

Glavni projekt stambene zgrade na Manušu u Splitu

Jurić, Marija

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:123:511733>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-02**



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

Marija Jurić

Split, 2020.

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

Marija Jurić

**Glavni projekt stambene zgrade
na Manušu u Splitu**

Diplomski rad

Split, 2020.

Glavni projekt stambene zgrade na Manušu u Splitu

Sažetak:

U radu je prikazan glavni projekt stambene zgrade na Manušu u Splitu. Građevina se sastoji od jedne konstrukcijske cjeline te ima 4 nadzemne etaže.

Građevina je izvedena u armiranom betonu monolitnom izvedbom s armirano-betonskim temeljima, zidovima, te armirano-betonskim pločama kao međukatnim konstrukcijama.

Projekt sadrži: tehnički opis konstrukcije, proračun nosivih konstrukcijskih elemenata te karakteristične građevinske nacрте.

Main design of the residential building in Manuš in Split

Abstract:

Main design of the residential building, which is positioned in Manuš in Split is presented in this work.

The building has one structural parts and it has 4 floors above ground.

Building is made of reinforced concrete in monolithic construction with reinforced concrete foundations, walls, and reinforced concrete plates as a ceiling slabs.

The project includes: a technical description of the construction, calculation of the bearing structural elements and characteristic construction design.

Keywords:

residential-business building, main design, monolithic construction



STUDIJ: **SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ
GRAĐEVINARSTVA**

SMJER: **KONSTRUKCIJE**

KANDIDAT: **Marija Jurić**

BROJ INDEKSA: **774**

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

PREDMET: **Betonske konstrukcije**

ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD

Tema: **Glavni projekt stambene zgrade na Manušu u Splitu**

Opis Zadatka: Na temelju danih arhitektonskih podloga, potrebno je izraditi glavni projekt stambeno-poslovne zgrade. Izrađeni projekt mora sadržavati:

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

U Splitu, rujan 2020.

Voditelj diplomskog rada:

Doc. dr. sc. Marija Smilović Zulim

Komentor:

Izv. prof. dr. sc. Vesna Perković Jović

**Predsjednik povjerenstva
za diplomske ispite**

Doc. dr. sc. Ivo Andrić

Sadržaj:

1. TEHNIČKI OPIS.....	1
1.1. Općenito (projektni zadatak)	1
1.2. Oblik i veličina građevinske čestice	2
1.3. Namjena građevine	2
1.4. Konstruktivne pojedinosti – općenito.....	4
1.5. Konstruktivne pojedinosti – prizemlje	4
1.6. Konstruktivne pojedinosti – katovi.....	5
1.7. Lokacija i opterećenja.....	5
1.8. Izvedba.....	5
1.9. Materijali	6
2. GEOTEHNIČKI IZVJEŠTAJ	6
2.1. Podaci o istražnim radovima	6
2.2. Geološka i inženjersko - geološka istraživanja.....	7
2.3. Dubina podzemne vode	7
2.4. Temeljenje	7
3. PLAN KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE.....	8
3.1. Opće napomene	8
3.2. Postizanje zahtijevane geometrije	8
3.3. Zemljani radovi	9
3.4. Betonski, armirano betonski i tesarski radovi	9
3.4.1. Beton.....	9
3.4.2. Betonski čelik	10
3.4.3. Prekidi betoniranja.....	11
3.4.4. Oplata	11
3.4.5. Primijenjeni standardi.....	12
3.5. Ostali radovi i materijali	15
3.6. Kontrolna ispitivanja	16
3.7. Dužnosti izvođača.....	16
4. OPĆI I POSEBNI TEHNIČKI UVJETI.....	17
4.1. Oplate i skele	17
4.2. Transport i ugradnja betona.....	19
4.3. Betoniranje pri visokim vanjskim temperaturama.....	20
4.4. Betoniranje pri niskim vanjskim temperaturama.....	21
4.5. Obaveze izvođača	21
5. NAČIN ZBRINJAVANJA GRAĐEVNOG OTPADA	22

6. UVJETI ODRŽAVANJA I PROJEKTIRANI VIJEK TRAJANJA	23
8. ANALIZA OPTEREĆENJA	28
8.1. Stalno opterećenje.....	28
8.1.1. Vlastita težina	28
8.1.2. Dodatno stalno opterećenje	28
8.2. Promjenjivo opterećenje	30
8.2.1. Pokretno opterećenje	30
8.2.2. Opterećenje snijegom	31
8.2.3. Opterećenje vjetrom	33
8.3. Izvanredno opterećenje.....	41
8.3.1. Potresno opterećenje.....	41
9. NUMERIČKI MODEL	45
9.1. Numerički model općenito	45
9.2. Kombinacije opterećenja	45
10. REZULTATI DINAMIČKE ANALIZE	49
11. PRORAČUN HORIZONTALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE	53
11.1. Proračun ploče pozicije 000 (ploča podrum-prizemlje)	54
11.1.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje - Granično stanje nosivosti.....	54
11.1.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče.....	59
11.2. Proračun ploča pozicija 100 (ploča prizemlje – 1.kat)	62
11.2.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje - Granično stanje nosivosti.....	62
11.2.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče.....	66
11.3. Proračun ploče pozicije 200 (ploča 1.kat-2.kat).....	69
11.3.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje - Granično stanje nosivosti.....	69
11.3.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče.....	73
11.4. Proračun ploče pozicije 300 (ploča 2.kat-3.kat).....	76
11.4.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje - Granično stanje nosivosti.....	76
11.4.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče.....	80
11.5. Proračun ploče pozicije 400 (ploča 3.kat-krov).....	83
11.5.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje - Granično stanje nosivosti.....	83
11.5.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče.....	88
12. DIMENZIONIRANJE STUBIŠTA.....	92
13. PRORAČUN ZIDOVA	94
13.1. Proračun zida u smjeru X	94
13.1.1. Određivanje duljine rubnog elementa i razmještanje savojne armature	99
13.1.2. Dijagonalni vlačni slom hrpta zbog posmika	101
13.1.3. Određivanje duljine rubnog elementa i razmještanje savojne armature ..	108

13.1.4. Koeficijent duktilnosti s obzirom na zakrivljenost	111
13.2. Proračun zida u smjeru Y	113
13.2.1. Proračun zida na savijanje i uzdužnu silu.....	116
13.2.2. Proračun zida na poprečnu silu.....	117
14. PRORAČUN TEMELJA.....	125
14.1 Proračun trakastog temelja za zgradu.....	125
14.1.1. I. kombinacija $M_{max} + N_{pripadno}$	125
14.1.2. II. kombinacija $N_{max} + M_{pripadni}$	127
15. GRAFIČKI PRILOZI.....	130
16. LITERATURA	130

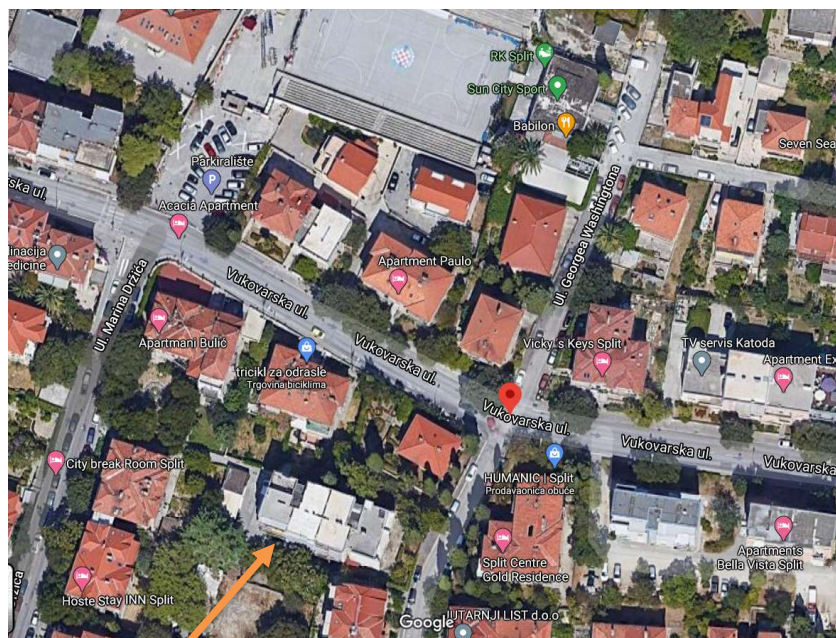
1. TEHNIČKI OPIS

1.1. Općenito (projektni zadatak)

U ulici Georga Wanshingtona na Manušu u Splitu nalazi se građevinska čestica na kojoj investitor ima namjeru izgraditi stambenu zgradu.

Analizirajući lokaciju, oblik i veličinu građevinske parcele, visinske razlike prisutne na terenu, a vodeći računa o važećoj planskoj dokumentaciji, izrađeno je arhitektonsko rješenje samostojećeg stambenog objekta.

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



Slika 1.1. Situacija-položaj kompleksa stambenih zgrada s obzirom na okolni teren

1.2. Oblik i veličina građevinske čestice

Novoformirana parcela pravilnog je oblika. Objekt je projektiran kao zasebna jedna, konstrukcijska cjelina. Tlocrtna površina objekta je 417.51 m². Smještaj građevine na parceli proizlazi iz prostorno – prometnih uvjeta, odnosno mogućnosti kolnog pristupa s glavnih prometnica.

1.3. Namjena građevine

Zgrada je podjeljena u dvije funkcionalne cjeline sa zasebnim ulazima. Na pojedinom katu svakog ulaza nalaze se po dva stana.

Zgrada je namjenjena za stanovanje te nema poslovnih prostora unutar zgrade.

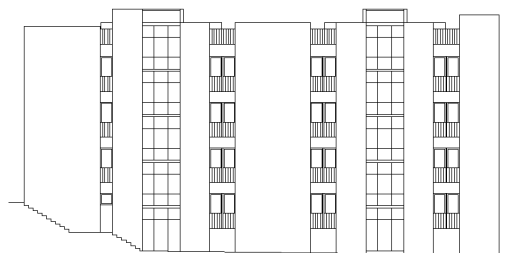
Vertikalna komunikacija unutar objekta ostvaruje se stubištima.

Veći zapadni dio zgrade nalazi se na pretžno ravnom terenu i visine je četiri nadzemne etaže, dok je lijevi dio položen na padini prirodnog terena.

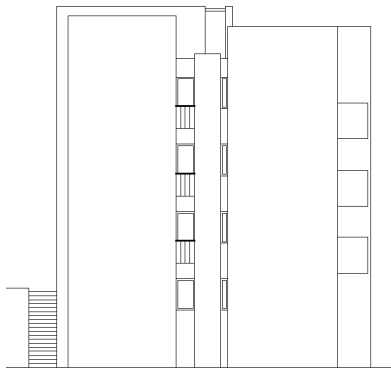
Visina pojedinog kata mjerena od vrha ploče prethodne etaže do vrha ploče sljedeće etaže iznosi 2.85 m.



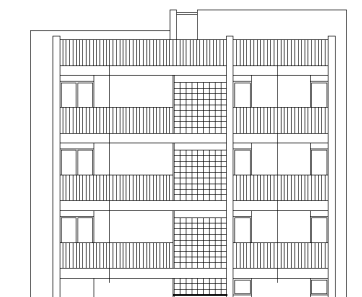
Slika 1.2. Južno pročelje stambene zgrade



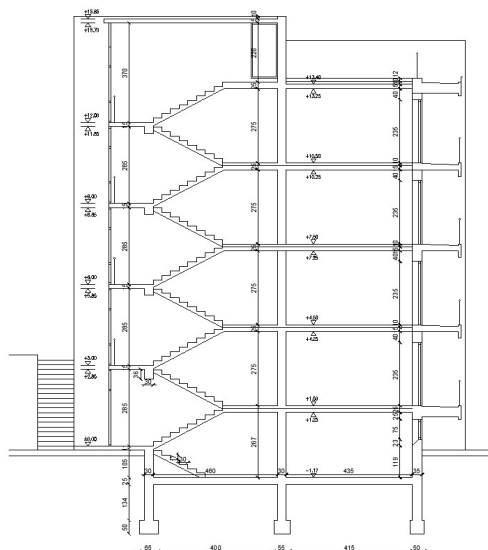
Slika 1.3. Sjeverno pročelje stambene zgrade



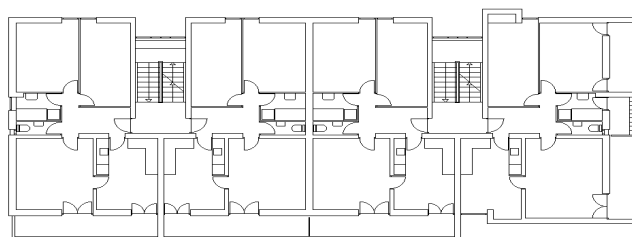
Slika 1.4. Zapadno pročelje stambene zgrade



Slika 1.5. Istočno pročelje stambene zgrade



Slika 1.6. Presjek kroz stubišni krak stambene zgrade



Slika 1.7. Tlocrt karakterističnog kata

1.4. Konstruktivne pojedinosti – općenito

U konstrukcijskom smislu građevina je standardna armirano – betonska konstrukcija koja će se izvesti prema ovom projektu. Sastoji se od jedne samostalne konstrukcijske cjeline. Temelji objekta izvesti će se kao trakasti temelji . Dubina temelja definirana je arhitektonskim i ovim projektom.

Međukatnu konstrukciju čine AB ploče debljine 15 cm.

Nosivi zidovi su također armirano - betonski, debljina 25 cm, s potrebnim termičkim slojevima. Točan položaj betonskih zidova dan je u priložima. Sve ostale vertikalne pregrade izvedene su kao lagane pregrade, zidane porobetonskim blokovima (npr. Ytong) ili šupljom opekom.

1.5. Konstruktivne pojedinosti – prizemlje

Vertikalni nosivi sustav su AB zidovi debljine 25 cm.

Materijal izrade je beton klase C 30/37.

1.6. Konstruktivne pojedinosti – katovi

Za izvedbu međukatne konstrukcije predviđena je AB ploča. Izrađena je od betona klase C30/37 (prikazano u planovima pozicija), debljine $d=15$ cm.

Betonska ploča izvodi se lijevanjem na licu mjesta u oplati. U proračunu su dane osnovne dimenzije i količine armature za pojedine konstruktivne elemente uglavnom kroz skice armature. Elementi koji nisu računati armiraju se konstruktivno ($\geq 0.1\%$ površine betonskog presjeka). Vertikalni nosivi sustav čine AB zidovi debljina 25 cm.

1.7. 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.

1.8. Izvedba

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

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

1.9. Materijali

a) Beton

Za sve betonske radove predviđen je beton C 30/37, izuzev izrade temelja za koje je predviđen beton C25/30, a sve prema "Tehničkim propisima za građevinske konstrukcije" ("TPGK" N.N. 17/17).

b) Armatura

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

Zaštitni slojevi betona do armature iznose min 2 cm.

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

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

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

2. GEOTEHNIČKI IZVJEŠTAJ

2.1. Podaci o istražnim radovima

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

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

2.2. Geološka i inženjersko - geološka istraživanja

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

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

2.3. Dubina podzemne vode

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

2.4. Temeljenje

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

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

Dopuštena centrična naprezanja tla na detaljno očišćenim naslagama matične stijene uzeta su za osnovna opterećenja 0.50 MPa.

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

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

3. PLAN KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

3.1. Opće napomene

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

Kvaliteta korištenog građevinskog materijala, poluproizvoda i gotovih proizvoda, kao i kvaliteta izvedenih radova mora odgovarati prethodno navedenim uvjetima propisanim važećim propisima, standardima, uvjetima iz tehničke dokumentacije, te uvjetima iz ugovora. Ukoliko izvoditelj ugrađuje materijal koji nije standardiziran, za isti je dužan pribaviti odgovarajuće dokaze o kakvoći i priložiti ih u pismenoj formi.

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

3.2. Postizanje zahtijevane geometrije

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

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

3.3. Zemljani radovi

1) Iskopi

Tijekom radova na iskopima kontrolirati sljedeće:

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

2) Nasipi

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

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

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

3.4. Betonski, armirano betonski i tesarski radovi

3.4.1. Beton

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

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

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

Kod projektiranog betona u projektu mora biti specificiran razred tlačne čvrstoće (marka betona) i to kao karakteristična vrijednost 95%-tne vjerojatnosti s kriterijima sukladnosti prema normi HRN EN 206-1. Sastavni materijali od kojih se beton proizvodi, ili koji mu se pri proizvodnji dodaju, moraju ispunjavati zahtjeve normi na koje upućuje norma HRN EN 206-1 i zahtjeve prema Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije. Zahtjevi za isporuku betona i informacije proizvođača betona korisniku moraju sadržavati podatke prema normi HRN EN 206-1. Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstava svježeg betona provodi se prema normama niza HRN EN 12350, a ispitivanje svojstava očvrstnalog betona prema normama niza HRN EN 12390.

Eventualna vremenski ubrzana proizvodnja betonskih elemenata, u cilju ubrzanja građenja, dopuštena je samo uz poseban projekt tehnologije izvođenja i dokaz zahtijevanih svojstava prethodnim ispitivanjima. Za svako odstupanje od projekta, nadzorni inženjer je dužan izvijestiti projektanta i investitora. Nužna je njega ugrađenog betona da se ne pojave štetne pukotine, a u svemu prema projektu betona, važećim propisima i pravilima struke.

3.4.2. Betonski čelik

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

- nHRN EN 10080-1 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik
 - 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).

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

Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstava čelika za armiranje provodi se prema normama nizova nHRN EN 10080, odnosno nHRN EN 10138, i prema normama niza HRN EN ISO 15630 i prema normi HRN EN 10002-1. Preklopi se izvode prema odredbama priznatim tehničkim pravilima iz Priloga H Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije, odnosno prema normi HRN ENV 1992-1-1:2004.

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

3.4.3. Prekidi betoniranja

Prekid i nastavci betoniranja konstrukcija moraju biti obrađeni projektom betona.

3.4.4. Oplata

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

Izvođač ne može započeti betoniranje dok nadzor ne izvrši pregled postavljene oplata i pismeno je ne odobri.

3.4.5. Primijenjeni standardi

→ Standardi za beton – osnovni:

HRN EN 206- EN1:2002	Beton-1.dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206-1:2000)
HRN EN 206-EN1/A1:2004	Beton – 1. dio: Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206-1:2000/A1:2004)
nHRN 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 očvrnulog betona – 9. dio: otpornost na smrzavanje ljuštenjem
- ISO 2859-1 Plan uzorkovanja za atributni nadzor – 1. dio: Plan uzorkovanja indeksiran prihvatljivim nivoom kvalitete (AQL) za nadzor količine po količine
- ISO 3951 Postupci uzorkovanja i karta nadzora s varijablama nesukladnosti
- HRN U.M1.057 Granulometrijski sastav mješavina agregata za beton
- HRN U.M1.016 Beton. Ispitivanje otpornosti na djelovanje mraza
- HRN EN 480-11 Dodaci betonu, mortu i injekcijskim smjesama – Metode ispitivanja – 11.dio: Utvrđivanje karakteristika zračnih pora u očvrnulom betonu
- HRN EN12504-1 Ispitivanje betona u konstrukcijama – 1. dio: Izvađeni uzorci – Uzimanje, pregled i ispitivanje tlačne čvrstoće
- HRN EN 12504-2 Ispitivanje betona u konstrukcijama – 2. dio: Nerazorno ispitivanje –Određivanje veličine odskoka
- HRN EN 12504-3 Ispitivanje betona u konstrukciji – 3. dio: Određivanje sile čupanja
- HRN EN 12504-4 Ispitivanje betona u konstrukciji – 4. dio: Određivanje brzine ultrazvuka
- prEN 13791:2003 Ocjena tlačne čvrstoće betona u konstrukcijama ili u konstrukcijskim elementima
- 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.

3.5. Ostali radovi i materijali

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

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

3.6. Kontrolna ispitivanja

Kontrolna ispitivanja provodi nadzorni organ, a za konačnu ocjenu kvalitete materijala i radova mjerodavni su rezultati kontrolnog ispitivanja. Kontrolna ispitivanja obavljaju se u tijeku izvedbe radova po vrsti, obujmu i vremenu, kako to nalažu zakonski propisi i tehnička regulativa. Ukoliko rezultati kontrolnih ispitivanja pokažu da kvaliteta upotrijebljenih materijala i izvedenih radova ne odgovara zahtijevanim uvjetima, nadzorni organ je dužan izdati nalog izvođaču da nekvalitetan materijal zamijeni kvalitetnim i radove dovede u ispravno stanje. Izvođač je dužan napraviti Projekt betona koji će zadovoljiti uvjete dane ovom projektnom dokumentacijom, a istovremeno uvažiti tehnologiju proizvodnje i ugradbe betona koju primjenjuje izvođač te zadovoljiti propisane uvjete. Kontrolu kvalitete betonskih radova treba provjeriti u za to registriranoj organizaciji, a kontrolna ispitivanja je potrebno primijeniti u skladu s „TPGK“ N.N. 17/17.

3.7. Dužnosti izvođača

Radove izvoditi na način određen ugovorom, propisima i pravilima struke, tehničkim normativima i standardima propisanim i prihvaćenim u RH, te prema odobroj projektnoj dokumentaciji. Poduzeti sve potrebne mjere za sigurnost zaposlenih radnika, javnog prometa, kao i susjednih objekata pored kojih se izvode radovi. Organizirati kontrolu radova u terenskim i pogonskim laboratorijima ili povjeriti tu kontrolu stručnim organizacijama koju su za to upisane u sudski registar. Ugrađivani materijal, predgotovljene elemente, elemente, uređaje i tehničku opremu koji odgovaraju propisanim standardima i tehničkim normativima. Kvalitetu radova, materijala i uređaja koji mogu utjecati na stabilnost i sigurnost objekta i kvalitetu cijelog objekta, odnosno radove, dokumentirati obrađenim rezultatima ispitivanja ili ispravama izdanim u skladu sa zakonom ili propisima o tehničkim normativima i standardima. Radove izvoditi po redoslijedu kojim se osigurava kvalitetno izvođenje i o izvođenju pojedinih faza na vrijeme obavijestiti nadzorni organ zbog pregleda i utvrđivanja kvalitete. Rezultate ispitivanja izvođač je dužan dostaviti nadzornom inženjeru. Dužan je pribaviti sve ateste kada je to propisano tehničkim normativima ili propisima. Ne smije upotrebljavati građevinske materijale bez odobrenja nadzornog organa, a u slučaju da ih upotrijebi snosi rizik i troškove koji iz toga nastanu.

Izvođač je dužan tijekom građenja i po završetku istog pribaviti dokaze o kvaliteti upotrijebljenog građevinskog materijala, poluproizvoda i gotovih proizvoda od ovlaštenih organizacija kao što je:

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

4. OPĆI I POSEBNI TEHNIČKI UVJETI

4.1. Oplate i skele

Skele i oplate moraju imati takvu sigurnost i krutost da bez slijeganja i štetnih deformacija mogu primiti opterećenja i utjecaje koji nastaju tijekom izvedbe radova. Skela i oplata moraju biti izvedeni tako da se osigurava puna sigurnost radnika i sredstava rada kao i sigurnost prolaznika, prometa, susjednih objekata i okoline uopće. Materijali za izradu skela i oplata moraju biti propisane kvalitete. Nadzorni inženjer treba odobriti oplatu prije početka betoniranja. Kod izrade projekta oplate mora se uzeti u obzir kompaktiranje pomoću vibratora na oplati tamo gdje je to potrebno. Oplata mora sadržavati sve otvore i detalje prikazane u nacrtima, odnosno tražene od nadzornog inženjera.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Sve skele (za oplatu, pomoćne i fasadne) moraju se izvesti od zdravoga drva ili čeličnih cijevi potrebnih dimenzija. Sve skele moraju biti stabilne, ukružene dijagonalno u poprečnom i uzdužnom smislu, te solidno vezane sponama i kliještima. Mosnice i ograde trebaju biti također dovoljno ukružene. Skelama treba dati nadvišenje koje se određuje iskustveno u ovisnosti o građevini ili proračunski. Ako to traži nadzorni inženjer, vanjska skela, s vanjske strane, treba biti prekrivena tršćanim ili lanenim pletivom kako bi se uz općenitu zaštitu osigurala i kvalitetnija izvedba i zaštita fasadnog lica.

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

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

4.2. Transport i ugradnja betona

S betoniranjem se može početi samo na osnovi pismene potvrde o preuzimanju podloge, skele, oplata i armature te po odobrenju programa betoniranja od nadzornog inženjera. Beton se mora ugrađivati prema unaprijed izrađenom programu i izabranom sistemu.

Vrijeme transporta i drugih manipulacija sa svježim betonom ne smije biti duže od onog koje je utvrđeno u toku prethodnih ispitivanja (promjena konzistencije s vremenom pri raznim temperaturama). Transportna sredstva ne smiju izazivati segregaciju smjese betona. U slučaju transporta betona auto-miješalicama, poslije pražnjenja auto-miješalice treba oprati bubanj, a prije punjenja treba provjeriti je li ispražnjena sva voda iz bubnja.

Zabranjeno je korigiranje sadržaja vode u gotovom svježem betonu bez prisustva tehnologa za beton. Dozvoljena visina slobodnog pada betona je 1.0 m. Nije dozvoljeno transportiranje betona po kosinama. Transportna sredstva ne smiju se oslanjati na oplatu ili armaturu kako ne bi dovela u pitanje njihov projektirani položaj.

Svaki započeti betonski odsjek, konstruktivni dio ili element objekta mora biti neprekidno izbetoniran u opsegu, koji je predviđen programom betoniranja, bez obzira na radno vrijeme, brze vremenske promjene ili isključenja pojedinih uređaja mehanizacije pogona. Ako dođe do neizbježnog, nepredvidljivog prekida rada, betoniranje mora biti završeno tako da se na mjestu prekida može izraditi konstruktivno i tehnološki odgovarajući radni spoj. Izrada takvog radnog spoja moguća je samo uz odobrenje nadzornog inženjera.

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

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

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

4.3. Betoniranje pri visokim vanjskim temperaturama

Niska početna temperatura svježeg betona ima višestruko povoljan utjecaj na poboljšanje uvjeta za betoniranje masivnih konstrukcija. Stoga je sniženje temperature svježeg betona i održavanje iste u propisanim granicama od posebnog značaja.

Za održavanje temperature svježeg betona unutar dopuštenih 25 °C, neophodno je poduzeti sljedeće mjere:

- krupne frakcije agregata hladiti raspršivanjem vode po površini deponije, što se ne preporuča s frakcijama do 8 mm, zbog poteškoća s održavanjem konzistencije betona,
- deponije pijeska zaštititi nadstrešnicama,
- silose za cement, rezervoare, miješalicu, cijevi itd. zaštititi od sunca bojenjem u bijelo.

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

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

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

Ugrađivanje se mora odvijati brzo i bez zastoja. Redoslijed betoniranja mora omogućiti povezivanje novog betona s prethodnim. U uvjetima vrućeg vremena najpogodnije je njegovanje vodom. Njegovanje treba početi čim beton počne očvršćivati. Ako je intenzitet isparavanja blizu kritične granice, površina se može finim raspršivanjem vode održavati vlažnom, bez opasnosti od ispiranja.

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

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

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

4.4. Betoniranje pri niskim vanjskim temperaturama

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

Pri ugradnji svježi beton mora imati minimalnu temperaturu od +6 °C, koja se na nižim temperaturama zraka ($0 < t < +5$ °C) može postići samo zagrijavanjem vode, pri čemu temperatura mješavine agregata i vode prije dodavanja cementa ne smije prijeći +25 °C. Temperatura svježeg betona u zimskom periodu na mjestu ugradnje mora biti od +6 °C do +15 °C. Da bi se omogućio normalni tok procesa stvrdnjavanja i spriječilo smrzavanje, odmah poslije ugradnje, beton se toplinski zaštićuje prekrivanjem otvorenih površina izolacijskim materijalima i izolacijom čeličnih oplata. Toplinska izolacija betona mora biti takva da osigura postizanje najmanje 50 % projektirane čvrstoće na pritisak prije nego što beton bude izložen djelovanju mraza. Pri temperaturama zraka nižim od +5 °C, temperatura svježeg betona mjeri se najmanje jedanput u toku 2h.

4.5. Obaveze izvođača

Izvođač je dužan na svoj trošak otkloniti sve nedostatke koji se ukažu u dogovorenom roku. Investitor može priznati samo količine materijala koje su ugrađene. Sav neispravan ili nepropisan materijal ne smije se ugrađivati i mora se otkloniti sa gradilišta. Po završetku svih radova izvođenja, treba izvršiti tehnički pregled i sastaviti zapisnik o nedostacima. Garantni rok za ispravnost ugrađenih materijala i izvršenih radova regulira se ugovorom o izvođenju radova. Za vrijeme garantnog roka izvođač je dužan da na poziv investitora otkloni sve nedostatke koji se u toku garantnog roka pojave. Izvođač ne smije vršiti bušenja armirano - betonskih konstrukcije bez prethodnog odobrenja i uputstava nadzornog organa, što treba unijeti u građevinski dnevnik. Izvođač je dužan nabaviti sve ateste za sav ugrađeni materijal. Izvođač radova je obavezan da korisniku preda upute za rukovanje ugrađenom opremom.

5. NAČIN ZBRINJAVANJA GRAĐEVNOG OTPADA

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

- Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13), koji u sebi sadrži sve ostale relevantne pravilnike:
 - Pravilnik o vrstama otpada
 - Pravilnik o postupanju s otpadom, itd.

Prema navedenom zakonu građevni otpad spada u inertni otpad jer uopće ne sadrži ili sadrži malo tvari koje podliježu fizikalnoj, kemijskoj i biološkoj razgradnji pa ne ugrožavaju okoliš. Nakon završetka radova gradilište treba očistiti od otpadaka i suvišnog materijala i okolni dio terena dovesti u prvobitno stanje.

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

Taj pravilnik predviđa slijedeće moguće postupke s otpadom:

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

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

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

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

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

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

Taj pravilnik predviđa moguću termičku obradu za slijedeći otpad:

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

Kondicioniranjem se može obraditi slijedeći otpad:

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

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

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

6. UVJETI ODRŽAVANJA I PROJEKTIRANI VIJEK TRAJANJA

Razmatrana građevina ne zahtijeva poseban tretman održavanja. 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 struke te zakonima i pravilima.

7. PLANOVI POZICIJA

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

Ploče su označavane velikim slovom P (P100, P200, ...)

U grafičkim priložima numeričkog proračuna vidljiva je potrebna količina armature na pojedinim mjestima u ploči.

Svi računalni proračuni izvršeni su računalnim programom "Scia Engineer 18.1". Zbog opširnosti projekta prikazani su samo oni rezultati koji su smatrani relevantnim. Svi ulazni i izlazni podaci mogu se, na zahtjev, dobiti kod autora ovog projekta.

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

8. ANALIZA OPTEREĆENJA

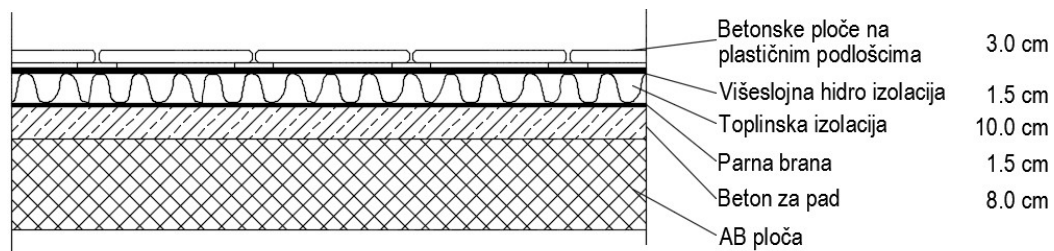
8.1. Stalno opterećenje

8.1.1. Vlastita težina

Vlastita težina svih konstruktivnih elementa automatski je uključena u programskom paketu Scia Engineer 18.1.

8.1.2. Dodatno stalno opterećenje

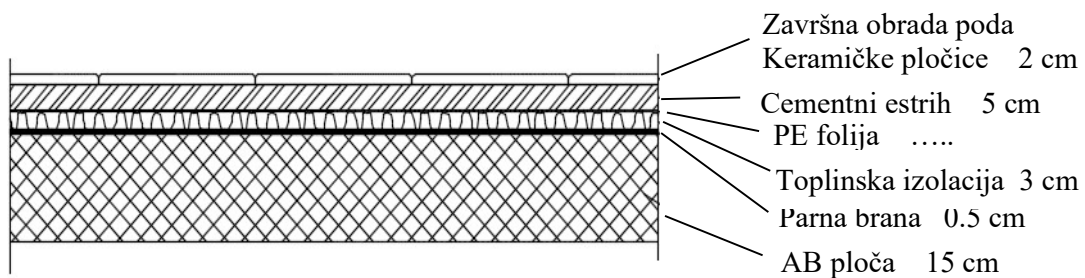
a) Ravni krov



Slika 8.1. Slojevi ravnog krova

SLOJ:	d(m)	g(kN/m ³)	d·g(kN/m ²)
BETONSKA PLOČA s PODMETAČIMA	0.03	25	0.750
PE FOLIJA	-	-	-
HIDROIZOLACIJA+PARNA BRANA	0.015·2	20	0.60
TOPLINSKA IZOLACIJA	0.10	3.0	0.30
BETON ZA PAD	0.08	24	1.92
AB PLOČA	uključena kroz računalni program		
Ukupno dodatno stalno opterećenje : 3.57 kN/m²			

b) Pod između stanova



Slika 8.2. Slojevi poda

Sloj:	d(m)	g(kn/m ³)	d·g(kN/m ²)
Keramičke pločice	0.02	24	0.48
Cementni estrih	0.05	24	1.20
PE folija	-	-	-
Toplinska izolacija	0.03	2	0.06
Hidroizolacija + parna brana	0.005	20	0.10
AB ploča	Uključena kroz računalni program		
Ukupno dodatno stalno opterećenje: 1.84 kN/m²			

8.2. Promjenjivo opterećenje

8.2.1. Pokretno 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 prostori: $q = 2.0 \text{ kN/m}^2$
- Stubišta i poslovni prostori: $q = 3.0 \text{ kN/m}^2$
- Balkoni: $q = 4.0 \text{ kN/m}^2$

NAPOMENA: Nije rađeno postavljanje pokretnog opterećenja u najkritičnije položaje već su njegove vrijednosti u polju uvećane za 20% .

- Ravni krov: $q = 1.0 \cdot 1.2 = 1.2 \text{ kN/m}^2$
- Stambeni prostori: $q = 2.0 \cdot 1.2 = 2.4 \text{ kN/m}^2$
- Stubišta i poslovni prostori: $q = 3.0 \cdot 1.2 = 3.6 \text{ kN/m}^2$
- Balkoni: $q = 4.0 \cdot 1.2 = 4.8 \text{ kN/m}^2$

	q_k [kN/m ²]
A Stambene prostorije, odjeli u bolnicama, hotelske sobe	
uobičajene prostorije	2,0
stubišta	3,0
balkoni	4,0
B Uredi	
uređi	3,0
C Prostorije na kojima je moguće okupljanje ljudi	
C1 (prostorije sa stolovima, škole, kavane, restorani, čitaonice, recepcije)	3,0
C2 (prostorije s nepomičnim sjedalima, crkve, kina, predavaonice, čekaonice, konferencijske dvorane)	4,0
C3 (prostorije bez prepreka za kretanje ljudi, izložbeni prostori, pristupi u javnim i državnim zgradama, hotelima i sl.)	5,0
C4 (športske prostorije i prostori za igru, plesne dvorane, gimnastičke dvorane)	5,0
C5 (prostorije za velika okupljanja ljudi, zgrade za javne priredbe, koncertne dvorane, športske dvorane)	5,0
D Prodajne prostorije	
D1 (prostorije u trgovinama)	5,0
D2 (prostorije u robnim kućama i trgovinama na veliko)	5,0
E Prostorije s mogućnošću gomilanja robe i stvari	
(skladišta uključujući i knjižnice)	6,0

Slika 8.3. Vrijednosti korisnog opterećenja

8.2.2. Opterećenje snijegom

Opterećenje snijegom definira se izrazom:

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

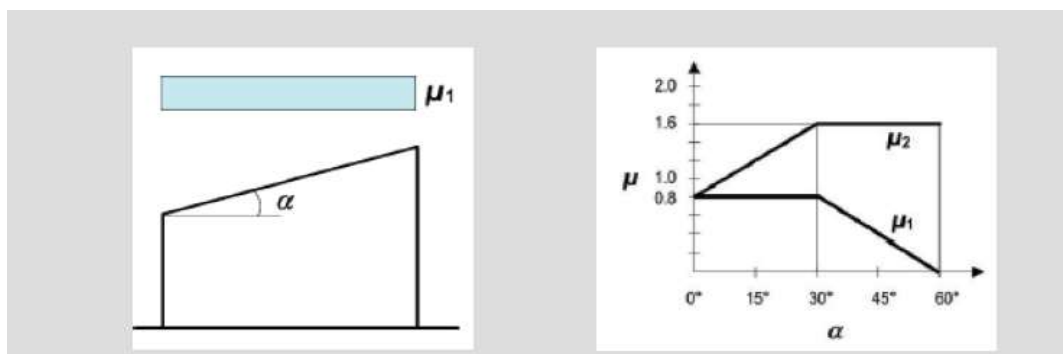
- μ_i - koeficijent oblika za opterećenje snijegom – ravni i jednostrešni krov

- nagib krova $\rightarrow \alpha = 5^\circ$

C_e - koeficijent izloženosti $\Rightarrow C_e = 1.0$

- C_t - toplinski koeficijent $\Rightarrow C_t = 1.0$

- s_k - karakteristična vrijednost opterećenja na tlu u $[kN/m^2]$



Kut nagiba krova α	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8 (60 - \alpha) / 30$	0,0
μ_2	$0,8 + 0,8 \alpha / 30$	1,6	-

Slika 8.4. Očitavanje koeficijenta oblika

$$\alpha = 5^\circ \rightarrow \mu_1 = 0.8$$

Predmetni objekt nalazi se u Splitu. Prema preporukama europske norme ENV 1991-2-3:1995, karakteristično opterećenje snijegom je $s_k = 0.45 \text{ kN/m}^2$ (Zona III - do 100 m nadmorske visine).

Nadmorska visina [m]	s_k [kN/m ²]			
	I	II	III	IV
0	0,88	0,75	0,14	0,18
100	1,09	1,05	0,45	0,33
200	1,31	1,38	0,80	0,50
300	1,55	1,76	1,20	0,70
400	1,80	2,18	1,65	0,92
500	2,06	2,63	2,15	1,16
600	2,34	3,13	2,70	



Slika 8.5 Karta karakterističnih vrijednosti opterećenja snijegom obzirom na područje

$$\Rightarrow s = 0.8 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 0.45 = 0.36 \left[\text{kN} / \text{m}^2 \right]$$

Napomena: Opterećenje krova snijegom uzeto je u obzir u sklopu pokretnog opterećenja na krovu (snijeg + vjetar) u iznosu od 1 kN/m². Opterećenje snijegom od 0.36 kN/ m² nanoseno je na one dijelove objekta koji nisu zaštićeni ostatkom konstrukcije.

8.2.3. Opterećenje vjetrom

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

- v_{b0} (ili $v_{ref\ 0}$ - u prednormi) je poredbena vrijednost brzine vjetra ovisna o geografskom položaju objekta (dana na karti). Poredbena vrijednost brzine vjetra je karakteristična srednja 10-minutna vrijednost brzine vjetra, neovisna o smjeru vjetra, vremenu i godišnjem dobu, na 10 m iznad površine otvorenog terena, koji može biti obrastao travom, grmljem i manjim preprekama.

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

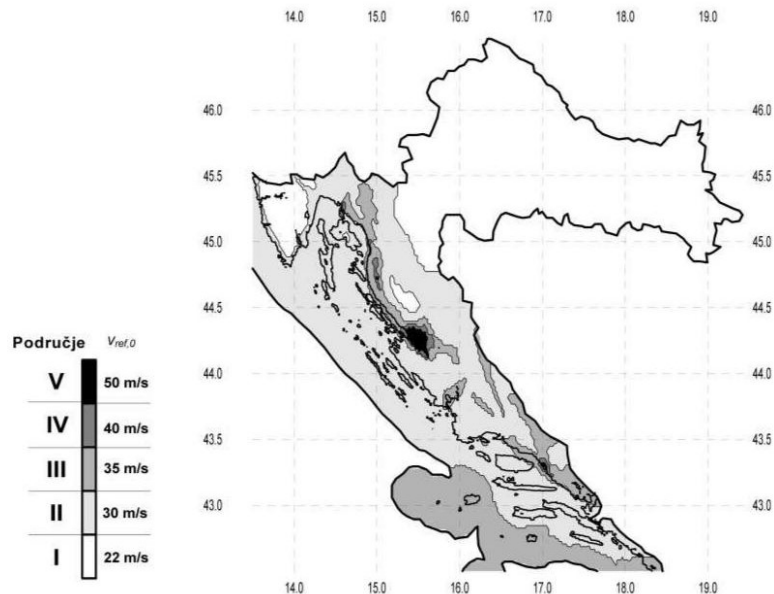
$$\text{➤ } v_b = c_{dir} \cdot c_{tem} \cdot c_{alt} \cdot v_{b,0}$$

- Koeficijent smjera vjetra (c_{DIR}) proizlazi iz odnosa brzine vjetra za različiti smjer vjetra i uzima se za cijelo područje Hrvatske: $c_{dir} = 1.0$.
- Koeficijent godišnjeg doba (c_{TEM}) uzima se za cijelo područje Hrvatske: $c_{tem} = 1.0$.
- Koeficijent nadmorske visine (c_{ALT}) koji obuhvaća povećanje brzine vjetra s nadmorskom visinom, zbog ograničenog broja mjernih mjesta na planinskom području Republike Hrvatske nije moguće egzaktno odrediti, te se koristi izraz:

$$c_{alt} = 1 + 0.0001 \cdot a_s = 1 + 0.0001 \cdot 10 = 1.001$$

gdje je a_s nadmorska visina mjesta u (m).

PODRUČJE	$v_{B,0}(m/s)$
I	22
II	30
III	35
IV	40
V	50



Slika 8.6 Karta osnovnih brzina vjetra obzirom na područje

→ Objekt se nalazi na području grada Splita te prema prikazanoj karti pripada II. vjetrovnoj zoni. Iz toga slijedi:

$$v_{b,0} = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow \text{očitano za Split}$$

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{tem} \cdot c_{alt} \cdot v_{b,0} = 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.001 \cdot 30.0 = 30.03 \text{ m/s}$$

Srednja brzina vjetra iznad terena na nekoj visini z:

$$v_{m(z)} = c_{r(z)} \cdot c_{0(z)} \cdot v_b$$

$c_{0(z)}$ – koeficijent topografije (uglavnom se uzima 1,0)

$c_{r(z)}$ – koeficijent hrapavosti

$$c_{r(z)} = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{za } z_{min} \leq z \leq z_{max}$$

$$c_{r(z)} = c_{r(z,min)} \quad \text{za } z \leq z_{min}$$

$$k_r = 0.19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} \quad \text{– koeficijent terena}$$

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

Slika 8.7 Parametri vjetrovnog opterećenja ovisno o kategoriji terena

→ Za područje grada Splita kategorija terena prema tablici je IV. Stoga su vrijednosti sljedeće:

$$z_0 = 1.0 \quad z_{min} = 10.0 \quad z_{max} = \text{obično se uzima } 200m$$

➤ Turbulencija vjetra na visini z iznad terena dana je izrazom:

$$I_{v(z)} = \frac{1}{C_{0(z)} \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} \quad \text{za } z_{min} \leq z \leq z_{max}$$

$$I_{v(z)} = I_{v(z, min)} \quad \text{za } z \leq z_{min}$$

➤ Maksimalni tlak brzine vjetra iznosi:

$$q_{p(z)} = [1 + 7 \cdot I_{v(z)}] \cdot 0.5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z)$$

$$q_b = \frac{\rho_{zraka}}{2} \cdot v_b^2$$

$$\rho = 1.25 \frac{kg}{m^3}$$

➤ Rezultirajuća sila vjetra:

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe} [kN/m^2] - \text{sila vjetra na vanjske plohe}$$

c_{pe} – koeficijent vanjskog tlaka

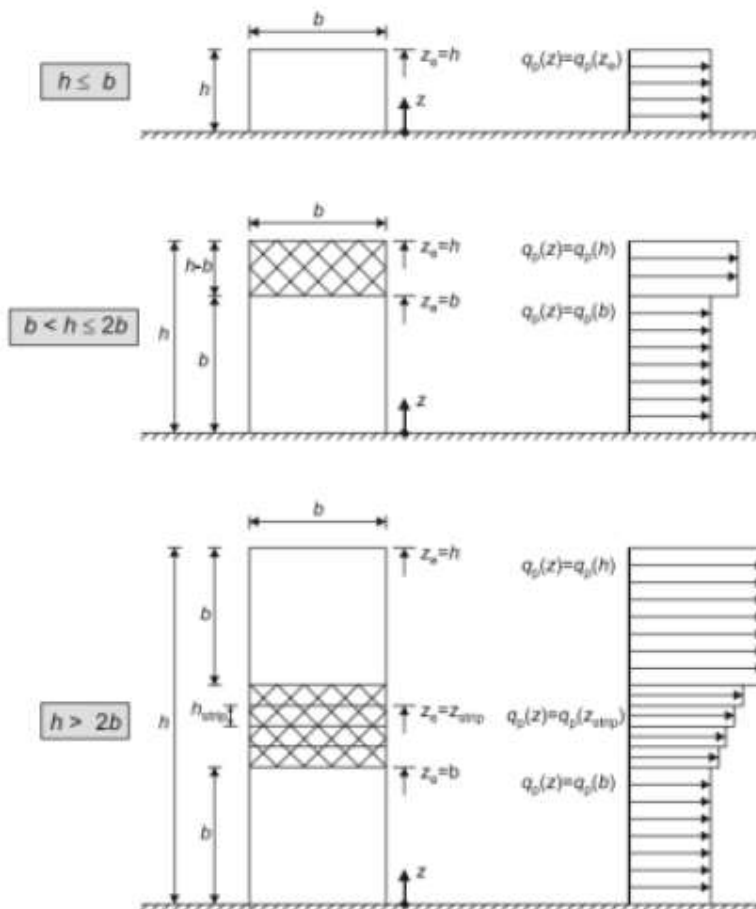
$$w_e = q_p(z_i) \cdot c_{pi} [kN/m^2] - \text{sila vjetra na unutarnje plohe}$$

c_{pi} – koeficijent unutarnjeg tlaka

z_i – referentna visina objekta

Određivanje koeficijenta vanjskog tlaka c_{pe}

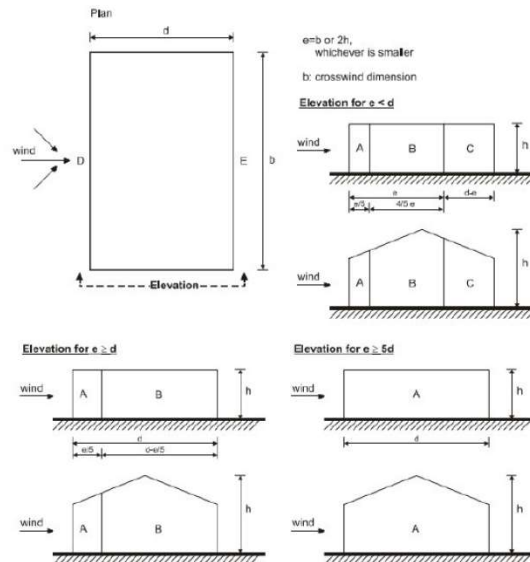
- I. Referentna visina objekta z_0 - određuje se prema odnosu h/b



Slika 8.8 Referentna visina z_0 u ovisnosti o h i b , te odgovarajući profil brzina

Napomena: U radu nije uzeta u obzir promjena iznosa opterećenja vjetrom po visini kako je prikazano na slikama. Uzet je najkritičniji slučaj $h < b$ čime je pojednostavljen proračun, a istovremeno smo i na razini sigurnosti.

II. Podjela zgrade na zone (za vertikalne zidove)



Slika 8.9 Podjela zgrade na vjetrovne zone

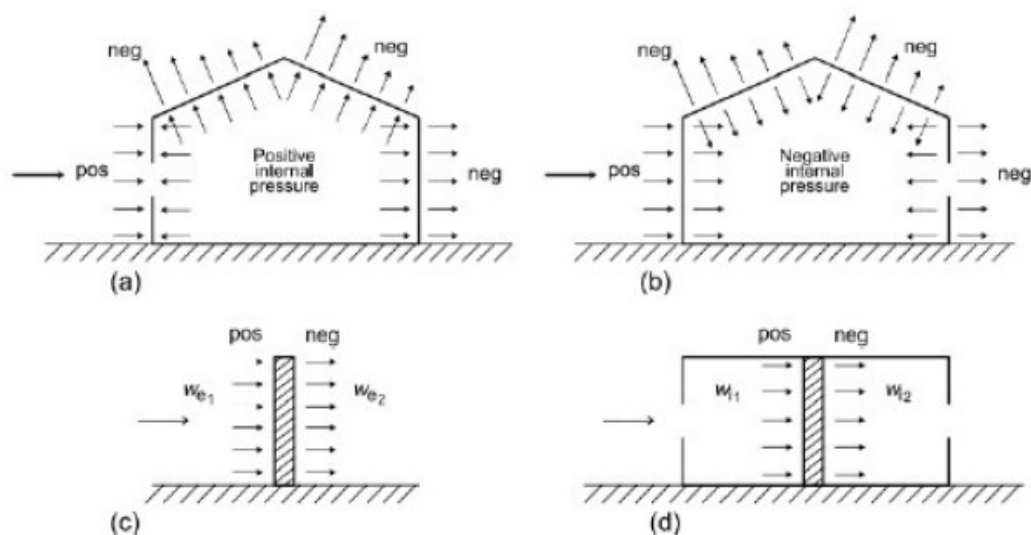
Zone	A		B		C		D		E	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	

Slika 8.10 Koeficijenti vanjskog tlaka za vanjske zidove zgrada

Određivanje koeficijenta unutarnjeg tlaka c_{pi}

Maksimalni koeficijent unutarnjeg tlaka je 0.8, a minimalni koeficijent unutarnjeg tlaka (podtlak) je -0.5.

Rezultirajuća sila vjetra na vanjske i unutarnje plohe (w_e i w_i) raspoređi se prema shemi prikazanoj na slici 8.13 te se zbrajanjem odnosno oduzimanjem rezultirajuće sile vjetra dobije ekvivalentna sila vjetra na plohu.



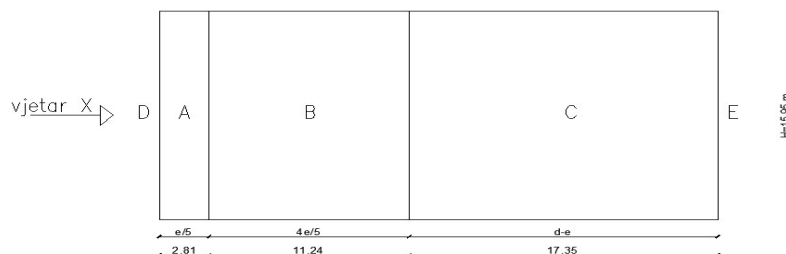
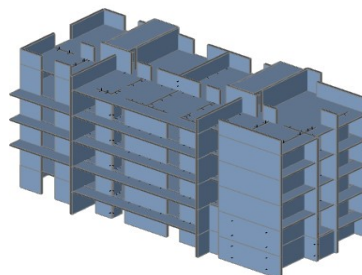
Slika 8.11 Smjer djelovanja unutarnjeg i vanjskog tlaka na zidove i krovove zgrade

Proračun vjetra na konstrukciju

x smjer

X smjer vjetra		
Ze	15.95	m
Vb,0	30.000	m/s
Calt	1.001	
Cdir	1.000	
Ctem	1.000	
Vb	30.030	m/s
Cr(z)	0.639	
kr	0.231	
Z	15.95	m
Zo	1.00	m
Co(z)	1.00	
Vm	19.19	m/s
Iv	0.361	
ρ (zraka)	1.250	kg
qp(z)	0.812	kN

H (m)	15.95
b (m)	14.05
d (m)	31.40
e (m)	e=14.05 < d = 31.40 zone A,B,C,D i E
H/d	0.508



Slika 8.12. Djelovanje vjetra iz X smjera zgradu

-Zona A na duljini $e/5 = 2.18$ m

-Zona B na duljini $4/5e = 11.45$ m

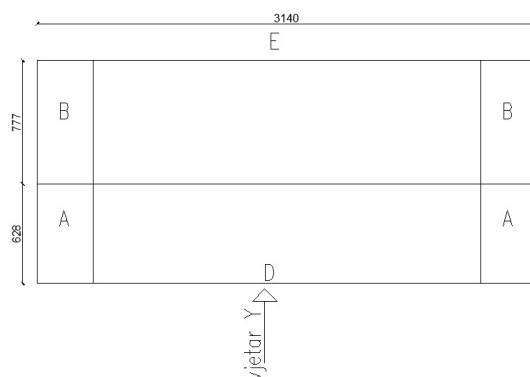
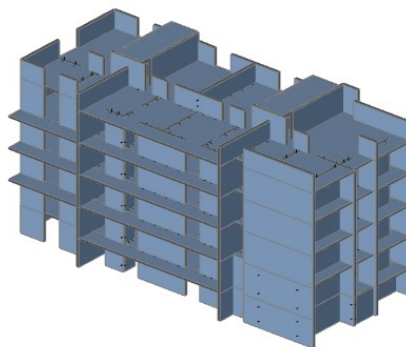
-Zona C na duljini $d-e = 17.35$ m

zona vjetra	qp(z) (kN)	Cpe,10	Cpi, Max	Cpi, min	We (kN)	Wi,max (kN)	Wi,min (kN)	Wuk, max	Wuk, min	Wekv
A	0.812	-1.20	0.80	-0.5	-0.974	0.650	-0.406	-1.62	-1.38	-1.62
B	0.812	-0.80	0.80	-0.5	-0.650	0.650	-0.406	-1.30	-1.06	-1.30
C	0.812	-0.50	0.80	-0.5	-0.406	0.650	-0.406	-1.06	-0.81	-1.06
D	0.812	+0.80	0.80	-0.5	0.568	0.650	-0.406	-0.08	+0.97	+0.97
E	0.812	-0.369	0.80	-0.5	-0.300	0.650	-0.406	-0.95	-0.71	-0.95

y smjer

y smjer vjetra		
Ze	15.95	m
Vb,0	30.000	m/s
Calt	1.001	
Cdir	1.000	
Ctem	1.000	
Vb	30.030	m/s
Cr(z)	0.639	
kr	0.231	
Z	15.95	m
Zo	1.00	m
Co(z)	1.00	
Vm	19.19	m/s
lv	0.361	
ρ (zraka)	1.250	kg
qp(z)	0.812	kN

H (m)	15.95
b (m)	31.40
d (m)	14.05
e (m)	31.40 > d = 14.05 ; zone A,B, D i E
H/d	1.135



Slika 8.13 Djelovanje vjetra iz y smjera

-Zona A na duljini $e/5 = 6.28$ m

-Zona B na duljini $d-e/5 = 7.77$ m

zona vjetra	qp(z) (kN)	Cpe,10	Cpi,max	Cpi,min	We (kN)	Wi,max (kN)	Wi,min (kN)	Wuk, max	Wuk,m in	Wekv
A	0.812	-1.21	0.80	-0.5	-0.938	0.650	-0.406	-1.63	-1.39	-1.63
B	0.812	-0.80	0.80	-0.5	-0.650	0.650	-0.406	-1.30	-1.06	-1.30
D	0.812	+0.80	0.80	-0.5	+0.650	0.650	-0.406	0.00	+1.06	+1.06
E	0.812	-0.50	0.80	-0.5	-0.406	0.650	-0.406	-1.06	-0.81	-1.06

8.3. Izvanredno opterećenje

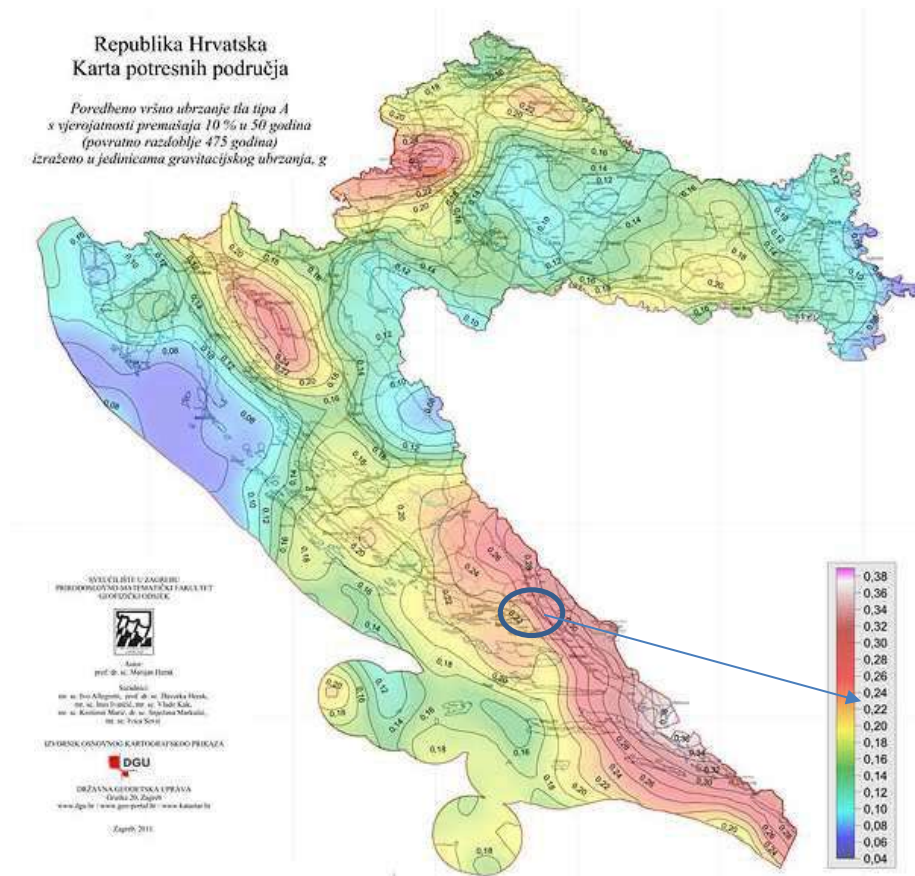
8.3.1. Potresno opterećenje

Proračun potresnog opterećenja napravljen je koristeći prostorni model konstrukcije u računalnom programu Scia Engineer 18.1. Potresne sile određene su SRSS metodom proračuna koristeći višemodalnu (spektralnu) analizu prema EC-8. Potresne sile uvelike ovise o ulaznim parametrima kao što su klasa tla i proračunsko ubrzanje tla na lokaciji na kojoj se nalazi građevina, duktilnosti konstrukcije itd.

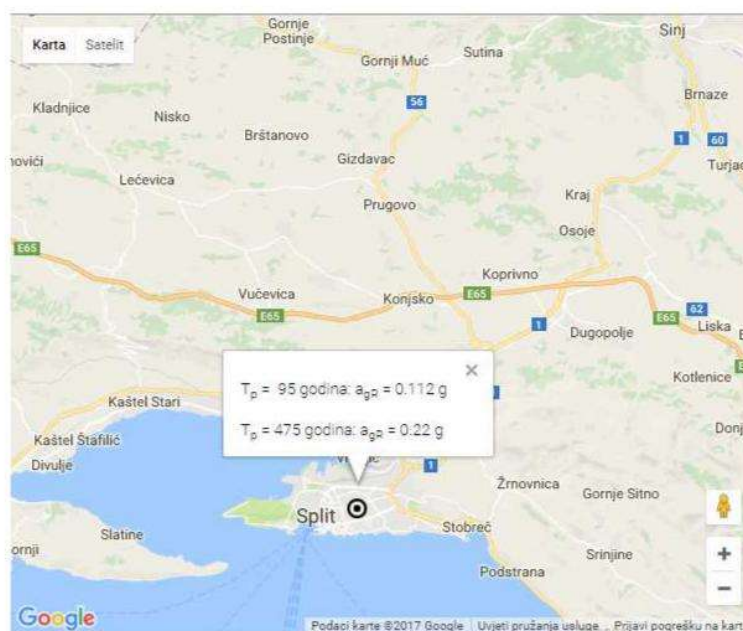
Potresno djelovanje u nekoj točki na površini prikazuje se elastičnim spektrom odziva. Ovisno o očekivanoj magnitudi površinskih poprečnih valova razlikuju se dva tipa elastičnog spektra odziva. Za magnitudo veće od 5.5 odabiremo tip 1, a za magnitudo manje od 5.5 elastični spektar odziva tip 2.

Budući da 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 umanjuje odgovarajućim koeficijentom koji se naziva faktor ponašanja. Faktor ponašanja predstavlja omjer potresnih sila kojima bi građevina bila izložena kad bi njen odziv u potpunosti bio elastičan u odnosu na potresne sile koje bi se pojavile na promatranoj konstrukciji.

- Vrijednosti poredbenog vršnog ubrzanja tla očitavaju se koristeći seizmološke karte Republike Hrvatske. Za traženo područje očita se ubrzanje tla za povrtani period od 475 godina za GSN
 - Za područje grada Splita $a_{gR} = 0.22g \approx 2.2 \text{ m/s}^2$



Slika 8.14. Karta područja za određivanje ubrzanja tla od potresnog opterećenja



Slika 8.15. Očitano ubrzanje za područje grada Splita

- Građevina je temeljena na čvrstom tlu- tlu **klase A**. Parametar kojim u proračun uzimamo u obzir vrstu i kvalitetu tla naziva se faktor tla (S)
 - Klasa tla A → S=1.0

Ground type	S	T _B (s)	T _C (s)	T _D (s)
A	1,0	0,15	0,4	2,0
B	1,2	0,15	0,5	2,0
C	1,15	0,20	0,6	2,0
D	1,35	0,20	0,8	2,0
E	1,4	0,15	0,5	2,0

Slika 8.16. Određivanje faktora tla ovisno o klasi tla

- Proračun faktora ponašanja ovisi o vrsti i tipu konstrukcije. Pretpostavlja se srednja klasa (DCM) duktilnog ponašanja konstrukcije te sustav povezanih zidova
 - $q = q_0 \cdot k_w \geq 1.5$ za klasu DCM

$$q_0 \rightarrow \text{osnovni faktor ponašanja} \rightarrow q_0 = 3.0 \cdot \frac{\alpha_0}{\alpha_1}$$

$$\frac{\alpha_0}{\alpha_1} = 1.0 \rightarrow \text{za tlocrtno nepravilne sustave}$$

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

STRUCTURAL TYPE	DCM	DCH
Frame system, dual system, coupled wall system	3,0 α_w/α_1	4,5 α_w/α_1
Uncoupled wall system	3,0	4,0 α_w/α_1
Torsionally flexible system	2,0	3,0
Inverted pendulum system	1,5	2,0

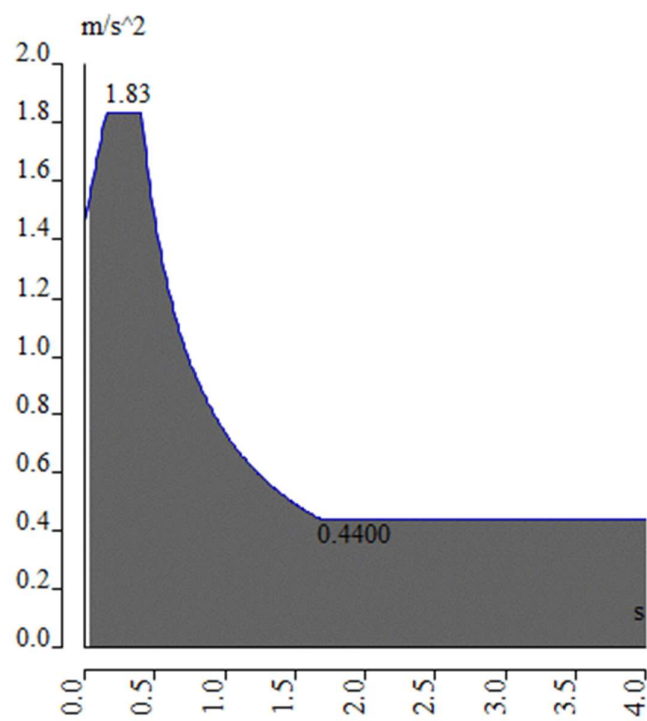
Slika 8.17 Određivanje osnovnog faktora ponašanja

$$q = q_0 \cdot k_w = 3.0 \cdot 1.0 = 3.0$$

⇒ Ulazni podaci za proračun:

coeff accel. ag	0,224
ag - design ac...	2,200
q - behaviour f...	3,000
beta	0,200
S, Tb, Tc, Td m...	No
Subsoil type	A
Spectrum type	type 1
Direction	Horizontal
Direction factor	1
S - soil factor	1,000
Tb	0,150
Tc	0,400
Td	2,000

Slika 8.18 Ulazni podaci za proračun na potres



Slika 8.19 Proračunski spektar ubrzanja za unesene podatke

9. NUMERIČKI MODEL

9.1. Numerički model općenito

Za potrebe proračuna u računalnom programu SciaEngineer 18.1. izrađen je 3D model koji obuhvaća sve ploče i nosive zidove. Model je opterećen stalnim opterećenjem (vlastita težina konstrukcije), dodatnim stalnim opterećenjem (nekonstruktivni slojevi konstrukcije) te korisnim opterećenjem, pri čemu su sva opterećenja zadana kao raspodijeljena opterećenja po pločama.

Na krov i balkone koji nisu zaštićeni ostatkom konstrukcije nanoseno je i opterećenje snijegom.

AB zidovi debljina 20cm i 25 cm opterećeni su silom vjetra koja je simulirana površinskim opterećenjem u dva glavna smjera.

Na temelju rezultata statičke analize provedeno je dimenzioniranje konstruktivnih elemenata (kombinacije za granično stanje nosivosti) te kontrola progiba i pukotina (kombinacije za granično stanje uporabljivosti).

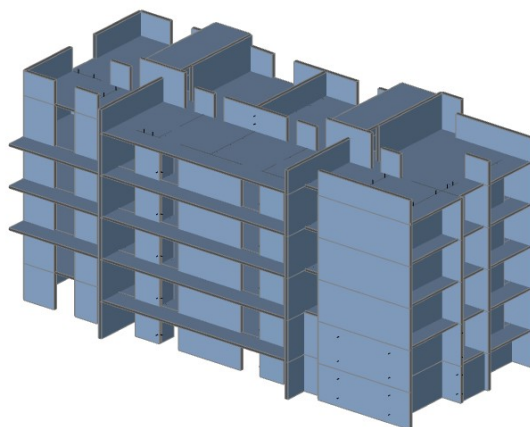
Osim statičke provedena je i dinamička analiza konstrukcije na djelovanje potresa.

Dinamička analiza podrazumijeva višemodalnu spektralnu analizu pri čemu su rezultati svakog vlastitog oblika (moda) kombinirani SRSS metodom.

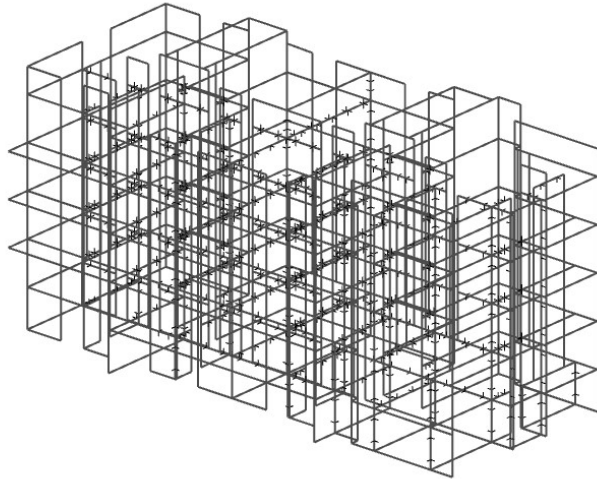
9.2. Kombinacije opterećenja

Uobičajena kombinacija:	
GSN1	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot 1.2 \cdot Q_k$
GSN2	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot Q_k$
GSN3	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.35(1.2 \cdot Q_k + W_x + S)$
GSN4	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.35(Q_k + W_x + S)$
GSN5	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.35(1.2 \cdot Q_k + W_y + S)$
GSN6	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.35(Q_k + W_y + S)$
GSN7	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot 1.2 \cdot Q_k + 0.6(1.5W_x + 1.5S)$
GSN8	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot Q_k + 0.6(1.5W_x + 1.5S)$
GSN9	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot 1.2 \cdot Q_k + 0.6(1.5W_y + 1.5S)$
GSN10	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot Q_k + 0.6(1.5W_y + 1.5S)$
GSN11	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot 1.2 \cdot W_x + 0.7 \cdot 1.5Q_k + 0.6 \cdot 1.5S$
GSN12	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot W_x + 0.7 \cdot 1.5Q_k + 0.6 \cdot 1.5S$
GSN13	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot W_y + 0.7 \cdot 1.2 \cdot 1.5Q_k + 0.6 \cdot 1.5S$

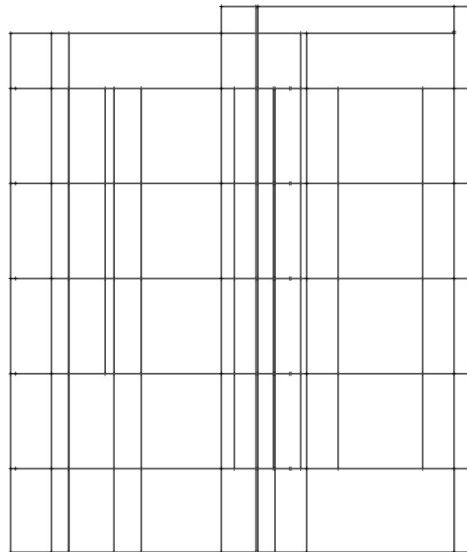
GSN14	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.5 \cdot y + 0.7 \cdot 1.5Q_k + 0.6 \cdot 1.5S$
GSN15	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 0.6 \cdot W_y + 0.7 \cdot 1.2 \cdot 1.5Q_k + 1.5S$
GSN16	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 0.6 \cdot W_y + 0.7 \cdot 1.5Q_k + 1.5S$
GSN17	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 0.6 \cdot W_x + 0.7 \cdot 1.2 \cdot 1.5Q_k + 1.5S$
GSN18	$1.35 \cdot (G_k + \Delta G) + 0.6 \cdot W_x + 0.7 \cdot 1.5Q_k + 1.5S$
Seizmička kombinacija:	
GSN19	$1.0 \cdot (G_k + \Delta G) + 0.5 \cdot Q_k + 1.0 \cdot S_x$
GSN20	$1.0 \cdot (G_k + \Delta G) + 0.5 \cdot Q_k + 1.0 \cdot S_y$
Granično stanje uporabljivosti:	
GSU1	$1.0 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.0 \cdot Q_k$
GSU2	$1.0 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.0Q_k + 1.0W_x + 1.0S$
GSU3	$1.0 \cdot (G_k + \Delta G) + 1.0Q_k + 1.0W_y + 1.0S$



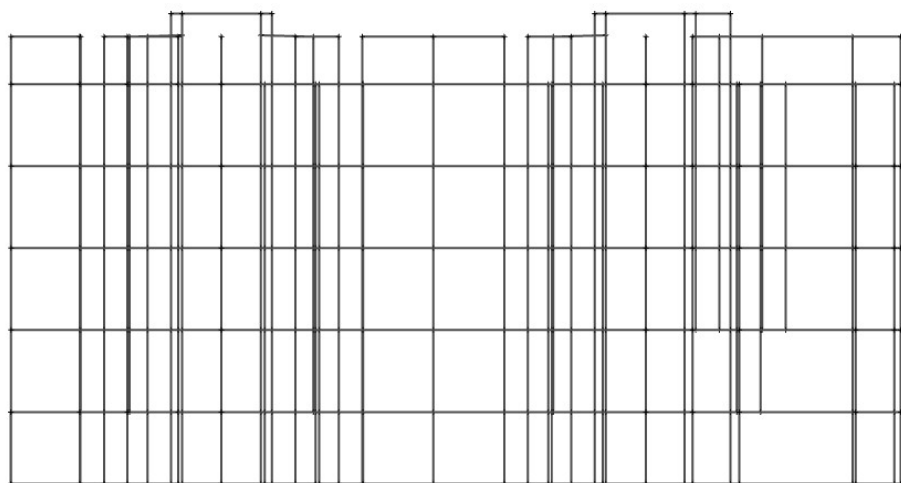
Slika 9.1 Renderirani prikaz modela zgrade C - aksonometrija



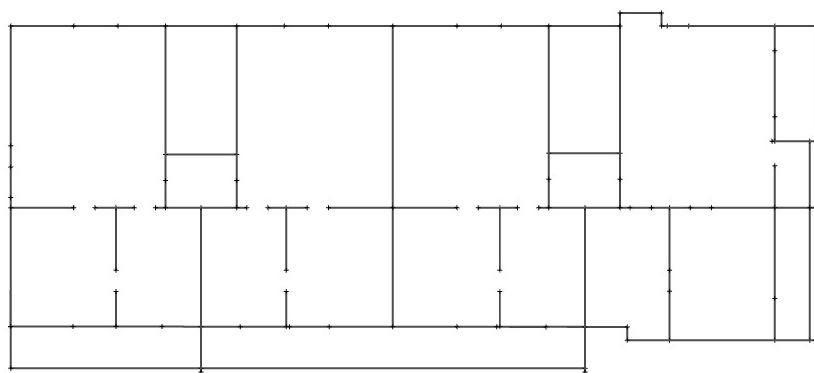
Slika 9.2 Model za proračun – aksonometrija



Slika 9.3 Model za proračun (pogled u x smjeru)



Slika 9.4 Model za proračun (pogled u y smjeru)



Slika 9.7 Model za proračun (pogled u z smjeru)

10. REZULTATI DINAMIČKE ANALIZE

Prikaz aktivacije mase pri potresnom djelovanju

Calculation protocol

Solution of Free vibration

Number of 2D elements	6907
Number of 1D elements	0
Number of mesh nodes	5377
Number of equations	32262
Combination of mass groups	MCI CM1
Number of frequencies	150
Method	Lanczos
Bending theory	Mindlin
Type of analysis model	Standard
Start of calculation	06.09.2020 13:59
End of calculation	06.09.2020 14:01

Sum of masses

Mass type	X [kg]	Y [kg]	Z [kg]
1 Moving mass	2379889.334	2379889.334	2379889.334
1 Total mass	2425794.633	2425794.633	2425794.633

Relative modal masses

Mode	omega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	W_{x1}/W_{tot}	W_{y1}/W_{tot}	W_{z1}/W_{tot}	$N_{x1, n}/W_{tot, 1}$	$N_{y1, n}/W_{tot, 1}$	$N_{z1, n}/W_{tot, 1}$
1	56.1454	0.11	8.94	0.6984	0.0003	0.0000	0.0001	0.0394	0.0056
2	71.8819	0.09	11.44	0.0054	0.1647	0.0000	0.0355	0.0000	0.4879
3	85.1382	0.07	13.55	0.0007	0.5091	0.0000	0.1278	0.0001	0.1928
4	87.6862	0.07	13.96	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0003	0.0000
5	88.9275	0.07	14.15	0.0000	0.0001	0.0034	0.0008	0.0048	0.0000
6	88.974	0.07	14.16	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0019	0.0000
7	90.4071	0.07	14.39	0.0000	0.0000	0.0006	0.0001	0.0000	0.0000
8	90.7077	0.07	14.44	0.0000	0.0000	0.0044	0.0013	0.0070	0.0000
9	90.8715	0.07	14.46	0.0000	0.0000	0.0016	0.0003	0.0025	0.0000
10	91.2785	0.07	14.53	0.0002	0.0006	0.0035	0.0004	0.0036	0.0000
11	91.3974	0.07	14.55	0.0001	0.0025	0.0065	0.0004	0.0012	0.0003
12	91.6755	0.07	14.59	0.0000	0.0014	0.0283	0.0058	0.0001	0.0001
13	91.7144	0.07	14.60	0.0000	0.0000	0.0034	0.0012	0.0111	0.0001
14	91.9121	0.07	14.63	0.0000	0.0000	0.0067	0.0018	0.0105	0.0000
15	92.4761	0.07	14.72	0.0000	0.0000	0.0177	0.0080	0.0286	0.0000
16	92.5789	0.07	14.73	0.0000	0.0000	0.0054	0.0007	0.0000	0.0003
17	92.9236	0.07	14.79	0.0000	0.0005	0.0259	0.0064	0.0002	0.0005
18	93.0434	0.07	14.81	0.0000	0.0001	0.0029	0.0006	0.0020	0.0000
19	93.5235	0.07	14.88	0.0001	0.0001	0.0206	0.0054	0.0260	0.0001
20	100.907	0.06	16.06	0.0010	0.0356	0.0000	0.0140	0.0001	0.0110
21	119.791	0.05	19.07	0.0000	0.0000	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000
22	123.356	0.05	19.63	0.0000	0.0007	0.0014	0.0013	0.0000	0.0000
23	123.818	0.05	19.71	0.0000	0.0000	0.0002	0.0002	0.0005	0.0002
24	124.35	0.05	19.79	0.0000	0.0037	0.0112	0.0123	0.0000	0.0000
25	125.16	0.05	19.92	0.0000	0.0004	0.0012	0.0017	0.0020	0.0015
26	126.163	0.05	20.08	0.0000	0.0003	0.0040	0.0056	0.0079	0.0020
27	128.311	0.05	20.42	0.0009	0.0039	0.0007	0.0000	0.0007	0.0010
28	129.348	0.05	20.59	0.0000	0.0006	0.0048	0.0045	0.0000	0.0000
29	134.152	0.05	21.35	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30	136.671	0.05	21.75	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000
31	138.13	0.05	21.98	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000	0.0014	0.0000
32	145.723	0.04	23.19	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000
33	161.402	0.04	25.69	0.0003	0.0008	0.0000	0.0001	0.0000	0.0005
34	162.918	0.04	25.93	0.0578	0.0000	0.0000	0.0001	0.0135	0.0024
35	164.003	0.04	26.10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000
36	164.403	0.04	26.17	0.0167	0.0001	0.0000	0.0003	0.0035	0.0006
37	166.108	0.04	26.44	0.0004	0.0000	0.0000	0.0013	0.0002	0.0000
38	166.735	0.04	26.54	0.0001	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000
39	166.965	0.04	26.57	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0001	0.0000
40	167.401	0.04	26.64	0.0134	0.0003	0.0000	0.0002	0.0077	0.0003
41	167.664	0.04	26.68	0.0042	0.0000	0.0000	0.0008	0.0020	0.0002
42	168.029	0.04	26.74	0.0000	0.0001	0.0009	0.0027	0.0000	0.0000
43	168.11	0.04	26.76	0.0008	0.0000	0.0002	0.0002	0.0006	0.0000
44	168.57	0.04	26.83	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0009	0.0001
45	168.687	0.04	26.85	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000
46	168.877	0.04	26.88	0.0000	0.0000	0.0004	0.0007	0.0003	0.0001
47	168.893	0.04	26.88	0.0000	0.0001	0.0003	0.0004	0.0001	0.0000
48	169.336	0.04	26.95	0.0006	0.0001	0.0000	0.0003	0.0004	0.0000
49	169.626	0.04	27.00	0.0000	0.0000	0.0005	0.0005	0.0000	0.0000
50	169.66	0.04	27.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000
51	170.085	0.04	27.07	0.0000	0.0001	0.0008	0.0018	0.0000	0.0000
52	170.267	0.04	27.10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0020	0.0000	0.0000

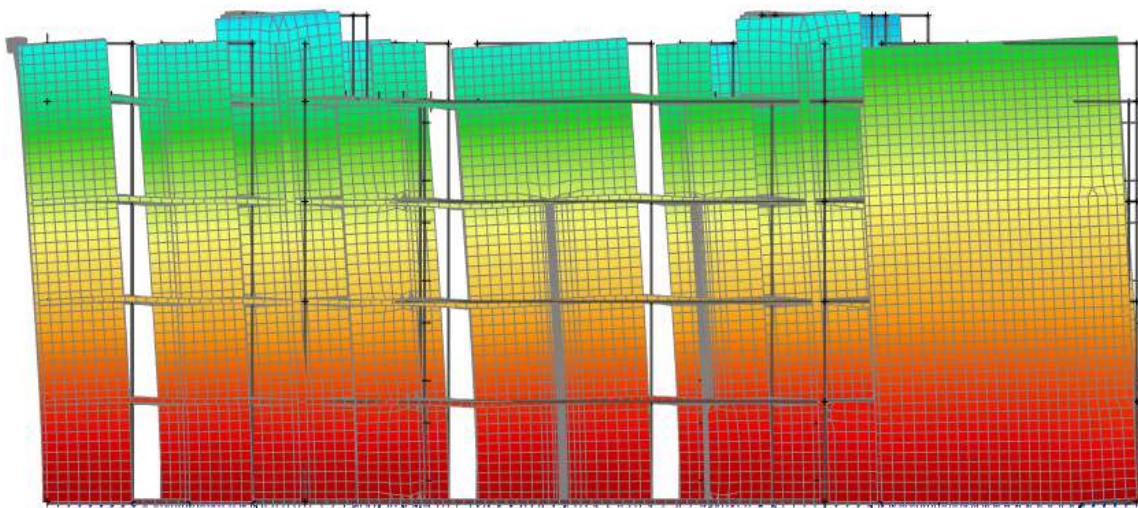
Mode	omega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	W_{x1}/W_{tot}	W_{y1}/W_{tot}	W_{z1}/W_{tot}	$N_{x1,1}/W_{tot,1}$	$N_{y1,1}/W_{tot,1}$	$N_{z1,1}/W_{tot,1}$
53	170.775	0.04	27.18	0.0000	0.0000	0.0003	0.0003	0.0000	0.0000
54	171.071	0.04	27.23	0.0000	0.0002	0.0000	0.0012	0.0000	0.0003
55	171.233	0.04	27.25	0.0000	0.0000	0.0000	0.0028	0.0000	0.0000
56	171.298	0.04	27.26	0.0002	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000
57	172.544	0.04	27.46	0.0001	0.0000	0.0000	0.0025	0.0000	0.0000
58	175.911	0.04	28.00	0.0000	0.0000	0.0006	0.0004	0.0000	0.0000
59	176.353	0.04	28.07	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000	0.0005	0.0000
60	181.189	0.03	28.84	0.0001	0.0001	0.0005	0.0000	0.0004	0.0000
61	183.323	0.03	29.18	0.0004	0.0001	0.0005	0.0000	0.0006	0.0003
62	184.168	0.03	29.31	0.0012	0.0013	0.0080	0.0039	0.0187	0.0016
63	184.662	0.03	29.39	0.0039	0.0016	0.0014	0.0001	0.0001	0.0023
64	186.039	0.03	29.61	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0004	0.0001
65	192.476	0.03	30.63	0.0009	0.0018	0.0091	0.0046	0.0102	0.0025
66	192.809	0.03	30.69	0.0001	0.0003	0.0067	0.0041	0.0103	0.0004
67	194.921	0.03	31.02	0.0004	0.0004	0.0238	0.0058	0.0035	0.0001
68	195.3	0.03	31.08	0.0001	0.0007	0.0045	0.0029	0.0015	0.0002
69	195.325	0.03	31.09	0.0001	0.0001	0.0000	0.0001	0.0008	0.0000
70	196.165	0.03	31.22	0.0002	0.0000	0.0037	0.0016	0.0037	0.0003
71	196.585	0.03	31.29	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
72	198.039	0.03	31.52	0.0000	0.0000	0.0039	0.0012	0.0050	0.0000
73	198.792	0.03	31.64	0.0037	0.0000	0.0001	0.0001	0.0094	0.0000
74	200.473	0.03	31.91	0.0005	0.0000	0.0004	0.0001	0.0017	0.0000
75	201.503	0.03	32.07	0.0012	0.0001	0.0006	0.0000	0.0005	0.0001
76	201.61	0.03	32.09	0.0005	0.0008	0.0009	0.0013	0.0003	0.0039
77	202.341	0.03	32.20	0.0001	0.0001	0.0084	0.0023	0.0001	0.0004
78	203.767	0.03	32.43	0.0003	0.0005	0.0003	0.0008	0.0001	0.0012
79	204.028	0.03	32.47	0.0007	0.0001	0.0000	0.0001	0.0025	0.0002
80	204.261	0.03	32.51	0.0001	0.0000	0.0039	0.0009	0.0004	0.0000
81	205.731	0.03	32.74	0.0000	0.0000	0.0069	0.0017	0.0102	0.0000
82	206.971	0.03	32.94	0.0027	0.0046	0.0001	0.0040	0.0000	0.0079
83	207.364	0.03	33.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0013	0.0001
84	207.871	0.03	33.08	0.0017	0.0002	0.0000	0.0000	0.0005	0.0002
85	208.174	0.03	33.13	0.0001	0.0003	0.0051	0.0024	0.0081	0.0000
86	208.45	0.03	33.18	0.0002	0.0000	0.0024	0.0004	0.0035	0.0000
87	209.106	0.03	33.28	0.0003	0.0011	0.0006	0.0040	0.0074	0.0013
88	209.712	0.03	33.38	0.0022	0.0000	0.0016	0.0001	0.0029	0.0000
89	210.33	0.03	33.48	0.0001	0.0001	0.0020	0.0006	0.0032	0.0001
90	210.58	0.03	33.51	0.0025	0.0004	0.0011	0.0007	0.0021	0.0003
91	211.073	0.03	33.59	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0002
92	211.735	0.03	33.70	0.0004	0.0004	0.0010	0.0001	0.0032	0.0000
93	212.046	0.03	33.75	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005
94	212.587	0.03	33.83	0.0011	0.0000	0.0030	0.0026	0.0062	0.0000
95	213.295	0.03	33.95	0.0006	0.0000	0.0014	0.0001	0.0000	0.0008
96	213.946	0.03	34.05	0.0000	0.0000	0.0008	0.0004	0.0000	0.0001
97	214.083	0.03	34.07	0.0002	0.0000	0.0002	0.0000	0.0032	0.0000
98	214.848	0.03	34.19	0.0000	0.0000	0.0037	0.0004	0.0000	0.0000
99	215.358	0.03	34.28	0.0004	0.0000	0.0007	0.0000	0.0010	0.0000
100	215.923	0.03	34.37	0.0003	0.0000	0.0013	0.0013	0.0027	0.0003
101	216.559	0.03	34.47	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000
102	217.003	0.03	34.54	0.0018	0.0000	0.0023	0.0003	0.0022	0.0004
103	217.617	0.03	34.63	0.0043	0.0000	0.0002	0.0000	0.0018	0.0007
104	218.074	0.03	34.71	0.0012	0.0000	0.0000	0.0001	0.0007	0.0002
105	218.452	0.03	34.77	0.0036	0.0000	0.0000	0.0000	0.0042	0.0012
106	219.913	0.03	35.00	0.0000	0.0000	0.0005	0.0003	0.0012	0.0000
107	222.96	0.03	35.49	0.0245	0.0004	0.0000	0.0004	0.0107	0.0011
108	233.489	0.03	37.16	0.0007	0.0000	0.0000	0.0001	0.0012	0.0016
109	235.029	0.03	37.41	0.0000	0.0008	0.0011	0.0002	0.0008	0.0003
110	236.218	0.03	37.60	0.0007	0.0153	0.0171	0.0412	0.0006	0.0093
111	237.118	0.03	37.74	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0025	0.0001
112	237.818	0.03	37.85	0.0010	0.0075	0.0023	0.0069	0.0020	0.0001
113	238.574	0.03	37.97	0.0001	0.0001	0.0031	0.0018	0.0015	0.0025
114	238.956	0.03	38.03	0.0000	0.0007	0.0013	0.0002	0.0001	0.0002
115	240.363	0.03	38.26	0.0048	0.0041	0.0004	0.0039	0.0068	0.0251
116	244.053	0.03	38.84	0.0047	0.0386	0.0045	0.0490	0.0000	0.0137
117	245.907	0.03	39.14	0.0017	0.0004	0.0024	0.0001	0.0001	0.0283
118	249.5	0.03	39.71	0.0000	0.0003	0.0015	0.0002	0.0001	0.0001
119	252.705	0.02	40.22	0.0010	0.0006	0.0001	0.0012	0.0000	0.0006
120	252.984	0.02	40.26	0.0002	0.0049	0.0095	0.0179	0.0072	0.0046
121	253.636	0.02	40.37	0.0001	0.0033	0.0103	0.0126	0.0059	0.0019
122	256.203	0.02	40.78	0.0005	0.0063	0.0070	0.0159	0.0105	0.0027
123	258.628	0.02	41.16	0.0001	0.0007	0.0002	0.0007	0.0001	0.0006
124	260.987	0.02	41.54	0.0028	0.0135	0.0362	0.0177	0.0083	0.0065
125	262.677	0.02	41.81	0.0007	0.0122	0.0002	0.0170	0.0002	0.0183
126	264.9	0.02	42.16	0.0073	0.0033	0.0007	0.0098	0.0023	0.0004
127	266.471	0.02	42.41	0.0001	0.0001	0.0289	0.0000	0.0055	0.0000
128	266.705	0.02	42.45	0.0010	0.0009	0.0044	0.0046	0.0077	0.0003

Mode	omega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	W_{x1}/W_{tot}	W_{y1}/W_{tot}	W_{z1}/W_{tot}	$N_{x1,0}/W_{tot,1}$	$N_{y1,0}/W_{tot,1}$	$N_{z1,0}/W_{tot,1}$
129	267.801	0.02	42.62	0.0001	0.0002	0.0303	0.0000	0.0007	0.0000
130	268.586	0.02	42.75	0.0002	0.0000	0.0003	0.0000	0.0298	0.0002
131	269.164	0.02	42.84	0.0004	0.0002	0.0051	0.0000	0.0060	0.0023
132	270.202	0.02	43.00	0.0023	0.0005	0.0001	0.0004	0.0162	0.0000
133	271.274	0.02	43.17	0.0000	0.0000	0.0152	0.0002	0.0021	0.0007
134	271.763	0.02	43.25	0.0015	0.0002	0.0001	0.0023	0.0028	0.0002
135	272.679	0.02	43.40	0.0001	0.0001	0.0273	0.0002	0.0121	0.0003
136	272.832	0.02	43.42	0.0000	0.0003	0.0013	0.0000	0.0007	0.0003
137	273.631	0.02	43.55	0.0000	0.0014	0.0073	0.0018	0.0003	0.0000
138	274.467	0.02	43.68	0.0001	0.0073	0.0019	0.0098	0.0014	0.0133
139	275.54	0.02	43.85	0.0000	0.0000	0.0009	0.0032	0.0000	0.0001
140	276.549	0.02	44.01	0.0000	0.0024	0.0190	0.0066	0.0004	0.0019
141	278.062	0.02	44.25	0.0000	0.0088	0.0000	0.0216	0.0004	0.0024
142	279.005	0.02	44.40	0.0000	0.0000	0.0001	0.0037	0.0075	0.0008
143	280.274	0.02	44.61	0.0000	0.0000	0.0019	0.0086	0.0006	0.0001
144	281.259	0.02	44.76	0.0000	0.0006	0.0004	0.0050	0.0025	0.0032
145	282.912	0.02	45.03	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0010	0.0013
146	283.04	0.02	45.05	0.0000	0.0012	0.0001	0.0018	0.0000	0.0001
147	283.421	0.02	45.11	0.0002	0.0093	0.0006	0.0094	0.0000	0.0002
148	284.479	0.02	45.28	0.0001	0.0007	0.0007	0.0025	0.0001	0.0002
149	284.836	0.02	45.33	0.0000	0.0008	0.0004	0.0044	0.0000	0.0000
150	285.706	0.02	45.47	0.0000	0.0001	0.0000	0.0002	0.0001	0.0001
				0.8989	0.8914	0.5141	0.5880	0.4794	0.8822

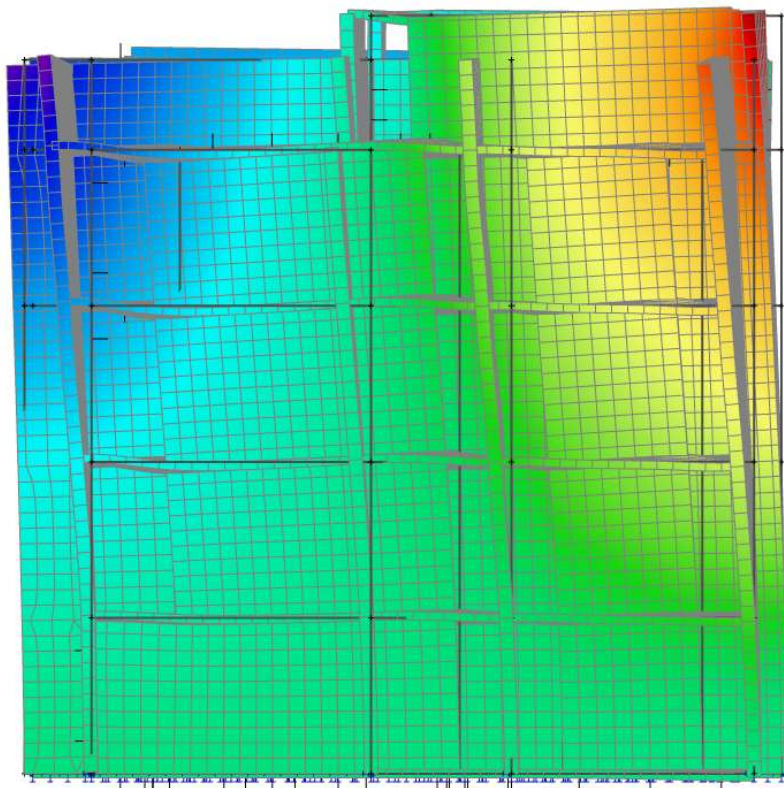
Možemo uočiti kako nije aktivirano 90 % mase u svim smjerovima. U x smjeru je aktivirano 89.89 % mase, a u y smjeru 89.14 % mase. Stoga je potrebno sve rezne sile od potresnih kombinacija uvažavati u odnosu postotka aktivirane mase tj. za x smjer za vrijednost $1/0.8989=1.11$, a za y smjer za vrijednost $1/0.8914=1.12$.

Ovdje je to napravljeno na način da je u programu uključena opcija Missing mass in modes koja automatski uvećava sve sile na gore opisani način.

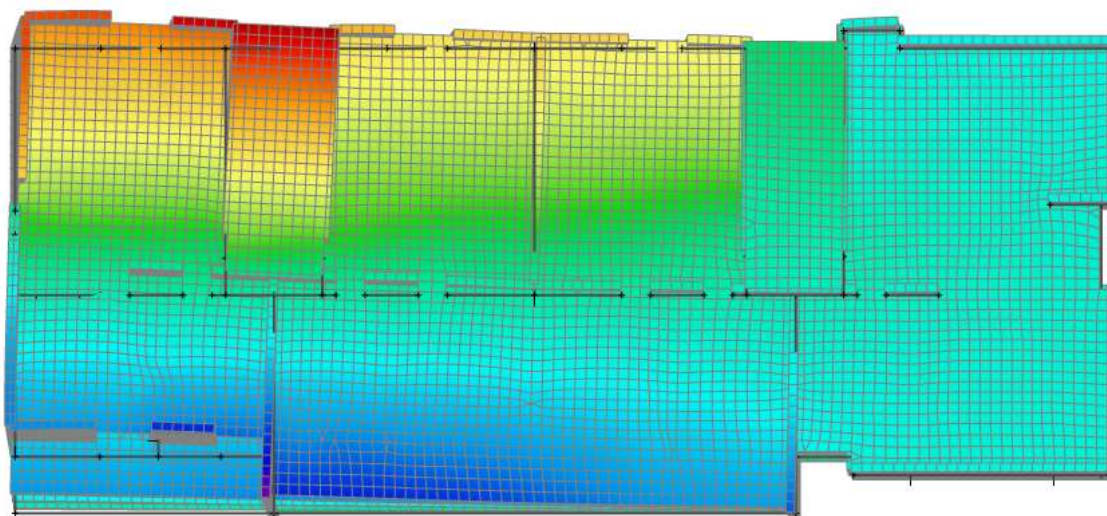
Na sljedećim grafičkim priložima prikazano je nekoliko karakterističnih vlastitih oblika (modova), nastalih uslijed djelovanja potresa.



Slika 10.1 Prvi vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju



Slika 10.2 Drugi vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju



Slika 10.3 Treći vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju

11. PRORAČUN HORIZONTALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE

Proračun AB ploča proveden je prema EC-2 (Eurokod 2 : Projektiranje betonskih konstrukcija). Za dimenzioniranje ploče upotrijebljene su mjerodavne kombinacije (zasebno za vrijednosti u polju i na ležaju) za granično stanje nosivosti dok su za kontrolu pukotina i progiba korištene kombinacije graničnog stanja uporabljivosti.

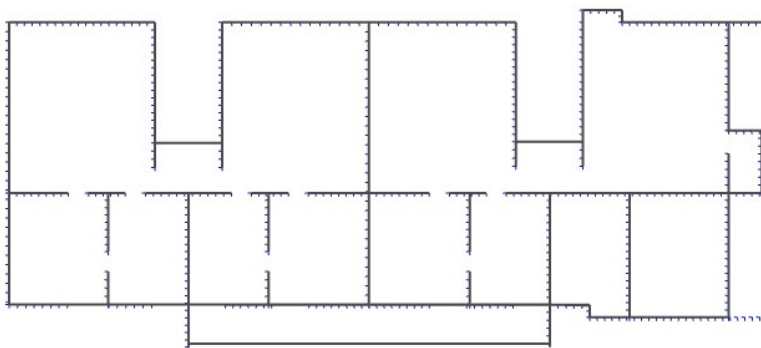
U sljedećoj tablici prikazani su ultimativni momenti nosivosti za odabranu mrežastu armaturu za dimenzioniranje ploča Lijeve zgrade:

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

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

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

11.1. Proračun ploče pozicije 000 (ploča podrum-prizemlje)



Slika 11.1 Prikaz ploče pozicije 300

11.1.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje - Granično stanje nosivosti

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

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

$$b_{pl} = 100 \text{ cm}, \quad h_{pl} = 15 \text{ cm}$$

$$c_{nom} = 2 \text{ cm (XC1 klasa)}$$

$$d_1 = 3 \text{ cm} \quad d = 12 \text{ cm}$$

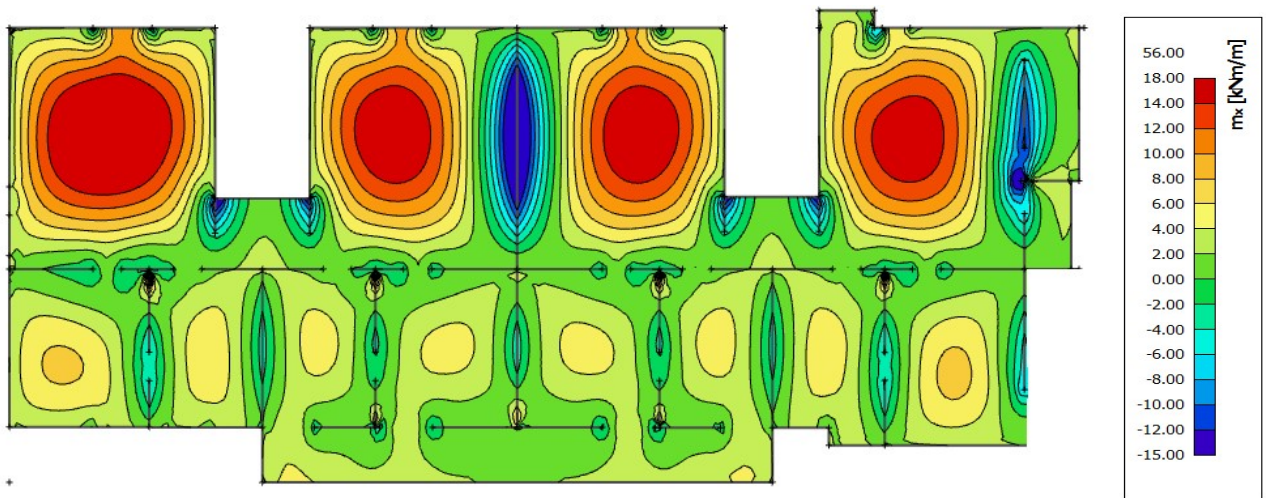
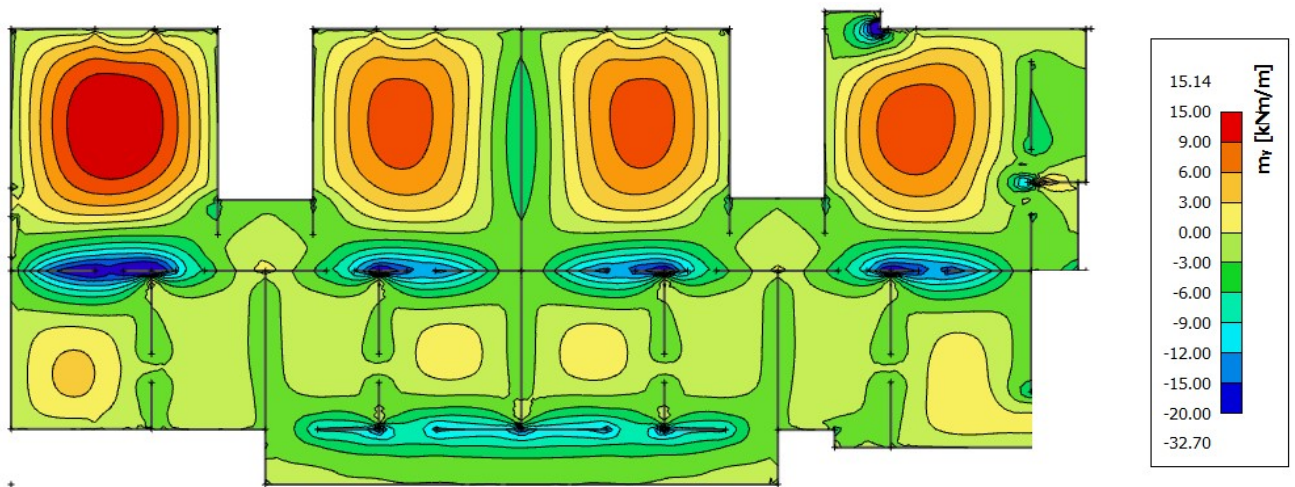
$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 12^2 \cdot 2 = 45.79 \text{ kNm}$$

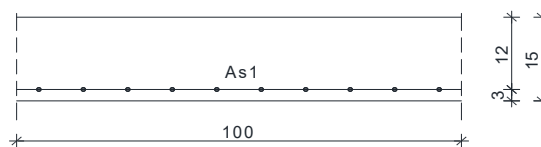
$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 12 \cdot 43.48$$

$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = 0.1 \cdot 100 \cdot \frac{15}{100} = 1.5 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = 2.0 \cdot 100 \cdot \frac{15}{100} = 30.0 \text{ cm}^2$$

Proračun u polju

Slika 11.2 Prikaz momenata savijanja m_x Slika 11.3 Prikaz momenata savijanja m_y



$$M_{Ed} = 18.00 \text{ kNm/m'}$$

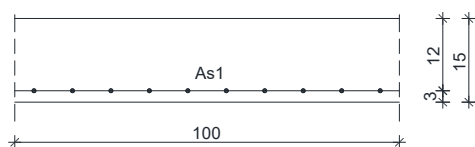
$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1800}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.063$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1800}{0.950 \cdot 12 \cdot 43.48} = 3.63 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q-335** + preklop 40 cm ($A_s = 3.97 \text{ cm}^2$)

Zbog uštede na armaturi, odnosno nepotrebno armiranje istom armaturom po cijeloj ploči računamo i dijelove na kojima je potrebno manje armature.



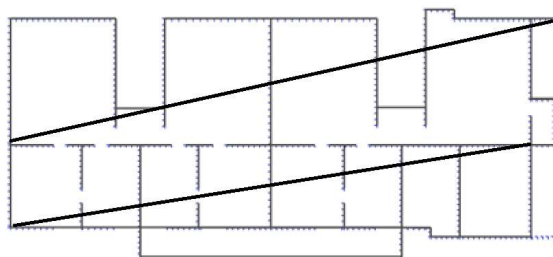
$$M_{Ed} = 10.00 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1000}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.035$$

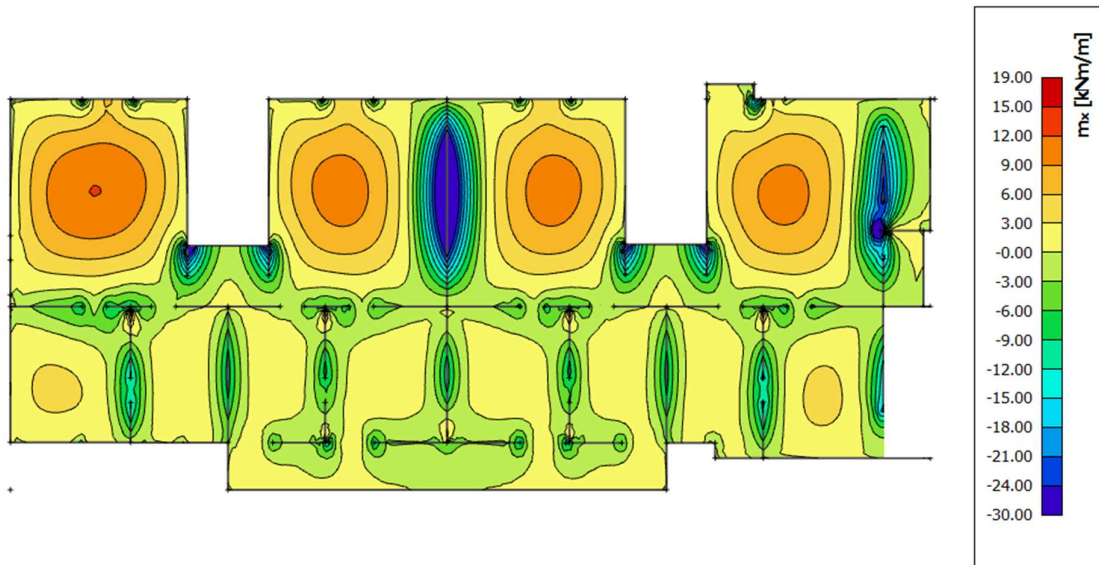
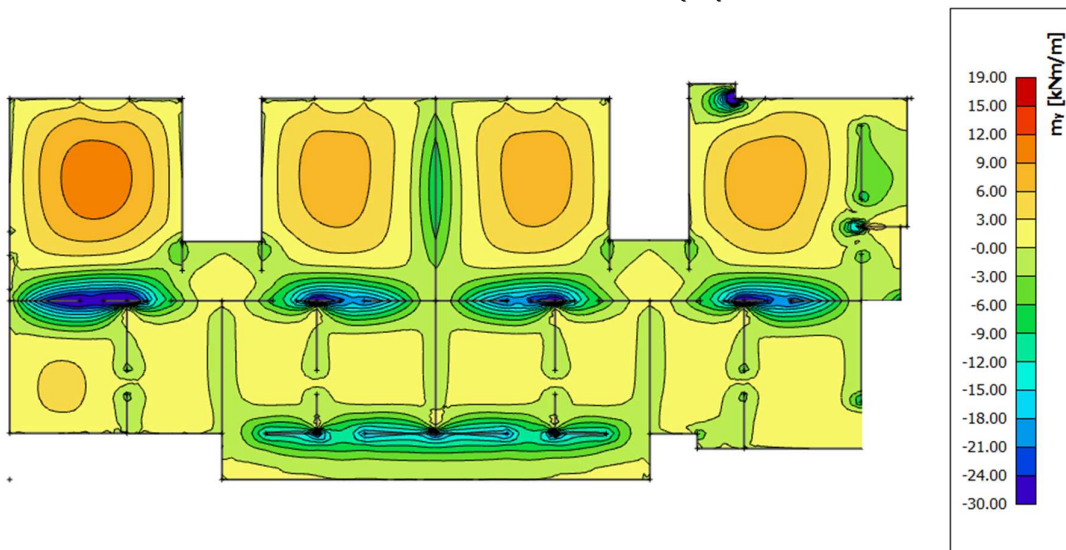
$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1.1 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.965 \quad \xi = 0.099$$

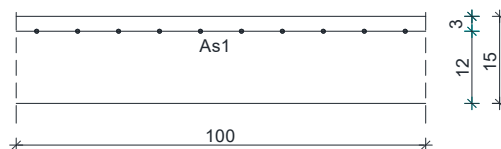
$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1000}{0.965 \cdot 12 \cdot 43.48} = 1.98 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q-257** + preklop 40 cm ($A_s = 3.05 \text{ cm}^2$)



Proračun na ležaju

Slika 11.4 Prikaz momenata savijanja m_x Slika 11.5 Prikaz momenata savijanja m_y



$$M_{Ed} = 30.0 \text{ kNm/m'}$$

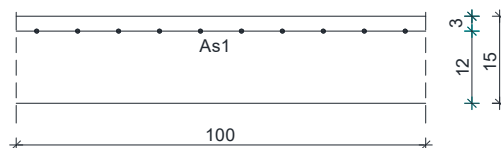
$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3000}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.104$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1.3 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.928 \quad \xi = 0.187$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3000}{0.928 \cdot 12 \cdot 43.48} = 6.20 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **R - 524** + preklap 40 cm ($A_s = 6.21 \text{ cm}^2$)

Zbog uštede na armaturi, odnosno nepotrebno armiranje istom armaturom na svim ležajevima računamo i dijelove na kojima je potrebno manje armature.



$$M_{Ed} = 15.00 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1500}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.052$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1.4 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.956 \quad \xi = 0.123$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1500}{0.956 \cdot 12 \cdot 43.48} = 3.00 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **R - 257** + preklap 40 cm ($A_s = 3.05 \text{ cm}^2$)

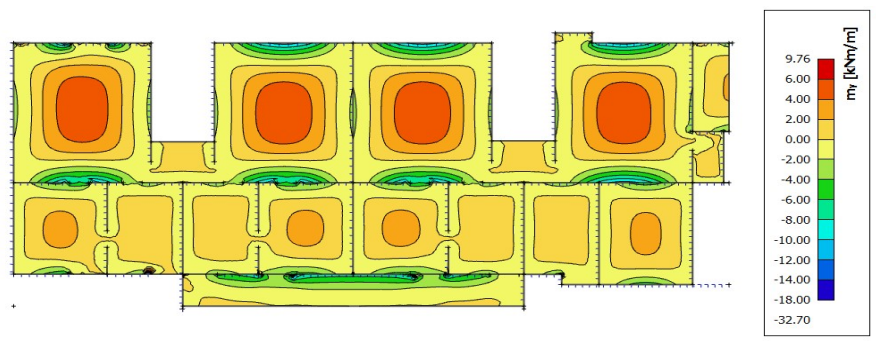
11.1.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče

Pukotine

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

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

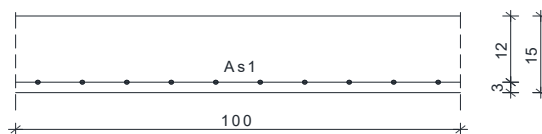
Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2) : $w_k = s_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_g$



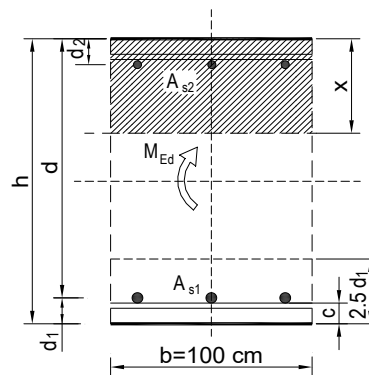
Slika 11.6 Maksimalni momenti savijanja - GSU

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju : $M_{Ed} = 9.76 \text{ kNm}$

Armatura ploče donja zona: Q - 335 + preklop 40 cm ($A_s = 3.97 \text{ cm}^2$)

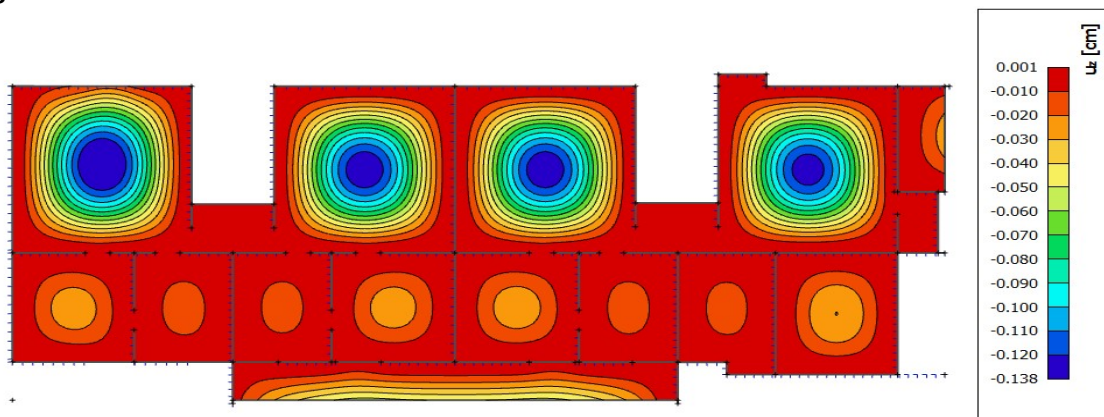


$b =$	100.0 cm	$d =$	12.0 cm	$h =$	15.0 cm
$f_{ck} =$	30.0 MN/m ²	$f_{ctm} =$	2.90 MN/m ²	$w_g =$	0.30 mm
$A_{s1} =$	3.97 cm ²	$A_{s2} =$	0.00 cm ²	$d_1 = d_2 =$	3.0 cm
$E_s =$	200.00 GN/m ²	$E_{cm} =$	32.80 GN/m ²	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6.10
$M_{Ed} =$	9.76 kNm	$k_t =$	0.40		
$s_s =$	218.08 MN/m ²				
$x =$	2.18 cm	$r_{p,\text{eff}} =$	0.0053		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	-0.000039	$< 0.6 \cdot s_s/E_s =$	0.000654		
$\varnothing =$	8.0 mm	$c =$	3.00 cm		
$k_1 =$	0.8	$k_2 =$	0.50		
$k_3 =$	3.4	$k_4 =$	0.43		
$s_{r,\max} =$	358.93 mm				
$w_k = s_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0.235 mm	$< w_g$			



Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.235 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da odabrana armatura zadovoljava.

Progibi



Slika 11.7. Prikaz progiba - GSU

Granična vrijednost progiba ploče u polju: $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{699}{250} = 2.80 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela): $f_k = 0.14 \text{ cm}$

Ukupni progib: $f_d = \Phi_0 \cdot K_r \cdot f_k$

$$A_c = b \times h = 100 \times 15 = 1500 \text{ cm}^2$$

$$u_c = 2 \times (b + h) = 2 \times (100 + 15) = 230 \text{ cm}$$

$$h_0 = 2 \cdot A_c / u = 2 \cdot 1500 / 230 = 13.04 \text{ cm} = 130.4 \text{ mm} \quad \text{srednji polumjer konstrukcijskog elementa}$$

RH=80% → vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{130.4}} = 1.39 \quad \text{koef. utjecaja relativne vlažnosti RH}$$

$$f_{cm} = f_{ck} + \Delta f = 30 + 8 = 38 \text{ MPa} \quad \text{srednja tlačna čvrstoća betona klase C 30/37}$$

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{38}} = 2.725 \quad \text{koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje}$$

koeficijenti utjecaja vlažnosti zraka i srednjeg polumjera ≤ 1500

$$\beta_H = 1.5 \times \left[1 + (0.012 \times RH)^{18} \right] \times h_0 + 250 = 1.5 \times \left[1 + (0.012 \times 80)^{18} \right] \times 130.4 + 250 = 539.41$$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0.1 + t_0^{0.20}} \quad \text{koeficijenti starosti betona u trenutku opterećivanja}$$

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0,488 \quad \text{koeficijenti starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana}$$

Utjecaj vrste cementa: za normalne ili brzovezujuće cemente $\alpha=0 \rightarrow$ nema utjecaja

Utjecaj temperature: za $T=20^\circ\text{C}$ nema utjecaja

$\Phi_0(28) = \Phi_{RH} \times \beta(f_{cm}) \times \beta(t_0)$ osnovna veličina koef. puzanja (opt. nakon 28 dana)

$$\Phi_0(28) = 1.39 \times 2.725 \times 0.488 = 1.85$$

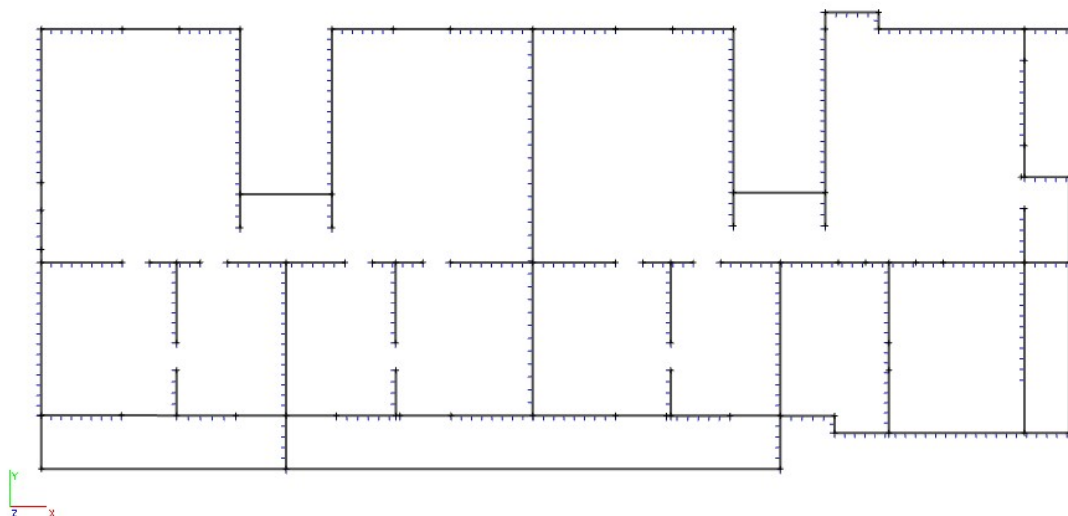
$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{3.97} = 0.85$$

$$f_d = 1.85 \cdot 0.85 \cdot 0.13 = 0.204 \text{ cm}$$

$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.14 + 0.204 = 0.344 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2.80 \text{ cm}$$

Odabrane dimenzije ploče i armatura zadovoljavaju u pogledu progiba.

11.2. Proračun ploča pozicija 100 (ploča prizemlje – 1.kat)



Slika 11.8. Prikaz modela i rubnih uvjeta

11.2.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje - Granično stanje nosivosti

Beton: C 30/37

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

Armatura: B 500B

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

$$b_{pl} = 100 \text{ cm}, \quad h_{pl} = 15 \text{ cm}$$

$$c_{nom} = 2 \text{ cm (XC1 klasa)}$$

$$d_1 = 3 \text{ cm} \quad d = 12 \text{ cm}$$

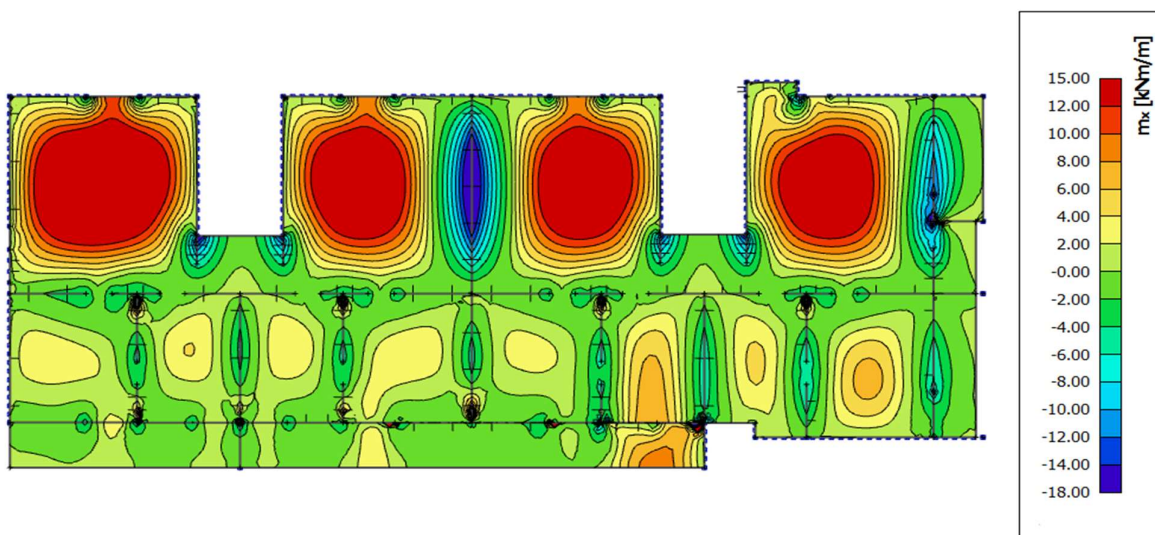
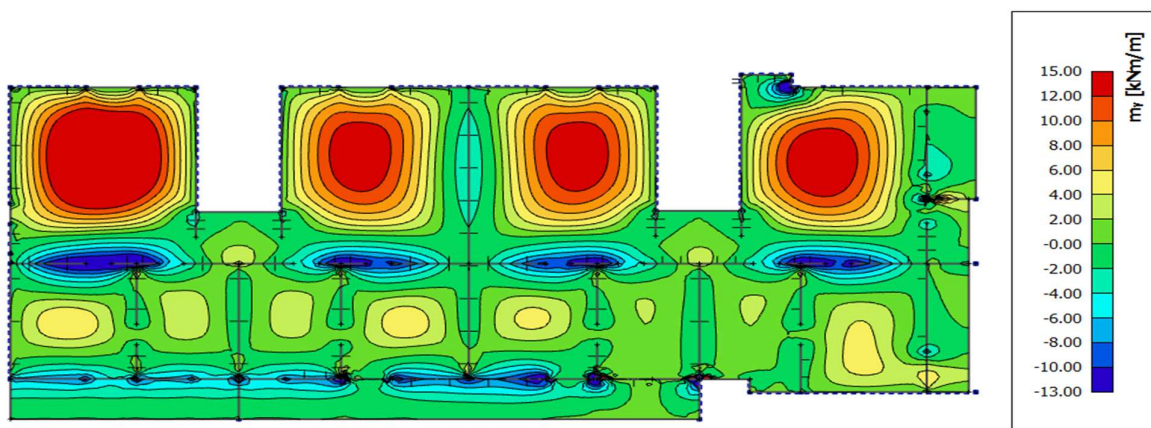
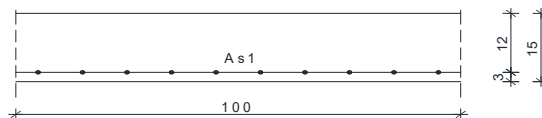
$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 12^2 \cdot 2 = 45.79 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 12 \cdot 43.48$$

$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = 0.1 \cdot 100 \cdot \frac{15}{100} = 1.5 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = 2.0 \cdot 100 \cdot \frac{15}{100} = 30.0 \text{ cm}^2$$

Proračun u polju

Slika 11.9 Prikaz momenata savijanja – m_x Slika 11.10 Prikaz momenata savijanja - m_y 

$$M_{Ed} = 15.00 \text{ kNm/m'}$$

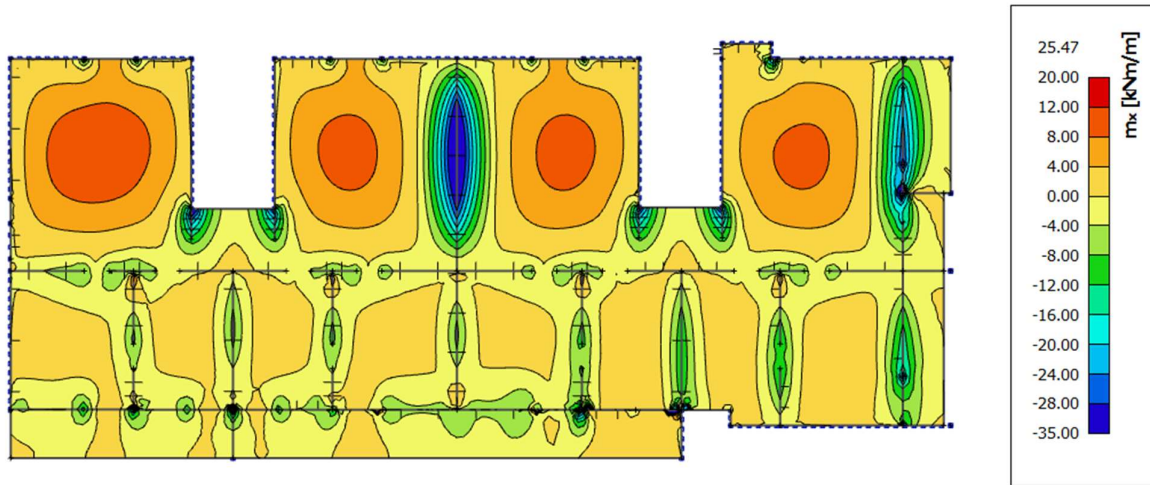
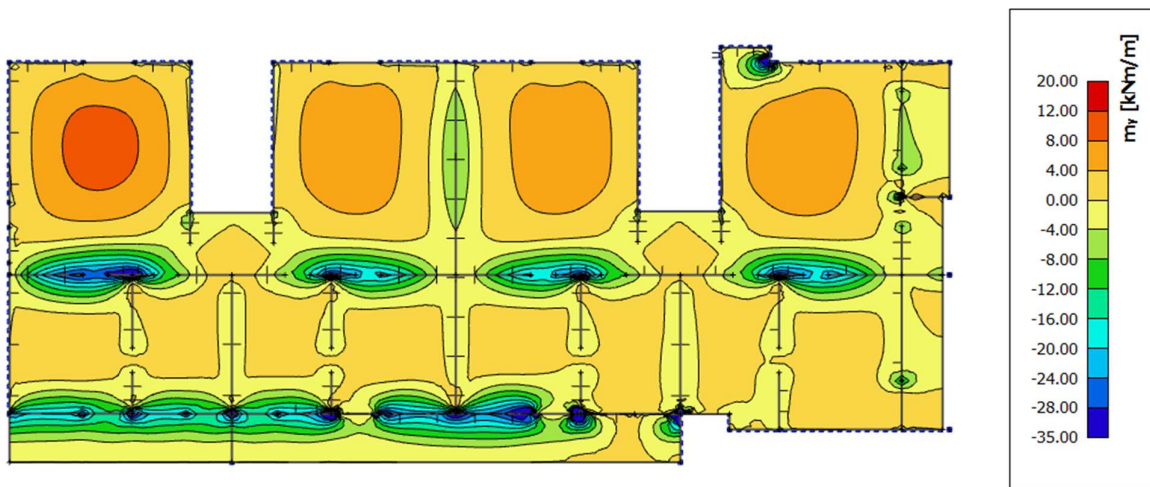
$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1500}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.052$$

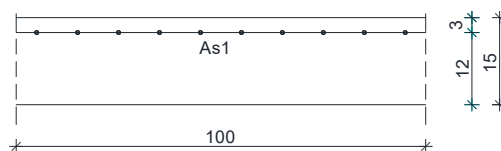
$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1.4 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.956 \quad \xi = 0.123$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1500}{0.956 \cdot 12 \cdot 43.48} = 3.01 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q-283** + preklop 40 cm ($A_s = 3.36 \text{ cm}^2$)

Proračun na ležaju

Slika 11.11 Prikaz momenata savijanja – m_x Slika 11.12 Prikaz momenata savijanja – m_y



$$M_{Ed,min} = 35.00 \text{ kNm/m'}$$

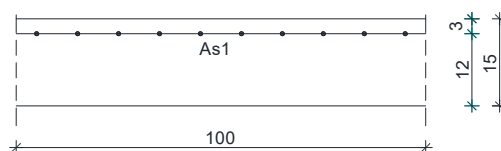
$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3500}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.12$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 2,7 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.916 \quad \xi = 0.213$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3500}{0.916 \cdot 12 \cdot 43.48} = 7.32 \text{ cm}^2$$

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

Zbog uštede na armaturi, odnosno nepotrebno armiranje istom armaturom na svim ležajevima računamo i dijelove na kojima je potrebno manje armature.



$$M_{Ed} = 15.00 \text{ kNm/m'}$$

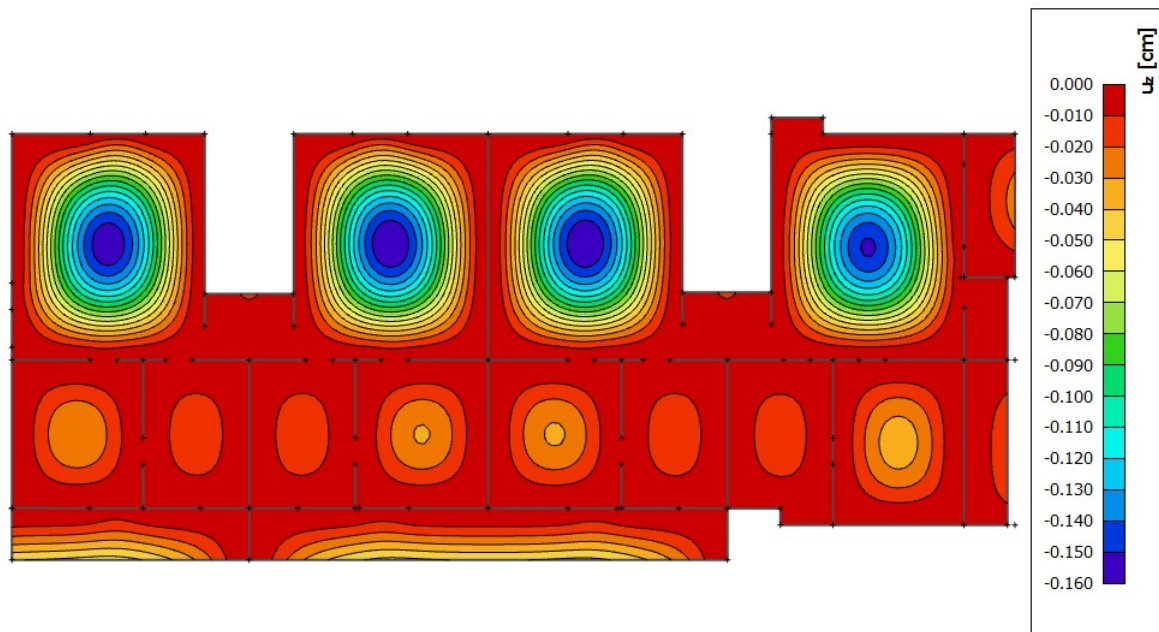
$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1500}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.052$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1,4 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.956 \quad \xi = 0.123$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1500}{0.956 \cdot 12 \cdot 43.48} = 3.00 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **R - 257** + preklop 40 cm ($A_s = 3.05 \text{ cm}^2$)

Progibi



Slika 11.14. Prikaz progiba - GSU

Grafična vrijednost progiba ploče u polju: $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{699}{250} = 2.80 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela): $f_k = 0.16 \text{ cm}$

Ukupni progib: $f_d = \Phi_0 \cdot K_r \cdot f_k$

$A_c = b \times h = 100 \times 15 = 1500 \text{ cm}^2$

$u_c = 2 \times (b + h) = 2 \times (100 + 15) = 230 \text{ cm}$

$h_0 = 2 \cdot A_c / u = 2 \cdot 1500 / 230 = 13.04 \text{ cm} = 130.4 \text{ mm}$ srednji polumjer konstrukcijskog elementa

RH=80% → vlažnost zraka

$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{130.4}} = 1.39$ koef. utjecaja relativne vlažnosti RH

$f_{cm} = f_{ck} + \Delta f = 30 + 8 = 38 \text{ MPa}$ srednja tlačna čvrstoća betona klase C 30/37

$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{38}} = 2.725$ koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje

koeficijenti utjecaja vlažnosti zraka i srednjeg polumjera ≤ 1500

$\beta_H = 1.5 \times \left[1 + (0.012 \times RH)^{18} \right] \times h_0 + 250 = 1.5 \times \left[1 + (0.012 \times 80)^{18} \right] \times 130.4 + 250 = 539.41$

$\beta(t_0) = \frac{1}{0.1 + t_0^{0.20}}$ koeficijenti starosti betona u trenutku opterećivanja

$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0,488$ koeficijenti starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana
 Utjecaj vrste cementa: za normalne ili brzovezujuće cemente $\alpha=0 \rightarrow$ nema utjecaja

Utjecaj temperature: za $T=20^\circ\text{C}$ nema utjecaja

$\Phi_0(28) = \Phi_{RH} \times \beta(f_{cm}) \times \beta(t_0)$ osnovna veličina koef. pužanja (opt. nakon 28 dana)
 $\Phi_0(28) = 1.39 \times 2.725 \times 0.488 = 1.85$

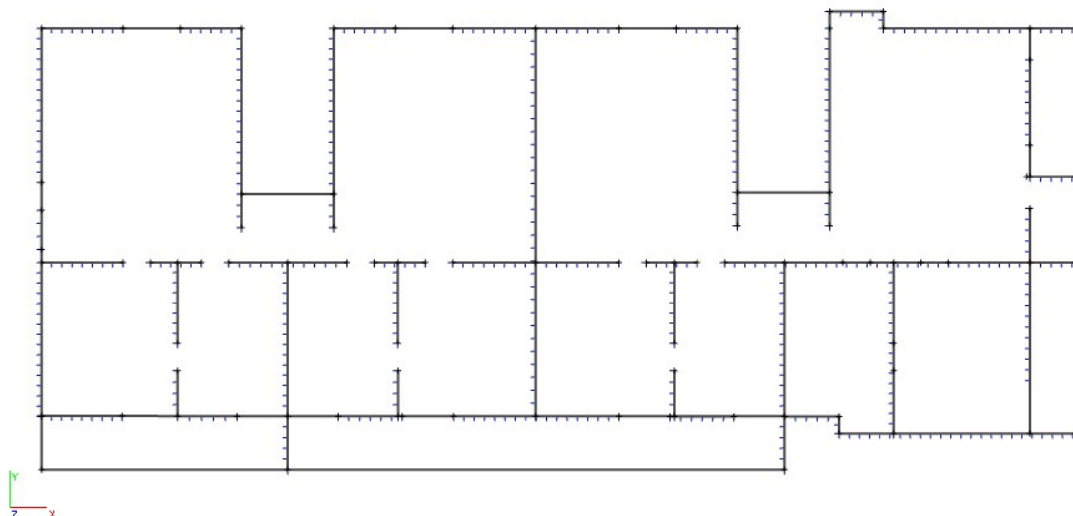
$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{3.97} = 0.85$$

$$f_d = 1.85 \cdot 0.85 \cdot 0.16 = 0.252 \text{ cm}$$

$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.16 + 0.252 = 0.412 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2.80 \text{ cm}$$

Odabrane dimenzije ploče i armatura zadovoljavaju u pogledu progiba.

11.3. Proračun ploče pozicije 200 (ploča 1.kat-2.kat)



Slika 11.15. Prikaz modela i rubnih uvjeta

11.3.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje - Granično stanje nosivosti

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

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

$$b_{pl} = 100 \text{ cm}, \quad h_{pl} = 15 \text{ cm}$$

$$c_{nom} = 2 \text{ cm (XC1 klasa)}$$

$$d_1 = 3 \text{ cm} \quad d = 12 \text{ cm}$$

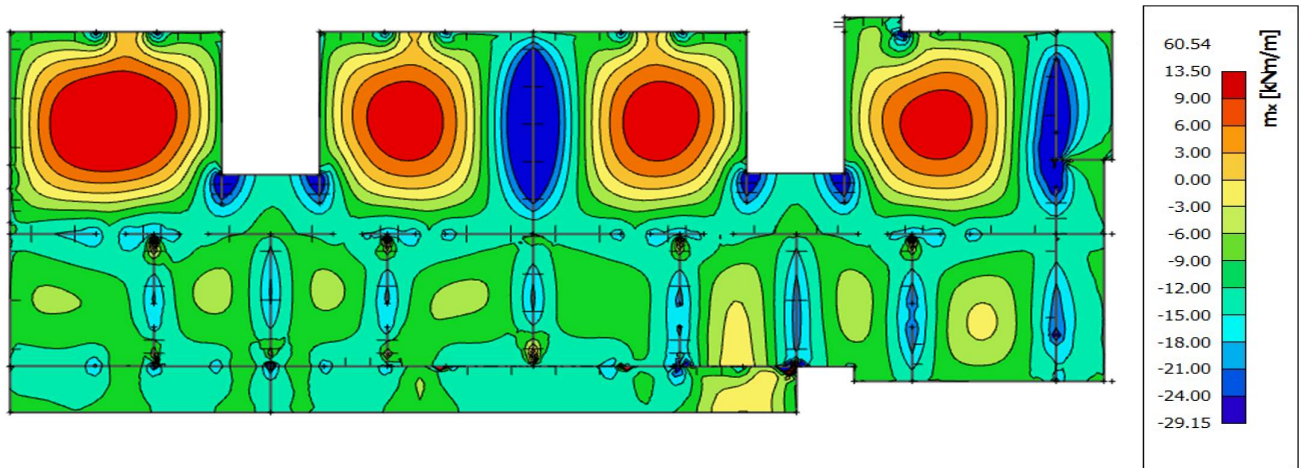
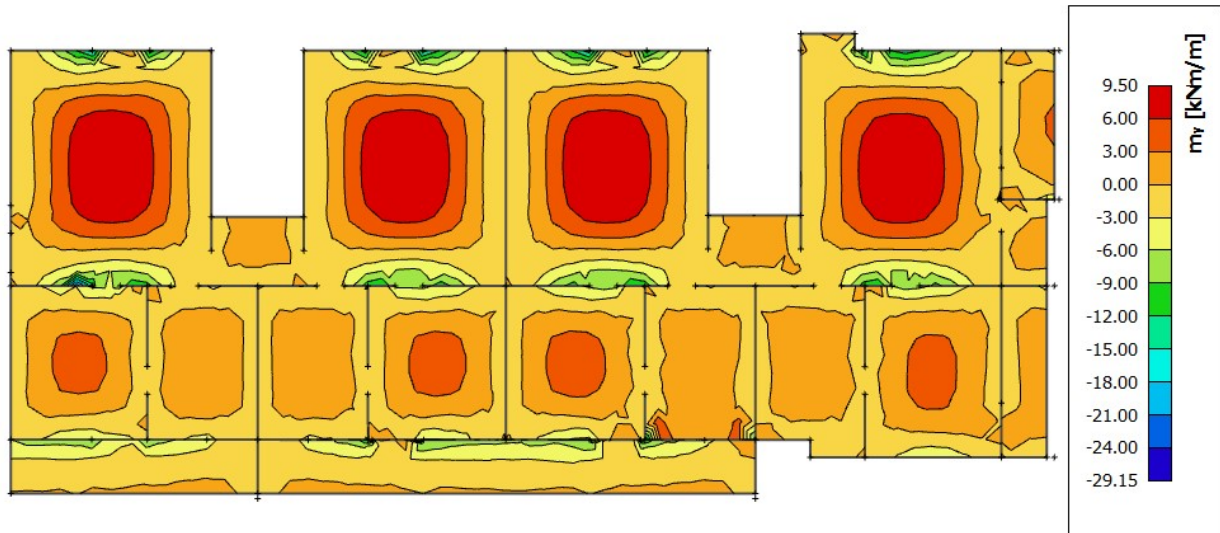
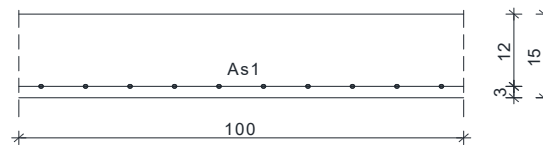
$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 12^2 \cdot 2 = 45.79 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 12 \cdot 43.48$$

$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = 0.1 \cdot 100 \cdot \frac{15}{100} = 1.5 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = 2.0 \cdot 100 \cdot \frac{15}{100} = 30.0 \text{ cm}^2$$

Proračun u polju

Slika 11.16 Prikaz momenata savijanja m_x Slika 11.17 Prikaz momenata savijanja m_y 

$$M_{Ed} = 13.50 \text{ kNm/m'}$$

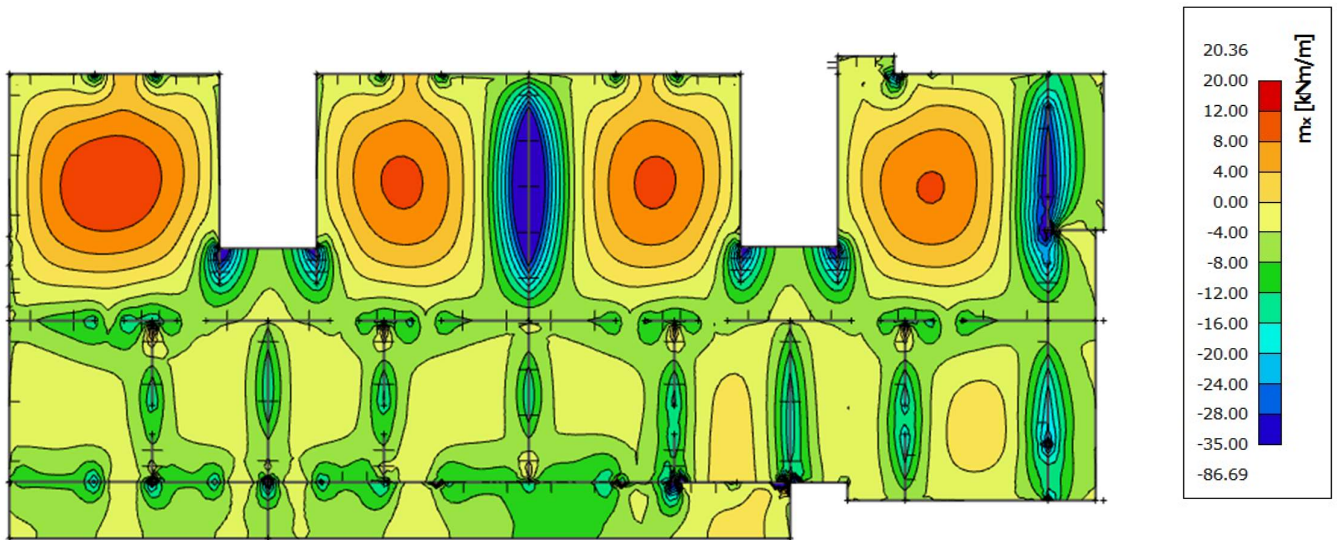
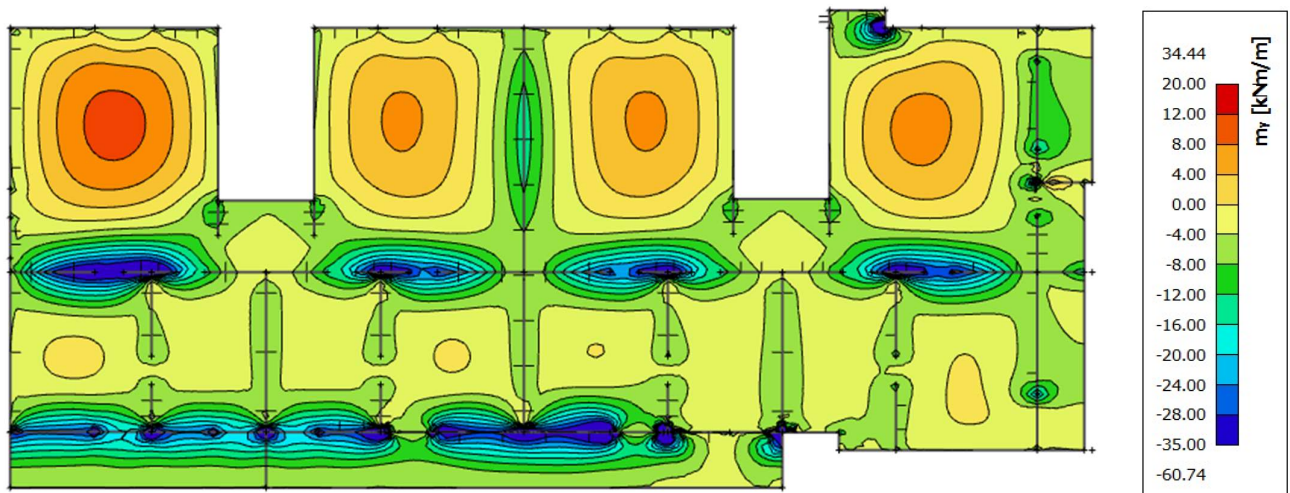
$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1350}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.047$$

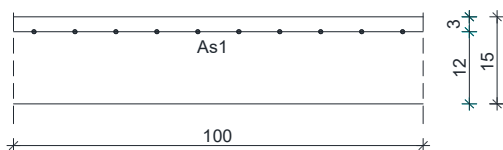
$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1.3 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.959 \quad \xi = 0.115$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1350}{0.959 \cdot 12 \cdot 43.48} = 2.69 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q-257** + preklop 40 cm ($A_s = 3.05 \text{ cm}^2$)

Proračun na ležaju

Slika 11.18 Prikaz momenata savijanja – m_x Slika 11.19 Prikaz momenata savijanja – m_y



$$M_{Ed} = 35.00 \text{ kNm/m'}$$

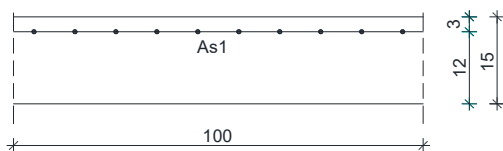
$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3500}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.122$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 2,7 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.916 \quad \xi = 0.213$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3500}{0.916 \cdot 12 \cdot 43.48} = 7.33 \text{ cm}^2$$

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

Zbog uštede na armaturi, odnosno nepotrebno armiranje istom armaturom na svim ležajevima računamo i dijelove na kojima je potrebno manje armature.



$$M_{Ed} = 13.00 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1300}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.045$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1,3 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.959 \quad \xi = 0.115$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1300}{0.959 \cdot 12 \cdot 43.48} = 2.59 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **R - 257** + preklop 40 cm ($A_s = 3.05 \text{ cm}^2$)

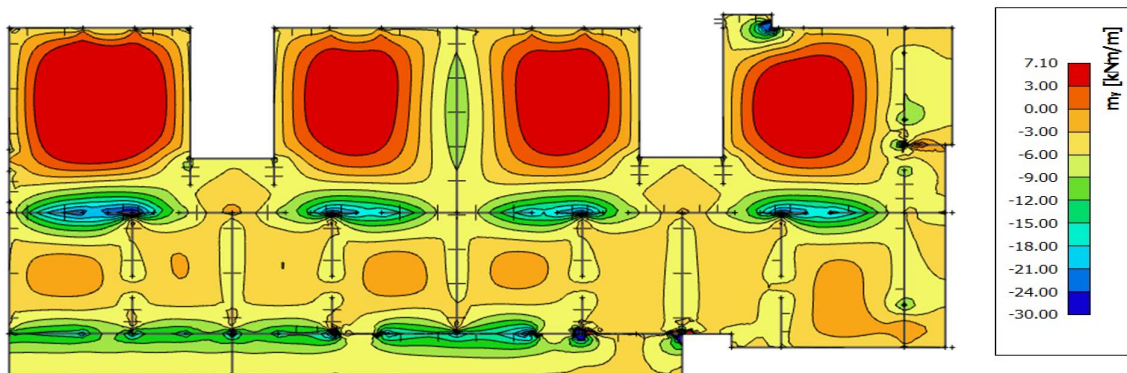
11.3.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče

Pukotine

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

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

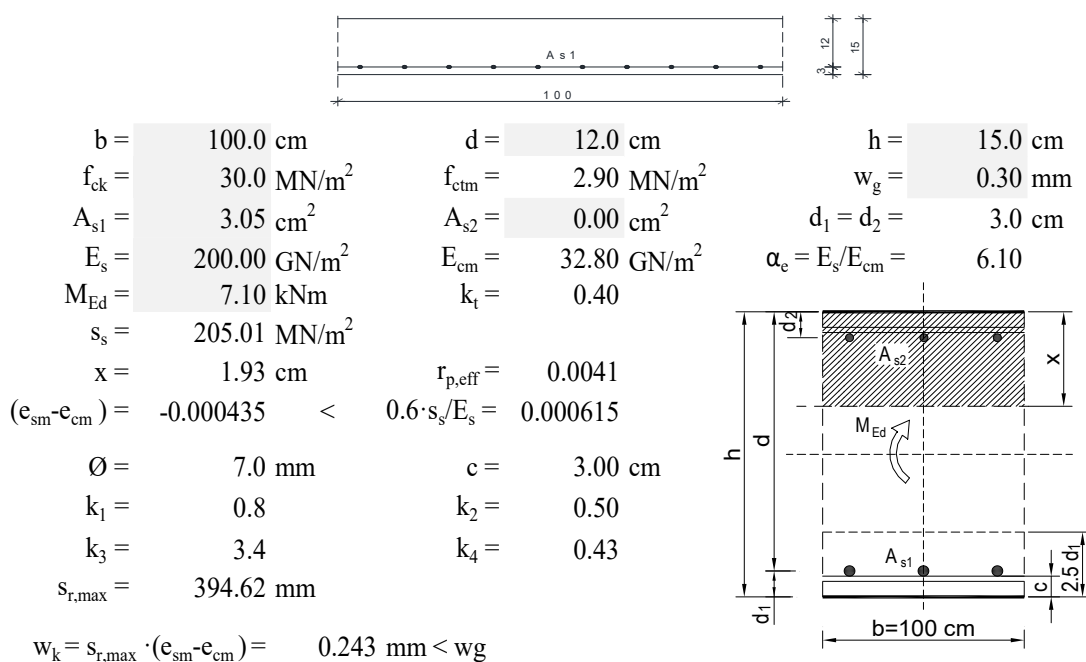
Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2) : $w_k = s_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_g$



Slika 11.20 Maksimalni momenti savijanja - GSU

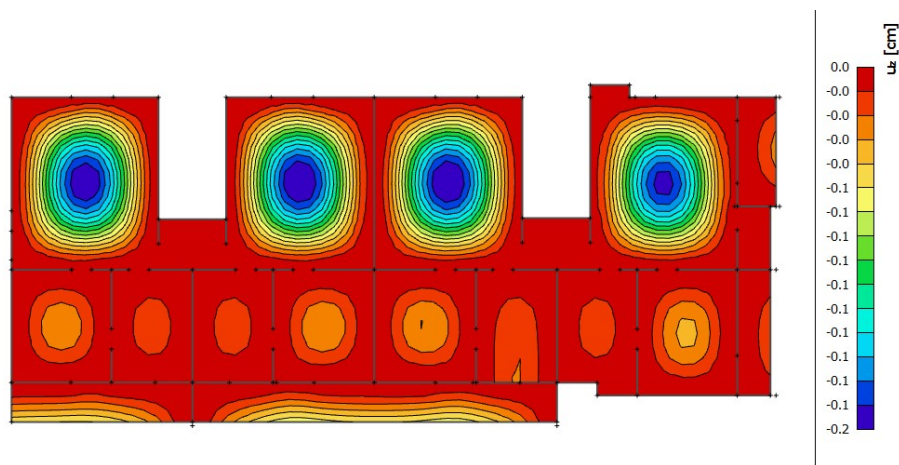
Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju : $M_{Ed} = 7.10 \text{ kNm}$

Armatura ploče donja zona: Q - 257 + preklap 40 cm ($A_s = 3.05 \text{ cm}^2$)



Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.243 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da odabrana armatura zadovoljava.

Progibi



Slika 11.21. Prikaz progiba - GSU

Granična vrijednost progiba ploče u polju: $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{699}{250} = 2.80 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela): $f_k = 0.20 \text{ cm}$

Ukupni progib: $f_d = \Phi_0 \cdot K_r \cdot f_k$

$A_c = b \times h = 100 \times 15 = 1500 \text{ cm}^2$

$u_c = 2 \times (b + h) = 2 \times (100 + 15) = 230 \text{ cm}$

$h_0 = 2 \cdot A_c / u = 2 \cdot 1500 / 230 = 13.04 \text{ cm} = 130.4 \text{ mm}$ srednji polumjer konstrukcijskog elementa

RH=80% → vlažnost zraka

$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{130.4}} = 1.39$ koef. utjecaja relativne vlažnosti RH

$f_{cm} = f_{ck} + \Delta f = 30 + 8 = 38 \text{ MPa}$ srednja tlačna čvrstoća betona klase C 30/37

$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{38}} = 2.725$ koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje

koeficijenti utjecaja vlažnosti zraka i srednjeg polumjera ≤ 1500

$\beta_H = 1.5 \times \left[1 + (0.012 \times RH)^{18} \right] \times h_0 + 250 = 1.5 \times \left[1 + (0.012 \times 80)^{18} \right] \times 130.4 + 250 = 539.41$

$\beta(t_0) = \frac{1}{0.1 + t_0^{0.20}}$ koeficijenti starosti betona u trenutku opterećivanja

$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0,488$ koeficijenti starosti betona za opterećivanje nakon 28

dana Utjecaj vrste cementa: za normalne ili brzovezujuće cemente $\alpha=0$ → nema utjecaja

Utjecaj temperature: za $T=20^{\circ}\text{C}$ nema utjecaja

$\Phi_0(28) = \Phi_{RH} \times \beta(f_{cm}) \times \beta(t_0)$ osnovna veličina koef. puzanja (opt. nakon 28 dana)

$$\Phi_0(28) = 1.39 \times 2.725 \times 0.488 = 1.85$$

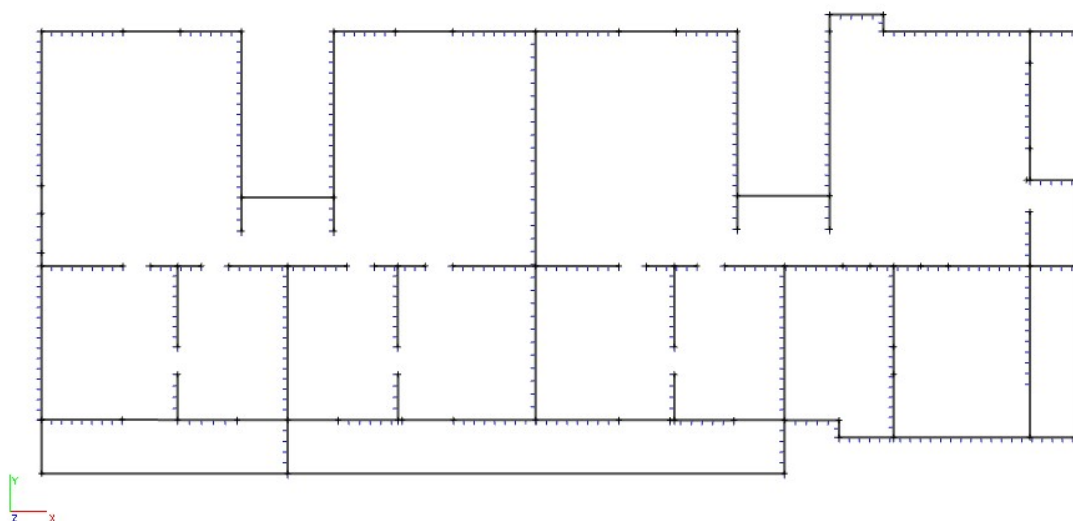
$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{3.97} = 0.85$$

$$f_d = 1.85 \cdot 0.85 \cdot 0.20 = 0.31 \text{ cm}$$

$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.20 + 0.31 = 0.410 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2.80 \text{ cm}$$

Odabrane dimenzije ploče i armatura zadovoljavaju u pogledu progiba.

11.4. Proračun ploče pozicije 300 (ploča 2.kat-3.kat)



Slika 11.22. Prikaz modela i rubnih uvjeta

11.4.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje - Granično stanje nosivosti

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

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

$$b_{pl} = 100 \text{ cm}, \quad h_{pl} = 15 \text{ cm}$$

$$c_{nom} = 2 \text{ cm (XC1 klasa)}$$

$$d_1 = 3 \text{ cm} \quad d = 12 \text{ cm}$$

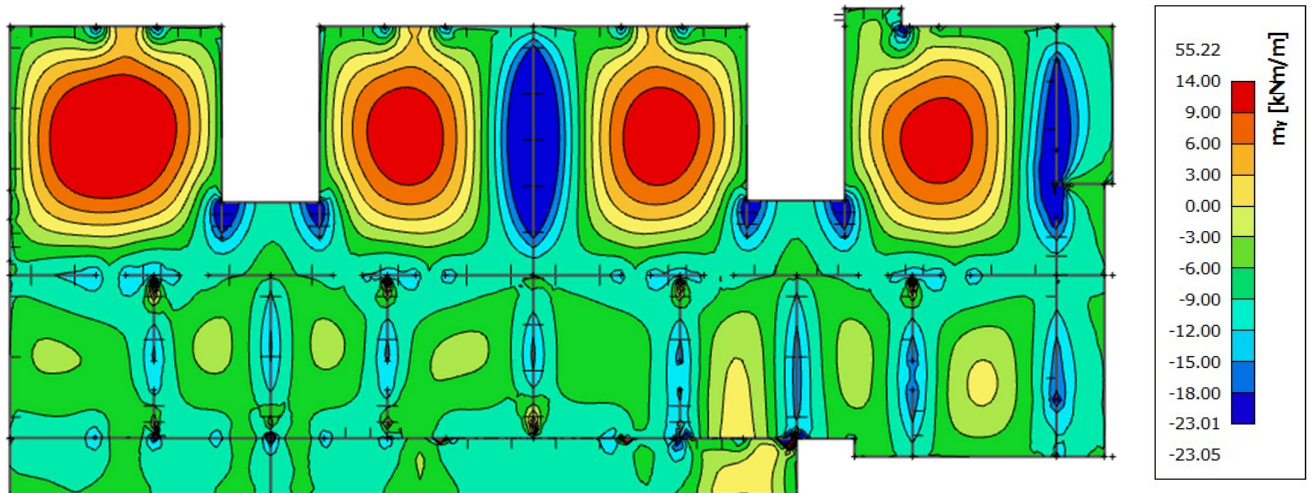
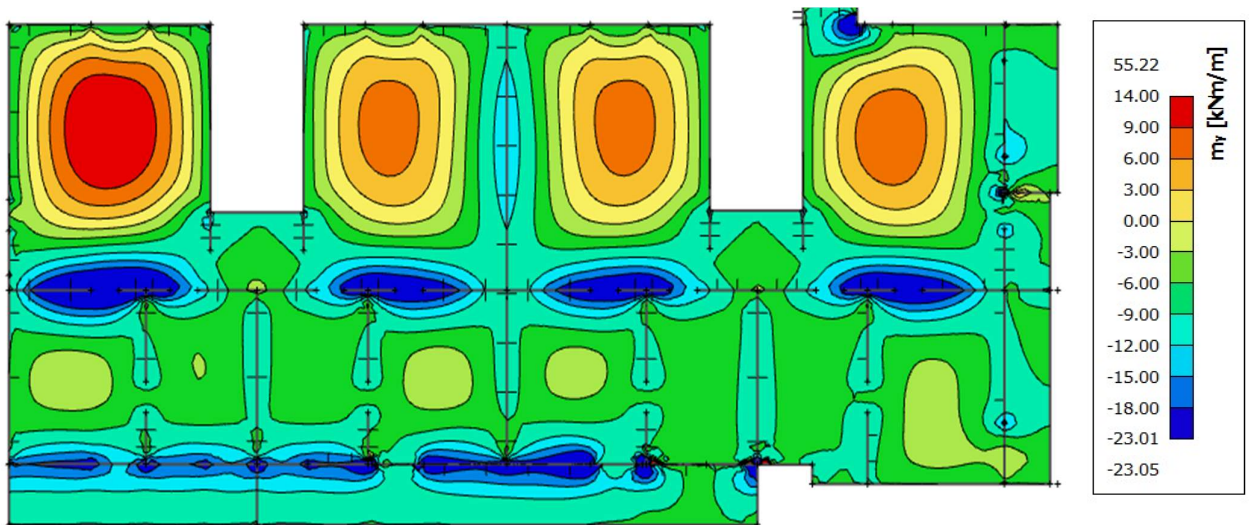
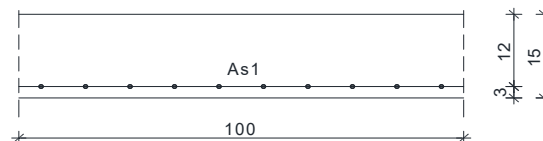
$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 12^2 \cdot 2 = 45.79 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 12 \cdot 43.48$$

$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = 0.1 \cdot 100 \cdot \frac{15}{100} = 1.5 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = 2.0 \cdot 100 \cdot \frac{15}{100} = 30.0 \text{ cm}^2$$

Proračun u polju

Slika 11.23 Prikaz momenata savijanja m_x Slika 11.24 Prikaz momenata savijanja m_y 

$$M_{Ed} = 14.00 \text{ kNm/m'}$$

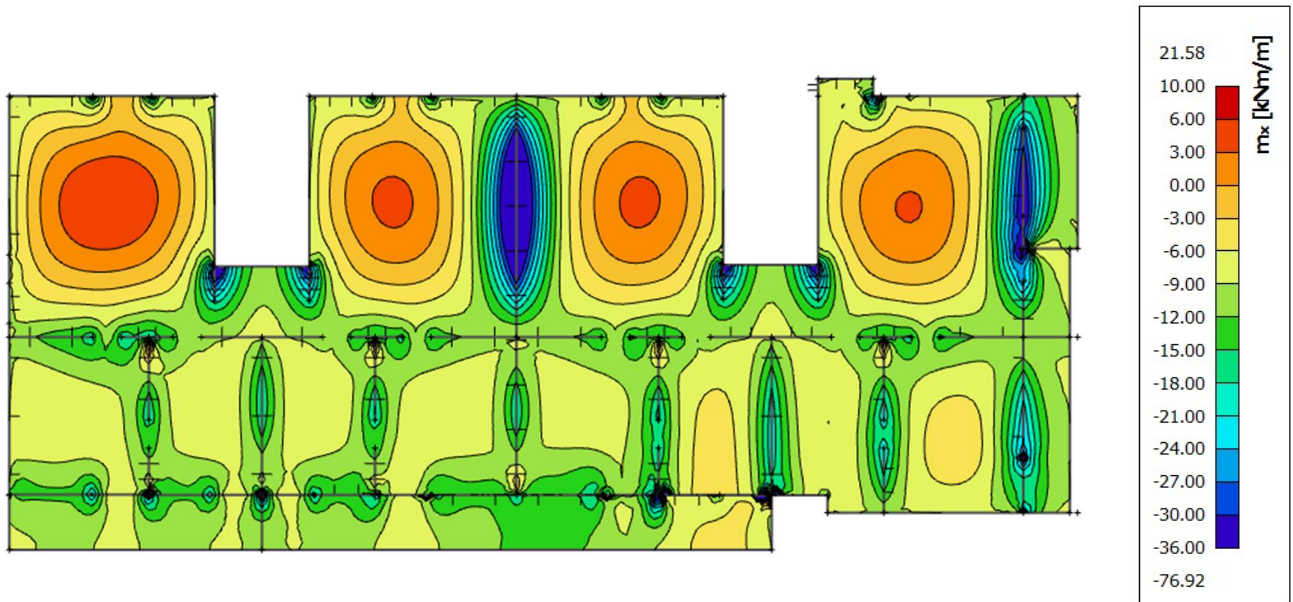
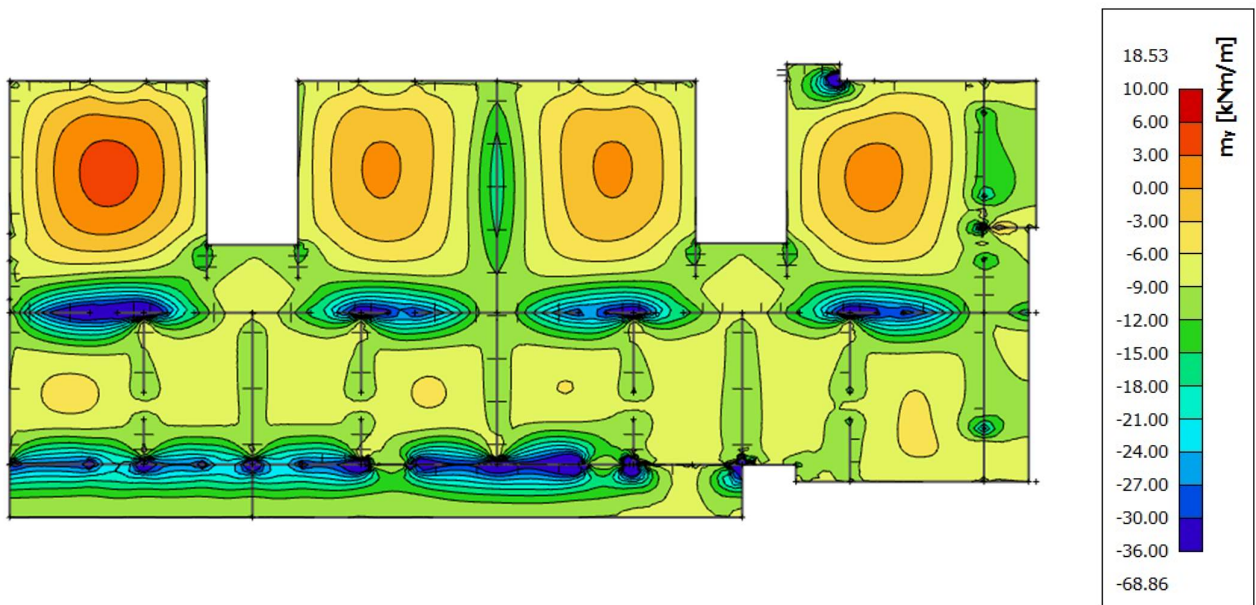
$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1400}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.049$$

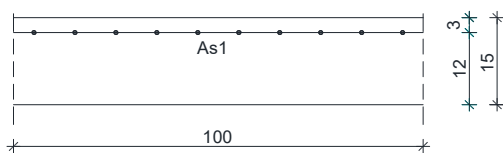
$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1.4 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.956 \quad \xi = 0.123$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1400}{0.956 \cdot 12 \cdot 43.48} = 2.81 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q-257** + preklop 40 cm ($A_s = 3.05 \text{ cm}^2$)

Proračun na ležaju

Slika 11.25 Prikaz momenata savijanja – m_x Slika 11.26 Prikaz momenata savijanja – m_y



$$M_{Ed} = 35.00 \text{ kNm/m'}$$

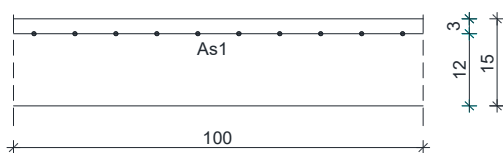
$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3500}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.132$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 2,9 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.910 \quad \xi = 0.225$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3500}{0.910 \cdot 12 \cdot 43.48} = 7.37 \text{ cm}^2$$

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

Zbog uštede na armaturi, odnosno nepotrebno armiranje istom armaturom na svim ležajevima računamo i dijelove na kojima je potrebno manje armature.



$$M_{Ed} = 14.00 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1400}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.049$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1,4 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.956 \quad \xi = 0.123$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1400}{0.956 \cdot 12 \cdot 43.48} = 2.81 \text{ cm}^2$$

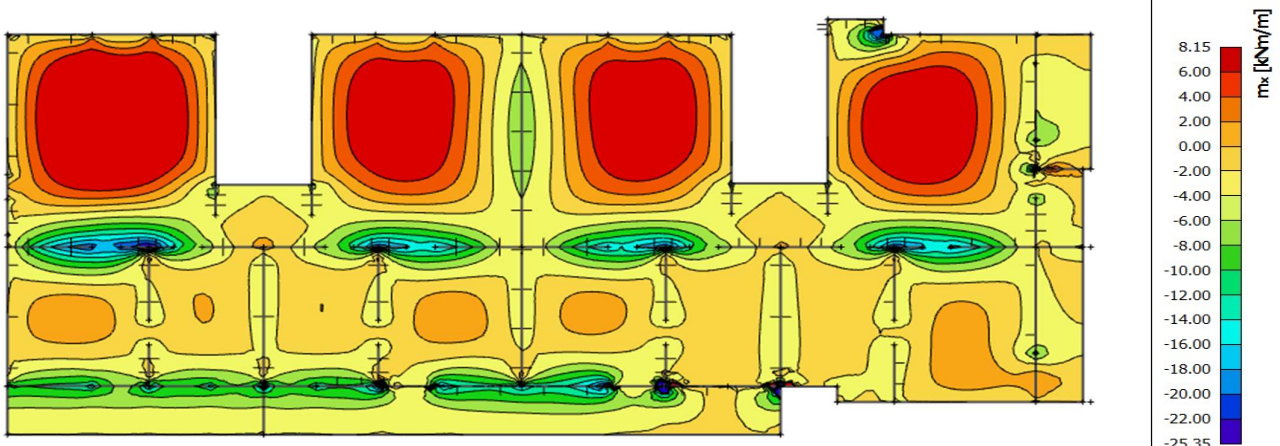
Odabrana armatura: **R – 257** + preklop 40 cm ($A_s = 3.05 \text{ cm}^2$)

11.4.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče

Pukotine

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

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



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

Slika 11.27 Maksimalni momenti savijanja - GSU

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju : $M_{Ed} = 8.15 \text{ kNm}$

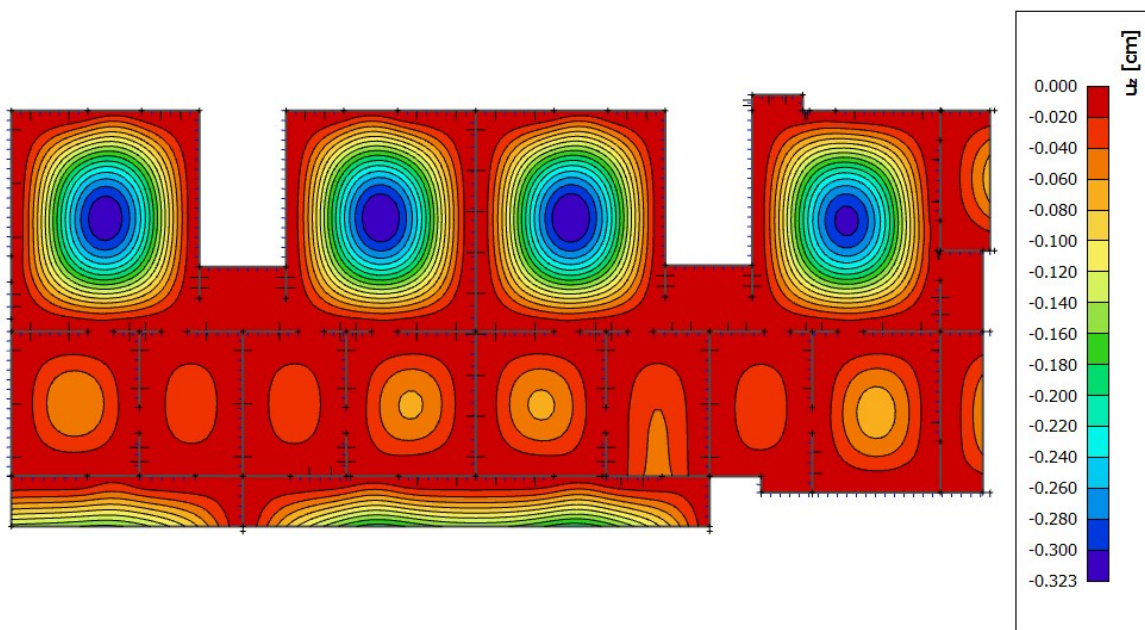
Armatura ploče donja zona: Q - 257 + preklop 40 cm ($A_s = 3.05 \text{ cm}^2$)



$b =$	100.0 cm	$d =$	12.0 cm	$h =$	15.0 cm
$f_{ck} =$	30.0 MN/m ²	$f_{ctm} =$	2.90 MN/m ²	$w_g =$	0.30 mm
$A_{s1} =$	3.05 cm ²	$A_{s2} =$	0.00 cm ²	$d_1 = d_2 =$	3.0 cm
$E_s =$	200.00 GN/m ²	$E_{cm} =$	32.80 GN/m ²	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6.10
$M_{Ed} =$	8.15 kNm	$k_t =$	0.40		
$s_s =$	235.33 MN/m ²				
$x =$	1.93 cm	$\Gamma_{p,eff} =$	0.0041		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	-0.000283	$< 0.6 \cdot s_s / E_s =$	0.000706		
$\emptyset =$	7.0 mm	$c =$	3.00 cm		
$k_1 =$	0.8	$k_2 =$	0.50		
$k_3 =$	3.4	$k_4 =$	0.43		
$s_{r,max} =$	394.62 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0.279 mm < w_g				

Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.279 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da odabrana armatura zadovoljava.

Progibi



Slika 11.28. Prikaz progiba - GSU

Granična vrijednost progiba ploče u polju: $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{699}{250} = 2.80 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela): $f_k = 0.323 \text{ cm}$

Ukupni progib: $f_d = \Phi_0 \cdot K_r \cdot f_k$

$$A_c = b \times h = 100 \times 15 = 1500 \text{ cm}^2$$

$$u_c = 2 \times (b + h) = 2 \times (100 + 15) = 230 \text{ cm}$$

$$h_0 = 2 \cdot A_c / u = 2 \cdot 1500 / 230 = 13.04 \text{ cm} = 130.4 \text{ mm} \quad \text{srednji polumjer konstrukcijskog elementa}$$

RH=80% → vlažnost zraka

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{130.4}} = 1.39 \quad \text{koef. utjecaja relativne vlažnosti RH}$$

$$f_{cm} = f_{ck} + \Delta f = 30 + 8 = 38 \text{ MPa} \quad \text{srednja tlačna čvrstoća betona klase C 30/37}$$

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{38}} = 2.725 \quad \text{koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje}$$

koeficijenti utjecaja vlažnosti zraka i srednjeg polumjera ≤ 1500

$$\beta_H = 1.5 \times \left[1 + (0.012 \times RH)^{18} \right] \times h_0 + 250 = 1.5 \times \left[1 + (0.012 \times 80)^{18} \right] \times 130.4 + 250 = 539.41$$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0.1 + t_0^{0.20}} \quad \text{koeficijenti starosti betona u trenutku opterećivanja}$$

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0,488 \quad \text{koeficijenti starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana}$$

Utjecaj vrste cementa: za normalne ili brzovezujuće cemente $\alpha=0 \rightarrow$ nema utjecaja

Utjecaj temperature: za $T=20^\circ\text{C}$ nema utjecaja

$$\Phi_0(28) = \Phi_{RH} \times \beta(f_{cm}) \times \beta(t_0) \quad \text{osnovna veličina koef. puzanja (opt. nakon 28 dana)}$$

$$\Phi_0(28) = 1.39 \times 2.725 \times 0.488 = 1.85$$

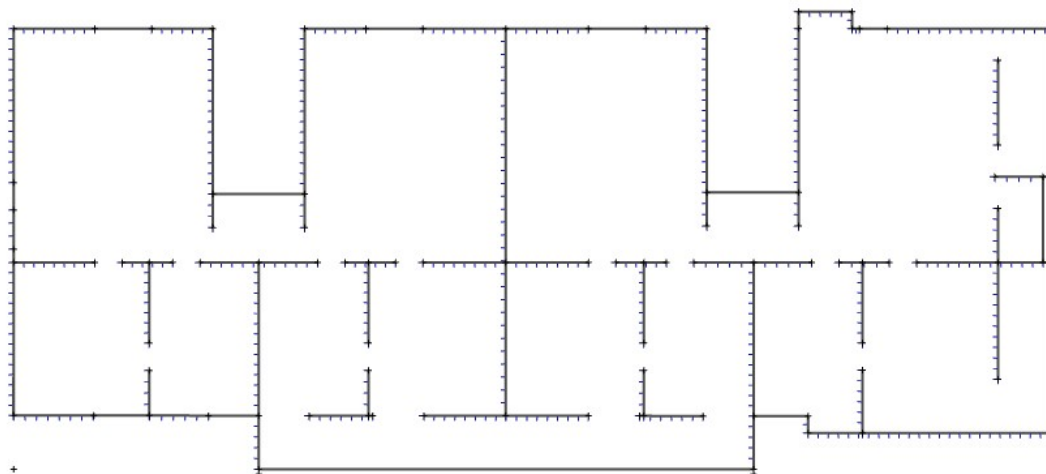
$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{3.97} = 0.85$$

$$f_d = 1.85 \cdot 0.85 \cdot 0.323 = 0.51 \text{ cm}$$

$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.323 + 0.51 = 0.83 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2.80 \text{ cm}$$

Odabrane dimenzije ploče i armatura zadovoljavaju u pogledu progiba.

11.5. Proračun ploče pozicije 400 (ploča 3.kat-krov)



Slika 11.29. Prikaz modela i rubnih uvjeta

11.5.1. Dimenzioniranje ploče na savijanje - Granično stanje nosivosti

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

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

$$b_{pl} = 100 \text{ cm}, \quad h_{pl} = 15 \text{ cm}$$

$$c_{nom} = 2 \text{ cm (XC1 klasa)}$$

$$d_1 = 3 \text{ cm} \quad d = 12 \text{ cm}$$

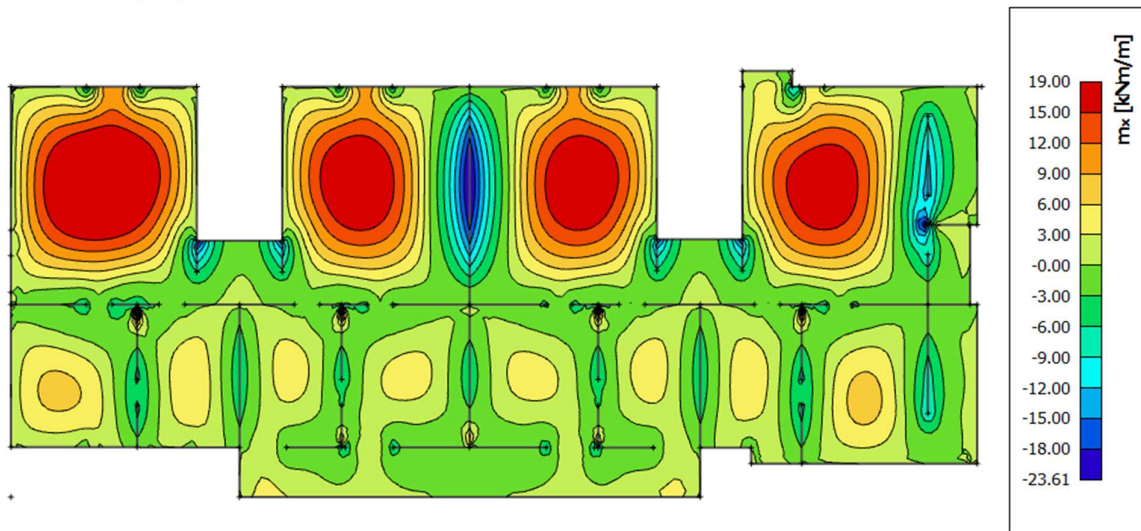
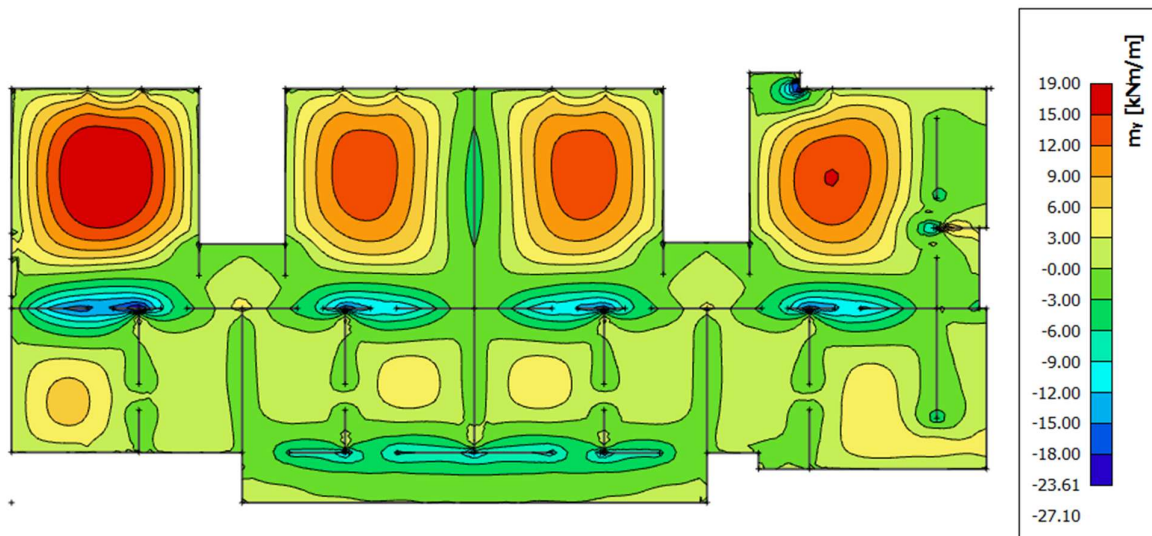
$$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 100 \cdot 12^2 \cdot 2 = 45.79 \text{ kNm}$$

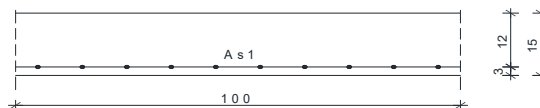
$$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_s \cdot 0.892 \cdot 12 \cdot 43.48$$

$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = 0.1 \cdot 100 \cdot \frac{15}{100} = 1.5 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = 2.0 \cdot 100 \cdot \frac{15}{100} = 30.0 \text{ cm}^2$$

Proračun u polju

Slika 11.30 Prikaz momenata savijanja m_x Slika 11.31 Prikaz momenata savijanja m_y



$$M_{Ed} = 19.00 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1900}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.066$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1900}{0.947 \cdot 12 \cdot 43.48} = 3.85 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q-335** + preklop 40 cm ($A_s = 3.97 \text{ cm}^2$)

Zbog uštede na armaturi, odnosno nepotrebno armiranje istom armaturom na svim ležajevima računamo i dijelove na kojima je potrebno manje armature.



$$M_{Ed} = 9.00 \text{ kNm/m'}$$

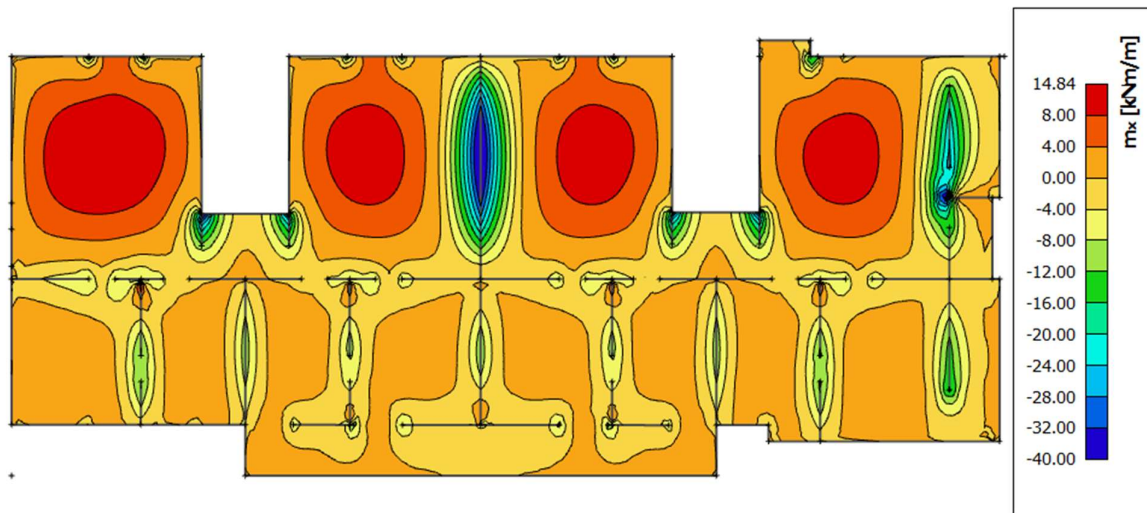
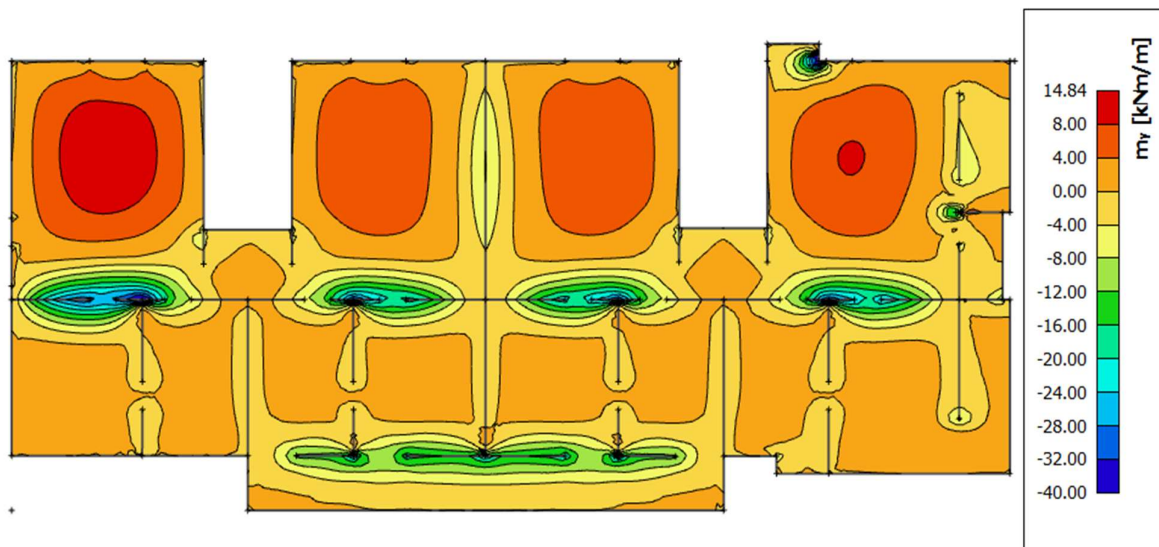
$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{900}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.031$$

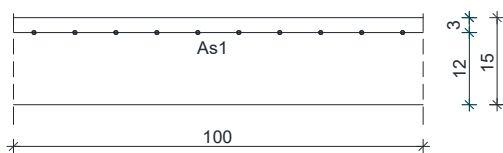
$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1.0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.968 \quad \xi = 0.091$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{900}{0.968 \cdot 12 \cdot 43.48} = 1.78 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q-257** + preklop 40 cm ($A_s = 3.05 \text{ cm}^2$)

Proračun na ležaju

Slika 11.32 Prikaz momenata savijanja – m_x Slika 11.33 Prikaz momenata savijanja – m_y



$$M_{Ed} = 40.00 \text{ kNm/m'}$$

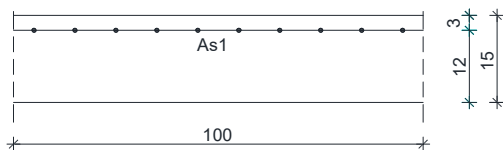
$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{4000}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.139$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 3,1 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.904 \quad \xi = 0.237$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{4000}{0.904 \cdot 12 \cdot 43.48} = 8.48 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **R - 785** + preklop 40 cm ($A_s = 9.31 \text{ cm}^2$)

Zbog uštede na armaturi, odnosno nepotrebno armiranje istom armaturom na svim ležajevima računamo i dijelove na kojima je potrebno manje armature.



$$M_{Ed} = 14.00 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1400}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.049$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1,4 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.956 \quad \xi = 0.123$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1400}{0.956 \cdot 12 \cdot 43.48} = 2.81 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **R - 257** + preklop 40 cm ($A_s = 3.05 \text{ cm}^2$)

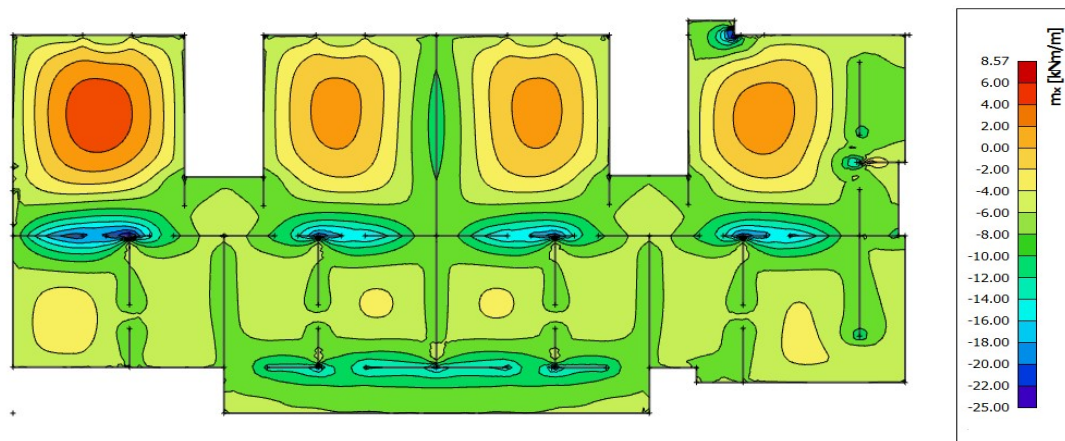
11.5.2. Kontrola graničnog stanja uporabljivosti ploče

Pukotine

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

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

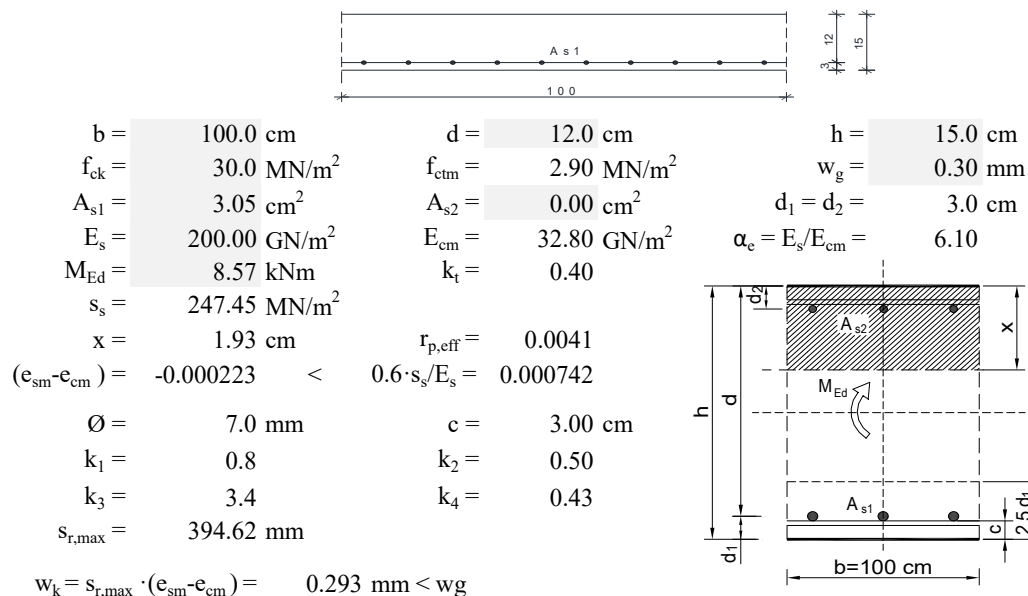
Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2) : $w_k = s_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_g$



Slika 1.34 Maksimalni momenti savijanja - GSU

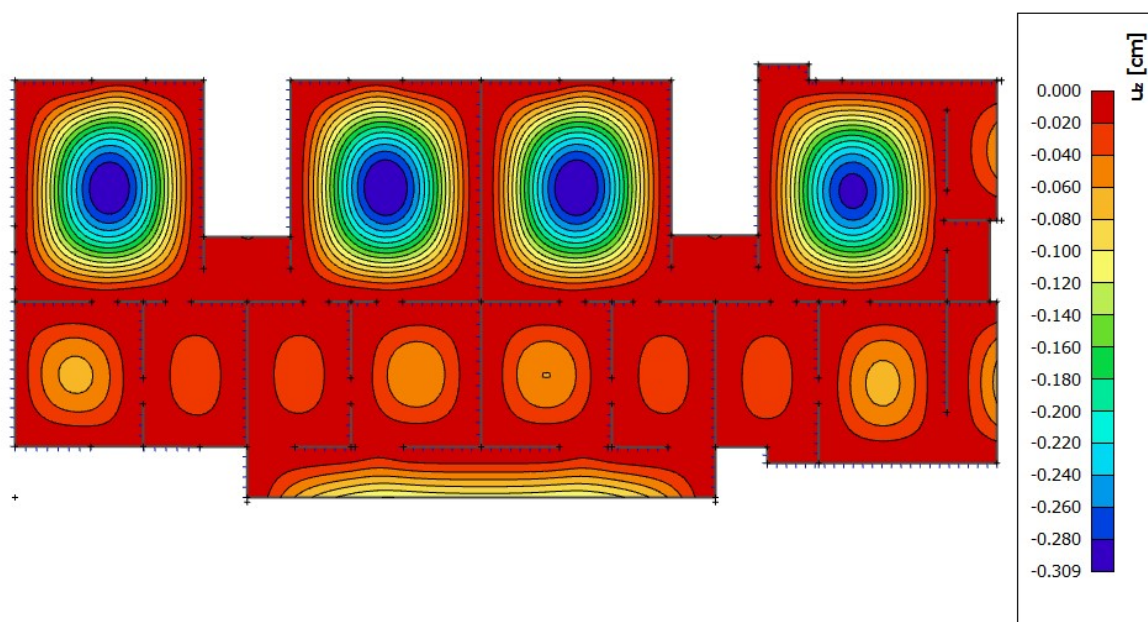
Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju : $M_{Ed} = 8.57 \text{ kNm}$

Armatura ploče donja zona: Q - 257 + preklap 40 cm ($A_s = 3.05 \text{ cm}^2$)



Dobivena karakteristična širina pukotine od 0.293 mm je manja od granične vrijednosti koja za AB konstrukcije iznosi 0.300 mm što znači da odabrana armatura zadovoljava.

Progibi



Slika 11.35. Prikaz progiba - GSU

Granična vrijednost progiba ploče u polju: $f_{p,dop} = \frac{l}{250} = \frac{699}{250} = 2.80 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela): $f_k = 0.309 \text{ cm}$

Ukupni progib: $f_d = \Phi_0 \cdot K_r \cdot f_k$

$A_c = b \times h = 100 \times 15 = 1500 \text{ cm}^2$

$u_c = 2 \times (b + h) = 2 \times (100 + 15) = 230 \text{ cm}$

$h_0 = 2 \cdot A_c / u = 2 \cdot 1500 / 230 = 13.04 \text{ cm} = 130.4 \text{ mm}$ srednji polumjer konstrukcijskog elementa

RH=80% → vlažnost zraka

$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 80/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{130.4}} = 1.39$ koef. utjecaja relativne vlažnosti RH

$f_{cm} = f_{ck} + \Delta f = 30 + 8 = 38 \text{ MPa}$ srednja tlačna čvrstoća betona klase C 30/37

$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{38}} = 2.725$ koef. utjecaja čvrstoće na skupljanje

koeficijenti utjecaja vlažnosti zraka i srednjeg polumjera ≤ 1500

$\beta_H = 1.5 \times \left[1 + (0.012 \times RH)^{18} \right] \times h_0 + 250 = 1.5 \times \left[1 + (0.012 \times 80)^{18} \right] \times 130.4 + 250 = 539.41$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0.1 + t_0^{0.20}} \quad \text{koeficijenti starosti betona u trenutku opterećivanja}$$

$$\beta(28) = \frac{1}{0.1 + 28^{0.2}} = 0,488 \quad \text{koeficijenti starosti betona za opterećivanje nakon 28 dana}$$

Utjecaj vrste cementa: za normalne ili brzovezujuće cemente $\alpha=0 \rightarrow$ nema utjecaja

Utjecaj temperature: za $T=20^\circ\text{C}$ nema utjecaja

$$\Phi_0(28) = \Phi_{RH} \times \beta(f_{cm}) \times \beta(t_0) \quad \text{osnovna veličina koef. puzanja (opt. nakon 28 dana)}$$

$$\Phi_0(28) = 1.39 \times 2.725 \times 0.488 = 1.85$$

$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.85 - 0.45 \cdot \frac{0}{3.97} = 0.85$$

$$f_d = 1.85 \cdot 0.85 \cdot 0.309 = 0.49 \text{ cm}$$

$$f_{uk} = f_k + f_d = 0.309 + 0.49 = 0.79 \text{ cm} \leq f_{p,dop} = 2.80 \text{ cm}$$

Odabrane dimenzije ploče i armatura zadovoljavaju u pogledu progiba.

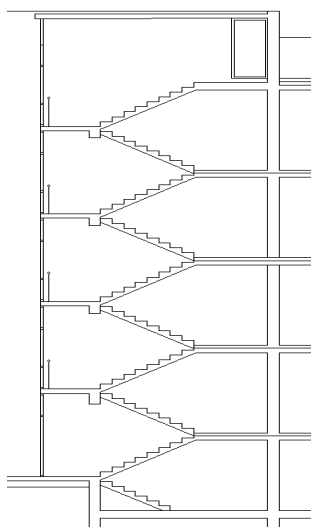
11.11 Odabrana armatura po pozicijama

→ Donja zona

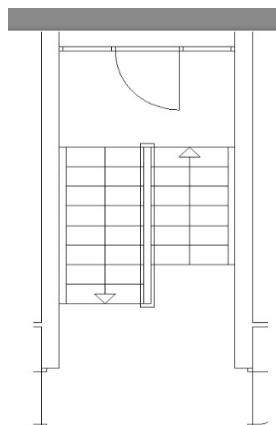
POZICIJA PLOČE	Odabrana armatura
POZ 000	Q335 + preklop 40 cm Q257 + preklop 40 cm
POZ 100	Q283 + preklop 40 cm
POZ 200	Q257 + preklop 40 cm
POZ 300	Q257 + preklop 40 cm
POZ 400	Q335 + preklop 40 cm Q257 + preklop 40 cm

→ Gornja zona

POZICIJA PLOČE	Odabrana armatura
POZ 000	R524 + preklop 40 cm R257 + preklop 40 cm
POZ 100	R636 + preklop 40 cm R257 + preklop 40 cm
POZ 200	R636 + preklop 40 cm R257 + preklop 40 cm
POZ 300	R636 + preklop 40 cm R257 + preklop 40 cm
POZ 400	R785 + preklop 40 cm R257 + preklop 40 cm

12. DIMENZIONIRANJE STUBIŠTA

Slika 12.1 Presjek kroz stubište



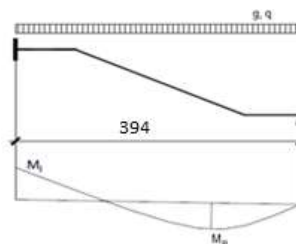
Slika 12.2 Tlocrt stubišta

Opterećenja:

- vlastita težina

$$g = 0.15 \cdot 25 = 3.75 \text{ kN/m}^2$$

- dodatno stalno opterećenje $\Delta g = 1.84 \text{ kN/m}^2$
- korisno (pokretno) opterećenje $q = 3.6 \text{ kN/m}^2$

**Polje:**

$$M_g = \frac{(g + \Delta g) \cdot l^2}{14} = \frac{(3.75 + 1.84) \cdot 3.94^2}{14} = 6.19 \text{ kNm}$$

$$M_q = \frac{q \cdot l^2}{14} = \frac{3.6 \cdot 3.94^2}{14} = 3.99 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,max} = 1.35 \cdot M_g + 1.50 \cdot M_q = 1.35 \cdot 6.19 + 1.50 \cdot 3.99 = 14.34 \text{ kNm}$$

Ležaj:

$$M_g = -\frac{(g + \Delta g) \cdot l^2}{8} = -\frac{(3.75 + 1.84) \cdot 3.94^2}{8} = -10.85 \text{ kNm}$$

$$M_q = -\frac{q \cdot l^2}{8} = -\frac{3.6 \cdot 3.94^2}{8} = -6.99 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,max} = 1.35 \cdot M_g + 1.50 \cdot M_q = 1.35 \cdot 10.85 + 1.50 \cdot 6.99 = 25.13 \text{ kNm}$$

Dimenzioniranje na moment savijanja:

$$h = 15 \text{ cm}, b = 100 \text{ cm}, d_1 = 3 \text{ cm}, d = h - d_1 = 15 - 3 = 12 \text{ cm}$$

$$A_{s1,min} = 0.1\% \cdot b \cdot h = 0.001 \cdot 100 \cdot 12 = 1.2 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\% \cdot b \cdot h = 0.02 \cdot 100 \cdot 12 = 24 \text{ cm}^2$$

Proračun u polju:

$$M_{Ed,max} = 14.34 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1434}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.050$$

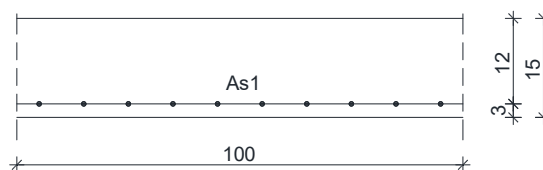
$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1.4 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.956 \quad \xi = 0.123$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1434}{0.956 \cdot 12 \cdot 43.48} = 2.87 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q – 335** ($A_s = 3.35 \text{ cm}^2$)

Proračun na ležaju (spoj sa pločom kata):

$$M_{Ed,max} = 25.13 \text{ kNm/m'}$$



$$M_{Ed,max} = 25.13 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2513}{100 \cdot 12^2 \cdot 2.0} = 0.087$$

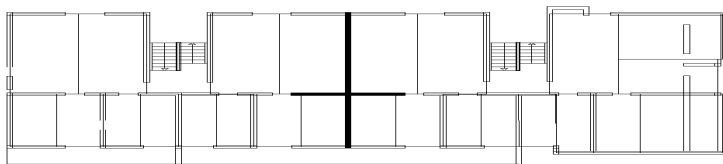
$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 2.0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0.938 \quad \xi = 0.167$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2513}{0.938 \cdot 12 \cdot 43.48} = 5.13 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **Q – 636** ($A_s = 6.36 \text{ cm}^2$)

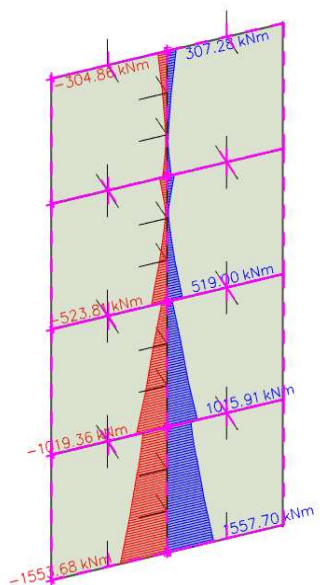
13. PRORAČUN ZIDOVA

Proračun zidova proveden je prema EC-8 (Projektiranje konstrukcija na otpornost potresa). Proračun je proveden za jedan karakterističan zid u smjeru x i jedan u smjeru y. Zidovi su izvedeni kao AB debljine 25 cm od betona C30/37, armirani sa B500B te debljine zaštitnog sloja od 2 cm. Proračun je proveden za uobičajene i seizmičke kombinacije na način da su za odabrane zidove iz modela očitane maksimalne rezne sile: moment savijanja M , uzdužna sila N i poprečna sila V . S obzirom da su vrijednosti poprilično ujednačene na svim zidovima za sve zidove usvojena je armatura koja je proračunata za ova dva zida. Unutarne sile u zidovima prikazane su kao na 1D elementu, a dobivene su integriranjem naprezanja duž cijele duljine odabranog zida korištenjem opcije Integration strip u računalnom programu Scia Engineer 18.1.

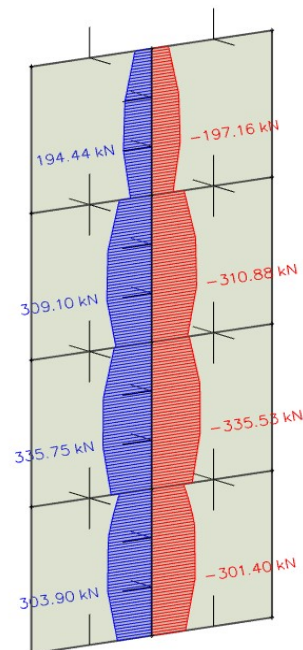


13.1. Proračun zida u smjeru X

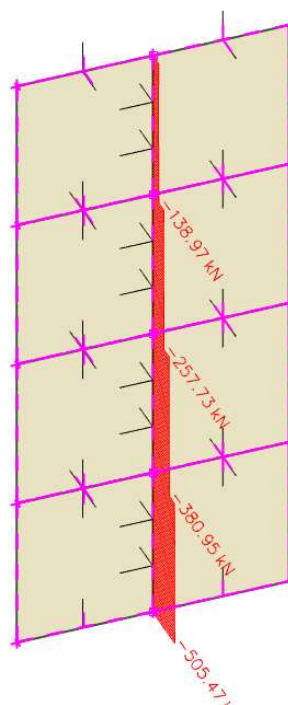
Uobičajena kombinacija:



Slika 13.2 Moment savijanja M



Slika 13.3 Poprečna sila V

Slika 13.4 Uzdužna sila N

Ograničenje normalizirane uzdužne sile

N_{Ed} (kN)	505.47
Debljina zida b (cm)	25
Duljina zida l (cm)	1140
f_{cd} (kN/cm ²)	2.0

$$\nu_d = \frac{N_{Ed}}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = \frac{505.47}{25 \cdot 1140 \cdot 2} = 0.009 < 0.4$$

Ograničenje normalizirane uzdužne sile za DCM zadovoljava.

Geometrijska ograničenja za klasu duktilnosti DCM

Svijetla visina kata $h_s = 2.75$ m

Debljina hrpta $b_{w0} \geq \max(0.15 \text{ m}; h_s / 20)$

$$b_{w0} \geq \max(0.15 \text{ m}; 2.65 \text{ m} / 20) \rightarrow b_{w0} \geq 0.15 \text{ m}$$

Proračun zida na savijanje Provjera vitkosti zida

visina zida h_w (cm)	1140
duljina zida l_w (cm)	495

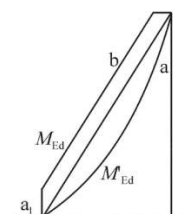
$$\frac{h_w}{l_w} = \frac{1140}{495} = 2.30 > 2$$

Zid je vitak, stoga je potrebno povećanje reznih sila koristeći ovojnicu momenata savijanja.

Ovojnica reznih sila

Visina kritičnog presjeka

$$h_{kr} \leq \begin{cases} h_{kr} = \max(l_w; h_w/6) = \max(495; 1140/6=190) = 495 \text{ cm} \\ 2 l_w = 2 \cdot 495 = 990 \text{ cm} \\ 2 h_s = 2 \cdot 275 = 550 \text{ cm} \end{cases} \rightarrow H_{kr} = 495$$



Legenda:
a momentni dijagram prema proračunu
b proračunska ovojnica
 a_1 „vlačni pomak“

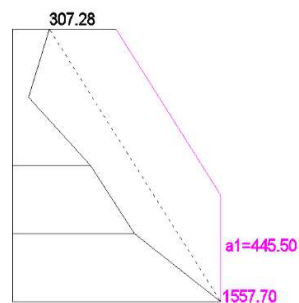
Proračunska ovojnica momenata savijanja

$a_1 = d \cot \theta$ - vlačni pomak uslijed povećanja poprečne sile

DCM $\rightarrow 1 \leq \cot \theta \leq 2.5$, odabrano $\cot \theta = 1$

$d = 0.9 \cdot l_w = 0.9 \cdot 495 = 445.50 \text{ cm}$

$a_1 = 445.50 \cdot 1 = 445.50 \text{ cm}$

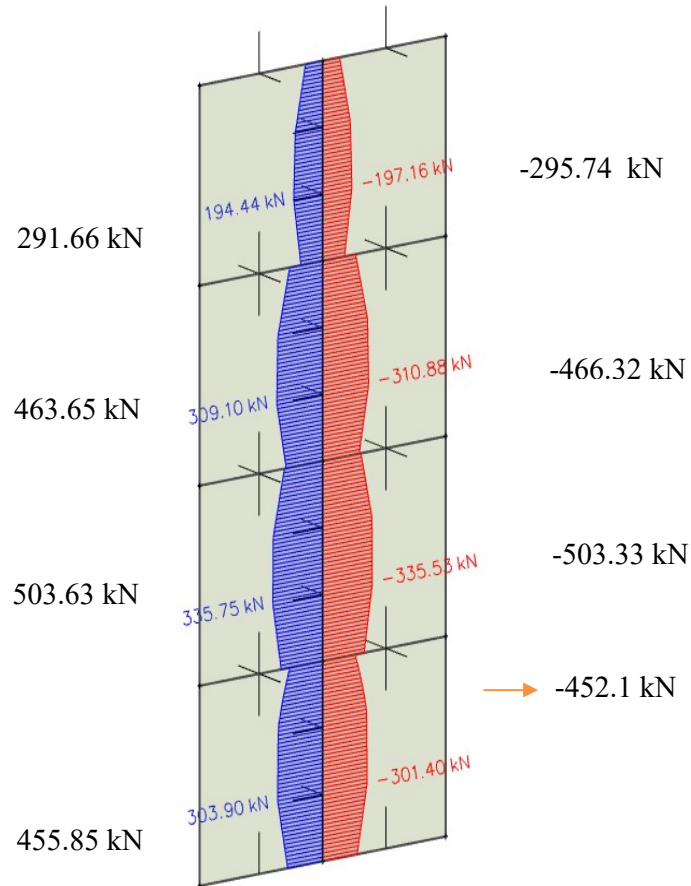


Slika 13.5 Ovojnica momenata savijanja

Proračunska ovojnica poprečnih sila

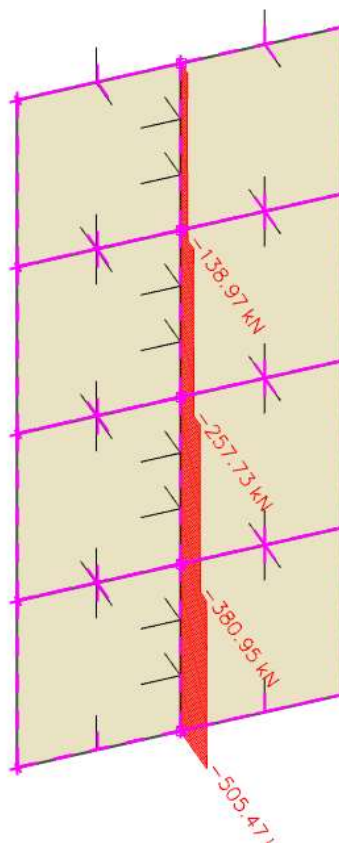
Proračunska ovojnica poprečnih sila V_{sd} izvodi se iz $V_{sd} = \varepsilon \cdot V'_{Ed}$

gdje je V_{Ed} poprečna sila po visini zida dobivena proračunom, a ε faktor uvećanja te za klasu duktilnosti DCM vrijedi $\varepsilon=1.5$.



Slika 13.6 Ovojnica poprečnih sila

Uzdužne sile



Slika 13.7 Uzdužne sile

Geometrijske karakteristike zida

h_s – visina etaže (cm)	285
b_w – debljina zida (cm)	25
l_w – duljina zida (cm)	495
h_w – visina zida (cm)	1140
n – broj etaža	4
d_l (cm)	3
d (cm)	492

Gradivo

Beton	
klasa	C30/37
f_{ck} (MPa)	30
f_{cd} (MPa)	20
t_{Rd} (MPa)	0.34

Armatura	
tip	B500B
f_{yk} (MPa)	500
f_{yd} (MPa)	434.78

Koeficijenti sigurnosti materijala	
g_c	1.50
g_s	1.15

Proračun nosivosti na uzdužnu silu i moment

$$M_{Ed} = 1557.70 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = 505.47 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 455.8 \text{ kN}$$

$$b = 25 \text{ cm} ; d = 492 \text{ cm}$$

13.1.1. Određivanje duljine rubnog elementa i razmještanje savojne armature

Najmanja vrijednost b_{w0} ovijenog rubnog elementa :

$$b_{w0} = \min \{0.15l_w; 1.50b_w\} = \min \{74.25; 30.0\} = 30.0 \text{ cm}$$

-pretpostavimo širinu zaštitnog sloja od 2 cm i vilice $\varnothing 10\text{mm}$

$$b_o = 250 - 2 \cdot 20 - 2 \cdot 10/2 = 200 \text{ mm}$$

$$b_c = 200\text{mm}$$

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{A_c} - \text{omjer armiranja vertikalnim šipkama u hrptu zida}$$

A_{sv} – ukupna ploština vertikalne armature u hrptu zida

$$A_{sv,min} = 0.002A_c = 0.002 \cdot 200 \cdot 1000 = 400 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}},$$

odabrano $Q - 385$ obostrano

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{A_c} = \frac{770}{250 \cdot 1000} = 0.00308$$

$$\omega_{vd} = \frac{\rho_v f_{yd,v}}{f_{cd}} - \text{mehanički omjer armiranja hrpta vertikalnom armaturom}$$

$f_{yd,v}$ -proračunska vrijednost granice popuštanja vertikalne armature hrpta

$$\omega_{vd} = \frac{\rho_v f_{yd,v}}{f_{cd}} = 0.00308 \cdot \frac{434.8}{20} = 0.067$$

$$M_{Ed} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right) = 1557.70 + 505.47 \cdot \left(4.92 - \frac{2.85}{2}\right) = 3324.32 \text{ kNm}$$

Moment nosivosti jednostruko armiranog presjeka:

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

$$M_{Rd,lim} = 0.159 \cdot 0.25 \cdot 4.92^2 \cdot 20000 = 19244.09 \text{ kNm/m} > M_{Ed}$$

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3324.32 \cdot 100}{25 \cdot 492^2 \cdot 2.0} = 0.027$$

$$\varepsilon_{s1} = 10\text{‰}; \varepsilon_{c2} = 3.5\text{‰}; \xi = 0.091; \zeta = 0.968$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} - \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{3324.32 \cdot 100}{0.968 \cdot 492 \cdot 43.48} - \frac{441.25}{43.48} = 16.05 \text{ cm}^2$$

Potrebna minimalna površina uzdužne vlačne armature u rubovima zida:

$$A_{s1,min} = 0.15\% \cdot b \cdot d = 0.0015 \cdot 25 \cdot 492 = 18.45 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **18 Ø18** ($A_s = 18.47 \text{ cm}^2$)

Dimenzioniranje na poprečnu silu

Vrijednost $V_{Rd,max}$ u kritičnom području i izvan kritičnog područja za DCM (kao u EC2 s $z = 0.8l_w$)

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

$\alpha_{cw} = 1 \rightarrow$ za konstrukcije koje nisu prednapete

$$v_1 = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}(MPa)}{250}\right) = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) = 0.528$$

$tg\theta = 1 -$ nagib tlačnih štapova prema vertikali

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_{wo} \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{ctg\theta + tg\theta} = \frac{1 \cdot 25 \cdot (0.8 \cdot 495) \cdot 0.528 \cdot 2.0}{1 + 1} = 5227.20 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = \varepsilon \cdot V_{Ed}$$

ε - korekcijski faktor

$$\varepsilon = q \cdot \sqrt{\frac{\gamma_{Rd}}{q} \cdot \frac{M_{Rd}}{M_{Ed}} + 0.1 \cdot \left(\frac{s_e(T_c)}{s_e(T_1)}\right)^2} \leq q$$

Kako gornji izraz mora biti manji od q zbog jednostavnosti uzimamo $\varepsilon = q = 2.4$

$$V_{Ed} = 2.4 \cdot 455.8 = 1093.92 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = 5227.20 \text{ kN} > V_{Ed} = 1093.920 \text{ kN}$$

13.1.2. Dijagonalni vlačni slom hrpta zbog posmika

-postupak ovisi o koeficijentu α_s

$$\alpha_s = \frac{M_{Ed}}{V_{Ed} \cdot l_w} = \frac{131.80}{455.8 \cdot 4.95} = 0.058$$

Za $\alpha_s < 2$ horizontalna armatura računa se iz izraza:

$$V_{Ed} \leq b_{wo} \cdot (0.8l_w) \rho_h \cdot f_{yd,h} \cdot ctg\theta$$

ρ_h – omjer armiranja hrpta horizontalnim šipkama

$f_{yd,h}$ – proračunska vrijednost granice popuštanja horizontalne armature hrpta

$$\rho_h \geq \frac{V_{Ed}}{(0.8l_w) \cdot f_{yd,h} \cdot b_{wo} \cdot ctg\theta} = \frac{455.80}{0.8 \cdot 495 \cdot 43.48 \cdot 25 \cdot 1} = 0.00105$$

$$\rho_{h,min} = \max(0.001; 0.25 \cdot \rho_v) = \max(0.001; 0.25 \cdot 0.00105) = \max(0.001; 0.00026)$$

$$\rho_h = \frac{A_h}{b_{wo} \cdot S_h} \rightarrow A_h = \rho_h \cdot b_{wo} \cdot S_h = 0.001 \cdot 25 \cdot 100 = 2.5 \text{ cm}^2$$

Odabrano: **Q-166** ($A_{S,odabrano} = 3.32 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$ (obostrano))

Za klasu duktilnosti M nije potrebna provjera na posmični slom klizanjem!

Lom tlačne dijagonale u zidu

$$V_{Ed} \leq V_{Rd2}$$

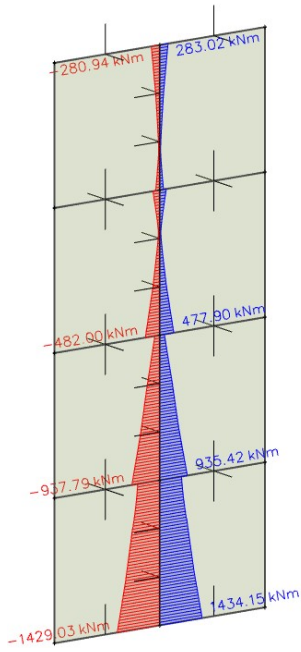
$V_{Rd2} = \begin{cases} 0.4 \cdot (0.7 - f_{ck} / 200) \cdot f_{cd} \cdot b_{w0} \cdot z \\ 0.5 \cdot (0.7 - f_{ck} / 200) \cdot f_{cd} \cdot b_{w0} \cdot z \end{cases}$	u kritičnoj zoni
	van kritične zone

$$V_{Rd} = \begin{cases} 0.4 \cdot (0.7 - 2.0/200) \cdot 2.0 \cdot 25 \cdot 0.9 \cdot 492 = 97770.24 \text{ kN} \\ 0.5 \cdot (0.7 - 2.0/200) \cdot 2.0 \cdot 25 \cdot 0.9 \cdot 492 = 122212.80 \text{ kN} \end{cases}$$

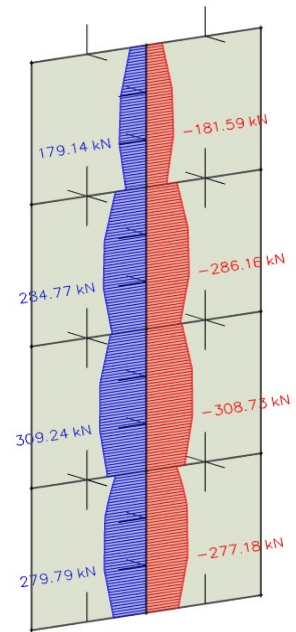
$$V_{Ed} = 455.80 \text{ kN} \leq V_{Rd} (97770.24; 122212.80) \text{ kN}$$

Zid zadovoljava na slom tlačne dijagonale.

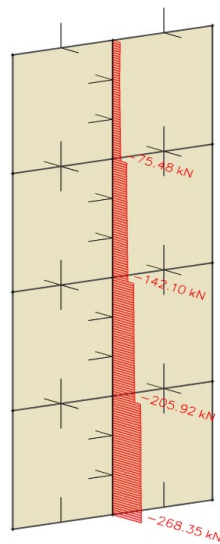
Izvanredna kombinacija:



Slika 13.8 Moment savijanja M



Slika 13.9 Poprečna sila V



Slika 13.10 Uzdužna sila N

Geometrijska ograničenja za klasu duktilnosti DCM

Svijetla visina kata $h_s = 2.75 \text{ m}$

Debljina hrpta $b_{w0} \geq \max(0.15 \text{ m}; h_s / 20)$

$$b_{w0} \geq \max(0.15 \text{ m}; 2.65 \text{ m} / 20) \rightarrow b_{w0} \geq 0.15 \text{ m}$$

Proračun zida na savijanje

Provjera vitkosti zida

visina zida h_w (cm)	1140
duljina zida l_w (cm)	495

$$\frac{h_w}{l_w} = \frac{1140}{495} = 2.3 > 2$$

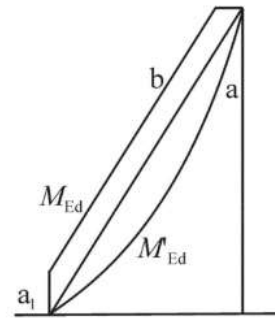
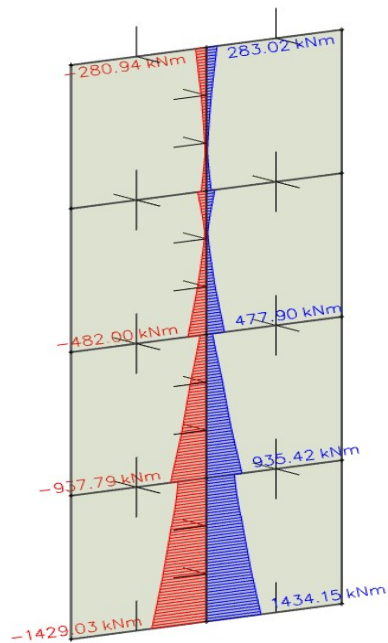
Zid je vitak, stoga je potrebno povećanje reznih sila koristeći ovojnica momenata savijanja.

Ovojnica reznih sila

Visina kritičnog presjeka

$$h_{kr} \leq \begin{cases} h_{kr} = \max(l_w; h_w/6) = \max(495; 1140/6=190) = 495 \text{ cm} \\ 2 l_w = 2 * 495 = 990 \text{ cm} \\ 2 h_s = 550 \text{ cm} \end{cases} \rightarrow H_{kr} = 495 \text{ cm}$$

Proračunska ovojnica momenata savijanja



Legenda:

- a momentni dijagram prema proračunu
- b proračunska ovojnica
- a_1 „vlačni pomak“

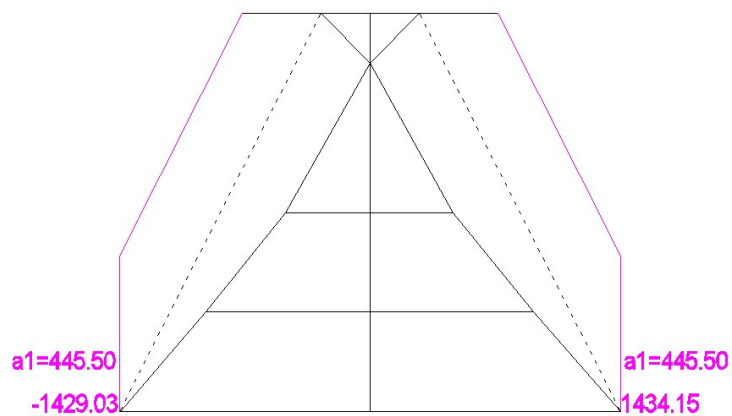
Slika 13.10 Moment savijanja **M**

$a_1 = d \cot\theta$ - vlačni pomak uslijed povećanja poprečne sile

DCM $\rightarrow 1 \leq \cot\theta \leq 2.5$, odabrano $\cot\theta = 1$

$d = 0.9 \cdot l_w = 0.9 \cdot 495 = 445.50 \text{ cm}$

$a_1 = 445.50 \cdot 1 = 445.5 \text{ cm}$

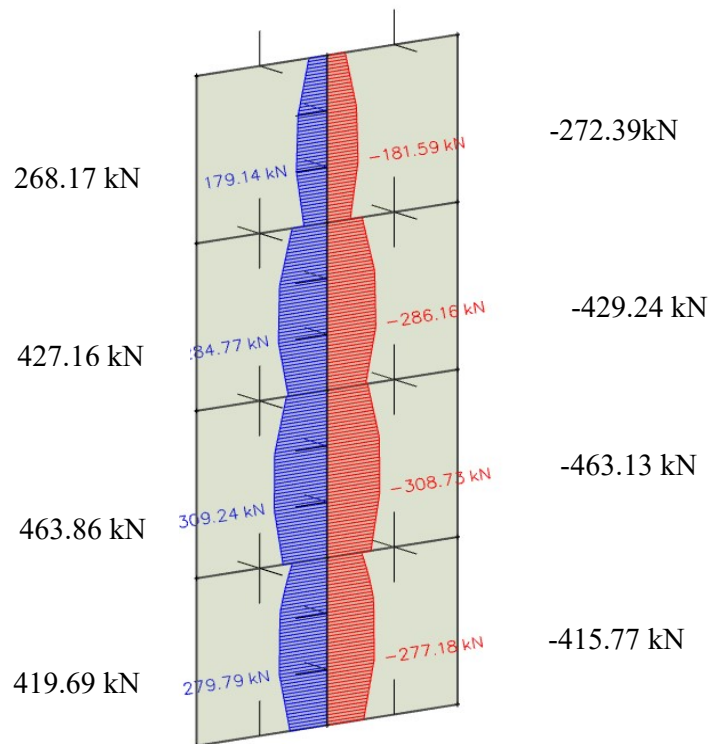


Slika 13.11 Ovojnica momenata savijanja

Proračunska ovojnica poprečnih sila

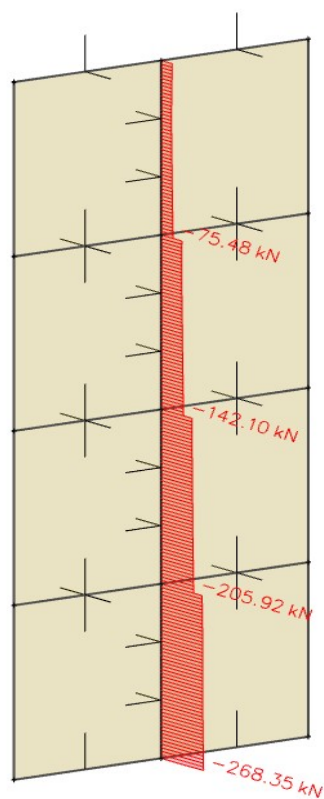
Proračunska ovojnica poprečnih sila V_{sd} izvodi se iz $V_{sd} = \varepsilon \cdot V'_{Ed}$

gdje je V_{Ed} poprečna sila po visini zida dobivena proračunom, a ε faktor uvećanja te za klasu duktilnosti DCM vrijedi $\varepsilon=1,5$.



Slika 13.12 Ovojnica poprečnih sila

Uzdužne sile



Slika 13.13 Uzdužne sile

Proračun nosivosti na uzdužnu silu i moment

$$M_{Ed} = 1434.15 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = 268.35 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 419.69 \text{ kN}$$

$$b = 25 \text{ cm} ; d = 492 \text{ cm}$$

13.1.3. Određivanje duljine rubnog elementa i razmještanje savojne armature

Najmanja vrijednost b_{w0} ovijenog rubnog elementa :

$$b_{w0} = \min \{0.15l_w; 1.50b_w\} = \min \{73.8; 30.0\} = 30.0 \text{ cm}$$

-pretpostavimo širinu zaštitnog sloja od 2 cm i vilice $\emptyset 10\text{mm}$

$$b_o = 250 - 2 \cdot 20 - 2 \cdot 10/2 = 200 \text{ mm}$$

$$b_c = 200 \text{ mm}$$

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{A_c} - \text{omjer armiranja vertikalnim šipkama u hrptu zida}$$

A_{sv} – ukupna ploština vertikalne armature u hrptu zida

$$A_{sv, \min} = 0.002A_c = 0.002 \cdot 200 \cdot 1000 = 400 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}},$$

odabrano $Q - 385$ obostrano

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{A_c} = \frac{770}{250 \cdot 1000} = 0.00308$$

$$\omega_{vd} = \frac{\rho_v f_{yd,v}}{f_{cd}} - \text{mehanički omjer armiranja hrpta vertikalnom armaturom}$$

$f_{yd,v}$ -proračunska vrijednost granice popuštanja vertikalne armature hrpta

$$\omega_{vd} = \frac{\rho_v f_{yd,v}}{f_{cd}} = 0.00308 \cdot \frac{434.8}{20} = 0.067$$

$$M_{Ed} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right) = 1434.15 + 268.35 \cdot \left(4.92 - \frac{2.85}{2}\right) = 19244.08 \text{ kNm}$$

Moment nosivosti jednostruko armiranog presjeka:

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

$$M_{Rd, \lim} = 0.159 \cdot 0.25 \cdot 4.92^2 \cdot 20000 = 2372.03 \text{ kNm/m} > M_{Ed}$$

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1434.15 \cdot 100}{25 \cdot 492^2 \cdot 2.0} = 0.012$$

$$\varepsilon_{s1} = 10\text{‰}; \varepsilon_{c2} = 1.3\text{‰}; \xi = 0.187; \zeta = 0.928$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} - \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{1434.15 \cdot 100}{0.928 \cdot 492 \cdot 43.48} - \frac{268.35}{43.48} = 6.09 \text{ cm}^2$$

Potrebna minimalna površina uzdužne vlačne armature u rubovima zida:

$$A_{s1,min} = 0.15\% \cdot b \cdot d = 0.0015 \cdot 25 \cdot 492 = 18.45 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura: **18 Ø18** ($A_s = 45.8 \text{ cm}^2$)

Dimenzioniranje na poprečnu silu

Vrijednost $V_{Rd,max}$ u kritičnom području i izvan kritičnog područja za DCM (kao u EC2 s $z = 0.8l_w$)

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

$$\alpha_{cw} = 1 \rightarrow \text{za konstrukcije koje nisu prednapete}$$

$$v_1 = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}(\text{MPa})}{250}\right) = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) = 0.528$$

$$tg\theta = 1 - \text{nagib tlačnih štapova prema vertikali}$$

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_{wo} \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{ctg\theta + tg\theta} = \frac{1 \cdot 25 \cdot (0.8 \cdot 492) \cdot 0.528 \cdot 2.0}{1 + 1} = 5227.20 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = \varepsilon \cdot V_{Ed}$$

ε - korekcijski faktor

$$\varepsilon = q \cdot \sqrt{\frac{\gamma_{Rd} \cdot M_{Rd}}{q \cdot M_{Ed}} + 0.1 \cdot \left(\frac{s_e(T_c)}{s_e(T_1)}\right)^2} \leq q$$

Kako gornji izraz mora biti manji od q zbog jednostavnosti uzimamo $\varepsilon = q = 2.4$

$$V_{Ed} = 2.4 \cdot 419.69 = 1007.26 \text{ kN}$$

$V_{Rd,max} = 5227.20 \text{ kN} > V_{Ed} = 1007.26 \text{ kN}$ Dijagonalni vlačni slom hrpta zbog posmika

-postupak ovisi o koeficijentu α_s

$$\alpha_s = \frac{M_{Ed}}{V_{Ed} \cdot l_w} = \frac{1434.15}{1007.26 \cdot 4.95} = 0.288$$

Za $\alpha_s < 2$ horizontala armatura računa se iz izraza:

$$V_{Ed} \leq b_{wo} \cdot (0.8l_w) \rho_h \cdot f_{yd,h} \cdot ctg\theta$$

ρ_h – omjer armiranja hrpta horizontalnim šipkama

$f_{yd,h}$ – proračunska vrijednost granice popuštanja horizontalne armature hrpta

$$\rho_h \geq \frac{V_{Ed}}{(0.8l_w) \cdot f_{yd,h} \cdot b_{wo} \cdot ctg\theta} = \frac{419.69}{0.8 \cdot 495 \cdot 43.48 \cdot 25 \cdot 1} = 0.00097$$

$$\rho_{h,min} = \max(0.001; 0.25 \cdot \rho_v) = \max(0.001; 0.25 \cdot 0.00097) = \max(0.001; 0.00024)$$

$$\rho_h = \frac{A_h}{b_{wo} \cdot S_h} \rightarrow A_h = \rho_h \cdot b_{wo} \cdot S_h = 0.001 \cdot 25 \cdot 100 = 2.5 \text{ cm}^2$$

Odabrano: **Q-166** ($A_{s,odabrano} = 3.32 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$ (obostrano))

Za klasu duktilnosti M nije potrebna provjera na posmični slom klizanjem!

Lom tlačne dijagonale u zidu

$$V_{Ed} \leq V_{Rd2}$$

$V_{Rd2} = \begin{cases} 0.4 \cdot (0.7 - f_{ck} / 200) \cdot f_{cd} \cdot b_{w0} \cdot z \\ 0.5 \cdot (0.7 - f_{ck} / 200) \cdot f_{cd} \cdot b_{w0} \cdot z \end{cases}$	u kritičnoj zoni
	van kritične zone

$$V_{Rd} = \begin{cases} 0.4 \cdot (0.7 - 2.0/200) \cdot 2.0 \cdot 25 \cdot 0.9 \cdot 492 = 97770.24 \text{ kN} \\ 0.5 \cdot (0.7 - 2.0/200) \cdot 2.0 \cdot 25 \cdot 0.9 \cdot 492 = 122212.80 \text{ kN} \end{cases}$$

$$V_{Ed} = 455.80 \text{ kN} \leq V_{Rd} (97770.24; 122212.80) \text{ kN}$$

Zid zadovoljava na slom tlačne dijagonale.

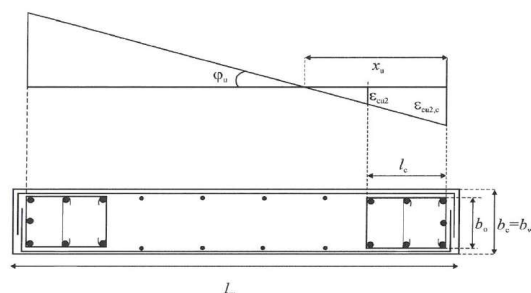
Detaljiranje lokalne duktilnosti

Pretpostavljene vrijednosti:

Debljina zaštitnog sloja: 2 cm

Promjer vilice: Φ 1 cm

b_0	širina ovijene jezgre rubnog elementa zida (do osi spona)
b_c	bruto širina ovijene jezgre
x_u	visina neutralne osi
ϵ_{cu2}	granična deformacija neovijenog betona
$\epsilon_{cu2,c}$	granična deformacija ovijenog betona, uzima se vrijednost 0.0035
α	faktor učinkovitosti ovijanja
ω_{wd}	mehanički obujamski omjer armiranja ovijenom armaturom



$$b_0 = b_c - 2 \cdot d_{zs} - 2 \cdot \varphi/2 = 20 \text{ cm}$$

$$b_c = 25 \text{ cm}$$

Omjer armiranja vertikalnim šipkama u hrptu zida :

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{A_c} = \frac{7.70}{25 \cdot 100} = 0.00308$$

pri čemu je :

A_{sv} - ukupna površina vertikalne armature u hrptu zida

Mehanički omjer armiranja hrpta vertikalnom armaturom :

$$\omega_v = \frac{\rho_v \cdot f_{yd,v}}{f_{cd}} = \frac{0.00308 \cdot 434.80}{20} = 0.067$$

pri čemu je :

$f_{yd,v}$ -proračunska vrijednost granice popuštanja vertikalne armature hrpta

13.1.4. Koeficijent duktilnosti s obzirom na zakrivljenost

$$\mu_\phi = 1 + 2(q_o - 1)T_c/T_1, T_1 < T_c \quad T_1 = 0.40; T_c = 0.40$$

$$\mu_\phi = 1 + 2(q_o - 1) \frac{T_c}{T_1} = 1 + 2(3.0 - 1) \frac{0.40}{0.40} = 5.0$$

$$\epsilon_{sy,d} = \frac{434.8}{200000} = 0.002174$$

$$\begin{aligned}\alpha\omega_{vd} &\geq 30 \cdot \mu_{\phi} \cdot (v_d + \omega_v) \cdot \varepsilon_{s,yd} \cdot \frac{b_c}{b_o} - 0.035\alpha\omega_{vd} \\ &\geq 30 \cdot 5.0 \cdot (0.0333 + 0.067) \cdot 0.002174 \cdot \frac{250}{200} = 0.0009\end{aligned}$$

$$\varepsilon_{cu2,c} = 0.0035 + 0.1 \cdot 0.067 = 0.01078$$

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

$$x_u = (0.0333 + 0.067) \cdot \frac{495 \cdot 250}{200} = 62.06 \text{ cm}$$

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

$$h_o = 62.06 \cdot \left(1 - \frac{0.0308}{0.01078}\right) = 53.45 \text{ cm}$$

$$l_c \geq \{0.15l_w; 1.5b_w; \text{duljina } h_o \text{ na kojoj je } \varepsilon_{cu} > 0.0035\}$$

$$l_c \geq \{0.74; 0.400; 0.5220\}$$

$$\text{odabrano } l_c = 100 \text{ cm}$$

$$\text{Odabrana armatura: } 18\emptyset 18 (A_{s1} = 45.8 \text{ cm}^2)$$

$$b_c = 25 \text{ cm} \quad h_o = 53.45 \text{ cm}$$

$$\text{odabrana armatura: } A_{odabir} = 45.80 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,min} = \frac{0.5}{100} \cdot b_c \cdot h_o = \frac{0.5}{100} \cdot 25 \cdot 53.45 = 6.67 \text{ cm}^2$$

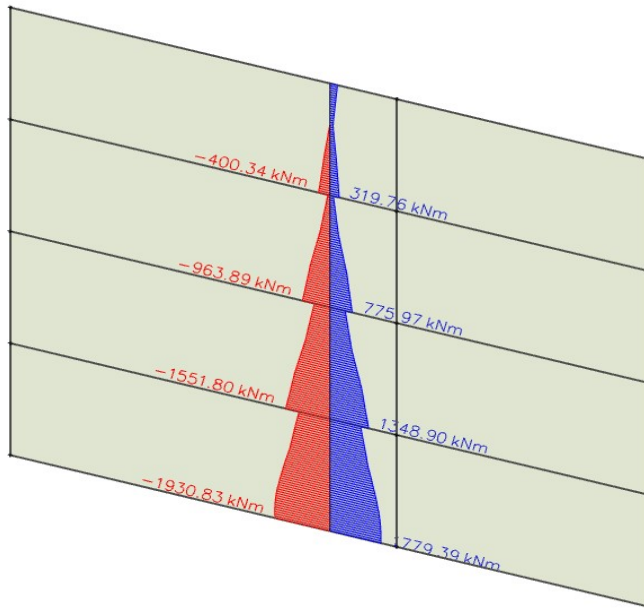
$$A_{s,max} = \frac{4}{100} \cdot b_c \cdot h_o = \frac{4}{100} \cdot 25 \cdot 53.45 = 53.45 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,min} < A_{odabrano} < A_{s,max}$$

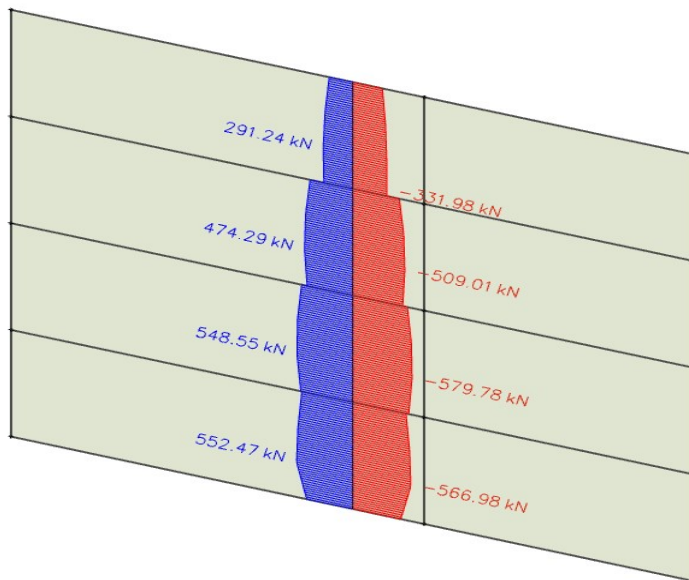
$$6.53 \text{ cm}^2 < 45.80 \text{ cm}^2 < 53.45 \text{ cm}^2$$

13.2. Proračun zida u smjeru Y

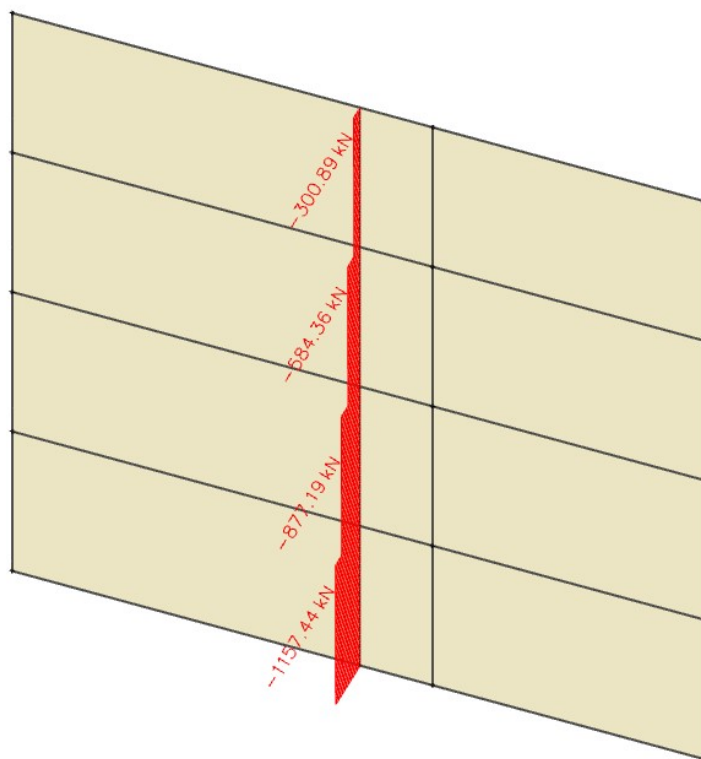
Uobičajena kombinacija:



Slika 13.14 Moment savijanja M



Slika 13.15 Poprečna sila V

Slika 13.16 Uzdužna sila N

Ograničenje normalizirane uzdužne sile

Ned (kN)	1157.44
Debljina zida b (cm)	25
Duljina zida l (cm)	1140
f_{cd} (kN/cm ²)	2.0

$$\nu_d = \frac{N_{Ed}}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = \frac{1157.44}{25 \cdot 1140 \cdot 2} = 0.02 < 0.4$$

Ograničenje normalizirane uzdužne sile za DCM zadovoljava.

Geometrijska ograničenja za klasu duktilnosti DCM

Svijetla visina kata $h_s = 2.75$ m

Debljina hrpta $b_{w0} \geq \max(0.15 \text{ m}; h_s / 20)$

$$b_{w0} \geq \max(0.15 \text{ m}; 2.65 \text{ m} / 20) \rightarrow b_{w0} \geq 0.15 \text{ m}$$

Proračun zida na savijanje Provjera vitkosti zida

visina zida h_w (cm)	1140
duljina zida l_w (cm)	1157

$$\frac{h_w}{l_w} = \frac{1140}{1157} = 0.98 > 2 \quad \text{Zid nije vitki.}$$

Geometrijske karakteristike zida

h_s – visina etaže (cm)	285
b_w – debljina zida (cm)	25
l_w – duljina zida (cm)	1157
h_w – visina zida (cm)	1140
n – broj etaža	4
d_l (cm)	3
d (cm)	1154

Gradivo

Beton	
klasa	C30/37
f_{ck} (MPa)	30
f_{cd} (MPa)	20
t_{Rd} (MPa)	0.34

Armatura	
tip	B500B
f_{yk} (MPa)	500
f_{yd} (MPa)	434.78

Koeficijenti sigurnosti materijala	
g_c	1.50
g_s	1.15

13.2.1. Proračun zida na savijanje i uzdužnu silu

Dužina rubnog serklaža: $l_{c0} = \min\{0.15 \cdot l_w; 1.50 \cdot b_w\} = \min\{173.55 \text{ cm}; 30\text{cm}\} \rightarrow$
 $l_{c0} = 30 \text{ cm}$

Visina kritične zone: $h_{cr} = \max\{l_w; h_w/6\} = \max\{1157 \text{ cm}; 190 \text{ cm}\} \rightarrow 1157 \text{ cm}$

Širina rubnog serklaža: $b_{w0} = \min\{0.15 \cdot l_w; 1.50 \cdot b_w\} = \min\{173.55 \text{ cm}; 37.5\text{cm}\} \rightarrow$
 $b_{w0} = 37.5 \text{ cm}$

$$M_{Ed} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right) = 1930.83 + 1157.44 \cdot \left(11.54 - \frac{2.85}{2}\right) = 13638.34 \text{ kNm}$$

Moment nosivosti jednostruko armiranog presjeka:

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

$$M_{Ed,lim} = 0.159 \cdot 25 \cdot 1154^2 \cdot 2.0 = 10587142.2 \text{ kNcm} = 105871.42 \text{ kNm}$$

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{13638.34 \cdot 100}{25 \cdot 1154^2 \cdot 2.0} = 0.020$$

Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.059$: $\varepsilon_{s1}=10.0 \text{ ‰}$; $\varepsilon_{c2}=2.1 \text{ ‰}$; $\zeta=0.934$; $\xi=0.174$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} - \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{13638.34 \cdot 100}{0.934 \cdot 1154 \cdot 43.48} - \frac{1157.44}{43.38} = 12.48 \text{ cm}^2$$

Potrebna minimalna površina uzdužne vlačne armature u rubovima zida:

$$A_{s1} = 0.15\% \cdot b \cdot d = 0.0015 \cdot 25 \cdot 1154 = 43.28 \text{ cm}^2$$

ODABRANA ARMATURA: **18Ø18**($A_{s1} = 45.8 \text{ cm}^2$)

13.2.2. Proračun zida na poprečnu silu

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

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

Dijagonalni tlačni slom hrpta zbog posmika:

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

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

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

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

$$z = 0.8 \cdot l_w = 0.8 \cdot 1157 = 925.60 \text{ cm}$$

$$V_{Rd,max} = \frac{1.0 \cdot 30 \cdot 925.6 \cdot 0.53 \cdot 2.0}{1 + 1} = 1471.70 \text{ kN} > 566.98 \text{ kN} \rightarrow \text{uvjet zadovoljava}$$

Dijagonalni tlačni slom hrpta zbog posmika:

$$\alpha_s = \frac{M_{Ed}}{V_{Ed} \cdot l_w} = \frac{1930.83}{566.98 \cdot 11.57} = 0.29$$

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

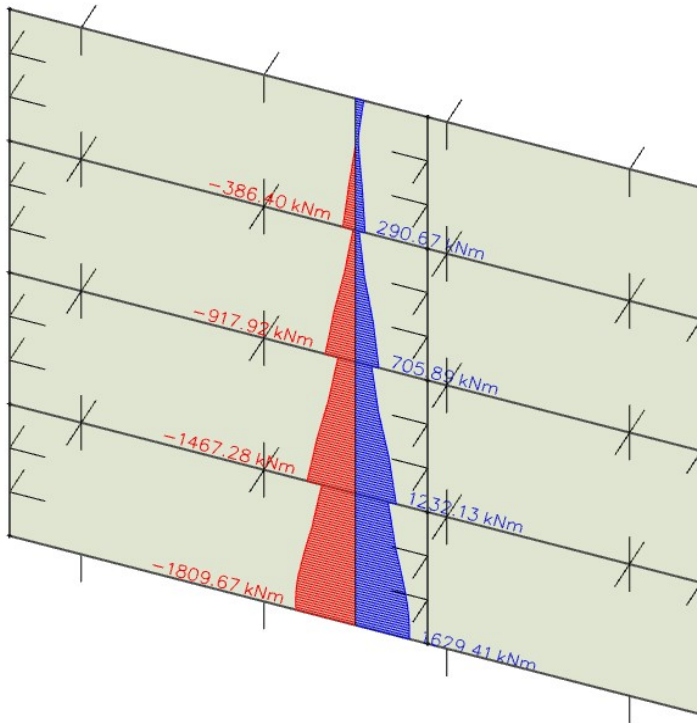
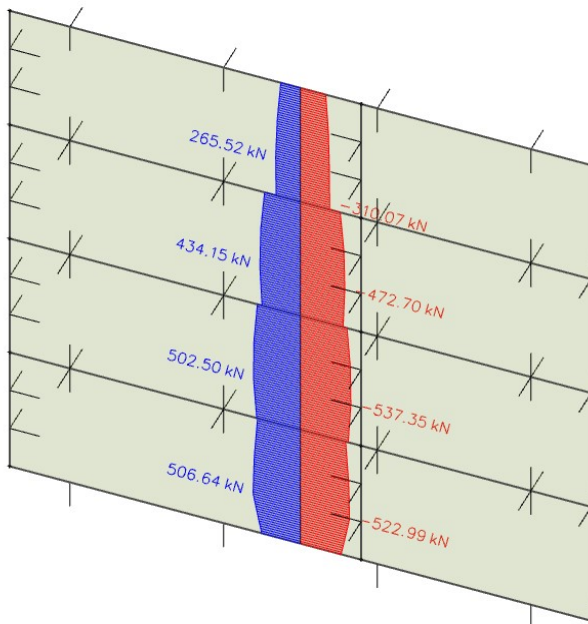
$$V_{Ed} < V_{Rd,s} \rightarrow V_{Ed} < b_{w0} \cdot (0.8 \cdot l_w) \cdot \rho_h \cdot f_{yd,h} \cdot ctg\theta$$

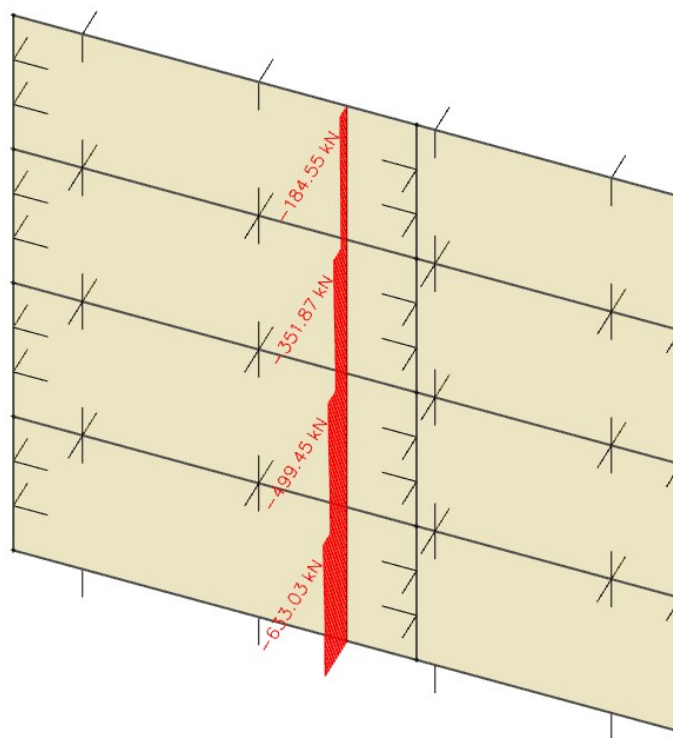
$$\rho_h > \frac{V_{Ed}}{b_{w0} \cdot (0.8 \cdot l_w) \cdot f_{yd,h} \cdot ctg\theta} = \frac{566.98}{30 \cdot (0.8 \cdot 1157) \cdot 43.48 \cdot 1} = 0.00047$$

$$\rho_{h,min} > \max(0.00135; 0.25 \cdot \rho_v)$$

$$\rho_{h,min} > 0.00095$$

$$A_h = \rho_h \cdot b_{w0} \cdot s_h = 2.38 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{odabrana armatura zadovoljava}$$

Izvanredna kombinacija:Slika 13.14 Moment savijanja M Slika 13.15 Poprečna sila V

Slika 13.16 Uzdužna sila N

Ograničenje normalizirane uzdužne sile

N_{Ed} (kN)	633.03
Debljina zida b (cm)	25
Duljina zida l (cm)	1140
f_{cd} (kN/cm ²)	2.0

$$v_d = \frac{N_{Ed}}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = \frac{633.03}{25 \cdot 1140 \cdot 2} = 0.01 < 0.4$$

Ograničenje normalizirane uzdužne sile za DCM zadovoljava.

Geometrijska ograničenja za klasu duktilnosti DCM

Svijetla visina kata $h_s = 2.75$ m

Debljina hrpta $b_{w0} \geq \max(0.15 \text{ m}; h_s / 20)$

$$b_{w0} \geq \max(0.15 \text{ m}; 2.65 \text{ m} / 20) \rightarrow b_{w0} \geq 0.15 \text{ m}$$

Proračun zida na savijanje

Provjera vitkosti zida

visina zida h_w (cm)	1140
duljina zida l_w (cm)	1157

$$\frac{h_w}{l_w} = \frac{1140}{1157} = 0.98 > 2 \quad \text{Zid nije vitki.}$$

Geometrijske karakteristike zida

h_s – visina etaže (cm)	285
b_w - debljina zida (cm)	25
l_w – duljina zida (cm)	1157
h_w – visina zida (cm)	1140
n – broj etaža	4
d_l (cm)	3
d (cm)	1154

Gradivo

Beton	
klasa	C30/37
f_{ck} (MPa)	30
f_{cd} (MPa)	20
t_{Rd} (MPa)	0.34

Armatura	
tip	B500B
f_{yk} (MPa)	500
f_{yd} (MPa)	434.78

Koeficijenti sigurnosti materijala	
g_c	1.50
g_s	1.15

Proračun zida na savijanje i uzdužnu silu

Dužina rubnog serklaža: $l_{c0} = \min\{0.15 \cdot l_w; 1.50 \cdot b_w\} = \min\{173.55 \text{ cm}; 30\text{cm}\} \rightarrow$
 $l_{c0} = 30 \text{ cm}$

Visina kritične zone: $h_{cr} = \max\{l_w; h_w/6\} = \max\{1157 \text{ cm}; 190 \text{ cm}\} \rightarrow 1157 \text{ cm}$

Širina rubnog serklaža: $b_{w0} = \min\{0.15 \cdot l_w; 1.50 \cdot b_w\} = \min\{173.55 \text{ cm}; 37.5\text{cm}\} \rightarrow$
 $b_{w0} = 37.5 \text{ cm}$

$$M_{Ed} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right) = 1809.67 + 633.03 \cdot \left(11.54 - \frac{2.85}{2}\right) = 8212.76 \text{ kNm}$$

Moment nosivosti jednostruko armiranog presjeka:

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

$$M_{Ed,lim} = 0.159 \cdot 25 \cdot 1154^2 \cdot 2.0 = 10587142.2 \text{ kNcm} = 105871.42 \text{ kNm}$$

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{8212.76 \cdot 100}{25 \cdot 1154^2 \cdot 2.0} = 0.012$$

Iz tablice očitano za $\mu_{Ed}=0.059$: $\varepsilon_{s1}=10.0\%$; $\varepsilon_{c2}=0.7\%$; $\zeta=0.977$; $\xi=0.065$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} - \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{8212.76 \cdot 100}{0.977 \cdot 1154 \cdot 43.48} - \frac{1157.44}{43.38} = 9.87 \text{ cm}^2$$

Potrebna minimalna površina uzdužne vlačne armature u rubovima zida:

$$A_{s1} = 0.15\% \cdot b \cdot d = 0.0015 \cdot 25 \cdot 1154 = 43.28 \text{ cm}^2$$

ODABRANA ARMATURA: **18Ø18** ($A_{s1} = 45.8 \text{ cm}^2$)

Proračun zida na poprečnu silu

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

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

Dijagonalni tlačni slom hrpta zbog posmika:

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

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

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

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

$$z = 0.8 \cdot l_w = 0.8 \cdot 1157 = 925.60 \text{ cm}$$

$$V_{Rd,max} = \frac{1.0 \cdot 30 \cdot 925.6 \cdot 0.53 \cdot 2.0}{1 + 1} = 1471.70 \text{ kN} > 522.99 \text{ kN} \rightarrow \text{uvjet zadovoljava}$$

Dijagonalni tlačni slom hrpta zbog posmika:

$$\alpha_s = \frac{M_{Ed}}{V_{Ed} \cdot l_w} = \frac{1809.67}{522.99 \cdot 11.57} = 0.29$$

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

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

$$\rho_h > \frac{V_{Ed}}{b_{w0} \cdot (0.8 \cdot l_w) \cdot f_{yd,h} \cdot ctg\theta} = \frac{522.99}{30 \cdot (0.8 \cdot 1157) \cdot 43.48 \cdot 1} = 0.00095$$

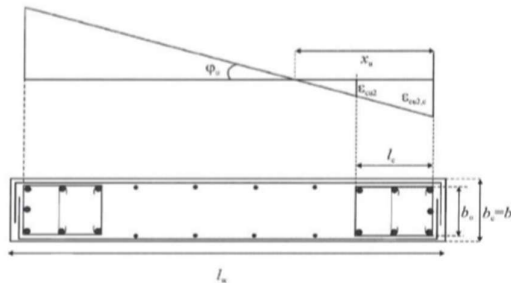
$$\rho_{h,min} > \max(0.00135; 0.25 \cdot \rho_v)$$

$$\rho_{h,min} > 0.00095$$

$$A_h = \rho_h \cdot b_{w0} \cdot s_h = 2.38 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{odabrana armatura zadovoljava}$$

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
ϵ_{cu2}	granična deformacija neovijenog betona
$\epsilon_{cu2,c}$	granična deformacija ovijenog betona, uzima se vrijednost 0,0035
α	faktor učinkovitosti ovijanja
ω_{wd}	mehanički obujamski omjer armiranja ovijenom armaturom



Slika 8.17. Shema potresne armature

$$b_0 = 25 - 2 \cdot (2 + 0.5) = 20 \text{ cm}$$

$$b_c = 25 \text{ cm}$$

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{A_c} = 0.0308$$

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

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

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

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

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

$$T1=0.430; Tc=0.4; q0=3$$

Koeficijent duktilnosti s obzirom na zakrivljenost

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

$$\mu_{\varphi} = 2 \cdot 3 - 1 = 5$$

$$\varepsilon_{s,yd} = \frac{f_{s,yd}}{E} = 0.0021734$$

$$\alpha \cdot \omega_{vd} \geq 30 \cdot 5 \cdot (0.253 + 0.1) \cdot 0.0021734 \cdot \frac{25}{20} - 0.035 = 0.108$$

$$\varepsilon_{cu2,c} = 0.0153$$

$$x_u = (0.253 + 0.1) \cdot \frac{1157 \cdot 25}{20} = 510.53 \text{ cm}$$

$$h_0 = 510.53 \cdot \left(1 - \frac{0.0308}{0.0153}\right) = 393.74 \text{ cm}$$

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

$$\rightarrow \{173.55 \text{ cm}; 30 \text{ cm}; 393.74 \text{ cm}\}$$

$$l_c = 393.74 \text{ cm}$$

Odabrana debljina rubnog elementa: 400 cm

Odabrana armatura: 18Ø18 ($A_{s1} = 45.8 \text{ cm}^2$) →

odabrana armatura zadovoljava u pogledu nosivosti na savijanje

$$A_{s,min} = 0.5\% \cdot b_c \cdot h_0 = 40.25 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = 4.0\% \cdot b_c \cdot h_0 = 393.74 \text{ cm}^2$$

→ odabrana armatura zadovoljava uvjete minimalne i maksimalne

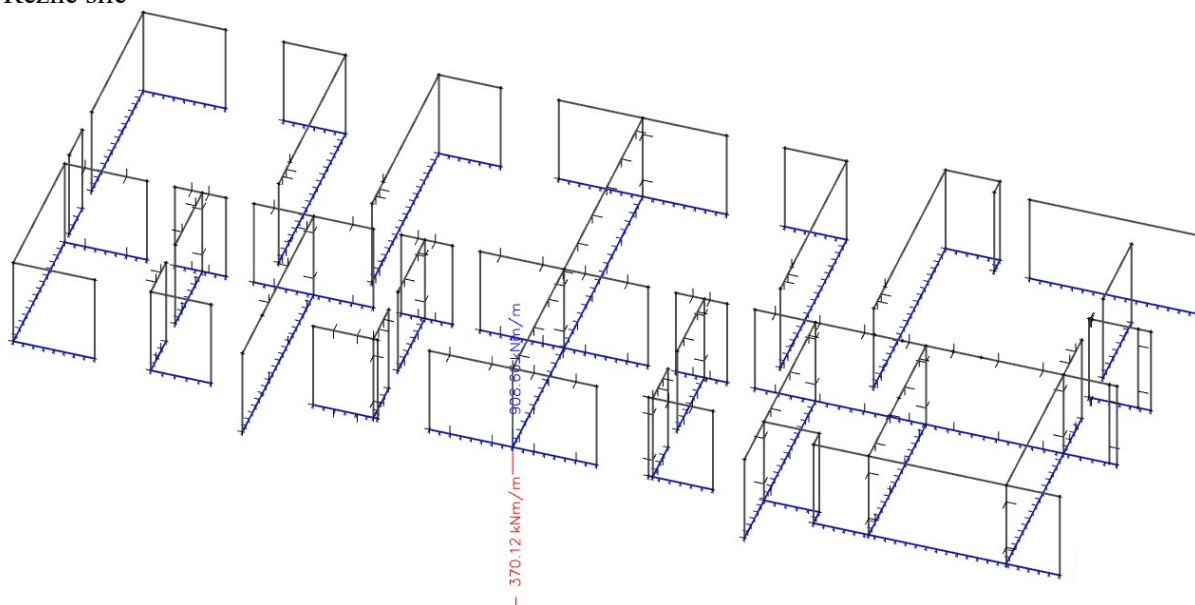
14. PRORAČUN TEMELJA

Temelji se izvode kao trakasti temelji ispod zidova . Sve temeljne trake izvedene su od betona C30/37 te armirane armaturom B500B. Na slici je prikazan raspored temelja. Radi jednostavnosti izvedbe a i ujednačenosti reakcija ispod zidova i temelja sve su temeljne trake istih dimenzija te jednako armirane. Proračun je proveden na način da su iz prostornog modela za kritične uobičajene kombinacije dobivene maksimalne rezne sile na ležajevima ispod zidova. Potom je provedena kontrola naprezanja koje mora zadovoljiti uvjet $\sigma < \sigma_{dop} = 0.5MPa$.

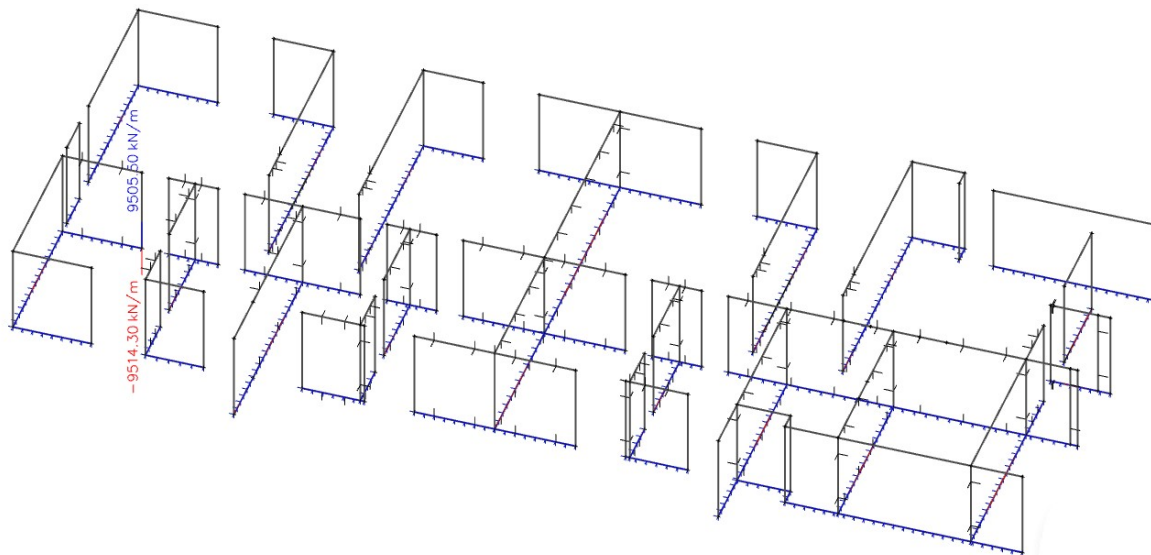
14.1 Proračun trakastog temelja za zgradu

14.1.1. I. kombinacija $M_{max} + N_{pripadno}$

Rezne sile



Slika 14.1 $M_{max}, N_{pripadno}$ -prikaz M_x

Slika 14.2 $M_{max}, N_{pripadno}$ -prikaz N

14.1.2 Dimenzioniranje temelja

Težina temelja: $W = B \cdot L \cdot h \cdot \gamma_{bet} = B \cdot 12.00 \cdot 0.50 \cdot 25 = B \cdot 150$

$$N_d = 9505.50 + B \cdot 150$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{N}{A} \mp \frac{M}{W}$$

$$A = B \cdot 12$$

$$W = \frac{bL^2}{6} = \frac{B \cdot 12.00^2}{6}$$

$$\sigma_1 = \frac{9505.5 + B \cdot 150.00}{B \cdot 5.00} + \frac{106.97}{\frac{B \cdot 12.00^2}{6}} < 500 \frac{kN}{m^2}$$

$$\frac{9505.50 \cdot 12.00 + B \cdot 150.00 \cdot 12.00}{B \cdot 12.00^2} + \frac{6 \cdot 106.97}{B \cdot 12.00^2} < 500 \frac{kN}{m^2}$$

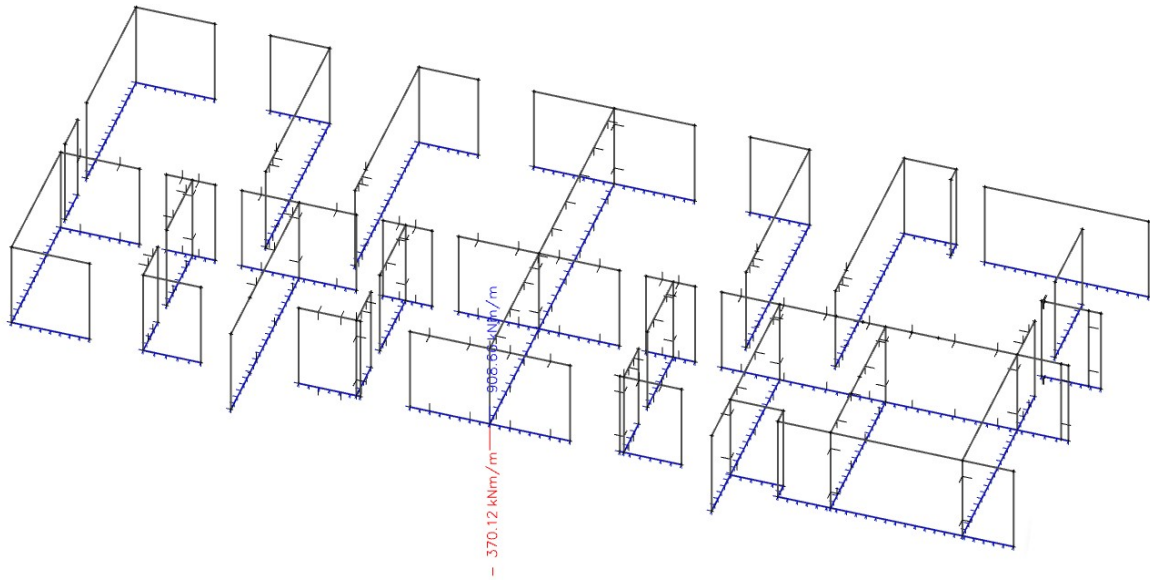
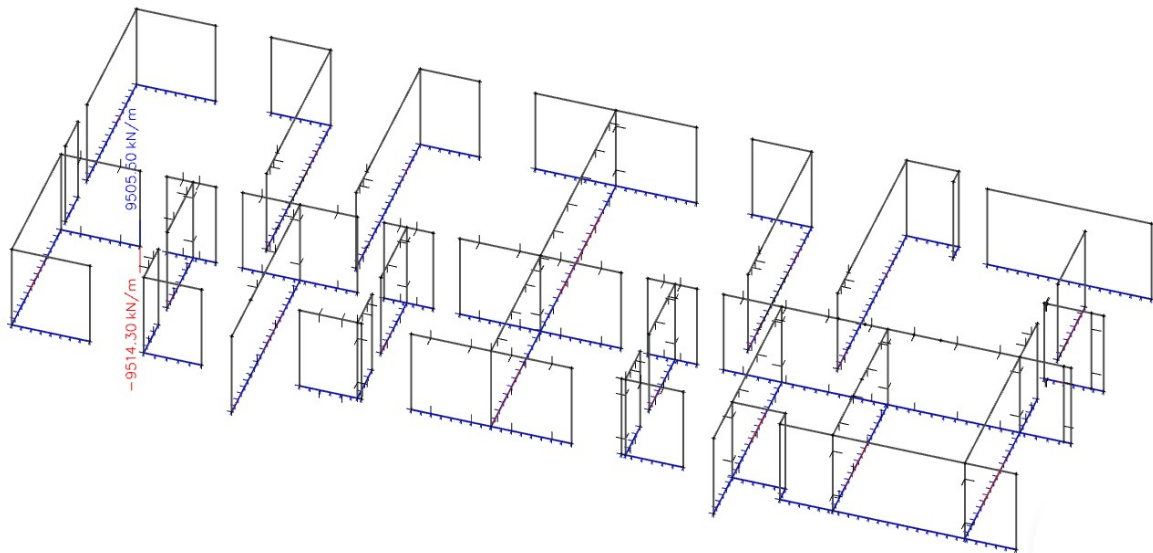
$$B > 1.00m$$

$$\sigma_2 = \frac{9505.5 + B \cdot 150.00}{B \cdot 12.00} - \frac{106.97}{\frac{B \cdot 12.00^2}{6}} < 500 \frac{kN}{m^2}$$

$$B > 0.70m$$

14.1.2. II. kombinacija $N_{max} + M_{pripadni}$

Rezne sile

*Slika 14.3 $N_{max}, M_{pripadni}$ -prikaz N* *Slika 14.4 $N_{max}, M_{pripadni}$ -prikaz M_x*

14.1.4. Dimenzioniranje temelja

Težina temelja: $W = B \cdot L \cdot h \cdot \gamma_{bet} = B \cdot 12.00 \cdot 0.5 \cdot 25 = B \cdot 150.00$

$$N_d = 9505.50 + B \cdot 150.00$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{N}{A} \mp \frac{M}{W}$$

$$A = B \cdot 12.00$$

$$W = \frac{bL^2}{6} = \frac{B \cdot 12.00^2}{6}$$

$$\sigma_1 = \frac{9505.5 + B \cdot 120.00}{B \cdot 6.00} + \frac{106.97}{\frac{B \cdot 12.00^2}{6}} < 500 \frac{kN}{m^2}$$

$$\frac{9505.50 \cdot 12.00 + B \cdot 150.00 \cdot 12.00}{B \cdot 12.00^2} + \frac{6 \cdot 106.97}{B \cdot 12.00^2} < 500 \frac{kN}{m^2}$$

$$B > 1.00m$$

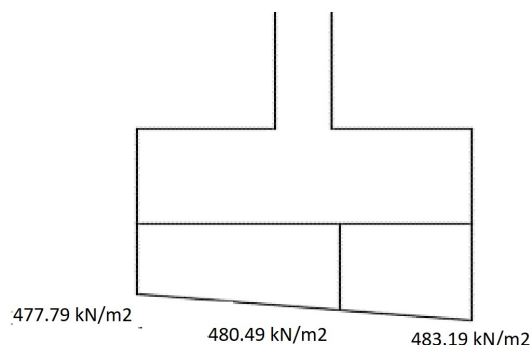
$$\sigma_2 = \frac{9505.5 + B \cdot 150.00}{B \cdot 12.00} - \frac{106.97}{\frac{B \cdot 12.00^2}{6}} < 500 \frac{kN}{m^2}$$

$$B > 0.70m$$

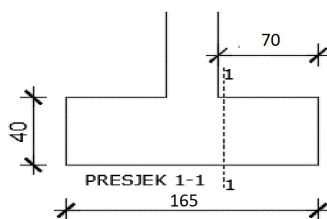
Odabrana širina temelja $B=165 \text{ cm}$

$$\sigma_1 = \frac{9505.5 + 50.00}{6.00} + \frac{106.97}{12.00} = 483.19 < 500 \frac{kN}{m^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{9505.5 + 50.00}{6.00} - \frac{106.97}{12.00} = 477.79 < 500 \frac{kN}{m^2}$$



Slika 14.5 Prikaz naprezanja



Slika 14.6 Odabrane dimenzije temelja zgrade

$$M'_{Ed} = \sigma' \cdot \frac{b'^2}{2} + (\sigma_1 - \sigma') \cdot \frac{2b'^2}{6} = 480.49 \cdot \frac{0.7^2}{2} + (483.19 - 480.49) \cdot \frac{0.7^2}{3} = 108.16 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 108.16 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{10816}{165 \cdot 47^2 \cdot 2.0} = 0.014$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10.0\text{‰} \quad \varepsilon_{c2} = 0.70\text{‰} \quad \zeta = 0.977$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{10816}{0.977 \cdot 47 \cdot 43.48} = 5.41 \text{ cm}^2$$

$$A_{min} = 0.15\% \cdot b \cdot d = 0.15 \cdot 165 \cdot \frac{47}{100} = 11.63 \text{ cm}^2$$

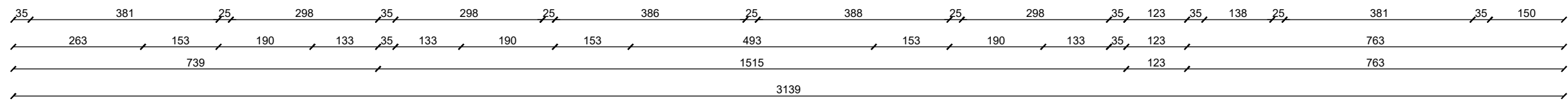
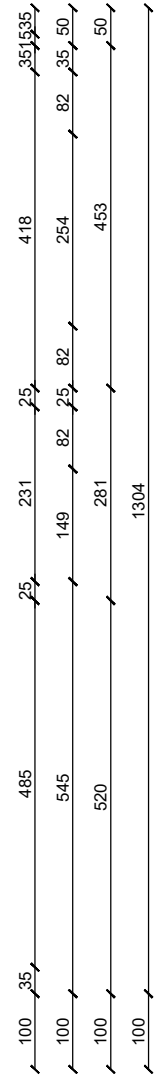
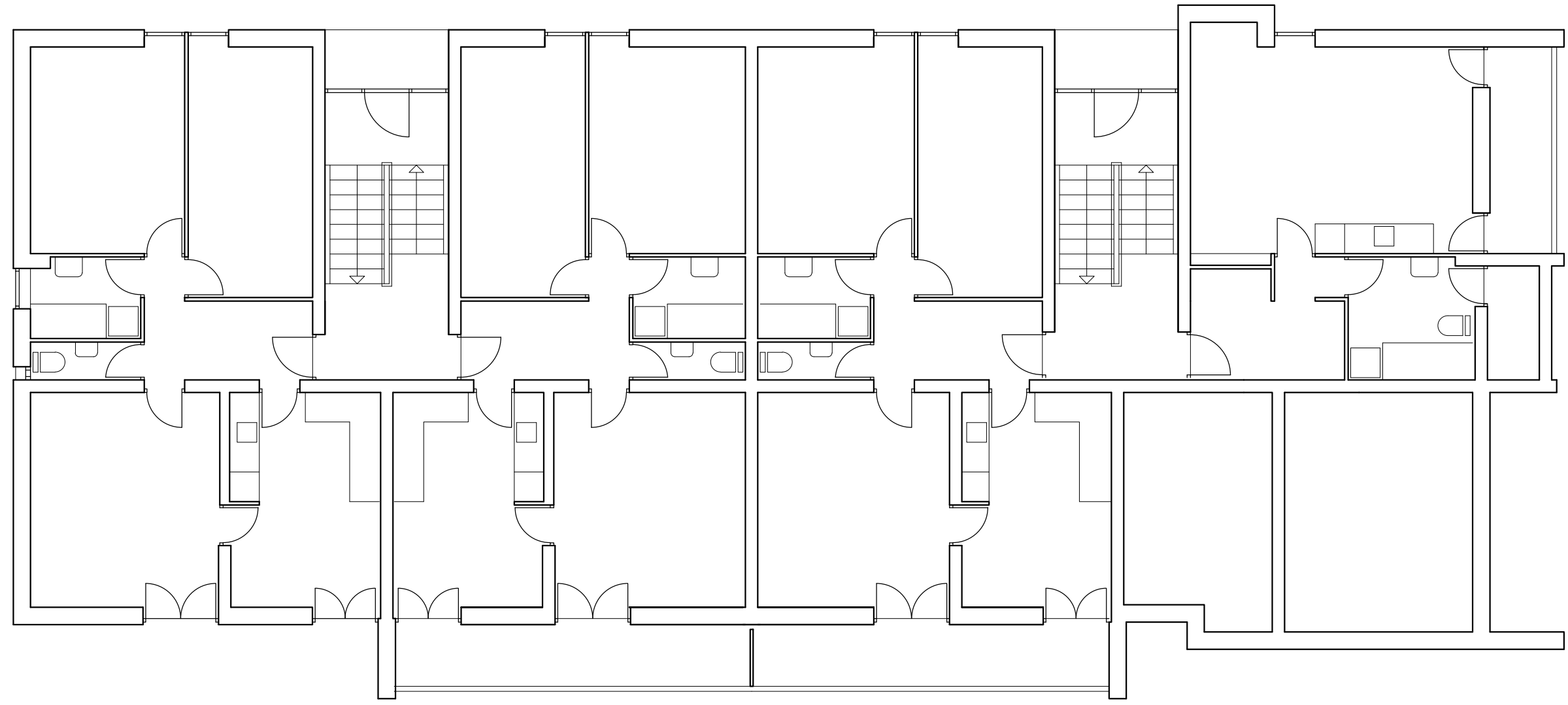
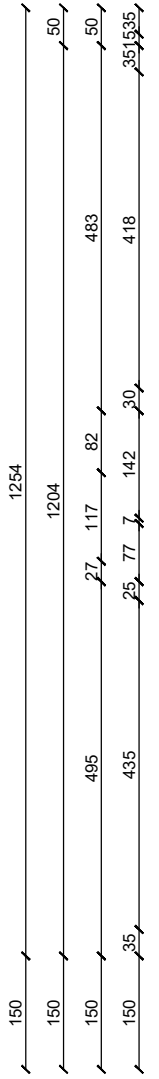
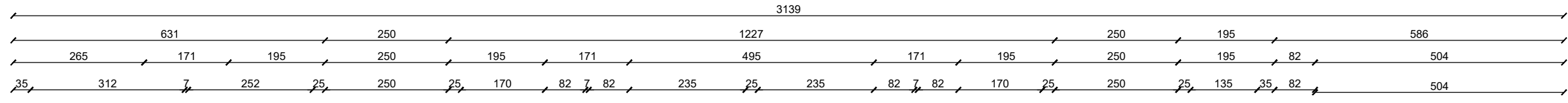
Odabrana armatura: **11Ø12** $A_s = 12.44 \text{ cm}^2$

15. GRAFIČKI PRILOZI


1. Tlocrt prizemlja	M 1:100
2. Tlocrt karakteristične etaže	M 1:100
3. Tlocrt krova	M 1:100
4. Presjek	M 1:100
5. Raspored pozicija	M 1:100
6. Plan pozicija 000	M 1:100
7. Plan pozicija 100, 200, 300	M 1:100
8. Plan pozicija 400	M 1:100
9. Armaturni plan pozicija 000, donja zona	M 1:100
10. Iskaz armature pozicija 000, donja zona	M 1:100
11. Armaturni plan pozicija 000, gornja zona	M 1:100
12. Iskaz armature pozicija 000, gornja zona	M 1:100
13. Armaturni plan pozicija 100, donja zona	M 1:100
14. Iskaz armature pozicija 100, donja zona	M 1:100
15. Armaturni plan pozicija 100, gornja zona	M 1:100
16. Iskaz armature pozicija 100, gornja zona	M 1:100
17. Shema armature pozicija 200, 300 donja zona	M 1:100
18. Shema armature pozicija 200, 300 gornja zona	M 1:100
19. Armaturni plan pozicija 400, donja zona	M 1:100
20. Iskaz armature pozicija 400, donja zona	M 1:100
21. Armaturni plan pozicija 400, gornja zona	M 1:100
22. Iskaz armature pozicija 400, gornja zona	M 1:100
23. Armatura stubišta	M1:20
24. Armatura zida	M1:20
25. Armatura temelja	M1:20

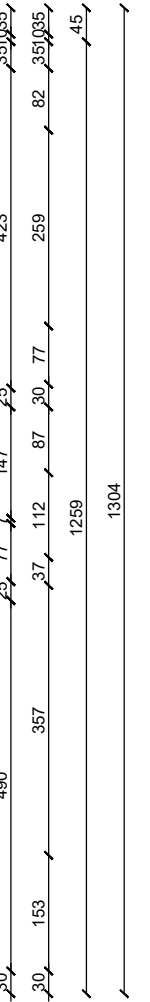
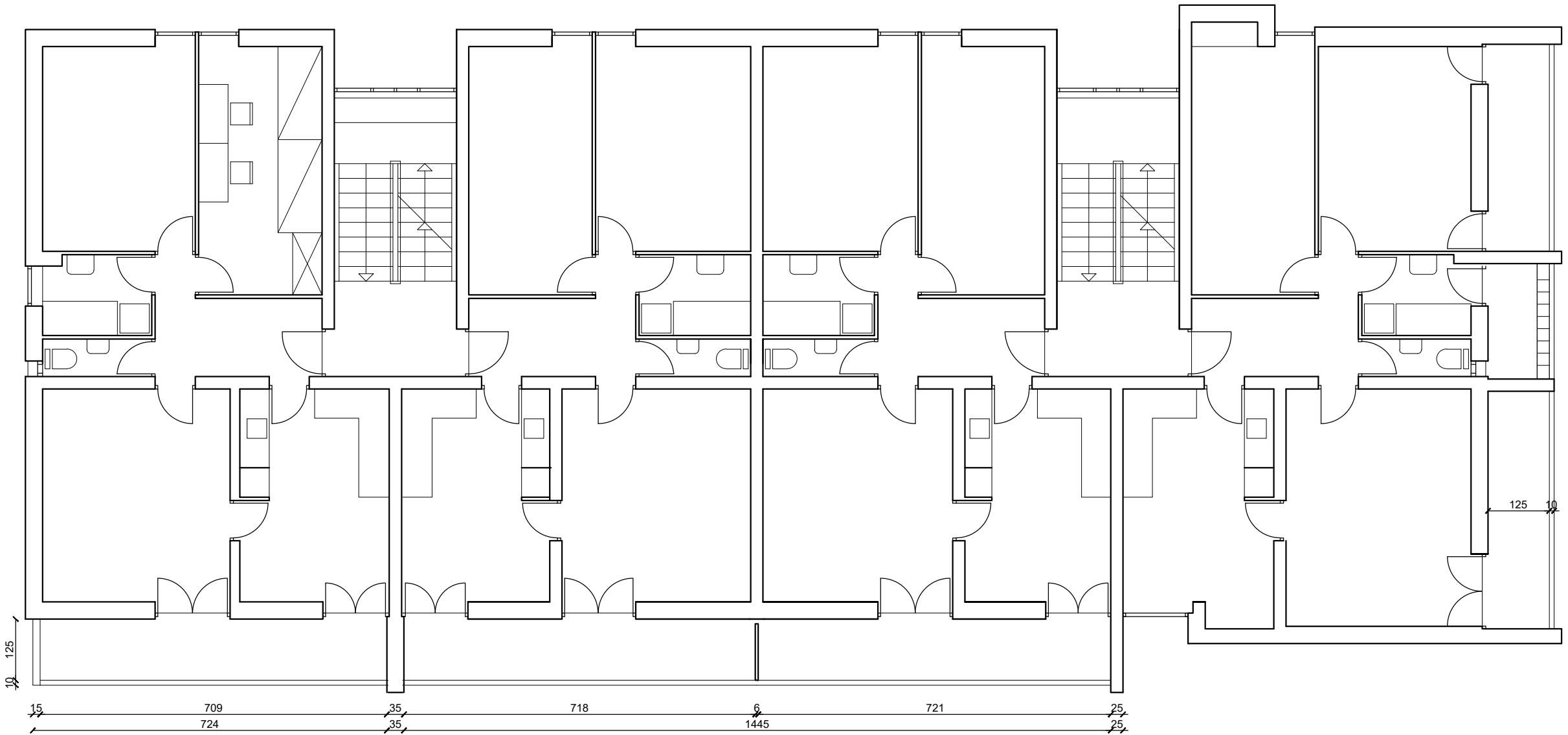
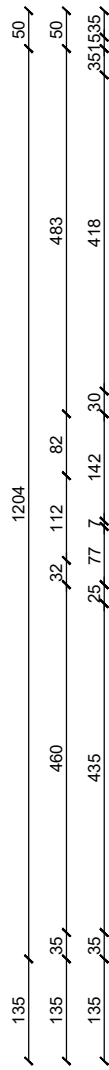
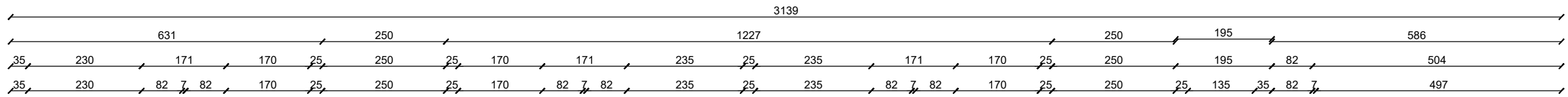
16. LITERATURA

- (1) *A. Harapin, J.Radnić: Osnove betonskih konstrukcija, interna skripta- zapisi s predavanja; Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Split*
- (2) *I. Tomičić : Betonske konstrukcije -3. izmijenjeno i dopunjeno izdanje, Zagreb 1996*
- (3) EN 1990:2008 Eurokod- osnove projektiranja konstrukcija (EN 1990:2008+A1:2005+AC:2008)
- (4) *EN 1991: Eurokod 1 – Djelovanja na konstrukciju*
- (5) *EN 1992-1-1:2008 Eurokod 2 – Projektiranje betonskih konstrukcija –Dio 1-1 :Opća pravila i pravila za zgrade*
- (6) *EN 1998:2008 Eurokod 8 –Projektiranje konstrukcija otpornih na potres-1.dio*




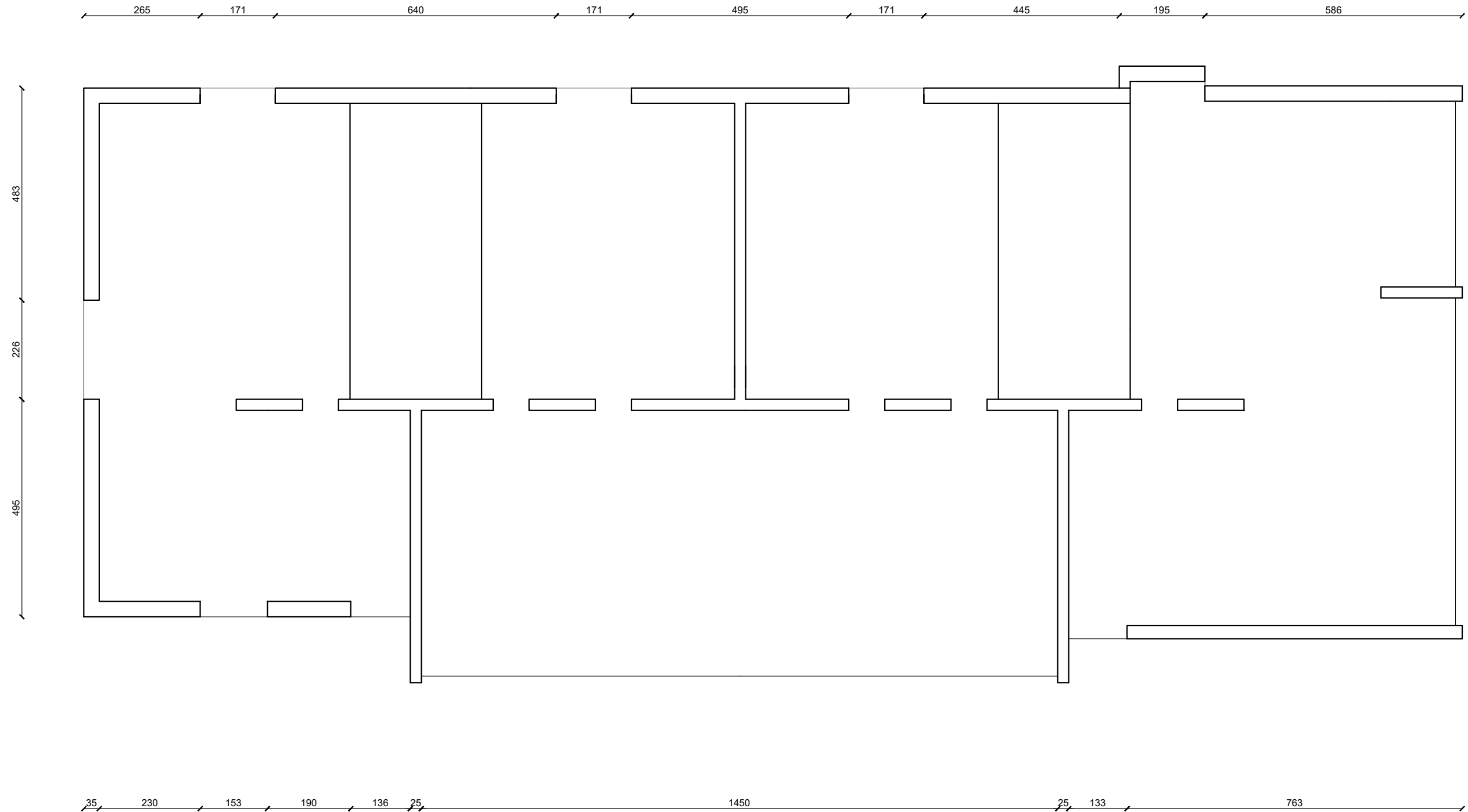
TLOCRT PRIZEMLJA
M 1:100

 SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463, tel. +385 (0)21 303333, fax +385 (0)21 465117	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:100
	GRADEVINA: Stambena zgrada na Manušu, Split	DATUM: 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Marija Jurić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	SADRŽAJ: TLOCRT PRIZEMLJA	BROJ PRILOGA: 1




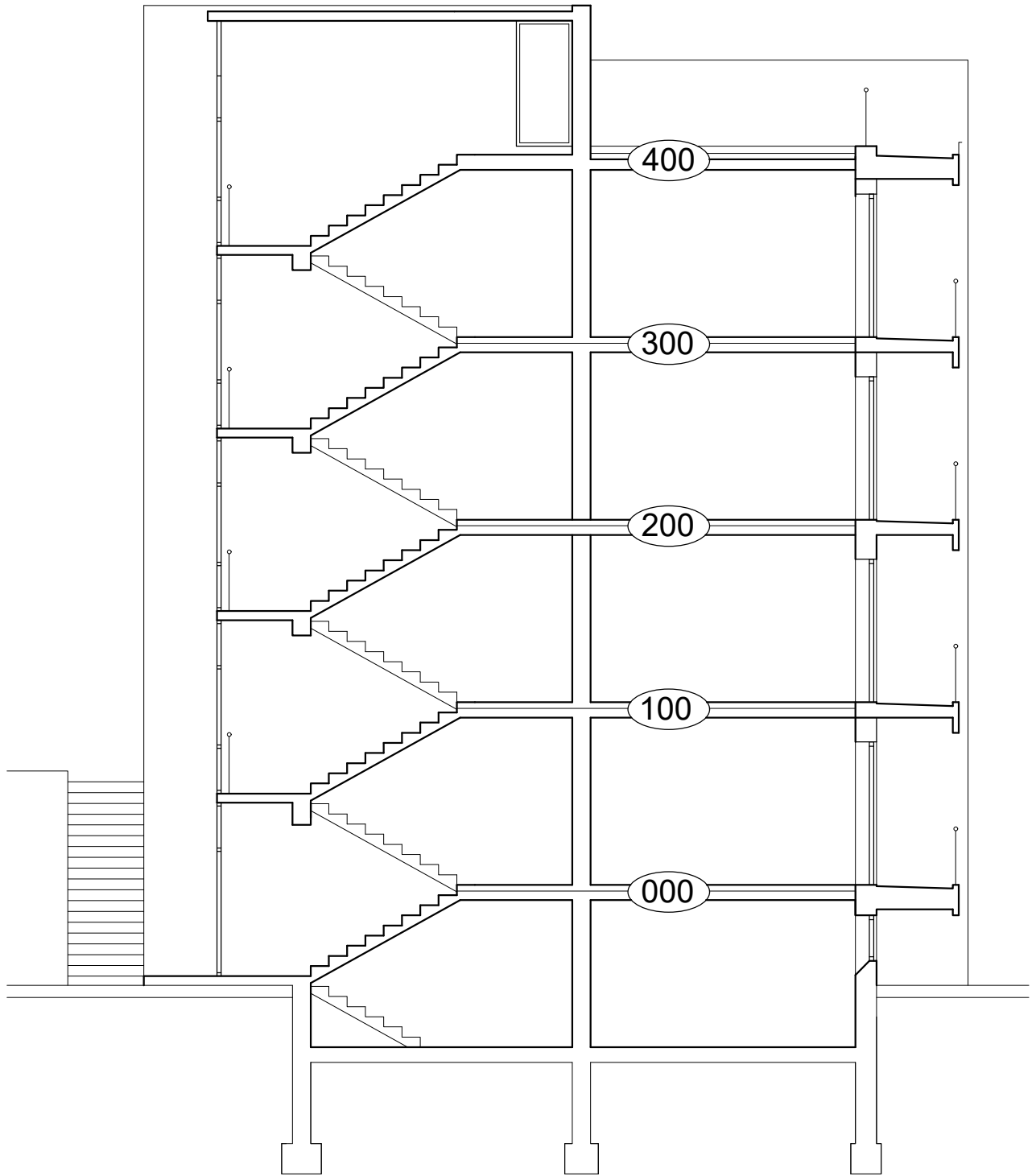
TLOCRT KARAKTERISTIČNE ETAŽE
M 1:100

 SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463, tel. +385 (0)21 303333, fax +385 (0)21 465117	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:100
	GRADEVINA: Stambena zgrada na Manušu, Split	DATUM: 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Marija Jurić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	SADRŽAJ: TLOCRT KARAKTERISTIČNE ETAŽE	BROJ PRILOGA: 2




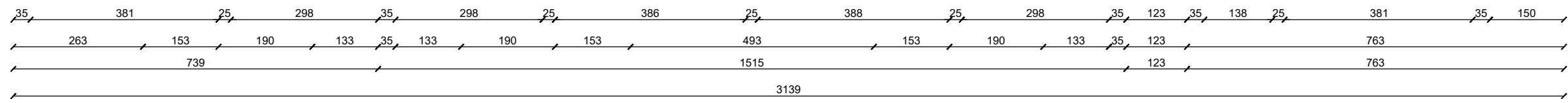
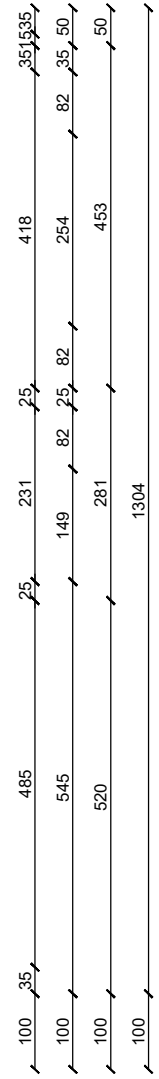
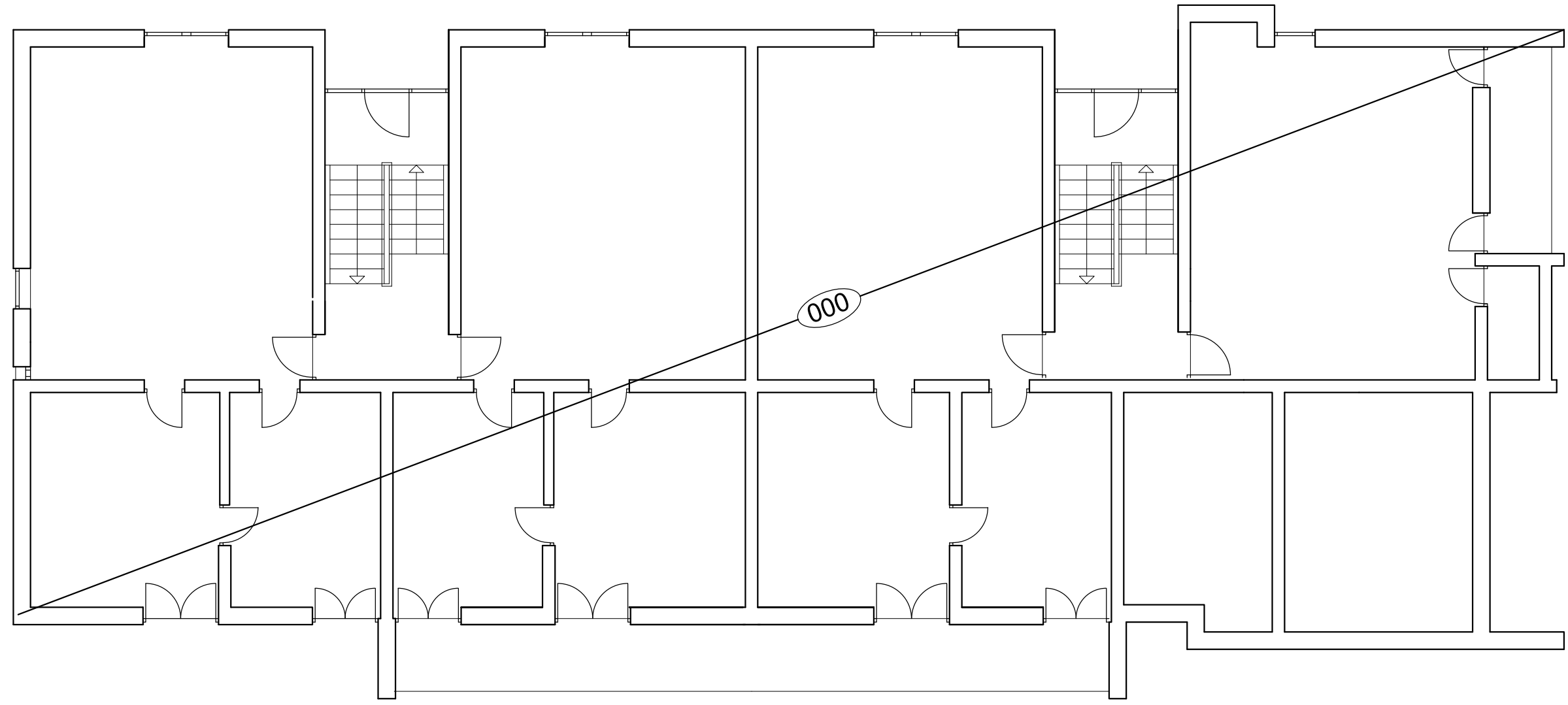
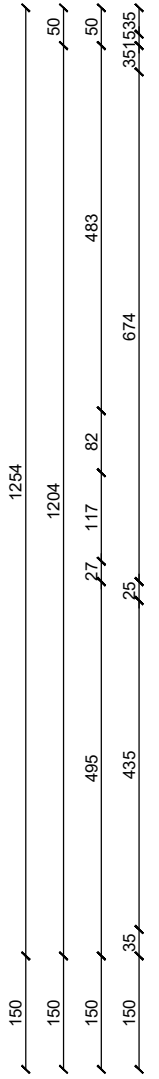
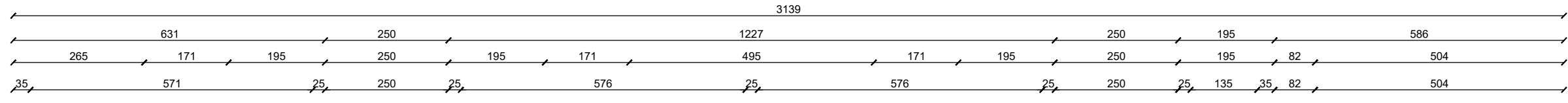
TLOCRT KROVA
M 1:100

 <small>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463, tel. +385 (0)21 303333, fax +385 (0)21 465117</small>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:100
	GRADEVINA: Stambena zgrada na Manušu, Split	DATUM: 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Marija Jurić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	SADRŽAJ: TLOCRT KROVA	BROJ PRILOGA: 3



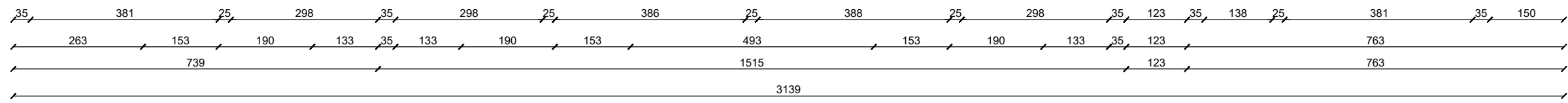
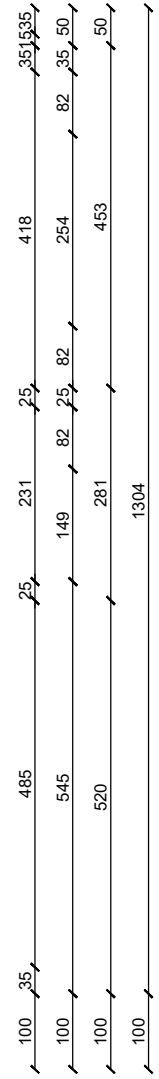
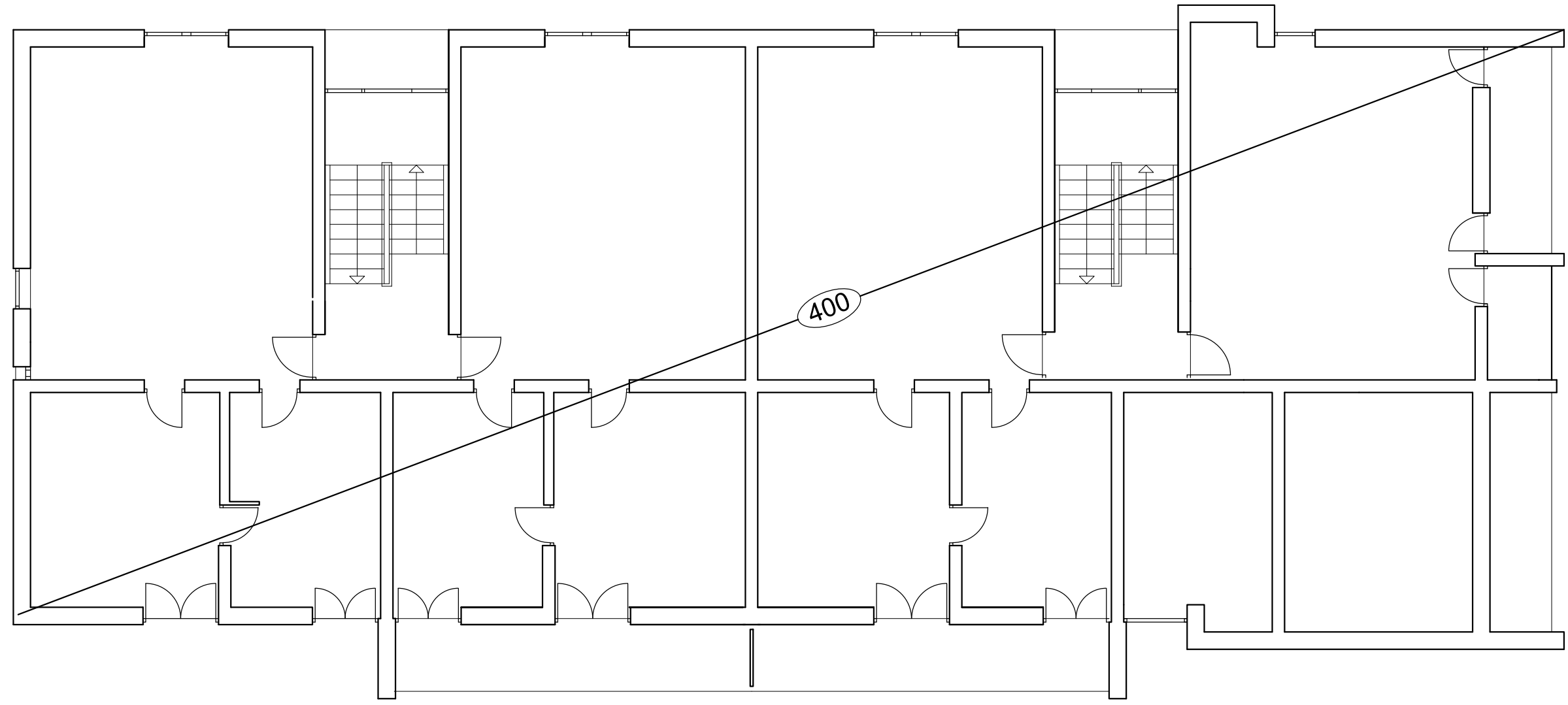
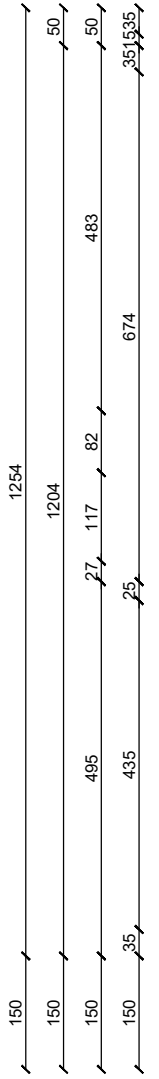
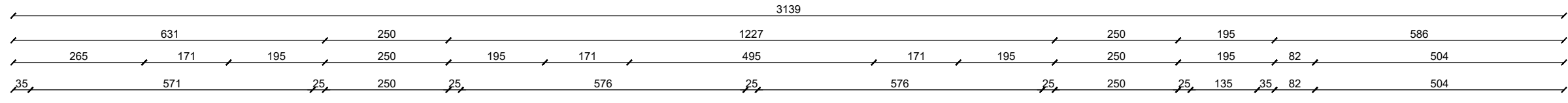
RASPORED POZICIJA
M 1:100

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRADEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463, tel: + 385 (0)21 303333, fax: + 385 (0)21 485117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:100
	GRADEVINA: Stambena zgrada na Manušu, Split	DATUM: 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Marija Jurić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	SADRŽAJ: RASPORED POZICIJA	BROJ PRILOGA: 5




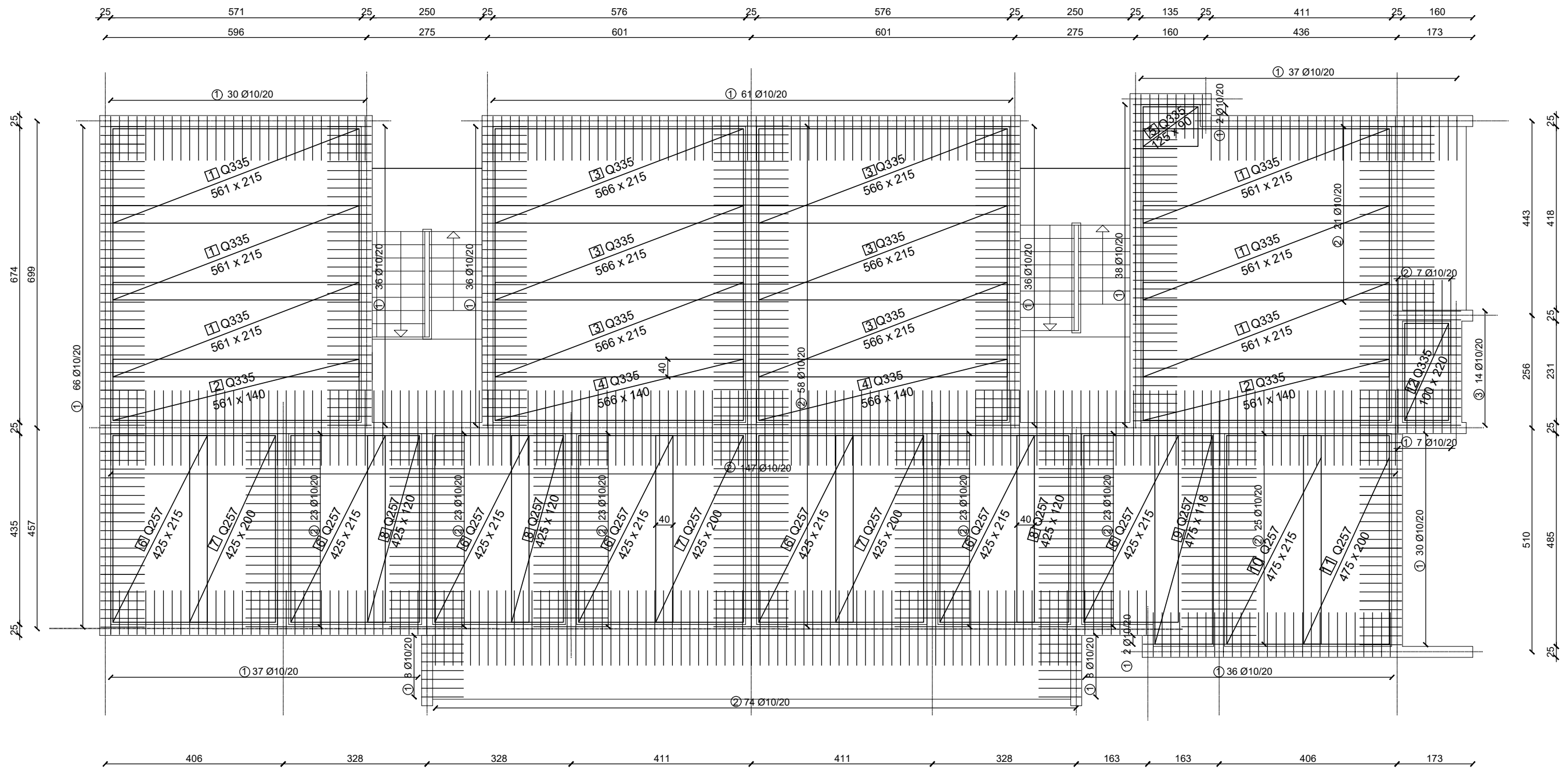
PLAN POZICIJA 000
 M 1:100

<p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODENZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463, tel. +385 (0)21 303333, fax +385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:100
	GRADEVINA: Stambena zgrada na Manušu, Split	DATUM: 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Marija Jurić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	SADRŽAJ: PLAN POZICIJA 000	BROJ PRILOGA: 6



PLAN POZICIJA 400
M 1:100













 SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463, tel. +385 (0)21 303333, fax. +385 (0)21 465117	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:100
	GRADEVINA: Stambena zgrada na Manušu, Split	DATUM: 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Marija Jurić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	SADRŽAJ: PLAN POZICIJA 400	BROJ PRILOGA: 8



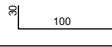
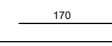
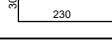
ARMATURNI PLAN POZICIJA 000
DONJA ZONA
M 1:100

<p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 314963, tel. + 385 (0)21 303333, fax + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:100
	GRADEVINA: Stambena zgrada na Manušu, Split	DATUM: 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Marija Jurić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	SADRŽAJ: ARMATURNI PLAN POZICIJA 000 DONJA ZONA	BROJ PRILOGA: 9


ISKAZ MREŽASTE ARMATURE Čelik B500B

POZ	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m ²)	UKUPNA MASA
1	Q-335		561x215	6	5.45	394.41
2	Q-335		561x140	2	5.45	85.61
3	Q-335		566x215	6	5.45	397.93
4	Q-335		566x140	2	5.45	86.37
5	Q-335		125x90	1	5.45	6.13
6	Q-257		425x215	7	4.16	266.08
7	Q-257		425x200	3	4.16	106.08
8	Q-257		425x120	3	4.16	63.65
9	Q-257		475x120	1	4.16	23.71
10	Q-257		475x215	1	4.16	42.48
11	Q-257		475x200	1	4.16	39.52
12	Q-335		220x100	1	4.16	9.19
UKUPNO (kg) : 1521.17						

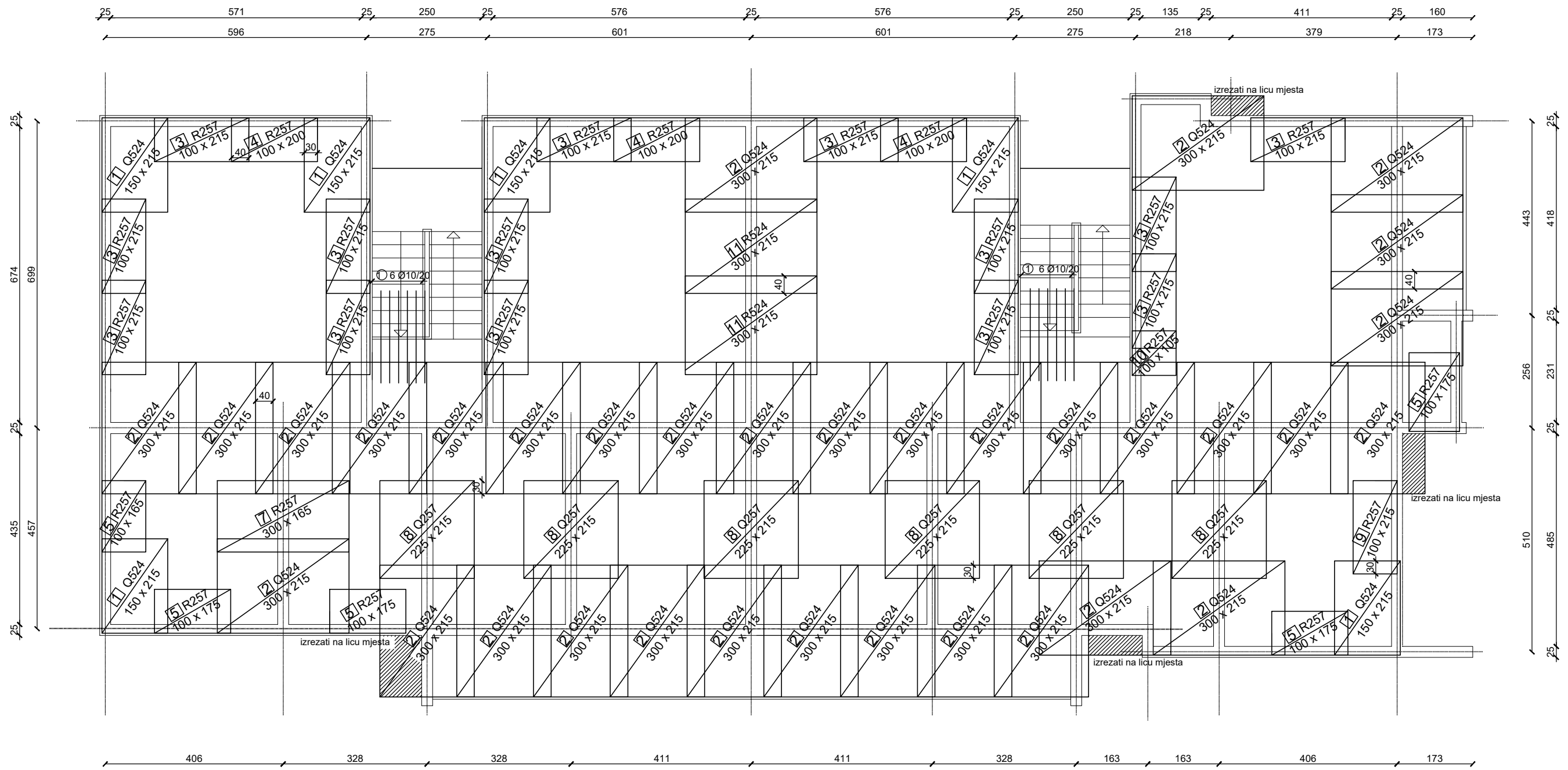
ISKAZ REBRASTE ARMATURE Čelik B500B

POZ	OBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m)	KOM.	L (cm)	MASA (kg)
1		10	0,617	471	130	361,75
2		10	0,617	447	170	247,54
3		10	0,617	14	260	22,46
UKUPNO (kg) : 869.11						


ISKAZ ARMATURE POZICIJA 000
DONJA ZONA

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149453, tel + 385 (0)21 303333, fax + 385 (0)21 455117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	DATUM: 2020.
	GRAĐEVINA: Stambena zgrada na Manušu, Split	STUDENT: Marija Jurić
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	BROJ PRILOGA: 10
SADRŽAJ: ISKAZ ARMATURE POZICIJA 000 DONJA ZONA xx		












S



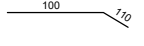
ARMATURNI PLAN POZICIJA 000
GORNJA ZONA
M 1:100

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463, tel. +385 (0)21 303333, fax +385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:100
	GRADEVINA: Stambena zgrada na Manušu, Split	DATUM: 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Marija Jurić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	SADRŽAJ: ARMATURNI PLAN POZICIJA 000 GORNJA ZONA	BROJ PRILOGA: 11


ISKAZ MREŽASTE ARMATURE Čelik B500B

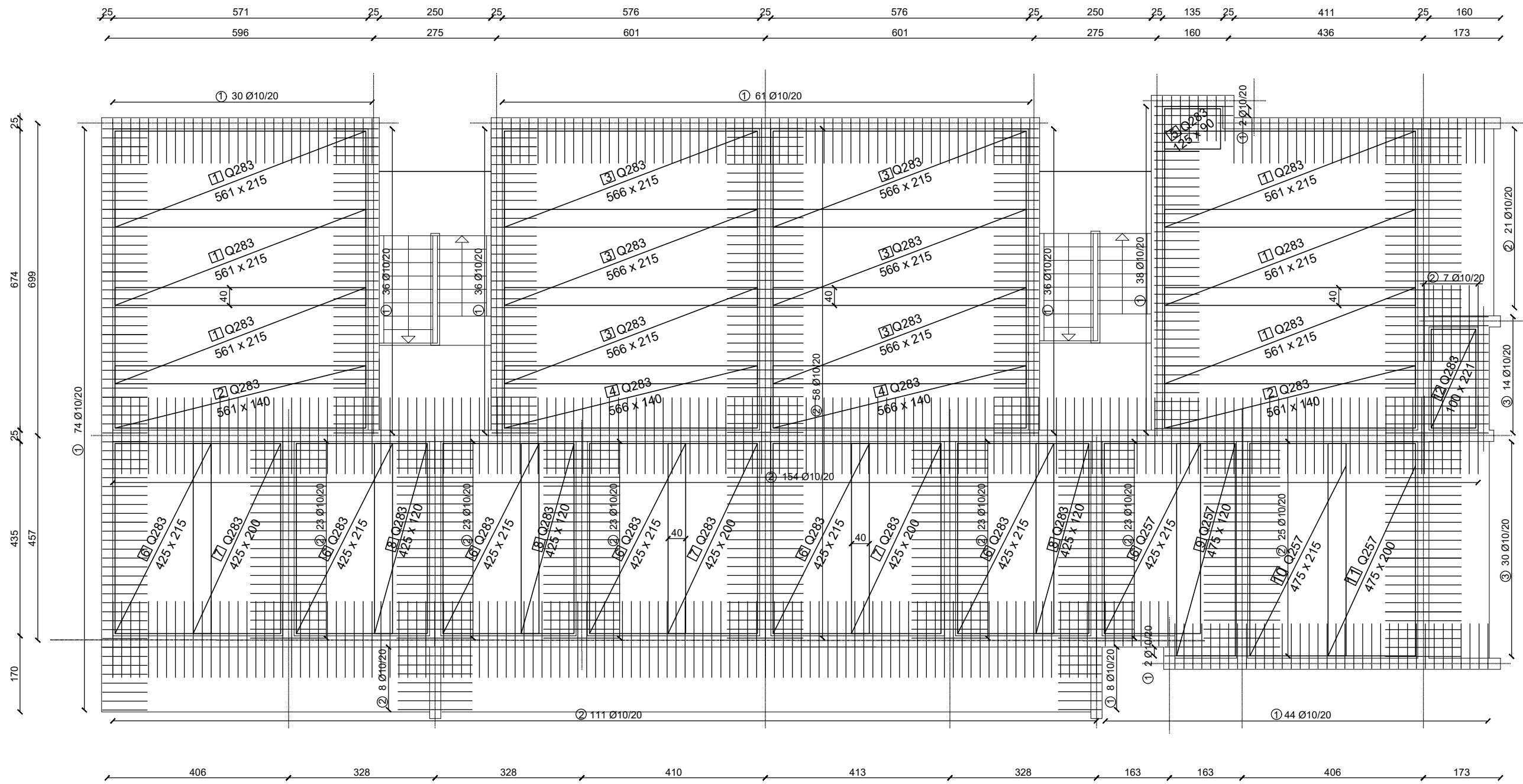
POZ	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m ²)	UKUPNA MASA
1	Q-524		150x215	6	8.40	162.54
2	Q-524		300x215	34	8.40	1842.12
3	R-257		100x215	12	2.72	70.18
4	R-257		100x200	3	2.72	15.99
5	R-257		100x162	3	2.72	13.22
6	R-257		100x175	1	2.72	4.71
7	R-257		165x300	1	2.72	13.22
8	Q-257		215x225	6	4.16	120.74
9	R-257		100x215	1	2.72	5.85
10	R-257		100x100	1	2.72	2.72
11	R-524		215x300	2	5.15	66.44
UKUPNO (kg) : 2317.73						


ISKAZ REBRASTE ARMATURE Čelik B500B

POZ	OBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m)	KOM.	L (cm)	MASA (kg)
1		10	0,617	12	210	15.05
UKUPNO (kg) : 15.05						













ISKAZ ARMATURE POZICIJA 000
GORNJA ZONA

 <small>SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149453, tel. + 385 (0)21 303333, fax. + 385 (0)21 455117</small>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	DATUM: 2020.
	GRADEVINA: Stambena zgrada na Manušu, Split	STUDENT: Marija Jurić
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	BROJ PRILOGA: 12
	SADRŽAJ: ISKAZ ARMATURE POZICIJA 000 DONJA ZONA xx	


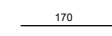
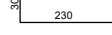


 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 314963, tel. +385 (0)21 303333, fax +385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:100
	GRADEVINA: Stambena zgrada na Manušu, Split	DATUM: 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Marija Jurić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	SADRŽAJ: ARMATURNI PLAN POZICIJA 100 DONJA ZONA	BROJ PRILOGA: 13


ISKAZ MREŽASTE ARMATURE Čelik B500B

POZ	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m ²)	UKUPNA MASA
1	Q-283		561x215	6	4.48	324.21
2	Q-283		561x140	2	4.48	70.37
3	Q-283		566x215	6	4.48	327.10
4	Q-283		566x140	2	4.48	71.00
5	Q-283		125x90	1	4.48	5.04
6	Q-283		425x215	7	4.48	286.55
7	Q-283		425x200	3	4.48	114.24
8	Q-283		425x120	3	4.48	68.54
9	Q-283		475x120	1	4.48	25.54
10	Q-283		475x215	1	4.48	45.75
11	Q-283		475x200	1	4.48	42.56
12	Q-283		221x100	1	4.48	9.90
UKUPNO (kg) : 1390.81						









ISKAZ REBRASTE ARMATURE Čelik B500B

POZ	OBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m)	KOM.	L (cm)	MASA (kg)
1		10	0,617	405	130	324.85
2		10	0,617	529	170	554.87
3		10	0,617	14	260	22.46
UKUPNO (kg) : 902.18						

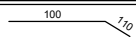
ISKAZ ARMATURE POZICIJA 100 DONJA ZONA

 <small>SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149453, tel. + 385 (0)21 323333, fax. + 385 (0)21 455117</small>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	
	GRADEVINA: Stambena zgrada na Manušu, Split	DATUM: 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Marija Jurić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
SADRŽAJ: ISKAZ ARMATURE POZICIJA 000 DONJA ZONA xx		BROJ PRILOGA: 14


ISKAZ MREŽASTE ARMATURE Čelik B500B

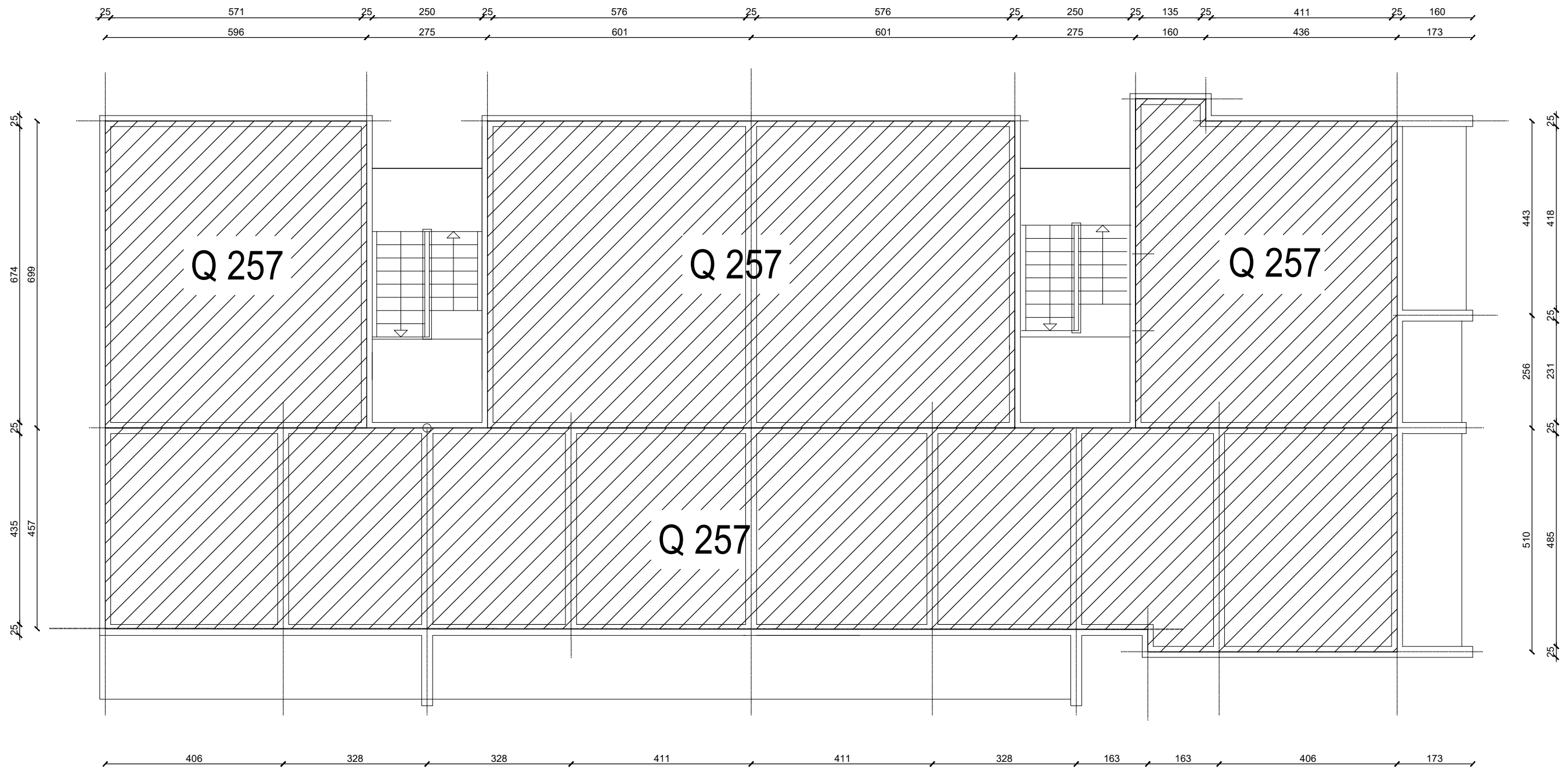
POZ	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m ²)	UKUPNA MASA
1	Q-636		150x215	4	10.08	130.03
2	Q-636		300x215	37	10.08	2405.59
3	R-257		100x215	15	2.72	87.72
4	R-257		100x200	4	2.72	21.76
5	R-257		100x102	1	2.72	2.77
6	Q-257		225x215	7	4.16	140.87
7	R-636		300x215	2	10.08	76.76
8	Q-636		150x300	1	10.08	45.36
UKUPNO (kg) : 2910.86						

ISKAZ REBRASTE ARMATURE Čelik B500B

POZ	OBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m)	KOM.	L (cm)	MASA (kg)
1		10	0,617	12	210	15.05
UKUPNO (kg) : 15.05						


ISKAZ ARMATURE POZICIJA 100 GORNJA ZONA

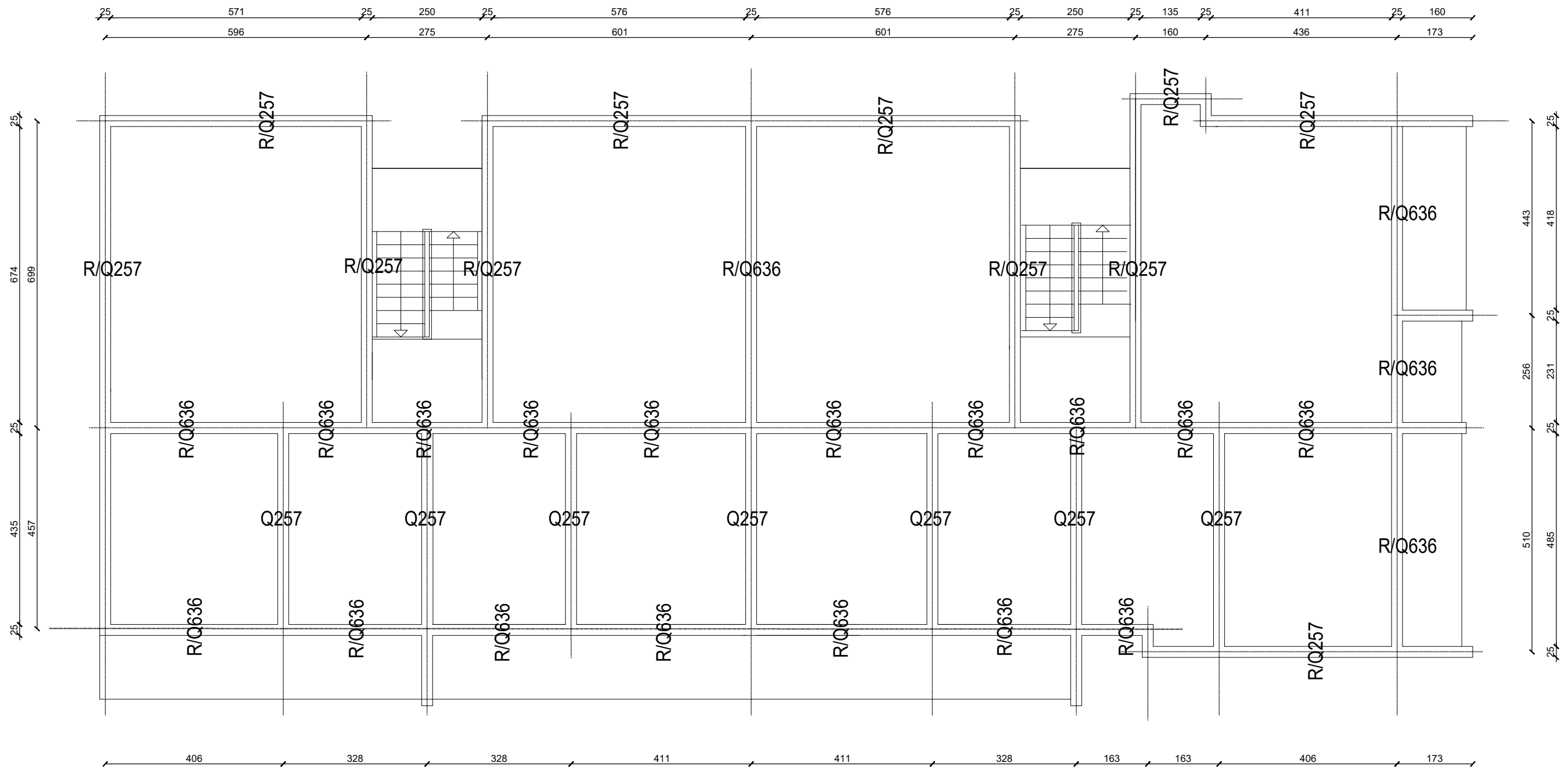
 <small>SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149453, tel. + 385 (0)21 303333, fax. + 385 (0)21 465117</small>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	DATUM: 2020.
	GRAĐEVINA: Stambena zgrada na Manušu, Split	STUDENT: Marija Jurić
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	BROJ PRILOGA: 16
SADRŽAJ: ISKAZ ARMATURE POZICIJA 000 DONJA ZONA xx		



* armaturu je potrebno složiti prema armaturnom planu kao za poziju 100

SHEMA ARMATURE 200, 300
DONJA ZONA
M 1:100

 SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463, tel. +385 (0)21 303333, fax +385 (0)21 485117	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:100
	GRADEVINA: Stambena zgrada na Manušu, Split	DATUM: 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Marija Jurić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	SADRŽAJ: ARMATURNI PLAN POZICIJA 200,300 GORNJA ZONA	BROJ PRILOGA: 17

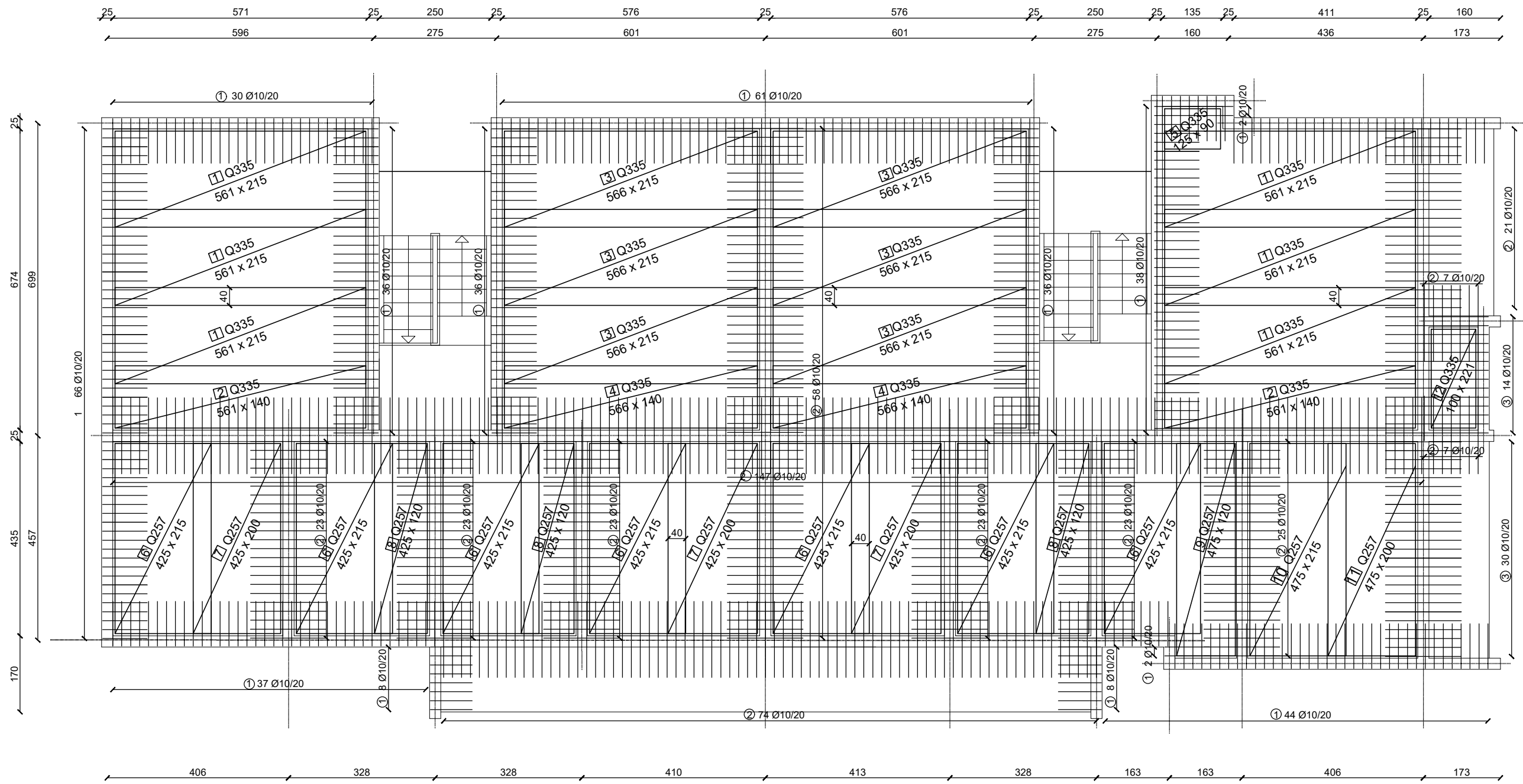


* armaturu je potrebno složiti prema armaturnom planu kao za poziju 100


SHEMA ARMATURE 200, 300
GORNJA ZONA
M 1:100

<p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463, tel. +385 (0)21 303333, fax. +385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:100
	GRADEVINA: Stambena zgrada na Manušu, Split	DATUM: 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Marija Jurić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	SADRŽAJ: ARMATURNI PLAN POZICIJA 100 GORNJA ZONA	BROJ PRILOGA: 18













S




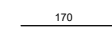
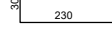
ARMATURNI PLAN POZICIJA 400
DONJA ZONA
M 1:100

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 314963, tel. +385 (0)21 303333, fax +385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:100
	GRADEVINA: Stambena zgrada na Manušu, Split	DATUM: 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Marija Jurić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	SADRŽAJ: ARMATURNI PLAN POZICIJA 100 DONJA ZONA	BROJ PRILOGA: 19


ISKAZ MREŽASTE ARMATURE Čelik B500B

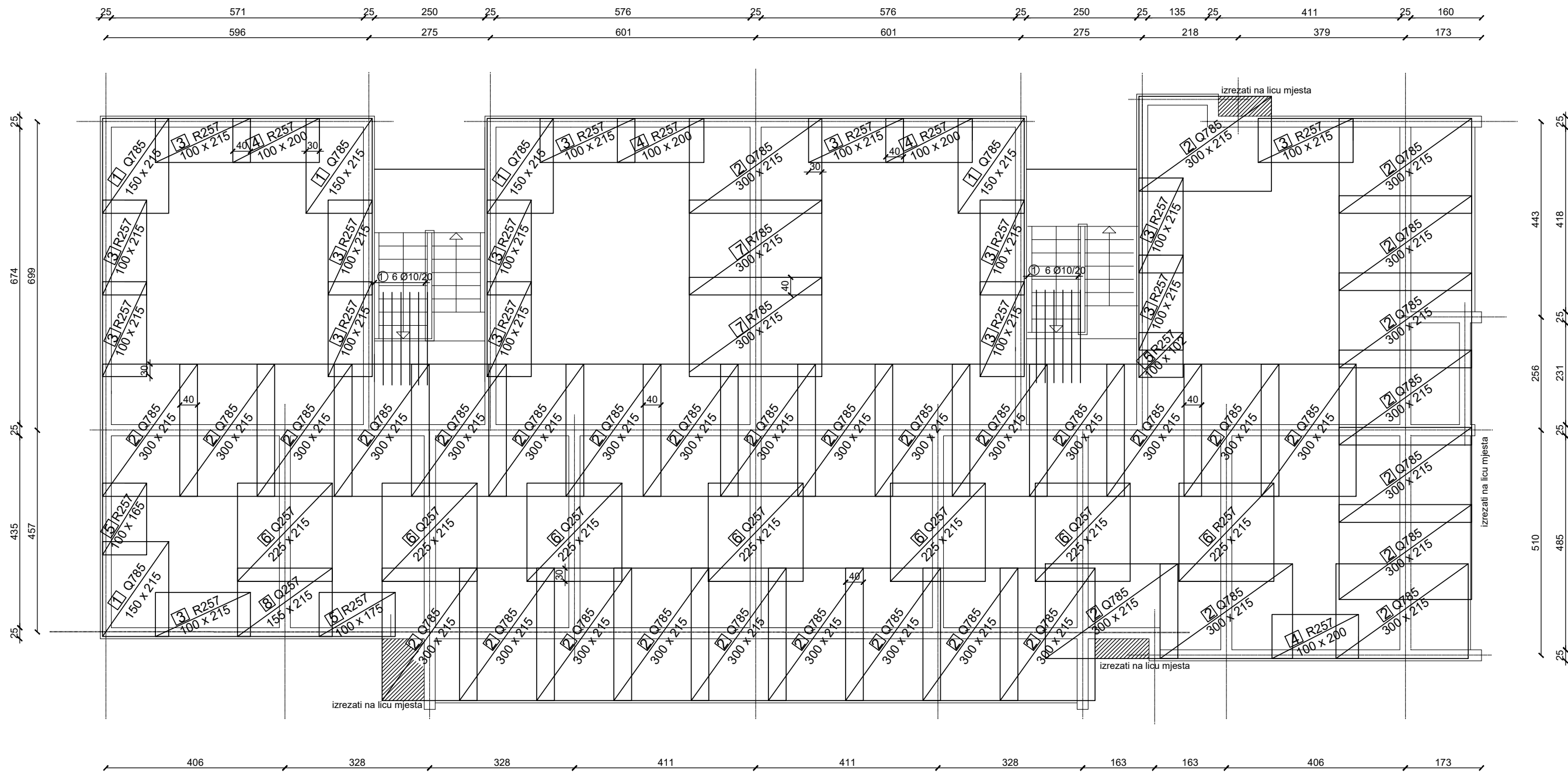
POZ	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m ²)	UKUPNA MASA
1	Q-335		561x215	6	5.45	394.41
2	Q-335		561x140	2	5.45	85.61
3	Q-335		566x215	6	5.45	397.93
4	Q-335		566x140	2	5.45	86.37
5	Q-335		125x90	1	5.45	6.13
6	Q-257		425x215	7	4.16	266.08
7	Q-257		425x200	3	4.16	106.08
8	Q-257		425x120	3	4.16	63.65
9	Q-257		475x120	1	4.16	23.71
10	Q-257		475x215	1	4.16	42.48
11	Q-257		475x200	1	4.16	39.52
12	Q-335		221x100	1	5.45	12.04
UKUPNO (kg) : 1524.02						

ISKAZ REBRASTE ARMATURE Čelik B500B


POZ	OBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m)	KOM.	L (cm)	MASA (kg)
1		10	0,617	450	130	360.95
2		10	0,617	484	170	507.67
3		10	0,617	14	260	22.46
UKUPNO (kg) : 891.07						

ISKAZ ARMATURE POZICIJA 400 DONJA ZONA

 <small>SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149453, tel. + 385 (0)21 323333, fax. + 385 (0)21 455117</small>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	
	GRADEVINA: Stambena zgrada na Manušu, Split	DATUM: 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Marija Jurić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
SADRŽAJ: ISKAZ ARMATURE POZICIJA 000 DONJA ZONA xx	BROJ PRILOGA: 20	



ARMATURNI PLAN POZICIJA 400
GORNJA ZONA
M 1:100

	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:100
	GRADEVINA: Stambena zgrada na Manušu, Split	DATUM: 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Marija Jurić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	SADRŽAJ: ARMATURNI PLAN POZICIJA 100 GORNJA ZONA	BROJ PRILOGA: 21

ISKAZ MREŽASTE ARMATURE Čelik B500B

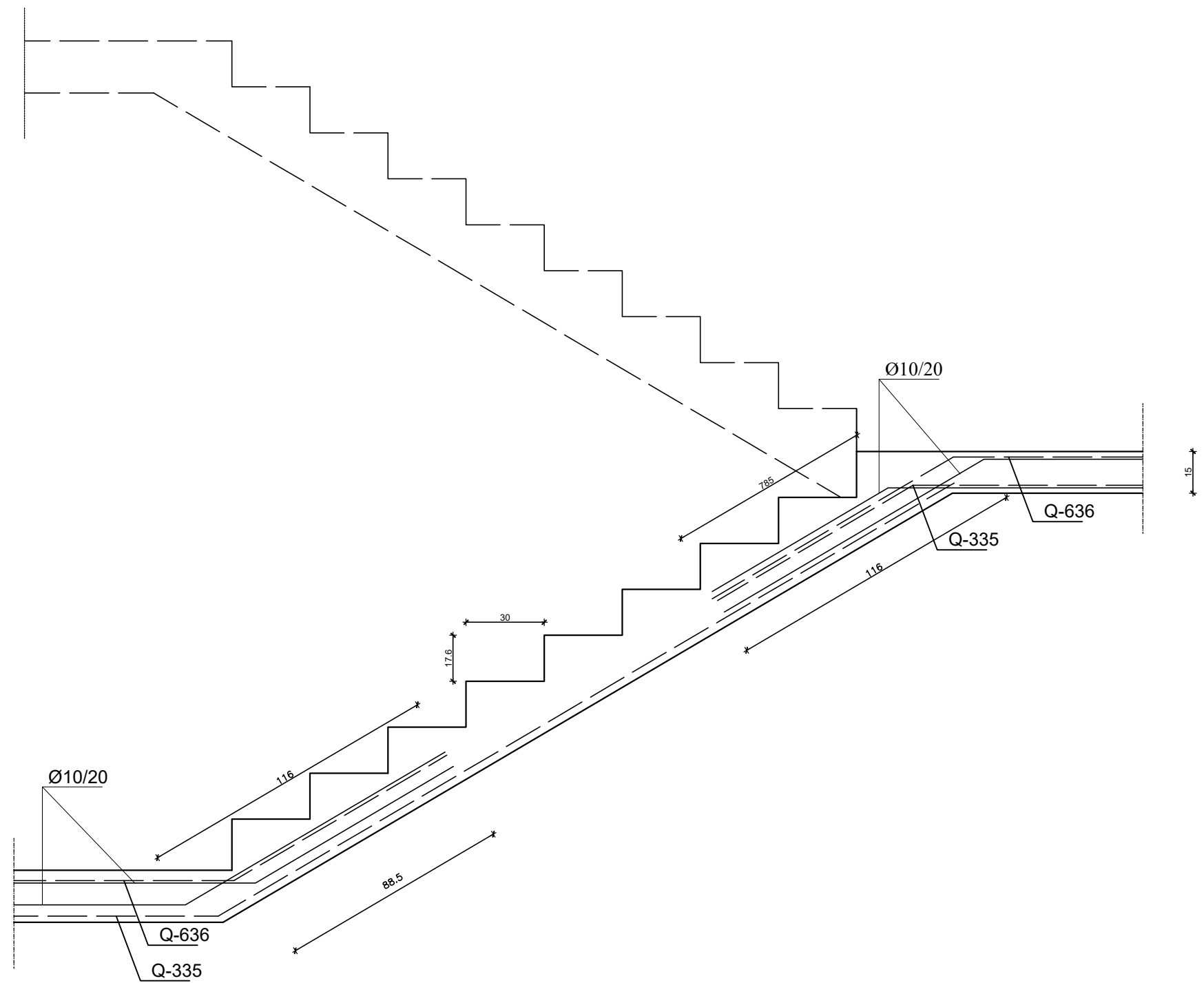
POZ	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m ²)	UKUPNA MASA
1	Q-785		150x215	5	12.46	200.92
2	Q-785		300x215	34	12.46	2732.48
3	R-257		100x215	15	2.72	87.72
4	R-257		100x200	4	2.72	21.76
5	R-257		100x102	1	2.72	2.77
6	Q-257		225x215	7	4.16	140.87
7	R-785		300x215	2	5.95	76.76
8	R-257		155x215	1	2.72	9.06
9	R-257		100x175	1	2.72	4.76
UKUPNO (kg) : 3277.10						

ISKAZ REBRASTE ARMATURE Čelik B500B


POZ	OBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m)	KOM.	L (cm)	MASA (kg)
1		10	0,617	12	210	15.05
UKUPNO (kg) : 15.05						

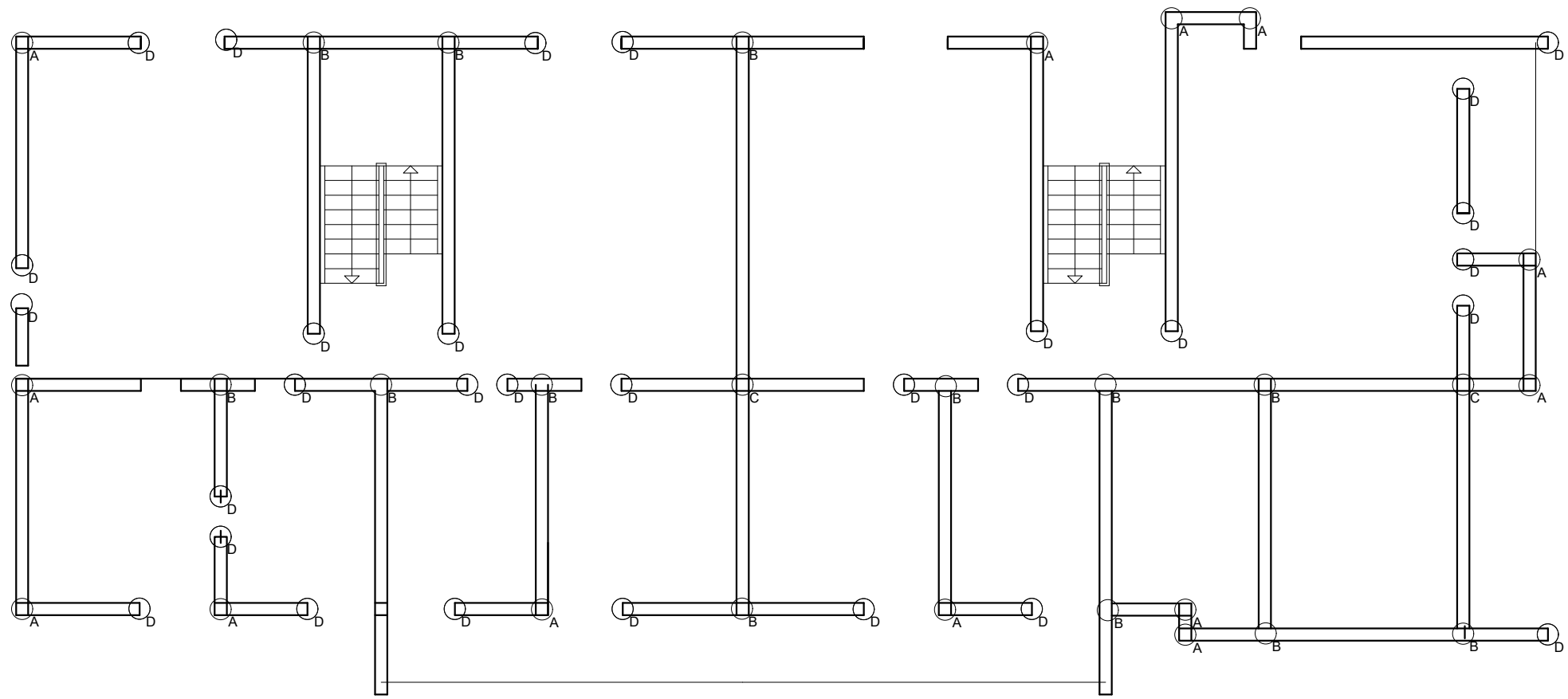
ISKAZ ARMATURE POZICIJA 400 GORNJA ZONA

 <small>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149453, tel. + 385 (0)21 323333, fax. + 385 (0)21 455117</small>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	DATUM: 2020.
	GRADEVINA: Stambena zgrada na Manušu, Split	STUDENT: Marija Jurić
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	BROJ PRILOGA: 22
SADRŽAJ: ISKAZ ARMATURE POZICIJA 000 DONJA ZONA xx		

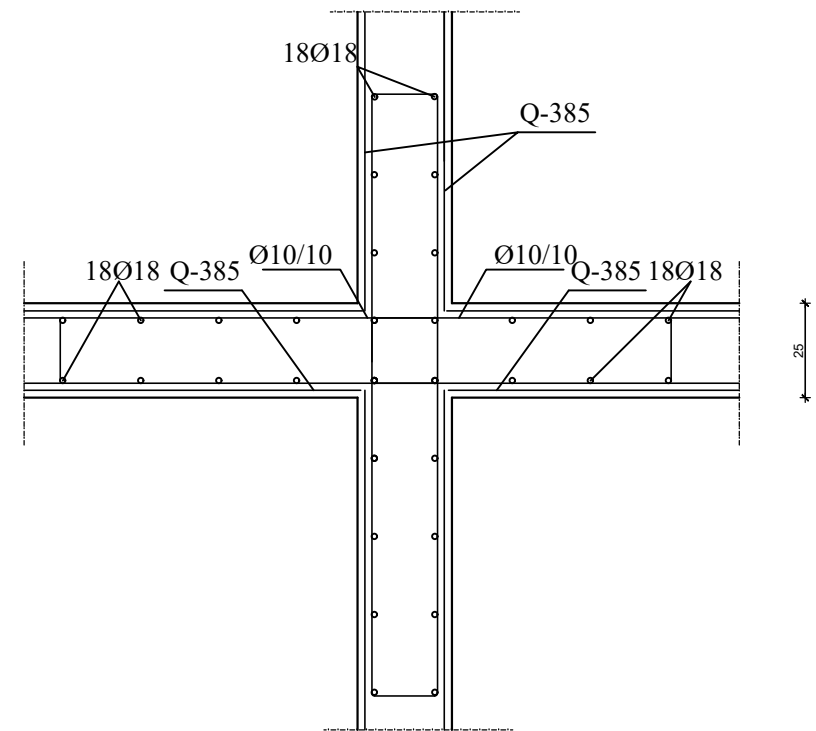


ARMATURA STUBIŠTA
M 1:20

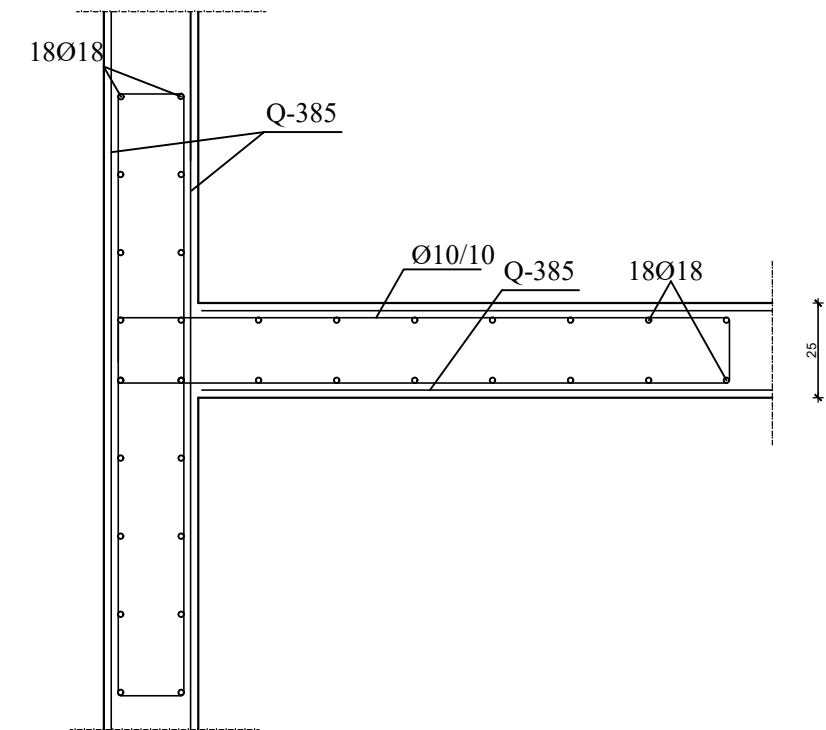
 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEOTEHNIKE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3446463, tel. + 385 (0)21 303333, fax + 385 (0)21 485117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:20
	GRADEVINA: Stambena zgrada na Manušu, Split	DATUM: 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Marija Jurić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
SADRŽAJ: ARMATURA STUBIŠTA	BROJ PRILOGA: 23	



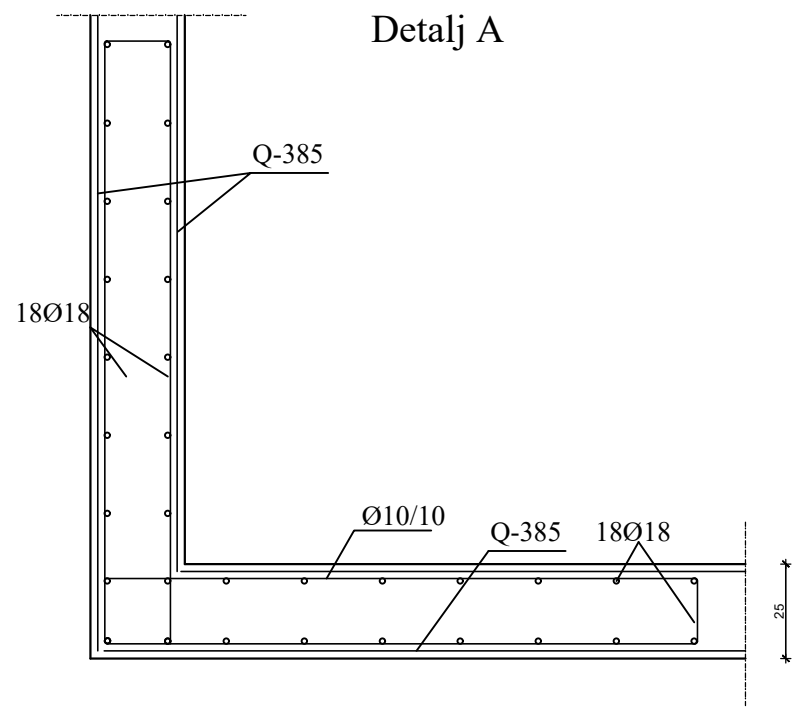
Detalj C



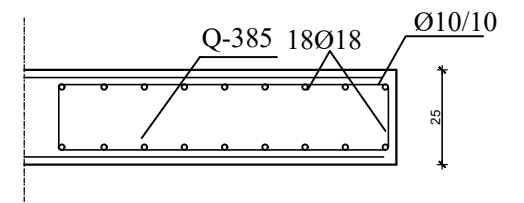
Detalj B




Detalj A



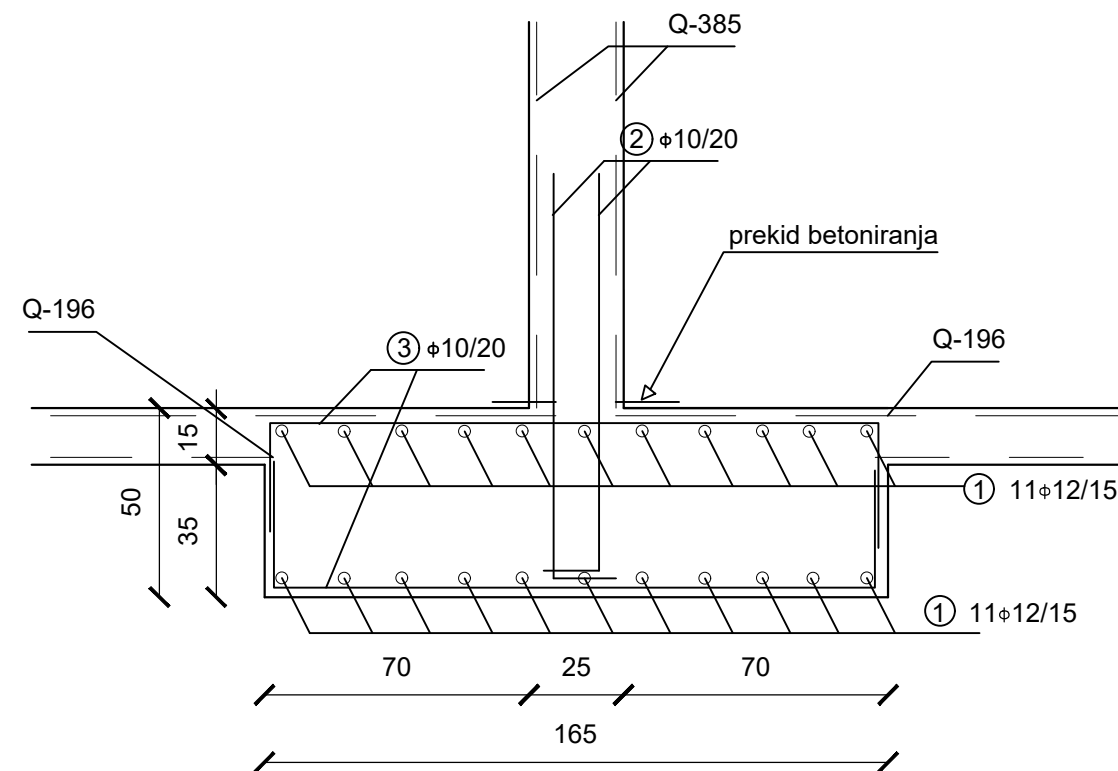
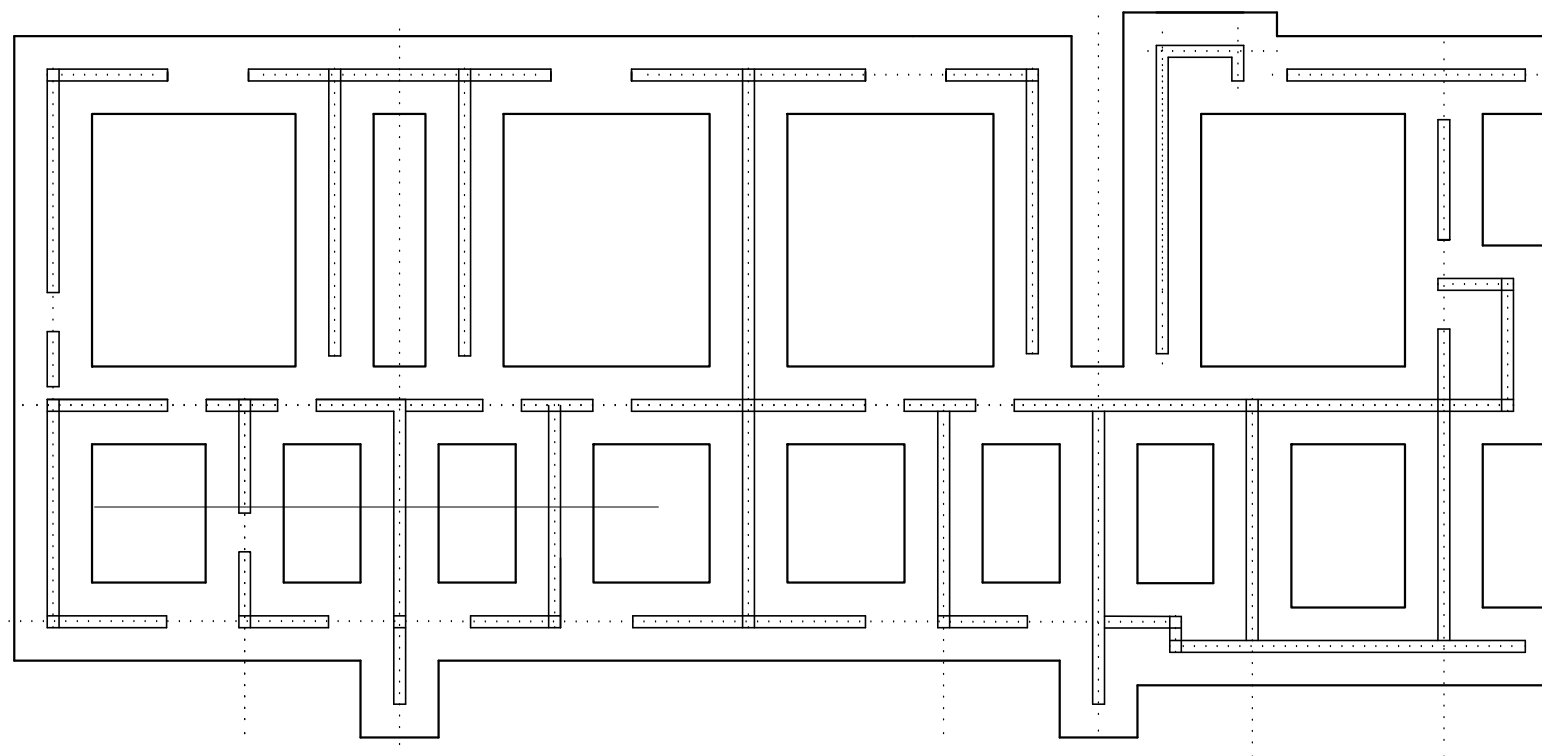
Detalj D




ARMATURA ZIDOVA
M 1:20

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463, tel. + 385 (0)21 303333, fax + 385 (0)21 465117</p>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:20
	GRADEVINA: Stambena zgrada na Manušu, Split	DATUM: 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Marija Jurić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	SADRŽAJ: ARMATURA ZIDOVA	BROJ PRILOGA: 24

PLAN TEMELJENJA



ARMATURA TEMELJA
M 1:20

 <small>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463, tel + 385 (0)21 303333, fax + 385 (0)21 465117</small>	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:20
	GRADEVINA: Stambena zgrada na Manušu, Split	DATUM: 2020.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	STUDENT: Marija Jurić
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	OZNAKA DOKUMENTA: Diplomski_rad.dwg
	SADRŽAJ: ARMATURA TEMELJA	BROJ PRILOGA: 25