Glavni projekt stambeno-poslovne zgrade u ulici Velimira Terzića u Splitu - Zgrada Arija

Budimir, Josipa

Master's thesis / Diplomski rad

2014

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:
University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:337443

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-29**

Repository / Repozitorij:

FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split

zir.nsk.hr

UNIVERSITY OF SPLIT

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

DIPLOMSKI RAD

Josipa Budimir

Split, 2014.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Josipa Budimir

Glavni projekt stambeno-poslovne zgrade u ulici Velimira Terzića u Splitu - Zgrada Arija

Diplomski rad

Split, 2014.

Glavni projekt stambeno-poslovne zgrade
u ulici Velimira Terzića u Splitu, Zgrada Arija

Sažetak:

U radu je prikazan glavni projekt stambeno-poslovne zgrade koja se nalazi u ulici Velimira Terzića u Splitu. Građevina se sastoji od dva dijela (zgrade), ukupne katnosti nad zemljom: 5 katova, te ukopanom garažom koja ih povezuje, ukupne katnosti 1 kata.
Građevina je izvedena u armiranom betonu, sve monolitne izvedbe s armirano betonskim zidovima, stupovima i armirano betonskim pločama kao međukatnom konstrukcijom. Projekt sadrži: tehnički opis konstrukcije, opće i posebne tehničke uvjete, plan kontrole i osiguranja kvalitete, proračun nosivih konstrukcijskih elemenata i karakteristične građevinske nacrte i armaturne planove.

Ključne riječi:

stambeno-poslovna građevina, glavni projekt

Main design of the residental-buisness building
in Velimir Terzić street in Splitu, Building Arija

Abstract:

Main design of the residental-buisness building, which is positioned in Velimir Terzić street in Split, is presented in this work. The building is consist of two separate parts (two buildings), with total number of uperground stories: 5, and underground garage with two stories, which connect this two parts.
Building is made of reinforced concrete elements: walls, columns and ceiling slabs, all casting in site. The work include tehnical description of the structure, general and particular conditions of civil engineering works, control plan and quality assurance plan, calcuation of the main structural elements as well as characteristic structural plans and reinforcement palns.

Keywords:

residential-business building, main design

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
Matice hrvatske 15
21000 Split

STUDIJ:	**SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ**
SMJER:	**KONSTRUKCIJE**
KANDIDAT:	**Josipa Budimir**
BROJ INDEKSA:	**387/2012**
KATEDRA:	**Katedra za Betonske konstrukcije i mostove**
PREDMET:	**Betonske konstrukcije**

ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD

Tema: **Glavni projekt stambeno-poslovne zgrade u ulici Velimira Terzića u Splitu – Zgrada Arija**

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

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

U Splitu, ožujak 2014.

Voditelj diplomskog rada: Prof. dr. sc. Alen Harapin

Predsjednik povjerenstva za diplomske ispite: Prof. dr. sc. Mirela Galić

Zahvala

Zahvaljujem mentoru prof.dr.sc. Alenu Harapinu na strpljenju, stručnoj pomoći i izuzetnoj suradnji tijekom izrade ovog diplomskog rada.

Hvala mojoj obitelji, prijateljima i kolegama, posebno Ivanu, svi su bili veliki oslonac onda kad je bilo najpotrebnije.

Posveta

Ovaj diplomski rad posvećujem svojim roditeljima, koji su mi bezuvjetno omogućili studiranje, te svojim razumijevanjem i podrškom bili uz mene sve ove godine.

Sadržaj

1 TEHNIČKI OPIS PRORAČUNA KONSTRUKCIJA 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 3

1.5 Konstruktivne pojedinosti – garaža i podrumi 3

1.6 Konstruktivne pojedinosti - katovi 4

1.7 Lokacija i opterećenja 4

1.8 Izvedba 5

1.9 Materijali 5

2 GEOTEHNIČKI IZVJEŠTAJ 8

2.1 Podaci o istražnim radovima 8

2.2 Geološka i inženjersko- geološka istraživanja 8

2.3 Dubina podzemne vode 8

2.4 Temeljenje 9

3 PLAN KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE 10

3.1 Opće napomene 10

3.2 Postizanje zahtijevane geometrije 10

3.3 Zemljani radovi 11

3.3.1 Iskopi 11

3.3.2 Nasipi 11

3.4 Betonski i armirano-betonski radovi 12

3.4.1 Beton 12

3.4.2 Betonski čelik 13

3.4.3 Prekidi betoniranja 14

3.4.4 Oplata 14
3.4.5 Primijenjeni standardi 14
3.5 Ostali radovi i materijali 17
3.6 Kontrolna ispitivanja 18
3.7 Dužnosti izvođača 18
4 POSEBNI TEHNIČKI UVJETI 20
4.1 Oplate i skele 20
4.2 Transport i ugradnja betona 21
4.3 Betoniranje pri visokim vanjskim temperaturama 22
4.4 Betoniranje pri niskim vanjskim temperaturama 24
4.5 Izvođenje zidanih zidova (ziđa) 24
4.6 Obaveze izvođača 26
5 NAČIN ZBRINJAVANJA GRAĐEVNOG OTPADA 27
6 PLANOVI POZICIJA 29
7 UVJETI ODRŽAVANJA I PROJEKTIRANI VIJEK TRAJANJA 31
8 ANALIZA OPTEREĆENJA 33
8.1 Ploča Prizemlja (ploča nad podrumom, ispod stanova) -pozicija 100 33
8.2 Ploča Prizemlja (ploča nad garažom, između dvije zgrade) - pozicija 100B 33
8.3 Ploča katova-pozicija 200 i 300 34
8.4 Ploča krova- pozicija 400 35
8.5 Stubišta i podesti 35
8.6 Težina zidova 36
8.7 Snijeg 37
8.8 Vjetar 39

8.8.1 Analiza vjetra u X smjeru 42
8.8.2 Analiza vjetra u Y smjeru 46
8.9 Potres 50
9 NUMERIČKI MODEL 56
10 DIMENZIONIRANJE HORIZONTALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE ZGRADE 62
10.1 Proračun ploča 62
10.1.1 Proračun ploče iznad podruma za GSN (POZ 100); d=16 cm 62
10.1.2 Proračun ploče iznad podruma za GSU (POZ 100); d=16 cm 68
10.1.3 Proračun ploče nad prizemljem za GSN (POZ 200); d = 18 cm 73
10.1.4 Proračun ploče nad prizemljem za GSU (POZ 200); d=18 cm 79
10.1.5 Proračun ploče prizemlja na proboj (POZ 200) 84
10.1.6 Proračun ploče iznad katova za GSN (POZ 300); d = 20 cm 87
10.1.7 Proračun ploče iznad katova za GSU (POZ 300); d=20 cm 94
10.1.8 Proračun ploče krova za GSN (POZ 400); d = 20 cm 98
10.1.9 Proračun ploče krova za GSU (POZ 400); d=20 cm 105
10.2 Proračun AB greda 110
10.2.1 Prikaz rezultata za gredu pozicije G1 (30 x 30) 111
10.2.2 Proračun armature za gredu pozicije G1 (30 x30) 114
10.2.3 Prikaz rezultata za gredu pozicije G3 (30 x 30) 122
10.2.4 Proračun armature za gredu pozicije G3 (30 x30) 126
10.2.5 Proračun AB greda za GSU 133
11 PRORAČUN AB STUBIŠTA 138
11.1 Proračun AB stubišta S100; d=16 cm 138
11.1.1 Proračun armature AB konstrukcije stubišta S100; d=16 cm 140
11.2 Proračun AB stubišta S200; d=16 cm 142
11.2.1 Proračun armature AB konstrukcije stubišta S200; d=16 cm 144
12 PRORAČUN VERTIKALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE 146
12.1 Proračun stupova S1 146

12.1.1 Proračun AB stupova za GSN (POZ S1) 146
12.1.2 Proračun AB stupova za GSU 154
12.2 Proračun zida 155
12.2.1 Proračun AB zida na seizmičku kombinaciju opterećenja 155
12.2.2 Proračun zida 156
12.2.3 Proračun nosivosti na uzdužnu silu i moment savijanja 158
12.2.4 Proračun nosivosti na poprečnu silu 160
13 PRORAČUN OBODNIH ZIDOVA PODRUMA 163
13.1 Kontrola pukotina na vanjskoj strani zida: 165
13.2 Kontrola pukotina na unutarnjoj strani zida: 166
14 PRORAČUN AB TEMELJA 168
14.1 Proračun AB temeljne trake; b=200 cm 168
14.1.1 Proračun naprezanja ispod temeljne trake za seizmičku kombinaciju opterećenja 169
14.1.2 Proračun armature trakastog temelja 170
15 DIMENZIONIRANJE HORIZONTALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE-GARAŽA 173
15.1 Proračun ploče 174
15.1.1 Proračun ploče iznad garaže, za GSN (POZ 100B); d=40 cm 174
15.1.2 Proračun ploče iznad garaže za GSU (POZ 100B); d=40 cm 181
15.2 Proračun AB greda 186
15.2.1 Prikaz rezultata za gredu pozicije G1B (30 x 70) 186
15.2.2 Proračun armature za gredu pozicije G1B (30x70) 188
15.2.3 Proračun AB greda za GSU 196
16 PRORAČUN VERTIKALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE-GARAŽA 201
16.1 Proračun stupova S1B 201
16.1.1 Proračun AB stupova za GSN (POZ S1B) 201
16.1.2 Proračun AB stupova za GSU 209
17 PRORAČUN TEMELJA 210

17.1 Proračun AB temelja samca; b=220 cm 210

17.1.1 Proračun naprezanja ispod temelja samca za uobičajenu kombinaciju opterećenja 212

17.1.2 Proračun armature temelja samca 213

17.2 Podna ploča..... 216

18 GRAFIČKI PRILOZI..... 217

19 LITERATURA 219

1 TEHNIČKI OPIS PRORAČUNA KONSTRUKCIJA

1.1 Općenito (projektni zadatak)

Na području Brodarice u Splitu, između Ulice Velimira Terzića i Puta Brodarice, nalazi se više građevinskih čestica, na kojem investitor namjerava izgraditi stambeno–poslovne zgrade Arija, te sjediniti sve čestice u jednu. Riječ je o dvije stambeno-poslovne zgrade, povezane garažom. Zgrada 1 u odnosu na Zgradu 2 je simetrična na razini podruma, a od prizemlja do krova tlocrti su im jednaki.

Građevinska parcela površine je cca 5000 m^2. Parcela se svojom duljom osi pruža u smjeru sjeveroistok – jugozapad.

Ovaj idejni projekt usklađen je 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.

Ovaj projekt je izrađen u skladu s PPU grada Splita, te sa slijedećim zakonima i propisima:

- Zakon o gradnji (N.N. 153/13)
- Tehnički propis za betonske konstrukcije (N.N. 139/09, 14/10, 125/10, 136/12)
- Tehnički propis za zidane konstrukcije (N.N. 01/07)
- Pravilnik o tehničkim normativima za temeljenje građevinskih objekata (Sl. list 15/90)
- Zakon o zaštiti od požara (N.N. 92/10)
- Zakon o zaštiti na radu (N.N. 59/96; 94/96; 114/03; 86/08, 75/09)

1.2 Oblik i veličina građevinske čestice

Novoformirana parcela je gotovo kvadratnog oblika površine oko 5000 m^2. Tlocrtna površina objekta, koji se sastoji od dvije stambeno-poslovne zgrade povezane garažom, je 1040.0 m^2 (s podzemnom garažom 2731.0 m^2), pa koeficijent izgrađenosti parcele iznosi 20,8%, odnosno 54,62%, što odgovara uvjetima iz UPU – a. Smještaj građevine na parceli proizlazi iz prostorno–prometnih uvjeta–mogućnosti kolnog pristupa s prometnica koje lokaciju stambeno–poslovne zgrade omeđuju sa sve četiri strane. Građevina je najvećim dijelom smještena na zapadnoj i istočnoj strani parcele.

1.3 Namjena građevine

Građevina je stambeno- poslovne namjene. Sadržaji građevine podijeljeni su visinski u jednoj podzemnoj i šest nadzemnih etaža, i to prizemlje i pet katova, te podrum koji se koristi kao garaža s 82 parkirna mjesta, riješivši time problem parkirnih mjesta u ovom dijelu grada. Time se na najbolji način koristi površina za smještaj vozila, a okoliš se može urediti kao zelena površina.

U podrumu zgrada projektirane su većinom skladišne prostorije, spremišta i prostori vertikalnih komunikacija /stubišta, liftovi. Garaža namijenjena za parkirna mjesta se nalazi u podzemnoj etaži između dvije zgrade, koje su na taj način povezane. Iznad tog dijela garaže nema više etaža, već je predviđena zelena površina.

Nivo prizemlja je velikim dijelom u razini s uređenim terenom uz objekt. U prizemlju objekta predviđeni su poslovni prostori, te skladišta, ukupno 11 prostorija.

Svaka zgrada se tlocrtno, od prvog kata pa do krova, može podijeliti na dva dijela koja su povezana stepenicama. Istočni dio svake zgrade, od prvog kata pa do krova, za 1.58 m je veći od zapadnog dijela zgrade. Na katovima je predviđeno po 4, odnosno 6 stanova, ovisno o karakterističnom katu. Četiri stana imaju 2. i 3. kat, jer imaju dva dupleksa, koja se sastoje od jednog stana koji se nalazi na dvije etaže, drugoj i trećoj. Dupleksi također imaju jedan balkon, i to na drugome katu.

Krov je namijenjen za druženje stanara i za zabave. Dio krova je natkriven, a ograđen je sa svih strana.

Ukupno je u objektu predviđeno 26 stanova i 8 poslovnih prostora, te skladišna mjesta i spremišta u podrumu.

1.4 Konstruktivne pojedinosti – općenito

Građevina se, u konstruktivnom smislu, sastoji od 3 dilatacije, koje su konstruktivno odvojene. Iznad garaže je zelena površina, a zgrade se penju u visinu do petog kata. Garaža za parkirna mjesta modelirana je i rađena odvojeno od zgrada. Zgrada 1 u odnosu na Zgradu 2 je simetrična na razini podruma, a od prizemlja do krova su identične.

U konstrukcijskom smislu građevina je standardne betonske i armirano–betonske konstrukcije koje će se izvesti prema ovom projektu. Na objektu će se izvesti ravni krov, al različitih visinskih kota na pojedinim mjestima. Temelji objekta izvesti će se kao trakasti temelji, temeljne stope i temeljne grede, a dubina temelja je definirana arhitektonskim i ovim projektom.

Sve međukatne konstrukcije su AB ploče. Debljina ploče nad garažom je d=40.0 cm, a nad podrumom d=16 cm, nad prizemljem d=18.0 cm, a nad katovima i krovom d=20 cm. Svi nosivi zidovi su također betonski d=30 cm, s potrebnim termičkim slojevima. Točan položaj betonskih zidova dan je u prilozima. Sve ostale vertikalne pregrade izvedene su kao lagane pregrade, zidane porobetonskim blokovima (npr. Ytong) ili šupljom opekom i nisu tretirane ovim proračunom, osim kao opterećenje na pločama.

1.5 Konstruktivne pojedinosti – garaža i podrumi

Garaža i podrumi nalaze se na istoj etaži ispod zemlje, al konstruktivno su odvojeni. Međusobno su povezani nosivim zidovima. Proračuni su vršeni odvojeno. Konstrukcija ploče garaže je armirano-betonska monolitna konstrukcija koja se sastoji od armirano-betonskih ploča (d=40 cm), koje su povezane gredama 30x70 cm u oba smjera. Konstrukcija ploče podruma je armirano-betonska monolitna konstrukcija koja se sastoji od armirano-betonskih ploča (d=16 cm).

Garaža i podrumi su u potpunosti ukopani i kao takvi ukrućeni obodnim zidovima i nasipom zemlje za horizontalna opterećenja. Uz to, tlocrtna površina ima relativno jednoliko raspodijeljene jezgre (stubišta, liftovi, travelatori…).

Vertikalni nosivi sustav u garaži su stupovi dimenzija 30x30 cm, međusobne udaljenosti 7.80x7.85 m, osim stupova koji se nalaze uz zid koji povezuje garažu s podrumom. Tu su stupovi od zidova udaljeni 4.0 m. Obodni zidovi su debljine 30 cm. U podrumu nema stupova, samo obodni zidovi i zidovi jezgri, debljine d=30 cm.

Materijal izrade je beton klase C 30/37.

1.6 Konstruktivne pojedinosti - katovi

Kao međukatna konstrukcija predviđena je konstrukcija AB ploča d=20.0 cm, izrađena od betona klase C30/37 (prikazano u planovima pozicija) s gredama 30x30 cm.

Stupovi su dimenzija 30x30, povezani sa zidovima gredama 30x30 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 (≥ 0.1% površine betonskog presjeka).

1.7 Lokacija i opterećenja

Građevina se nalazi na lokaciji koja prema važećim propisima spada u VIII seizmičku zonu, tj. zonu u kojoj se za povratni period od 500 godina očekuje pojava potresa VIII° MCS skale. Konstrukcija seizmičke sile preuzima sustavom armirano-betonskih zidova, što je u skladu s Eurokodom 2 i Eurokodom 8.

Građevina se nalazi na lokaciji koja prema važećim propisima spada u III zonu opterećenja vjetrom.

1.8 Izvedba

Iskop građevinske jame do nivoa cca –4.70 m ispod nivoa prizemlja buduće građevine izvršit će se u širokom iskopu s vertikalnim zasjekom (10:1).

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 prostornom uređenju i gradnji (N.N. 76/07).

1.9 Materijali

a) Beton i armaturni čelik

Za sve betonske radove predviđen je beton C 30/37, a sve prema "Tehničkim propisima za betonske konstrukcije" ("TPBK" N.N. 139/09, 14/10, 125/10, 136/12). Tehnički uvjeti za projektirana svojstva svježeg betona dani su u tablici u nastavku.

Tablica 1. Tehnički uvjeti za projektirana svojstva svježeg betona

NAMJENA		Podbeton	Ploča nad garažom, temelji (temeljne trake, stope, grede), šahte liftova u tlu Ploče među konstr., zidovi, grede, stubišta i veći stupovi ($\geq$ 0.12 m^3 bet./ m^2 ili m')	Stupovi i ostali konstruktivni elementi malog presjeka ($\leq$ 0.12 m^3 bet./ m^2 ili m')
TRAŽENA SVOJSTVA SVJEŽEG I OČVRSLOG BETONA				
Klasa		A	B	C
razred čvrstoće normalnog betona		C 16/20	C 30/37	
razred izloženosti		X0	XC3	
minimalna količina cementa	(kg/m^3)	260	360	
max. vodocementni faktor	(v/c)	0.60	0.42	
uz dodatak superplastifikatora		NE	DA	
razred slijeganja (slump)	razred	S3 ili S4	S3 ili S4	
maksimalno zrno agregata	(mm)	16	32	16
razred sadržaja klorida		Cl 0,10		
minimalno vrijeme obradivosti	(min)	60	90	
temperatura svježeg betona	(+ ºC)	5 - 30		

Predviđena armatura je B500B (prema "TPBK") za sve elemente, u obliku šipki ili mreža. Zaštitni slojevi betona do armature iznose min 2.5 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 uporabljena armatura treba imati odgovarajuće ateste o kakvoći.

Skidanje oplate 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

marke. Predviđeni mort za zidanje je produžni mort marke M9 (f_m=9.0 N/mm2), kojemu odgovara slijedeći volumni sastav:

cement : hidratizirano vapno : pijesak = 1 : (¼ - ½) : (4 - 4¼)

Obvezno je popunjavanje mortom horizontalnih i uspravnih sljubnica između zidnih blokova. Po procjeni nadzornog inženjera utvrditi će potreba za ispitivanjem tlačne čvrstoće morta.

2 GEOTEHNIČKI IZVJEŠTAJ

2.1 Podaci o istražnim radovima

Pobliži opis istraživanja na lokaciji objekta dan je u elaboratu: "Izvješće o rezultatima inženjersko-geološkog i geotehničkog istraživanja na lokalitetu k.č. 1841, k.o. Split" kojeg je izradio GEOS, društvo za geološka istraživanja, projektiranje i inženj. 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 navedenog elaborata koji su bitni za 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 dolomita imaju pukotinsku i moguće kavernoznu 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.

Iskop građevinske jame do nivoa cca –4.70 m ispod nivoa prizemlja buduće građevine izvršit će se u širokom iskopu s vertikalnim zasjekom (10:1). Pri zasijecanju potrebno je ukloniti sve nestabilne stijene. Zasjek treba zaštititi prskanim betonom debljine d=5-10 cm uz armiranje armaturnom mrežom Q-196 i geotehničkim sidrima duljine l=2.5 m po potrebi prema posebnom projektu.

Nakon iskopa potrebno je temeljnu plohu ručno očistiti od ostataka razlomljenog materijala, kao i eventualnu glinovitu ispunu iz pukotina. Po obavljenom čišćenju temeljne plohe potrebno je neravnine i udubine (škrape) popuniti i izravnati podložnim betonom C 16/20 do projektirane kote temeljenja.

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

Dopuštena centrična naprezanja tla na detaljno očišćenim naslagama matične stijene uzeta su za osnovna opterećenja 0.55 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 ("štampom") do dubine 2.0 do 3.0 m od kote temeljenja.

3 PLAN KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

3.1 Opće napomene

Izvođač je odgovoran za kvaliteta izvođenja radova i za uredno poslovanje, te 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 izvođač ugrađuje materijal koji nije standardiziran, za isti je dužan pribaviti odgovarajuće dokaze o kakvoći i priložiti ih u pismenoj formi.

Pri izvođenju građevine, izvođač je dužan pridržavati se 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 oplate, 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 objekta kao cjeline
- kontrolu osiguranja svih točaka
- kontrolu postavljenih profila
- kontrolu repera i poligonalnih točaka

3.3 Zemljani radovi

3.3.1 Iskopi

Tijekom radova na iskopima kontrolirati sljedeće:

- Iskop se obavlja prema profilima i visinskim kotama iz projekta, te 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 se dozvoliti zadržavanje vode u iskopima,
- vrstu i karakteristiku temeljnog tla kontrolirati prema geotehničkom elaboratu, a dubine i gabarite iskopa prema građevinskom projektu građevine.

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

3.4 Betonski i armirano-betonski 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. Izvođač 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, a u svemu sukladno s:

- "Tehničkim propisima za betonske konstrukcije" ("TPBK" N.N. 139/09, 14/10, 125/10, 136/12), te sa svim pratećim normativima

Kod projektiranog betona u projektu mora biti specificiran razred tlačne čvrstoće (klasa 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 "TPBK". 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 očvrsnulog 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 čelik treba udovoljavati zahtjevima važećih propisa. Za čelik za armiranje primjenjuju se norme:

- **HRN 1130-1:2008** Čelik za armiranje betona -- Zavarljivi čelik za armiranje -- 1. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda A
- **HRN 1130-2:2008** Čelik za armiranje betona -- Zavarljivi čelik za armiranje -- 2. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda B
- **HRN 1130-3:2008** Čelik za armiranje betona -- Zavarljivi čelik za armiranje -- 3. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda C
- **HRN 1130-4:2008** Čelik za armiranje betona -- Zavarljivi čelik za armiranje -- 4. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih mreža
- **HRN 1130-5:2008** Čelik za armiranje betona -- Zavarljivi čelik za armiranje -- 5. dio: Tehnički uvjeti isporuke rešetkastih nosača
- **HRN EN 10080:2005** Čelik za armiranje betona -- Zavarljivi čelik za armiranje -- Općenito (EN 10080:2005).

Potvrđivanje sukladnosti čelika za armiranje provodi se prema odredbama Dodataka za norme HRN EN 10080 i odredbama posebnog propisa.

Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstava čelika za armiranje , odnosno čelika za prednapinjanje, provodi se prema normama.

Preklopi se izvode prema odredbama priznatim tehničkim pravilima iz Priloga H Tehničkog propisa za betonske konstrukcije, odnosno prema normi HRN ENV 1992-1-1:2004.

Sva armatura je iz čelika B 500B 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 armirano-betonskih elemenata potrebno je pravovremeno izraditi, postaviti i učvrstiti odgovarajuću drvenu, metalnu ili sličnu oplatu. Oplata mora odgovarati mjerama građevinskih nacrta, detalja i planova oplate. Podupiranjem i razupiranjem oplate 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 oplate 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 oplate i pismeno je ne odobri.

3.4.5 Primijenjeni standardi

- Standardi za beton – osnovni

HRN EN 206-1:2006	Beton -- 1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost (uključuje amandmane A1:2004 i A2:2005) (EN 206-1:2000+A1:2004+A2:2005)
HRN 1128:2007	Beton – Smjernice za primjenu norme HRN EN 206-1

- Standardi za beton - ostali

HRN EN 13670:2010	Izvedba betonskih konstrukcija (EN 13670:2009)
HRN U.M1.046:1984	Ispitivanje mostova pokusnim opterećenjem
HRN U.M1.047:1987	Ispitivanje konstrukcija visokogradnje pokusnim opterećenjem i ispitivanje do sloma

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

HRN EN 13791:2007 Ocjena in-situ tlačne čvrstoće u konstrukcijama i predgotovljenim betonskim dijelovima (EN 13791:2007)

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 EN 12504-1:2009 Ispitivanje betona u konstrukcijama -- 1. dio: Izvađeni ispitni uzorci -- Uzimanje, pregled i ispitivanje tlačne čvrstoće (EN 12504-1:2009)

HRN EN 12504-2:2001 Ispitivanje betona u konstrukcijama -- 2. dio: Nerazorno ispitivanje -- Određivanje indeksa sklerometra (EN 12504-2:2001)

HRN EN 12504-3:2005 Ispitivanje betona u konstrukcijama -- 3. dio: Određivanje sile čupanja (pull-out) (EN 12504-3:2005)

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 12390-1/AC:2005 Ispitivanje očvrsloga betona -- 1. dio: Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe (EN 12390-1:2000/AC:2004)

HRN EN 12390-3:2009 Ispitivanje očvrsnuloga betona -- 3. dio: Tlačna čvrstoća ispitnih uzoraka (EN 12390-3:2009)«

- Standardi za čelik za armiranje

HRN 1130-1:2008 Čelik za armiranje betona -- Zavarljivi čelik za armiranje -- 1. dio: Teh. uvjeti isporuke čelika razreda A

HRN 1130-2:2008 Čelik za armiranje betona -- Zavarljivi čelik za armiranje -- 2. dio: Teh. uvjeti isporuke čelika razreda B

HRN 1130-3:2008 Čelik za armiranje betona -- Zavarljivi čelik za armiranje -- 3. dio: Teh. uvjeti isporuke čelika razreda C

HRN 1130-4:2008 Čelik za armiranje betona -- Zavarljivi čelik za armiranje -- 4. dio: Teh. uvjeti isporuke zavarenih mreža

HRN 1130-5:2008 Čelik za armiranje betona -- Zavarljivi čelik za armiranje -- 5. dio: Teh. uvjeti isporuke rešetkastih nosača

HRN EN 10080:2005 Čelik za armiranje betona -- Zavarljivi čelik za armiranje -- Općenito (EN 10080:2005)

nHRN EN 10138-1 Čelici za prednapinjanje -- 1. dio: Opći zahtjevi (prEN 10138-1:2000)

nHRN EN 10138-2 Čelici za prednapinjanje -- 2. dio: Žica (prEN 10138-2:2000)

nHRN EN 10138-3 Čelici za prednapinjanje -- 3. dio: Užad (prEN 10138-3:2000)

nHRN EN 10138-4 Čelici za prednapinjanje -- 4. dio: Šipke (prEN 10138-4:2000)

HRN EN 10020:2008 Definicija i razredba vrsta čelika (EN 10020:2000)

HRN EN 10027-1:2007 Sustavi označivanja za čelike -- 1. dio: Nazivi čelika (EN 10027-1:2005)

HRN EN 10027-2:1999 Sustavi označivanja čelika -- 2. dio: Brojčani sustav (EN 10027-2:1992)

HRN EN 10079:2008 Definicija čeličnih proizvoda (EN 10079:2007)

HRN EN 523: 2004 Čelične cijevi (bužiri) za kabele za prednapinjanje -- Nazivlje, zahtjevi, kontrola kvalitete (EN 523:2003)

HRN EN ISO 17660-1:2008 Zavarivanje -- Zavarivanje čelika za armiranje -- 1. dio: Nosivi zavareni spojevi (ISO 17660-1:2006; EN ISO 17660-1:2006)

HRN EN ISO 17660-2:2008 Zavarivanje -- Zavarivanje čelika za armiranje -- 2. dio: Nenosivi zavareni spojevi (ISO 17660-2:2006; EN ISO 17660-2:2006)

HRN EN 287-1:2004 Provjera osposobljenosti zavarivača -- Zavarivanje taljenjem -- 1. dio: Čelici (EN 287-1:2004)

HRN EN 287-1:2004/AC:2007 Provjera osposobljenosti zavarivača -- Zavarivanje taljenjem -- 1. dio: Čelici (EN 287-1:2004/AC:2004)

HRN EN 287-1:2004/A2:2008 Provjera osposobljenosti zavarivača -- Zavarivanje taljenjem -- 1. dio: Čelici (EN 287-1:2004/A2:2006)

HRN EN ISO 4063:2010 Zavarivanje i srodni postupci -- Nomenklatura postupaka i referentni brojevi (ISO 4063:2009; EN ISO 4063:2009)

HRN EN 446:2008 Smjesa za injektiranje natega za prednapinjanje -- Postupci injektiranja (EN 446:2007)

HRN EN 447:2008 Smjesa za injektiranje natega za prednapinjanje -- Osnovni zahtjevi (EN 447:2007)«

- Ostali standardi

HRN EN 1990:2011 Eurokod: Osnove projektiranja konstrukcija (EN 1990:2002+A1:2005+A1:2005/AC:2010)

HRN EN 1990:2011/NA:2011 Eurokod: Osnove projektiranja konstrukcija -- Nacionalni dodatak

HRN EN 1991 Eurokod 1 -- Djelovanja na konstrukcije

HRN EN 1992	Eurokod 2 -- Projektiranje betonskih
HRN EN 1997	Eurokod 7: Geotehničko projektiranje
HRN EN 1997-1:2012/NA:2012	Eurokod 7: Geotehničko projektiranje -- 1. dio: Opća pravila -- Nacionalni dodatak
HRN EN 1998	Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija
HRN EN 1998-1-2011/NA	1. dio: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade –Nacionalni dodatak

Ovlaštene organizacije i institucije za atestiranje su na listi u Glasniku Zavoda kojeg izdaje Državni zavod za normizaciju i graditeljstvo. Izvođač je dužan osiguravati dokaze o kvaliteti radova i ugrađenih proizvoda i opreme prema Zakonu o gradnji i zahtjevima iz projekta, te u tom smislu mora čuvati dokumentaciju o ispitivanju ugrađenog materijala, proizvoda i opreme prema programu ispitivanja iz projekta (Zakon o gradnji)

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.

3.5 Ostali radovi i materijali

Svi 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 radova potreban je stalni tehnički nadzor.

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

Napomena: U svim tehničkim uvjetima navedene su veze s drugim hrvatskim normama o kvaliteti materijala, pa ih nećemo posebno navoditi

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 zamjeni kvalitetnim i radove dovede u ispravno stanje.

Izvođač je dužan napraviti "Projekt betona" koji će zadovoljiti uvjete date ovom projektnom dokumentacijom, a istovremeno uvažiti tehnologiju proizvodnje i ugradbe betona koju primjenjuje izvođač, te zadovoljiti propisane uvjete. Kontrolu kvalitete betonskih radova treba povjeriti za to registriranoj organizaciji, a za kontrolna ispitivanja je potrebno primijeniti u skladu s "TPBK" N.N. 139/09, 14/10, 125/10, 136/12.

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 odobrenoj projektnoj dokumentaciji. Poduzeti sve potrebne mjere za sigurnost zaposlenih radnika, javnog prometa, kao i susjednih objekata pored kojih se izvode radovi.

Organizirati kontrolu radova u terenskim i pogonskim laboratorijima, ili povjeriti tu kontrolu stručnim organizacijama koje su za to upisane u sudski registar. Ugrađivati materijal, predgotovljene elemente, elemente, uređaje i tehničku opremu koji odgovaraju propisanim standardima i tehničkim normativima. Kvalitetu radova, materijala i uređaja koji mogu utjecati na stabilnost i sigurnost objekta i kvalitetu cijelog objekta, odnosno radove, dokumentirati obrađenim rezultatima ispitivanja ili ispravama izdanim u skladu sa zakonom ili propisima o tehničkim normativima i standardima.

Radove izvoditi po redoslijedu kojim se osigurava kvalitetno izvođenje i o izvođenju pojedinih faza na vrijeme obavijestiti 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 POSEBNI TEHNIČKI UVJETI

4.1 Oplate i skele

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

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

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

Žičane spojnice za pridržavanje oplate ne smiju prolaziti kroz vanjske plohe gdje bi bile vidljive. Radne reške moraju biti, gdje god je moguće, horizontalne ili vertikalne i moraju biti na istoj visini zadržavajući kontinuitet.

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

Površina oplate mora biti očišćena od inkrustacija i sveg materijala koji bi mogao štetno djelovati na izložene vanjske plohe. Kad se oplata premazuje uljem, mora se spriječiti prljanje betona i armature. Oplata, ukoliko je drvena, mora prije betoniranja biti natopljena vodom na svim površinama koje će doći u dodir s betonom i zaštićena od prianjanja za beton

premazom vapnom. Skidanje oplate se mora izvršiti čim je to provedivo, naročito tamo gdje oplata ne dozvoljava polijevanje betona, ali nakon što je beton dovoljno očvrsnuo. Svi popravci betona trebaju se izvršiti na predviđen način i to što je prije moguće. Oplata se mora skidati prema određenom redoslijedu, pažljivo i stručno, da se izbjegnu oštećenja. Moraju se poduzeti mjere predostrožnosti za slučaj neplaniranog kolapsa. Nadzorni inženjer će odrediti kad se mora, odnosno može, skidati oplata.

Sve skele (za oplatu, pomoćne i fasadne), moraju se izvesti od zdravoga drva ili čeličnih cijevi potrebnih dimenzija. Sve skele moraju biti stabilne, ukrućene dijagonalno u poprečnom i uzdužnom smislu, te solidno vezane sponama i kliještama. Mosnice i ograde trebaju biti također dovoljno ukrućene. Skelama treba dati nadvišenje koje se određuje iskustveno u ovisnosti o građevini ili proračunski. Ako to traži nadzorni inženjer, vanjska skela, s vanjske strane, treba biti prekrivena trščanim 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 oplate vrši se vizualno, geodetskom kontrolom i ostalom izmjerom. Pregled i prijem gotove skele, oplate i armature vrši nadzorni inženjer. Bez obzira na odobrenu primjenu skela, oplate 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, oplate 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 1,5 m. Nije dozvoljeno transportiranje betona po kosinama. Transportna sredstva se ne smiju oslanjati na oplatu ili armaturu kako ne bi dovela u pitanje njihov projektirani položaj.

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

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

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

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

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 oplate 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 Izvođenje zidanih zidova (ziđa)

Zidni elementi na gradilištu moraju biti složeni po vrstama i razredima i osigurani od djelovanja atmosferilija (kiše, snijega, leda). Zidni elementi ne smiju se postavljati na stropne konstrukcije ako imaju ukupnu masu kojom bi se izazvale trajne deformacije na konstrukciji.

Mort mora biti transportiran do gradilišta i skladišten na način da je zaštićen od utjecaja vlage i drugih štetnih utjecaja na specificirana tehnička svojstva. Mort mora biti složen po vrstama i razredima. Mort i veziva ne smiju se, bez prethodnih kontrolnih ispitivanja, ugrađivati odnosno primjenjivati nakon provedena 3 mjeseca na gradilištu. Mort se mora miješati strojno i ne smije se ugrađivati ukoliko je započeo proces stvrdnjavanja.

Prije zidanja ziđa iz mora se provesti sljedeće:

- pregled svake otpremnice i oznaka na zidnim elementima, mortu i drugim građevnim proizvodima koji se koriste,
- vizualnu kontrolu zidnih elemenata, vreća morta i ambalaže ostalih građevnih proizvoda da se utvrde moguća oštećenja,
- utvrđivanje razreda kontrole proizvodnje zidnih elemenata (I ili II).

Kontrolu provodi izvođač. Kontrolu razreda izvedbe ziđa (A, B, C) provodi nadzorni inženjer i utvrđuje da postoji osposobljenost izvođača za provedbu projektom propisanog razreda izvedbe.

Pri izvedbi ziđa zidane konstrukcije zidni elementi povezuju se mortom uz potpuno ispunjavanje horizontalnih i vertikalnih sljubnica. Pri zidanju ziđa, zidni elementi zida trebaju se preklapati za pola duljine zidnog elementa, mjereno u smjeru zida, a iznimno za 0,4 visine zidnog elementa, ali ne manje od 4,5 cm.

Horizontalni serklaži u razini stropne konstrukcije betoniraju se zajedno s izvedbom stropne konstrukcije.

Vertikalni serklaži pojedine etaže betoniraju se nakon izvedbe ziđa te etaže pri čemu se mora osigurati veza zid–serklaž, bilo načinom gradnje (istacima zidnih elemenata svakog drugog reda za najmanje 0,4 visine zidnog elementa, ali ne manje od 4,5 cm), ili mehaničkim spojnim sredstvima u skladu s projektom zidane konstrukcije.

Temperatura svježeg morta ne smije biti niža od +5°C, niti viša od +35°C.

Kada je srednja dnevna temperatura zraka manja od +50°C ili viša od +35°C, zidanje ziđa treba izvoditi pod posebnim uvjetima. Dokazivanje uporabljivosti ziđa i potvrđivanje sukladnosti provodi se, ovisno o razredu izvedbe ziđa, sukladno odredbama "TPZK" (NN 01/07). Ako se naknadno dokaže da nisu ostvarene sve pretpostavke iz projekta u svezi s razredom kontrole proizvodnje zidnih elemenata i razredom izvedbe ziđa potrebno je provesti ispitivanje ziđa in situ od strane ovlaštene pravne osobe

4.6 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 ukloniti s gradilišta.

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

Izvođač ne smije vršiti bušenja armirano-betonskih konstrukcija bez prethodnog odobrenja i 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 propisi iz tog područja su:

- Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13)
- Pravilnik o gospodarenju otpada (NN 23/14)
- Pravilnik o gospodarenju građevnim otpadom (NN 38/08).

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

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

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

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

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

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

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

S građevnim otpadom treba postupiti u skladu s Pravilnikom. Taj pravilnik predviđa moguću termičku obradu za slijedeći otpad:

- drvo
- plastiku,
- asfalt koji sadrži katran i
- 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 i
- 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 PLANOVI POZICIJA

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

Ploče su označavane velikim slovom **P** i pripadajućim brojem **(P100, P200..)**, grede su označavane velikim slovom **G** i pripadajućim brojem **(G1,G2..)**, stupovi velikim slovom **S** i pripadajućim brojem **(S1)**, te stepeništa velikim slovom **S** i pripadajućim brojem **(S100,S200)**.

Iako su rađena dva različita modela (za garažu i za zgrade), korištene su iste oznake pozicija, uz dodatno slovo **B,** ako se ploča, greda ili stup nalaze u garaži.

Kako se ploče (skupa s gredama) proračunavaju računalnim programom, ploče svakog kata nisu posebno označavane, već je cijela ploča kata označena kao jedna pozicija i izračunata kroz numerički model. U grafičkim prilozima numeričkog proračuna vidljiva je slika momenata tj. potrebne količine armature na pojedinim mjestima u ploči.

Svi računalni proračuni su izvršeni računalnim programom "Scia Engineer 2013". Radi smanjenja glomaznosti projekta prikazani su pojedini rezultati koji su smatrani relevantnim. Na zahtjev, svi ulazni i izlazni podaci se mogu dobiti kod autora ovog projekta.

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

Za sve izmjene i dopune konzultirati projektanta.

Sva opterećenja uzeta prema:

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

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

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

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

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

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

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

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

7 UVJETI ODRŽAVANJA I PROJEKTIRANI VIJEK TRAJANJA

Stambeno-poslovna zgrada Arija u Splitu ne zahtijeva poseban tretman održavanja, jer nije građevina koje se nalazi u posebno agresivnoj sredini. Ipak, ukopanost u tlo i nepovoljni klimatski faktori lokacije (relativna blizina mora) zahtijevaju povećanu mjeru opreza i pojačani nadzor nad svim elementima (konstruktivnim i nekonstruktivnim) građevine. Tehnološkim mjerama, koje su navedene u ovom projektu pokušalo se dobiti što kvalitetniju i trajniju konstrukciju. U tom smislu neophodno je poštovati mjere za postizanje kvalitete materijala i konstrukcija, kao i posebne tehničke uvjete.

Radnje u okviru održavanja betonskih konstrukcija treba provoditi prema odredbama Priloga J.3. Održavanje betonskih konstrukcija, "TPBK" (N.N. 139/09, 14/10, 125/10, 136/12) i normama na koje upućuje Prilog J.3., te odgovarajućom primjenom odredaba ostalih priloga "TPBK".

Redoviti pregled predmetne građevine u svrhu održavanja betonske konstrukcije za predmetnu građevinu treba provoditi najmanje svakih 10 godina (zgrade javne i stambene 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 i suvlasnici 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 s 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 (kućni majstor) na licu mjesta, a kod većih zahvata vlasnik (ili suvlasnici) zgrade 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.

Norme za ispitivanje i održavanje građevina navedene su pod točkom 3.4.5 ovog projekta.

Očekivani vijek trajanja građevine je 50 godina.

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

8 ANALIZA OPTEREĆENJA

8.1 Ploča Prizemlja (ploča nad podrumom, ispod stanova) -pozicija 100

a) stalno opterećenje

Uključeno je kroz numerički model.

b)dodatno stalno opterećenje

Tablica 2. Karakteristični iznos opterećenja od slojeva ploče

	d (m)	g (kN/m^3)	$d \times g$
Završni sloj poda	0.025	8.0	0.20
AB estrih	0.06	25.0	1.50
Termoizolacija	0.08	3.0	0.24
Hidroizolacija+parna brana	0.01	18.0	0.18
Gips kartonske ploče	0.0125	12.0	0.15
Pregrade			1.00
UKUPNO:			3.12

Ukupno dodatno stalno opterećenje: $\Delta g = 3.27$ (kN/m^2)

c) pokretno opterećenje

$q = 2.0$ (kN/m^2)

NAPOMENA: Nije vršena kombinacija opterećenja, tj. postavljanje pokretnog opterećenja u najkritičnije položaje, već je pokretno opterećenje uvećano za 20%.

8.2 Ploča Prizemlja (ploča nad garažom, između dvije zgrade) - pozicija 100B

a) stalno opterećenje

Uključeno je kroz numerički model.

b)dodatno stalno opterećenje

Tablica 3. Karakteristični iznos opterećenja od slojeva ploče

	d (m)	g (kN/m^3)	$d \times g$
Završni sloj poda	0,40	18	7.2
Hidroizolacija+parna brana	0.01	18.0	0,18
UKUPNO:			7.38

Ukupno dodatno stalno opterećenje: $\Delta g =$ 7,38 (kN/m^2)

c) pokretno opterećenje

q =5.0 (kN/m^2)

NAPOMENA: Nije vršena kombinacija opterećenja, tj. postavljanje pokretnog opterećenja u najkritičnije položaje, već je pokretno opterećenje uvećano za 20%.

8.3 Ploča katova-pozicija 200 i 300

a) stalno opterećenje

Uključeno je kroz numerički model.

b) dodatno stalno opterećenje

Tablica 4. Karakteristični iznos opterećenja od slojeva ploče

	d (m)	g (kN/m^3)	$d \times g$
Završni sloj poda	0.025	8.0	0.20
AB estrih	0.06	25.0	1.50
Termoizolacija	0.04	3.0	0.12
Hidroizolacija+parna brana	0.01	18.0	0.18
Gips kartonske ploče	0.0125	12.0	0.15
Pregrade			1.00
UKUPNO:			3.15

Ukupno dodatno stalno opterećenje: $\Delta g =$ 3.15 (kN/m^2)

c) pokretno opterećenje

q =2.0 (kN/m^2)

NAPOMENA: Nije vršena kombinacija opterećenja, tj. postavljanje pokretnog opterećenja u najkritičnije položaje, već je pokretno opterećenje uvećano za 20%.

8.4 Ploča krova- pozicija 400

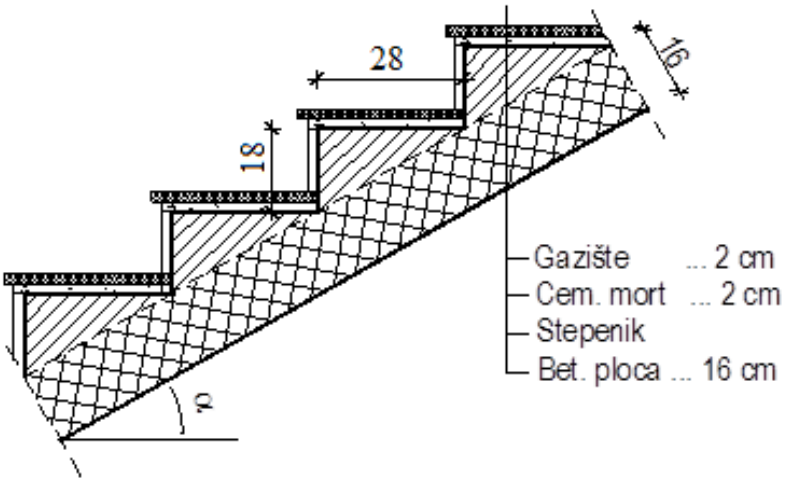
a) stalno opterećenje

Pošto se nagib krova izvodi s laganim pločama kamene vune TERVOL DDP-G (ploče u nagibu),težina krova je manja od težine međukatnih konstrukcija. Zbog jednostavnosti uzima se isto opterećenje kao kod međukatnih konstrukcija.

a) pokretno opterećenje

q =1. 0 (kN/m^2)

8.5 Stubišta i podesti



Slika 1. Prikaz dimenzija i slojeva stubišta

a) stalno opterećenje

Uključeno je kroz numerički model.

b) dodatno stalno opterećenje

Tablica 5. Karakteristični iznos opterećenja od slojeva ploče

	d (m)	g (kN/m^3)	$d \times g$
Kamene ploče (gazište)	0.02	28.0	0.56
Cementni mort	0.02	21.0	0.42
Stepenik	0.09	23.0	2.07
UKUPNO:			3,05

Ukupno dodatno stalno opterećenje: $\Delta g = 3{,}05$ (kN/m^2)

b) pokretno opterećenje

$q = 3.0$ (kN/m^2)

8.6 Težina zidova

a) stalno opterećenje

Zgrada ima dominantne armirano-betonske zidove, te nešto zidanih pregradnih zidova (d=20 cm) i laganih pregradnih zidova (porobeton ili gips kartonskih). Dominantno težina je težina armirano-betonskih zidova.

Težina armirano-betonskih zidova uzeta je u funkciji njihovog položaja. Dodatna težina ostalih pregrada procijenjena je na:

Ukupna težina pregrada: $\Delta z = 1.0$ kN/m^2)

8.7 Snijeg

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

Koeficijent oblika opterećenja snijegom:

(krov nagiba $0° < \alpha < 15°$) $\mu_i = \mu_1 = 0,8$

Koeficijent izloženosti: $C_e = 1,0$

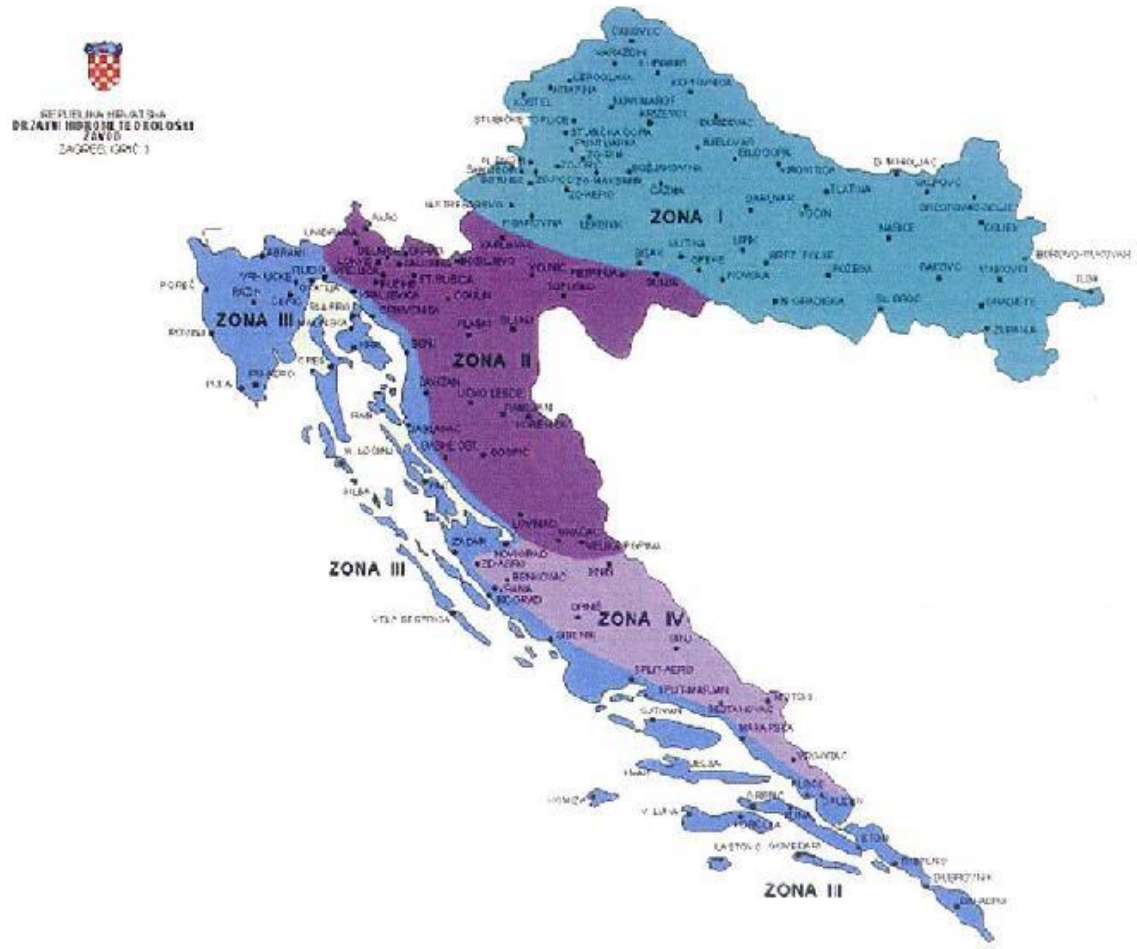
Toplinski koeficijent: $C_t = 1,0$

Karakteristična vrijednost opterećenja snijegom na tlo: s = 0,45 kN/m2

(Split, zona III, nadmorska visina do 100 m)

Tablica 6. Opterećenje snijegom u ovisnosti s nadmorskim visinama

Nadmorska visina do (m)	I. područje	II. područje	III. područje	IV. područje
100	*1.10*	*1.10*	*0.45*	*0.35*
200	*1.30*	*1.40*	*0.80*	*0.50*
300	*1.55*	*1.75*	*1.20*	*0.70*
400	*1.80*	*2.20*	*1.65*	*0.90*
500	*2.05*	*2.65*	*2.15*	*1.15*
600	*2.35*	*3.15*	*2.70*	*2.70*
700	*2.65*	*3.70*	*3.30*	*3.30*
800	*2.95*	*4.25*	*3.95*	*3.95*
900	*3.25*	*4.90*	*4.65*	*4.65*
1000	*3.60*	*5.55*	*5.40*	*5.40*
1100	*3.95*	*6.25*	*6.20*	*6.20*
1200	*4.30*	*7.00*	*7.05*	*7.05*
1300	-	*7.80*	*7.95*	*7.95*



Slika 2. Karta područja za opterećenja snijegom

$s_k = 0,8 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,45 = 0,36$ kN/m2

8.8 Vjetar

Analiza opterećenja vjetrom:

Tlak vjetra na vanjske površine

"w_{ek}" $w_{ek} = q_{ref} \times c_e(z_e) \times c_{pe}$

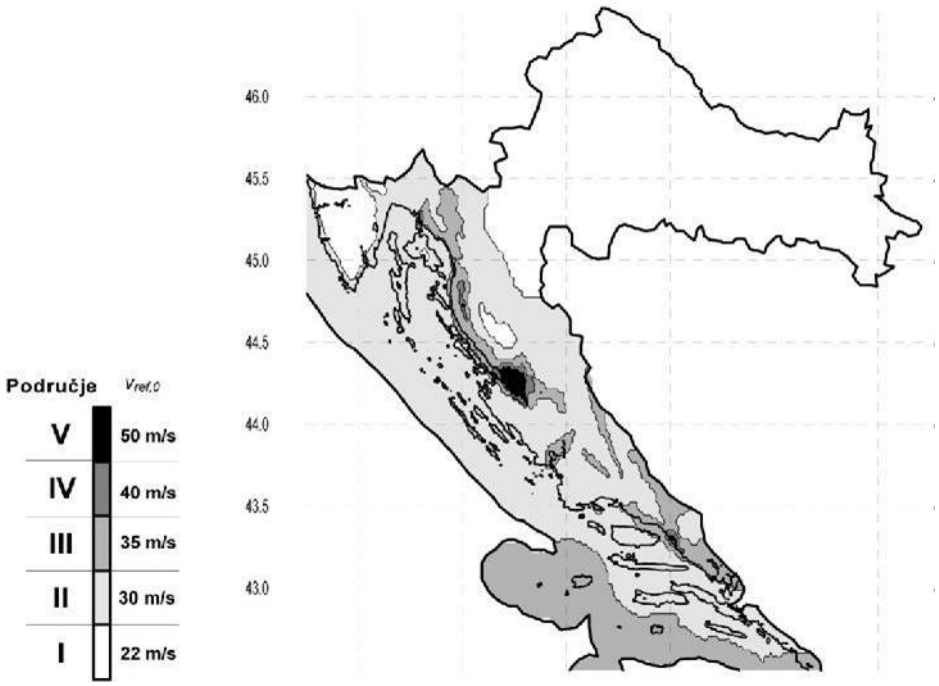
Poredbeni tlak srednje brzine vjetra: $q_{ref} = (\rho \times v_{ref}^2) \div 2{,}0$

Gustoća zraka: $\rho = 1{,}25\ kg/m^3$

Poredbena brzina vjetra: $v_{ref} = v_{ref,\,0} \times c_{ALT}$

Osnovna vrijednost poredbene brzine vjetra:

(Split, područje III) $v_{ref,\,0} = 35{,}0\ m/s$



Slika 3. Zemljovid područja opterećenja vjetrom

Koeficijent nadmorske visine:

(nadmorska visina "a_s" je 100 m) $c_{ALT} = 1 + 0.0001 \times a_S$

Poredbena brzina vjetra: $v_{ref} = 35.0 \times 1.01 = 35,35$ m/s

Poredbeni tlak srednje brzine vjetra: $q_{ref} = (1.25 \times 35,35^2) \div 2$

$q_{ref} = 0.781$ kN/m^2

Koeficijent izloženosti "$c_e(z_e)$"

(kategorija zemljišta III, regija P9 – južnojadransko priobalje (južno od Zadra))

Visina konstrukcije nad tlom: h =23,63 m

Širina konstrukcije na koju puše vjetar:

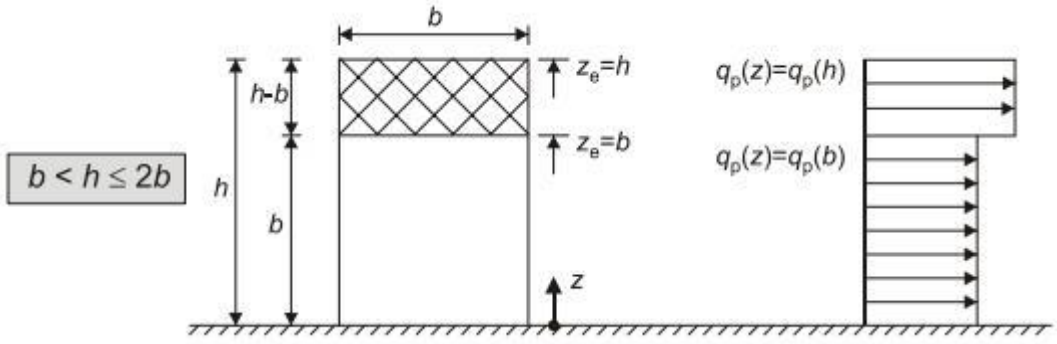
X smjer b = 14,70 m

Y smjer b = 37,8 m

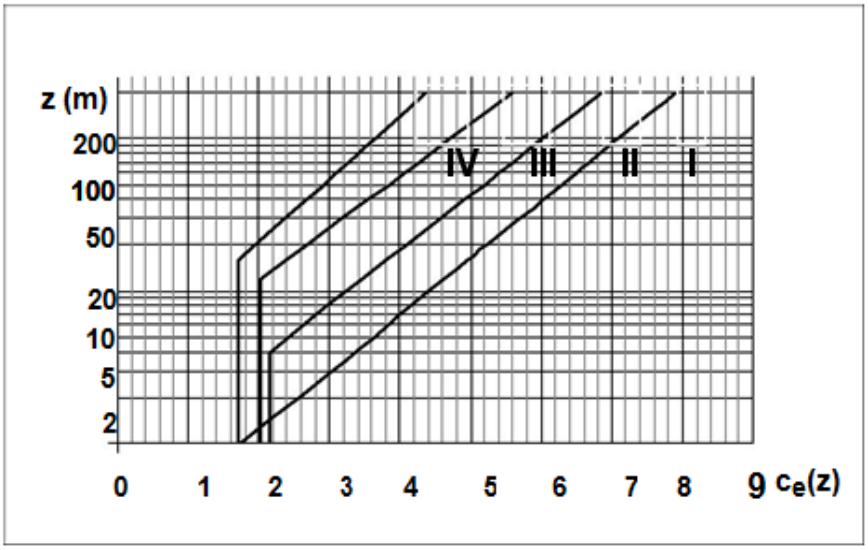
Poredbena visina:

(2b >h > b) $z_e = b = 14,70$ m

$z_e = h = 23,63$ m



Slika 4. Poredbena visina z_e u ovisnosti od h i b



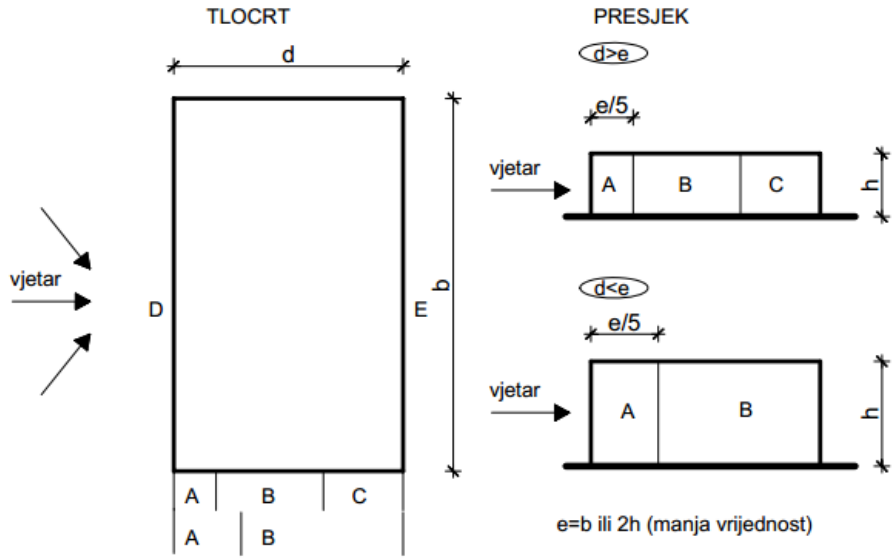
Slika 5. Koeficijent položaja c_e (z) u ovisnosti o kategoriji terena I do IV i visini z iznad terena

Koeficijent izloženosti:

$c_e(z_e)$ = 2.3 (do visine 14,70 m)

$c_e(z_e)$ = 2.8 (od visine 14,70 m do visine 23,6 m)

Tipični prikaz dan je za vertikalne zidove zgrada pravokutnog tlocrta na slici, gdje je vidljiva podjela po područjima i u tablici za različita područja i za različite odnose d/h.



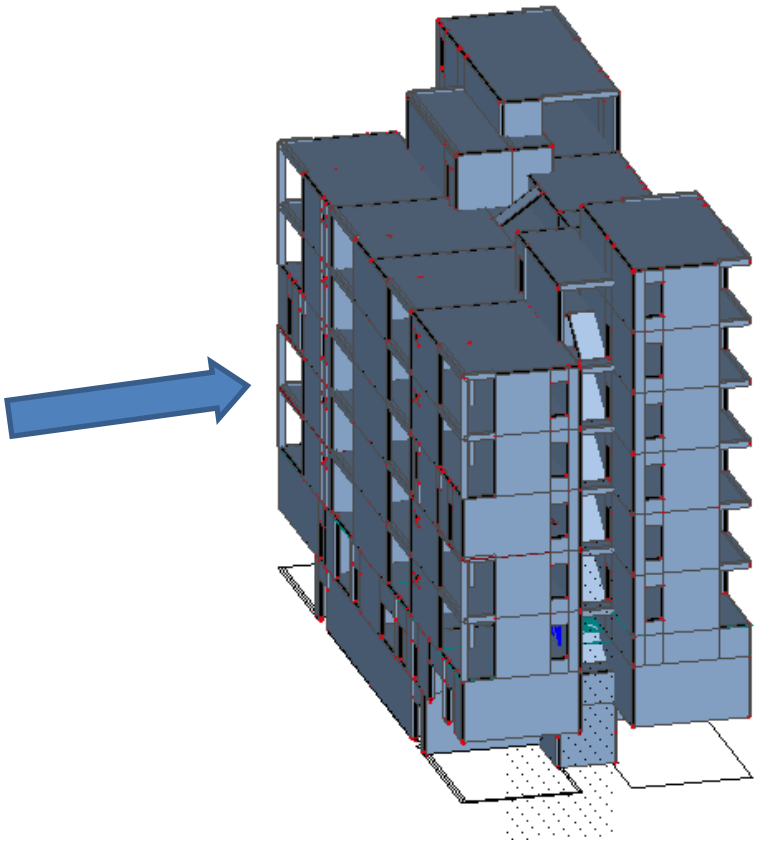
Slika 6. Koeficijenti vanjskog tlaka za vertikalne zidove zgrada s pravokutnim tlocrtom

Tablica 7. Koeficijenti vanjskog tlaka za vertikalne zidove zgrada s pravokutnim tlocrtom po područjima

Zone	A		B		C		D		E	
d/h	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
≤ 1	-1,0	-1,3	-0,8	-1,0	-0,5		+0,8	+1,0	-0,3	
≥ 4	-1,0	-1,3	-0,8	-1,0	-0,5		+0,6	+1,0	-0,3	

8.8.1 Analiza vjetra u X smjeru

Koeficijenti vanjskog tlaka “cpe” na vanjske zidove:



Slika 7. Djelovanje vjetra u smjeru x

Tlak vjetra na vanjske površine

“w_{ek}” $w_{ek} = q_{ref}\ c_e(z_e) \times c_{pe}$

Tablica 8. Iznosi tlaka vjetra na vanjske površine-smjer x

ZONA	A	B	D	E	F	G	H
q_{ref}	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781
c_{pe}	-1	-0,8	0,8	-0,3	-1,6	-1,1	-0,7
$c_e(23,63)$	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
$c_e(14,7)$	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
$w_{ek}(23,63)$	-2,19	-1,75	1,75	-0,66	-3,5	-2,41	-1,53
$w_{ek}(14,7)$	-1,80	-1,43	1,43	-0,54	-2,87	1,98	-1,26

Tlak vjetra na unutrašnje površine "w_{ik}"

$$w_{ik} = q_{ref} \times c_e(z_i) \times c_{pi}$$

Poredbeni tlak srednje brzine vjetra: $q_{ref} = 0,781\ kN/m^2$

Poredbena visina: $z_i = h = 23,63\ m$

Koeficijent izloženosti:

ce(ze)=2,3 (do 14,70 m)

ce(ze)=2,8 (od 14,70 m do 23,63 m)

Koeficijent unutrašnjeg tlaka:

(za zatvorene građevine s unutrašnjim pregradama i otvorima)

$c_{pi} = 0,8$ ili $(-0,5)$

-do visine 14,70 m

$w_{ik}(-) = 0,781 \times 2,3 \times (-0,5) = -0,90\ kN/m^2$

$w_{ik}(+) = 0,781 \times 2,3 \times (+0,8) = +1,44\ kN/m^2$

- od visine 14,70 m do 23,63 m:

w_{ik} (-) = 0,781×2,8 × (-0,5) = - 1,09kN/m^2

w_{ik} (+) = 0,781 ×2,8 × (+0,8) = +1,75 kN/m^2

Opterećenje vjetrom "$w_{k,\ I}$" (s najvećim unutarnjim tlakom)

- do visine 14,70 m

Tablica 9. Analiza sila vjetra do visine 14,70 m-smjer x

-najveći unutarnji tlak

ZONA	A	B	D	E	F	G	H
q_{ref}	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781
$c_{e(14,7)}$	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
c_{pe}	-1	-0,8	0,8	-0,3	-1,6	-1,1	-0,7
c_{pi}	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
$w_{ek(14,7)}$	-1,80	-1,44	1,44	-0,54	-2,87	-1,98	-1,26
w_{ik}	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44
w_{kI}	-3,32	-2,88	0	-1,98	-4,31	-3,42	-2,7

Opterećenje vjetrom "wk, II" (s najmanjim unutarnjim tlakom)

- do visine 14,70 m

Tablica 10. Analiza sila vjetra do visine 14,70 m-smjer x- najmanji unutarnji tlak

ZONA	A	B	D	E	F	G	H
q_{ref}	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781
$c_{e(14,7)}$	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
c_{pe}	-1	-0,8	0,8	-0,3	-1,6	-1,1	-0,7
c_{pi}	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
$w_{ek(14,7)}$	-1,80	-1,44	1,44	-0,54	-2,87	-1,98	-1,26
w_{ik}	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90
w_{kII}	-0,9	-0,54	2,34	0,36	-1,97	-1,08	-0,36

Opterećenje vjetrom “wk, I” (s najvećim unutarnjim tlakom)

- od visine 14,70 m do 23,63 m

Tablica 11. Analiza sila vjetra od visine 14,70 do 23,63 m-smjer x- najveći unutarnji tlak

ZONA	A	B	D	E	F	G	H
q_{ref}	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781
$c_{e(23,63)}$	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
c_{pe}	-1	-0,8	0,8	-0,3	-1,6	-1,1	-0,7
c_{pi}	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
$w_{ek(23,63)}$	-2,19	-1,75	1,75	-0,66	-3,5	-2,41	-1,53
w_{ik}	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
w_{kl}	-3,94	-2,9	0	-2,41	-5,25	-4,16	-3,28

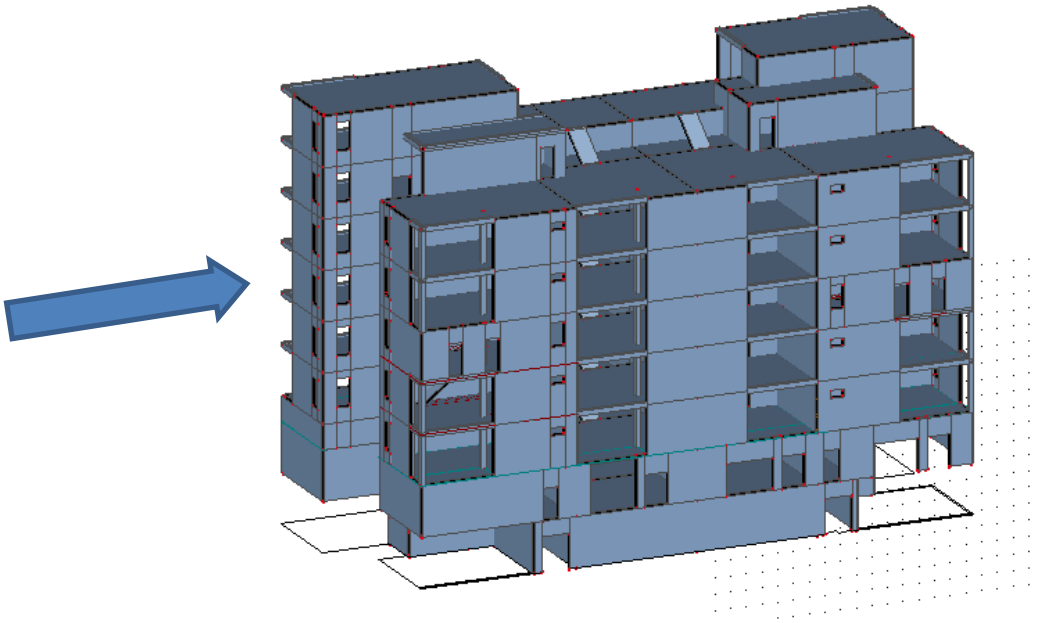
Opterećenje vjetrom “wk, II” (s najmanjim unutarnjim tlakom)

- od visine 14,70 m do 23,63 m

Tablica 12. Analiza sila vjetra od visine 14,70 do 23,63 m-smjer x- najmanji unutarnji tlak

ZONA	A	B	D	E	F	G	H
q_{ref}	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781
$c_{e(23,63)}$	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
c_{pe}	-1	-0,8	0,8	-0,3	-1,6	-1,1	-0,7
c_{pi}	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
$w_{ek(23,63)}$	-2,19	-1,75	1,75	-0,66	-3,5	-2,41	-1,53
w_{ik}	-1,09	-1,09	-1,09	-1,09	-1,09	-1,09	-1,09
w_{kl}	-1,1	-0,66	2,84	0,43	-2,41	-1,32	-0,44

8.8.2 Analiza vjetra u Y smjeru



Slika 8. Djelovanje vjetra u smjeru y

Tlak vjetra na vanjske površine:

$$w_{ek} = q_{ref} \times c_e(z_e) \times c_{pe}$$

Tablica 13. Iznosi tlaka vjetra na vanjske površine-smjer y

ZONA	A	B	C	D	E	F	G	H	I
q_{ref}	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781
c_{pe}	-1	-0,8	-0,5	0,8	-0,3	-1,6	-1,1	-0,7	±0,2
$c_{e(23,63)}$	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
$c_{e(14,7)}$	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
$w_{ek(23,63)}$	-2,19	-1,75	-1,09	1,75	-0,66	-3,50	-2,41	-1,53	0,44
$w_{ek(14,7)}$	-1,80	-1,44	-0,90	1,44	-0,54	-2,87	-1,98	-1,26	0,36

Tlak vjetra na unutrašnje površine "w_{ik}"

$$w_{ik} = q_{ref} \times c_e(z_i) \times c_{pi}$$

Poredbeni tlak srednje brzine vjetra: $q_{ref} = 0{,}781$ kN/m^2

Poredbena visina: $z_i = h = 23{,}63$ m

Koeficijent izloženosti:

ce(ze)=2,3 (do visine 14,70 m)

ce(ze)=2,8 (od visine 14,70 m do 23,63 m)

Koeficijent unutrašnjeg tlaka:

(za zatvorene građevine s unutrašnjim pregradama i otvorima)

c_{pi} =0,8 ili (-0,5)

-do visine 14,70 m

w_{ik} (-) = 0,781×2,3 × (-0,5) = - 0,90 kN/m^2

w_{ik} (+) = 0,781×2,3 × (+0,8) = +1,44 kN/m^2

- od visine 14,70 m do 23,63 m:

w_{ik} (-) = 0,781×2,8 × (-0,5) = - 1,09kN/m^2

w_{ik} (+) = 0,781 ×2,8 × (+0,8) = +1,75 kN/m^2

Opterećenje vjetrom "$w_{k,\ I}$" (s najvećim unutarnjim tlakom)

- do visine 14,70 m

Tablica 14. Analiza sila vjetra do visine 14,70 m

-smjer y -najveći unutarnji tlak

ZONA	A	B	C	D	E	F	G	H	I
qref	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781
ce(14,7)	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
cpe	-1	-0,8	-0,5	0,8	-0,3	-1,6	-1,1	-0,7	±0,2
cpi(+)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
wek(14,7)	-1,80	-1,44	-0,90	1,44	-0,54	-2,87	-1,98	-1,26	0,36
wik(+)	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44
wkl	-3,24	-2,88	-2,34	0	-1,98	-4,31	-3,42	-2,7	-1,08

Opterećenje vjetrom "wk, II" (s najmanjim unutarnjim tlakom)

- do visine 14,70 m

Tablica 15. Analiza sila vjetra do visine 14,70 m-smjer y- najmanji unutarnji tlak

ZONA	A	B	C	D	E	F	G	H	I
qref	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781
ce(14,7)	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
cpe	-1	-0,8	-0,5	0,8	-0,3	-1,6	-1,1	-0,7	±0,2
cpi(+)	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
wek(14,7)	-1,80	-1,44	-0,90	1,44	-0,54	-2,87	-1,98	-1,26	0,36
wik(+)	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90
wkl	-0,90	-0,54	0	2,34	0,36	-1,97	-1,08	-0,36	1,26

Opterećenje vjetrom “wk, I” (s najvećim unutarnjim tlakom)

- od visine 14,70 m do 23,63 m

Tablica 16. Analiza sila vjetra od visine 14,70 do 23,63 m-smjer y- najveći unutarnji tlak

ZONA	A	B	C	D	E	F	G	H	I
qref	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781
Ce(23,63)	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
Cpe	-1	-0,8	-0,5	0,8	-0,3	-1,6	-1,1	-0,7	±0,2
Cpi(+)	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
Wek(23,63)	-2,19	-1,75	-1,09	1,75	-0,66	-3,50	-2,41	-1,53	0,44
wik(+)	-1,09	-1,09	-1,09	-1,09	-1,09	-1,09	-1,09	-1,09	-1,09
wkl	-1,1	-0,66	0	2,84	0,43	-2,41	-1,32	-0,44	1,53

Opterećenje vjetrom “wk, II” (s najmanjim unutarnjim tlakom)

- od visine 14,70 m do 23,63 m

Tablica 17. Analiza sila vjetra od visine 14,70 do 23,63 m-smjer y- najmanji unutarnji tlak

ZONA	A	B	C	D	E	F	G	H	I
qref	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781
Ce(23,63)	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
Cpe	-1	-0,8	-0,5	0,8	-0,3	-1,6	-1,1	-0,7	±0,2
Cpi(+)	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
Wek(23,63)	-2,19	-1,75	-1,09	1,75	-0,66	-3,50	-2,41	-1,53	0,44
wik(+)	-1,09	-1,09	-1,09	-1,09	-1,09	-1,09	-1,09	-1,09	-1,09
wkl	-1,1	-0,66	0	2,84	0,43	-2,41	-1,32	-0,44	1,53

8.9 Potres

Potresne sile proračunate su pojednostavljenim postupkom proračuna. Građevina je smještena u VIII. potresnoj zoni prema važećoj seizmčkoj karti. Usvojeno projektno ubrzanje tla je a= 0.22g. Građevina je temeljena na tlu koje pripada kategoriji A, prema parametrima danim u Geotehničkom elaboratu. Pretpostavlja se srednja klasa ponašanja: DCM (medium ductility).

Seizmički uvjeti za nosivo tlo:	klasa tla A
Seizmičko područje:	VIII zona
Računsko ubrzanje tla:	$a_g = 0.2g$
Normirani računski spektar odziva:	
Omjer računskog prema gravitacijskom ubrzanju tla:	$\alpha = ag/g = 0,2$
Faktor tla:	$S = 1.0$
Maksimalna normirana vrijednost spektra odziva:	$\beta_0 = 2.5$
Granični periodi osciliranja:	$T_B = 0.15$ s
	$T_C = 0.40$ s
	$T_D = 2.0$ s

Faktor ponašanja:

$$q = q_0 \times k_D \times k_R \times k_W$$

Osnovna vrijednost faktora ponašanja:

(dominantni nepovezani zidovi)	$q_0 = 4.5$

Faktor klase duktilnosti:

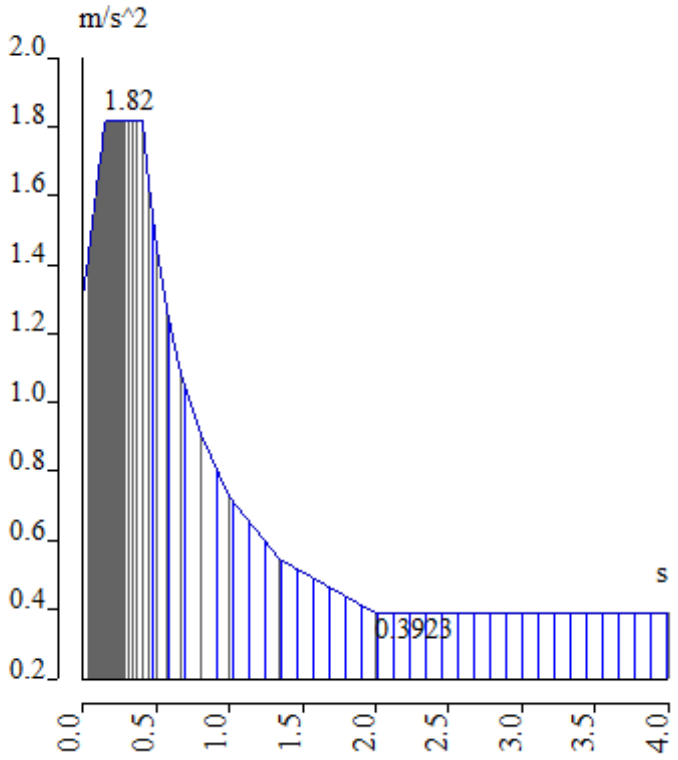
(srednja klasa duktilnosti DC ”M”) $k_d = 0.75$

Faktor pravilnosti konstrukcije:

(nepravilna konstrukcija) $k_R = 0.8$

Faktor prevladavajućeg modela sustava: $k_W = 1.0$

$q = q_0 \times k_D \times k_R \times k_W = 4.5 \times 0.75 \times 0.8 \times 1.0$ $q = 2.7$



Slika 9. Normirani računski spektar odgovora

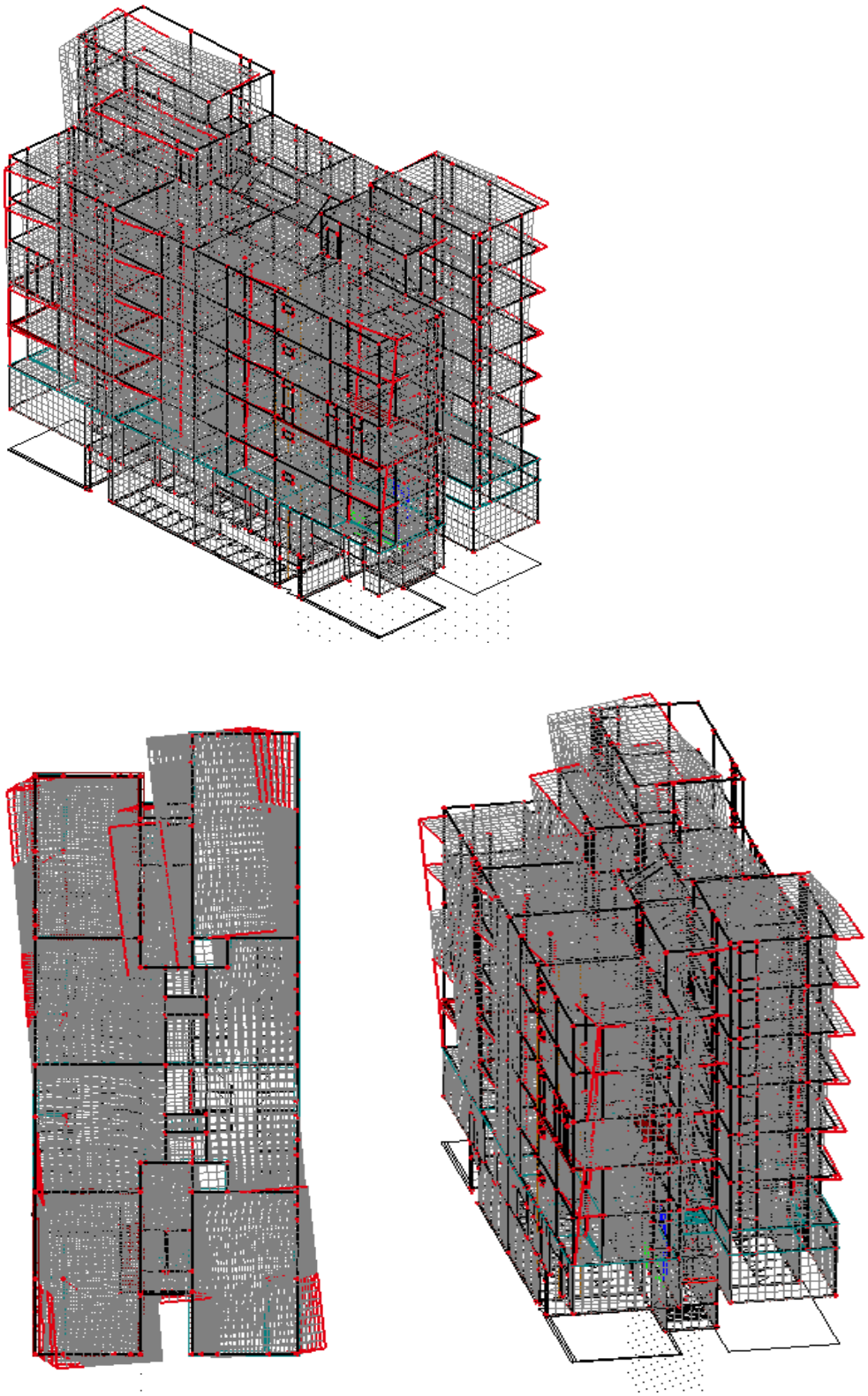
Za proračun seizmičkog opterećenja korištena je višemodalna spektralna analiza. Pri izračunu masa (težina) korištena je kombinacija stalnog opterećenja (težina konstrukcije i dodatno stalno opterećenje) i 30 % pokretnog opterećenja. Broj oblika (modova) osciliranja za Zgradu 1, kojima je suma djelotvornih modalnih masa u X smjeru 76,80 %, a u Y smjeru 68,94% ukupne mase konstrukcije, iznosi 50. Kako ukupna aktivacija mase u oba smjera mora biti preko 95% prema EC-8, potrebno je u kombinacijama faktorirati potresne sile. Korekcijski faktor se računa kao 100%/ aktivirana masa, te smo time na strani sigurnosti. U tom slučaju korekcijski faktor za silu u X smjeru iznosi 1.31, a u Y smjeru 1.45.

Tablica 18. Aktivirana masa pri djelovanju potresa

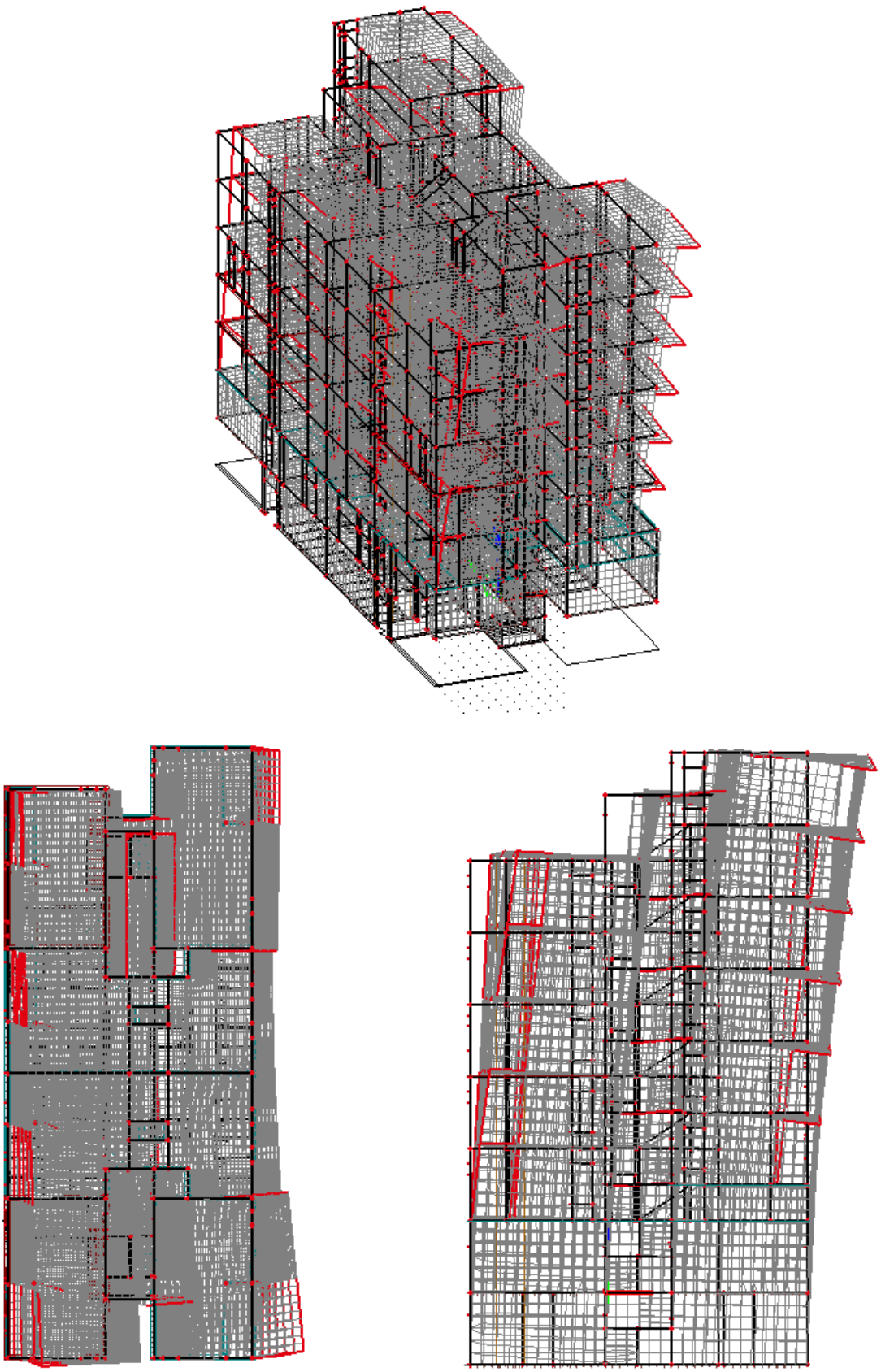
Modal participation factors

Mode	Omega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	Wxi / Wxtot	Wyi / Wytot	Wzi / Wztot	Wxi_R / Wxtot_R	Wyi_R / Wytot_R	Wzi_R / Wztot_R
"Student version" "Student version" "Student version" "Student version" "Student version" "Student version" "Student version" "Student version" "Stu									
1	28.2325	0.2226	4.4933	0.0410	0.0438	0.0000	0.0041	0.0198	0.5514
2	33.9643	0.1850	5.4056	0.6183	0.0067	0.0000	0.0007	0.2546	0.0344
3	43.9084	0.1431	6.9882	0.0014	0.6103	0.0000	0.1259	0.0004	0.0547
4	55.7492	0.1127	8.8728	0.0006	0.0000	0.0029	0.0023	0.0000	0.0005
5	72.2840	0.0869	11.5043	0.0538	0.0003	0.0018	0.0020	0.0227	0.0312
6	73.5160	0.0855	11.7004	0.0033	0.0001	0.1141	0.0084	0.0086	0.0001
7	74.3968	0.0845	11.8406	0.0000	0.0004	0.0624	0.0206	0.0008	0.0000
8	75.1768	0.0836	11.9648	0.0000	0.0000	0.0000	0.0029	0.0002	0.0000
9	76.0671	0.0826	12.1065	0.0000	0.0000	0.0044	0.0000	0.0025	0.0000
10	76.4774	0.0822	12.1718	0.0004	0.0047	0.0188	0.0288	0.0050	0.0003
11	77.1684	0.0814	12.2817	0.0008	0.0001	0.0149	0.0067	0.0020	0.0003
12	77.6079	0.0810	12.3517	0.0002	0.0000	0.0005	0.0003	0.0004	0.0001
13	77.6503	0.0809	12.3584	0.0006	0.0005	0.0042	0.0086	0.0050	0.0002
14	77.8387	0.0807	12.3884	0.0069	0.0013	0.0228	0.0272	0.0149	0.0085
15	78.2673	0.0803	12.4566	0.0000	0.0000	0.0003	0.0002	0.0000	0.0000
16	78.4928	0.0800	12.4925	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0003	0.0000
17	79.4647	0.0791	12.6472	0.0007	0.0008	0.0187	0.0244	0.0080	0.0002
18	80.3650	0.0782	12.7905	0.0001	0.0000	0.0004	0.0002	0.0009	0.0001
19	80.7503	0.0778	12.8518	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20	80.7527	0.0778	12.8522	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
21	81.2091	0.0774	12.9248	0.0002	0.0008	0.0285	0.0197	0.0123	0.0003
22	81.6251	0.0770	12.9910	0.0000	0.0027	0.0138	0.0206	0.0023	0.0000
23	82.5667	0.0761	13.1409	0.0183	0.0012	0.0001	0.0040	0.0076	0.0466
24	84.7942	0.0741	13.4954	0.0053	0.0000	0.0010	0.0011	0.0344	0.0002
25	85.0486	0.0739	13.5359	0.0000	0.0034	0.0418	0.0584	0.0009	0.0011
26	85.8923	0.0732	13.6702	0.0001	0.0008	0.0052	0.0058	0.0003	0.0011
27	86.1421	0.0729	13.7099	0.0012	0.0003	0.0047	0.0048	0.0052	0.0005
28	87.8846	0.0715	13.9873	0.0017	0.0001	0.0001	0.0003	0.0088	0.0000
29	88.7480	0.0708	14.1247	0.0000	0.0012	0.0058	0.0081	0.0004	0.0002
30	89.2124	0.0704	14.1986	0.0000	0.0000	0.0012	0.0002	0.0007	0.0000
31	93.4912	0.0672	14.8796	0.0014	0.0002	0.0019	0.0000	0.0026	0.0011
32	93.5837	0.0671	14.8943	0.0000	0.0000	0.0033	0.0001	0.0006	0.0000
33	94.4310	0.0665	15.0292	0.0000	0.0003	0.0025	0.0002	0.0001	0.0002
34	95.6355	0.0657	15.2209	0.0003	0.0004	0.0215	0.0211	0.0073	0.0003
35	97.2140	0.0646	15.4721	0.0010	0.0001	0.0172	0.0179	0.0086	0.0005
36	97.6742	0.0643	15.5453	0.0000	0.0006	0.0001	0.0012	0.0013	0.0000
37	98.2894	0.0639	15.6432	0.0002	0.0003	0.0006	0.0008	0.0002	0.0007
38	98.8323	0.0636	15.7297	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
39	99.1285	0.0634	15.7768	0.0000	0.0000	0.0005	0.0001	0.0003	0.0001
40	99.7730	0.0630	15.8794	0.0003	0.0001	0.0001	0.0000	0.0004	0.0004
41	99.9851	0.0628	15.9131	0.0001	0.0002	0.0001	0.0000	0.0002	0.0003
42	101.5256	0.0619	16.1583	0.0065	0.0021	0.0036	0.0002	0.0128	0.0081
43	101.6974	0.0618	16.1856	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	0.0001	0.0007
44	101.8667	0.0617	16.2126	0.0027	0.0003	0.0024	0.0001	0.0070	0.0079
45	102.3996	0.0614	16.2974	0.0001	0.0000	0.0003	0.0001	0.0001	0.0000
46	102.6773	0.0612	16.3416	0.0000	0.0002	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000
47	102.9229	0.0610	16.3807	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
48	103.0594	0.0610	16.4024	0.0000	0.0004	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001
49	103.3903	0.0608	16.4551	0.0000	0.0039	0.0001	0.0005	0.0001	0.0067
50	103.5843	0.0607	16.4860	0.0000	0.0004	0.0018	0.0002	0.0002	0.0009
				0.7680	0.6894	0.4249	0.4289	0.4607	0.7603

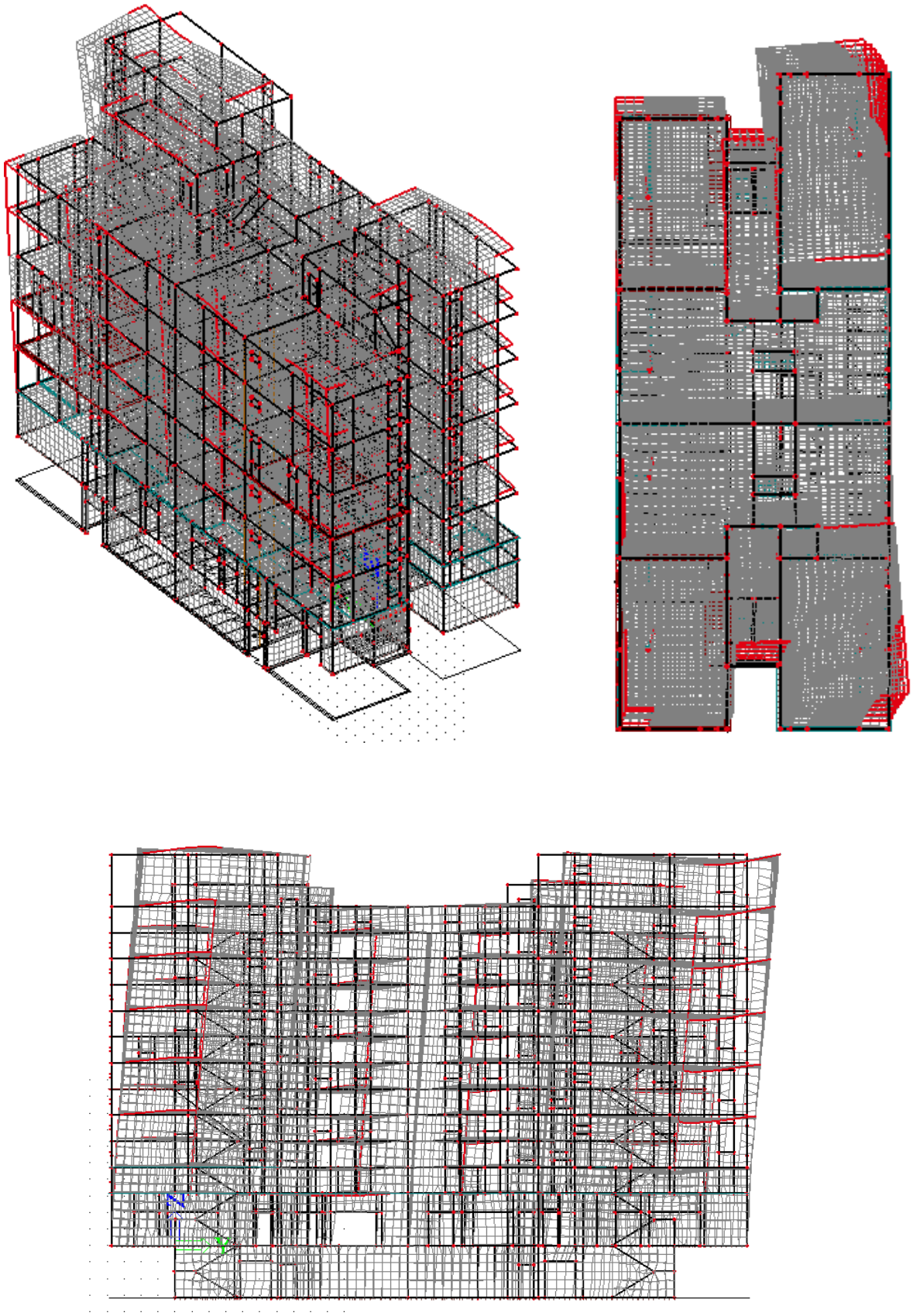
Na sljedećim grafičkim prilozima prikazano je nekoliko karakterističnih vlastitih oblika (modova), nastalih uslijed djelovanja potresa:



Slika 10. Prvi vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju



Slika 11. Drugi vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju



Slika 12. Treći vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju

9 NUMERIČKI MODEL

Za potrebe proračuna izrađeni su štapno-pločasti modeli prikazani u nastavku. Posebno su napravljeni modeli za svaku dilataciju. Iznad garaže je zelena površina, a zgrade se penju na pet katova. Rađen je poseban model za garažu i poseban model za zgrade. Kako je već navedeno, za zgrade je rađen štapno-pločasti model koji obuhvaća sve grede, ploče, stupove i zidove. Za garažu je rađen pločasti model s gredama, dok su stupovi simulirani točkastim, a zidovi linijskim ležajevima, tj. rađen je model za vertikalna opterećenja. U proračunu zidova u podzemnoj etaži uzet je u obzir pritisak tla.

Modeli su opterećeni stalnim opterećenjem (vlastita težina konstrukcije i nekonstruktivnih elemenata), te korisnim opterećenjem, pri čemu su sva opterećenja zadana kao raspodijeljena opterećenja po pločama. Korisno opterećenje je uvećano za 20%, da bi se izbjeglo postavljanje pokretnog opterećenja u najnepovoljnije položaje. Na krov i na površine iznad garaže naneseno je i opterećenje snijegom.

Model zgrade također je opterećen silom vjetra, koja je simulirana površinskim opterećenjem. Zbog jednostavnosti izračuna istovremeno (u jednom slučaju opterećenja) su aplicirane sile vjetra u oba smjera.

Za potrebe analize na potres izvršena je višemodalna spektralna analiza, pri čemu su rezultati svakog moda kombinirani SRSS metodom (direktno obrađeno kroz program). Rezultati numeričkog proračuna su prikazani za pojedinačne slučajeve opterećenja, kao i za računsko (granično, ultimativno) opterećenje. Uobičajena kombinacija opterećenja se dobiva kao kombinacija stalnog i pokretnog opterećenja, te opterećenja snijega i vjetra, prema izrazima:

Za KGS:

a) $1.35 \times G_k + 1.50 \times Q_k$

b) $1.35 \times G_k + 1.50 \times Q_k + 1.5 \times (0.6 \times W_X + 0.6 \times S)$

c) $1.35 \times G_k + 1.50 \times Q_k + 1.5 \times (0.6 \times W_Y + 0.6 \times S)$

d) $1.00 \times G_k + 0.30 \times Q_k + 1.31 \times A_X$

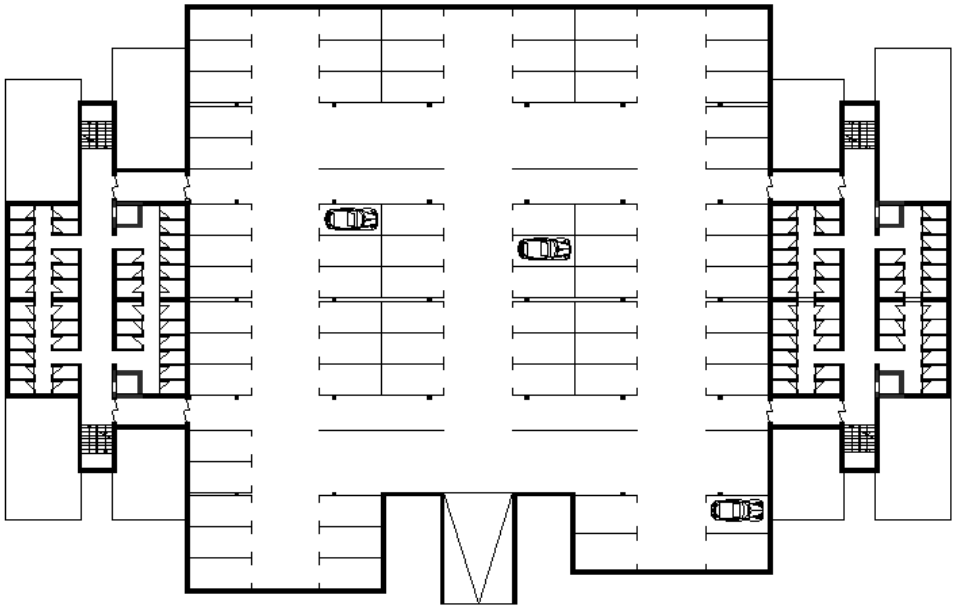
e) $1.00 \times G_k + 0.30 \times Q_k + 1.45 \times A_Y$

Za GSU :

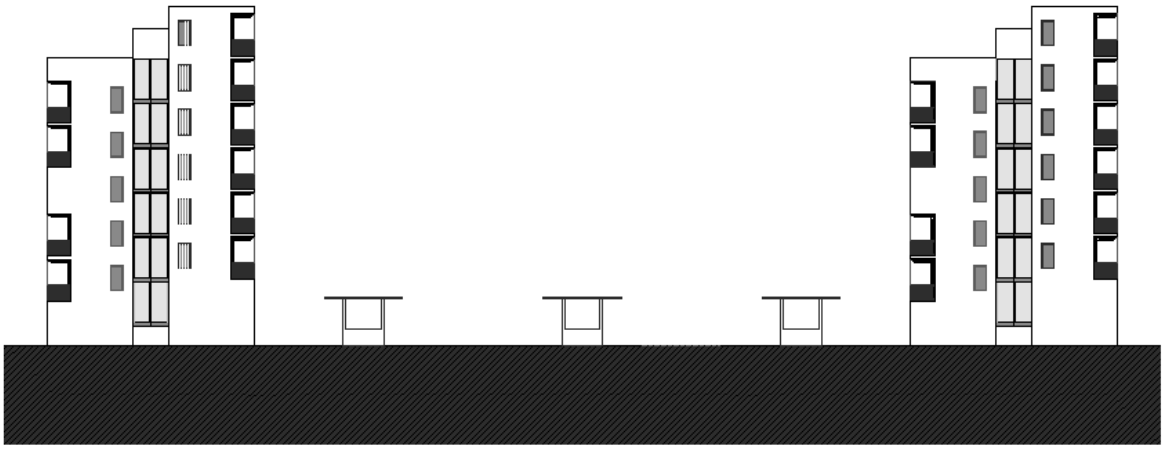
$$1.0 \times G_k + 1.0 \times Q_k$$

Model je proračunat računalnim programom "Scia Engineer 2013"– program za linearnu analizu grednih i pločastih sustava. U nastavku je prvo dan prikaz modela, a potom rezultata dobivenih numeričkom analizom.

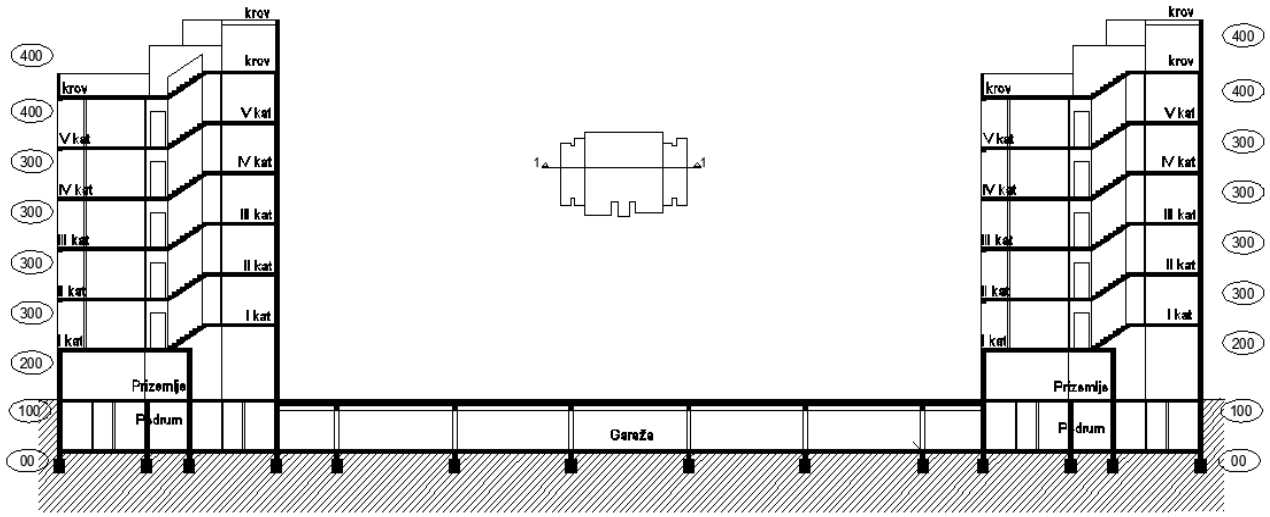
Radi smanjenja glomaznosti projekta prikazani su rezultati koji su smatrani mjerodavnim. Na zahtjev, svi ulazni i izlazni podaci se mogu dobiti kod autora ovog projekta.



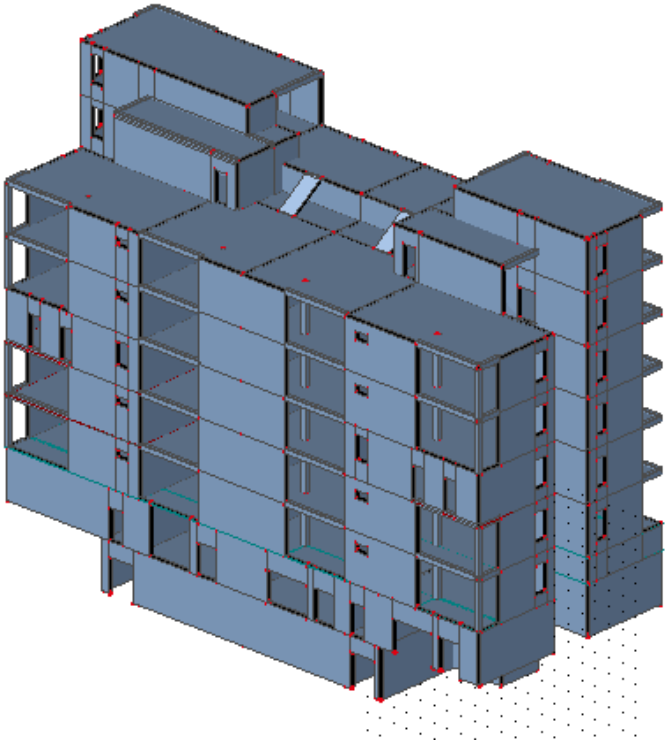
Slika 13. Tlocrt podzemne etaže



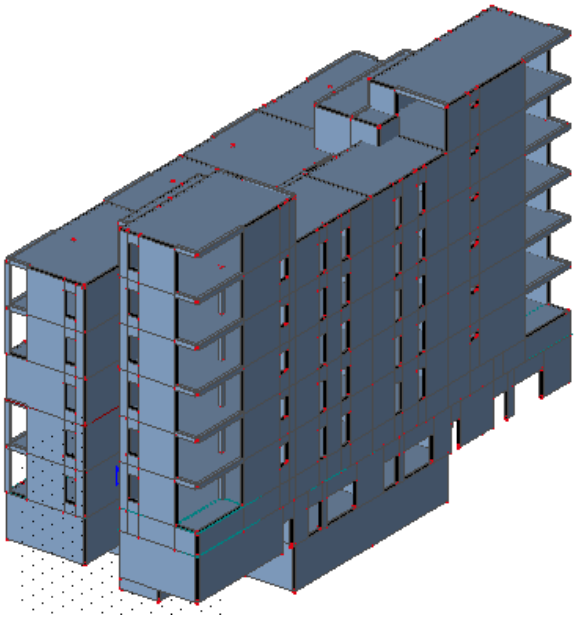
Slika 14. Južno pročelje građevine



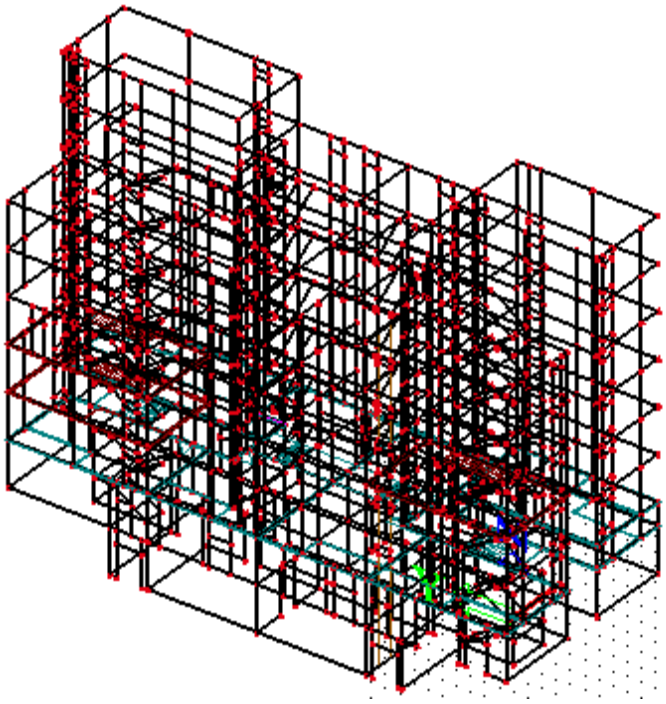
Slika 15. Presjek kroz građevinu



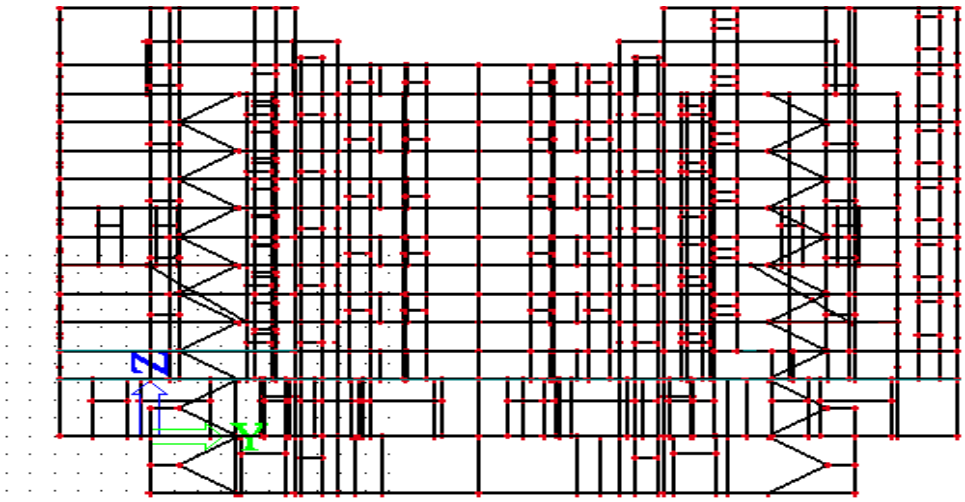
Slika 16. Renderirani prikaz modela zgrade-aksonometrija



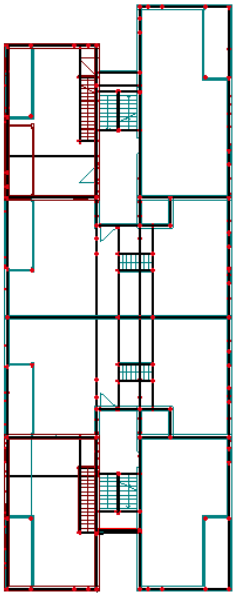
Slika 17. Renderirani prikaz modela zgrade-aksonometrija



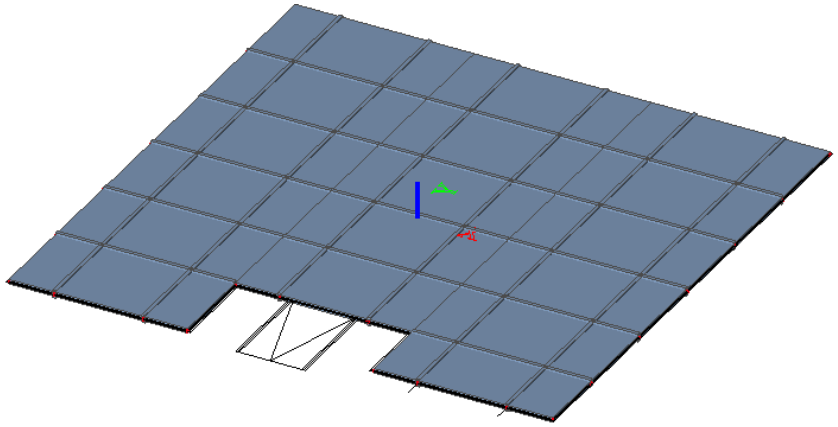
Slika 18. Model za proračun zgrade-aksonometrija



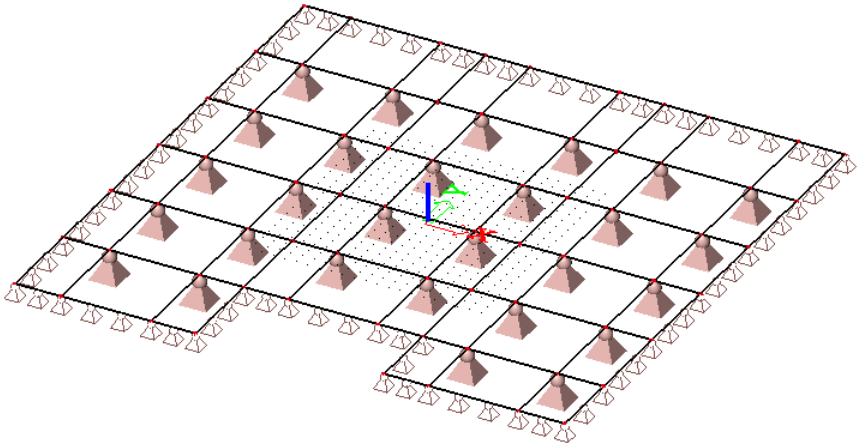
Slika 19. Model za proračun zgrade (pogled u x smjeru)



Slika 20. Model za proračun zgrade (pogled u z smjeru)



Slika 21. Renderirani prikaz modela Garaže- aksonometrija

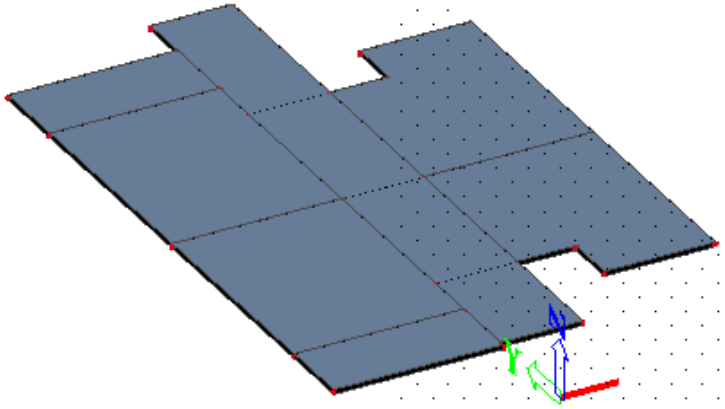


Slika 22. Model za proračun garaže- aksonometrija

10 DIMENZIONIRANJE HORIZONTALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE ZGRADE

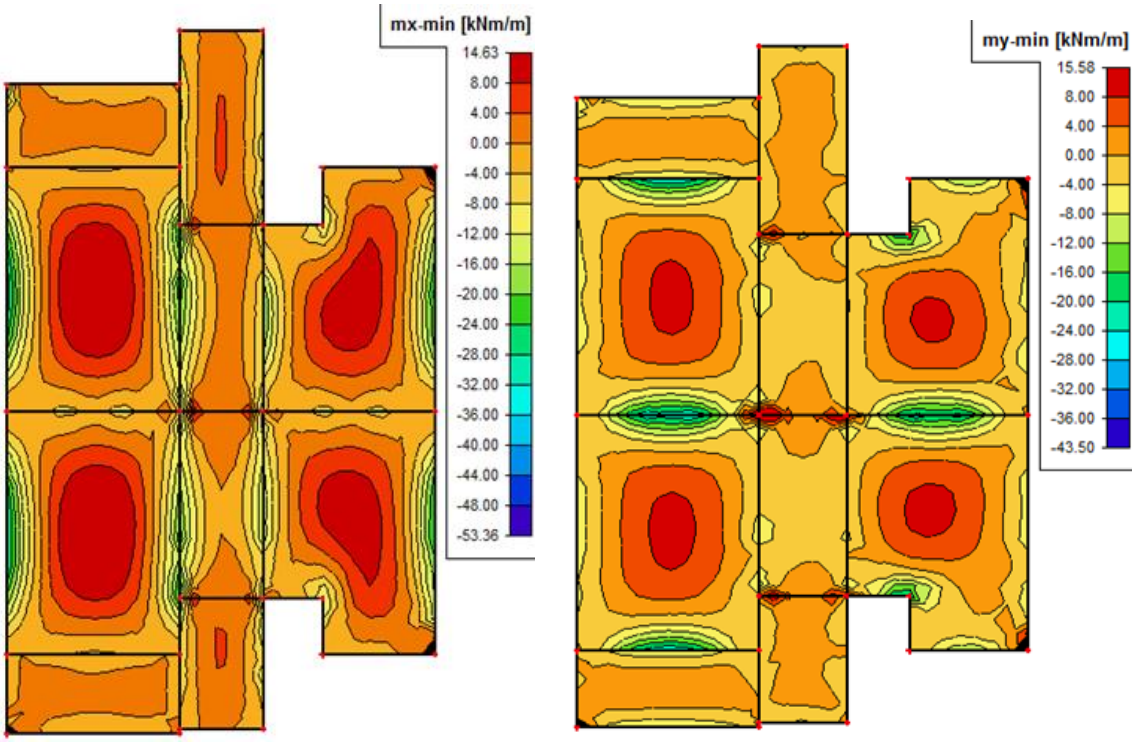
10.1 Proračun ploča

10.1.1 Proračun ploče iznad podruma za GSN (POZ 100); d=16 cm



Slika 23. Renderirani izgled ploče POZ 100

Proračun je proveden za više kombinacija, dok je prikazan samo rezultat kritične kombinacije.



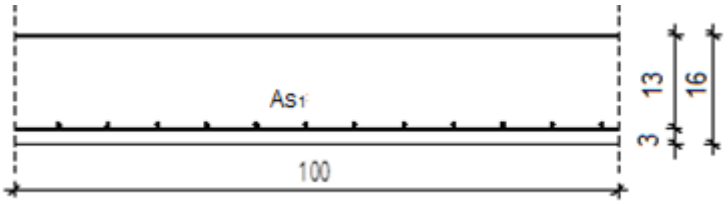
Slika 24. I Slika 25. Dijagram momenta savijanja M_x, odnosno My (vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Q_k")

Proračun uzdužne armature donje zone ploče iznad podruma (POZ 100); d=16 cm

Proračun ploča na savijanje

Ploča podruma (ploča pozicija 100) modelirana je numeričkim programom "Scia Engineer 2013" . Izlazni rezultati za ploču prikazani su na prethodnim stranicama.

U sljedećoj tablici prikazani su ultimativni momenti nosivosti za odabranu armaturu za dimenzije ploče prema skici:



Slika 26. Skica armature ploče u polju

b= 100.0 cm

h = 16.0 cm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 2.0$ cm (XC1)

$d_1 = c_{nom} + Ø \div 2.0 \approx 3.0$ cm

$d = h - d_2 = 13.0$ cm

Postupak dimenzioniranja:

C 30/37 $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1.5} = 20.0$ MPa; $f_{cd} = 2.0$ kN/cm^2

B 500B $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 435$ MPa; $f_{yd} = 43.5$ kN/cm^2

b=100 cm h=16 cm; d=13 cm

$\mu_{sds}^{*} = 0.159; \quad \zeta \approx 0.892 \quad \varepsilon_c / \varepsilon_s = 3.5/10.0$

$M_{Rd,c,\lim} = \mu_{sds}^{*}\ b\ \mathrm{d}^2\ \mathrm{f_{cd}} = 0.159 \cdot b\ \mathrm{d}^2\ \mathrm{f_{cd}}$

$M_{Rd,s,\lim s} = A_s\ \zeta\ \mathrm{d}\ f_{yd}$

$A_{s1,\min} = 0.1\%\ b\ \mathrm{h} = 0.001 \cdot 100 \cdot 16 = 1.6\ cm^2$

$A_{s1,\max} = 2.0\%\ b\ \mathrm{h} = 0.020 \cdot 100 \cdot 16 = 32.0\ cm^2$

U sljedećoj tablici prikazani su ultimativni momenti nosivosti za odabranu mrežastu armaturu:

Tablica 19. Prikaz ultimativnih momenata nosivosti za odabranu mrežastu armaturu

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-283/Q-283	2,83	53,74	14,40	0,18
R-385/Q-385	3,85	53,74	19,59	0,24
R-503/Q-503	5,03	53,74	25,59	0,31
R-636/Q-636	6,36	53,74	32,35	0,40
R-785/Q-785	7,85	53,74	39,93	0,49

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 prilozima.

Proračunska kombinacija: $1.35 \times G_k + 1.50 \times Q_k$

Proračunsko opterećenje: $M_{Sd,\,y} = 15{,}58$ kNm

Bezdimenzionalni moment savijanja:

$\mu_{Sd} = M_{Sd,\,y} \div (b \times d^2 \times f_{cd})$

$\mu_{Sd} = 1558.0 \div (100.0 \times 13.0^2 \times 2.0)$ $\mu_{Sd} = 0.046 < \mu_{Rd,lim}$

Koeficijent kraka unutarnjih sila: $\delta = 0.959$

Koeficijent položaja neutralne osi: $\xi = 0.115$

Deformacija betona: $\varepsilon_{c2} = 1.3$ ‰

Deformacija čelika: $\varepsilon_{s1} = 10.0$ ‰

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$A_{s1} = M_{Sd,\,y} \div (\delta \times d \times f_{yd})$

$A_{s1} = 1558.0 \div (0.959 \times 13.0 \times 43.48)$ $A_{s1} = 2{,}87\ cm^2/m$

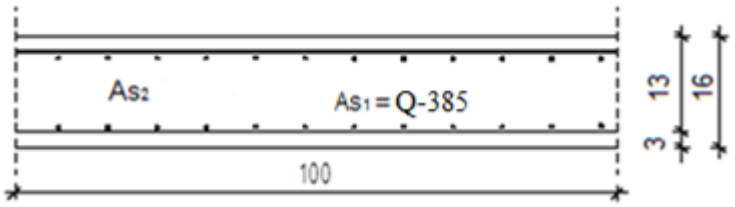
Odabrano:	
Armaturna mreža:	Q-385 ($A_s = 3.85\ cm^2/m$)

Proračun uzdužne armature gornje zone ploče iznad podruma (POZ 100); d=16cm

Proračun ploča na savijanje

Ploča nad prizemljem (ploča pozicija 100) modelirana je numeričkim programom "Scia Engineer 2013". Izlazni rezultati za ploču prikazani su na prethodnim stranicama.

U sljedećoj tablici prikazani su ultimativni momenti nosivosti za odabranu armaturu za dimenzije ploče prema skici:



Slika 27. Skica armature ploče na ležaju

b = 100.0cm
h = 16.0 cm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 2.0$ cm (XC1)
$d_1 = c_{nom} + Ø \div 2.0 \approx 3.0$ cm

$d = h - d_2 = 13.0$ cm

Postupak dimenzioniranja:

C 30/37 $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1.5} = 20.0$ MPa; $f_{cd} = 2.0$ kN/cm^2

B 500B $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 435$ MPa; $f_{yd} = 43.5$ kN/cm^2

b=100 cm h=16 cm; d=13 cm

$\mu^*_{sds} = 0.159; \quad \zeta \approx 0.892 \quad \varepsilon_c / \varepsilon_s = 3.5/10.0$
$M_{Rd,c,\lim} = \mu^*_{sds}\, b\, d^2\, f_{cd} = 0.159 \cdot b\, d^2\, f_{cd}$
$M_{Rd,s,\lim s} = A_s\, \zeta\, d\, f_{yd}$

$A_{s1,min} = 0.1\%\, b\, h = 0.001 \cdot 100 \cdot 16 = 1.6\, cm^2$
$A_{s1,max} = 2.0\%\, b\, h = 0.020 \cdot 100 \cdot 16 = 32.0\, cm^2$

U sljedećoj tablici prikazani su ultimativni momenti nosivosti za odabranu mrežastu armaturu:

Tablica 20. Prikaz ultimativnih momenata nosivosti za odabranu mrežastu armaturu

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-283/Q-283	2,83	53,74	14,40	0,18
R-385/Q-385	3,85	53,74	19,59	0,24
R-503/Q-503	5,03	53,74	25,59	0,31
R-636/Q-636	6,36	53,74	32,35	0,40
R-785/Q-785	7,85	53,74	39,93	0,49

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 prilozima.

Proračunska kombinacija: $1.35 \times G_k + 1.50 \times Q_k$

Proračunsko opterećenje: $M_{Sd,\,x} = -32.0$ kNm

Bezdimenzionalni moment savijanja:

$\mu_{Sd} = M_{Sd,\,x} \div (b \times d^2 \times f_{cd})$

$\mu_{Sd} = 3200.0 \div (100.0 \times 13.0^2 \times 2.0)$ $\mu_{Sd} = 0.095 > \mu_{Rd,lim}$

Koeficijent kraka unutarnjih sila: $\delta = 0.931$

Koeficijent položaja neutralne osi: $\xi = 0.180$

Deformacija betona: $\varepsilon_{c2} = 2.2$ ‰

Deformacija čelika: $\varepsilon_{s1} = 10.0$ ‰

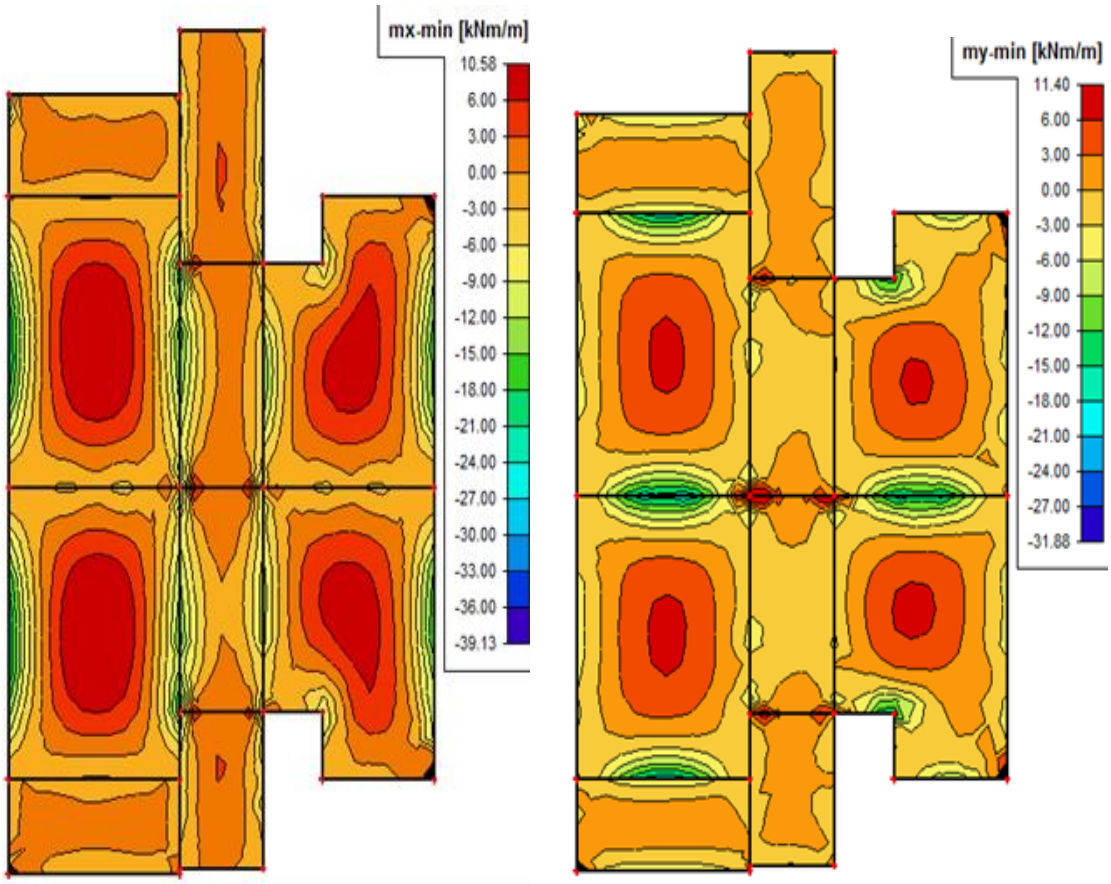
Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$A_{s1} = M_{Sd,\,x} \div (\delta \times d \times f_{yd})$

$A_{s1} = 3200.0 \div (0.931 \times 13.0 \times 43.48)$ $A_{s1} = 6.08\ cm^2/m$

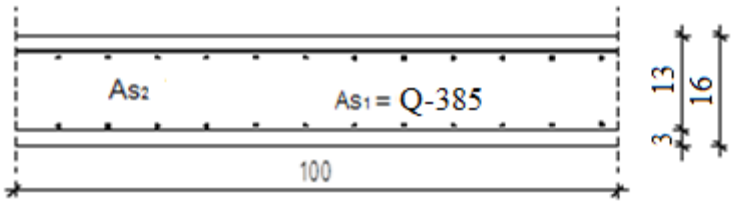
Odabrano:	
Armaturna mreža:	R-636 ($A_s = 6.36\ cm^2/m$)

10.1.2 Proračun ploče iznad podruma za GSU (POZ 100); d=16 cm



Slika 28. i Slika 29. Dijagram momenta savijanja M_x, odnosno My (vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Q_k")

Kontrola graničnog stanja pukotina u polju ploče iznad podruma (POZ 100); d=16 cm



Slika 30. Skica armature ploče u polju

Dimenzije elementa:

b = 100.0 cm

h = 16.0 cm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 2.0$ cm (XC1)

$d_1 = c_{nom} + Ø \div 2{,}0 \approx 3{,}0$ cm

$d = h - d_2 = 13{,}0$ cm

Mjerodavni momenti u ploči su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja ($1.00 \times G_k + 1.00 \times Q_k$).

Granična vrijednost širine pukotine: w_g =0,3 mm (EC-2–uobičajena sredina) Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

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

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju: M_{sd}=11,40 kNm

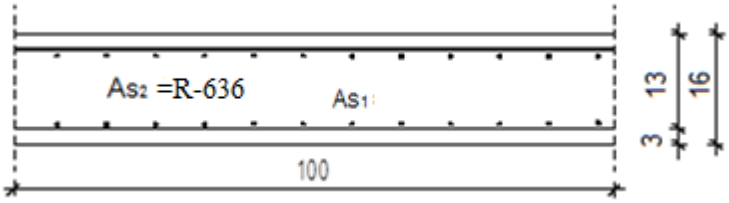
Armatura ploče donja zona: **R-385** (3,85cm^2/m)

b =	100,0	cm	d =	13,0	cm	h =	16,0	cm
f_{ck} =	30,0	MN/m^2	f_{ctm} =	2,90	MN/m^2	w_g =	0,30	mm
A_{s1} =	3,85	cm^2				$d_1 = d_2$ =	3,0	cm
E_s =	200,00	GN/m^2	E_{cm} =	32,00	GN/m^2	$\alpha_e = E_s/E_{cm}$ =	6,25	
M_{Ed} =	11,4	kNm	k_t =	0,40				
σ_s =	241,86	MN/m^2						
x =	2,27	cm	$\rho_{p,eff}$ =	0,0051				
$(\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ =	0,000045	<	$0.6\cdot\sigma_s/E_s$ =	0,000726				
Ø =	7,0	mm	c =	2,65	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	321,92	mm						

$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ = 0,234 mm < w_g

Pukotine zadovoljavaju!

Kontrola graničnog stanja pukotina nad ležajem ploče iznad podruma (POZ 100); d=16 cm



Slika 31. Skica armature ploče na ležaju

Dimenzije elementa:

b = 100.0 cm

h = 16.0 cm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c$ = 2.0 cm (XC1)

$d_1 = c_{nom} + Ø \div 2.0 \approx 3.0$ cm

$d = h - d_2$ = 13.0 cm

Mjerodavni momenti u ploči su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja ($1.00 \times G_k + 1.00 \times Q_k$).

Granična vrijednost širine pukotine: w_g =0,3 mm (EC-2–uobičajena sredina) Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

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

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju: M_{sd}= -21.0 kNm

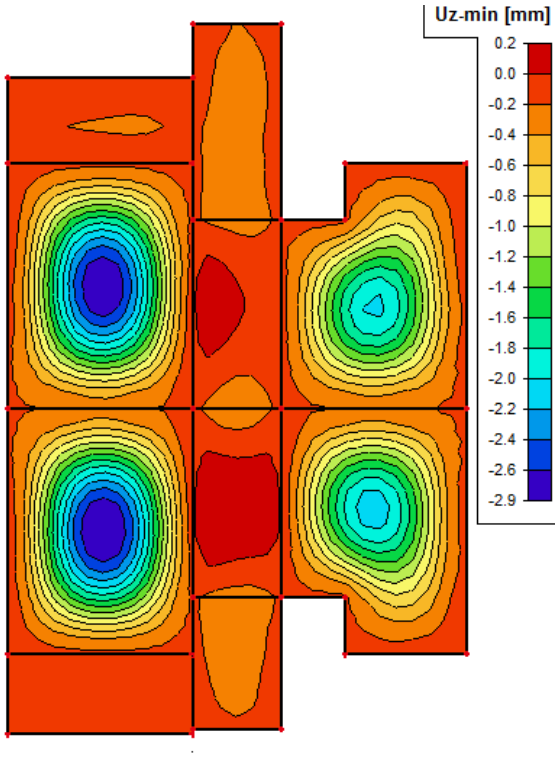
Armatura ploče donja zona: **R-636** (cm^2/m)**.**

b =	100,0	cm	d =	13,0	cm	h =	16,0	cm
f_{ck} =	30,0	MN/m^2	f_{ctm} =	2,90	MN/m^2	w_g =	0,30	mm
A_{s1} =	6,36	cm^2				$d_1 = d_2$ =	3,0	cm
E_s =	200,00	GN/m^2	E_{cm} =	32,00	GN/m^2	$\alpha_e = E_s/E_{cm}$ =	6,25	
M_{Ed} =	21,0	kNm	k_t =	0,40				
σ_s =	273,95	MN/m^2						
x =	2,84	cm	$\rho_{p,eff}$ =	0,0085				
$(\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ =	0,000650	<	$0.6 \cdot \sigma_s/E_s$ =	0,000822				
Ø =	9,0	mm	c =	2,55	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	267,12	mm						

$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ = 0,220 mm < w_g

Pukotine zadovoljavaju!

Kontrola graničnog stanja deformacija (progiba) u polju ploče iznad podruma (POZ 100); d=16 cm



Slika 32. Dijagram progiba ploče za GSU

Progibi ploče su također dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja (1,0 × G_k + 1,0 ×Q_k): f_k =2,9 mm = 0,29 cm

Granična vrijednost progiba ploče u polju: $f_{p,dop} = \frac{l_g}{250} = \frac{580}{250} = 2{,}32cm$

Ukupni progib:

$$f_u = \phi(\infty) \cdot f_k$$

$\varphi(\infty)$ - konačni koeficijent puzanja, odabrano: $\phi(\infty)$=1,8

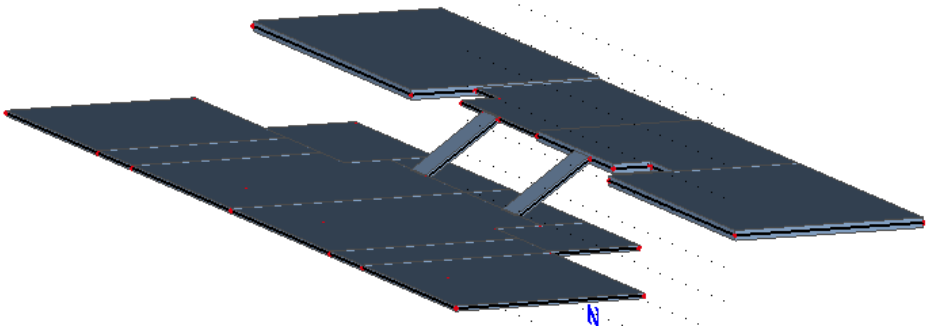
$$f_d = \phi(\infty) \cdot f_k = 1{,}8 \cdot 0{,}29 = 0{,}52 \text{ cm}$$

$$f_u = f_k + f_d = 0{,}29 + 0{,}52 = 0{,}81 \text{ cm} < f_{p,dop=2,32 \text{ cm}}$$

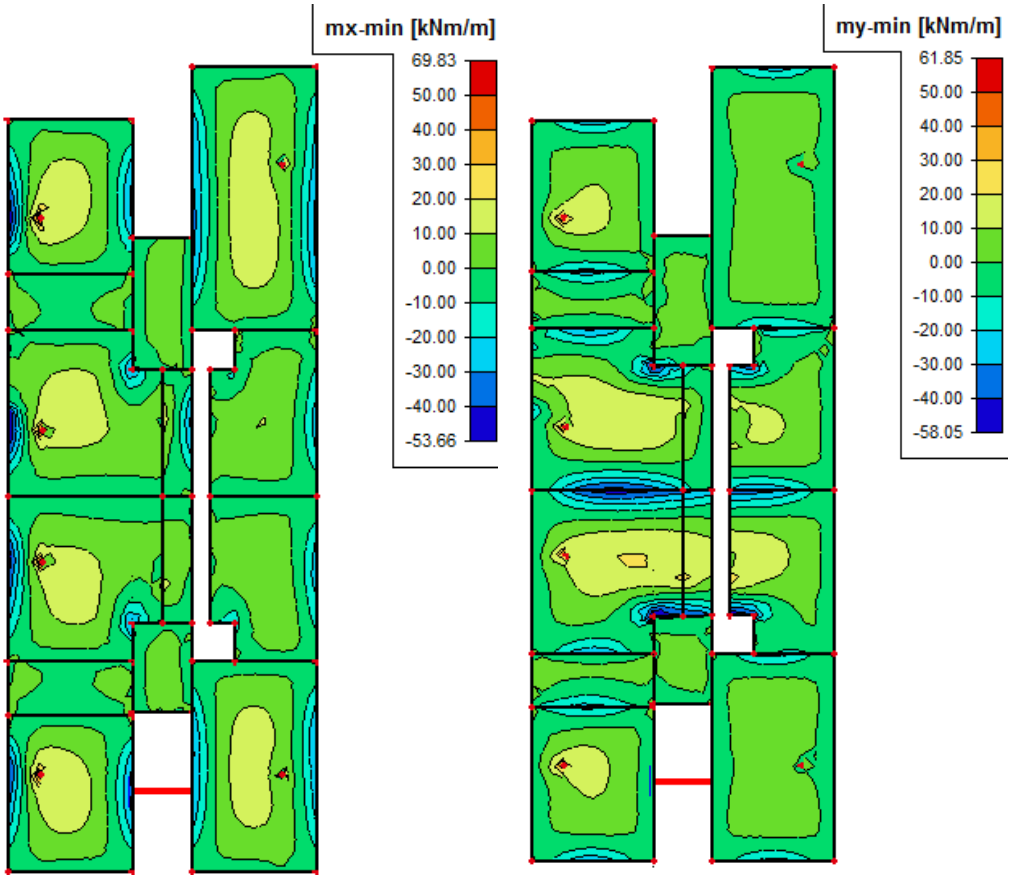
10.1.3 Proračun ploče nad prizemljem za GSN (POZ 200); d = 18 cm

Ploča nad prizemljem (POZ 200) se sastoji od dva dijela, jedan dio je na koti 3,25 m, a drugi na 4,82 m (1,58 m povišen u odnosu na lijevi dio).

Prikaz ploče pozicije 200 nalazi se na Slika 33.:



Slika 33. Renderirani izgled ploče POZ 200



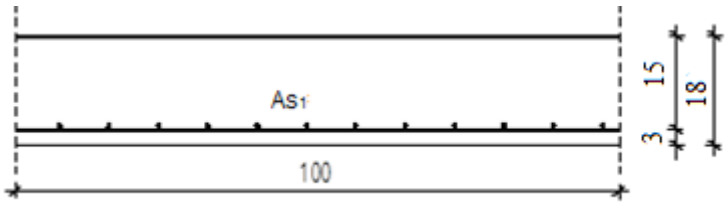
Slika 34.i Slika 35. Dijagram momenta savijanja M_x , odnosno My (vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Q_k")

Proračun uzdužne armature donje zone ploče nad prizemljem (POZ 200); d=18 cm

Proračun ploča na savijanje

Ploča nad prizemljem (ploča pozicija 200) modelirana je numeričkim programom "Scia Engineer 2013". Izlazni rezultati za ploču prikazani su na prethodnim stranicama.

U sljedećoj tablici prikazani su ultimativni momenti nosivosti za odabranu armaturu za dimenzije ploče prema skici:



Slika 36. Skica armature ploče u polju

b = 100.0 cm
h = 18.0 cm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 2.0$ cm (XC1)
$d_1 = c_{nom} + Ø \div 2.0 \approx 3.0$ cm

$d = h - d_2 = 15.0$ cm

Postupak dimenzioniranja:

C 30/37 $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1.5} = 20.0$ MPa; $f_{cd} = 2.0$ kN/cm^2

B 500B $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 435$ MPa; $f_{yd} = 43.5$ kN/cm^2

b=100 cm h=18 cm; d=15 cm

$\mu_{sds}^{*} = 0.159; \quad \zeta \approx 0.892 \quad \varepsilon_c / \varepsilon_s = 3.5/10.0$

$M_{Rd,c,\lim} = \mu_{sds}^{*}\, b\ \mathrm{d}^2\ \mathrm{f_{cd}} = 0.159 \cdot b\ \mathrm{d}^2\ \mathrm{f_{cd}}$

$M_{Rd,s,\lim s} = A_s\ \zeta\ \mathrm{d}\ f_{yd}$

$A_{s1,min}$=0.1%bh=0.001·100·18= 1.8 cm^2

$A_{s1,max}$=2.0%bh=0.020·100·18= 36.0 cm^2

U sljedećoj tablici prikazani su ultimativni momenti nosivosti za odabranu mrežastu armaturu:

Tablica 21. Prikaz ultimativnih momenata nosivosti za odabranu mrežastu armaturu

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-283/Q-283	2,83	71,55	16,61	0,16
R-385/Q-385	3,85	71,55	22,60	0,21
R-503/Q-503	5,03	71,55	29,53	0,28
R-636/Q-636	6,36	71,55	37,33	0,35
R-785/Q-785	7,85	71,55	46,08	0,44

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 prilozima.

Proračunska kombinacija: $1.35 \times G_k + 1.50 \times Q_k$

Proračunsko opterećenje: $M_{Sd,\,y} = 69.83$ kNm

Bezdimenzionalni moment savijanja:

$\mu_{Sd} = M_{Sd,\,y} \div (b \times d^2 \times f_{cd})$

$\mu_{Sd} = 6983.0 \div (100.0 \times 15.0^2 \times 2.0)$ $\mu_{Sd} = 0.155 < \mu_{Rd,lim}$

Koeficijent kraka unutarnjih sila: $\delta = 0.895$

Koeficijent položaja neutralne osi: $\xi = 0.254$

Deformacija betona: $\varepsilon_{c2} = 3.4$ ‰

Deformacija čelika: $\varepsilon_{s1} = 10.0$ ‰

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$A_{s1} = M_{Sd,\,y} \div (\delta \times d \times f_{yd})$

$A_{s1} = 6893.0 \div (0.895 \times 15.0 \times 43.48)$ $A_{s1} = 11{,}81\ cm^2/m$

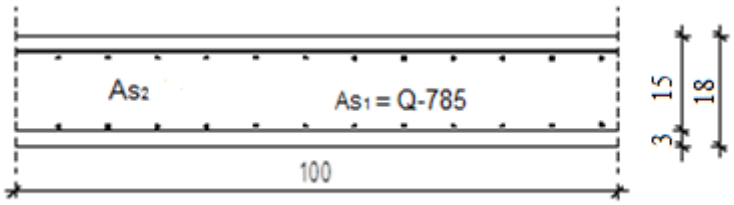
Odabrano:	
Armaturna mreža:	Q-785, p≥120 cm (7,85*(220+120)/220) (A_s =12,1 cm^2/m)

<u>Proračun uzdužne armature gornje zone ploče nad prizemljem (POZ 200); d=18 cm</u>

Proračun ploča na savijanje

Ploča nad prizemljem (ploča pozicija 200) modelirana je numeričkim programom "Scia Engineer 2013". Izlazni rezultati za ploču prikazani su na prethodnim stranicama.

U sljedećoj tablici prikazani su ultimativni momenti nosivosti za odabranu armaturu za dimenzije ploče prema skici:



Slika 37. Skica armature ploče na ležaju

b = 100.0 cm
h = 18.0 cm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 2.0$ cm (XC1)
$d_1 = c_{nom} + Ø \div 2.0 \approx 3.0$ cm

$d = h - d_2 = 15.0$ cm

Postupak dimenzioniranja:

C 30/37 $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1.5} = 20.0$ MPa; $f_{cd} = 2.0$ kN/cm^2

B 500B $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 435$ MPa; $f_{yd} = 43.5$ kN/cm^2

b=100 cm h=18 cm; d=15 cm

$\mu^*_{sds} = 0.159; \quad \zeta \approx 0.892 \quad \varepsilon_c / \varepsilon_s = 3.5/10.0$
$M_{Rd,c,\lim} = \mu^*_{sds}\, b\, d^2\, f_{cd} = 0.159 \cdot b\, d^2\, f_{cd}$
$M_{Rd,s,\lim s} = A_s\, \zeta\, d\, f_{yd}$

$A_{s1,min}$=0.1%bh=0.001·100·18= 1.8 cm^2

$A_{s1,max}$=2.0%bh=0.020·100·18= 36.0 cm^2

U sljedećoj tablici prikazani su ultimativni momenti nosivosti za odabranu mrežastu armaturu:

Tablica 22. Prikaz ultimativnih momenata nosivosti za odabranu mrežastu armaturu

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-283/Q-283	2,83	71,55	16,61	0,16
R-385/Q-385	3,85	71,55	22,60	0,21
R-503/Q-503	5,03	71,55	29,53	0,28
R-636/Q-636	6,36	71,55	37,33	0,35
R-785/Q-785	7,85	71,55	46,08	0,44

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 prilozima.

Proračunska kombinacija: $1.35 \times G_k + 1.50 \times Q_k$

Proračunsko opterećenje: $M_{Sd,\,y} = -58.05$ kNm

Bezdimenzionalni moment savijanja:

$\mu_{Sd} = M_{Sd,\,y} \div (b \times d^2 \times f_{cd})$

$\mu_{Sd} = 5805.0 \div (100.0 \times 15.0^2 \times 2.0)$ $\mu_{Sd} = 0.129 < \mu_{Rd,lim}$

Koeficijent kraka unutarnjih sila: $\delta = 0.913$

Koeficijent položaja neutralne osi: $\xi = 0.219$

Deformacija betona: $\varepsilon_{c2} = 2.8$ ‰

Deformacija čelika: $\varepsilon_{s1} = 10.0$ ‰

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$A_{s1} = M_{Sd,\,y} \div (\delta \times d \times f_{yd})$

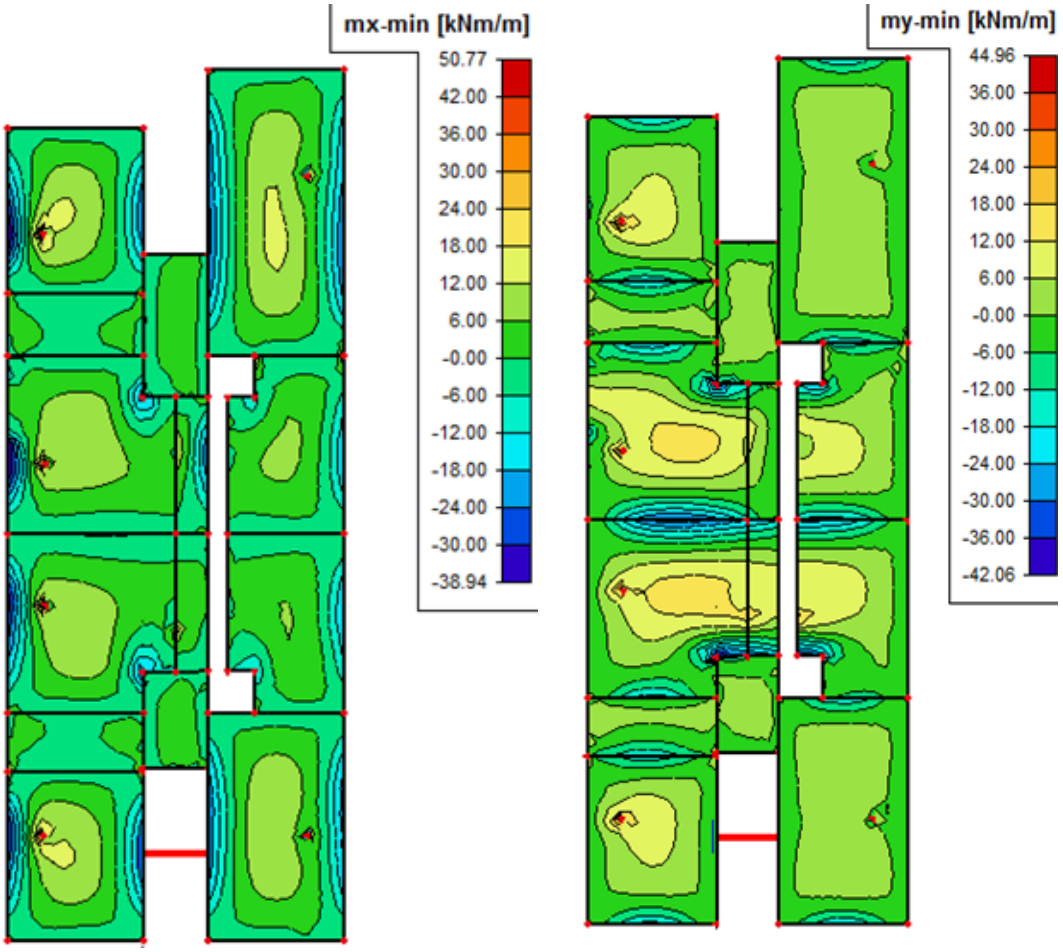
$A_{s1} = 5805.0 \div (0.913 \times 15.0 \times 43.48)$ $A_{s1} = 9{,}74\ cm^2/m$

Odabrano:

R-785, p≥80cm (7,85*(220+80)/220)

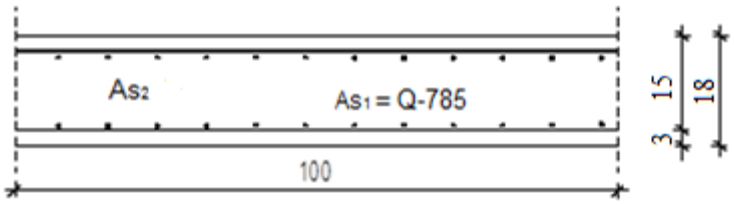
(A_s =10,7 cm^2/m)

10.1.4 Proračun ploče nad prizemljem za GSU (POZ 200); d=18 cm



Slika 38. I Slika 39. Dijagram momenta savijanja M_x, odnosno My (vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Q_k")

Kontrola graničnog stanja pukotina u polju ploče nad prizemljem (POZ 200); d=18 cm



Slika 40. Skica armature ploče u polju

Dimenzije elementa:

b = 100.0 cm
h = 18.0 cm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 2.0$ cm (XC1)
$d_1 = c_{nom} + Ø \div 2.0 \approx 3.0$ cm

$d = h - d_2 = 15.0$ cm

Mjerodavni momenti u ploči su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja ($1.00 \times G_k + 1.00 \times Q_k$).

Granična vrijednost širine pukotine: w_g =0,3 mm (EC-2–uobičajena sredina) Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

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

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju: M_{sd}=50,77 kNm

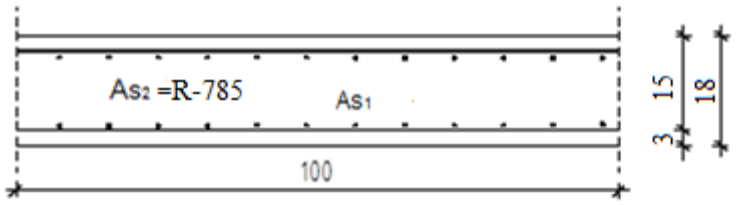
Armatura ploče donja zona:**Q-785,** preklop ≥ 120 cm,

$$As1 = 7{,}85 \cdot \frac{220 + 120}{220} = 12{,}1 \text{ cm}^2/\text{m}.$$

b =	100,0	cm	d =	15,0	cm	h =	18,0	cm
f_{ck} =	30,0	MN/m^2	f_{ctm} =	2,90	MN/m^2	w_g =	0,30	mm
A_{s1} =	12,10	cm^2				$d_1 = d_2$ =	3,0	cm
E_s =	200,00	GN/m^2	E_{cm} =	32,00	GN/m^2	$\alpha_e = E_s/E_{cm}$ =	6,25	
M_{Ed} =	50,8	kNm	k_t =	0,40				
σ_s =	307,51	MN/m^2						
x =	4,07	cm	$\rho_{p,eff}$ =	0,0161				
$(\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ =	0,001142	>	$0.6\cdot\sigma_s/E_s$ =	0,000923				
Ø =	10,0	mm	c =	2,50	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	190,37	mm						
$w_k = s_{r,max}\cdot(\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ =	0,217	mm	<	w_g				

Pukotine zadovoljavaju!

Kontrola graničnog stanja pukotina nad ležajem ploče nad prizemljem (POZ 200); d=18 cm



Slika 41. Skica armature ploče na ležaju

Dimenzije elementa:

b = 100.0 cm

h = 18.0 cm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c$ = 2.0 cm (XC1

$d_1 = c_{nom} + Ø \div 2.0 \approx 3.0$ cm

$d = h - d_2$ = 15.0 cm

Mjerodavni momenti u ploči su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja ($1.00 \times G_k + 1.00 \times Q_k$).

Granična vrijednost širine pukotine: w_g =0,3 mm (EC-2–uobičajena sredina) Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

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

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju: M_{sd}= -42,06 kNm

Armatura ploče gornja zona: **R-785,** preklop ≥80 cm,

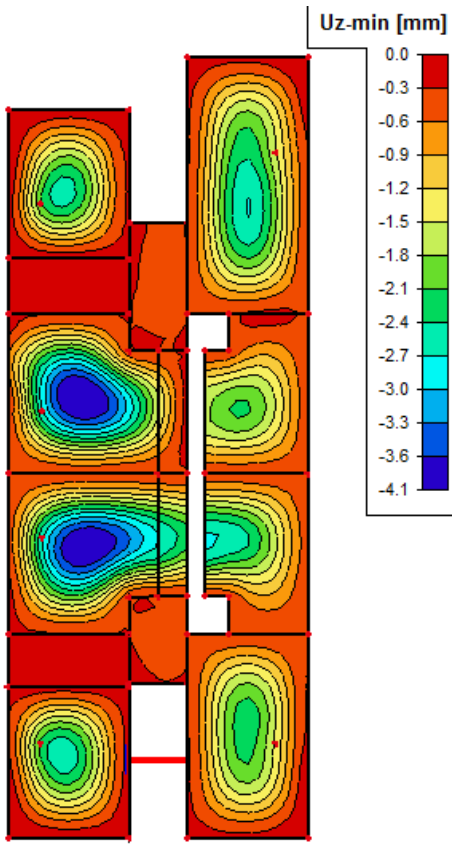
$$As1 = 7{,}85 \cdot \frac{220 + 80}{220} = 10{,}7 \text{ cm}^2/\text{m}).$$

b =	100,0	cm	d =	15,0	cm	h =	18,0	cm
f_{ck} =	30,0	MN/m^2	f_{ctm} =	2,90	MN/m^2	w_g =	0,30	mm
A_{s1} =	10,70	cm^2				$d_1 = d_2$ =	3,0	cm
E_s =	200,00	GN/m^2	E_{cm} =	32,00	GN/m^2	$\alpha_e = E_s/E_{cm}$ =	6,25	
M_{Ed} =	42,1	kNm	k_t =	0,40				
σ_s =	286,64	MN/m^2						
x =	3,86	cm	$\rho_{p,eff}$ =	0,0143				
$(\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ =	0,000991	>	$0.6 \cdot \sigma_s/E_s$ =	0,000860				
Ø =	10,0	mm	c =	2,50	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	204,16	mm						

$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ = 0,202 mm < w_g

Pukotine zadovoljavaju!

Kontrola graničnog stanja deformacija (progiba) u polju ploče nad prizemljem (POZ 200); d=18 cm



Slika 42. Dijagram progiba ploče za GSU

Progibi ploče su također dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja (1,0 × Gk + 1,0 ×Qk): f_k =4,1 mm = 0,41 cm.

Granična vrijednost progiba ploče u polju: $f_{p,dop} = \frac{l_g}{250} = \frac{860}{250} = 3{,}44cm$

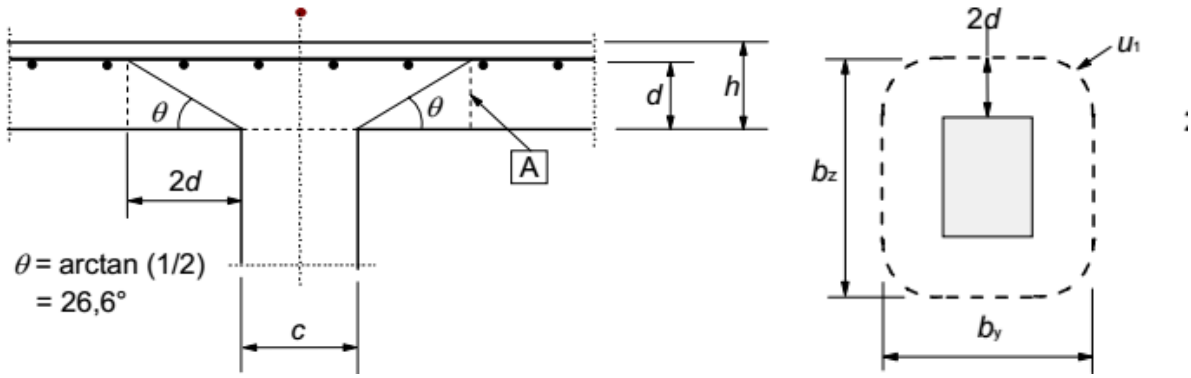
Ukupni progib: $f_u = \phi(\infty) \cdot f_k$

$\varphi(\infty)$ - konačni koeficijent puzanja, odabrano: $\phi(\infty)$=1,8

$f_d = \phi(\infty) \cdot f_k$ =1,8·0,41= 0,74 cm

$f_u = f_k + f_d$ = 0,41+ 0,74= 1,15cm< $f_{p,dop=3,44\ cm}$

10.1.5 Proračun ploče prizemlja na proboj (POZ 200)



Slika 43. Proboj

Stup: 30x30 cm

Računska sila: $V_{Ed} = 67{,}22kN$

Uvjet nosivosti na proboj:

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,c}$$

v_{Ed} - računska poprečna sila po jedinici kritičnog opsega

$v_{Rd,c}$ - računska nosivost na proboj po jedinici kritičnog opsega

$$v_{Ed} = V_{Ed} \cdot \frac{\beta}{u_1 \cdot d}$$

β=1.15 - za unutarnje stupove

Duljina kritičnog opsega:

$$u_1 = 2 \cdot (c + c) + 2 \cdot (2.0 \cdot d) \cdot \pi 6$$

$$= 2 \cdot (30 + 30) + 2 \cdot (2 \cdot 16.5) = 327{,}35{,}0cm$$

Računska poprečna sila po jedinici kritičnog opsega:

$$v_{Ed} = 67.22 \cdot \frac{1.15}{327.35 \cdot 16.5} = 0.0143 kN/cm$$

Računska nosivost na proboj po jedinici kritičnog opsega:

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot 100 \cdot \rho_L \cdot f_{ck}^{1/3}$$

Srednja statička visina presjeka ploče:

$$d_x = 17cm; d_y = 16cm; d = \frac{d_x + d_y}{2} = 16.5cm$$

Koeficijenti armiranja u dva međusobno okomita smjera:

X smjer:

Gornja mreža: Q-785;p≥80 cm; A_{s1}=10.7 (cm^2/m')

Donja mreža: Q-785 ; p≥120 ; A_{s1}=12,1 (cm^2/m')

$$\rho_x = \frac{A_x}{b_x \cdot d_x} = \frac{10,7 + 12,1}{100 \cdot 17} = 0.0134$$

Y smjer:

Gornja mreža: R-785;p≥80 cm; A_{s1}=10.7 (cm^2/m')

Donja mreža: Q-785 ; p≥120 ; A_{s1}=12,1 (cm^2/m')

$$\rho_y = \frac{A_y}{b_y \cdot d_y} = \frac{10,7 + 12,1}{100 \cdot 16} = 0.0143$$

$$\rho_L = \sqrt{\rho_X \cdot \rho_Y} = \sqrt{0.0134 \cdot 0.0143} = 0.0138$$

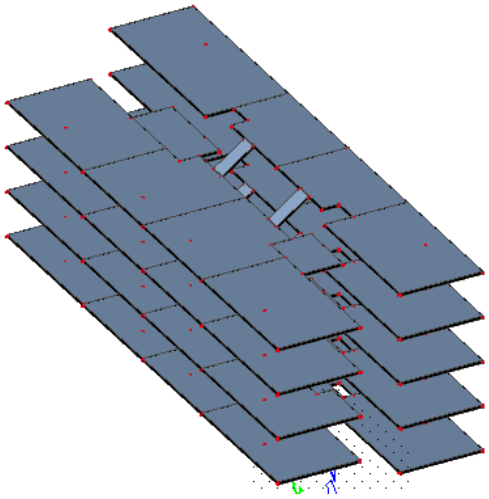
$\rho_L < 0{,}02$

$$v_{Rd,c} = 0.12 \cdot 2.0 \cdot 100 \cdot 0.0138 \cdot 30^{1/3} \cdot = 1.03 kN / cm$$

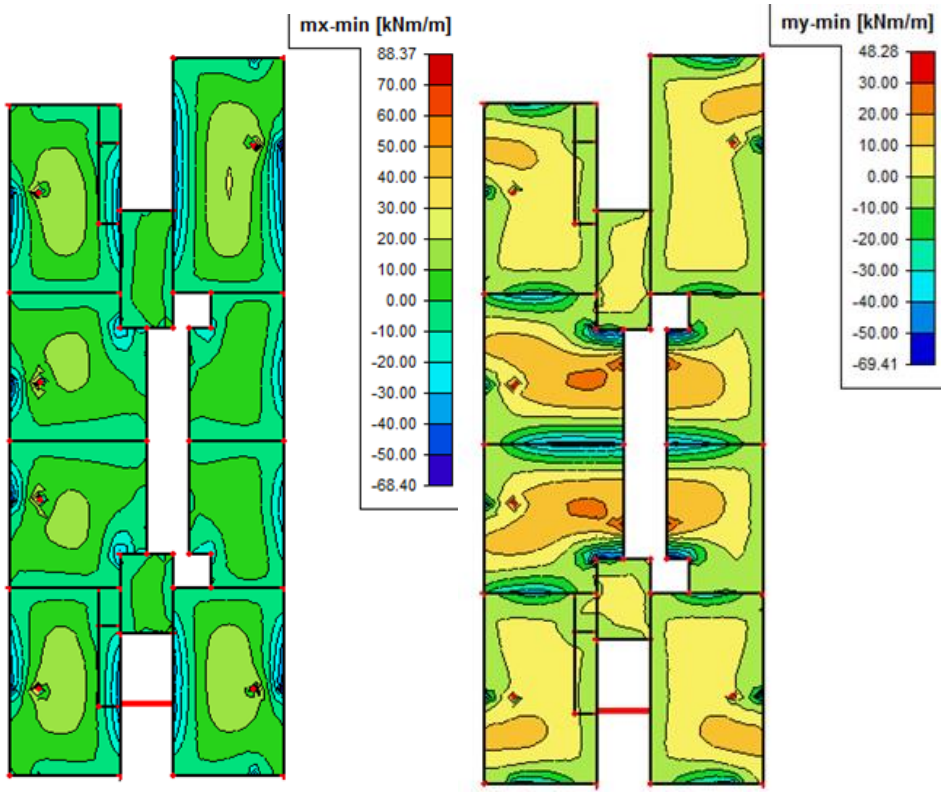
$v_{Ed} = 0{,}0143 kN / cm \leq v_{Rd,c} = 1{,}03\ kN / cm$ -nije potreban proračun armature za proboj

10.1.6 Proračun ploče iznad katova za GSN (POZ 300); d = 20 cm

Prikazani proračun ploče iznad katova (POZ 300) je proračun svih ploča iznad ploče prizemlja do ploče krova. Rezultati tih ploča su približno isti. Uzeta je najkritičnija ploča. Ploča svakog kata također se nalazi na dvije kote, kao i ploča prizemlja, međusobne visinske razlike 1,580 m. Prostorni prikaz ploča prikazan je na Slika 44.:



Slika 44. Renderirani izgled ploča POZ 300



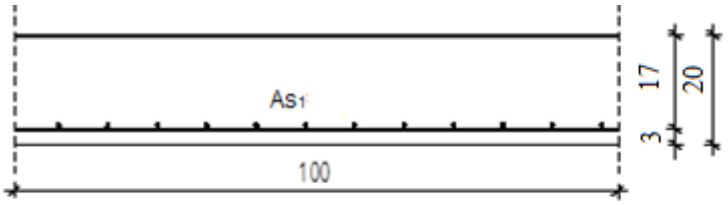
Slika 45.i Slika 46. Dijagram momenta savijanja M_x , odnosno My(vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Q_k")

Proračun uzdužne armature donje zone ploče iznad katova (POZ 300); d=20 cm

Proračun ploča na savijanje

Ploča iznad katova (ploča pozicija 300) modelirana je numeričkim programom "Scia Engineer 2013". Izlazni rezultati za ploču prikazani su na prethodnim stranicama.

U sljedećoj tablici prikazani su ultimativni momenti nosivosti za odabranu armaturu za dimenzije ploče prema skici:



Slika 47. Skica armature ploče u polju

b = 100.0 cm
h = 20.0 cm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 2.0$ cm (XC1)
$d_1 = c_{nom} + Ø \div 2.0 \approx 3.0$ cm

$d = h - d_2 = 17.0$ cm

Postupak dimenzioniranja:

C 30/37 $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1.5} = 20.0$ MPa; $f_{cd} = 2.0$ kN/cm^2

B 500B $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 435$ MPa; $f_{yd} = 43.5$ kN/cm^2

b=100 cm h=20 cm; d=17 cm

$\mu_{sds}^{*} = 0.159; \quad \zeta \approx 0.892 \quad \varepsilon_c / \varepsilon_s = 3.5/10.0$

$M_{Rd,c,\lim} = \mu_{sds}^{*}\ b\ \mathrm{d}^2\ \mathrm{f_{cd}} = 0.159 \cdot b\ \mathrm{d}^2\ \mathrm{f_{cd}}$

$M_{Rd,s,\lim s} = A_s\ \zeta\ \mathrm{d}\ f_{yd}$

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

$A_{s1,\max} = 2.0\%\ b\ \mathrm{h} = 0.020 \cdot 100 \cdot 20 = 40.0\ cm^2$

U sljedećoj tablici prikazani su ultimativni momenti nosivosti za odabranu mrežastu armaturu:

Tablica 23. Prikaz ultimativnih momenata nosivosti za odabranu mrežastu armaturu

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-283/Q-283	2,83	91,90	18,83	0,14
R-385/Q-385	3,85	91,90	25,61	0,19
R-503/Q-503	5,03	91,90	33,46	0,25
R-636/Q-636	6,36	91,90	42,31	0,32
R-785/Q-785	7,85	91,90	52,22	0,39

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 prilozima

Proračunska kombinacija: $1.35 \times G_k + 1.50 \times Q_k$

Proračunsko opterećenje: $M_{Sd,\,y} = 88.37$ kNm

Bezdimenzionalni moment savijanja:

$\mu_{Sd} = M_{Sd,\,y} \div (b \times d^2 \times f_{cd})$

$\mu_{Sd} = 8837.0 \div (100.0 \times 17.0^2 \times 2.0)$ $\mu_{Sd} = 0.153 < \mu_{Rd,lim}$

Koeficijent kraka unutarnjih sila: $\delta = 0.895$

Koeficijent položaja neutralne osi: $\xi = 0.254$

Deformacija betona: $\varepsilon_{c2} = 3.4$ ‰

Deformacija čelika: $\varepsilon_{s1} = 10.0$ ‰

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$A_{s1} = M_{Sd,\,y} \div (\delta \times d \times f_{yd})$

$A_{s1} = 8837.0 \div (0.895 \times 17.0 \times 43.48)$ $A_{s1} = 13{,}35\ cm^2/m$

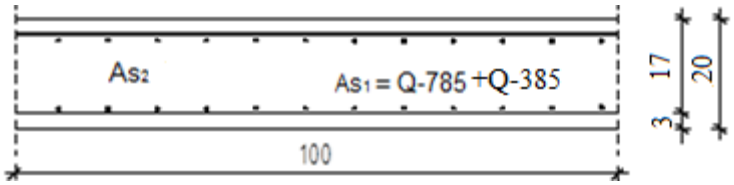
Odabrano:	Q-785, p≥120 cm (7,85*(220+120)/220 As =12,1 cm2/m)
Armaturna mreža:	+ Q-385 (3,85cm2/m)=15,95cm2/m

Proračun uzdužne armature gornje zone ploče iznad katova (POZ 300); d=20 cm

Proračun ploča na savijanje

Ploča iznad katova (ploča pozicija 300) modelirana je numeričkim programom "Scia Engineer 2013". Izlazni rezultati za ploču prikazani su na prethodnim stranicama.

U sljedećoj tablici prikazani su ultimativni momenti nosivosti za odabranu armaturu za dimenzije ploče prema skici:



Slika 48. Skica armature ploče na ležaju

b = 100.0 cm
h = 20.0 cm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 2.0$ cm (XC1)
$d_1 = c_{nom} + Ø \div 2.0 \approx 3.0$ cm

$d = h - d_2 = 17.0$ cm

Postupak dimenzioniranja:

C 30/37 $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1.5} = 20.0$ MPa; $f_{cd} = 2.0$ kN/cm^2

B 500B $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 435$ MPa; $f_{yd} = 43.5$ kN/cm^2

b=100 cm h=20 cm; d=17 cm

$\mu_{sds}^* = 0.159; \quad \zeta \approx 0.892 \quad \varepsilon_c / \varepsilon_s = 3.5/10.0$
$M_{Rd,c,\lim} = \mu_{sds}^* \, b \, d^2 \, f_{cd} = 0.159 \cdot b \, d^2 \, f_{cd}$
$M_{Rd,s,\lim s} = A_s \, \zeta \, d \, f_{yd}$

$A_{s1,min} = 0.1\% \, b \, h = 0.001 \cdot 100 \cdot 20 = 2.0 \, cm^2$
$A_{s1,max} = 2.0\% \, b \, h = 0.020 \cdot 100 \cdot 20 = 40.0 \, cm^2$

U sljedećoj tablici prikazani su ultimativni momenti nosivosti za odabranu mrežastu armaturu:

Tablica 24. Prikaz ultimativnih momenata nosivosti za odabranu mrežastu armaturu

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-283/Q-283	2,83	91,90	18,83	0,14
R-385/Q-385	3,85	91,90	25,61	0,19
R-503/Q-503	5,03	91,90	33,46	0,25
R-636/Q-636	6,36	91,90	42,31	0,32
R-785/Q-785	7,85	91,90	52,22	0,39

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 prilozima.

Proračunska kombinacija: $1.35 \times G_k + 1.50 \times Q_k$

Proračunsko opterećenje: $M_{Sd,\,y} = -69{,}41$ kNm

Bezdimenzionalni moment savijanja:

$\mu_{Sd} = M_{Sd,\,y} \div (b \times d^2 \times f_{cd})$

$\mu_{Sd} = 6941.0 \div (100.0 \times 17.0^2 \times 2.0)$ $\mu_{Sd} = 0.120 < \mu_{Rd,lim}$

Koeficijent kraka unutarnjih sila: $\delta = 0.919$

Koeficijent položaja neutralne osi: $\xi = 0.206$

Deformacija betona: $\varepsilon_{c2} = 2.6$ ‰

Deformacija čelika: $\varepsilon_{s1} = 10.0$ ‰

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$A_{s1} = M_{Sd,\,y} \div (\delta \times d \times f_{yd})$

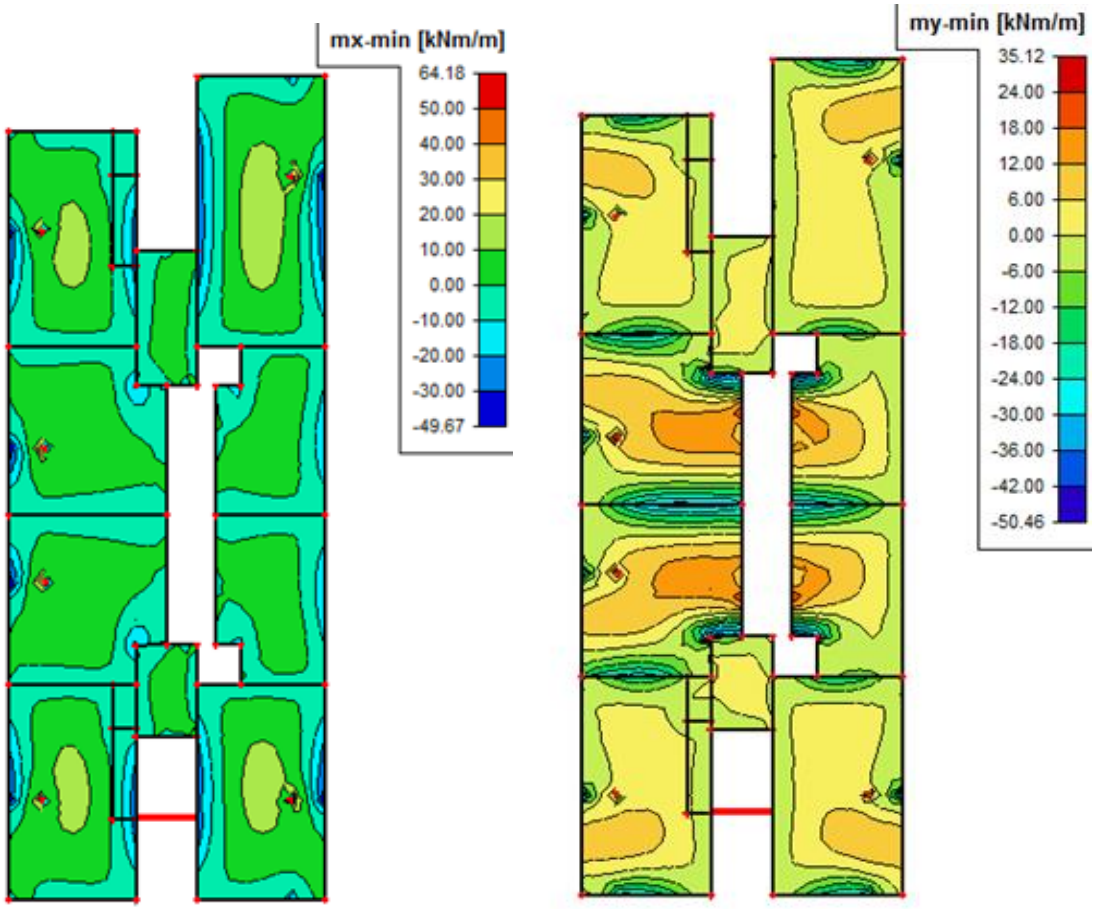
$A_{s1} = 6941.0 \div (0.919 \times 17.0 \times 43.48)$ $A_{s1} = 10{,}22\ cm^2/m$

Odabrano:

Armaturna mreža: R-785, p≥80cm (7,85*(220+80)/220)

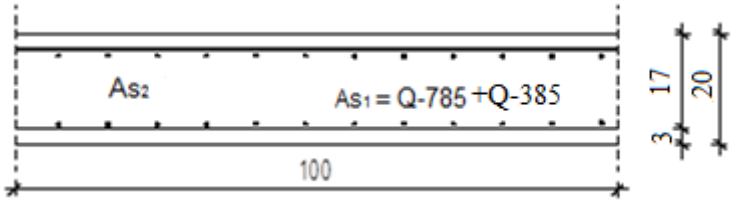
(A_s =10,7 cm^2/m)

10.1.7 Proračun ploče iznad katova za GSU (POZ 300); d=20 cm



Slika 49. i Slika 48. Dijagram momenta savijanja M_x, odnosno My za GSU (vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Q_k")

Kontrola graničnog stanja pukotina u polju ploče iznad katova (POZ 300); d=20 cm



Slika 51. Skica armature ploče u polju

Dimenzije elementa:

b = 100.0 cm

h = 20.0 cm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 2.0$ cm

(XC1) $d_1 = c_{nom} + Ø \div 2.0 \approx 3.0$

cm

$d = h - d_2 = 17.0$ cm

Mjerodavni momenti u ploči su dobiveni kroz numerički model. Korise se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja ($1.00 \times G_k + 1.00 \times Q_k$).

Granična vrijednost širine pukotine: w_g =0,3 mm (EC-2–uobičajena sredina) Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

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

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju: M_{sd}=64,18 kNm

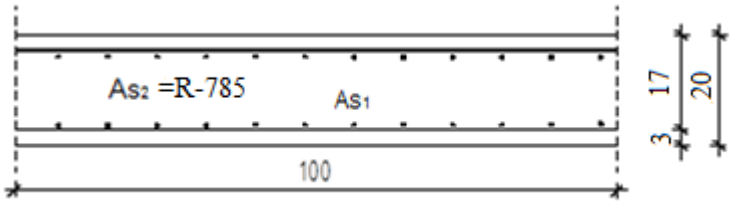
Armatura ploče donja zona: **Q-785,p** ≥120 cm (12,1cm^2/m) + **Q-385 (**3,85 cm^2/m);

(A_s =15,95cm^2/m)

b =	100,0	cm	d =	17,0	cm	h =	20,0	cm
f_{ck} =	30,0	MN/m^2	f_{ctm} =	2,90	MN/m^2	w_g =	0,30	mm
A_{s1} =	15,95	cm^2				$d_1 = d_2$ =	3,0	cm
E_s =	200,00	GN/m^2	E_{cm} =	32,00	GN/m^2	$\alpha_e = E_s/E_{cm}$ =	6,25	
M_{Ed} =	64,2	kNm	k_t =	0,40				
σ_s =	261,91	MN/m^2						
x =	4,91	cm	$\rho_{p,eff}$ =	0,0213				
$(\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ =	0,001001	>	$0.6 \cdot \sigma_s/E_s$ =	0,000786				
Ø =	10,0	mm	c =	2,50	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	164,94	mm						
$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ =	0,165	mm	<	w_g				

Pukotine zadovoljavaju!

Kontrola graničnog stanja pukotina nad ležajem ploče iznad katova (POZ 300); d=20 cm



Slika 52. Skica armature ploče na ležaju

Dimenzije elementa:

b = 100.0 cm

h = 20.0 cm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 2.0$ cm (XC1

$d_1 = c_{nom} + Ø \div 2.0 \approx 3.0$ cm

$d = h - d_2 = 17.0$ cm

Mjerodavni momenti u ploči su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja ($1.00 \times G_k + 1.00 \times Q_k$).

Granična vrijednost širine pukotine: w_g =0,3 mm (EC-2–uobičajena sredina) Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

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

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju: M_{sd}= -50,46 kNm

Armatura ploče donja zona: **R-785,** preklop ≥80 cm,

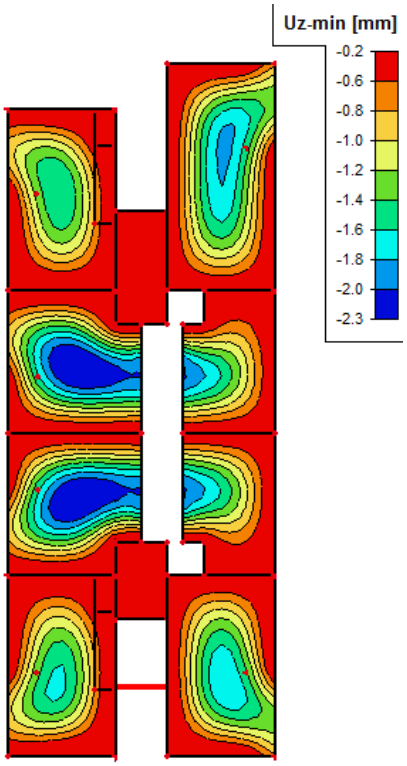
$$As1 = 7{,}85 \cdot \frac{220 + 80}{220} = 10{,}7 \text{ cm}^2/\text{m}).$$

b =	100,0	cm	d =	17,0	cm	h =	20,0	cm
f_{ck} =	30,0	MN/m^2	f_{ctm} =	2,90	MN/m^2	w_g =	0,30	mm
A_{s1} =	10,70	cm^2				$d_1 = d_2$ =	3,0	cm
E_s =	200,00	GN/m^2	E_{cm} =	32,00	GN/m^2	$\alpha_e = E_s/E_{cm}$ =	6,25	
M_{Ed} =	50,5	kNm	k_t =	0,40				
σ_s =	301,95	MN/m^2						
x =	4,15	cm	$\rho_{p,eff}$ =	0,0143				
$(\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ =	0,001068	>	$0.6\cdot\sigma_s/E_s$ =	0,000906				
Ø =	10,0	mm	c =	2,50	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	204,16	mm						

$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ = 0,218 mm < w_g

Pukotine zadovoljavaju!

Kontrola graničnog stanja deformacija (progiba) u polju ploče iznad katova (POZ 300); d=20 cm



Slika 53. Dijagram progiba ploče za GSU

Progibi ploče su također dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja ($1,0 \times G_k + 1,0 \times Q_k$):

f_k =2,3mm= 0,23 cm

Granična vrijednost progiba ploče u polju: $f_{p,dop} = \frac{l_g}{250} = \frac{496}{250} = 1{,}98cm$

Ukupni progib:

$$f_u = \phi(\infty) \cdot f_k$$

$\varphi(\infty)$ - konačni koeficijent puzanja, odabrano: $\phi(\infty)$=1,8

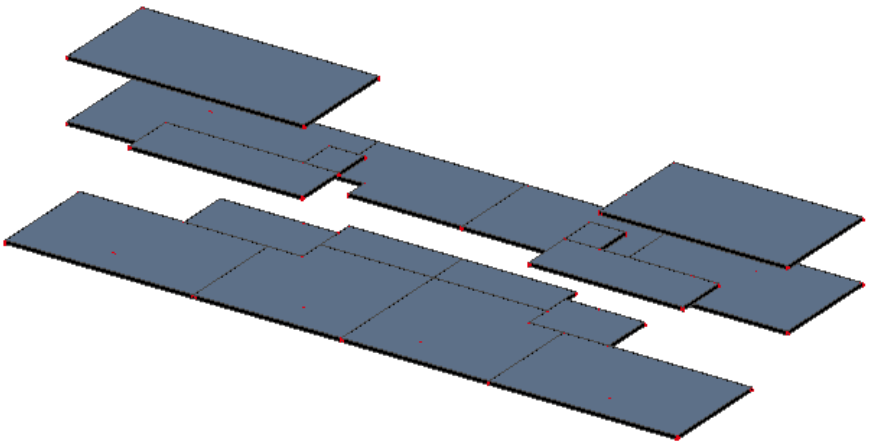
$$f_d = \phi(\infty) \cdot f_k = 1{,}8 \cdot 0{,}23 = 0{,}41 \text{ cm}$$

$$f_u = f_k + f_d = 0{,}23 + 0{,}41 = 0{,}64\text{cm} < f_{p,dop=1,98\text{ cm}}$$

10.1.8 Proračun ploče krova za GSN (POZ 400); d = 20 cm

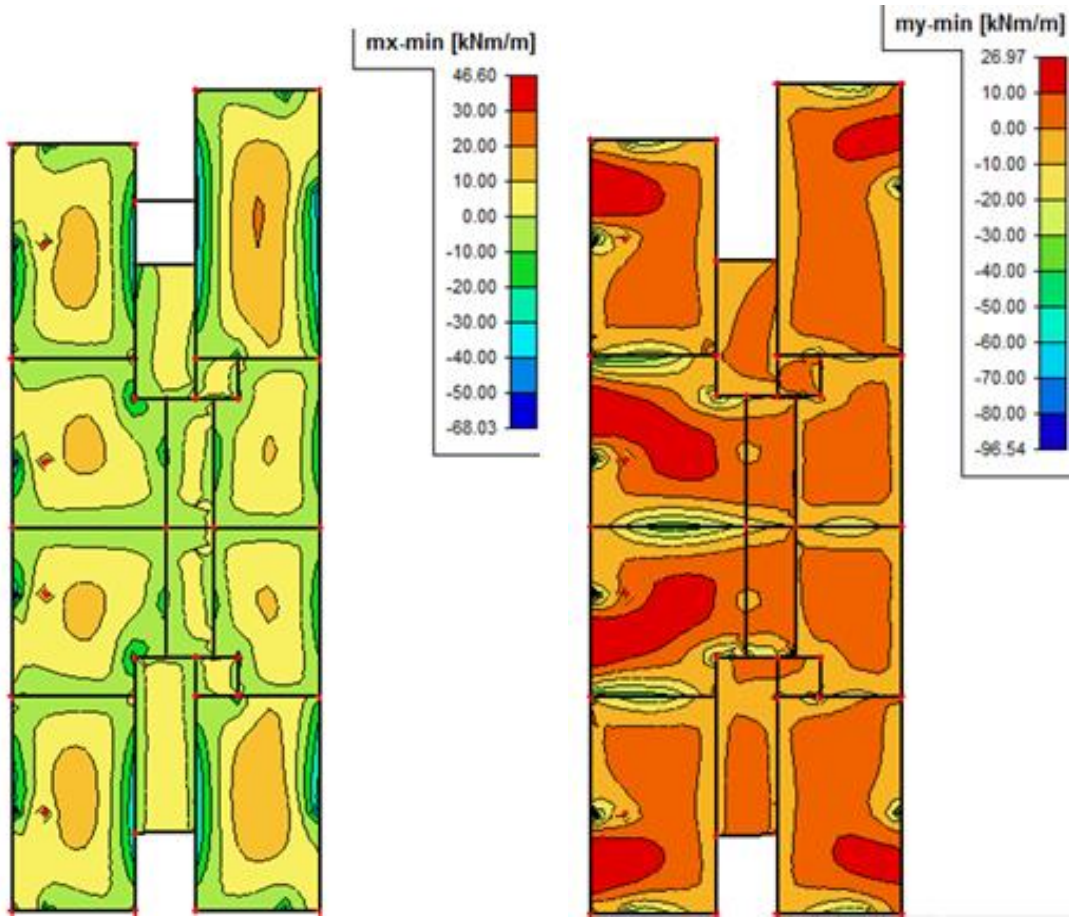
Ploča krova (POZ 400), baš kao i ploča nad prizemljem i ploče iznad katova, se nalazi na dvije visinske kote. Istočni dio zgrade je za 1,580 m viši od zapadnog dijela građevine. Istočni dio građevine ima i još dvije ploče, ploče iznad terasa. Proračun je rađen za najkritičniji moment na temelju rezultata u računalnom program "Scia Engineer 2013", te je prikazan tlocrt krova, bez dvije donje ploče krova (koje se vide na Slika 54.). Te će ploče biti armirane jednako kao i prikazane ploče iznad njih.

Prostorni prikaz ploče krova (POZ 400) se nalazi na Slika 54. :



Slika 54. Renderirani prikaz ploče POZ 400

Prikaz rezultata proračuna je tlocrtni:



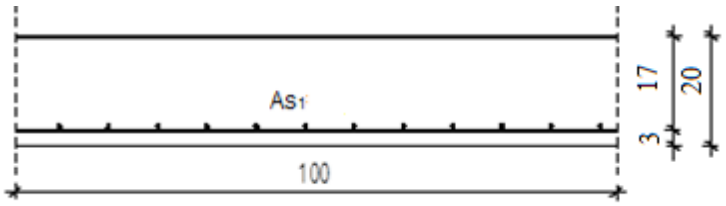
Slika 55. i Slika 56. Dijagram momenta savijanja M_x, odnosno My (vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Q_k")

Proračun uzdužne armature donje zone ploče krova (POZ 400); d=20 cm

Proračun ploča na savijanje

Ploča krova (ploča pozicija 400) modelirana je numeričkim programom "Scia Engineer 2013". Izlazni rezultati za ploču prikazani su na prethodnim stranicama.

U sljedećoj tablici prikazani su ultimativni momenti nosivosti za odabranu armaturu za dimenzije ploče prema skici:



Slika 57. Skica armature ploče u polju

b = 100.0 cm
h = 20.0 cm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 2.0$ cm
(XC1) $d_1 = c_{nom} + Ø \div 2.0 \approx 3.0$ cm

$d = h - d_2 = 17.0$ cm

Postupak dimenzioniranja:

C 30/37 $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1.5} = 20.0$ MPa; $f_{cd} = 2.0$ kN/cm^2

B 500B $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 435$ MPa; $f_{yd} = 43.5$ kN/cm^2

b=100 cm h=20 cm; d=17 cm

$\mu_{sds}^{*} = 0.159; \quad \zeta \approx 0.892 \quad \varepsilon_c / \varepsilon_s = 3.5/10.0$

$M_{Rd,c,\lim} = \mu_{sds}^{*}\ b\ \mathrm{d}^2\ \mathrm{f_{cd}} = 0.159 \cdot b\ \mathrm{d}^2\ \mathrm{f_{cd}}$

$M_{Rd,s,\lim s} = A_s\ \zeta\ \mathrm{d}\ f_{yd}$

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

$A_{s1,\max} = 2.0\%\ b\ \mathrm{h} = 0.020 \cdot 100 \cdot 20 = 40.0\ cm^2$

U sljedećoj tablici prikazani su ultimativni momenti nosivosti za odabranu mrežastu armaturu:

Tablica 25. Prikaz ultimativnih momenata nosivosti za odabranu mrežastu armaturu

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-283/Q-283	2,83	91,90	18,83	0,14
R-385/Q-385	3,85	91,90	25,61	0,19
R-503/Q-503	5,03	91,90	33,46	0,25
R-636/Q-636	6,36	91,90	42,31	0,32
R-785/Q-785	7,85	91,90	52,22	0,39

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 prilozima.

Proračunska kombinacija: $1.35 \times G_k + 1.50 \times Q_k$

Proračunsko opterećenje: $M_{Sd,\,y} = 46.60$ kNm

Bezdimenzionalni moment savijanja:

$\mu_{Sd} = M_{Sd,\,y} \div (b \times d^2 \times f_{cd})$

$\mu_{Sd} = 4660.0 \div (100.0 \times 17.0^2 \times 2.0)$ $\mu_{Sd} = 0.081 < \mu_{Rd,lim}$

Koeficijent kraka unutarnjih sila: $\delta = 0.941$

Koeficijent položaja neutralne osi: $\xi = 0.160$

Deformacija betona: $\varepsilon_{c2} = 1.9$ ‰

Deformacija čelika: $\varepsilon_{s1} = 10.0$ ‰

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$A_{s1} = M_{Sd,\,y} \div (\delta \times d \times f_{yd})$

$A_{s1} = 4660.0 \div (0.941 \times 17.0 \times 43.48)$ $A_{s1} = 6{,}70\ cm^2/m$

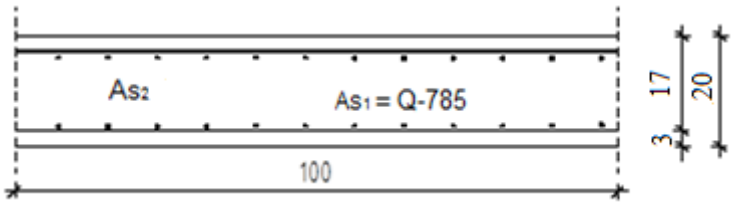
Odabrano:	
Armaturna mreža:	Q-785 (iznad stupova)
	As =7,85cm^2/m

<u>Proračun uzdužne armature gornje zone ploče krova (POZ 400); d=20 cm</u>

Proračun ploča na savijanje

Ploča krova (ploča pozicija 400) modelirana je numeričkim programom "Scia Engineer 2013". Izlazni rezultati za ploču prikazani su na prethodnim stranicama.

U sljedećoj tablici prikazani su ultimativni momenti nosivosti za odabranu armaturu za dimenzije ploče prema skici:



Slika 58. Skica armature ploče na ležaju

b = 100.0 cm
h = 20.0 cm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 2.0$ cm
(XC1) $d_1 = c_{nom} + Ø \div 2.0 \approx 3.0$ cm

$d = h - d_2 = 17.0$ cm

Postupak dimenzioniranja:

C 30/37 $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1.5} = 20.0$ MPa; $f_{cd} = 2.0$ kN/cm^2

B 500B $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 435$ MPa; $f_{yd} = 43.5$ kN/cm^2

b=100 cm h=20 cm; d=17 cm

$\mu^*_{sds} = 0.159; \quad \zeta \approx 0.892 \quad \varepsilon_c / \varepsilon_s = 3.5/10.0$
$M_{Rd,c,\lim} = \mu^*_{sds}\, b\, d^2\, f_{cd} = 0.159 \cdot b\, d^2\, f_{cd}$
$M_{Rd,s,\lim s} = A_s\, \zeta\, d\, f_{yd}$

$A_{s1,min} = 0.1\%\, b\, h = 0.001 \cdot 100 \cdot 20 = 2.0\, cm^2$
$A_{s1,max} = 2.0\%\, b\, h = 0.020 \cdot 100 \cdot 20 = 40.0\, cm^2$

U sljedećoj tablici prikazani su ultimativni momenti nosivosti za odabranu mrežastu armaturu:

Tablica 26. Prikaz ultimativnih momenata nosivosti za odabranu mrežastu armaturu

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-283/Q-283	2,83	91,90	18,83	0,14
R-385/Q-385	3,85	91,90	25,61	0,19
R-503/Q-503	5,03	91,90	33,46	0,25
R-636/Q-636	6,36	91,90	42,31	0,32
R-785/Q-785	7,85	91,90	52,22	0,39

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 prilozima.

Proračunska kombinacija: $1.35 \times G_k + 1.50 \times Q_k$

Proračunsko opterećenje: $M_{Sd,\,y} = -96.54$ kNm

Bezdimenzionalni moment savijanja:

$\mu_{Sd} = M_{Sd,\,y} \div (b \times d^2 \times f_{cd})$

$\mu_{Sd} = 9654.0 \div (100.0 \times 17.0^2 \times 2.0)$ $\mu_{Sd} = 0.167 < \mu_{Rd,lim}$

Koeficijent kraka unutarnjih sila: $\delta = 0.879$

Koeficijent položaja neutralne osi: $\xi = 0.315$

Deformacija betona: $\varepsilon_{c2} = 2.3$ ‰

Deformacija čelika: $\varepsilon_{s1} = 5.0$ ‰

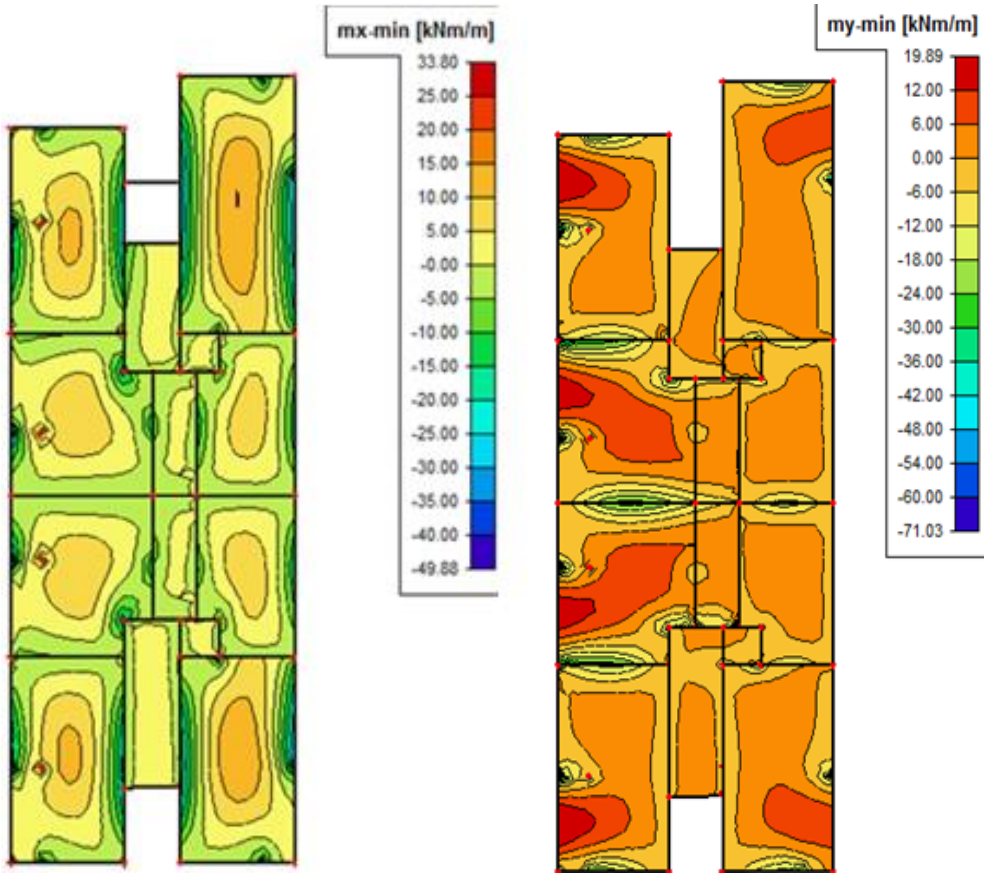
Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$A_{s1} = M_{Sd,\,y} \div (\delta \times d \times f_{yd})$

$A_{s1} = 9654.0 \div (0.879 \times 17.0 \times 43.48)$ $A_{s1} = 14.86\ cm^2/m$

Odabrano:	
Armaturna mreža:	2x R-785 (iznad balkona) (A_s =15,7 cm^2/m)

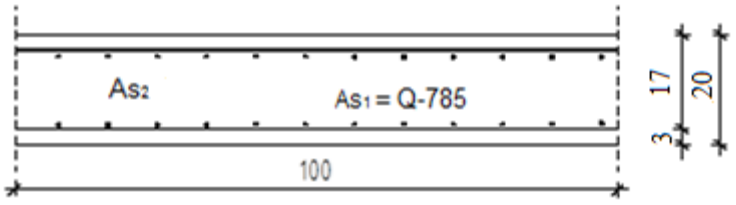
10.1.9 Proračun ploče krova za GSU (POZ 400); d=20 cm



Slika 59. i 60. Dijagram momenta savijanja M_x, odnosno My (vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Q_k")

Napomena:Prikazan je tlocrt krova. Plan armature napravljen je prema rezultatima dobivenim iz računalnog programa „Scia Engineer 2013“.

Kontrola graničnog stanja pukotina u polju ploče krova (POZ 400); d=20 cm



Slika 61. Skica armature ploče u polju

Dimenzije elementa:

b = 100.0 cm
h =20.0 cm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 2.0$ cm
(XC1)

$d_1 = c_{nom} + Ø \div 2.0 \approx 3.0$ cm

$d = h - d_2 = 17.0$ cm

Mjerodavni momenti u ploči su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja ($1.00 \times G_k + 1.00 \times Q_k$).

Granična vrijednost širine pukotine: w_g =0,3 mm (EC-2-uobičajena sredina) Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

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

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju: M_{sd}=33,80 kNm

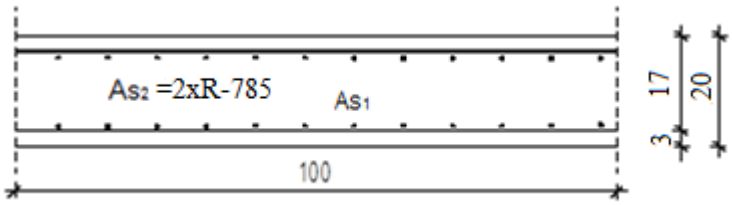
Armatura ploče donja zona: **Q-785** (7,85cm^2/m)

b =	100,0	cm	d =	17,0	cm	h =	20,0	cm
f_{ck} =	30,0	MN/m^2	f_{ctm} =	2,90	MN/m^2	w_g =	0,30	mm
A_{s1} =	7,85	cm^2				$d_1 = d_2$ =	3,0	cm
E_s =	200,00	GN/m^2	E_{cm} =	32,00	GN/m^2	$\alpha_e = E_s/E_{cm}$ =	6,25	
M_{Ed} =	33,8	kNm	k_t =	0,40				
σ_s =	272,65	MN/m^2						
x =	3,62	cm	$\rho_{p,eff}$ =	0,0105				
$(\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ =	0,000774	<	$0.6\cdot\sigma_s/E_s$ =	0,000818				
Ø =	10,0	mm	c =	2,50	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	247,42	mm						

$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ = 0,202 mm < w_g

Pukotine zadovoljavaju!

Kontrola graničnog stanja pukotina nad ležajem ploče krova (POZ 400); d=20 cm



Slika 62. Skica armature ploče na ležaju

Dimenzije elementa:

b = 100.0 cm

h = 20.0 cm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c$ = 2.0 cm(XC1)

$d_1 = c_{nom} + Ø \div 2.0 \approx 3.0$ cm

$d = h - d_2 = 17.0$ cm

Mjerodavni momenti u ploči su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja ($1.00 \times G_k + 1.00 \times Q_k$).

Granična vrijednost širine pukotine: w_g =0,3 mm (EC-2–uobičajena sredina) Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

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

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju: M_{sd}= -71,03 kNm

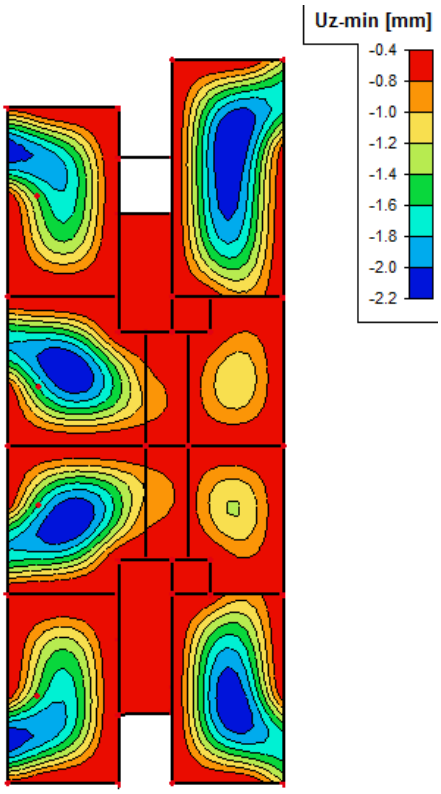
Armatura ploče donja zona: 2x**R-785** (15,7 cm^2/m)

b =	100,0	cm	d =	17,0	cm	h =	20,0	cm
f_{ck} =	30,0	MN/m^2	f_{ctm} =	2,90	MN/m^2	w_g =	0,30	mm
A_{s1} =	15,70	cm^2				$d_1 = d_2$ =	3,0	cm
E_s =	200,00	GN/m^2	E_{cm} =	32,00	GN/m^2	$\alpha_e = E_s/E_{cm}$ =	6,25	
M_{Ed} =	71,0	kNm	k_t =	0,40				
σ_s =	294,27	MN/m^2						
x =	4,88	cm	$\rho_{p,eff}$ =	0,0209				
$(\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ =	0,001158	>	$0.6 \cdot \sigma_s/E_s$ =	0,000883				
Ø =	10,0	mm	c =	2,50	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	166,21	mm						

$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ = 0,193 mm < w_g

Pukotine zadovoljavaju!

Kontrola graničnog stanja deformacija (progiba) u polju ploče krova (POZ 400); d=20cm



Slika 63. Dijagram progiba ploče za GSU

Progibi ploče su također dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja (1,0 × Gk + 1,0 ×Qk):

f_k =2,3mm = 0,22 cm

Granična vrijednost progiba ploče u polju: $f_{p,dop} = \frac{l_g}{250} = \frac{580}{250} = 2{,}32cm$

Ukupni progib:

$$f_u = \phi(\infty) \cdot f_k$$

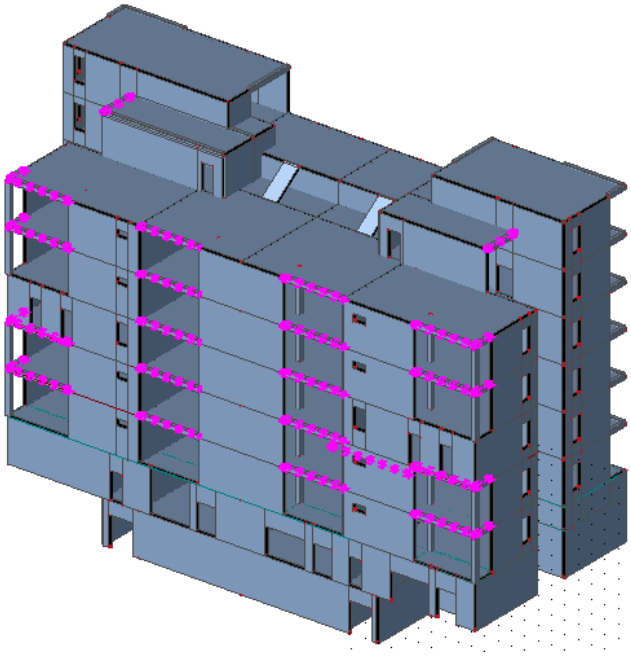
$\varphi(\infty)$ - konačni koeficijent puzanja, odabrano: $\phi(\infty)$=1,8

$$f_d = \phi(\infty) \cdot f_k = 1{,}8 \cdot 0{,}22 = 0{,}0{,}40 \text{ cm}$$

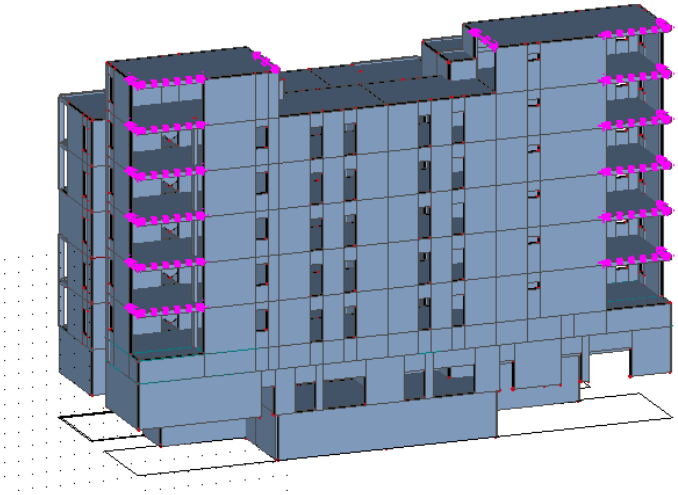
$$f_u = f_k + f_d = 0{,}22 + 0{,}40 = 0{,}62\text{cm} < f_{p,dop=2,32\text{ cm}}$$

10.2 Proračun AB greda

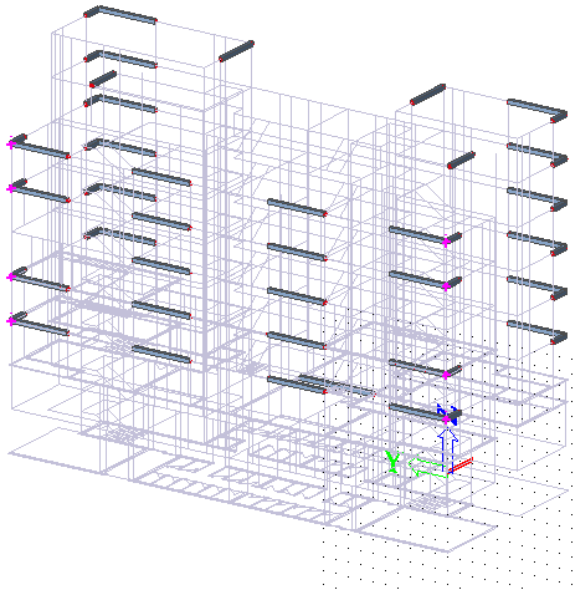
Grede su, kako je ranije naglašeno, modelirane skupa s pločom, numeričkim programom "Scia Engineer 2013" . Prikaz položaja greda prikazan je u nastavku.



Slika 64. Renderirani prikaz zgrade i položaja greda u zgradi



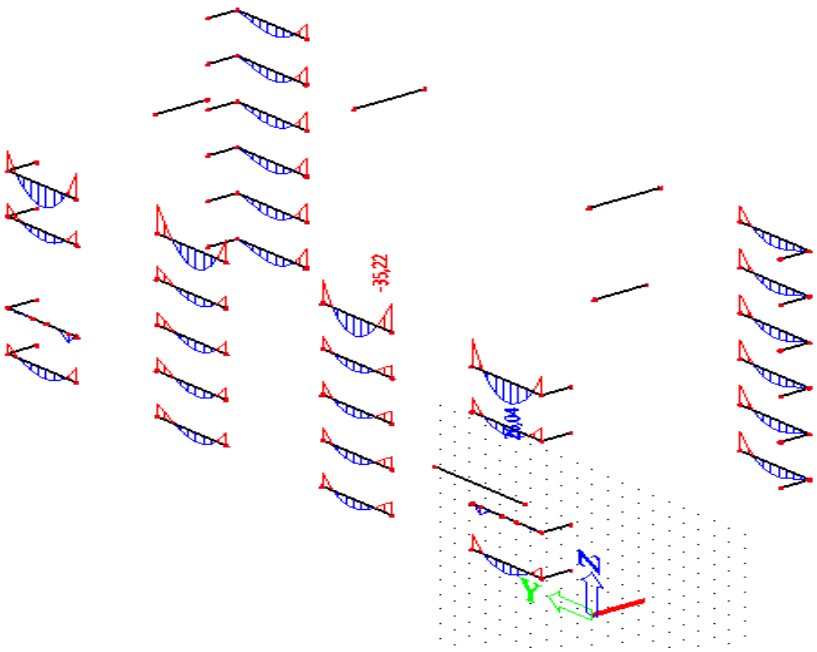
Slika 65. Renderirani prikaz zgrade i položaja greda u zgradi



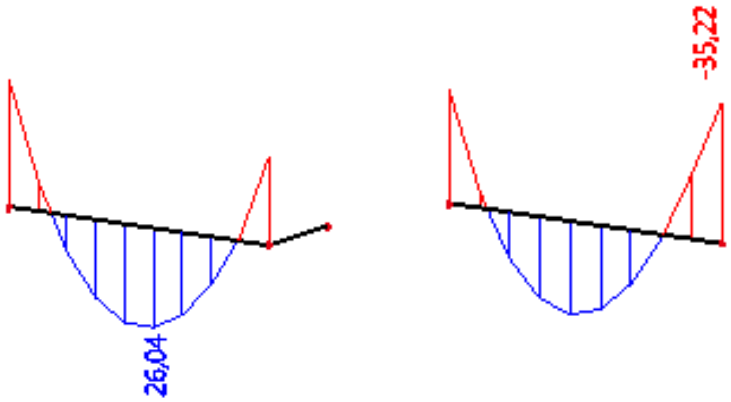
Slika 66. Prikaz položaja greda u zgradi

10.2.1 Prikaz rezultata za gredu pozicije G1 (30 x 30)

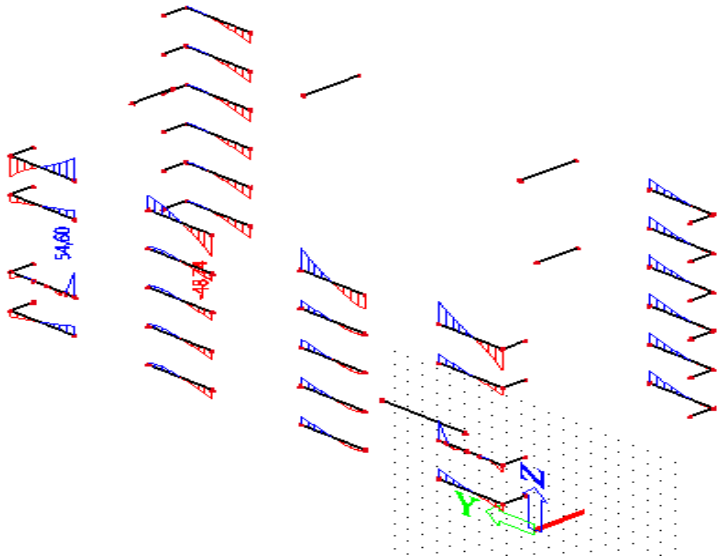
Proračun je proveden za više kombinacija, dok je prikazan samo rezultat kritične kombinacije.



Slika 67. Dijagram momenta savijanja M_y (kNm) za gredu G1 (vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Qk")

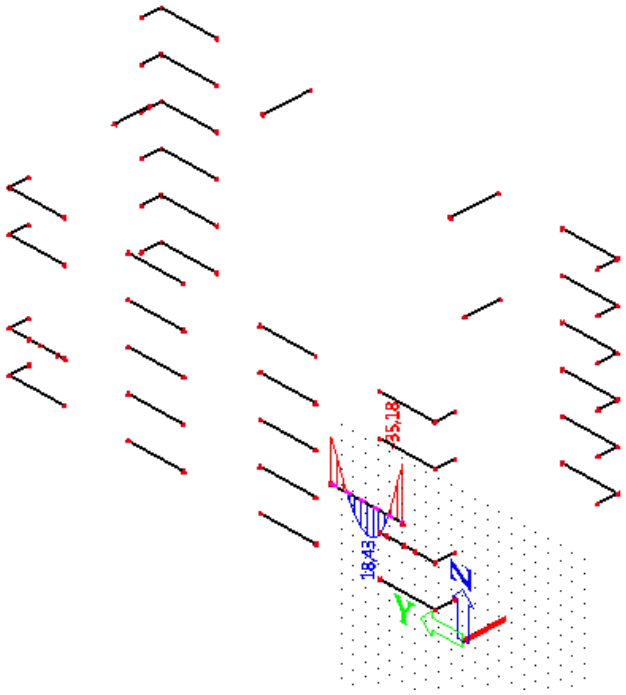


Slika 68. Dijagram maksimalnih momenta savijanja u polju M_y (kNm)i na ležaju za gredu G1 (vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Qk")

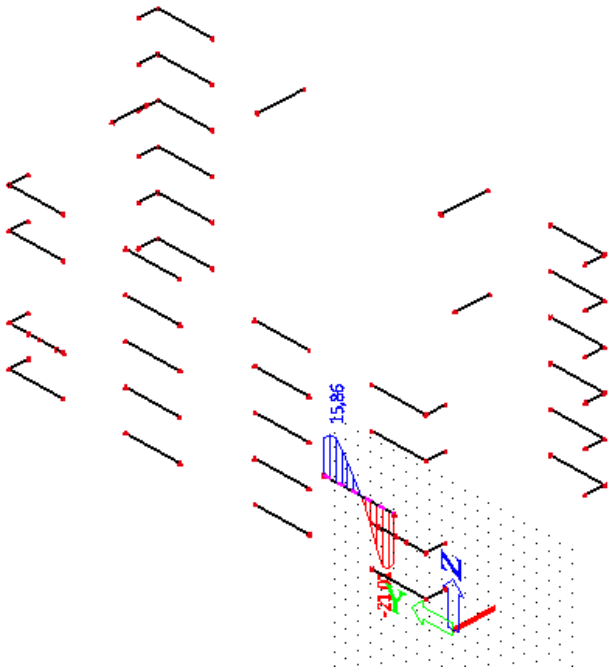


Slika 69. Dijagram poprečnih sila Vz (kN) za gredu G1 (vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Qk")

Greda pozicije G2 (30x30) ima sljedeće rezultate:



Slika 70. Dijagram momenta savijanja M_y (kNm) za gredu G2 (vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Qk")

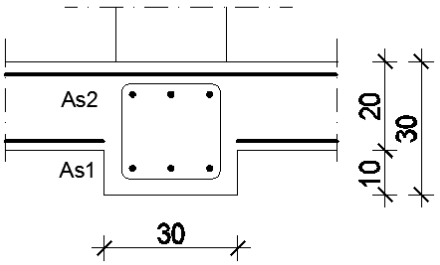


Slika 71. Dijagram poprečnih sila Vz (kN) za gredu G1 (vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Qk")

Greda pozicije G2 (30x30) nalazi se na POZ 100 (garaža) i imamo samo jednu takvu gredu. Obzirom da se maksimalni momenti na ležaju greda G1 i G2 poklapaju, a u polju je maksimalni moment grede G2 nešto manji, gredu G2 armirat ćemo prema gredi G1.

10.2.2 Proračun armature za gredu pozicije G1 (30 x30)

U tablici su prikazani ultimativni momenti nosivosti za odabranu šipkastu armaturu, za dimenzije greda prema skici:



Slika 72. Skica armature grede

Postupak dimenzioniranja:

C 30/37 $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1.5} = 20.0$ MPa; $f_{cd} = 2.0$ kN/cm^2

B 500B $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 435$ MPa; $f_{yd} = 43.5$ kN/cm^2

b=100 cm h=20 cm; d=17 cm

$\mu_{sds}^{*} = 0.159; \quad \zeta \approx 0.892 \quad \varepsilon_c / \varepsilon_s = 3.5/10.0$

$M_{Rd,c,\lim} = \mu_{sds}^{*}\, b\, d^2\, f_{cd} = 0.159 \cdot b\, d^2\, f_{cd}$

$M_{Rd,s,\lim s} = A_s\, \zeta\, d\, f_{yd}$

$A_{s1,min}$=0.1%bh=0.001·303·0=0.9 cm^2

$A_{s1,min}$=2.0%bh=0.02·303·0=18.0 cm^2

U tablici su prikazani ultimativni momenti nosivosti za odabranu šipkastu armaturu, za dimenzije greda prema Slika 72.

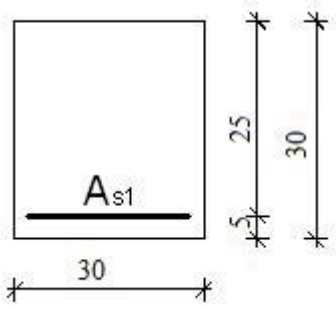
Tablica 27. Prikaz ultimativnih momenata nosivosti za odabranu šipkastu armaturu

Šipke	Površina A_{s1}	Moment nosivosti betona $M_{Rd,lim}$	Moment nosivosti armature $M_{as,lim}$	Postotak armature
	[cm^2]	[kNm]	[kNm]	%
2Ø14	3,08	59,63	30,12	0,41
3Ø14	4,62	59,63	45,18	0,62
4Ø14	6,16	59,63	60,24	0,82
2Ø16	4,02	59,63	39,33	0,54
3Ø16	6,03	59,63	58,99	0,80
4Ø16	8,04	59,63	78,66	1,07

U prilozima numeričkog proračuna prikazani su momenti savijanja za svaku gredu. Odabrana armatura za sve grede i skica armiranja greda prikazani su u grafičkim prilozima.

Pri proračunu nije korišteno da pozitivni momenti (momenti u polju) djeluju na T-presjek (greda ojačana pločom), što je na strani sigurnosti.

Proračun uzdužne armature u polju za gredu pozicije G1 (30 x 30)



Slika 73. Skica armature grede u polju

Dimenzije elementa:

h = 30.0 cm

b = 30.0 cm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c$ = 3.0 cm (XC1)

$d_1 = c_{nom} + Ø_v + Ø \div 2.0 \approx 5.0$ cm

$d = h - d_1$ = 25.0 cm

Materijal:

Beton C30/37

f_{ck} = 30.0 Mpa

$f_{cd} = f_{ck} \div \gamma_c = 30.0 \div 1.5$

f_{cd} = 20.0 MPa (uobičajena kombinacija)

Čelik B500B

f_{yk}= 500.0 Mpa

$f_{yd} = f_{yk} \div \gamma_s = 500.0 \div 1.15$

f_{yd} = 434.8 MPa (uobičajena kombinacija)

Proračunska kombinacija: $1.35 \times G_k + 1.50$

Proračunsko opterećenje: $M_{Sd,\ y}$ = 26.04 kNm

Bezdimenzionalni moment savijanja:

$\mu_{Sd} = M_{Sd,\,x} \div (b \times d^2 \times f_{cd})$

$\mu_{Sd} = 2604.0 \div (30.0 \times 25.0^2 \times 2.0)$ $\mu_{Sd} = 0.069 < \mu_{Rd,lim}$

Koeficijent kraka unutarnjih sila: $\delta = 0.947$

Koeficijent položaja neutralne osi: $\xi = 0.145$

Deformacija betona: $\varepsilon_{c2} = 1.7$ ‰

Deformacija čelika: $\varepsilon_{s1} = 10.0$ ‰

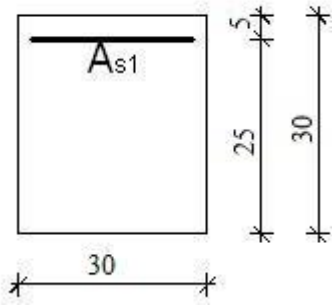
Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$A_{s1} = M_{Sd,\,x} \div (\delta \times d \times f_{yd})$

$A_{s1} = 2604.0 \div (0.947 \times 25.0 \times 43.48)$ $A_{s1} = 2.53\ cm^2/m$

Odabrano:	
Uzdužna vlačna armatura:	3 Ø 14 ($A_s = 4.62\ cm^2$)

Proračun uzdužne armature nad ležajem za gredu pozicije G1 (30x30)



Slika 74. Skica armature grede nad ležajem

Dimenzije elementa:

h = 30 cm;

b=30 cm

$d_1 = c_{nom} + Ø_v + Ø \div 2.0 \approx 5.0$ cm

$d = h - d_1 = 25{,}0$ cm

Materijal:

Beton C30/37

$f_{ck} = 30{,}0$ MPa

$f_{cd} = f_{ck} \div \gamma_c = 30{,}0 \div 1{,}5$

$f_{cd} = 20{,}0$ MPa (uobičajena kombinacija)

Čelik B500B

$f_{yk} = 500{,}0$ MPa

$f_{yd} = f_{yk} \div \gamma_s = 500{,}0 \div 1{,}15$

$f_{yd} = 434{,}8$ MPa (uobičajena kombinacija)

Proračunska kombinacija: $1.35 \times G_k + 1.50 \times Q_k$

Proračunsko opterećenje: $M_{Sd,\,x} = -35{,}22$ kNm

Bezdimenzionalni moment savijanja:

$\mu_{Sd} = M_{Sd,\,x} \div (b \times d^2 \times f_{cd})$

$\mu_{Sd} = 3522{,}0 \div (30{,}0 \times 25{,}0^2 \times 2{,}0)$ $\mu_{Sd} = 0{,}094 < \mu_{Rd,lim}$

Koeficijent kraka unutarnjih sila: $\zeta = 0{,}934$

Koeficijent položaja neutralne osi: $\xi = 0{,}174$

Deformacija betona: $\varepsilon_{c2} = 2{,}1‰$

Deformacija čelika: $\varepsilon_{s1} = 10{,}0‰$

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$A_{s1} = M_{Sd,\,x} \div (\zeta \times d \times f_{yd})$

$A_{s1} = 3522{,}0 \div (0{,}934 \times 25{,}0 \times 43{,}48)$ $A_{s1} = 3{,}45\ cm^2/m$

Odabrano:	
Uzdužna vlačna armatura:	3Ø 14 (A_s = 4,62 cm^2)

Proračun greda na poprečnu silu - Greda G1 (30x30)

Dimenzioniranje na poprečnu silu

$V_{Ed} \le V_{Rd,c} = \left[C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right] \cdot b_w \cdot d$	$V_{Ed} \le V_{Rd,max} = 0.5 \cdot \nu \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$
$V_{Rd,c,min} \ge \left[\nu_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right] \cdot b_w \cdot d$	
$V_{Rd,c,mjer} = \max\left(V_{Rd,c}, V_{Rd,c,min}\right)$	$V_{wd} = \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{s_w}$

C 30/37 (MB-40)

f_{cd}=30/1.5=20.0 MPa

Asl=3Ø14+3Ø14

=9.24cm^2

$VE_{d,y,max}$=54.6 kN

N_{sd}=0.0 kN

b_w	30,00	cm	**C 30/37**		
h	30,00	cm	f_{ck}	30,00	Mpa
d_1 (d_2)	5,00	cm	f_{cd}	2,00	kN/cm^2
d	25,00	cm	f_{yd}, $f_{yw,d}$	43,48	kN/cm^2
A_{sl}	9,24	cm^2	τ_{Rd}	0,34	kN/cm^2
$V_{Ed,max}$	54,60	kN	**Konstruktivna armatura**		
N_{sd}	0,00	kN	ρ_{min}	0,0011	
k	1,89		m	2	
ρ_l	0,0123		$V_{Ed,max}/V_{Rd,max}$	0,14	
ν_{min}	0,50		$s_{w.max}$	18,8	cm
σ_{cp}	0,00	kN/cm^2	$A_{sw,min}$	0,309	cm^2
$V_{Rd,c}$	56,8	kN			
$V_{Rd,c,min}$	37,5	kN	Odabrano:	**Ø8 / 15**	
$V_{Rd,c,mjer}$	56,8	kN	$A_{sw,od}$	0,50	cm^2
ν	0,528		V_{Rd}	65,57	kN
$V_{Rd,max}$	396,0	kN			

Minimalna površina uzdužne vlačne armature:

$A_{s1,\,min} = (0.022 \times f_{ck} \times b \times d) \div f_{yk}$

$A_{s1,\,min} = (0.022 \times 3.0 \times 30.0 \times 25.0) \div 50.0$

$A_{s1,\,min} = 0{,}99$ cm^2/m

$A_{s1,\,min} = (0.6 \times b \times d) \div f_{yk}$

$A_{s1,\,min} = (0.6 \times 30.0 \times 25.0) \div 500.0$

$A_{s1,\,min} = 0{,}9$ cm^2/m

$A_{s1,\,min} = 0.0015 \times b \times d$

$A_{s1,\,min} = 0.0015 \times 30.0 \times 25.0$

$A_{s1,\,min} = 1{,}125$ cm^2/m

Maksimalna površina uzdužne vlačne armature:

$A_{s1,\,max} = (0.159 \times f_{cd} \times b \times d) \div f_{yd}$

$A_{s1,\,max} = (0.159 \times 2.0 \times 30.0 \times 25.0) \div 43.48$

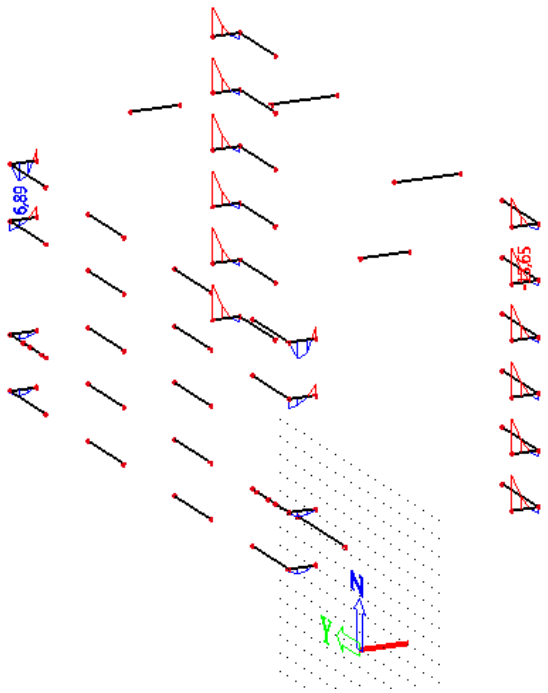
$A_{s1,\,min} = 5{,}48\ cm^2/m$

$A_{s1,\,max} = 0.04 \times b \times d$

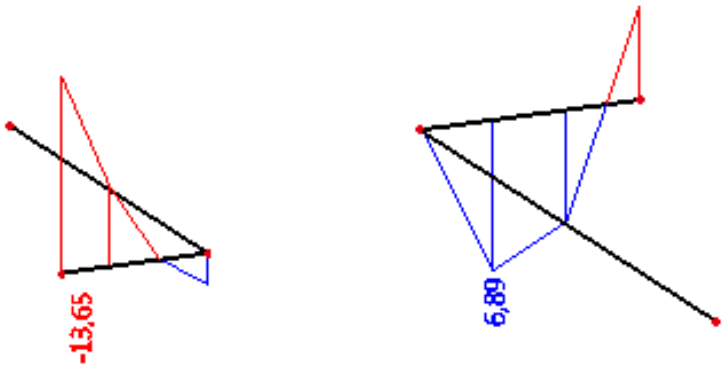
$A_{s1,\,max} = 0.04 \times 30.0 \times 25.0$

$A_{s1,\,min} = 30{,}0\ cm^2/m$

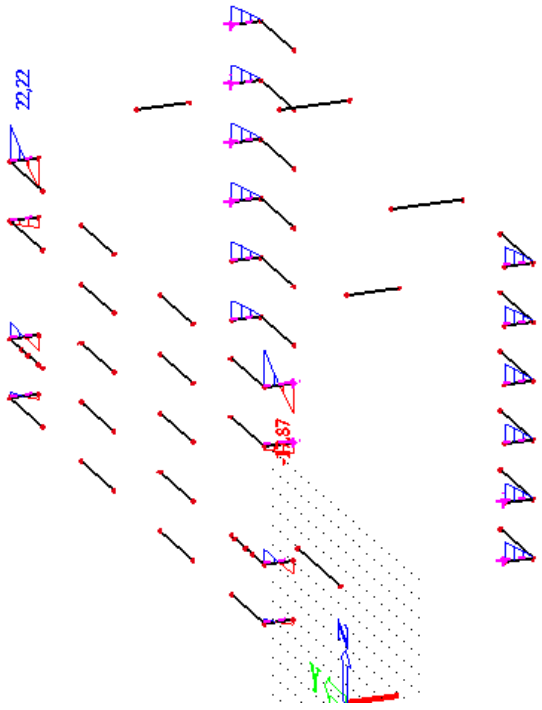
10.2.3 Prikaz rezultata za gredu pozicije G3 (30 x 30)



Slika 75. Dijagram momenta savijanja M_y (kNm) za gredu G3 (vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Qk", potres)

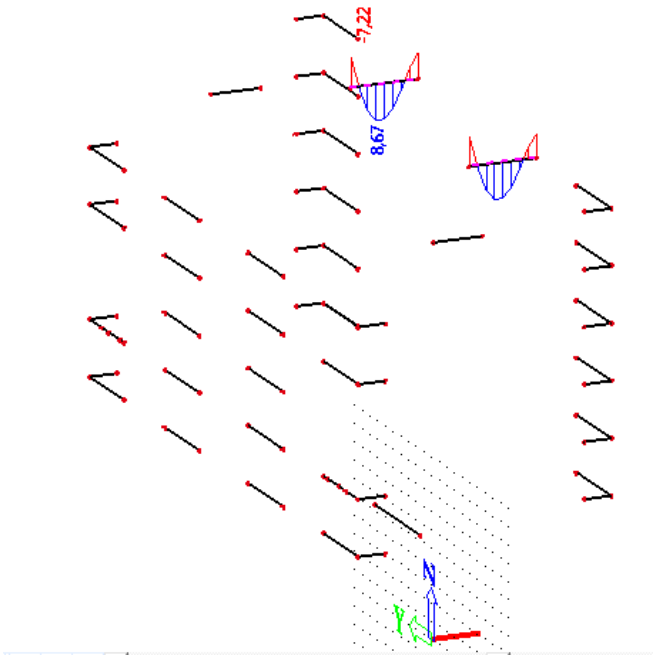


Slika 76. Dijagram maksimalnih momenta savijanja u polju M_y (kNm)I na ležaju za gredu G3 (vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Qk'

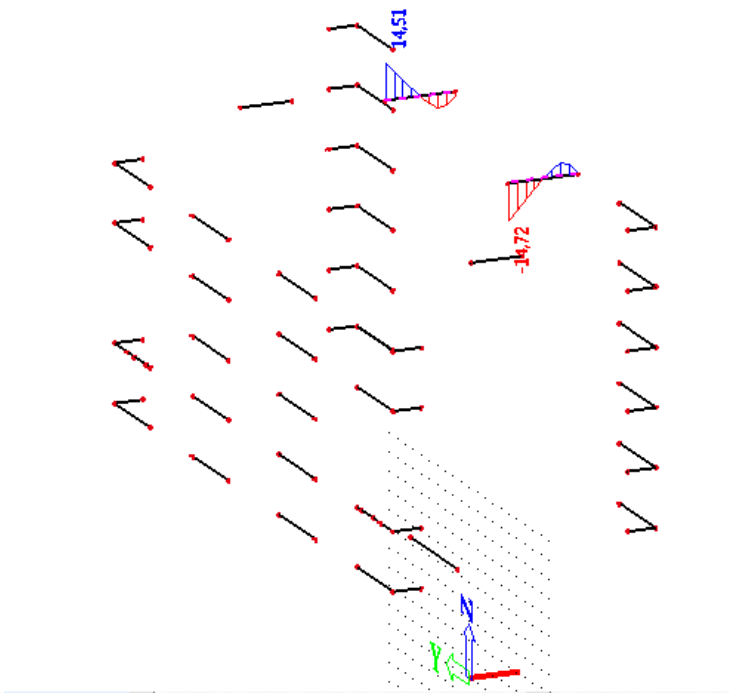


Slika 77. Dijagram poprečnih sila Vz (kN) za gredu G3 (vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Qk")

Greda pozicije G4 (30x30) ima sljedeće rezultate:

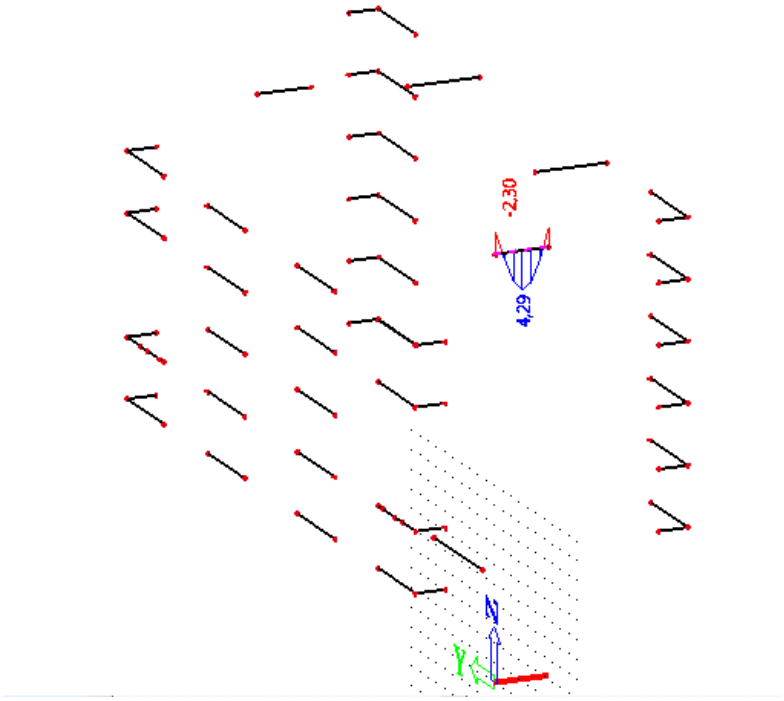


Slika 78. Dijagram momenta savijanja M_y (kNm) za gredu G4 (vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Qk")

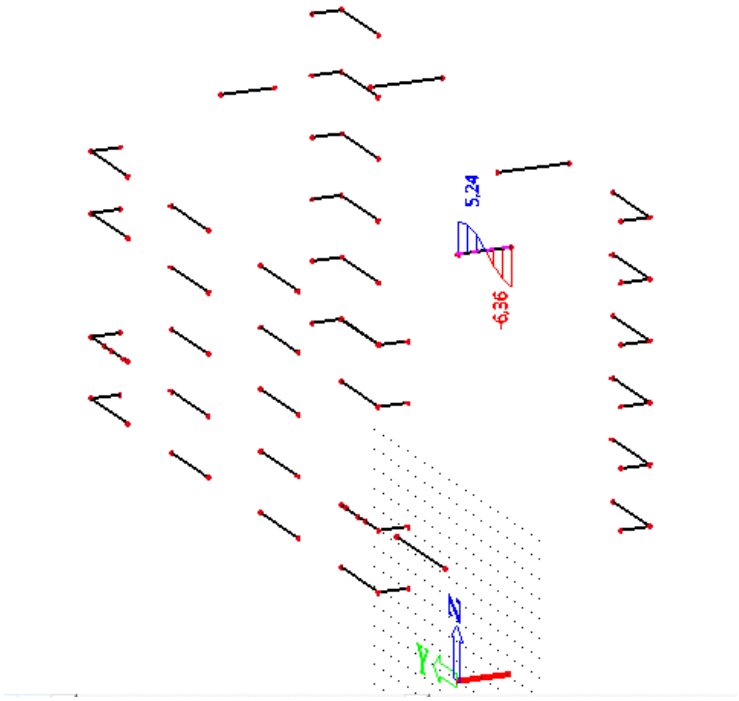


Slika 79. Dijagram poprečnih sila Vz (kN) za gredu G4(vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Qk")

Greda pozicije G5 (30x30) ima sljedeće rezultate:



Slika 80. Dijagram momenta savijanja M_y (kNm) za gredu G5(vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Qk")

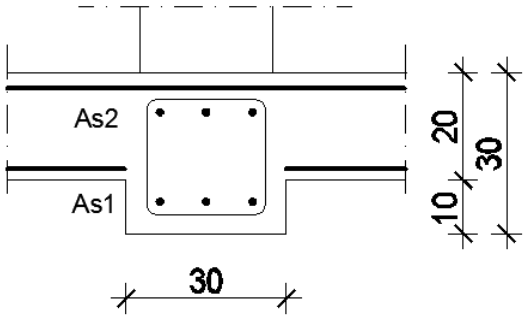


Slika 81. Dijagram poprečnih sila Vz (kN) za gredu G5 (vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Qk")

Greda pozicije G4 i G5 (30x30) imamo samo po dvije. Proračun smo vršili po maksimalnom momentu na ležaju grede G3 i maksimalnom momentu u polju grede G4. Razlika maksimalnog momenta greda G3 I G4 u polju nije velika. Ovime smo vršili dimenzioniranje grede G3 (30x30), gdje smo bili na strani sigurnosti. Proračunata armature korištena je i za grede G4 i G5 (30x30).

10.2.4 Proračun armature za gredu pozicije G3 (30 x30)

U tablici su prikazani ultimativni momenti nosivosti za odabranu šipkastu armaturu, za dimenzije greda prema skici:



Slika 82. Skica armature grede

Postupak dimenzioniranja:

C 30/37 $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1.5} = 20.0$ MPa; $f_{cd} = 2.0$ kN/cm^2

B 500B $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 435$ MPa; $f_{yd} = 43.5$ kN/cm^2

b=30 cm h=30 cm; d=25 cm

$\mu_{sds}^{*} = 0.159; \quad \zeta \approx 0.892 \quad \varepsilon_c / \varepsilon_s = 3.5/10.0$

$M_{Rd,c,\lim} = \mu_{sds}^{*}\, b\, d^2\, f_{cd} = 0.159 \cdot b\, d^2\, f_{cd}$

$M_{Rd,s,\lim s} = A_s\, \zeta\, d\, f_{yd}$

$A_{s1,min} = 0.1\%\, b\, h = 0.001 \cdot 30 \cdot 30 = 0.9\ cm^2$

$A_{s1,max} = 2.0\%\, b\, h = 0.020 \cdot 30 \cdot 30 = 18.0\ cm^2$

U tablici su prikazani ultimativni momenti nosivosti za odabranu šipkastu armaturu, za dimenzije greda prema Slika 82.

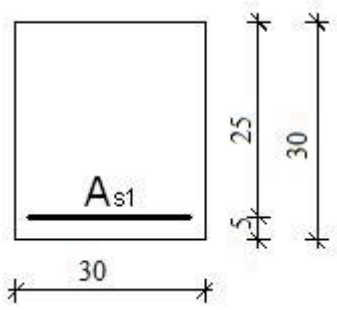
Tablica 28. Prikaz ultimativnih momenata nosivosti za odabranu šipkastu armaturu

Šipke	Površina A_{s1}	Moment nosivosti betona $M_{Rd,lim}$	Moment nosivosti armature $M_{as,lim}$	Postotak armature
	[cm^2]	[kNm]	[kNm]	%
2Ø12	2,26	59,63	22,13	0,30
3Ø12	3,39	59,63	33,19	0,45
4Ø12	4,52	59,63	44,26	0,60
2Ø14	3,08	59,63	30,13	0,41
3Ø14	4,62	59,63	45,20	0,62
4Ø14	6,16	59,63	60,26	0,82

U prilozima numeričkog proračuna prikazani su momenti savijanja za svaku gredu. Odabrana armatura za sve grede i skica armiranja greda prikazani su u grafičkim prilozima.

Pri proračunu nije korišteno da pozitivni momenti (momenti u polju) djeluju na T-presjek (greda ojačana pločom), što je na strani sigurnosti.

Proračun uzdužne armature u polju za gredu pozicije G3 (30 x 30)



Slika 83. Skica armature grede u polju

Dimenzije elementa:

h = 30.0 cm

b = 30.0 cm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 3.0$ cm (XC1)

$d_1 = c_{nom} + Ø_v + Ø \div 2.0 \approx 5.0$ cm

$d = h - d_1 = 25.0$ cm

Materijal:

Beton C30/37

$f_{ck} = 30.0$ Mpa

$f_{cd} = f_{ck} \div \gamma_c = 30.0 \div 1.5$

$f_{cd} = 20.0$ MPa (uobičajena kombinacija)

Čelik B500B $f_{yk} = 500.0$ Mpa

$f_{yd} = f_{yk} \div \gamma_s = 500.0 \div 1.15$

$f_{yd} = 434.8$ MPa (uobičajena kombinacija)

Proračunska kombinacija: $1.35 \times G_k + 1.50 \times Q_k$

Proračunsko opterećenje: $M_{Sd,\,y} = 8{,}67$ kNm

Bezdimenzionalni moment savijanja:

$\mu_{Sd} = M_{Sd,\,x} \div (b \times d^2 \times f_{cd})$

$\mu_{Sd} = 867.0 \div (30.0 \times 25.0^2 \times 2.0)$ $\mu_{Sd} = 0.023 < \mu_{Rd,lim}$

Koeficijent kraka unutarnjih sila: $\delta = 0.971$

Koeficijent položaja neutralne osi: $\xi = 0.083$

Deformacija betona: $\varepsilon_{c2} = 0.9$ ‰

Deformacija čelika: $\varepsilon_{s1} = 10.0$ ‰

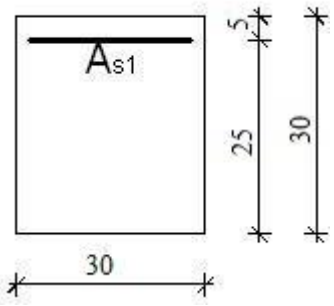
Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$A_{s1} = M_{Sd,\,x} \div (\delta \times d \times f_{yd})$

$A_{s1} = 867.0 \div (0.971 \times 25.0 \times 43.48)$ $A_{s1} = 0.82\ cm^2/m$

Odabrano:	
Uzdužna vlačna armatura:	3 Ø 12 ($A_s = 3{,}39\ cm^2$)

Proračun uzdužne armature nad ležajem za gredu pozicije G3 (30x30)



Slika 84. Skica armature grede nad ležajem

Dimenzije elementa:

h = 30.0 cm

b = 30.0 cm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c$ = 3.0 cm (XC1)

$d_1 = c_{nom} + Ø_v + Ø \div 2.0 \approx 5.0$ cm

$d = h - d_1$ = 25,0 cm

Materijal:

Beton C30/37

f_{ck} = 30,0 MPa

$f_{cd} = f_{ck} \div \gamma_c = 30,0 \div 1,5$

f_{cd} = 20,0 MPa (uobičajena kombinacija)

Čelik B500B

f_{yk} = 500,0 MPa

$f_{yd} = f_{yk} \div \gamma_s = 500,0 \div 1,15$

f_{yd} = 434,8 MPa (uobičajena kombinacija)

Proračunska kombinacija: $1.35 \times G_k + 1.50 \times Q_k$

Proračunsko opterećenje: $M_{Sd,\,x}$ = -13,65 kNm

Bezdimenzionalni moment savijanja:

$\mu_{Sd} = M_{Sd,\,x} \div (b \times d^2 \times f_{cd})$

$\mu_{Sd} = 1365,0 \div (30,0 \times 25,0^2 \times 2,0)$ $\mu_{Sd} = 0,036 < \mu_{Rd,lim}$

Koeficijent kraka unutarnjih sila: $\zeta = 0,965$

Koeficijent položaja neutralne osi: $\xi = 0,099$

Deformacija betona: ε_{c2} = 1,1‰

Deformacija čelika: ε_{s1} = 10,0 ‰

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$A_{s1} = M_{Sd,\,x} \div (\zeta \times d \times f_{yd})$

$A_{s1} = 1365{,}0 \div (0{,}965 \times 25{,}0 \times 43{,}48)$ $A_{s1} = 1{,}3\ cm^2/m$

Odabrano:	
Uzdužna vlačna armatura:	3 Ø 12 (A_s = 3,39 cm^2)

Proračun greda na poprečnu silu - Greda G3 (30x30)

Dimenzioniranje na poprečnu silu

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

$$V_{Rd,c,min} \ge \left[\nu_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right] \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rd,c,mjer} = \max\left(V_{Rd,c}, V_{Rd,c,min}\right)$$

$$V_{Ed} \le V_{Rd,max} = 0.5 \cdot \nu \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$$

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

C 30/37 (MB-40)

f_{cd}=30/1.5=20.0 MPa

Asl=3Ø12+3Ø12=6.78 cm^2

$V_{Ed,y,max}$=22.20 kN

N_{sd}=0.0 kN

b_w	30,00	cm	**C 30/37**		
h	30,00	cm	f_{ck}	30,00	Mpa
d_1 (d_2)	5,00	cm	f_{cd}	2,00	kN/cm^2
d	25,00	cm	f_{yd}, $f_{yw,d}$	43,48	kN/cm^2
A_{sl}	6,78	cm^2	τ_{Rd}	0,34	kN/cm^2
$V_{Ed,max}$	22,20	kN	**Konstruktivna armatura**		
N_{sd}	0,00	kN	ρ_{min}	0,0011	
k	1,89		m	2	
ρ_l	0,0090		$V_{Ed,max}/V_{Rd,max}$	0,06	
ν_{min}	0,50		$s_{w.max}$	18,8	cm
σ_{cp}	0,00	kN/cm^2	$A_{sw,min}$	0,309	cm^2
$V_{Rd,c}$	51,2	kN			
$V_{Rd,c,min}$	37,5	kN	Odabrano:	**Ø8 / 15**	
$V_{Rd,c,mjer}$	51,2	kN	$A_{sw,od}$	0,50	cm^2
ν	0,528		V_{Rd}	65,57	kN
$V_{Rd,max}$	396,0	kN			

Minimalna površina uzdužne vlačne armature:

$A_{s1,\,min} = (0.022 \times f_{ck} \times b \times d) \div f_{yk}$

$A_{s1,\,min} = (0.022 \times 3.0 \times 30.0 \times 25.0) \div 50.0$

$A_{s1,\,min} = 0{,}99\ cm^2/m$

$A_{s1,\,min} = (0.6 \times b \times d) \div f_{yk}$

$A_{s1,\,min} = (0.6 \times 30.0 \times 25.0) \div 500.0$

$A_{s1,\,min} = 0{,}9\ cm^2/m$

$A_{s1,\,min} = 0.0015 \times b \times d$

$A_{s1,\,min} = 0.0015 \times 30.0 \times 25.0$

$A_{s1,\,min} = 1{,}125\ cm^2/m$

Maksimalna površina uzdužne vlačne armature:

$A_{s1,\,max} = (0.159 \times f_{cd} \times b \times d) \div f_{yd}$

$A_{s1,\,max} = (0.159 \times 2.0 \times 30.0 \times 25.0) \div 43.48$

$A_{s1,\,min} = 5{,}48\ cm^2/m$

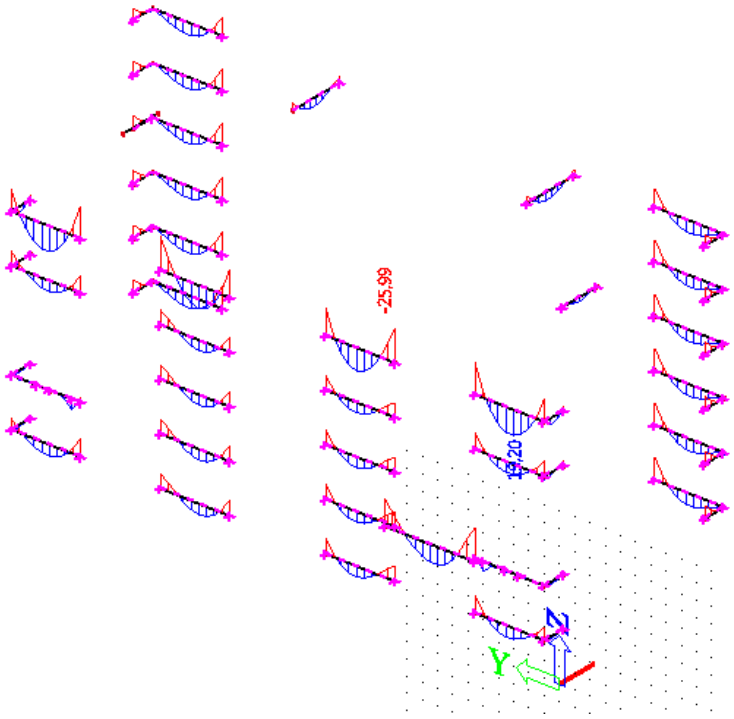
$A_{s1,\,max} = 0.04 \times b \times d$

$A_{s1,\,max} = 0.04 \times 30.0 \times 25.0$

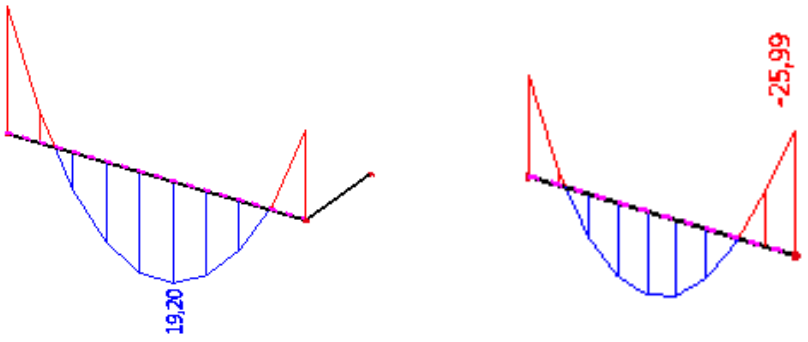
$A_{s1,\,min} = 30{,}0\ cm^2/m$

10.2.5 Proračun AB greda za GSU

Prikaz rezultata za grede G1

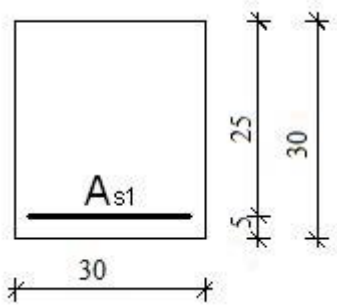


Slika 85. Dijagram momenata savijanja My (kNm) za gredu G1 (vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Qk")



Slika 86. Dijagram maksimalnih momenta savijanja u polju M_y (kNm) i na ležaju za gredu G1(vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Qk"

Kontrola graničnog stanja pukotina u polju grede G1 (30 x 30)



Slika87. Skica armature grede u polju

Dimenzije elementa:

b=30,0cm

h=30,0cm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 3.0$ cm (XC1)

$d_1 = c_{nom} + Ø_v + Ø \div 2.0 \approx 5.0$ cm

$d = h - d_2 = 25{,}0$ cm

Mjerodavni momenti u gredi su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja ($1.00 \times G_k + 1.00 \times Q_k$).

Granična vrijednost širine pukotine: w_g =0,3 mm (EC-2–uobičajena sredina) Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

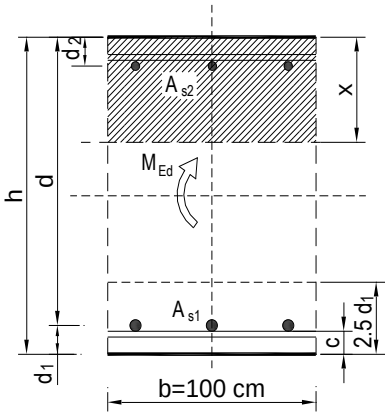
$$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$$

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju: M_{sd}=19,22 kNm

Armatura ploče donja zona**: 3Ø14** (4,62 cm^2/m)

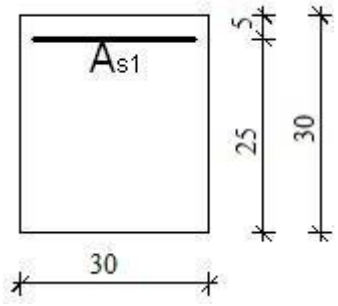
b =	30,0	cm	d =	25,0	cm	h =	30,0	cm
f_{ck} =	30,0	MN/m^2	f_{ctm} =	2,90	MN/m^2	w_g =	0,30	mm
A_{s1} =	4,62	cm^2				$d_1 = d_2$ =	5,0	cm
E_s =	200,00	GN/m^2	E_{cm} =	32,00	GN/m^2	$\alpha_e = E_s/E_{cm}$ =	6,25	
M_{Ed} =	19,2	kNm	k_t =	0,40				
σ_s =	180,99	MN/m^2						
x =	6,04	cm	$\rho_{p,eff}$ =	0,0123				
$(\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ =	0,000399	<	$0.6\cdot\sigma_s/E_s$ =	0,000543				
Ø =	14,0	mm	c =	4,30	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	339,38	mm						

$w_k = s_{r,max}\cdot(\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ = 0,184 mm < w_g



Pukotine zadovoljavaju!

Kontrola graničnog stanja pukotina nad ležajem grede G1 (30x30)



Slika 88. Skica armature grede u polju

Dimenzije elementa:

b = 30.0 cm

h = 30.0 cm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 2.0$ cm (XC1)

$d_1 = c_{nom} + Ø \div 2.0 \approx 5.0$ cm

$d = h - d_2 = 25.0$ cm

Mjerodavni momenti u gredi su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja ($1.00 \times G_k + 1.00 \times Q_k$).

Granična vrijednost širine pukotine: w_g =0,3 mm (EC-2–uobičajena sredina) Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

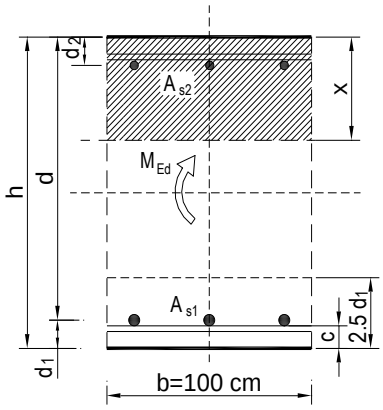
$$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$$

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju: M_{sd}= -25,99 kNm

Armatura ploče donja zona: **4Ø14** (6,16 cm^2/m)

b =	30,0	cm	d =	25,0	cm	h =	30,0	cm
f_{ck} =	30,0	MN/m^2	f_{ctm} =	2,90	MN/m^2	w_g =	0,30	mm
A_{s1} =	6,16	cm^2				$d_1 = d_2$ =	5,0	cm
E_s =	200,00	GN/m^2	E_{cm} =	32,00	GN/m^2	$\alpha_e = E_s/E_{cm}$ =	6,25	
M_{Ed} =	26,0	kNm	k_t =	0,40				
σ_s =	185,67	MN/m^2						
x =	6,83	cm	$\rho_{p,eff}$ =	0,0164				
$(\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ =	0,000540	<	$0.6 \cdot \sigma_s/E_s$ =	0,000557				
Ø =	14,0	mm	c =	4,30	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	291,09	mm						

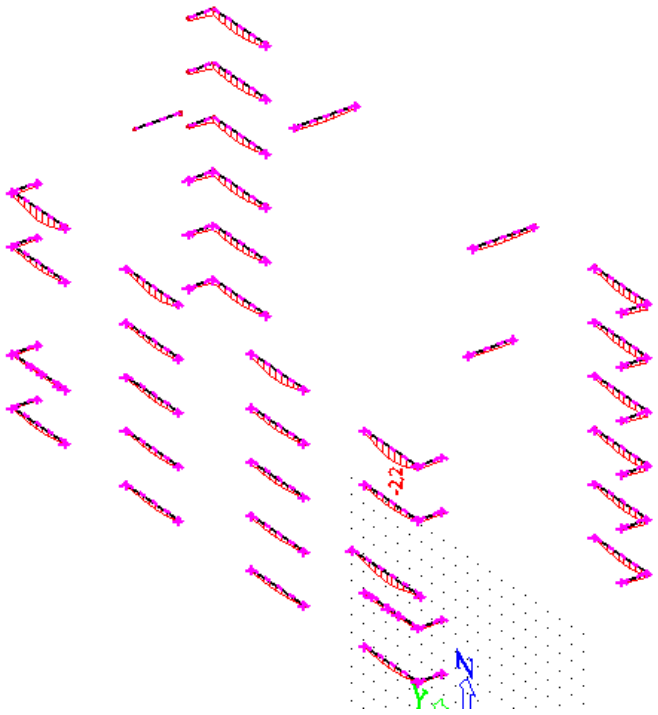
$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ = 0,162 mm < w_g



Pukotine zadovoljavaju!

Kontrola graničnog stanja deformacija (progiba) u polju grede G1

Prikaz rezultata za gredu G1



Slika 89. Dijagram progiba za grede G1

Progibi greda su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja ($1.0 \times G_k + 1.0 \times Q_k$):

$f_{el} = 2.2\text{mm} = 0.22$ cm

Granična vrijednost progiba ploče u polju: $f_{p,dop} = \frac{l_g}{250} = \frac{455}{250} = 1{,}82 cm$

Ukupni progib:

$$f_u = \phi(\infty) \cdot f_k$$

$\varphi(\infty)$ - konačni koeficijent puzanja, odabrano: $\phi(\infty) = 1.8$

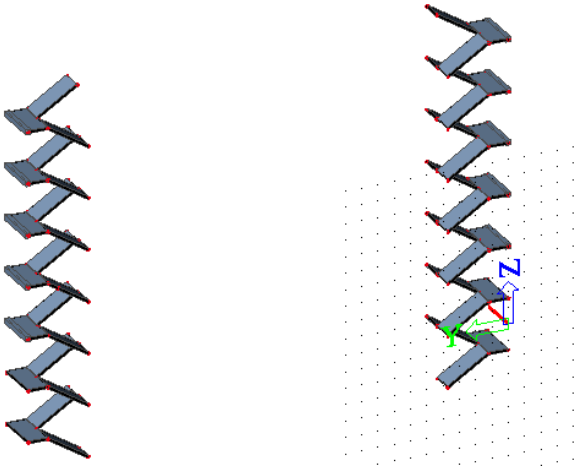
$f_d = \phi(\infty) \cdot f_k = 1.8 \cdot 0.22 = 0.396$ cm

$f_u = f_k + f_d = 0.22 + 0.396 = 0.62$ cm $< f_{p,dop=1,82}$ cm

11 PRORAČUN AB STUBIŠTA

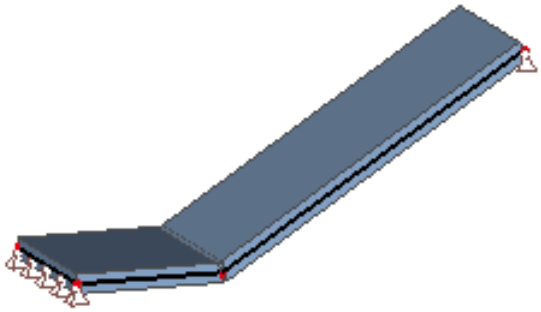
11.1 Proračun AB stubišta S100; d=16 cm

Prikaz stubišta S100 nalazi se na Slika 90. :



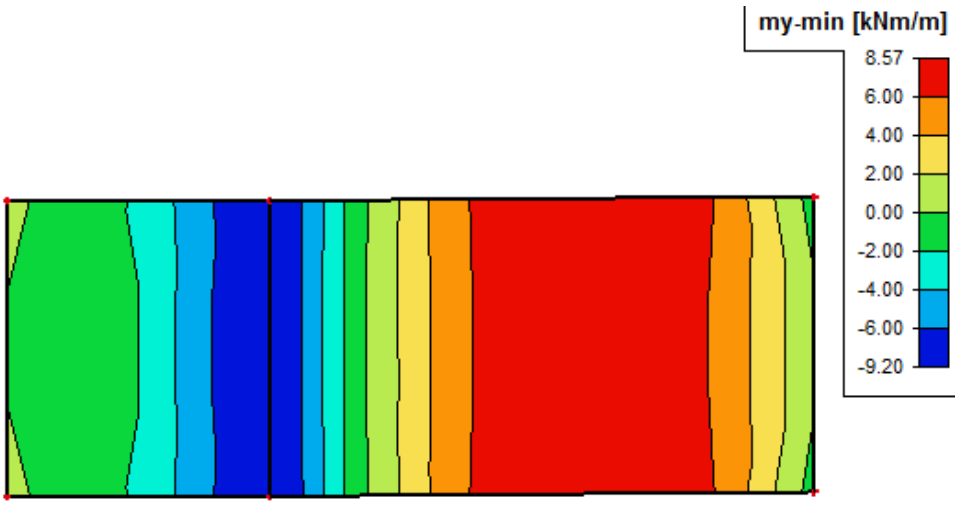
Slika 90. Renderirani prikaz stubišta S100

Proračun je vršen na odvojenom modelu napravljenom u program "Scia Engineer 2013".

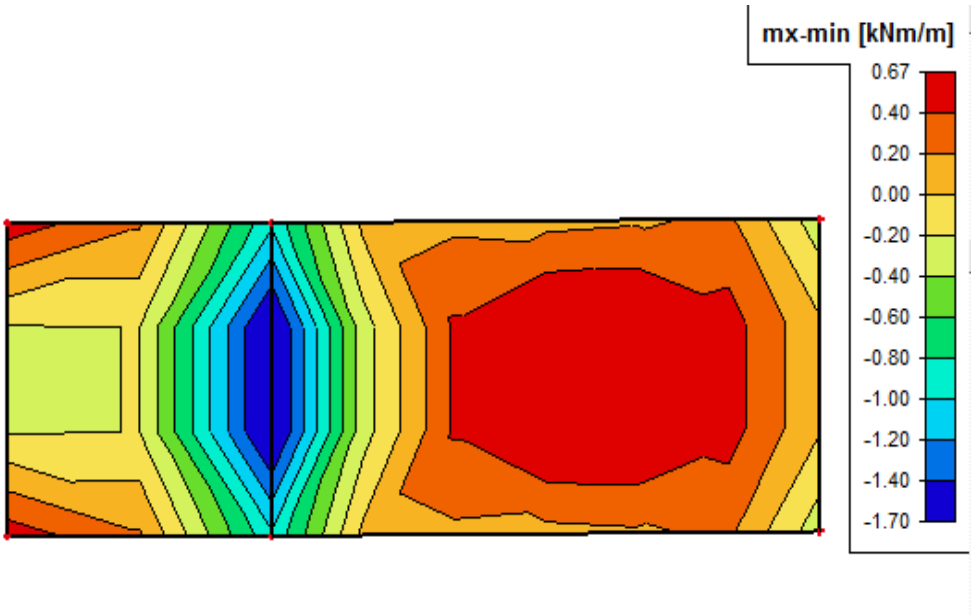


Slika 91. Renderirani prikaz statičkog sustava konstrukcije stubišta S100

Prikaz rezultata za stubište S100:

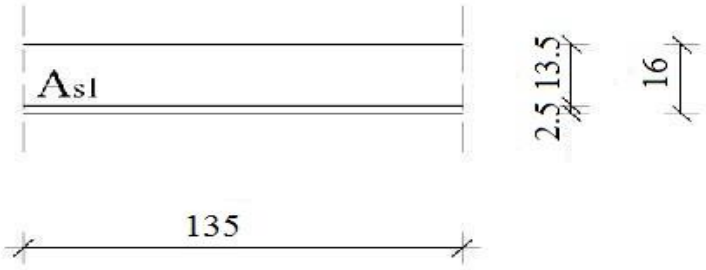


Slika 92. Dijagram momenata savijanja My (kNm) za stubište S100 (vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Q_k"



Slika 93. Dijagram momenata savijanja My (kNm) za stubište S100 (vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Q_k")

11.1.1 Proračun armature AB konstrukcije stubišta S100; d=16 cm



Slika 94. Skica armature stubišta u polju

Dimenzije elementa:

b = 135,0 cm

h = 16,0 cm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 2,0$ cm (XC1)

$d_1 = c_{nom} + Ø \div 2,0 \approx 2,5$ cm

$d = h - d_1 = 13,5$ cm

Materijal:

Beton C30/37

$f_{ck} = 30,0$ MPa

$f_{cd} = f_{ck} \div \gamma_c = 30,0 \div 1,5$

$f_{cd} = 20,0$ MPa (uobičajena kombinacija)

Čelik B500B

$f_{yk} = 500,0$ Mpa

$f_{yd} = f_{yk} \div \gamma_s = 500,0 \div 1,15$

$f_{yd} = 434,8$ MPa (uobičajena kombinacija

Proračunska kombinacija: $1,35 \times G_k + 1,50 \times Q_k$

Proračunsko opterećenje: $M_{Sd,\,y} = -9,20$ kNm

Dimenzioniramo na najveći moment savijanja koji se nalazi na ležaju. Dobivenu armature stavit ćemo u gornju I donju zonu.

Bezdimenzionalni moment savijanja:

$\mu_{Sd} = M_{Sd,\,y} \div (b \times d^2 \times f_{cd})$

$\mu_{Sd} = 920,0 \div (135,0 \times 13,5^2 \times 2,0)$ $\mu_{Sd} = 0,019 < \mu_{Rd,lim}$

Koeficijent kraka unutarnjih sila: $\zeta = 0,974$

Koeficijent položaja neutralne osi: $\xi = 0,074$

Deformacija betona: $\varepsilon_{c2} = 0,8$ ‰

Deformacija čelika: $\varepsilon_{s1} = 10,0$ ‰

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$A_{s1,uzd} = M_{Sd,\,x} \div (\zeta \times d \times f_{yd})$

$A_{s1,uzd} = 920,0 \div (0,974 \times 13,5 \times 43,48)$ $A_{s1} = 1,62$ cm^2/m

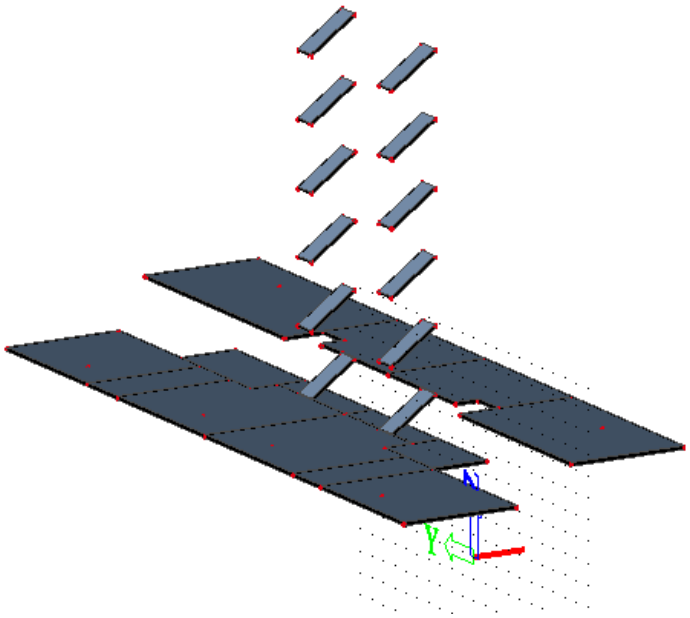
Odabrano:

Armaturna mreža: Q-283 ($A_s = 2,83$ cm^2/m)

Skica armature stubišta S100 vidljiva je u grafičkom prilogu.

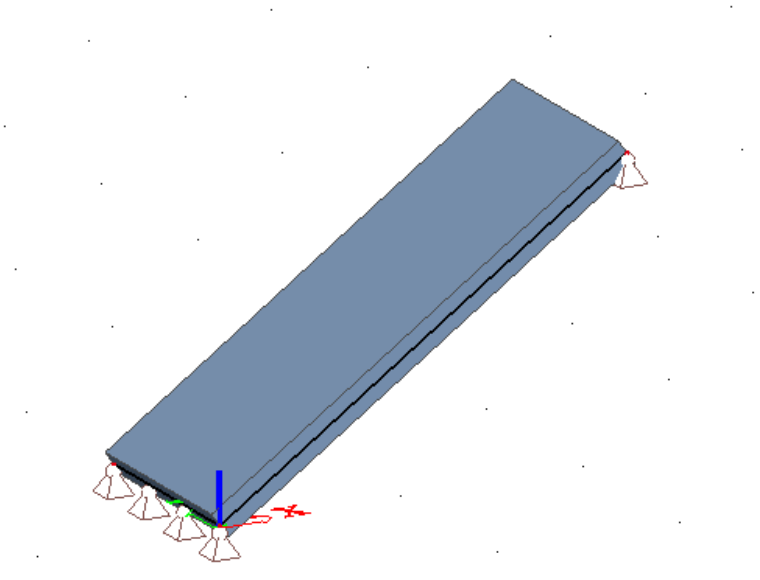
11.2 Proračun AB stubišta S200; d=16 cm

Prikaz stubišta S200 i ploče iznad prizemlja kako bi se pokazalo na koji način stubišta povezuju dvije ploče nalazi se na Slika 95. :



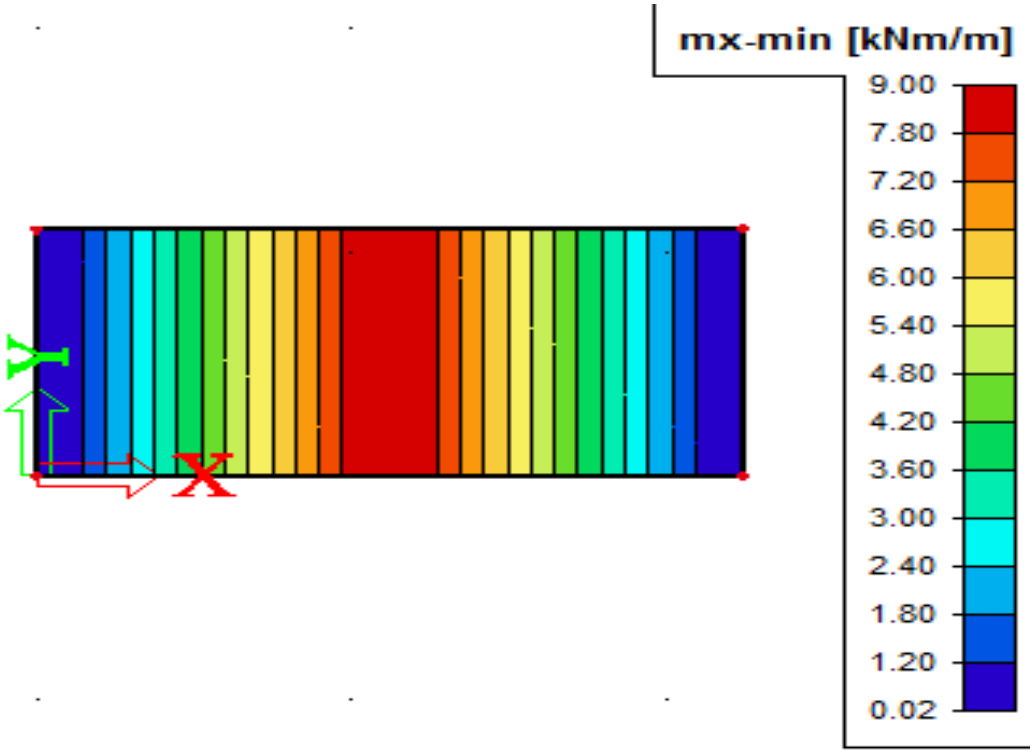
Slika 95. Renderirani prikaz stubišta S200

Proračun je vršen na odvojenom modelu napravljenom u program "Scia Engineer 2013".

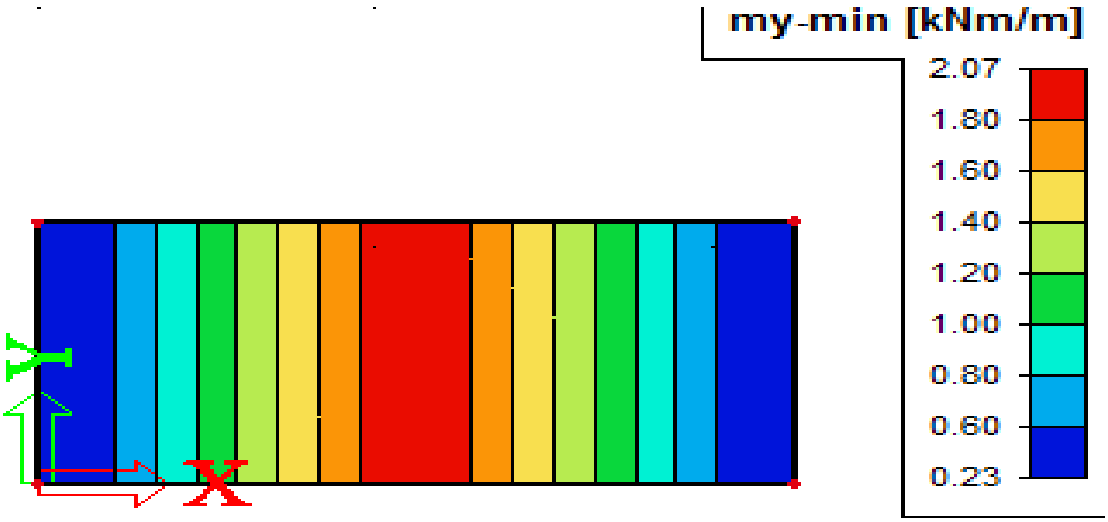


Slika 96. Renderirani prikaz statičkog sustava konstrukcije stubišta S200

Prikaz rezultata za stubište S200:

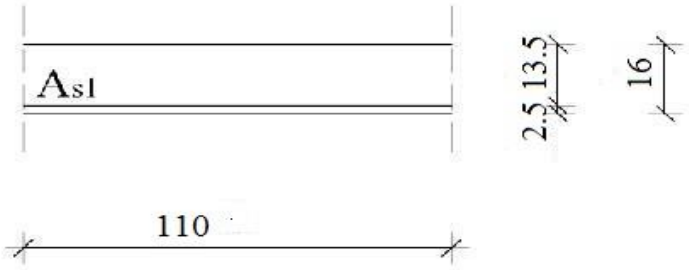


Slika 97. Dijagram momenata savijanja Mx (kNm) za stubište S200 (vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Qk")



Slika 98. Dijagram momenata savijanja My (kNm)za stubište S200 (vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Qk")

11.2.1 Proračun armature AB konstrukcije stubišta S200; d=16 cm



Slika 99. Skica armature stubišta u polju

Dimenzije elementa:

b = 110,0 cm

h = 16,0 cm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 2,0$ cm (XC1)

$d_1 = c_{nom} + Ø \div 2,0 \approx 2,5$ cm

$d = h - d_1 = 13,5$ cm

Materijal:

Beton C30/37

$f_{ck} = 30,0$ MPa

$f_{cd} = f_{ck} \div \gamma_c = 30,0 \div 1,5$

$f_{cd} = 20,0$ MPa (uobičajena kombinacija)

Čelik B500B

$f_{yk} = 500,0$ Mpa

$f_{yd} = f_{yk} \div \gamma_s = 500,0 \div 1,15$

$f_{yd} = 434,8$ MPa (uobičajena kombinacija)

Proračunska kombinacija: $1,35 \times G_k + 1,50 \times Q_k$

Proračunsko opterećenje: $M_{Sd,\,y} = 9,0$ kNm

Bezdimenzionalni moment savijanja:

$\mu_{Sd} = M_{Sd,\,y} \div (b \times d^2 \times f_{cd})$

$\mu_{Sd} = 900,0 \div (110,0 \times 13,5^2 \times 2,0)$ $\mu_{Sd} = 0,022 < \mu_{Rd,lim}$

Koeficijent kraka unutarnjih sila: $\zeta = 0,971$

Koeficijent položaja neutralne osi: $\xi = 0,083$

Deformacija betona: $\varepsilon_{c2} = 0,9$ ‰

Deformacija čelika: $\varepsilon_{s1} = 10,0$ ‰

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$A_{s1,uzd} = M_{Sd,\,x} \div (\zeta \times d \times f_{yd})$

$A_{s1,uzd} = 900,0 \div (0,971 \times 13,5 \times 43,48)$ $A_{s1} = 1,58$ cm^2/m

Odabrano:

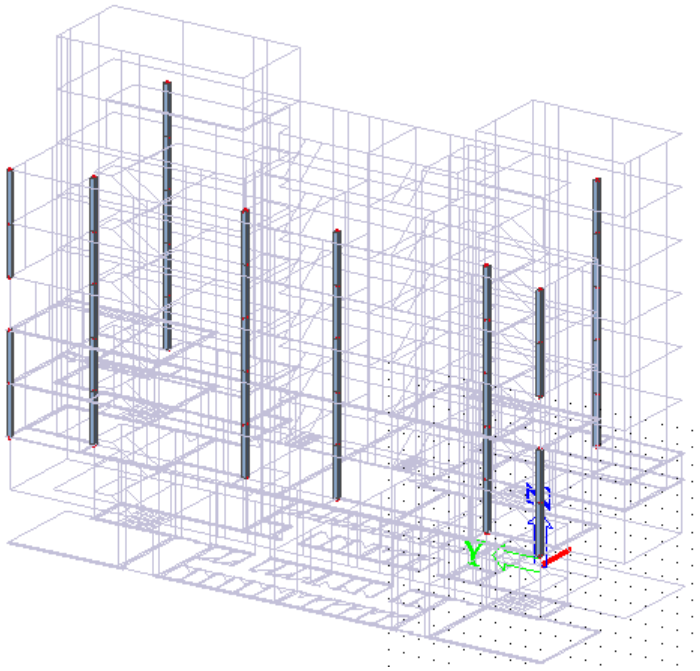
Armaturna mreža: Q-283 ($A_s = 1,88$ cm^2/m)

Skica armature stubišta S200 vidljiva je u grafičkom prilogu.

12 PRORAČUN VERTIKALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE

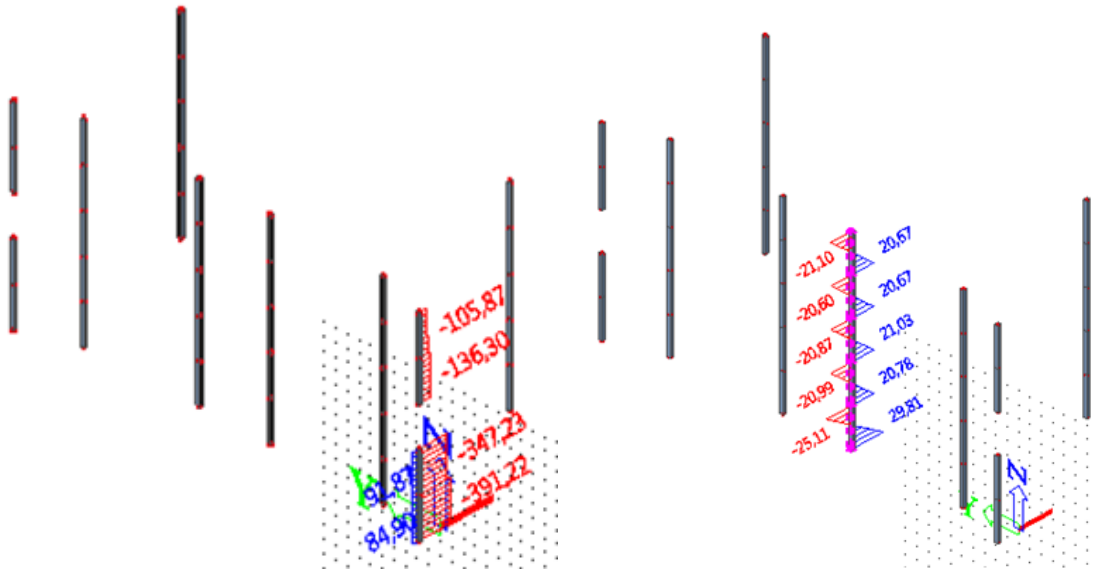
12.1 Proračun stupova S1

Prikaz razmještaja stupova u zgradi nalazi se na Slika 100. :



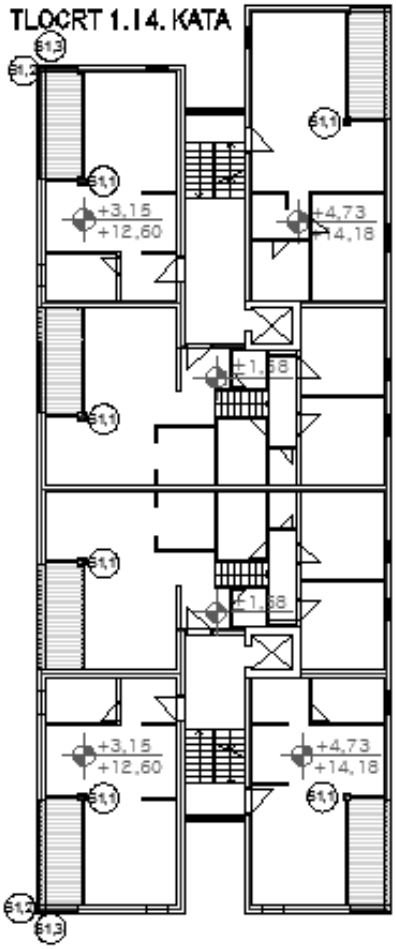
Slika 100. Renderirani prikaz stupova i njihovih pozicija u zgradi

12.1.1 Proračun AB stupova za GSN (POZ S1)



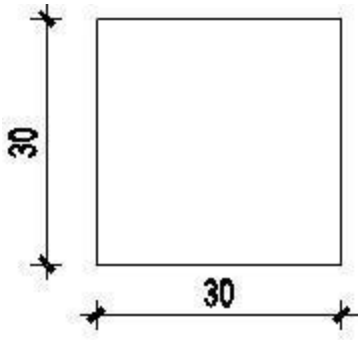
Slika 101. i Slika 102. Dijagram maksimalne uzdužne sile N (kN) i maksimalnog momenta savijanja My

(kNm) za stup POZ S1 za seizmičku kombinaciju opterećenja



Slika 103. Prikaz pozicija stupova na tlocrtu prvog, odnosno četvrtog kata

Proračun uzdužne armature stupa S1



Slika 104. Prikaz dimenzija stupa

Karakteristike elementa:

a=30,0 cm

b =30,0 cm

l_{S1} = 315,0cm

A_{S1} =900,0 cm^2

I =67500,0 cm^4

i = 8,66 cm

E_{cm} = 3200,0 kN/cm^2

Okvir koji čine stupovi podruma i prizemlja promatra se kao pomičan, zbog sigurnosti ne uzima se u obzir utjecaj rubnih zidova.

Vitkost
stupa: $\lambda_y = l_{i,y} \div i_y$ $l_i = \beta \times l$

$\beta \approx 1,4$ (očitano iz Jacksonova i Morelandova nomograma)

l_i = 1,4×315,0 =441,0 cm

$\lambda y = l_{i,y} \div i_y$=441,0/8,66=50,92≥$\lambda$crit=50

Utjecaj vitkosti stupova obuhvaćen je inženjerskom metodom povećanja momenata.

$M_{Sd,II} = \psi \times M_{Sd,I}$

$N_{Sd,II} = N_{Sd,I}$

$M_{Sd,II}$ = moment savijanja po teoriji II. reda $M_{Sd,I}$ = moment savijanja po teoriji I. reda $\Psi = C_m \div (1 – (\gamma \times N_{Sd}) \div N_E$

Koeficijent raspodjele momenata $C_m = 1$

Koeficijent redukcije $\gamma = 1,5$

Kritična Eulerova sila izvijanja $N_E = (\pi^2 \times E_{c,\,eff} \times I_{,II}) \div l_i^2$

Koeficijent puzanja betona: $\varphi(\infty, t_0) = 1,8$

Sekantni modul elastičnosti betona:

$E_{cm} = 3200,0\ kN/cm^2$

Djelotvorni modul elastičnosti betona:

$E_{c,\,eff} = E_{cm} \div (1,0 + \varphi(\infty, t_0))$

$E_{c,\,eff} = 3200,0 \div (1,0 + 1,8)$ $E_{c,\,eff} = 1142,8\ kN/cm$

$N_E = (\pi^2 \times 1142,8 \times 67500,0) \div 441,0^2$

$N_E = 3914,68\ kN$

Mjerodavne rezne sile su očitane i dimenzioniranje izvršeno za najkritičniji presjek bez obzira gdje se na stupu nalazio.

Rezne sile sortirane su u tablici :

Tablica 29. Prikaz očitanih reznih sila za stupove

STUP	KOMBINACIJA	OPTEREĆENJA			ψ	Mz,sd (kNm)	My,sd (kNm)	Nsd (kN)
		Mz,sd (kNm)	My,sd (kNm)	Nsd (kN)				
C1	Uobičajena 2	30,67	2,0	238,97	1,1	33,73	2,2	238,97
	Seizmička 1	26,58	6,0	338,99	1,149	30,54	6,89	338,99
C2	Uobičajena 1	10,72	23,97	69,84	1,027	11,01	24,62	69,84
	Seizmička 1	9,55	19,49	67,5	1,027	9,81	20,02	67,5
C3	Uobičajena 1	13,80	30,75	27,38	1,011	13,95	31,09	27,38
	Seizmička 1	12,20	22,25	42,89	1,017	12,41	22,63	42,89
C4	Uobičajena 1	14,03	29,81	29,32	1,011	14,18	30,14	29,32
	Seizmička 1	12,85	22,62	38,96	1,015	13,04	22,96	38,96
C5	Uobičajena 1	10,63	22,72	64,81	1,025	10,90	23,29	64,81
	Seizmička 1	10,65	19,03	60,88	1,024	10,91	19,49	60,88
C6	Uobičajena 2	29,01	1,71	232,31	1,10	31,91	1,88	232,31
	Seizmička 1	27,48	8,41	391,22	1,176	32,32	9,89	391,22
C7	Uobičajena 2	5,86	28,78	38,96	1,015	5,95	29,21	38,96
	Seizmička 2	7,56	21,66	55,14	1,022	7,73	22,08	55,14
C8	Uobičajena 2	6,73	27,49	44,45	1,017	6,84	28,37	44,45
	Seizmička 2	6,82	19,82	51,75	1,020	6,96	20,22	51,75

U tablici su prikazane rezne sile od četiri kombinacije opterećenja:

Uobičajena kombinacija 1 :

$1{,}35 \times G_k + 1{,}50 \times Q_k$

Uobičajena kombinacija 2 :

$1{,}35 \times G_k + 1{,}50 \times Q_k + 1{,}5 \times (0{,}6 \times W_y + 0{,}6 \times S)$

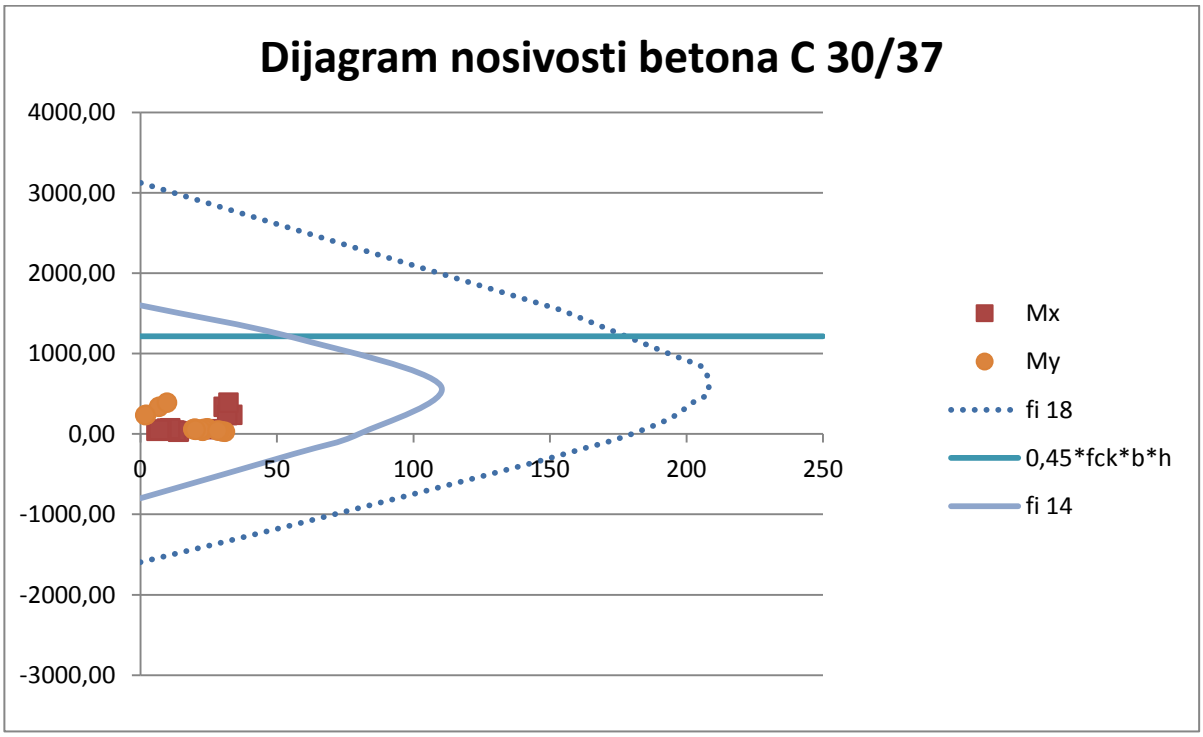
Seizmička kombinacija 1 :

$1{,}0 \times G_k + 0{,}3 \times Q_k + 1{,}0 \times Ax$

Seizmička kombinacija 2 :

$1{,}0 \times G_k + 0{,}3 \times Q_k + 1{,}0 \times Ay$

Proračun uzdužne armature pomoću dijagrama interakcije:



Slika 105. Dijagram nosivosti za stup 30x30 cm(30/37)

Odabrano:

Uzdužna vlačna armature: 8 Ø 14 (12,32 cm^2)

Pošto su stupovi relativno kratki, usvojena je ista količina armature po cijeloj visini stupa.

Minimalna površina uzdužne armature:

$A_{s,\,min} = 0{,}15 \times (N_{Sd,\,max} \div f_{yd}) = 0.15 \times (391{,}22 \div 43{,}48)$

$A_{s,\,min} = 0{,}003 \times A_C = 0{,}003 \times 900$

$A_{s,\,min} = 2{,}7\ cm^2$

Maksimalna površina uzdužne armature:

$A_{s1,\,max} = 0{,}04 \times A_C = 0{,}04 \times 900$

$A_{s,\,max} = 36{,}0\ cm$

NAPOMENA:

Stupovi ne preuzimaju potresne sile.

Vertikalni razmak spona s_w :

$s_w \leq 12 \times \Phi_{s,min}$ ($\Phi_{s,min} \geq 12mm$) = 12 × 14 = 16,80 cm

$s_w \leq$ najmanja stranica presjeka stupa =30 cm

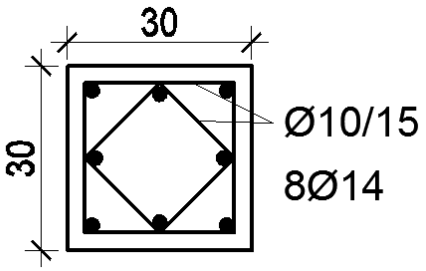
$s_w \leq 30.0\ cm$

U područjima neposredno ispod ili iznad greda ili ploča na visini jednakoj većoj izmjeri presjeka stupa (u ovom slučaju 30 cm), odabrani razmak vilica umanjuje se faktorom 0.60 :

$s_w \leq 0.60 \times 12 \times \Phi_{s,min} (\geq 12mm) = 0{,}60 \times 12 \times 14 = 10{,}08$ cm

Odabrano:	
Poprečna armatura (u srednjem dijelu stupa):	Ø 10 / 15,0 cm
Poprečna armatura (pri vrhu i dnu stupa):	Ø 10 / 10,0 cm

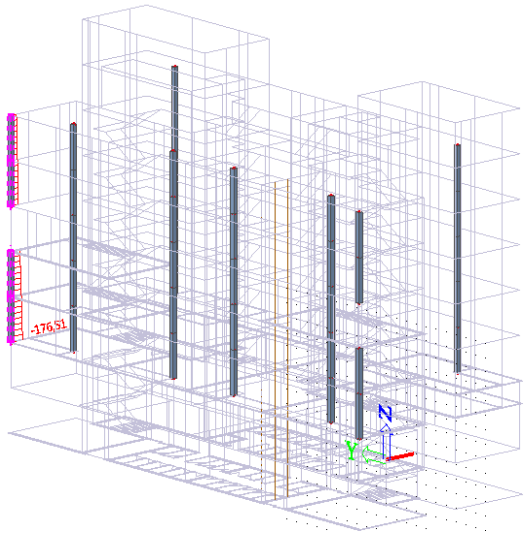
Skica presjeka stupa po sredini:



Slika 106. Skica armature stupa S1 (30x30)

12.1.2 Proračun AB stupova za GSU

Kontrola naprezanja



Slika 107. Prikaz maksimalne uzdužne sile stupa S1 za GSU

Kombinacija opterećenja I $1{,}0 \times G_k + 1{,}0 \times Q_k$

Proračunsko opterećenje: $N_{Sd,\,max} = 176{,}51$ kN

Granično stanje naprezanja :

$\sigma_c \leq 0{,}45 \times f_{ck} = 0{,}45 \times 3$ $0{,}45 \times f_{ck} = 1{,}35$ kN/cm^2

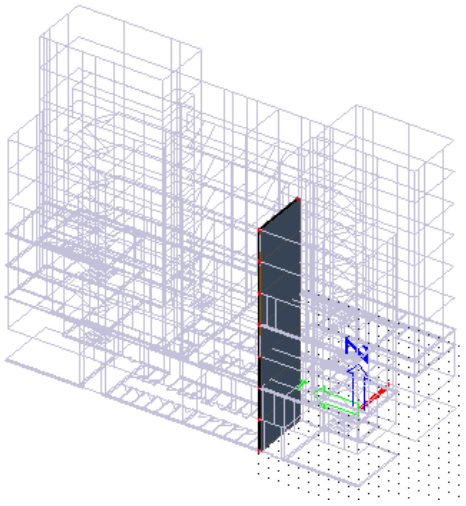
Naprezanje u betonu:

$\sigma_c = N_{Sd,max} \div A_C$

$\sigma_c = 176{,}51 \div 900$ $\sigma_c = 0{,}196$ kN/cm^2

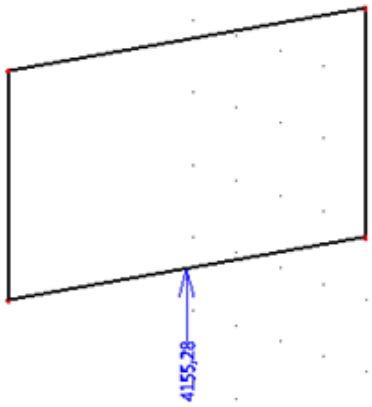
$\sigma_c \leq 0{,}45 \times f_{ck}$ (Kontrola naprezanja zadovoljava)

12.2 Proračun zida

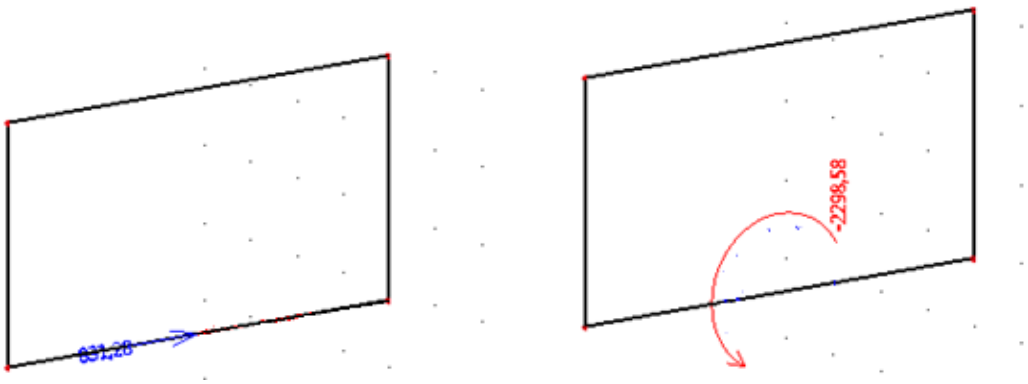


Slika 108. Renderirani izgled zida i njegova pozicija u zgradi

12.2.1 Proračun AB zida na seizmičku kombinaciju opterećenja



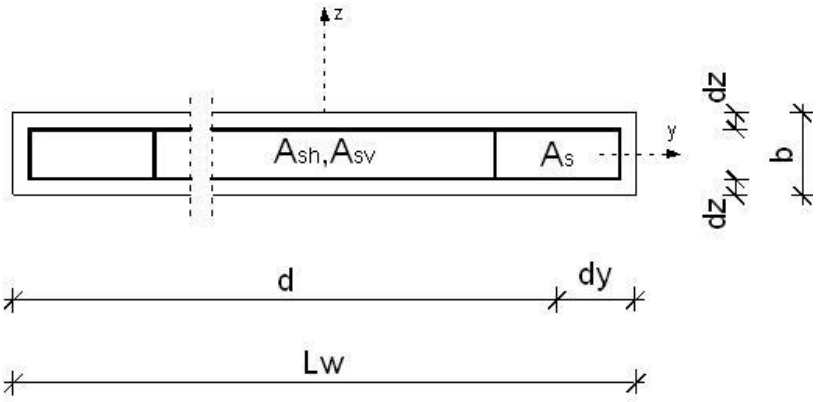
Slika 109. Dijagram uzdužnih sila N zida Z1 za potresnu kombinaciju opterećenja



Slika 110. i Slika 111. Dijagram poprečnih sila V i momwnta savijanja zida Z1 za potresnu kombinaciju opterećenja

12.2.2 Proračun zida

Dimenzije elementa:



Slika 112. Skica zida

b = 30.0 cm

L_w = 580.0 cm

H_w = 22.05 m

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c$ = 2.0 cm (XC1)

$d_z = c_{nom} + Ø_{sh} + Ø_{sv} \div 2.0 \approx 4.0$ cm

$d_y = c_{nom} + Ø_v + Ø \div 2.0 + 15.0 \approx 20.0$ cm

$d = l - d_y$ = 560.0 cm

Vitkost zidova :

$H_w \div L_w$ = 22.05 ÷ 5.80= 3.8> 2.0

Visina kritičnog područja :

h_{cr} = max (L_w; $H_w \div 6.0$) = max (580 cm; 525 cm)

h_{cr}= min ($2\times L_w$; h) = min (1160 cm; 315 cm)

h_{cr} =315cm

Materijal:

Beton C 30/37

f_{ck} = 30.0 MPa

$f_{cd} = f_{ck} \div \gamma_c = 30.0 \div 1.3$

f_{cd} = 23.0 MPa (seizmička kombinacija)

Čelik B500B

f_{yk} = 500.0 MPa

$f_{yd} = f_{yk} \div \gamma_s = 500.0 \div 1.0$

f_{yd} = 500.0 MPa (seizmička kombinacija)

τ_{Rd} = 0.34 MPa

Proračunska kombinacija: $1.00 \times G_k + 0.30 \times Q_k + 1.0A_x$

Proračunsko opterećenje:

N_{Sd} = 4155,28 kN

$M_{Sd,\ x}$ = 2298,58 kNm

$V_{Sd,\ y}'$ = 831,28 kN

12.2.3 Proračun nosivosti na uzdužnu silu i moment savijanja

Računski moment savijanja s obzirom na vlačnu armaturu:

$M_{Sds,\,x} = M_{Sd,\,x} + N_{Sd} \times (d - L_w \div 2.0)$

$M_{Sds,\,x} = 2298{,}58 + 4155{,}28 \times (5{,}6 - 5{,}8 \div 2.0)$ $M_{Sds,\,x} = 13517{,}84$ kNm

Moment nosivosti jednostruko armiranog presjeka:

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

$M_{Rd,\,x,\,lim} = 0.159 \times 30.0 \times 560.0^2 \times 2.3 \times 10^{-2}$ $M_{Rd,\,z,\,lim} = 34405{,}06$ kNm

Bezdimenzionalni moment savijanja:

$\mu_{Sd} = M_{Sds,\,x} \div (b_w \times d^2 \times f_{cd})$

$\mu_{Sd} = 1351784 \div (30.0 \times 560.0^2 \times 2.3)$ $\mu_{Sd} = 0.062 < \mu_{Rd,lim}$

Koeficijent kraka unutarnjih sila: $\delta = 0.950$

Koeficijent položaja neutralne osi: $\xi = 0.138$

Deformacija betona: $\varepsilon_{c2} = 1.6‰$

Deformacija čelika: $\varepsilon_{s1} = 10.0$ ‰

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$A_{s1} = M_{Sds} \div (\delta \times d \times f_{yd}) - N_{Sd} \div f_{yd}$

$A_{s1} = 1351784 \div (0.950 \times 560.0 \times 50.0) - 4155{,}28 \div 50.0$ $A_{s1} < 0{,}00$ cm^2

Potrebna minimalna površina uzdužne vlačne armature u rubovima zida.

Odabrano:

Uzdužna vlačna armatura:12 Ø 18 ($A_s = 30.54 cm^2$)

Minimalna površina vlačne armature:

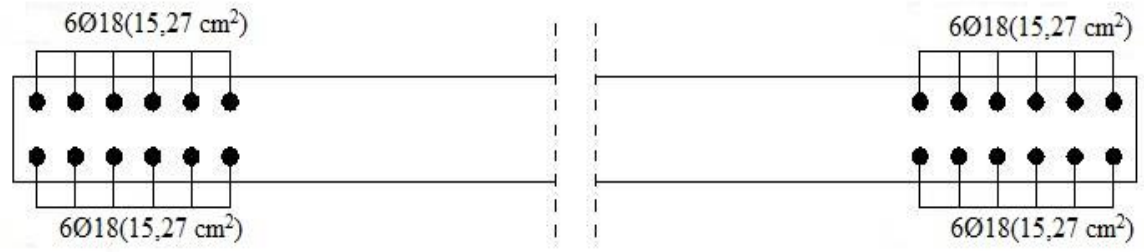
$A_{s1,\,min} = 0.0015 \times b \times d$

$A_{s1,\,min} = 0.0015 \times 30 \times 560$ $A_{s1,\,min} = 25.2\ cm^2$

Maksimalna površina vlačne armature:

$A_{s1,\,max} = (0.310 \times f_{cd} \times b \times d) \div f_{yd}$

$A_{s1,\,max} = (0.310 \times 2.3 \times 30.0 \times 560.0) \div 50.0$ $A_{s1,\,max} = 239.57\ cm^2$



Slika 113. Uzdužna vlačna armatura za rub zida

12.2.4 Proračun nosivosti na poprečnu silu

Proračunsko opterećenje:

$V_{Sd,\ y} = V_{Sd,\ y}' \times q = 831.28 \times 2.70$

$V_{Sd,\ y} = 2244{,}46$ kN

Lom tlačne dijagonale u zidu:

U kritičnom području:

$V_{Rd2} = 0.4 \times (0.7 - f_{ck} \div 200.0) \times f_{cd} \times b \times 0.8 \times d$

$V_{Rd2} = 0.4 \times (0.7 - 30.0 \div 200.0) \times 23.0 \times 30.0 \times 0.8 \times 560.0$

$V_{Rd2} = 68006.40$ kN

Izvan kritičnog područja:

$V_{Rd2} = 0.5 \times (0.7 - f_{ck} \div 200.0) \times f_{cd} \times b \times 0.8 \times d$

$V_{Rd2} = 0.5 \times (0.7 - 30.0 \div 200.0) \times 23.0 \times 30.0 \times 0.8 \times 560.0$

$V_{Rd2} = 85008.00$ kN

$V_{Rd2} > V_{Sd,}$

Lom vlačne dijagonale u zidu:

$V_{Rd3} = V_{wd} + V_{cd}$

Posmična vitkost:

$$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{Sd} \cdot l_w} = \frac{2298{,}58}{831{,}28 \cdot 5{,}80} = 0{,}477 \Rightarrow \text{zidovi nose izrazito posmično}$$

$$V_{sd} = \rho_v \cdot f_{yd} \cdot 0.8 \cdot d$$

$$V_{sd} = 0.0022 \cdot 50 \cdot 30 \cdot 0.8 \cdot 560$$

Minimalna površina vertikalne i horizontalne armature:

$A_{sv,\,min} = A_{sh,\,min} = 0.002 \times b \times d = 0.002 \times 30.0 \times 100.0$ $A_{s,\,min} = 6.0\ cm^2/m$

Minimalni promjer šipke armaturne mreže ≥ 8 mm.

Odabrano: Armatura zida (obostrano): Q -335 (Φ8 /15 cm, $A_S = 6.70\ cm^2/m$)

Koeficijent armiranja vertikalnom i horizontalnom armaturom:

$\rho_v = \rho_h = A_s \div (b \times d) = 6.70 \div (30.0 \times 100.0)$ $\rho_v = 0.0022$

Nosivost betona i odabrane uzdužne armature:

$V_{cd} = \tau_{Rd} \times (1.20 + 40 \times \rho_v) \times b_w \times z$

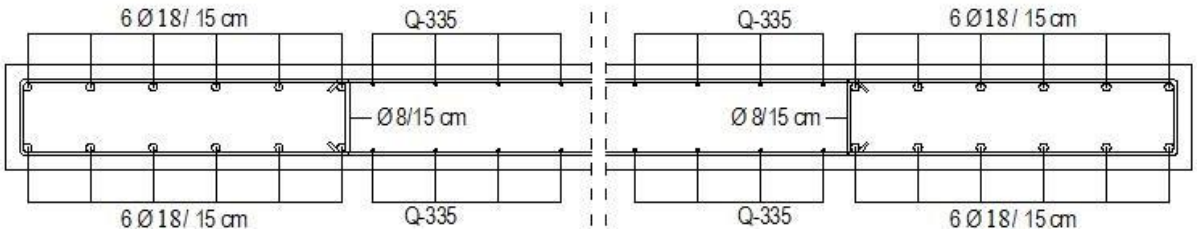
$V_{cd} = 0.034 \times (1.20 + 40 \times 0.0022) \times 30 \times 0.8 \times 560$ $V_{cd} = 588,56$ kN

Ukupna nosivost vlačnih dijagonala hrpta :

$V_{Rd3} = V_{wd} + V_{cd} = 1478,4 + 588.56$ $V_{Rd3} = 2066,96$kN

$V_{Rd3} > V_{Sd,\,y}$

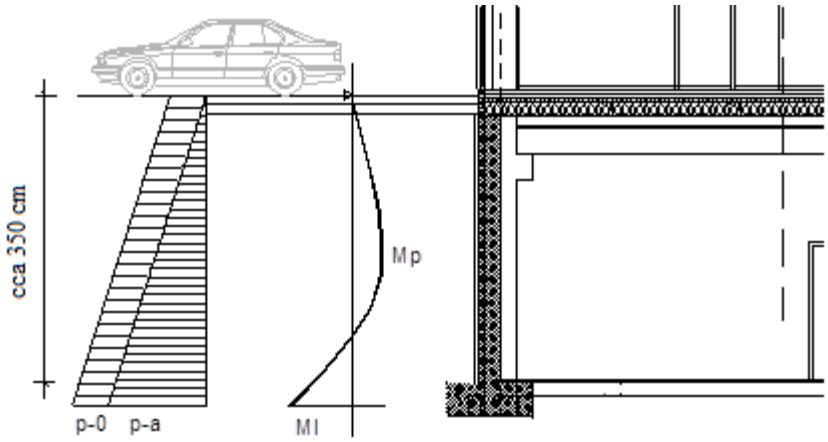
Napomena: Detalji armiranja prikazani su u grafičkim prilozima.



Slika 114. Ukupna armatura zida

13 PRORAČUN OBODNIH ZIDOVA PODRUMA

Obodni zidovi u podrumu dominantno su opterećeni aktivnim tlakom tla. Potporni zid, koji je ujedno i zid same konstrukcije, nalazi se s dvije strane garaže, te s tri strane svake zgrade. Točnije, omeđuje cijelu građevinu u podzemnoj etaži. Opterećen je aktivnim tlakom tla (p_a), te dodatnim tlakom (p_0). Zid je dreniran, a prema geotehničkom izvještaju nivo podzemne vode je niži od dna temeljenja, pa se ne računa na dodatni tlak vode. Ipak, radi sigurnosti, dodatni tlak je uzet u nešto većem iznosu, da se kompenzira moguća pojava hidrostatskog tlaka. Skica armature vidljiva je u grafičkom prilogu.



Slika 115. Skica opterećenja obodnog zida garaže

k_a= 0.4 (koeficijent tlaka mirovanja)

e_1= 20 x 3.2 x 0.4 = 25.6 kN/m

$$p_0 = 15.0\ kN/m^2$$

$$p_a = \gamma_{zem} \cdot h \cdot k_a = 19 \cdot 3.50 \cdot 0.4 = 26.6\ kN/m^2$$

$$M_{L,pa} = \frac{p_a \cdot l^2}{15} = \frac{26.6 \cdot 3.15^2}{15} = 21.75\ kNm/m \quad ; \quad M_{L,p0} = \frac{p_0 \cdot l^2}{8} = \frac{15.0 \cdot 3.50^2}{8} = 22.97\ kNm/m$$

$$M_{P,pa} = \frac{p_a \cdot l^2}{15 \cdot \sqrt{5}} = \frac{26.6 \cdot 3.50^2}{15 \cdot \sqrt{5}} = 9.74\ kNm/m \quad ; \quad M_{P,p0} = \frac{9 \cdot p_a \cdot l^2}{128} = \frac{9 \cdot 15.0 \cdot 3.50^2}{128} = 12.92\ kNm/m$$

$$M_{L,sd} = \gamma_q \cdot \left(M_{L,pa} + M_{L,p0}\right) = 1.5 \cdot (21.75 + 22.97) = 67.08\ kNm/m$$

$$M_{P,sd} = \gamma_q \cdot \left(M_{P,pa} + M_{P,p0}\right) = 1.5 \cdot (9.74 + 12.92) = 33.99\ kNm/m$$

Dimenzioniranje se provodi samo na moment savijanja bez uzdužne tlačne sile, što je na strani sigurnosti.

Vanjska strana zida

(uobičajena komb.)	**b**	100,00	cm				
	h	30,00	cm	**C 30/37**			
C 30/37 (MB-40)	**d_1 (d_2)**	2,50	cm	**f_{cd}**	2,00	kN/cm^2	
f_{cd}=30/1.5=20.0 MPa	**d**	27,50	cm	**f_{yd}**	43,48	kN/cm^2	
	M_{sd}	67,08	kNm	**Jednostruko armiranje**			
B 500	**N_{sd}**	0,00	kN	**w**	0,107		
	e_{s1}	10,0	‰	**r**	0,100	%	
f_{yd}=500/1.15=434.8 MPa	**e_{c2}**	3,5	‰	**x**	0,180		
	M_{sds}	67,08	kNm	**z**	0,931		
M_{sd}= 67.08 kNm	**$M_{Rd,lim}$**	240,49	kNm	**A_{s1}**	6,03	cm^2	
	m_{sd}	0,044		**A_{s2}**	0,00	cm^2	
N_{sd}= 0.0 kN				**$A_{s,min}$**	2,75	cm^2	
	Odabrana armatura: **Ø18/20 (A_s=12,7 cm^2/m)**						

Unutarnja strana zida

(uobičajena komb.)	**b**	100,00	cm				
	h	30,00	cm	**C 30/37**			
C 30/37 (MB-40)	**d_1 (d_2)**	2,50	cm	**f_{cd}**	2,00	kN/cm^2	
f_{cd}=30/1.5=20.0 MPa	**d**	27,50	cm	**f_{yd}**	43,48	kN/cm^2	
	M_{sd}	33,99	kNm	**Jednostruko armiranje**			
B 500	**N_{sd}**	0,00	kN	**w**	0,056		
	e_{s1}	10,0	‰	**r**	0,100	%	
f_{yd}=500/1.15=434.8 MPa	**e_{c2}**	3,5	‰	**x**	0,123		
	M_{sds}	33,99	kNm	**z**	0,956		
M_{sd}= 33.99 kNm	**$M_{Rd,lim}$**	240,49	kNm	**A_{s1}**	2,97	cm^2	
	m_{sd}	0,022		**A_{s2}**	0,00	cm^2	
N_{sd}= 0.0 kN				**$A_{s,min}$**	2,75	cm^2	
	Odabrana armatura: **Ø12/20 (A_s=5,65 cm^2/m)**						

Razdjelna armatura: **Ø12/25 (A_s=6.16 cm^2/m)**.

NAPOMENA: Zidove u podrumu ojačati na mjestima oslanjanja greda – vidjeti grafički prilog.

13.1 Kontrola pukotina na vanjskoj strani zida:

Granična vrijednost širine pukotine: $w_g = 0.3\,mm$ (zid je zaštićen hidroizolacijom)

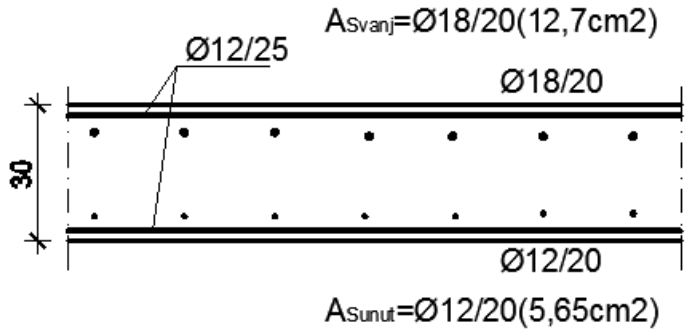
Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

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

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment:

$$M_{L,sd} = \gamma_q \cdot (M_{L,pa} + M_{L,p0}) = 1.0 \cdot (21.75 + 22.79) = 44.54\,kNm/m$$

Skica armature zida:



Slika 116. Skica armature zida

b =	100,0	cm	d =	25,0	cm	h =	30,0	cm
f_{ck} =	30,0	MN/m^2	f_{ctm} =	2,90	MN/m^2	w_g =	0,30	mm
A_{s1} =	12,70	cm^2				$d_1 = d_2$ =	5,0	cm
E_s =	200,00	GN/m^2	E_{cm} =	32,00	GN/m^2	$\alpha_e = E_s/E_{cm}$ =	6,25	
M_{Ed} =	44,5	kNm	k_t =	0,40				
σ_s =	151,51	MN/m^2						
x =	5,56	cm	$\rho_{p,eff}$ =	0,0102				
$(\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ =	0,000151	<	$0.6\cdot\sigma_s/E_s$ =	0,000455				
Ø =	18,0	mm	c =	2,50	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	386,18	mm						

$w_k = s_{r,max}\cdot(\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ = 0,176 mm < w_g

Pukotine zadovoljavaju!

13.2 Kontrola pukotina na unutarnjoj strani zida:

Granična vrijednost širine pukotine: $w_g = 0.3\,\text{mm}$ (zid je zaštićen hidroizolacijom)

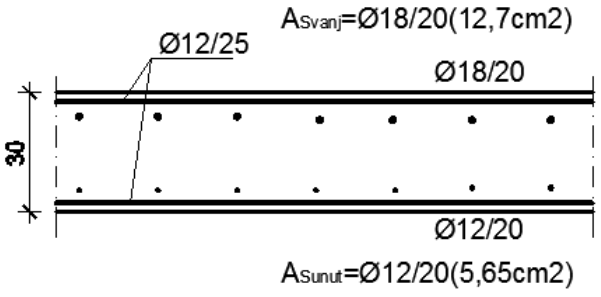
Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

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

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment:

$$M_{P,sd} = \gamma_q\cdot(M_{P,pa}+M_{P,p0}) = 1.0\cdot(9{,}74+12{,}92) = 22{,}66\,kNm/m$$

Skica armature zida:



Slika 117. Skica armature zida

b =	100,0	cm	d =	25,0	cm	h =	30,0	cm
f_{ck} =	30,0	MN/m^2	f_{ctm} =	2,90	MN/m^2	w_g =	0,30	mm
A_{s1} =	5,65	cm^2				$d_1 = d_2$ =	5,0	cm
E_s =	200,00	GN/m^2	E_{cm} =	32,00	GN/m^2	$\alpha_e = E_s/E_{cm}$ =	6,25	
M_{Ed} =	17,5	kNm	k_t =	0,40				
σ_s =	130,92	MN/m^2						
x =	3,86	cm	$\rho_{p,eff}$ =	0,0045				
$(\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ =	-0,000663	<	$0.6\cdot\sigma_s/E_s$ =	0,000393				
Ø =	12,0	mm	c =	2,50	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	536,33	mm						

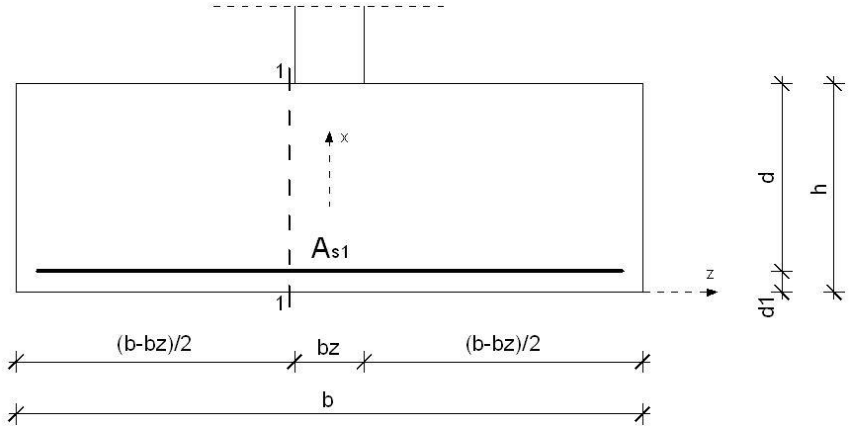
$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ = 0,211 mm < w_g

Pukotine zadovoljavaju!

14 PRORAČUN AB TEMELJA

14.1 Proračun AB temeljne trake; b=200 cm

Dimenzije elementa:



Slika 118. Skica temeljne trake

b=200 cm

h=60 cm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 4.0$ cm (XC2)

$d_1 = c_{nom} + Øs_1 \div 2.0 = 6.0$ cm

$d = h - d_1 = 54.0$ cm

$\sigma_{dop,\ tla} = 0.55$ Mpa

$A_{tem} = b \times L_t$

$A_{tem} = 128000.0\ cm^2$

$W_{tem,\ z} = (b \times L_t^{\ 2}) \div 6.0$

$W_{tem,\ z} = 13653333.3\ cm^3$

Karakteristika tla:

Beton C 30/37

fck = 30.0 MPa

fcd = fck ÷ γc = 30.0 ÷ 1.5

fcd = 20.0 MPa (uobičajena kombinacija)

Čelik B500B

f_{yk} = 500.0 MPa

$f_{yd} = f_{yk} \div \gamma_s = 500.0 \div 1.15$

f_{yd} = 43.48 MPa (uobičajena kombinacija)

$f_{yd} = f_{yk} \div \gamma_s = 500.0 \div 1.0$

f_{yd} = 500.0 MPa (izvanredna kombinacija)

14.1.1 Proračun naprezanja ispod temeljne trake za seizmičku kombinaciju opterećenja

Proračunska kombinacija: 1,00 ×Gk + 0,30 ×Qk + 1,0 ×AX

Proračunsko opterećenje: NSd = 4155,28 kN

Težina temeljne trake: MSd = 2298,58 kNm

Gtem = Atem × h ×γAB =12,8 × 0,6 × 25,0 Gtem = 192,0 kN

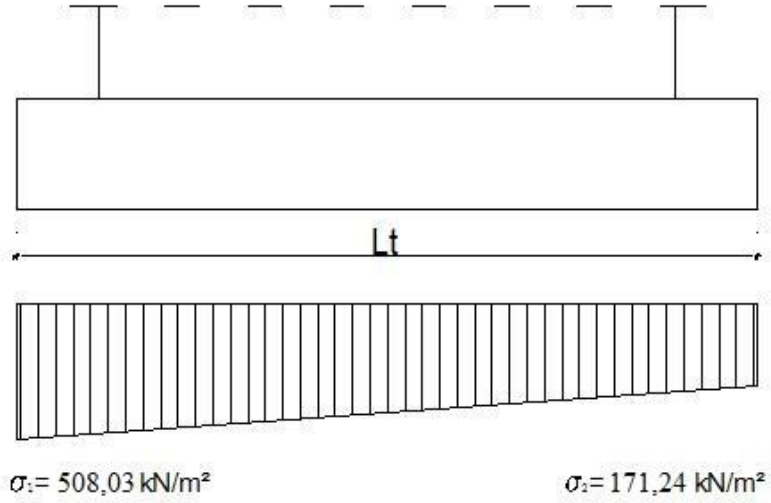
Kontrola naprezanja ispod temeljne trake:

$\sigma 1, 2 = (NSd + 1,0 \times Gtem) \div Atem \pm MSd \div Wtem$

$\sigma 1 = (4155,28 + 1,0 \times 192,0) \div 12,80 + 2298,6 \div 13,65$; $\sigma 1 = 508,03$ kN/m^2 (tlak)

$\sigma 2 = (4155,28 + 1,0 \times 192,0) \div 12,80 - 2298,6 \div 13,6$; $\sigma 2 = 171,24$ kN/m^2 (tlak)

$\boldsymbol{\sigma_{1, 2} < \sigma_{dop, tla}}$ (Kontrola naprezanja zadovoljava)

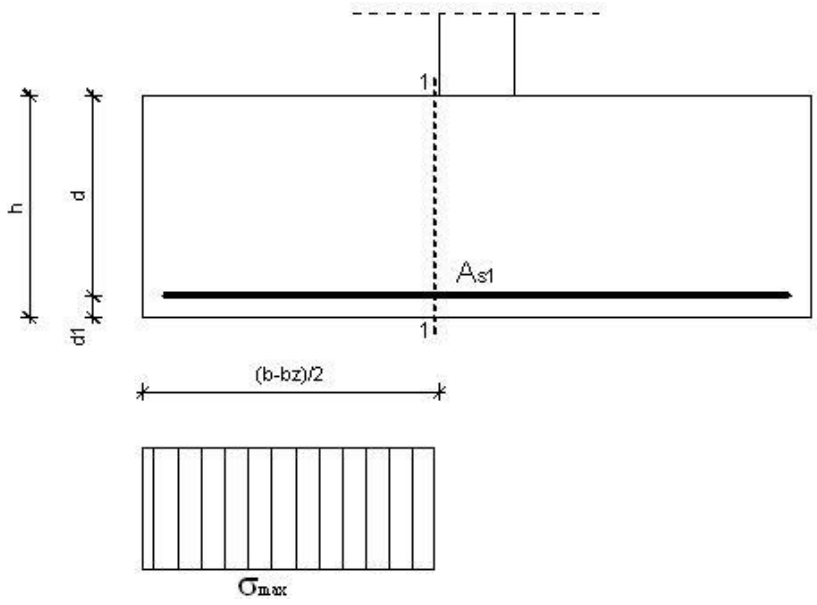


Slika 119. Naprezanja ispod temeljne trake za seizmičku kombinaciju opterećenja

14.1.2 Proračun armature trakastog temelja

Proračunska kombinacija: $1.00 \times G_k + 0.30 \times Q_k + 1.00 \times A_X$

Proračunsko naprezanje: $\sigma_{max} = 508{,}03\ kN/m^2$



Slika 120. Prikaz opterećenja za proračun armature temeljne trake

Ukupna sila na temelj u presjeku 1-1:

$T_{sd,\ 1\text{-}1} = 1.5 \times \sigma_{max} \times (b\text{-}b_z)/2$

$T_{sd,\ 1\text{-}1} = 1.5 \times 508.03 \times 0.85$ $T_{sd,\ 1\text{-}1} = 647{,}74$ kN/m

$M_{sd,\ 1\text{-}1} = T_{sd,\ 1\text{-}1} \times (b\text{-}b_z)/2 \div 2.0$

$M_{sd,\ 1\text{-}1} = 647{,}74 \times 0.85 \div 2.0$ $M_{sd,\ 1\text{-}1} = 275{,}52$ kNm/m

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$A_{s1} = M_{sd,\ 1\text{-}1} \div (f_{yd} \times 0.9 \times d)$

$A_{s1} = 27529 \div (50.0 \times 0.9 \times 54.0)$ $A_{s1} = 11{,}32$ cm^2/m

Odabrano:

7Ø 16 ($A_{s1} = 14{,}07$ cm^2/m)

Uzdužna vlačna armatura:

Minimalna površina uzdužne vlačne armature:

$A_{s1,\ min} = 0.0015 \times b \times d$

$A_{s1,\ min} = 0.0015 \times 100.0 \times 54.0$

$A_{s1,\ min} = 8.1$ cm^2/m

$A_{s1,\ min} = (0.022 \times f_{ck} \times b \times d) \div f_{yk}$

$A_{s1,\ min} = (0.022 \times 3.0 \times 100.0 \times 54.0) \div 50.0$

$A_{s1,\ min} = 7.13\ cm^2/m$

$A_{s1,\ min} = (0.6 \times b \times d) \div f_{yk}$

$A_{s1,\ min} = (0.6 \times 100.0 \times 54.0) \div 500.0$

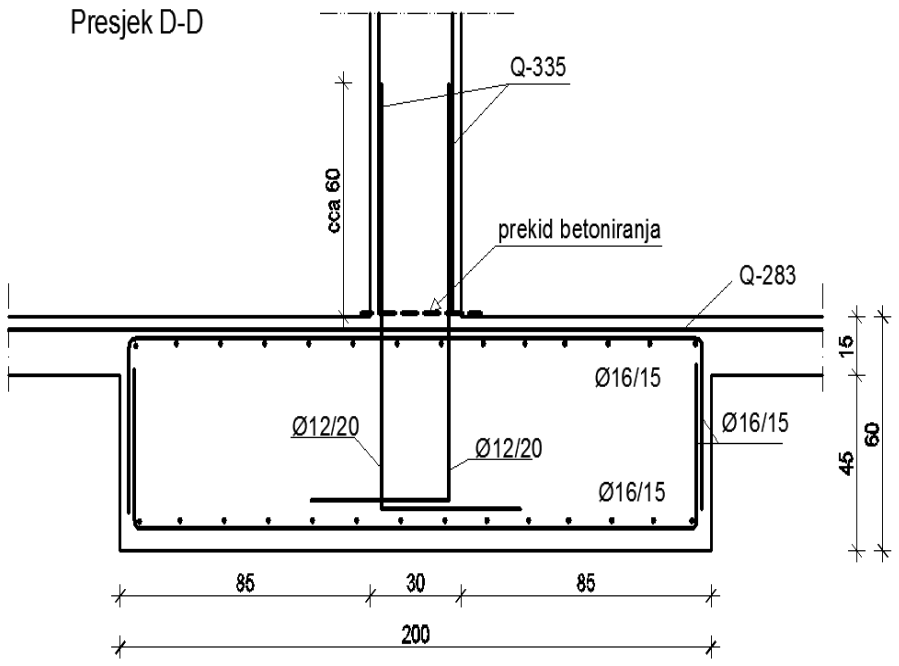
$A_{s1,\ min} = 6.48\ cm^2/m$

Maksimalna površina uzdužne vlačne armature:

$A_{s1,\ max} = (0.159 \times f_{cd} \times b \times d) \div f_{yd}$

$A_{s1,\ max} = (0.159 \times 2.3 \times 100.0 \times 54.0) \div 50.0$

$A_{s1,\ max} = 39.50\ cm^2/m$



Slika 121. Odabrana uzdužna i poprečna armatura temelje trake širine 200

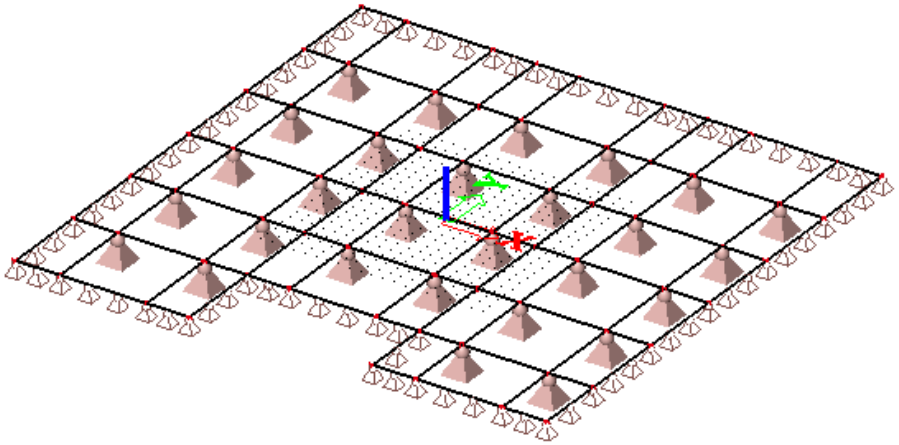
15 DIMENZIONIRANJE HORIZONTALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE-GARAŽA

Općenito o garaži

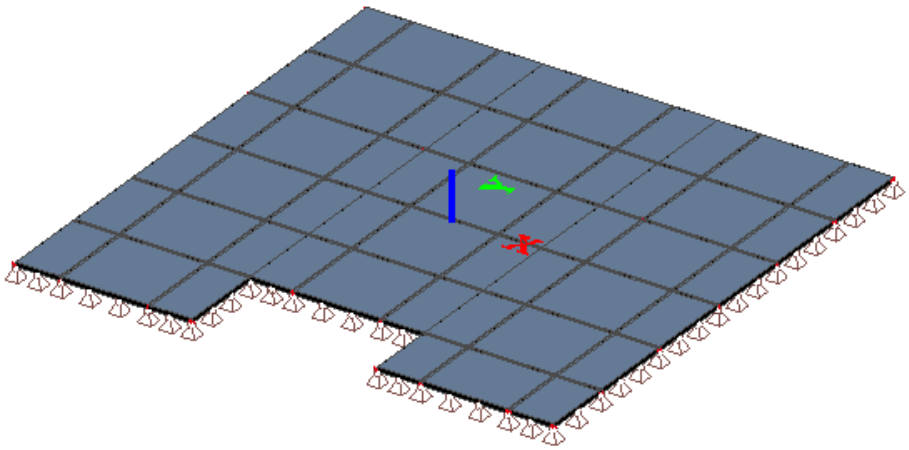
Garaža je posebno modelirana vertikalnim modelom gdje su stupovi modelirani točkastim ležajevima, a zidovi linijskim ležajevima. Stupovi su proračunati na temelju najveće reakcije u točkastim ležajevima i pripadajućeg momenta, a ploče i grede na temelju vertikalnog opterećenja.

Garaža je s dvije strane omeđena zgradama, a s dvije obodnim zidovima.

Proračun zidova i trakastih temelja već je naveden u proračunu zgrade.



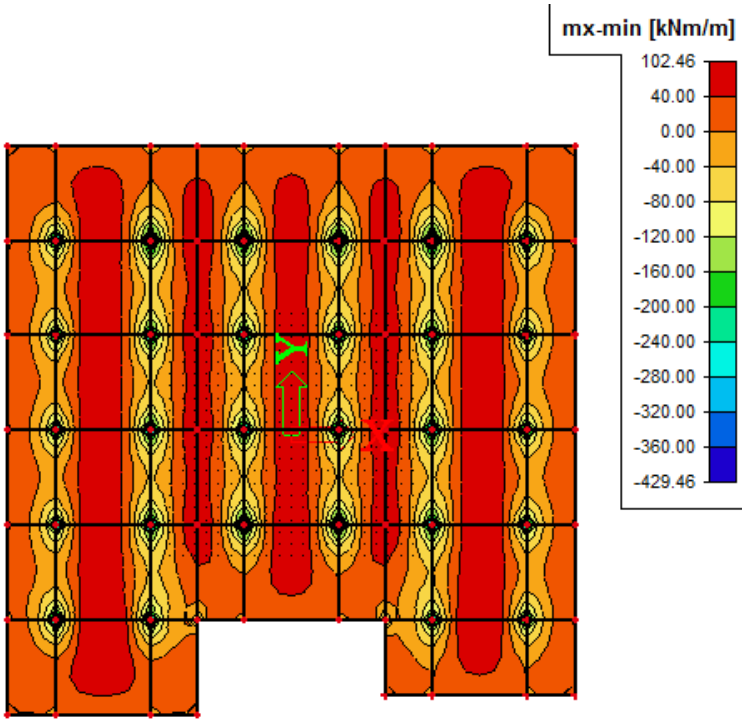
Slika 122. Prikaz statičkog sustava garaže



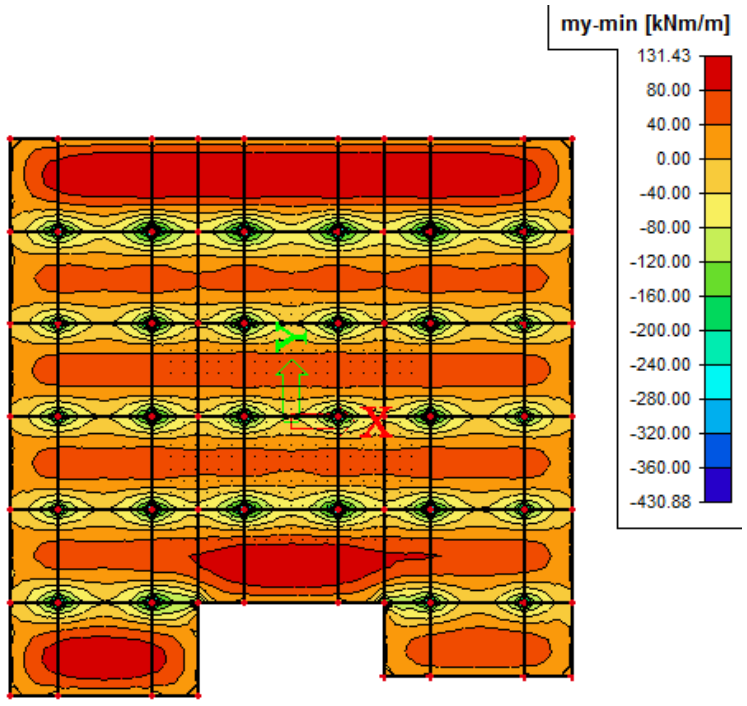
Slika 123. Renderirani prikaz garaže

15.1 Proračun ploče

15.1.1 Proračun ploče iznad garaže, za GSN (POZ 100B); d=40 cm



Slika 124. Dijagram momenta savijanja M_x (vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Q_k")



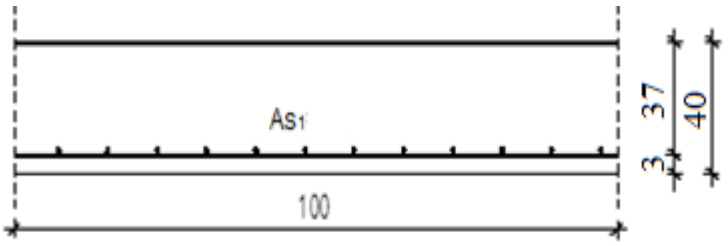
Slika 125. Dijagram momenta savijanja M_y (vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Q_k")

Proračun uzdužne armature donje zone ploče iznad garaže (POZ 100B); d=40 cm

Proračun ploča na savijanje

Ploča iznad garaže (ploča pozicija 100B) modelirana je numeričkim programom "Scia Engineer 2013". Izlazni rezultati za ploču prikazani su na prethodnim stranicama.

U sljedećoj tablici prikazani su ultimativni momenti nosivosti za odabranu armaturu za dimenzije ploče prema skici:



Slika 126. Skica armature ploče u polju

b = 100.0 cm
h = 40.0 cm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 2.0$ cm (XC1)
$d_1 = c_{nom} + Ø \div 2.0 \approx 3.0$ cm

$d = h - d_2 = 37.0$ cm

Postupak dimenzioniranja:

C 30/37 $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1.5} = 20.0$ MPa; $f_{cd} = 2.0$ kN/cm^2

B 500B $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 435$ MPa; $f_{yd} = 43.5$ kN/cm^2

b=100 cm h=40 cm; d=37 cm

$\mu_{sds}^{*} = 0.159; \quad \zeta \approx 0.892 \quad \varepsilon_c / \varepsilon_s = 3.5/10.0$

$M_{Rd,c,\lim} = \mu_{sds}^{*}\ b\ \mathrm{d}^2\ \mathrm{f_{cd}} = 0.159 \cdot b\ \mathrm{d}^2\ \mathrm{f_{cd}}$

$M_{Rd,s,\lim s} = A_s\ \zeta\ \mathrm{d}\ f_{yd}$

$A_{s1,min}$=0.1%bh=0.001·100·40= 4. cm^2

$A_{s1,max}$=2.0%bh=0.020·100·40= 80.0 cm^2

U sljedećoj tablici prikazani su ultimativni momenti nosivosti za odabranu mrežastu armaturu:

Tablica 30. Prikaz ultimativnih momenata nosivosti za odabranu mrežastu armaturu

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-283/Q-283	2,83	435,34	40,98	0,07
R-385/Q-385	3,85	435,34	55,74	0,10
R-503/Q-503	5,03	435,34	72,83	0,13
R-636/Q-636	6,36	435,34	92,09	0,16
R-785/Q-785	7,85	435,34	113,66	0,20

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 prilozima.

Proračunska kombinacija: $1.35 \times G_k + 1.50 \times Q_k$

Proračunsko opterećenje: $M_{Sd,\ y} = 131{,}43\mathrm{kNm}$

Bezdimenzionalni moment savijanja:

$\mu_{Sd} = M_{Sd,\,y} \div (b \times d^2 \times f_{cd})$

$\mu_{Sd} = 13143.0 \div (100.0 \times 37.0^2 \times 2.0)$ $\mu_{Sd} = 0.048 < \mu_{Rd,lim}$

Koeficijent kraka unutarnjih sila: $\delta = 0.959$

Koeficijent položaja neutralne osi: $\xi = 0.115$

Deformacija betona: $\varepsilon_{c2} = 1.3‰$

Deformacija čelika: $\varepsilon_{s1} = 10.0\ ‰$

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$A_{s1} = M_{Sd,\,y} \div (\delta \times d \times f_{yd})$

$A_{s1} = 13143.0 \div (0.959 \times 37.0 \times 43.48)$

$A_{s1} = 8{,}52 m^2/m$

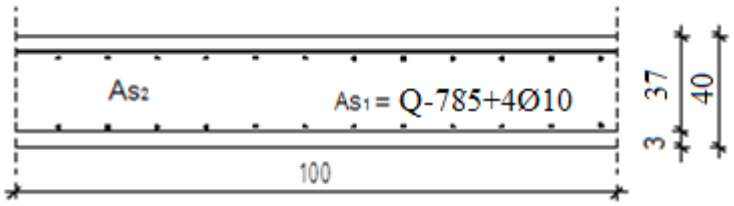
Odabrano:	
	Q-785 (A_s = 7,85 cm^2/m)
	+4Ø10 (3,14 cm^2/m)
Armaturna mreža:	A_s = 10,99 cm^2/m

Proračun uzdužne armature gornje zone ploče iznad garaže (POZ 100B); d=40cm

Proračun ploča na savijanje

Ploča nad prizemljem (ploča pozicija 100) modelirana je numeričkim programom "Scia Engineer 2013". Izlazni rezultati za ploču prikazani su na prethodnim stranicama.

U sljedećoj tablici prikazani su ultimativni momenti nosivosti za odabranu armaturu za dimenzije ploče prema skici:



Slika 127. Skica armature ploče na ležaju

b = 100.0 cm

h = 40.0 cm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 2.0$ cm (XC1)

$d_1 = c_{nom} + Ø \div 2.0 \approx 3.0$ cm

$d = h - d_2 = 37.00$ cm

U sljedećoj tablici prikazani su ultimativni momenti nosivosti za odabranu mrežastu armaturu:

Tablica 31. Prikaz ultimativnih momenata nosivosti za odabranu mrežastu armaturu

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-283/Q-283	2,83	435,34	37,74	0,07
R-385/Q-385	3,85	435,34	51,35	0,10
R-503/Q-503	5,03	435,34	67,08	0,13
R-636/Q-636	6,36	435,34	84,82	0,16
R-785/Q-785	7,85	435,34	104,69	0,20

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 prilozima.

Proračunska kombinacija: $1.35 \times G_k + 1.50 \times Q_k$

Proračunsko opterećenje: $M_{Sd,\,y} = -430{,}88$ kNm

Bezdimenzionalni moment savijanja:

$\mu_{Sd} = M_{Sd,\,x} \div (b \times d^2 \times f_{cd})$

$\mu_{Sd} = 40388.0 \div (100.0 \times 37.0^2 \times 2.0)$ $\mu_{Sd} = 0.148 > \mu_{Rd,lim}$

Koeficijent kraka unutarnjih sila: $\delta = 0.898$

Koeficijent položaja neutralne osi: $\xi = 0.248$

Deformacija betona: $\varepsilon_{c2} = 3.3$ ‰

Deformacija čelika: $\varepsilon_{s1} = 10.0$ ‰

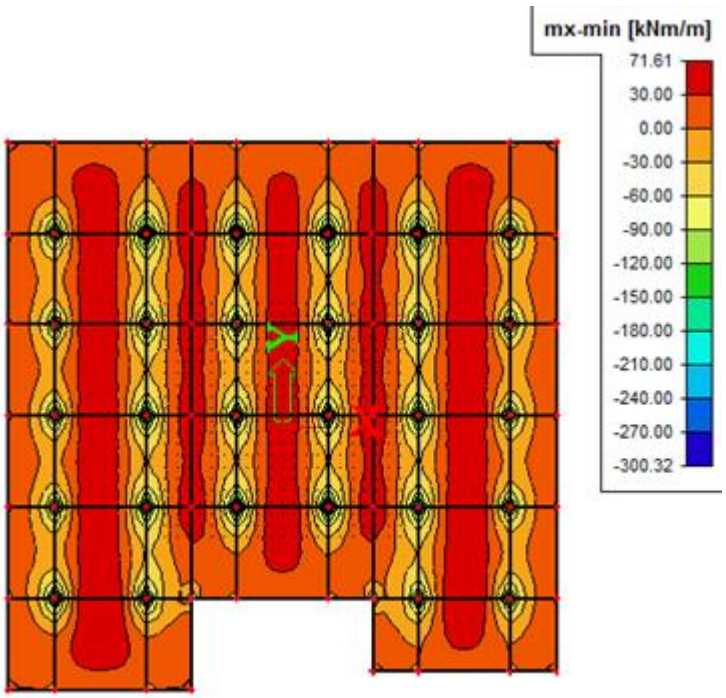
Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$A_{s1} = M_{Sd,\,x} \div (\delta \times d \times f_{yd})$

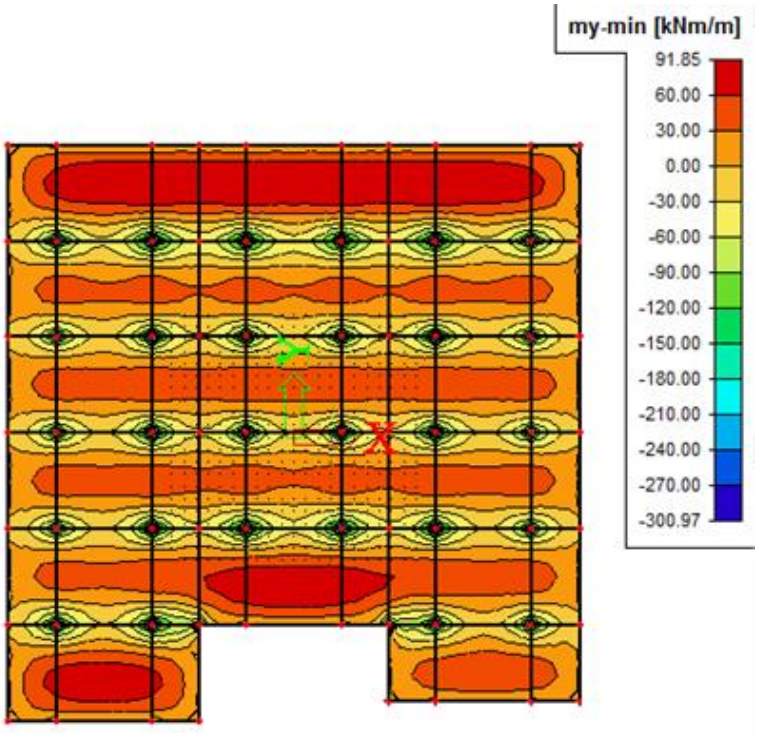
$A_{s1} = 43088 \div (0.898 \times 37.0 \times 43.48)$ $A_{s1} = 29{,}83\ cm^2/m$

Odabrano:	
	2 xQ-785
	($A_s = 15.7 cm^2/m$)
	+ 8Ø16 ($16{,}08 cm^2/m$)
Armaturna mreža:	$A_s = 31{,}78\ cm^2/m$

15.1.2 Proračun ploče iznad garaže za GSU (POZ 100B); d=40 cm

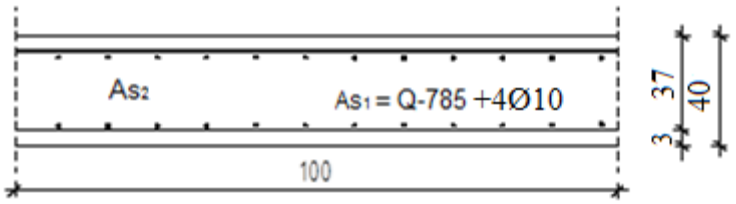


Slika 128. Dijagram momenta savijanja M_x (vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Q_k")



Slika 129. Dijagram momenta savijanja M_x (vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Q_k")

Kontrola graničnog stanja pukotina u polju ploče iznad garaže (POZ 100B); d=40cm



Slika 130. Skica armature ploče u polju

Dimenzije elementa:

b = 100.0 cm
h = 40.0 cm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 2.0$ cm(XC1)
$d_1 = c_{nom} + Ø \div 2.0 \approx 3.0$ cm

$d = h - d_2 = 37.0$ cm

Mjerodavni momenti u ploči su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja ($1.00 \times G_k + 1.00 \times Q_k$).

Granična vrijednost širine pukotine: w_g =0,3 mm (EC-2–uobičajena sredina) Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

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

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju: Msd=91,85 kNm

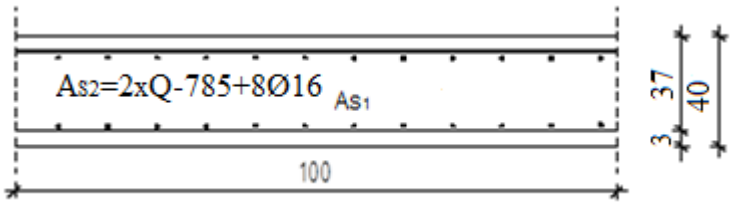
Armatura ploče donja zona: **Q-785** (7,85cm^2/m)**+4Ø10** (3,14cm^2/m)= $\mathbf{A_s}$ (10,99cm^2/m)

b =	100,0	cm	d =	37,0	cm	h =	40,0	cm
f_{ck} =	30,0	MN/m^2	f_{ctm} =	2,90	MN/m^2	w_g =	0,30	mm
A_{s1} =	10,99	cm^2				$d_1 = d_2$ =	3,0	cm
E_s =	200,00	GN/m^2	E_{cm} =	32,00	GN/m^2	$\alpha_e = E_s/E_{cm}$ =	6,25	
M_{Ed} =	91,9	kNm	k_t =	0,40				
σ_s =	239,87	MN/m^2						
x =	6,48	cm	$\rho_{p,eff}$ =	0,0147				
$(\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ =	0,000768	>	$0.6\cdot\sigma_s/E_s$ =	0,000720				
Ø =	10,0	mm	c =	2,50	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	201,01	mm						

$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ = 0,154 mm < w_g

Pukotine zadovoljavaju!

Kontrola graničnog stanja pukotina nad ležajem ploče iznad garaže (POZ 100B); d=40cm



Slika 131. Skica armature ploče na ležaju

Dimenzije elementa:

b = 100.0 cm
h = 40.0 cm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c$ = 2.0 cm(XC1)
$d_1 = c_{nom} + Ø \div 2.0 \approx 3.0$ cm

$d = h - d_2$ = 37.0 cm

Mjerodavni momenti u ploči su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja ($1.00 \times G_k + 1.00 \times Q_k$).

Granična vrijednost širine pukotine: w_g =0,3 mm (EC-2–uobičajena sredina) Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

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

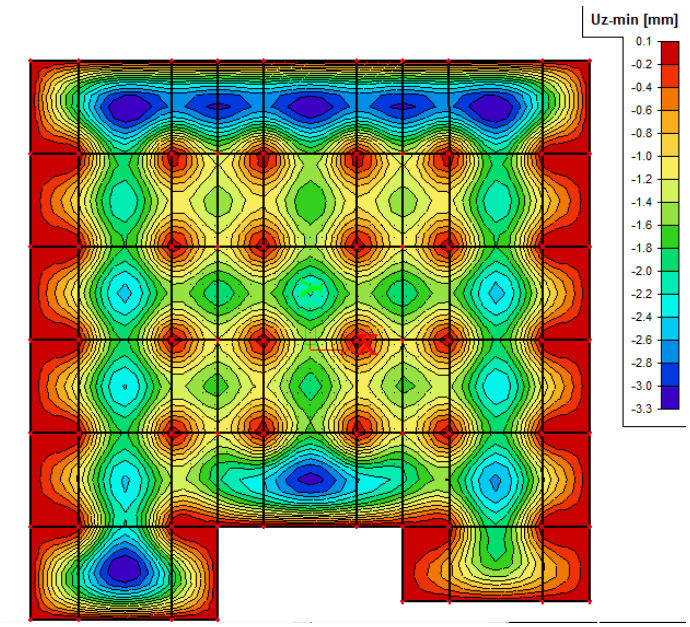
Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju: M_{sd}= -300,97 kNm

Armatura ploče donja zona: 2x**Q-785+8Ø16** (16,08cm^2/m); $\mathbf{A_s}$ = 31,7 cm^2/m

b =	100,0	cm	d =	37,0	cm	h =	40,0	cm
f_{ck} =	30,0	MN/m^2	f_{ctm} =	2,90	MN/m^2	w_g =	0,30	mm
A_{s1} =	31,78	cm^2				$d_1 = d_2$ =	3,0	cm
E_s =	200,00	GN/m^2	E_{cm} =	32,00	GN/m^2	$\alpha_e = E_s/E_{cm}$ =	6,25	
M_{Ed} =	301,0	kNm	k_t =	0,40				
σ_s =	282,13	MN/m^2						
x =	10,30	cm	$\rho_{p,eff}$ =	0,0424				
$(\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ =	0,001238	>	$0.6\cdot\sigma_s/E_s$ =	0,000846				
Ø =	16,0	mm	c =	2,20	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	138,99	mm						
$w_k = s_{r,max}\cdot(\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ =	0,172	mm	<	w_g				

Pukotine zadovoljavaju!

Kontrola graničnog stanja deformacija (progiba) u polju ploče iznad garaže (POZ 100B); d=40 cm



Slika 132. Dijagram progiba ploče za GSU

Progibi ploče su također dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja (1,0 × Gk + 1,0 ×Qk):

f_k =3,3 mm = 0,33cm

Granična vrijednost progiba ploče u polju: $f_{p,dop} = \frac{l_g}{250} = \frac{770}{250} = 3{,}08cm$

Ukupni progib:

$$f_u = \phi(\infty) \cdot f_k$$

$\varphi(\infty)$ - konačni koeficijent puzanja, odabrano: $\phi(\infty)$=1,8

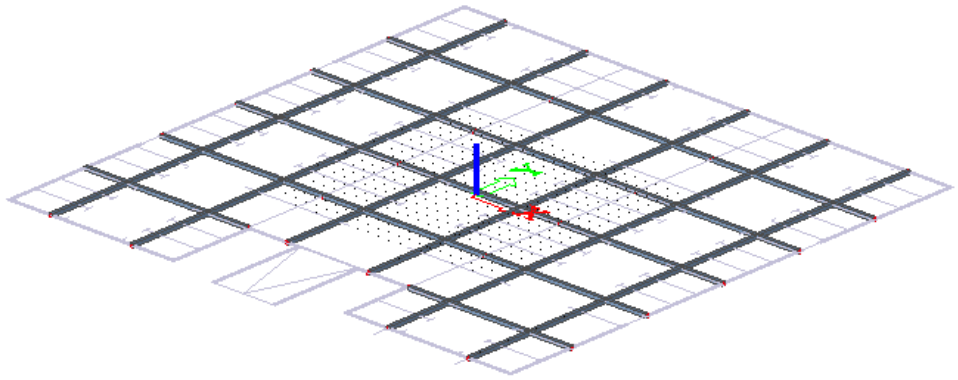
$$f_d = \phi(\infty) \cdot f_k = 1{,}8 \cdot 0{,}33 = 0{,}594 \text{cm}$$

$$f_u = f_k + f_d = 0{,}33 + 0{,}594 = 0{,}924 \text{ cm} < f_{p,dop=3,08 \text{ cm}}$$

15.2 Proračun AB greda

Grede su, kako je ranije naglašeno, modelirane skupa s pločom, numeričkim programom "Scia Engineer 2013".

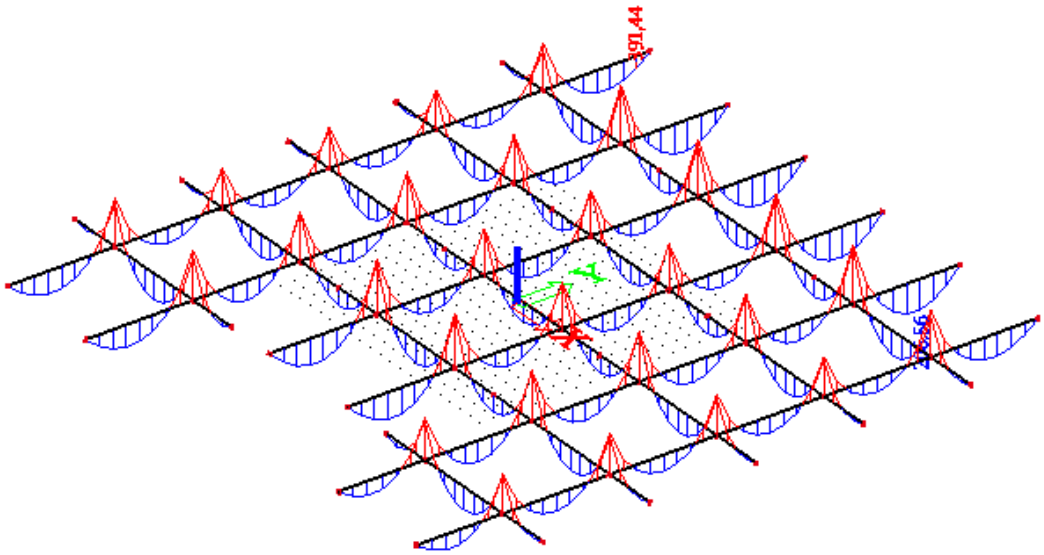
Prikaz položaja greda prikazan je u nastavku.



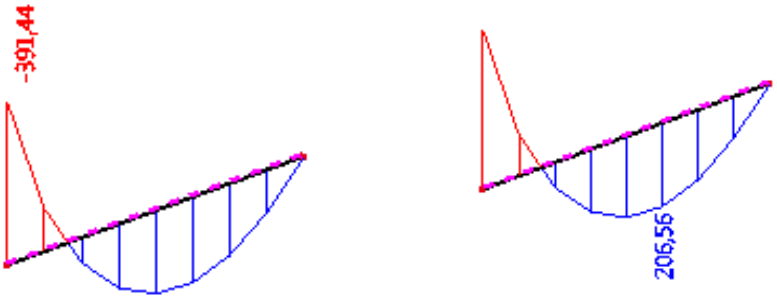
Slika 133. Renderirani prikaz položaja greda u garaži

15.2.1 Prikaz rezultata za gredu pozicije G1B (30 x 70)

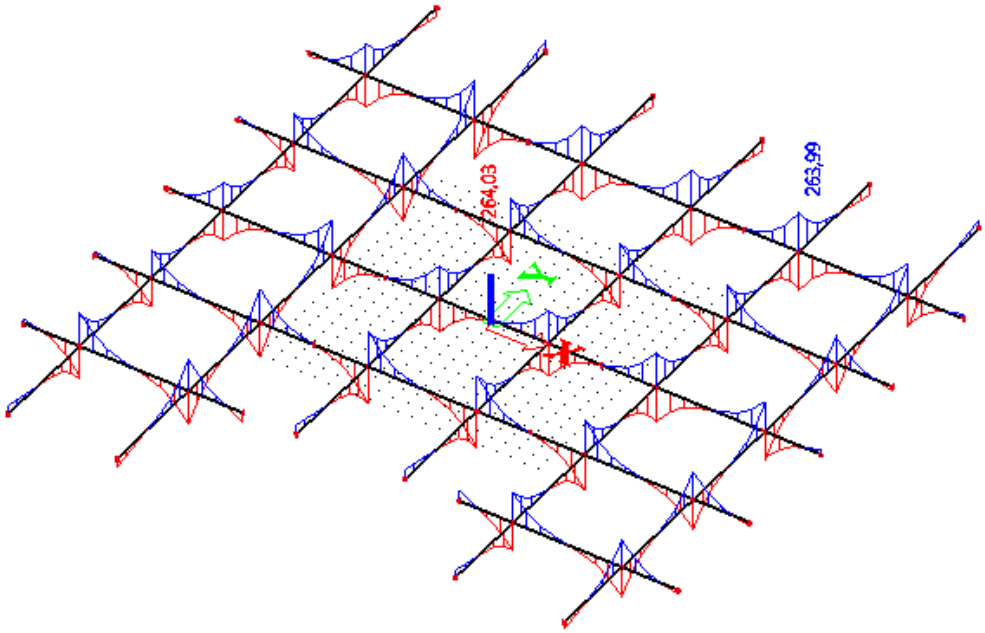
Armiranje je izvršeno prema rezultatima dobivenim u numeričkom program "Scia Engineer 2013".



Slika 134. Dijagram momenta savijanja M_y (kNm) za gredu G1B (vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Q_k")



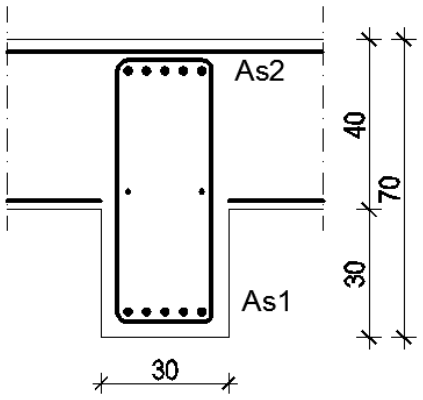
Slika 135. Dijagram maksimalnih momenta savijanja u polju M_y (kNm) i na ležaju za gredu G1B (vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Q_k")



Slika 136. Dijagram poprečnih sila Vz (kN) za gredu G1B (vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Q_k")

15.2.2 Proračun armature za gredu pozicije G1B (30x70)

U tablici su prikazani ultimativni momenti nosivosti za odabranu šipkastu armaturu,za dimenzije greda prema skici:



Slika 137. Skica armature grede

Postupak dimenzioniranja:

C 30/37 $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1.5} = 20.0$ MPa; $f_{cd} = 2.0$ kN/cm^2

B 500B $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 435$ MPa; $f_{yd} = 43.5$ kN/cm^2

b=100 cm h=70 cm; d=65 cm

$\mu^*_{sds} = 0.159$; $\zeta \approx 0.892$ $\varepsilon_c / \varepsilon_s = 3.5/10.0$

$M_{Rd,c,\lim} = \mu^*_{sds}\ b\ \mathrm{d}^2\ f_{cd} = 0.159 \cdot b\ \mathrm{d}^2\ f_{cd}$

$M_{Rd,s,\lim s} = A_s\ \zeta\ \mathrm{d}\ f_{yd}$

$A_{s1,min}$=0.1%bh=0.001·30·70= 2.1 cm^2

$A_{s1,max}$=2.0%bh=0.020·30·70= 42.0 cm^2

U tablici su prikazani ultimativni momenti nosivosti za odabranu šipkastu armaturu, za dimenzije greda prema Slika 137.

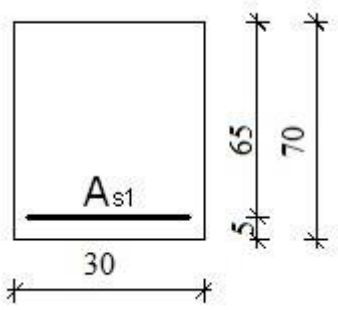
Tablica 32. Prikaz ultimativnih momenata nosivosti za odabranu šipkastu armaturu

Šipke	Površina A_{s1}	Moment nosivosti betona $M_{Rd,lim}$	Moment nosivosti armature $M_{as,lim}$	Postotak armature
	[cm^2]	[kNm]	[kNm]	%
3Ø16	6,03	403,07	153,43	0,31
4Ø16	8,04	403,07	204,57	0,41
5Ø16	10,05	403,07	255,71	0,52
3Ø20	9,42	403,07	239,61	0,48
4Ø20	12,57	403,07	319,73	0,64
5Ø20	15,71	403,07	399,60	0,81

U prilozima numeričkog proračuna prikazani su momenti savijanja za svaku gredu. Odabrana armatura za sve grede i skica armiranja greda prikazani su u grafičkim prilozima.

Pri proračunu nije korišteno da pozitivni momenti (momenti u polju) djeluju na T-presjek (greda ojačana pločom), što je na strani sigurnosti.

Proračun uzdužne armature u polju za gredu pozicije G1B (30 x 70)



Slika 138. Skica armature grede u polju

Dimenzije elementa:

h = 70.0 cm

b = 30.0 cm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 3.0$ cm (XC1)

$d_1 = cn_{om} + Øv + Ø \div 2.0 \approx 5.0$ cm

$d = h - d_1 = 65.0$ cm

Materijal:

Beton C30/37

fck = 30,0 MPa

$f_{cd} = f_{ck} \div \gamma_c = 30,0 \div 1,5$

$f_{cd} = 20,0$ MPa (uobičajena kombinacija)

Čelik B500B

$f_{yk} = 500,0$ MPa

$f_{yd} = f_{yk} \div \gamma_s = 500,0 \div 1,15$

$f_{yd} = 434,8$ MPa (uobičajena kombinacija

Proračunska kombinacija: $1.35 \times G_k + 1.50Q_k$

Proračunsko opterećenje: $M_{Sd,\,y} = 206,56$ kNm

Bezdimenzionalni moment savijanja:

$\mu_{Sd} = M_{Sd,\,x} \div (b \times d^2 \times f_{cd})$

$\mu_{Sd}\ 20656.0 \div (30.0 \times 65.0^2 \times 2.0)$ $\mu_{Sd} = 0.081 < \mu_{Rd,lim}$

Koeficijent kraka unutarnjih sila: $\delta = 0.941$

Koeficijent položaja neutralne osi: $\xi = 0.16$

Deformacija betona: $\varepsilon_{c2} = 1.9$ ‰

Deformacija čelika: $\varepsilon_{s1} = 10.0$ ‰

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

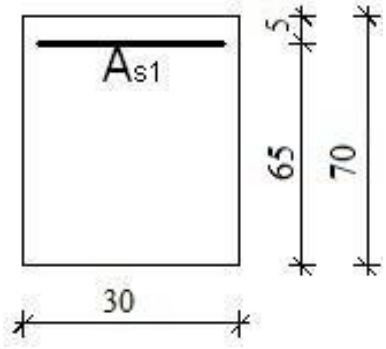
$A_{s1} = M_{Sd,\,x} \div (\delta \times d \times f_{yd})$

$A_{s1} = 20656.0 \div (0.941 \times 65.0 \times 43.48)$ $A_{s1} = 7.77\ cm^2/m$

Odabrano:

Uzdužna vlačna armatura: 5 Ø 16 (A_s =10.04 cm^2)

Proračun uzdužne armature nad ležajem za gredu pozicije G1B (30x70)



Slika 139. Skica armature grede nad ležajem

Dimenzije elementa:

h = 70.0 cm

b = 30.0 cm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 3.0$ cm (XC1)

$d_1 = c_{nom} + Ø_v + Ø \div 2.0 \approx 5.0$ cm

$d = h - d_1 = 65.0$ cm

Materijal:

Beton C30/37

$f_{ck} = 30{,}0$ MPa

$f_{cd} = f_{ck} \div \gamma_c = 30{,}0 \div 1{,}5$

$f_{cd} = 20{,}0$ MPa (uobičajena kombinacija)

Čelik B500B

$f_{yk} = 500{,}0$ MPa

$f_{yd} = f_{yk} \div \gamma_s = 500{,}0 \div 1{,}15$

$f_{yd} = 434{,}8$ MPa (uobičajena kombinacija)

Proračunska kombinacija: $1.35 \times G_k + 1.50 \times Q_k$

Proračunsko opterećenje: $M_{Sd,\,x} = -391{,}4$ kNm

Bezdimenzionalni moment savijanja:

$\mu_{Sd} = M_{Sd,\,x} \div (b \times d^2 \times f_{cd})$

$\mu_{Sd} = 39140{,}0 \div (30{,}0 \times 65{,}0^2 \times 2{,}0)$ $\mu_{Sd} = 0{,}154 < \mu_{Rd,lim}$

Koeficijent kraka unutarnjih sila: $\zeta = 0{,}895$

Koeficijent položaja neutralne osi: $\xi = 0{,}254$

Deformacija betona: $\varepsilon_{c2} = 3{,}4‰$

Deformacija čelika: $\varepsilon_{s1} = 10{,}0\ ‰$

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$A_{s1} = M_{Sd,\,x} \div (\zeta \times d \times f_{yd})$

$A_{s1} = 39142{,}0 \div (0{,}895 \times 65{,}0 \times 43{,}48)$ $A_{s1} = 15{,}47\ cm^2/m$

Odabrano:	
Uzdužna vlačna armatura:	5 Ø 20($A_s = 15{,}71\ cm^2$)

Proračun greda na poprečnu silu - Greda G1B (30x70)

Dimenzioniranje na poprečnu silu

$V_{Ed} \le V_{Rd,c} = \left[C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right] \cdot b_w \cdot d$ $V_{Rd,c,min} \ge \left[\nu_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right] \cdot b_w \cdot d$	$V_{Ed} \le V_{Rd,max} = 0.5 \cdot \nu \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$

$V_{Rd,c,mjer} = \max\left(V_{Rd,c}, V_{Rd,c,min}\right)$

$V_{wd} = \dfrac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{s_w}$

C 30/37 (MB-40)

f_{cd}=30/1.5=20.0 MPa

Asl=4Ø18+5Ø20

=25,89cm^2

$V_{Ed,y,max}$=264,03 kN

N_{sd}=0.0 kN

30,00	cm	**C 30/37**			
70,00	cm	f_{ck}	30,00	Mpa	
5,00	cm	f_{cd}	2,00	kN/cm^2	
65,00	cm	f_{yd}, $f_{yw,d}$	43,48	kN/cm^2	
25,89	cm^2	τ_{Rd}	0,34	kN/cm^2	
264,03	kN	**Računska armatura**			
0,00	kN	ρ_{min}	0,0011		
1,55		**m**	2		
0,0133		$V_{Ed,max}/V_{Rd,max}$	0,26		
0,37		$s_{w.max}$	30,0	cm	
0,00	kN/cm^2	$A_{sw,min}$	0,495	cm^2	
124,2	kN				
72,5	kN	Odabrano:	**Ø10 / 30**		
124,2	kN	$A_{sw,od}$	0,79	cm^2	
0,528		V_{Rd}	133,18	kN	
1029,6	kN				
		Odabrano:	**Ø10 / 15**		
		$A_{sw,od}$	0,79	cm^2	
		V_{wd}	266,36	kN	
		Sw	15,13		

Minimalna površina uzdužne vlačne armature:

$A_{s1,\,min} = (0.022 \times f_{ck} \times b \times d) \div f_{yk}$

$A_{s1,\,min} = (0.022 \times 3.0 \times 30.0 \times 65.0) \div 50.0$

$A_{s1,\,min} = 2{,}574\ cm^2/m$

$A_{s1,\,min} = (0.6 \times b \times d) \div f_{yk}$

$A_{s1,\,min} = (0.6 \times 30.0 \times 65.0) \div 500.0$

$A_{s1,\,min} = 2{,}34\ cm^2/m$

$A_{s1,\,min} = 0.0015 \times b \times d$

$A_{s1,\,min} = 0.0015 \times 30.0 \times 65.0$

$A_{s1,\,min} = 2{,}93\ cm^2/m$

Maksimalna površina uzdužne vlačne armature:

$A_{s1,\,max} = (0.159 \times f_{cd} \times b \times d) \div f_{yd}$

$A_{s1,\,max} = (0.159 \times 2.0 \times 30.0 \times 65.0) \div 43.48$

$A_{s1,\,min} = 14{,}27\ cm^2/m$

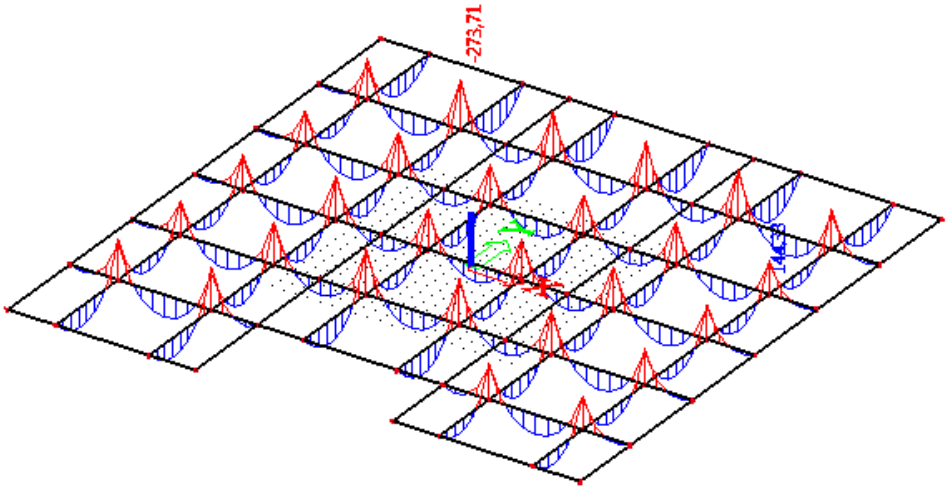
$A_{s1,\,max} = 0.04 \times b \times d$

$A_{s1,\,max} = 0.04 \times 30.0 \times 65.0$

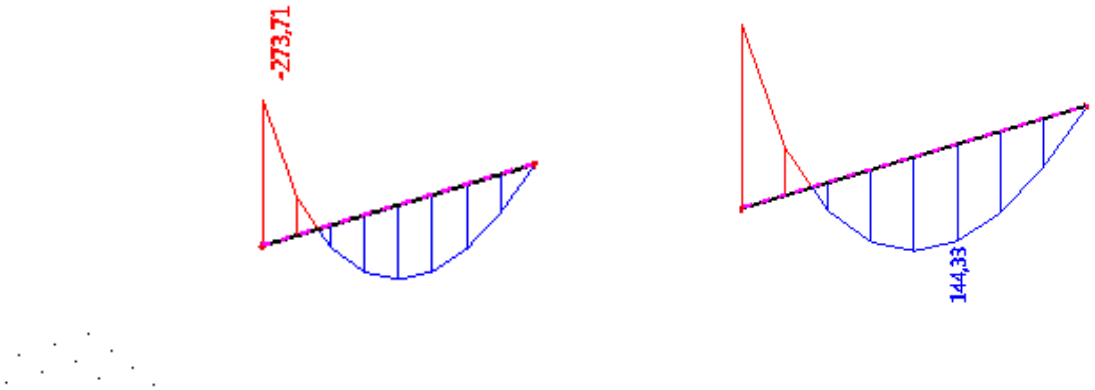
$A_{s1,\,min} = 78{,}0\ cm^2/m$

15.2.3 Proračun AB greda za GSU

Prikaz rezultata za grede G1B:

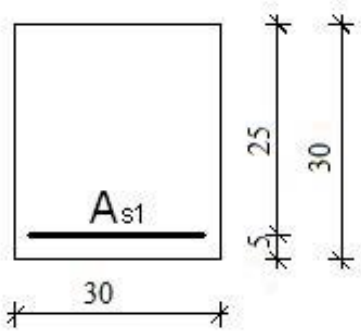


Slika 140. Dijagram momenata savijanja My (kNm) za gredu G1B (vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Q_k")



Slika 141. Dijagram maksimalnih momenta savijanja u polju M_y (kNm) i na ležaju za gredu G1B (vlastita težina, dodatno stalno opterećenje "G_k", uporabno opterećenje "Q_k"

Kontrola graničnog stanja pukotina u polju grede G1B (30 x 70)



Slika.142 .Prikaz armature grede u polju

Dimenzije elementa:

h = 70.0 cm

b = 30.0 cm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 3.0$ cm (XC1)

$d_1 = c_{nom} + Ø_v + Ø \div 2.0 \approx 5.0$ cm

$d = h - d_1 = 65.0$ cm

Mjerodavni momenti u gredi su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja ($1.00 \times G_k + 1.00 \times Q_k$).

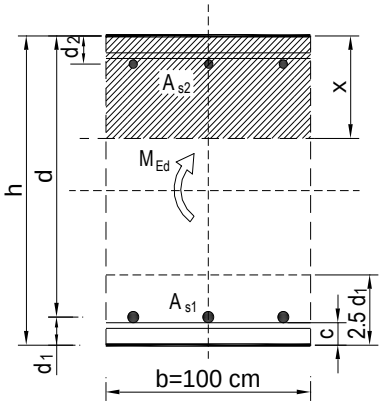
Granična vrijednost širine pukotine: w_g =0,3 mm (EC-2–uobičajena sredina) Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

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

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju: M_{sd}=144,33kNm

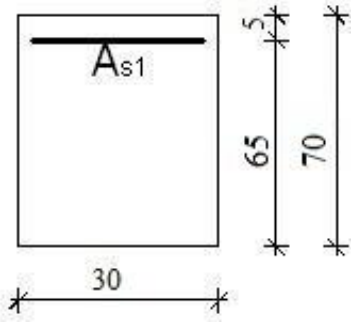
Armatura ploče donja zona**: 4Ø18** (10,18 cm^2/m)

b =	30,0	cm	d =	65,0	cm	h =	70,0	cm
f_{ck} =	30,0	MN/m^2	f_{ctm} =	2,90	MN/m^2	w_g =	0,30	mm
A_{s1} =	10,18	cm^2				$d_1 = d_2$ =	5,0	cm
E_s =	200,00	GN/m^2	E_{cm} =	32,00	GN/m^2	$\alpha_e = E_s/E_{cm}$ =	6,25	
M_{Ed} =	144,3	kNm	k_t =	0,40				
σ_s =	235,80	MN/m^2						
x =	14,62	cm	$\rho_{p,eff}$ =	0,0271				
$(\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ =	0,000929	>	$0.6\cdot\sigma_s/E_s$ =	0,000707				
Ø =	16,0	mm	c =	4,20	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	243,00	mm						
$w_k = s_{r,max}\cdot(\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ =	0,226	mm	<	w_g				



Pukotine zadovoljavaju!

Kontrola graničnog stanja pukotina nad ležaje grede G1B (30 x 70)



Slika.143.Prikaz armature grede nad ležajem

Dimenzije elementa:

b = 30.0 cm

h = 70.0 cm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c$ = 2.0 cm (XC1

$d_1 = c_{nom} + Ø \div 2.0 \approx 5.0$ cm

$d = h - d_2 = 65.0$ cm

Mjerodavni momenti u gredi su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja ($1.00 \times G_k + 1.00 \times Q_k$).

Granična vrijednost širine pukotine: w_g =0,3 mm (EC-2–uobičajena sredina) Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

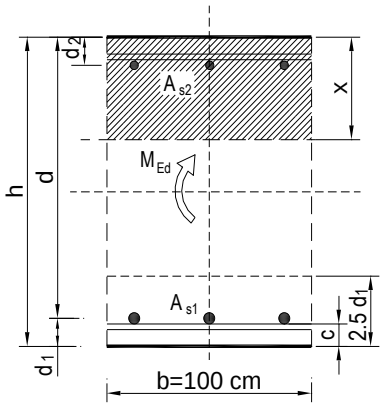
$$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$$

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju: M_{sd}= -273,71 kNm

Armatura ploče donja zona: **5Ø20;** (15,71 cm^2/m)

b =	30,0	cm	d =	65,0	cm	h =	70,0	cm
f_{ck} =	30,0	MN/m²	f_{ctm} =	2,90	MN/m²	w_g =	0,30	mm
A_{s1} =	15,71	cm²				$d_1 = d_2$ =	5,0	cm
E_s =	200,00	GN/m²	E_{cm} =	32,00	GN/m²	$\alpha_e = E_s/E_{cm}$ =	6,25	
M_{Ed} =	273,7	kNm	k_t =	0,40				
σ_s =	294,65	MN/m²						
x =	17,61	cm	$\rho_{p,eff}$ =	0,0419				
$(\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ =	0,001299	>	$0.6 \cdot \sigma_s/E_s$ =	0,000884				
Ø =	20,0	mm	c =	4,20	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	223,96	mm						

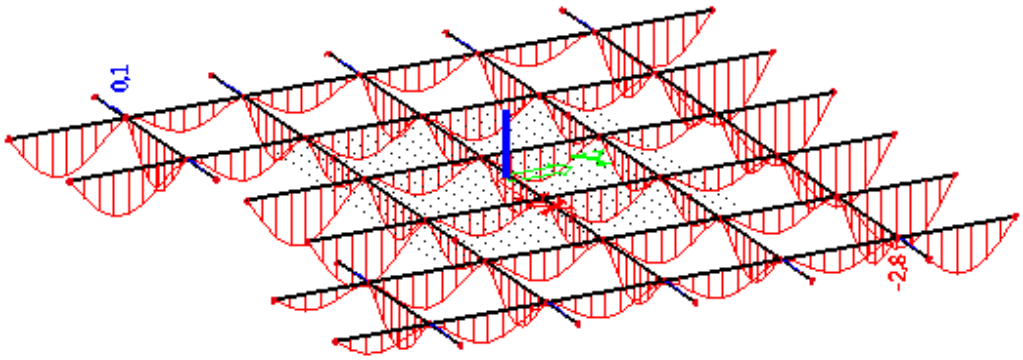
$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ = 0,291 mm < w_g



Pukotine zadovoljavaju!

Kontrola graničnog stanja deformacija (progiba) u polju grede G1B (30x30)

Prikaz rezultata za gredu G1B



Slika 144. Dijagram progiba za grede G1B

Progibi greda su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja ($1.0 \times G_k + 1.0 \times Q_k$):

$f_{el} = 2.8\text{mm} = 0.28$ cm

Granična vrijednost progiba ploče u polju: $f_{p,dop} = \frac{l_g}{250} = \frac{780}{250} = 3{,}12cm$

Ukupni progib:

$$f_u = \phi(\infty) \cdot f_k$$

$\varphi(\infty)$ - konačni koeficijent puzanja, odabrano: $\phi(\infty) = 1.8$

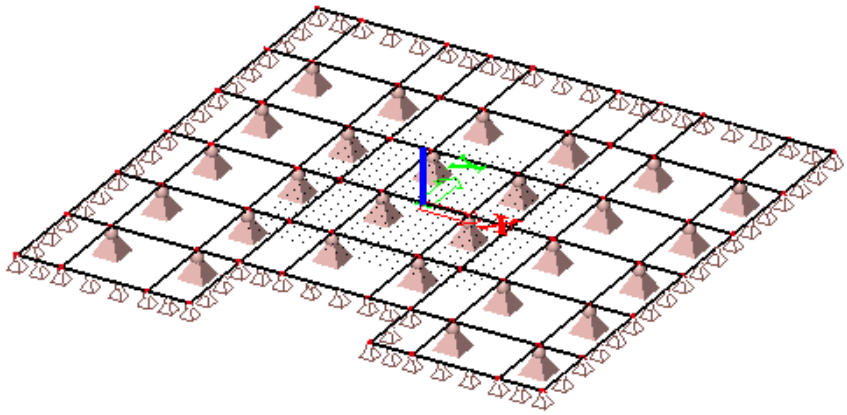
$f_d = \phi(\infty) \cdot f_k = 1.8 \cdot 0.28 = 0.504$ cm

$f_u = f_k + f_d = 0.28 + 0.504 = 0.784$ cm $< f_{p,dop=3,12}$ cm

16 PRORAČUN VERTIKALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE-GARAŽA

16.1 Proračun stupova S1B

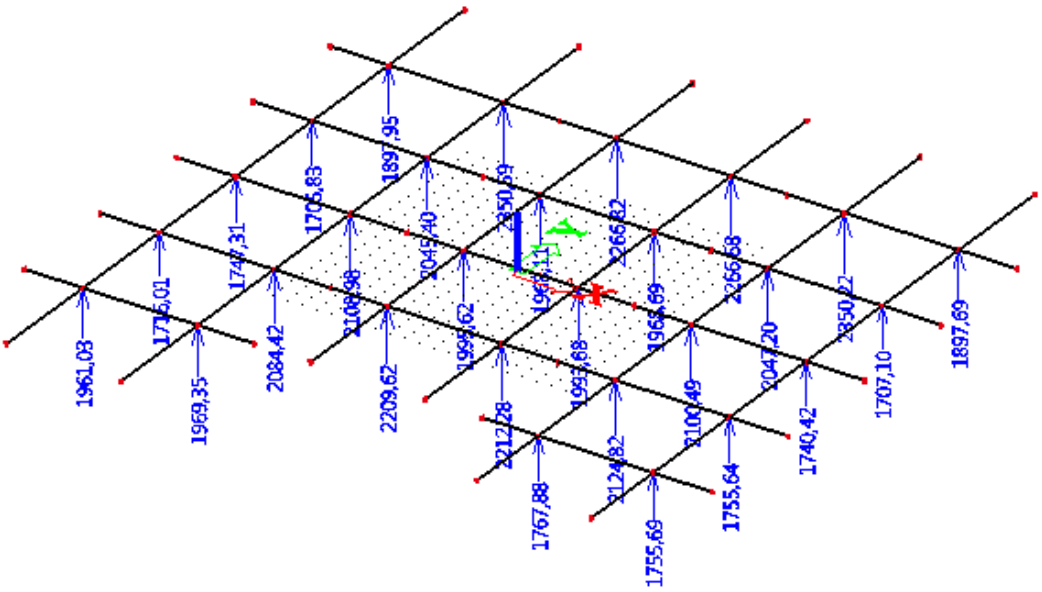
Prikaz razmještaja stupova u zgradi nalazi se na Slika 145. :



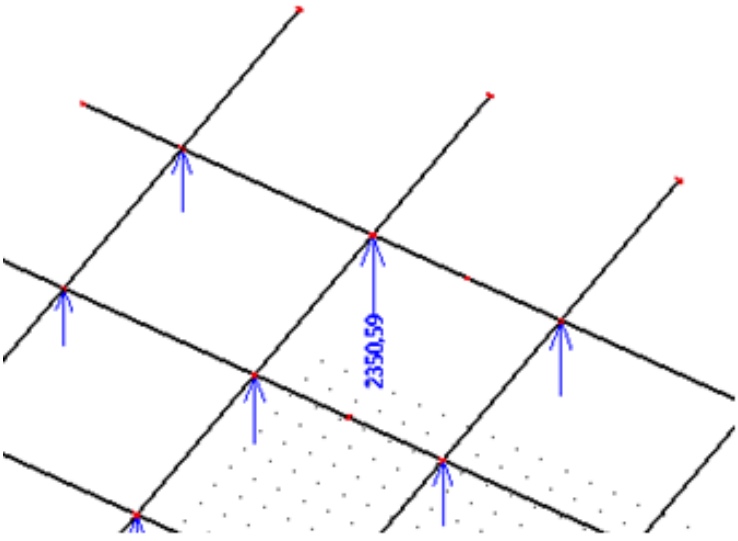
Slika 145. Prikaz stupova kao točkastih ležajeva, te njihov položaj u garaži

16.1.1 Proračun AB stupova za GSN (POZ S1B)

Stupovi su proračunati na maksimalnu uzdužnu silu i pripadajući moment. Rezultati su uzeti iz vertikalnog modela. Dobiveni momenti ponovno je množen s koeficijentom vitkosti, iako je taj moment već dio momenta drugog reda, što je na strani sigurnosti.

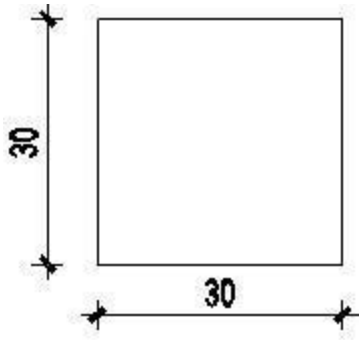


Slika 146. Dijagram maksimalne uzdužne sile N (kN) za stupove uobičajenu kombinaciju opterećenja



Slika 147. Dijagram maksimalnog momenta savijanja My (kNm) stupa S1B za uobičajenu kombinaciju opterećenja

Proračun uzdužne armature stupa S1B



Slika 148. Prikaz dimenzija stupa

Karakteristike elementa:

a=30,0 cm

b=30,0 cm

l_{s1}=350,0 cm

A_{S1}=900,0cm^2

I=675000,0cm^4

i = 8,7

E_{cm} = 3200,0 kN/cm^2

Vitkost stupa:

$\lambda_y = l_{i,\,y} \div i_y$

$l_i = \beta \times l$

$\beta \approx 1{,}0$

$l_i = 1{,}0 \times 350{,}0 = 350{,}0$ cm

$\lambda_y = l_{i,\,y} \div i_y = 350{,}0/11{,}5 = 30{,}43$

Granična vitkost stupa $\lambda_{lim} = 25.00$

$\boldsymbol{\lambda \leq \lambda_{lim}}$

Množit ćemo moment s koeficijentom vitkosti, čime smo na strani sigurnosti.

Utjecaj vitkosti stupova obuhvaćen je inženjerskom metodom povećanja momenata.

$$M_{Sd,\,II} = \psi \times M_{Sd,\,I}$$

$$N_{Sd,\,II} = N_{Sd,\,I}$$

$M_{Sd,\,II}$ = moment savijanja po teoriji II.reda

$M_{Sd,\,I}$ = moment savijanja po teoriji I. reda

$\Psi = C_m \div (1 - (\gamma \times N_{Sd}) \div N_E$

Koeficijent raspodjele momenata $C_m = 1$

Koeficijent redukcije $\gamma = 1{,}5$

Kritična Eulerova sila izvijanja N_E

$N_E = (\pi^2 \times E_{c,\,eff} \times I_{,II}) \div l_i^2$

Koeficijent puzanja betona: $\varphi(\infty, t_0) = 1{,}8$

Sekantni modul elastičnosti betona: $E_{cm} = 3200{,}0\ kN/cm^2$

Djelotvorni modul elastičnosti
betona:

$E_{c,\,eff} = E_{cm} \div (1{,}0 + \varphi(\infty, t0))$

$E_{c,\,eff} = 3200{,}0 \div (1{,}0 + 1{,}8)$

$E_{c,\,eff} = 1142{,}8\ kN/cm^2$

$N_E = (\pi^2 \times 1142{,}8 \times 675000{,}0) \div 350{,}0^{\,2}$

$N_E = 62149{,}4\ kN$

$\Psi = C_m \div (1 - (\gamma \times N_{Sd}) \div N_E$

$\Psi = 1{,}07$

$N_{Sd,\,II} = 2350{,}59\ kN$

$M_{Sd,\,II} = 47{,}01 * \Psi = 47{,}01 * 1{,}07 = 50{,}30\ kNm$

Sile u stupovima su vrlo slične, pa će se dimenzioniranje izvršiti za najveću uzdužnu silu i pripadajući moment, a tom armaturom bit će armirani svi stupovi.

Materijal:

Beton C30/37

$f_{ck} = 30{,}0$ MPa

$f_{cd} = f_{ck} \div \gamma_c = 30{,}0 \div 1{,}5$

$f_{cd} = 20{,}0$ MPa (uobičajena kombinacija)

Čelik B500B

$f_{yk} = 500{,}0$ MPa

$f_{yd} = f_{yk} \div \gamma_s = 500{,}0 \div 1{,}15$

$f_{yd} = 434{,}8$ MPa (uobičajena kombinacija)

Proračunska kombinacija: $1.35 \times G_k + 1.5 \times Q_k$

Proračunsko opterećenje: $M_{Sd,\,x} = 50{,}30$ kNm

$N_{sd} = 2350{,}59$ kN

$$\mu_{Sd} = \frac{M_{Sd}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} = \frac{5030}{30 \cdot 30^2 \cdot 2{,}0} = 0.09314$$

$$\nu_{Sd} = \frac{N_{Sd}}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = \frac{2350{,}59}{30 \cdot 30 \cdot 2{,}0} = 1.30588$$

Dijagrami interakcije za: $\beta = \frac{d_1}{h} = \frac{3}{30} = 0.10$

$\alpha=1$

Očitano iz dijagrama inetrakcije za $\beta = 0.1$:

očitano $\omega=0.76$ – mehanički koeficijent armiranja

Potrebna površina armature:

$$A_{s1} = A_{s2} = \omega \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0.76 \cdot 30^2 \cdot \frac{2{,}0}{43{,}48} = 31{,}47\left(cm^2\right)$$

Odabrano:	
Uzdužna vlačna armatura:	8 Ø 25 (A_s = 39.27 cm^2)

Pošto su stupovi relativno kratki, usvojena je ista količina armature po cijeloj visini stupa.

Minimalna površina uzdužne armature:

$A_{s,\,min} = 0.15 \times (N_{Sd,\,max} \div f_{yd})$

$= 0.15 \times (2350{,}59 \div 43.48)$

$A_{s,\,min} = 8.11\ cm^2$

$A_{s,\,min} = 0.003 \times A_C = 0.003 \times 900.0$

$A_{s,\,min} = 2.7\ cm^2$

Maksimalna površina uzdužne armature:

$A_{s1,\,max} = 0.04 \times A_C = 0.04 \times 900.0$

$A_{s,\,max} = 36.0\ cm^2$

Proračun poprečne armature stupa S1B

Dimenzije elementa:

a= 40 cm

b= 40 cm

A_{S1}=1600,0cm^2

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 3.0$ cm (XC1)

$d = c_{nom} + Ø_v + Ø \div 2.0 \approx 5.0$ cm

$A_{s1} = 37{,}48\ cm^2$

NAPOMENA:

Stupovi ne preuzimaju potresne sile.

Vertikalni razmak spona s_w :

$s_w \leq 12 \times \Phi_{s,min}$ ($\Phi_{s,min} \geq 12mm$) = 12 × 25= 30.0cm

$s_w \leq$ najmanja stranica presjeka stupa = 30.0 cm

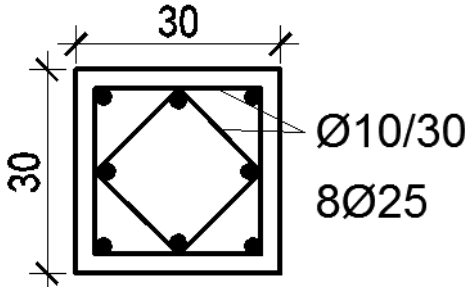
$s_w \leq 30.0$ cm

U područjima neposredno ispod ili iznad ploča na visini jednakoj većoj izmjeri presjeka stupa (u ovom slučaju 300 cm), odabrani razmak vilica umanjuje se faktorom 0.60 :

$s_w \leq 0.60 \times 12 \times \Phi_{s,min}$ ($\geq 12mm$) = 0.60 × 12 × 25= 18.8 cm

Odabrano:	
Poprečna armatura (u srednjem dijelu stupa):	Ø 8 / 30.0 cm
Poprečna armatura (pri vrhu i dnu stupa):	Ø 8 / 15.0 cm

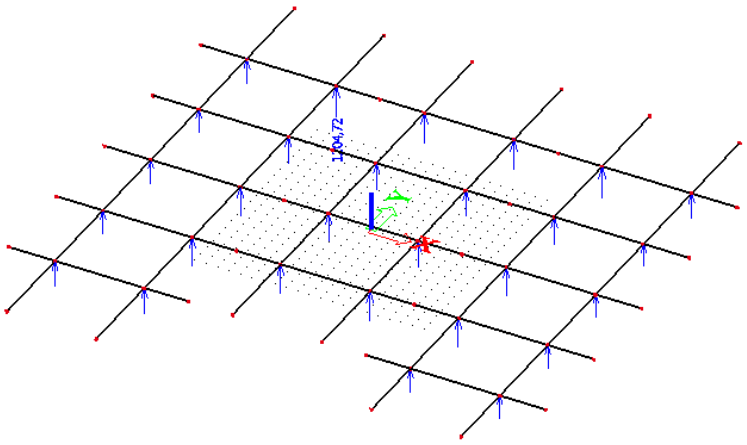
Poprečni presjek po sredini stupa:



Slika 149. Skica armature stupa S1B (30x30)

16.1.2 Proračun AB stupova za GSU

Kontrola naprezanja



Slika 150. Prikaz uzdužnih sila u ležajevima

Kombinacija opterećenja: $1.0 \times G_k + 1.0 \times Q_k$

Proračunsko opterećenje: $N_{Sd,\,max} = 1204{,}72$ kN

Granično stanje naprezanja :

$\sigma_c \leq 0.45 \times f_{ck} = 0.45 \times 3$ $\quad 0.45 \times f_{ck} = 1.35$ kN/cm^2

Naprezanje u betonu:

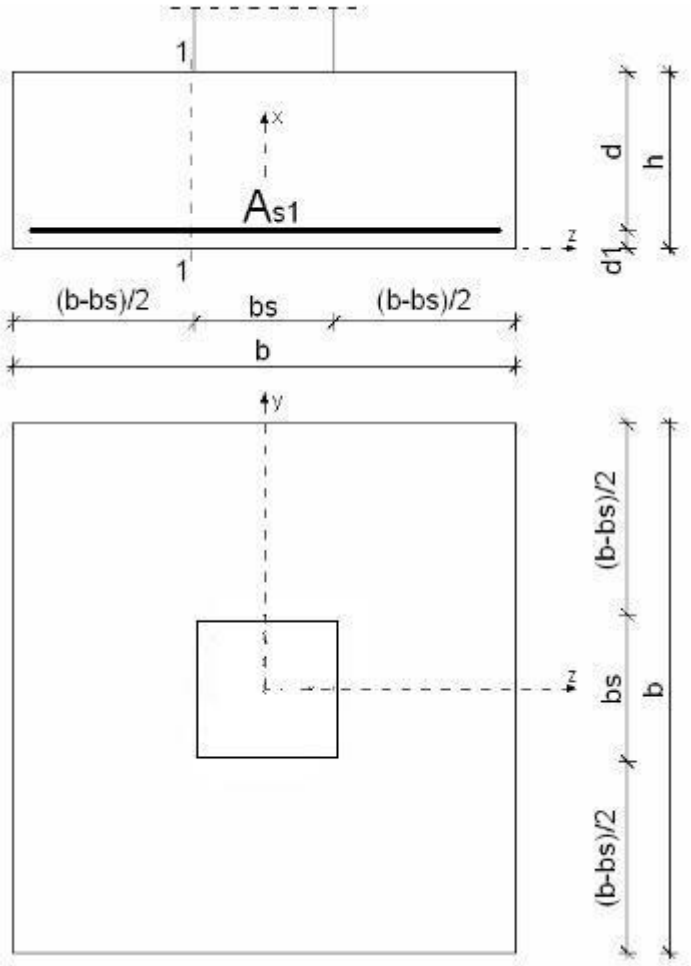
$\sigma_c = N_{Sd,max} \div A_C$

$\sigma_c = 1644{,}60 \div 900.0$ $\quad \sigma_c = 1{,}33$ kN/cm^2

$\sigma_c \leq 0.45 \times f_{ck}$ (Kontrola naprezanja zadovoljava)

17 PRORAČUN TEMELJA

17.1 Proračun AB temelja samca; b=220 cm



Slika 151. Prikaz temelja samca

Dimenzije elementa:

a = 220,0 cm

b = 220,0 cm

h =70,0 cm

bs =30,0cm

$A_{tem} = a \times b = 48400{,}0\ cm^2$

$W_{tem} = (a \times b^2) \div 6.0 =$

$1774666{,}67 cm^3$

$G_{tem} = A_{tem} \times h \times 25 = 84{,}7\ kN$

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 4{,}0\ cm$ (XC2)

$d_1 = c_{nom} + (\O_{s1,y} + \O_{s1,z}) \div 2{,}0$

$\approx 6{,}0\ cm$

$d_z = d_y = h - d_1 = 64{,}0\ cm$

Karakteristika tla:

Materijal:

Beton C30/37

$f_{ck} = 30{,}0\ MPa$

$f_{cd} = f_{ck} \div \gamma_c = 30{,}0 \div 1{,}5$

$f_{cd} = 20{,}0\ MPa$ (uobičajena kombinacija)

Čelik B500B

$f_{yk} = 500{,}0\ MPa$

$f_{yd} = f_{yk} \div \gamma_s = 500{,}0 \div 1{,}15$

$f_{yd} = 43{,}48\ MPa$ (uobičajena kombinacija)

Proračun naprezanja ispod temelja samca prikazan je za maksimalnu uzdužnu silu i pripadajući moment. Uzdužne sile u stupovima su vrlo slične, te će se svaki temelj samac armirati na temelju plana armature za maksimalnu uzdužnu silu i pripadajući moment, tj. na temelju plana armature prikazanog temelja samca.

17.1.1 Proračun naprezanja ispod temelja samca za uobičajenu kombinaciju opterećenja

Proračunska kombinacija: $1{,}00 \times G_k + 1{,}0 \times Q_k$

Proračunsko opterećenje: $N_{Sd} = 2350{,}59$ kN

$M_{Sd} = 57{,}85$ kNm

Težina temeljne trake:

$G_{tem} = A_{tem} \times h \times \gamma_{AB} = 4{,}84 \times 0{,}7 \times 25{,}0$ $G_{tem} = 84{,}7$ kN

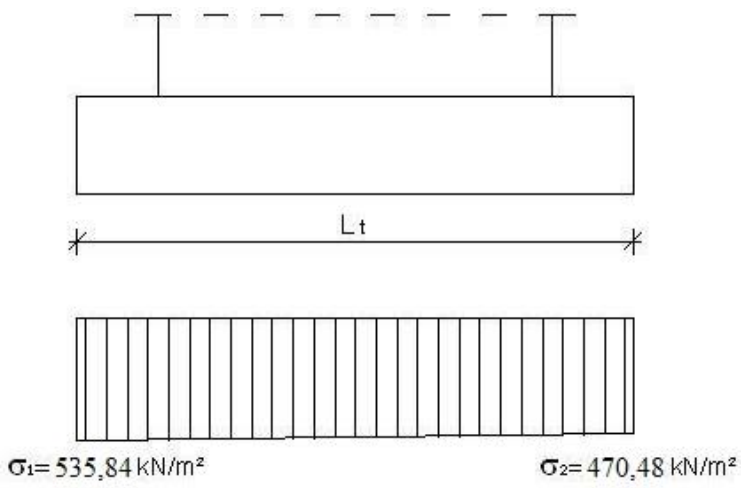
Kontrola naprezanja ispod temeljne trake:

$\sigma_{1,2} = (N_{Sd} + 1{,}0 \times G_{tem}) \div A_{tem} \pm M_{Sd} \div W_{tem}$

$\sigma_1 = (2350{,}59 + 1{,}0 \times 84{,}7) \div 4{,}84 + 57{,}85 \div 177$ $\sigma_1 = 535{,}84$ kN/m^2 (tlak)

$\sigma_2 = (4155{,}28 + 1{,}0 \times 192{,}0) \div 12{,}80 - 2298{,}6 \div 13{,}65$ $\sigma_2 = 470{,}48$ kN/m^2 (tlak)

$\boldsymbol{\sigma_{1,2} < \sigma_{dop,\,tla}}$ (Kontrola naprezanja zadovoljava)

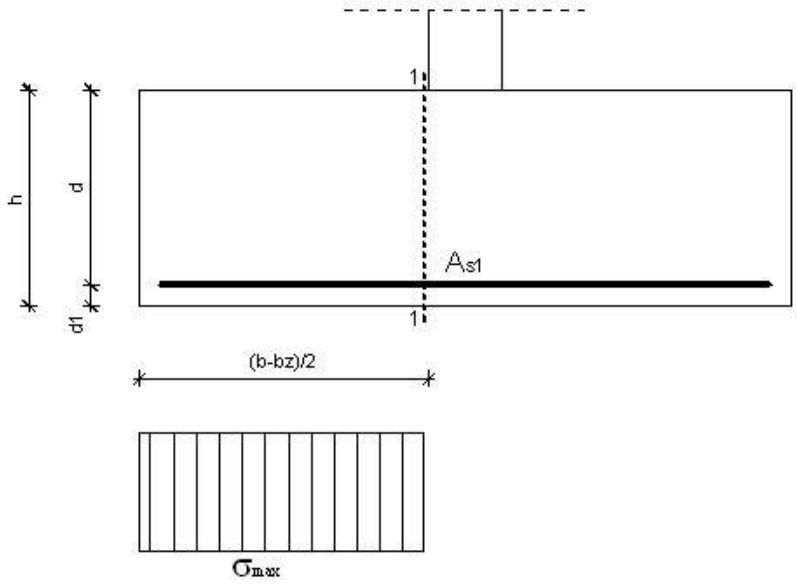


Slika 152. Naprezanja ispod temelja samca za uobičajenu kombinaciju opterećenja

17.1.2 Proračun armature temelja samca

Proračunska kombinacija: $1.00 \times G_k + 0.30 \times Q_k$

Proračunsko naprezanje: $\sigma_{max} = 535{,}84\ kN/m^2$



Slika 153. Prikaz opterećenja za proračun armature temelja samca

Ukupna sila na temelj u presjeku 1-1:

$T_{sd,\ 1\text{-}1} = 1.5 \times \sigma_{max} \times (b\text{-}b_z)/2$

$T_{sd,\ 1\text{-}1} = 1.5 \times 535{,}84 \times 0.9$ $T_{sd,\ 1\text{-}1} = 723{,}38$ kN/m

$M_{sd,\ 1\text{-}1} = T_{sd,\ 1\text{-}1} \times (b\text{-}b_z)/2 \div 2.0$

$M_{sd,\ 1\text{-}1} = 723{,}38 \times 0.9 \div 2.0$ $M_{sd,\ 1\text{-}1} = 325{,}52$ kNm/m

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$A_{s1} = M_{sd,\ 1\text{-}1} \div (f_{yd} \times 0.9 \times d)$

$A_{s1} = 32552 \div (50.0 \times 0.9 \times 64.0)$ $A_{s1} = 11{,}30\ cm^2$

Odabrano:	
Uzdužna vlačna armatura:	7Ø 16 (A_{s1} = 14,07 cm^2/m)(u oba smjera)

Minimalna površina uzdužne vlačne armature:

$A_{s1,\ min} = 0.0015 \times b \times d$

$A_{s1,\ min} = 0.0015 \times 100.0 \times 64.0$

$A_{s1,\ min} = 9{,}6\ cm^2/m$

$A_{s1,\ min} = (0.022 \times f_{ck} \times b \times d) \div f_{yk}$

$A_{s1,\ min} = (0.022 \times 3.0 \times 100.0 \times 64.0) \div 50.0$

$A_{s1,\,min} = 8.45\ cm^2/m$

$A_{s1,\,min} = (0.6 \times b \times d) \div f_{yk}$

$A_{s1,\,min} = (0.6 \times 100.0 \times 64.0) \div 500.0$

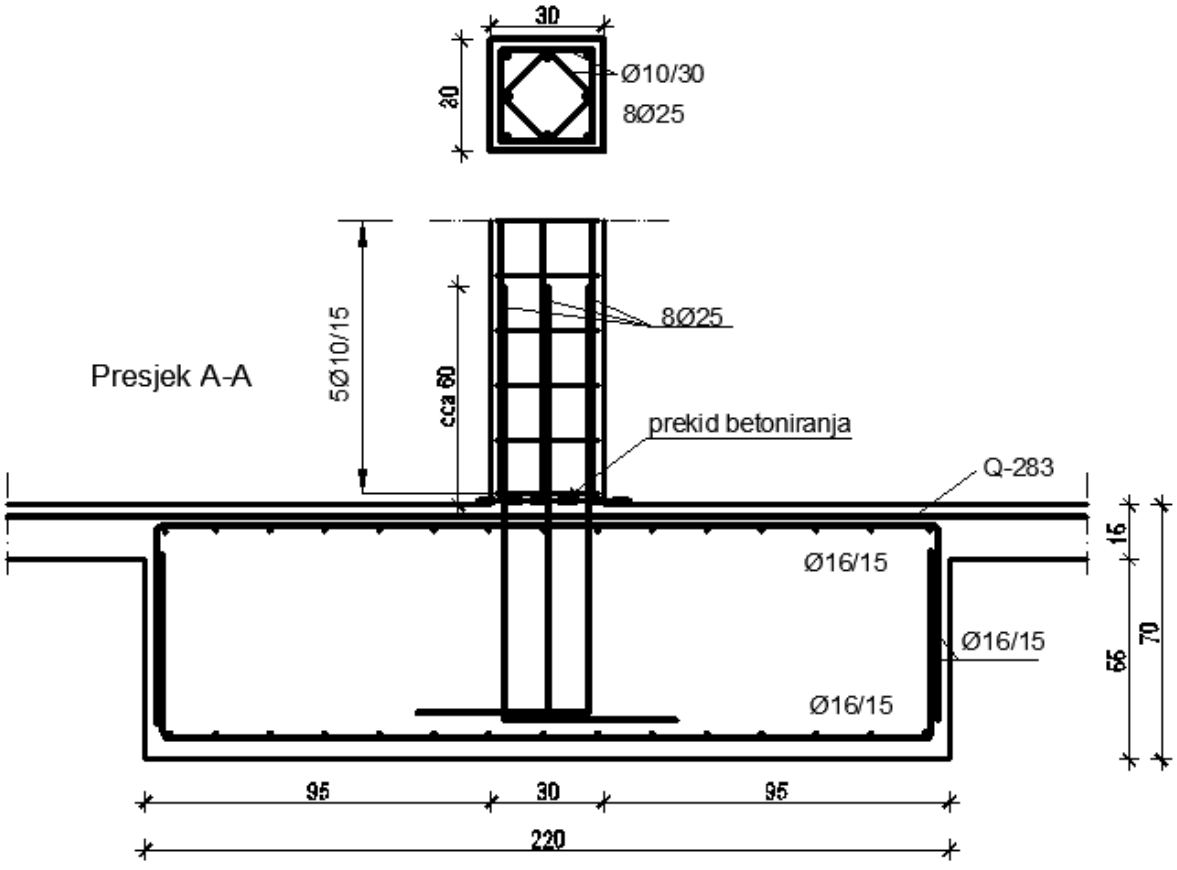
$A_{s1,\,min} = 7.68\ cm^2/m$

Maksimalna površina uzdužne vlačne armature:

$A_{s1,\,max} = (0.159 \times f_{cd} \times b \times d) \div f_{yd}$

$A_{s1,\,max} = (0.159 \times 2.0 \times 100 \times 64.0) \div 43.48$

$A_{s1,\,max} = 46{,}81\ cm^2/m$



Slika 154. Odabrana uzdužna i poprečna armatura temelja samca

17.2 Podna ploča

Podnu ploču (u podrumu) izvesti na dobro zbijenoj podlozi od kvalitetnog kamena. Zbijenost kontrolirati kružnom pločom.

Minimalni modul zbijenosti MS mora biti veći od 60 MPa. Podnu ploču armirati u gornjoj zoni armaturom Q-283.

18 GRAFIČKI PRILOZI

Prilog 1.1 - presjek 1-1 - globalni plan pozicija.....MJ. 1:200

Prilog 1.2 - presjek 2-2 - globalni plan pozicija.....MJ. 1:200

Prilog 1.3 - presjek 3-3 - globalni plan pozicija.....MJ. 1:200

Prilog 1.4 - tlocrt temelja - plan pozicija 00.....MJ. 1:200

Prilog 1.5 - tlocrt temelja - plan pozicija 100.....MJ. 1:200

Prilog 1.6 - tlocrt garaže i podruma - plan pozicija 100.....MJ. 1:200

Prilog 1.7 - tlocrt prizemlja - plan pozicija 200.....MJ. 1:200

Prilog 1.8 - tlocrt 1., 2.,3. I 4. kata - plan pozicija 300.....MJ. 1:200

Prilog 1.9 - tlocrt 5. kata I krova- plan pozicija 400.....MJ. 1:200

Prilog 1.10 - tlocrt krova…….....MJ. 1:200

Prilog 2.1 - skica armature temelja- plan pozicija 00.....MJ.1:200, 1:20

Prilog 2.1 - skica armature temelja.-plan pozicija 100.....MJ.1:200, 1:20

Prilog 3.1 - skica armature ploče garaže i podruma POZ 100– donja zona

.....MJ. 1:200

Prilog 3.2 - skica armature ploče garaže i podruma POZ 100–gornja zona

.....MJ. 1:200

Prilog 3.3 - skica armature ploče prizemlja POZ 200– donja zona

.....MJ. 1:200

Prilog 3.4 - skica armature ploče prizemlja POZ 200–gornja zona

.....MJ. 1:200

Prilog 3.5 - skica armature ploče 1.,2.,3 i 4. kata POZ 300– donja zona

.....MJ. 1:200

Prilog 3.6 - skica armature ploče 1.,2.,3 i 4. kata POZ 300– gornja zona

.....MJ. 1:200

Prilog 3.7 - skica armature ploče 5. kata i krova POZ 400– donja zona

.....MJ. 1:200

Prilog 3.8 - skica armature ploče 5. kata i krova POZ 400– gornja zona

.....MJ. 1:200

Prilog 4.1 - skica armature greda – pozicija 100.....MJ. 1:200, 1:20

Prilog 4.2 - skica armature greda – pozicija 200.....MJ. 1:200, 1:20

Prilog 4.3 - skica armature greda – pozicija 300.....MJ. 1:200, 1:20

Prilog 4.4 -- skica armature greda – pozicija 400.....MJ. 1:200, 1:20

Prilog 5.1 - skica armature stupa – pozicija 100.....MJ. 1:200, 1:20

Prilog 5.2 -- skica armature stupa – pozicija 200, 300 i 400.....MJ. 1:200, 1:20

Prilog 6.1 - skica armature zida – pozicija 100.....MJ. 1:200, 1:20

Prilog 6.2- skica armature zida – pozicija 200.....MJ. 1:200, 1:20

Prilog 6.3 - skica armature zida – pozicija 300 i 400.....MJ. 1:200, 1:20

Prilog 7.1 - skica armature stubišta S100.....MJ. 1:20

Prilog 7.2 - skica armature stubišta S200.....MJ. 1:20

19 LITERATURA

[1] Jure Radić i suradnici: Betonske Konstrukcije – Priručnik, Hrvatska sveučilišna naklada, Sveučilište u Zagrebu – Građevinski fakultet, Andris, Zagreb, 2006.

[2] Jure Radić i suradnici: Betonske Konstrukcije – Riješeni primjeri, Hrvatska sveučilišna naklada, Sveučilište u Zagrebu – Građevinski fakultet, Andris, Zagreb, 2006.

[3] Jure Radić, Alen Harapin: Osnove betonskih konstrukcija – Interna skripta, Sveučilište u Splitu – FGAG, Split, 2012.

[4] Igor Gukov, Predavanja Beton, 2010. godine, Betonske konstrukcije 1, http://www.grad.hr/gukov/pdf/predavanja-beton.pdf , 06.2014.

[5] EN 1991 Eurokod 1, Osnove proračuna i djelovanja na konstrukcije, CEN- Belgija, 2005.

[6] EN 1992 Eurokod 2, Proračun betonskih konstrukcija, CEN- Belgija, 2004.

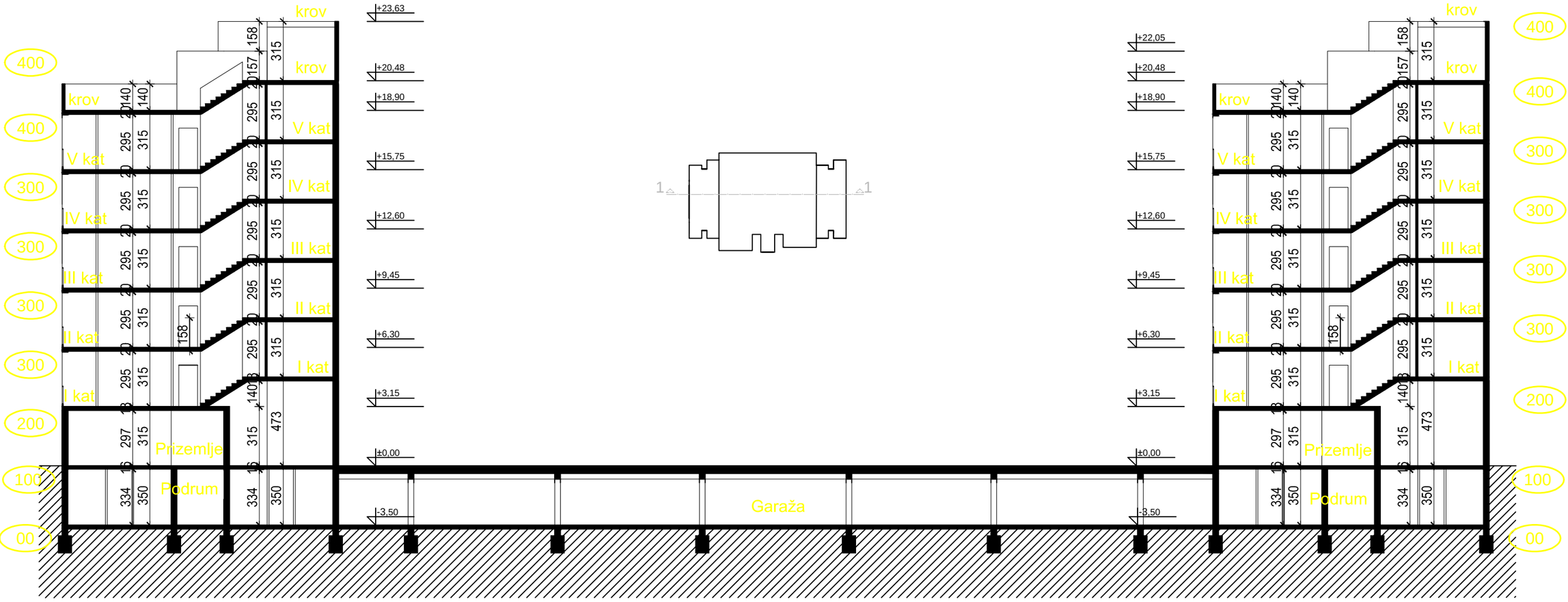
[7] EN 1998 Eurokod 8, Projektiranje konstrukcija na potresno opterećenje, CEN- Belgija, 2004.

[8] HRN ENV 1991-1 EUROKOD 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije: Osnove projektiranja, Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo, 2005

[9] HRN ENV 1992-1-1 EUROKOD 2: Projektiranje betonskih konstrukcija – 1.1 dio: Opća pravila i pravila za zgrade, Drţavni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo, 2004.

[10] HRN ENV 1998-1 EUROKOD 8: Projektiranje konstrukcija otpornih na potres – 1-1. Dio: Opća pravila: Potresna djelovanja i opći zahtjevi za konstrukcije (ENV 1998-1-1:1994), Zagreb 2005.

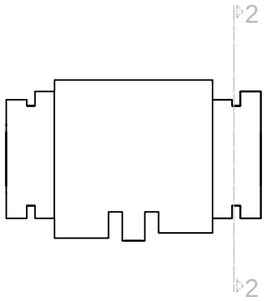
GLOBALNI PLAN POZICIJA - PRESJEK
1-1
M 1:200

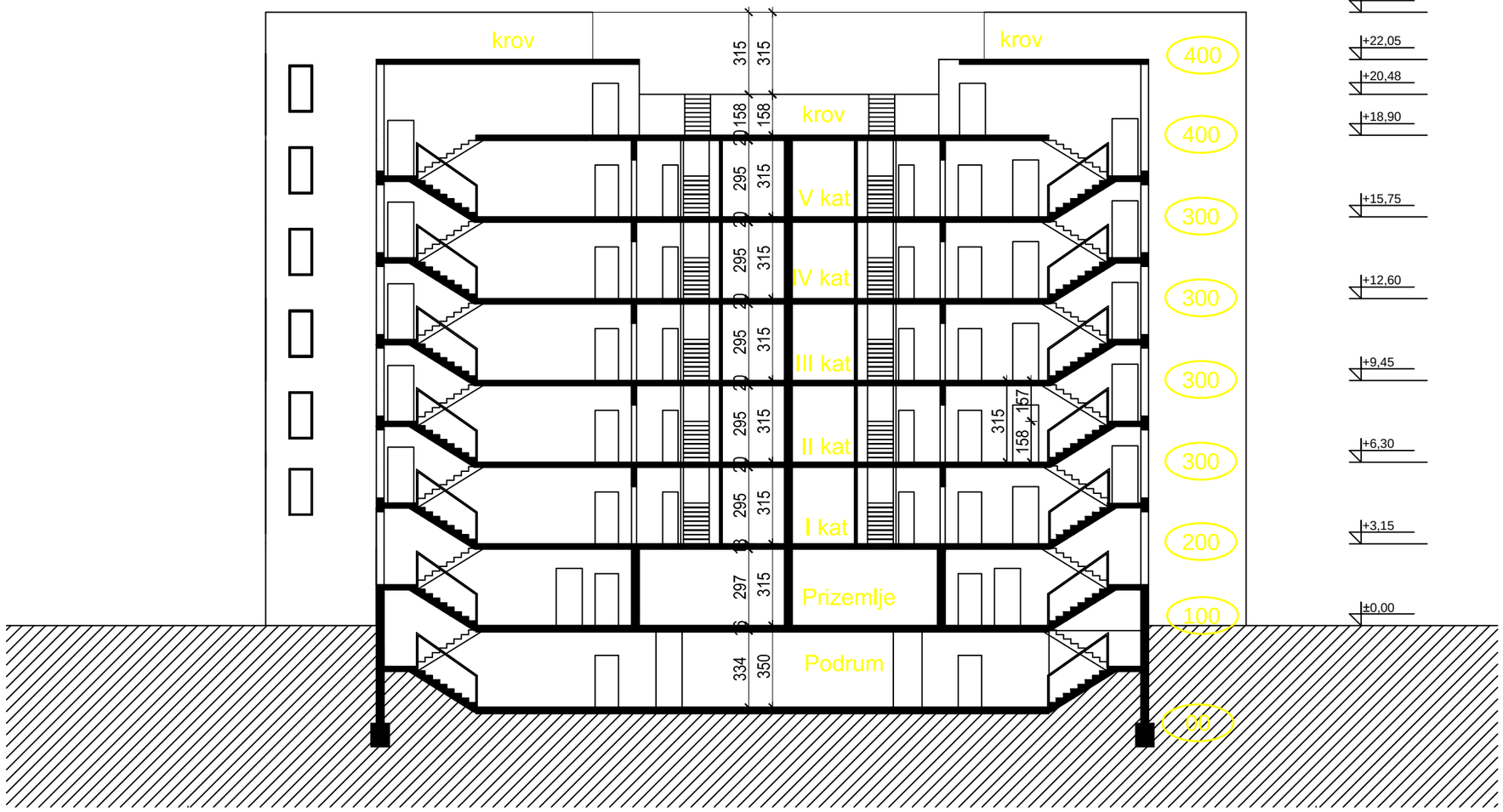


SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: ARIJA - stambeno- poslovna zgrada u ulici Velimira Terzića u Splitu	DATUM: rujan, 2014.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2014
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Josipa Budimir
	SADRŽAJ: GLOBALNI PLAN POZICIJA - PRESJEK 1-1	BROJ PRILOGA: 1.1

GLOBALNI PLAN POZICIJA - PRESJEK 2-2

M 1:200



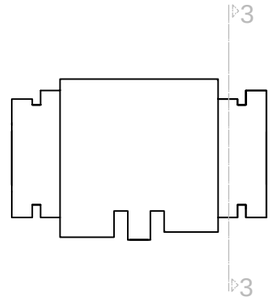


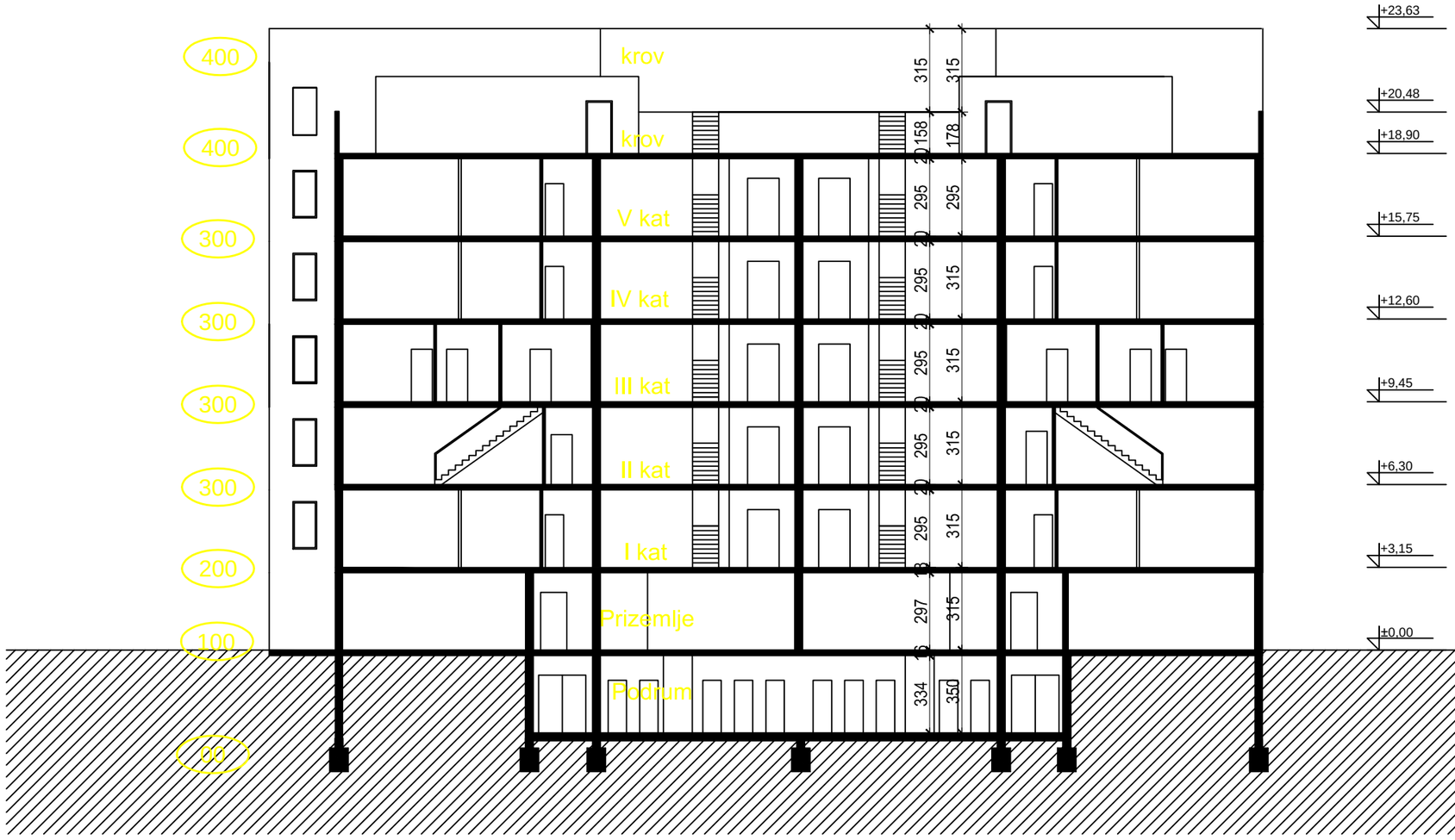
SVEUČILIŠTE U SPLITU,
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
GRAĐEVINA: ARIJA - stambeno- poslovna zgrada u ulici Velimira Terzića u Splitu	DATUM: rujan, 2014.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2014
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Josipa Budimir
SADRŽAJ: GLOBALNI PLAN POZICIJA - PRESJEK 2-2	BROJ PRILOGA: 1.2

GLOBALNI PLAN POZICIJA - PRESJEK 3-3

M 1:200

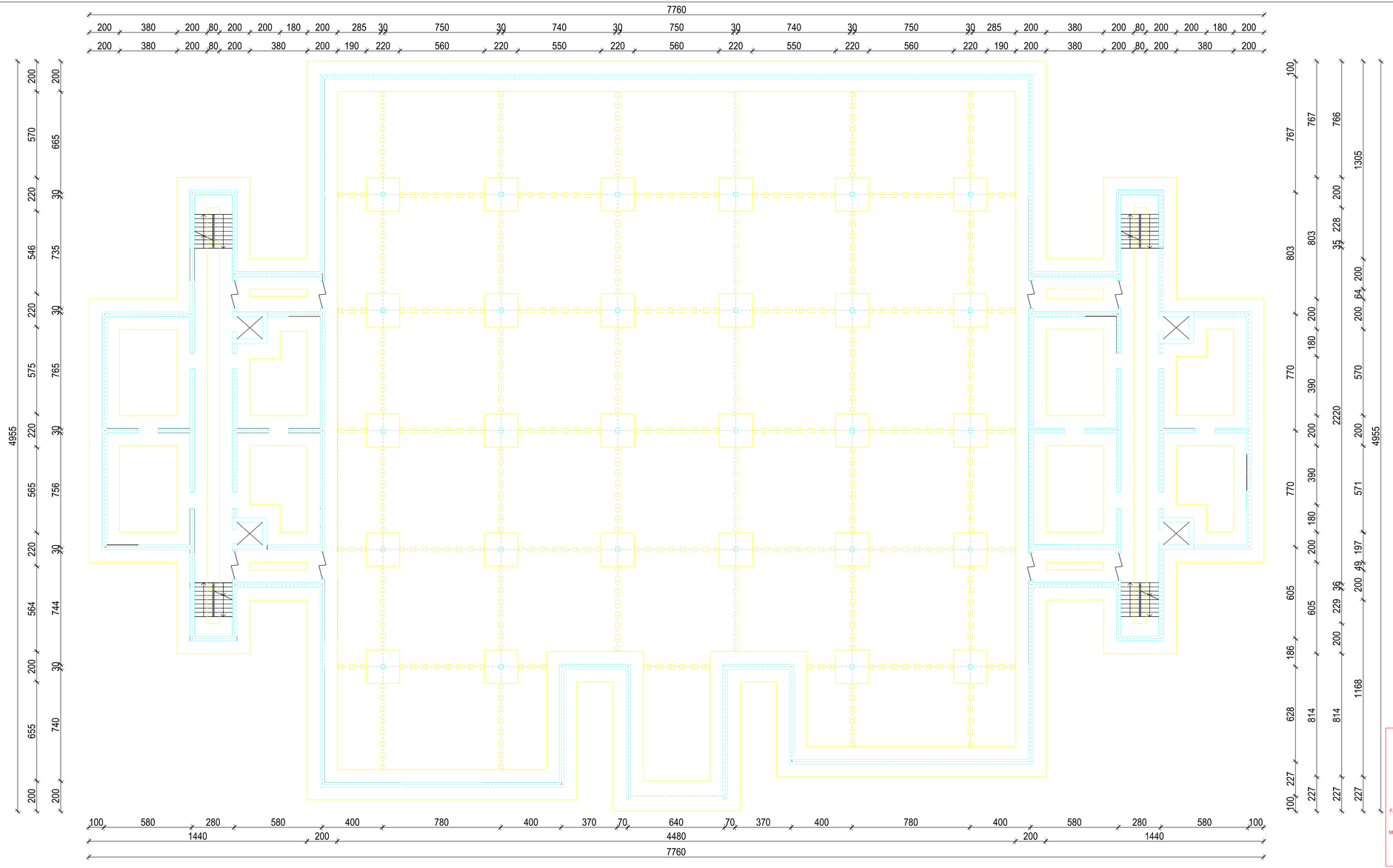




SVEUČILIŠTE U SPLITU,
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
GRAĐEVINA: ARIJA - stambeno- poslovna zgrada u ulici Velimira Terzića u Splitu	DATUM: rujan, 2014.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2014
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Josipa Budimir
SADRŽAJ: GLOBALNI PLAN POZICIJA - PRESJEK 3-3	BROJ PRILOGA: 1.3

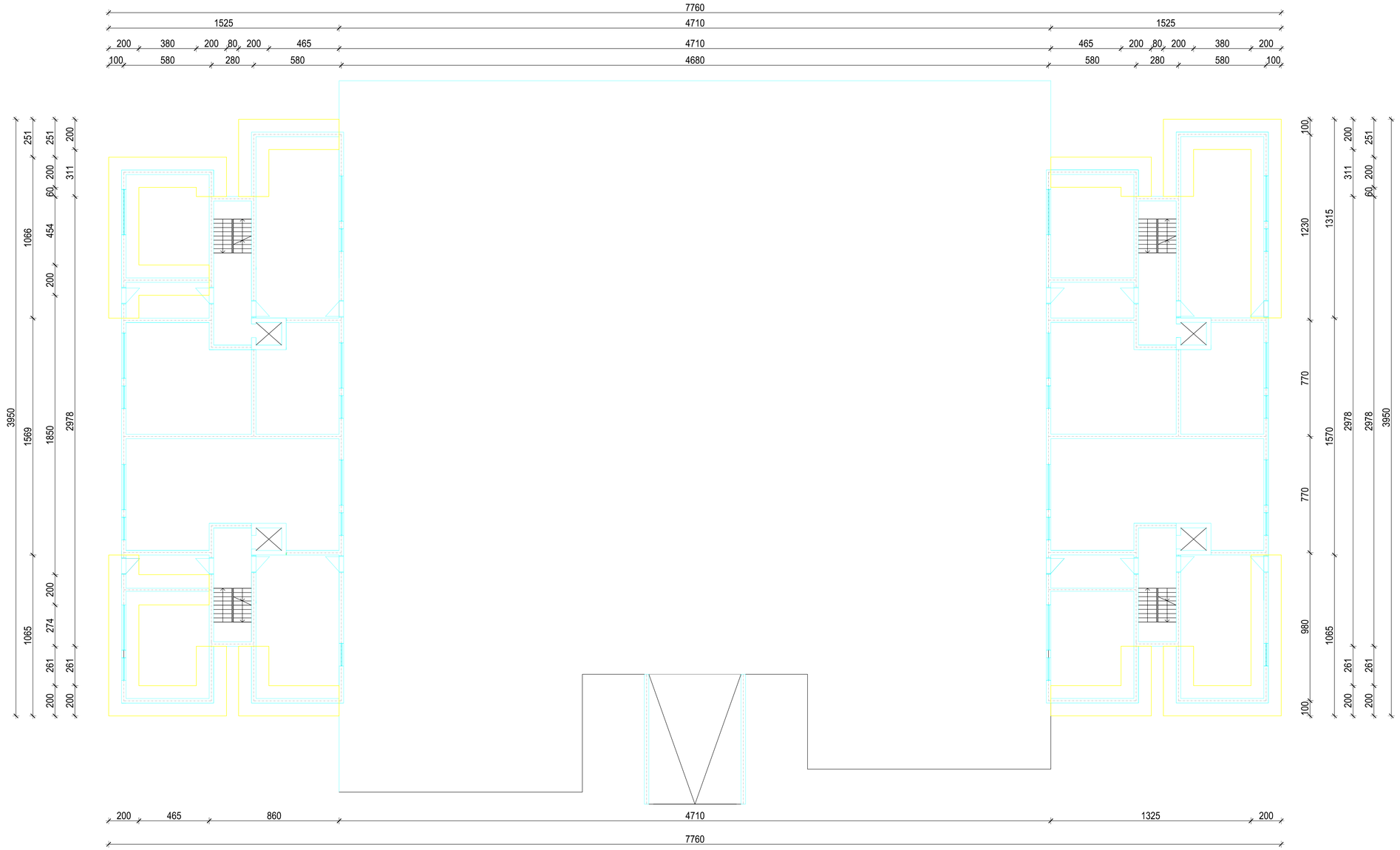
TLOCRT TEMELJA - PLAN POZICIJA 00
M 1:200



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: 1:200
GRAĐEVINA: ARIJA - stambeno- poslovna zgrada u ulici Velimira Terzića u Splitu	DATUM: rujan, 2014.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2014
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Josipa Budimir
SADRŽAJ: TLOCRT TEMELJA - PLAN POZICIJA 00	BROJ PRILOGA: 1.4

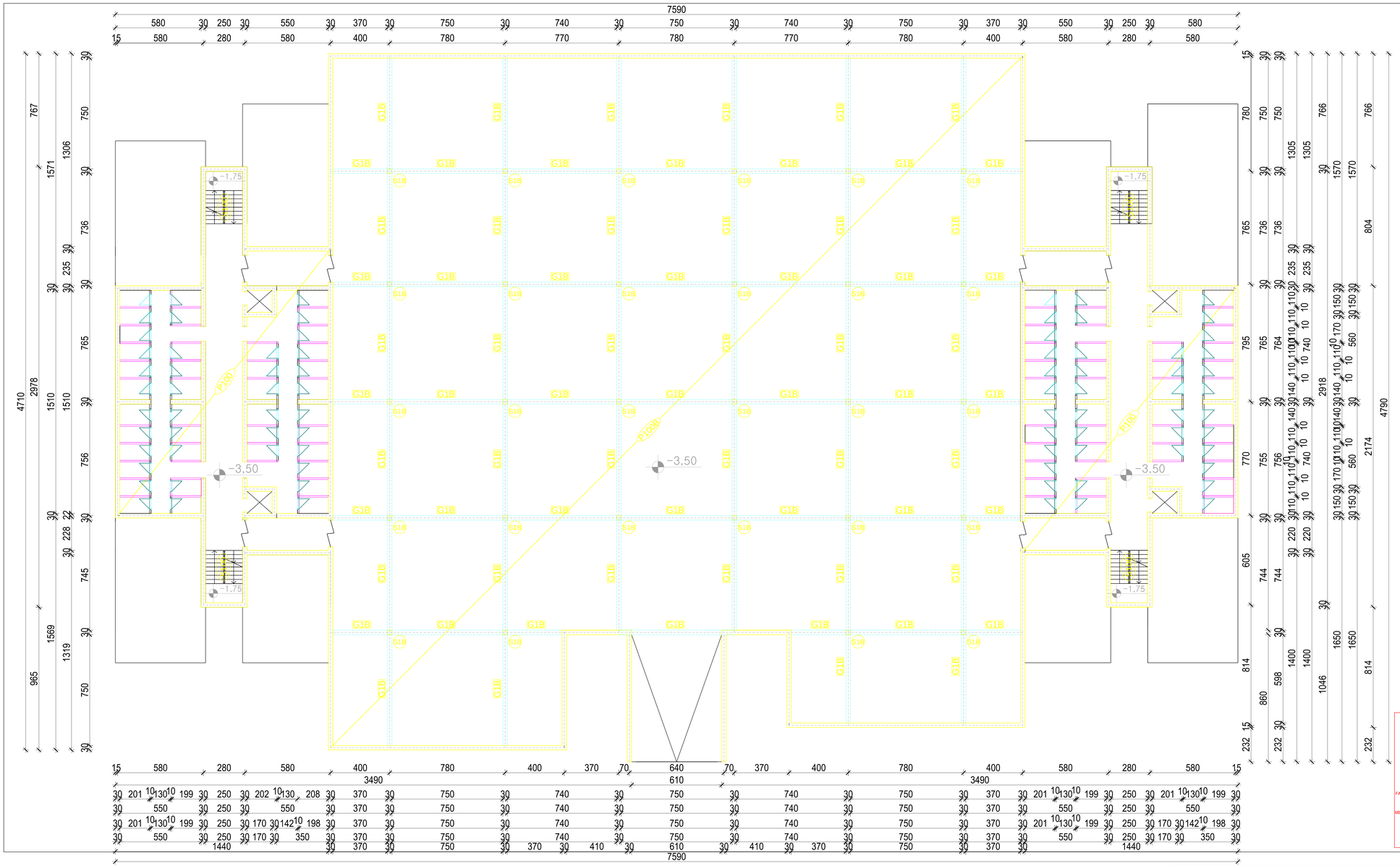
TLOCRT TEMELJA - PLAN POZICIJA 100
M 1:200



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

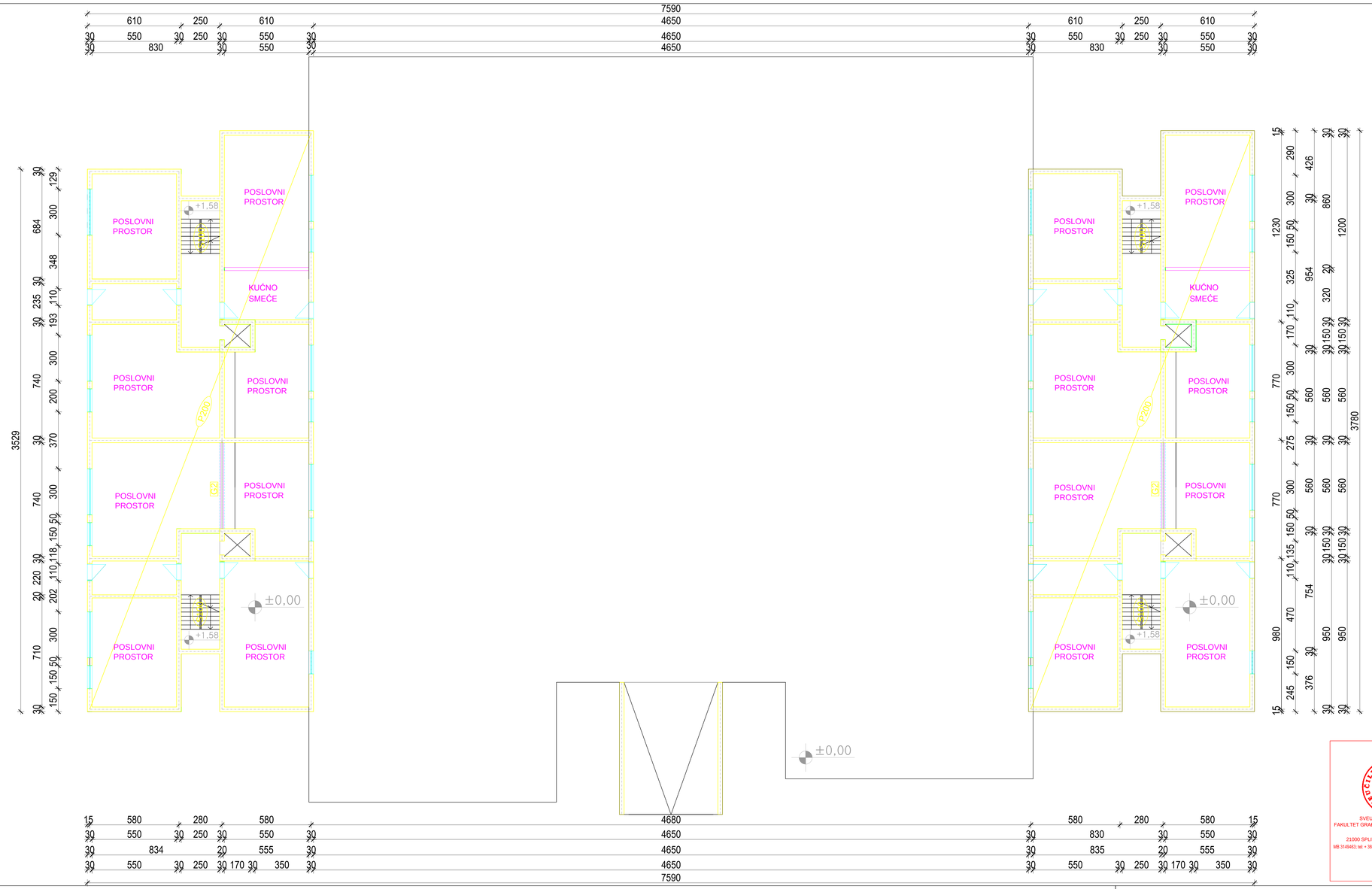
INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split		MJERILO: 1:200
GRAĐEVINA: ARIJA - stambeno- poslovna zgrada u ulici Velimira Terzića u Splitu		DATUM: rujan, 2014.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije		BROJ PROJEKTA: kk-09-2014
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT		PROJEKTANT: Josipa Budimir
SADRŽAJ: TLOCRT TEMELJA - PLAN POZICIJA 100		BROJ PRILOGA: 1.5

TLOCRT GARAŽE I PODRUMA
- PLAN POZICIJA 100
M 1:200



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: 1:200
	GRAĐEVINA: ARIJA - stambeno- poslovna zgrada u ulici Velimira Terzića u Splitu	DATUM: rujan, 2014.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2014
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Josipa Budimir
	SADRŽAJ: TLOCRT GARAŽE I PODRUMA - PLAN POZICIJA 100	BROJ PRILOGA: 1.6

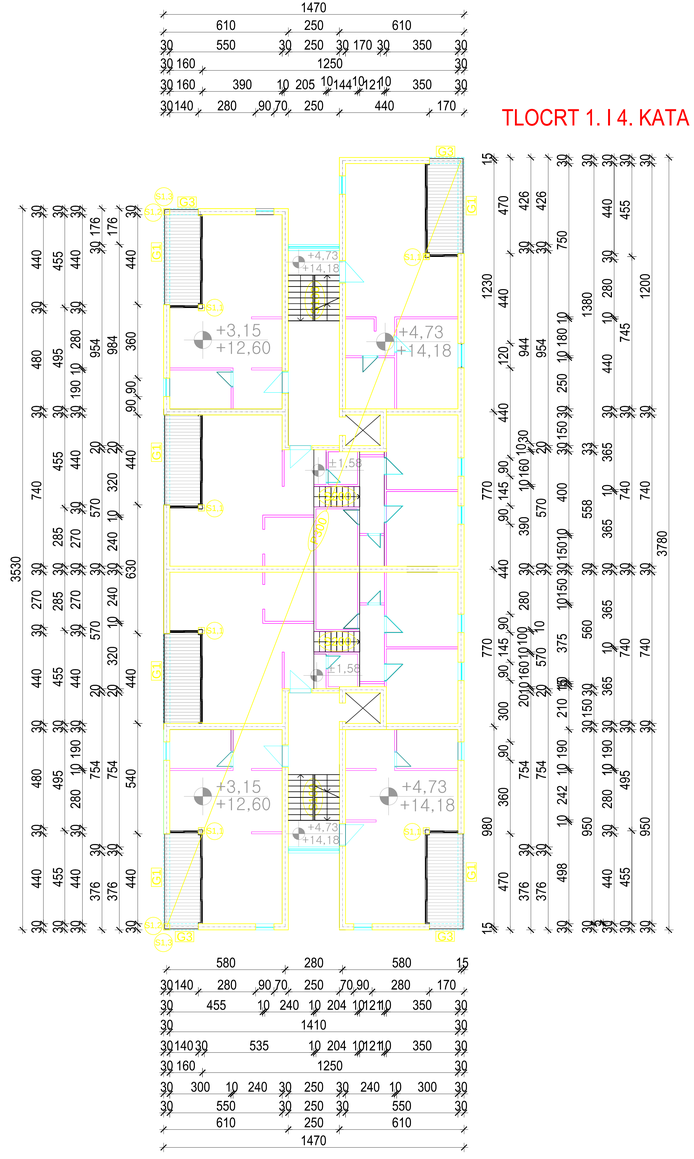
TLOCRT PRIZEMLJA - PLAN POZICIJA 200
M 1:200



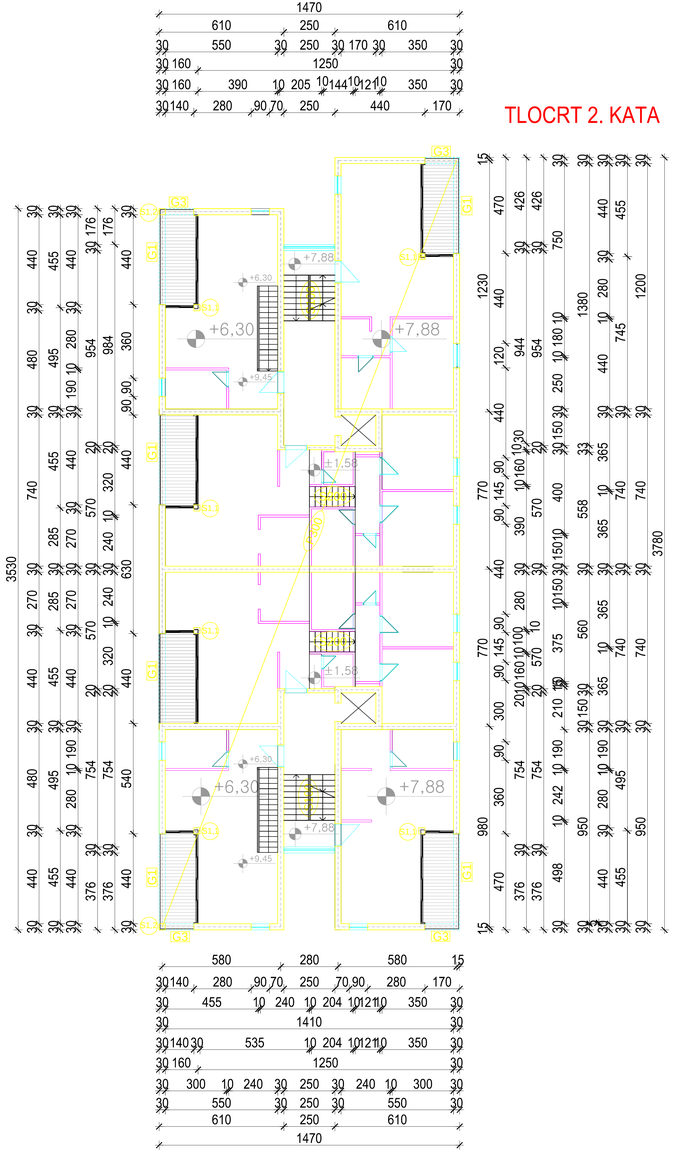
SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE, 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15, MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: ARIJA - stambeno- poslovna zgrada u ulici Velimira Terzića u Splitu	DATUM: rujan, 2014.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2014
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Josipa Budimir
	SADRŽAJ: TLOCRT PRIZEMLJA- PLAN POZICIJA 200	BROJ PRILOGA: 1.7

TLOCRT 1.,2.,3. I 4. KATA
-POZICIJA 300
M 1:200

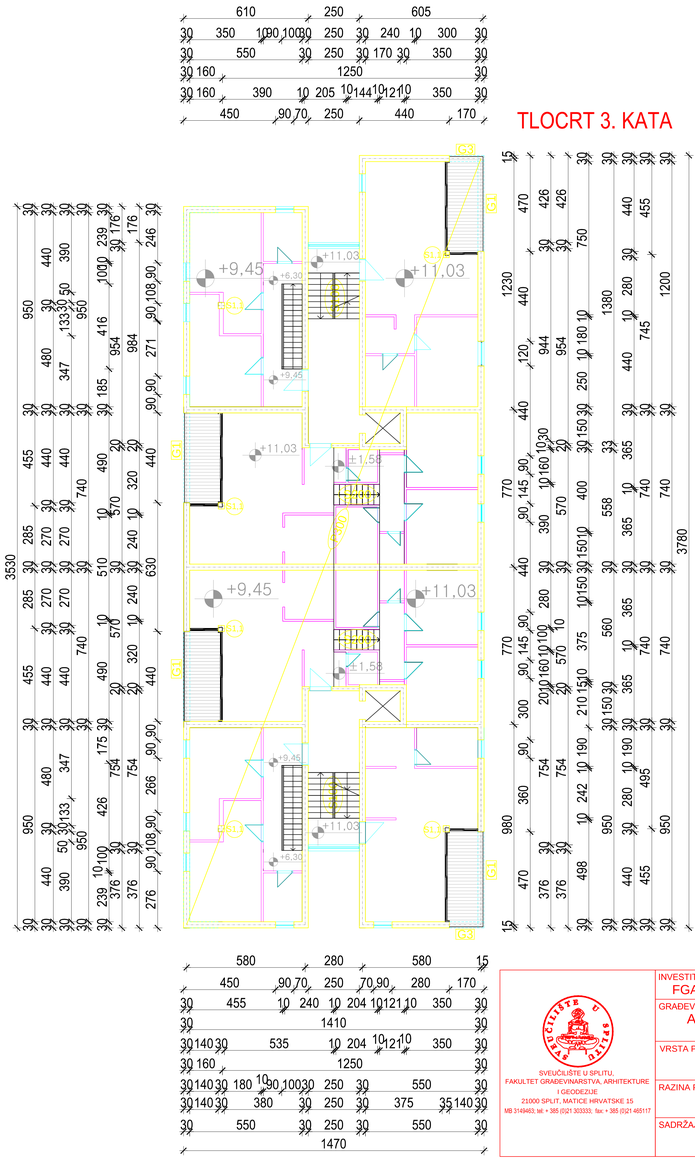
TLOCRT 1. I 4. KATA



TLOCRT 2. KATA



TLOCRT 3. KATA

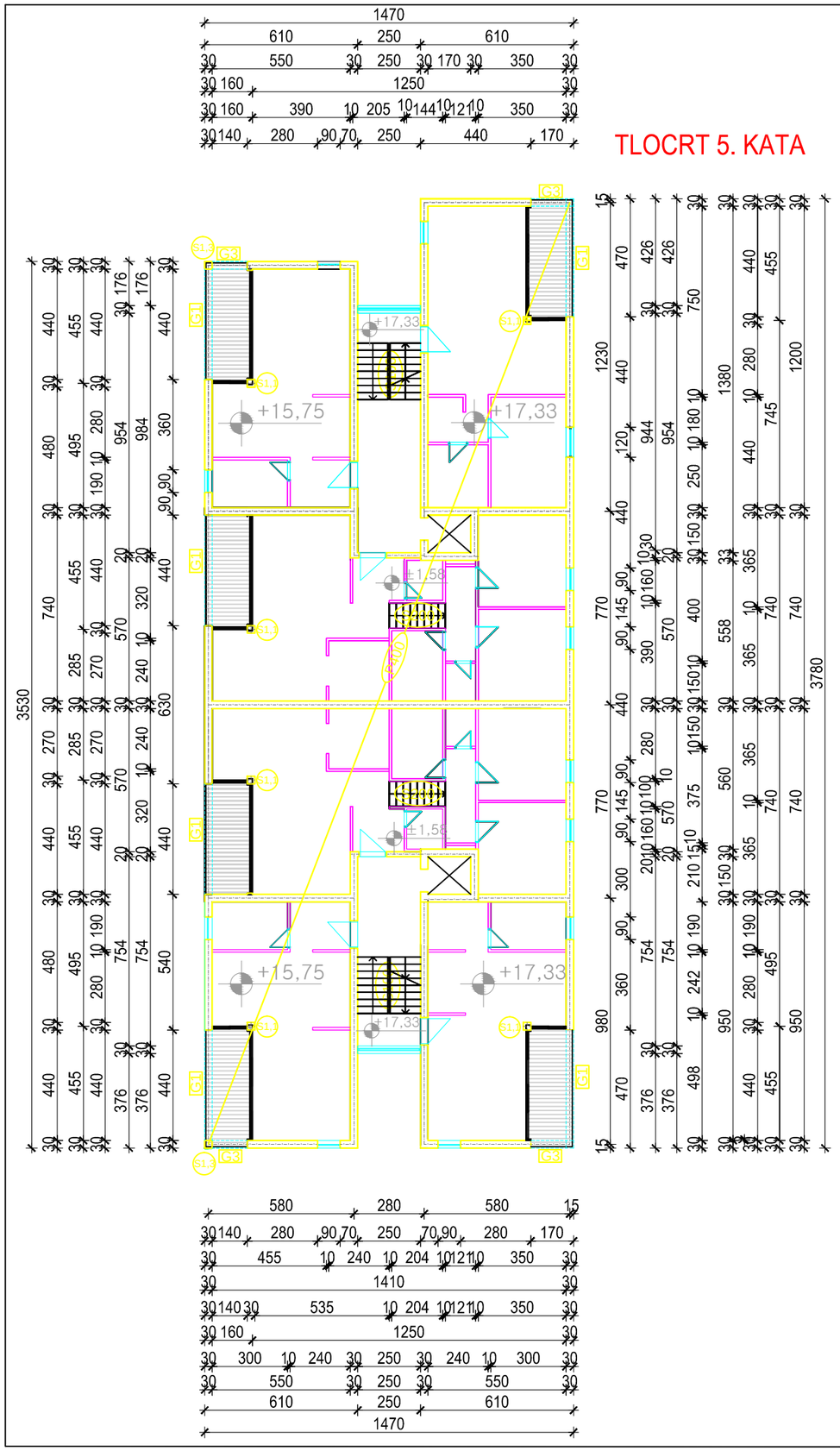


SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15
MB 3149463; tel. + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

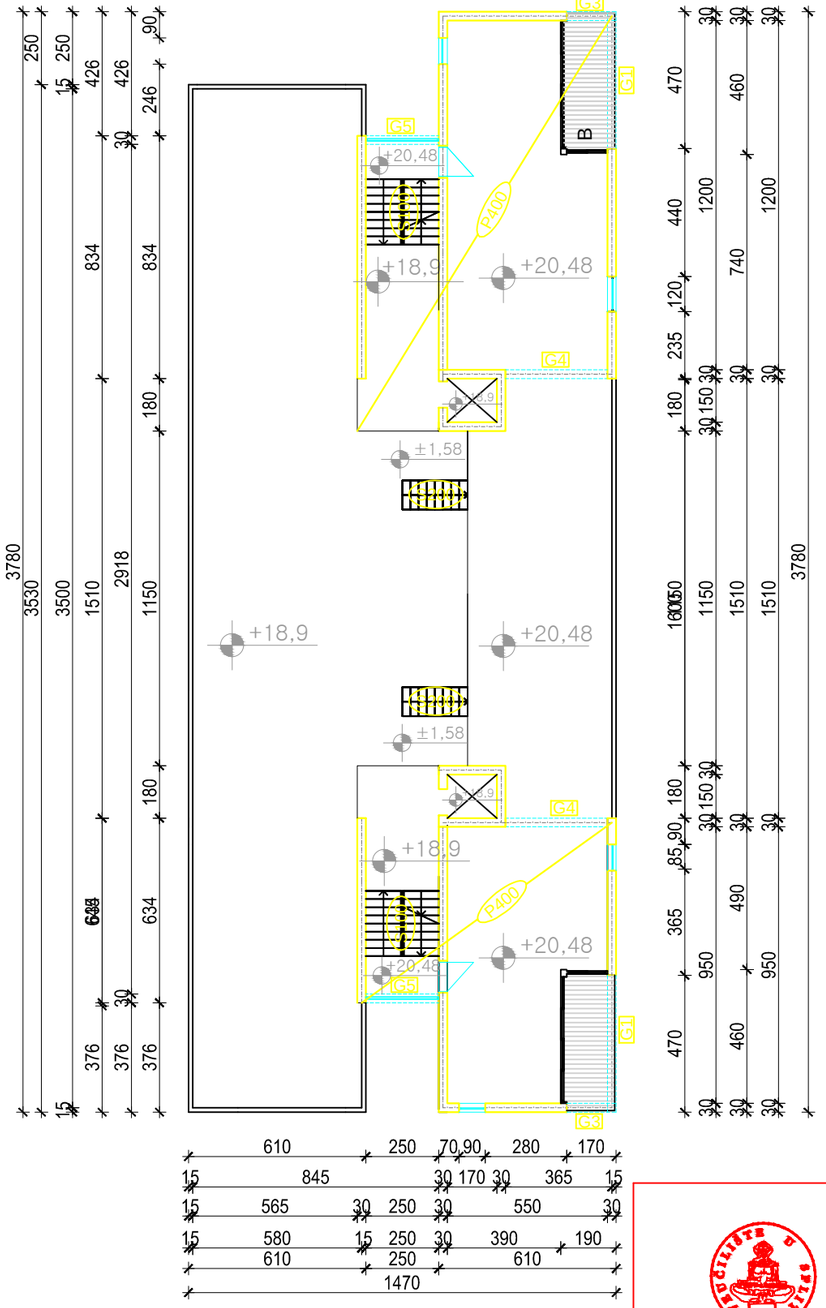
INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
GRAĐEVINA: ARIJA - stambeno- poslovna zgrada u ulici Velimira Terzića u Splitu	DATUM: rujan, 2014.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2014
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Josipa Budimir
SADRŽAJ: TLOCRT 1.,2.,3. I 4. KATA - PLAN POZICIJA 300	BROJ PRILOGA: 1.8

TLOCRT 5. KATA I KROVA
-POZICIJA 400
M 1:200

TLOCRT 5. KATA

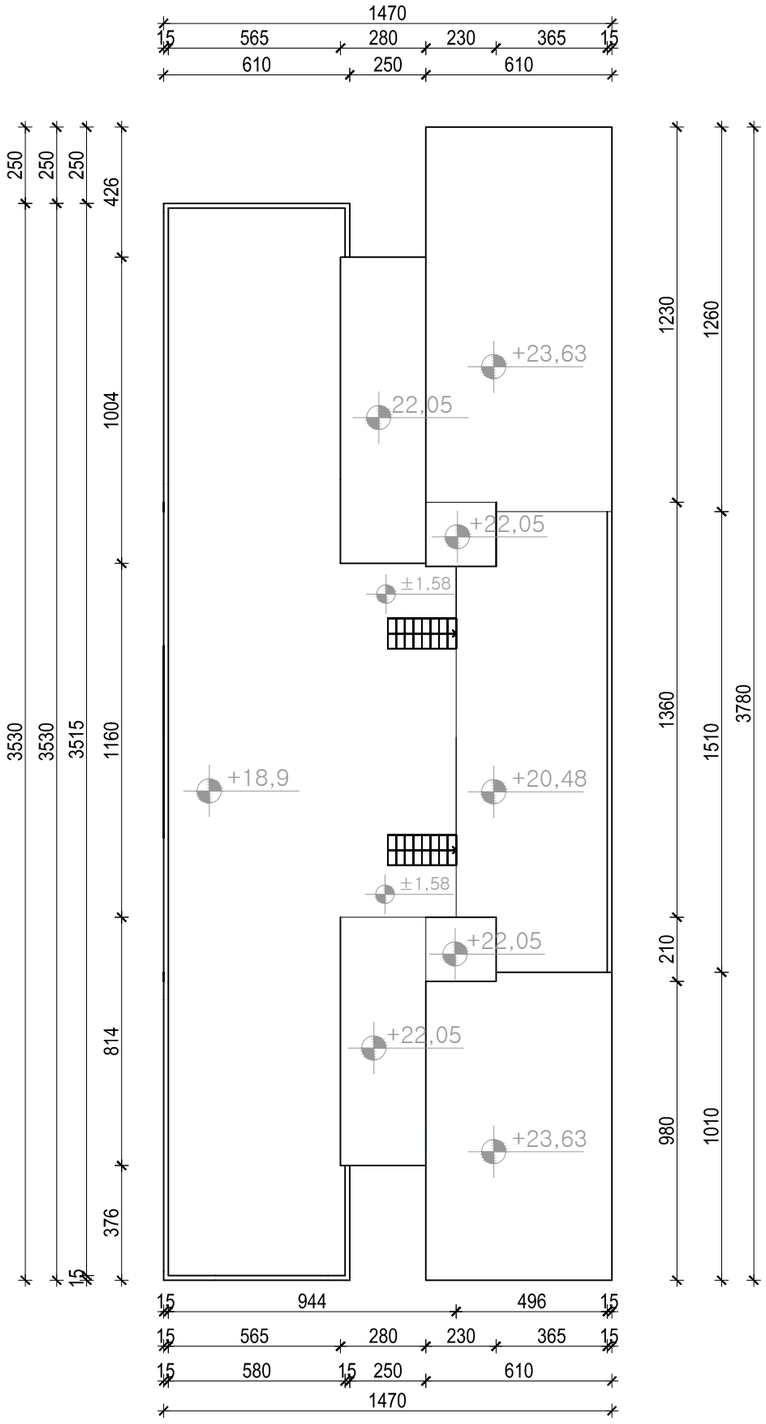


TLOCRT KROVA



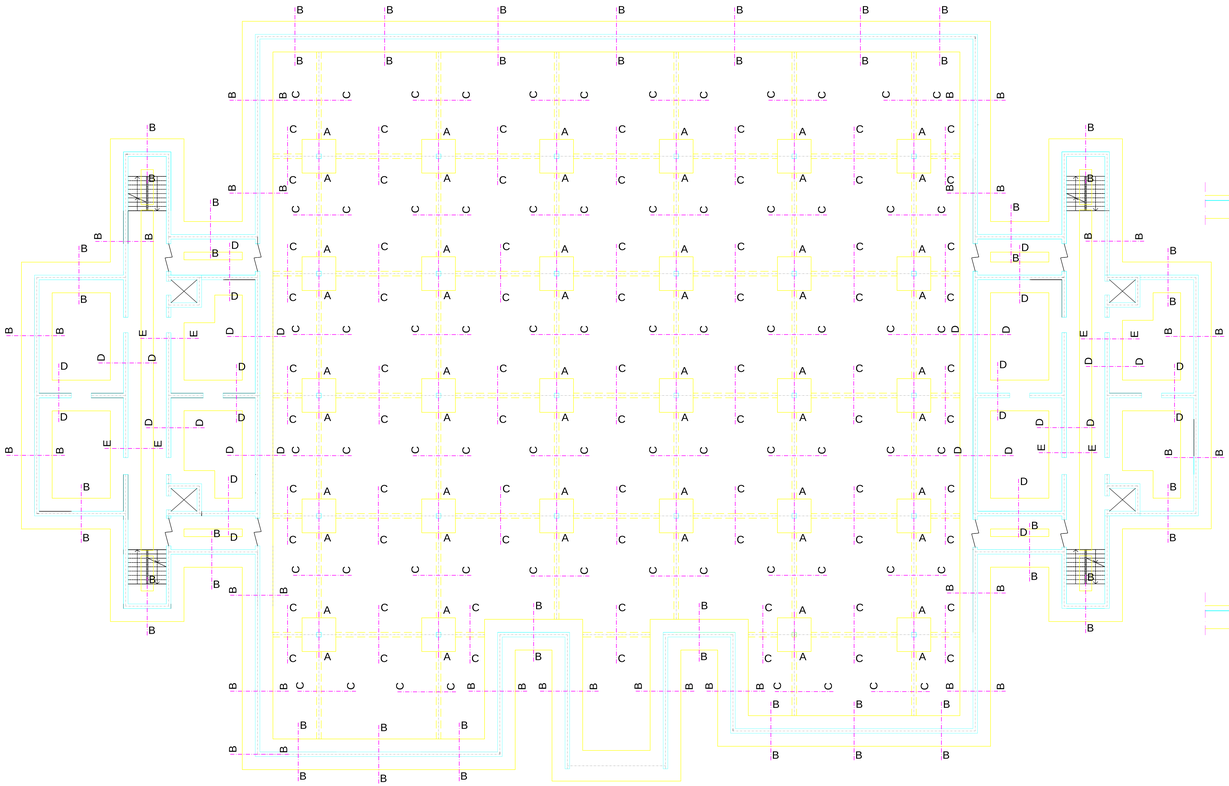
SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE, 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15, MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: ARIJA - stambeno- poslovna zgrada u ulici Velimira Terzića u Splitu	DATUM: rujan, 2014.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2014
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Josipa Budimir
	SADRŽAJ: TLOCRT 5. KATA I KROVA - PLAN POZICIJA 400	BROJ PRILOGA: 1.9

TLOCRT KROVA

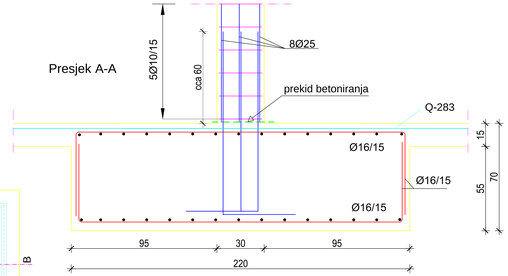


SVEUČILIŠTE U SPLITU,
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

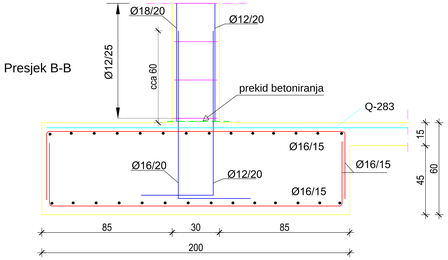
INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
GRAĐEVINA: ARIJA - stambeno- poslovna zgrada u ulici Velimira Terzića u Splitu	DATUM: rujan, 2014.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2014
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Josipa Budimir
SADRŽAJ: TLOCRT KROVA	BROJ PRILOGA: 1.10



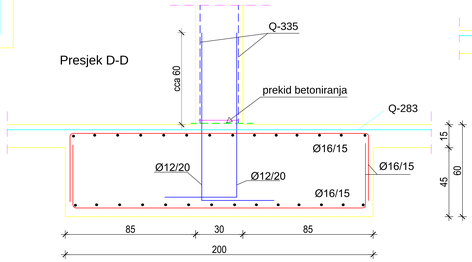
Presjek A-A



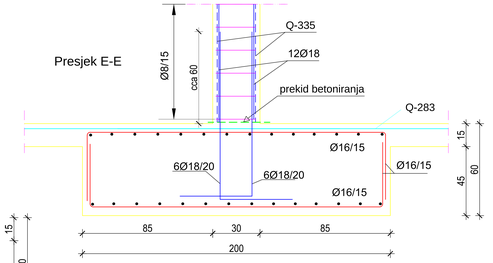
Presjek B-B



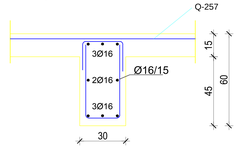
Presjek D-D



Presjek E-E



Presjek C-C

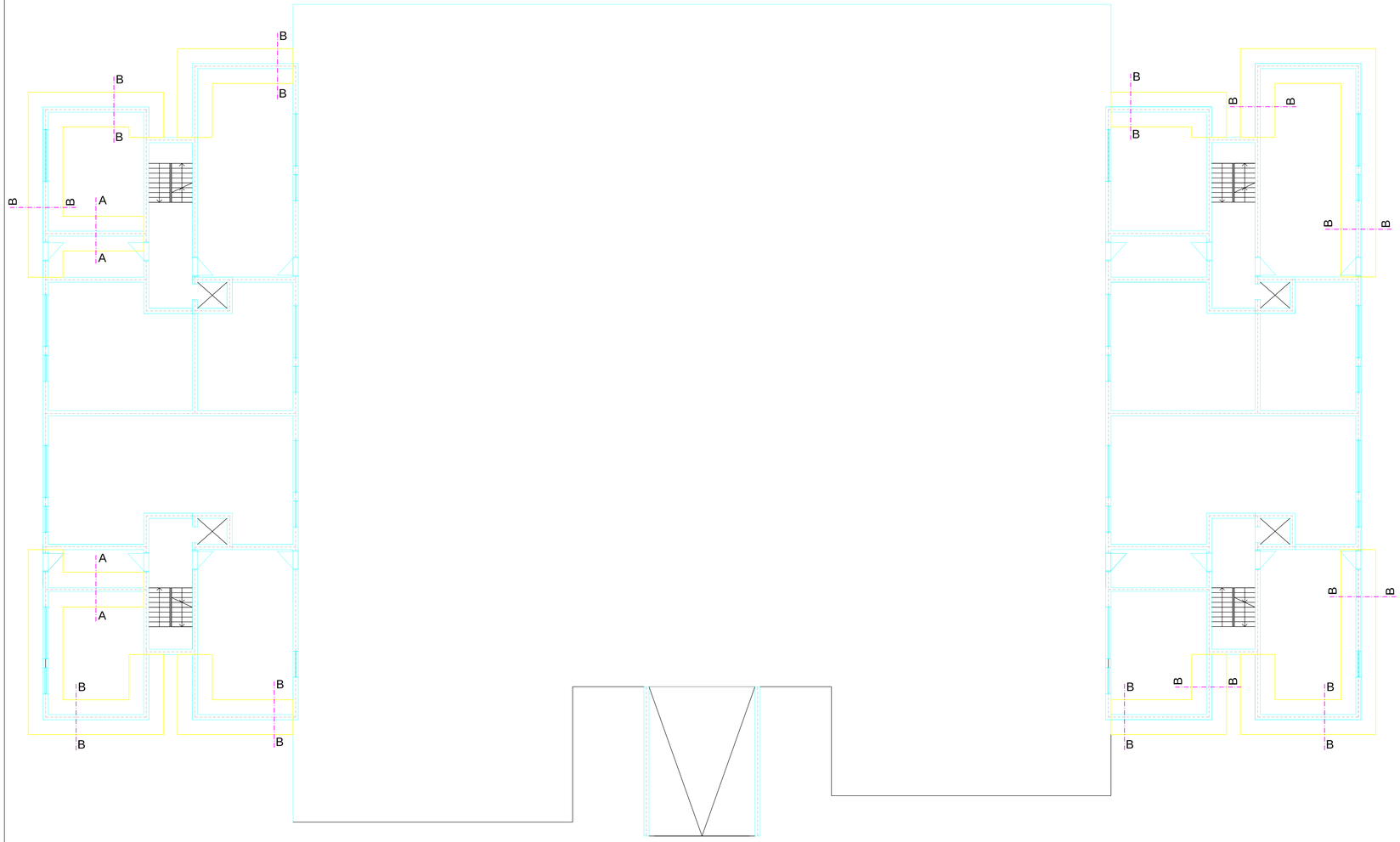


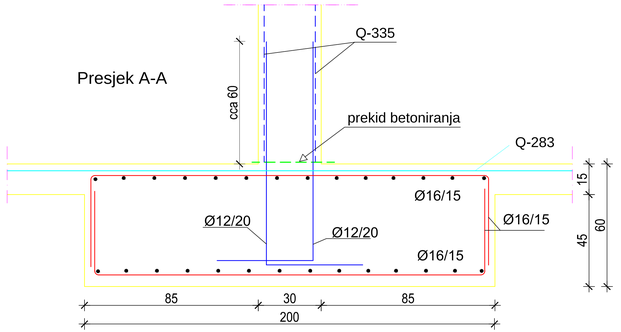
SKICA ARMATURE TEMELJA
-POZICIJA 00
M 1:20

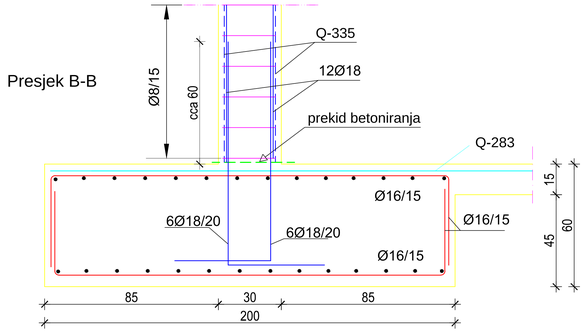
SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15
MB 3149483; tel. + 385 (0)21 303333; fax + 385 (0)21 465117

INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:20
GRAĐEVINA: ARIJA - stambeno- poslovna zgrada u ulici Velimira Terzića u Splitu	DATUM: rujan, 2014.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2014
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Josipa Budimir
SADRŽAJ: SKICA ARMATURE TEMELJA	BROJ PRILOGA: 2.1

SKICA ARMATURE TEMELJA
-POZICIJA 100
M 1:20



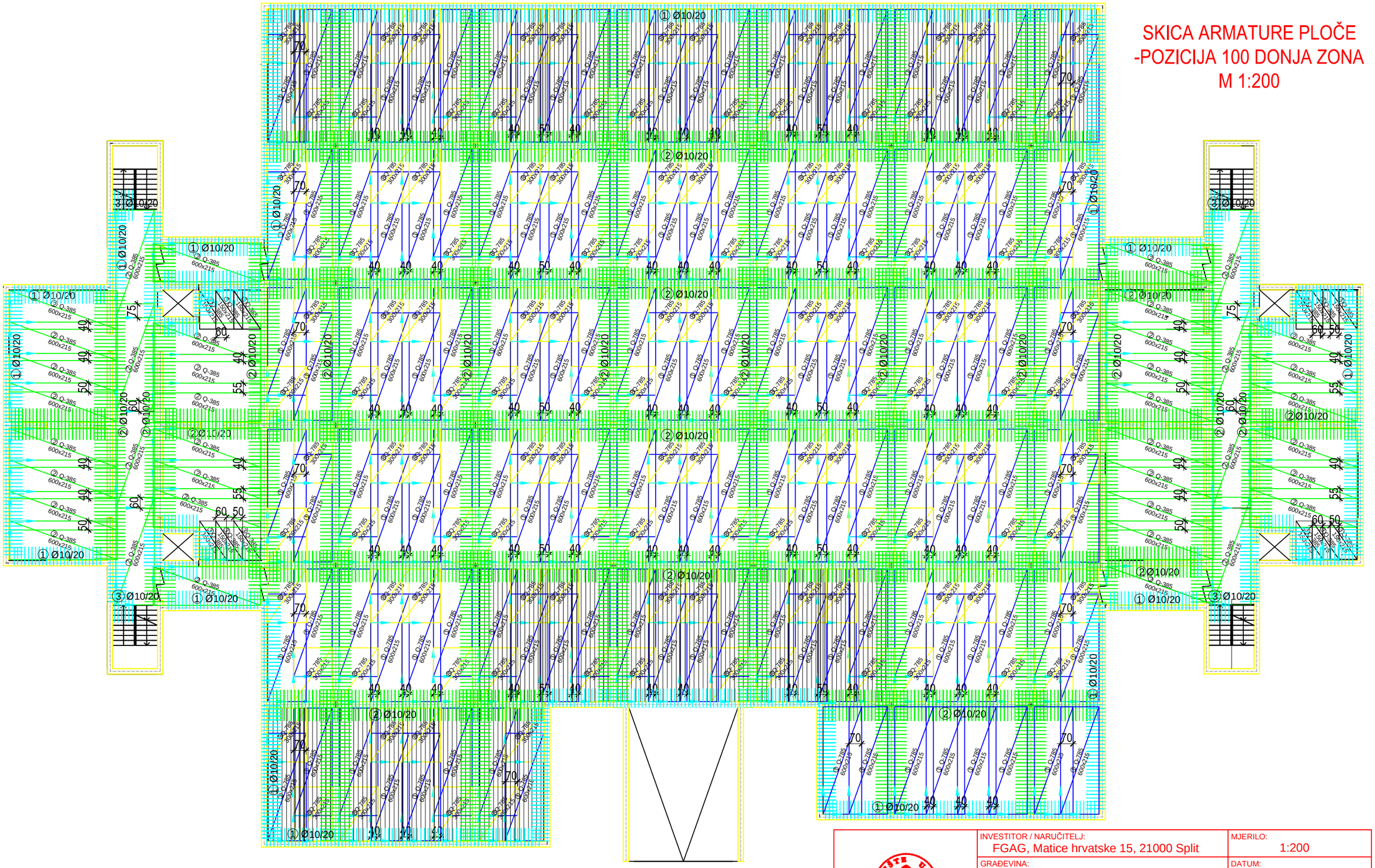




SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split		MJERILO: 1:20
GRAĐEVINA: ARIJA - stambeno- poslovna zgrada u ulici Velimira Terzića u Splitu		DATUM: rujan, 2014.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije		BROJ PROJEKTA: kk-09-2014
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT		PROJEKTANT: Josipa Budimir
SADRŽAJ: SKICA ARMATURE TEMELJA - POZICIJA 100		BROJ PRILOGA: 2.2

SKICA ARMATURE PLOČE
-POZICIJA 100 DONJA ZONA
M 1:200



Napomene:

- Na mjestima otvora mreže izrezati na licu mjesta
- Sve mjere kontrolirati na licu mjesta
- minimalni preklop armaturnih mreža - 40cm
- sva rebrasta armatura Ø10/20

Beton: C 30/37
Armatura: Mreža B500B
Zaštitni sloj betona do armature min. 2.5 cm

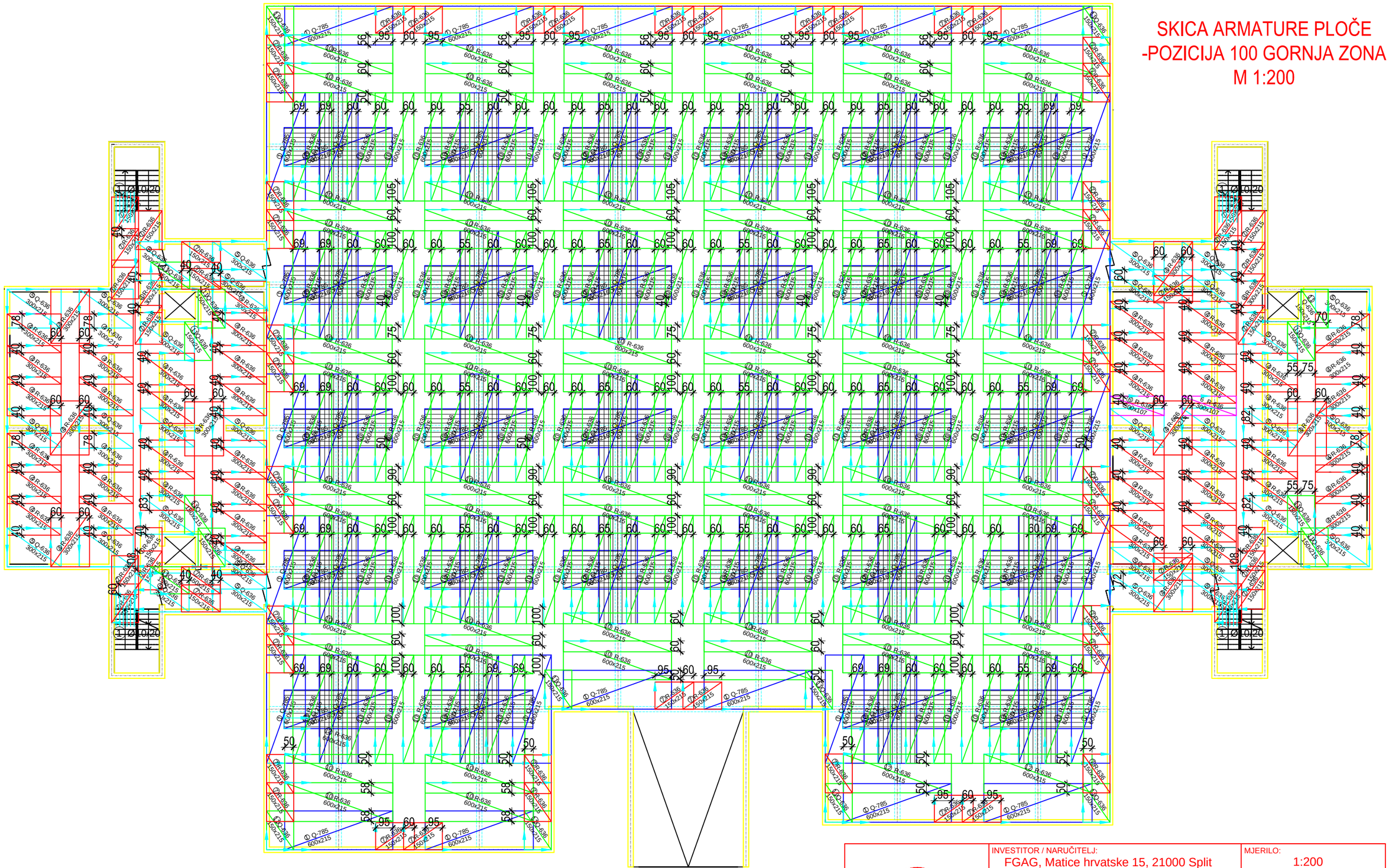
POZ. OBLIK REBRASTE ARMATURE

1 — 30, 100
2 — 170
3 — 70, 100, 85, 45

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: 1:200
GRAĐEVINA: ARIJA - stambeno- poslovna zgrada u ulici Velimira Terzića u Splitu	DATUM: rujan, 2014.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2014
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Josipa Budimir
SADRŽAJ: SKICA ARMATURE PLOČE- POZICIJA 100 DONJA ZONA	BROJ PRILOGA: 3.1

SKICA ARMATURE PLOČE
-POZICIJA 100 GORNJA ZONA
M 1:200



Napomene:

- Na mjestima otvora mreže izrezati na licu mjesta
- Sve mjere kontrolirati na licu mjesta
- minimalni preklop armaturnih mreža - 40cm
- sva rebrasta armatura Ø10/20

Beton: C 30/37
Armatura: Mreža B500B
Zaštitni sloj betona do armature min. 2.5 cm

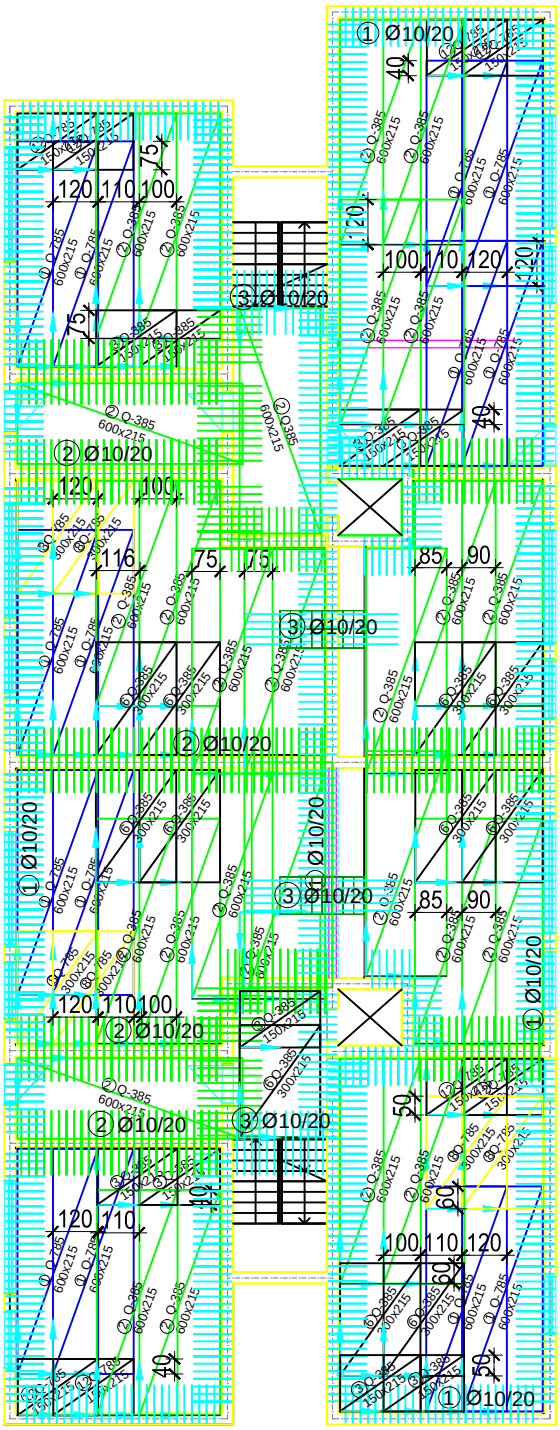
POZ. OBLIK REBRASTE ARMATURE

1 — 70 — 100 (85/105)

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: 1:200
GRAĐEVINA: ARIJA - stambeno- poslovna zgrada u ulici Velimira Terzića u Splitu	DATUM: rujan, 2014.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2014
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Josipa Budimir
SADRŽAJ: SKICA ARMATURE PLOČE- POZICIJA 100 GORNJA ZONA	BROJ PRILOGA: 3.2

SKICA ARMATURE PLOČE PRIZEMLJA -POZICIJA 200 DONJA ZONA M 1:200



Napomene:

- Na mjestima otvora mreže izrezati na licu mjesta
- Sve mjere kontrolirati na licu mjesta
- minimalni preklop armaturnih mreža - 40cm
- sva rebrasta armatura Ø10/20

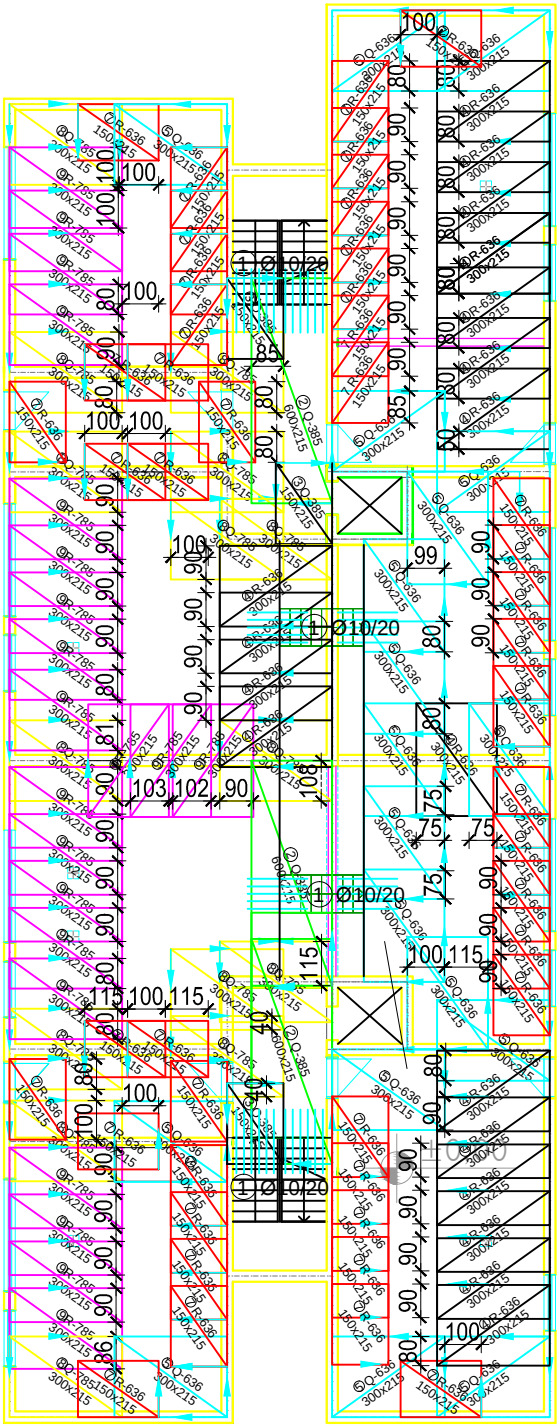
Beton: C 30/37
Armatura: Mreža B500B
Zaštitni sloj betona do armature min. 2.5 cm

POZ.	OBLIK REBRASTE ARMATURE
1	30, 100
2	170
3	70, 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: 1:200
GRAĐEVINA: ARIJA - stambeno- poslovna zgrada u ulici Velimira Terzića u Splitu	DATUM: rujan, 2014.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2014
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Josipa Budimir
SADRŽAJ: SKICA ARMATURE PLOČE PRIZEMLJA -POZICIJA 200 DONJA ZONA	BROJ PRILOGA: 3.3

SKICA ARMATURE PLOČE PRIZEMLJA -POZICIJA 200 GORNJA ZONA M 1:200



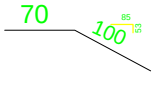
Napomene:

- Na mjestima otvora mreže izrezati na licu mjesta
- Sve mjere kontrolirati na licu mjesta
- minimalni preklop armaturnih mreža - 40cm
- sva rebrasta armatura Ø10/20

Beton: C 30/37
Armatura: Mreža B500B
Zaštitni sloj betona do armature min. 2.5 cm

POZ. OBLIK REBRASTE ARMATURE

1

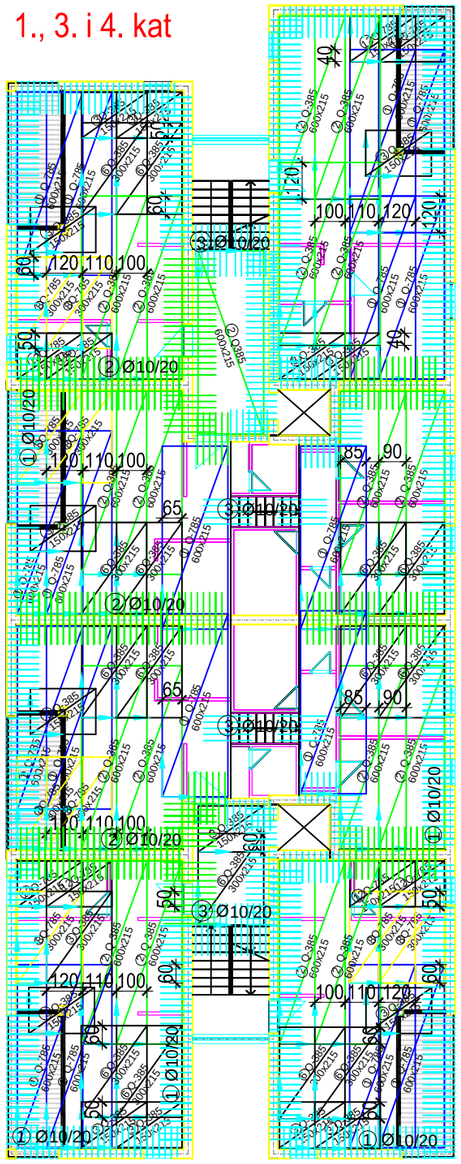


SVEUČILIŠTE U SPLITU,
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

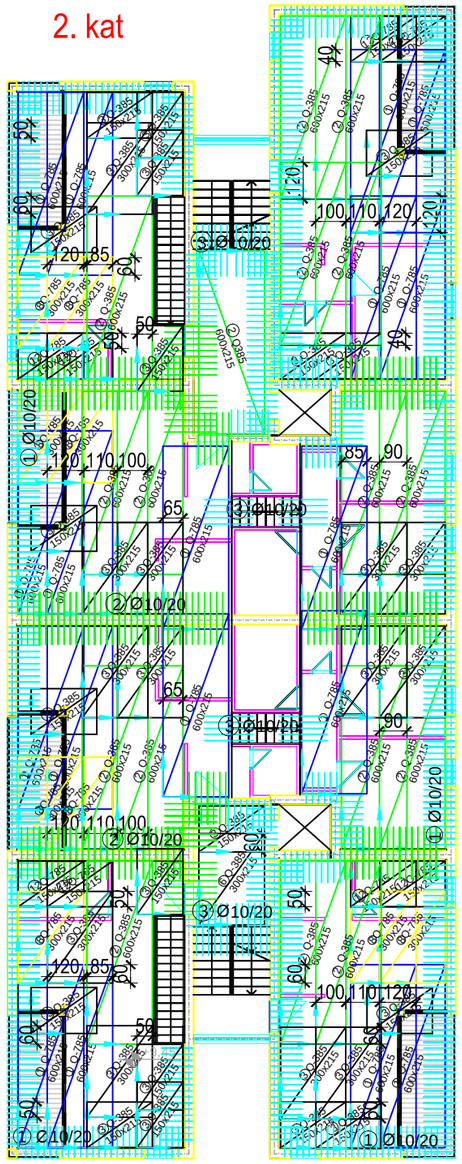
INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
GRAĐEVINA: ARIJA - stambeno- poslovna zgrada u ulici Velimira Terzića u Splitu	DATUM: rujan, 2014.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2014
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Josipa Budimir
SADRŽAJ: SKICA ARMATURE PLOČE PRIZEMLJA -POZICIJA 200 GORNJA ZONA	BROJ PRILOGA: 3.4

SKICA ARMATURE PLOČE 1.,2.,3. I 4. KATA
-POZICIJA 300 DONJA ZONA
M 1:200

1., 3. i 4. kat



2. kat



POZ. OBLIK REBRASTE ARMATURE

①	30 / 100
②	170
③	70 / 100

Napomene:

- Tlocrt 3. kata razlikuje se od tlocrta 1. i 4. kata (vidi Plan pozicija 300-Prilog 1.8., ali te razlike su malene i nisu bitne za Skice armature ploča, te su ta tri tlocrta prikazana zajednički
- Na mjestima otvora mreže izrezati na licu mjesta
- Sve mjere kontrolirati na licu mjesta
- minimalni preklop armaturnih mreža - 40cm
- sva rebrasta armatura Ø10/20

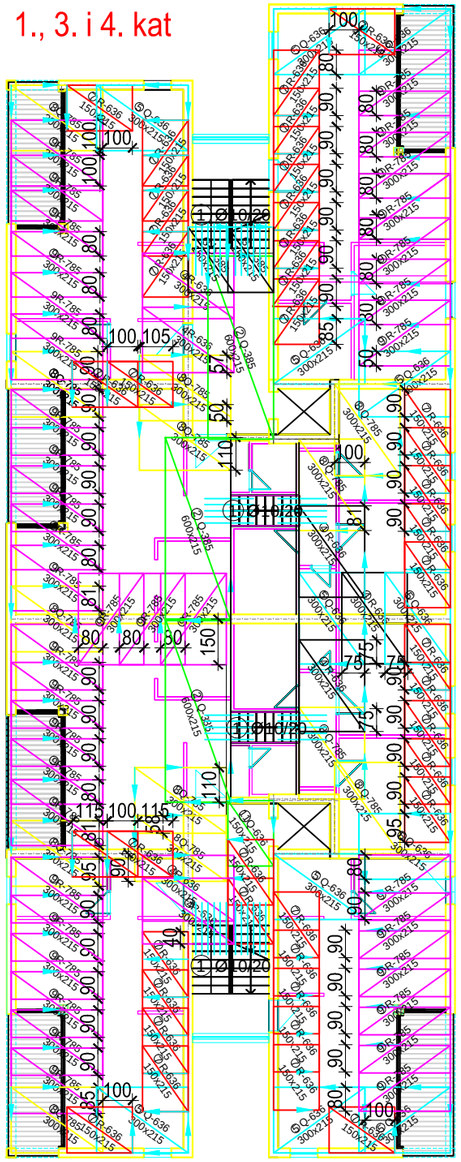
Beton: C 30/37
Armatura: Mreža B500B
Zaštitni sloj betona do armature min. 2.5 cm

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

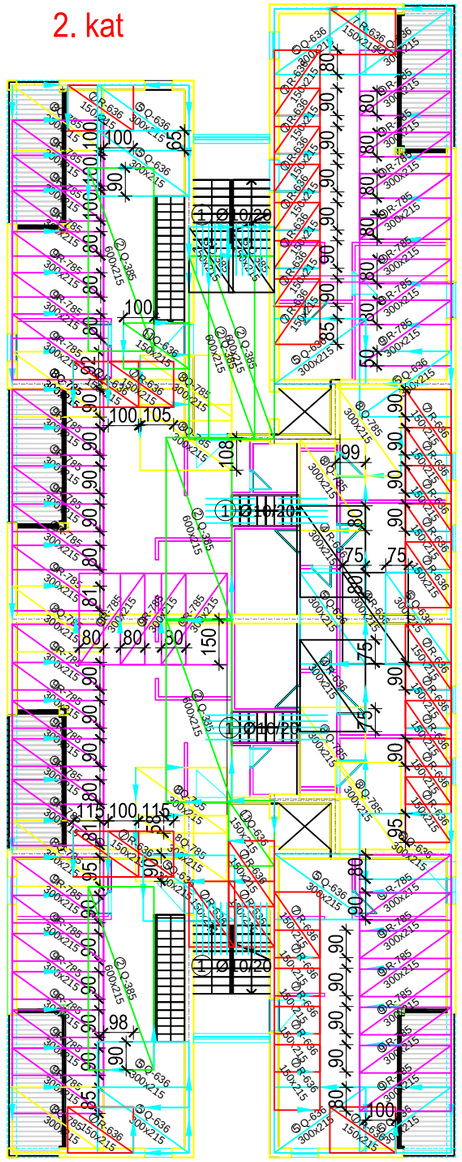
INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
GRAĐEVINA: ARIJA - stambeno- poslovna zgrada u ulici Velimira Terzića u Splitu	DATUM: rujan, 2014.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2014
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Josipa Budimir
SADRŽAJ: SKICA ARMATURE PLOČE 1.,2.,3. I 4. KATA -POZICIJA 300 DONJA ZONA	BROJ PRILOGA: 3.5

SKICA ARMATURE PLOČE 1.,2.,3. I 4. KATA
-POZICIJA 300 GORNJA ZONA
M 1:200

1., 3. i 4. kat

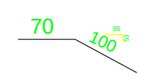


2. kat



POZ. OBLIK REBRASTE ARMATURE

1



Napomene:

- Tlocrt 3. kata razlikuje se od tlocrta 1. i 4. kata (vidi Plan pozicija 300-Prilog 1.8., ali te razlike su malene i nisu bitne za Skice armature ploča, te su ta tri tlocrta prikazana zajednički
- Na mjestima otvora mreže izrezati na licu mjesta
- Sve mjere kontrolirati na licu mjesta
- minimalni preklop armaturnih mreža - 40cm
- sva rebrasta armatura Ø10/20

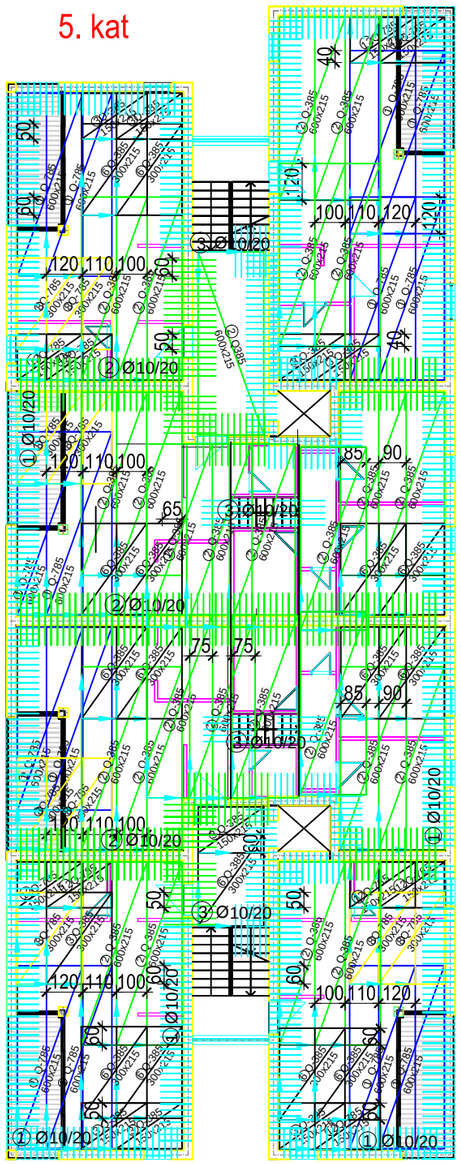
Beton: C 30/37
Armatura: Mreža B500B
Zaštitni sloj betona do armature min. 2.5 cm

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

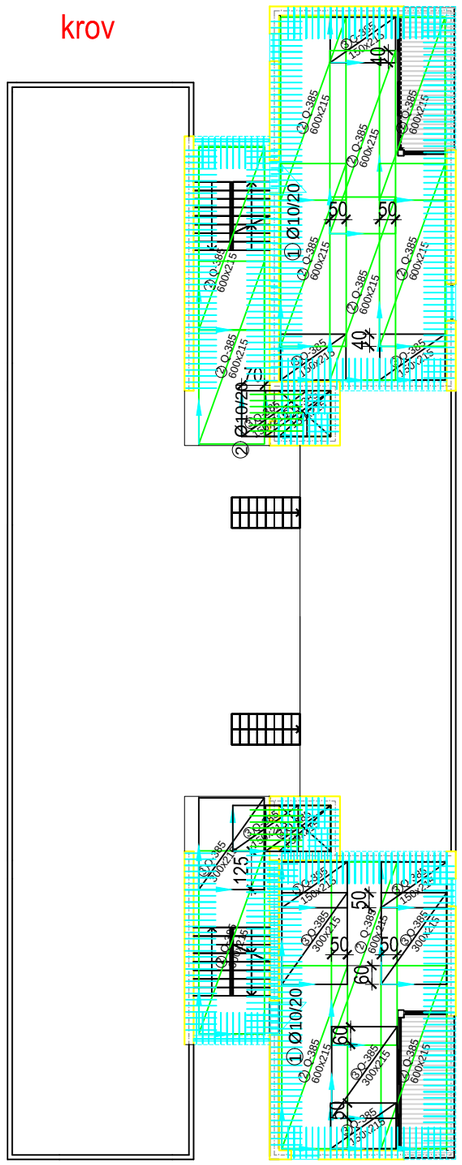
INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
GRAĐEVINA: ARIJA - stambeno- poslovna zgrada u ulici Velimira Terzića u Splitu	DATUM: rujan, 2014.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2014
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Josipa Budimir
SADRŽAJ: SKICA ARMATURE PLOČE 1.,2.,3. I 4. KATA -POZICIJA 300 GORNJA ZONA	BROJ PRILOGA: 3.6

SKICA ARMATURE PLOČE 5. KATA I KROVA
-POZICIJA 400 DONJA ZONA
M 1:200

5. kat



krov



POZ. OBLIK REBRASTE ARMATURE

Napomene:

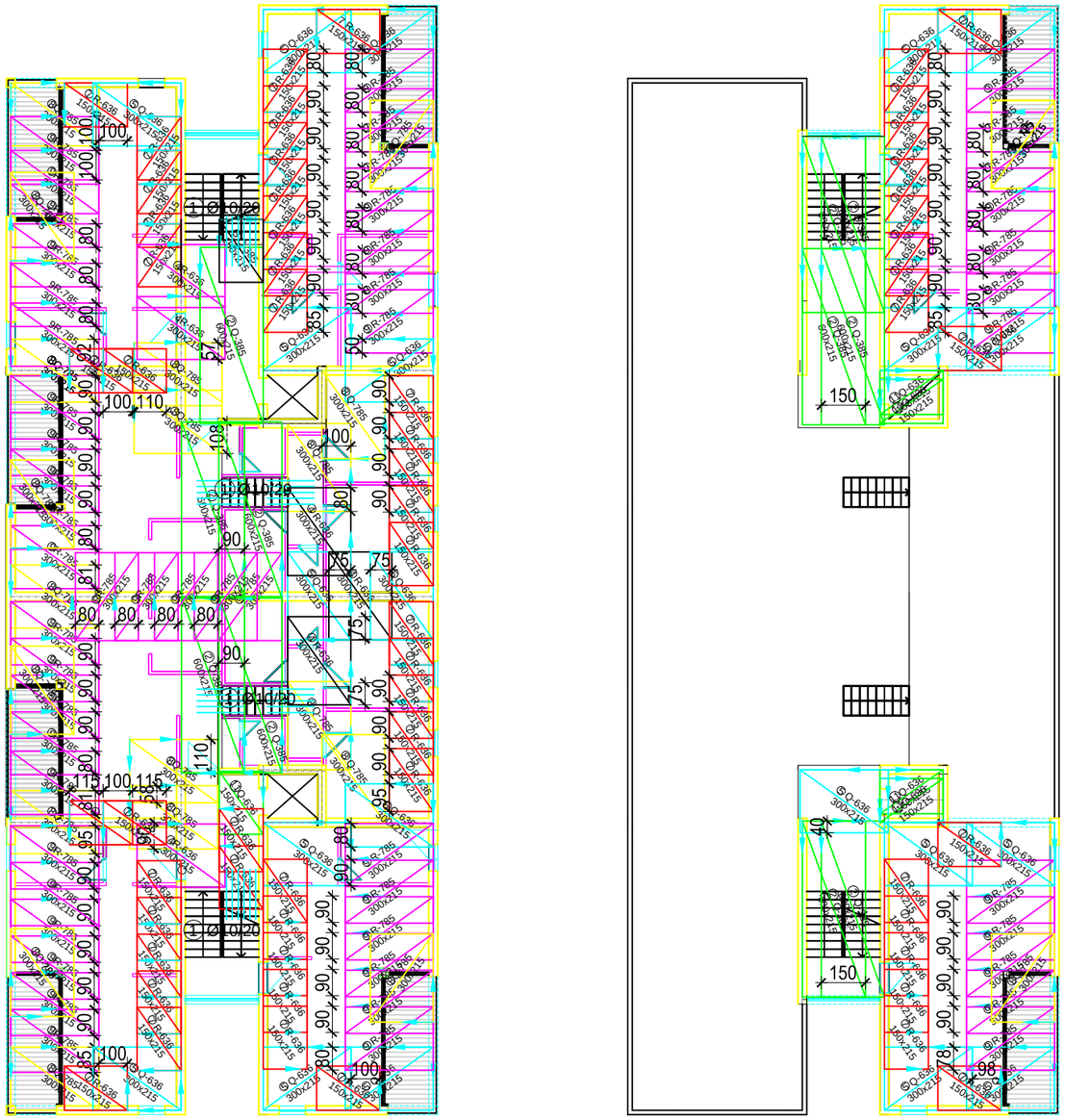
- Na mjestima otvora mreže izrezati na licu mjesta
- Sve mjere kontrolirati na licu mjesta
- minimalni preklop armaturnih mreža - 40cm
- sva rebrasta armatura Ø10/20

Beton: C 30/37
Armatura: Mreža B500B
Zaštitni sloj betona do armature min. 2.5 cm

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

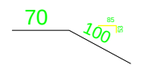
INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
GRAĐEVINA: ARIJA - stambeno- poslovna zgrada u ulici Velimira Terzića u Splitu	DATUM: rujan, 2014.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2014
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Josipa Budimir
SADRŽAJ: SKICA ARMATURE PLOČE 5. KATA I KROVA -POZICIJA 400 DONJA ZONA	BROJ PRILOGA: 3.7

SKICA ARMATURE PLOČE 5. KATA I KROVA
-POZICIJA 400 GORNJA ZONA
M 1:200



POZ. OBLIK REBRASTE ARMATURE

1

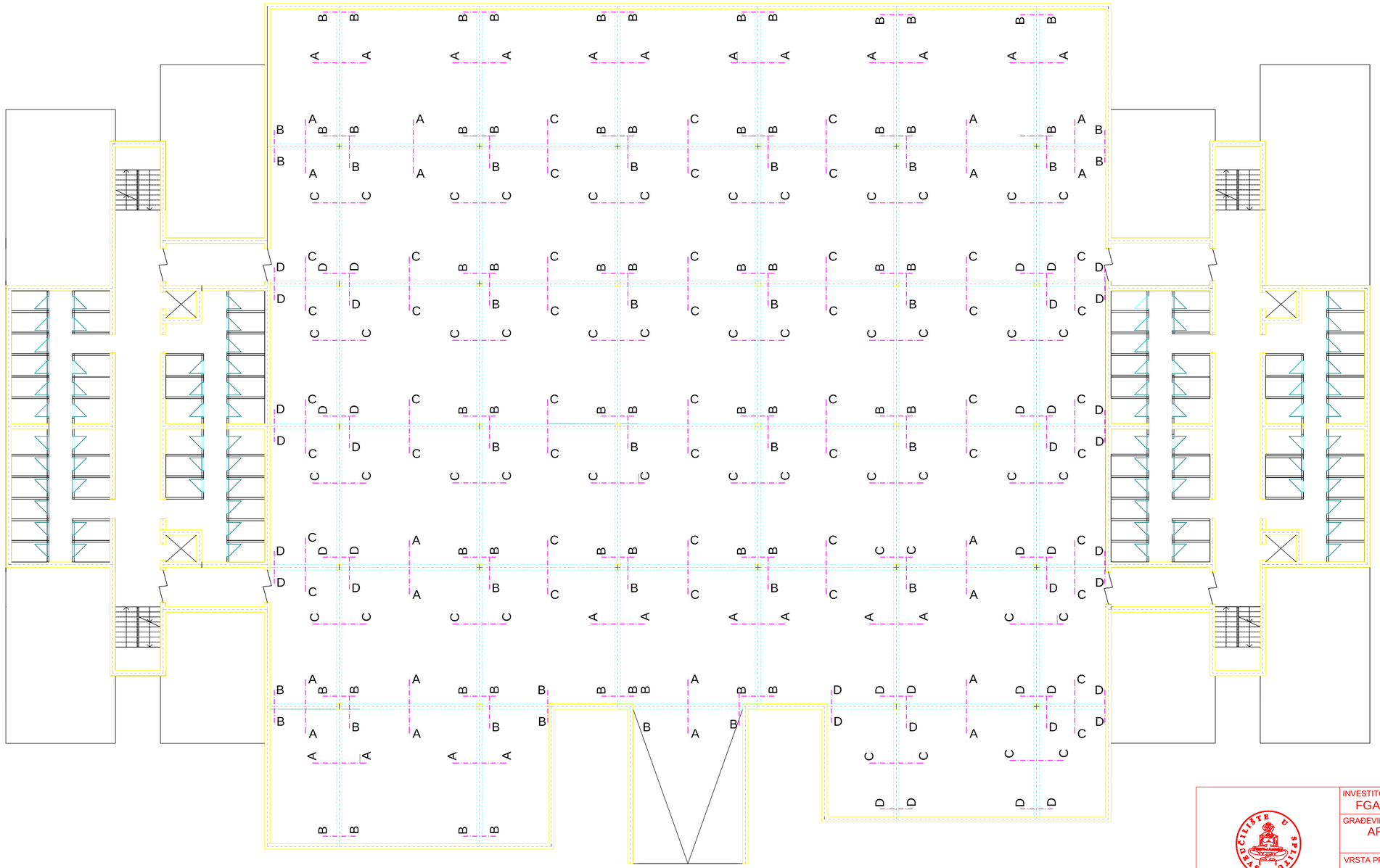


SVEUČILIŠTE U SPLITU,
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

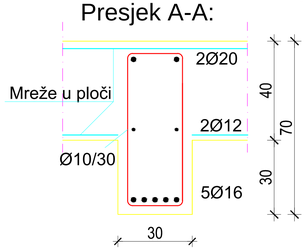
INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
GRAĐEVINA: ARIJA - stambeno- poslovna zgrada u ulici Velimira Terzića u Splitu	DATUM: rujan, 2014.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2014
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Josipa Budimir
SADRŽAJ: SKICA ARMATURE PLOČE 5. KATA I KROVA -POZICIJA 400 GORNJA ZONA	BROJ PRILOGA: 3.8

SKICA ARMATURE GREDA - POZICIJA 100

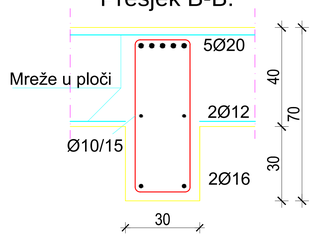
M 1:20



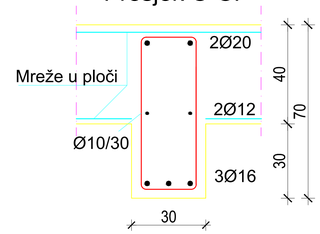
Presjek A-A:



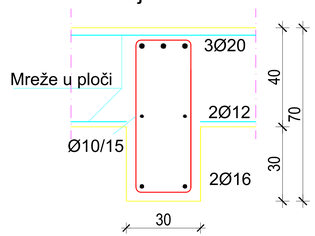
Presjek B-B:



Presjek C-C:



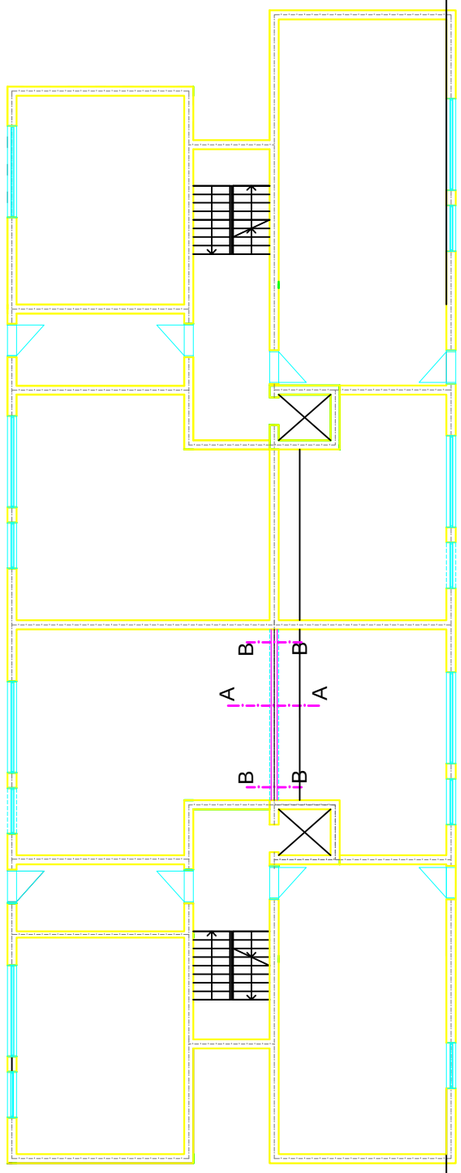
Presjek D-D:

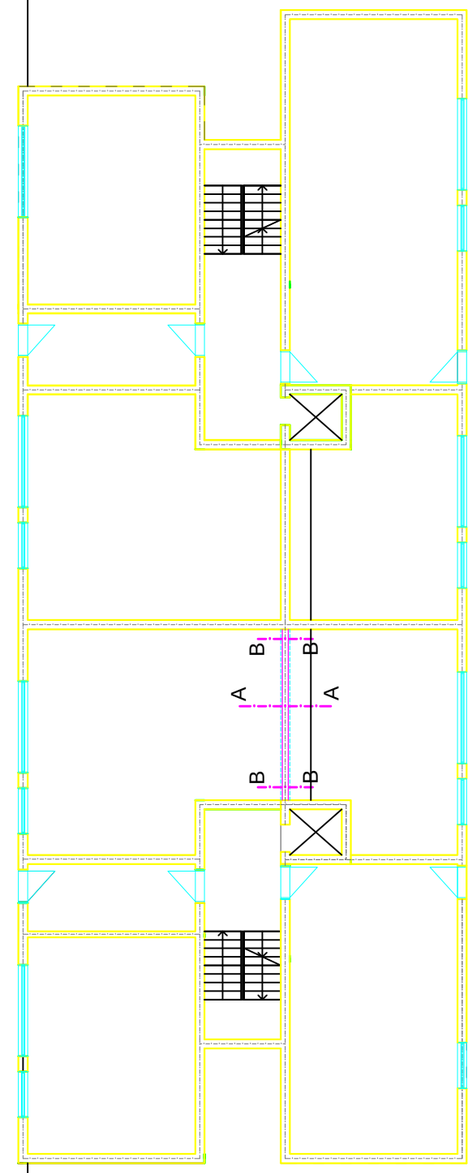


SVEUČILIŠTE U SPLITU,
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

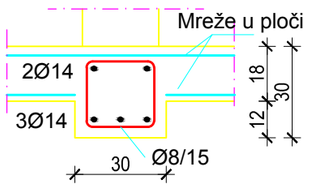
INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:20
GRAĐEVINA: ARIJA - stambeno- poslovna zgrada u ulici Velimira Terzića u Splitu	DATUM: rujan, 2014.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2014
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Josipa Budimir
SADRŽAJ: SKICA ARMATURE GREDA - POZICIJA 100	BROJ PRILOGA: 4.1

SKICA ARMATURE GREDA - POZICIJA 200; M 1:20

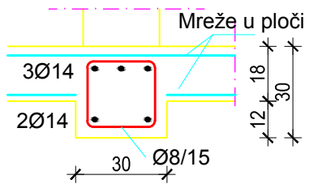




Presjek A-A:



Presjek B-B:

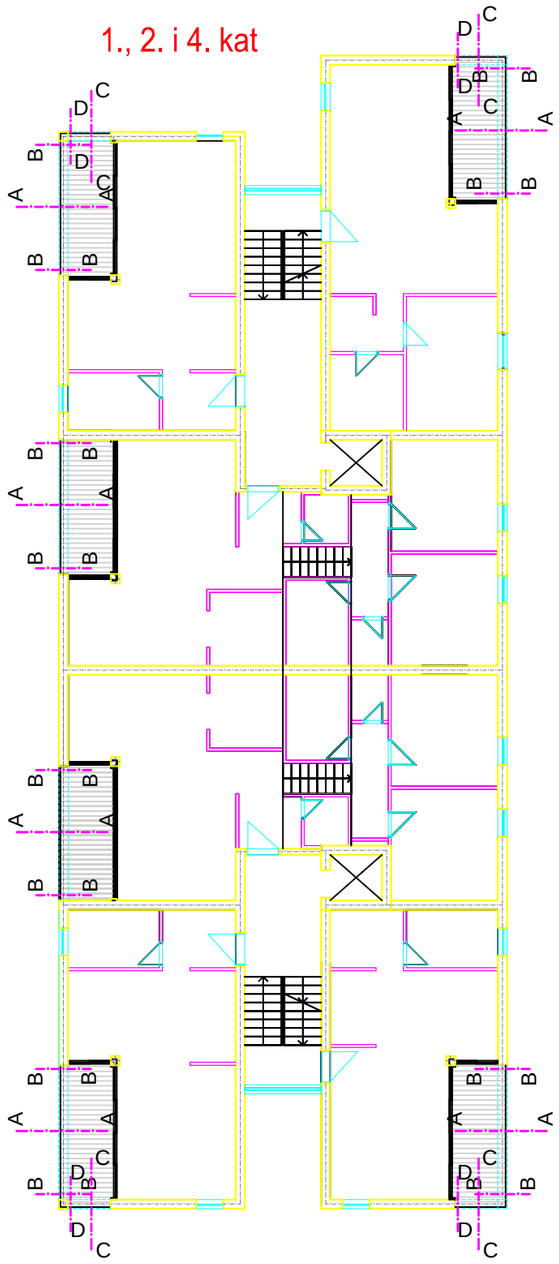


SVEUČILIŠTE U SPLITU,
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE
I GEODEZIJE
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

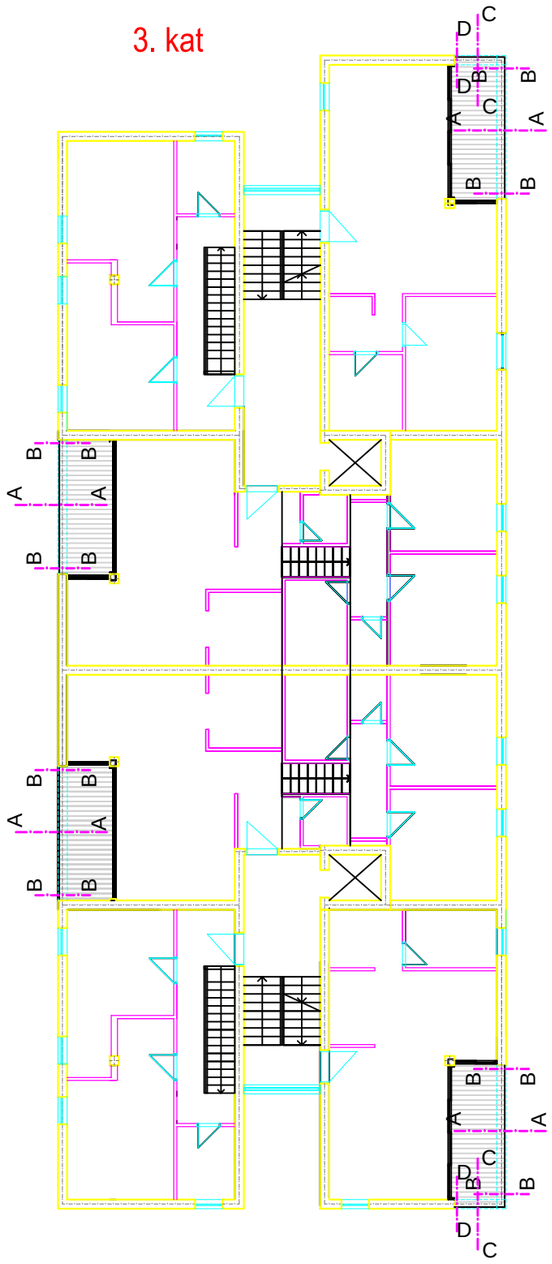
INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:20
GRAĐEVINA: ARIJA - stambeno- poslovna zgrada u ulici Velimira Terzića u Splitu	DATUM: rujan, 2014.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2014
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Josipa Budimir
SADRŽAJ: SKICA ARMATURE GREDA -POZICIJA 200	BROJ PRILOGA: 4.2

SKICA ARMATURE GREDA
- POZICIJA 300
M 1:20

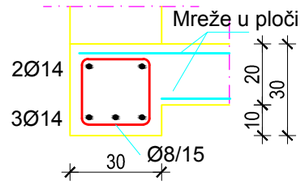
1., 2. i 4. kat



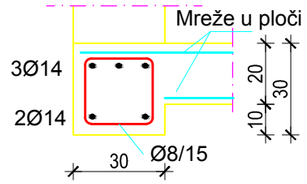
3. kat



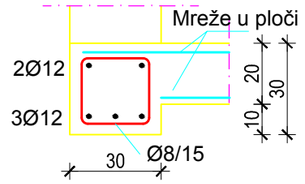
Presjek A-A:



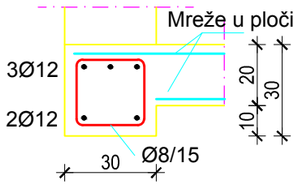
Presjek B-B:



Presjek C-C:



Presjek D-D:



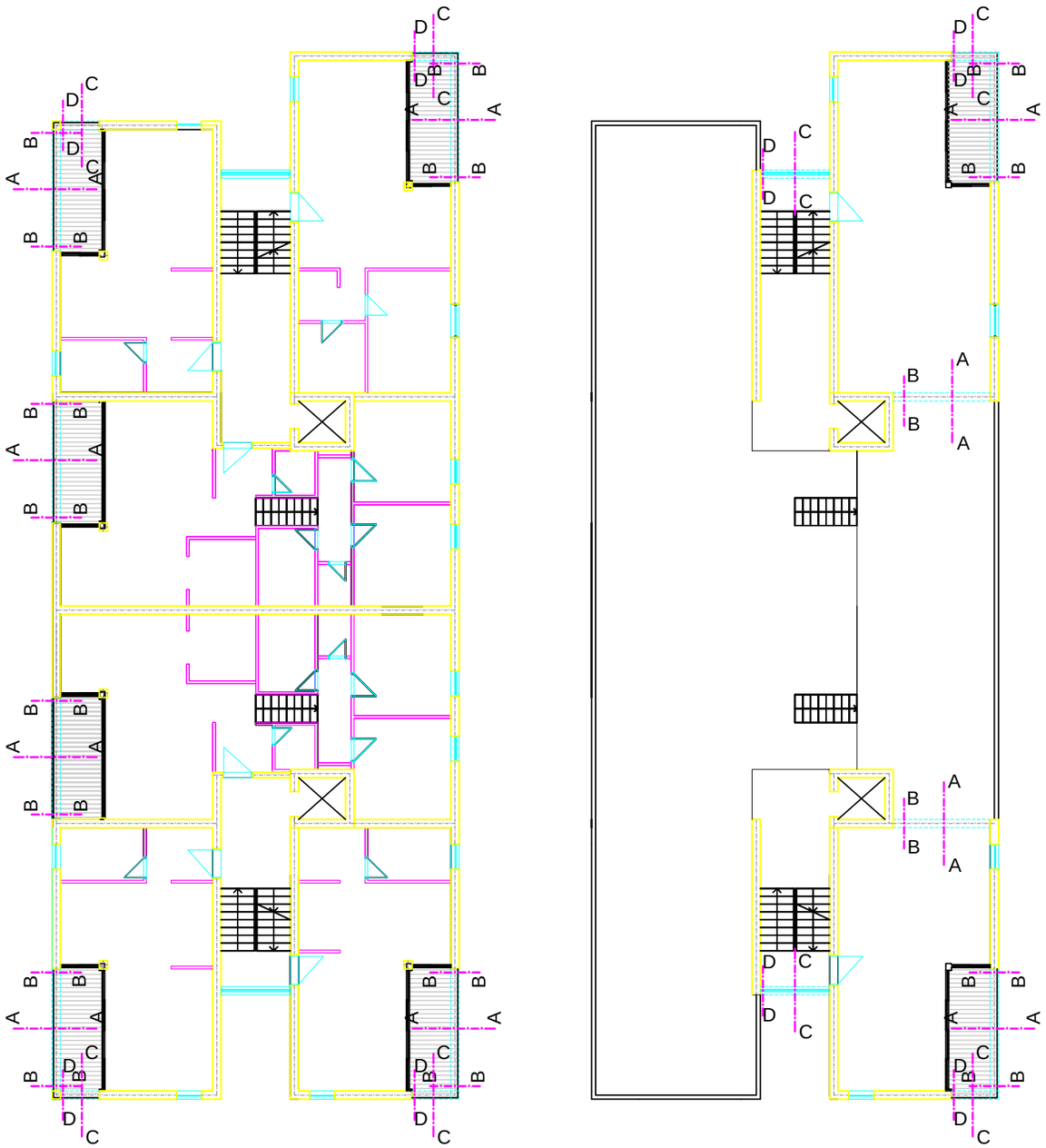
Napomene:

- Tlocrt 2. kata razlikuje se od tlocrta 1. i 4. kata (vidi Plan pozicija 300-Prilog 1.8.), ali te razlike su malene i nisu bitne za Skice armature greda, te su ta tri tlocrta prikazana zajednički

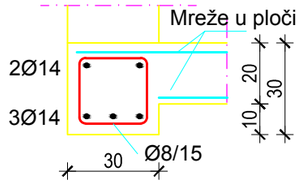
SVEUČILIŠTE U SPLITU,
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:20
GRAĐEVINA: ARIJA - stambeno- poslovna zgrada u ulici Velimira Terzića u Splitu	DATUM: rujan, 2014.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2014
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Josipa Budimir
SADRŽAJ: SKICA ARMATURE GREDA - POZICIJA 300	BROJ PRILOGA: 4.3

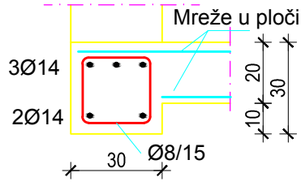
SKICA ARMATURE GREDA
- POZICIJA 400
M 1:20



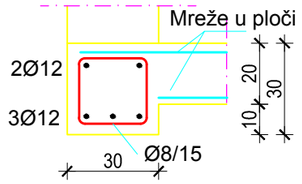
Presjek A-A:



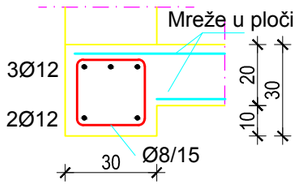
Presjek B-B:



Presjek C-C:



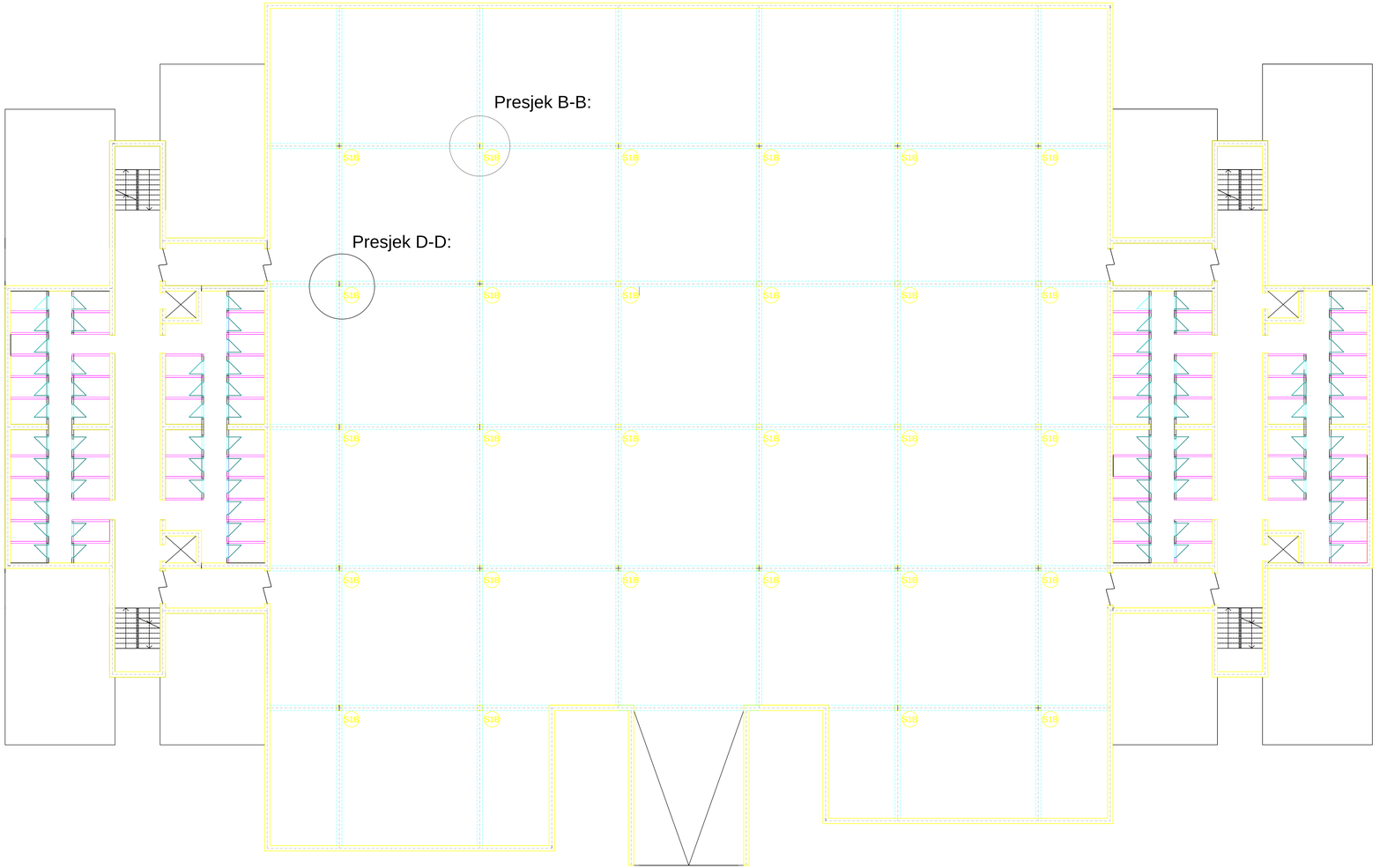
Presjek D-D:



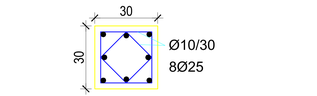
SVEUČILIŠTE U SPLITU,
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

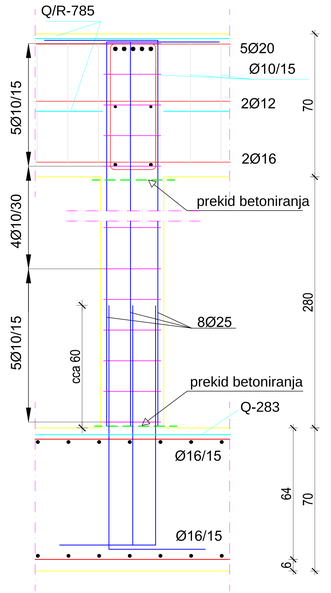
INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:20
GRAĐEVINA: ARIJA - stambeno- poslovna zgrada u ulici Velimira Terzića u Splitu	DATUM: rujan, 2014.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2014
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Josipa Budimir
SADRŽAJ: SKICA ARMATURE GREDA - POZICIJA 400	BROJ PRILOGA: 4.4

SKICA ARMATURE STUPOVA
-POZICIJA 100
M 1:20

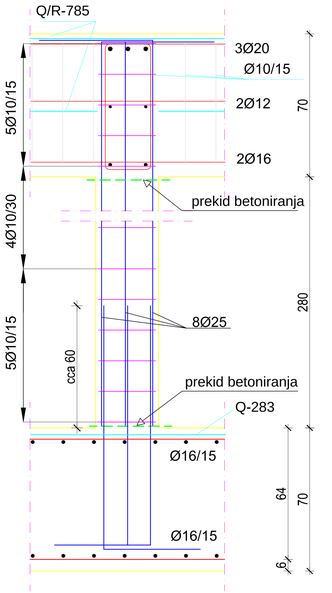


Presjek B-B:





Presjek D-D:

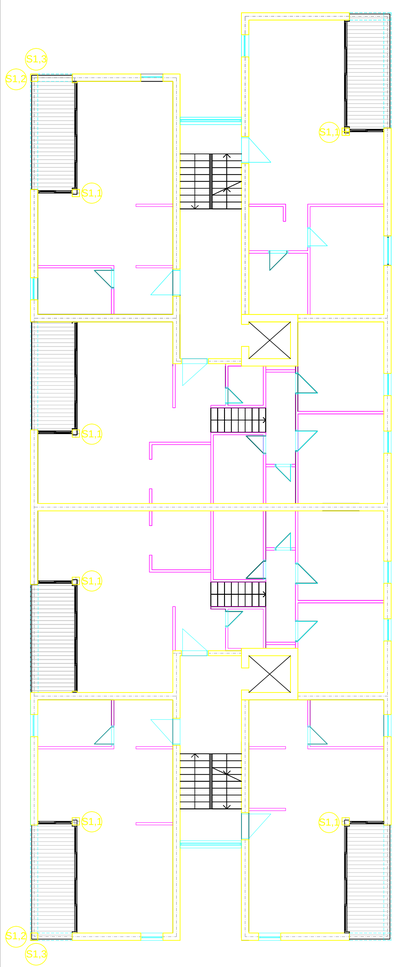


SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

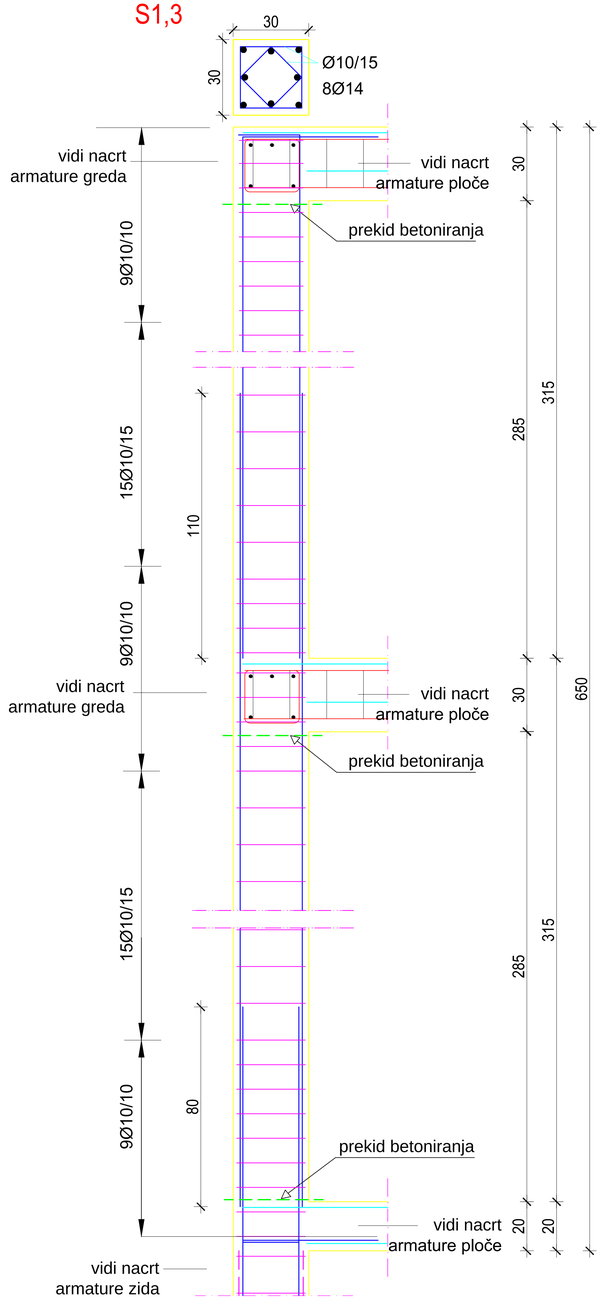
INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:20
GRAĐEVINA: ARIJA - stambeno- poslovna zgrada u ulici Velimira Terzića u Splitu	DATUM: rujan, 2014.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2014
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Josipa Budimir
SADRŽAJ: SKICA ARMATURE STUPOVA - POZICIJA 100	BROJ PRILOGA: 5.1

SKICA ARMATURE STUPOVA -POZICIJA 200, 300, 400 M 1:20

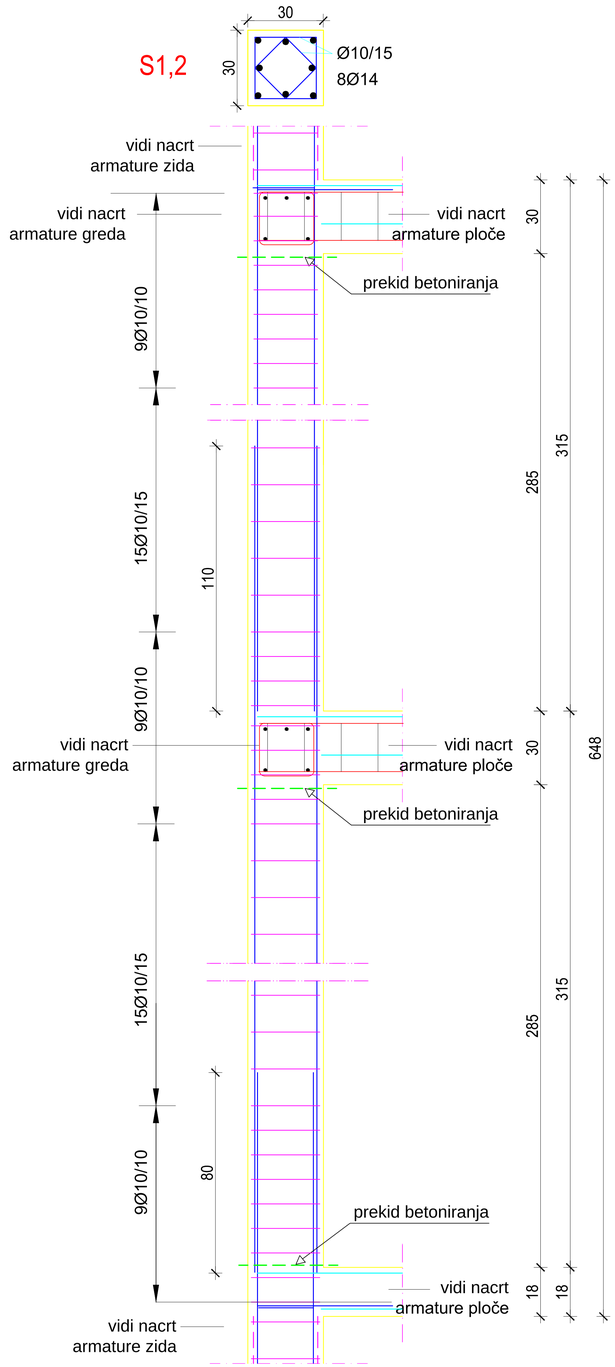
TLOCRT 1. I 4. KATA



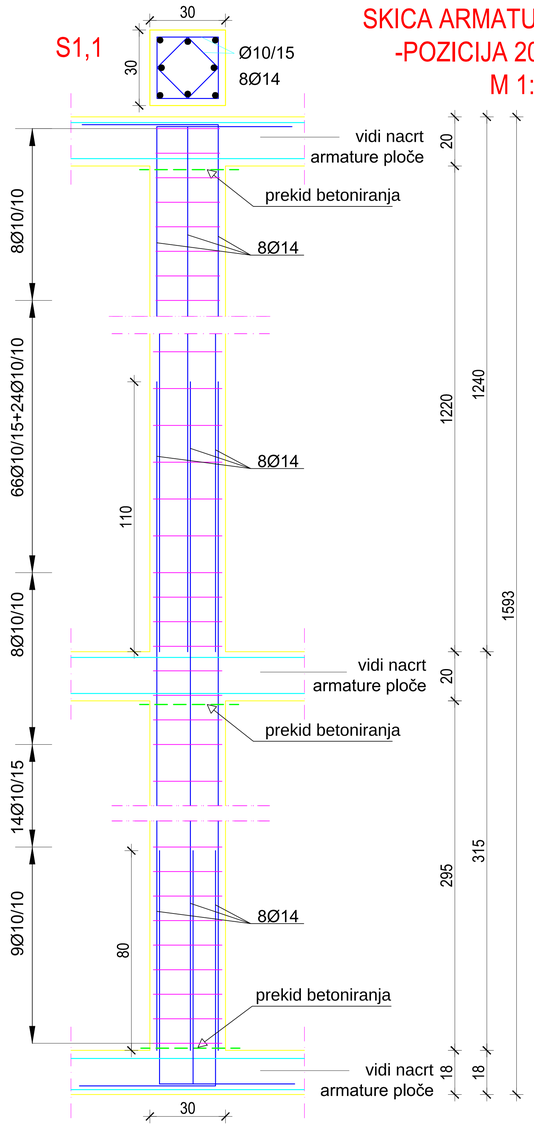
S1,3



S1,2

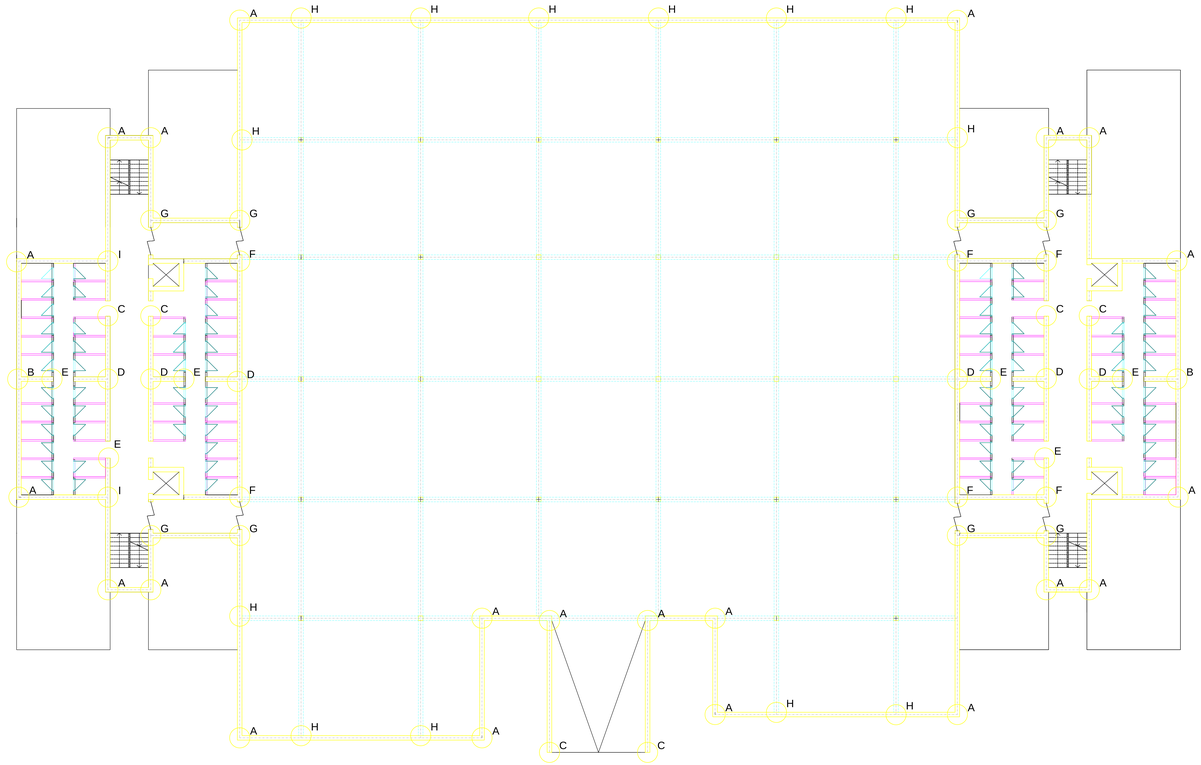


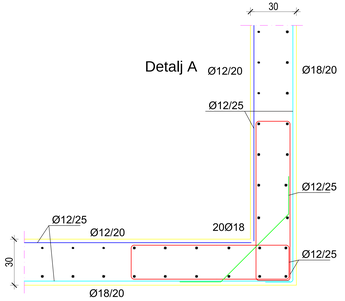
S1,1

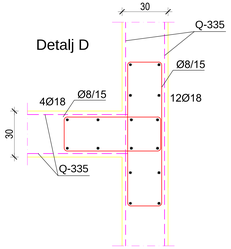


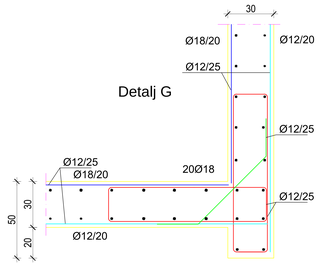
SVEUČILIŠTE U SPLITU,
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:20
GRAĐEVINA: ARIJA - stambeno- poslovna zgrada u ulici Velimira Terzića u Splitu	DATUM: rujan,2014.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2014
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Josipa Budimir
SADRŽAJ: SKICA ARMATURE STUPOVA- POZICIJA 200, 300,400	BROJ PRILOGA: 5.2

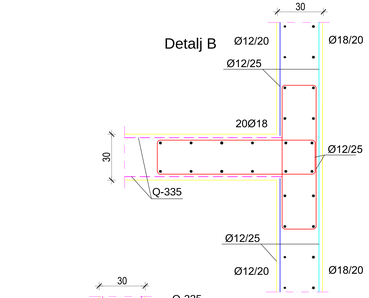


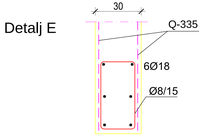


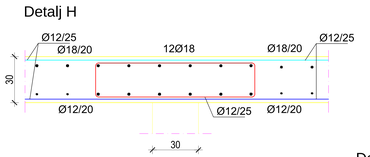


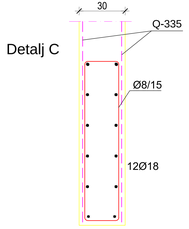


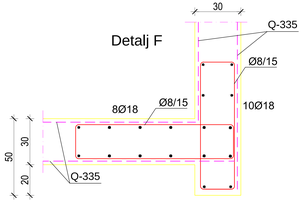
SKICA ARMATURE ZIDOVA
-POZICIJA 100
M 1:20

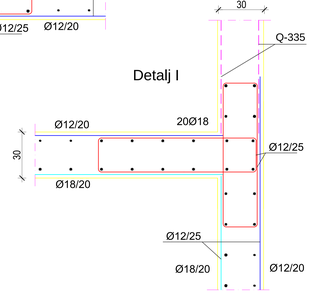








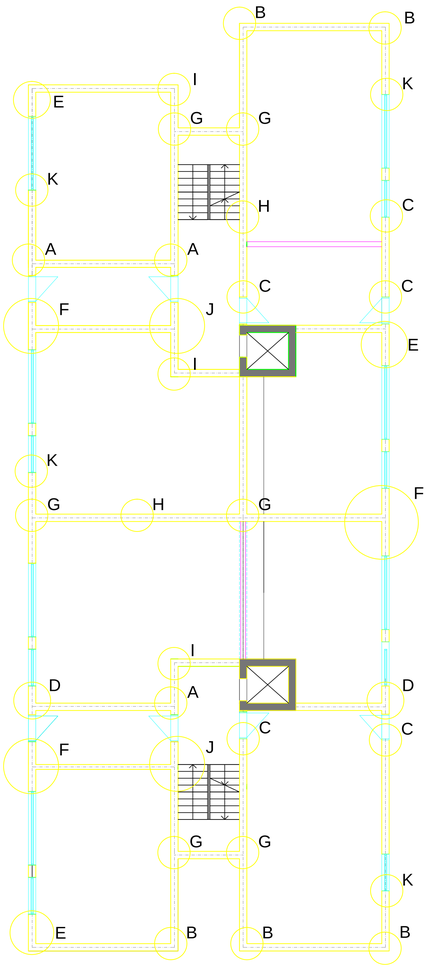




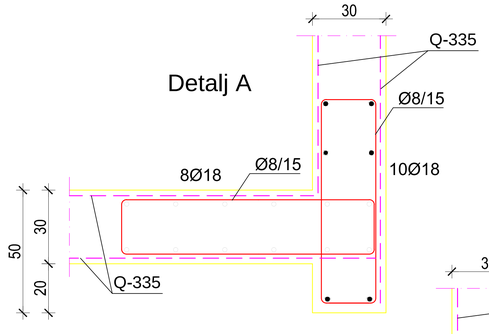
SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15
MB 3149483; tel. + 385 (0)21 303333; fax + 385 (0)21 465117

INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split		MJERILO: 1:20
GRAĐEVINA: ARIJA - stambeno- poslovna zgrada u ulici Velimira Terzića u Splitu		DATUM: rujan, 2014.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije		BROJ PROJEKTA: kk-09-2014
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT		PROJEKTANT: Josipa Budimir
SADRŽAJ: SKICA ARMATURE ZIDOVA -POZICIJA 100		BROJ PRILOGA: 6.1

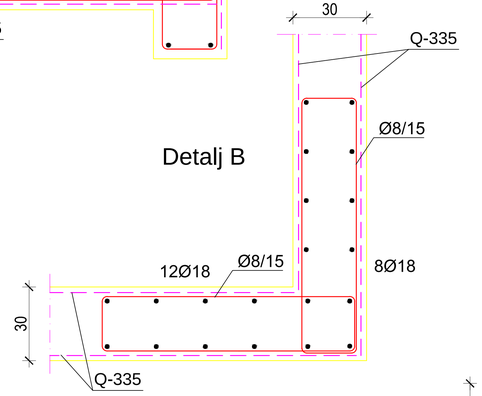
SKICA ARMATURE ZIDOVA -POZICIJA 200
M 1:20



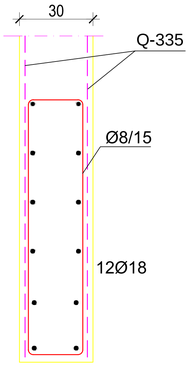
Detalj A



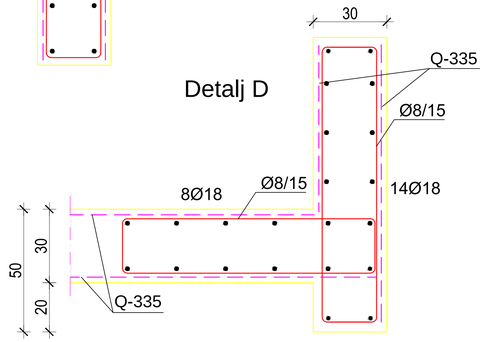
Detalj B



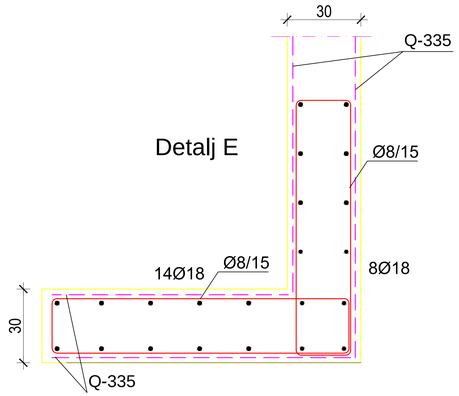
Detalj C



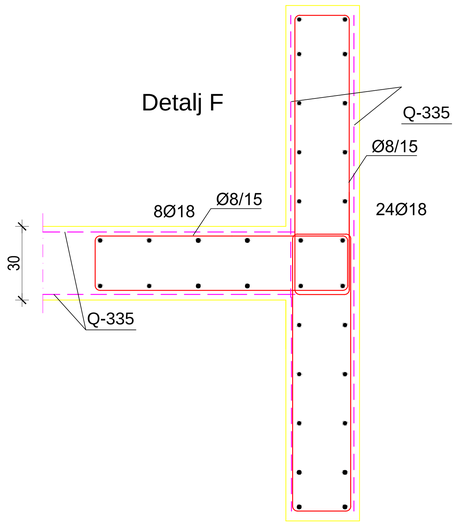
Detalj D



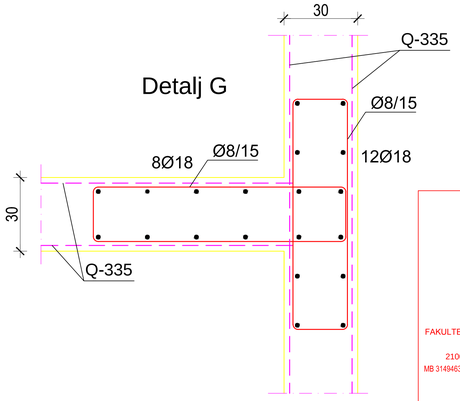
Detalj E



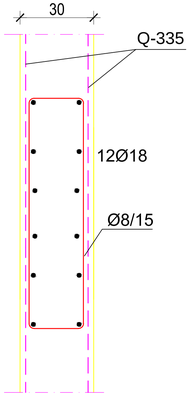
Detalj F



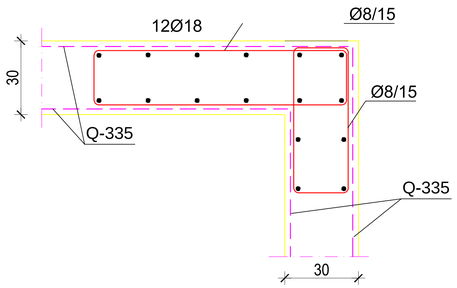
Detalj G



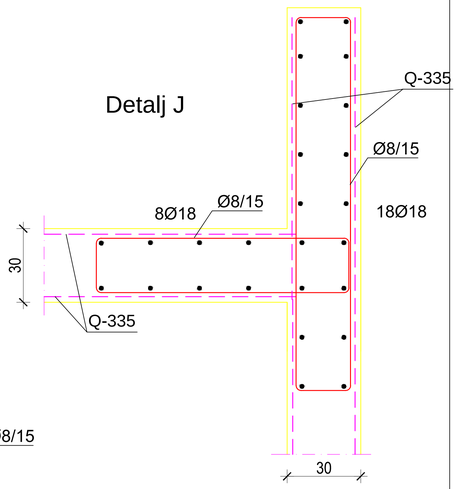
Detalj H



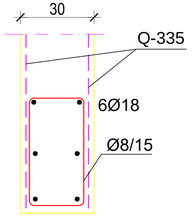
Detalj I



Detalj J



Detalj K

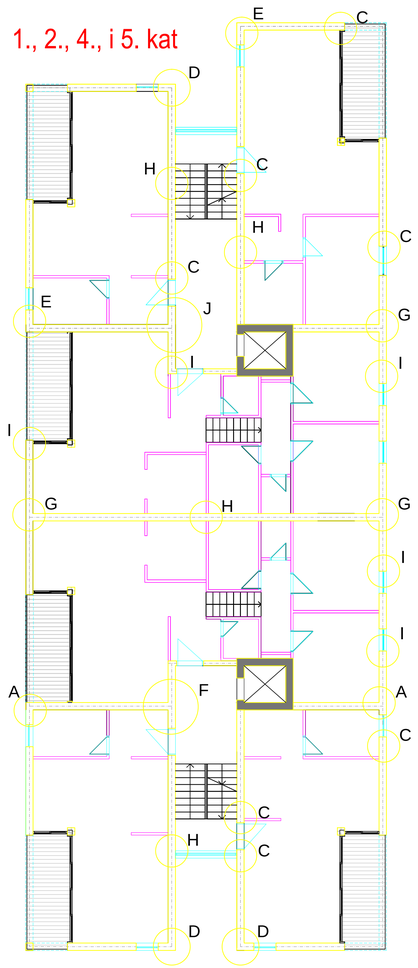


SVEUČILIŠTE U SPLITU,
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

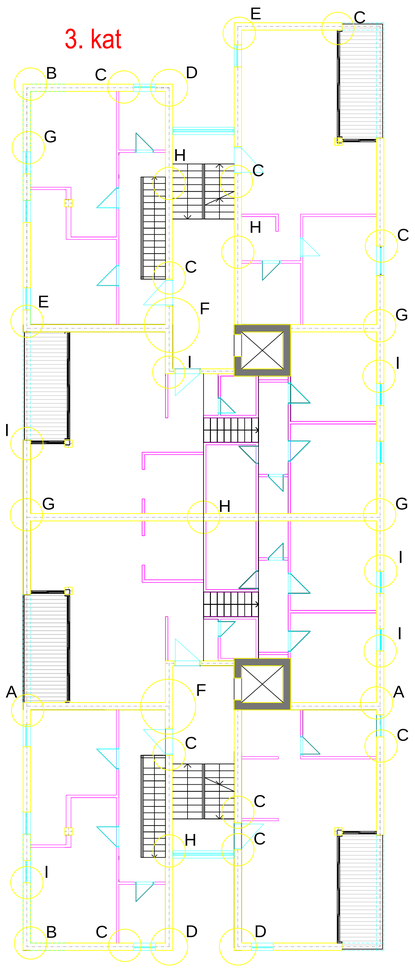
INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:20
GRAĐEVINA: ARIJA - stambeno- poslovna zgrada u ulici Velimira Terzića u Splitu	DATUM: rujan, 2014.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2014
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Josipa Budimir
SADRŽAJ: SKICA ARMATURE ZIDOVA -POZICIJA 200	BROJ PRILOGA: 6.2

SKICA ARMATURE ZIDOVA -POZICIJA 300 I 400 M 1:20

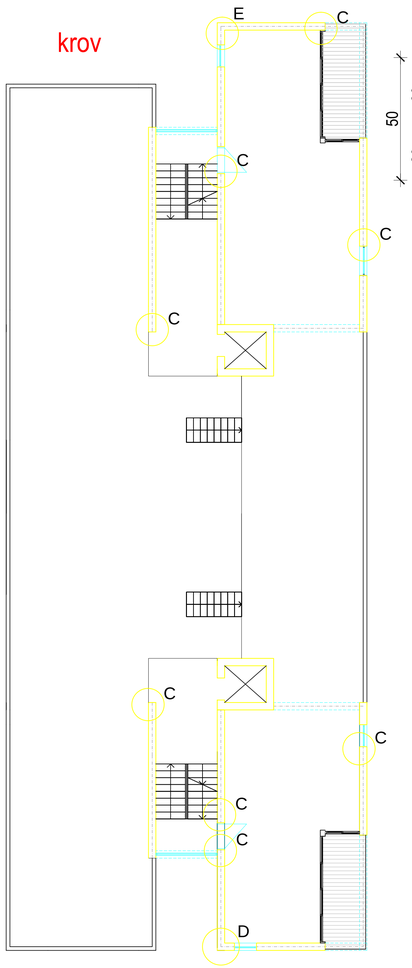
1., 2., 4., i 5. kat



3. kat



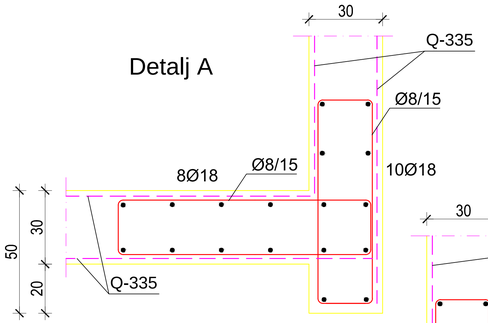
krov



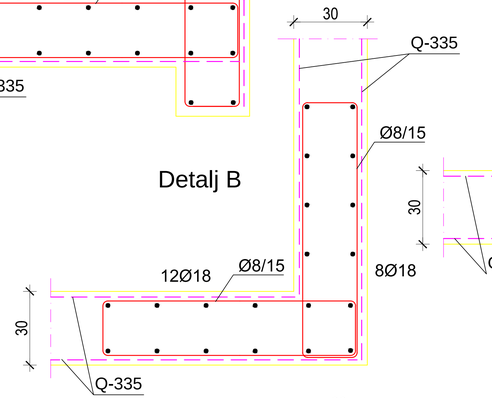
Napomene:

- Tlocrt 2. kata razlikuje se od tlocrta 1.,4. i 5. kata (vidi Plan pozicija 300-Prilog 1.8., ali te razlike su malene i nisu bitne za Skice armature zidova te su ta četiri tlocrta prikazana zajednički

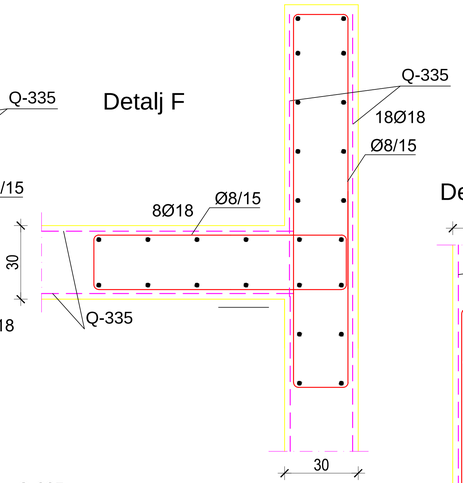
Detalj A



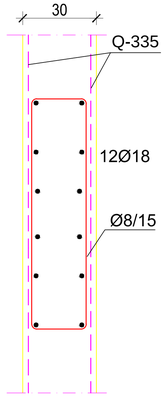
Detalj B



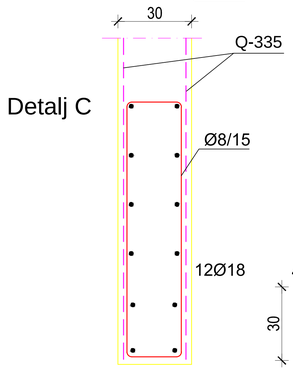
Detalj F



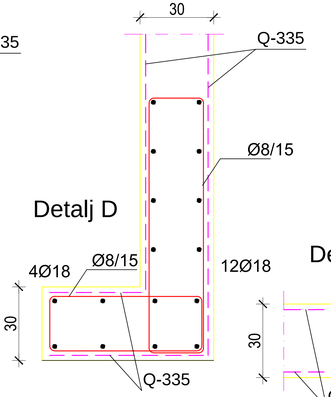
Detalj H



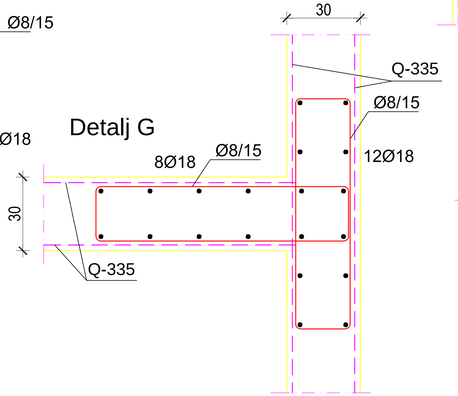
Detalj C



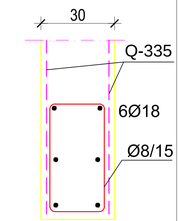
Detalj D



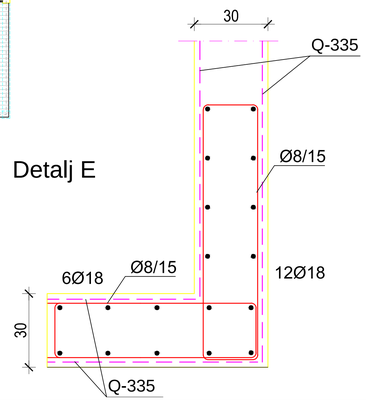
Detalj G



Detalj I



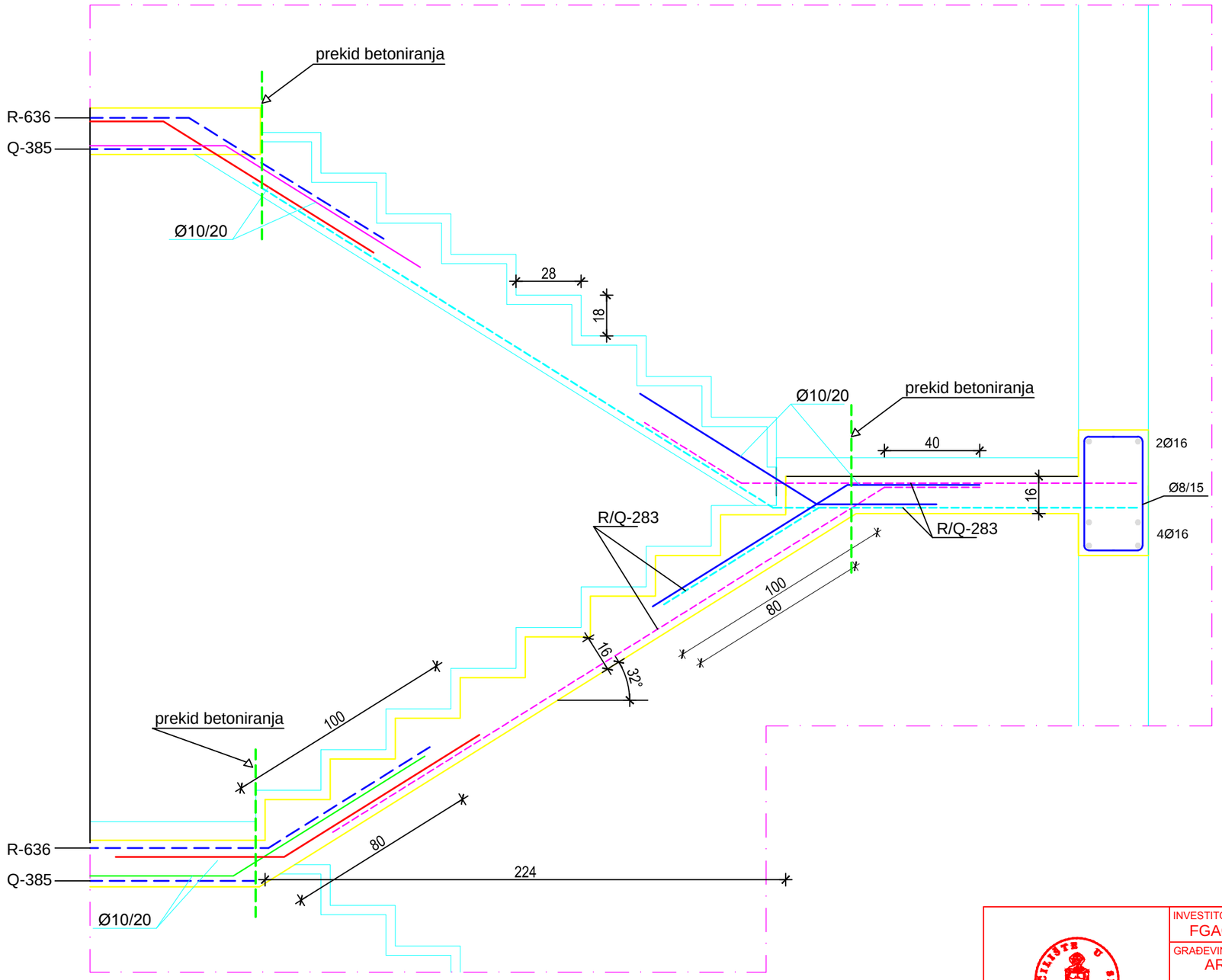
Detalj E



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: 1:20
GRAĐEVINA: ARIJA - stambeno- poslovna zgrada u ulici Velimira Terzića u Splitu	DATUM: rujan, 2014.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2014
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Josipa Budimir
SADRŽAJ: SKICA ARMATURE ZIDOVA -POZICIJA 300 I 400	BROJ PRILOGA: 6.3

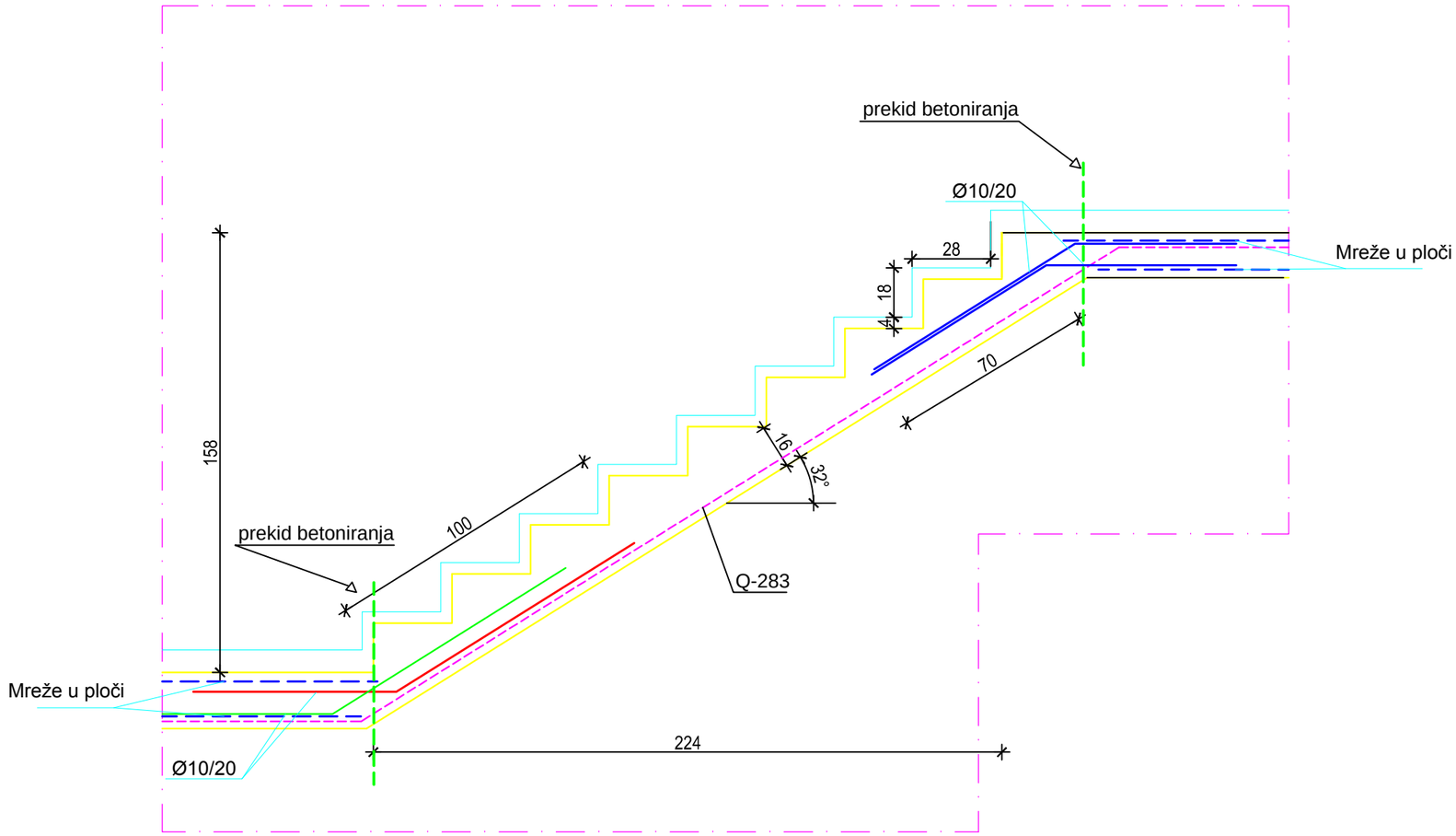
SKICA ARMATURE STUBIŠTA S100
M 1:20



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: 1:20
GRAĐEVINA: ARIJA - stambeno- poslovna zgrada u ulici Velimira Terzića u Splitu	DATUM: rujan, 2014.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2014
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Josipa Budimir
SADRŽAJ: SKICA ARMATURE STUBIŠTA S100	BROJ PRILOGA: 7.1

SKICA ARMATURE STUBIŠTA S200
M 1:20



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: 1:20
	GRAĐEVINA: ARIJA - stambeno- poslovna zgrada u ulici Velimira Terzića u Splitu	DATUM: rujan, 2014.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2014
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Josipa Budimir
	SADRŽAJ: SKICA ARMATURE STUBIŠTA S200	BROJ PRILOGA: 7.2