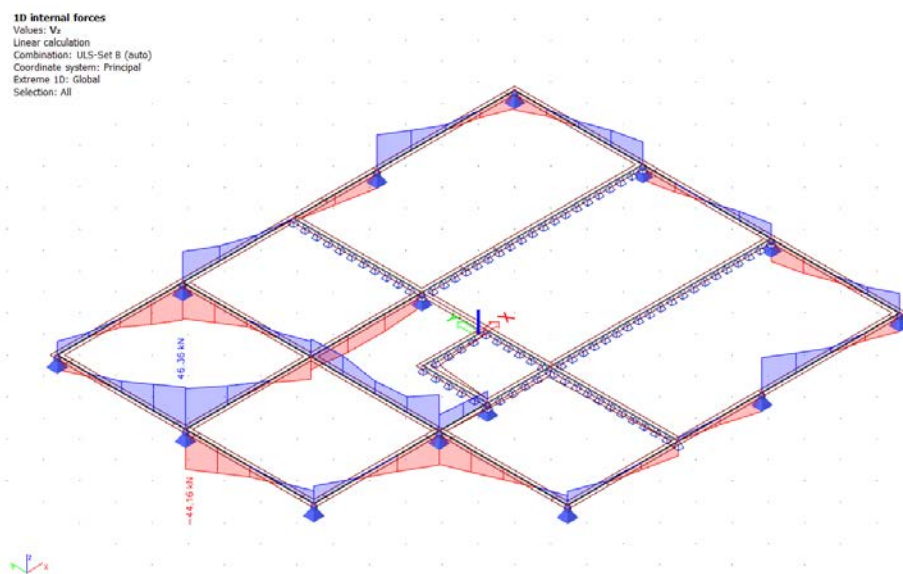
Gornja zona: **Q-385** iznad ležajeva sa preklopom ne manjim od 60cm, po rubovima ugraditi **Q-283** minimalne širine pola armaturne mreže.

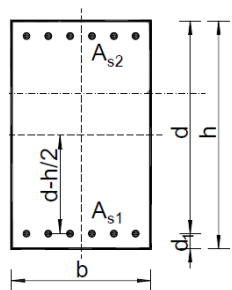
Sve slobodne rubove armirati konstruktivnom armaturom i to sa:

- uzdužno, sa šipkama **4Φ14**, sa preklopom od 90cm
- poprečno sa „U“ vilicama **Φ10/20cm** duljine minimalno 60cm.

NAPOMENA: vidi armaturne planove

## POZICIJA 400-GREDNI NOSAČI, C25/30

Slika 52 Dijagrami momenata savijanja  $M_y$  na gredamaSlika 53 Dijagram poprečnih sila  $V_z$  na gredama

**Poprečni presjek grede:**

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

$$h=30 \text{ cm}$$

$$d=27 \text{ cm}$$

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

**BETON:**

C25/30

$$f_{ck}=25.0 \text{ Mpa}$$

$$f_{cd}=25.0/1.5=16.67 \text{ Mpa}$$

$$f_{cd}=1.67 \text{ kN/cm}^2$$

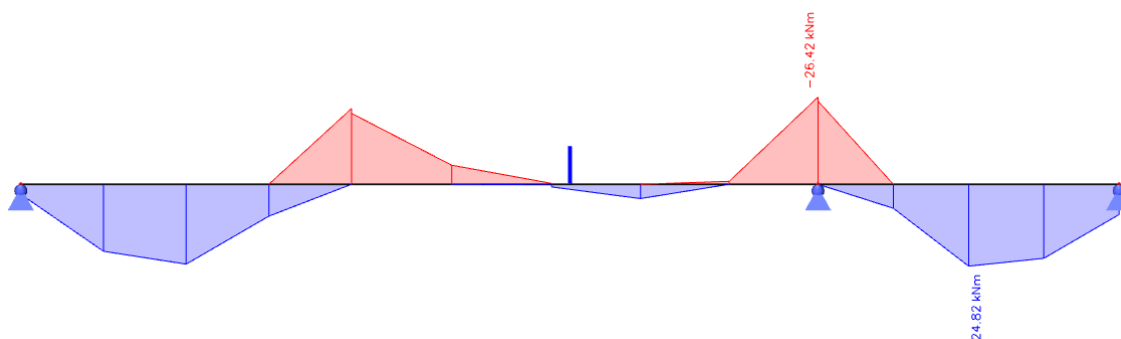
**ARMATURA:**

B500B

$$f_{yk}=500.0 \text{ Mpa}$$

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

$$f_{yd}=43.48 \text{ kN/cm}^2$$

**Dimenzioniranje grede POZ 405:****Dimenzioniranje na moment savijanja:**Slika 54 Dijagram momenata savijanja  $M_y$  na gredi

**Proračun armature grede u polju:**

- Bezdimezionalna vrijednost momenta savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{24.82 \cdot 100}{20 \cdot 27.0^2 \cdot 1.67} = 0.102$$

– Iz tablice očitano za  $\mu_{Ed}=0.102$ :  $\epsilon_{s1}=10.0\text{‰}$ ;  $\epsilon_{c2}=2.3\text{‰}$ ;  $\zeta=0.928$ ;  $\xi=0.187$

- Potrebna površina armature:

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{24.82 \cdot 100}{0.965 \cdot 27 \cdot 43.48} = \mathbf{2.28 \text{ cm}^2}$$

- Minimalna armatura:

$$\begin{aligned} A_{s,min} &= 0.6 \cdot b_t \cdot \frac{d}{f_{yk}} \geq 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 0.6 \cdot 20 \cdot \frac{27}{434.75} = 0.74 \text{ m}^2 \geq 0.0013 \cdot 20 \cdot 27 \\ &= 0.702 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

ODABRANA ARMATURA U POLJU: **2Φ14 (A<sub>s1</sub>=3.08 cm<sup>2</sup>)**

**Proračun armature ploče u nad ležajem:**

- Bezdimezionalna vrijednost momenta savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{26.42 \cdot 100}{20 \cdot 47^2 \cdot 1.67} = 0.035$$

- Iz tablice očitano za  $\mu_{Ed}=0.109$  :  $\epsilon_{s1}=10.0 \text{ ‰}$ ;  $\epsilon_{c2}=2.4 \text{ ‰}$ ;  $\zeta=0.925$  ;  $\xi=0.194$

- Potrebna površina armature:

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{26.42 \cdot 100}{0.925 \cdot 47.0 \cdot 43.48} = \mathbf{2.43 \text{ cm}^2}$$

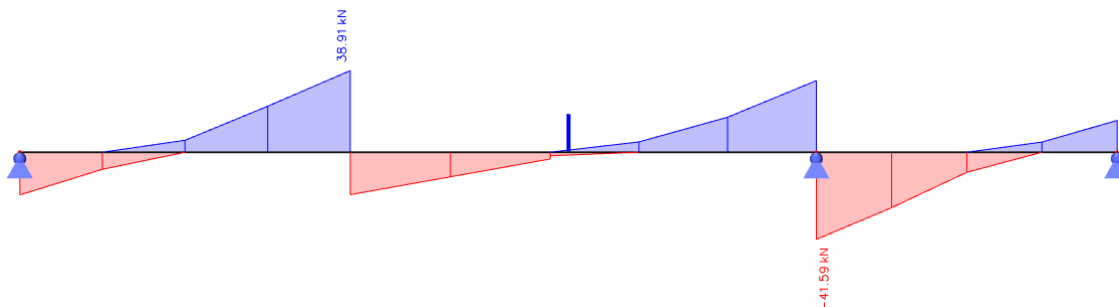
- Minimalna armatura:

$$\begin{aligned} A_{s,min} &= 0.6 \cdot b_t \cdot \frac{d}{f_{yk}} \geq 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 0.6 \cdot 20 \cdot \frac{27}{434.75} = 0.74 \text{ cm}^2 \geq 0.0013 \cdot 20 \cdot 27 \\ &= 0.702 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: **2Φ14** ( $A_{s1}=3.08 \text{ cm}^2$ ) (usvojeno isto kao konstruktivna u ploči POZ 401)



### Dimenzioniranje na poprečnu silu:



Slika 55 Dijagram poprečnih sila na gredi

Poprečna sila koju presjek može preuzeti bez poprečne armature:

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

$$\rho_I = \frac{\Sigma A_s}{A_c} = \frac{10.78}{20 \cdot 30} = 0.018$$

$$k = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{270}} = 1.86 \leq 2.0 \rightarrow k = 1.86$$

$$k_1 = 0.15$$

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

$$V_{Rd,c} = \left[ 0.12 \cdot 1.65 \cdot (100 \cdot 0.018 \cdot 25)^{\frac{1}{3}} \right] \cdot 200 \cdot 270 = 42\,859.32 \text{ N} = 42.86 \text{ kN}$$

$V_{Rd,c}$  mora biti veći od:

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

$$k_1 = 0.15$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0.035 \cdot 1.86^{\frac{3}{2}} \cdot 25^{\frac{1}{2}} = 0.44$$

$$V_{Rd,c} \geq [0.44] \cdot 200 \cdot 270 = 23\,984.65 \text{ N} = 23.98 \text{ kN} \rightarrow \text{uvijet je zadovoljen}$$

Maksimalna poprečna sila koju ne smije prijeći:

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

$$v = 0.6 \cdot \left[1.0 - \frac{f_{ck}}{250}\right] = 0.6 \cdot \left[1 - \frac{25.0}{250}\right] = 0.54$$

$$V_{Rd,max} = 0.5 \cdot 0.54 \cdot 200 \cdot 270 \cdot 16.67 = 243\,000 \text{ N} = 243 \text{ kN} > V_{Ed,max}$$

$$\frac{V_{Ed,max}}{V_{Rd,max}} = \frac{41.59}{243} = 0.17$$

$$s_{max} = \min\{0.75 \cdot d; 30.0 \text{ cm}\} = \min\{15; 30 \text{ cm}\} \rightarrow 30 \text{ cm}$$

Potrebna računaska poprečna armatura:

$$A_{sw,min} = \frac{\rho_{min} \cdot s_w \cdot b_w}{m} = \frac{0.00076 \cdot 30 \cdot 20}{2} = 0.228 \text{ cm}^2$$

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:

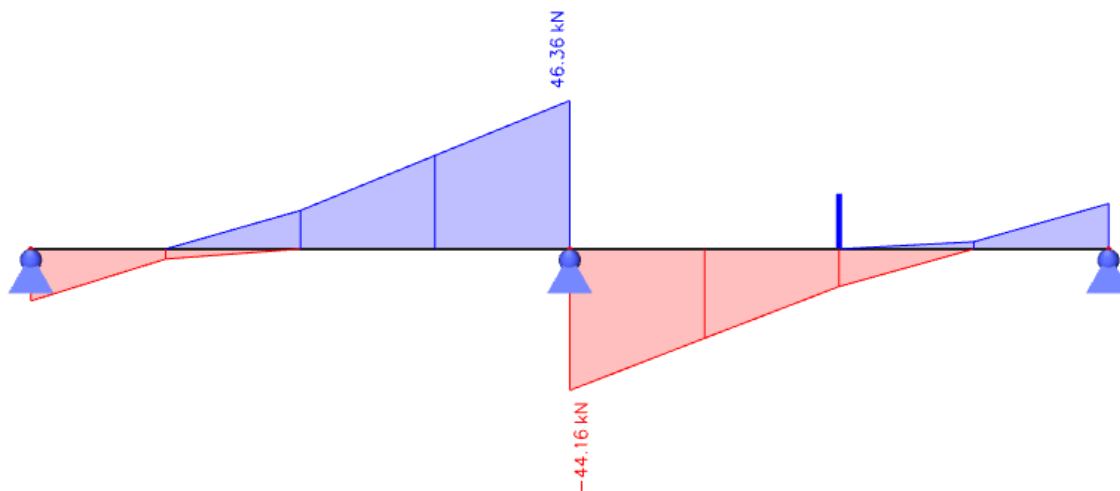
$$s_w \leq \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{V_{Ed}} = \frac{2 \cdot 0.50 \cdot 43.38 \cdot (0.9 \cdot 27)}{41.59} = 25.34 \text{ cm}$$

Odabrane spone:  $\Phi 8/20 \text{ cm}$  ( $A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2$ )

## Dimenzioniranje grede POZ 401:

Dimenzioniranje na moment savijanja:	
<u>Proračun armature u polju:</u>	
$\mu_{Ed}=0.090$ $\xi=0.174$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.094$ : $\epsilon_{s1}=10.0\text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2}=2.1\text{ ‰}$ ; $\zeta=0.934$ ;
$A_{s1}=2.00\text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: 2<math>\Phi</math>14 (<math>A_{s1}=3.08\text{ cm}^2</math>)</b>	
<u>Proračun armature nad ležajem:</u>	
$\mu_{Ed}=0.146$ $\xi=0.242$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.054$ : $\epsilon_{s1}=10.0\text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2}=3.2\text{ ‰}$ ; $\zeta=0.901$ ;
$A_{s1}=3.35\text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA NAD POLJEM: 3<math>\Phi</math>14 (<math>A_{s1}=4.62\text{ cm}^2</math>)</b>	

### Dimenzioniranje na poprečnu silu:



$$\rho_l = 0.018 \quad k = 1.86 \quad k_1 = 0.15 \quad C_{Rdc} = 0.12$$

$$V_{Rd,c} = 42\,859.32 \text{ N} = 46.37 \text{ kN} \quad V_{Rd,c} \geq [v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cm}] \cdot b_w \cdot d = 23.98 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = 243.0 \text{ kN} > V_{Ed,max} \quad V_{Ed,max} / V_{Rd,max} = 0.19$$

$$s_{\max} = 30.0 \text{ cm} \quad \text{Potrebna računska armatura: } A_{sw,\min} = 0.228 \text{ cm}^2 \quad \text{odabrano: } \Phi 8/30\text{cm} (A_{sw} = 0.50 \text{ cm}^2)$$

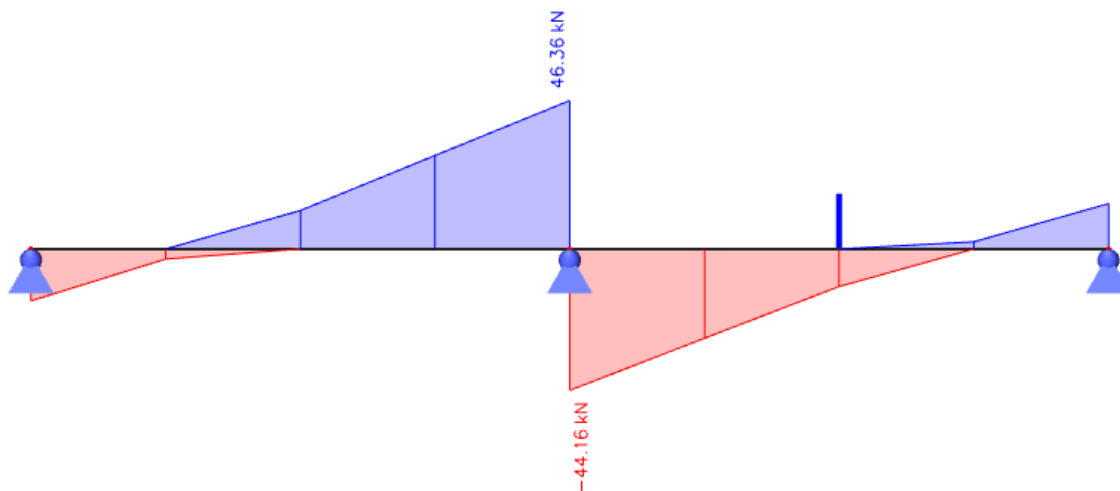
$$V_{Rd,s} = 35.22 \text{ kN} \quad s_w \leq 22.74 \text{ cm}$$

$$\text{ODABRANE SPONE : } \Phi 8/20\text{cm} (A_{sw} = 0.50 \text{ cm}^2)$$

## Dimenzioniranje grede POZ 402:

Dimenzioniranje na moment savijanja:	
<u>Proračun armature u polju:</u>	
$\mu_{Ed}=0.090$ $\xi=0.174$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.094$ : $\epsilon_{s1}=10.0\text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2}=2.1\text{ ‰}$ ; $\zeta=0.934$ ;
$A_{s1}=2.00\text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: 2<math>\Phi</math>14 (<math>A_{s1}=3.08\text{ cm}^2</math>)</b>	
<u>Proračun armature nad ležajem:</u>	
$\mu_{Ed}=0.146$ $\xi=0.242$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.147$ : $\epsilon_{s1}=10.0\text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2}=3.2\text{ ‰}$ ; $\zeta=0.895$ ;
$A_{s1}=3.37\text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: 4<math>\Phi</math>14 (<math>A_{s1}=6.16\text{ cm}^2</math>)</b>	

### Dimenzioniranje na poprečnu silu:



$$\rho_l = 0.018 \quad k = 1.86 \quad k_1 = 0.15 \quad C_{Rdc} = 0.12$$

$$V_{Rd,c} = 42\,859.32 \text{ N} = 46.37 \text{ kN} \quad V_{Rd,c} \geq [v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cm}] \cdot b_w \cdot d = 23.98 \text{ kN}$$

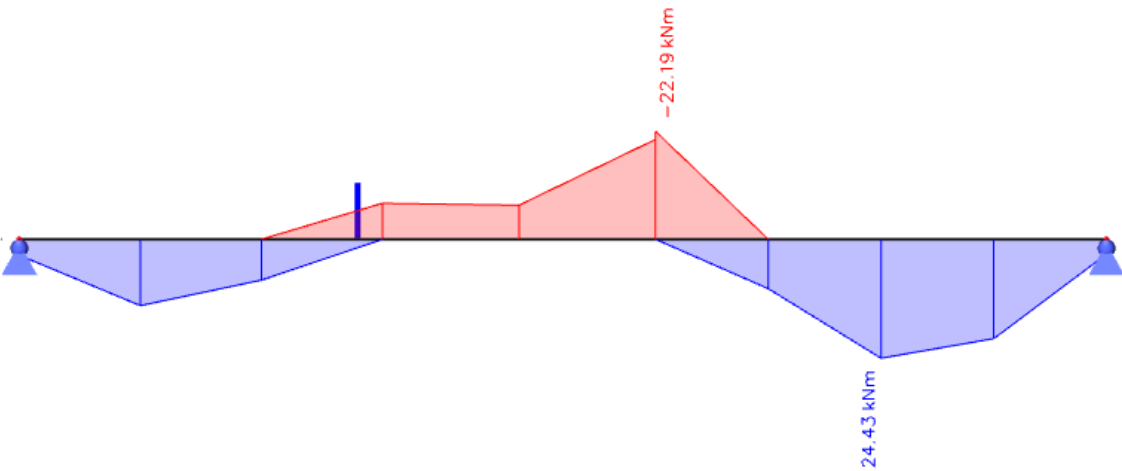
$$V_{Rd,max} = 243.0 \text{ kN} > V_{Ed,max} \quad V_{Ed,max} / V_{Rd,max} = 0.19$$

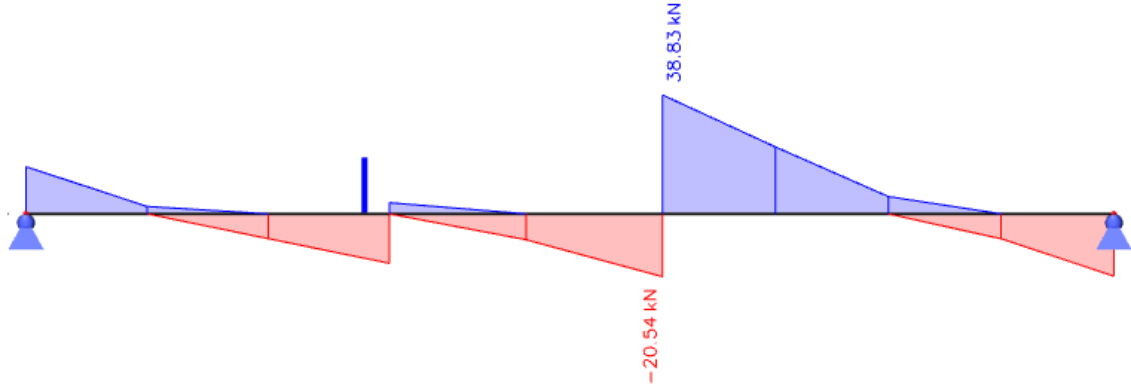
$$s_{\max} = 30.0 \text{ cm} \quad \text{Potrebna računska armatura: } A_{sw,\min} = 0.228 \text{ cm}^2 \quad \text{odabrano: } \Phi 8/30\text{cm} \quad (A_{sw} = 0.50 \text{ cm}^2)$$

$$V_{Rd,s} = 35.22 \text{ kN} \quad s_w \leq 22.74 \text{ cm}$$

$$\text{ODABRANE SPONE : } \Phi 8/20\text{cm} \quad (A_{sw} = 0.50 \text{ cm}^2)$$

## Dimenzioniranje grede POZ 403:

Dimenzioniranje na moment savijanja:	
	
<u>Proračun armature u polju:</u>	
$\mu_{Ed}=0.100$ $\xi=0.187$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.105$ : $\epsilon_{s1}=10.0\text{‰}$ ; $\epsilon_{c2}=2.3\text{‰}$ ; $\zeta=0.928$ ;
$A_{s1}=2.24\text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: 2Φ14 (<math>A_{s1}=3.08\text{ cm}^2</math>)</b>	
<u>Proračun armature nad ležajem:</u>	
$\mu_{Ed}=0.091$ $\xi=0.174$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.094$ : $\epsilon_{s1}=10.0\text{‰}$ ; $\epsilon_{c2}=2.1\text{‰}$ ; $\zeta=0.934$ ;
$A_{s1}=2.02\text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: 2Φ14 (<math>A_{s1}=3.08\text{ cm}^2</math>)</b>	

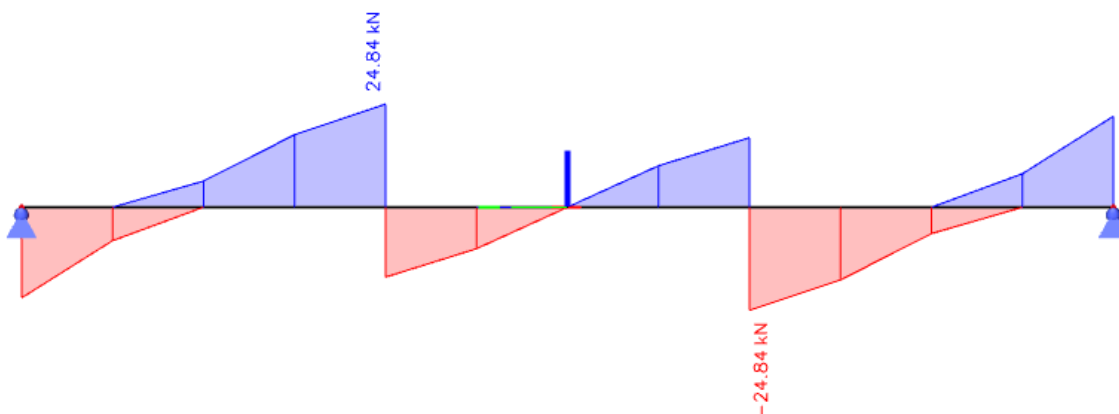
Dimenzioniranje na poprečnu silu:	
	
$\rho_l=0.018 \quad k=1.86 \quad k_1=0.15 \quad C_{Rdc}=0.12$	
$V_{Rd,c}=42\,859.32 \text{ N}=42.86 \text{ kN}$	$V_{Rd,c} \geq [v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cm}] \cdot b_w \cdot d = 23.98 \text{ kN}$
$V_{Rd,max}=243.0 \text{ kN} > V_{Ed,max}$	$V_{Ed,max} / V_{Rd,max}=0.15$
$s_{\max}=30.0 \text{ cm}$	Potrebna računska armatura: $A_{sw,\min}=0.228 \text{ cm}^2$ odabrano: $\Phi 8/30 \text{ cm}$ ( $A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2$ )
$V_{Rd,s}=35.21 \text{ kN}$	$S_w \leq 27.15 \text{ cm}$
<b>ODABRANE SPONE : <math>\Phi 8/25 \text{ cm}</math> (<math>A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2</math>)</b>	



## Dimenzioniranje grede POZ 404:

Dimenzioniranje na moment savijanja:	
<u>Proračun armature u polju:</u>	
$\mu_{Ed}=0.086$ $\xi=0.167$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.089$ : $\epsilon_{s1}=10.0\text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2}=2.0\text{ ‰}$ ; $\zeta=0.938$ ;
$A_{s1}=1.88\text{ cm}$	
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: 2<math>\Phi</math>14 (<math>A_{s1}=3.08\text{ cm}^2</math>)</b>	
<u>Proračun armature nad ležajem:</u>	
$\mu_{Ed}=0.079$ $\xi=0.088$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.083$ : $\epsilon_{s1}=10.0\text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2}=1.9\text{ ‰}$ ; $\zeta=0.941$ ;
$A_{s1}=1.73\text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: 2<math>\Phi</math>14 (<math>A_{s1}=3.08\text{ cm}^2</math>)</b>	

### Dimenzioniranje na poprečnu silu:



$$\rho_l = 0.018 \quad k = 1.86 \quad k_1 = 0.15 \quad C_{Rdc} = 0.12$$

$$V_{Rd,c} = 42\,859.32 \text{ N} = 42.86 \text{ kN} \quad \mathbf{V_{Rd,c} \geq [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cm}] \cdot b_w \cdot d = 23.98 \text{ kN}}$$

$$V_{Rd,max} = 243.0 \text{ kN} > V_{Ed,max} \quad V_{Ed,max} / V_{Rd,max} = 0.10$$

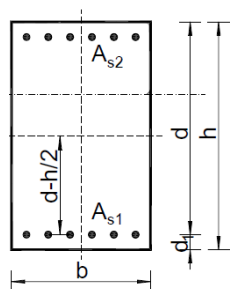
$$s_{max} = 30.0 \text{ cm} \quad \text{Potrebna računaska armatura: } A_{sw,min} = 0.228 \text{ cm}^2 \quad \text{odabrano: } \Phi 8/30 \text{ cm} \quad (A_{sw} = 0.50 \text{ cm}^2)$$

$$V_{Rd,s} = 35.22 \text{ kN} \quad S_w \leq 42.44 \text{ cm}$$

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

## Dimenzioniranje grede POZ 406:

## Poprečni presjek grede:



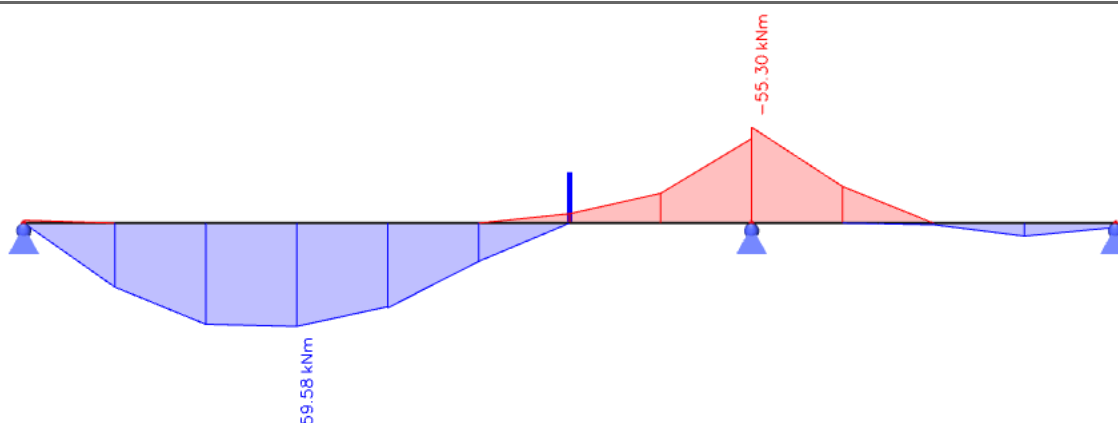
$$b=20 \text{ cm}$$

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

$$d=37 \text{ cm}$$

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

## Dimenzioniranje na moment savijanja:

Proračun armature u polju:

$$\mu_{Ed}=0.130$$

$$\zeta=0.910 ; \xi=0.225$$

Iz tablice očitano za  $\mu_{Ed}=0.134$  :  $\epsilon_{s1}=10.0 \text{ ‰}$ ;  $\epsilon_{c2}=2.9 \text{ ‰}$ ;

$$A_{s1}=4.06 \text{ cm}^2$$

**ODABRANA ARMATURA U POLJU: 4 $\Phi$ 14 ( $A_{s1}=6.16 \text{ cm}^2$ )**

Proračun armature nad ležajem:

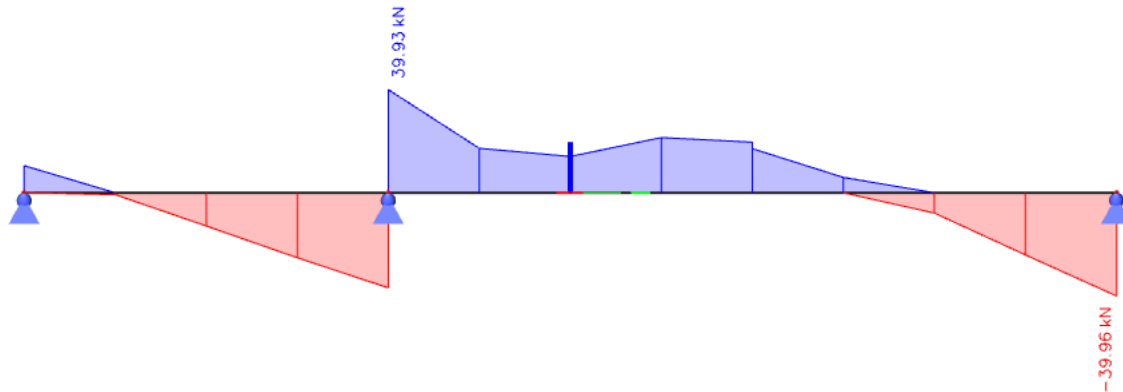
$$\mu_{Ed}=0.121$$

$$\xi=0.225$$

Iz tablice očitano za  $\mu_{Ed}=0.134$ :  $\epsilon_{s1}=10.0 \text{ ‰}$ ;  $\epsilon_{c2}=2.9 \text{ ‰}$ ;  $\zeta=0.910$  ;

**ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: 3 $\Phi$ 14 ( $A_{s1}=4.62 \text{ cm}^2$ )**

### Dimenzioniranje na poprečnu silu:



$$\rho_l = 0.013 \quad k = 1.73 \quad k_1 = 0.15 \quad C_{Rdc} = 0.12$$

$$V_{Rd,c} = 36\,314.87 \text{ N} = 36.31 \text{ kN} \quad V_{Rd,c} \geq [v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cm}] \cdot b_w \cdot d = 21.60 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = 243.0 \text{ kN} > V_{Ed,max} \quad V_{Ed,max} / V_{Rd,max} = 0.16$$

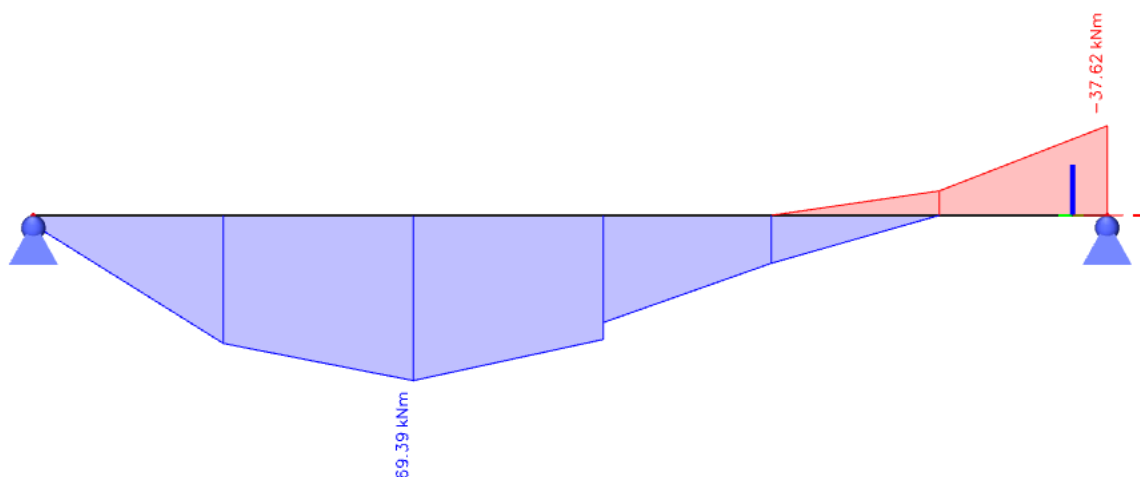
$$s_{\max} = 30.0 \text{ cm} \quad \text{Potrebna računska armatura: } A_{sw,\min} = 0.228 \text{ cm}^2 \quad \text{odabrano: } \Phi 8/30 \text{ cm} (A_{sw} = 0.50 \text{ cm}^2)$$

$$V_{Rd,s} = 35.22 \text{ kN} \quad s_w \leq 36.15 \text{ cm}$$

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

## Dimenzioniranje grede POZ 407:

## Dimenzioniranje na moment savijanja:

Proračun armature u polju:

$$\mu_{Ed}=0.152$$

$$\xi=0.254$$

Iz tablice očitano za  $\mu_{Ed}=0.155$ :  $\epsilon_{s1}=10.0\text{‰}$ ;  $\epsilon_{c2}=3.4\text{‰}$ ;  $\zeta=0.895$ ;

$$A_{s1}=4.81\text{ cm}^2$$

**ODABRANA ARMATURA U POLJU: 4 $\Phi$ 14 ( $A_{s1}=6.16\text{ cm}^2$ )**

Proračun armature nad ležajem:

$$\mu_{Ed}=0.08$$

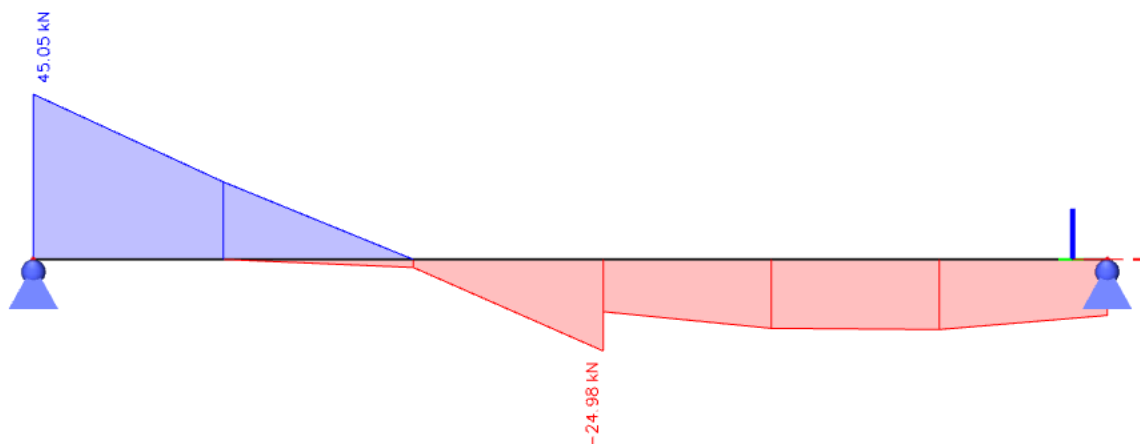
$$\xi=0.174$$

Iz tablice očitano za  $\mu_{Ed}=0.094$ :  $\epsilon_{s1}=10.0\text{‰}$ ;  $\epsilon_{c2}=2.9\text{‰}$ ;  $\zeta=0.934$ ;

$$A_{s1}=2.50\text{ cm}^2$$

**ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: 2 $\Phi$ 14 ( $A_{s1}=3.08\text{ cm}^2$ )**

### Dimenzioniranje na poprečnu silu:



$$\rho_l=0.013 \quad k=1.73 \quad k_1=0.15 \quad C_{Rdc}=0.12$$

$$V_{Rd,c}=36\,314.87.32 \text{ N}=36.31 \text{ kN} \quad V_{Rd,c} \geq [v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cm}] \cdot b_w \cdot d = 21.60 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,\max}=243.0 \text{ kN} > V_{Ed,\max} \quad V_{Ed,\max}/V_{Rd,\max}=0.16$$

$$s_{\max}=30.0 \text{ cm} \quad \text{Potrebna računaska armatura: } A_{sw,\min}=0.228 \text{ cm}^2 \quad \text{odabrano: } \Phi 8/30 \text{ cm} (A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2)$$

$$V_{Rd,s}=48.26 \text{ kN} \quad s_w \leq 32.07 \text{ cm}$$

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

#### GSU-Kontrola pukotina:

$$k_t=0.4; \quad E_s=200 \text{ Gpa}; \quad E_{cm}=31.47 \text{ Mpa}; \quad \alpha_e=6.36$$

$$\rho_{p,\text{eff}}=0.0308; \quad x=10.23 \text{ cm}; \quad \sigma_s=19.69 \text{ kN/cm}^2=196.90 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}=0.000825 > 0.000591$$

$$\Phi=14; \quad c=30 \text{ mm}; \quad k_1=0.8; \quad k_2=0.5; \quad k_3=3.4; \quad k_4=0.425 \quad s_{r,\max}=159.95 \text{ mm}$$

$$w_k=0.13 < w_g=0.3 \text{ mm} \quad \text{PUKOTINE ZADOVOLJAVAJU}$$

#### Kontrola progiba:

$$\delta_{im}=2.528 \text{ cm}; \quad f_{cm}=33 \text{ Mpa}; \quad f_{ctm}=2.56 \text{ Mpa}; \quad \alpha_{el}=6.36; \quad A_{s1}=7.70 \text{ cm}^2; \quad A_{s2}=6.16 \text{ cm}^2;$$

$$I_1=132122.91 \text{ cm}^4 \quad 1/r_1=9.79 \cdot 10^{-7}$$

$$x=11.23 \text{ cm}; \quad I_2=44\,590.86 \text{ cm}^4; \quad 1/r_2=2.90 \cdot 10^{-6}; \quad \sigma_{s1}=159.09 \text{ MPa}; \quad M_{cr}=17.6 \text{ kNm}; \quad \sigma_{sr}=246.92 \text{ MPa}$$

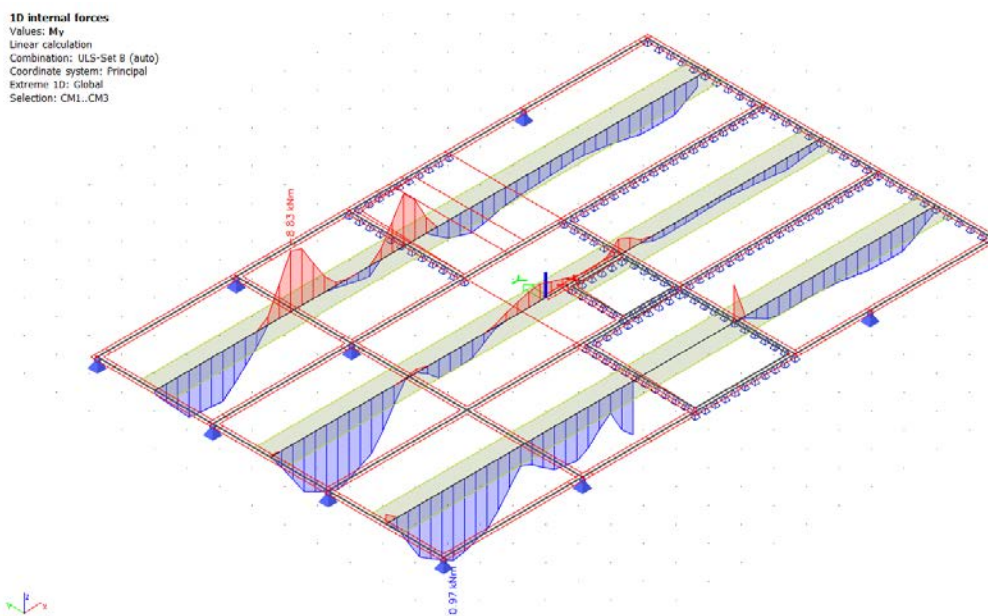
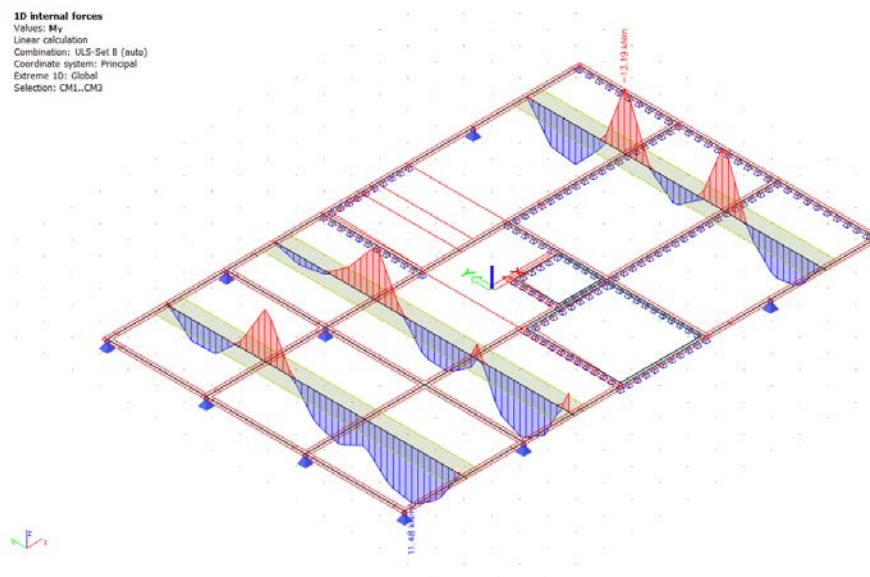
$$\zeta=0.20; \quad 1/r_m=1.75 \cdot 10^{-6}$$

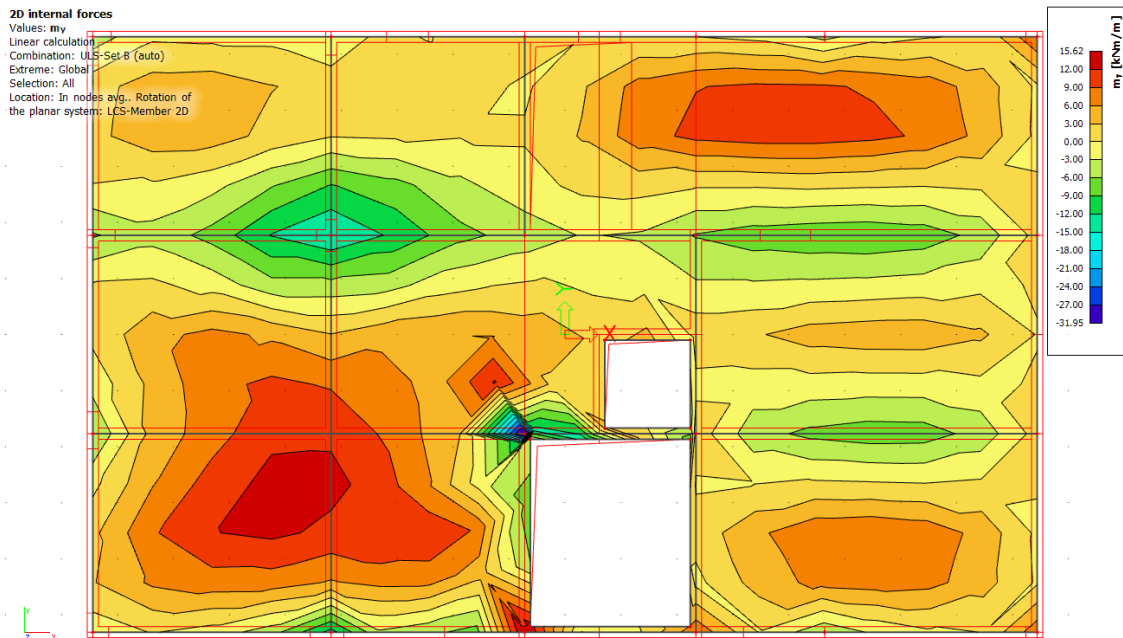
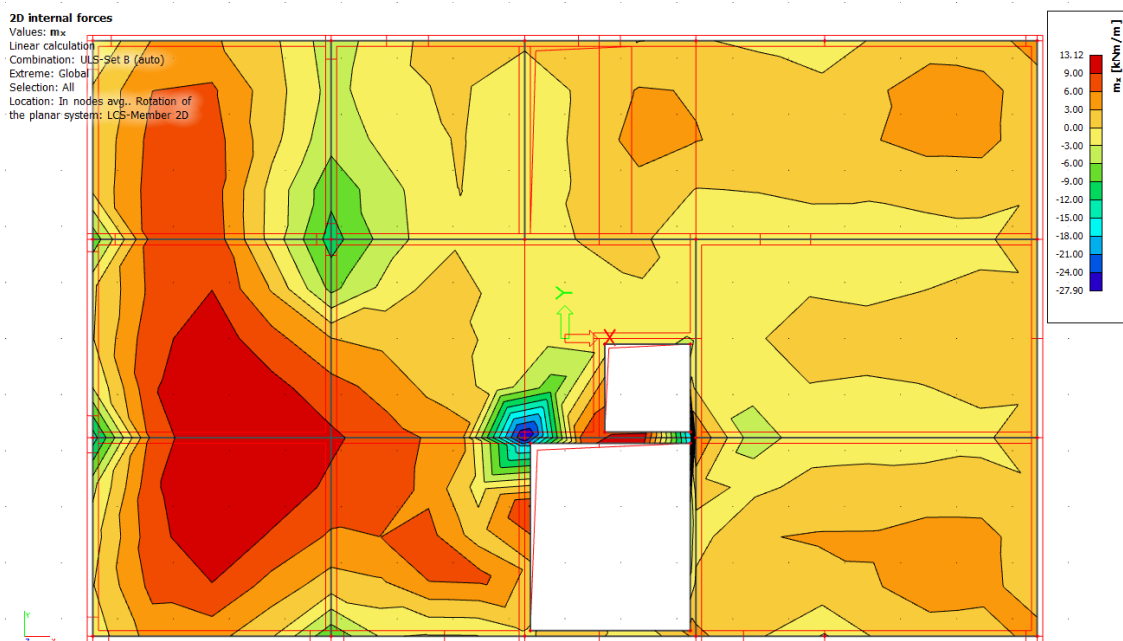
$$\delta_{\text{tot}}=0.06 \text{ cm} < \delta_{\text{tot}} 2.52 \text{ cm} \quad \text{PROGIBI ZADOVOLJAVAJU}$$

## POZICIJA 300

Pozicija 301-krovna ploča d=16cm; C25/30, dimenzioniranje na savijanje

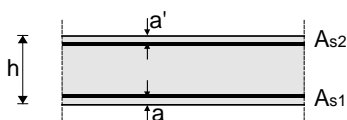
Dijagrami reznih sila:

Slika 56 1D dijagram savijanja  $M_y$  (duži smijer)Slika 57 1D dijagram savijanja  $M_x$  (kraći smijer)

Slika 58 2D dijagram momenata savijanja  $M_y$ Slika 59 2D dijagram momenata savijanja  $M_x$



Poprečni presjek ploče:



$$h=16.0 \text{ cm}$$

$$d=13.0 \text{ cm}$$

$$a=a'=3.0 \text{ cm}$$

**BETON:**

C25/30

$$f_{ck}=25.0 \text{ Mpa}$$

$$f_{cd}=25.0/1.5=16.67 \text{ Mpa}$$

$$f_{cd}=1.67 \text{ kN/cm}^2$$

**ARMATURA:**

B500B

$$f_{yk}=500.0 \text{ Mpa}$$

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

$$f_{yd}=43.48 \text{ kN/cm}^2$$

Maksimalni moment očitani u dijagramima momenata savijanja iznose:

U POLJU:  $m_x= 15.62 \text{ kNm}$

NA LEŽAJU:  $m_x= 12.00 \text{ kNm}$

Lokalno:  $m_x= 27.90 \text{ kNm}$

$m_y= 13.12 \text{ kNm}$

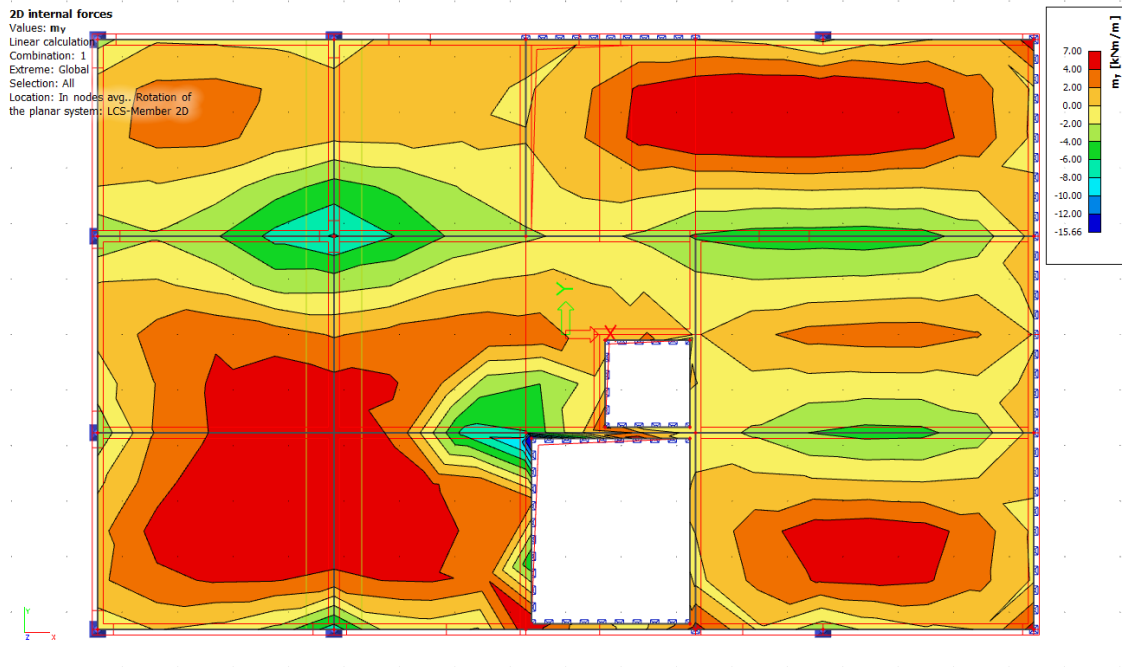
$m_y= 18.00 \text{ kNm}$

$m_y= 31.95 \text{ kNm}$

<b>Dimenzioniranje na moment savijanja:</b>	
<u>Proračun armature u polju:</u>	
$\mu_{Ed}=0.0554$ $\xi=0.130$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.059$ : $\epsilon_{s1}=10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2}=1.5 \text{ ‰}$ ; $\zeta=0.953$ ;
$A_{s1}=2.89 \text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: Q -385 (<math>A_{s1}=3.85 \text{ cm}^2</math>)</b>	
<u>Proračun armature nad ležajem:</u>	
$\mu_{Ed}=0.064$ $\xi=0.145$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.071$ : $\epsilon_{s1}=10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2}=1.7 \text{ ‰}$ ; $\zeta=0.947$ ;
$A_{s1}=3.36 \text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: Q-385 (<math>A_{s1}=3.85 \text{ cm}^2</math>)</b>	
<u>Proračun armature nad ležajem (lokalno):</u>	
$\mu_{Ed}=0.113$ $\xi=0.200$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.115$ : $\epsilon_{s1}=10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2}=2.5 \text{ ‰}$ ; $\zeta=0.922$ ;
$A_{s1}=6.13 \text{ cm}^2$ <b><math>1.79 \text{ cm}^2 \geq 1.69 \text{ cm}^2</math></b>	<b><math>A_{s,min} =</math></b>
<b>ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM (lokalno) : Q-503+4<math>\Phi</math>14 (<math>A_{s1}=11.19 \text{ cm}^2</math>)</b>	

## KONTROLA GRANIČNOG STANJA UPORABLJIVOSTI

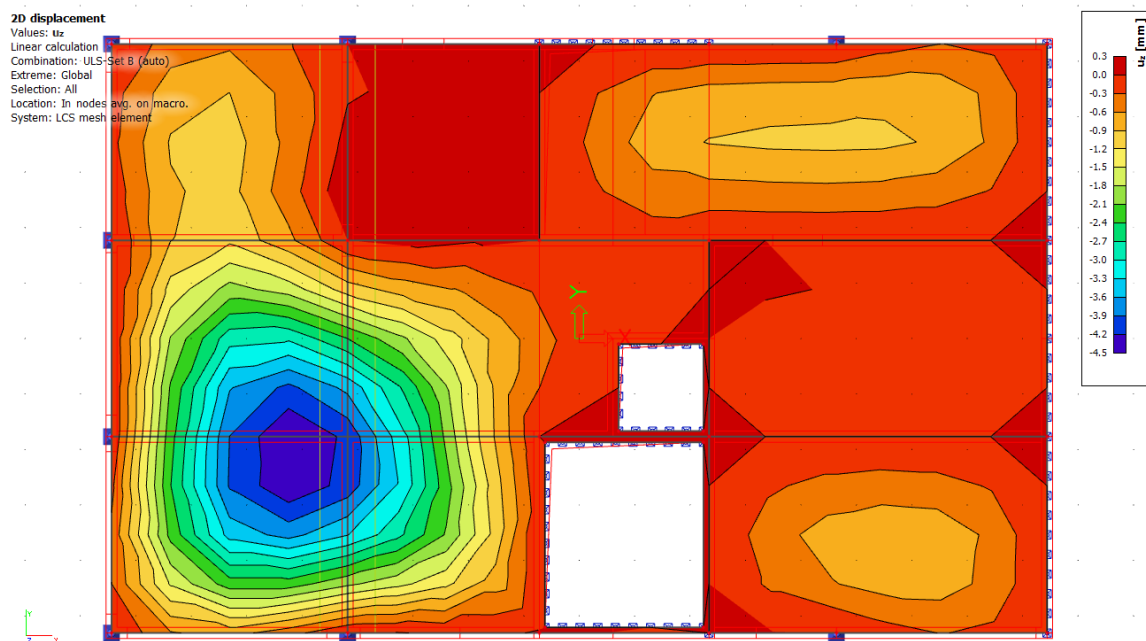
## Kontrola pukotina



Slika 60 Vrijenost momenata savijanja za GSU

<b>GSU-Kontrola pukotina:</b>	
$k_t=0.4$ ; $E_s=200$ Gpa; $E_{cm}=31.47$ Mpa; $\alpha_e=6.36$	
$\rho_{p,eff}=0.0052$ ; $x=2.29$ cm; $\sigma_s=14.86$ kN/cm <sup>2</sup> =148.58 MPa	
$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}=0.0003 > 0.000045$	
$\Phi=7$ ; $c=30$ mm; $k_1=0.8$ ; $k_2=0.5$ ; $k_3=3.4$ ; $k_4=0.425$	$s_{r,max}=333.82$ mm
$w_k=0.1 < w_g=0.3$ mm PUKOTINE ZADOVOLJAVAJU	

Kontrola progiba:



Slika 61 Vrijednost progiba na ploči

Kontrola progiba:

 $\delta_{lim}=3.01 \text{ cm}$ ;  $f_{cm}=33 \text{ Mpa}$ ;  $f_{ctm}=2.56 \text{ Mpa}$ ;  $\alpha_{ef}=6.36$ ;  $A_{s1}=3.85 \text{ cm}^2$ ;  $A_{s2}=5.03 \text{ cm}^2$ ;

 $I_1=35544.20 \text{ cm}^4$   $1/r_1=6.26 \cdot 10^{-7}$ 
 $x=2.23 \text{ cm}$ ;  $I_2=3222.99 \text{ cm}^4$ ;  $1/r_2=6.90 \cdot 10^{-6}$ ;  $\sigma_{s1}=148.58 \text{ MPa}$ ;  $M_{cr}=14.08 \text{ kNm}$ ;  $\sigma_{sr}=298.86 \text{ MPa}$ 
 $\zeta=1.02$ ;  $1/r_m=3.13 \cdot 10^{-6}$ 
 $\delta_{tot}=\mathbf{0.16 \text{ cm}} < \delta_{tot} \mathbf{3.01 \text{ cm}}$  PROGIBI ZADOVOLJAVAJU

**ODABRANA ARMATURA:**

Donja zona: Q-385 u kraćem smjeru (od oslonca do oslonca), sa preklopom ne manjim od 50cm.

Gornja zona: Q-385 iznad ležajeva sa preklopom ne manjim od 60cm, po rubovima ugraditi Q-283 minimalne širine pola armaturne mreže. Dio oko otvora armirati sa istoimenom mrežom uz konstruktivnu uzdužnu i poprečnu armaturu!

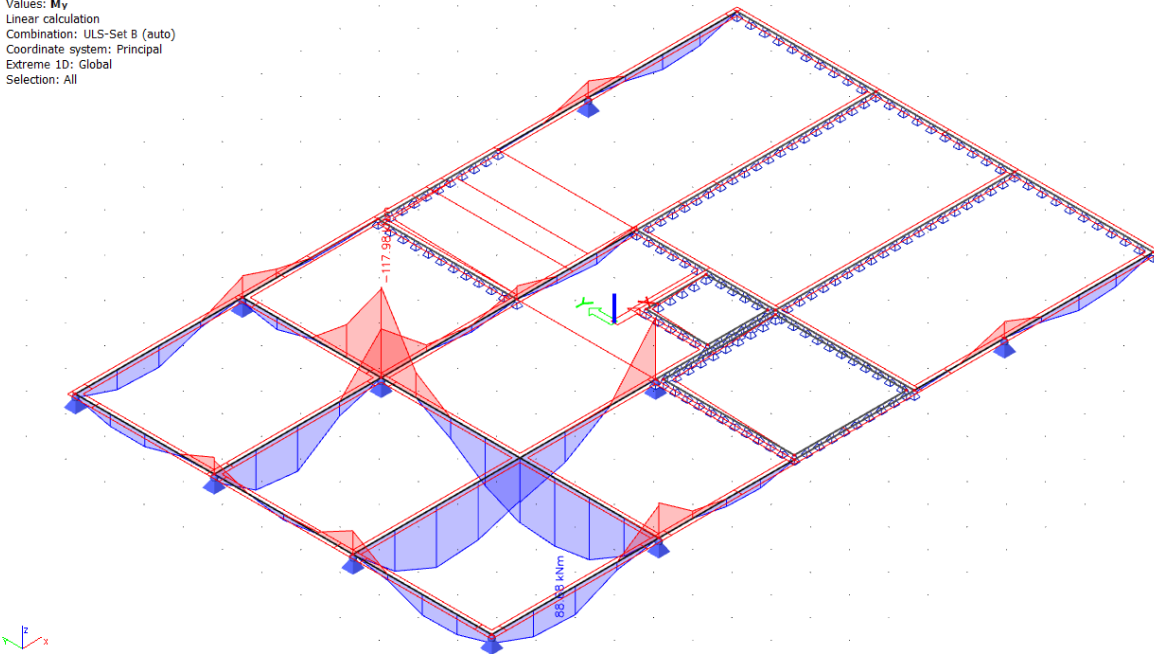
Sve slobodne rubove armirati konstruktivnom armaturom i to sa:

- uzdužno, sa šipkama **4Φ14**, sa preklopom od 90cm
- poprečno sa „U“ vilicama **Φ10/20cm** duljine minimalno 60cm.
- oko otvora u ploči postaviti vilice **Φ10/20cm** duljine minimalno 100cm.

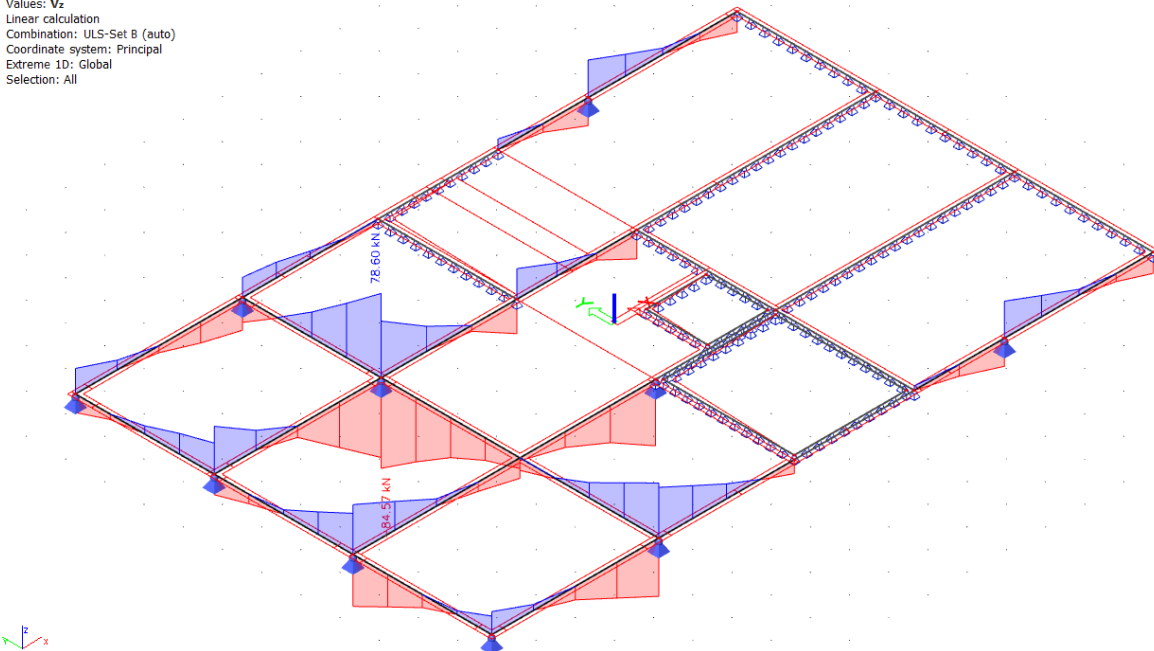
NAPOMENA: vidi armaturne planove

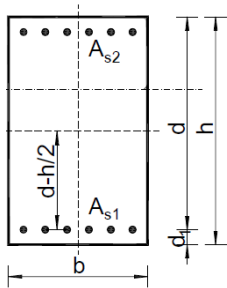
## POZICIJA 300-GREDNI NOSAČI, C25/30

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

Slika 62 Dijagram momenata savijanja  $M_y$  na gredeama

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

Slika 63 Dijagram poprečnih sila  $V_z$  na gredama

**Poprečni presjek grede:**

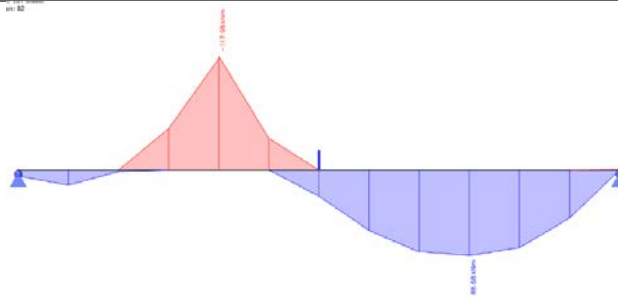
$b=20\text{ cm}$   
 $h=50\text{ cm}$   
 $d=47\text{ cm}$   
 $d_1=3\text{ cm}$

**BETON:**

C25/30

 $f_{ck}=25.0\text{ Mpa}$  $f_{cd}=25.0/1.5=16.67\text{ Mpa}$  $f_{cd}=1.67\text{ kN/cm}^2$ **ARMATURA:**

B500B

 $f_{yk}=500.0\text{ Mpa}$  $f_{yd}=500.0/1.15=434.78\text{ Mpa}$  $f_{yd}=43.48\text{ kN/cm}^2$ **Dimenzioniranje grede POZ 301A:****Dimenzioniranje na moment savijanja:****Proračun armature u polju:**

$\mu_{Ed}=0.120$   
 $\xi=0.213$

Iz tablice očitano za  $\mu_{Ed}=0.125$ :  $\epsilon_{s1}=10.0\text{ ‰}$ ;  $\epsilon_{c2}=2.7\text{ ‰}$ ;  $\zeta=0.916$ ;

 $A_{s1}=4.73\text{ cm}^2$ **ODABRANA ARMATURA U POLJU: 4 $\Phi$ 14 ( $A_{s1}=6.16\text{ cm}^2$ )****Proračun armature nad ležajem:**

$\mu_{Ed}=0.155$   
 $\xi=0.259$

Iz tablice očitano za  $\mu_{Ed}=0.159$ :  $\epsilon_{s1}=10.0\text{ ‰}$ ;  $\epsilon_{c2}=3.5\text{ ‰}$ ;  $\zeta=0.892$ ;

 $A_{s1}=6.47\text{ cm}^2$ **ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: 4 $\Phi$ 16 ( $A_{s1}=8.04\text{ cm}^2$ )**

Dimenzioniranje na poprečnu silu:	
$\rho_l=0.0108 \quad k=1.65 \quad k_1=0.15 \quad C_{Rdc}=0.12$	
$V_{Rd,c}=55\,880.25 \text{ N}=55.88 \text{ kN}$	$V_{Rd,c} \geq [v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cm}] \cdot b_w \cdot d = 34.93 \text{ kN}$
$V_{Rd,max}=423.0 \text{ kN} > V_{Ed,max}$	$V_{Ed,max} / V_{Rd,max}=0.19$
$s_{max}=30.0 \text{ cm}$	Potrebna računska armatura: $A_{sw,min}=0.228 \text{ cm}^2$ odabrano: $\Phi 8/30\text{cm}$ ( $A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2$ )
$V_{Rd,s}=52.17 \text{ kN}$	$s_w \leq 21.69 \text{ cm}$
<b>ODABRANE SPONE : <math>\Phi 8/20\text{cm}</math> (<math>A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2</math>)</b>	

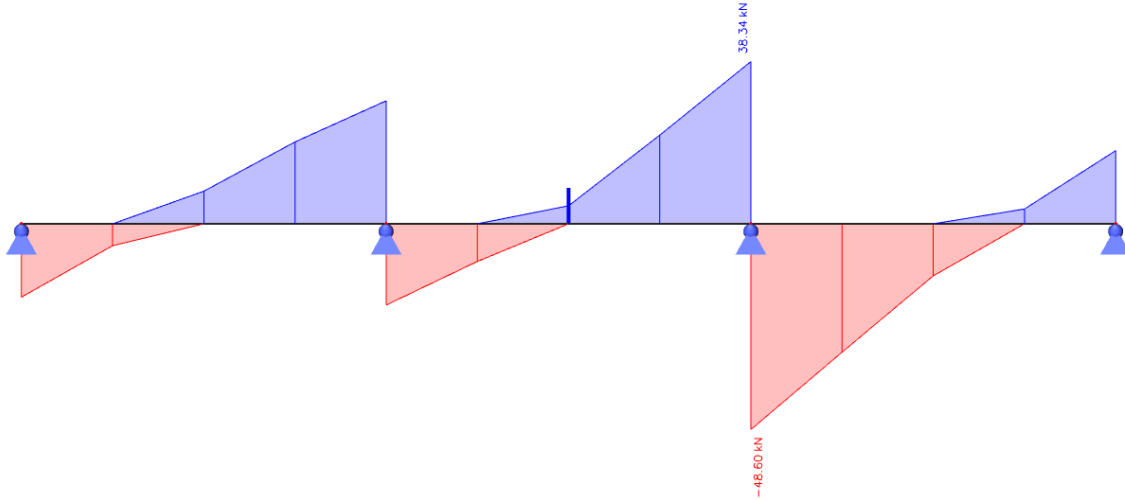
GSU-Kontrola pukotina:	
$k_t=0.4; \quad E_s=200 \text{ Gpa}; \quad E_{cm}=31.47 \text{ Mpa}; \quad \alpha_e=6.36$	
$\rho_{p,eff}=0.0513; \quad x=12.91\text{cm}; \quad \sigma_s=15.02 \text{ kN/cm}^2=150.20 \text{ MPa}$	
$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}=0.000617 > 0.000451$	
$\Phi=14; \quad c=30\text{mm}; \quad k_1=0.8; \quad k_2=0.5; \quad k_3=3.4; \quad k_4=0.425$	$s_{r,max}=148.36\text{mm}$
$w_k=0.09 < w_g=0.3\text{mm}$ PUKOTINE ZADOVOLJAVAJU	
Kontrola progiba:	
$\delta_{lim}=4.168 \text{ cm}; \quad f_{cm}=33 \text{ Mpa}; \quad f_{ctm}=2.56 \text{ Mpa}; \quad \alpha_{el}=6.36; \quad A_{s1}=7.70 \text{ cm}^2; \quad A_{s2}=8.04 \text{ cm}^2;$	
$I_1=256748.71\text{cm}^4 \quad 1/r_1=6.11 \cdot 10^{-7}$	
$x=12.91\text{cm}; \quad I_2=76236.99 \text{ cm}^4; \quad 1/r_2=2.05 \cdot 10^{-6}; \quad \sigma_{s1}=150.20 \text{ MPa}; \quad M_{cr}=27.5 \text{ kNm}; \quad \sigma_{sr}=410.74 \text{ MPa}$	
$\zeta=2.73; \quad 1/r_m=1.19 \cdot 10^{-6}$	
$\delta_{tot}=0.11\text{cm} < \delta_{tot}= 4.168\text{cm}$ PROGIBI ZADOVOLJAVAJU	

## Dimenzioniranje grede POZ 301:

Dimenzioniranje na moment savijanja:	
<u>Proračun armature u polju:</u>	
$\mu_{Ed}=0.037$ $\xi=0.107$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.042$ : $\epsilon_{s1}=10.0\text{‰}$ ; $\epsilon_{c2}=1.2\text{‰}$ ; $\zeta=0.962$ ;
$A_{s1}=1.36\text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: 2<math>\Phi</math>14 (<math>A_{s1}=3.08\text{ cm}^2</math>)</b>	
<u>Proračun armature nad ležajem:</u>	
$\mu_{Ed}=0.042$ $\xi=0.115$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.048$ : $\epsilon_{s1}=10.0\text{‰}$ ; $\epsilon_{c2}=3.5\text{‰}$ ; $\zeta=0.959$ ;
$A_{s1}=1.57\text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: 2<math>\Phi</math>14 (<math>A_{s1}=3.08\text{ cm}^2</math>)</b>	



### Dimenzioniranje na poprečnu silu:



$$\rho_l=0.0108 \quad k=1.65 \quad k_1=0.15 \quad C_{Rdc}=0.12$$

$$V_{Rd,c}=55\,880.25 \text{ N}=55.88 \text{ kN} \quad V_{Rd,c} \geq [v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cm}] \cdot b_w \cdot d = 34.93 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max}=423.0 \text{ kN} > V_{Ed,max} \quad V_{Ed,max}/V_{Rd,max}=0.11$$

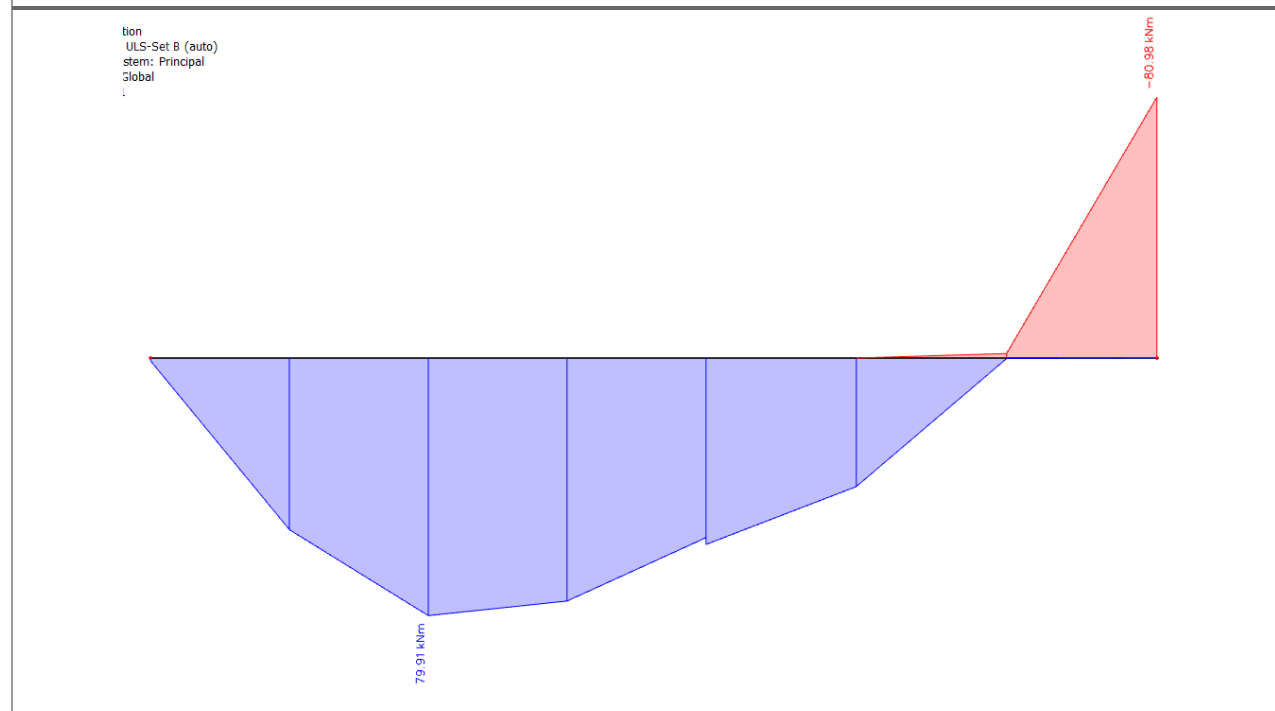
$$s_{\max}=30.0 \text{ cm} \quad \text{Potrebna računaska armatura: } A_{sw,\min}=0.228 \text{ cm}^2 \quad \text{odabrano: } \Phi 8/30\text{cm} (A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2)$$

$$V_{Rd,s}=52.17 \text{ kN} \quad s_w \leq 37.76 \text{ cm}$$

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

## Dimenzioniranje grede POZ 302:

## Dimenzioniranje na moment savijanja:

Proračun armature u polju:

$$\mu_{Ed}=0.108$$

$$\xi=0.194$$

Iz tablice očitano za  $\mu_{Ed}=0.125$  :  $\epsilon_{s1}=10.0\%$ ;  $\epsilon_{c2}=2.4\%$ ;  $\zeta=0.925$  ;

$$A_{s1}=4.22 \text{ cm}^2$$

**ODABRANA ARMATURA U POLJU: 4 $\Phi$ 14 ( $A_{s1}=6.16 \text{ cm}^2$ )**

Proračun armature nad ležajem:

$$\mu_{Ed}=0.110$$

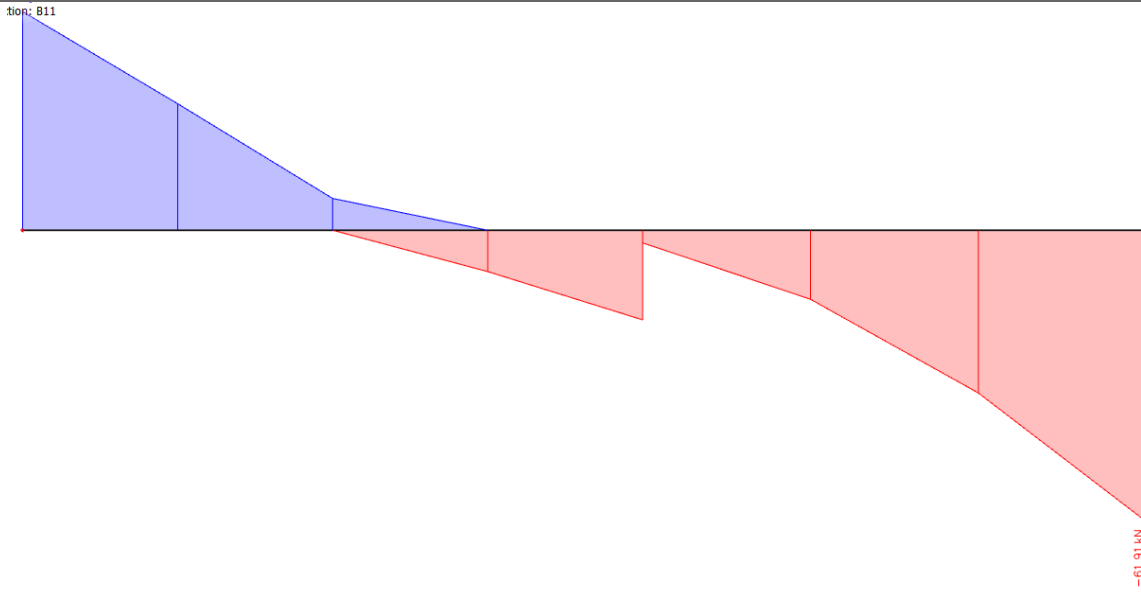
$$\xi=0.200$$

Iz tablice očitano za  $\mu_{Ed}=0.115$ :  $\epsilon_{s1}=10.0\%$ ;  $\epsilon_{c2}=2.5\%$ ;  $\zeta=0.922$  ;

$$A_{s1}=4.29 \text{ cm}^2$$

**ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: 4 $\Phi$ 14 ( $A_{s1}=6.16 \text{ cm}^2$ )**

### Dimenzioniranje na poprečnu silu:



$$\rho_l=0.0108 \quad k=1.65 \quad k_1=0.15 \quad C_{Rdc}=0.12$$

$$V_{Rd,c}=55\,880.25 \text{ N}=55.88 \text{ kN} \quad \mathbf{V_{Rd,c} \geq [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cm}] \cdot b_w \cdot d = 34.93 \text{ kN}}$$

$$V_{Rd,max}=423.0 \text{ kN} > V_{Ed,max} \quad V_{Ed,max} / V_{Rd,max}=0.15$$

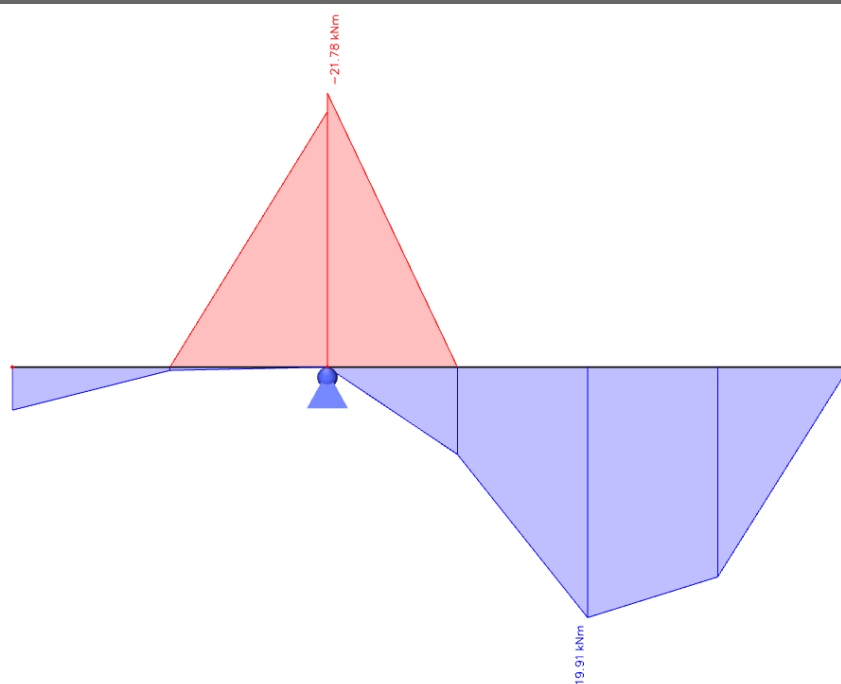
$$s_{max}=30.0 \text{ cm} \quad \text{Potrebna računska armatura: } A_{sw,min}=0.228 \text{ cm}^2 \quad \text{odabrano: } \Phi 8/30\text{cm} \quad (A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2)$$

$$V_{Rd,s}=52.17 \text{ kN} \quad S_w \leq 29.98 \text{ cm}$$

**ODABRANE SPONE :  $\Phi 8/25\text{cm}$  ( $A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2$ )**

## Dimenzioniranje grede POZ 303:

## Dimenzioniranje na moment savijanja:

Proračun armature u polju:

$$\mu_{Ed}=0.027$$

$$\xi=0.091$$

Iz tablice očitano za  $\mu_{Ed}=0.031$ :  $\epsilon_{s1}=10.0\text{ ‰}$ ;  $\epsilon_{c2}=1.0\text{ ‰}$ ;  $\zeta=0.968$  ;

$$A_{s1}=1.0\text{ cm}^2$$

**ODABRANA ARMATURA U POLJU: 2 $\Phi$ 14 ( $A_{s1}=3.08\text{ cm}^2$ )**

Proračun armature nad ležajem:

$$\mu_{Ed}=0.03$$

$$\xi=0.091$$

Iz tablice očitano za  $\mu_{Ed}=0.031$ :  $\epsilon_{s1}=10.0\text{ ‰}$ ;  $\epsilon_{c2}=1.0\text{ ‰}$ ;  $\zeta=0.968$  ;

$$A_{s1}=1.01\text{ cm}^2$$

**ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: 2 $\Phi$ 14 ( $A_{s1}=3.08\text{ cm}^2$ )**

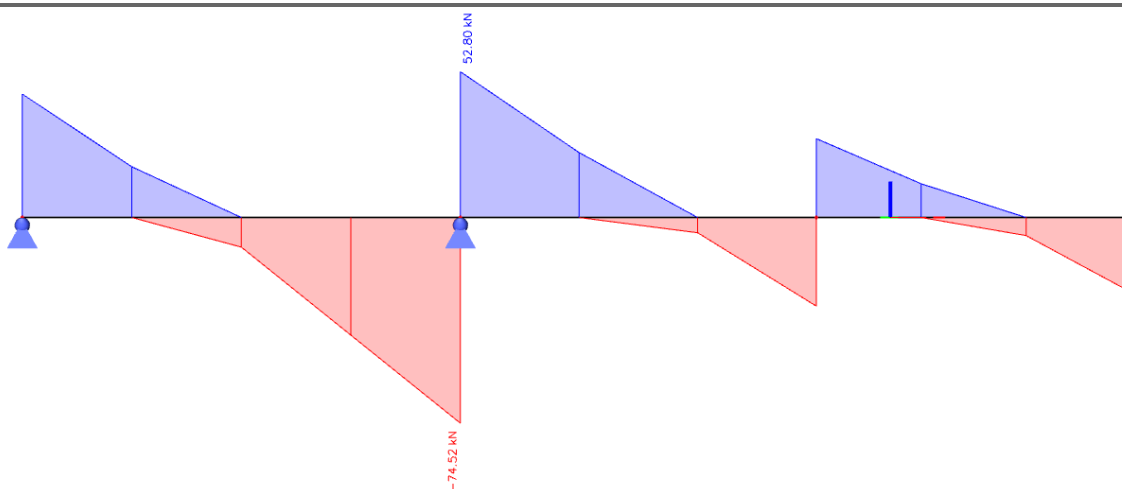
### Dimenzioniranje na poprečnu silu:

$\rho_l=0.0108 \quad k=1.65 \quad k_1=0.15 \quad C_{Rdc}=0.12$	
$V_{Rd,c}=55\,880.25 \text{ N}=55.88 \text{ kN}$	$V_{Rd,c} \geq [v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cm}] \cdot b_w \cdot d = 34.93 \text{ kN}$
$V_{Rd,max}=423.0 \text{ kN} > V_{Ed,max}$	$V_{Ed,max} / V_{Rd,max}=0.15$
$s_{max}=30.0 \text{ cm}$	Potrebna računaska armatura: $A_{sw,min}=0.228 \text{ cm}^2$ odabrano: $\Phi 8/30\text{cm}$ ( $A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2$ )
$V_{Rd,s}=52.17 \text{ kN}$	$S_w \leq 52.18 \text{ cm}$
<b>ODABRANE SPONE : <math>\Phi 8/30\text{cm}</math> (<math>A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2</math>)</b>	

## Dimenzioniranje grede POZ 304:

Dimenzioniranje na moment savijanja:	
<b>Proračun armature u polju:</b>	
$\mu_{Ed}=0.075$ $\xi=0.153$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.077$ : $\epsilon_{s1}=10.0\text{‰}$ ; $\epsilon_{c2}=1.8\text{‰}$ ; $\zeta=0.944$ ;
$A_{s1}=2.85\text{cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: 2<math>\Phi</math>14 (<math>A_{s1}=3.08\text{cm}^2</math>)</b>	
<b>Proračun armature nad ležajem:</b>	
$\mu_{Ed}=0.086$ $\xi=0.167$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.089$ : $\epsilon_{s1}=10.0\text{‰}$ ; $\epsilon_{c2}=2.0\text{‰}$ ; $\zeta=0.938$ ;
$A_{s1}=3.32\text{cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: 3<math>\Phi</math>14 (<math>A_{s1}=4.62\text{cm}^2</math>)</b>	

### Dimenzioniranje na poprečnu silu:



$$\rho_l = 0.0108 \quad k = 1.65 \quad k_1 = 0.15 \quad C_{Rdc} = 0.12$$

$$V_{Rd,c} = 55\,880.25 \text{ N} = 55.88 \text{ kN} \quad \mathbf{V_{Rd,c} \geq [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cm}] \cdot b_w \cdot d = 34.93 \text{ kN}}$$

$$V_{Rd,max} = 423.0 \text{ kN} > V_{Ed,max} \quad V_{Ed,max} / V_{Rd,max} = 0.15$$

$$s_{max} = 30.0 \text{ cm} \quad \text{Potrebna računska armatura: } A_{sw,min} = 0.228 \text{ cm}^2 \quad \text{odabrano: } \Phi 8/30 \text{ cm} (A_{sw} = 0.50 \text{ cm}^2)$$

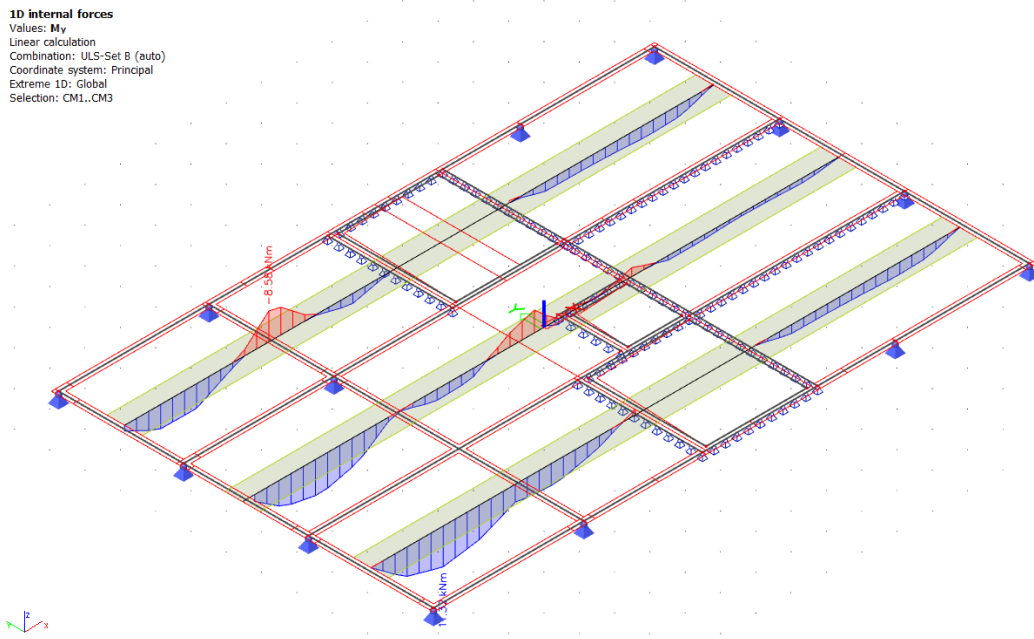
$$V_{Rd,s} = 52.17 \text{ kN} \quad S_w \leq 24.62 \text{ cm}$$

**ODABRANE SPONE :  $\Phi 8/20 \text{ cm}$  ( $A_{sw} = 0.50 \text{ cm}^2$ )**

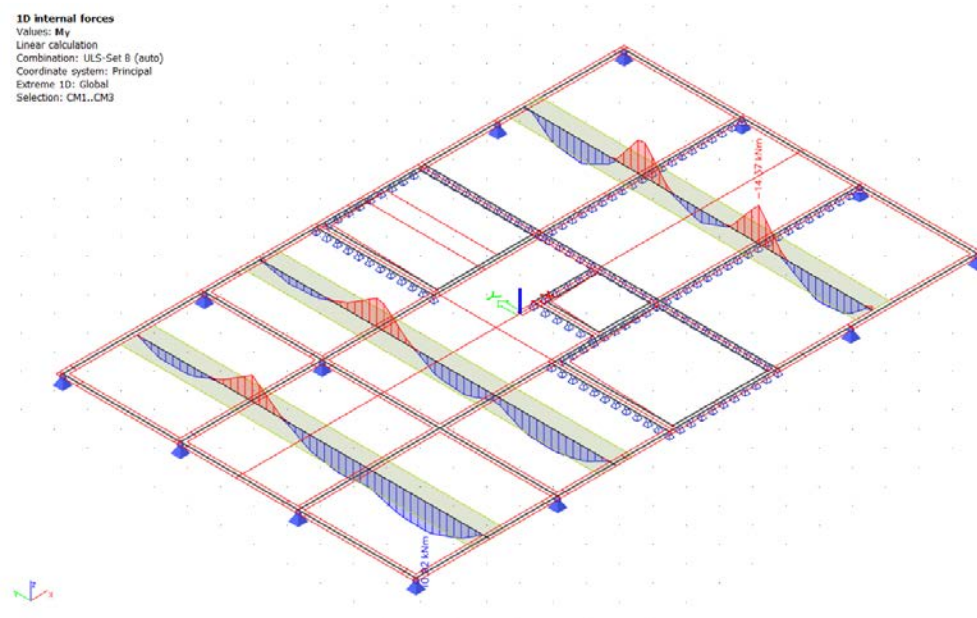
## POZICIJA 200

Pozicija 201-krovna ploča d=16cm; C25/30, dimenzioniranje na savijanje

Dijagrami reznih sila:

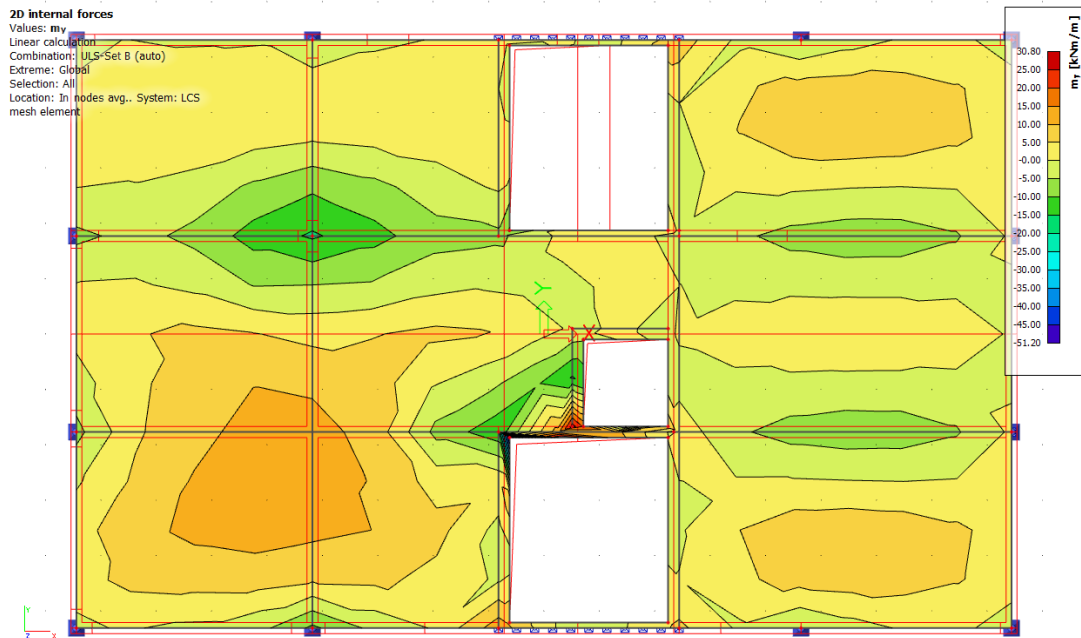
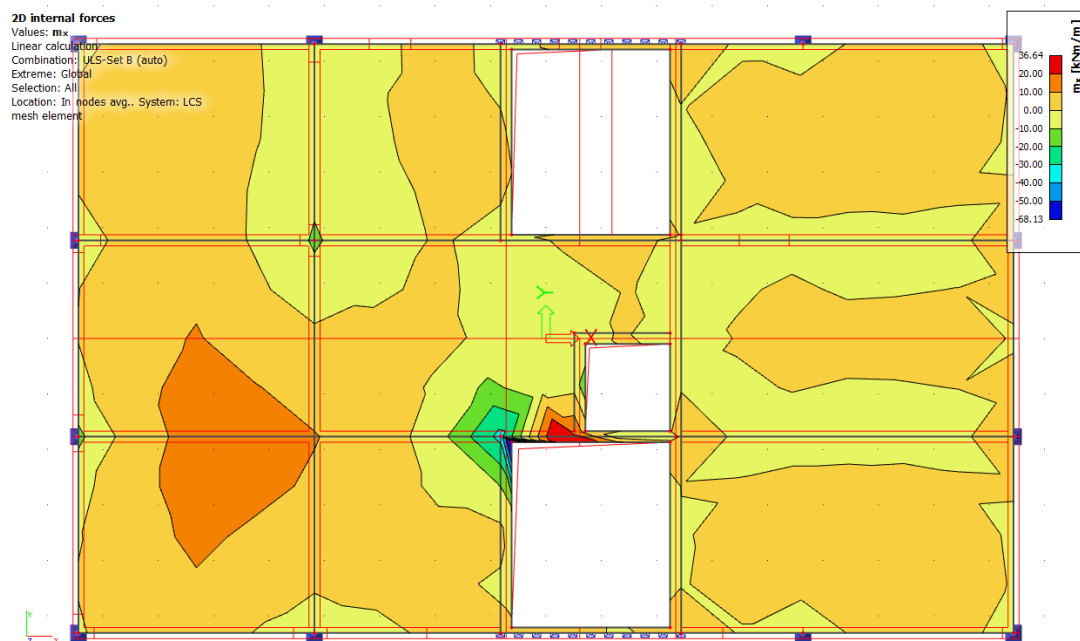


Slika 64 1D dijagram momenata savijanja  $m_y$  (duži smijer)

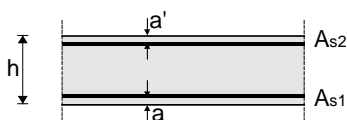


Slika 65 1D dijagram savjanja momenata savijanja  $m_y$  (kraći smijer)



Slika 66 2D dijagram momenata savijanja  $M_y$ Slika 67 2D dijagram savijanja momenata savijanja  $M_x$

Poprečni presjek ploče:



$$h=16.0 \text{ cm}$$

$$d=13.0 \text{ cm}$$

$$a=a'=3.0 \text{ cm}$$

**BETON:**

C25/30

$$f_{ck}=25.0 \text{ Mpa}$$

$$f_{cd}=25.0/1.5=16.67 \text{ Mpa}$$

$$f_{cd}=1.67 \text{ kN/cm}^2$$

**ARMATURA:**

B500B

$$f_{yk}=500.0 \text{ Mpa}$$

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

$$f_{yd}=43.48 \text{ kN/cm}^2$$

Maksimalni moment očitani u dijagramima momenata savijanja iznose:

U POLJU:  $m_x=20.00 \text{ kNm}$   
 $m_y=15.00 \text{ kNm}$

NA LEŽAJU:  $m_x=10.00 \text{ kNm}$

$m_y=20.00 \text{ kNm}$

Lokalno:  $m_x=36.46$

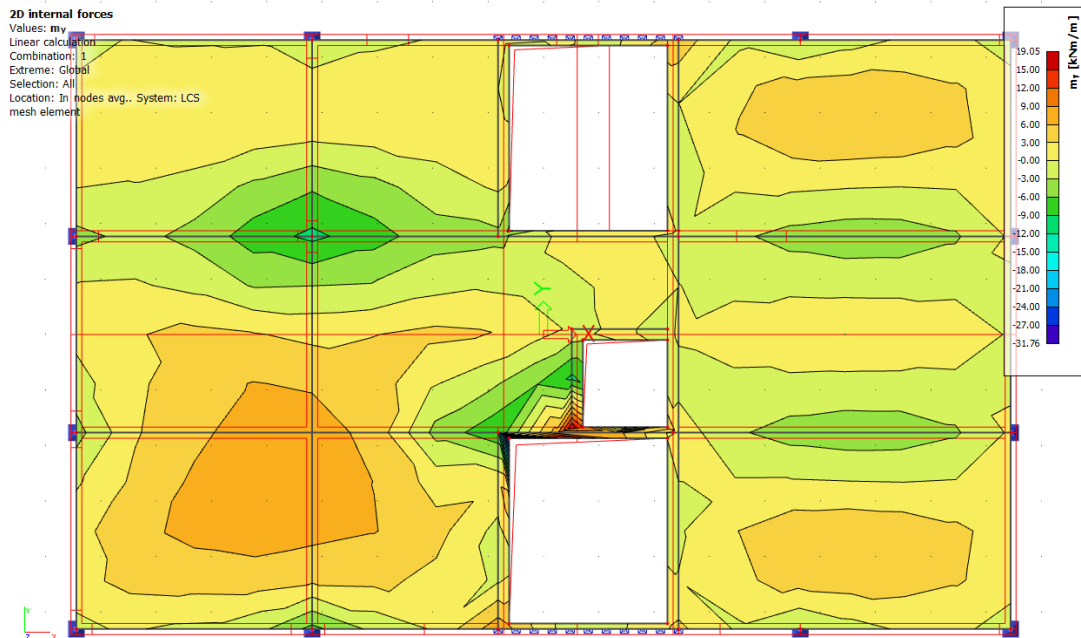
$m_x=-68.13$

kNm

<b>Dimenzioniranje na moment savijanja:</b>	
<u>Proračun armature u polju:</u>	
$\mu_{Ed}=0.071$ $\zeta=0.944$ ; $\xi=0.153$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.077$ : $\epsilon_{s1}=10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2}=1.8 \text{ ‰}$ ;
$A_{s1}=3.74 \text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: Q -503 (<math>A_{s1}=5.03 \text{ cm}^2</math>)</b>	
<u>Proračun armature nad ležajem:</u>	
$\mu_{Ed}=0.071$ $\zeta=0.944$ ; $\xi=0.153$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.077$ : $\epsilon_{s1}=10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2}=1.8 \text{ ‰}$ ;
$A_{s1}=3.74 \text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: Q-503 (<math>A_{s1}=5.03 \text{ cm}^2</math>)</b>	
<u>Proračun armature nad ležajem (lokalno):</u>	
$\mu_{Ed}=0.129$ $\zeta=0.910$ ; $\xi=0.225$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.134$ : $\epsilon_{s1}=10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2}=2.9 \text{ ‰}$ ;
$A_{s1}=7.08 \text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM (lokalno) : Q-503+6Φ14 (<math>A_{s1}=14.27 \text{ cm}^2</math>)</b>	

## KONTROLA GRANIČNOG STANJA UPORABLJIVOSTI

## Kontrola pukotina



Slika 68 Vrijednost momenata savijanja za GSU

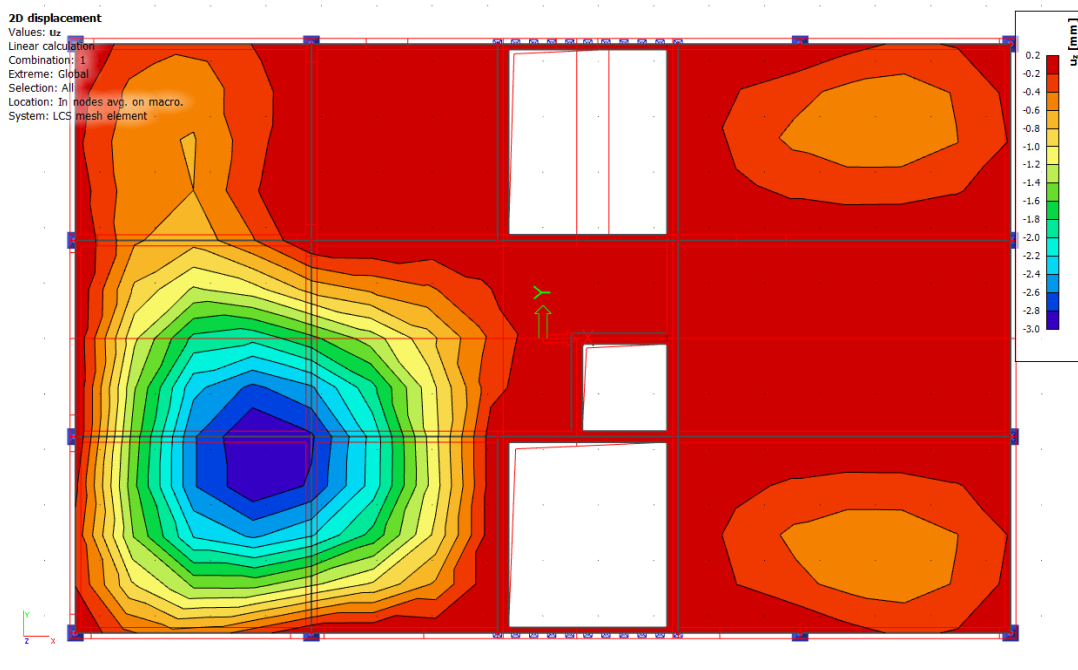
## GSU-Kontrola pukotina:

 $k_t=0.4$ ;  $E_s=200$  Gpa;  $E_{cm}=31.47$  Mpa;  $\alpha_e=6.36$ 
 $\rho_{p,eff}=0.0067$ ;  $x=2.28$  cm;  $\sigma_s=24.56$  kN/cm<sup>2</sup>=245.65 MPa

 $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}=0.000751 > 0.000636$ 
 $\Phi=8$ ;  $c=30$ mm;  $k_1=0.8$ ;  $k_2=0.5$ ;  $k_3=3.4$ ;  $k_4=0.425$        $s_{r,max}=304.78$  mm

 $w_k=0.23 < w_g=0.3$ mm PUKOTINE ZADOVOLJAVAJU

## Kontrola progiba:



Slika 69 Vrijednost progiba na ploči

## Kontrola progiba:

$\delta_{lim}=3.01 \text{ cm}$ ;  $f_{cm}=33 \text{ Mpa}$ ;  $f_{ctm}=2.56 \text{ Mpa}$ ;  $\alpha_{el}=6.36$ ;  $A_{s1}=5.03 \text{ cm}^2$ ;  $A_{s2}=5.03 \text{ cm}^2$ ;

$I_1=35731.68 \text{ cm}^4$   $1/r_1=1.69 \cdot 10^{-6}$

$\chi=2.58 \text{ cm}$ ;  $I_2=4048.92 \text{ cm}^4$ ;  $1/r_2=1.49 \cdot 10^{-5}$   $\sigma_{s1}=311.97 \text{ MPa}$ ;  $M_{cr}=14.08 \text{ kNm}$ ;  $\sigma_{sr}=230.58 \text{ MPa}$

$\zeta=0.72$ ;  $1/r_m=6.99 \cdot 10^{-6}$

$\delta_{tot}=\mathbf{0.36 \text{ cm}} < \delta_{tot} \mathbf{3.01 \text{ cm}}$  PROGIBI ZADOVOLJAVAJU

**ODABRANA ARMATURA:**

Donja zona: Q-503 u kraćem smjeru (od oslonca do oslonca), sa preklopom ne manjim od 60cm.

Gornja zona: Q-503 iznad ležajeva sa preklopom ne manjim od 60cm, po rubovima ugraditi Q-283 minimalne širine pola armaturne mreže. Dio oko otvora armirati sa istoimenom mrežom uz konstruktivnu uzdužnu i poprečnu armaturu!

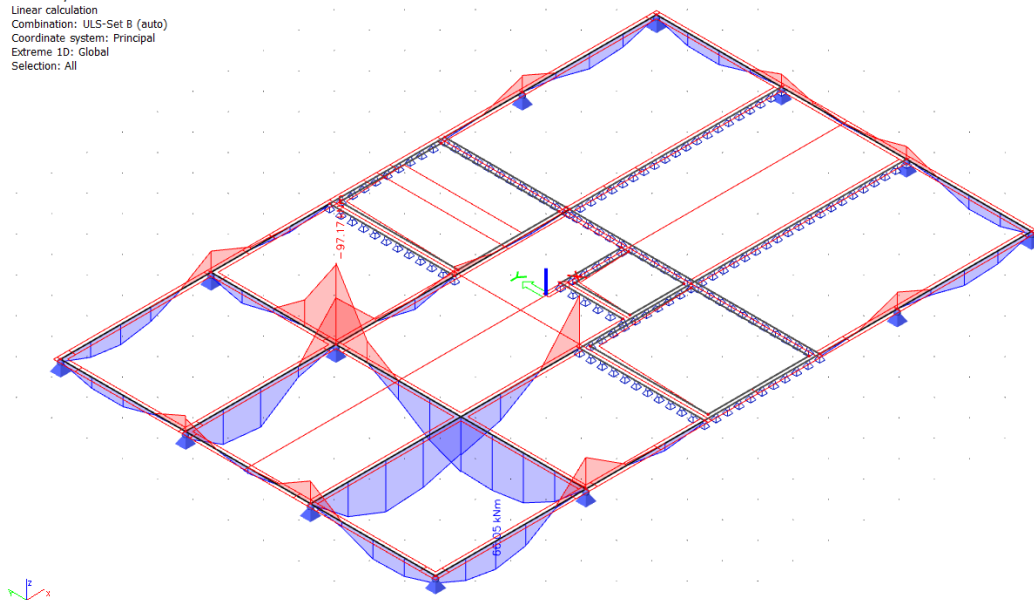
Sve slobodne rubove armirati konstruktivnom armaturom i to sa:

- uzdužno, sa šipkama **4Φ14**, sa preklopom od 90cm.
- Oko svih otvora postaviti **6Φ14**, sa preklopom od 100cm.
- poprečno sa „U“ vilicama **Φ10/20cm** duljine minimalno 60cm.
- oko otvora u ploči postaviti vilice **Φ10/20cm** duljine minimalno 100cm.

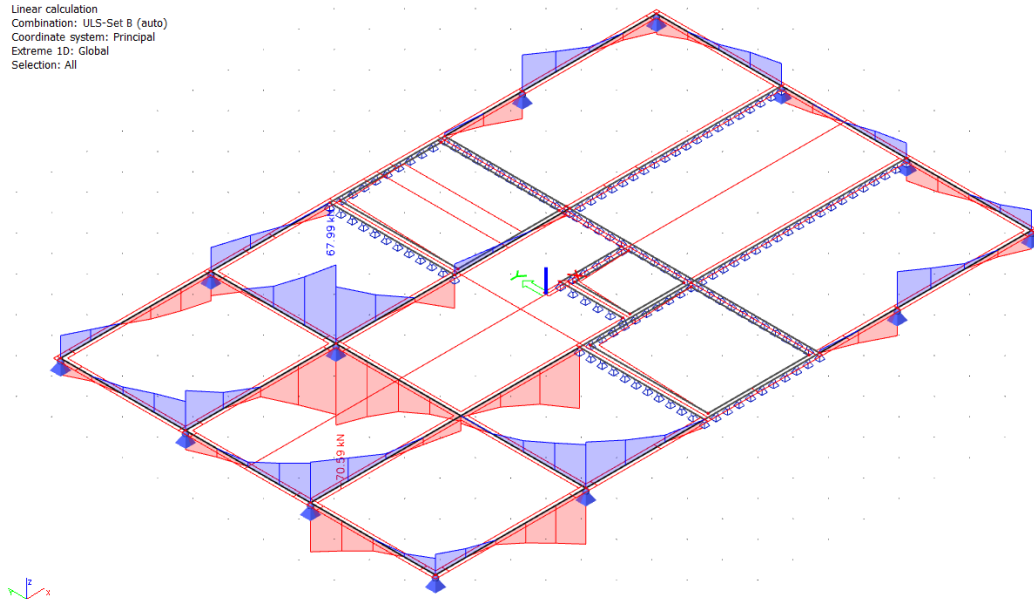
NAPOMENA: vidi armaturne planove

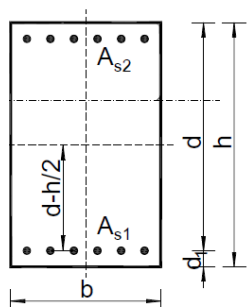
## POZICIJA 200-GREDNI NOSAČI, C25/30

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

Slika 70 Dijagram momenta savijanja na gredama  $M_y$ 

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

Slika 71 Dijagram poprecnih sila na gredama  $V_z$

**Poprečni presjek grede:**

$b=20$  cm  
 $h=50$  cm  
 $d=47$  cm  
 $d_1=3$  cm

**BETON:**

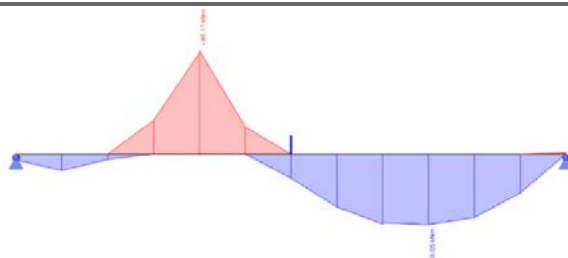
C25/30

 $f_{ck}=25.0$  Mpa $f_{cd}=25.0/1.5=16.67$  Mpa $f_{cd}=1.67$  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 201A:

**Dimenzioniranje na moment savijanja:****Proračun armature u polju:**

$\mu_{Ed}=0.089$   
 $\xi=0.174$

Iz tablice očitano za  $\mu_{Ed}=0.094$  :  $\epsilon_{s1}=10.0$  ‰;  $\epsilon_{c2}=2.1$  ‰;  $\zeta=0.934$  ;

 $A_{s1}=3.46$  cm<sup>2</sup>**ODABRANA ARMATURA U POLJU: 3 $\Phi$ 14 ( $A_{s1}=4.62$  cm<sup>2</sup>)****Proračun armature nad ležajem:**

$\mu_{Ed}=0.131$   
 $\xi=0.225$

Iz tablice očitano za  $\mu_{Ed}=0.134$ :  $\epsilon_{s1}=10.0$  ‰;  $\epsilon_{c2}=2.9$  ‰;  $\zeta=0.910$  ;

 $A_{s1}=5.22$  cm<sup>2</sup>**ABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: 4 $\Phi$ 14 ( $A_{s1}=6.16$  cm<sup>2</sup>)**

Dimenzioniranje na poprečnu silu:	
$\rho_l=0.0108 \quad k=1.65 \quad k_1=0.15 \quad C_{Rdc}=0.12$	
$V_{Rd,c}=55\,880.25 \text{ N}=55.88 \text{ kN}$	$V_{Rd,c} \geq [v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cm}] \cdot b_w \cdot d = 34.93 \text{ kN}$
$V_{Rd,max}=423.0 \text{ kN} > V_{Ed,max}$	$V_{Ed,max}/V_{Rd,max}=0.17$
$s_{\max}=30.0 \text{ cm}$	Potrebna računaska armatura: $A_{sw,\min}=0.228 \text{ cm}^2$ odabrano: $\Phi 8/30\text{cm}$ ( $A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2$ )
$V_{Rd,s}=52.17 \text{ kN}$	$s_w \leq 25.99 \text{ cm}$
<b>ODABRANE SPONE : <math>\Phi 8/20\text{cm}</math> (<math>A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2</math>)</b>	
<b>GSU-Kontrola pukotina:</b>	
$k_t=0.4; E_s=200 \text{ Gpa}; E_{cm}=31.47 \text{ Mpa}; \alpha_e=6.36$	
$\rho_{p,\text{eff}}=0.0335; x=10.76\text{cm}; \sigma_s=27.62 \text{ kN/cm}^2=276.23 \text{ MPa}$	
$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}=0.001193 > 0.000829$	
$\Phi=14; c=30\text{mm}; k_1=0.8; k_2=0.5; k_3=3.4; k_4=0.425$	$s_{r,\max}=172.97\text{mm}$
$w_k=0.20 < w_g=0.3\text{mm}$ PUKOTINE ZADOVOLJAVAJU	
<b>Kontrola progiba:</b>	
$\delta_{\text{lim}}=4.168 \text{ cm}; f_{cm}=33 \text{ Mpa}; f_{ctm}=2.56 \text{ Mpa}; \alpha_{el}=6.36; A_{s1}=4.62\text{cm}^2; A_{s2}=6.16 \text{ cm}^2;$	
$I_1=241492.02\text{cm}^4 \quad 1/r_1=7.93 \cdot 10^{-7}$	
$x=10.37 \text{ cm}; I_2=48956.86 \text{ cm}^4; 1/r_2=3.91 \cdot 10^{-6}; \sigma_{s1}=299.84 \text{ MPa}; M_{cr}=27.5 \text{ kNm}; \sigma_{sr}=623.73 \text{ MPa}$	
$\zeta=1.16; 1/r_m=2.04 \cdot 10^{-6}$	
<b><math>\delta_{\text{tot}}=0.20\text{cm} &lt; \delta_{\text{tot}}=4.168\text{cm}</math> PROGIBI ZADOVOLJAVAJU</b>	



## Dimenzioniranje grede POZ 201:

Dimenzioniranje na moment savijanja:	
ion: B1	
<u>Proračun armature u polju:</u>	
$\mu_{Ed}=0.031$ $\xi=0.099$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.037$ : $\epsilon_{s1}=10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2}=1.1 \text{ ‰}$ ; $\zeta=0.968$ ;
$A_{s1}=1.15 \text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: 2<math>\Phi</math>14 (<math>A_{s1}=3.08 \text{ cm}^2</math>)</b>	
<u>Proračun armature nad ležajem:</u>	
$\mu_{Ed}=0.037$ $\xi=0.107$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.042$ : $\epsilon_{s1}=10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2}=1.2 \text{ ‰}$ ; $\zeta=0.962$ ;
$A_{s1}=1.37 \text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: 2<math>\Phi</math>14 (<math>A_{s1}=3.08 \text{ cm}^2</math>)</b>	

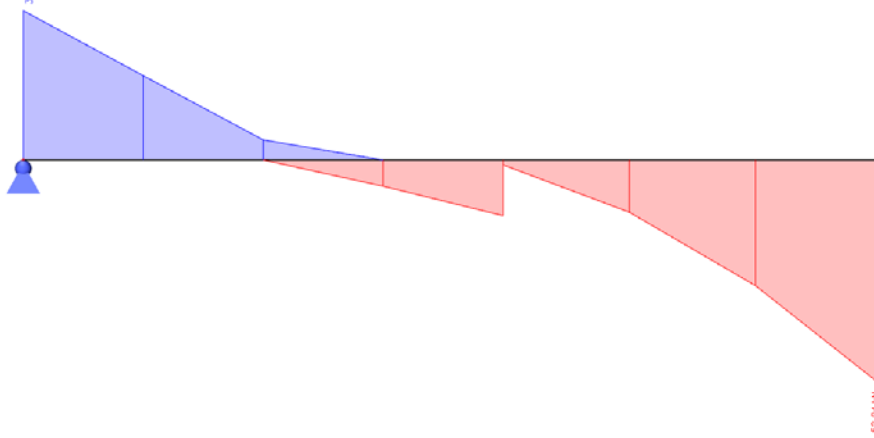
Dimenzioniranje na poprečnu silu:	
$\rho_l=0.0108 \quad k=1.65 \quad k_1=0.15 \quad C_{Rdc}=0.12$	
$V_{Rd,c}=55\,880.25 \text{ N}=55.88 \text{ kN}$	$V_{Rd,c} \geq [v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cm}] \cdot b_w \cdot d = 34.93 \text{ kN}$
$V_{Rd,max}=423.0 \text{ kN} > V_{Ed,max}$	$V_{Ed,max} / V_{Rd,max}=0.17$
$s_{\max}=30.0 \text{ cm}$	Potrebna računaska armatura: $A_{sw,\min}=0.228 \text{ cm}^2$ odabrano: $\Phi 8/30\text{cm}$ ( $A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2$ )
$V_{Rd,s}=52.17 \text{ kN}$	$S_w \leq 52.18 \text{ cm}$
<b>ODABRANE SPONE : <math>\Phi 8/30\text{cm}</math> (<math>A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2</math>)</b>	

## Dimenzioniranje grede POZ 202:

Dimenzioniranje na moment savijanja:	
<p> <small>           y            tulation            on: ULS-Set B (auto)            r system: Principal            Dr: Global            B4         </small> </p>	
<u>Proračun armature u polju:</u>	
$\mu_{Ed}=0.084$ $\xi=0.167$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.089$ : $\epsilon_{s1}=10.0\text{‰}$ ; $\epsilon_{c2}=2.0\text{‰}$ ; $\zeta=0.938$ ;
$A_{s1}=3.12\text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: 3<math>\Phi</math>14 (<math>A_{s1}=4.62\text{ cm}^2</math>)</b>	
<u>Proračun armature nad ležajem:</u>	
$\mu_{Ed}=0.085$ $\xi=0.167$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.089$ : $\epsilon_{s1}=10.0\text{‰}$ ; $\epsilon_{c2}=2.0\text{‰}$ ; $\zeta=0.938$ ;
$A_{s1}=3.27\text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: 3<math>\Phi</math>14 (<math>A_{s1}=4.62\text{ cm}^2</math>)</b>	

### Dimenzioniranje na poprečnu silu:

Coordinate System: Principal  
Extreme 1D: Global  
Selection: B4



$$\rho_l = 0.0108 \quad k = 1.65 \quad k_1 = 0.15 \quad C_{Rdc} = 0.12$$

$$V_{Rd,c} = 55\,880.25 \text{ N} = 55.88 \text{ kN} \quad V_{Rd,c} \geq [v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cm}] \cdot b_w \cdot d = 34.93 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = 423.0 \text{ kN} > V_{Ed,max} \quad V_{Ed,max} / V_{Rd,max} = 0.17$$

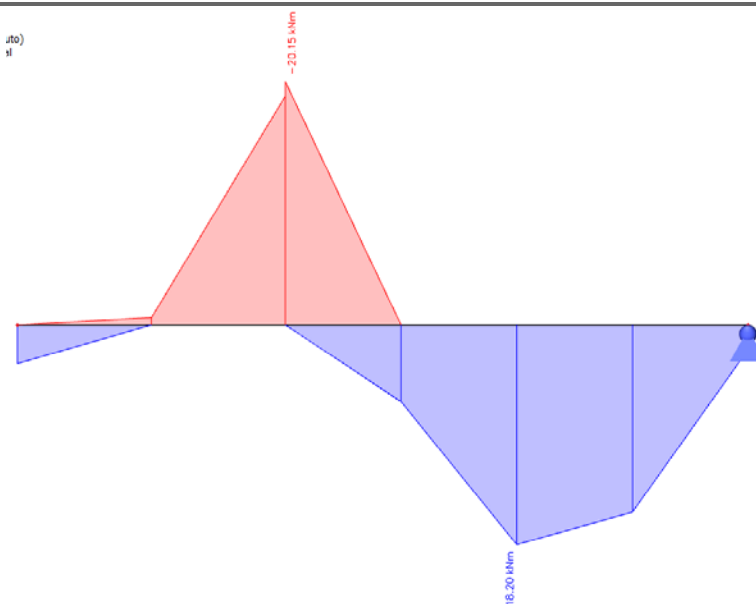
$$s_{\max} = 30.0 \text{ cm} \quad \text{Potrebna računaska armatura: } A_{sw,\min} = 0.228 \text{ cm}^2 \quad \text{odabrano: } \Phi 8/30\text{cm} \quad (A_{sw} = 0.50 \text{ cm}^2)$$

$$V_{Rd,s} = 61.30 \text{ kN} \quad S_w \leq 34.66 \text{ cm}$$

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

## Dimenzioniranje grede POZ 203:

## Dimenzioniranje na moment savijanja:

Proračun armature u polju:

$$\mu_{Ed}=0.024$$

$$\xi=0.083$$

Iz tablice očitano za  $\mu_{Ed}=0.026$  :  $\epsilon_{s1}=10.0\text{‰}$ ;  $\epsilon_{c2}=0.9\text{‰}$ ;  $\zeta=0.971$  ;

$$A_{s1}=0.91\text{cm}^2$$

**ODABRANA ARMATURA U POLJU: 2 $\Phi$ 14 ( $A_{s1}=3.16\text{ cm}^2$ )**

Proračun armature nad ležajem:

$$\mu_{Ed}=0.027$$

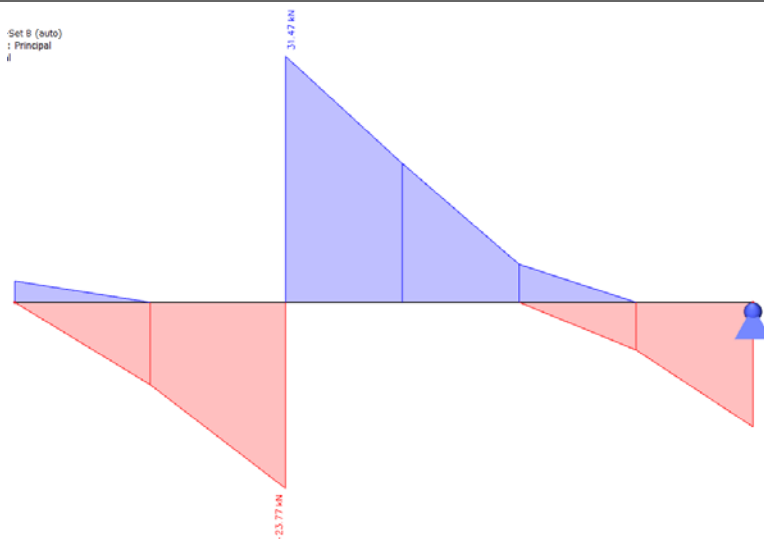
$$\xi=0.091$$

Iz tablice očitano za  $\mu_{Ed}=0.031$ :  $\epsilon_{s1}=10.0\text{‰}$ ;  $\epsilon_{c2}=1.0\text{‰}$ ;  $\zeta=0.968$  ;

$$A_{s1}=1.01\text{ cm}^2$$

**ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: 2 $\Phi$ 14 ( $A_{s1}=3.16\text{ cm}^2$ )**

### Dimenzioniranje na poprečnu silu:



$$\rho_l = 0.0108 \quad k = 1.65 \quad k_1 = 0.15 \quad C_{Rdc} = 0.12$$

$$V_{Rd,c} = 55\,880.25 \text{ N} = 55.88 \text{ kN} \quad V_{Rd,c} \geq [v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cm}] \cdot b_w \cdot d = 34.93 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = 423.0 \text{ kN} > V_{Ed,max} \quad V_{Ed,max} / V_{Rd,max} = 0.17$$

$$s_{\max} = 30.0 \text{ cm} \quad \text{Potrebna računaska armatura: } A_{sw,\min} = 0.228 \text{ cm}^2 \quad \text{odabrano: } \Phi 8/30\text{cm} \quad (A_{sw} = 0.50 \text{ cm}^2)$$

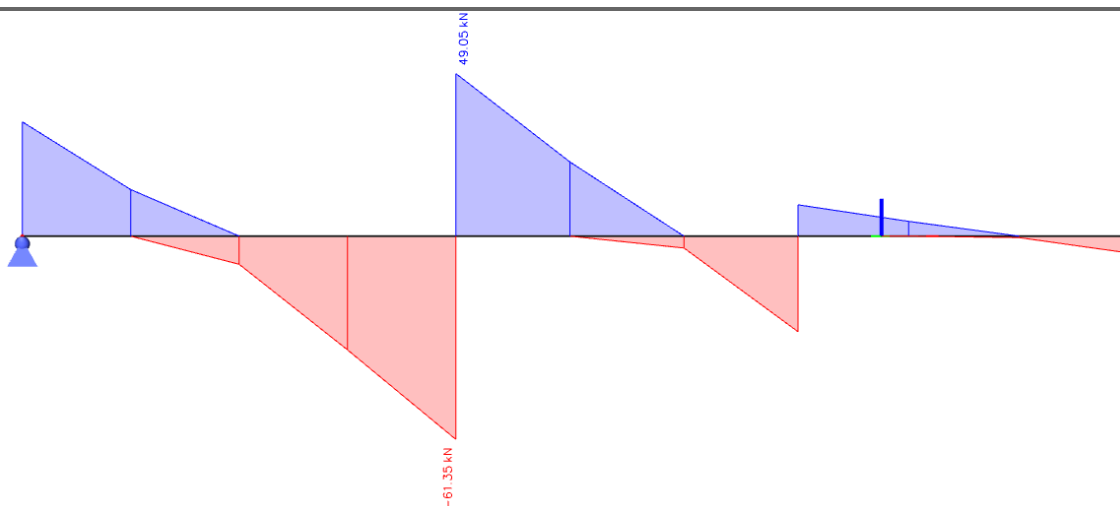
$$V_{Rd,s} = 61.30 \text{ kN} \quad s_w \leq 58.31 \text{ cm}$$

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

## Dimenzioniranje grede POZ 204:

Dimenzioniranje na moment savijanja:	
<b>Proračun armature u polju:</b>	
$\mu_{Ed}=0.063$ $\xi=0.138$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.065$ : $\epsilon_{s1}=10.0\text{‰}$ ; $\epsilon_{c2}=1.6\text{‰}$ ; $\zeta=0.950$ ;
$A_{s1}=2.39 \text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: 2<math>\Phi</math>14 (<math>A_{s1}=3.08 \text{ cm}^2</math>)</b>	
<b>Proračun armature nad ležajem:</b>	
$\mu_{Ed}=0.075$ $\xi=0.153$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.077$ : $\epsilon_{s1}=10.0\text{‰}$ ; $\epsilon_{c2}=1.8\text{‰}$ ; $\zeta=0.944$ ;
$A_{s1}=2.89 \text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: 2<math>\Phi</math>14 (<math>A_{s1}=3.08 \text{ cm}^2</math>)</b>	

### Dimenzioniranje na poprečnu silu:



$$\rho_l=0.0108 \quad k=1.65 \quad k_1=0.15 \quad C_{Rdc}=0.12$$

$$V_{Rd,c}=55\,880.25 \text{ N}=55.88 \text{ kN} \quad \mathbf{V_{Rd,c} \geq [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cm}] \cdot b_w \cdot d = 34.93 \text{ kN}}$$

$$V_{Rd,max}=423.0 \text{ kN} > V_{Ed,max} \quad V_{Ed,max} / V_{Rd,max}=0.15$$

$$s_{max}=30.0 \text{ cm} \quad \text{Potrebna računska armatura: } A_{sw,min}=0.228 \text{ cm}^2 \quad \text{odabrano: } \Phi 8/30\text{cm} (A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2)$$

$$V_{Rd,s}=61.30 \text{ kN} \quad S_w \leq 29.91 \text{ cm}$$

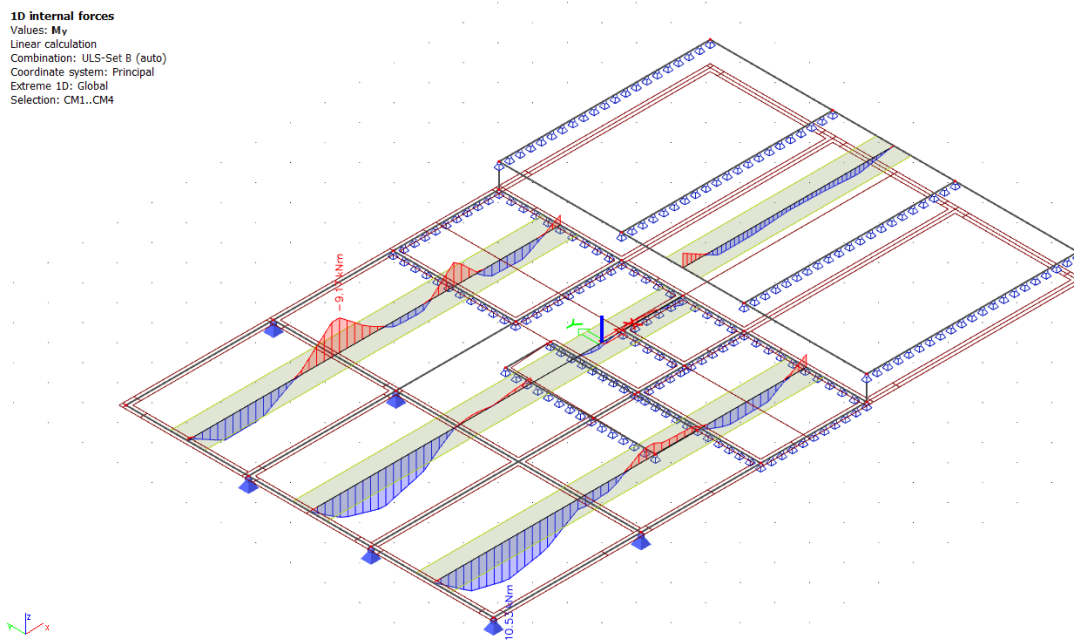
$$\text{ODABRANE SPONE : } \Phi 8/25\text{cm} (A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2)$$



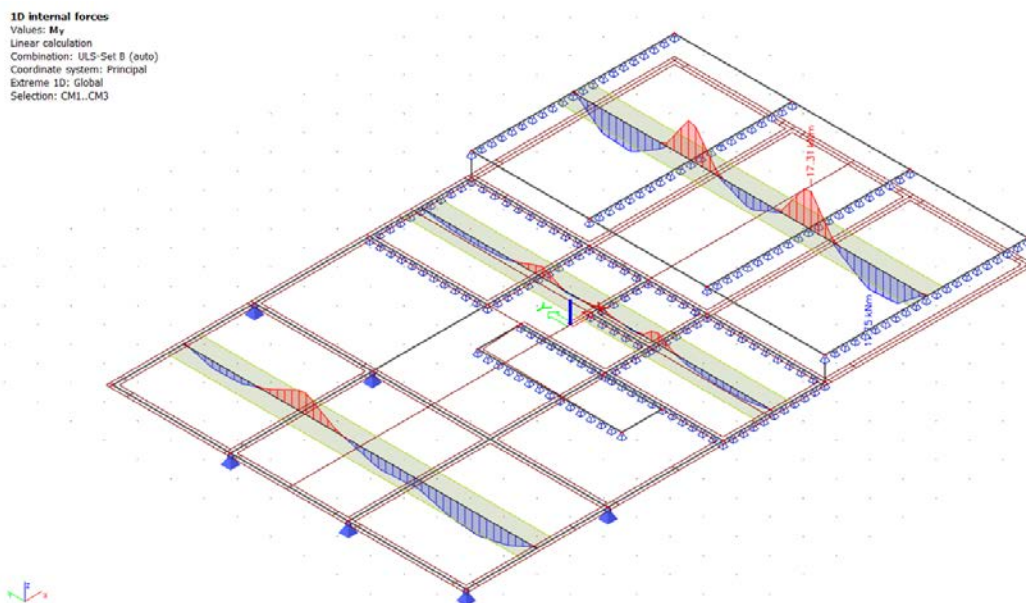
## POZICIJA 100

Pozicija 101-krovna ploča d=16cm; C25/30, dimenzioniranje na savijanje

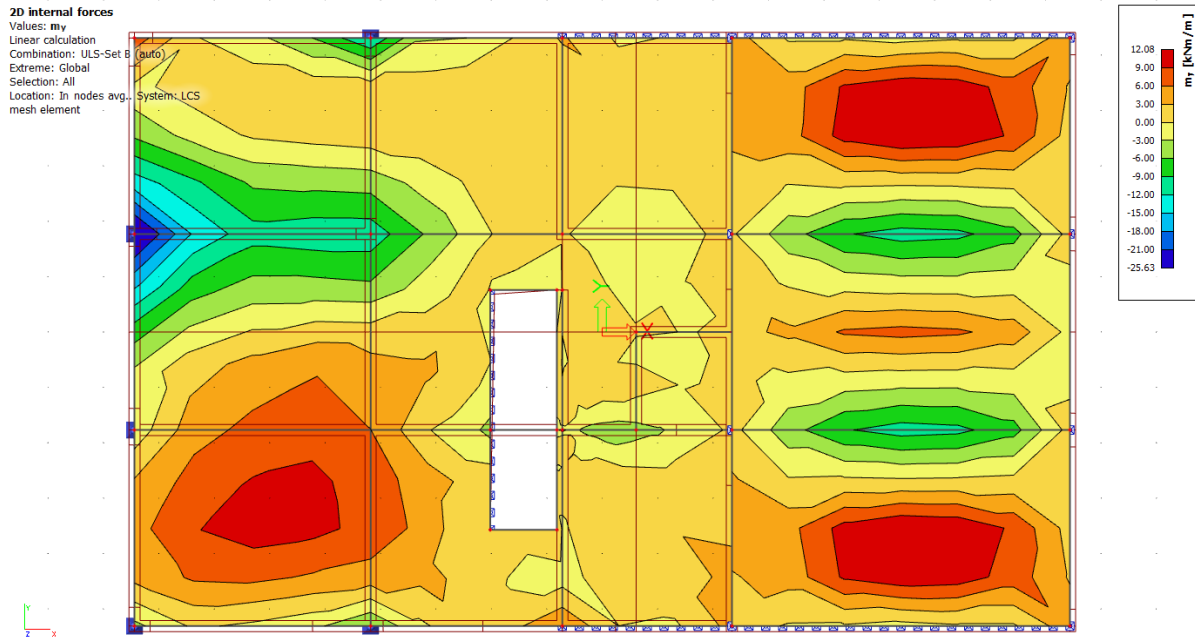
Dijagrami reznih sila:



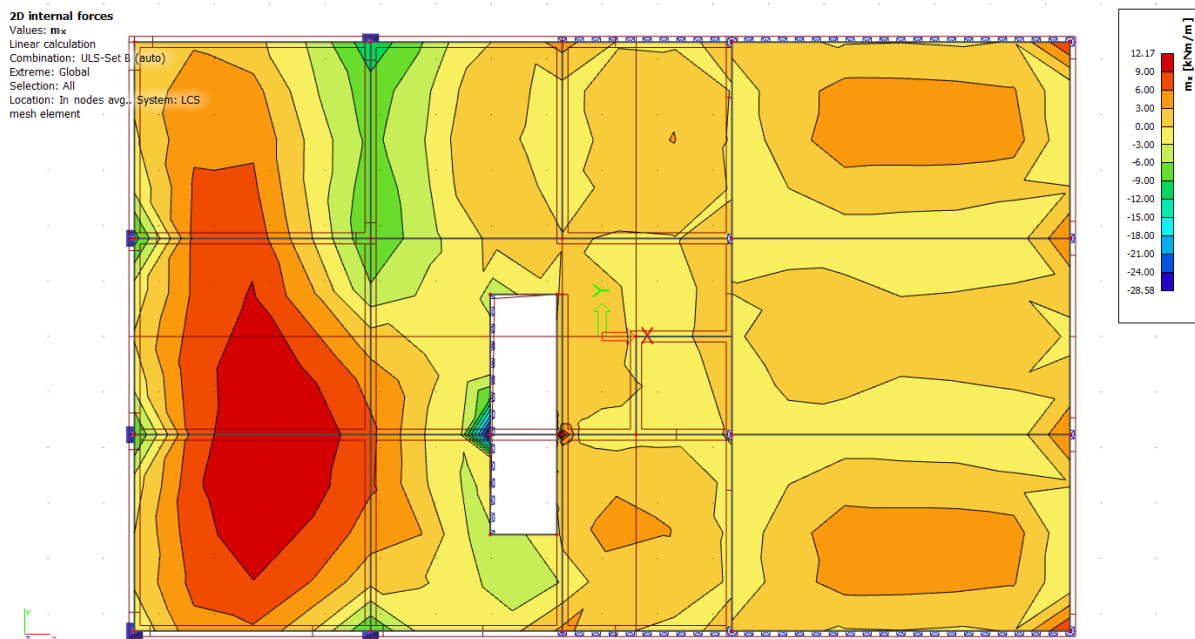
Slika 72 1D dijagram momenata savijanja  $M_y$  (duži smijer)



Slika 73 1D dijagram momenata savijanja  $M_y$  (kraći smijer)

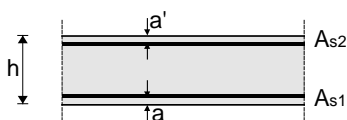


Slika 74 2D dijagram momenata savijanja  $M_y$



Slika 75 2D dijagram momenata savijanja  $M_x$

Poprečni presjek ploče:



$$h=16.0 \text{ cm}$$

$$d=13.0 \text{ cm}$$

$$a=a'=3.0 \text{ cm}$$

**BETON:**

C25/30

$$f_{ck}=25.0 \text{ Mpa}$$

$$f_{cd}=25.0/1.5=16.67 \text{ Mpa}$$

$$f_{cd}=1.67 \text{ kN/cm}^2$$

**ARMATURA:**

B500B

$$f_{yk}=500.0 \text{ Mpa}$$

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

$$f_{yd}=43.48 \text{ kN/cm}^2$$

Maksimalni moment očitani u dijagramima momenata savijanja iznose:

U POLJU:  $m_x=12.17 \text{ kNm}$

NA LEŽAJU:  $m_x=9.00 \text{ kNm}$

LOKALNO:

$m_x=28.58 \text{ kNm}$

$m_y=12.08 \text{ kNm}$

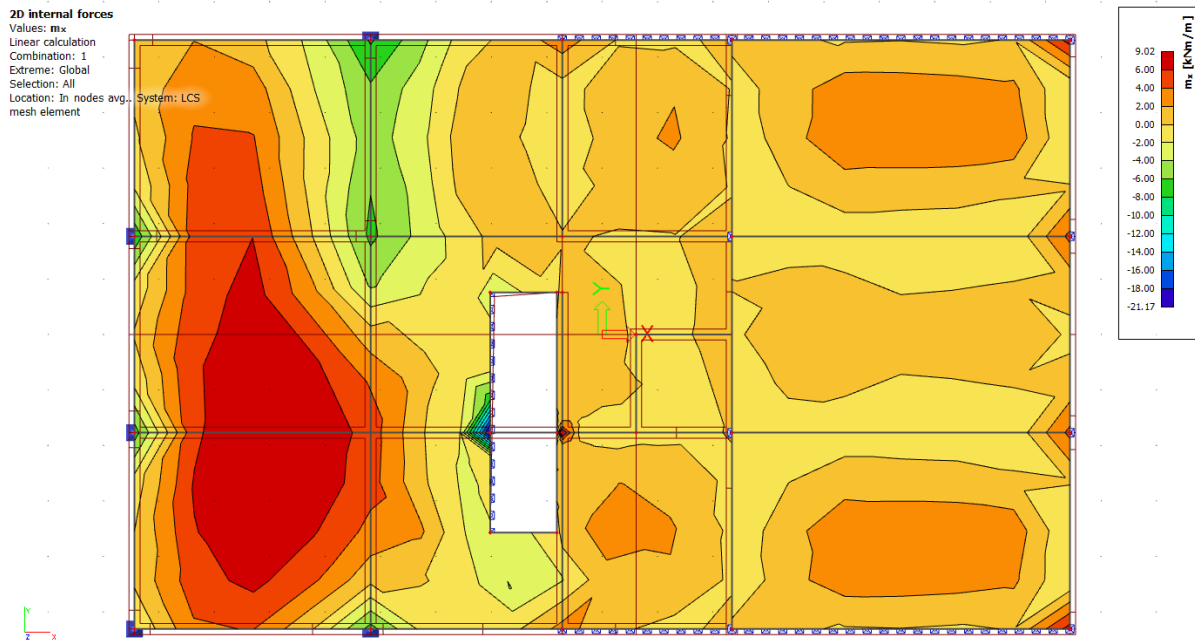
$m_y=12.00 \text{ kNm}$

$m_y=25.63 \text{ kNm}$

<b>Dimenzioniranje na moment savijanja:</b>	
<u>Proračun armature u polju:</u>	
$\mu_{Ed}=0.043$ $\xi=0.115$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.048$ : $\epsilon_{s1}=10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2}=1.3 \text{ ‰}$ ; $\zeta=0.959$ ;
$A_{s1}=2.24 \text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: Q-385 (<math>A_{s1}=3.85 \text{ cm}^2</math>)</b>	
<u>Proračun armature nad ležajem:</u>	
$\mu_{Ed}=0.043$ $\xi=0.115$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.048$ : $\epsilon_{s1}=10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2}=1.3 \text{ ‰}$ ; $\zeta=0.959$ ;
$A_{s1}=2.21 \text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: Q-385 (<math>A_{s1}=3.85 \text{ cm}^2</math>)</b>	
<u>Proračun armature nad ležajem (lokalno):</u>	
$\mu_{Ed}=0.101$ $\xi=0.187$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.105$ : $\epsilon_{s1}=10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2}=2.3 \text{ ‰}$ ; $\zeta=0.928$ ;
$A_{s1}=5.44 \text{ cm}^2$ <b><math>1.79 \text{ cm}^2 \geq 1.69 \text{ cm}^2</math></b>	<b><math>A_{s,min} =</math></b>
<b>ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: Q-785 (<math>A_{s1}=7.85 \text{ cm}^2</math>)</b>	

## KONTROLA GRANIČNOG STANJA UPORABLJIVOSTI

## Kontrola pukotina

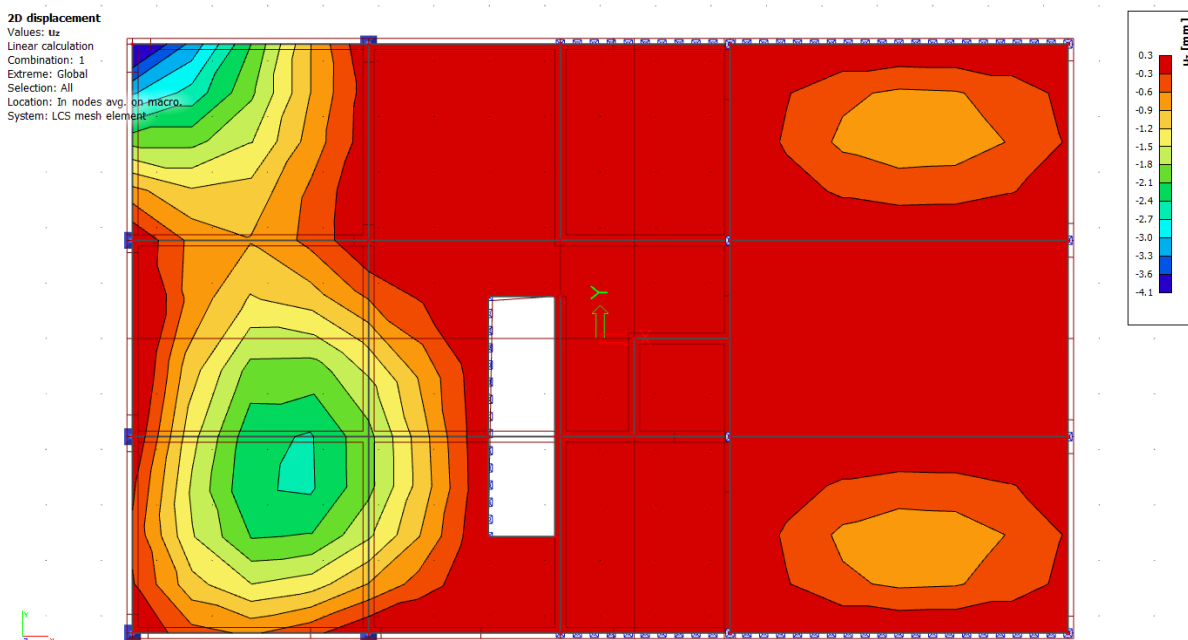


Slika 76 Vrijednost momenata savijanja za GSU

## GSU-Kontrola pukotina:

 $k_t=0.4$ ;  $E_s=200 \text{ Gpa}$ ;  $E_{cm}=31.47 \text{ Mpa}$ ;  $\alpha_e=6.36$ 
 $\rho_{p,eff}=0.00924$ ;  $x=2.97 \text{ cm}$ ;  $\sigma_s=25.43 \text{ kN/cm}^2=254.37 \text{ MPa}$ 
 $\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}=0.000676 > 0.000463$ 
 $\Phi=7$ ;  $c=30 \text{ mm}$ ;  $k_1=0.8$ ;  $k_2=0.5$ ;  $k_3=3.4$ ;  $k_4=0.425$        $S_{r,max}=230.79 \text{ mm}$ 
 $w_k=0.15 < w_g=0.3 \text{ mm}$  PUKOTINE ZADOVOLJAVAJU

## Kontrola progiba:



Slika 77 Vrijednost progiba na ploči

## Kontrola progiba:

$\delta_{lim}=3.01$  cm;  $f_{cm}=33$  Mpa;  $f_{ctm}=2.56$  Mpa;  $\alpha_{el}=6.36$ ;  $A_{s1}=6.36$  cm<sup>2</sup>;  $A_{s2}=5.03$  cm<sup>2</sup>;

$I_1=35\ 356.72$  cm<sup>4</sup>  $1/r_1=1.90 \cdot 10^{-6}$

$\chi=2.28$ cm;  $I_2=3219.20$  cm<sup>4</sup>;  $1/r_2=2.08 \cdot 10^{-5}$   $\sigma_{s1}=449.36$  MPa;  $M_{cr}=14.08$  kNm;  $\sigma_{sr}=289.86$  MPa

$\zeta=0.78$ ;  $1/r_m=9.50 \cdot 10^{-6}$

$\delta_{tot}=0.49$ cm <  $\delta_{tot}$  3.01cm PROGIBI ZADOVOLJAVAJU

**ODABRANA ARMATURA:**

Donja zona: Q-385 u kraćem smjeru (od oslonca do oslonca), sa preklopom ne manjim od 60cm.

Gornja zona: Q-385 iznad ležajeva sa preklopom ne manjim od 60cm, po rubovima ugraditi Q-283 minimalne širine pola armaturne mreže. Dio oko otvora armirati sa istoimenom mrežom uz konstruktivnu uzdužnu i poprečnu armaturu!

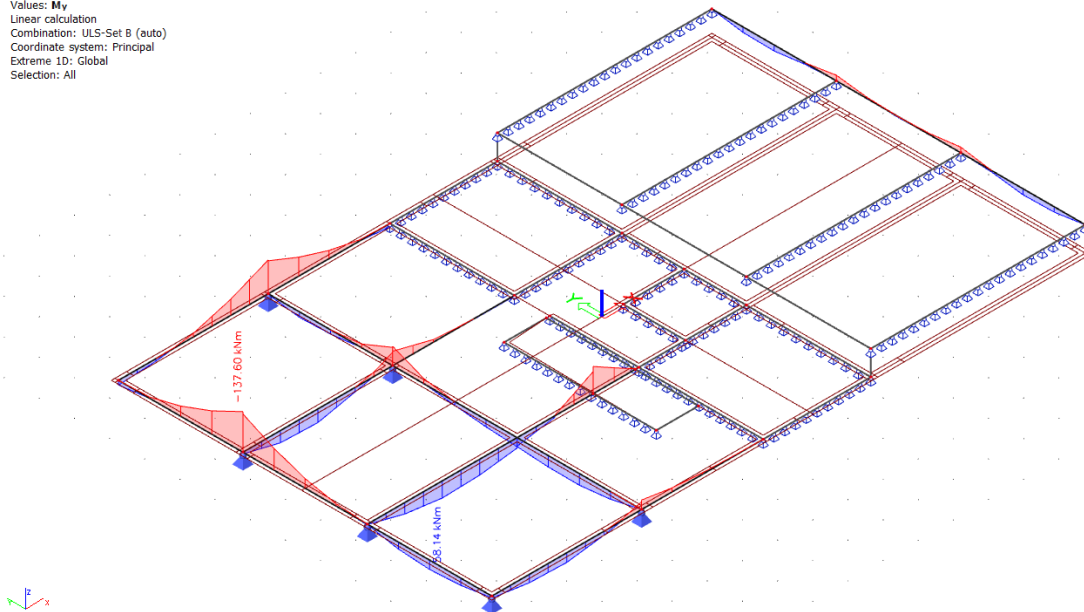
Sve slobodne rubove armirati konstruktivnom armaturom i to sa:

- uzdužno, sa šipkama **4Φ14**, sa preklopom od 90cm.
- Oko svih otvora postaviti **4Φ14**, sa preklopom od 100cm.
- poprečno sa „U“ vilicama **Φ10/20cm** duljine minimalno 60cm.
- oko otvora u ploči postaviti vilice **Φ10/20cm** duljine minimalno 100cm.

NAPOMENA: vidi armaturne planove

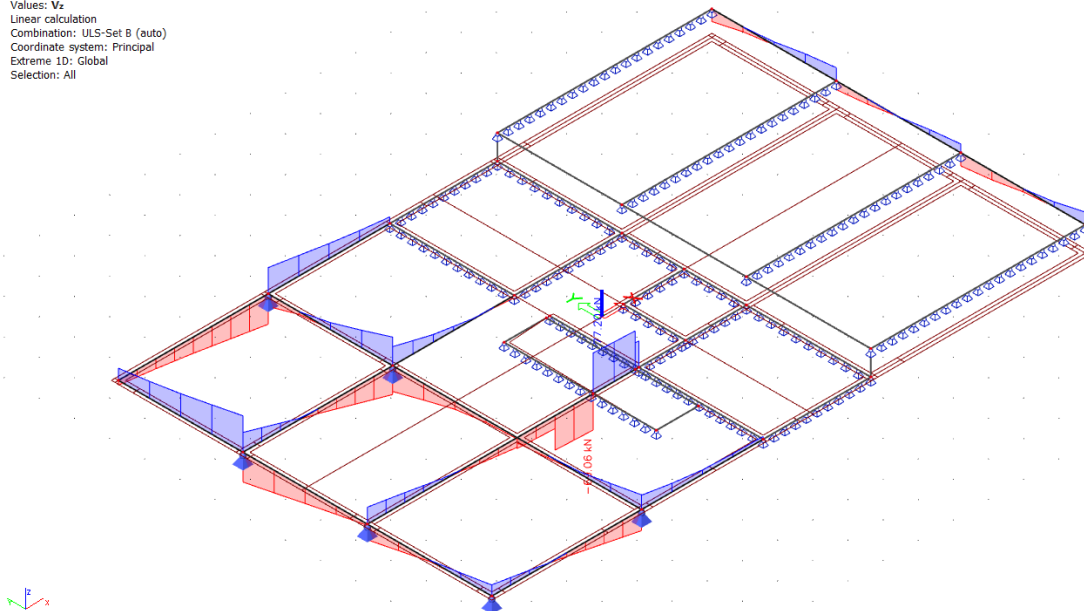
## POZICIJA 100-GREDNI NOSAČI, C25/30

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

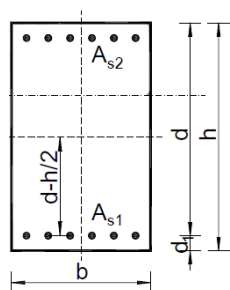


Slika 78 Dijagram momenata savijanja  $M_y$  na gredama

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



Slika 79 Dijagram poprečnih sila  $V_z$  na gredama

**Poprečni presjek grede:**

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

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

$$d=47 \text{ cm}$$

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

**BETON:**

C25/30

$$f_{ck}=25.0 \text{ Mpa}$$

$$f_{cd}=25.0/1.5=16.67 \text{ Mpa}$$

$$f_{cd}=1.67 \text{ kN/cm}^2$$

**ARMATURA:**

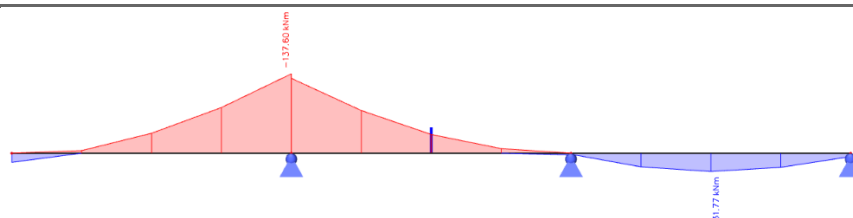
B500B

$$f_{yk}=500.0 \text{ Mpa}$$

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

$$f_{yd}=43.48 \text{ kN/cm}^2$$

## Dimenzioniranje grede POZ 102A:

**Dimenzioniranje na moment savijanja:****Proračun armature u polju:**

$\mu_{Ed}=0.187$ -dvostruko armirani presjek Iz tablice očitano za  $\mu_{Ed}=0.159$ :  $\epsilon_{s1}=10.0\text{‰}$ ;  $\epsilon_{c2}=3.5\text{‰}$ ;  $\zeta=0.892$ ;  $\xi=0.259$

$$A_{s1}=7.50 \text{ cm}^2 \quad A_{s2}=1.08 \text{ cm}^2$$

**ODABRANA ARMATURA U POLJU: 4 $\Phi$ 16 ( $A_{s1}=8.04\text{cm}^2$ )**

**Proračun armature nad ležajem:**

$\mu_{Ed}=0.043$  Iz tablice očitano za  $\mu_{Ed}=0.048$ :  $\epsilon_{s1}=10.0\text{‰}$ ;  $\epsilon_{c2}=1.3\text{‰}$ ;  $\zeta=0.959$ ;  $\xi=0.115$

$$A_{s1}=1.62 \text{ cm}^2$$

**ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: 2 $\Phi$ 14 ( $A_{s1}=3.06 \text{ cm}^2$ )**



Dimenzioniranje na poprečnu silu:	
$\rho_l=0.0108 \quad k=1.65 \quad k_1=0.15 \quad C_{Rdc}=0.12$	
$V_{Rd,c}=55\,880.25 \text{ N}=55.88 \text{ kN}$	$V_{Rd,c} \geq [v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cm}] \cdot b_w \cdot d = 34.93 \text{ kN}$
$V_{Rd,max}=423.0 \text{ kN} > V_{Ed,max}$	$V_{Ed,max} / V_{Rd,max}=0.13$
$s_{max}=30.0 \text{ cm}$	Potrebna računaska armatura: $A_{sw,min}=0.228 \text{ cm}^2$ odabrano: $\Phi 8/30\text{cm}$ ( $A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2$ )
$V_{Rd,s}=61.30 \text{ kN}$	$S_w \leq 33.02 \text{ cm}$
<b>ODABRANE SPONE : <math>\Phi 8/30\text{cm}</math> (<math>A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2</math>)</b>	

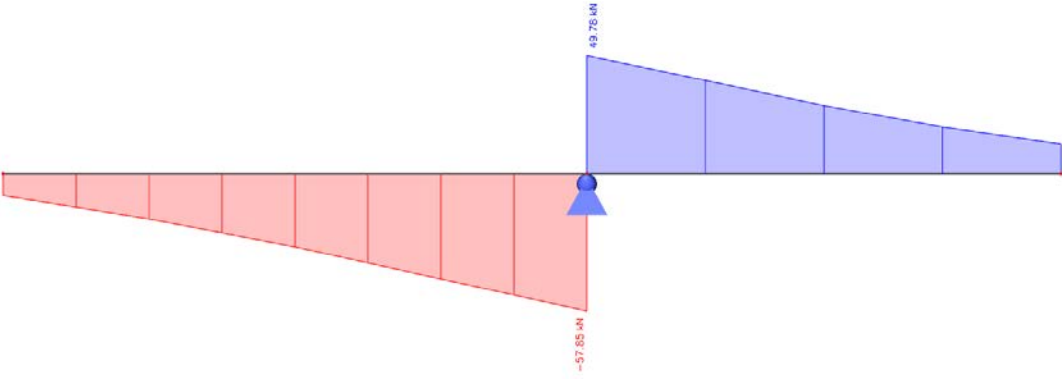
## Dimenzioniranje grede POZ 102:

Dimenzioniranje na moment savijanja:	
<u>Proračun armature u polju:</u>	
$\mu_{Ed}=0.054$ $\xi=0.130$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.059$ : $\epsilon_{s1}=10.0\text{‰}$ ; $\epsilon_{c2}=1.5\text{‰}$ ; $\zeta=0.953$ ;
$A_{s1}=2.02\text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: 2<math>\Phi</math>16 (<math>A_{s1}=3.06\text{ cm}^2</math>)</b>	
<u>Proračun armature nad ležajem:</u>	
$\mu_{Ed}=0.089$ $\xi=0.174$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.094$ : $\epsilon_{s1}=10.0\text{‰}$ ; $\epsilon_{c2}=2.1\text{‰}$ ; $\zeta=0.934$ ;
$A_{s1}=3.45\text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: 3<math>\Phi</math>14 (<math>A_{s1}=4.62\text{ cm}^2</math>)</b>	

Dimenzioniranje na poprečnu silu:	
$\rho_l=0.0108 \quad k=1.65 \quad k_1=0.15 \quad C_{Rdc}=0.12$	
$V_{Rd,c}=55\,880.25 \text{ N}=55.88 \text{ kN}$	$V_{Rd,c} \geq [v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cm}] \cdot b_w \cdot d = 34.93 \text{ kN}$
$V_{Rd,max}=423.0 \text{ kN} > V_{Ed,max}$	$V_{Ed,max} / V_{Rd,max}=0.13$
$s_{max}=30.0 \text{ cm}$	Potrebna računaska armatura: $A_{sw,min}=0.228 \text{ cm}^2$ odabrano: $\Phi 8/30\text{cm}$ ( $A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2$ )
$V_{Rd,s}=61.30 \text{ kN}$	$S_w \leq 33.73 \text{ cm}$
<b>ODABRANE SPONE : <math>\Phi 8/30\text{cm}</math> (<math>A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2</math>)</b>	

## Dimenzioniranje grede POZ 103:

<b>Dimenzioniranje na moment savijanja:</b>	
<b>Proračun armature u polju:</b>	
$\mu_{Ed}=0.079$ $\xi=0.160$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.083$ : $\epsilon_{s1}=10.0\text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2}=1.9\text{ ‰}$ ; $\zeta=0.941$ ;
$A_{s1}=3.02\text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: 3<math>\Phi</math>14 (<math>A_{s1}=4.62\text{ cm}^2</math>)</b>	
<b>Proračun armature nad ležajem:</b>	
$\mu_{Ed}=0.155$ $\xi=0.0.259$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.159$ : $\epsilon_{s1}=10.0\text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2}=3.5\text{ ‰}$ ; $\zeta=0.892$ ;
$A_{s1}=6.29\text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: 4<math>\Phi</math>16 (<math>A_{s1}=8.04\text{ cm}^2</math>)</b>	

Dimenzioniranje na poprečnu silu:	
	
$\rho_l=0.0108 \quad k=1.65 \quad k_1=0.15 \quad C_{Rdc}=0.12$	
$V_{Rd,c}=55\,880.25 \text{ N}=55.88 \text{ kN}$	$V_{Rd,c} \geq [v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cm}] \cdot b_w \cdot d = 34.93 \text{ kN}$
$V_{Rd,max}=423.0 \text{ kN} > V_{Ed,max}$	$V_{Ed,max} / V_{Rd,max}=0.14$
$s_{max}=30.0 \text{ cm}$	Potrebna računska armatura: $A_{sw,min}=0.228 \text{ cm}^2$ odabrano: $\Phi 8/30\text{cm}$ ( $A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2$ )
$V_{Rd,s}=61.30 \text{ kN}$	$S_w \leq 31.71 \text{ cm}$
<b>ODABRANE SPONE : <math>\Phi 8/30\text{cm}</math> (<math>A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2</math>)</b>	

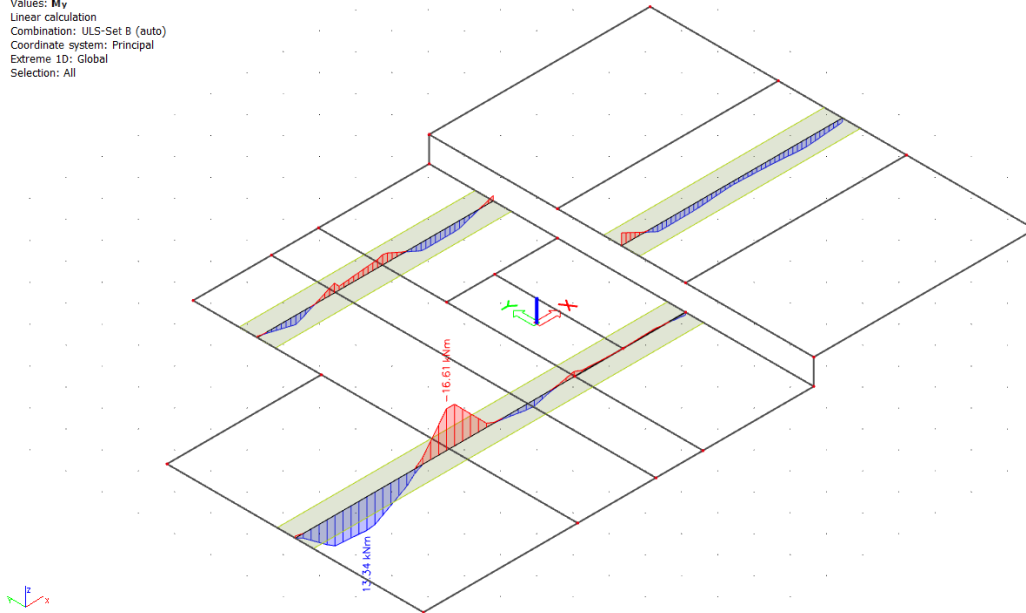
GSU-Kontrola pukotina:	
$k_t=0.4; E_s=200 \text{ Gpa}; E_{cm}=31.47 \text{ Mpa}; \alpha_e=6.36$	
$\rho_{p,eff}=0.0513; x=13.15 \text{ cm}; \sigma_s=24.79 \text{ kN/cm}^2=247.93 \text{ MPa}$	
$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}=0.00111 > 0.000744$	
$\Phi=16; c=30\text{mm}; k_1=0.8; k_2=0.5; k_3=3.4; k_4=0.425$	$S_{r,max}=152.75 \text{ mm}$
<b><math>w_k=0.17 &lt; w_g=0.3\text{mm}</math> PUKOTINE ZADOVOLJAVAJU</b>	
Kontrola progiba:	
$\delta_{lim}=3.088 \text{ cm}; f_{cm}=33 \text{ Mpa}; f_{ctm}=2.56 \text{ Mpa}; \alpha_{el}=6.36; A_{s1}=4.62 \text{ cm}^2; A_{s2}=8.04 \text{ cm}^2;$	
$I_1=247\,274.80\text{cm}^4 \quad 1/r_1=1.09 \cdot 10^{-7}$	
$x=10.37 \text{ cm}; I_2=49605.93 \text{ cm}^4; 1/r_2=5.44 \cdot 10^{-6}; \sigma_{s1}=422.28 \text{ MPa}; M_{cr}=27.5 \text{ kNm}; \sigma_{sr}=623.73 \text{ MPa}$	
$\zeta=0.09; 1/r_m=2.83 \cdot 10^{-6}$	
<b><math>\delta_{tot}=0.15\text{cm} &lt; \delta_{tot}= 3.088\text{cm}</math> PROGIBI ZADOVOLJAVAJU</b>	

## POZICIJA 000-podna ploča

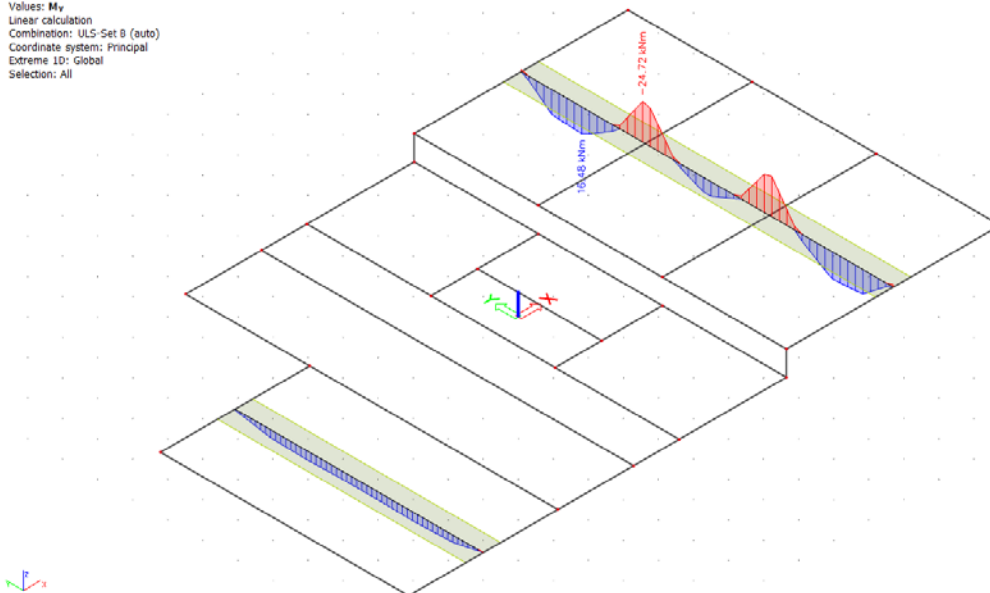
Pozicija 001-d=16cm; C25/30, dimenzioniranje na savijanje

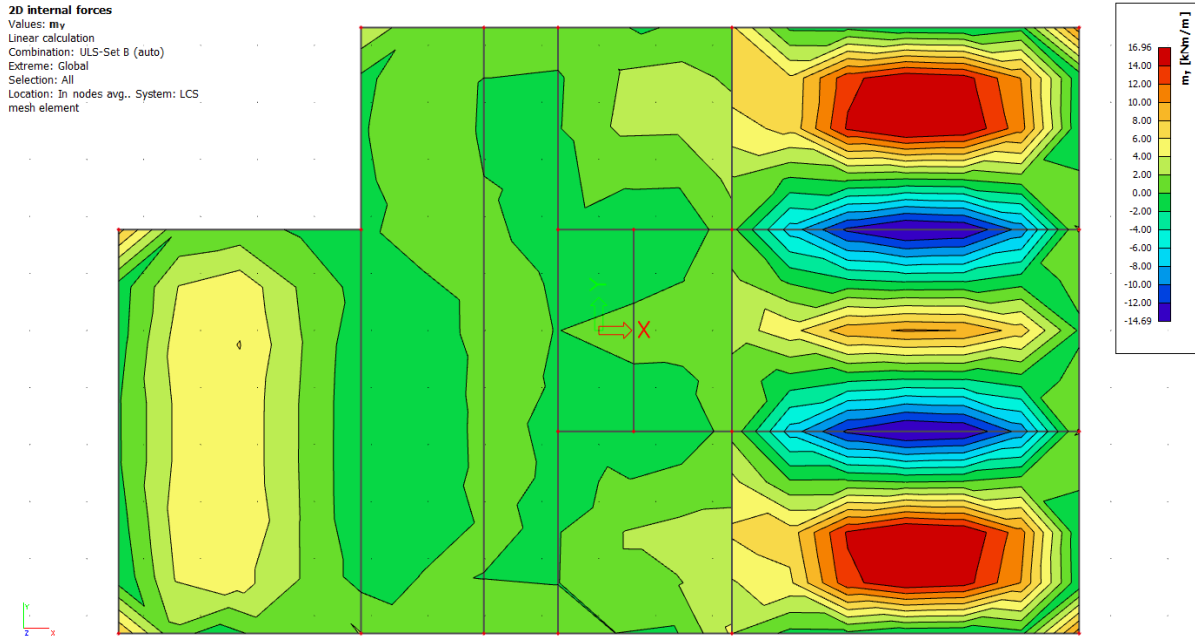
Dijagrami reznih sila:

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

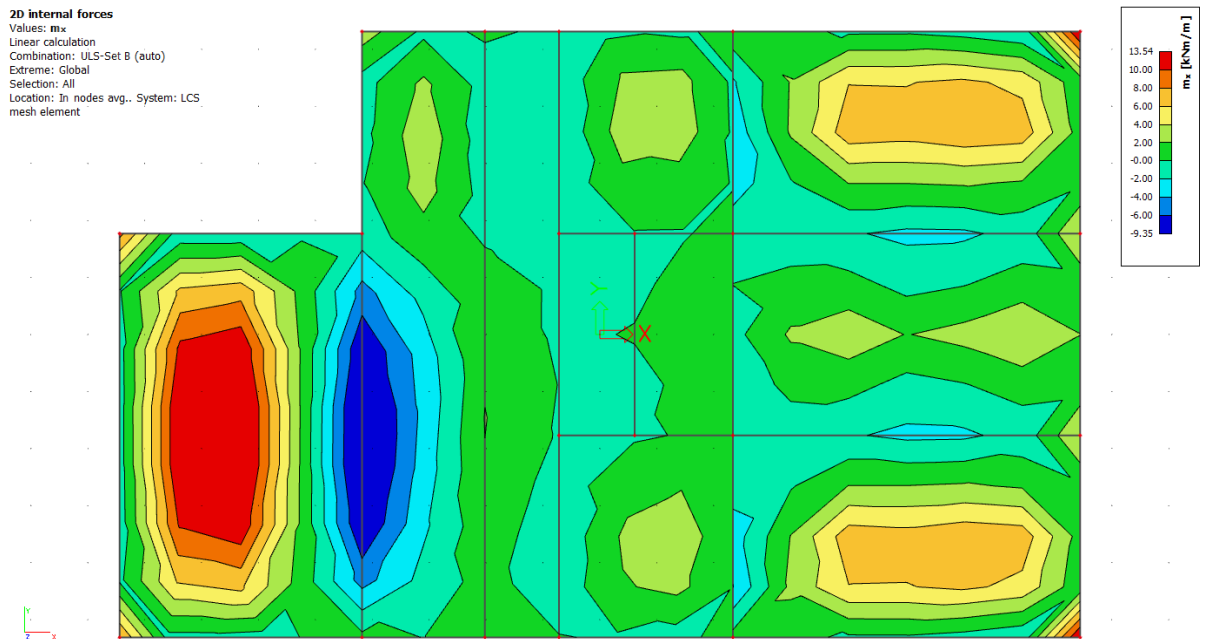
Slika 80 1D dijagram momenata savijanja  $M_y$  (duži smijer)

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

Slika 81 1D dijagram momenata savijanja  $M_y$  (kraći smijer)

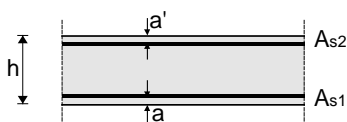


Slika 82 2D dijagram momenata savijanja  $M_y$



Slika 83 2D dijagram momenata savijanja  $M_x$

Poprečni presjek ploče:



$$h=16.0 \text{ cm}$$

$$d=13.0 \text{ cm}$$

$$a=a'=3.0 \text{ cm}$$

**BETON:**

C25/30

$$f_{ck}=25.0 \text{ Mpa}$$

$$f_{cd}=25.0/1.5=16.67 \text{ Mpa}$$

$$f_{cd}=1.67 \text{ kN/cm}^2$$

**ARMATURA:**

B500B

$$f_{yk}=500.0 \text{ Mpa}$$

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

$$f_{yd}=43.48 \text{ kN/cm}^2$$

Maksimalni moment očitani u dijagramima momenata savijanja iznose:

U POLJU:  $m_x=13.54 \text{ kNm}$

NA LEŽAJU:  $m_x=9.35 \text{ kNm}$

$m_y=16.96 \text{ kNm}$

$m_y=14.69 \text{ kNm}$

<b>Dimenzioniranje na moment savijanja:</b>	
<u>Proračun armature u polju:</u>	
$\mu_{Ed}=0.060$ $\xi=0.138$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.065$ : $\epsilon_{s1}=10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2}=1.6 \text{ ‰}$ ; $\zeta=0.950$ ;
$A_{s1}=3.15 \text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: Q-385 (<math>A_{s1}=3.85 \text{ cm}^2</math>)</b>	
<u>Proračun armature nad ležajem:</u>	
$\mu_{Ed}=0.052$ $\xi=0.123$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.054$ : $\epsilon_{s1}=10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2}=1.4 \text{ ‰}$ ; $\zeta=0.956$ ;
$A_{s1}=2.71 \text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: Q-385 (<math>A_{s1}=3.85 \text{ cm}^2</math>)</b>	



**ODABRANA ARMATURA:**

Donja zona: Q-385 u kraćem smjeru (od oslonca do oslonca), sa preklopom ne manjim od 50cm.

Gornja zona: Q-385 iznad ležajeva sa preklopom ne manjim od 60cm, po rubovima ugraditi Q-283 minimalne širine pola armaturne mreže. Dio oko otvora armirati sa istoimenom mrežom uz konstruktivnu uzdužnu i poprečnu armaturu!

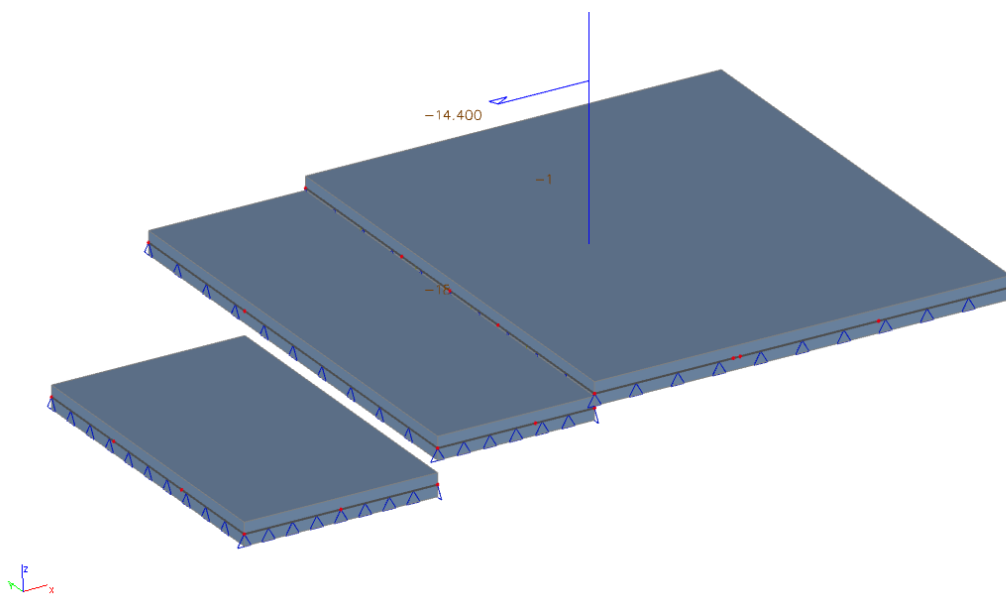
Sve slobodne rubove armirati konstruktivnom armaturom i to sa:

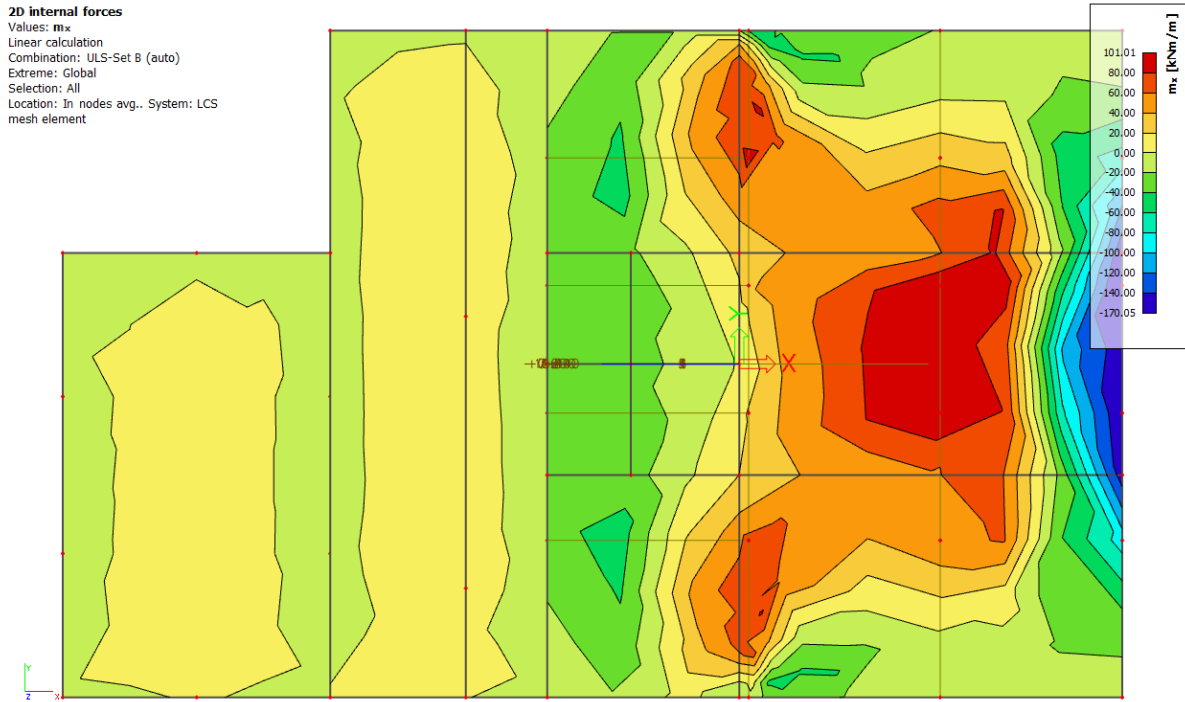
- uzdužno, sa šipkama **4Φ14**, sa preklopom od 90cm.
- poprečno sa „U“ vilicama **Φ10/20cm** duljine minimalno 60cm.

NAPOMENA: vidi armaturne planove

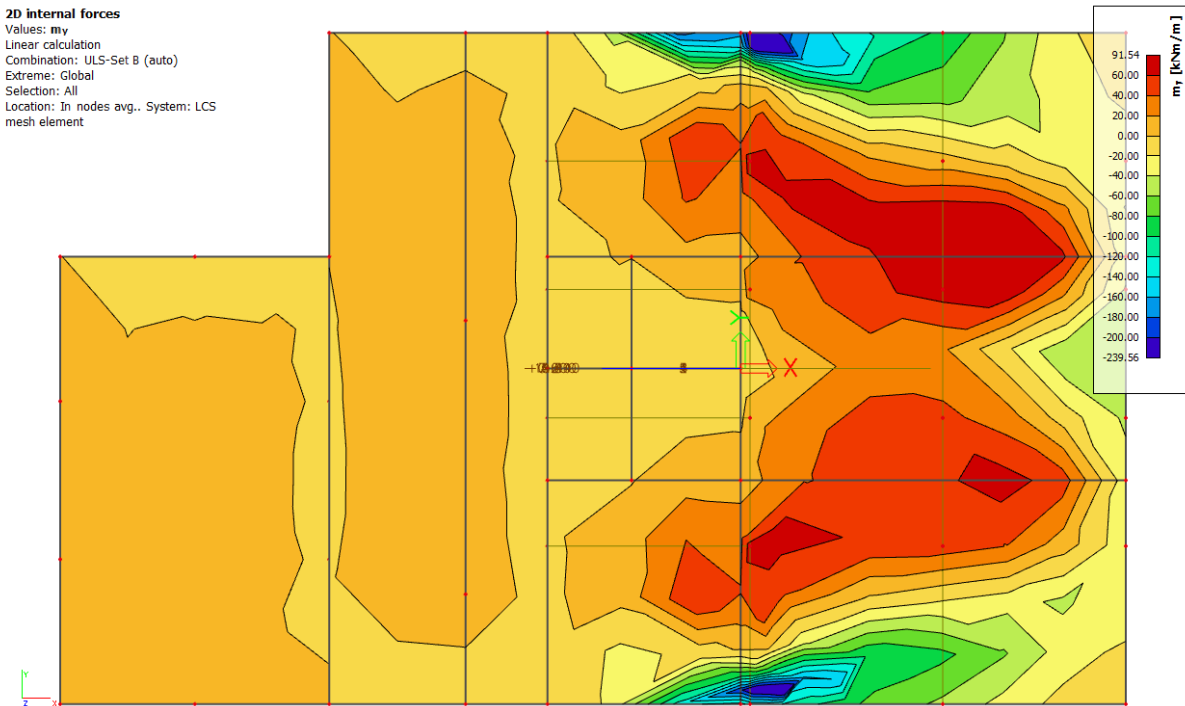
## PRORAČUN TEMELJNE PLOČE

Temelji se izvode kao temeljna ploča cijelom površinom ispod objekta debljine 50 cm. Temeljna ploča je izvedena od beton C25/30 te armirani armaturom B500B. Na slici ispod su prikazani numerički model i opterećenja kao i rezne sile. Radi jednostavnosti izvedbe a i ujednačenosti reakcija ispod zidova i temelja sve je jednako armirano istom proračunskom armaturom . Proračun je proveden na način da su iz prostornog modela za kritične uobičajene kombinacije dobivene maksimalne rezne sile na ležajevima ispod zidova i stupova.





Slika 84 2D dijagram momenata savijanja  $M_x$



Slika 85 2D dijagram momenata savijanja  $M_y$

**Proračun armature temeljne ploče:**

- Bezdimezionalna vrijednost momenta savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{239.56 \cdot 100}{100 \cdot 75^2 \cdot 1.67} = 0.065$$

- Iz tablice očitano za  $\mu_{Ed}=0.009$  :  $\varepsilon_{s1}=10.0 \text{ ‰}$ ;  $\varepsilon_{c2}=0.5 \text{ ‰}$ ;  $\zeta=0.984$  ;  $\xi=0.048$

- Potrebna površina armature:

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{239.56 \cdot 100}{0.984 \cdot 75 \cdot 43.48} = 7.46 \text{ cm}^2$$

ODABRANA ARMATURA: Q-785

**ODABRANA ARMATURA TEMELJNE PLOČE:**

Temeljnu ploču armirati sa mrežom Q-785 obostrano sa preklopom od >70 cm. Po obodu postaviti šipke  $\Phi 14$  i otvorene U vilice  $\Phi 10$  dužine minimalno 100 cm.

## PRORAČUN VERTIKALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE

Stupovi su u modelu modelirani kao 1D štapni elementi. Prostorni model je proračunat na uobičajene i izvanredne kombinacije iz kojih su izvučene maksimalne rezne sile. Razlikujemo dvije pozicije stupova u modelu.

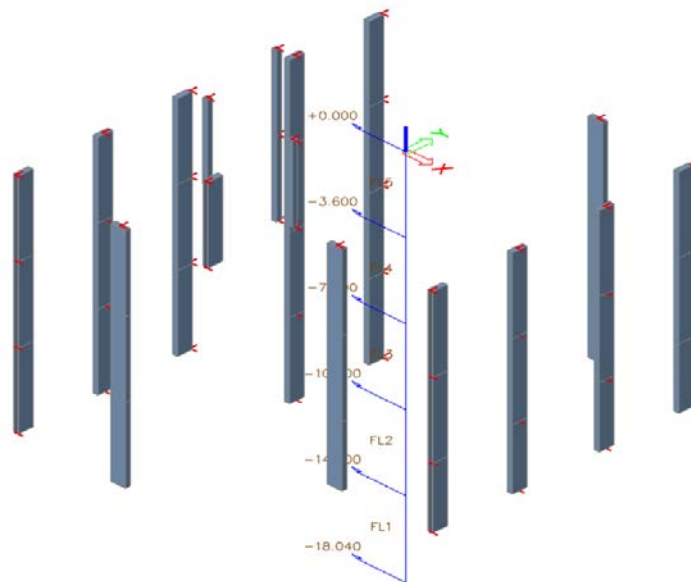
Prva pozicija S1 su AB stupovi u i pravokutnog poprečnog presjeka dimenzija  $b/h=20/60$  cm. Visina tih stupova je 3.60 m. Druga pozicija S2 su stupovi AB stupovi pravokutnog poprečnog presjeka dimenzija  $b/h=20/20$  cm. Visina stupova je 3.60 m.

Stupovi se protežu preko više etaža, te se oslanjaju na zidove. Stupovi se izvode monolitno na licu mjesta. Klasa betona je C 25/30, a kvaliteta čelika B500B. Stupovi preuzimaju vertikalno opterećenje, sa greda i ploča te to isto opterećenje prenose na zidove i na elemente ispod njih. Proračun za istu poziciju stupova proveden je na više različitih reznih sila dobivenih u modelu zbog uštede armature.

Proračun stupova proveden je pomoću programskog paketa AspalathosSectionDesign. Pretpostavljena je armatura u stupu te je za nekoliko različitih profila armaturnih šipki izračunata granična nosivost stupa za zadani poprečni presjek i odabranu armaturu. Potom je u programu MicrosoftExcel napravljen dijagram nosivosti stupa sa podacima dobivenim iz SectionDesigna. Nanošenjem maksimalnih reznih sila (kombinacija M i N) na graf nosivosti utvrđeno je koji profil armature zadovoljava.

<b>Kombinacije opterećenja s vjetrom (uobičajena kombinacija)</b>	
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	$1.35 \cdot G + 1.35 \cdot \Delta G + 1.5 \cdot Q - 1.5 \cdot W_y$

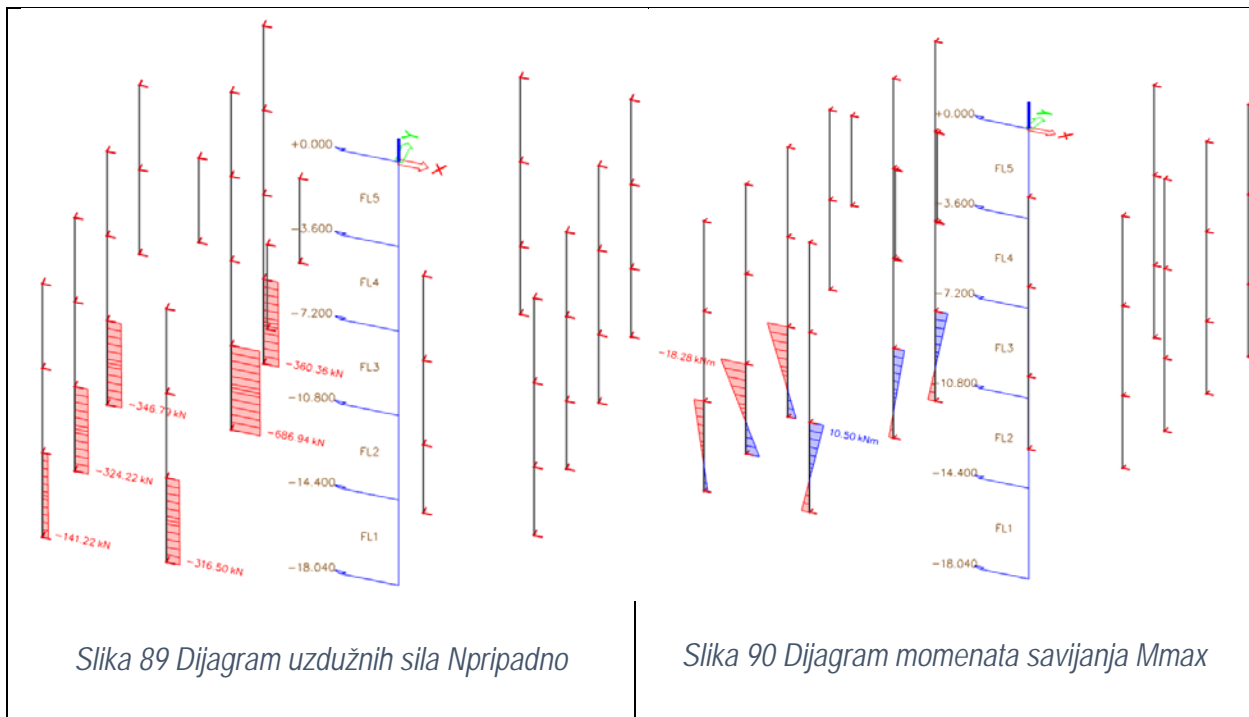
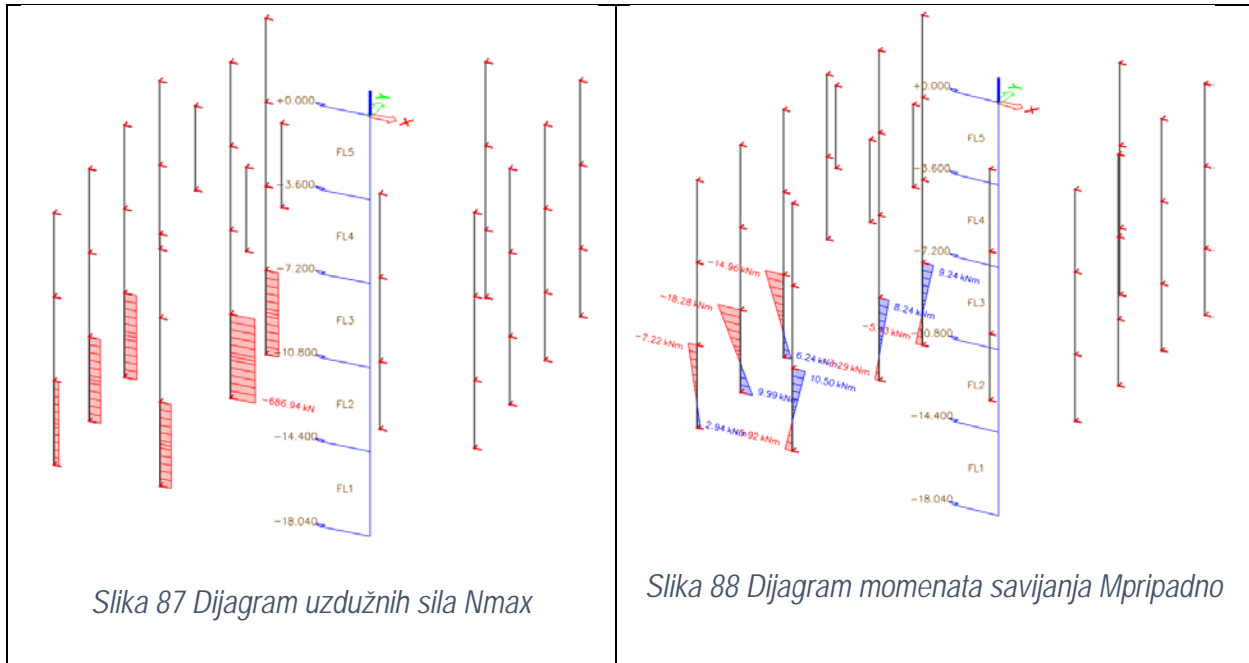
Kombinacije opterećenja s potresom (izvanredna kombinacija)	
1.GSN	$1.00 \cdot G + 1.00 \cdot \Delta G + 0.5 \cdot Q + 1.0 \cdot P_x$
2.GSN	$1.00 \cdot G + 1.00 \cdot \Delta G + 0.5 \cdot Q + 1.0 \cdot P_y$
3.GSN	$1.00 \cdot G + 1.00 \cdot \Delta G + 0.5 \cdot Q - 1.0 \cdot P_x$
4.GSN	$1.00 \cdot G + 1.00 \cdot \Delta G + 0.5 \cdot Q - 1.0 \cdot P_y$



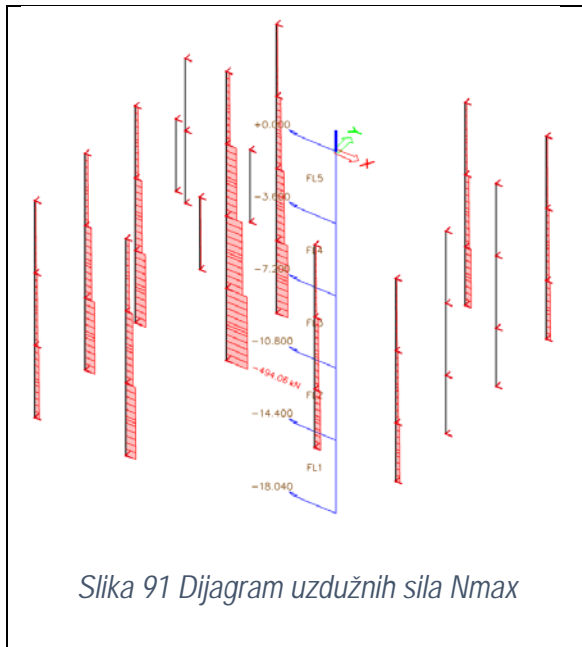
Slika 86 Numerički model stupova

PRORAČUN STUPOVA POZICIJE S1

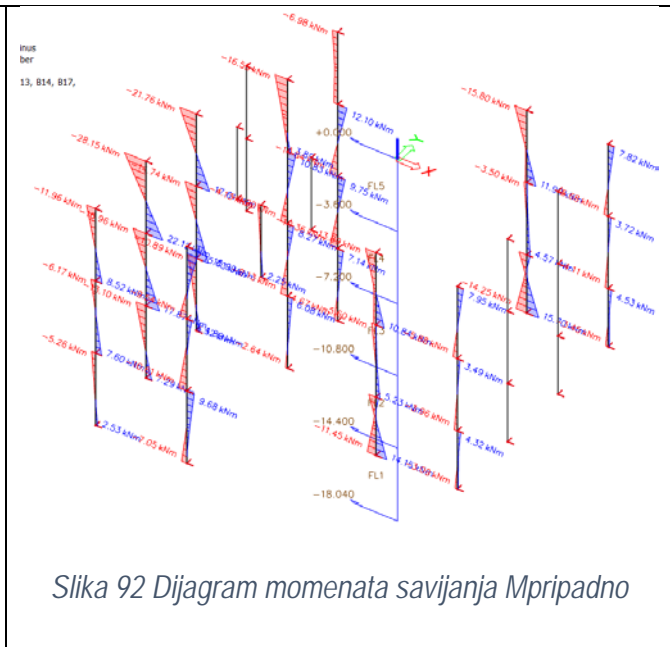
Dijagram reznih sila:  
Uobičajena kombinacija:



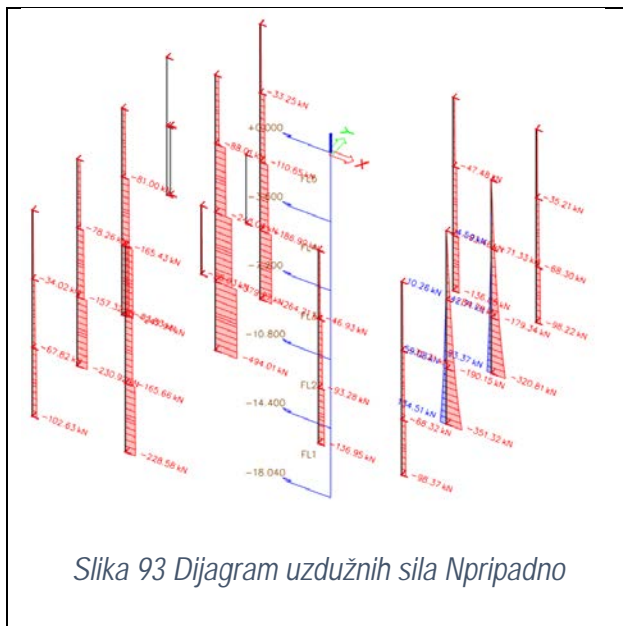
Izvanredna kombinacija:



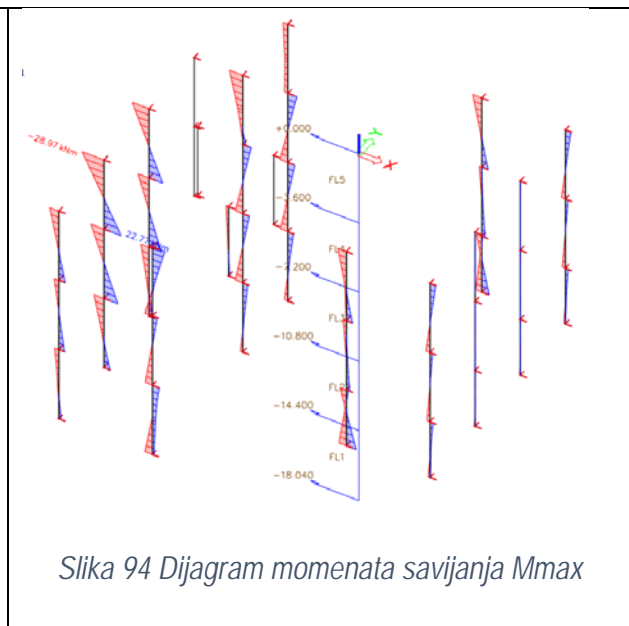
Slika 91 Dijagram uzdužnih sila  $N_{max}$



Slika 92 Dijagram momenata savijanja  $M_{pridno}$



Slika 93 Dijagram uzdužnih sila  $N_{pridno}$



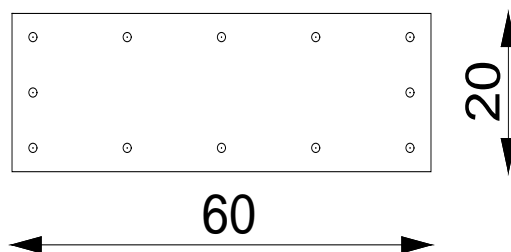
Slika 94 Dijagram momenata savijanja  $M_{max}$



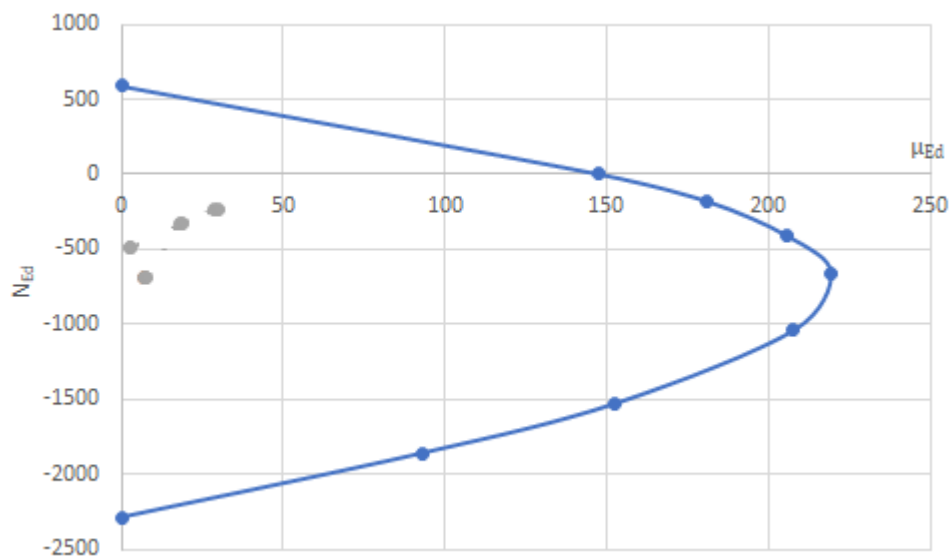
Uobičajena komb.	N (kN)	M (kNm) 1.red
$N_{\max}, M_{\text{pripadno}}$	-686.94	7.29
$N_{\text{pripadno}}, M_{\max}$	-324.22	18.28

Izvanredna komb.	N (kN)	M (kNm) 1.red
$N_{\max}, M_{\text{pripadno}}$	-494.06	2.64
$N_{\text{pripadno}}, M_{\max}$	-230.92	28.97

12Ø12



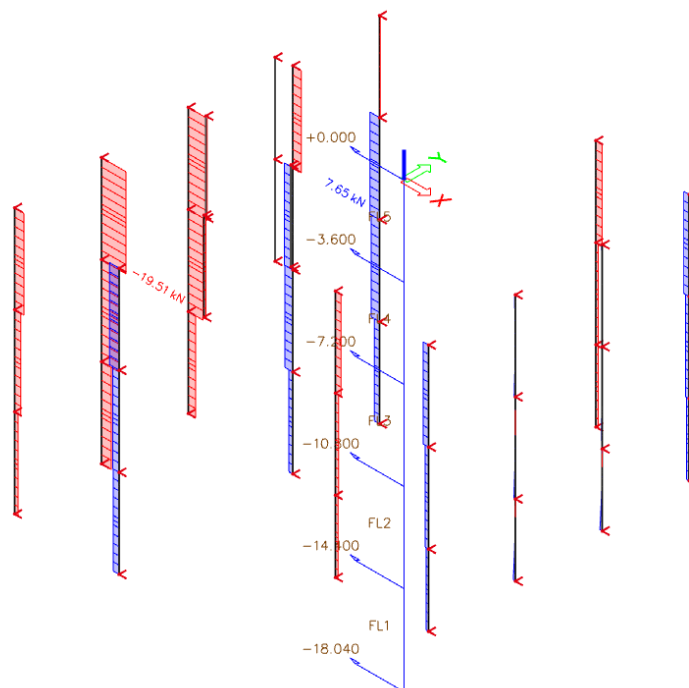
Slika 95 Poprečni presjek stupa pozicije S1



Slika 96 Dijagram nosivosti stupa

OABRANA ARMATURA : 12Ø12 ( $A_{s1}=13.57 \text{ cm}^2$ )

## Dimenzioniranje na poprečnu silu



Slika 97 Dijagram poprečnih sila Vz

Poprečna sila koju presjek može preuzeti bez poprečne armature:

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

$$\rho_I = \frac{\Sigma A_s}{A_c} = \frac{13.57}{20 \cdot 60} = 0.0113$$

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

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = \frac{324.22}{20 \cdot 60} = 0.27$$

$$k_1 = 0.15$$

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

$$V_{Rd,c} = \left[ 0.12 \cdot 2.0 \cdot (100 \cdot 0.0113 \cdot 25)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot 0.27 \right] \cdot 170 \cdot 600 = 78\,687.28 \text{ N}$$

$$= 78.69 \text{ kN}$$

$V_{Rd,c}$  mora biti veći od:

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

$$k_1 = 0.15$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0.035 \cdot 1.59^{\frac{3}{2}} \cdot 25^{\frac{1}{2}} = 0.35$$

$$V_{Rd,c} \geq [0.35 + 0.15 \cdot 0.27] \cdot 200 \cdot 570 = 44\,517 \text{ N} = 44.52 \text{ kN} \rightarrow \text{uvijet je zadovoljen}$$

Maksimalna poprečna sila koju ne smije prijeći:

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

$$v = 0.6 \cdot \left[ 1.0 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0.6 \cdot \left[ 1 - \frac{25.0}{250} \right] = 0.54$$

$$V_{Rd,max} = 0.5 \cdot 0.54 \cdot 170 \cdot 600 \cdot 16.67 = 459\,091.8 \text{ N} = 459.1 \text{ kN} > V_{Ed,max}$$

$$\frac{V_{Ed,max}}{V_{Rd,max}} = \frac{19.51}{459.1} = 0.042$$

$$s_{max} = \min\{0.75 \cdot d; 30.0 \text{ cm}\} = \min\{15; 30 \text{ cm}\} \rightarrow 30 \text{ cm}$$

Potrebna računaska poprečna armatura:

$$A_{sw,min} = \frac{\rho_{min} \cdot s_w \cdot b_w}{m} = \frac{0.00076 \cdot 30 \cdot 20}{2} = 0.228 \text{ cm}^2$$

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

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot ctg\theta = \frac{0.50}{30} \cdot (0.9 \cdot 17) \cdot 43.48 \cdot 2 = 22.17 \text{ kN}$$

Na mjestu maksimalne poprečne sile:

$$s_w \leq \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{V_{Ed}} = \frac{2 \cdot 0.50 \cdot 43.38 \cdot (0.9 \cdot 17)}{19.51} = 34.03 \text{ cm}$$

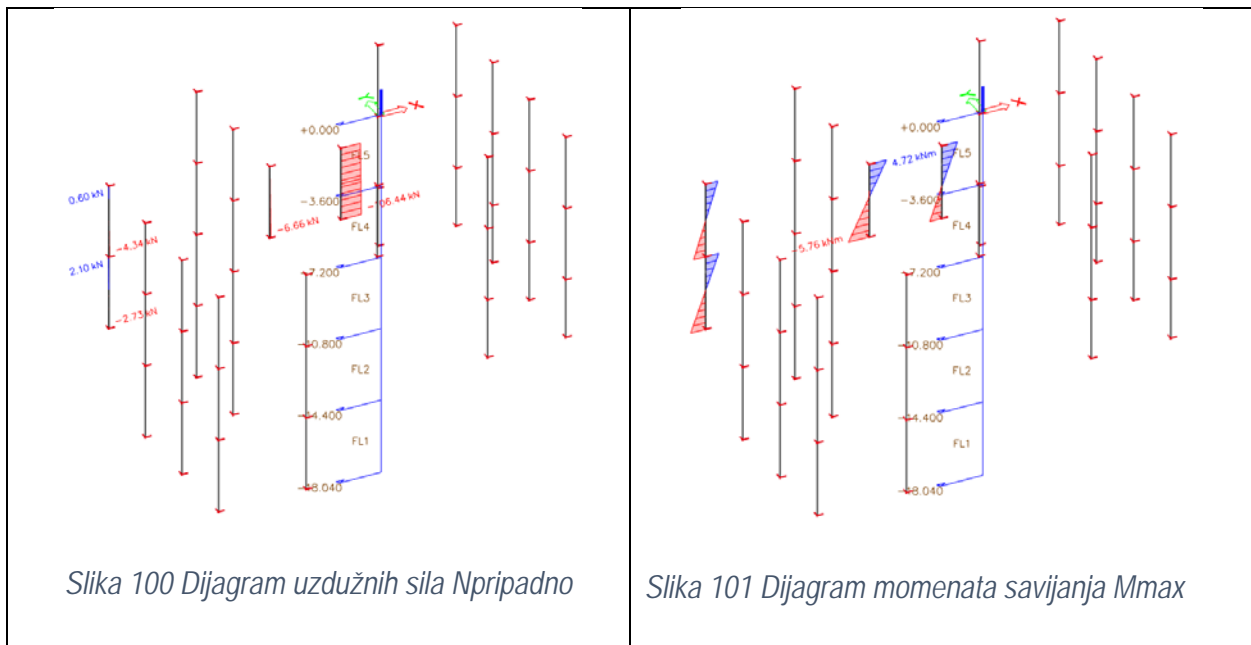
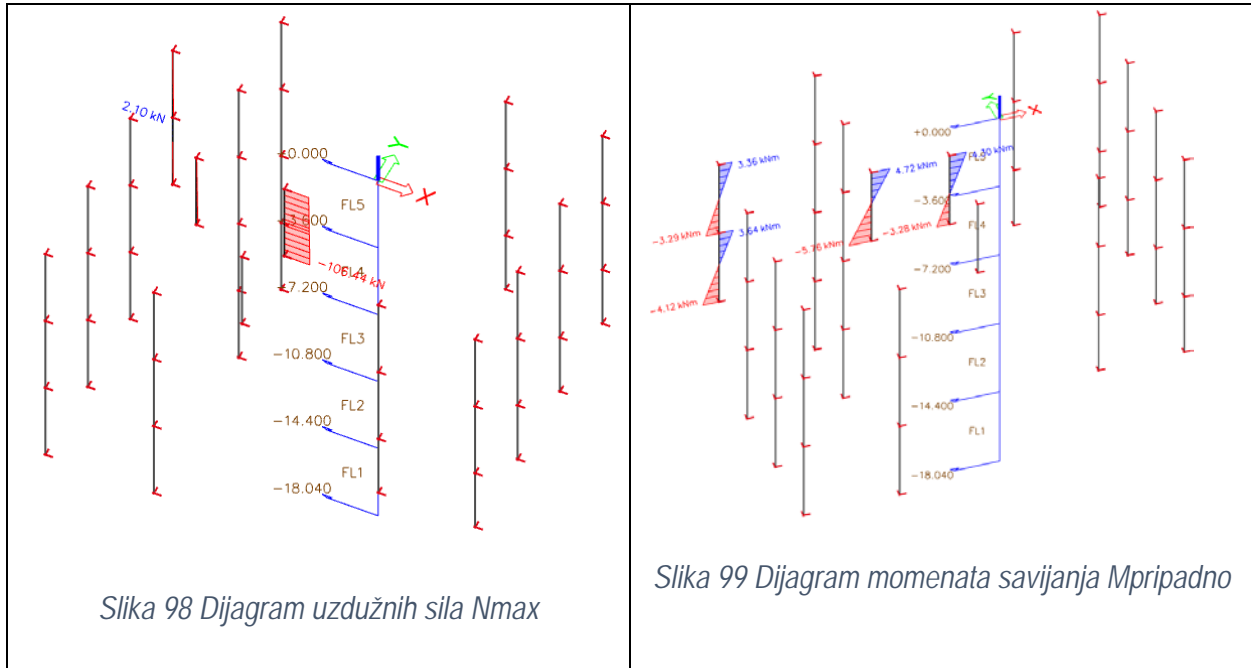
Odabrane spone: **Φ8/30cm** ( $A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2$ )

### **ODABRANA ARMATURA STUPA POZICIJE S1:**

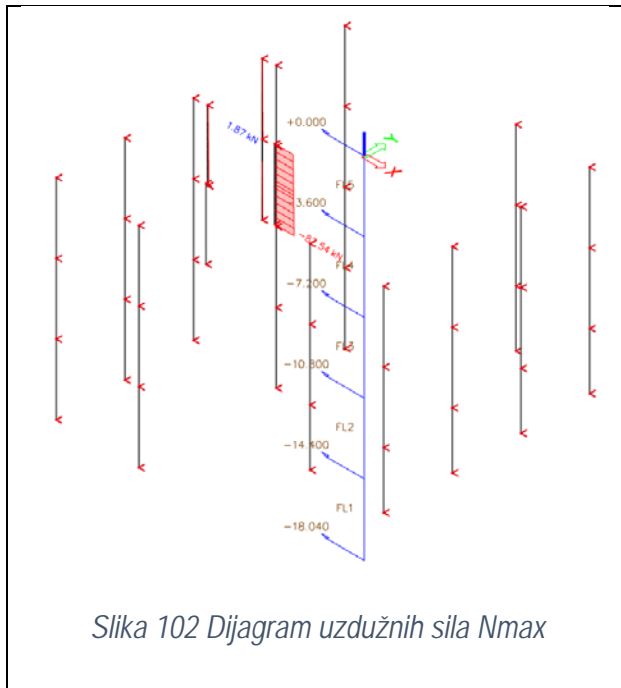
Stup pozicije S1 postaviti šipke armature **12Φ12** dužine 6m, sa preklopom od 80cm. Također postaviti vilice **Φ8/30** cm.

PRORAČUN STUPOVA POZICIJE S2

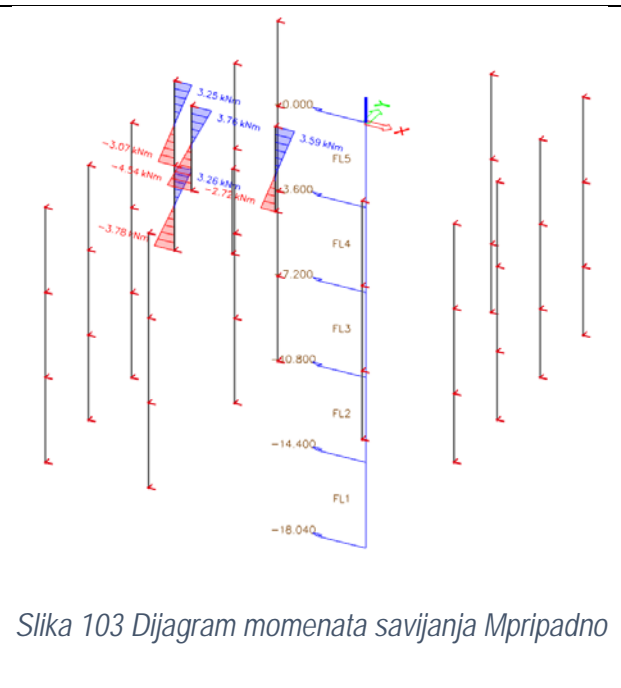
Dijagrami reznih sila:  
Uobičajena kombinacija:



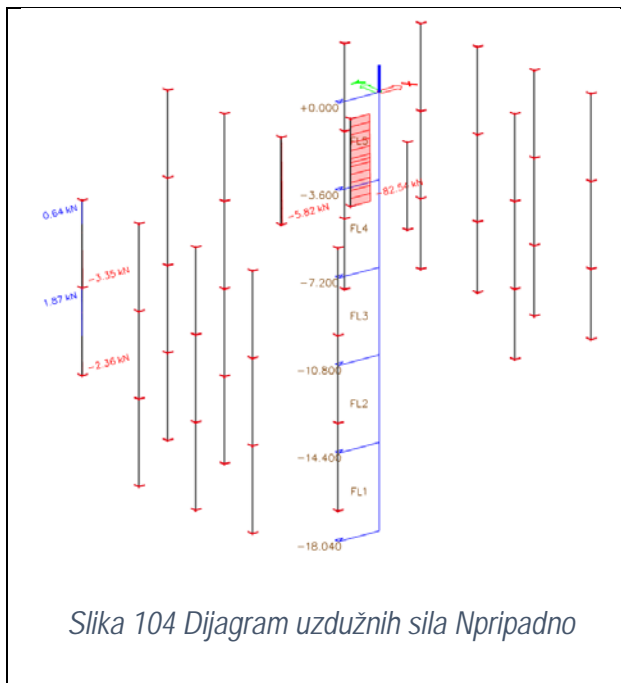
Izvanredna kombinacija:



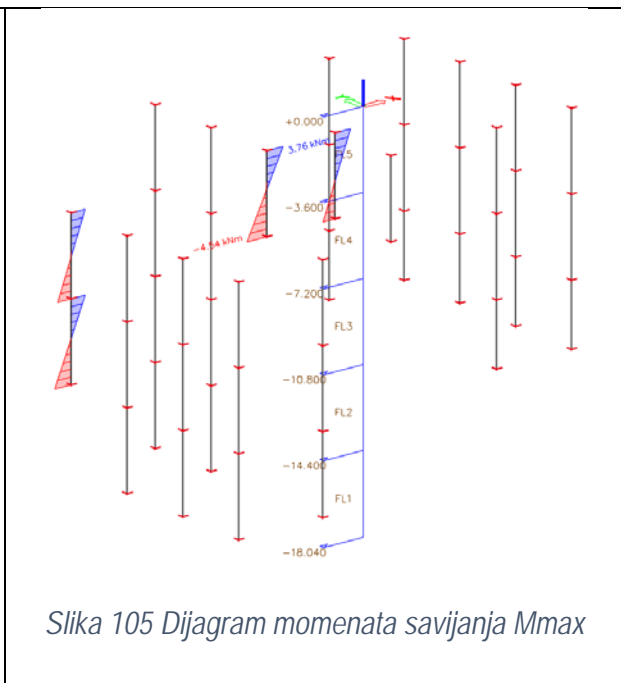
Slika 102 Dijagram uzdužnih sila  $N_{max}$



Slika 103 Dijagram momenata savijanja  $M_{pridno}$



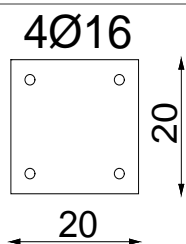
Slika 104 Dijagram uzdužnih sila  $N_{pridno}$



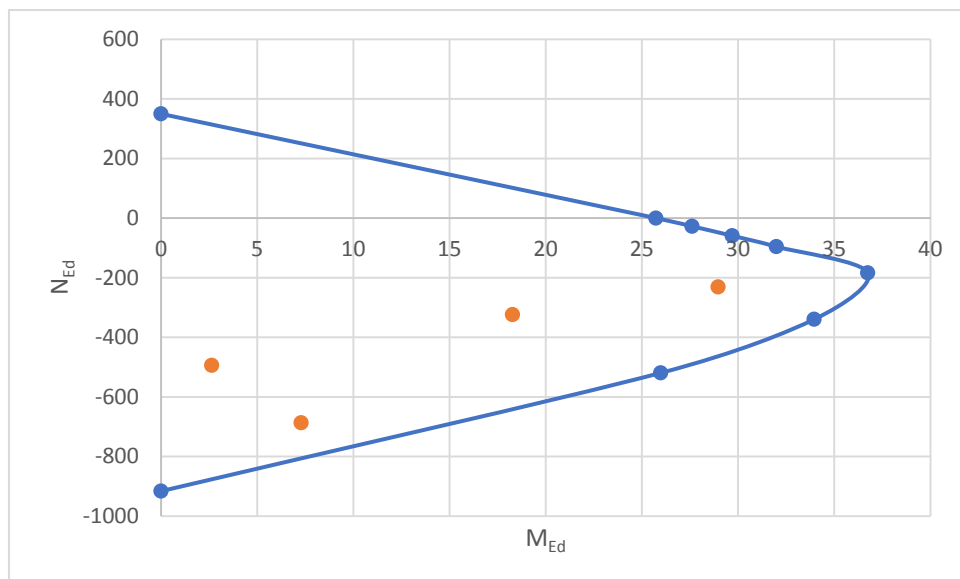
Slika 105 Dijagram momenata savijanja  $M_{max}$

Uobičajena komb.	N (kN)	M (kNm) 1.red
$N_{\max}, M_{\text{pripadno}}$	-686.94	7.29
$N_{\text{pripadno}}, M_{\max}$	-324.22	18.28

Izvanredna komb.	N (kN)	M (kNm) 1.red
$N_{\max}, M_{\text{pripadno}}$	-494.06	2.64
$N_{\text{pripadno}}, M_{\max}$	-230.92	28.97

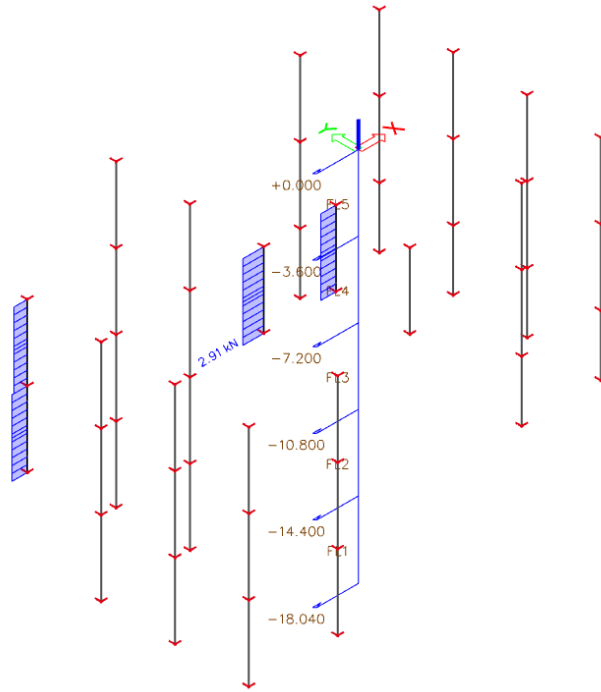


Slika 106 Poprečni presjek stupa pozicije S2



Slika 107 Dijagram nosivosti stupa pozicije S2

ODABRANA ARMATURA : 4Ø16 ( $A_{s1}=8.04 \text{ cm}^2$ )



Slika 108 Dijagram poprečnih sila Vz

Poprečna sila koju presjek može preuzeti bez poprečne armature:

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

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

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

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = \frac{686.94}{20 \cdot 20} = 1.71$$

$$k_1 = 0.15$$

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



$$V_{Rd,c} = \left[ 0.12 \cdot 2.0 \cdot (100 \cdot 0.0201 \cdot 25)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot 1.71 \right] \cdot 170 \cdot 200 = 38\,832.72 \text{ N}$$

$$= 38.83 \text{ kN}$$

$V_{Rd,c}$  mora biti veći od:

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

$$k_1 = 0.15$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0.035 \cdot 2.0^{\frac{3}{2}} \cdot 25^{\frac{1}{2}} = 0.49$$

$$V_{Rd,c} \geq [0.49 + 0.15 \cdot 1.71] \cdot 200 \cdot 170 = 25\,381 \text{ N} = 25.38 \text{ kN} \rightarrow \text{uvijet je zadovoljen}$$

Maksimalna poprečna sila koju ne smije prijeći:

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

$$v = 0.6 \cdot \left[ 1.0 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0.6 \cdot \left[ 1 - \frac{25.0}{250} \right] = 0.54$$

$$V_{Rd,max} = 0.5 \cdot 0.54 \cdot 170 \cdot 200 \cdot 16.67 = 153\,030.6 \text{ N} = 153.03 \text{ kN} > V_{Ed,max}$$

$$\frac{V_{Ed,max}}{V_{Rd,max}} = \frac{2.91}{153.03} = 0.019$$

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

Potrebna računaska poprečna armatura:

$$A_{sw,min} = \frac{\rho_{min} \cdot s_w \cdot b_w}{m} = \frac{0.00076 \cdot 30 \cdot 20}{2} = 0.228 \text{ cm}^2$$

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

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot ctg\theta = \frac{0.50}{30} \cdot (0.9 \cdot 17) \cdot 43.48 \cdot 2 = 22.17 \text{ kN}$$

Odabrane spone:  $\Phi 8/30 \text{ cm}$  ( $A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2$ )

**ODABRANA ARMATURA STUPA POZICIJE S2:**

Stup pozicije S1 postaviti šipke armature **4Φ16** dužine 6m, sa preklapom od 100cm. Također postaviti vilice **Φ8/30** cm.

## PRORAČUN ZIDOVA

Proračun zidova proveden je prema EC-8 (Projektiranje konstrukcija na otpornost od potresa). Proračun je proveden za dva karakteristična zida, jedan u smjeru X drugi u smjeru Y. Zidovi su izvedeni kao AB zidovi debljine 20 cm od betona C20/25, armirani sa B500B te debljine zaštitnog sloja od 3 cm. Proračun je proveden za uobičajene i seizmičke kombinacije na način da su za odabrane zidove iz modela očitane maksimalne rezne sile M,N i V. Budući da su vrijednosti poprilično ujednačene na svim zidovima za sve je usvojena proračunata armatura u ova dva zida. Unutarnje sile u zidovima prikazane su kao na 1D elementu i dobivene integriranjem naprazanja duž cijele duljine odabranog zida korištenjem opcije Integration member u računalnom programu.

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.

Sve presjeke je potrebno armirati prema rezultatima prikazanima u proračunima, a najmanje minimalnom armaturom prema slijedećim izrazima:

### *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:*  $\rho_{z,min} = 0,5 \% A_{c,rubni\ element}$

### *Ovijeni rubni elementi:*

Prema točki 5.4.3.4.2 (12) norme HRN EN 1998-1:2004+AC:2009, poprečnu armaturu rubnih elemenata moguće je odrediti samo prema normi EN 1992-1-1:2004 ukoliko je zadovoljen uvjet:  $v_d < 0,15$

U daljnjem proračunu je vidljivo kako je ovaj uvjet uvijek zadovoljen.

Slobodni rubovi svih zidova ( $v_d < 0,15$ ) biti će armirani sa zatvorenim vilicama  $\Phi 8/10$ .

## OPTEREĆENJA

Opterećenja koja djeluju na konstrukciju za vrijeme potresa su:

G - vlastita težina

g - dodatno stalno

p - korisno opterećenje (30% ukupnog opterećenja)

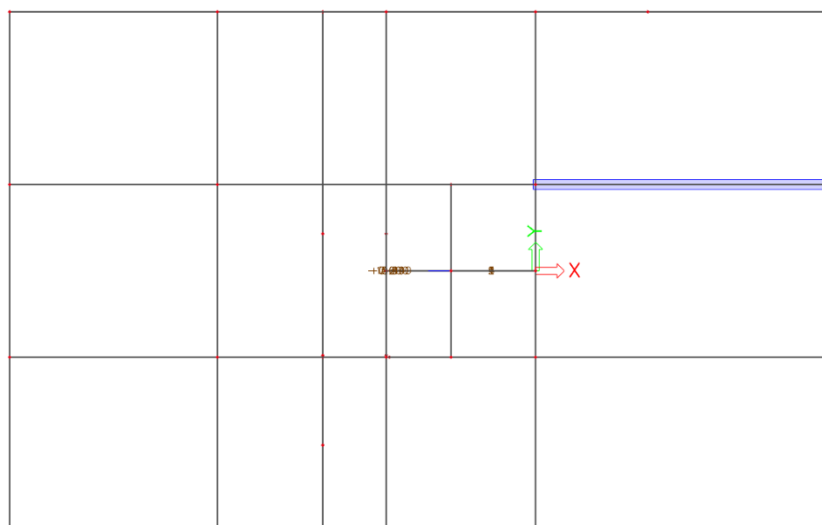
$S_x$  - potresno opterećenje u smjeru x (zadan spektar odgovora za smjer x + 30% spektra odgovora za smjer y)

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

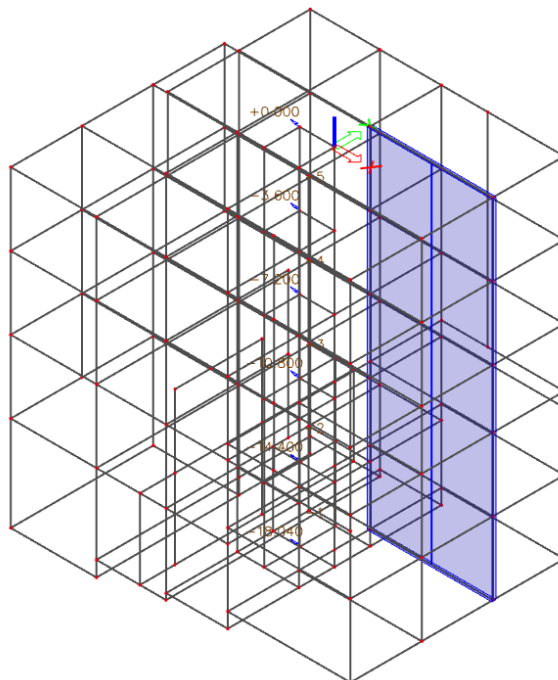
$S_{x\ AE}$  - slučajni utjecaj torzije za potresno opterećenje u smjeru x (zadan spektar odgovora za smjer x + 30% spektra odgovora za smjer y)

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

## PRORAČUN ZIDA U SMJERU X



Slika 109 Položaj proračunatog zida u smjeru X



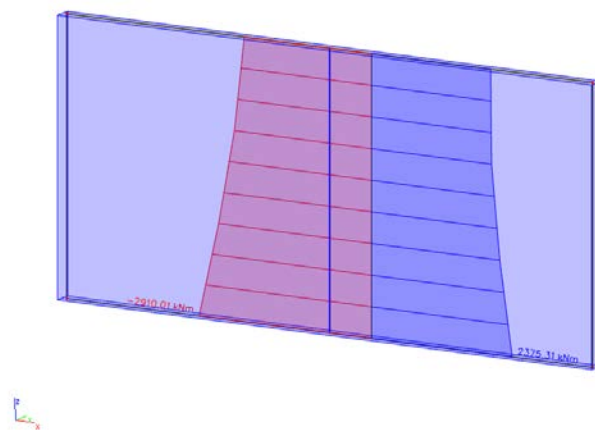
*Slika 110 Položaj proračunatog zida u smjeru X (3D)*

### **Rezultati proračuna karakterističnog zida**

Glavni nosivi sustav objekta za prijenos horizontalnih opterećenja (vjetar i potres) tvore stupovi i zidovi. Zidovi su analizirani na zadane kombinije opterećenja. Prikazani su rezultati za najkritičniju osnovnu kombinaciju i za seizmičku kombinaciju u smjeru zida. Rezultati reznih sila za svaki zid proračunati su računalnim programom Scia Engineer 19.1 te su prikazani u nastavku.

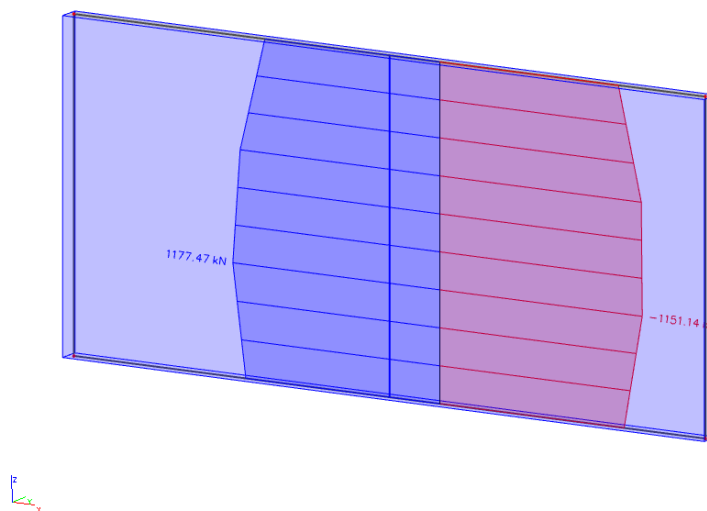
## Rezne sile promatranog zida u smjeru X

1D internal forces  
Values: M<sub>y</sub>  
Linear calculation  
Combination: Seizmicka 1x  
Coordinate system: Principal  
Extreme 1D: Global  
Selection: IM2



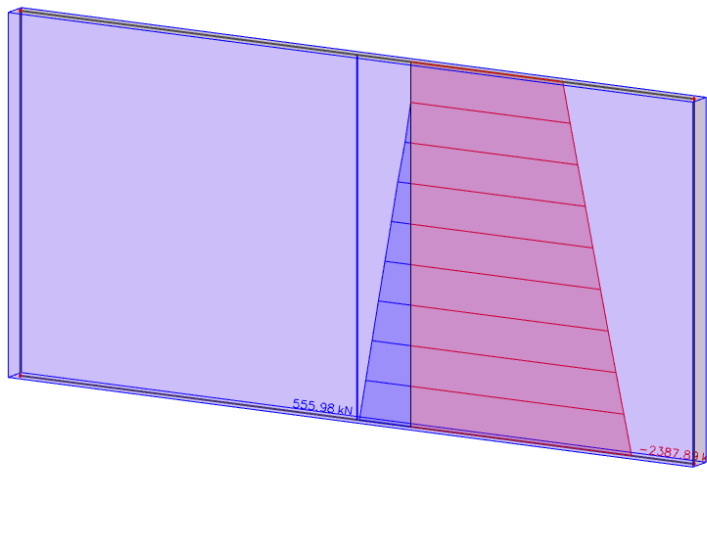
Slika 111 Maksimalni moment savijanja na promatrani zid

1D internal forces  
Values: V<sub>z</sub>  
Linear calculation  
Combination: Seizmicka 1x  
Coordinate system: Principal  
Extreme 1D: Global  
Selection: IM2



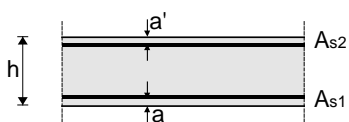
Slika 112 Maksimalna poprečna sila na promatrani zid

**1D internal forces**  
 Values: **II**  
 Linear calculation  
 Combination: Seizmicka 1x  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: IM2



Slika 113 Maksimalna uzdužna sila na promatrani zid

Poprečni presjek zida:



$h=20.0$  cm  
 $d=13.0$  cm  
 $a=a'=3.0$  cm

**BETON:**

C25/30

$f_{ck}=25.0$  Mpa

$f_{cd}=25.0/1.5=16.67$  Mpa

$f_{cd}=1.67$  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 proračunatog zida**

h <sub>s</sub> -visina etaže	290 cm
b <sub>w</sub> -debljina zida	20 cm
l <sub>w</sub> -duljina zida	610 cm
h <sub>w</sub> -visina zida	1730 cm
n-broj etaža	4
d <sub>1</sub> -zaštitni sloj	3 cm
d	287 cm
Duktilnost	DCM-srednja duktilnost

### PRORAČUN ZIDA NA SAVIJANJE I UZDUŽNU SILU

Dužina rubnog serklaža:  $l_{c0} = \min\{0.15 \cdot l_w; 1.50 \cdot b_w\} = \min\{91.5 \text{ cm}; 30 \text{ cm}\} \rightarrow l_{c0} = 30 \text{ cm}$

Vitkost zida:  $H_w/l_w = (4 \cdot 290)/610 = 1.90 < 2 \rightarrow \text{zid nije vitak}$

Visina kritične zone:  $h_{cr} = \max\{l_w; h_w/6\} = \max\{610 \text{ cm}; 48.33 \text{ cm}\} \rightarrow 610 \text{ cm}$

Širina rubnog serklaža:  $b_{w0} = \min\{0.15 \cdot l_w; 1.50 \cdot b_w\} = \min\{91.5 \text{ cm}; 30 \text{ cm}\} \rightarrow b_{w0} = 30 \text{ cm}$

$$M_{Ed} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right) = 2910.01 + 2387.89 \cdot \left(6.04 - \frac{2.90}{2}\right) = 13\,870.43 \text{ kNm}$$

Moment nosivosti jednostruko armiranog presjeka:

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

$$M_{Ed,lim} = 0.159 \cdot 20 \cdot 604^2 \cdot 1.57 = 1\,821\,380.36 \text{ kNcm} = 18\,213.80 \text{ kNm}$$



Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{13\,870.43 \cdot 100}{20 \cdot 604^2 \cdot 1.67} = 0.114$$

Iz tablice očitano za  $\mu_{Ed}=0.115$ :  $\epsilon_{s1}=10.0\text{‰}$ ;  $\epsilon_{c2}=2.5\text{‰}$ ;  $\zeta=0.922$ ;  $\xi=0.200$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} - \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{13\,870.43 \cdot 100}{0.922 \cdot 604 \cdot 43.48} - \frac{2387.90}{43.38} = 2.36 \text{ cm}^2$$

Potrebna minimalna površina uzdužne vlačne armature u rubovima zida:

$$A_{s1} = 0.15\% \cdot b \cdot d = 0.0015 \cdot 20 \cdot 604 = 18.12 \text{ cm}^2$$

ODABRANA ARMATURA: **8Ø18** ( $A_{s1} = 20.36 \text{ cm}^2$ )

## PRORAČUN ZID NA POPREČNU SILU

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

Odabrana armatura Q-385 ( $A_{s1}=7.7 \text{ cm}^2$ , obostrano)

Dijagonalni tlačni slom hrpta zbog posmika:

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

$$v_1 = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{25}{250}\right) = 0.54$$

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

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

$$z = 0.8 \cdot l_w = 0.8 \cdot 610 = 488 \text{ cm}$$

$$V_{Rd,max} = \frac{1.0 \cdot 30 \cdot 0.9 \cdot 604 \cdot 0.54 \cdot 1.67}{1 + 1} = 7353.28 \text{ kN} > 1117.47 \text{ kN}$$

$\rightarrow$  uvjet zadovoljava

Dijagonalni tlačni slom hrpta zbog posmika:

$$\alpha_s = \frac{M_{Ed}}{V_{Ed} \cdot l_w} = \frac{2910.01}{1117.48 \cdot 6.1} = 0.42$$

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

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

$$\rho_h > \frac{V_{Ed}}{b_{w0} \cdot (0.8 \cdot l_w) \cdot f_{yd,h} \cdot ctg\theta} = \frac{1117.47}{30 \cdot (0.8 \cdot 610) \cdot 43.48 \cdot 1} = 0.00176$$

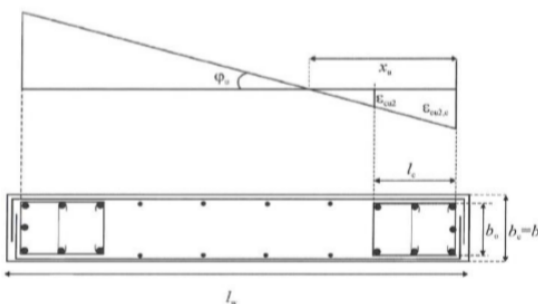
$$\rho_{h,min} > \max(0.001; 0.25 \cdot \rho_v)$$

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

$$A_h = \rho_h \cdot b_{w0} \cdot s_h = 5.34 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{odabrana armatura zadovoljava}$$

## 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
$\varepsilon_{cu2}$	granična deformacija neovijenog betona
$\varepsilon_{cu2,c}$	granična deformacija ovijenog betona, uzima se vrijednost 0,0035
$\alpha$	faktor učinkovitosti ovijanja
$\omega_{wd}$	mehanički obujamski omjer armiranja ovijenom armaturom



Slika 114 Shema potresna armature

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

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

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{A_c} = 0.00385$$

$$\omega_v = \frac{\rho_v \cdot f_{yd,v}}{f_{cd}} = 0.1 \rightarrow \text{mehanički omjer armiranja hrpta vertikalnom armaturom}$$

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

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

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

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

$$T_1=0.5192; T_c=0.4; q_0=1.5$$

Koeficijent duktilnosti s obzirom na zakrivljenost

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

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

$$\varepsilon_{s,yd} = \frac{f_{s,yd}}{E} = 0.0021739$$

$$\alpha \cdot \omega_{vd} \geq 30 \cdot 2 \cdot (0.234 + 0.1) \cdot 0.0021739 \cdot \frac{20}{13} - 0.035 = 0.032$$

$$\varepsilon_{cu2,c} = 0.0355$$

$$x_u = (0.234 + 0.1) \cdot \frac{610 \cdot 20}{13} = 132.43 \text{ cm}$$

$$h_0 = 132.43 \cdot \left(1 - \frac{0.0035}{0.0355}\right) = 64.79 \text{ cm}$$

$$l_c \geq \{0.15 \cdot l_w; 1.50 \cdot b_w; \text{duljina } h_0 \text{ na kojoj je } \varepsilon_{cu2} > 0.0035\} \rightarrow \{91.5 \text{ cm}; 30 \text{ cm}; 64.79 \text{ cm}\}$$

$$l_c = 91.5 \text{ cm}$$

Odabrana debljina rubnog elementa: 100cm

Odabrana armatura: 8Ø16 ( $A_{s1} = 16.08 \text{ cm}^2$ )

→ odabrana armatura zadovoljava u pogledu nosivosti na savijanje

$$A_{s,\min} = 0.5\% \cdot b_c \cdot h_0 = 6.48 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,\max} = 4.0\% \cdot b_c \cdot h_0 = 51.83 \text{ cm}^2$$

→ odabrana armatura zadovoljava uvjete minimalne i maksimalne

## IZRAČUN OVOJNE ARMATURE U RUBNOM ELEMENTU

Odabrana armatura: **8Ø18, Q – 385**

Najmanji promjer spona: 10 mm

Razmak spona:  $S_w = 10\text{cm}$

$H_{kr} = 290\text{ cm}$

$\alpha \cdot \omega_{wd} = 0.032$

$\alpha = \alpha_n \cdot \alpha_s$

$$\alpha_n = 1 - \frac{\Sigma b_i^2}{(6 \cdot b_0 \cdot b_h)} = 0.518$$

$$\alpha_s = \left(1 - \frac{s}{2 \cdot b_0}\right) \cdot \left(1 - \frac{s}{2 \cdot h_0}\right) = 0.463$$

$\alpha = 0.24$

$$0.24 \cdot \omega_{wd} = 0.032 \rightarrow \omega_{wd} = 0.133 > 0.08$$

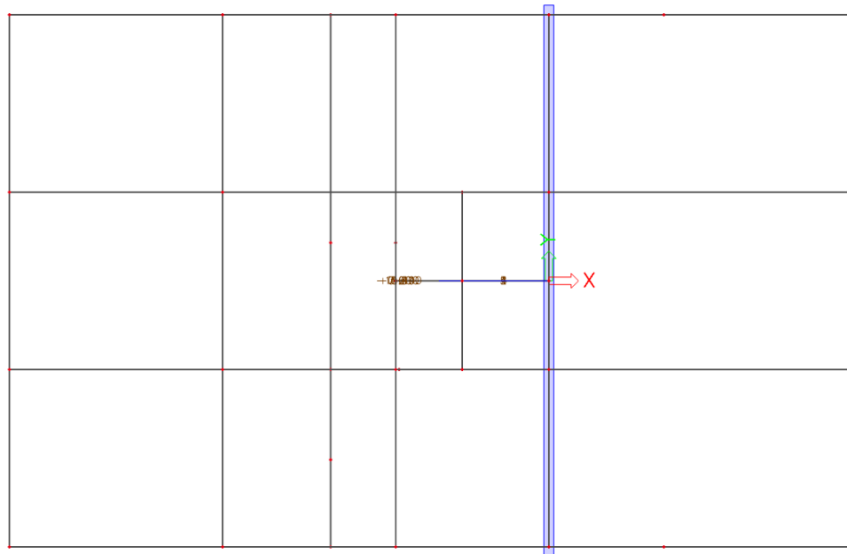
Duljina spona:

$$\text{Vanjskih } L_v = 2 \cdot 13 + 2 \cdot 40 = 106\text{ cm}$$

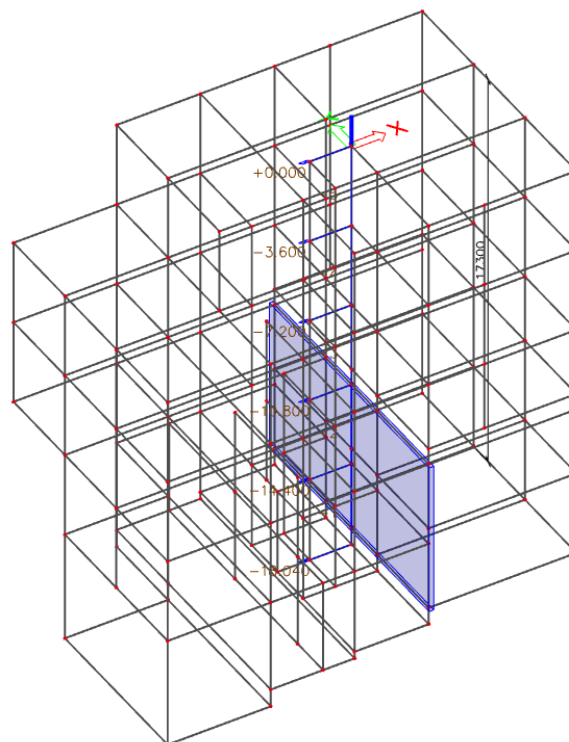
$$\text{Unutarnjih } L_u = 13 + 2 \cdot 13 + 2 \cdot 14.1 = 67.2\text{ cm}$$

$$\omega_{wd} = \frac{0.785 \cdot (106 + 73.2) \cdot \frac{100}{10}}{13 \cdot 30 \cdot 100} \cdot \frac{43.48}{2.0} = 1.80 > 0.133$$

## PRORAČUN ZIDA U SMJERU Y

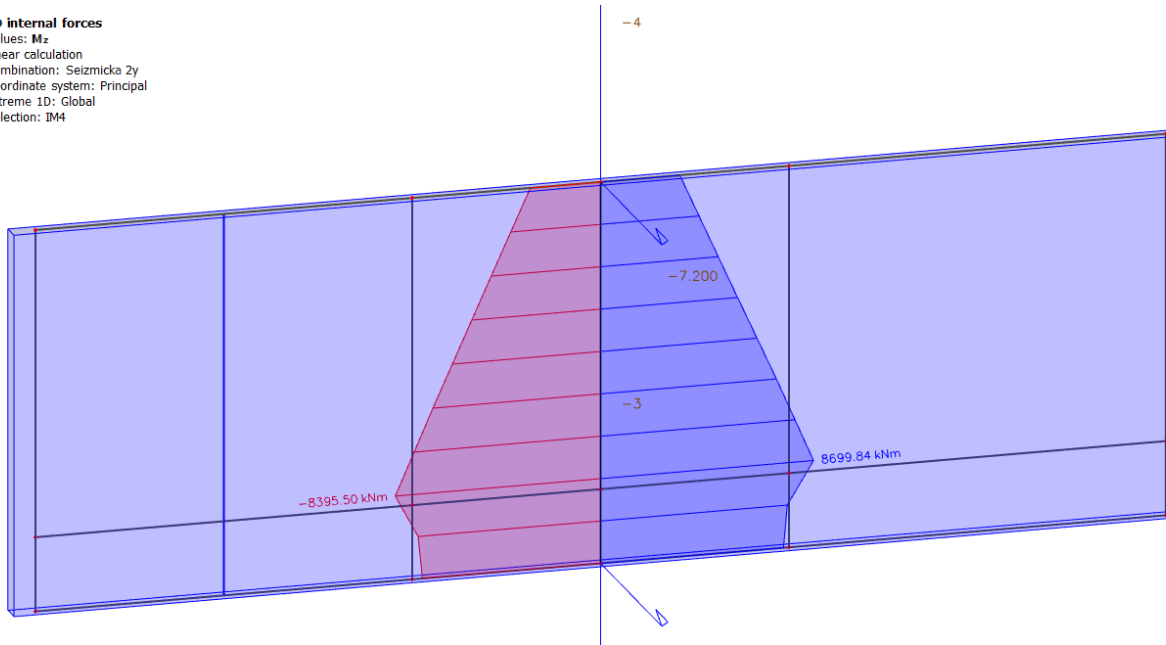


Slika 115 Položaj proračunatog zida u smjeru Y

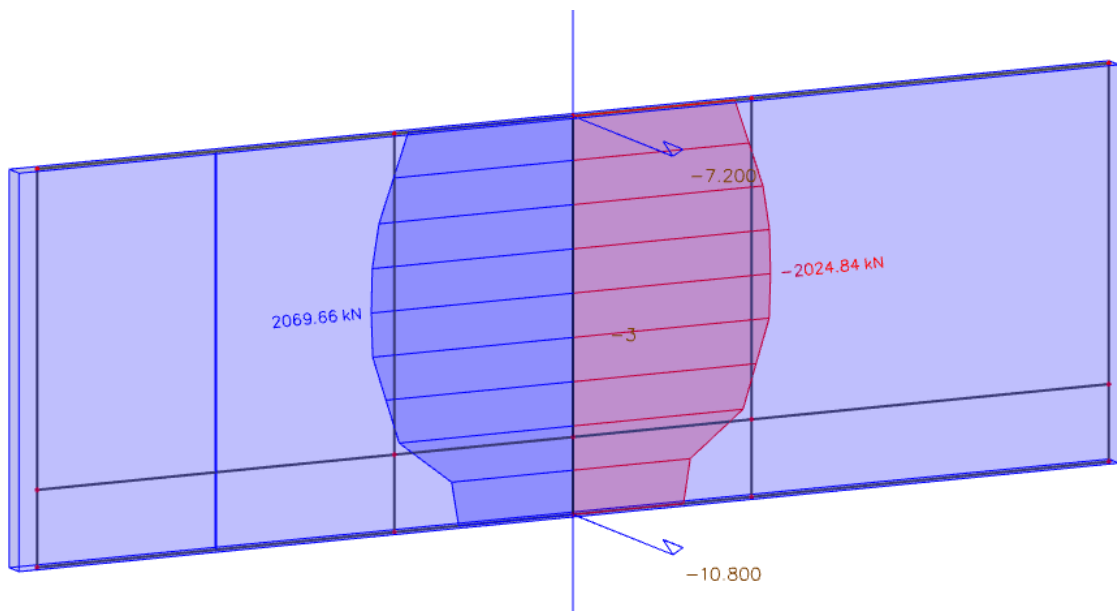


Slika 116 Položaj proračunatog zida u smjeru Y (3D)

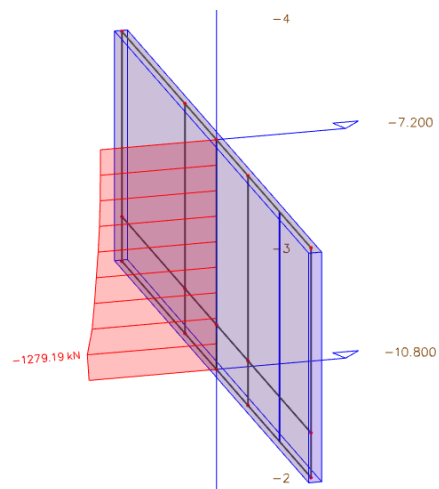
1D internal forces  
 Values: Mz  
 Linear calculation  
 Combination: Seizmicka 2y  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: IM4



Slika 117 Maskimalni moment savijanja na promatrani zid

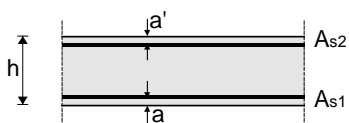


Slika 118 Maksimalna poprečna sila na promatrani zid



Slika 119 Maksimalna uzdužna sila na promatrani zid

Poprečni presjek zida:



$h=20.0$  cm  
 $d=13.0$  cm  
 $a=a'=3.0$  cm

**BETON:**

C25/30

$f_{ck}=25.0$  Mpa

$f_{cd}=25.0/1.5=16.67$  Mpa

$f_{cd}=1.67$  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 proračunatog zida	
h <sub>s</sub> -visina etaže	290 cm
b <sub>w</sub> -debljina zida	20 cm
l <sub>w</sub> -duljina zida	1 062 cm
h <sub>w</sub> -visina zida	580 cm
n-broj etaža	2
d <sub>1</sub> -zaštitni sloj	3 cm
d	287 cm
Duktilnost	DCM-srednja duktilnost

### PRORAČUN ZIDA NA SAVIJANJE I UZDUŽNU SILU

Dužina rubnog serklaža:  $l_{c0} = \min\{0.15 \cdot l_w; 1.50 \cdot b_w\} = \min\{159.3 \text{ cm}; 30 \text{ cm}\} \rightarrow l_{c0} = 30 \text{ cm}$

Vitkost zida:  $H_w/l_w = (2 \cdot 290)/1062 = 0.54 < 2 \rightarrow \text{zid nije vitak}$

Visina kritične zone:  $h_{cr} = \max\{l_w; h_w/6\} = \max\{1062 \text{ cm}; 48.33 \text{ cm}\} \rightarrow 1062 \text{ cm}$

Širina rubnog serklaža:  $b_{w0} = \min\{0.15 \cdot l_w; 1.50 \cdot b_w\} = \min\{159.3 \text{ cm}; 30 \text{ cm}\} \rightarrow b_{w0} = 30 \text{ cm}$

$$M_{Ed} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right) = 8699.84 + 1279.19 \cdot \left(10.56 - \frac{2.90}{2}\right) = 20\,353.26 \text{ kNm}$$

Moment nosivosti jednostruko armiranog presjeka:

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

$$M_{Ed,lim} = 0.159 \cdot 20 \cdot 1056^2 \cdot 1.57 = 5\,567\,427.99 \text{ kNcm} = 55\,674.28 \text{ kNm}$$

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{20\,353.26 \cdot 100}{20 \cdot 1056^2 \cdot 1.67} = 0.055$$

Iz tablice očitano za  $\mu_{Ed}=0.059$ :  $\varepsilon_{s1}=10.0\text{‰}$ ;  $\varepsilon_{c2}=1.5\text{‰}$ ;  $\zeta=0.953$ ;  $\xi=0.130$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} - \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{20\,353.26 \cdot 100}{0.953 \cdot 1056 \cdot 43.48} - \frac{1279.19}{43.38} = 17.09 \text{ cm}^2$$

Potrebna minimalna površina uzdužne vlačne armature u rubovima zida:

$$A_{s1} = 0.15\% \cdot b \cdot d = 0.0015 \cdot 20 \cdot 1056 = 18.12 \text{ cm}^2$$

ODABRANA ARMATURA: **8Ø18** ( $A_{s1} = 20.36 \text{ cm}^2$ )

**PRORAČUN ZID NA POPREČNU SILU**

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

Odabrana armatura Q-385 ( $A_{s1}=7.7 \text{ cm}^2$ , obostrano)

Dijagonalni tlačni slom hrpta zbog posmika:

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

$$v_1 = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{25}{250}\right) = 0.54$$

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

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

$$z = 0.8 \cdot l_w = 0.8 \cdot 1062 = 849.6 \text{ cm}$$

$$V_{Rd,max} = \frac{1.0 \cdot 30 \cdot 0.9 \cdot 1056 \cdot 0.21 \cdot 1.67}{1 + 1} = 4999.58 \text{ kN} > 2069.66 \text{ kN}$$

$\rightarrow$  uvjet zadovoljava

Dijagonalni tlačni slom hrpta zbog posmika:

$$\alpha_s = \frac{M_{Ed}}{V_{Ed} \cdot l_w} = \frac{2383.18}{2069.66 \cdot 10.62} = 0.108$$

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

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

$$\rho_h > \frac{V_{Ed}}{b_{w0} \cdot (0.8 \cdot l_w) \cdot f_{yd,h} \cdot ctg\theta} = \frac{2069.66}{30 \cdot (0.8 \cdot 1062) \cdot 43.48 \cdot 1} = 0.00187$$

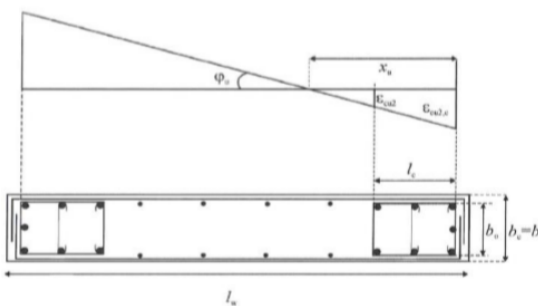
$$\rho_{h,min} > \max(0.001; 0.25 \cdot \rho_v)$$

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

$$A_h = \rho_h \cdot b_{w0} \cdot s_h = 6.34 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{odabrana armatura zadovoljava}$$

## 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  
 **$\varepsilon_{cu2}$**     granična deformacija neovijenog betona  
 **$\varepsilon_{cu2,c}$**     granična deformacija ovijenog betona, uzima se vrijednost 0,0035  
 **$\alpha$**         faktor učinkovitosti ovijanja  
 **$\omega_{wd}$**     mehanički obujamski omjer armiranja ovijenom armaturom



Slika 120 Shema potresna armature

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

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

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{A_c} = 0.00385$$

$$\omega_v = \frac{\rho_v \cdot f_{yd,v}}{f_{cd}} = 0.08 \rightarrow \text{mehanički omjer armiranja hrpta vertikalnom armaturom}$$

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

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

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

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

$$T_1=0.5192; T_c=0.4; q_0=1.5$$

Koeficijent duktilnosti s obzirom na zakrivljenost

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

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

$$\varepsilon_{s,yd} = \frac{f_{s,yd}}{E} = 0.0021739$$

$$\alpha \cdot \omega_{vd} \geq 30 \cdot 2 \cdot (0.068 + 0.1) \cdot 0.0021739 \cdot \frac{20}{13} - 0.035 = 0.027$$

$$\varepsilon_{cu2,c} = 0.0062$$

$$x_u = (0.068 + 0.08) \cdot \frac{1062 \cdot 20}{13} = 241.81 \text{ cm}$$

$$h_0 = 241.81 \cdot \left(1 - \frac{0.0035}{0.0062}\right) = 105.30 \text{ cm}$$

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

$$\rightarrow \{159.3 \text{ cm}; 30 \text{ cm}; 105.30 \text{ cm}\}$$

$$l_c = 159.3 \text{ cm}$$

Odabrana debljina rubnog elementa: 200 cm

Odabrana armatura: 8Ø16 ( $A_{s1} = 16.08 \text{ cm}^2$ ) →

odabrana armatura zadovoljava u pogledu nosivosti na savijanje

$$A_{s,\min} = 0.5\% \cdot b_c \cdot h_0 = 10.53 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,\max} = 4.0\% \cdot b_c \cdot h_0 = 84.24 \text{ cm}^2$$

→ odabrana armatura zadovoljava uvjete minimalne i maksimalne

## IZRAČUN OVOJNE ARMATURE U RUBNOM ELEMENTU

Odabrana armatura: **8Ø18, Q – 385**

Najmanji promjer spona: 10 mm

Razmak spona:  $S_w = 10\text{cm}$

$H_{kr} = 290\text{ cm}$

$\alpha \cdot \omega_{wd} = 0.027$

$\alpha = \alpha_n \cdot \alpha_s$

$$\alpha_n = 1 - \frac{\Sigma b_i^2}{(6 \cdot b_0 \cdot b_h)} = 0.518$$

$$\alpha_s = \left(1 - \frac{s}{2 \cdot b_0}\right) \cdot \left(1 - \frac{s}{2 \cdot h_0}\right) = 0.463$$

$\alpha = 0.24$

$0.24 \cdot \omega_{wd} = 0.032 \rightarrow \omega_{wd} = 0.133 > 0.08$

Duljina spona:

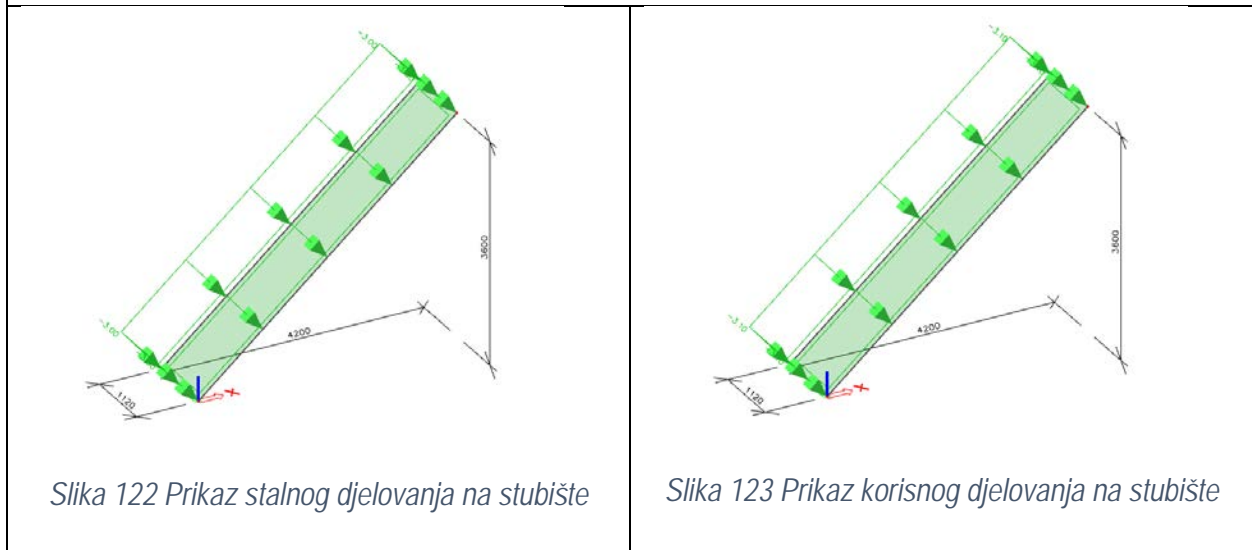
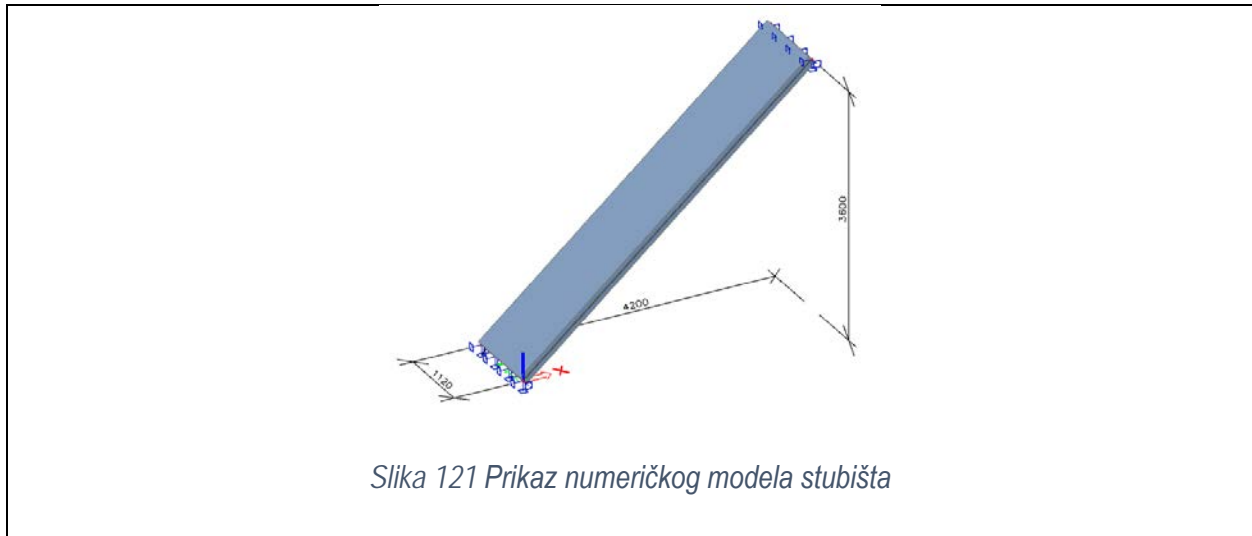
*Vanjskih*  $L_v = 2 \cdot 13 + 2 \cdot 40 = 106\text{ cm}$

*Unutarnjih*  $L_u = 13 + 2 \cdot 13 + 2 \cdot 14.1 = 67.2\text{ cm}$

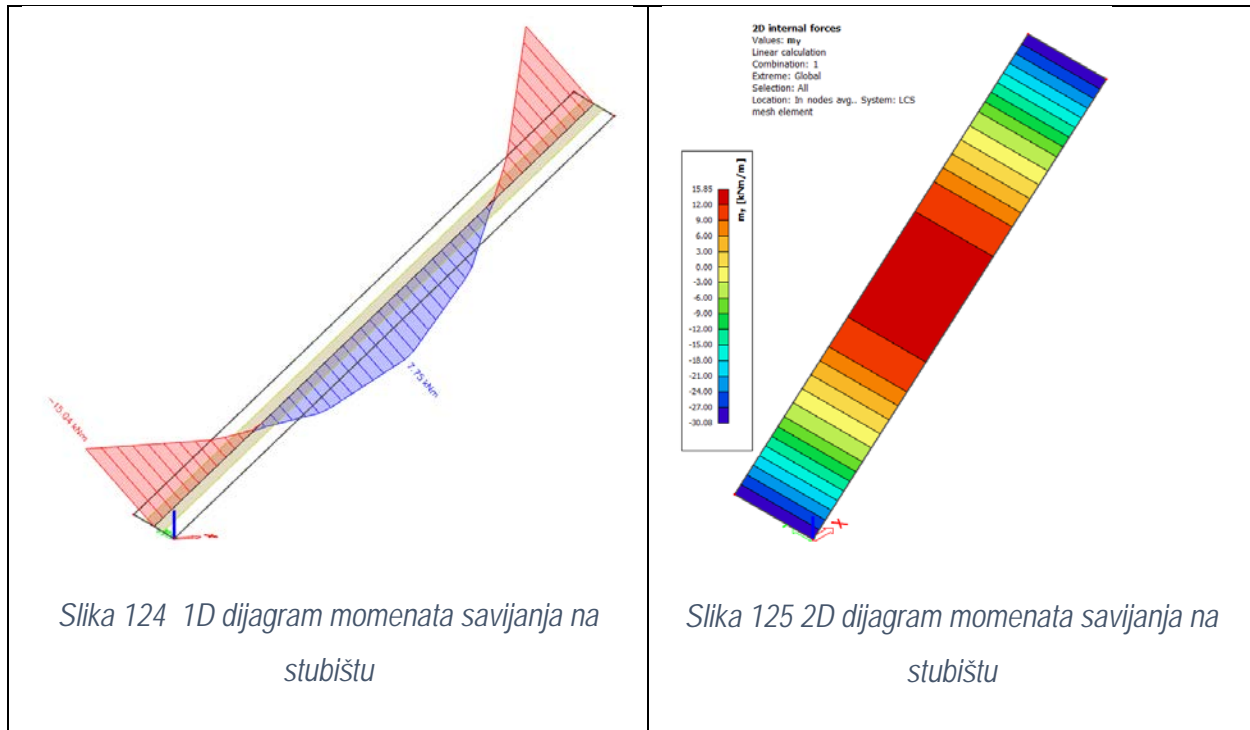
$$\omega_{wd} = \frac{0.785 \cdot (106 + 73.2) \cdot \frac{100}{10}}{13 \cdot 30 \cdot 100} \cdot \frac{43.48}{2.0} = 1.80 > 0.133$$

## DIMENZIONIRANJE STUBIŠTA

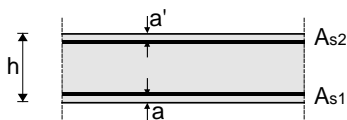
Stubište 1.







Poprečni presjek ploče:



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

**BETON:**

C25/30

$f_{ck}=25.0$  Mpa

$f_{cd}=25.0/1.5=16.67$  Mpa

$f_{cd}=1.67$  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>

<b>Dimenzioniranje na moment savijanja:</b>	
<u>Proračun armature u polju:</u>	
$\mu_{Ed}=0.125$ $\xi=0.219$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.129$ : $\epsilon_{s1}=10.0\text{‰}$ ; $\epsilon_{c2}=2.8\text{‰}$ ; $\zeta=0.913$ ;
$A_{s1}=6.31\text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: Q-785 (<math>A_{s1}=7.85\text{ cm}^2</math>)</b>	
<u>Proračun armature nad ležajem:</u>	
$\mu_{Ed}=0.07$ $\xi=0.160$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.083$ : $\epsilon_{s1}=10.0\text{‰}$ ; $\epsilon_{c2}=1.9\text{‰}$ ; $\zeta=0.941$ ;
$A_{s1}=3.22\text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: Q-385 (<math>A_{s1}=3.85\text{ cm}^2</math>)</b>	

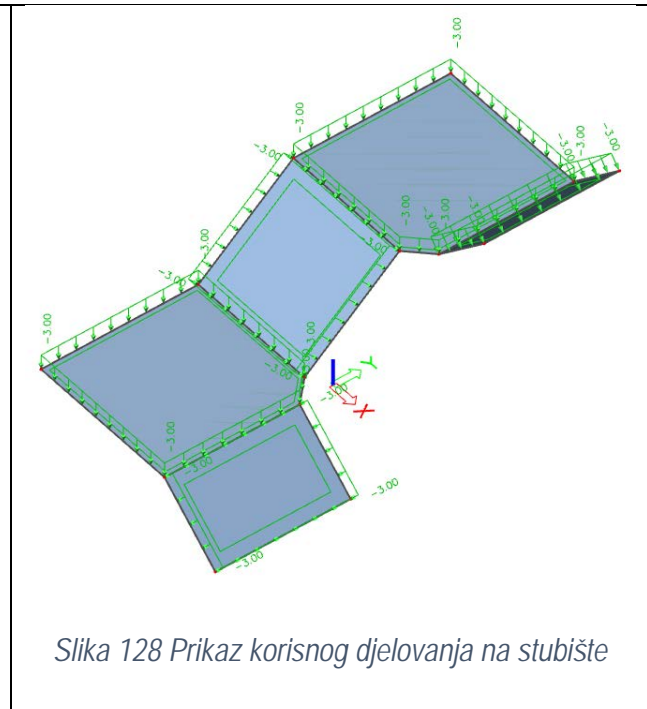
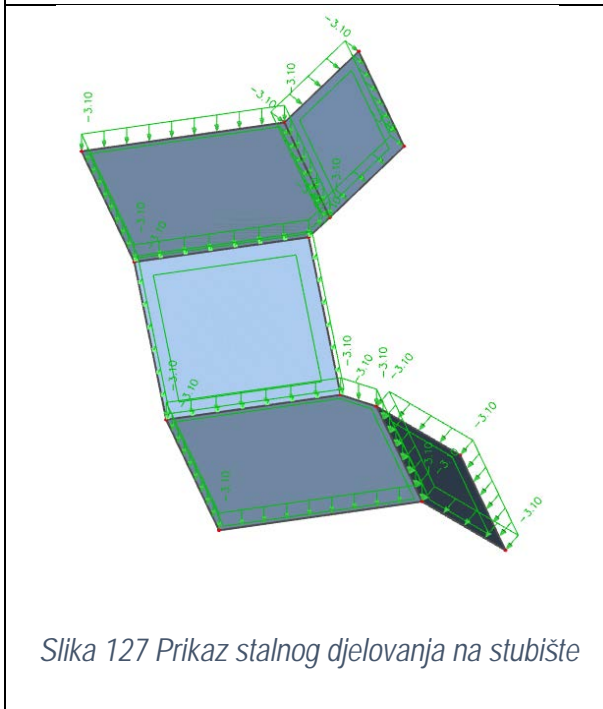
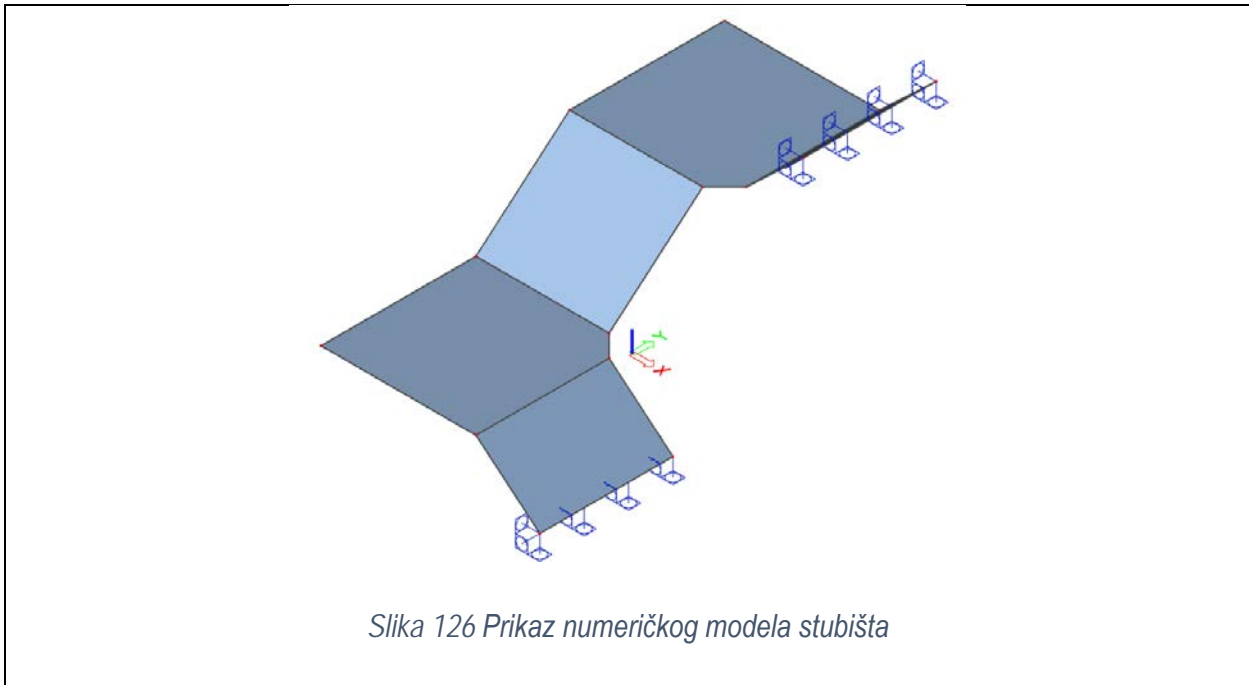
**ODABRANA ARMATURA:**

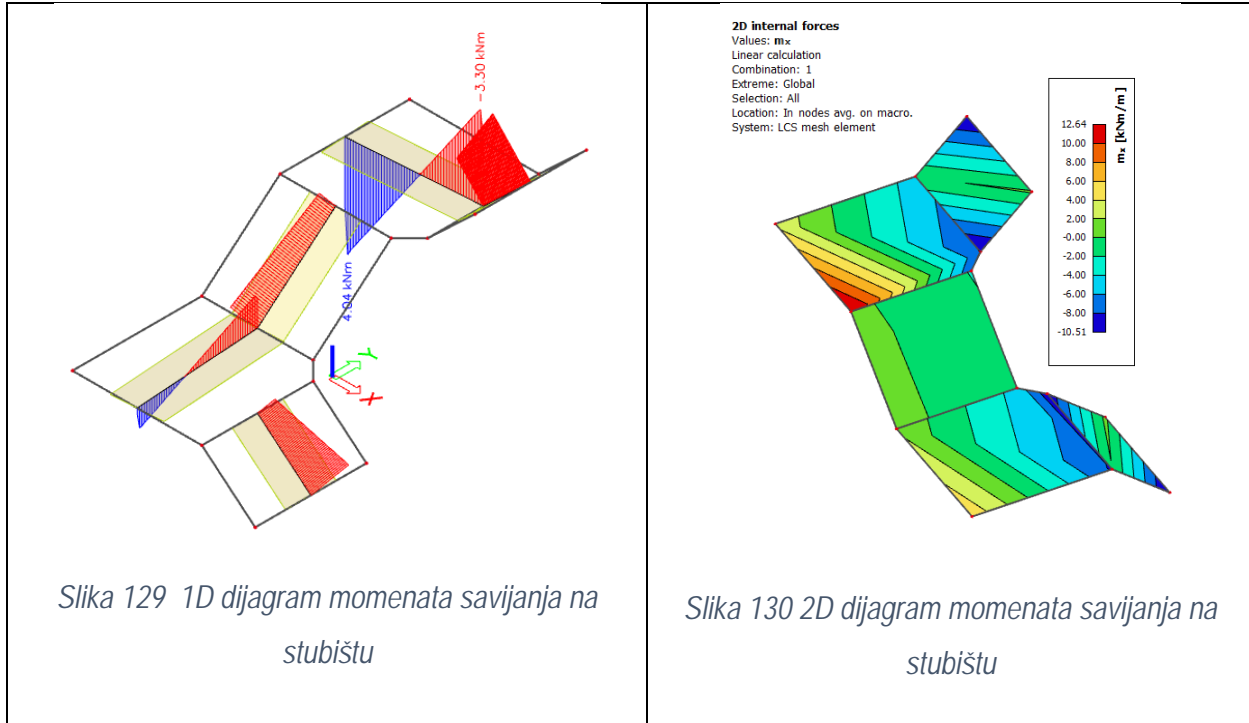
Donju zonu armirati sa mrežom **Q-785** sa preklopom >50 cm.

Gornju zonu armirati sa mrežom **Q-385** sa preklopom >50 cm.

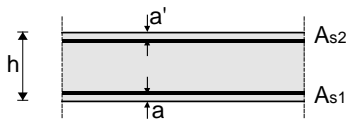
Slobodne rubove armirati sa šipkama **4Φ12** sa preklopom od 80cm i vilicama **Φ10/20** cm dužine 60 cm.

## Stubište 2.





Poprečni presjek ploče:



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

**BETON:**

C25/30

$f_{ck}=25.0$  Mpa

$f_{cd}=25.0/1.5=16.67$  Mpa

$f_{cd}=1.67$  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>

<b>Dimenzioniranje na moment savijanja:</b>	
<u>Proračun armature u polju:</u>	
$\mu_{Ed}=0.043$ $\xi=0.115$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.048$ : $\epsilon_{s1}=10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2}=1.3 \text{ ‰}$ ; $\zeta=0.959$ ;
$A_{s1}=2.10 \text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: Q-385(<math>A_{s1}=3.85 \text{ cm}^2</math>)</b>	
<u>Proračun armature nad ležajem:</u>	
$\mu_{Ed}=0.053$ $\xi=0.130$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.059$ : $\epsilon_{s1}=10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2}=1.5 \text{ ‰}$ ; $\zeta=0.953$ ;
$A_{s1}=2.54 \text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: Q-385 (<math>A_{s1}=3.85 \text{ cm}^2</math>)</b>	

**ODABRANA ARMATURA:**

Donju zonu armirati sa mrežom **Q-385** sa preklopom >50 cm.

Gornju zonu armirati sa mrežom **Q-385** sa preklopom >50 cm.

Slobodne rubove armirati sa šipkama **4Φ12** sa preklopom od 80cm i vilicama **Φ10/20** cm dužine 60 cm.

## KONSTRUKCIJA ZATRPANIH ARMIRANOBETONSKIH ZIDOVA PODRUMA

U nastavku je proveden proračun zatrpanog AB zida tehničke etaže i podruma opterećenog okomito na svoju ravninu. Zidovi su računati na fazu maksimalnog opterećenja. Karakteristični zid max visine 5,40m i debljine 25 cm oslonjen je u horizontalnom smislu o ab ploču iznad podruma na gornjem kraju, o ab ploču iznad tehničke etaže u polovini raspona, te o temeljnu ploču u donjem dijelu tijela zida, te je na tim mjestima modeliran zglojni spoj. Vertikalno opterećenje nije uzeto u obzir pri ovom proračunu što je na strani sigurnosti. Proračun je proveden pomoću računala za lamelu širine 1m'.

$k_a = 0.35$  – koeficijent tlaka mirovanja

$H = 5.4\text{m}$  – visina zida

$d = 0.35\text{ cm}$  - debljina zida

$\gamma = 20\text{ kN/m}^3$  – jedinična težina tla

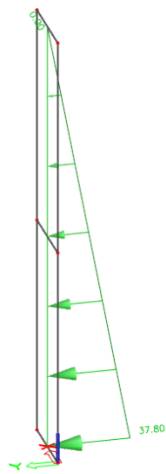
$$e_{a1} = k_a \cdot \gamma \cdot H = 0.35 \cdot 20 \cdot 5.4 = 37.8\text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{od tla}$$

Od pokretnog opterećenja:  $p = 10\text{ kN/m}^2$

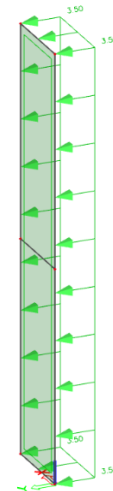
$$p' = p \cdot k_a = 10 \cdot 0.35 = 3.50\text{ kN/m}^2$$



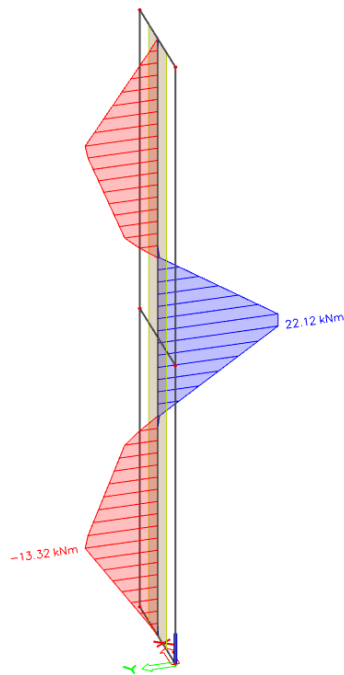
Slika 131 Numerički model obodnog zida



Slika 132 Prikaz stalnog opterećenja na zatrpani zid

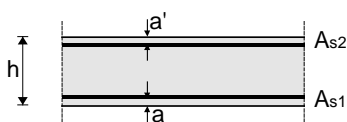


Slika 133 Prikaz promjenjivog opterećenja na zatrpani zid



Slika 134 Dijagram momenata savijanja  $M$  na zatrpani zid

Poprečni presjek zida:



$$h=20.0 \text{ cm}$$

$$d=13.0 \text{ cm}$$

$$a=a'=3.0 \text{ cm}$$

#### BETON:

C25/30

$$f_{ck}=25.0 \text{ Mpa}$$

$$f_{cd}=25.0/1.5=16.67 \text{ Mpa}$$

$$f_{cd}=1.67 \text{ kN/cm}^2$$

#### ARMATURA:

B500B

$$f_{yk}=500.0 \text{ Mpa}$$

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

$$f_{yd}=43.48 \text{ kN/cm}^2$$

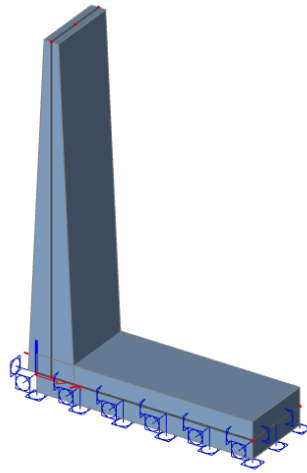


<b>Dimenzioniranje na moment savijanja:</b>	
<u>Proračun armature u polju:</u>	
$\mu_{Ed}=0.0165$ $\xi=0.065$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.017$ : $\epsilon_{s1}=10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2}=0.7 \text{ ‰}$ ; $\zeta=0.977$ ;
$A_{s1}=1.42 \text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: Q-385 (<math>A_{s1}=3.85 \text{ cm}^2</math>)</b>	
<u>Proračun armature nad ležajem:</u>	
$\mu_{Ed}=0.027$ $\xi=0.091$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.031$ : $\epsilon_{s1}=10.0 \text{ ‰}$ ; $\epsilon_{c2}=1.5 \text{ ‰}$ ; $\zeta=0.968$ ;
$A_{s1}=2.38 \text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA NAD LEŽAJEM: Q-385 (<math>A_{s1}=3.85 \text{ cm}^2</math>)</b>	

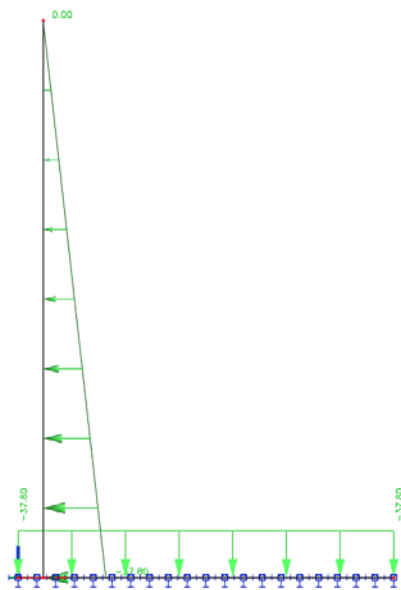
**ODABRANA ARMATURA:**

Zid armirati obostrano mrežom Q-385, s preklopom >50cm, te vilicama  $\Phi 10/20$ .

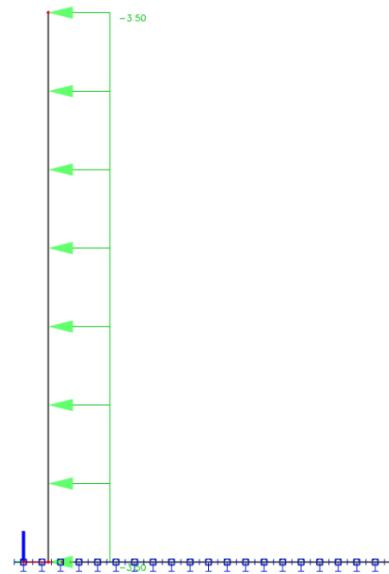
## DIMENZIONIRANJE POTPORNOG ZIDA



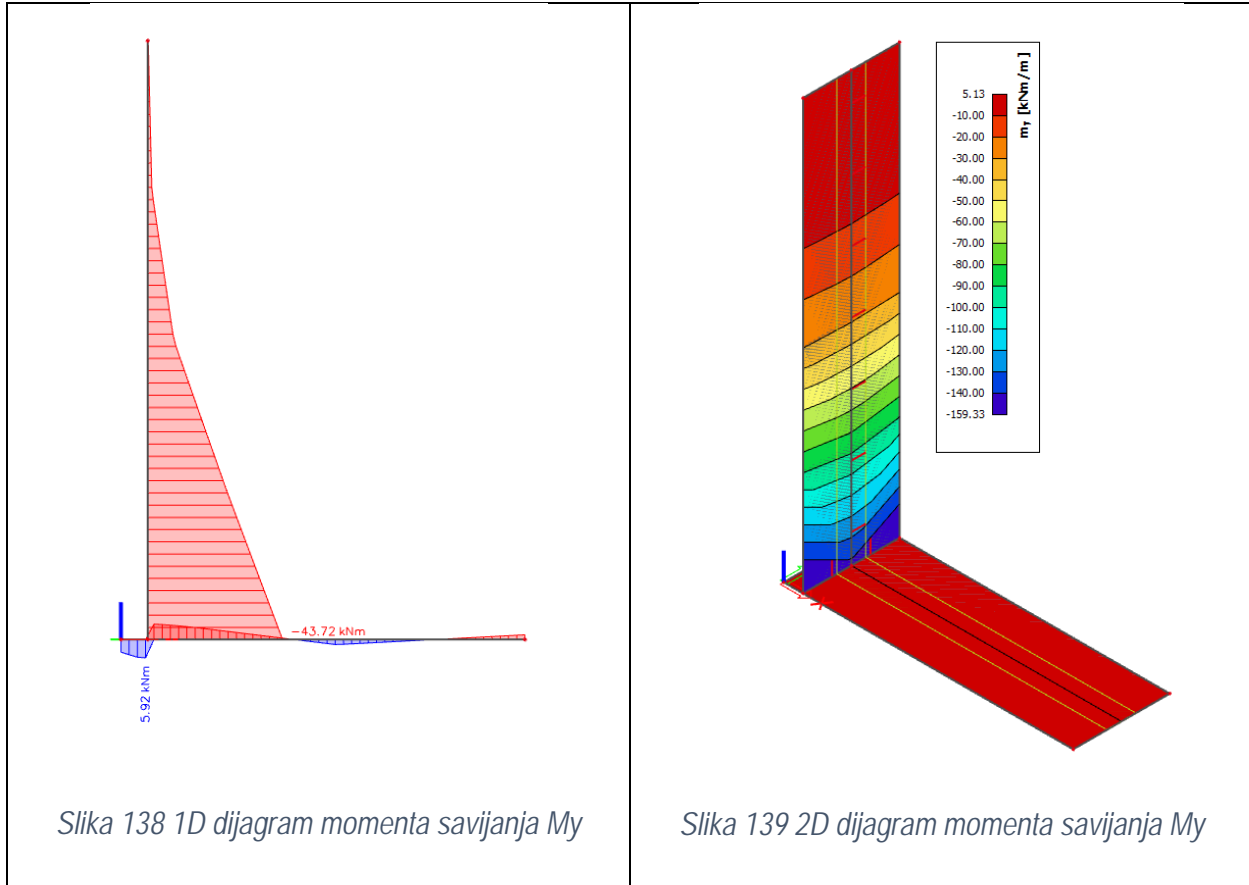
Slika 135 Numerički model potpornog zid (1m')



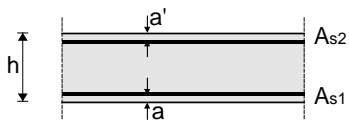
Slika 136 Prikaz stalnog opterećenja na potporni zid



Slika 137 Prikaz promjenjivog opterećenja na potporni zid



Poprečni presjek zida:



$h=64.0$  cm  
 $d=59.0$  cm  
 $a=a'=5.0$  cm

**BETON:**

C25/30

$f_{ck}=25.0$  Mpa

$f_{cd}=25.0/1.5=16.67$  Mpa

$f_{cd}=1.67$  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:	
<u>Proračun armature u polju:</u>	
$\mu_{Ed}=0.028$ $\xi=0.091$	Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.031$ : $\epsilon_{s1}=10.0\text{‰}$ ; $\epsilon_{c2}=1.0\text{‰}$ ; $\zeta=0.968$ ;
$A_{s1}=6.44\text{ cm}^2$	
<b>ODABRANA ARMATURA U POLJU: Q-785 (<math>A_{s1}=7.85\text{ cm}^2</math>)</b>	

**ODABRANA ARMATURA:**

Donju zonu armirati sa mrežom **Q-785** sa preklopom  $>70\text{ cm}$ .

Gornju zonu armirati sa mrežom **Q-785** sa preklopom  $>70\text{ cm}$ .

Slobodne rubove armirati sa šipkama **4Φ14** sa preklopom od  $100\text{ cm}$  i vilicama **Φ10/15** cm dužine  $100\text{ cm}$ .

## GRAFIČKI PRILOZI

Situacija - M 1:450 .....	List 1.
Tlocrt POZ 00- M 1:100 .....	List 2.
Tlocrt POZ 100- M 1:100 .....	List 3.
Tlocrt POZ 200- M 1:100 .....	List 4.
Tlocrt POZ 300- M 1:100 .....	List 5.
Presjek 2-2_M 1:100.....	List 6.
Presjek 1-1_ M 1:100.....	List 7.
Procelje.....	List 8.
Procelje.....	List 9.
Procelje.....	List 10.
Procelje.....	List 11.
Plan POZ 400- M 1:100 .....	List 12.
Plan POZ 300- M 1:100 .....	List 13.
Plan POZ 200- M 1:100 .....	List 14.
Plan POZ 100- M 1:100 .....	List 15.
Plan POZ 00- M 1:100 .....	List 16.
Plan POZ -100_M 1:100 .....	List 17.
Armaturni plan POZ 400-donja zona-M 1:50 .....	List 18.
Armaturni plan POZ 400-gornja zona-M 1:50 .....	List 19.
Armaturni plan POZ 400-šipkasta armatura-M 1:50 .....	List 20.
Armaturni plan POZ 400-ISKAZ .....	List 21.
Armaturni plan POZ 300-donja zona-M 1:50 .....	List 22.
Armaturni plan POZ 300-gornja zona-M 1:50 .....	List 23.
Armaturni plan POZ 300-šipkasta armatura-M 1:50 .....	List 24.
Armaturni plan POZ 300-ISKAZ .....	List 25.
Armaturni plan POZ 200-donja zona-M 1:50 .....	List 26.
Armaturni plan POZ 200-gornja zona-M 1:50 .....	List 27.
Armaturni plan POZ 200-šipkasta armatura-M 1:50 .....	List 28.
Armaturni plan POZ 200-ISKAZ .....	List 29.

Armaturni plan POZ 100-donja zona-M 1:50 .....	List 30.
Armaturni plan POZ 100-gornja zona-M 1:50 .....	List 31.
Armaturni plan POZ 100-šipkasta armatura-M 1:50 .....	List 32.
Armaturni plan POZ 100-ISKAZ .....	List 33.
Armaturni plan POZ 00-donja zona-M 1:50 .....	List 34.
Armaturni plan POZ 00-gornja zona-M 1:50 .....	List 35.
Armaturni plan POZ 00-šipkasta armatura-M 1:50 .....	List 36.
Armaturni plan POZ 00-ISKAZ .....	List 37.
Armaturni plan POZ -100-donja, gornja zona-M 1:50 .....	List 38.
Armaturni plan POZ -100-šipkasta armatura-M 1:50 .....	List 39.
Armaturni plan POZ 00-ISKAZ .....	List 40.
Armaturni plan zida u osi B- M 1:50 .....	List 41.
Armaturni plan zida u osi B- M 1:50 .....	List 42.
Armaturni plan zidova-ISKAZ .....	List 43.
Armaturni plan potpornog zida- M 1:50 .....	List 44.
Armaturni plan potpornog zida- ISKAZ .....	List 45.
Armaturni plan stubišta-M 1:50 .....	List 46.

## LITERATURA

[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

### Računalni programi:

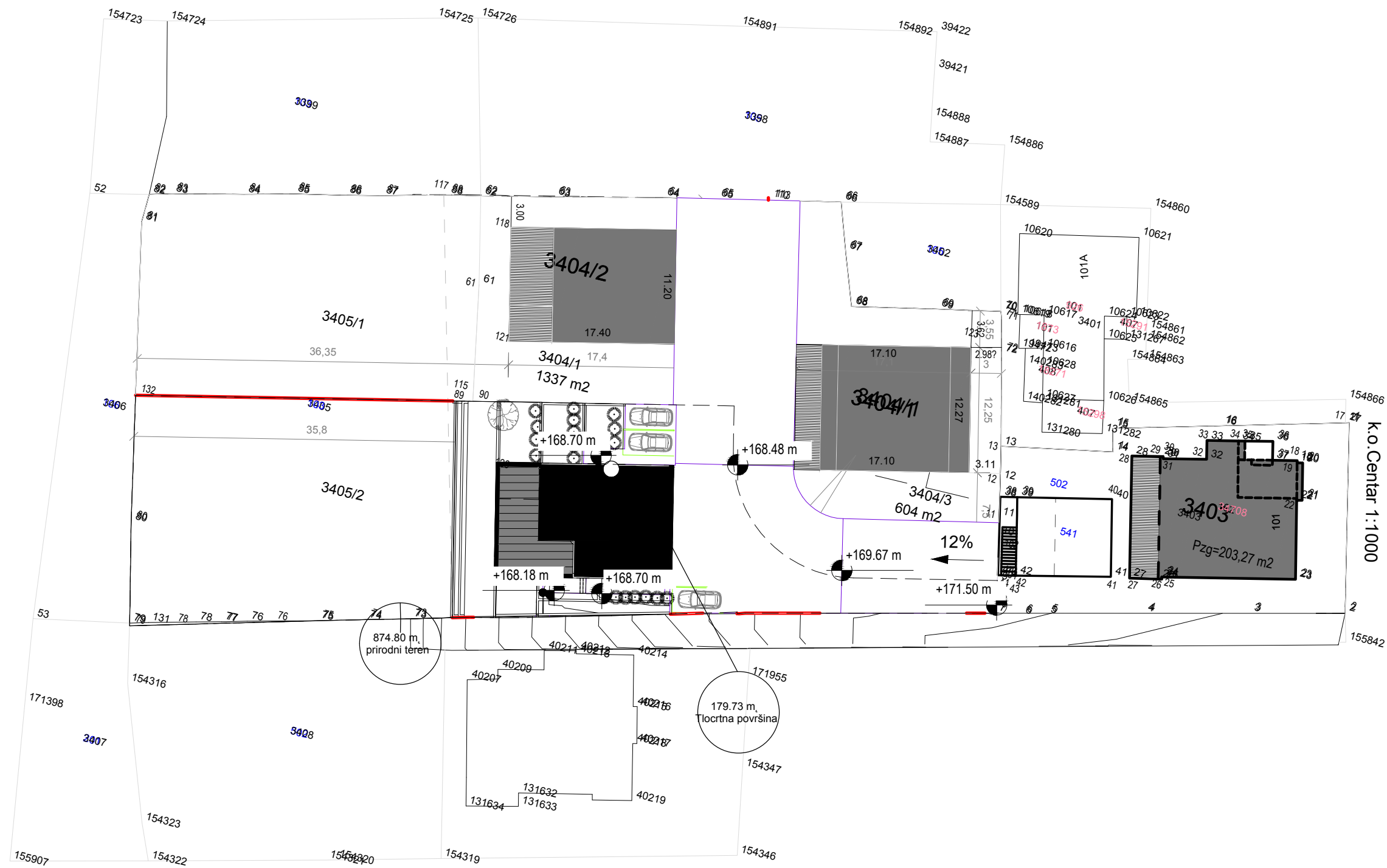
1. AutoCad 2020

2. Microsoft office : Word  
Excel

3. ArmCad

4. Scia Engineer 19.1.

5. Aspalatos Section Design

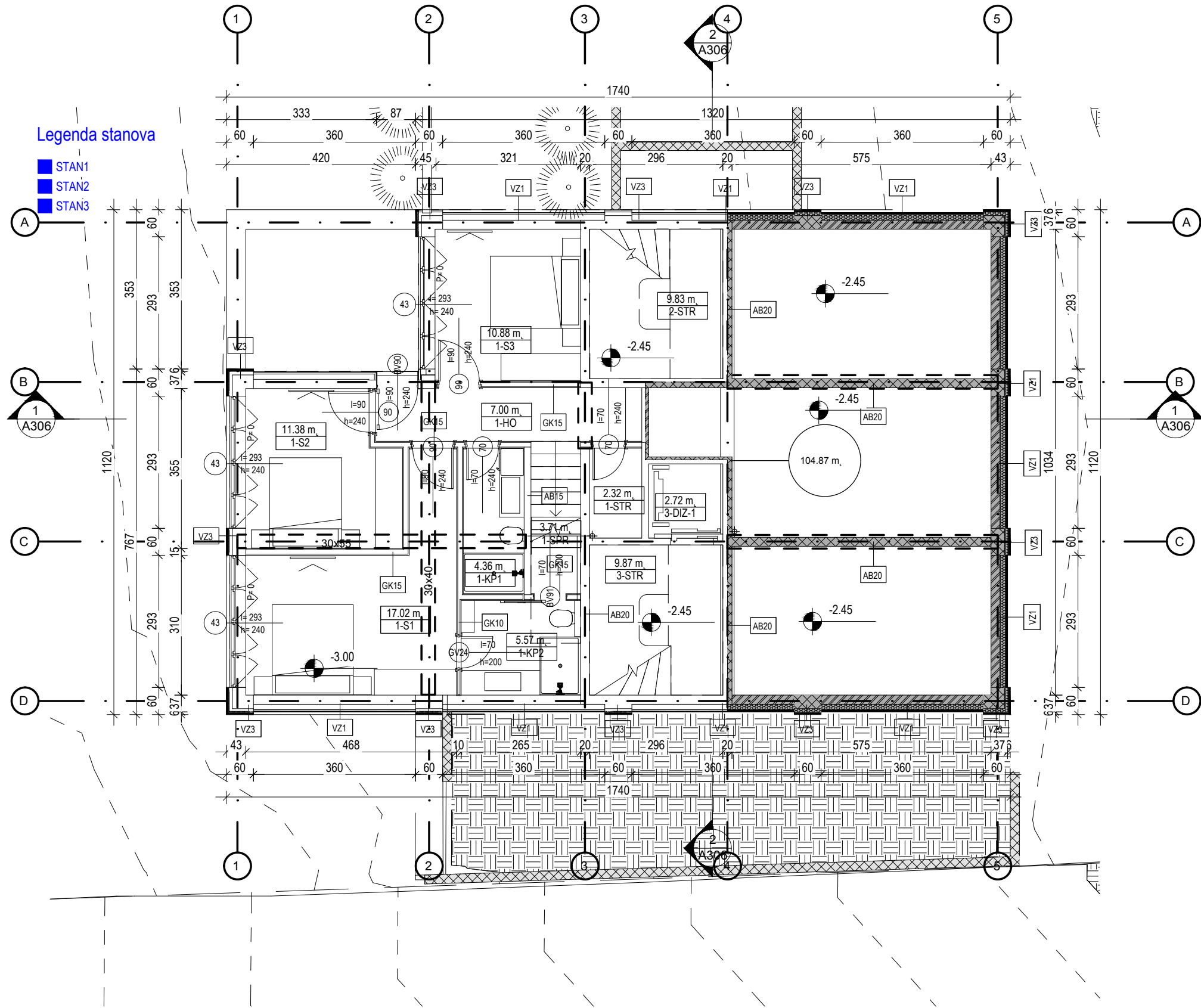


Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad	
	GRAĐEVINA:	STAMBENA GRAĐEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak	AUTOR:	Marin Jukić
	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT	MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin
	MJERILO:	1:50, 1:100	NASLOV:	
DATUM:	Split, srpanj 2020.	NAZIV STRUKE:	ARMATURNI PLANOV I NACRTI	Glavni projekt stambene zgrade SMB_4
		SADRŽAJ LISTA:	Situacija	LIST BROJ: 1.



Legenda stanova

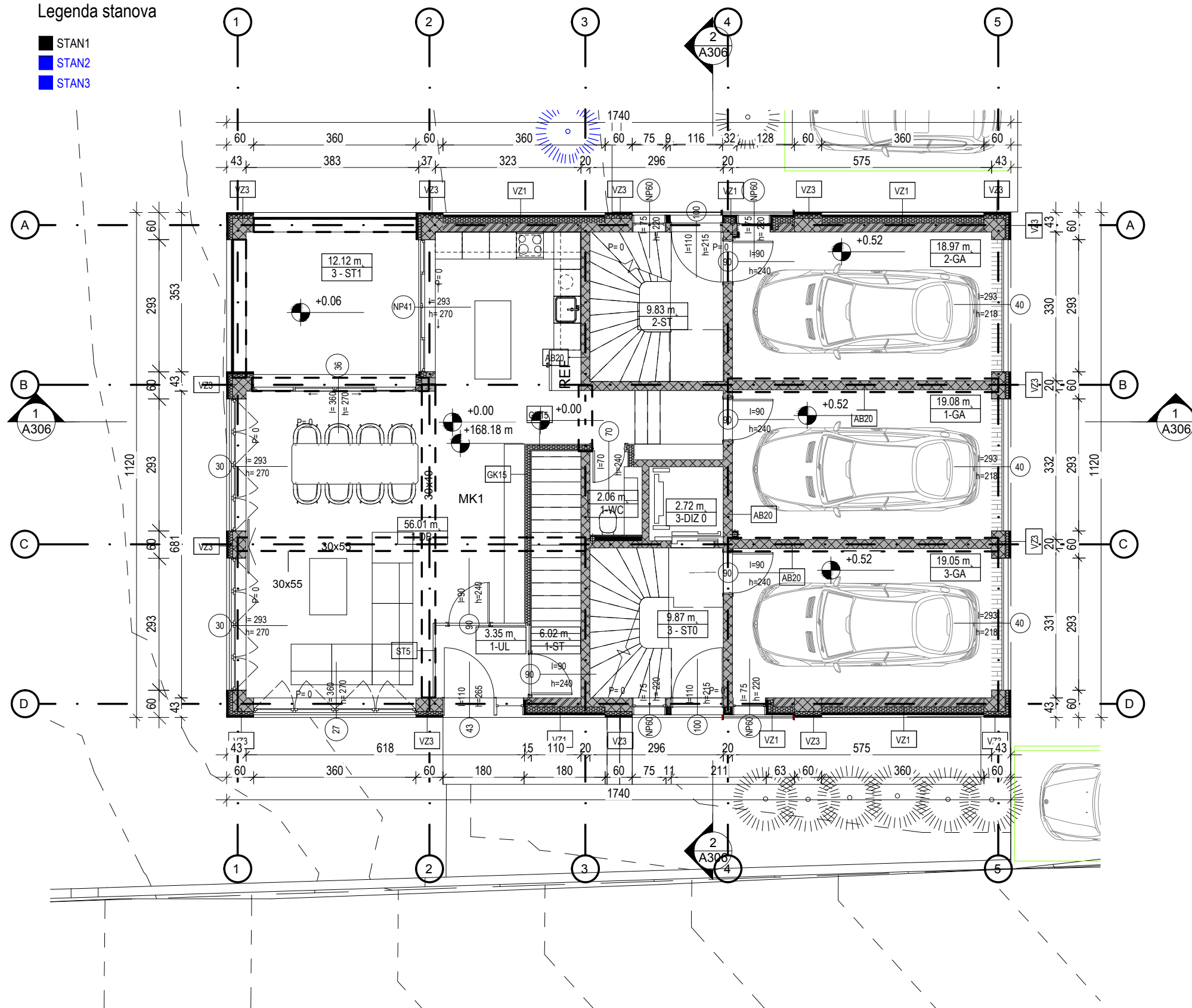
- STAN1
- STAN2
- STAN3



Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad		
	GRADEVINA:	STAMBENA GRADEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak	AUTOR:	Marin Jukić	
MJERILO:	1:50, 1:100	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT	MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin
DATUM:	Split, srpanj 2020.	NAZIV STRUKE:	ARMATURNI PLANOV I NACRTI	NASLOV:	
		SADRŽAJ LISTA:	Tlocrt POZ 00	Glavni projekt stambene zgrade SMB_4	
				LIST BROJ:	2.

Legenda stanova

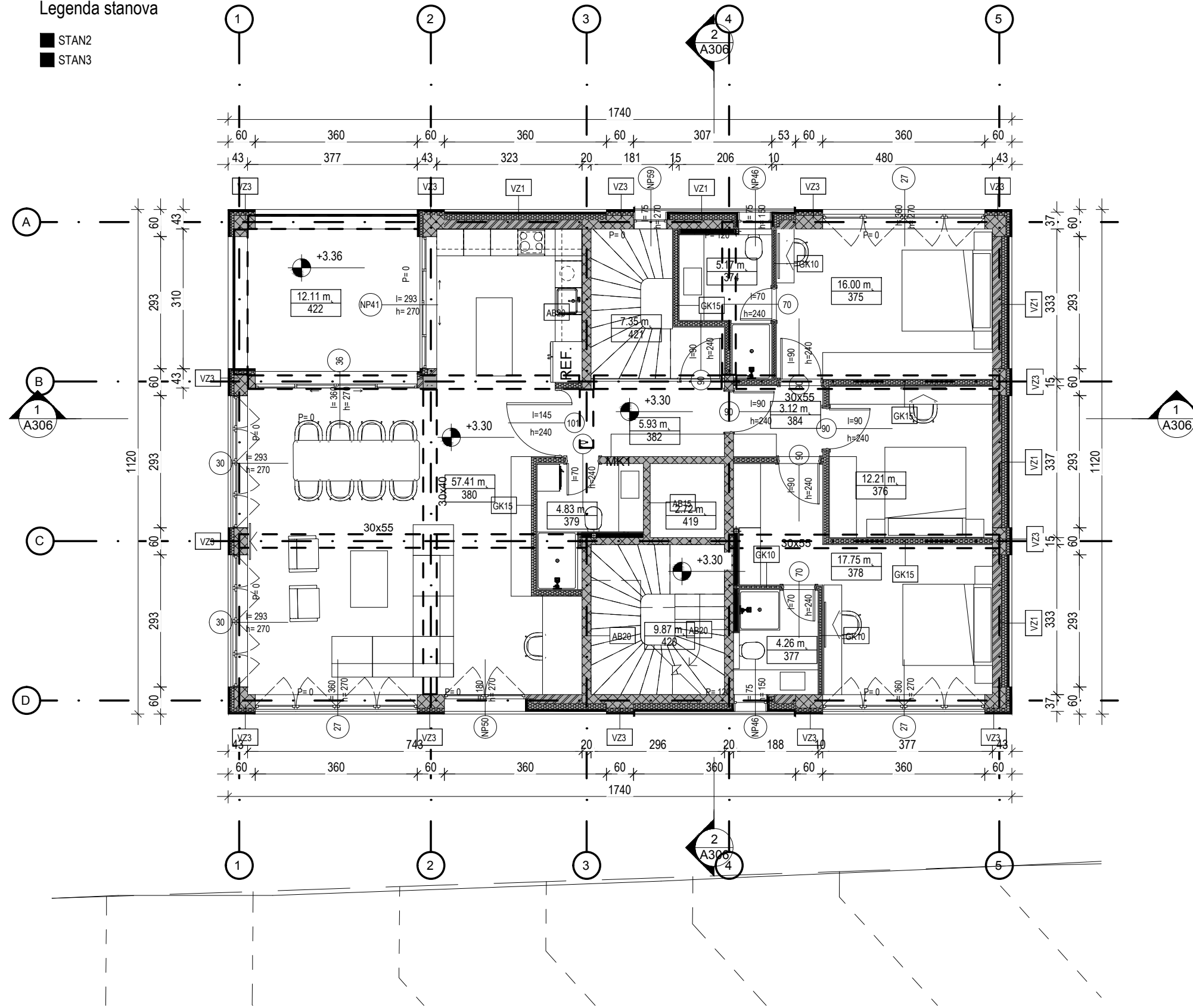
- STAN1
- STAN2
- STAN3



Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad		
	GRAĐEVINA:	STAMBENA GRAĐEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak	AUTOR:	Marin Jukić	
MJERILO:	1:50, 1:100	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT	MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin
DATUM:	Split, srpanj 2020.	NAZIV STRUKE:	ARMATURNI PLANOV I NACRTI	NASLOV:	
		SADRŽAJ LISTA:	Tlocrt POZ 100	Glavni projekt stambene zgrade SMB_4	
				LIST BROJ:	3.

Legenda stanova

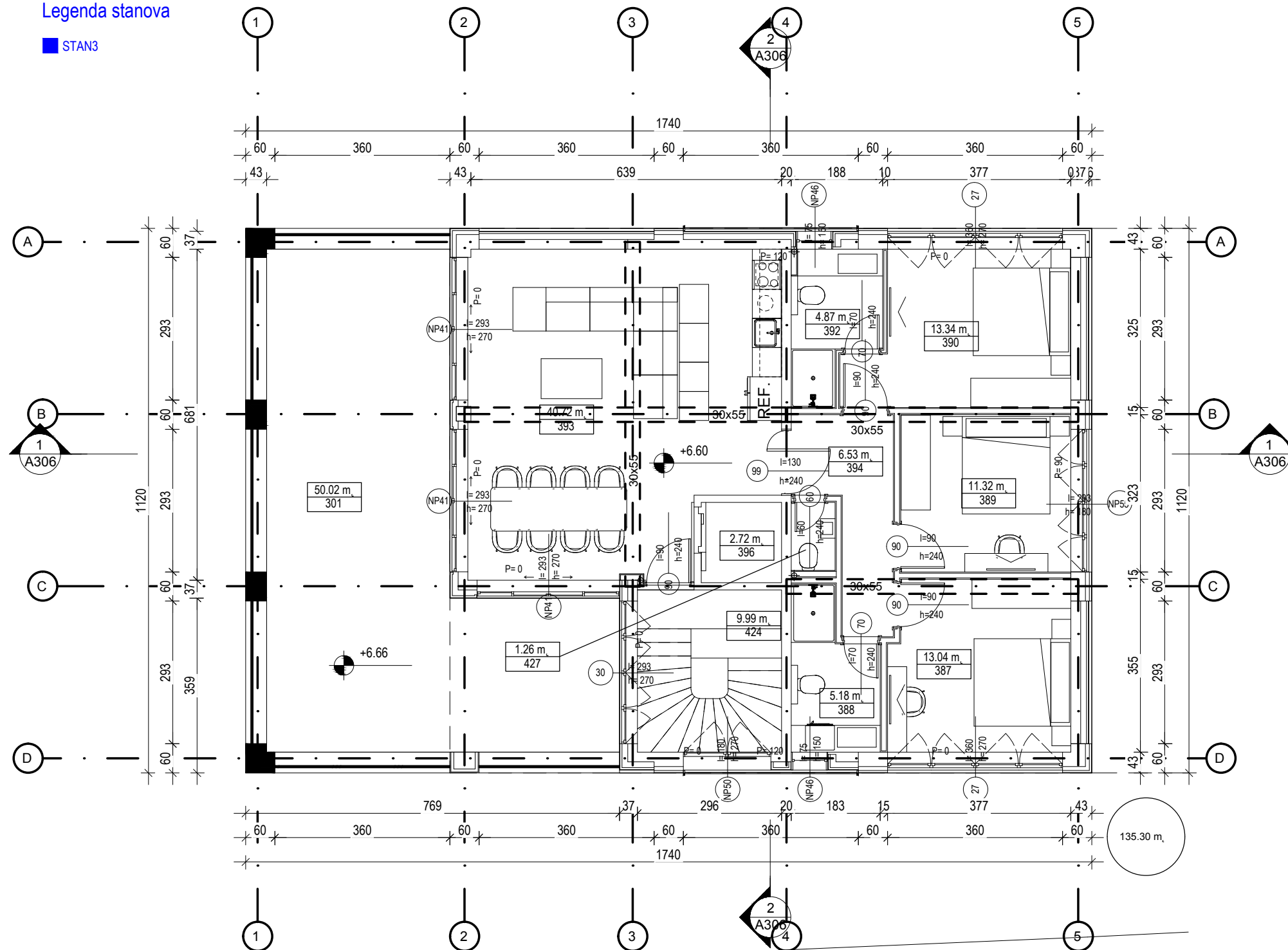
- STAN2
- STAN3



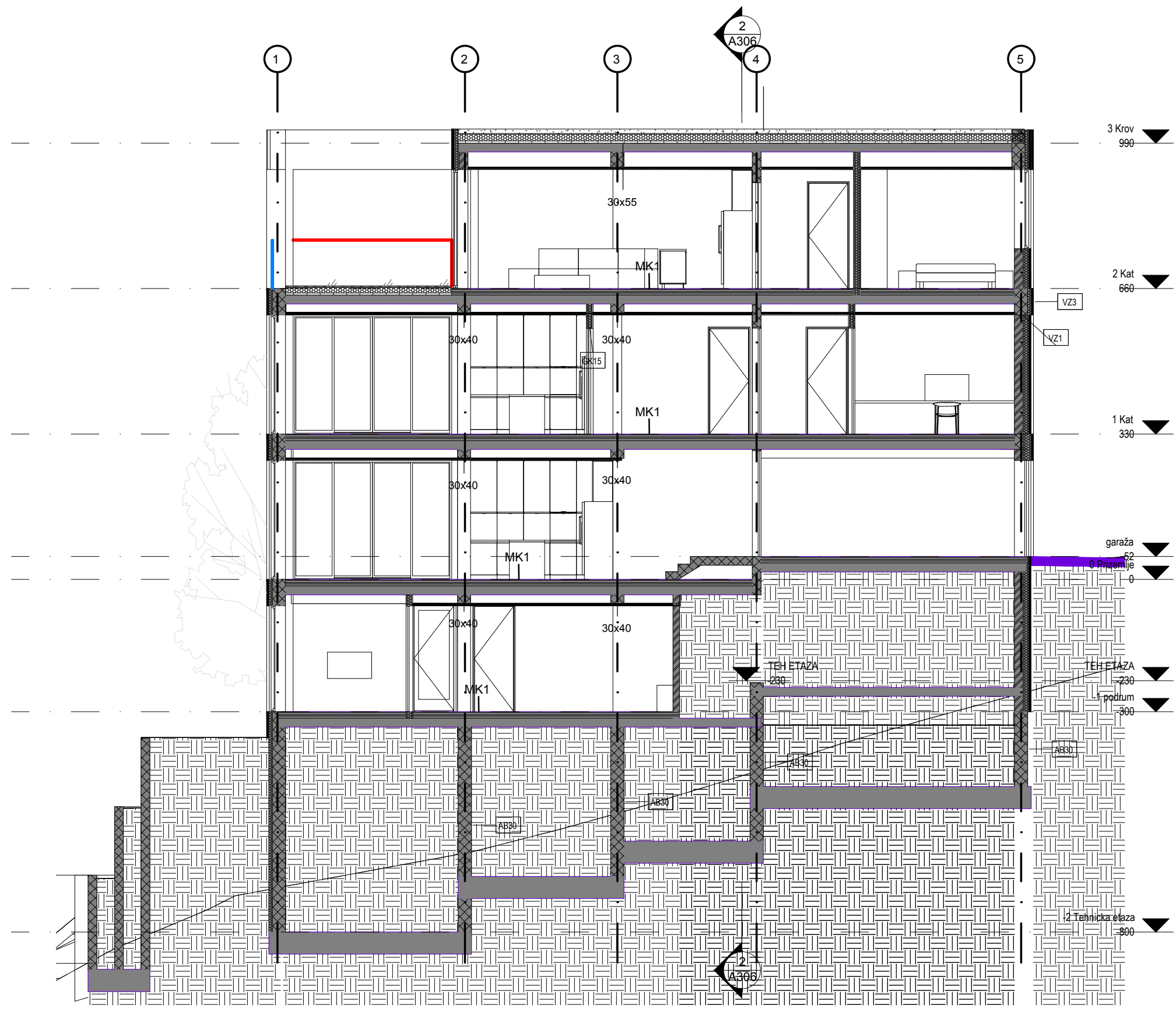
Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad		
	GRAĐEVINA:	STAMBENA GRAĐEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak	AUTOR:	Marin Jukić	
MJERILO:	1:50, 1:100	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT	MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin
DATUM:	Split, srpanj 2020.	NAZIV STRUKE:	ARMATURNI PLANOV I NACRTI	NASLOV:	
		SADRŽAJ LISTA:	Tlocrt POZ 200	Glavni projekt stambene zgrade SMB_4	
				LIST BROJ:	4.

Legenda stanova

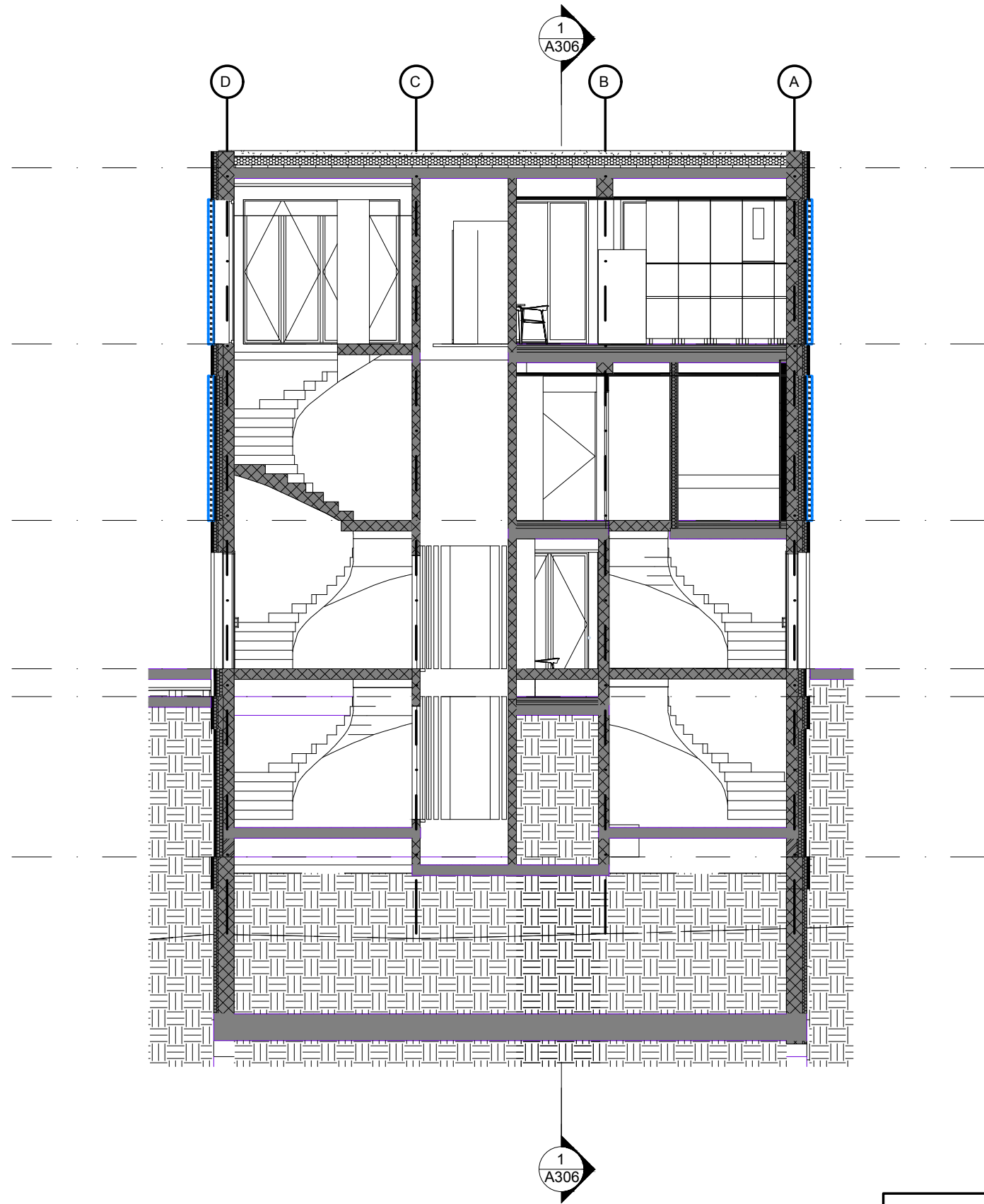
■ STAN3



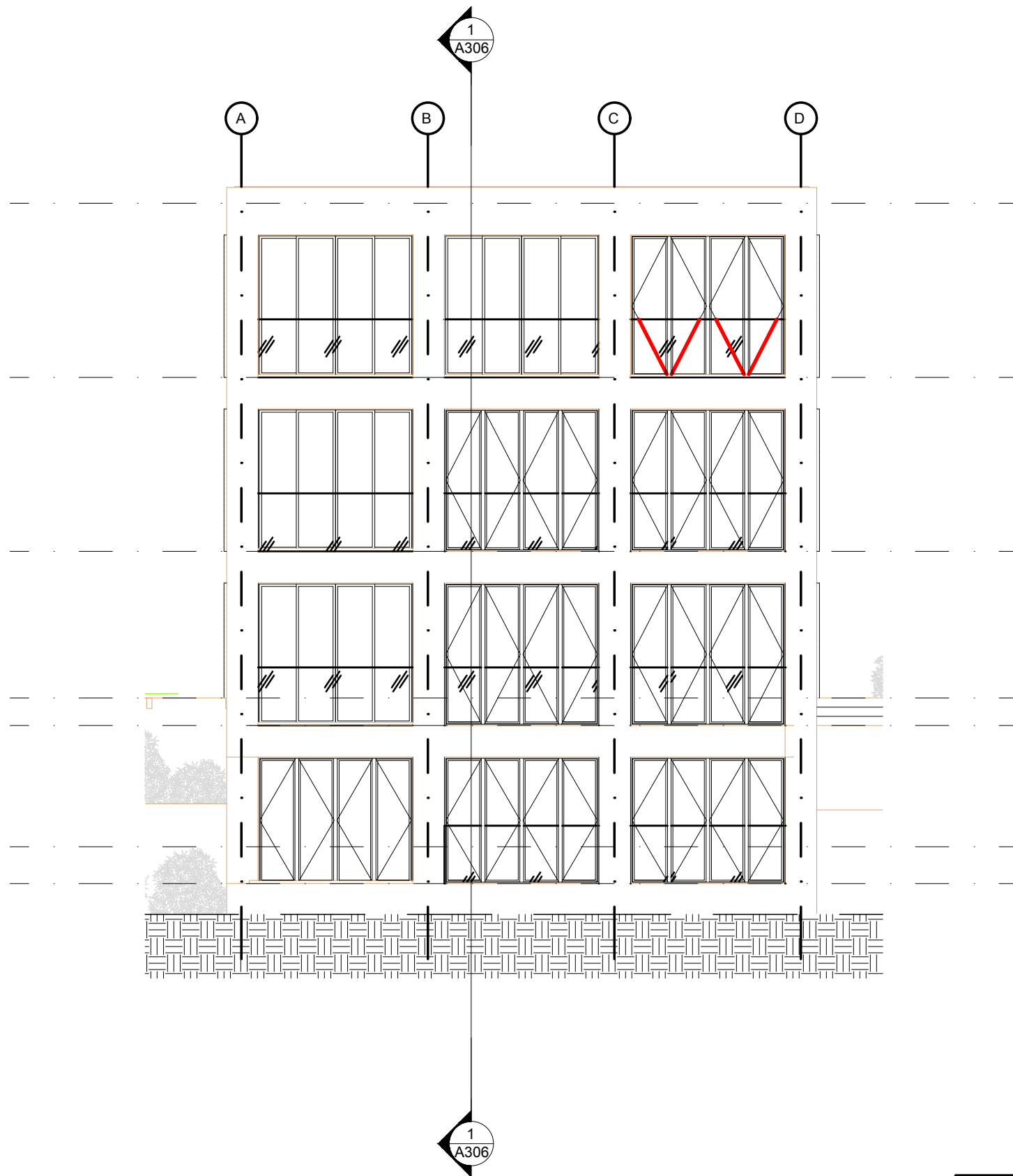
Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad		
	GRAĐEVINA:	STAMBENA GRAĐEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak	AUTOR:	Marin Jukić	
MJERILO:	1:50, 1:100	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT	MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin
DATUM:	Split, srpanj 2020.	NAZIV STRUKE:	ARMATURNI PLANOV I NACRTI	NASLOV:	
		SADRŽAJ LISTA:	Tlocrt POZ 300	Glavni projekt stambene zgrade SMB_4	
				LIST BROJ:	5.



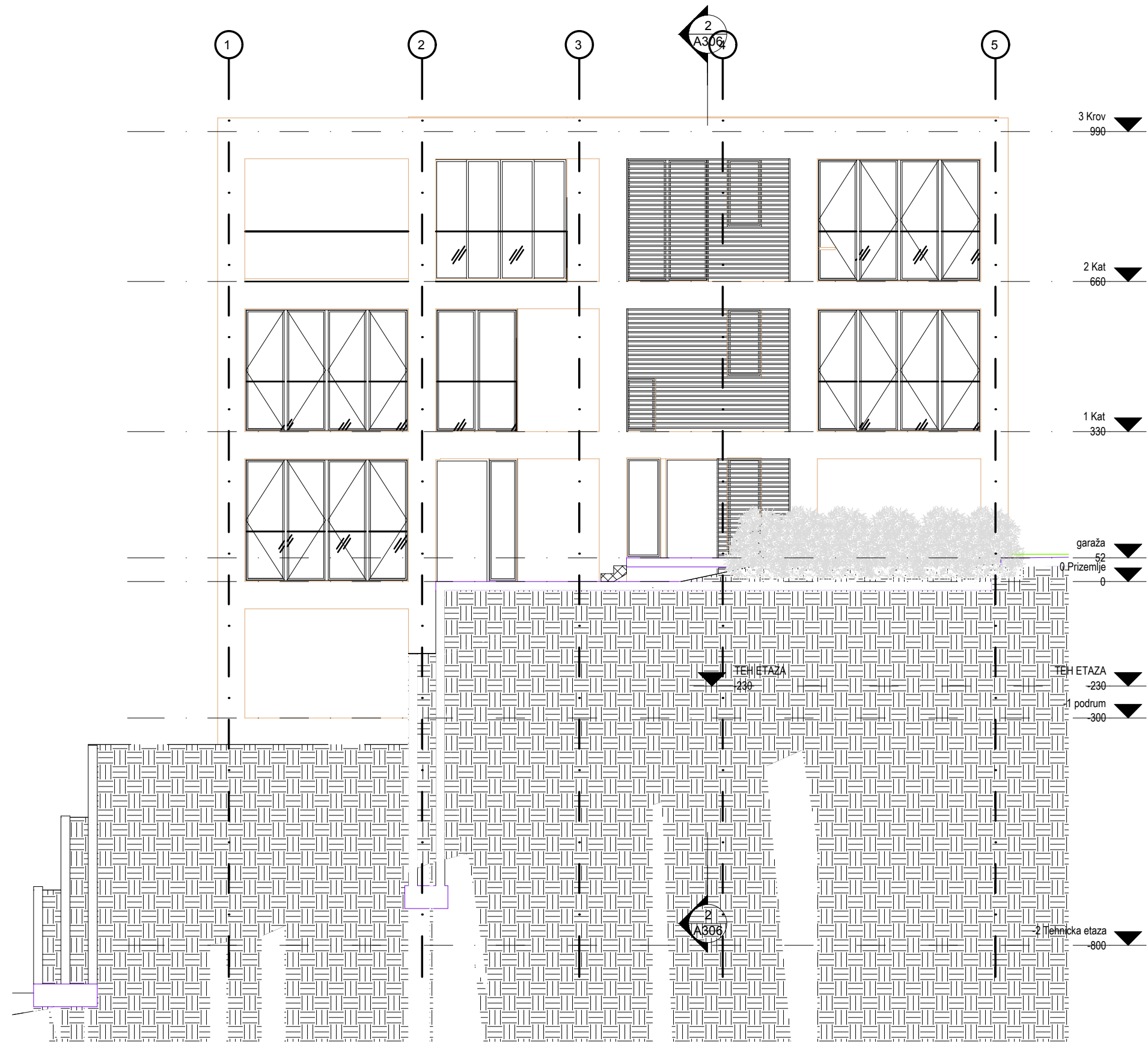
Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad		
	GRAĐEVINA:	STAMBENA GRAĐEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak	AUTOR:	Marin Jukić	
MJERILO:	1:50, 1:100	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT	MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin
DATUM:	Split, srpanj 2020.	NAZIV STRUKE:	ARMATURNI PLANOV I NACRTI	NASLOV:	
		SADRŽAJ LISTA:	Presjek 2-2	Glavni projekt stambene zgrade SMB_4	
				LIST BROJ:	6.



Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije		Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad	
		GRADEVINA:	STAMBENA GRADEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak	AUTOR:	Marin Jukić
MJERILO:	1:50, 1:100	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT	MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin
DATUM:	Split, srpanj 2020.	NAZIV STRUKE:	ARMATURNI PLANOV I NACRTI	NASLOV:	
		SADRŽAJ LISTA:	Presjek 1-1	Glavni projekt stambene zgrade SMB_4	
				LIST BROJ:	7.

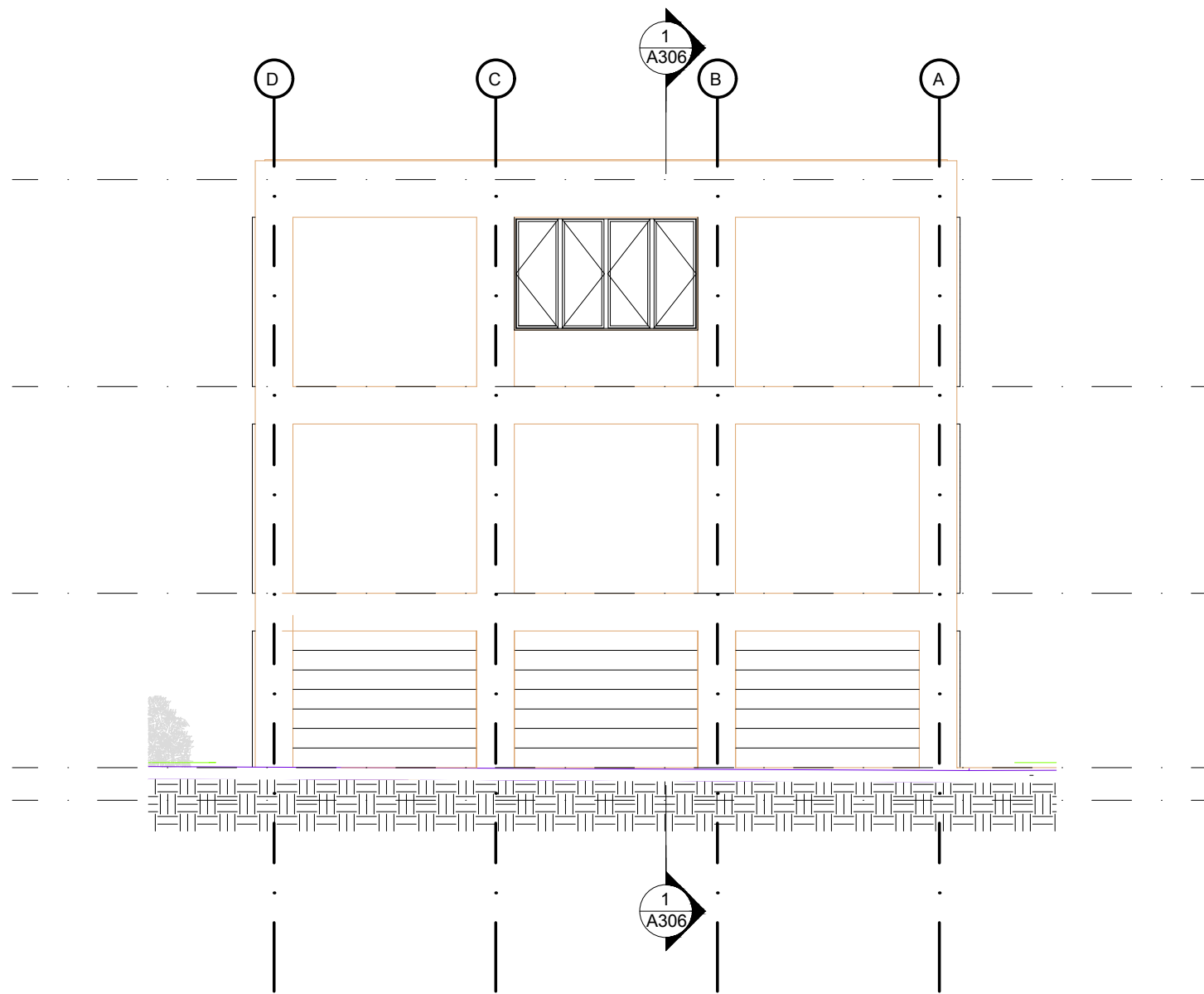


Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad	
			AUTOR:	Marin Jukić
	GRAĐEVINA:	STAMBENA GRAĐEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak	MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin
			NASLOV:	
MJERILO:	1:50, 1:100	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT	
DATUM:	Split, srpanj 2020.	NAZIV STRUKE:	ARMATURNI PLANOV I NACRTI	
		SADRŽAJ LISTA:	Procelje	
			LIST BROJ:	8.

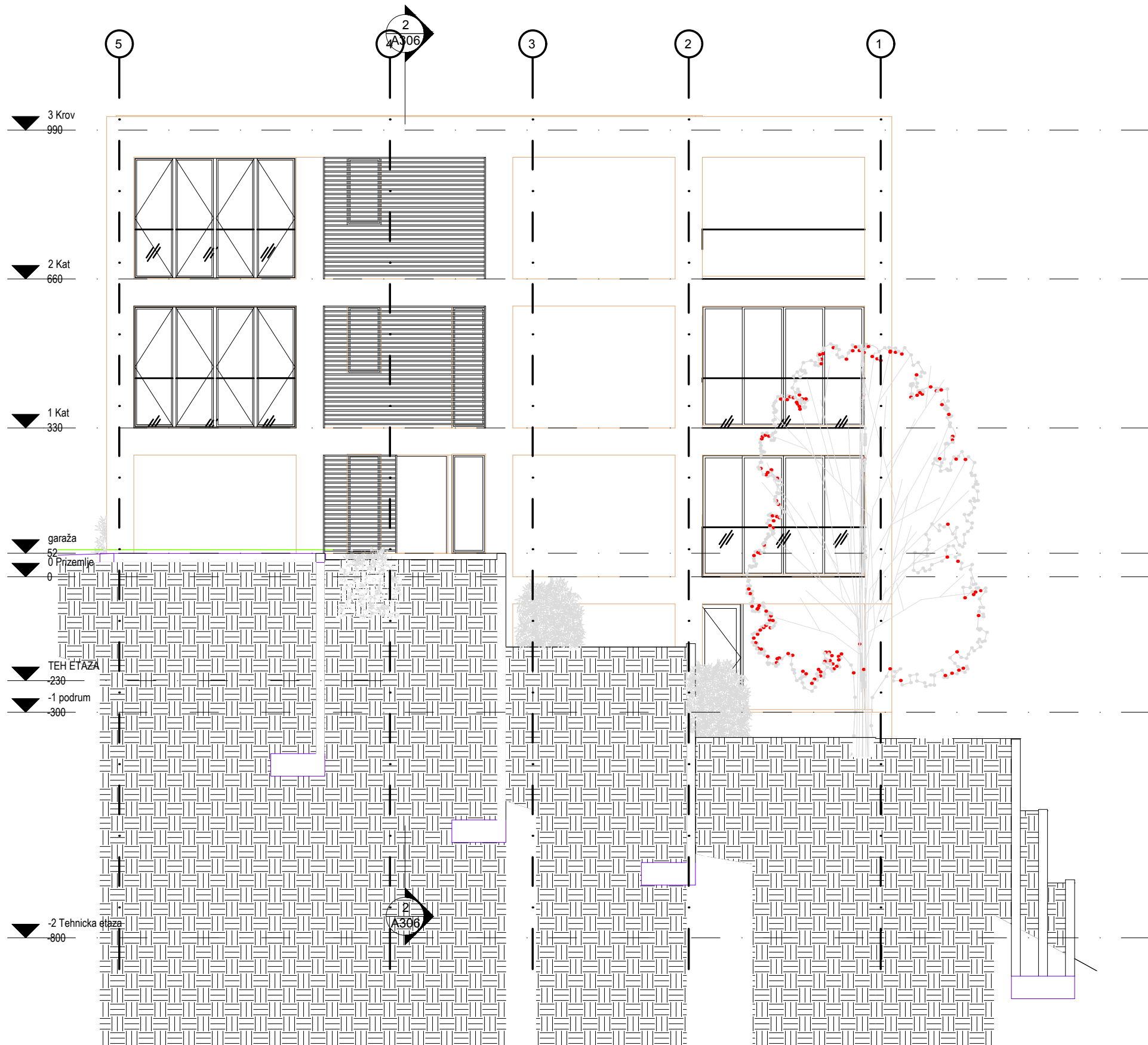


Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad		
	GRAĐEVINA:	STAMBENA GRAĐEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak	AUTOR:	Marin Jukić	
MJERILO:	1:50, 1:100	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT	MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin
DATUM:	Split, srpanj 2020.	NAZIV STRUKE:	ARMATURNI PLANOV I NACRTI	NASLOV:	
		SADRŽAJ LISTA:	Procelje	Glavni projekt stambene zgrade SMB_4	
				LIST BROJ:	9.



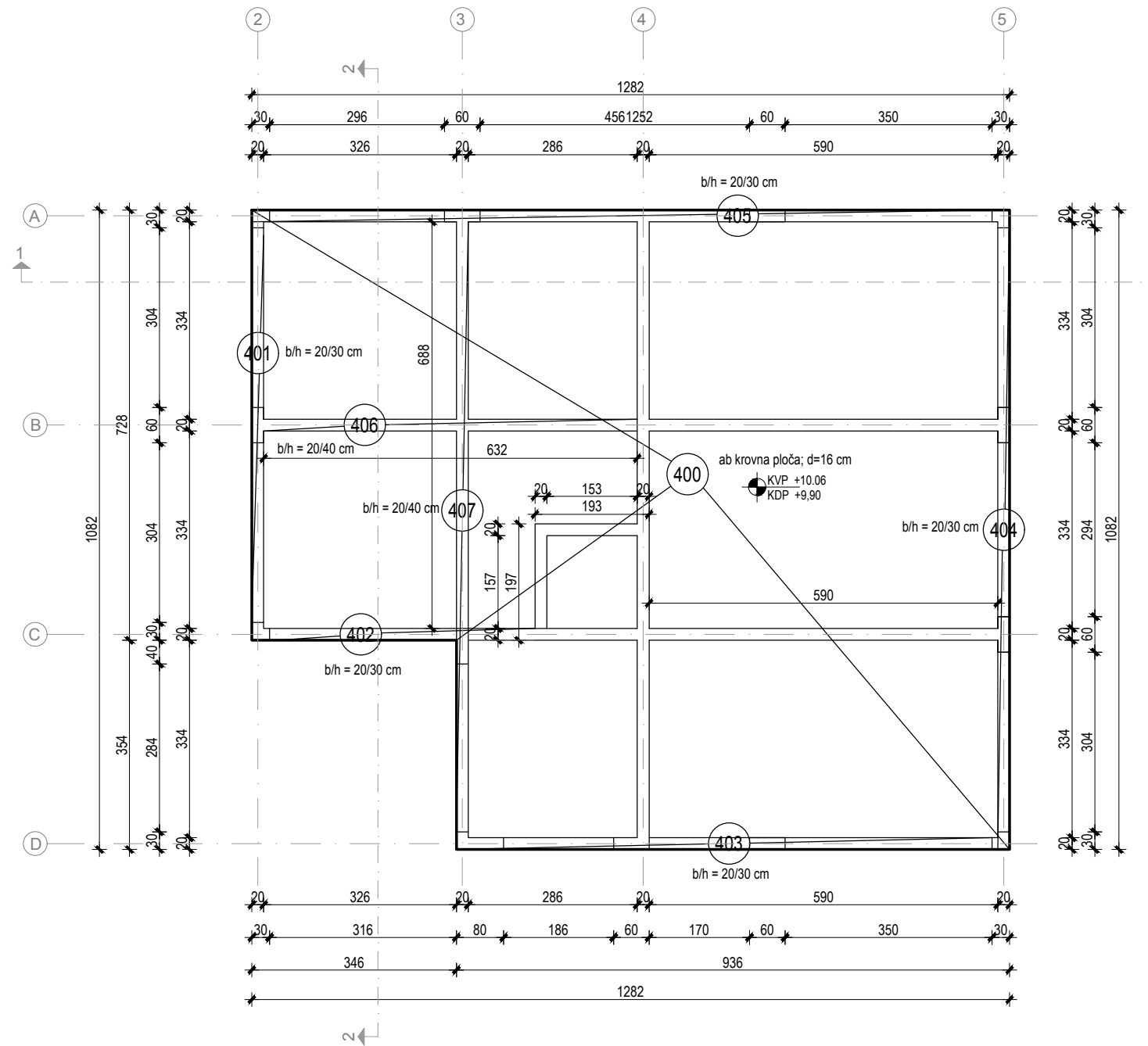


Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije		Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad		
		GRAĐEVINA:	STAMBENA GRAĐEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak		AUTOR:	Marin Jukić
MJERILO:	1:50, 1:100	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT		MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin
DATUM:	Split, srpanj 2020.	NAZIV STRUKE:	ARMATURNI PLANOV I NACRTI		NASLOV:	
		SADRŽAJ LISTA:	Procelje		Glavni projekt stambene zgrade SMB_4	
					LIST BROJ:	10.

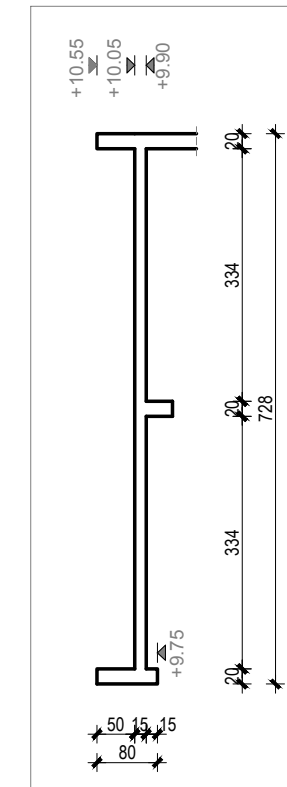


Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad	
	GRAĐEVINA:	STAMBENA GRAĐEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak	AUTOR:	Marin Jukić
	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT	MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin
	MJERILO:	1:50, 1:100	NASLOV:	
DATUM:	Split, srpanj 2020.	NAZIV STRUKE:	ARMATURNI PLANOV I NACRTI	Glavni projekt stambene zgrade SMB_4
		SADRŽAJ LISTA:	Procelje	LIST BROJ: 11.

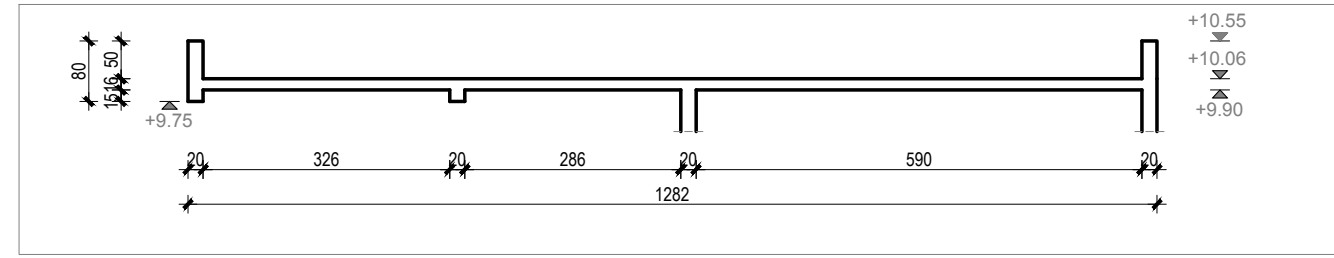
PLAN POZICIJE KROVNE PLOČE I GREDA POZ 400



PRESJEK 2-2

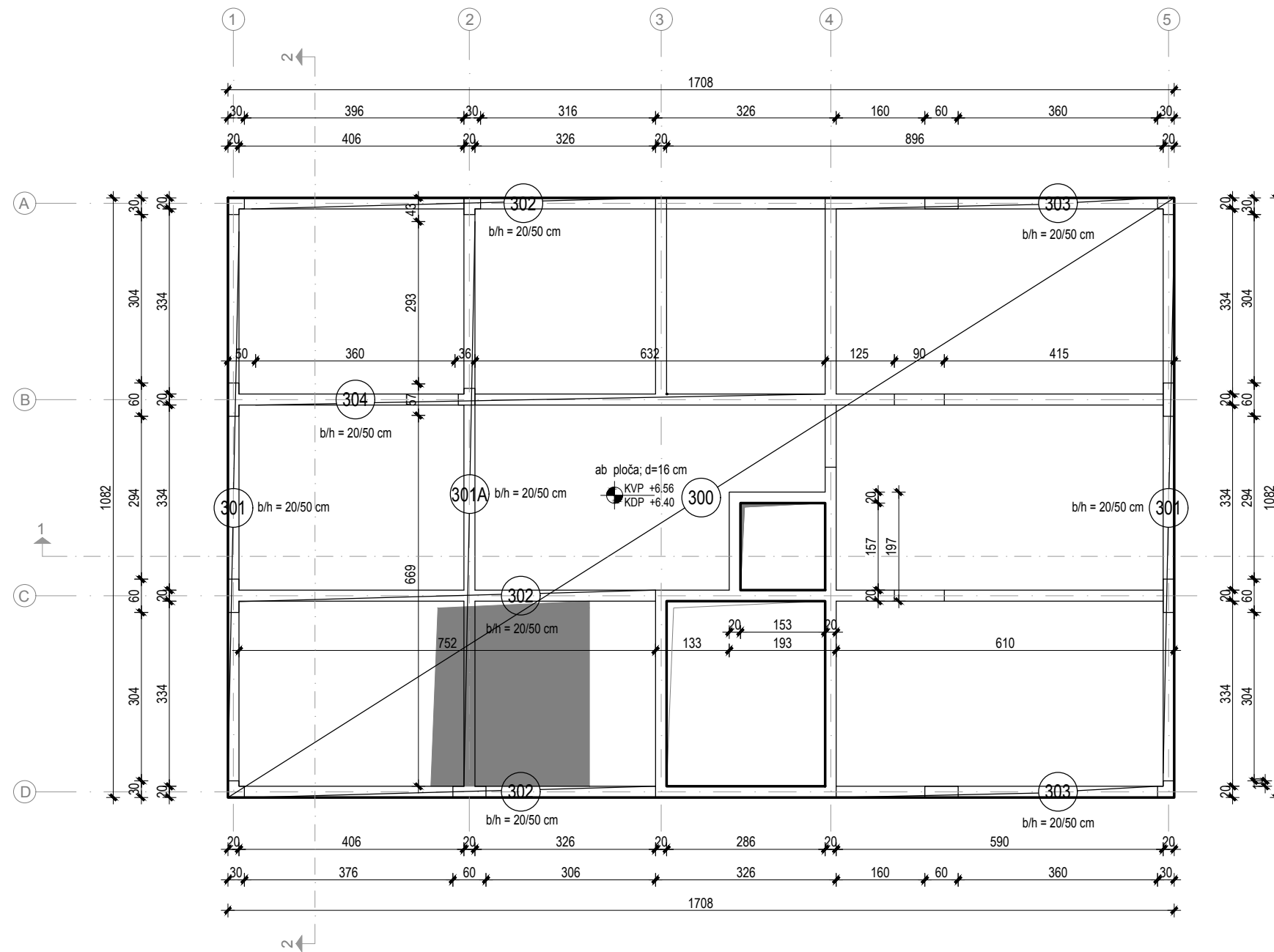


PRESJEK 1-1

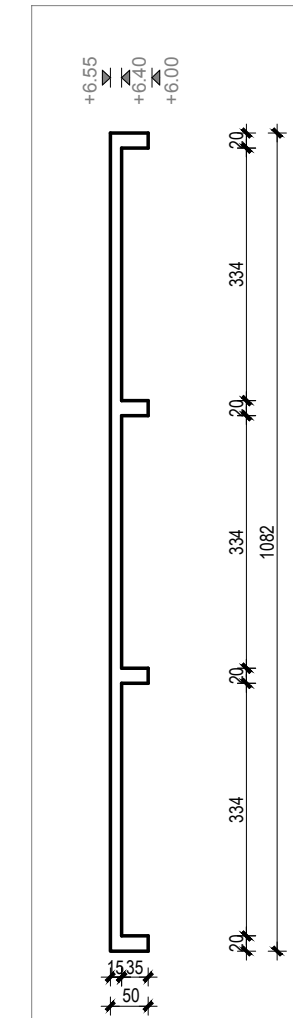


Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad	
	GRAĐEVINA:	STAMBENA GRAĐEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak	AUTOR:	Marin Jukić
	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT	MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin
	NAZIV STRUKE:	ARMATURNI PLANOV I NACRTI	NASLOV:	
MJERILO:	1:50	SADRŽAJ LISTA:	Plan POZ 400	Glavni projekt stambene zgrade SMB_4
DATUM:	Split, srpanj 2020.			LIST BROJ: 12.

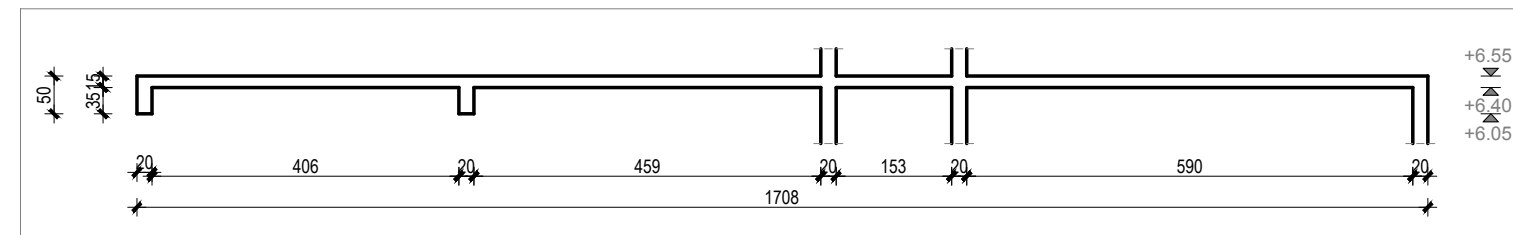
PLAN POZICIJE PLOČE 3.KATA I GREDA POZ 300



PRESJEK 2-2

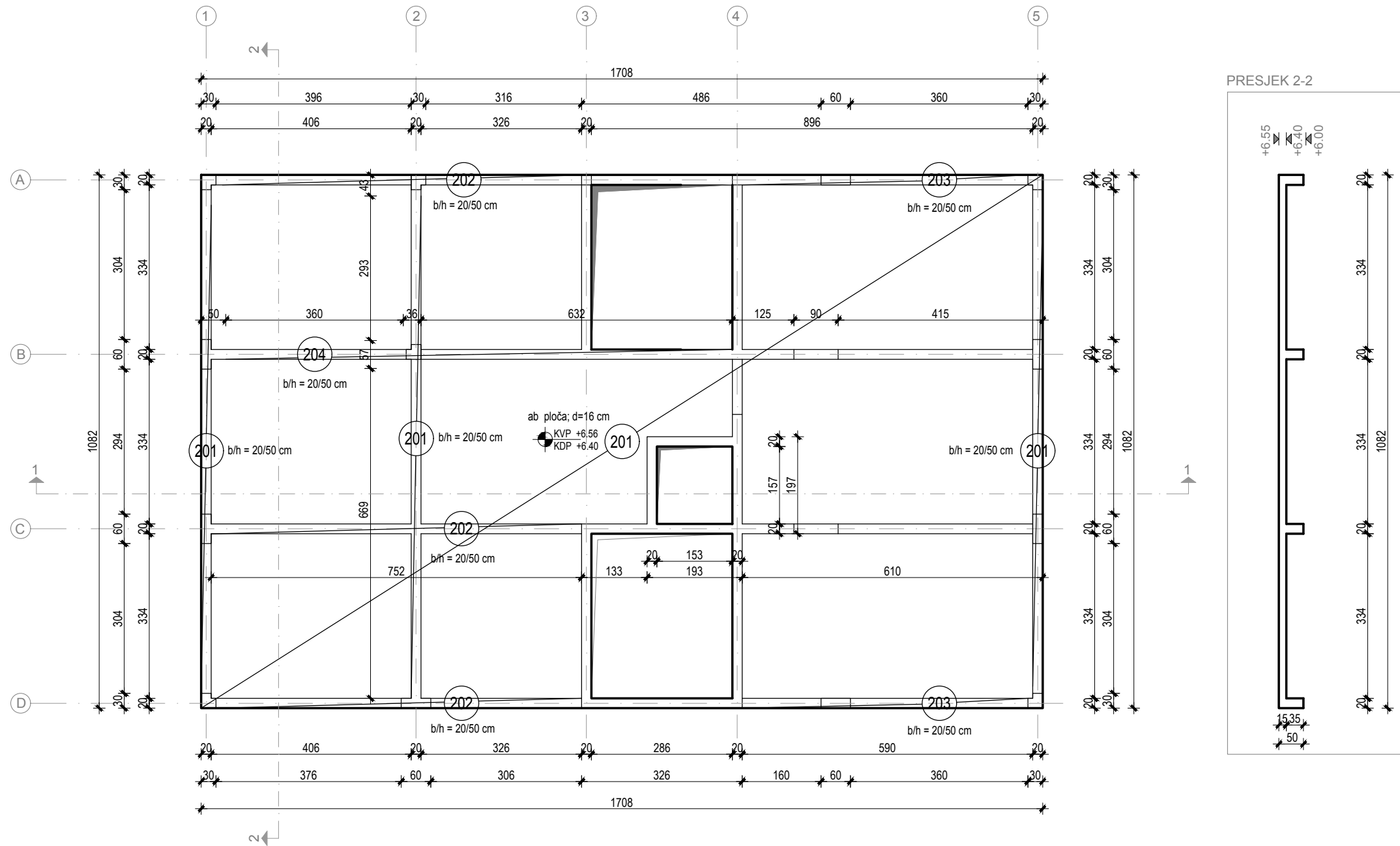


PRESJEK 1-1

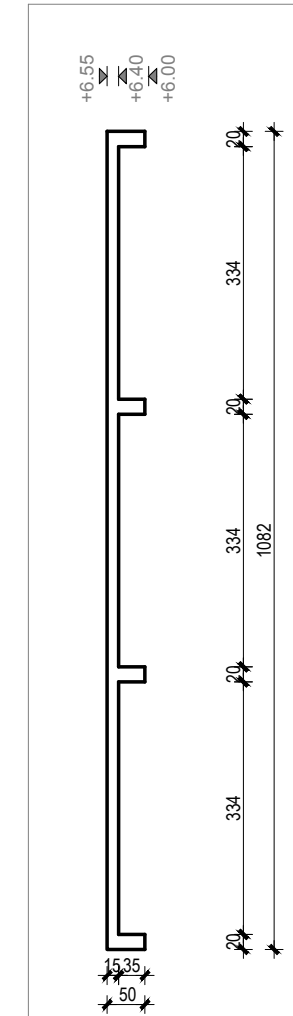


Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad		
			AUTOR:	Marin Jukić	
	GRAĐEVINA:	STAMBENA GRAĐEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak		MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin
	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT		NASLOV:	
MJERILO:	1:50		Glavni projekt stambene zgrade SMB_4		
DATUM:	Split, srpanj 2020.		SADRŽAJ LISTA:	Plan POZ 300	
			LIST BROJ:	13.	

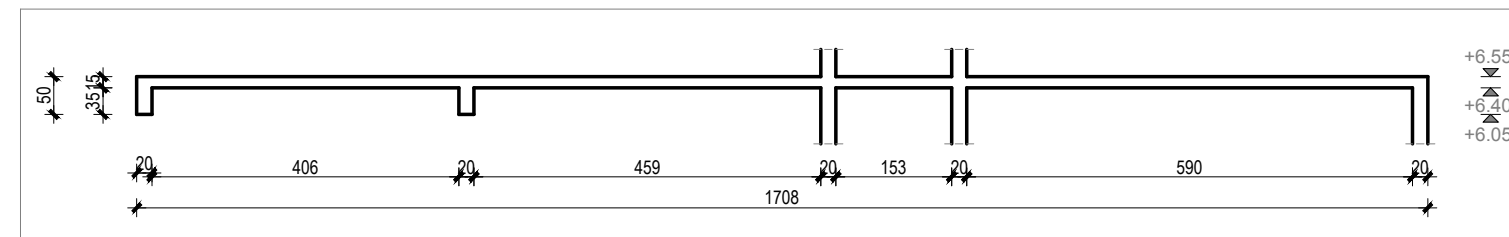
PLAN POZICIJE PLOČE 3.KATA I GREDA POZ 200



PRESJEK 2-2

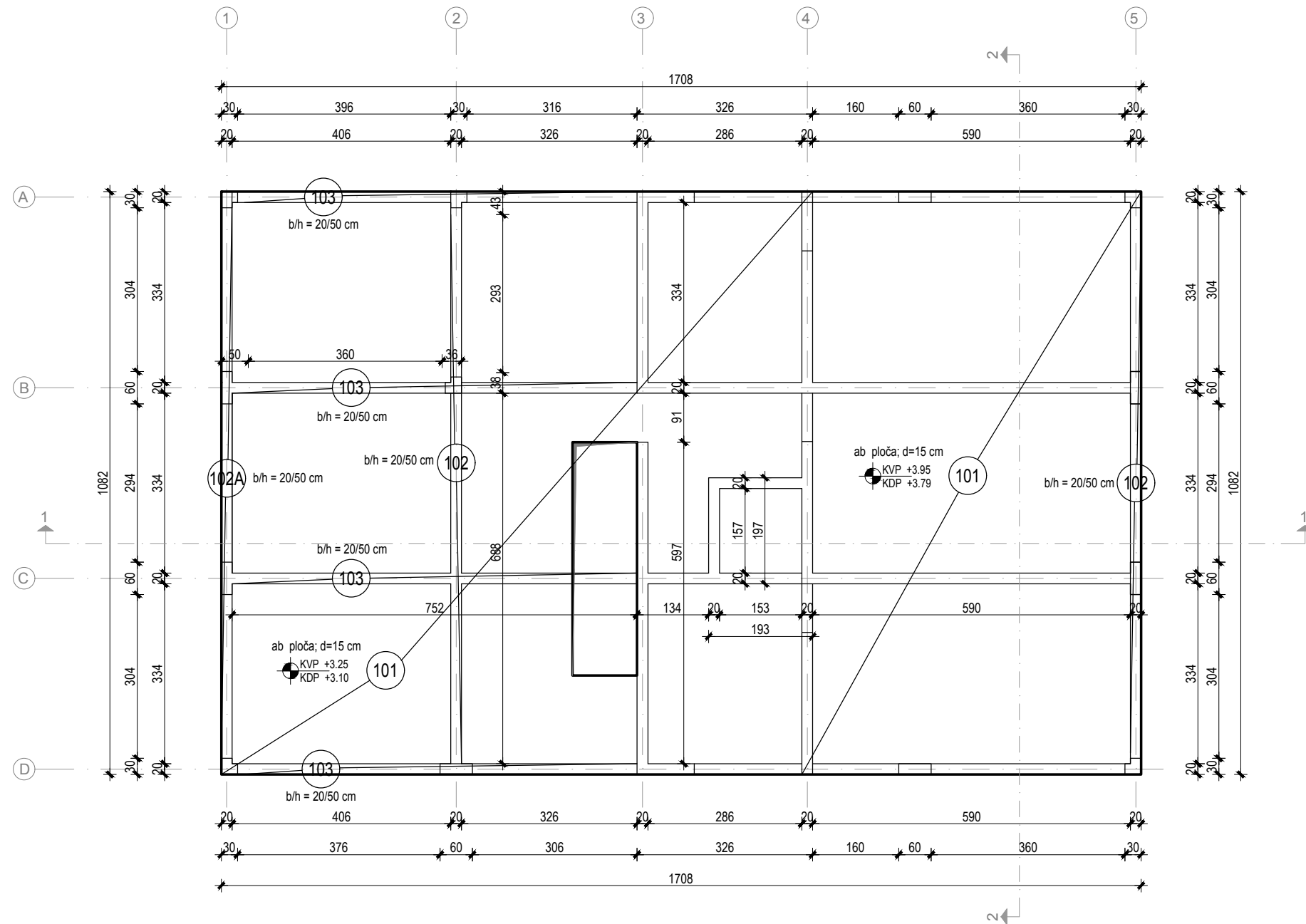


PRESJEK 1-1

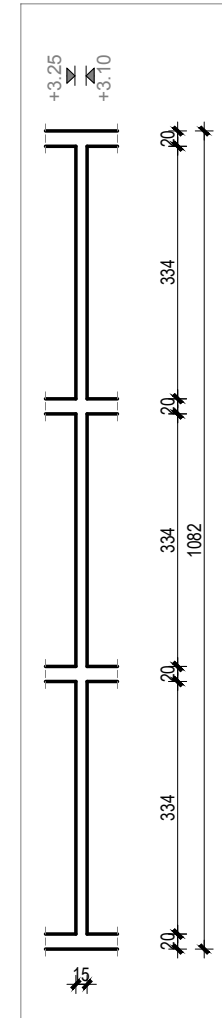


Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad	
	GRAĐEVINA:	STAMBENA GRAĐEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak	AUTOR:	Marin Jukić
	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT	MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin
	MJERILO:	1:50	NASLOV:	
DATUM:	Split, srpanj 2020.	NAZIV STRUKE:	ARMATURNI PLANOV I NACRTI	Glavni projekt stambene zgrade SMB_4
		SADRŽAJ LISTA:	Plan POZ 200	LIST BROJ: 14.

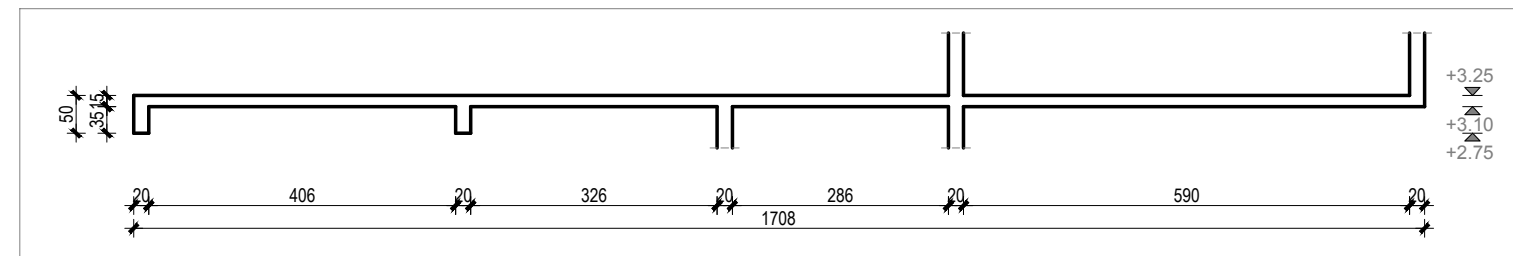
PLAN POZICIJE PLOČE 3.KATA I GREDA POZ 100



PRESJEK 2-2

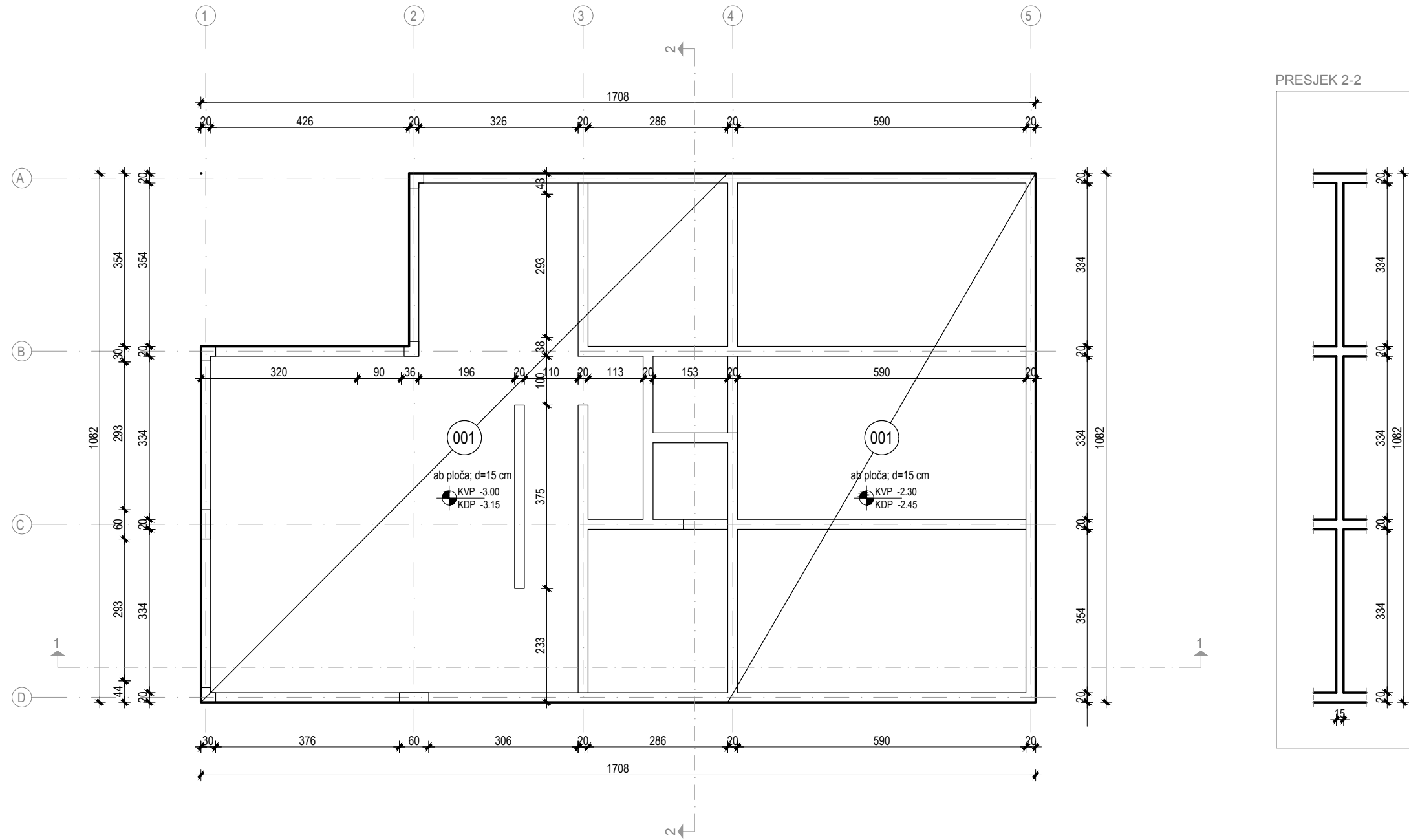


PRESJEK 1-1

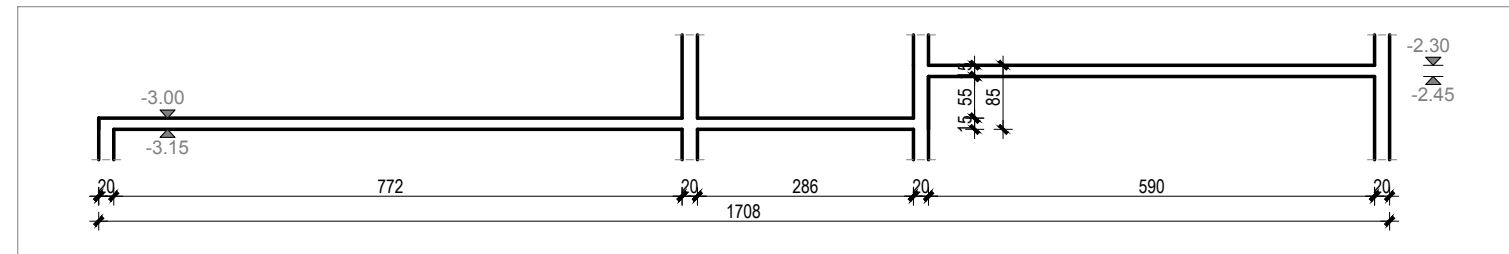


Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad	
	GRAĐEVINA:	STAMBENA GRAĐEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak	AUTOR:	Marin Jukić
	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT	MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin
	MJERILO:	1:50	NASLOV:	
DATUM:	Split, srpanj 2020.	NAZIV STRUKE:	ARMATURNI PLANOV I NACRTI	Glavni projekt stambene zgrade SMB_4
		SADRŽAJ LISTA:	Plan POZ 100	LIST BROJ: 15

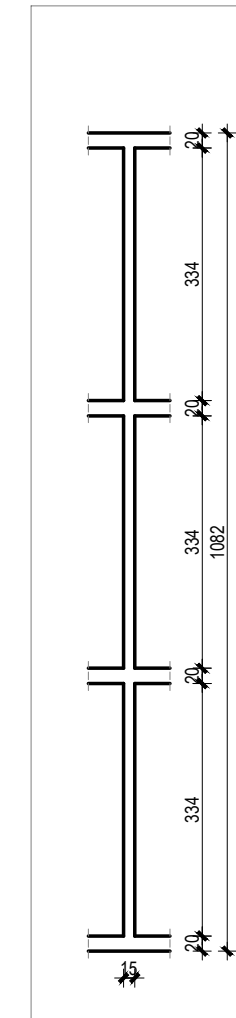
PLAN POZICIJE PODNE PLOČE POZ 000



PRESJEK 1-1

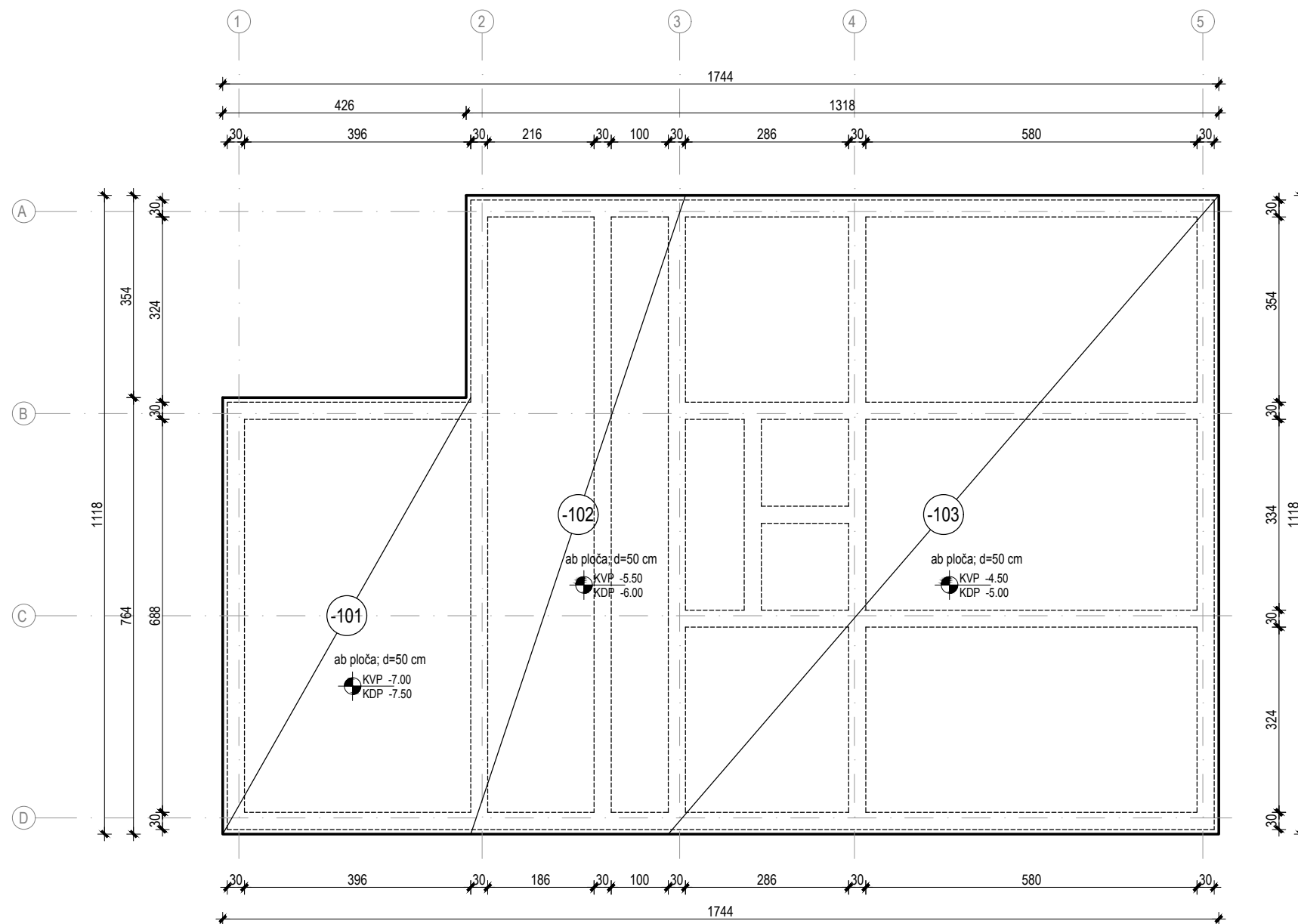


PRESJEK 2-2

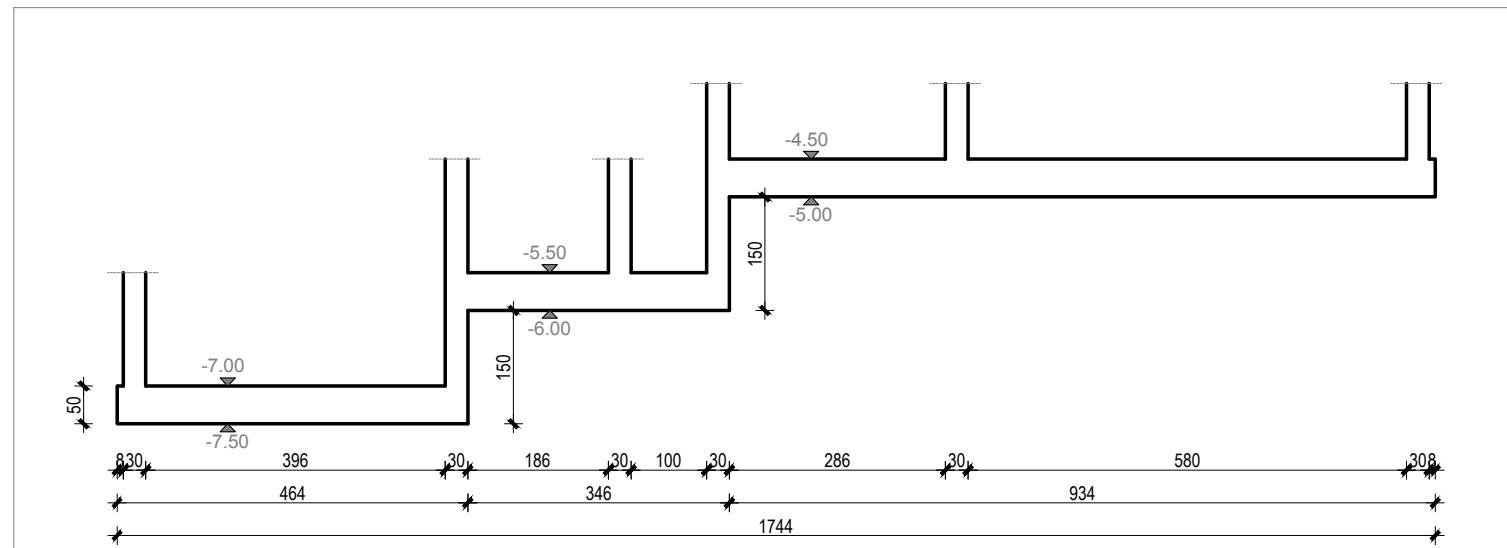


Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad	
	GRAĐEVINA:	STAMBENA GRAĐEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak	AUTOR:	Marin Jukić
	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT	MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin
	MJERILO:	1:50	NASLOV:	
DATUM:	Split, srpanj 2020.	NAZIV STRUKE:	ARMATURNI PLANOV I NACRTI	Glavni projekt stambene zgrade SMB_4
		SADRŽAJ LISTA:	Plan POZ 00	LIST BROJ: 16

# PLAN POZICIJE TEMELJNE PLOČE POZ -100



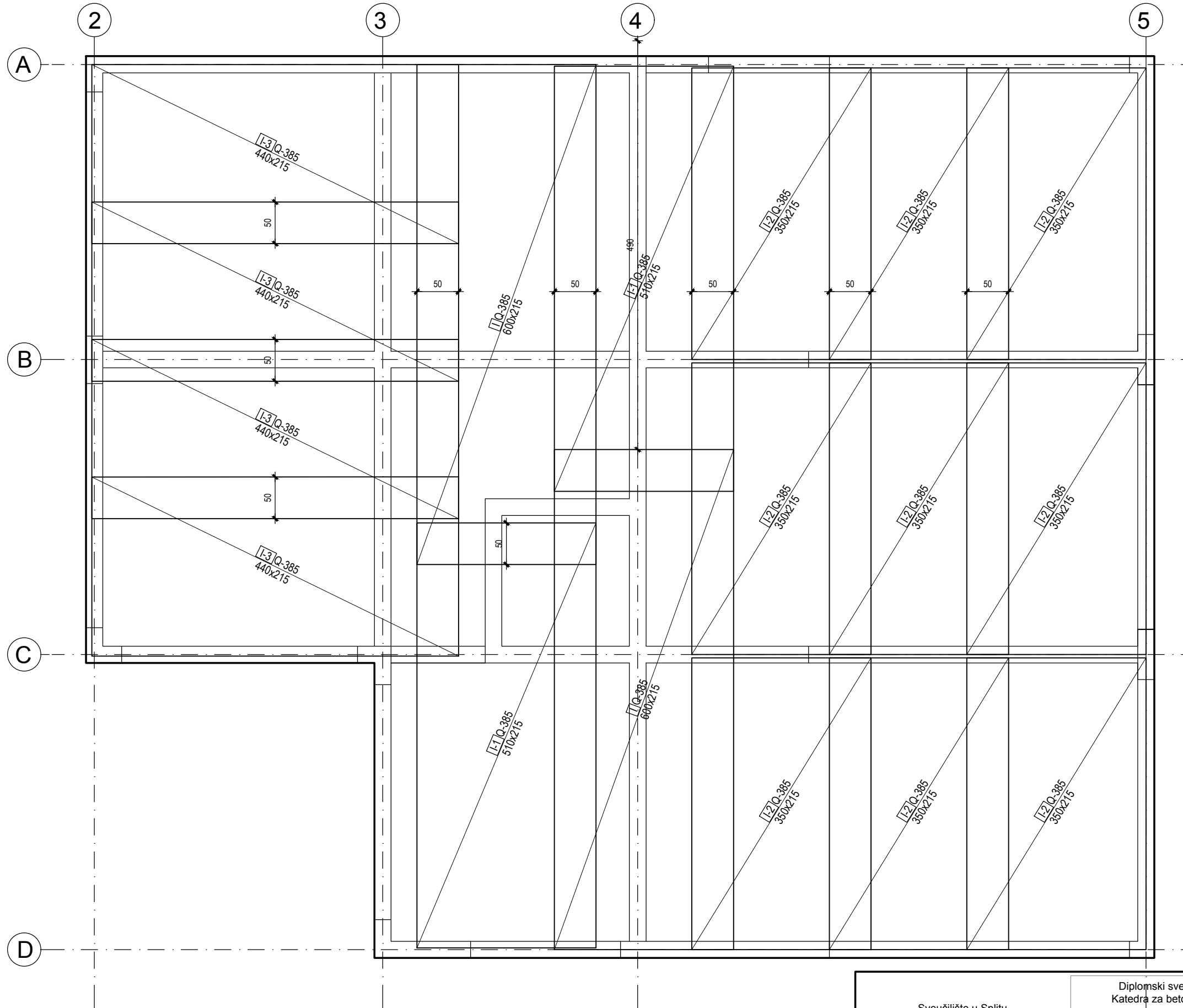
PRESJEK 1-1



Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad		
	GRAĐEVINA:	STAMBENA GRAĐEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak	AUTOR:	Marin Jukić	
MJERILO:	1:50	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT	MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin
DATUM:	Split, srpanj 2020.	NAZIV STRUKE:	ARMATURNI PLANOV I NACRTI	NASLOV:	
		SADRŽAJ LISTA:	Plan POZ 00	Glavni projekt stambene zgrade SMB_4	
				LIST BROJ:	17.

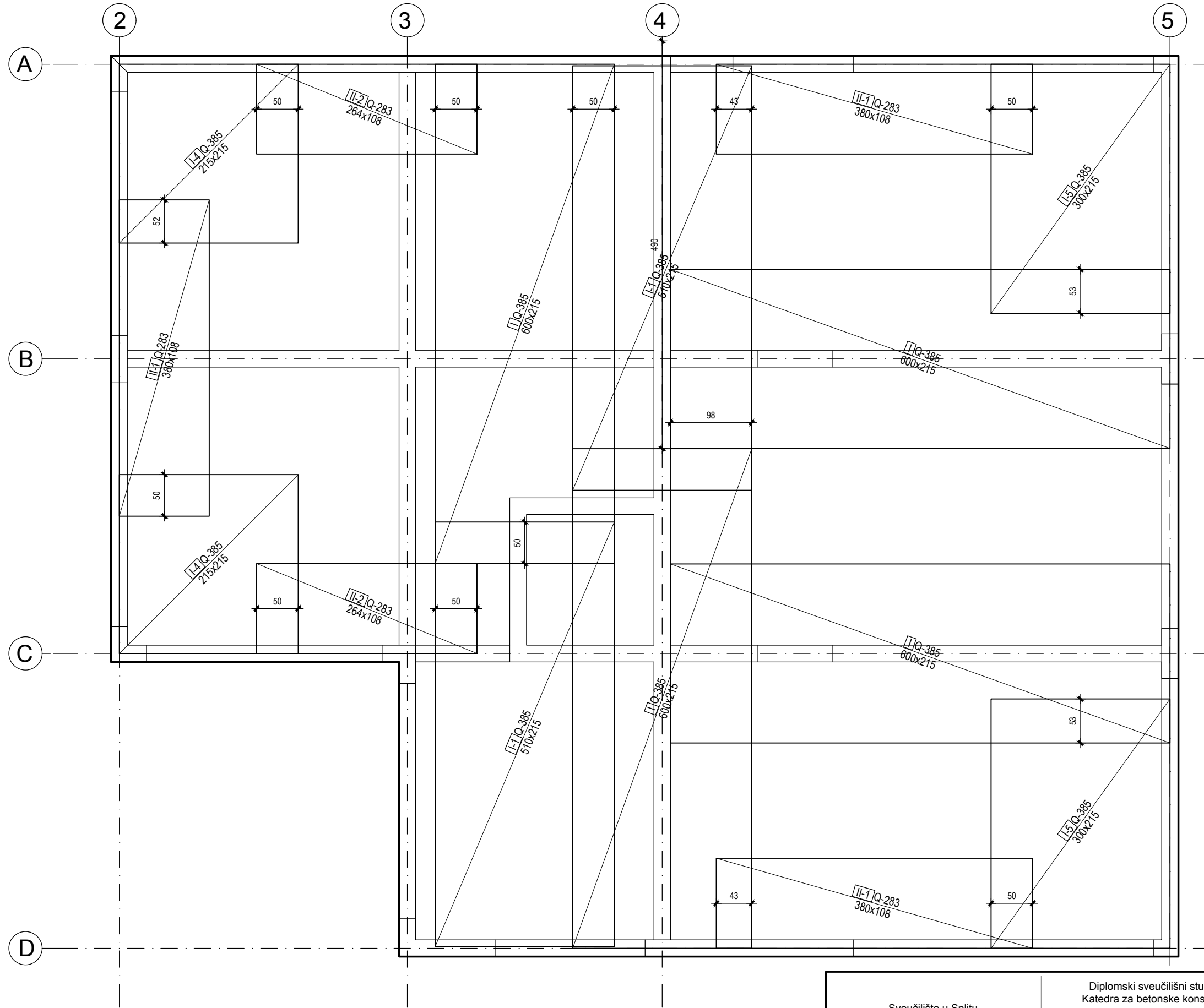


AB ploča POZ. 400, d=16 cm - mrežasta armatura, donja zona

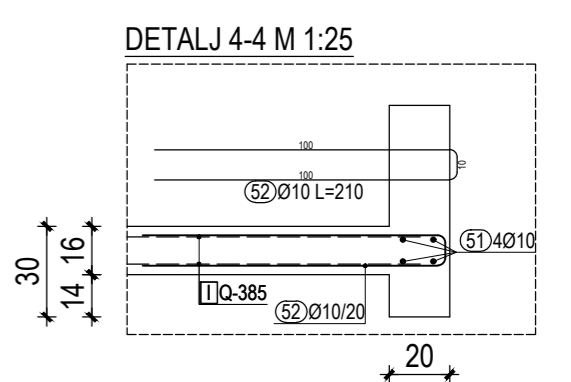
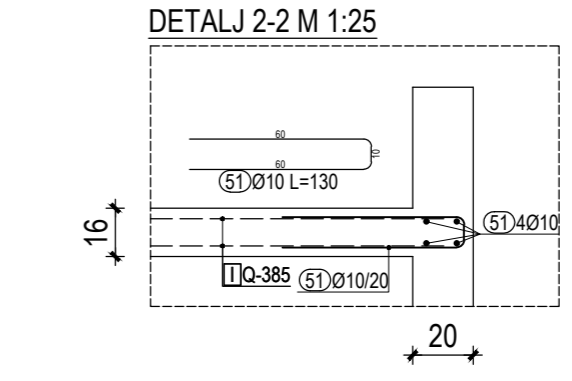
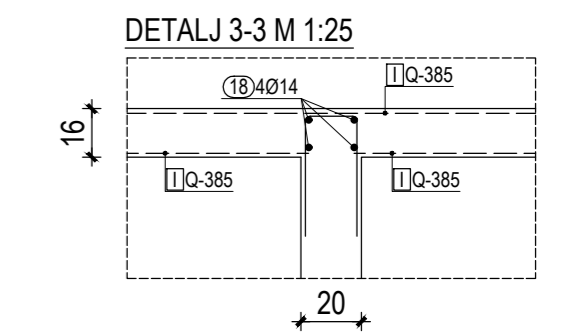
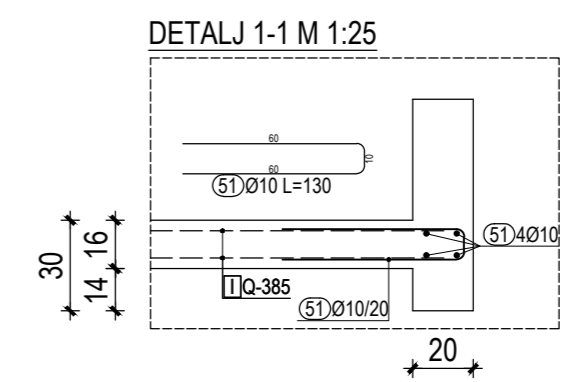
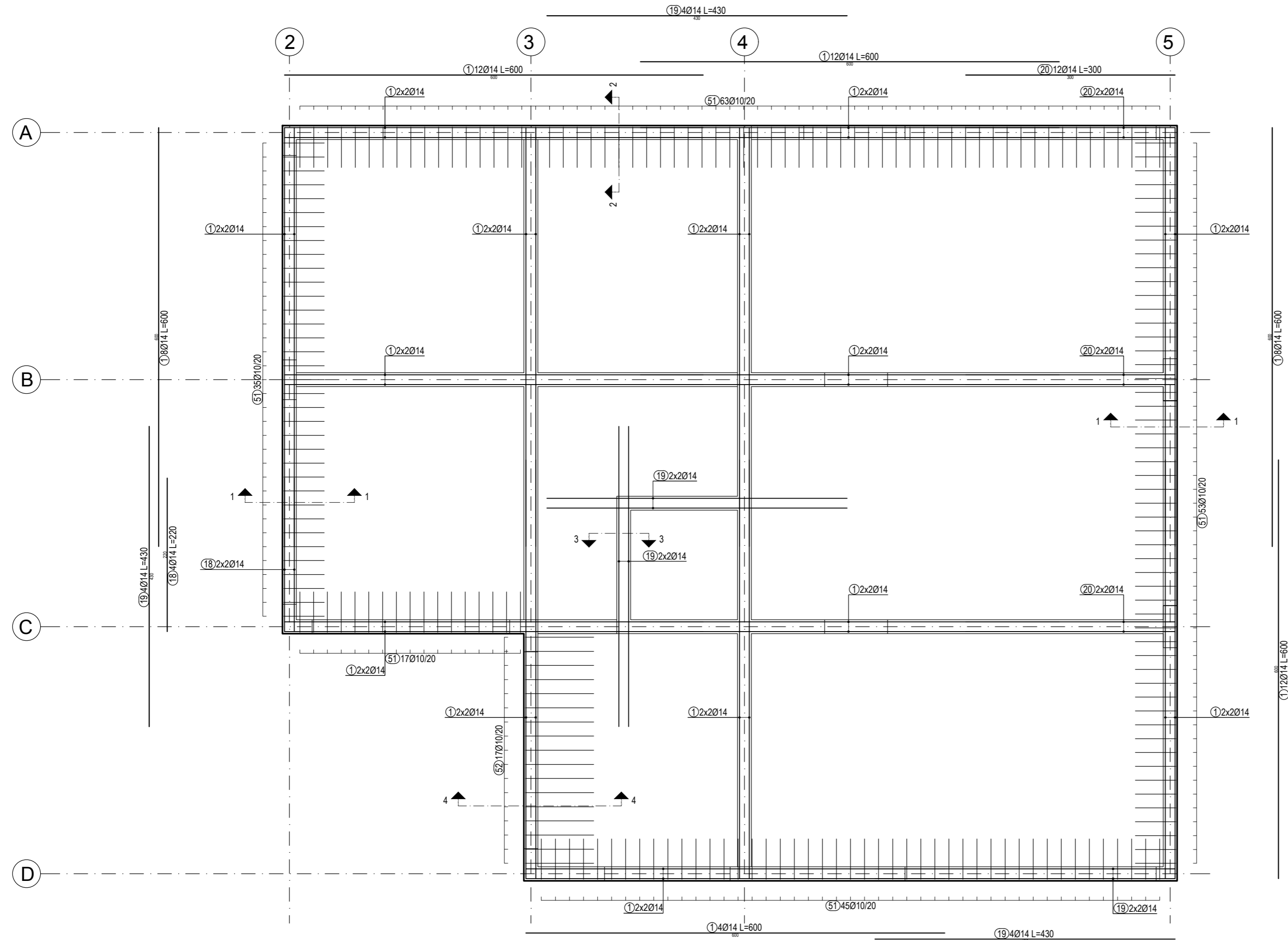


Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad	
	GRAĐEVINA:	STAMBENA GRAĐEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak	AUTOR:	Marin Jukić
	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT	MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin
	MJERILO:	1:50, 1:100	NASLOV:	
DATUM:	Split, srpanj 2020.	NAZIV STRUKE:	ARMATURNI PLANOV I NACRTI	Glavni projekt stambene zgrade SMB_4
		SADRŽAJ LISTA:	POZ 400-donja zona	LIST BROJ: 18.

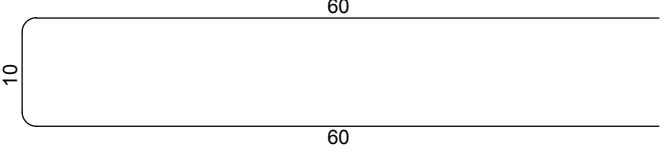
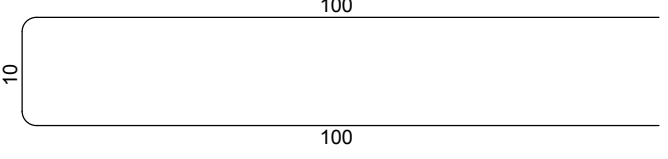
AB ploča POZ. 400, d=16 cm - mrežasta armatura, gornja zona



Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad	
	GRADEVINA:	STAMBENA GRADEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak	AUTOR:	Marin Jukić
	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT	MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin
MJERILO:	1:50, 1:100	NAZIV STRUKE:	ARMATURNI PLANOV I NACRTI	NASLOV:
DATUM:	Split, srpanj 2020.	SADRŽAJ LISTA:	POZ 400-gornja zona	Glavni projekt stambene zgrade SMB_4
				LIST BROJ:
				19



Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad	
	GRAĐEVINA:	STAMBENA GRAĐEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak	AUTOR:	Marin Jukić
	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT	MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin
	NAZIV STRUKE:	ARMATURNI PLANOV I NACRTI	NASLOV:	
MJERILO:	1:50, 1:100	SADRŽAJ LISTA:	POZ 400-šipkasta arm.	Glavni projekt stambene zgrade SMB_4
DATUM:	Split, srpanj 2020.	LIST BROJ:	20	20

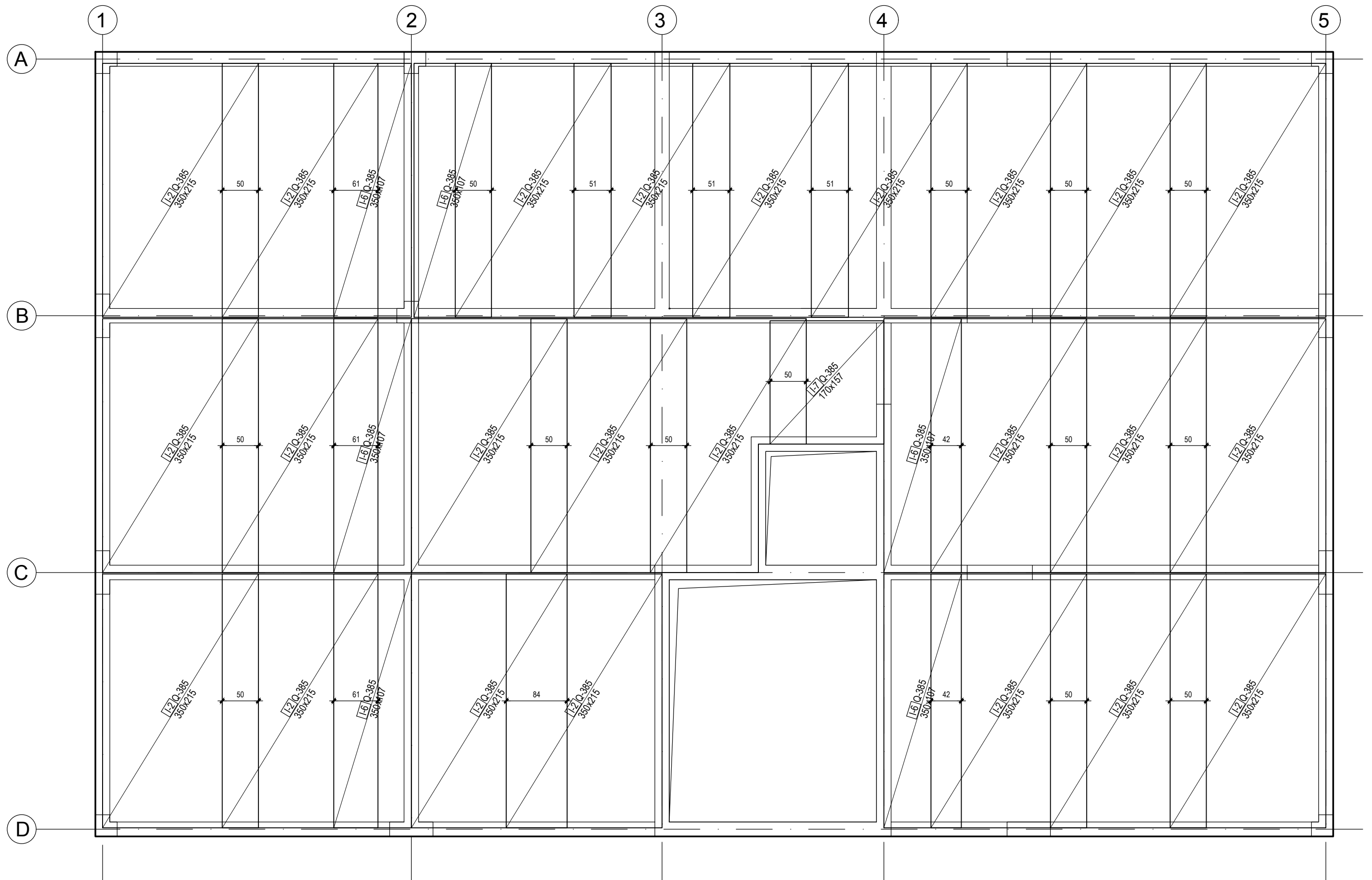
Šipke - specifikacija					
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
noname (1 kom)					
1	600	14	6.00	56	336.00
18	220	14	2.20	4	8.80
19	430	14	4.30	12	51.60
20	300	14	3.00	12	36.00
51		10	1.30	213	276.90
52		10	2.10	17	35.70

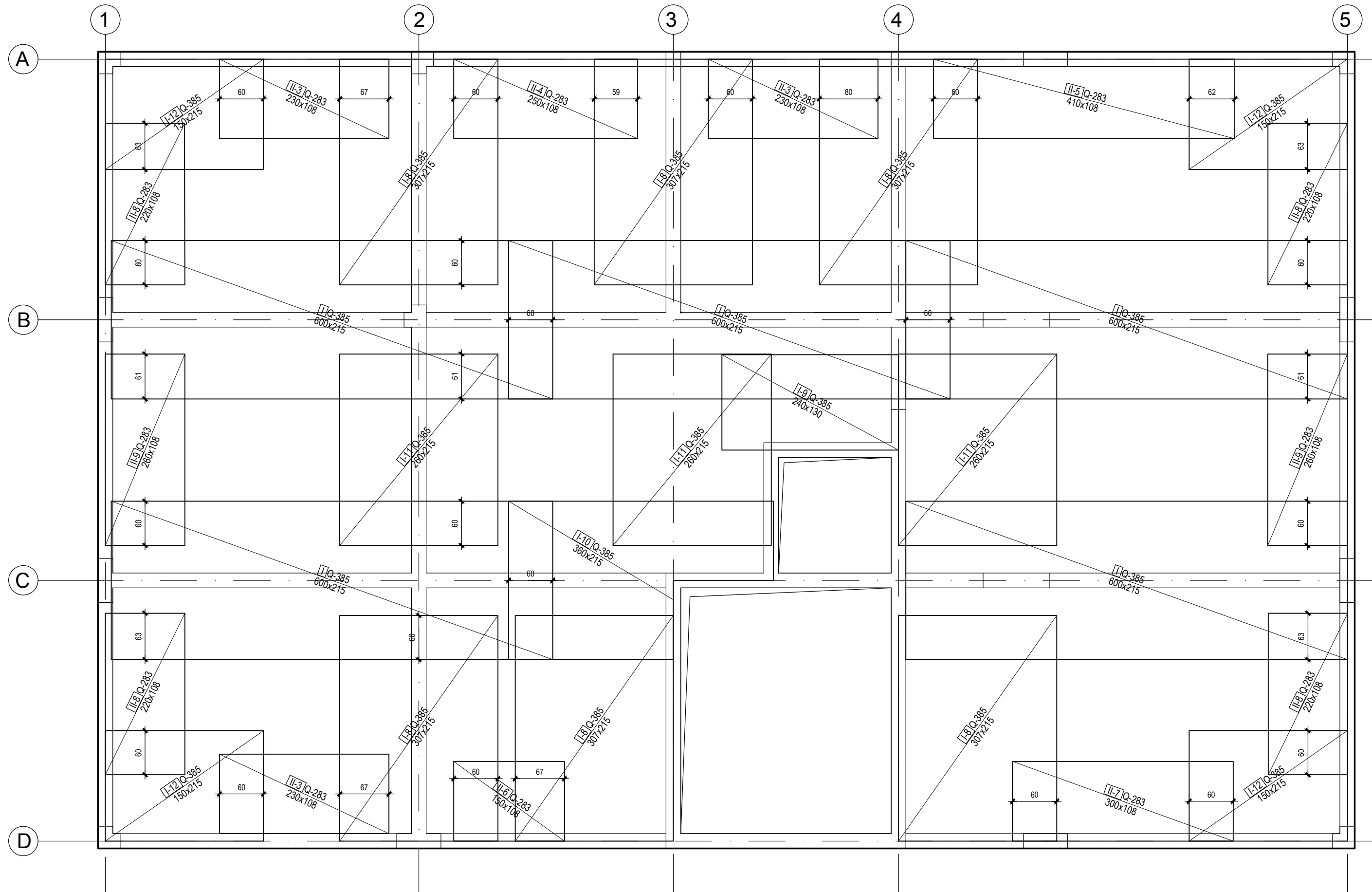
Šipke - rekapitulacija				
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m']	Težina [kg]	
B500B				
10	312.60	0.62	192.87	
14	432.40	1.21	522.34	
Ukupno			715.21	

Mreže - specifikacija						
Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m2]	Ukupna težina [kg]
noname (1 kom)						
I	Q-385	215	600	6	6.10	472.14
I-1	Q-385	215	510	4	6.10	267.55
I-2	Q-385	215	350	9	6.10	413.12
I-3	Q-385	215	440	4	6.10	230.82
I-4	Q-385	215	215	2	6.10	56.39
I-5	Q-385	215	300	2	6.10	78.56
II-1	Q-283	108	380	3	4.44	54.67
II-2	Q-283	108	264	2	4.44	25.37
Ukupno						1598.62

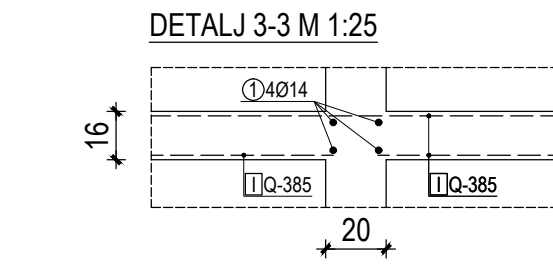
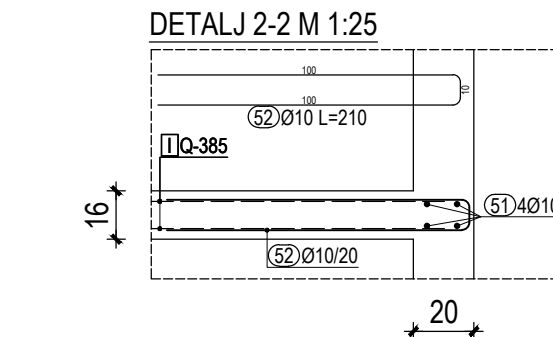
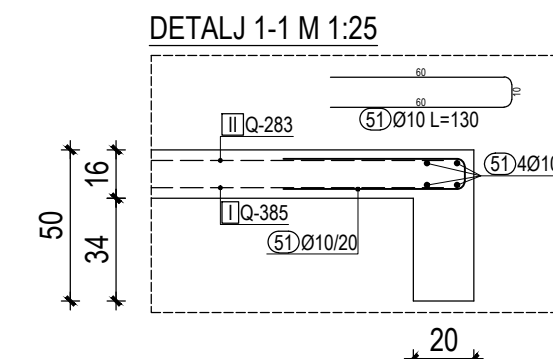
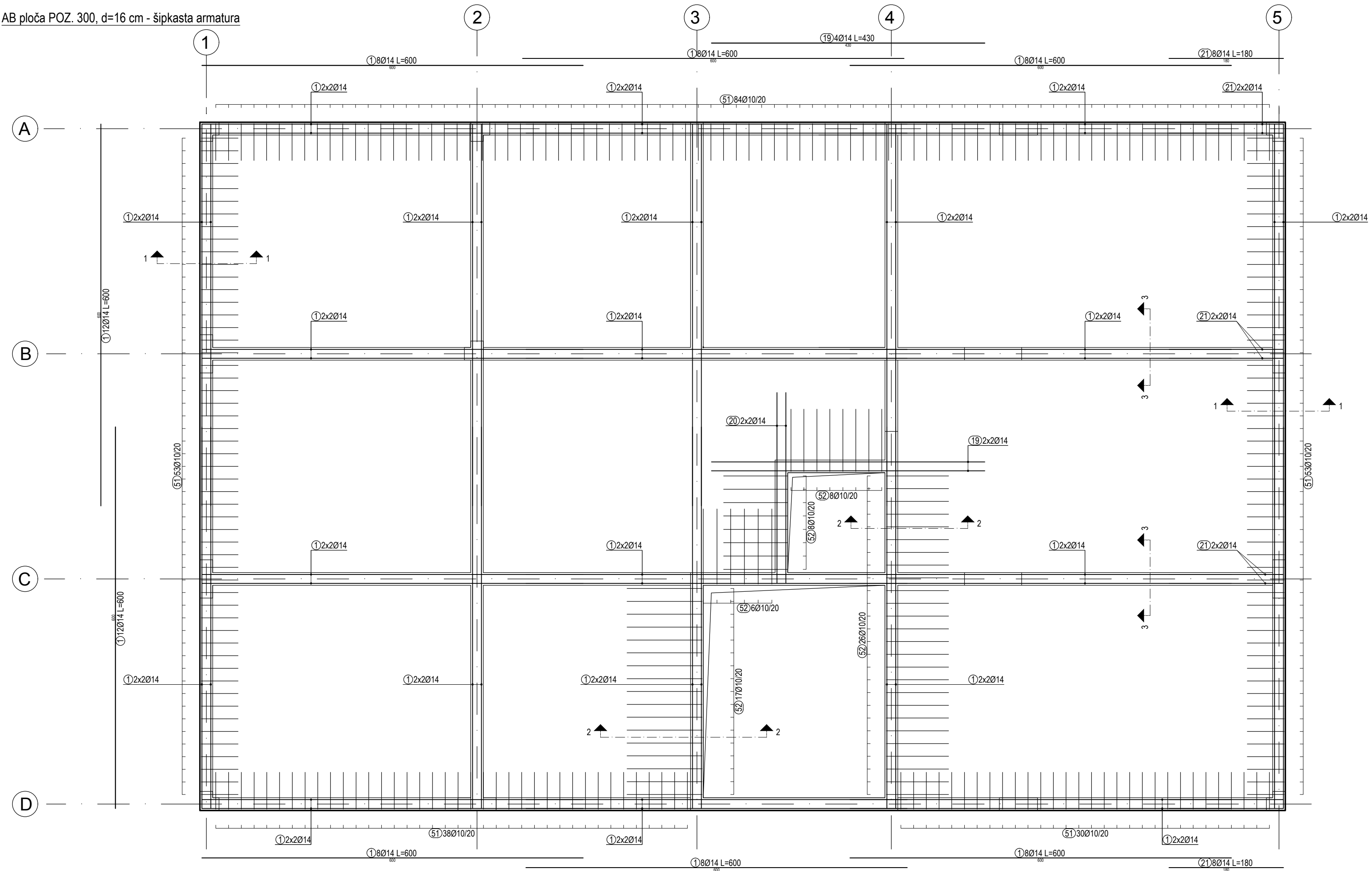
Mreže - rekapitulacija					
Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m2]	Ukupna težina [kg]
Q-385	215	600	24	6.10	1888.56
Q-283	215	600	4	4.44	229.10
Ukupno					2117.66

Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad		
			AUTOR:	Marin Jukić	
	GRAĐEVINA:	STAMBENA GRAĐEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak		MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin
	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT		NASLOV:	
MJERILO:	1:50, 1:100		NAZIV STRUKE:	Glavni projekt stambene zgrade SMB_4	
DATUM:	Split, srpanj 2020.		SADRŽAJ LISTA:	POZ 400-ISKAZ	
			LIST BROJ:	21.	

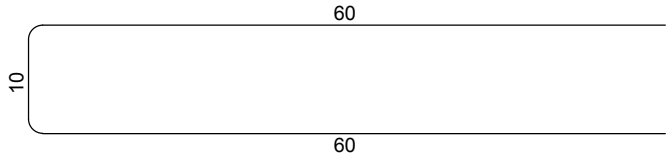
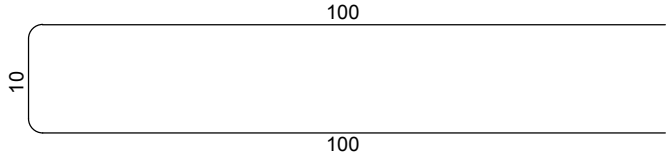




AB ploča POZ. 300, d=16 cm - šipkasta armatura



Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad	
	GRAĐEVINA:	STAMBENA GRAĐEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak		AUTOR: Marin Jukić
	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT		MENTOR: prof.dr.sc. Alen Harapin
	NAZIV STRUKE:	ARMATURNI PLANOV I NACRTI		NASLOV:
DATUM:	SPLIT, SRPANJ 2020.	SADRŽAJ LISTA:	POZ 300-šipkasta arm.	LIST BROJ: 24.

Šipke - specifikacija					
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
noname (1 kom)					
1	600	14	6.00	88	528.00
19	430	14	4.30	4	17.20
20	300	14	3.00	4	12.00
21	180	14	1.80	16	28.80
51		10	1.30	258	335.40
52		10	2.10	65	136.50

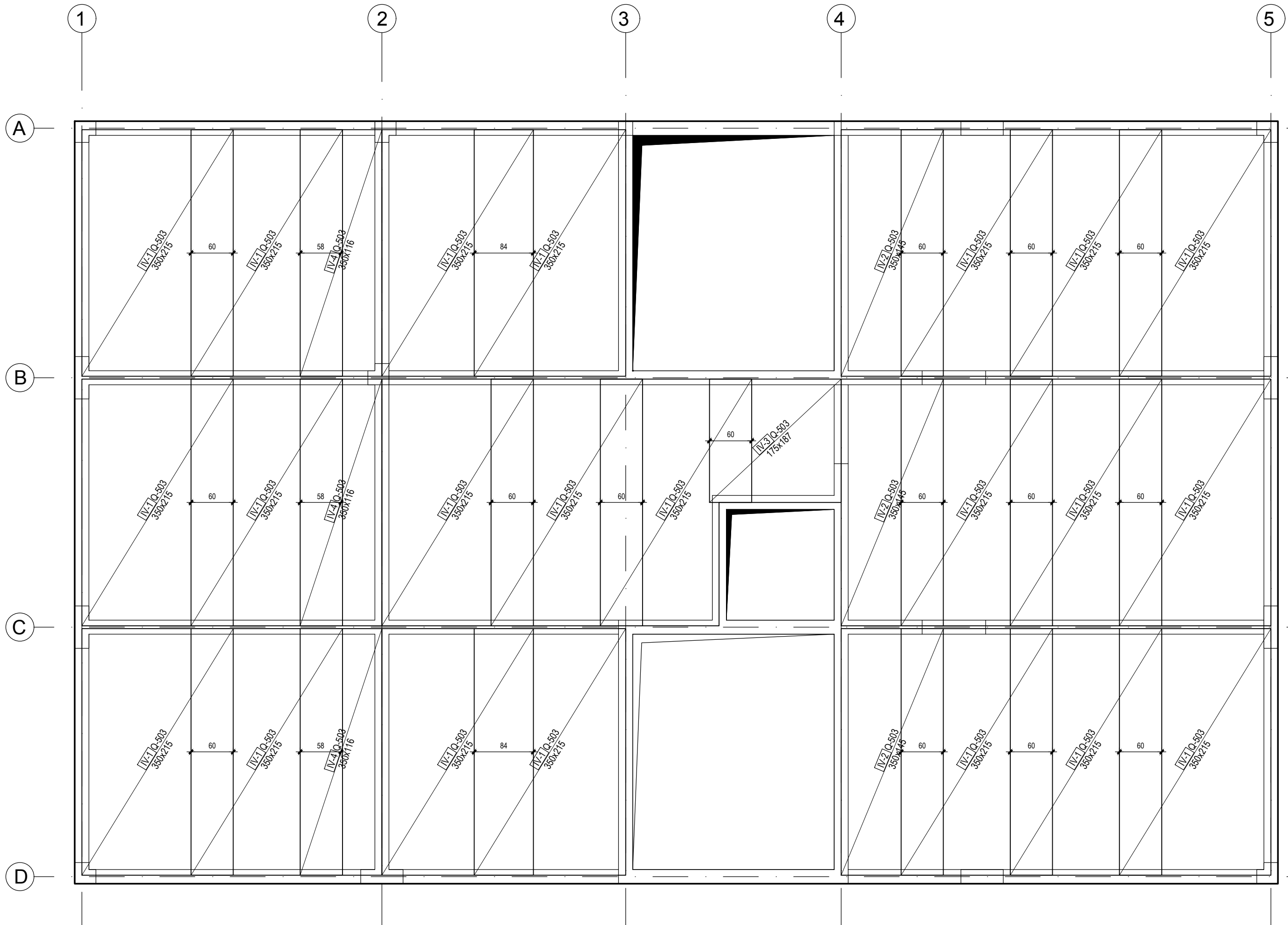
Šipke - rekapitulacija			
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m <sup>3</sup> ]	Težina [kg]
B500B			
10	471.90	0.62	291.16
14	586.00	1.21	707.89
Ukupno			999.05

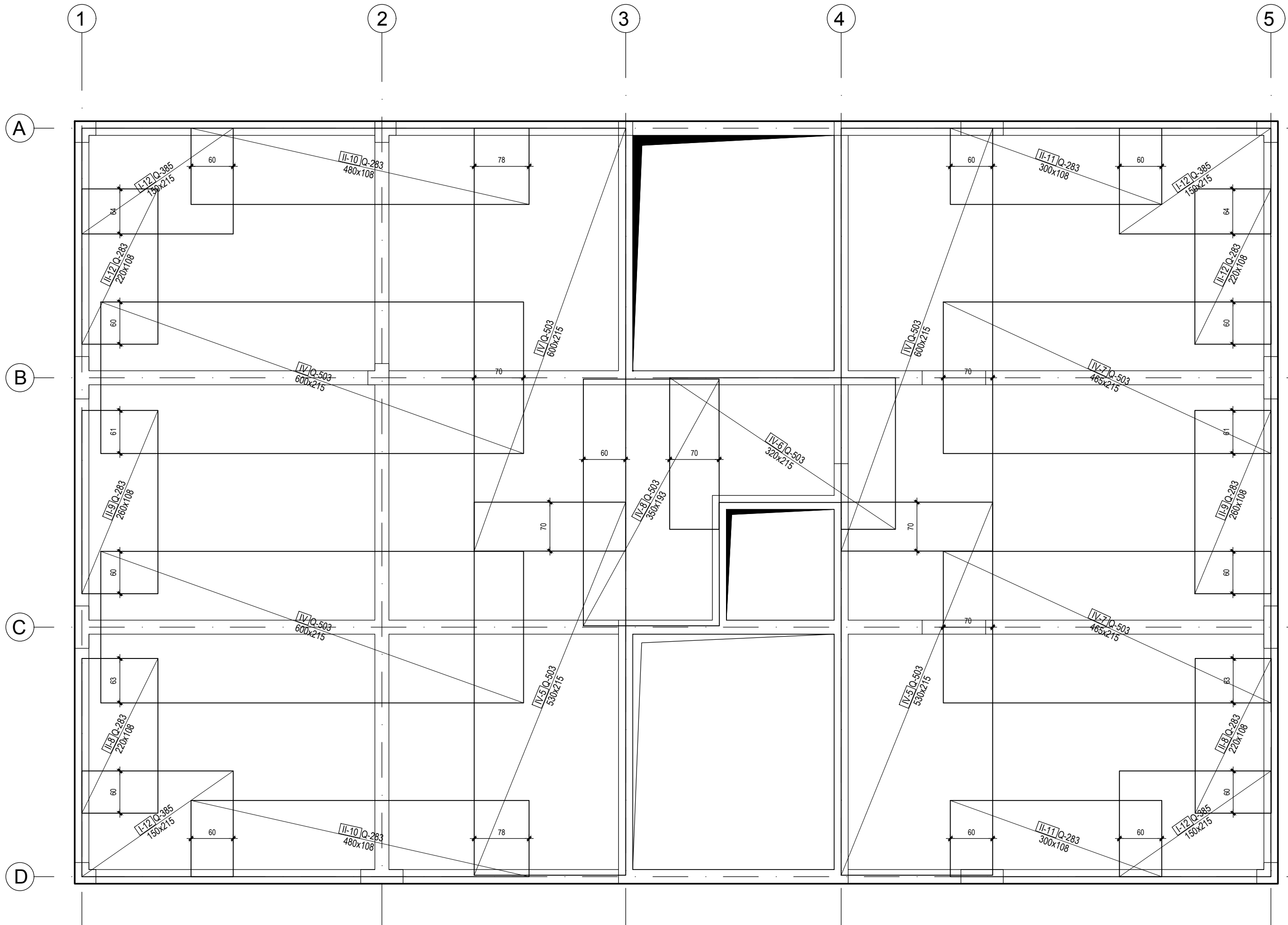
Mreže - specifikacija						
Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
noname (1 kom)						
I	Q-385	215	600	5	6.10	393.45
I-2	Q-385	215	350	24	6.10	1101.66
I-6	Q-385	107	350	6	6.10	137.07
I-7	Q-385	157	170	1	6.10	16.28
I-8	Q-385	215	307	6	6.10	241.18
I-9	Q-385	130	240	1	6.10	18.96
I-10	Q-385	215	360	1	6.10	47.21
I-11	Q-385	215	260	3	6.10	102.30
I-12	Q-385	215	150	4	6.10	78.69
II-3	Q-283	108	230	3	4.44	33.16
II-4	Q-283	108	250	1	4.44	11.99
II-5	Q-283	108	410	1	4.44	19.64
II-6	Q-283	108	150	1	4.44	7.22
II-7	Q-283	108	300	1	4.44	14.40
II-8	Q-283	108	220	4	4.44	42.10
II-9	Q-283	108	260	2	4.44	24.94
Ukupno						2290.24

Mreže - rekapitulacija					
Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
Q-385	215	600	39	6.10	3068.91
Q-283	215	600	7	4.44	400.93
Ukupno					3469.84

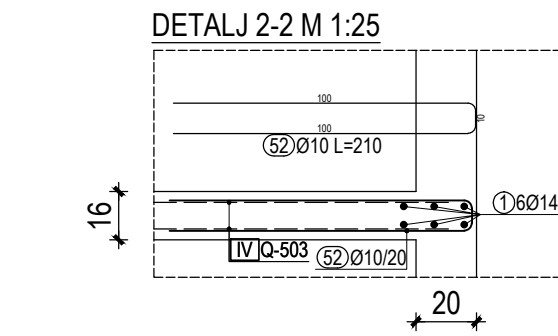
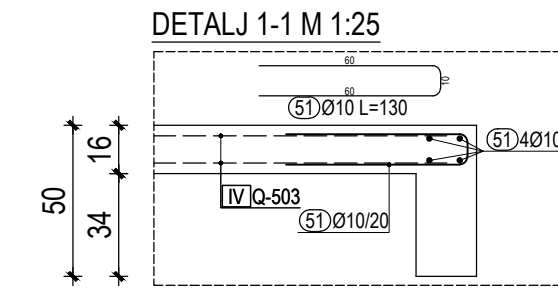
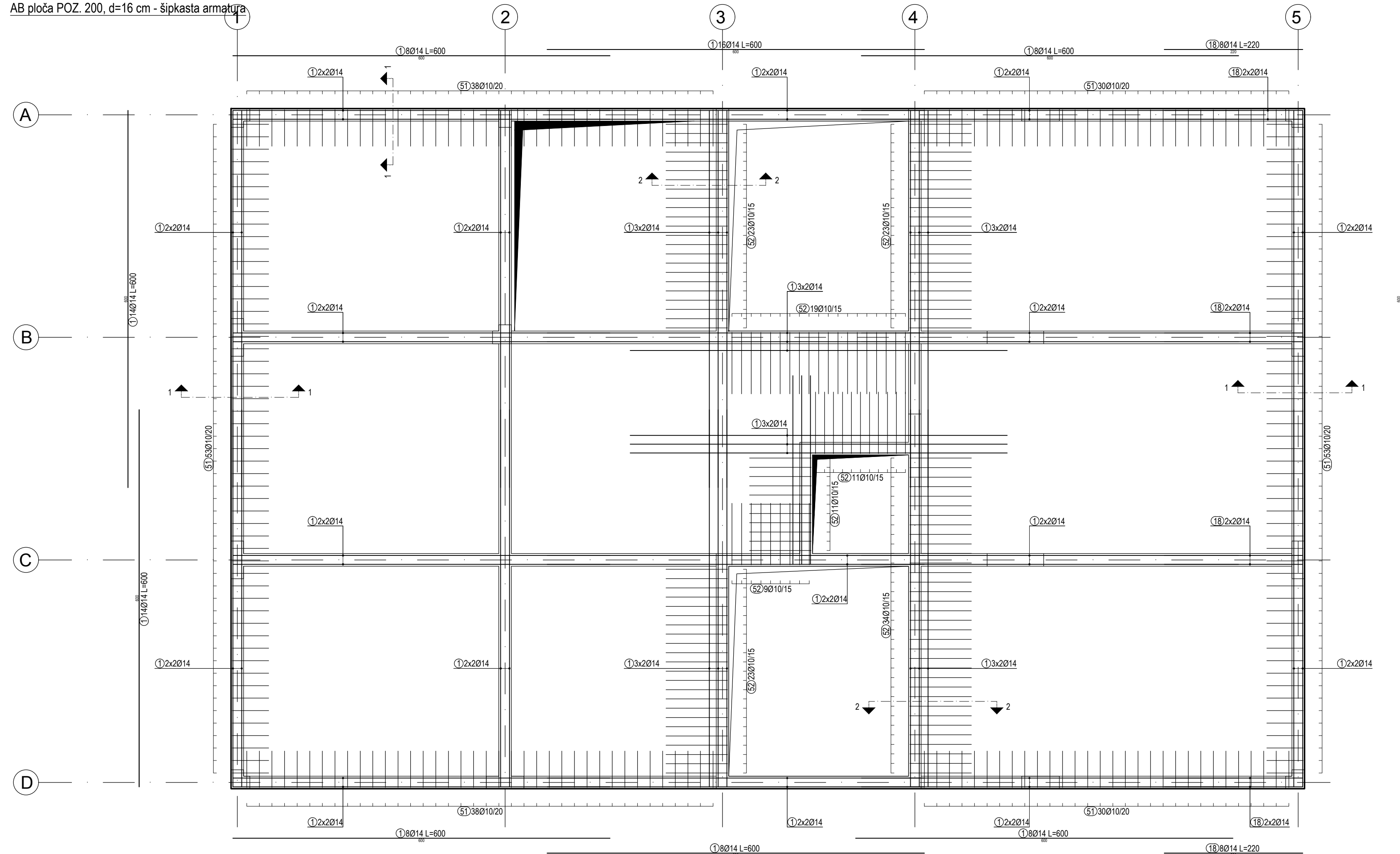
Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad		
			AUTOR:	Marin Jukić	
	GRAĐEVINA:	STAMBENA GRAĐEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak		MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin
	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT		NASLOV:	
MJERILO:	1:50, 1:100		Glavni projekt stambene zgrade SMB_4		
DATUM:	Split, srpanj 2020.		SADRŽAJ LISTA:	POZ 300-ISKAZ	
			LIST BROJ:	25.	



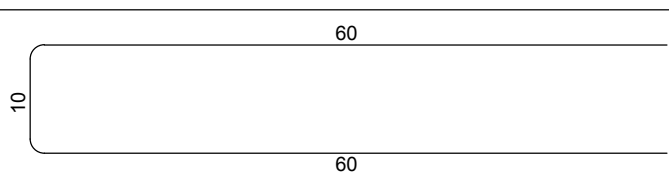
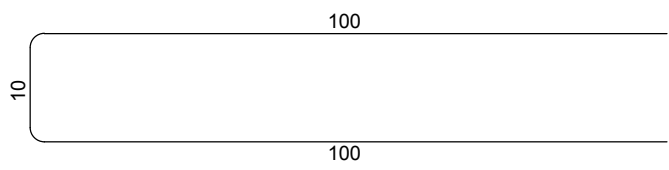




AB ploča POZ. 200, d=16 cm - šipkasta armatura



Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad	
	GRAĐEVINA:	STAMBENA GRAĐEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak	AUTOR:	Marin Jukić
	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT	MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin
	NASLOV:	ARMATURNI PLANOV I NACRTI	NASLOV:	
MJERILO:	1:50, 1:100	SADRŽAJ LISTA:	POZ 200-šipkasta arm.	Glavni projekt stambene zgrade SMB_4
DATUM:	Split, srpanj 2020.	LIST BROJ:		28.

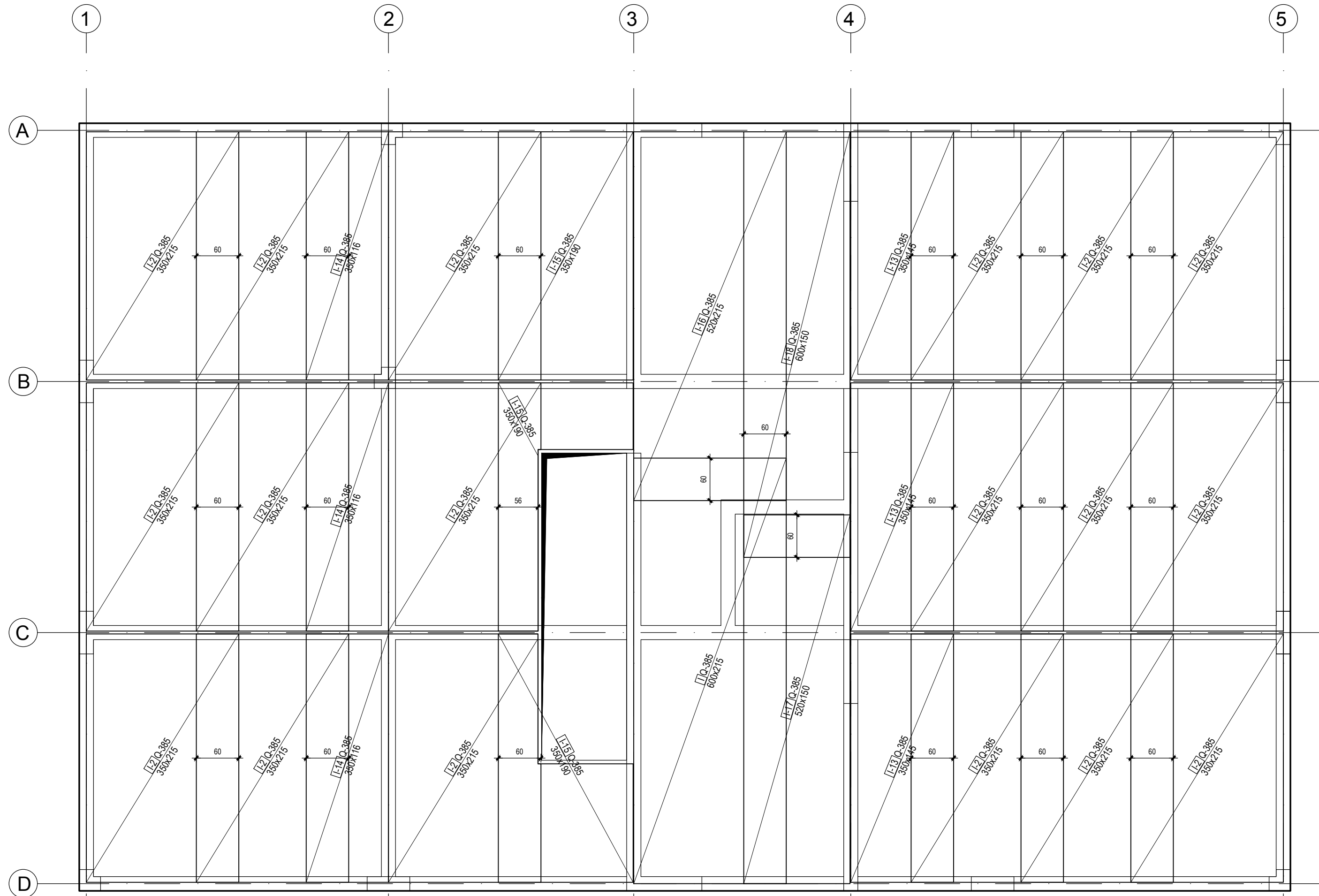
Šipke - specifikacija					
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
noname (1 kom)					
1	600	14	6.00	104	624.00
18	220	14	2.20	16	35.20
20	300	14	3.00	6	18.00
51		10	1.30	242	314.60
52		10	2.10	153	321.30

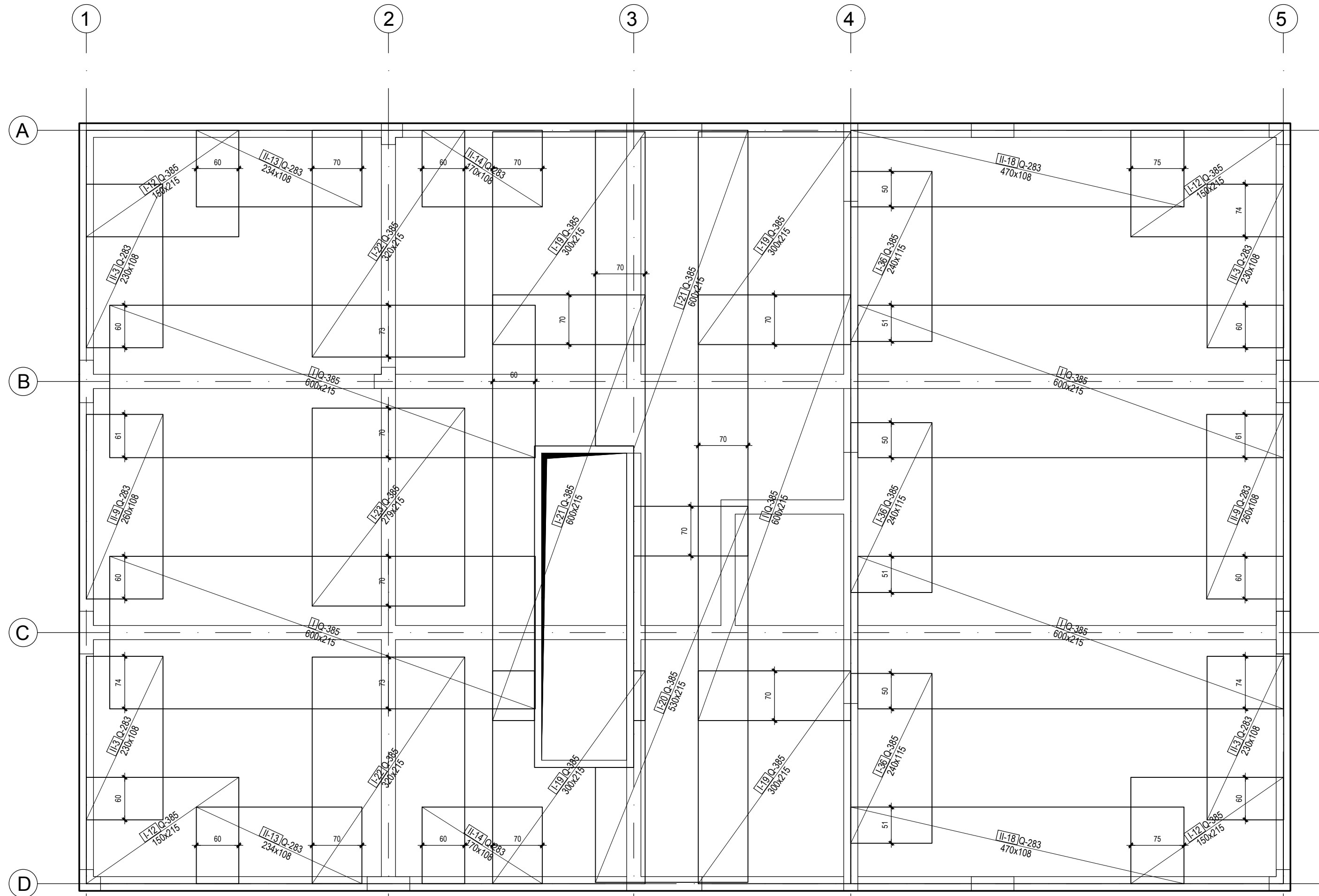
Šipke - rekapitulacija			
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m <sup>3</sup> ]	Težina [kg]
B500B			
10	635.90	0.62	392.35
14	677.20	1.21	818.06
Ukupno			1210.41

Mreže - specifikacija						
Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
noname (1 kom)						
I-12	Q-385	215	150	4	6.10	78.69
II-8	Q-283	108	220	2	4.44	21.05
II-9	Q-283	108	260	2	4.44	24.94
II-10	Q-283	108	480	2	4.44	46.03
II-11	Q-283	108	300	2	4.44	28.77
II-12	Q-283	108	220	2	4.44	21.15
IV	Q-503	215	600	4	7.90	407.64
IV-1	Q-503	215	350	22	7.90	1307.85
IV-2	Q-503	145	350	3	7.90	120.28
IV-3	Q-503	187	175	1	7.90	25.85
IV-4	Q-503	116	350	3	7.90	96.22
IV-5	Q-503	215	530	2	7.90	179.87
IV-6	Q-503	215	320	1	7.90	54.42
IV-7	Q-503	215	465	2	7.90	157.96
IV-8	Q-503	193	350	1	7.90	53.40
Ukupno						2624.11

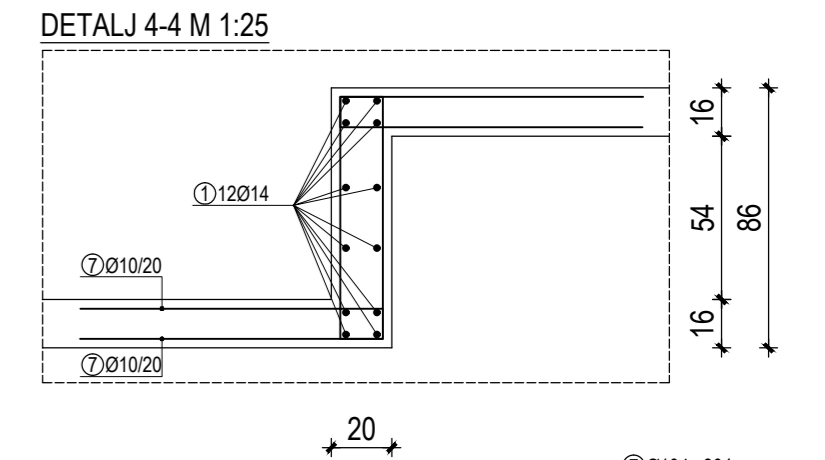
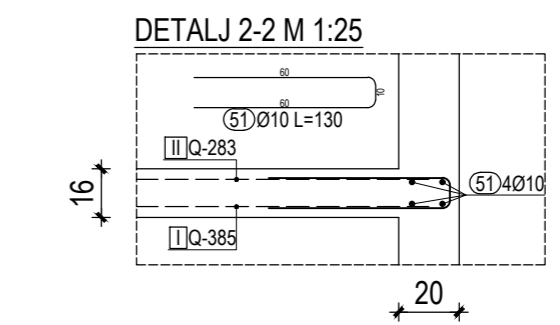
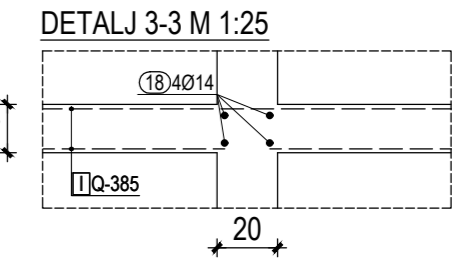
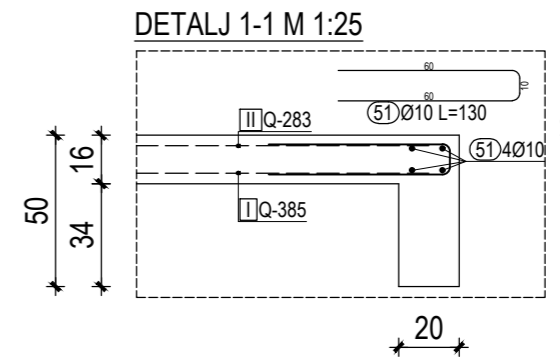
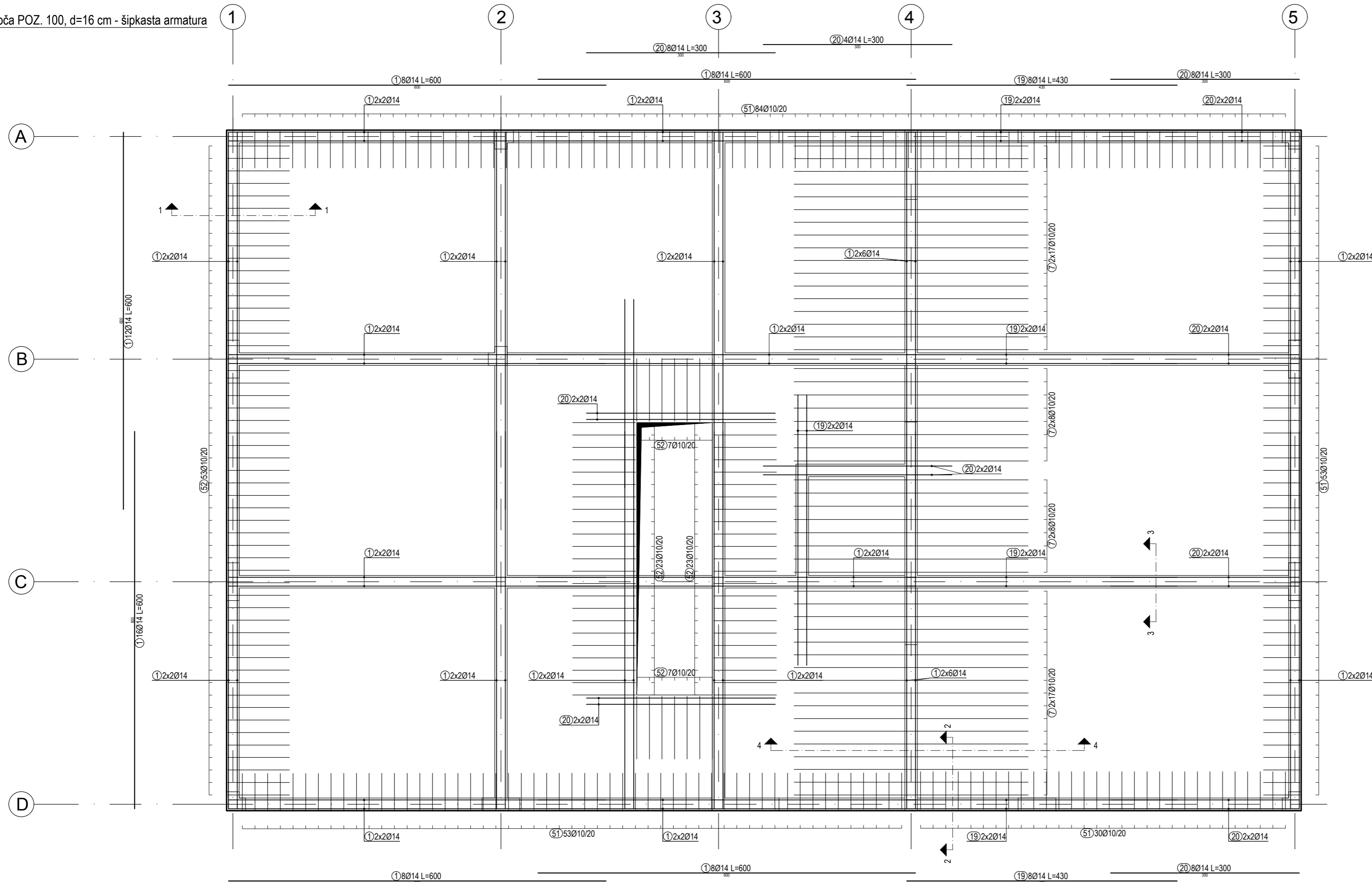
Mreže - rekapitulacija					
Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
Q-385	215	600	1	6.10	78.69
Q-283	215	600	6	4.44	343.66
Q-503	215	600	38	7.90	3872.58
Ukupno					4294.93

Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad		
			AUTOR:	Marin Jukić	
	GRAĐEVINA:	STAMBENA GRAĐEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak		MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin
	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT		NASLOV:	
MJERILO:	1:50, 1:100		Glavni projekt stambene zgrade SMB_4		
DATUM:	Split, srpanj 2020.		SADRŽAJ LISTA:	POZ 200-ISKAZ	
			LIST BROJ:	29.	

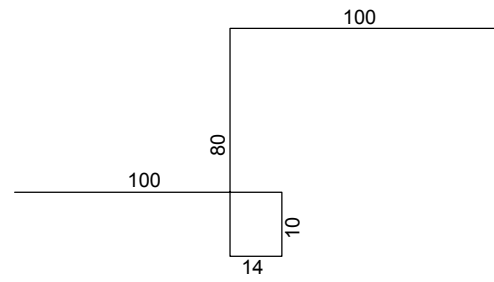
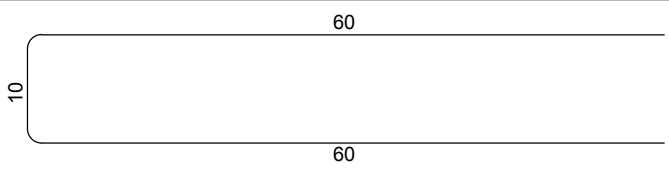
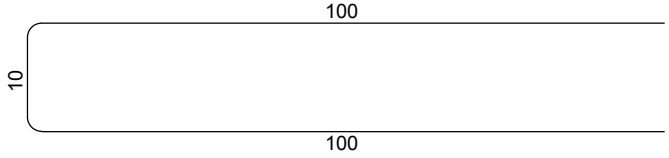




AB ploča POZ. 100, d=16 cm - šipkasta armatura



Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad	
	GRAĐEVINA:	STAMBENA GRAĐEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak	AUTOR:	Marin Jukić
	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT	MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin
	NAZIV STRUKE:	ARMATURNI PLANOV I NACRTI	NASLOV:	Glavni projekt stambene zgrade SMB_4
MJERILO:	1:50, 1:100	SADRŽAJ LISTA:	POZ 100-šipkasta arm.	LIST BROJ:
DATUM:	Split, srpanj 2020.			32.

Šipke - specifikacija					
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
noname (1 kom)					
1	600	14	6.00	92	552.00
7		10	3.04	100	304.00
19	430	14	4.30	20	86.00
20	300	14	3.00	32	96.00
51		10	1.30	220	286.00
52		10	2.10	113	237.30

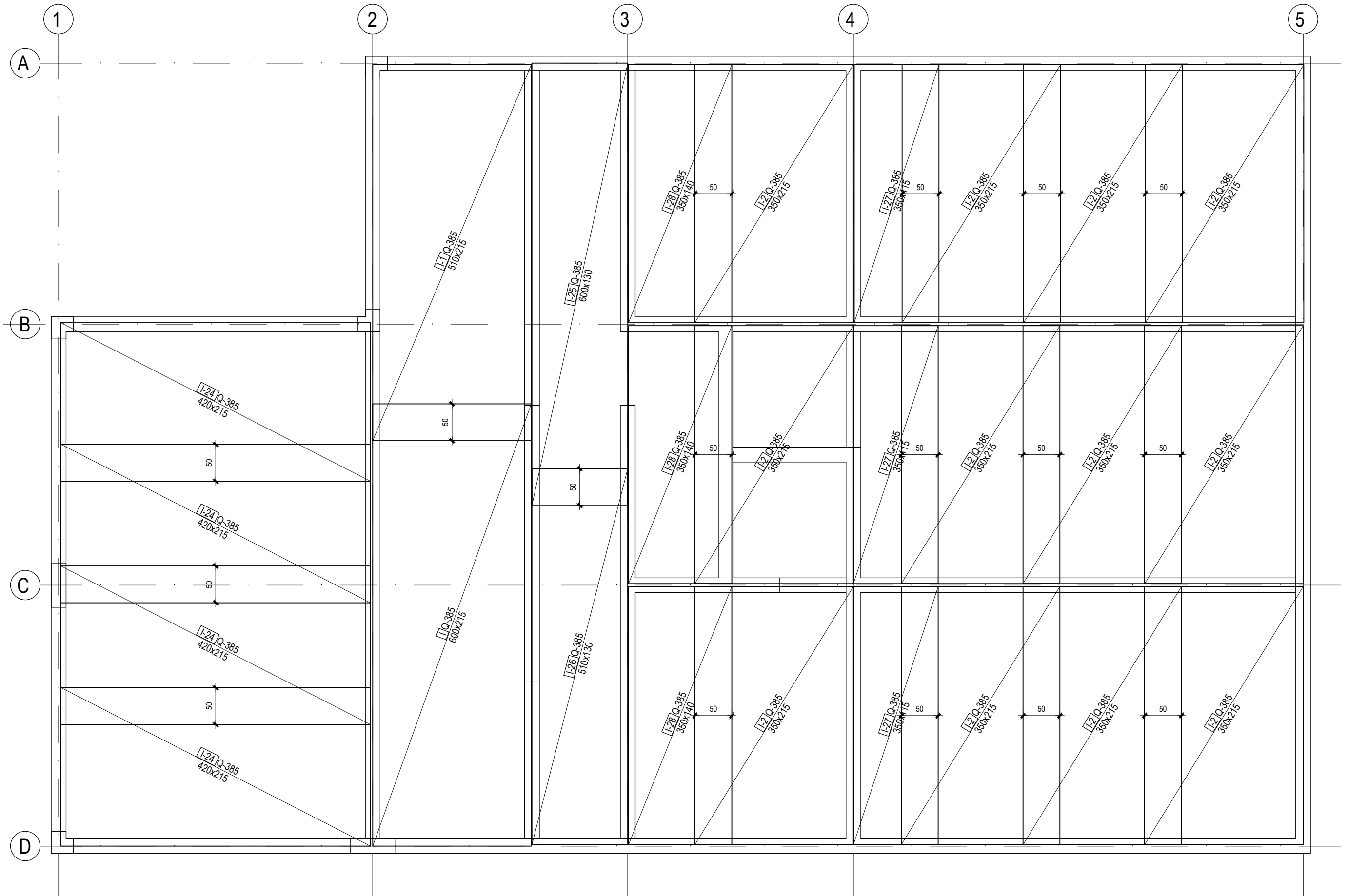
Šipke - rekapitulacija				
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m]	Težina [kg]	
B500B				
10	827.30	0.62	510.44	
14	734.00	1.21	886.67	
Ukupno			1397.12	

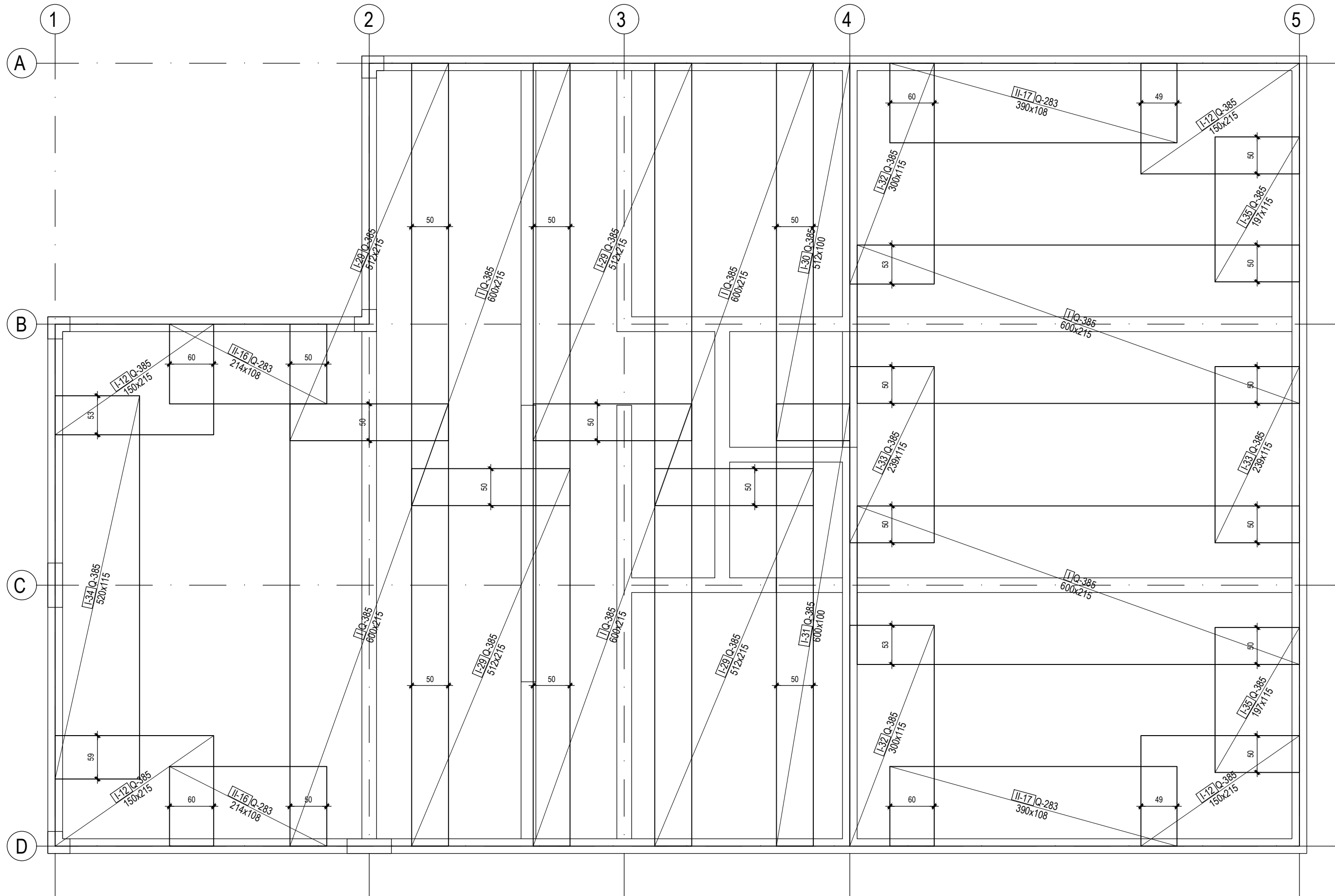
Mreže - specifikacija						
pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
noname (1 kom)						
I	Q-385	215	600	6	6.10	472.14
I-2	Q-385	215	350	18	6.10	826.24
I-12	Q-385	215	150	4	6.10	78.69
I-13	Q-385	145	350	3	6.10	92.87
I-14	Q-385	116	350	3	6.10	74.30
I-15	Q-385	190	350	3	6.10	121.69
I-16	Q-385	215	520	1	6.10	68.20
I-17	Q-385	150	520	1	6.10	47.58
I-18	Q-385	150	600	1	6.10	54.90
I-19	Q-385	215	300	4	6.10	157.38
I-20	Q-385	215	530	1	6.10	69.51
I-21	Q-385	215	600	2	6.10	157.38
I-22	Q-385	215	320	2	6.10	83.80
I-23	Q-385	215	279	1	6.10	36.59
I-36	Q-385	115	240	3	6.10	50.18
II-3	Q-283	108	230	4	4.44	44.21
II-9	Q-283	108	260	2	4.44	24.94
II-13	Q-283	108	234	2	4.44	22.39
II-14	Q-283	108	170	2	4.44	16.26
II-18	Q-283	108	470	2	4.44	45.07
Ukupno						2544.34

Mreže - rekapitulacija					
Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
Q-385	215	600	43	6.10	3383.67
Q-283	215	600	6	4.44	343.66
Ukupno					3727.33

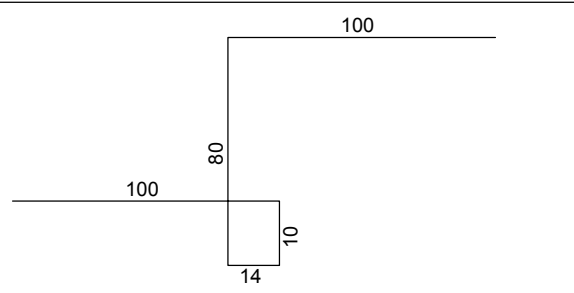
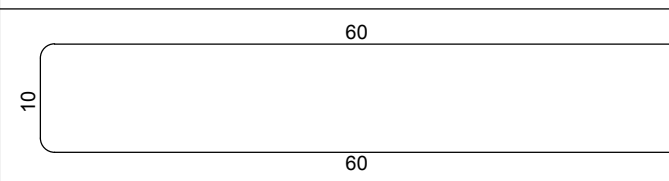
Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad		
			AUTOR:	Marin Jukić	
	GRAĐEVINA:	STAMBENA GRAĐEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak		MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin
			NASLOV:		
MJERILO:	1:50, 1:100	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT		
DATUM:	Split, srpanj 2020.	NAZIV STRUKE:	ARMATURNI PLANOV I NACRTI		
		SADRŽAJ LISTA:	POZ 100-šipkasta arm.		
			LIST BROJ:	33.	









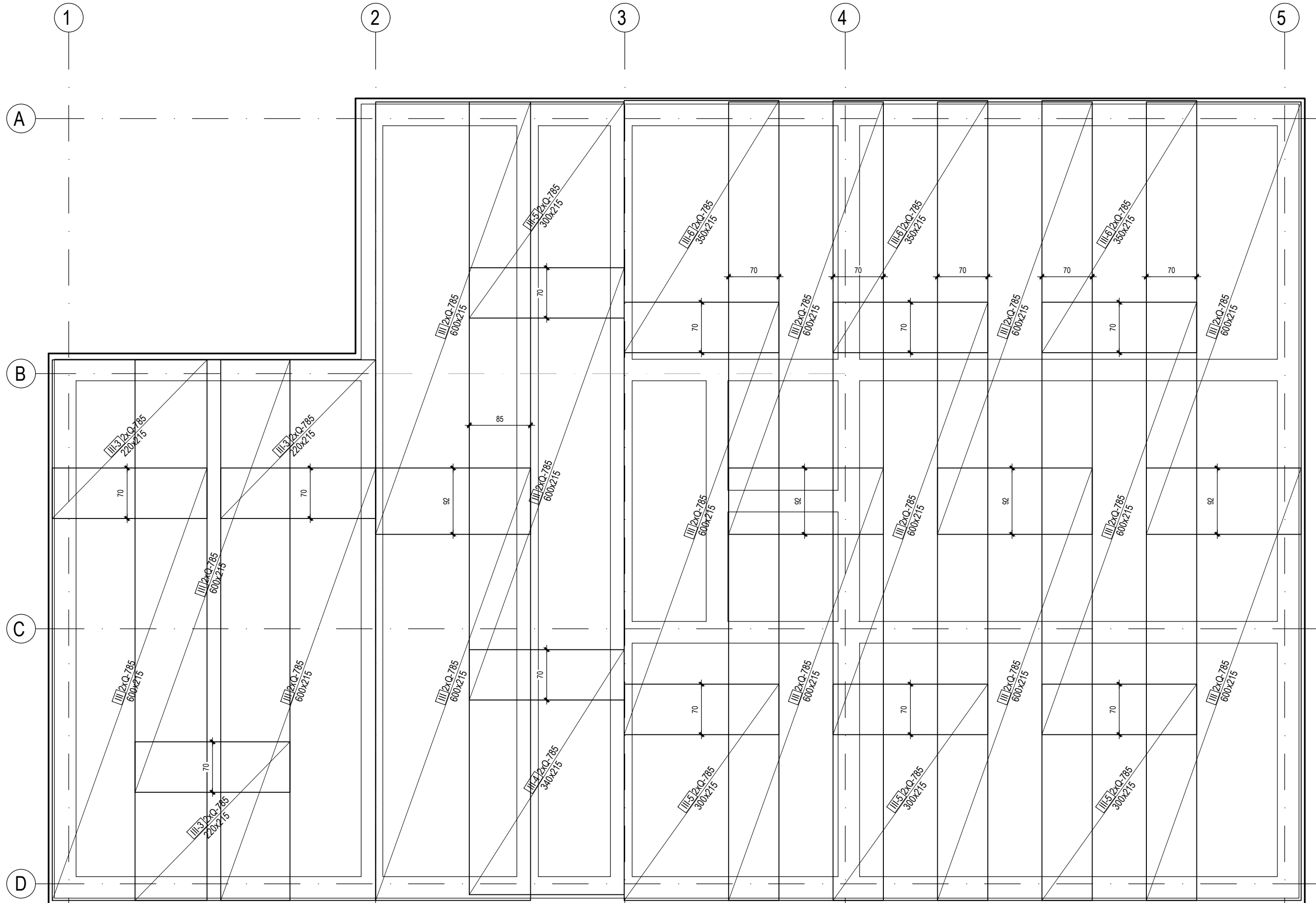
Šipke - specifikacija					
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
noname (1 kom)					
1	600	14	6.00	96	576.00
7		10	3.04	100	304.00
18	220	14	2.20	4	8.80
19	430	14	4.30	12	51.60
20	300	14	3.00	4	12.00
22	290	14	2.90	4	11.60
51		10	1.30	273	354.90

Šipke - rekapitulacija			
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m <sup>3</sup> ]	Težina [kg]
B500B			
10	658.90	0.62	406.54
14	660.00	1.21	797.28
Ukupno			1203.82

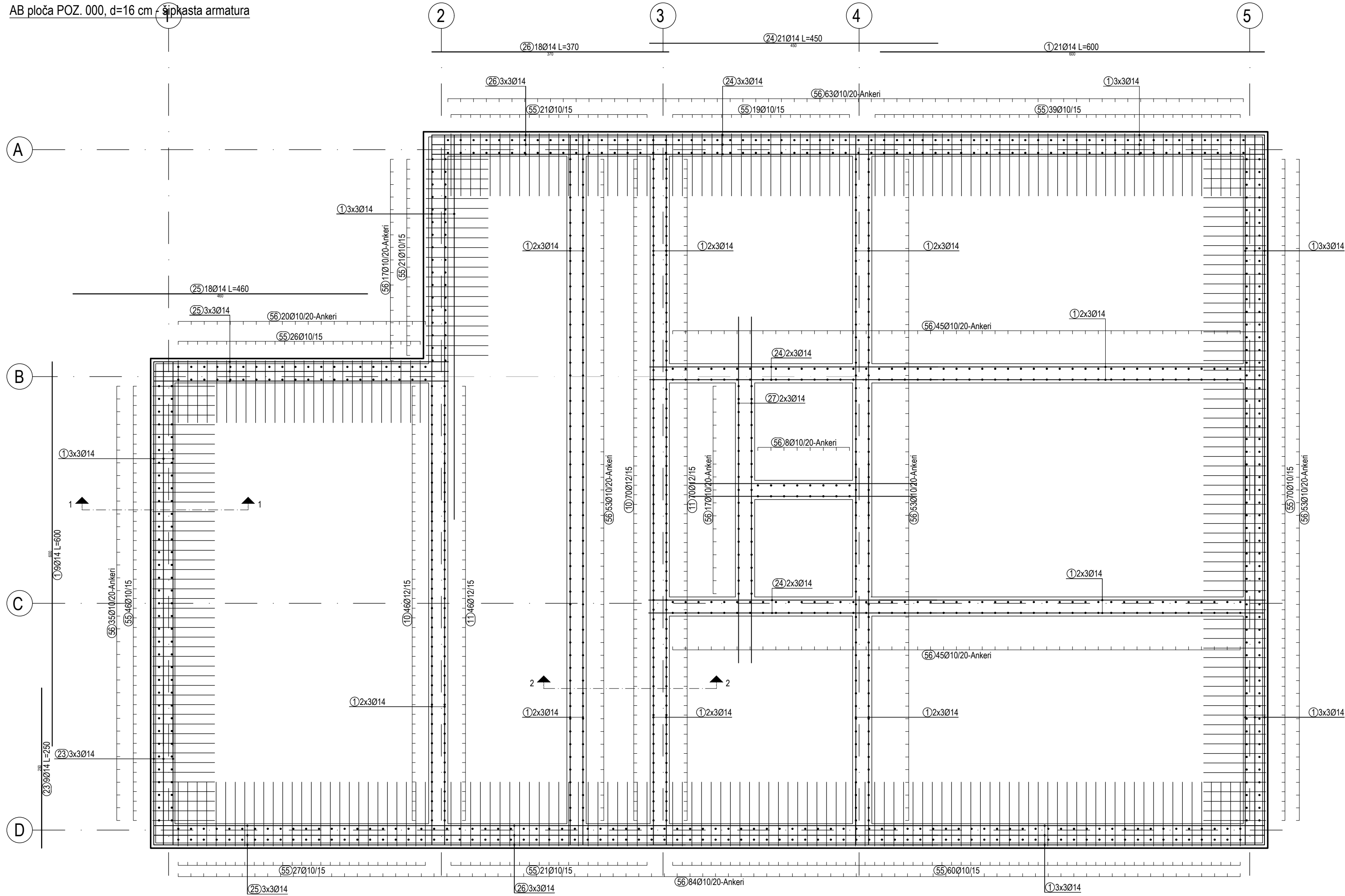
Mreže - specifikacija						
Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
noname (1 kom)						
I	Q-385	215	600	7	6.10	550.83
I-1	Q-385	215	510	1	6.10	66.89
I-2	Q-385	215	350	12	6.10	550.83
I-12	Q-385	215	150	4	6.10	78.69
I-24	Q-385	215	420	4	6.10	220.33
I-25	Q-385	130	600	1	6.10	47.58
I-26	Q-385	130	510	1	6.10	40.44
I-27	Q-385	115	350	3	6.10	73.66
I-28	Q-385	140	350	3	6.10	89.67
I-29	Q-385	215	512	4	6.10	268.60
I-30	Q-385	100	512	1	6.10	31.08
I-31	Q-385	100	600	1	6.10	36.42
I-32	Q-385	115	300	2	6.10	41.84
I-33	Q-385	115	239	2	6.10	33.39
I-34	Q-385	115	520	1	6.10	36.32
I-35	Q-385	115	197	2	6.10	27.45
II-16	Q-283	108	214	2	4.44	20.48
II-17	Q-283	108	390	2	4.44	37.35
Ukupno						2251.83

Mreže - rekapitulacija					
Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
Q-385	215	600	38	6.10	2990.22
Q-283	215	600	2	4.44	114.55
Ukupno					3104.77

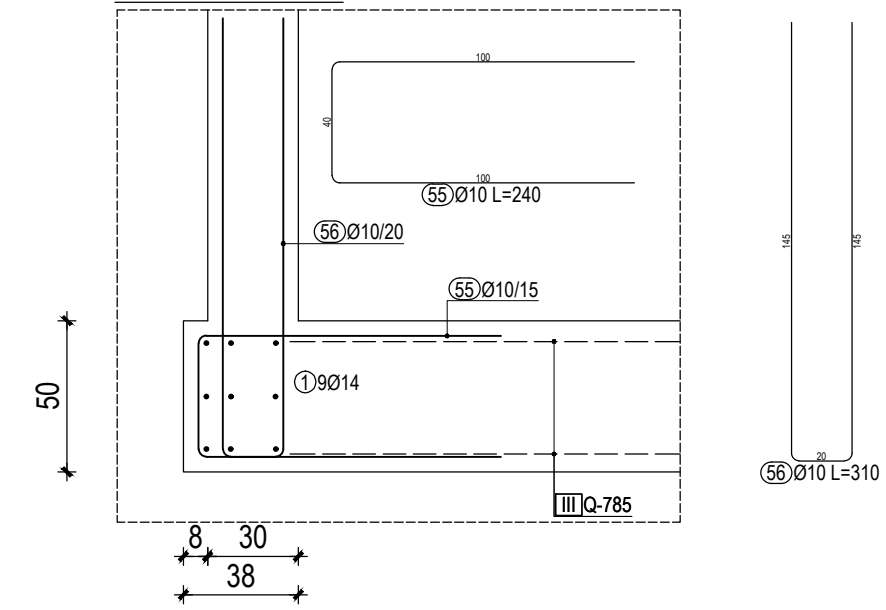
Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad		
			AUTOR:	Marin Jukić	
	GRAĐEVINA:	STAMBENA GRAĐEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak		MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin
			NASLOV:		
MJERILO:	1:50, 1:100	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT		
DATUM:	Split, srpanj 2020.	NAZIV STRUKE:	ARMATURNI PLANOV I NACRTI		
		SADRŽAJ LISTA:	POZ 00-ISKAZ		
			LIST BROJ:	37.	



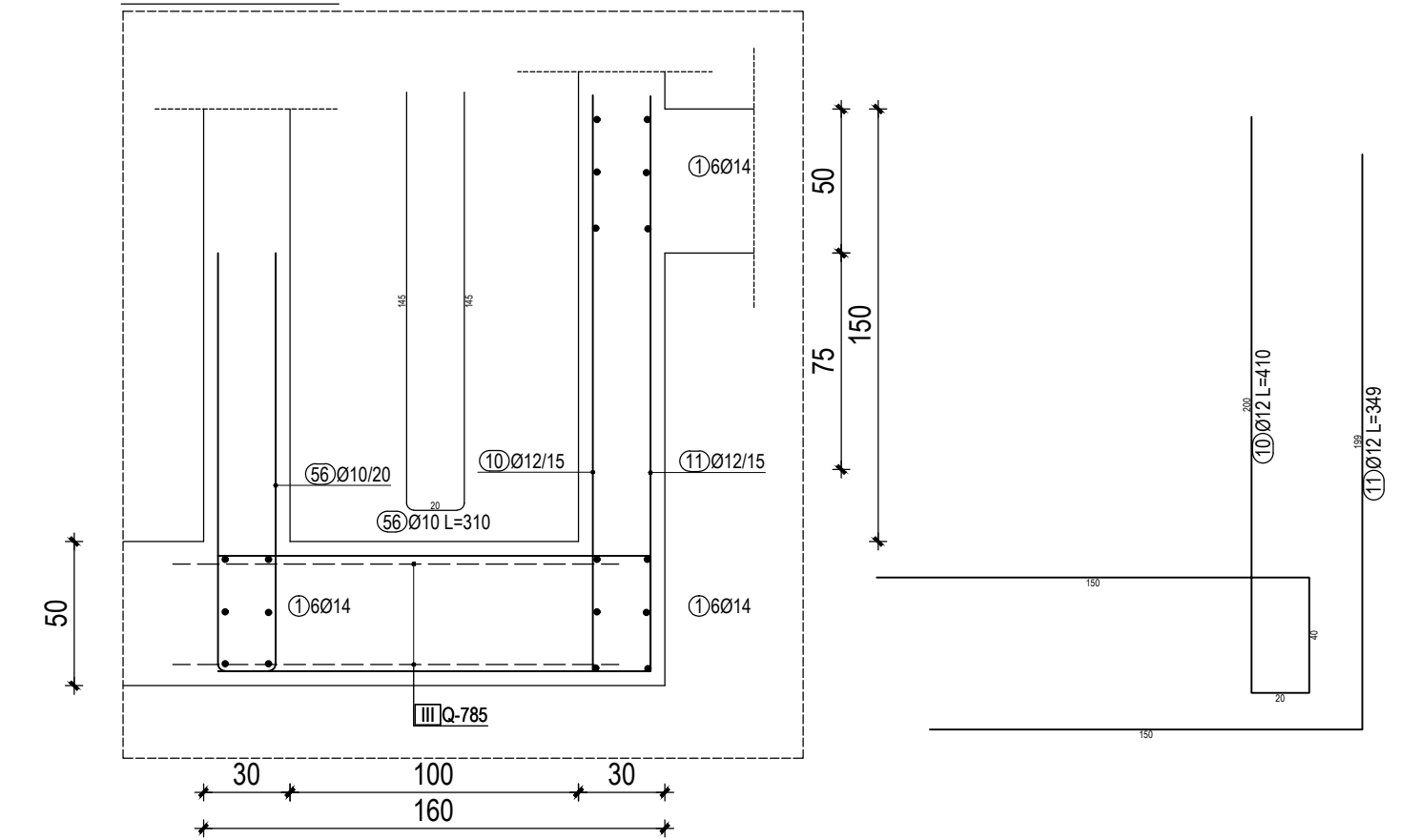
AB ploča POZ. 000, d=16 cm šipkasta armatura



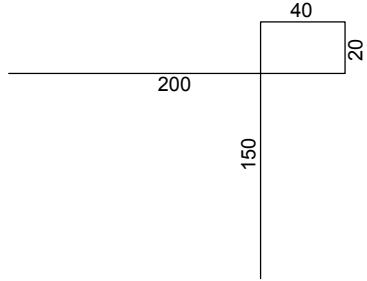
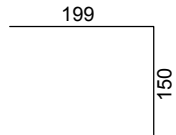
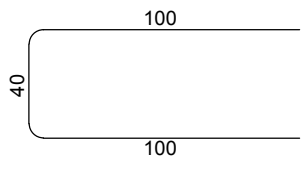
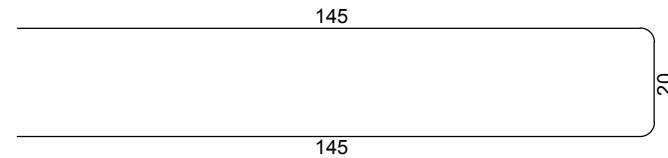
DETALJ 1-1 M 1:25



DETALJ 2-2 M 1:25



Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad	
	GRADEVINA:	STAMBENA GRADEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak	AUTOR:	Marin Jukić
FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT	MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin	
MJERILO:	1:50, 1:100	NASLOV:		
DATUM:	Split, srpanj 2020.	NAZIV STRUKE:	ARMATURNI PLANOV I NACRTI	
		SADRŽAJ LISTA:	POZ -100-šipkasta arm.	
		LIST BROJ:	39	

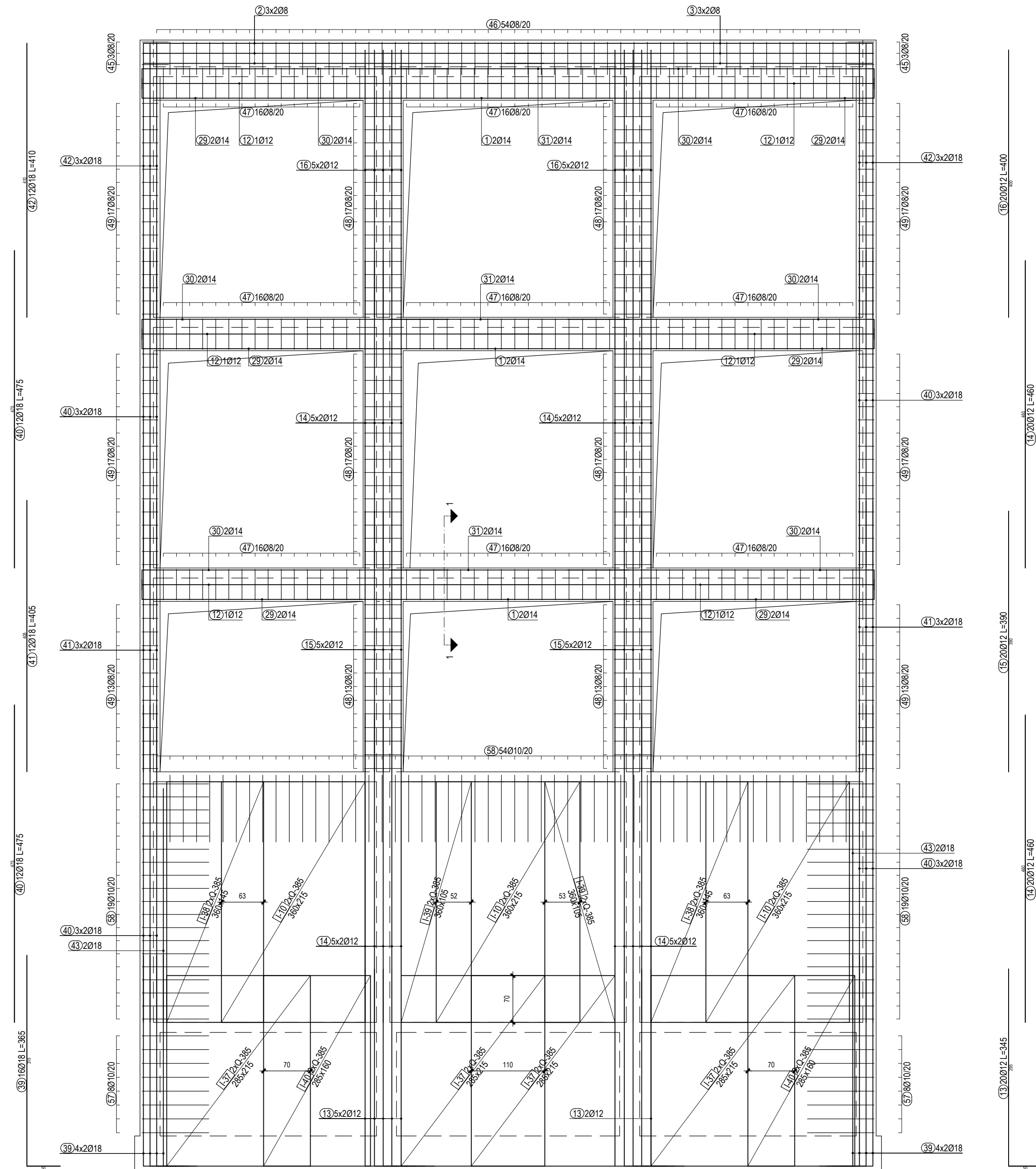
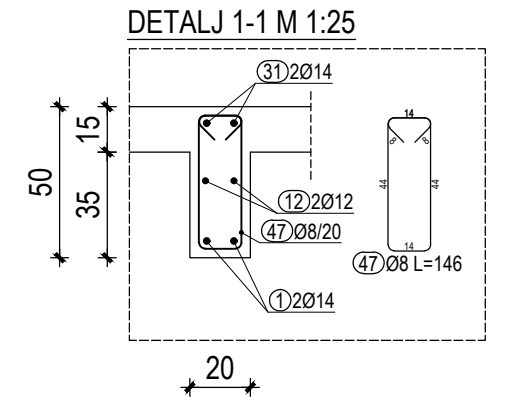
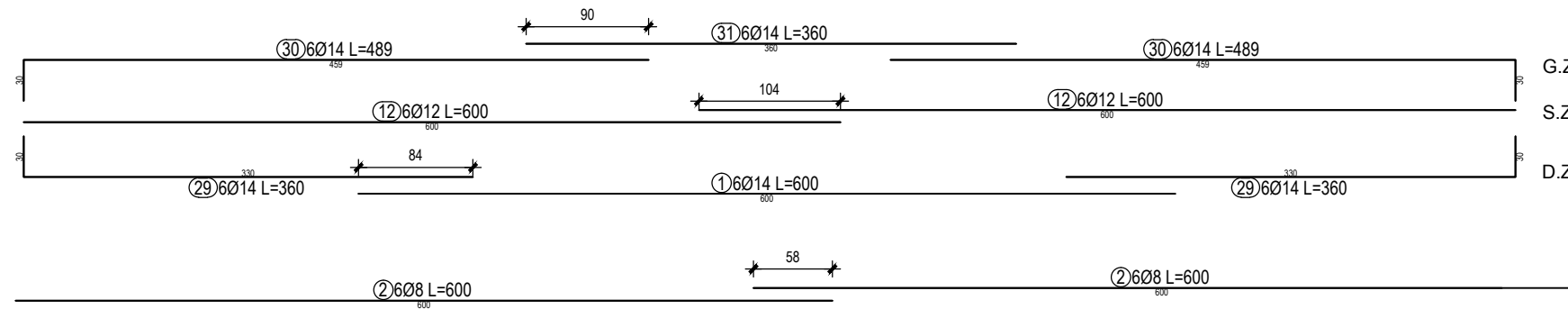
Šipke - specifikacija					
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
noname (1 kom)					
1	600	14	6.00	108	648.00
10		12	4.10	116	475.60
11		12	3.49	116	404.84
23	250	14	2.50	9	22.50
24	450	14	4.50	30	135.00
25	460	14	4.60	18	82.80
26	370	14	3.70	18	66.60
27	540	14	5.40	6	32.40
28	353	14	3.53	6	21.18
55		10	2.40	350	840.00
56		10	3.10	317	982.70

Šipke - rekapitulacija			
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m]	Težina [kg]
B500B			
10	1822.70	0.62	1124.61
12	880.44	0.89	781.83
14	1008.48	1.21	1218.24
Ukupno			3124.68

Mreže - specifikacija						
Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
noname (1 kom)						
III	Q-785	215	600	30	12.46	4822.02
III-3	Q-785	215	220	6	12.46	353.61
III-4	Q-785	215	340	2	12.46	182.17
III-5	Q-785	215	300	8	12.46	642.94
III-6	Q-785	215	350	6	12.46	562.57
Ukupno						6563.31

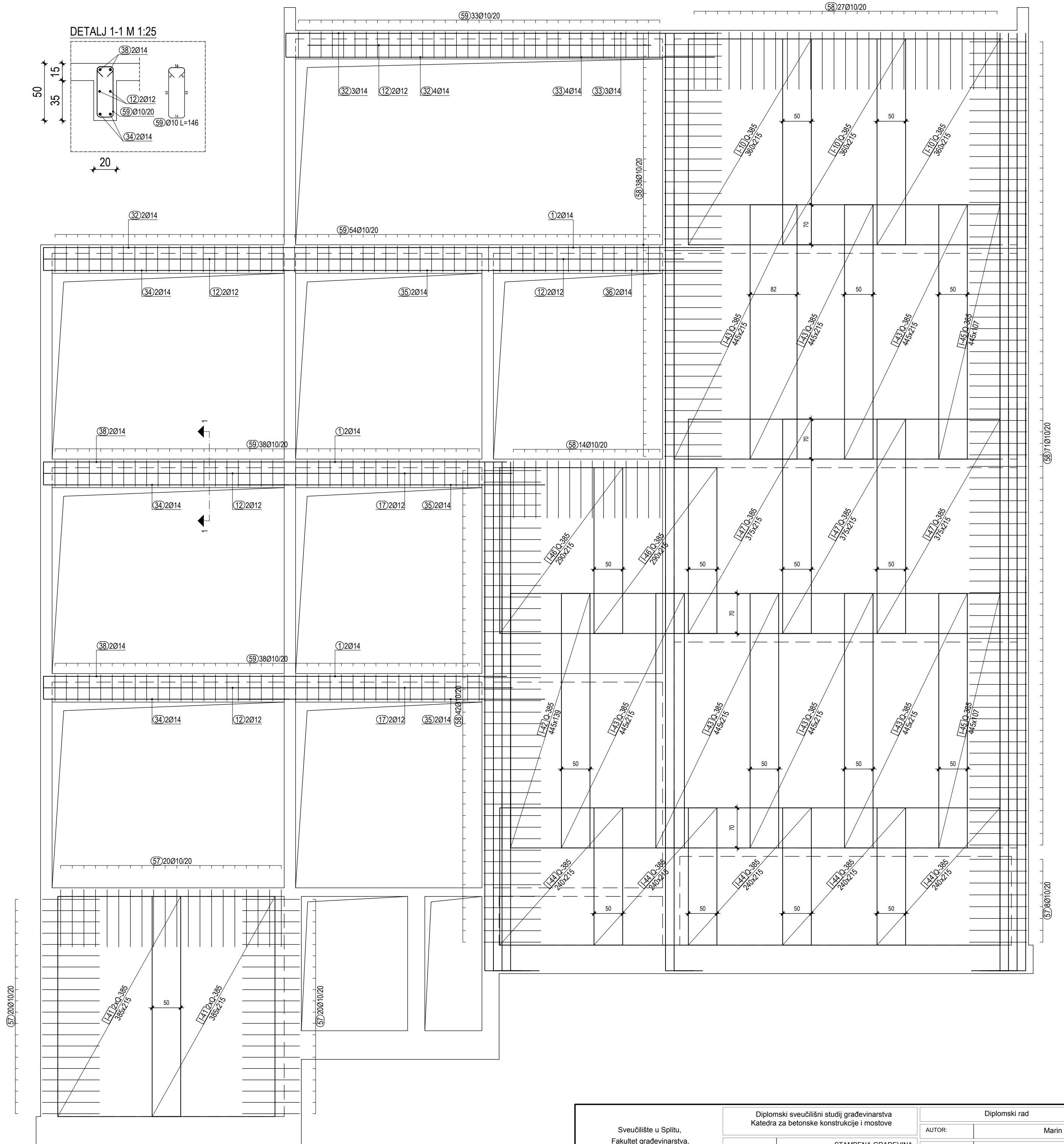
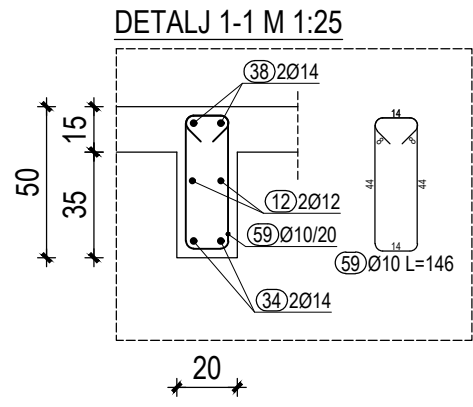
Mreže - rekapitulacija					
Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
Q-785	215	600	42	12.46	6750.83
Ukupno					6750.83

Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad	
			AUTOR:	Marin Jukić
	GRADEVINA:	STAMBENA GRADEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak	MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin
			NASLOV:	
MJERILO:	1:50, 1:100	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT	Glavni projekt stambene zgrade SMB_4
DATUM:	Split, srpanj 2020.	NAZIV STRUKE:	ARMATURNI PLANOV I NACRTI	
		SADRŽAJ LISTA:	POZ -100-ISKAZ	LIST BROJ: 40





Armturni plan zida u osi 5, d=20 cm



Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad		
	GRAĐEVINA:	STAMBENA GRAĐEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak	AUTOR:	Marin Jukić	
	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT	MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin	
	MJERILO:	1:50, 1:100	NASLOV:	Glavni projekt stambene zgrade SMB_4	
DATUM:	Split, srpanj 2020.	NAZIV STRUKE:	ARMATURNI PLANOV I NACRTI	LIST BROJ:	42.
		SADRŽAJ LISTA:	Arm.plan zida u osi 5		

Šipke - specifikacija					
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
noname (1 kom)					
1	600	14	6.00	12	72.00
2	600	8	6.00	6	36.00
3	550	8	5.50	6	33.00
12	600	12	6.00	16	96.00
13	295	12	3.45	20	69.00
14	460	12	4.60	40	184.00
15	390	12	3.90	20	78.00
16	400	12	4.00	20	80.00
17	300	12	3.00	4	12.00
29	330	14	3.60	12	43.20
30	459	14	4.89	12	58.68
31	360	14	3.60	6	21.60
32	570	14	6.00	9	54.00
33	270	14	2.70	7	18.90
34	430	14	4.60	6	27.60
35	537	14	5.37	6	32.22
36	400	14	4.00	2	8.00
37	200	14	2.00	2	4.00
38	300	14	3.30	4	13.20
39	315	18	3.65	36	131.40
40	475	18	4.75	56	266.00
41	405	18	4.05	24	97.20
42	410	18	4.10	12	49.20

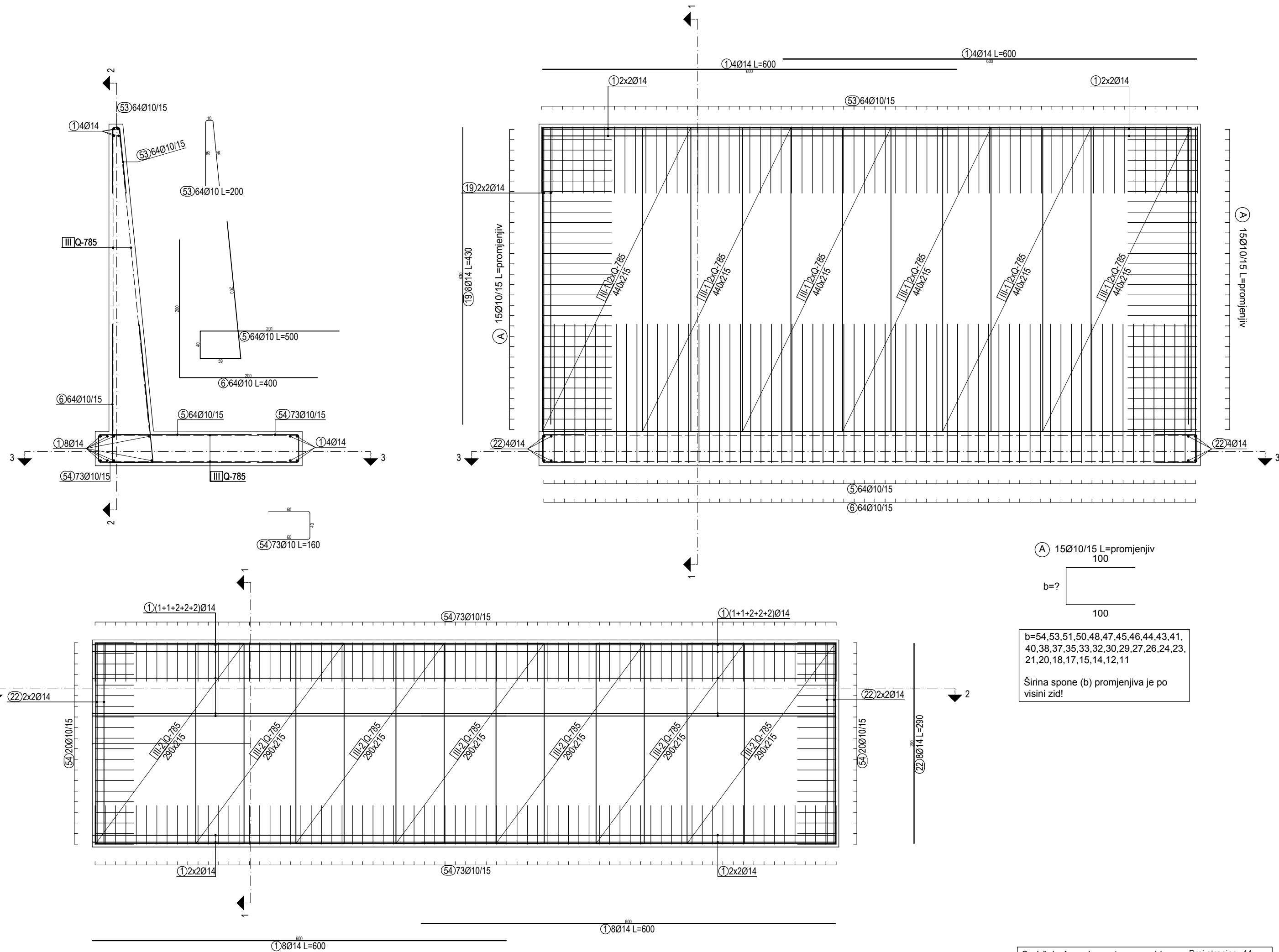
43	350	18	3.50	4	14.00
44	370	18	3.70	20	74.00
45	40	8	0.94	6	5.64
46	49	8	1.56	54	84.24
47	44	8	1.46	144	210.24
48	54	8	1.66	94	156.04
49	24	8	1.06	94	99.64
57	100	10	2.20	84	184.80
58	100	10	2.14	284	607.76
59	44	10	1.46	163	237.98

Šipke - rekapitulacija			
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m <sup>3</sup> ]	Težina [kg]
B500B			
8	624.80	0.40	246.80
10	1030.54	0.62	635.84
12	519.00	0.89	460.87
14	353.40	1.21	426.91
18	631.80	2.00	1262.34
Ukupno			3032.75

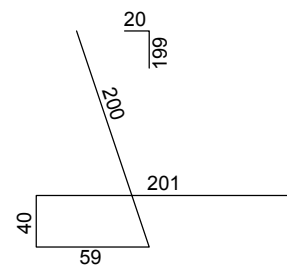
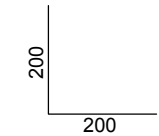
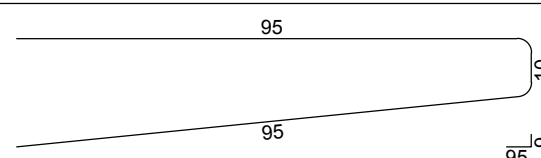
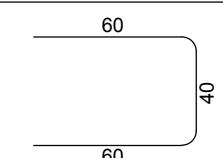
Mreže - specifikacija						
Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
noname (1 kom)						
I-10	Q-385	215	360	9	6.10	424.93
I-37	Q-385	215	285	8	6.10	299.02
I-38	Q-385	145	360	4	6.10	127.37
I-39	Q-385	105	360	4	6.10	92.24
I-40	Q-385	160	285	4	6.10	111.26
I-41	Q-385	215	385	4	6.10	201.97
I-42	Q-385	139	445	1	6.10	37.73
I-43	Q-385	215	445	7	6.10	408.53
I-44	Q-385	215	240	5	6.10	157.38
I-45	Q-385	107	445	2	6.10	58.09
I-46	Q-385	215	290	2	6.10	76.07
I-47	Q-385	215	375	3	6.10	147.54
Ukupno						2142.13

Mreže - rekapitulacija					
Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
Q-385	215	600	38	6.10	2990.22
Ukupno					2990.22

Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad		
	AUTOR:	Marin Jukić			
	MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin			
	NASLOV:				
MJERILO:	1:50, 1:100	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT		
DATUM:	Split, srpanj 2020.	NAZIV STRUKE:	ARMATURNI PLANOV I NACRTI		
		SADRŽAJ LISTA:	Arm.plan zidova-ISKAZ		
				LIST BROJ:	43.



(A) 15Ø10/15 L=promjenjiv  
 100  
 b=?  
 100  
 b=54,53,51,50,48,47,45,46,44,43,41,  
 40,38,37,35,33,32,30,29,27,26,24,23,  
 21,20,18,17,15,14,12,11  
 Širina spone (b) promjenjiva je po  
 visini zid!

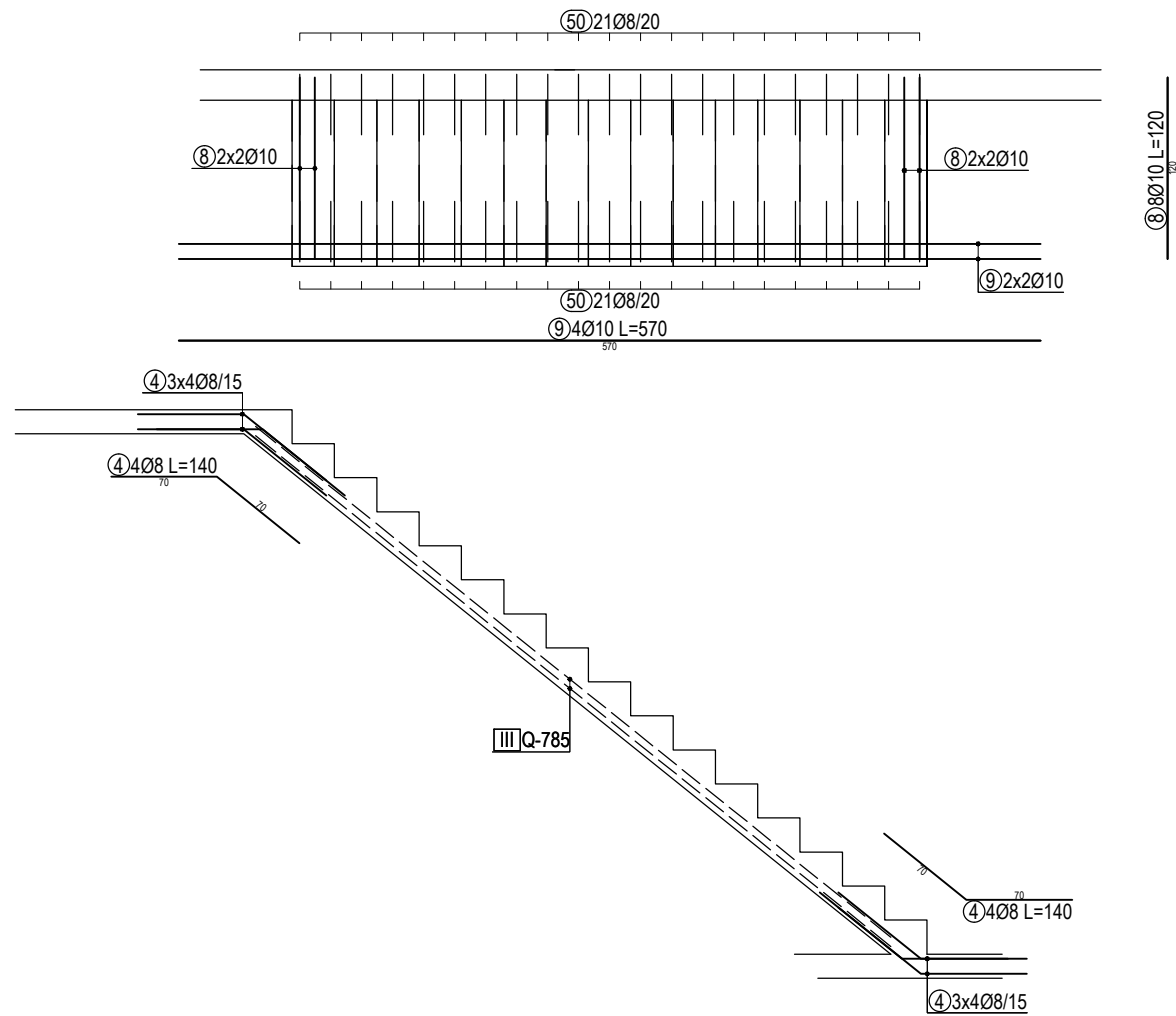
Šipke - specifikacija					
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
noname (1 kom)					
1	600	14	6.00	32	192.00
5		10	5.00	128	640.00
6		10	4.00	64	256.00
19	430	14	4.30	8	34.40
22	290	14	2.90	8	23.20
53		10	2.00	64	128.00
54		10	1.60	186	297.60

Šipke - rekapitulacija			
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m <sup>3</sup> ]	Težina [kg]
B500B			
8	0.00	0.40	0.00
10	1321.60	0.62	815.43
12	0.00	0.89	0.00
14	249.60	1.21	301.52
18	0.00	2.00	0.00
<b>Ukupno</b>			<b>1116.94</b>

Mreže - specifikacija						
Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
noname (1 kom)						
III-1	Q-785	215	440	12	12.46	1414.46
III-2	Q-785	215	290	7	12.46	543.82
<b>Ukupno</b>						<b>1958.28</b>

Mreže - rekapitulacija					
Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
Q-785	215	600	16	12.46	2571.74
<b>Ukupno</b>					<b>2571.74</b>

Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad	
			AUTOR:	Marin Jukić
	GRAĐEVINA:	STAMBENA GRAĐEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak	MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin
			NASLOV:	
MJERILO:	1:50, 1:100	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT	
DATUM:	Split, srpanj 2020.	NAZIV STRUKE:	ARMATURNI PLANOV I NACRTI	
		SADRŽAJ LISTA:	Arm.plan potponog zida-ISKAZ	
			LIST BROJ:	45.



Šipke - specifikacija

ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
noname (1 kom)					
4		8	1.40	24	33.60
8		10	1.20	8	9.60
9		10	5.70	4	22.80
50		8	0.95	42	39.90

Šipke - rekapitulacija

Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m']	Težina [kg]
B500B			
8	73.50	0.40	29.03
10	32.40	0.62	19.99
12	0.00	0.89	0.00
14	0.00	1.21	0.00
18	0.00	2.00	0.00
<b>Ukupno</b>			<b>49.02</b>

Mreže - specifikacija

Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m2]	Ukupna težina [kg]
noname (1 kom)						
III-7	Q-785	215	55	4	12.46	58.94
III-8	Q-785	199	55	2	12.46	27.30
<b>Ukupno</b>						<b>86.24</b>

Mreže - rekapitulacija

Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m2]	Ukupna težina [kg]
Q-785	215	600	1	12.46	160.73
<b>Ukupno</b>					<b>160.73</b>

Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije	Diplomski sveučilišni studij građevinarstva Katedra za betonske konstrukcije i mostove		Diplomski rad	
			AUTOR:	Marin Jukić
	GRADEVINA:	STAMBENA GRADEVINA SMB_4 Zagreb, Srebrnjak	MENTOR:	prof.dr.sc. Alen Harapin
	FAZA:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT	NASLOV:	
MJERILO:	1:50, 1:100	NAZIV STRUKE:	Glavni projekt stambene zgrade SMB_4	
DATUM:	Split, srpanj 2020.	SADRŽAJ LISTA:	Arm.plan stubišta	
			LIST BROJ:	46.