Projekt konstrukcije stambeno-poslovne zgrade u Trogiru

Dujić, Danica

Master's thesis / Diplomski rad

2016

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:123:158837

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

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

SVEUČILIŠTE U SPLITU

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

DIPLOMSKI RAD

Danica Dujić

Split, 2016

SVEUČILIŠTE U SPLITU

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Danica Dujić

Projekt konstrukcije stambeno-poslovne zgrade u Trogiru

Diplomski rad

Split, 2016

SVEUČILIŠTE U SPLITU

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

STUDIJ:	**DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**
KANDIDAT:	**Danica Dujić**
BROJ INDEKSA:	**0553**
KATEDRA:	**Katedra za betonske konstrukcije i mostove**
PREDMET:	**Betonske konstrukcije**

ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD

Tema: **Projekt konstrukcije stambeno-poslovne zgrade u Trogiru**

Opis zadatka: Na temelju danih arhitektonskih podloga, potrebno je izraditi projekt nosive konstrukcije stambeno poslovne zgrade u Trogiru. Izrađeni projekt mora sadržavati:

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

U Splitu, 4. ožujka 2016.

Voditelj Diplomskog rada:

Prof. dr. sc. Domagoj Matešan

Predsjednik Povjerenstva
za završne i diplomske ispite:
Prof. dr. sc. Ivica Boko

Projekt konstrukcije stambeno-poslovne zgrade u Trogiru

Sažetak:

U radu je prikazan projekt konstrukcije stambeno-poslovne zgrade u Trogiru. Građevina se sastoji od 4 kata (2 poslovna i 2 stambena), te ukopane garaže tlocrtne površine 383m².

Građevina je izvedena u armiranom betonu, sve monolitne izvedbe s armirano betonskim zidovima, stupovima, gredama 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, projekt konstrukcije

Structural design of the residental-buisness building in Trogir

Abstract:

Structural design of the residental-buisness building, which is positioned in Trogir, is presented in this work. The building is consist of 4 upergound stories (2 commercieal and 2 residental), and underground garage, layout area of 383m^2.

Building is made of reinforced concrete elements: walls, columns, beams 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 plans.

Keywords:

residential-business building, project of reinforced structure

Sadržaj

1 TEHNIČKI OPIS PRORAČUNA KONSTRUKCIJE 8

1.1. Općenito (projektni zadatak) 8

1.2. Oblik i veličina građevinske čestice 8

1.3. Namjena građevine 9

1.4. Opis nosive konstrukcije 14

1.5. Osnovna djelovanja i kombinacije 15

1.6. Konstruktivni materijali 17

1.7. Pravilnici i norme 18

1.8. Plan kontrole i osiguranja kvalitete 19

1.9. Posebni tehnički uvjeti 24

1.10. Obaveze izvođača 27

1.11. Uvjeti održavanja i projektirani vijek trajanja 27

2 ANALIZA OPTEREĆENJA 28

2.1. Ploča krova – pozicija 500 28

2.2. Ploče 2. i 3. kata – pozicija 300 i 400 29

2.3. Ploča 1.kata – pozicija 200 30

2.4. Ploča prizemlja – (ploča nad garažom) pozicija 100 31

2.5. Kolna ploča garaže –pozicija 000 32

2.6. Stubišta i podesti 33

2.7. Snijeg 34

2.8. Vjetar 35

2.9. Potres 41

3 NUMERIČKI MODEL 47

4 DIMENZIONIRANJE HORIZONTALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE 49

4.1. Proračun ploča ispod poslovnih prostora (pozicija 100 i 200) 49

4.2. Proračun ploče krova te ploča stanova (pozicija 300, 400 i 500) 61

4.3. Proračun greda - greda 25x50 cm (polje i ležajevi) 72

4.4. Proračun greda - greda 25x40 cm (polje i ležajevi) 83

5 DIMENZIONIRANJE VERTIKALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE 94
5.1. Proračun stupova 20/25 – pozicija S1 94
5.2. Proračun zidova AB jezgre 99
6 PRORAČUN TEMELJNE PLOČE 110
6.1. Proračun koeficijenta reakcije podloge 110
6.2. Prikaz naprezanja 110
6.3. Rezultati proračuna 111
6.4. Proračun temeljne ploče 114
7 PRORAČUN OBODNIH ZIDOVA PODRUMA 117
7.1. Dimenzioniranje zida 117
7.2. Kontrola pukotina na vanjskoj strani zida 119
8 PRORAČUN STUBIŠTA 120
9 GRAFIČKI PRILOZI 121
9.1. Tlocrt podruma 121
9.2. Tlocrt prizemlja 121
9.3. Tlocrt 1. kata 121
9.4. Tlocrt 3. kata 121
9.5. Tlocrt 3. kata 121
9.6. Tlocrt krova 121
9.7. Poprečni presjek A-A 121
9.8. Poprečni presjek B-B 121
9.9. Poprečni presjek C-C 121
9.10. Južno pročelje 121
9.11. Istočno pročelje 121
9.12. Sjeverno pročelje 121
9.13. Zapadno pročelje 121
10 ARMATURNI NACRTI 122
10.1. Armaturni nacrt međukatne ploče, pozicija 200, donja zona 122
10.2. Armaturni nacrt međukatne ploče, pozicija 200, gornja zona 122

10.3. Armaturni nacrt krovne ploče, pozicija 500, donja zona 122
10.4. Armaturni nacrt krovne ploče, pozicija 500, gornja zona 122
10.5. Armaturni nacrt okvira u podrumu 122
10.6. Armaturni nacrt temeljne ploče, pozicija 000, donja zona 122
10.7. Armaturni nacrt temeljne ploče, pozicija 000, gornja zona 122
11 LITERATURA 123

1 TEHNIČKI OPIS PRORAČUNA KONSTRUKCIJE

1.1. Općenito (projektni zadatak)

Zadatka ovog diplomskog rada je izrada projekta nosive konstrukcije armiranobetonske zgrade. Građevina se sastoji od 4 nadzemne etaže s visinom katova 3,40m za donje dvije etaže, 2,80m za gornje dvije etaže te podzemnom garažom. Tlocrtna bruto površina etaže je 383 m2, tlocrtnih dimenzija gabarita 16,0 x 37,5 (m), dok je ukupna visina 12,90 m.

Vertikalnu nosivu konstrukciju čine armirano-betonski stupovi i armirano-betonski zidovi. Međukatnu nosivu konstrukciju čine grede i armirano-betonske ploče. Vertikalna komunikacija je ostvarena dvokrakim stubištima i liftom. Izvodi se od betona klase C30/37 i armira armaturnim mrežama B500B.

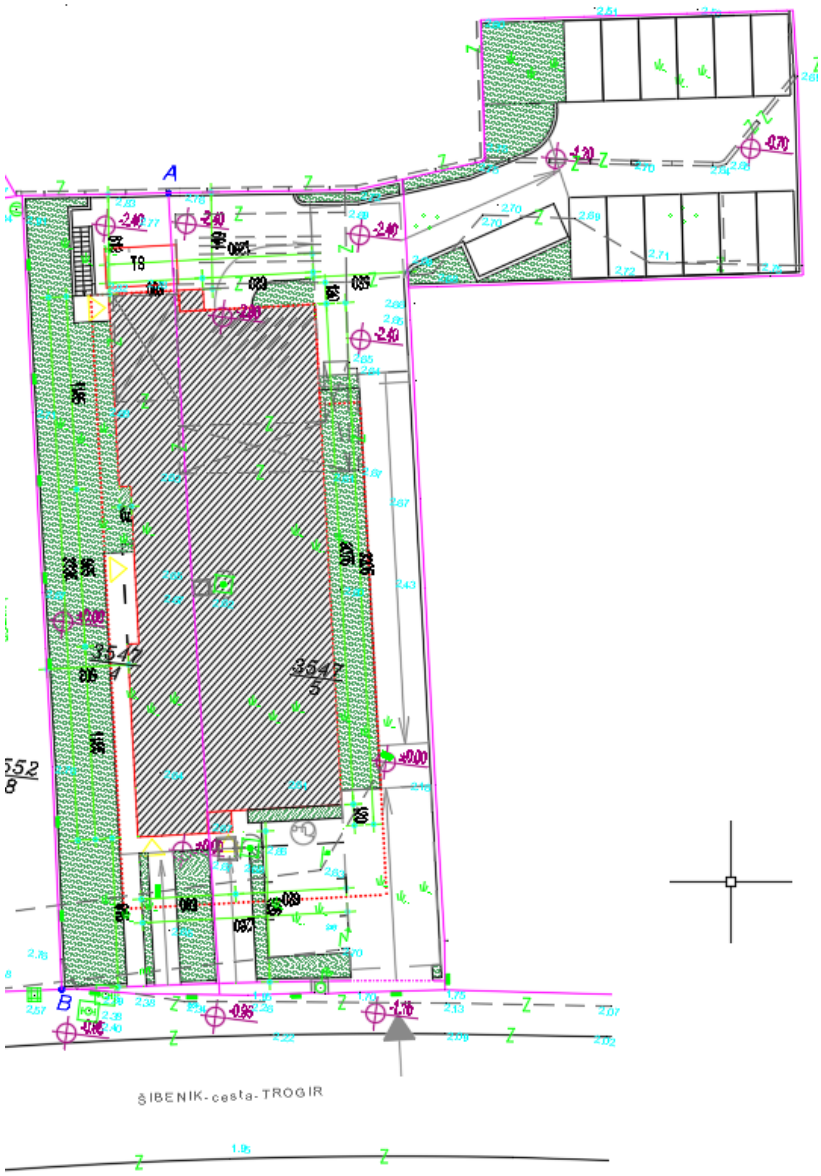
Građevina se nalazi u IX. potresnoj zoni (moguće ubrzanje tla je 0.221g prema seizmičkoj karti Hrvatske, tj. u kojoj se za povratni period od 475 godina očekuje pojava potresa IX° MCS skale), III. području opterećenja vjetrom (osnovna brzina vjetra je 35 m/s) i području C opterećenja snijegom (opterećenje iznosi 0.50 kN/m2).

U konstrukciji horizontalne (seizmičke, sile od vjetra) sile preuzimaju zidovi. Za prilaz na etaže služe unutarnja ab stubišta, debljine nosive ploče d=15.0 cm.

U proračunu su dane osnovne dimenzije i armatura za pojedine konstruktivne elemente. Elementi koji nisu računati armiraju se konstruktivno (≥ 0.1% površine betonskog presjeka).

1.2. Oblik i veličina građevinske čestice

Parcela se sastoji od 2 pravokutna dijela. Površina glavne parcele, na kojoj se nalazi poslovno-stambeni objekt, je oko 1155 m^2. Tlocrtna površina objekta je 383 m^2. Površina pomoćne parcele, namijenjene za parking, je 335m^2. Smještaj građevine na parceli proizlazi iz prostorno – prometnih uvjeta, odnosno mogućnosti pješačkog i kolnog pristupa s prometnica.

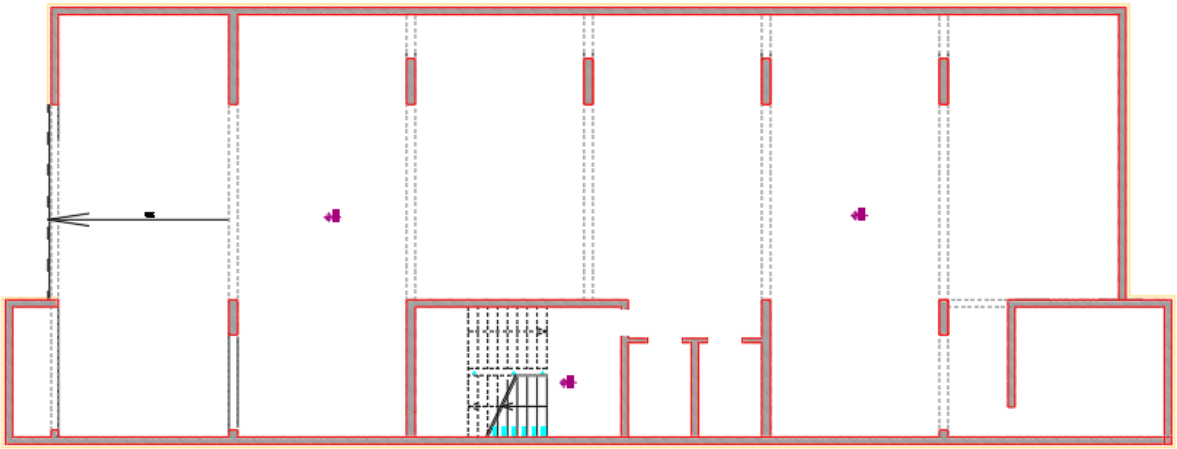


Slika 1.1Situacija – položaj stambeno-poslovne zgrade

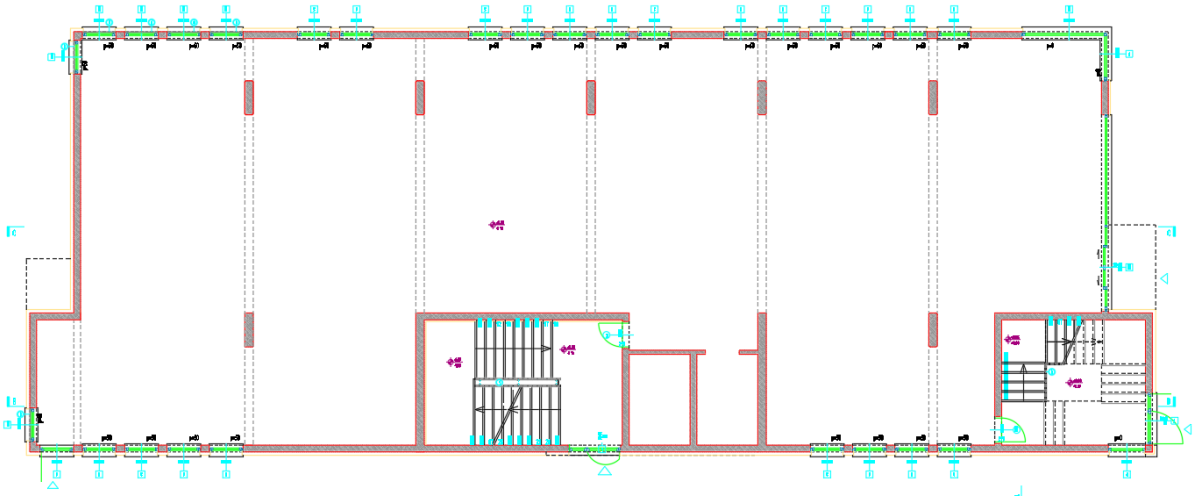
1.3.Namjena građevine

Namjena građevine je stambeno poslovna. Zgrada ima 4 nadzemne etaže (prizemlje i 3 kata). Sadržaji građevine podijeljeni su prema katovima zgrada, donje dvije etaže su poslovne, dok su gornje dvije stambene namjene. Uzevši u obzir problem parking mjesta izrađeno je rješenje objekta s ukopanom garažom, te dodatnim parkingom kako bi se zadovoljile potrebe za parkirnim mjestima. Time se na najbolji način iskoristila površina za smještaj vozila. Okoliš se treba urediti kao zelena površina.

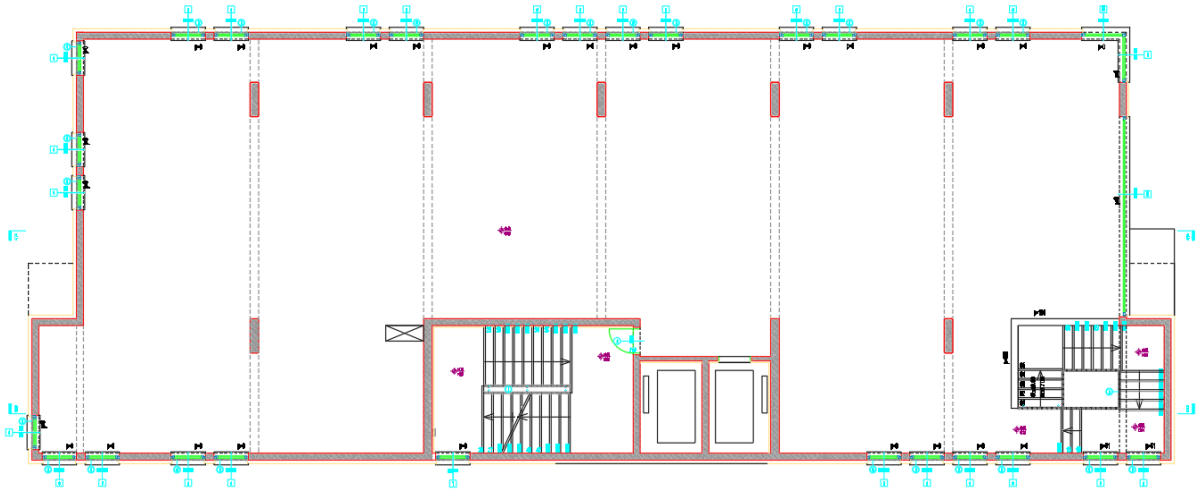
Slika 1.2. Presjek stambeno-poslovne zgrade



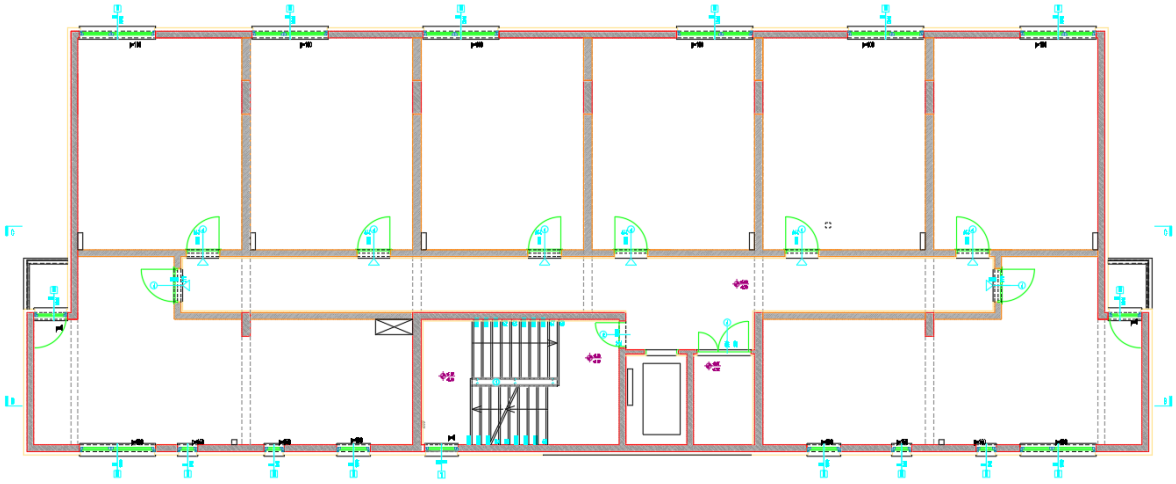
Slika 1.3. Tlocrt garaže



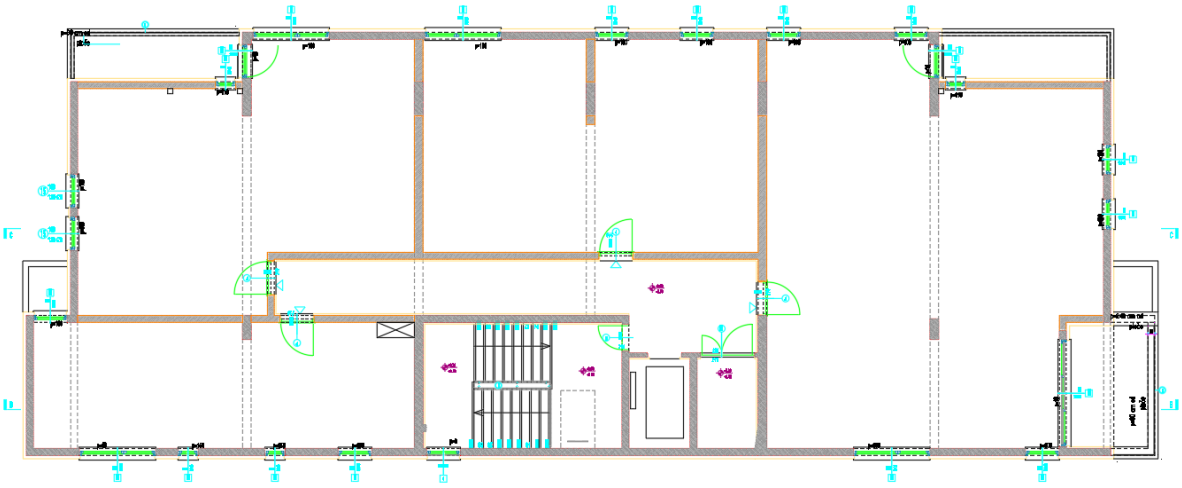
Slika 1.4. Tlocrt prizemlja



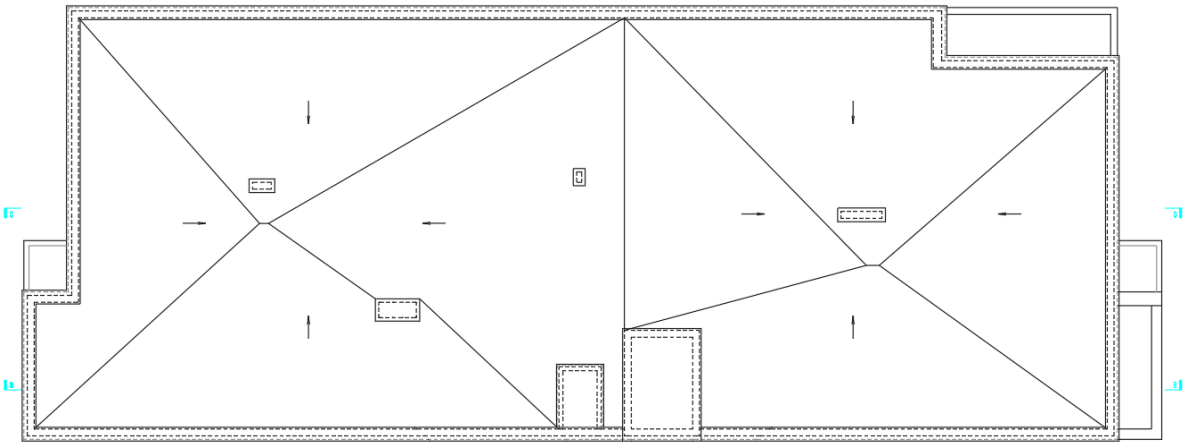
Slika 1.5. Tlocrt 1. kata



Slika 1.6. Tlocrt 2. kata



Slika 1.7. Tlocrt 3. kata



Slika 1.8. Tlocrt krova

Kolni prilaz na građevinsku parcelu je s južne strane, dok se rampa za ulaz u garažu nalazi sa sjeverne strane objekta. Ulaz u glavno stubište se nalazi sa zapadne strane, dok je s južne strane predviđen ulaz u poslovne prostore.

Okolni teren zgrade prikladno će se hortikulturalno urediti. Svi infrastrukturni priključci izvest će se prema posebnim zahtjevima komunalnih i javnih poduzeća ili stručnih službi grada i županije.

1.4. Opis nosive konstrukcije

1.4.1. Temelji

Računska granična nosivost tla iznosi $\sigma_{R,d}$=0,5 MPa, što je nakon iskopa temelja potrebno utvrditi ispitivanjem. Zbog veće količine podzemnih voda koje protječu u blizini zgrade za vrijeme kišnih perioda, predviđena je temeljna ploča debljine 60 cm. Beton C30/37 $\varnothing_{agr}\leq$32 mm armiran s B-500B. Zaštitni slojevi betona do armature iznose min. 5 cm.

1.4.2. Zidovi

Svi zidovi su izvedeni od betona C30/37 i armirani s B-500B, sa potrebnim hidro-termičkim slojevima, debljine 20 cm. Zaštitni slojevi betona do armature iznose min. 3 cm. 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 dodatno opterećenje na pločama.

1.4.3. Stupovi

Stupovi su kvadratnog poprečnog presjeka. Stupovi se izvode iz betona klase C30/37 i armiraju armaturnim šipkama B500B.

1.4.4. Međukatne konstrukcije

Međukatnu nosivu konstrukciju zgrade tvore armirane betonske ploče. Sve AB nosive ploče su debljine 20 cm. Izvode se iz betona klasse C30/37 i armiraju armaturnim mrežama B500B.

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.

1.4.5. Grede

Ploče su oslonjene na grede pravokutnog poprečnog presjeka, 25/50 u podrumu, prizemlju i na 1.katu, dok su grede na preostale dvije etaže 25/40. Izvode se iz betona klasse C30/37 i armiraju armaturnim šipkama B500B.

1.5. Osnovna djelovanja i kombinacije

1.5.1. Osnovna djelovanja

Osnovna djelovanja, na čiji utjecaj se dokazuje mehanička otpornost i stabilnost predmetne građevine, podijeljena su prema slijedećem:

Oznaka osnovnog djelovanja	Opis djelovanja
G	**Stalno djelovanje**. Vlastita težina AB elemenata nosive konstrukcije.
dG	**Dodatno stalno djelovanje**. Težina obloga (podovi, žbuke), stalna oprema itd.
Q1	**Promjenjivo djelovanje**: Stambeni prostori 2.00 kN/m2 Poslovni prostori 3.00 kN/m2 Garaža 2.50 kN/m2
Q2	**Snijeg**: područje opterećenja snijegom: C nadmorska visina: ≤ 100 m.n.m. karakteristična vrijednost snijega na tlu: s_k=0.45 kN/m2 opterećenje snijegom na krovu: $s=\mu_1 C_e C_t s_k$=0.8*1.0*1.0*0.50= s=0.36 kN/m2
w	**Vjetar:** područje II. $v_{ref,0}$ = 35 m/s koeficijent položaja (h=12,6(m), III. kategorija zemljišta): $c_e(z)$ =3.14 poredbeni tlak: $q_{ref} = \rho_{zraka} * v^2_{ref}/2 = 1.25*(33^2)/2/1000=$ koeficijent vanjskog tlaka: $c_{pe} \cong 0.8$ koeficijent unutarnjeg tlaka: $c_{pi} \cong 0.3$ tlak vjetra na vanjske vertikalne površine: $w_e = q_{ref} * c_e(z) * c_{pe}$ tlak vjetra na unutarnje vertikalne površine: $w_i = q_{ref} * c_e(z) * c_{pi}$
S	**Potres**: seizmička zona: IX. računsko ubrzanje tla: ag=2,21 m/s2 razred tla: A faktor ponašanja: q=2,25 faktor važnosti građevine: γ_I = 1.0

1.5.2. Osnovne kombinacije djelovanja

Granično stanje uporabljivosti

Oznaka kombinacije	Parcijalni faktor za opterećenje	Koristi se za:	Parcijalni faktor za materijale
GSU-1	osnovna kombinacija: **1.0(g+Δg)+1.0q**	proračun progiba i pukotina a-b ploča	beton: γ_c=1.5 čelik: γ_s=1.15

Granično stanje nosivosti

Oznaka kombinacije	Parcijalni faktor za opterećenje	Koristi se za:	Parcijalni faktor za materijale
GSN-1	osnovna kombinacija: **1.35(g+Δg)+ 1.5q**	proračun ploča, stupova i zidova na vertikalna djelovanja kontrola naprezanja u tlu	beton: γ_c=1.5 čelik: γ_s=1.15
GSN-2	potres: **1.0(g+Δg)+0.3q +1.0S**	proračun zidova i stupova na djelovanje potresa kontrola naprezanja u tlu	beton: γ_c=1.3 čelik: γ_s=1.0
GSN-3	vjetar: **1.35(g+Δg)+1,5·0,6q +1.5w**	proračun zidova i stupova na djelovanje vjetra	beton: γ_c=1.5 čelik: γ_s=1.15

1.6.Konstruktivni materijali

1.6.1. Beton

Projekt betona za sve konstruktivne elemente, odnosno za sve betone, treba izraditi Izvoditelj i dostaviti ga na suglasnost Projektantu. Projekt betona treba izraditi stručna osoba, detaljno i sveobuhvatno.

U njemu treba precizno definirati za svaki element, odnosno za svaki različiti beton:

- fizikalno-mehanička svojstva (kakvoću)
- sastav (mješavinu)
- vodocementni faktor (konzistenciju)
- dodatke (superplastifikatori, ubrzivači, dodaci za prionjivost, dodaci za bubrenje i sl.)
- način proizvodnje, transporta i ugradnje
- način zbijanja (vibriranja)
- njegu
- obradu spojnica (nastavci betoniranja)
- posebne zahtjeve, specifičnosti i sl.

U nastavku će se dati okvirne smjernice i zahtjevi koje treba uvažiti projekt betona, odnosno koje treba poštivati Izvoditelj.

Ivice elemenata trebaju biti precizno izvedene, ravne i u funkciji njihovog estetskog izgleda. U svemu treba poštivati predviđenu geometriju elemenata, te njihov projektirani prostorni položaj. Osobito voditi računa o izgledu vanjskih ploha betona. Sve vidljive plohe betona trebaju biti ravne, glatke i ujednačene boje. Nije dopuštena pojava segregacije u betonu. U slučaju eventualne segregacije, nisu dopuštena "krpanja" cementnim mortom. Sanacije takvih ploha treba obaviti stručno, prema posebnim rješenjima. Vodit računa o adekvatnoj ugradnji i njezi betona.

Osobito treba voditi računa o adekvatnoj njezi betona prvih 2-3 dana da se ne pojave štetne pukotine od skupljanja. Nisu propisani posebni zahtjevi na otpornost betona na mraz i vodo/zrako-propusnost. Oni su posredno obuhvaćeni kroz zahtijevanu kakvoću (čvrstoću) betona. U načelu se koriste uobičajeni beton C 30/37. Za sve podbetone (podloge) koristi se beton C 12/15. Za betone C30/37 koristiti superplastifikatore.

(i) Zidovi, grede, ploče,stupovi

Za sve nove elemente predviđen je beton C 30/37, ϕagr ϕ 32 mm

1.6.2. Betonski čelik

Kao armatura koristi se betonski čelik B500B (prema TPBK) za sve elemente, u obliku šipki ili mreža. Zaštitni slojevi betona do armature iznose 3.0 – 7.0 cm.

Veličinu zaštitnog sloja osigurati dostatnim brojem kvalitetnih razmačnika (distancera). Kvalitetu zaštitnog sloja osigurati kvalitetnom oplatom i ugradnjom betona, te dodacima betonu i ostalim rješenjima prema projektu betona. Veličina i kvaliteta zaštitnog sloja betona presudni su za trajnost objekta. U potpunosti poštivati projektirani raspored i položaj armaturnih šipki, koje trebaju biti nepomične kod betoniranja. Sva uporabljena armatura treba imati odgovarajuće ateste o kakvoći.

1.7.Pravilnici i norme

Prilikom izrade predmetne projektne dokumentacije primijenjeni su sljedeći pravilnici i normativi:

- Zakon o prostornom uređenju i gradnji (N.N. 76/07)
- Tehnički propis za betonske konstrukcije (N.N. 101/05; 74/06; 85/06; 64/07)
- Pravilnik o tehničkim normativima za temeljenje građevinskih objekata (Sl. list 15/90)
- Zakon o zaštiti od požara (N.N. 58/93; 107/07)
- Zakon o zaštiti na radu (N.N. 59/96; 94/96; 114/03; 86/08)
- EN 1991 Eurokod 1 Osnove proračuna i djelovanja na konstrukcije
- EN 1992 Eurokod 2 Proračun betonskih konstrukcija
- EN 1998 Eurokod 8 Projektiranje konstrukcija na potresno opterećenje

Sva opterećenja uzeta prema:

- HRN ENV 1991-2-1 stalno i uporabno opterećenje
- HRN ENV 1991-2-4 opterećenje vjetrom
- HRN ENV 1998-1-1 potresno opterećenje

Svi ostali podaci i detalji relevantni za predmetni objekt dani su kroz projektna rješenja. Na osnovi ovog projekta potrebno je izraditi izvedbeni projekt sa svim relevantnim detaljima i dati ga na usvajanje projektantu ovog projekta. Također, za sve izmjene i dopune konzultirati projektanta.

1.8. Plan kontrole i osiguranja kvalitete

1.8.1. Opće napomene

Predmetni je projekt izrađen sukladno Zakonu o građenju (N.N. br. 173/03), kojim su propisana tehnička svojstva bitna za građevinu.
Sve radove trebaju obavljati za to stručno osposobljene osobe, uz stalni stručni nadzor. Prije prelaska na iduću fazu radova, nužno je odobrenje nadzornog inženjera. Za svako odstupanje od projekta, te u slučaju nepredviđenih okolnosti, potrebna je konzultacija Projektanta. Izvoditelj je dužan u potpunosti poštivati sve mjere osiguranja i kontrole kvalitete. Svi upotrijebljeni materijali i svi izvedeni radovi trebaju udovoljavati zahtjevima važećih normi, propisa i pravila struke. Za vrijeme izvođenja radova potrebna je stalna nazočnost nadzornog inženjera, kontinuirani geodetski nadzor, te povremeni projektantski nadzor.

1.8.2. Betonski i armirano betonski radovi

1.8.2.1. Beton

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

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

Betonski radovi moraju se izvoditi prema projektu konstrukcije i projektu betona, a u svemu sukladno s: Tehnički propis za betonske konstrukcije, te svim pratećim normativima

Kod projektiranog betona u projektu mora biti specificiran razred tlačne čvrstoće (marka betona) i to kao karakteristična vrijednost 95%-tne vjerojatnosti s kriterijima sukladnosti prema normi HRN EN 206-1.

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

Zahtjevi za isporuku betona i informacije proizvođača betona korisniku moraju sadržavati podatke prema normi HRN EN 206-1.

Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstava svježeg betona provodi se prema normama niza HRN EN 12350, a ispitivanje svojstava 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.

1.8.2.2. Betonski čelik

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

- nHRN EN 10080-1 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 1. dio: Opći zahtjevi (prEN 10080-1:1999)
- nHRN EN 10080-2 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 2. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda A (prEN 10080-2:1999)
- nHRNEN 10080-3 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 3. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda B (prEN 10080-3:1999)
- nHRN EN 10080-4 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 4. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda C (prEN 10080-4:1999)
- nHRN EN 10080-5 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 5. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih armaturnih mreža (prEN 10080-5:1999)
- nHRN EN 10080-6 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 6. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih rešetki za gredice (prEN 10080-6:1999).

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

Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstava čelika za armiranje odnosno čelika za prednapinjanje, provodi se prema normama nizova nHRN EN 10080, odnosno nHRN EN 10138, i prema normama niza HRN EN ISO 15630 i prema normi HRN EN 10002-1.

Preklopi se izvode prema odredbama priznatim tehničkim pravilima iz Priloga H Tehničkog propisa za 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.

1.8.2.3. Prekidi betoniranja

Prekid i nastavci betoniranja konstrukcija moraju biti obrađeni projektom betona.

1.8.3. 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.

1.8.4. Norme koje tretiraju radove u ovom programu kontrole

1.8.4.1 Norme za beton

HRN EN 206-1:2002	Beton – 1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206-1:2000)
HRN EN 206-1/A1:2004	Beton – 1. dio: Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206-1:2000/A1:2004)
nHRN EN 206-1/A2	Beton – 1. dio: Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206-1:2000/prA2:2004)

1.8.4.2 Norme za beton – ostale norme

HRN EN 12350-1	Ispitivanje svježeg betona – 1. dio: Uzorkovanje
HRN EN 12350-2	Ispitivanje svježeg betona – 2. dio: Ispitivanje slijeganjem
HRN EN 12350-3	Ispitivanje svježeg betona – 3. dio: VeBe ispitivanje
HRN EN 12350-4	Ispitivanje svježeg betona – 4. dio: Stupanj zbijenosti
HRN EN 12350-5	Ispitivanje svježeg betona – 5. dio: Ispitivanje rasprostiranjem
HRN EN 12350-6	Ispitivanje svježeg betona – 6. dio: Gustoća
HRN EN 12350-7	Ispitivanje svježeg betona – 7. dio: Sadržaj pora – Tlačne metode
HRN EN 12390-1	Ispitivanje očvrsnulog betona – 1. dio: Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe
HRN EN 12390-2	Ispitivanje očvrsnulog betona – 2. dio: Izradba i njegovanje uzoraka za ispitivanje čvrstoće
HRN EN 12390-3	Ispitivanje očvrsnulog betona – 3. dio: Tlačna čvrstoća uzoraka
HRN EN 12390-6	Ispitivanje očvrsnulog betona – 6. dio: Vlačna čvrstoća cijepanjem uzoraka
HRN EN 12390-7	Ispitivanje očvrsnulog betona – 7. dio: Gustoća očvrsnulog betona
HRN EN 12390-8	Ispitivanje očvrsnulog betona – 8. dio: Dubina prodiranja vode pod tlakom
prCEN/TS 12390-9	Ispitivanje očvrsnulog betona – 9. dio: otpornost na smrzavanje ljuštenjem
ISO 2859-1	Plan uzorkovanja za atributni nadzor – 1. dio: Plan uzorkovanja indeksiran prihvatljivim nivoom kvalitete (AQL) za nadzor količine po količine
ISO 3951	Postupci uzorkovanja i karta nadzora s varijablama nesukladnosti
HRN U.M1.057	Granulometrijski sastav mješavina agregata za beton
HRN U.M1.016	Beton. Ispitivanje otpornosti na djelovanje mraza
HRN EN 480-11	Dodaci betonu, mortu I injekcijskim smjesama – Metode ispitivanja – 11. dio: Utvrđivanje karakteristika zračnih pora u očvrsnulom betonu
HRN EN12504-1	Ispitivanje betona u konstrukcijama – 1. dio: Izvađeni uzorci – Uzimanje, pregled i ispitivanje tlačne čvrstoće
HRN EN 12504-2	Ispitivanje betona u konstrukcijama – 2. dio: Nerazorno ispitivanje – Određivanje veličine odskoka
HRN EN 12504-3	Ispitivanje betona u konstrukciji – 3. dio: Određivanje sile čupanja
HRN EN 12504-4	Ispitivanje betona u konstrukciji – 4. dio: Određivanje brzine ultrazvuka
prEN 13791:2003	Ocjena tlačne čvrstoće betona u konstrukcijama ili u konstrukcijskim elementima

1.8.4.3 Norme za čelik za armiranje – osnovne norme

nHRN EN 10080-1	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 1.dio: Opći zahtjevi (prEN 10080-1:1999)
nHRN EN 10080-2	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 2. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda A (prEN 10080-2:1999)
nHRNEN 10080-3	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 3. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda B (prEN 10080-3:1999)
nHRN EN 10080-4	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 4. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda C (prEN 10080-4:1999)
nHRN EN 10080-5	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 5. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih armaturnih mreža (prEN 10080-5:1999)
nHRN EN 10080-6	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 6. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih rešetki za gredice (prEN 10080-6:1999)

1.8.4.4 Norme za čelik za armiranje – ostale norme

HRN EN 10020	Definicije i razredba vrsta čelika
HRN EN 10025	Toplovaljani proizvodi od nelegiranih konstrukcijskih čelika – Tehnički uvjeti isporuke
HRN EN 10027-1	Sustavi označivanja čelika – 1. dio: Nazivi čelika, glavni simboli
HRN EN 10027-2	Sustavi označivanja čelika – 2. dio: Brojčani sustav
EN 10079	Definicije čeličnih proizvoda
HRN EN 10204	Metalni proizvodi – Vrste dokumenata o ispitivanju (uključuje dopunu A1:1995)
prEN ISO 17660	Zavarivanje čelika za armiranje
HRN EN 287-1	Provjera osposobljenosti zavarivača – Zavarivanje taljenjem – 1. dio: Čelici
HRN EN 719	Koordinacija zavarivanja – Zadaci i odgovornosti
HRN EN 729-3	Zahtjevi za kakvoću zavarivanja – Zavarivanje taljenjem metalnih materijala – 3. dio: Standardni zahtjevi za kakvoću
HRN EN ISO 4063	Zavarivanje i srodni postupci – Nomenklatura postupaka i referentni brojevi
HRN EN ISO 377	Čelik i čelični proizvodi – Položaj i priprema uzoraka i ispitnih uzoraka za mehanička ispitivanja
HRN EN 10002-1	Metalni materijali – Vlačni pokus – 1. dio: Metoda ispitivanja (pri sobnoj temperaturi)
HRN EN ISO 15630-1	Čelik za armiranje i prednapinjanje betona – Ispitne metode – 1. dio: Armaturne šipke i žice
HRN EN ISO 15630-2	Čelik za armiranje i prednapinjanje betona – Ispitne metode – 2. dio: Zavarene mreže

1.8.4.5 Ostale norme

ENV 1992-1-1	Eurokod 2 – Projektiranje betonskih konstrukcija – 1. dio: Opća pravila i pravila za zgrade
ENV 1992-1-2	Eurokod 2 – Projektiranje betonskih konstrukcija – 1-2 dio: Opća pravila – Projektiranje konstrukcije na požar

Ovlaštene organizacije i institucije za atestiranje su na listi u Glasniku Zavoda kojeg izdaje Državni zavod za normizaciju i graditeljstvo.

Izvoditelj je dužan osiguravati dokaze o kvaliteti radova i ugrađenih proizvoda i opreme prema Zakonu i prema zahtjevima iz projekta (članak 20. Zakona o prostornom uređenju i gradnji NN. 76/07), te u tom smislu mora čuvati dokumentaciju o ispitivanju ugrađenog materijala, proizvoda i opreme prema programu ispitivanja iz glavnog projekta.

Nadzorni inženjer dužan je voditi računa da je kvaliteta radova, ugrađenih proizvoda i opreme u skladu sa zahtjevima projekta te da je kvaliteta dokazana propisanim ispitivanjima i dokumentima (članak 185. Zakona o prostornom uređenju i gradnji). Nadzorni inženjer dužan je da za tehnički pregled priredi završno izvješće o izvedbi građevine (članak 185. Zakona o prostornom uređenju i gradnji).

1.9. Posebni tehnički uvjeti

1.9.1. Oplate i skele

Skele i oplate moraju imati takvu sigurnost i krutost da bez slijeganja i štetnih deformacija mogu primiti opterećenja i utjecaje koji nastaju tijekom izvedbe radova. Skela i oplata moraju biti izvedeni tako da se osigurava puna sigurnost radnika i sredstava rada kao i sigurnost prolaznika, prometa, susjednih objekata i okoline uopće.

Materijali za izradu skela i oplata moraju biti propisane kvalitete. Nadzorni inženjer treba odobriti oplatu prije početka betoniranja. Kod izrade projekta oplate mora se uzeti u obzir kompaktiranje pomoću vibratora na oplati tamo gdje je to potrebno. Oplata mora sadržavati sve otvore i detalje prikazane u nacrtima, odnosno tražene od nadzornog inženjera.

Oplata odnosno skela treba osigurati da se beton ne onečisti. Obje moraju biti dovoljno čvrste i krute da odole pritiscima kod ugradnje i vibriranja i da spriječe 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 proticanju 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 kliještima. Mosnice i ograde trebaju biti također dovoljno ukrućene. Skelama treba dati nadvišenje koje se određuje iskustveno u ovisnosti o građevini ili proračunski.

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.

1.9.2. 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 1,0 m. Nije dozvoljeno transportiranje betona po kosinama. 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. 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.

1.9.3. Betoniranje pri visokim temperaturama

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. 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. 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.

1.9.4. Betoniranje pri niskim temperaturama

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

1.10. 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 uputa 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.

1.11. Uvjeti održavanja i projektirani vijek trajanja

Građevina ne zahtijeva poseban tretman održavanja. Tehnološkim mjerama, koje su navedene u ovom projektu pokušalo se dobiti što kvalitetniju i trajniju konstrukciju. U tom smislu neophodno je poštovati mjere za postizanje kvalitete materijala i konstrukcija, kao i posebne tehničke uvjete. U cilju održavanja konstrukcije te povećanja njenog vijeka trajanja, potrebno je povremeno vršiti vizualne kontrole (najmanje jednom godišnje).

Posebnu pažnju obratiti na:

-pukotine u ab konstrukciji;

-veće deformacije (progibe) ab elemenata;

-moguće otpadanje dijelova konstrukcije (raspucavanje i otpadanje komada betona);

-koroziju armature;

-raspucavanje, nadizanje i otpadanje boje s metalnih elemenata;

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.

2 ANALIZA OPTEREĆENJA

2.1. Ploča krova – pozicija 500

a) *Stalno opterećenje*:

Uključeno je kroz numerički model.

b) *Dodatno stalno opterećenje*:

Tablica 2.1 Karakteristični iznosi opterećenja slojeva ploče:

	d(m)	γ(kN/m^3)	$d \times \gamma$
Betonske ploče na plastičnim podloščima	0.05	25.0	1.25
Hidroizolacija+parnabrana	0.01	18.0	0.18
Toplinska izolacija	0.08	3.0	0.24
Betonzapad	0.04	24.0	0.96
Gips kartonske ploče	0.015	12.0	0.18

Dodatno stalno opterećenje**: Δg =2.81 (kN/m^2)**

c) *Pokretno opterećenje*:

q = 1.0 kN/m^2

2.2. Ploče 2. i 3. kata – pozicija 300 i 400

a) *Stalno opterećenje*:

Uključeno je kroz numerički model.

b) *Dodatno stalno opterećenje*:

Tablica 2.2 Karakteristični iznosi opterećenja slojeva ploče:

	d(m)	γ(kN/m^3)	$d \times \gamma$
Završni sloj	0.024	8.0	0.20
AB estrih	0.055	25.0	1.37
Hidroizolacija+parna brana	0.01	18.0	0.18
Toplinska izolacija	0.02	2.5	0.05
Pregradni zidovi			1.0
Gips kartonske ploče	0.015	12.0	0.18

Dodatno stalno opterećenje**: Δg =2.98 (kN/m^2)**

c) *Pokretno opterećenje*:

q = 2.0 kN/m^2 - stambeni prostori

q = 3.0 kN/m^2 - hodnici

q = 4.0 kN/m^2 - balkoni

2.3. Ploča 1.kata – pozicija 200

a) *Stalno opterećenje*:

Uključeno je kroz numerički model.

b) *Dodatno stalno opterećenje*:

Tablica 2.3 Karakteristični iznosi opterećenja slojeva ploče:

	d(m)	γ(kN/m^3)	$d \times \gamma$
Završni sloj	0.01	20.0	0.20
ABestrih	0.07	25.0	1.75
Toplinska izolacija	0.02	2.5	0.05
Gips kartonske ploče	0.015	12.0	0.18

Dodatno stalno opterećenje**: Δg =2.18 (kN/m^2)**

c) *Pokretno opterećenje*:

q = 3.0 kN/m^2 - za poslovne prostore

2.4. Ploča prizemlja – (ploča nad garažom) pozicija 100

a) *Stalno opterećenje*:

Uključeno je kroz numerički model.

b) *Dodatno stalno opterećenje*:

Tablica 2.4 Karakteristični iznosi opterećenja slojeva ploče:

	d(m)	γ(kN/m^3)	$d \times \gamma$
Završni sloj	0.01	20.0	0.20
AB estrih	0.07	25.0	1.75
PE folija			
Toplinska izolacija (EPS EL)	0.02	2.5	0.05
Toplinska izolacija (kamena vuna)	0.10	2.5	0.25
Hidroizolacija + parna brana	0.01	18.0	0.18
Gips kartonske ploče	0.015	12.0	0.18

Dodatno stalno opterećenje**: Δg =2.61 (kN/m^2)**

c) *Pokretno opterećenje*:

q = 3.0 kN/m^2 - za poslovne prostore

2.5.Kolna ploča garaže –pozicija 000

a) *Stalno opterećenje*:

Uključeno je kroz numerički model.

b) *Dodatno stalno opterećenje*:

Tablica 2.5 Karakteristični iznosi opterećenja slojeva ploče:

	d(m)	γ(kN/m^3)	$d \times \gamma$
ABestrih	0.08	25.0	2.00
Hidroizolacija + parna brana	0.01	18.0	0.18

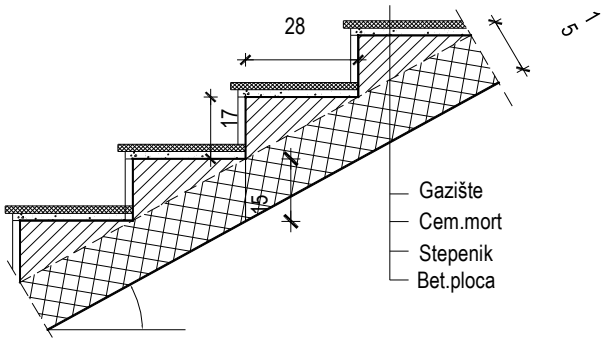
Dodatno stalno opterećenje**: Δg =2.18 (kN/m^2)**

c) *Pokretno opterećenje*:

q = 2.5 kN/m^2

2.6.Stubišta i podesti

a) *Stalno opterećenje*:



Slika 8.1. Presjek stubišta

$$tg\alpha = \frac{v}{š} = \frac{17}{28} = 0{,}607$$

α = 31.25°

Tablica 2.6 Karakteristični iznosi opterećenja slojeva ploče:

	d(m)	γ(kN/m³)	$d \times \gamma$
Vlastita težina	0.15	25.0	3.75
Završna obrada gazišta	0.02	28.0	0.56
Cementni namaz	0.01	20.0	0.20
Stuba	0.08	24.0	1.92

Dodatnostalnoopterećenje:**Δg =6.43 (kN/m²)**

b) *Pokretno opterećenje*:

q = 3.0 kN/m²

2.7.Snijeg

Opterećenje snijegom na krovu i ploči nad garažom:

$S = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k$ [kN/m^2]

μ_i - koeficijent oblika za opterećenje snijegom

ravni krov - $0° \leq \alpha \leq 30°$ $\mu_1 = \mu_2 = 0.8$

S_k- karakteristična vrijednost opterečenja na tlu u (kN/m^2)

C_e- koef. Izloženosti =>$C_e = 1.0$

C_t– toplinski koef. =>$C_t = 1.0$

Slika 2.1. Karta područja opterećenja snijegom

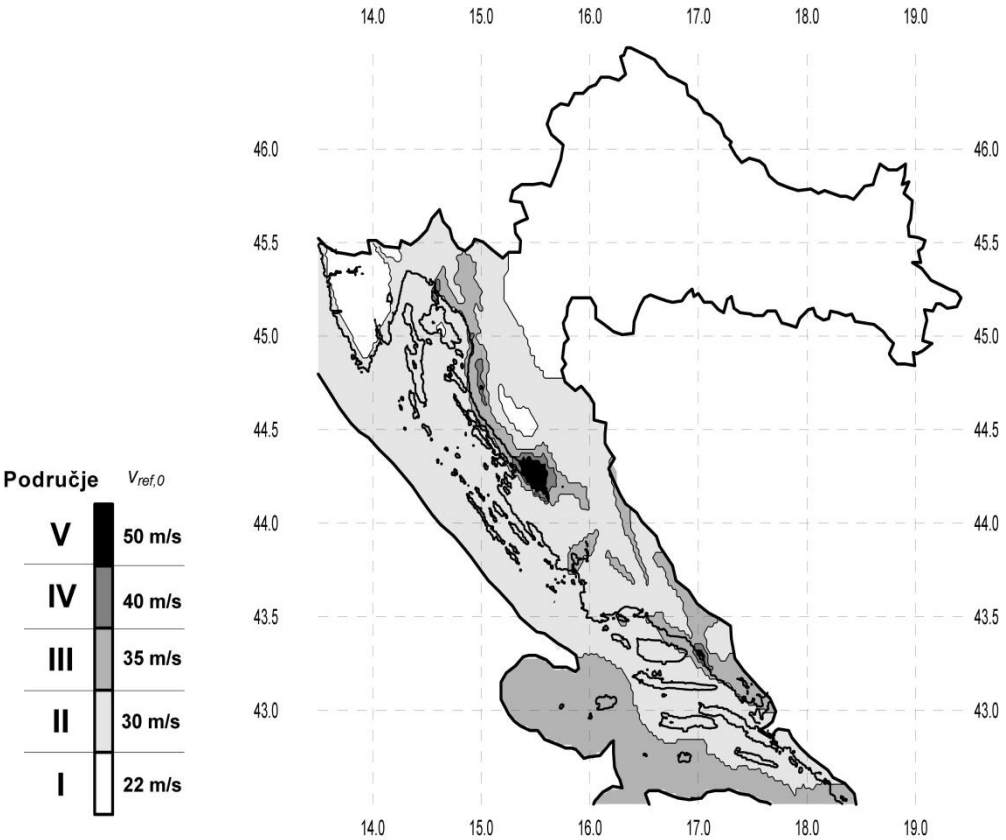
Split=> zona III (do 100 m. n. v.)

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

2.8. Vjetar

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

Predmetna građevina se nalazi u Trogiru te je uglavnom zaštićena od djelovanja vjetra (ostale građevine je okružuju).

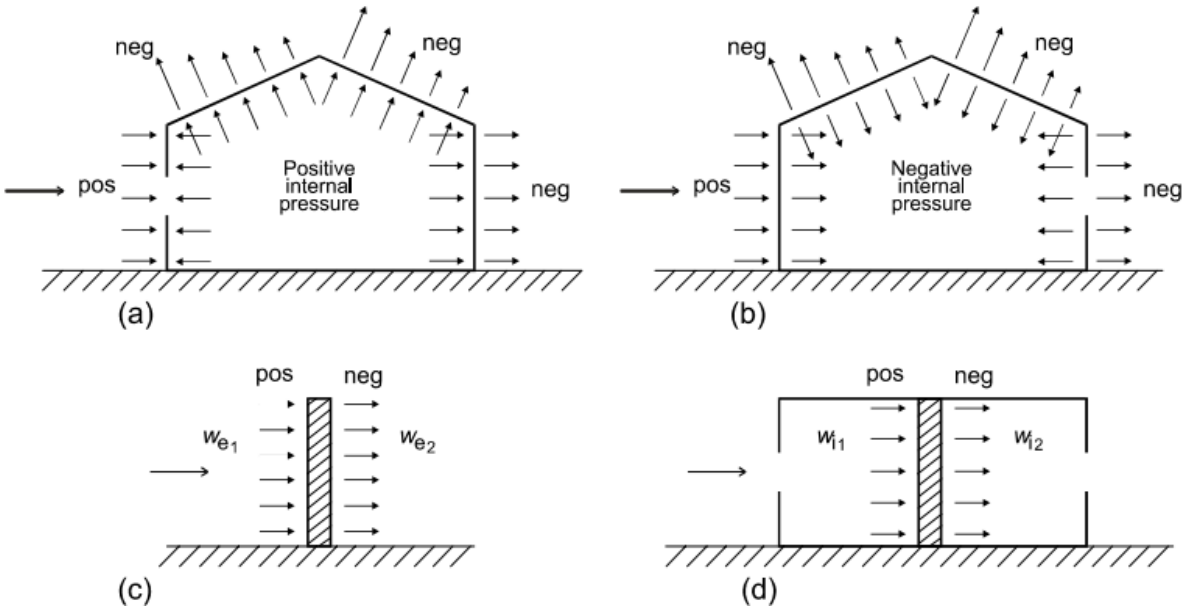


Slika 2.2. Karta područja opterećenja vjetrom

Prema navedenim normama, predmetna građevina je smještena u III. područje djelovanja vjetra, te je osnovno djelovanje vjetra:

$v_{b,0} = 35.0$ m/s

$v_b = c_{DIR} \cdot c_{TEM} \cdot c_{ALT} \cdot v_{b,0} = 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.01 \cdot 35.0 = 35.35$ m/s



Slika 2.3. Sheme rasporeda untrašnjeg i vanjskog tlaka

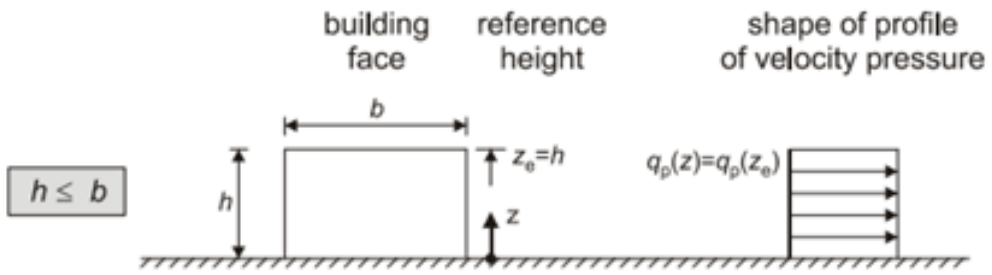
Tablica 2.7 Tablica za određivanje koef. K_r, z_0, Z_{min} *:*

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

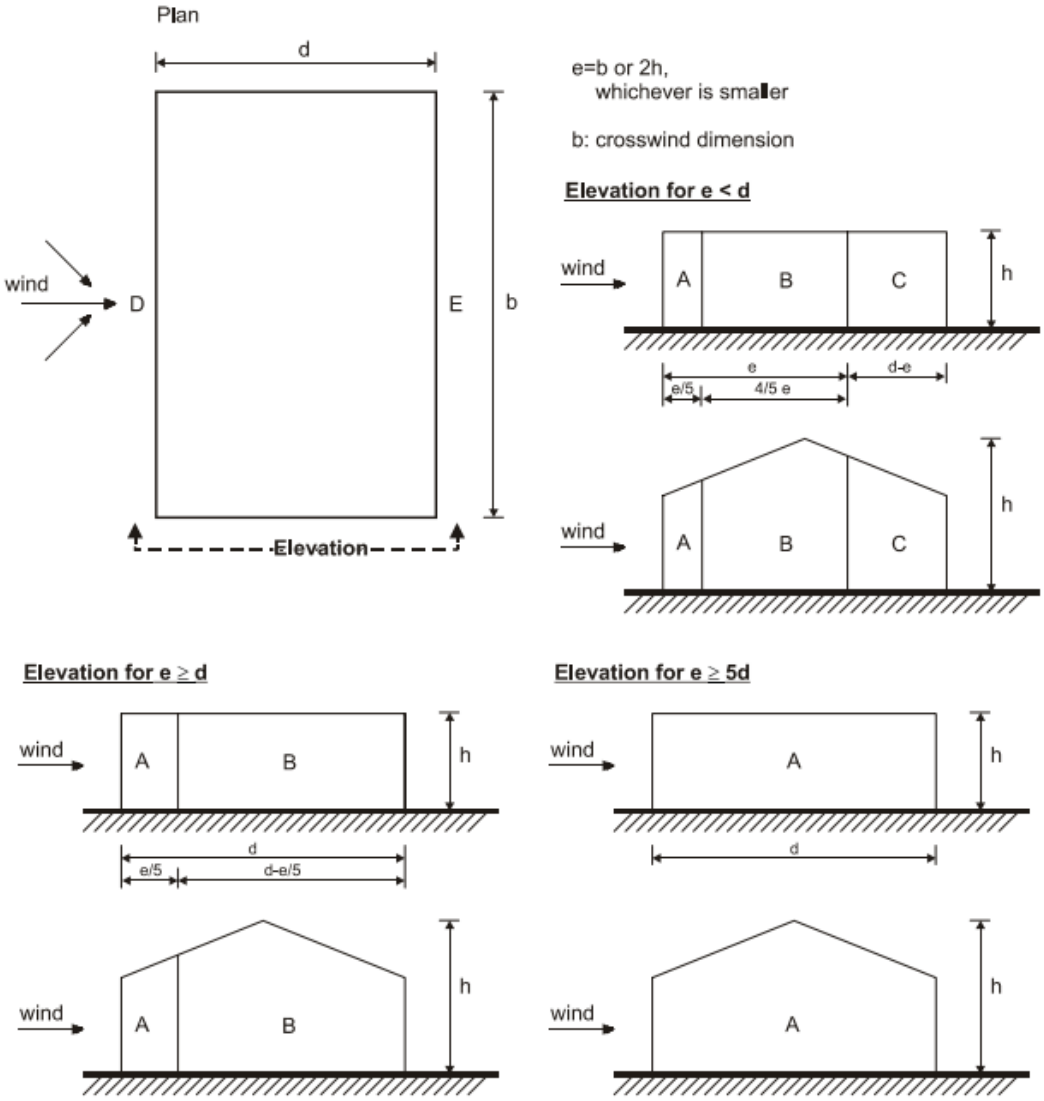
z_0= 1.00 m

K_r= 0.234

Z_{min} = 10 m



Slika 2.4. Raspored opterećenja vjetrom s obzirom na odnos visine i širine površine na koju djeluje



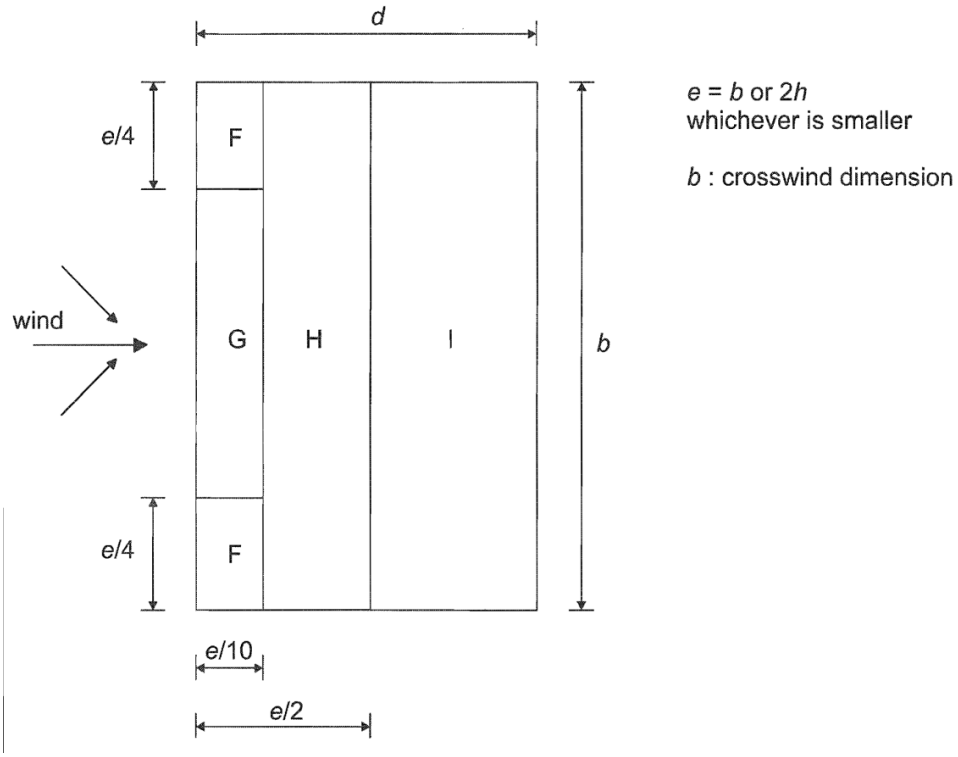
Slika 2.5. Područja djelovanja vanjskog tlaka za vertikalne zgrade s pravokutnim tlocrtom

Tablica 2.8 Koeficijenti vanjskog tlaka za vertikalne zidove zgrada s pravokutnim tlocrtom po područjima:

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

Koeficijent unutarnjeg tlaka: $c_{pi} = 0.75 \cdot c_{pe}$

Djelovanje vjetra na krov:



Slika 2.6. Područja djelovanja vanjskog tlaka na krov zgrade s pravokutnim tlocrtom

a) Vjetar smjer x:

Djelovanje vjetra na visini 12.60 m iznad tla:

$$c_r(z) = [k_r \cdot \ln(z/z_0)] = [0.234 \cdot \ln(12.60/1.0)] = 0.593$$

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v = 0.593 \cdot 1.0 \cdot 35.35 = 20.96\,\text{m/s}$$

$$l_v(z) = \frac{1}{c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)} = \frac{1}{1.0 \cdot \ln(12.60/1.0)} = 0.395$$

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot l_v(z)] \cdot \frac{\rho_{zr}}{2} \cdot v_m^2(z) = [1 + 7 \cdot 0.395] \cdot \frac{1.25}{2} \cdot 20.96^2 = 1.03\ \text{kN/m}^2$$

Tablica 2.9Analiza sila vjetra – smjer x:

Područje	$q_p(z)$	C_e	**w_e[kN/m^2]**	C_i	**w_i[kN/m^2]**
A	1.03	-1.2	-1.24	0.75	0.93
B	1.03	-0.8	-0.82	0.75	0.62
C	1.03	-0.5	-0.51	0.75	0.39
D	1.03	0.8	0.82	0.75	0.62
E	1.03	-0.5	-0.51	0.75	0.39
za visinu Z = 12.60m					
F	1.03	-1.6	-1.65		
G	1.03	-1.1	-1.13		
H	1.03	-0.7	-0.72		
I	1.03	-0.2	-0.21		
Krov (Z = 12.60m)					

b)Vjetar smjer y:

Djelovanje vjetra na visini 12.60 m iznad tla:

$$c_r(z) = [k_r \cdot \ln(z/z_0)] = [0.234 \cdot \ln(12.60/1.0)] = 0.593$$

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v = 0.593 \cdot 1.0 \cdot 35.35 = 20.96\,\text{m/s}$$

$$l_v(z) = \frac{1}{c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)} = \frac{1}{1.0 \cdot \ln(12.60/1.0)} = 0.395$$

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot l_v(z)] \cdot \frac{\rho_{zr}}{2} \cdot v_m^2(z) = [1 + 7 \cdot 0.395] \cdot \frac{1.25}{2} \cdot 20.96^2 = 1.03\ \text{kN/m}^2$$

$$q_b = \frac{\rho_{zr}}{2} \cdot v_b^2(z)$$

$$\rho_{zr} = 1.25\ kg/m^3$$

Tablica 2.10Analizasila vjetra – smjer y:

Područje	$q_p(z)$	C_e	**w_e [kN/m^2]**	C_i	**w_i [kN/m^2]**
A	1.03	-1.2	-1.24	0.75	0.93
B	1.03	-0.8	-0.82	0.75	0.62
D	1.03	0.8	0.82	0.75	0.62
E	1.03	-0.5	-0.51	0.75	0.39
za visinu Z = 12.60m					

2.9.Potres

Potresne sile proračunate su pojednostavljenim postupkom proračuna. Građevina je smještena u zoni za koju je usvojeno projektno ubrzanje tla je a = 0.221g. Pretpostavlja se klasa ponašanja: DCM (medium ductility).

$\alpha = a_g/g = 0.221$

$S = 1.00$

$\beta_0 = 2.5$

$T_B = 0.10$

$T_C = 0.40$

$T_D = 3.0$

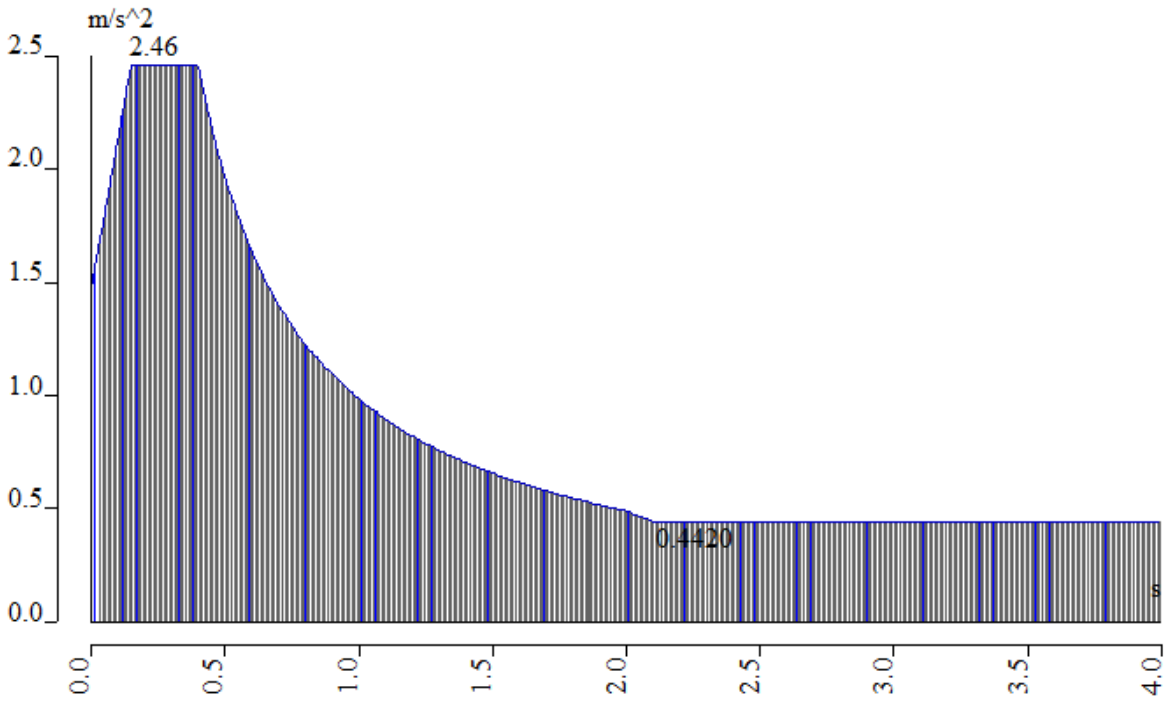
Faktor ponašanja q: $q = q_0 \cdot k_d \cdot k_r \cdot k_w = 3.0 \cdot 0.75 \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 2.25$

q_0 - osnovna vrijednost faktora ponašanja; $q_0 = 3.0$

k_d - faktor klase duktilnosti; uzima se srednja klasa duktilnosti (M); $k_d = 0.75$

k_r - faktor pravilnosti konstrukcije; k_r = 1,00 - pravilna kons. ili 0.8 za nepravilnu kons.

k_w - faktor loma, $k_w = 1.0$ - okvirni sustav



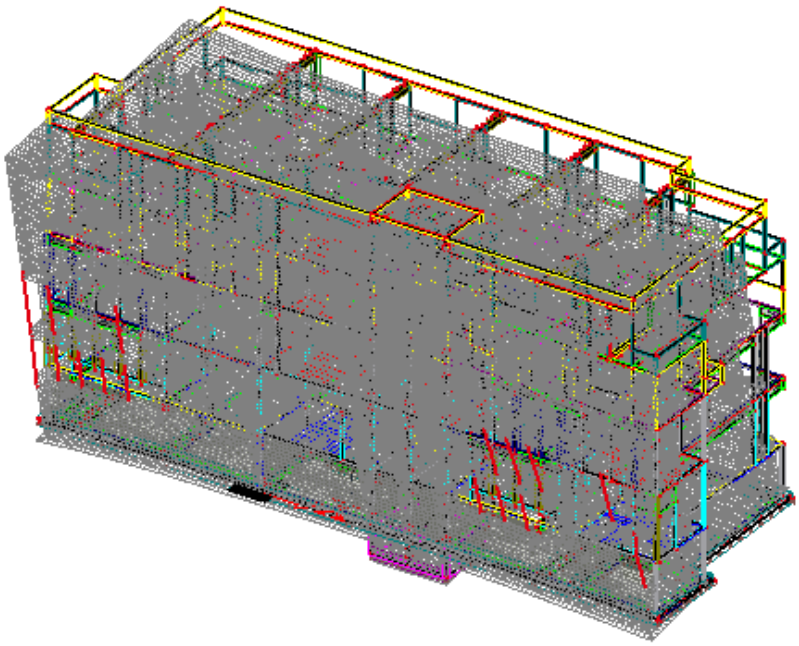
Slika 2.7. Normirani računsnski spektar odgovora

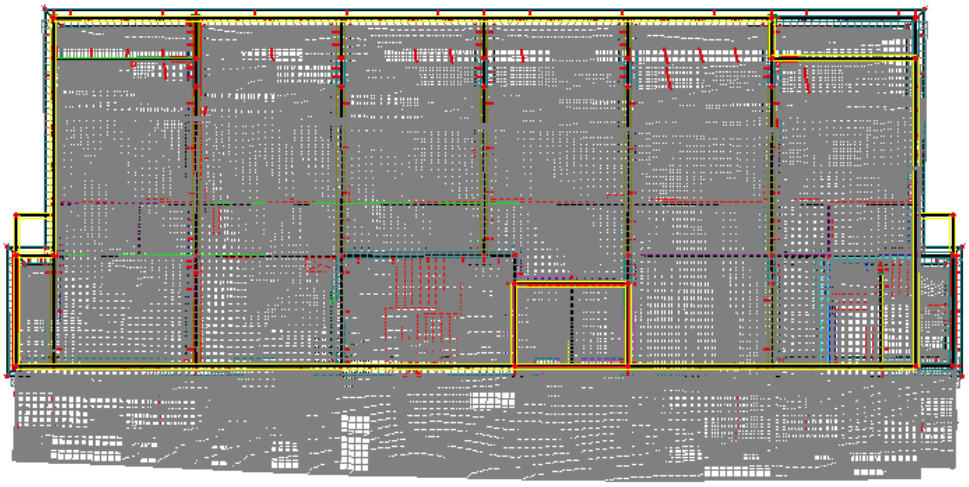
Za proračun seizmičkog opterečenja korištena je višemodalna spektralna analiza. Pri izračunu masa korištena je kombinacija stalnog opterećenja(vlastita težina i dodatno stalno optetrećenje) i 30% pokretnog opterećenja. Broj oblika (modova) osciliranja kojima je suma djelotvornih modalnih masa u X smjeru 94.60%, a u Y smjeru 96.67% ukupne mase konstrukcije, iznosi 20. 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 smjeru X iznosi 1.06, a u Y smjeru 1.04.

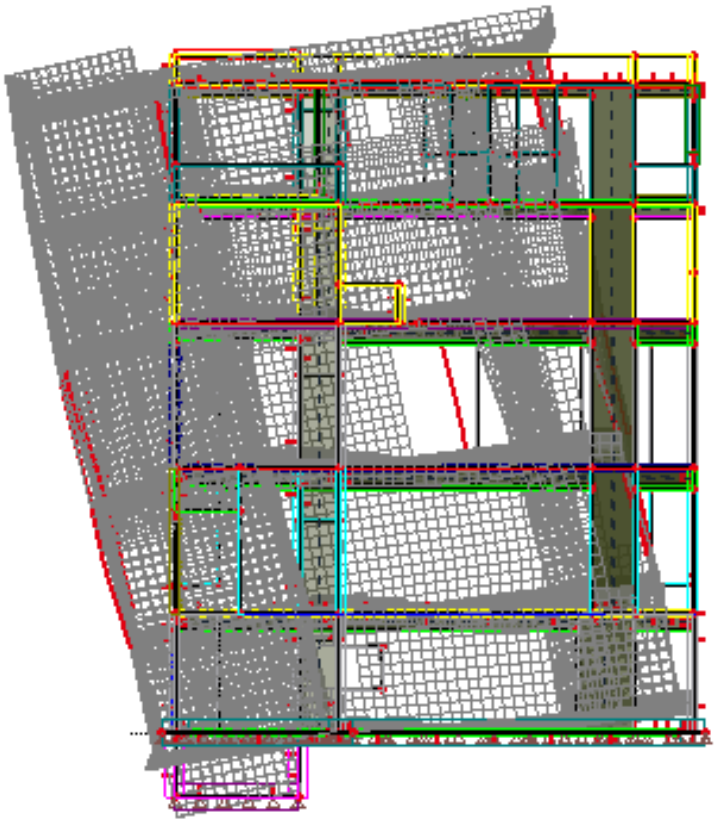
Tablica 2.11 Aktivirana masa pri djelovanju potresa

Mode	Omega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	Wxi / Wxtot	Wyi / Wytot	Wzi / Wztot	Wxi_R / Wxtot_R	Wyi_R / Wytot_R	Wzi_R / Spectral
1	17.6586	0.3558	2.8105	0.0012	0.7051	0.0008	0.2391	0.0001	0.0017
2	30.4696	0.2062	4.8494	0.7193	0.0019	0.0004	0.0015	0.1850	0.0511
3	36.5024	0.1721	5.8095	0.0401	0.0028	0.0010	0.0003	0.0233	0.8265
4	51.7296	0.1215	8.2330	0.0056	0.0037	0.8524	0.0118	0.0113	0.0018
5	58.6333	0.1072	9.3318	0.1147	0.0001	0.0181	0.0015	0.5621	0.0028
6	68.3206	0.0920	10.8736	0.0003	0.0760	0.0120	0.4298	0.0027	0.0019
7	73.7993	0.0851	11.7455	0.0001	0.0686	0.0138	0.2170	0.0001	0.0000
8	76.2081	0.0824	12.1289	0.0005	0.0995	0.0028	0.0292	0.0034	0.0033
9	79.4823	0.0791	12.6500	0.0237	0.0007	0.0031	0.0002	0.0854	0.0004
10	82.3613	0.0763	13.1082	0.0000	0.0041	0.0266	0.0012	0.0006	0.0001
11	82.5743	0.0761	13.1421	0.0016	0.0007	0.0048	0.0002	0.0037	0.0001
12	84.6636	0.0742	13.4746	0.0014	0.0001	0.0010	0.0000	0.0033	0.0000
13	85.3521	0.0736	13.5842	0.0178	0.0015	0.0003	0.0025	0.0429	0.0002
14	87.6219	0.0717	13.9455	0.0000	0.0003	0.0002	0.0002	0.0003	0.0007
15	88.5222	0.0710	14.0887	0.0002	0.0001	0.0013	0.0000	0.0003	0.0000
16	89.3312	0.0703	14.2175	0.0003	0.0007	0.0002	0.0006	0.0003	0.0004
17	89.4768	0.0702	14.2407	0.0006	0.0000	0.0001	0.0002	0.0007	0.0001
18	90.5383	0.0694	14.4096	0.0003	0.0000	0.0000	0.0002	0.0002	0.0000
19	91.3031	0.0688	14.5313	0.0162	0.0008	0.0001	0.0015	0.0151	0.0013
20	91.4897	0.0687	14.5610	0.0021	0.0002	0.0002	0.0007	0.0024	0.0000
				0.9460	0.9667	0.9391	0.9376	0.9435	0.8923

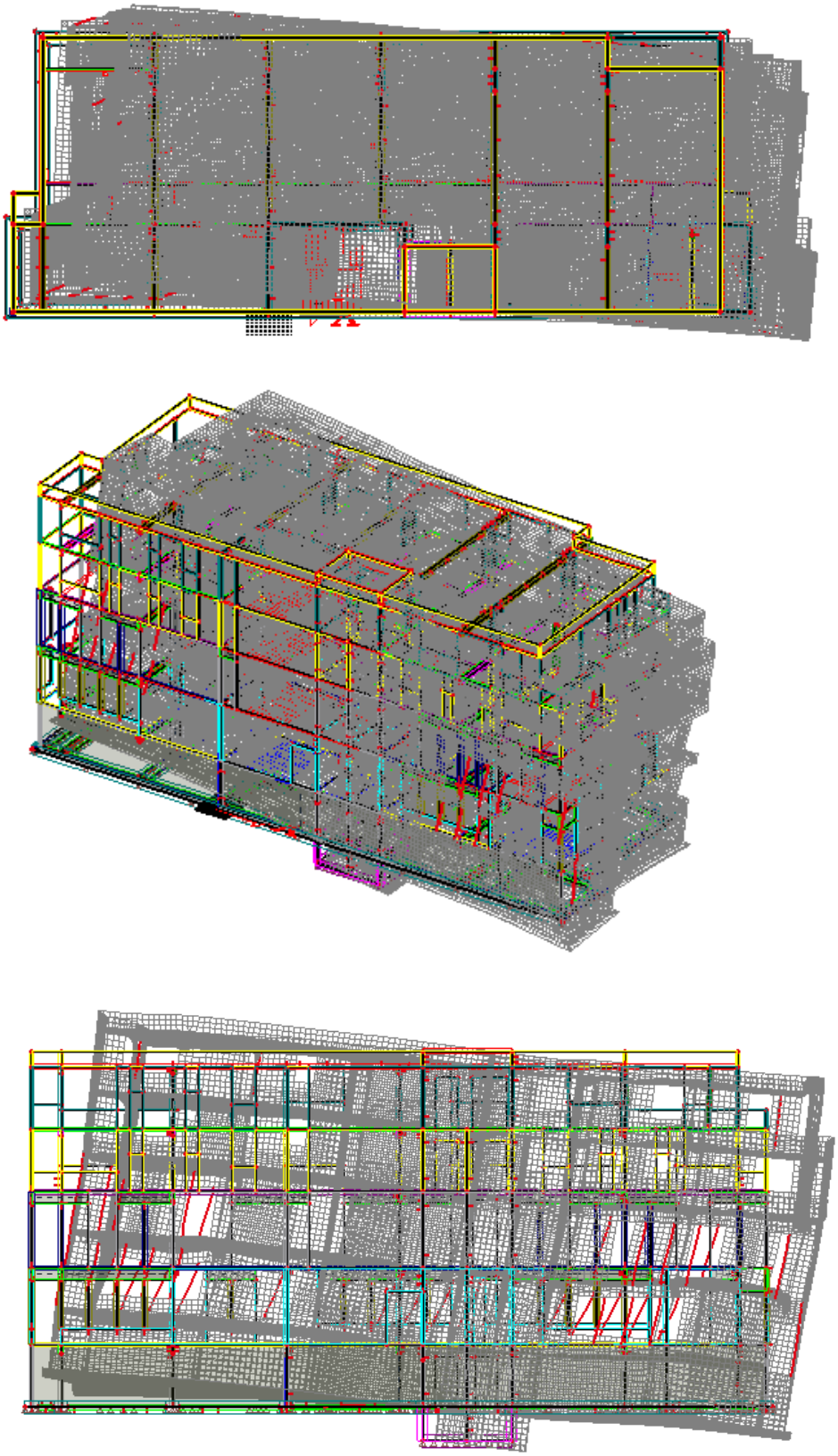
Na sljedećim grafičkim prilozima prikazano je nekoliko karakterističnih vlastitih oblika (modava) nastalih uslijed djelovanja potresa.



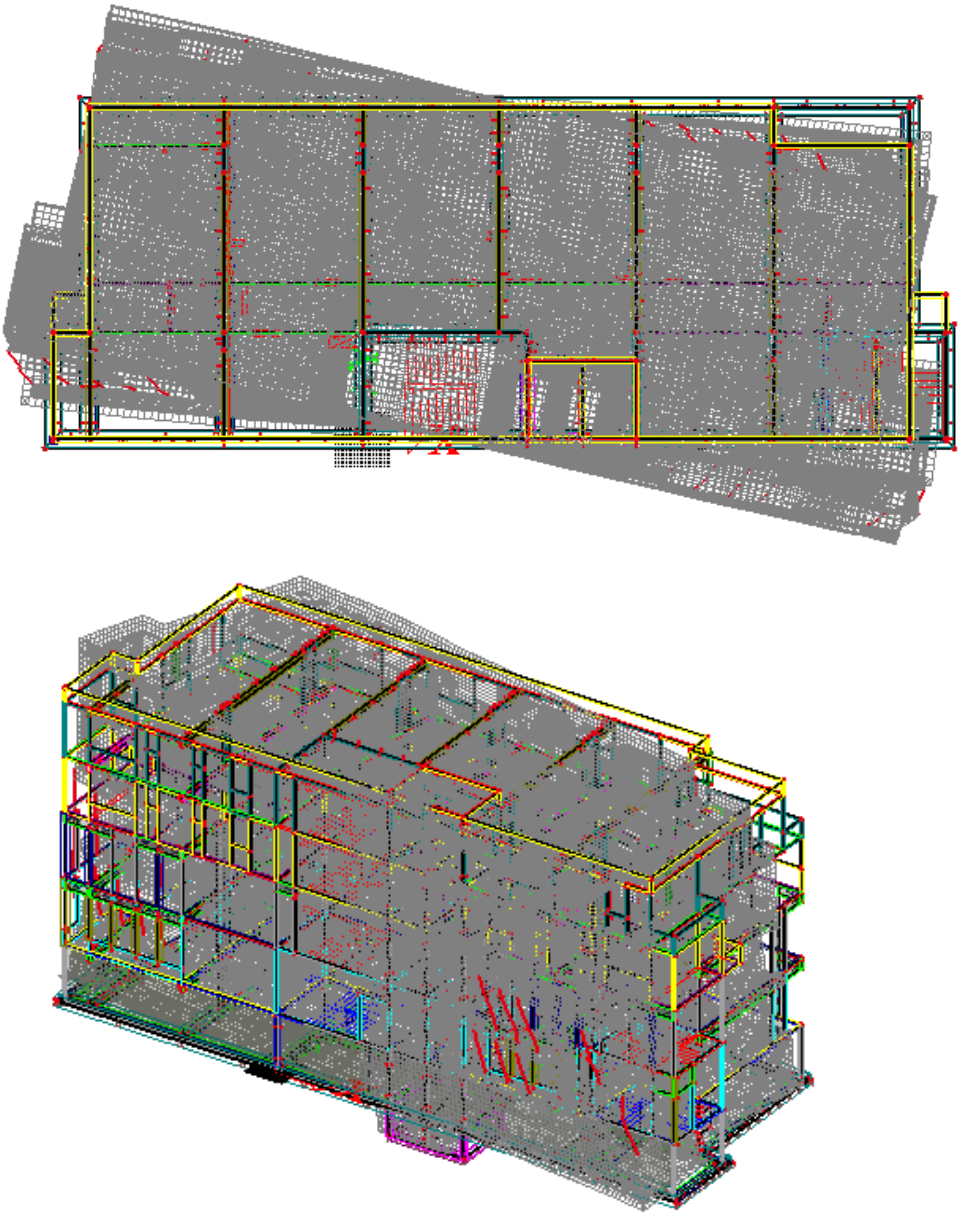




Slika 2.8.. Prvi vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju,T = 0.3558 s



Slika 2.9.. Drugi vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju,T = 0.2062 s



Slika 2.10. Treći vlastiti vektor od djelovanja potresa na konstrukciju, T = 0.1721 s

3 NUMERIČKI MODEL

Numerički model je izrađen u računalnom program Scia Engineer 2016. Za potrebe proračuna izrađen je prostorni štapno-pločasti model prikazan u nastavku. Modelom su obuhvaćene sve grede, ploče, stupovi i armirano-betonski zidovi. Zidovi su armirano-betonski, debljine 20 cm, modelirani kao 2D elementi. Međukatne konstrukcije su pune armirano-betonske ploče debljine 20 cm, modelirane kao pločasti elementi. Grede imaju pravokutni poprečni presjek 25x40, te 25x50 cm, dok su stupovi različitih poprečnih presjeka. Stupovi su modelirani kao štapni elementi.

Model je opterećen 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%, jer nije vršeno postavljanje u najnepovoljnije položaje. Model je također opterećen silom vjetra, koja je simulirana površinskim opterećenjem.

Za potrebe analize na potres izvršena je višemodalna spektralna analiza na modelu. Proračun konstrukcije izvršen je metodom spektra odgovora.

Rezultati numeričkog proračuna su prikazani za pojedinačne slučajeve opterećenja, kao i za računsko (granično, ultimativno) opterećenje. Uobičajena kombinacija opterećenja se dobiva kao kombinacija stalnog, pokretnog, opterećenja vjetrom i potresnog opterećenja, prema izrazima:

Za GSN:

a) $1.35 \cdot g + 1.5 \cdot q$

b) $1.35 \cdot g + 1.5 \cdot q + 1.5 \cdot 0.6s$

c) $1.35 \cdot g + 1.5 \cdot q + 1.5 \cdot (0.6 \cdot w + 0.6 \cdot s)$

d) $1.35 \cdot g + 1.5 \cdot q + 1.5 \cdot 0.6 \cdot w$

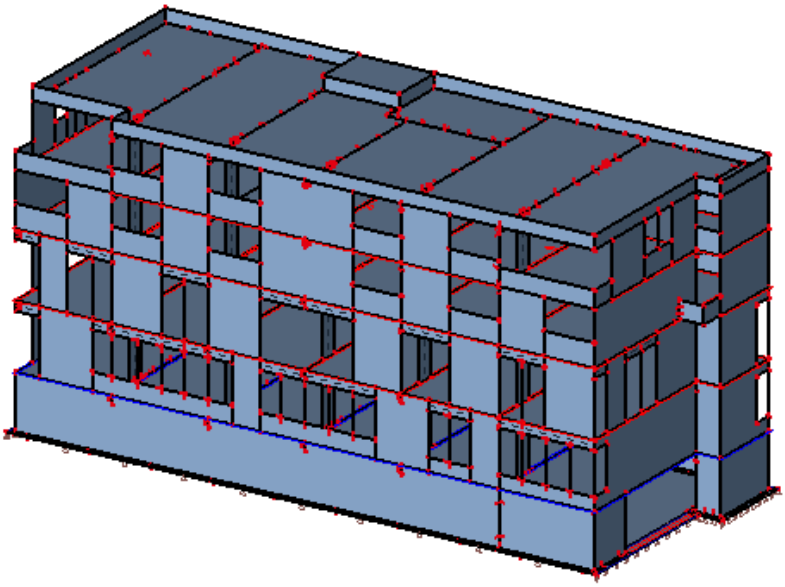
e) $1.35 \cdot g + 1.5 \cdot w + 1.5 \cdot 0.6 \cdot q$

f) $1.0 \cdot g + 0.3 \cdot q + 1.0Sx$

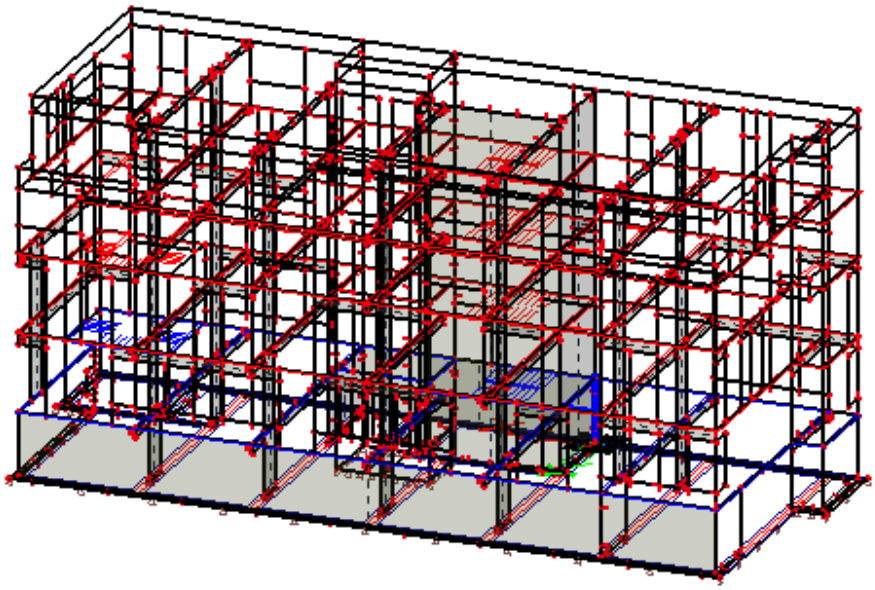
g) $1.0 \cdot g + 0.3 \cdot q + 1.0Sy$

Za GSU:

a) $1.0 \cdot g + 1.0 \cdot q$



Slika 3.1. Renderirani prikaz modela zgrade-aksonometrija



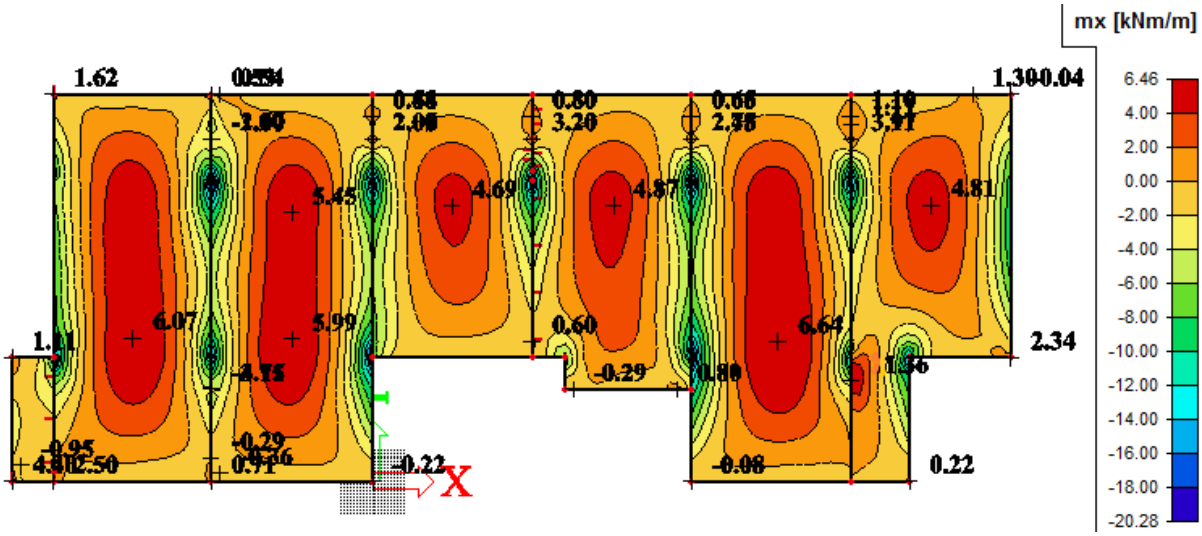
Slika 3.2. Model za proračun zgrade-aksonometrija

4 DIMENZIONIRANJE HORIZONTALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE

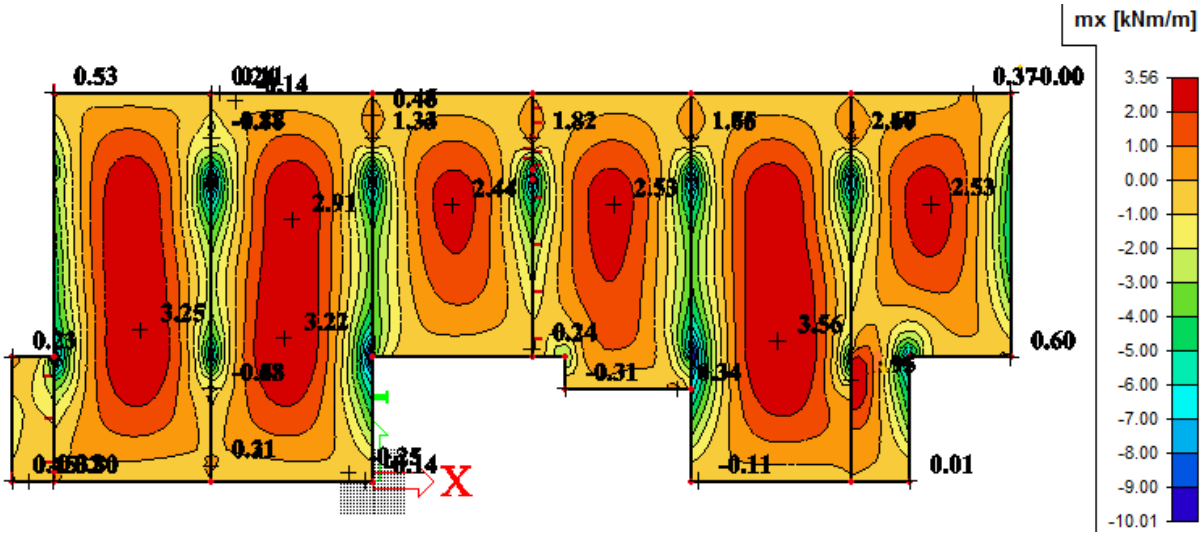
4.1.Proračun ploča ispod poslovnih prostora (pozicija 100 i 200)

4.1.1. Rezultati proračuna

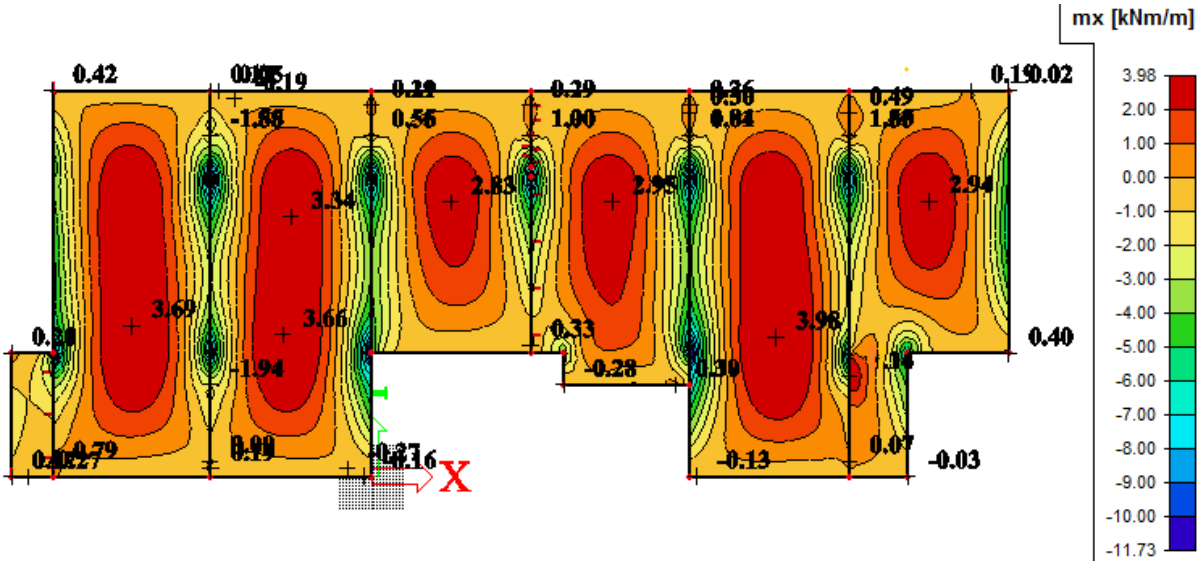
Proračun je proveden za više kombinacija, dok je prikazan samo rezultat kritične kombinacije.



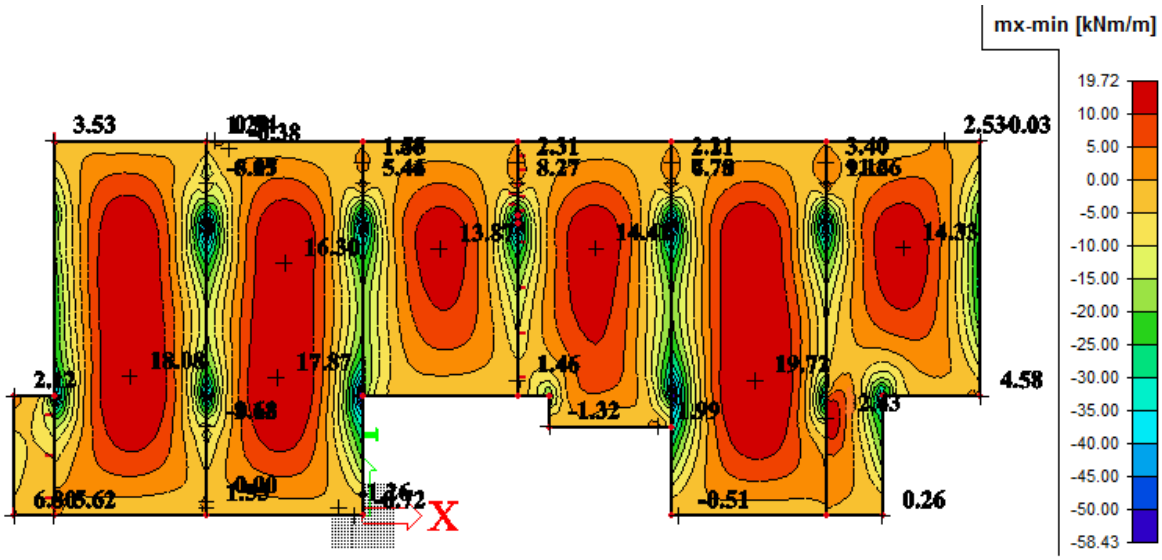
Slika 4.1.Maximalni moment savijanja Mx za opterećenje vlastitom težinom G0 za ploču prizemlja



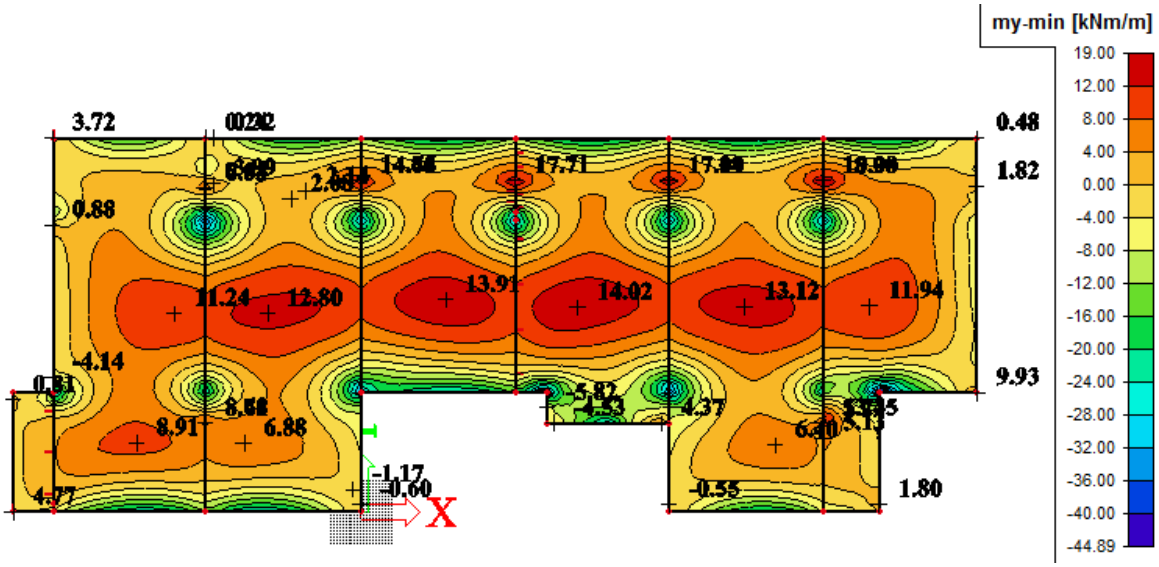
Slika 4.2. Maximalni moment savijanja Mx za dodatno stalno opterećenje G1 za ploču prizemlja



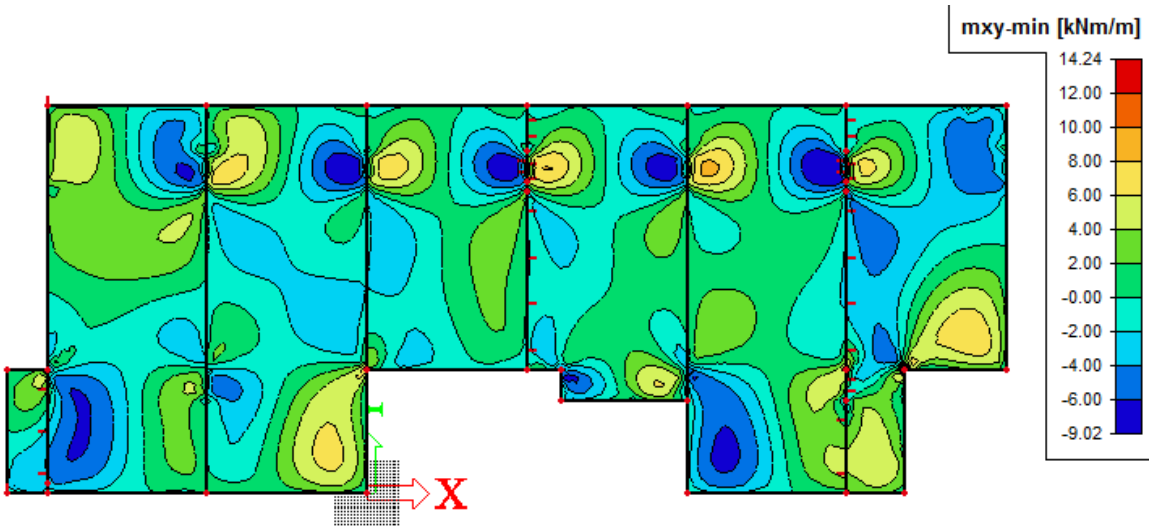
Slika 4.3. Maximalni moment savijanja Mx za pokretno opterećenje Q za ploču prizemlja



Slika 4.4. Maximalni moment savijanja Mx za kombinaciju 1,35G+1,5Q za ploču prizemlja



Slika 4.5. Maximalni moment savijanja My za kombinaciju 1,35G+1,5Q za ploču prizemlja



Slika 4.6. Moment savijanja Mxy za kombinaciju 1,35G+1,5Q za ploču prizemlja

4.1.2. Proračun ploča na savijanje

Beton C30/37

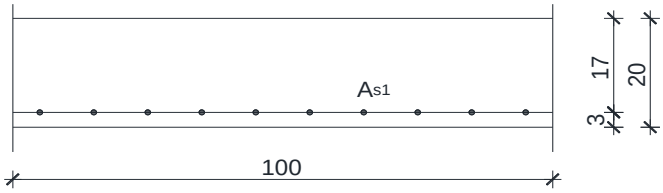
C30/37→ $$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30,0}{1,5} = 20,0N/mm^2 = 2,0kN/cm^2$$

Armatura B500B

B500B→ $$f_{cd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500,0}{1,15} = 434,78N/mm^2 = 43,48kN/cm^2$$

Debljina ploče:

h_{pl} =20cm; d_1 = 3cm; d=17cm



Slika 4.7. Skica armature ploče u polju

Mjerodavna kombinacija:

$$GSN = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$$

POLJE

$$M_{Ed} = 19,72 kNm/m'$$

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1972}{100 \cdot 17^2 \cdot 2,0} = 0,034$$

Očitano:

$$\varepsilon_{s1} = 10 \, {}^{o}\!/_{oo}, \varepsilon_{c2} = 1,1 \, {}^{o}\!/_{oo}$$

$$\zeta = 0,965, \xi = 0,099$$

Potrebna površina armature:

$$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1972}{0,965 \cdot 17 \cdot 43,48} = 2,76 cm^2$$

- armaturu je potrebno povećati za 25% jer proračunski nisu uzete šahovske kombinacije pokretnog opterećenja: $A_{s1} = 3,46 cm^2$

Minimalna površina armature: $A_{s1,\min} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 0,0015 \cdot 100 \cdot 20 = 3,0 cm^2$

Odabrano: Q-385 (A_{s1} = 3,85 cm^2)

LEŽAJ

$M_{Ed} = 58,43 kNm/m'$

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{5843}{100 \cdot 17^2 \cdot 2,0} = 0,101$$

Očitano:

$$\varepsilon_{s1} = 10 \,{}^{o}\!/_{oo}, \varepsilon_{c2} = 1,3 \,{}^{o}\!/_{oo}$$

$$\zeta = 0,928, \xi = 0,187$$

Potrebna površina armature:

$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{5843}{0,928 \cdot 17 \cdot 43,48} = 8,52 cm^2$ - armaturu je potrebno umanjiti za 15-20%:

$$A_{s1} = 7,24 cm^2$$

Minimalna površina armature: $A_{s1,\min} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 0,0015 \cdot 100 \cdot 20 = 3,0 cm^2$

Odabrano: Q -785 A_{s1} = 7,85 cm^2

4.1.3. Kontrola pukotina

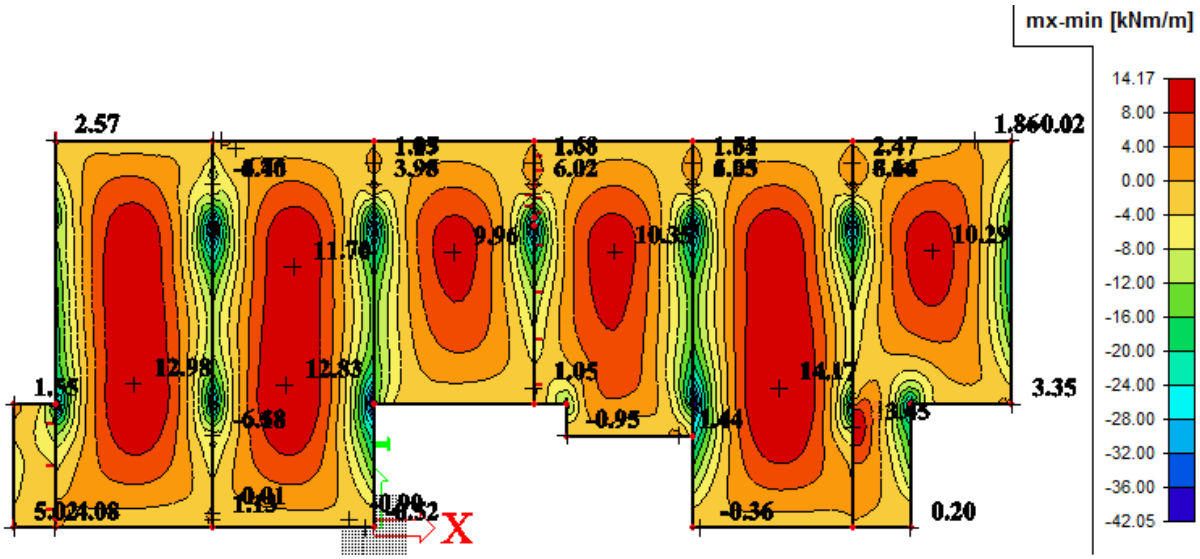
Mjerodavni momenti u ploči su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja

$(e = 1.0 \cdot g + 1.0 \cdot q)$.

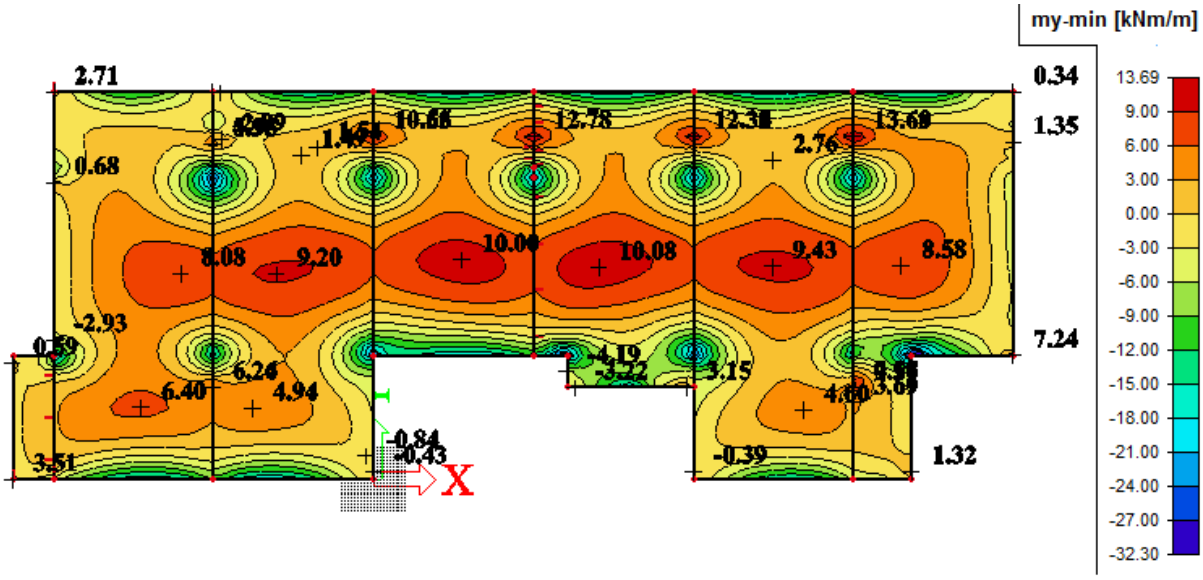
Granična vrijednost širine pukotine: $w_g = 0.3$ mm (EC-2)

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

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



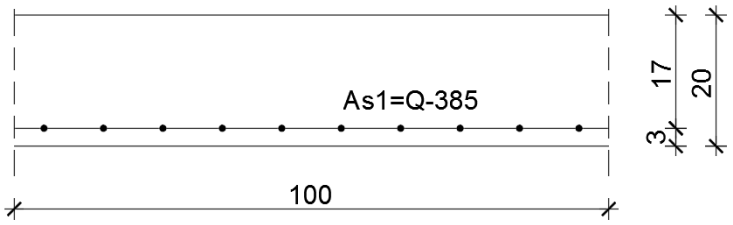
Slika 4.8. Maximalni moment savijanja Mx za kombinaciju 1,0G+1,0Q za ploču prizemlja



Slika 4.9. Moment savijanja My za kombinaciju 1,0G+1,0Q za ploču prizemlja

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju: M_{Ed}=14,17 kNm

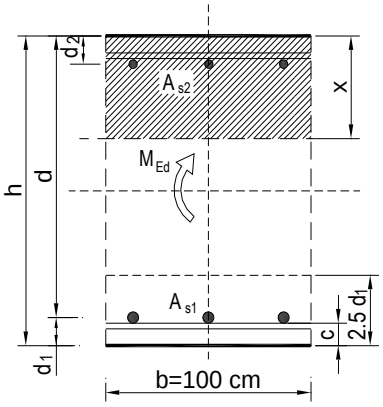
Skica armature u polju:



Slika 4.10. Skica armature ploče u polju

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} =	3,85	cm^2	A_{s2} =	0,00	cm^2	$d_1 = d_2$ =	3,0	cm
E_s =	200,00	GN/m^2	E_{cm} =	32,80	GN/m^2	$_e = E_s/E_{cm}$ =	6,10	
M_{Ed} =	14,2	kNm	k_t =	0,40				
s_s =	228,13	MN/m^2						
x =	2,60	cm	$r_{p,eff}$ =	0,0051				
$(e_{sm}-e_{cm})$ =	-0,000023	<	$0.6 \cdot s_s/E_s$ =	0,000684				
Ø =	10,0	mm	c =	3,00	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	433,17	mm						

$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm})$ = 0,296 mm < w_g

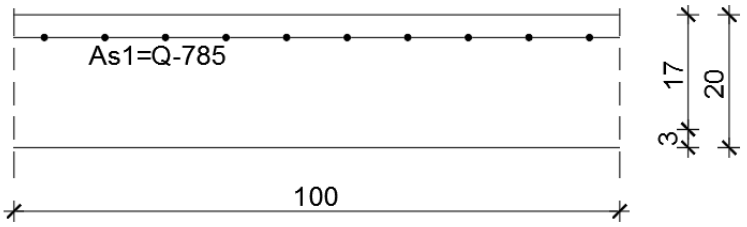


→ Pukotine zadovoljavaju!

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju: M_{Ed}= 42,05 kNm

Armatura ploče gornja zona: **Q-785**

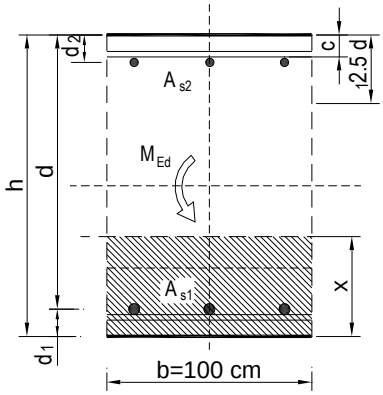
Skica armature na ležaju:



Slika 4.11. Skica armature ploče na ležaju

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	A_{s2} =	0,00	cm^2	$d_1 = d_2$ =	3,0	cm
E_s =	200,00	GN/m^2	E_{cm} =	32,80	GN/m^2	$_e = E_s/E_{cm}$ =	6,10	
M_{Ed} =	42,1	kNm	k_t =	0,40				
s_s =	338,91	MN/m^2						
x =	3,58	cm	$r_{p,eff}$ =	0,0105				
$(e_{sm}-e_{cm})$ =	0,001106	>	$0.6 \cdot s_s/E_s$ =	0,001017				
Ø =	10,0	mm	c =	3,00	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	264,42	mm						

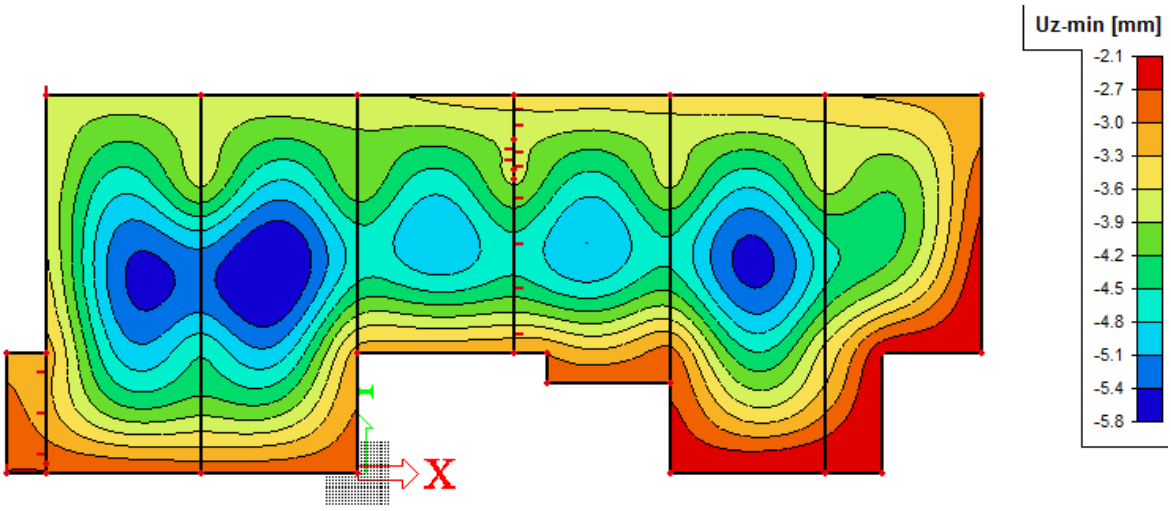
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm})$ = 0,292 mm < w_g



Pukotine zadovoljavaju!

4.1.4. Kontrola progiba

Progibi ploča su također dobiveni kroz numerički model. Također se koriste rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja ($q = 1.0 \cdot g + 1.0 \cdot p$).



Slika 4.12. Maximalni progib za kombinaciju 1,0G+1,0Q za ploču 1.kata

Granična vrijednost progiba ploče u polju: $f_{p,dop} = \frac{l_g}{400} = \frac{505}{400} = 1.26$ cm

Granični progib:

$$v_{tot} = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_{tot}}$$

$$M_{Ed} = 14{,}17\ kNm$$

$$\beta = |M_{l1} + M_{l2}| / |M_p| = 5{,}3$$

$k = \frac{5}{48} \cdot (1 - 0.1\beta) = 0.049$ koeficijent ovisan o statičkom sustavu i opterećenju

$l = 505$ cm raspon elementa

$$\frac{1}{r_{tot}} = \frac{1}{r_m} + \frac{1}{r_{csm}}$$

r_{tot} ukupna zakrivljenost elementa

r_m zakrivljenost zbog opterećenja i puzanja

r_{csm} zakrivljenost zbog skupljanja

$$E_{cm} = 9500 \cdot (f_{ck} + 8)^{\frac{1}{3}} = 9500 \cdot (30+8)^{\frac{1}{3}} \approx 32000 \text{N/mm}^2$$ modul elastičnosti betona

$$E_s = 200000\ N/mm^2$$ modul elastičnosti čelika

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200000}{32000} = 6{,}25$$ omjer modula elastičnosti čelika i betona

$$I_I = I_p + \alpha_e \cdot \left[A_{s1} \cdot \left(\frac{h}{2} - d_2 \right)^2 + A_{s2} \cdot \left(\frac{h}{2} - d_1 \right)^2 \right]$$ moment tromosti za neraspucano stanje

$$I_I = 66666 + 6{,}25 \cdot \left[5{,}03 \cdot \left(\frac{20}{2} - 3 \right)^2 + 0.00 \cdot \left(\frac{20}{2} - 3 \right)^2 \right] = 1540{,}44 \text{ cm}^4$$

$$\frac{1}{r_I} = \frac{M_{Ed}}{E_{c,eff} \cdot I_I} = \frac{1417}{3200 \cdot 1540{,}44} = 0{,}00029 \ \frac{1}{\text{cm}}$$

$$x = \frac{\alpha_{el} \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2bd}{\alpha_{el} \cdot A_{s1}}} \right) = 3{,}62\, cm$$ položaj neutralne osi

$$I_{II} = \frac{b \cdot x^3}{12} + b \cdot x \cdot \left(\frac{x}{2} \right)^2 + \alpha_e \cdot \left[A_{s1} \cdot (d - x)^2 + A_{s2} \cdot (x - d_2)^2 \right]$$ moment tromosti za raspucalo stanje

$$I_{II} = \frac{100 \cdot 3{,}62^3}{12} + 100 \cdot 3{,}62 \cdot \left(\frac{3{,}62}{2} \right)^2 + 6{,}25 \cdot \left[5{,}03 \cdot (17 - 3{,}62)^2 + 0{,}00 \cdot (3{,}62 - 3)^2 \right]$$

$$I_{II} = 7209{,}34 \text{ cm}^4$$

$$\frac{1}{r_{II}} = \frac{M_{Ed}}{E_{c,eff} \cdot I_{II}} = \frac{14{,}17 \cdot 100}{3200 \cdot 7209{,}34} = 0{,}0000614 \frac{1}{cm}$$

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{cr}}{z \cdot A_s} \quad ; \quad M_{cr} = f_{ctm} \cdot \frac{b \cdot h^2}{6} \quad ; \quad f_{ctm} \approx 0.3 \cdot \left(f_{ck} \right)^{2/3} \quad ; \quad f_{ck} = 30.0\ MPa$$

$$f_{ctm} = 0.3 \cdot \left(f_{ck} \right)^{2/3} = 0.3 \cdot \left(30.0 \right)^{2/3} = 2,9\ MPa$$

$$M_{cr} = 0.29 \cdot \frac{100 \cdot 20^2}{6} = 1933 kNcm = 19,33 kNm$$

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{cr}}{z \cdot A_s} \approx \frac{M_{cr}}{\left(d - \frac{x}{3} \right) \cdot A_s} = \frac{1933}{\left(17 - \frac{3.62}{3} \right) \cdot 5,03} = 24,33 \frac{kN}{cm^2} = 243,3\ MPa$$

$$\sigma_{s1} = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{sd}}{\left(d - \frac{x}{3} \right) \cdot A_{s1}} = \frac{1417}{\left(17 - \frac{3,62}{3} \right) \cdot 5,03} = 17,83 \frac{kN}{cm^2} = 178,3\ MPa$$

$$\frac{1}{r_I} = 0,00029\ \frac{1}{\text{cm}}$$

$$\frac{1}{r_{II}} = 0,000061 \frac{1}{cm}$$

$$\zeta = \left[1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \right]$$ koeficijent raspodjele

$$\zeta = 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 = 0$$

$$\frac{1}{r_m} = \zeta \cdot \frac{1}{r_I} + \left(1 - \zeta \right) \cdot \frac{1}{r_{II}} = 0.0 \cdot 0.00029 + \left(1 - 0.0 \right) \cdot 0,000061 = 0.000061 \frac{1}{cm}$$

$$v_{tot} = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_{tot}} = 0.049 \cdot 505^2 \cdot 0.000061 = 0.76\ \text{cm} < v_{\lim} = 1.26\ \text{cm}$$

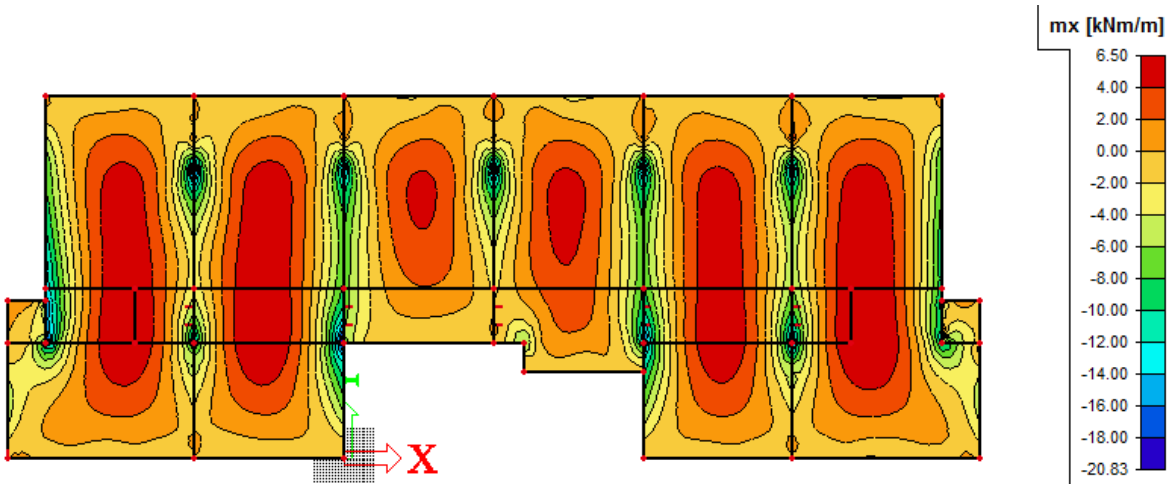
Odabrane dimezije ploče i armature zadovoljavaju u pogledu progiba!

Iz estetskih razloga svim pločama pri izradi dati nadvišenje od 1.0 cm u sredini.

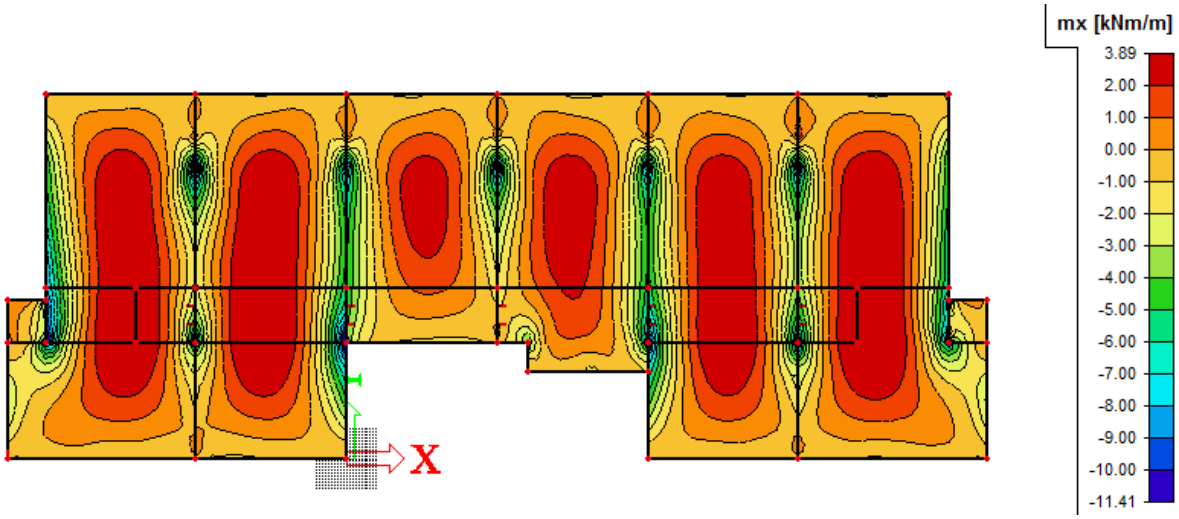
4.2. Proračun ploče krova te ploča stanova (pozicija 300, 400 i 500)

4.2.1. Rezultati proračuna

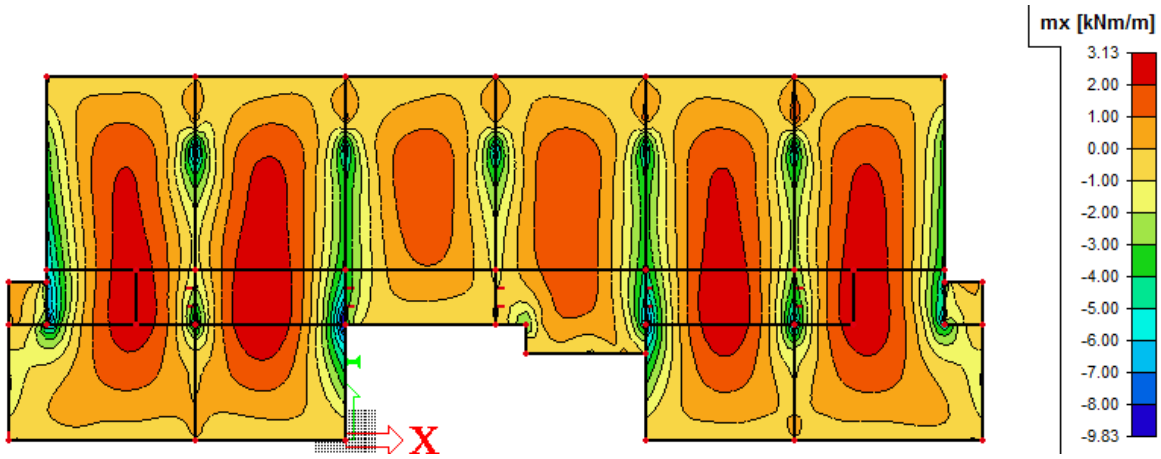
Proračun je proveden za više kombinacija, dok je prikazan samo rezultat kritične kombinacije.



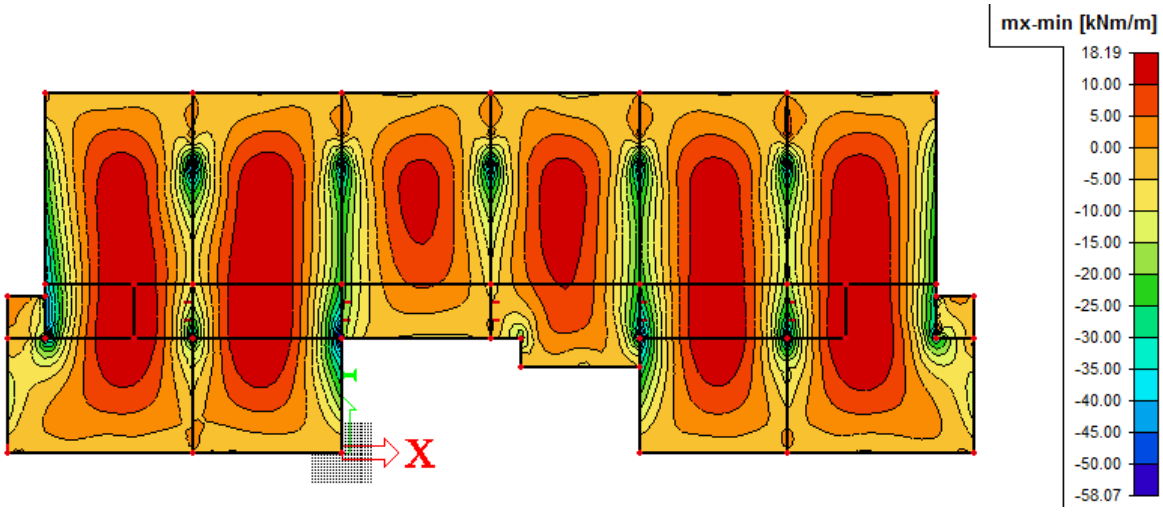
Slika 4.23. Maximalni moment savijanja Mx za opterećenje vlastitom težinom G0 za ploču 2.kata



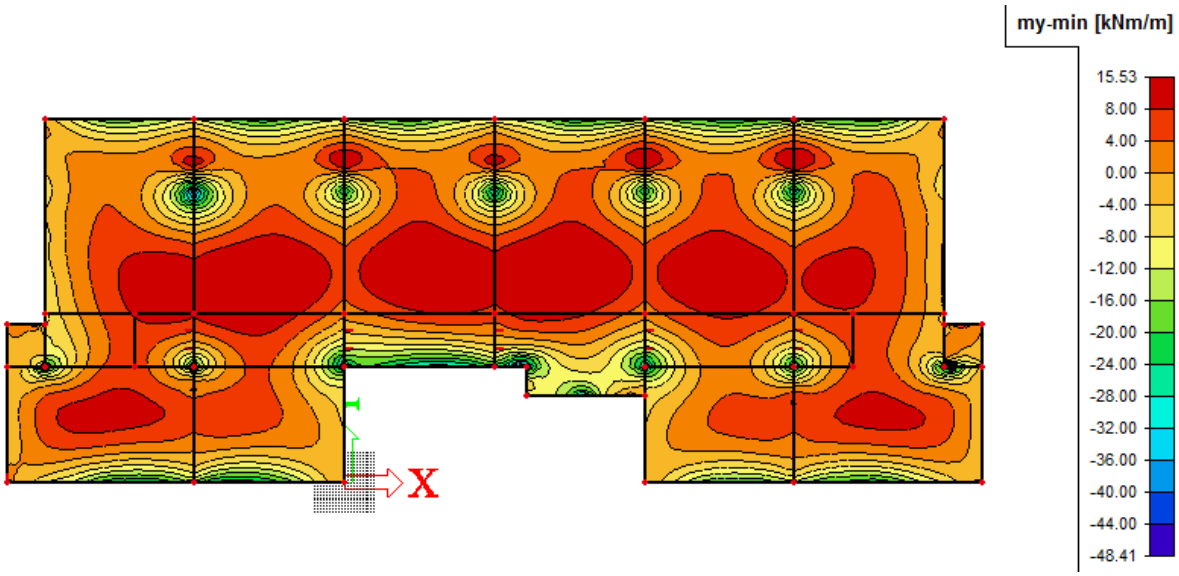
Slika 4.34. Maximalni moment savijanja Mx za dodatno stalno opterećenje G1 za ploču 2.kata



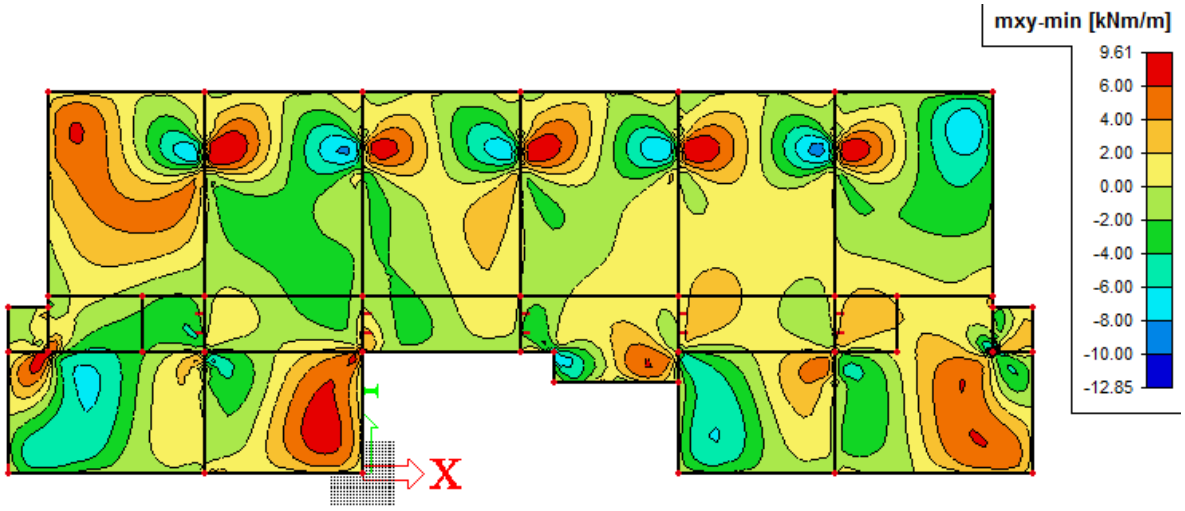
Slika 4.45. Maximalni moment savijanja Mx za pokretno opterećenje Q za ploču 2.kata



Slika 4.16. Maximalni moment savijanja Mx za kombinaciju 1,35G+1,5Q za ploču 2.kata



Slika 4.17. Moment savijanja My za kombinaciju 1,35G+1,5Q za ploču 2.kata



Slika 4.18. Moment savijanja Mxy za kombinaciju 1,35G+1,5Q za ploču 2.kata

4.2.2. Proračun ploča na savijanje

Beton C30/37

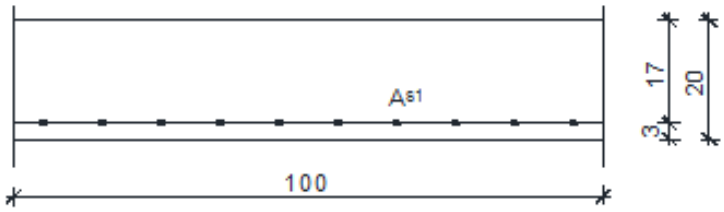
C30/37→ $$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30,0}{1,5} = 20,0N/mm^2 = 2,0kN/cm^2$$

Armatura B500B

B500B→ $$f_{cd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500,0}{1,15} = 434,78N/mm^2 = 43,48kN/cm^2$$

Debljina ploče:

h_{pl} =20cm; d_1 = 3cm; d=17cm



Slika 4.19. Skica armature ploče u polju

Mjerodavna kombinacija:

$$GSN1 = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$$

POLJE

$M_{Ed} = 18,19 kNm/m'$

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1819}{100 \cdot 17^2 \cdot 2,0} = 0,031$$

Očitano:

$\varepsilon_{s1} = 10 \,{}^{o}\!/_{oo}, \varepsilon_{c2} = 1,1 \,{}^{o}\!/_{oo}$

$\zeta = 0,965, \xi = 0,099$

Potrebna površina armature:

$$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1819}{0,965 \cdot 17 \cdot 43,48} = 2,55 cm^2$$

- armaturu je potrebno povećati za 25% jer proračunski nisu uzete šahovske kombinacije pokretnog opterećenja: $A_{s1} = 3,19 cm^2$

Minimalna površina armature: $A_{s1,\min} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 0,0015 \cdot 100 \cdot 20 = 3,0 cm^2$

Odabrano: Q-385 (A_{s1} = 3,85 cm^2)

LEŽAJ

$M_{Ed} = 58,07 kNm/m'$

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{5807}{100 \cdot 17^2 \cdot 2,0} = 0,100$$

Očitano:

$\varepsilon_{s1} = 10 \,{}^{o}\!/_{oo}, \varepsilon_{c2} = 1,3 \,{}^{o}\!/_{oo}$

$\zeta = 0,928, \xi = 0,187$

Potrebna površina armature:

$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{5807}{0,928 \cdot 17 \cdot 43,48} = 8,46 cm^2$ - armaturu je potrebno umanjiti za 15-20%:

$A_{s1} = 7,19 cm^2$

Minimalna površina armature: $A_{s1,\min} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 0,0015 \cdot 100 \cdot 20 = 3,0 cm^2$

Odabrano: Q -785 A_{s1} = 7,85 cm^2

4.2.3. Kontrola pukotina

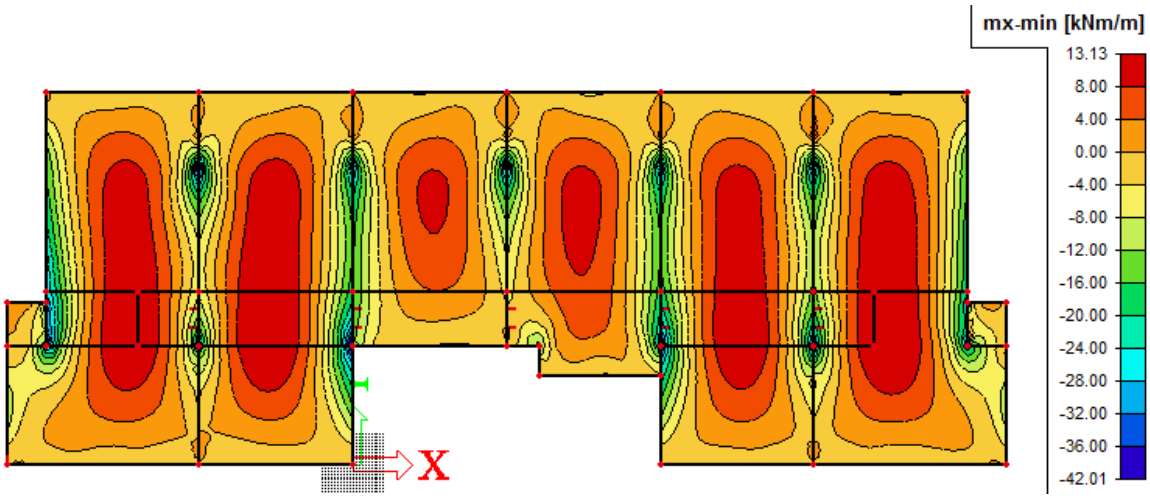
Mjerodavni momenti u ploči su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja

$(e = 1.0 \cdot g + 1.0 \cdot q)$.

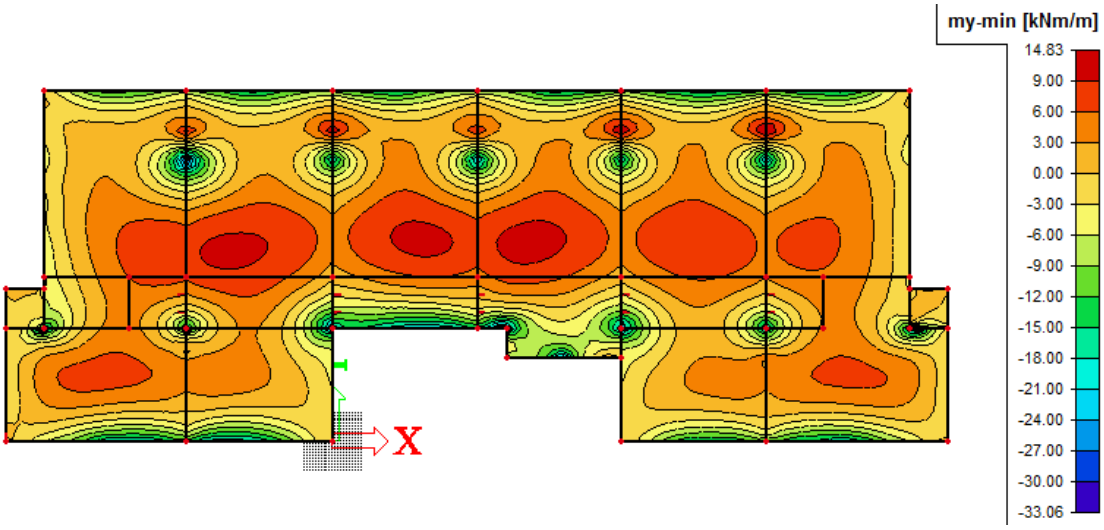
Granična vrijednost širine pukotine: $w_g = 0.3$ mm (EC-2)

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

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



Slika 4.20. Maximalni moment savijanja Mx za kombinaciju 1,0G+1,0Q+ za ploču 2.kata

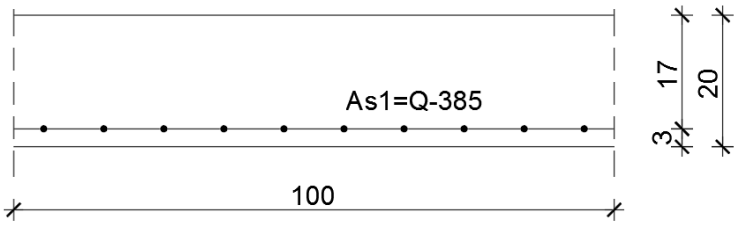


Slika 4.21. Maximalni moment savijanja My za kombinaciju 1,0G+1,0Q+ za ploču 2.kata

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju: M_{Ed}=14,83 kNm

Armatura ploče donja zona: **Q-385**

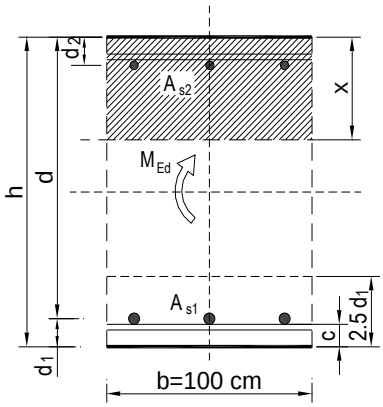
Skica armature u polju:



Slika 4.22. Skica armature ploče u polju

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} =	3,85	cm^2	A_{s2} =	0,00	cm^2	$d_1 = d_2$ =	3,0	cm
E_s =	200,00	GN/m^2	E_{cm} =	32,80	GN/m^2	$_e = E_s/E_{cm}$ =	6,10	
M_{Ed} =	14,8	kNm	k_t =	0,40				
s_s =	216,56	MN/m^2						
x =	2,60	cm	$r_{p,eff}$ =	0,0051				
$(e_{sm}-e_{cm})$ =	-0,000081	<	$0.6 \cdot s_s/E_s$ =	0,000650				
Ø =	10,0	mm	c =	3,00	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	433,17	mm						

$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm})$ = 0,281 mm < w_g

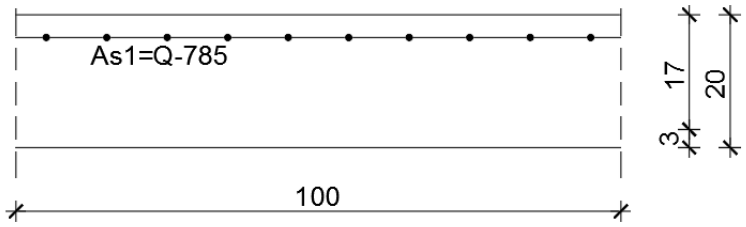


→ Pukotine zadovoljavaju!

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju: M_{Ed}= 42,01 kNm

Armatura ploče gornja zona: **Q-785**

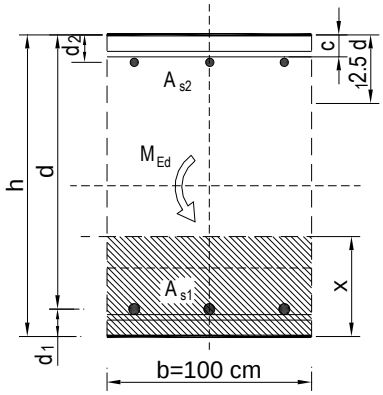
Skica armature na ležaju:



Slika 4.23. Skica armature ploče na ležaju

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	A_{s2} =	0,00	cm^2	$d_1 = d_2$ =	3,0	cm
E_s =	200,00	GN/m^2	E_{cm} =	32,80	GN/m^2	$_e = E_s/E_{cm}$ =	6,10	
M_{Ed} =	42,00	kNm	k_t =	0,40				
s_s =	338,51	MN/m^2						
x =	3,58	cm	$r_{p,eff}$ =	0,0105				
$(e_{sm}-e_{cm})$ =	0,001104	>	$0.6 \cdot s_s/E_s$ =	0,001016				
Ø =	10,0	mm	c =	3,00	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	264,42	mm						

$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm})$ = 0,292 mm < w_g

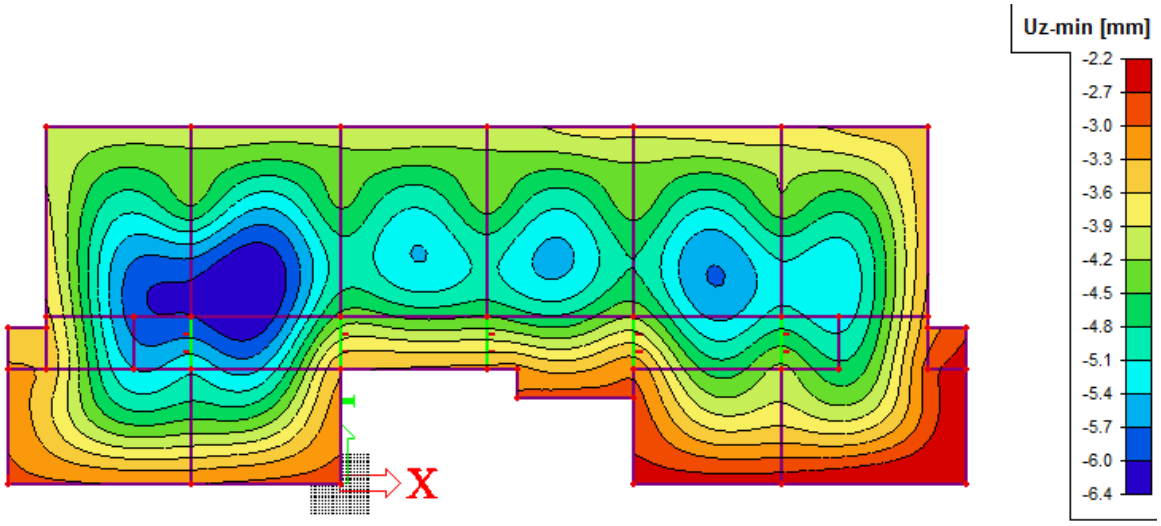


Pukotine zadovoljavaju!

4.2.4. Kontrola progiba

Progibi ploča su također dobiveni kroz numerički model. Također se koriste rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja.

$$Med = 1,0 \cdot (g + \Delta g) + 1,0 \cdot q$$



Slika 4.24. Maximalni progib za kombinaciju 1,0G+1,0Q za ploču 2.kata

Granična vrijednost progiba ploče u polju: $f_{p,dop} = \frac{l_g}{400} = \frac{505}{400} = 1.26$ cm

Granični progib:

$$v_{tot} = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_{tot}}$$

$$M_{Ed} = 14,17\ kNm$$

$$\beta = |M_{l1} + M_{l2}| / |M_p| = 5,3$$

$$k = \frac{5}{48} \cdot (1 - 0.1\beta) = 0.049$$ koeficijent ovisan o statičkom sustavu i opterećenju

l = 505 cm raspon elementa

$$\frac{1}{r_{tot}} = \frac{1}{r_m} + \frac{1}{r_{csm}}$$

r_{tot} ukupna zakrivljenost elementa

r_m zakrivljenost zbog opterećenja i puzanja

r_{csm} zakrivljenost zbog skupljanja

$$E_{cm} = 9500 \cdot (f_{ck} + 8)^{\frac{1}{3}} = 9500 \cdot (30+8)^{\frac{1}{3}} \approx 32000\text{N/mm}^2$$ modul elastičnosti betona

$$E_s = 200000\ N/mm^2$$ modul elastičnosti čelika

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200000}{32000} = 6{,}25$$ omjer modula elastičnosti čelika i betona

$$I_I = I_p + \alpha_e \cdot \left[A_{s1} \cdot \left(\frac{h}{2} - d_2 \right)^2 + A_{s2} \cdot \left(\frac{h}{2} - d_1 \right)^2 \right]$$ moment tromosti za neraspucano stanje

$$I_I = 66666 + 6{,}25 \cdot \left[5{,}03 \cdot \left(\frac{20}{2} - 3 \right)^2 + 0.00 \cdot \left(\frac{20}{2} - 3 \right)^2 \right] = 1540{,}44\ \text{cm}^4$$

$$\frac{1}{r_I} = \frac{M_{Ed}}{E_{c,eff} \cdot I_I} = \frac{1483}{3200 \cdot 1540{,}44} = 0{,}0003\ \frac{1}{\text{cm}}$$

$$x = \frac{\alpha_{el} \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2bd}{\alpha_{el} \cdot A_{s1}}} \right) = 3{,}62\,cm$$ položaj neutralne osi

$$I_{II} = \frac{b \cdot x^3}{12} + b \cdot x \cdot \left(\frac{x}{2} \right)^2 + \alpha_e \cdot \left[A_{s1} \cdot (d - x)^2 + A_{s2} \cdot (x - d_2)^2 \right]$$ moment tromosti za raspucalo stanje

$$I_{II} = \frac{100 \cdot 3{,}62^3}{12} + 100 \cdot 3{,}62 \cdot \left(\frac{3{,}62}{2} \right)^2 + 6{,}25 \cdot \left[5{,}03 \cdot (17 - 3{,}62)^2 + 0{,}00 \cdot (3{,}62 - 3)^2 \right]$$

$$I_{II} = 7209{,}34\ \text{cm}^4$$

$$\frac{1}{r_{II}} = \frac{M_{Ed}}{E_{c,eff} \cdot I_{II}} = \frac{1483}{3200 \cdot 7209{,}34} = 0{,}000064 \frac{1}{cm}$$

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{cr}}{z \cdot A_s} \quad ; \quad M_{cr} = f_{ctm} \cdot \frac{b \cdot h^2}{6} \quad ; \quad f_{ctm} \approx 0.3 \cdot \left(f_{ck} \right)^{2/3} \quad ; \quad f_{ck} = 30.0\ MPa$$

$$f_{ctm} = 0.3 \cdot \left(f_{ck} \right)^{2/3} = 0.3 \cdot \left(30.0 \right)^{2/3} = 2,9\ MPa$$

$$M_{cr} = 0.29 \cdot \frac{100 \cdot 20^2}{6} = 1933 kNcm = 19,33 kNm$$

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{cr}}{z \cdot A_s} \approx \frac{M_{cr}}{\left(d - \frac{x}{3} \right) \cdot A_s} = \frac{1933}{\left(17 - \frac{3.62}{3} \right) \cdot 5,03} = 24,33 \frac{kN}{cm^2} = 243,3\ MPa$$

$$\sigma_{s1} = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{sd}}{\left(d - \frac{x}{3} \right) \cdot A_{s1}} = \frac{1483}{\left(17 - \frac{3,62}{3} \right) \cdot 5,03} = 18,66 \frac{kN}{cm^2} = 186,6\ MPa$$

$$\frac{1}{r_I} = 0,0003\ \frac{1}{\text{cm}}$$

$$\frac{1}{r_{II}} = 0,000064 \frac{1}{cm}$$

$$\zeta = \left[1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \right]$$ koeficijent raspodjele

$$\zeta = 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 = 0$$

$$\frac{1}{r_m} = \zeta \cdot \frac{1}{r_I} + \left(1 - \zeta \right) \cdot \frac{1}{r_{II}} = 0.0 \cdot 0.0003 + \left(1 - 0.0 \right) \cdot 0,000064 = 0.000064 \frac{1}{cm}$$

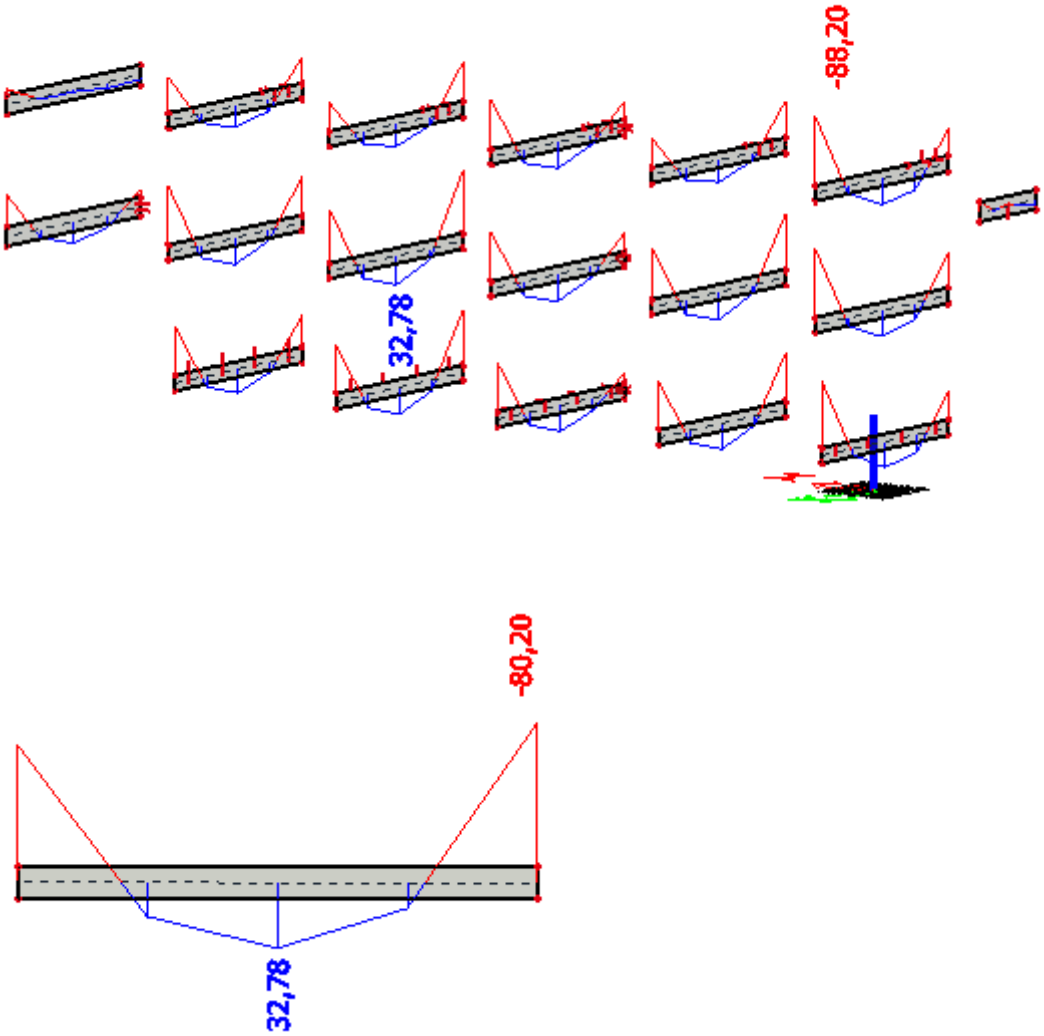
$$v_{tot} = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_{tot}} = 0.049 \cdot 505^2 \cdot 0.000064 = 0.79\ \text{cm} < v_{\lim} = 1.26\ \text{cm}$$

Odabrane dimezije ploče i armature zadovoljavaju u pogledu progiba!

Iz estetskih razloga svim pločama pri izradi dati nadvišenje od 1.0 cm u sredini.

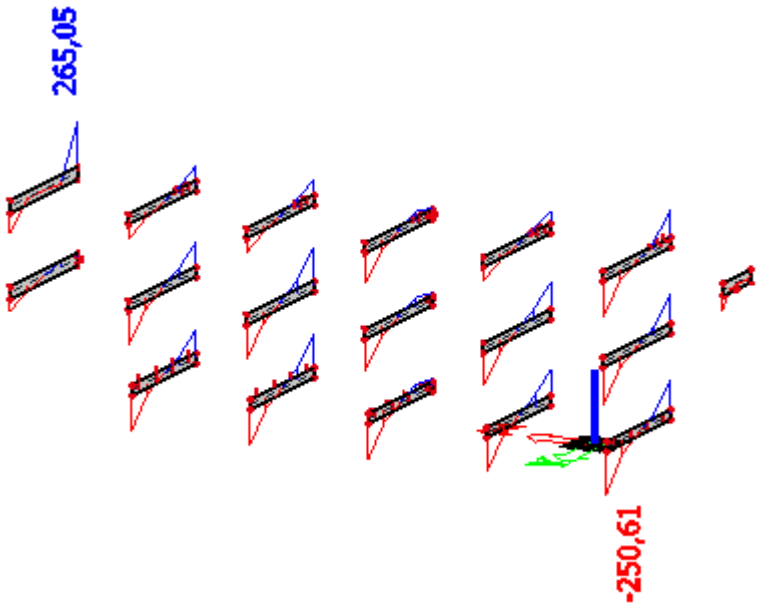
4.3.Proračun greda - greda 25x50 cm (polje i ležajevi)

4.3.1. Rezultati proračuna



Slika 4.25. Maximalni moment savijanja Mz za kombinaciju 1,35G+1,5Q +1,5·0,6W

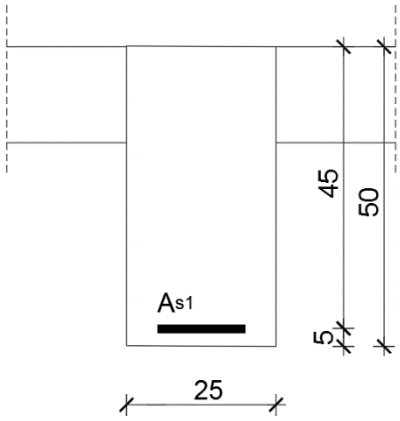
za grede 25x50cm



Slika 4.26. Maximalna poprečna sila Vz za kombinaciju 1,35G+1,5Q+1,5·0,6W

za grede 25x50cm

4.3.2. Proračun greda 25x50cm na savijanje



Dimenzije elementa:

b =25.0 cm

h =50.0 cm

h_p=20.0cm

d_1= 5.0 cm

d =h – d_1=45.0 cm

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 $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15}$ = 434.8 MPa; f_{yd} = 43.5 kN/cm^2

Proračun armature za najveći moment u polju:

$$M_{Ed} = 32,78 kNm$$

$$\mu_{Sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{32,78 \cdot 100}{25 \cdot 45^2 \cdot 2,0} = 0,032$$

Očitano: $\varepsilon_{s1} = 10,0$ ‰ $\varepsilon_{s2} = 1,1$‰ $\xi = 0,099$ $\zeta = 0,965$

Potrebna površina armature: $A_{s1} = \frac{M_{Sd}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3278}{0,965 \cdot 45 \cdot 43,48} = 1,74 cm^2$

Minimalna površina armature: $A_{s1,\min} = \frac{0,6}{f_{yd}} \cdot b_w \cdot d = \frac{0,06}{43,48} \cdot 25 \cdot 45 = 1,55 cm^2$

Odabrana armatura: **3 *Φ* 12** (A_{s1}= 3,39 cm^2)

Proračun armature za najveći moment na ležaju:

$M_{Ed} = 80,20 kNm$

$$\mu_{Sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{80,20 \cdot 100}{25 \cdot 45^2 \cdot 2,0} = 0,079$$

Očitano: $\varepsilon_{s1} = 10,0$ ‰ $\varepsilon_{s2} = 1,9$‰ $\xi = 0,169$ $\zeta = 0,941$

Potrebna površina armature: $A_{s1} = \frac{M_{Sd}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{8020}{0,941 \cdot 45 \cdot 43,48} = 4,35 cm^2$

Odabrana armatura: **4 *Φ* 12** (A_{s1}= 4,52 cm^2)

Proračun greda na poprečnu silu - greda 25x50 cm

C 30/37

f_{cd}=30/1.5=20.0 MPa

Računske poprečne sile:

$V_{Ed,max}$= 265.05 kN

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

$$uz\ uvjet \quad V_{Rd,c} \geq (v_{\min} + k_{1.} \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$gdje\ je$$

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

$$b_w = 25.0\ cm$$

$$d = 45.0\ cm$$

$$k = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{450}} = 1.67 \leq 2$$

$$k_1 = 0.15$$

$$\rho_l = \frac{A_s}{b_w d} = \frac{7.91}{1250} = 0.005 < 0.02$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N}{A_c} = 0.0\ MPa \quad \leq 0.2 f_{cd} = 4.0\ MPa$$

$$v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.420$$

$$V_{Rd,C} = \left[0.12 \cdot 1.67 \cdot \left(100 \cdot 0.005 \cdot 30\right)^{1/3} + 0.15 \cdot 0.0 \right] \cdot 250 \cdot 450 = 55.60\ kN$$

$$V_{Rd,c} \geq (v_{\min} + k_{1.} \cdot \sigma_{cp}) b_w \cdot d = (0.420 + 0.15 \cdot 0.0) \cdot 250 \cdot 450 = 47.25\ kN$$

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

$$v = 0.6 \cdot (1 - \frac{f_{ck}}{250}) = 0.6 \cdot (1 - \frac{35}{250}) = 0.516$$

$$V_{Rd,\max} = 0.5 \cdot 0.516 \cdot 30.00 \cdot 250 \cdot 450 = 870.75 kN$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd2}} \approx \frac{265.05}{870.75} = 0.32$$

$$s_{w,\max} = \min\left\{0.55 \cdot d; 30cm\right\} = \min\left\{25; 30.0\right\} \rightarrow s_{w,\max} = 24cm$$

$$A_{sw} = \frac{\rho_{\min} \cdot s_w \cdot b_w}{m} = \frac{0.0011 \cdot 24 \cdot 25}{2} = 0.34\ cm^2$$

$$s_w = \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{V_{Es}} = \frac{2 \cdot 0.79 \cdot 43.48 \cdot 0.9 \cdot 45}{281.69} = 10.0\ cm$$

Odabrane minimalne spone: **Ø10/20 cm** (A_{sw}=0.79 cm^2)

Spone na ležajevima: **Ø10/10 cm** (A_{sw}=0.79 cm^2)

4.3.3. Kontrola pukotina

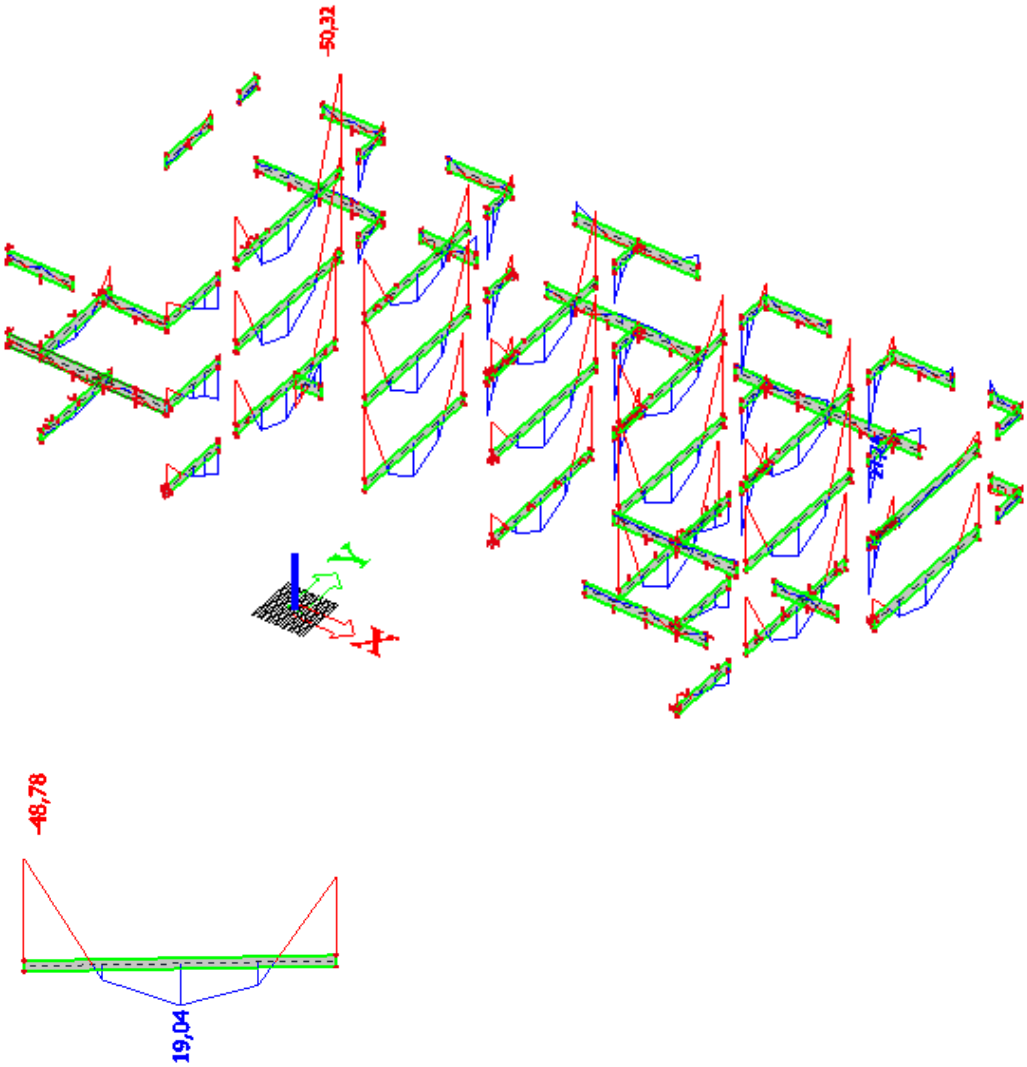
Mjerodavni momenti u gredama 25x50cm su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja

$(e = 1.0 \cdot g + 1.0 \cdot q)$.

Granična vrijednost širine pukotine: $w_g = 0.3$ mm (EC-2)

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

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



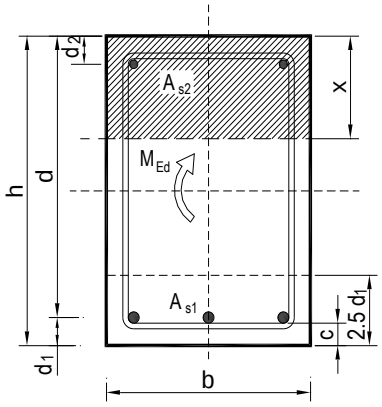
Slika 4.27. Maximalni moment savijanja My za kombinaciju 1,0G+1,0Q za grede 25x50

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju: M_{Ed}=19.04 kNm

Armatura grede **3Ø12** $A_{s1} = 3.39cm^2$

b =	25,0	cm	d =	45,0	cm	h =	50,0	cm
f_{ck} =	30,0	MN/m^2	f_{ctm} =	2,90	MN/m^2	w_g =	0,30	mm
A_{s1} =	3,39	cm^2	A_{s2} =	0,00	cm^2	$d_1 = d_2$ =	5,0	cm
E_s =	200,00	GN/m^2	E_{cm} =	32,80	GN/m^2	$\alpha_e = E_s/E_{cm}$ =	6,10	
M_{Ed} =	19,0	kNm	k_t =	0,40				
σ_s =	132,51	MN/m^2						
x =	7,84	cm	$\rho_{p,eff}$ =	0,0108				
$(\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ =	0,000093	<	$0.6\cdot\sigma_s/E_s$ =	0,000398				
Ø =	16,0	mm	c =	3,00	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	352,74	mm						

$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ = 0,140 mm < w_g



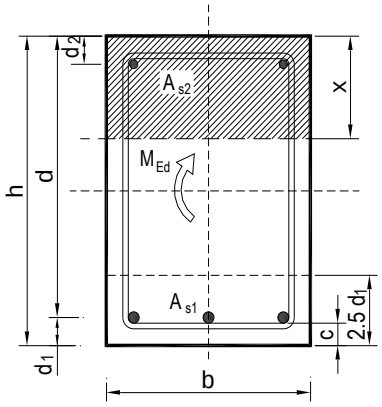
→ Pukotine zadovoljavaju!

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju: M_{Ed}=50.32 kNm

Armatura grede **4Ø12** $A_{s1} = 4,52 cm^2$

b =	25,0	cm	d =	45,0	cm	h =	50,0	cm
f_{ck} =	30,0	MN/m^2	f_{ctm} =	2,90	MN/m^2	w_g =	0,30	mm
A_{s1} =	4,52	cm^2	A_{s2} =	0,00	cm^2	$d_1 = d_2$ =	5,0	cm
E_s =	200,00	GN/m^2	E_{cm} =	32,80	GN/m^2	$\alpha_e = E_s/E_{cm}$ =	6,10	
M_{Ed} =	50,3	kNm	k_t =	0,40				
σ_s =	264,90	MN/m^2						
x =	8,92	cm	$\rho_{p,eff}$ =	0,0145				
$(\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ =	0,000889	>	$0.6\cdot\sigma_s/E_s$ =	0,000795				
Ø =	18,0	mm	c =	3,00	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	313,56	mm						

$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ = 0,279 mm < w_g

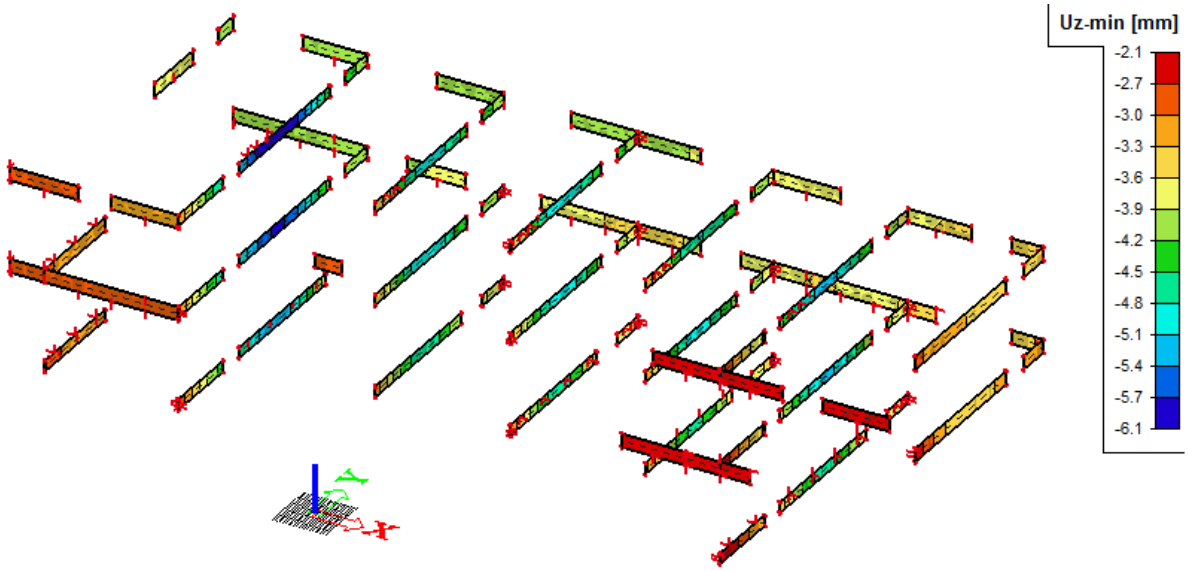


→ Pukotine zadovoljavaju!

4.3.4. Kontrola progiba

Progibi ploča su također dobiveni kroz numerički model. Također se koriste rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja

$(q = 1.0 \cdot g + 1.0 \cdot p)$.



Slika 4.28. Maximalni progib Uz za grede 25x50 u garaži, prizemlju te na 1.katu

Granična vrijednost progiba grede u polju: $f_{p,dop} = \frac{l_g}{250} = \frac{555}{250} = 2.22$ cm

Granični progib:

$$v_{tot} = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_{tot}}$$

$$M_{Ed} = 19,04 kNm$$

$k = \frac{5}{48} \cdot (1 - 0.1\beta) = 0.1$ koeficijent ovisan o statičkom sustavu i opterećenju

$l = 555$ cm raspon elementa

$$\frac{1}{r_{tot}} = \frac{1}{r_m} + \frac{1}{r_{csm}}$$

r_{tot} ukupna zakrivljenost elementa

r_m zakrivljenost zbog opterećenja i puzanja

r_{csm} zakrivljenost zbog skupljanja

$$E_{cm} = 9500 \cdot (f_{ck} + 8)^{\frac{1}{3}} = 9500 \cdot (30+8)^{\frac{1}{3}} \approx 32000 \text{N/mm}^2$$ modul elastičnosti betona

$$E_s = 200000\ N/mm^2$$ modul elastičnosti čelika

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200000}{32000} = 6{,}25$$ omjer modula elastičnosti čelika i betona

$$I_I = I_p + \alpha_e \cdot \left[A_{s1} \cdot \left(\frac{h}{2} - d_2 \right)^2 + A_{s2} \cdot \left(\frac{h}{2} - d_1 \right)^2 \right]$$ moment tromosti za neraspucano stanje

$$I_I = 260416{,}7 + 6{,}25 \cdot \left[3{,}39 \cdot \left(\frac{50}{2} - 5 \right)^2 + 2{,}26 \cdot \left(\frac{50}{2} - 5 \right)^2 \right] = 274541{,}7 \text{ cm}^4$$

$$\frac{1}{r_I} = \frac{M_{Ed}}{E_{c,eff} \cdot I_I} = \frac{1904}{3200 \cdot 274541{,}7} = 0{,}000002 \ \frac{1}{\text{cm}}$$

$$x = \frac{\alpha_{el} \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2bd}{\alpha_{el} \cdot A_{s1}}} \right) = 7{,}93cm$$ položaj neutralne osi

$$I_{II} = \frac{b \cdot x^3}{12} + b \cdot x \cdot \left(\frac{x}{2} \right)^2 + \alpha_e \cdot \left[A_{s1} \cdot (d - x)^2 + A_{s2} \cdot (x - d_2)^2 \right]$$ moment tromosti za raspucalo stanje

$$I_{II} = \frac{25 \cdot 7{,}93^3}{12} + 25 \cdot 7{,}93 \cdot \left(\frac{7{,}93}{2} \right)^2 + 6{,}25 \cdot \left[3{,}39 \cdot (45 - 7{,}93)^2 + 2{,}26 \cdot (7{,}93 - 5)^2 \right]$$

$$I_{II} = 33392{,}43 \text{ cm}^4$$

$$\frac{1}{r_{II}} = \frac{M_{Ed}}{E_{c,eff} \cdot I_{II}} = \frac{1904}{3200 \cdot 33388{,}79} = 0{,}000018 \frac{1}{cm}$$

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{cr}}{z \cdot A_s} \quad ; \quad M_{cr} = f_{ctm} \cdot \frac{b \cdot h^2}{6} \quad ; \quad f_{ctm} \approx 0.3 \cdot \left(f_{ck} \right)^{2/3} \quad ; \quad f_{ck} = 30.0\ MPa$$

$$f_{ctm} = 0.3 \cdot \left(f_{ck} \right)^{2/3} = 0.3 \cdot \left(30.0 \right)^{2/3} = 2,9\ MPa$$

$$M_{cr} = 0.29 \cdot \frac{25 \cdot 50^2}{6} = 3020,8 kNcm = 30,21 kNm$$

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{cr}}{z \cdot A_s} \approx \frac{M_{cr}}{\left(d - \frac{x}{3} \right) \cdot A_s} = \frac{3021}{\left(45 - \frac{7,88}{3} \right) \cdot 3,39} = 21,03 \frac{kN}{cm^2} = 210,3\ MPa$$

$$\sigma_{s1} = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{sd}}{\left(d - \frac{x}{3} \right) \cdot A_{s1}} = \frac{1904}{\left(45 - \frac{7,88}{3} \right) \cdot 3,39} = 13,25 \frac{kN}{cm^2} = 132,5 MPa$$

$$\frac{1}{r_I} = 0,000002\ \frac{1}{\text{cm}}$$

$$\frac{1}{r_{II}} = 0,000018 \frac{1}{cm}$$

$$\zeta = \left[1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \right]$$ koeficijent raspodjele

$\beta_1 = 1$ koeficijent koji uzima u obzir vrstu armature

$\beta_2 = 0,5$ koeficijent koji uzima u obzir trajanje opterećenja

$$\zeta = 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2$$

$$\zeta = 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 = 0$$

$$\frac{1}{r_m} = \zeta \cdot \frac{1}{r_I} + \left(1 - \zeta \right) \cdot \frac{1}{r_{II}} = 0.0 \cdot 0.000002 + \left(1 - 0.0 \right) \cdot 0,000018 = 0.000018 \frac{1}{cm}$$

$$v_{tot} = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_{tot}} = 0.1 \cdot 555^2 \cdot 0.000018 = 0.55\ \text{cm} < v_{\lim} = 2.22\ \text{cm}$$

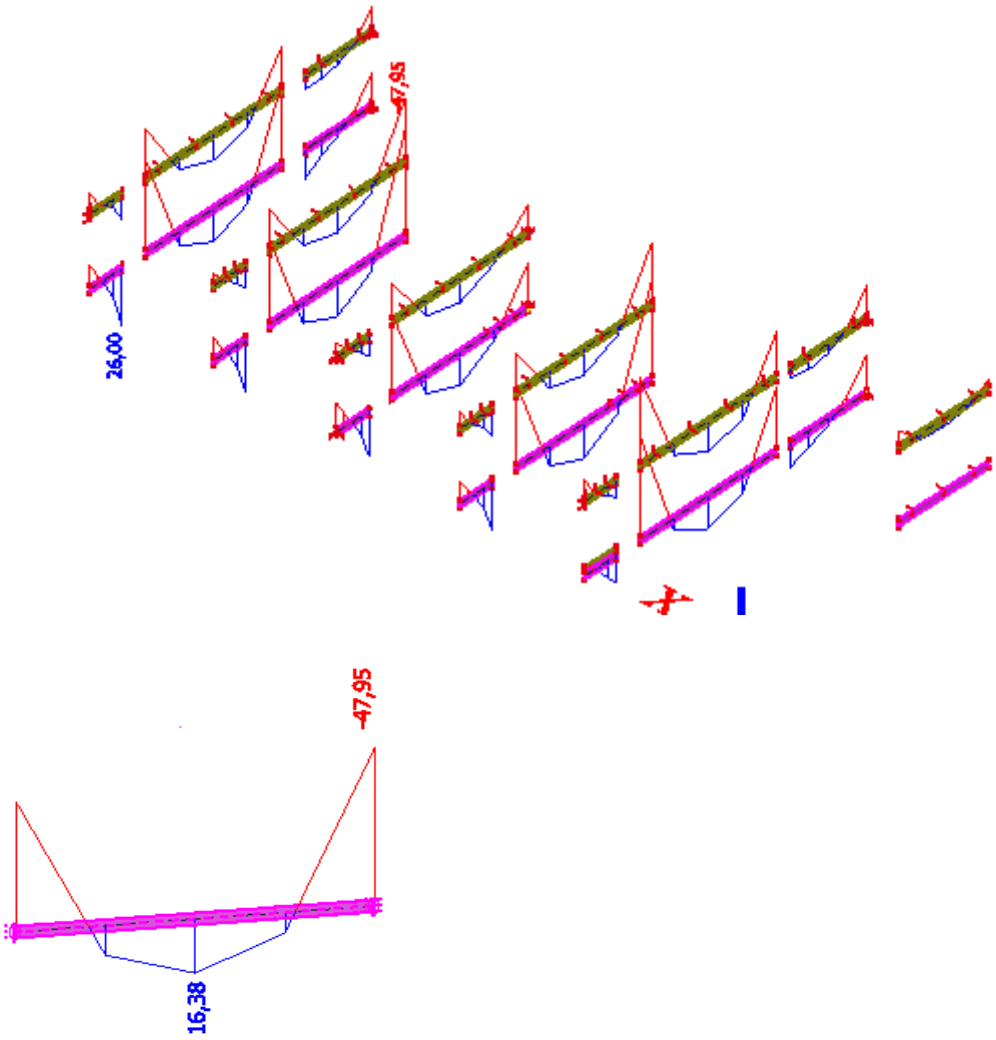
Odabrane dimezije grede i armature zadovoljavaju u pogledu progiba!

4.4. Proračun greda - greda 25x40 cm (polje i ležajevi)

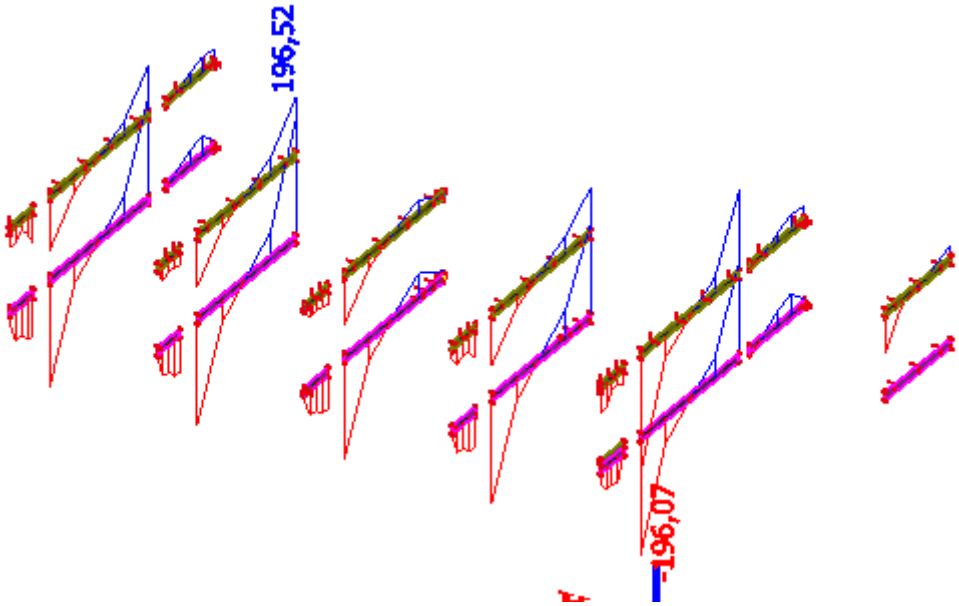
Grede su, kako je ranije naglašeno, modelirane zajedno s pločom računalnim programom "Scia Engineer 2014".

4.4.1. Rezultati proračuna

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



Slika 4.29. Maximalni moment savijanja My za kombinaciju 1,35G+1,5Q+1,5·0,6W za grede 25x40cm

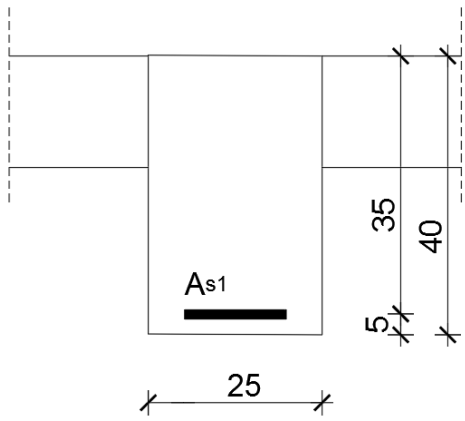


Slika 4.30. Maximalna poprečna sila Vz za kombinaciju 1,35G+1,5Q+1,5·0,6W

za grede 25x40cm

4.4.2. Proračun greda 25x40 na savijanje

Dimenzije elementa:



b =25.0 cm

h =40.0 cm

h_p=20.0cm

d_1= 5.0 cm

d =h – d_1=35.0 cm

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 $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15}$ = 434.8 MPa; f_{yd} = 43.5 kN/cm^2

Proračun armature za najveći moment u polju:

$$M_{Ed} = 16,38 kNm$$

$$\mu_{Sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{16,38 \cdot 100}{25 \cdot 35^2 \cdot 2,0} = 0,027 \rightarrow 0,031$$

Očitano: $\varepsilon_{s1} = 10,0$ ‰ $\varepsilon_{s2} = 1,0$‰ $\xi = 0,091$ $\zeta = 0,968$

Potrebna površina armature: $A_{s1} = \frac{M_{Sd}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1638}{0,968 \cdot 35 \cdot 43,48} = 1,11 cm^2$

Minimalna površina armature: $A_{s1,\min} = \frac{0,6}{f_{yd}} \cdot b_w \cdot d = \frac{0,06}{43,48} \cdot 25 \cdot 35 = 1,2 cm^2$

Odabrana armatura: **2 *Φ* 12** (A_{s1}= 2,26 cm^2)

Proračun armature za najveći moment na ležaju:

$M_{Ed} = 47,95 kNm$

$$\mu_{Sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{47,95 \cdot 100}{25 \cdot 35^2 \cdot 2,0} = 0,078 \rightarrow 0,083$$

Očitano: $\varepsilon_{s1} = 10,0$ ‰ $\varepsilon_{s2} = 1,9$‰ $\xi = 0,160$ $\zeta = 0,941$

Potrebna površina armature: $A_{s1} = \frac{M_{Sd}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{4795}{0,941 \cdot 35 \cdot 43,48} = 3,35 cm^2$

Odabrana armatura: **4 *Φ* 12** (A_{s1}= 4,52 cm^2)

Proračun greda na poprečnu silu - greda 25x40 cm

C 30/37

f_{cd}=30/1.5=20.0 MPa

Računske poprečne sile:

$V_{Ed,max}$= 196.52 kN

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

$$uz\ uvjet \quad V_{Rd,c} \geq (v_{\min} + k_{1\cdot} \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$gdje\ je$$

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

$$b_w = 25.0\ cm$$

$$d = 35.0\ cm$$

$$k = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{350}} = 1.76 \leq 2$$

$$k_1 = 0.15$$

$$\rho_l = \frac{A_s}{b_w d} = \frac{6.78}{875} = 0.007 < 0.02$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N}{A_c} = 0.0\ MPa \quad \leq 0.2 f_{cd} = 4.0\ MPa$$

$$v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.420$$

$$V_{Rd,C} = \left[0.12 \cdot 1.76 \cdot \left(100 \cdot 0.007 \cdot 30\right)^{1/3} + 0.15 \cdot 0.0 \right] \cdot 250 \cdot 350 = 50.98\ kN$$

$$V_{Rd,c} \geq (v_{\min} + k_{1\cdot} \cdot \sigma_{cp}) b_w \cdot d = (0.420 + 0.15 \cdot 0.0) \cdot 250 \cdot 350 = 36.75\ kN$$

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

$$v = 0.6 \cdot (1 - \frac{f_{ck}}{250}) = 0.6 \cdot (1 - \frac{35}{250}) = 0.516$$

$$V_{Rd,\max} = 0.5 \cdot 0.516 \cdot 30.00 \cdot 250 \cdot 350 = 677.25 kN$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd2}} \approx \frac{196.52}{677.25} = 0.29$$

$$s_{w,\max} = \min\left\{0.75 \cdot d; 30cm\right\} = \min\left\{26.25; 30.0\right\} \rightarrow s_{w,\max} = 24cm$$

$$A_{sw} = \frac{\rho_{\min} \cdot s_w \cdot b_w}{m} = \frac{0.0011 \cdot 20 \cdot 25}{2} = 0.27\ cm^2$$

$$s_w = \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{V_{Ed}} = \frac{2 \cdot 0.79 \cdot 43.48 \cdot 0.9 \cdot 35}{196.52} = 11.0\ cm$$

Odabrane minimalne spone: **Ø10/20 cm** (A_{sw}=0.79 cm^2)

Spone na ležajevima: **Ø10/10 cm** (A_{sw}=0.79 cm^2)

4.4.3. Kontrola pukotina

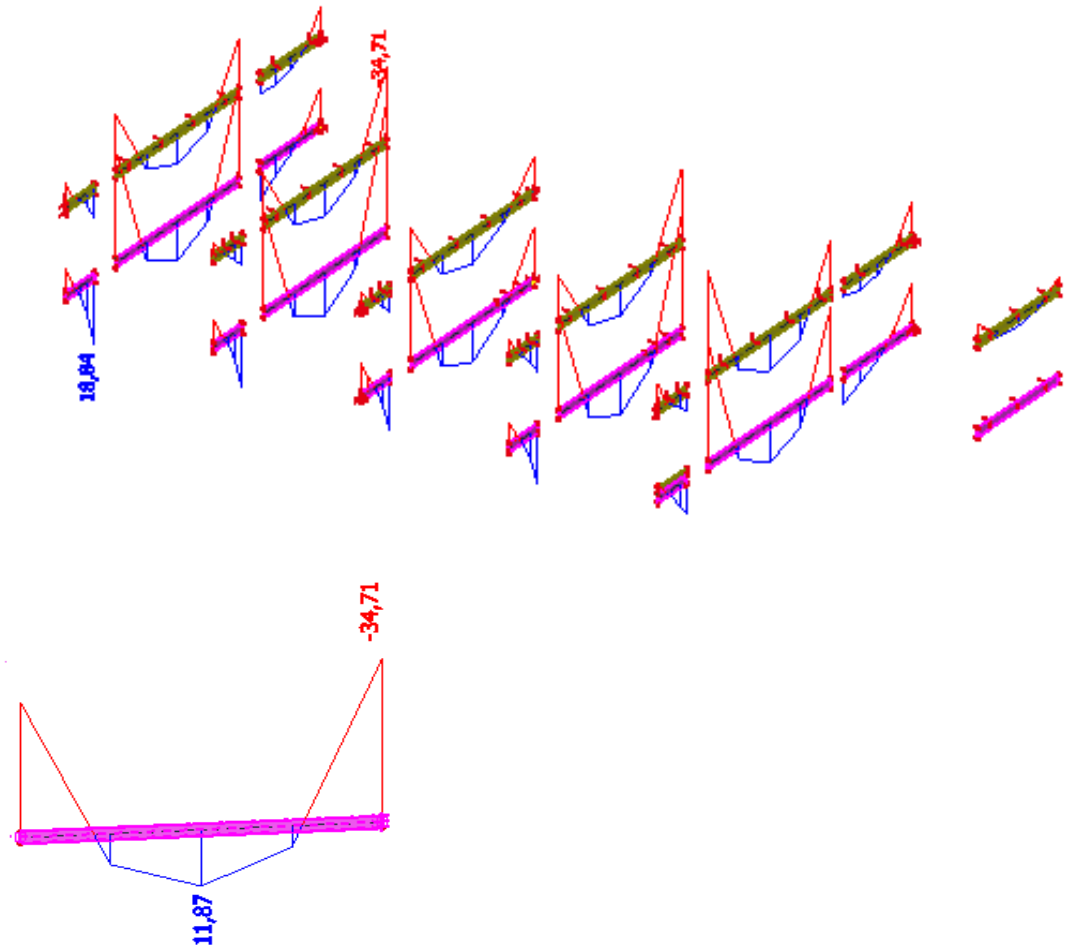
Mjerodavni momenti u gredama 60x50 su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja

$(e = 1.0 \cdot g + 1.0 \cdot q)$.

Granična vrijednost širine pukotine: $w_g = 0.3$ mm (EC-2)

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

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



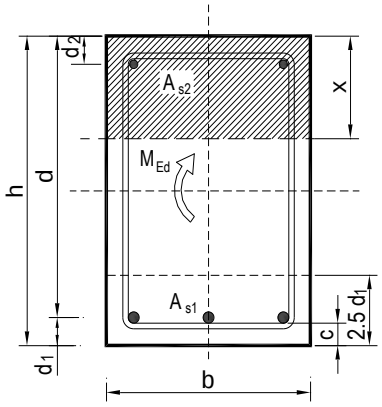
Slika 4.31. Maximalni moment savijanja My za kombinaciju 1,0G+1,0Q za grede 25x40

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju: M_{Ed}=11.87 kNm

Armatura grede **2Ø12** $A_{s1} = 2.26cm^2$

b =	25,0	cm	d =	35,0	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} =	2,26	cm^2	A_{s2} =	0,00	cm^2	$d_1 = d_2$ =	5,0	cm
E_s =	200,00	GN/m^2	E_{cm} =	32,80	GN/m^2	$\alpha_e = E_s/E_{cm}$ =	6,10	
M_{Ed} =	11,9	kNm	k_t =	0,40				
σ_s =	158,65	MN/m^2						
x =	5,68	cm	$\rho_{p,eff}$ =	0,0072				
$(\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ =	-0,000043	<	$0.6\cdot\sigma_s/E_s$ =	0,000476				
Ø =	18,0	mm	c =	3,00	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	525,12	mm						

$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ = 0,250 mm < w_g



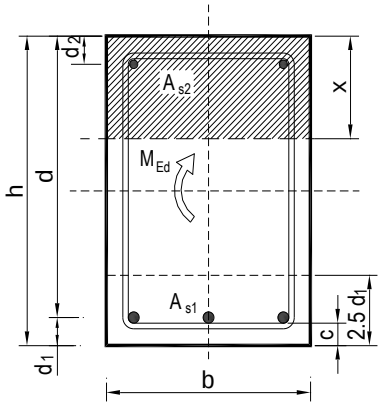
→ Pukotine zadovoljavaju!

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju: M_{Ed}=34.71 kNm

Armatura grede **4Ø12** $A_{s1} = 4.52 cm^2$

b =	25,0	cm	d =	35,0	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} =	4,52	cm^2	A_{s2} =	0,00	cm^2	$d_1 = d_2$ =	5,0	cm
E_s =	200,00	GN/m^2	E_{cm} =	32,80	GN/m^2	$\alpha_e = E_s/E_{cm}$ =	6,10	
M_{Ed} =	34,7	kNm	k_t =	0,40				
σ_s =	236,89	MN/m^2						
x =	7,75	cm	$\rho_{p,eff}$ =	0,0145				
$(\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ =	0,000749	>	$0.6\cdot\sigma_s/E_s$ =	0,000711				
Ø =	20,0	mm	c =	3,00	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	337,07	mm						

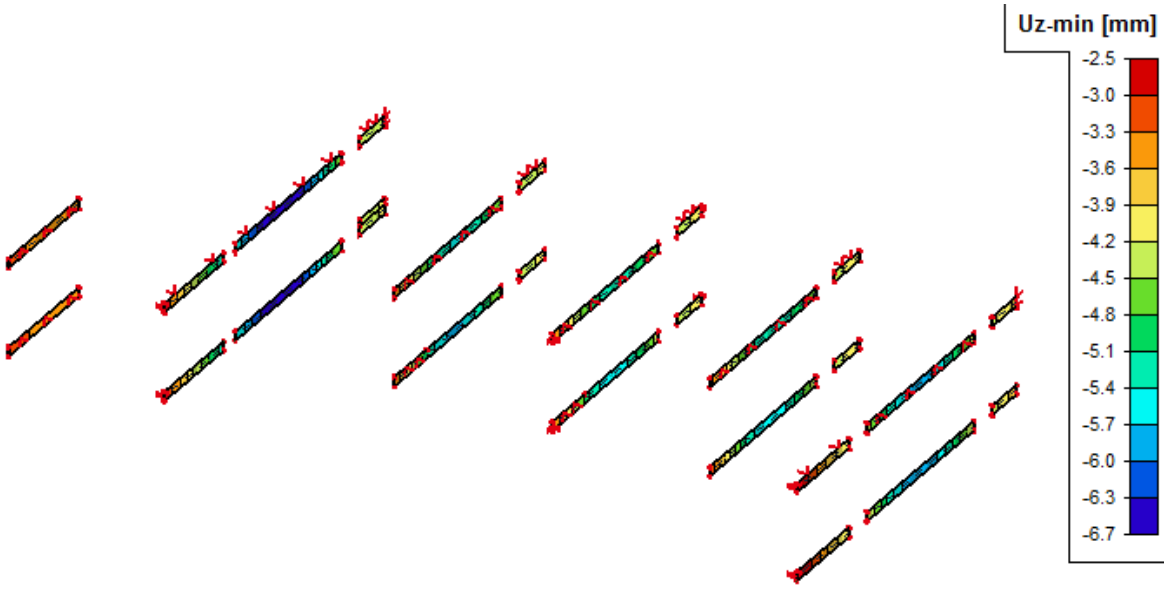
$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ = 0,252 mm < w_g



→ Pukotine zadovoljavaju!

4.4.4. Kontrola progiba

Progibi ploča su također dobiveni kroz numerički model. Također se koriste rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja ($q = 1.0 \cdot g + 1.0 \cdot p$).



Slika 4.32. Maximalni progib Uz za grede 25x40 na 2. i 3. katu

Granična vrijednost progiba grede u polju: $f_{p,dop} = \frac{l_g}{250} = \frac{555}{250} = 2.22$ cm

Granični progib:

$$v_{tot} = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_{tot}}$$

$$M_{Ed} = 11.87 kNm$$

$k = \frac{5}{48} \cdot (1 - 0.1\beta) = 0.078$ koeficijent ovisan o statičkom sustavu i opterećenju

$l = 555$ cm raspon elementa

$$\frac{1}{r_{tot}} = \frac{1}{r_m} + \frac{1}{r_{csm}}$$

r_{tot} ukupna zakrivljenost elementa

r_m zakrivljenost zbog opterećenja i puzanja

r_{csm} zakrivljenost zbog skupljanja

$E_{cm} = 9500 \cdot (f_{ck} + 8)^{\frac{1}{3}} = 9500 \cdot (30+8)^{\frac{1}{3}} \approx 32000 \text{N/mm}^2$ modul elastičnosti betona

$E_s = 200000\ N/mm^2$ modul elastičnosti čelika

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200000}{32000} = 6{,}25$$

omjer modula elastičnosti čelika i betona

$$I_I = I_p + \alpha_e \cdot \left[A_{s1} \cdot \left(\frac{h}{2} - d_2 \right)^2 + A_{s2} \cdot \left(\frac{h}{2} - d_1 \right)^2 \right]$$

moment tromosti za neraspucano stanje

$$I_I = 133333 + 6{,}25 \cdot \left[2{,}26 \cdot \left(\frac{40}{2} - 5 \right)^2 + 2{,}26 \cdot \left(\frac{40}{2} - 5 \right)^2 \right] = 144633 \text{ cm}^4$$

$$\frac{1}{r_I} = \frac{M_{Ed}}{E_{c,eff} \cdot I_I} = \frac{1187}{3200 \cdot 144633} = 0{,}0000026 \ \frac{1}{\text{cm}}$$

$$x = \frac{\alpha_{el} \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2bd}{\alpha_{el} \cdot A_{s1}}} \right) = 5{,}75cm$$

položaj neutralne osi

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

moment tromosti za raspucalo stanje

$$I_{II} = \frac{25 \cdot 5{,}75^3}{12} + 25 \cdot 5{,}75 \cdot \left(\frac{5{,}75}{2} \right)^2 + 6{,}25 \cdot \left[2{,}26 \cdot (35 - 5{,}75)^2 + 2{,}26 \cdot (5.75 - 5)^2 \right]$$

$$I_{II} = 13677{,}0 \text{ cm}^4$$

$$\frac{1}{r_{II}} = \frac{M_{Ed}}{E_{c,eff} \cdot I_{II}} = \frac{1187}{3200 \cdot 13677,0} = 0,000027 \frac{1}{cm}$$

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{cr}}{z \cdot A_s} \quad ; \quad M_{cr} = f_{ctm} \cdot \frac{b \cdot h^2}{6} \quad ; \quad f_{ctm} \approx 0.3 \cdot \left(f_{ck} \right)^{2/3} \quad ; \quad f_{ck} = 30.0\ MPa$$

$$f_{ctm} = 0.3 \cdot \left(f_{ck} \right)^{2/3} = 0.3 \cdot \left(30.0 \right)^{2/3} = 2,9\ MPa$$

$$M_{cr} = 0.29 \cdot \frac{25 \cdot 40^2}{6} = 1933 kNcm = 19.33 kNm$$

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{cr}}{z \cdot A_s} \approx \frac{M_{cr}}{\left(d - \frac{x}{3} \right) \cdot A_s} = \frac{1933}{\left(35 - \frac{5,75}{3} \right) \cdot 2,26} = 25,85 \frac{kN}{cm^2} = 258,50\ MPa$$

$$\sigma_{s1} = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{Ed}}{\left(d - \frac{x}{3} \right) \cdot A_{s1}} = \frac{1187}{\left(35 - \frac{5,75}{3} \right) \cdot 2,26} = 15,87 \frac{kN}{cm^2} = 158,70 MPa$$

$$\frac{1}{r_I} = 0,0000026\ \frac{1}{\text{cm}}$$

$$\frac{1}{r_{II}} = 0,000027 \frac{1}{cm}$$

$$\zeta = \left[1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \right]$$ koeficijent raspodjele

$\beta_1 = 1$ koeficijent koji uzima u obzir vrstu armature

$\beta_2 = 0,5$ koeficijent koji uzima u obzir trajanje opterećenja

$$\zeta = 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2$$

$$\zeta = 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 = 0.0$$

$$\frac{1}{r_m} = \zeta \cdot \frac{1}{r_I} + \left(1 - \zeta \right) \cdot \frac{1}{r_{II}} = 0.0 \cdot 0,0000026 + \left(1 - 0.0 \right) \cdot 0,000026 = 0.000026 \frac{1}{cm}$$

$$v_{tot} = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_{tot}} = 0.078 \cdot 555^2 \cdot 0.000026 = 0.62\ \text{cm} < v_{\lim} = 2.22\ \text{cm}$$

Odabrane dimezije grede i armature zadovoljavaju u pogledu progiba!

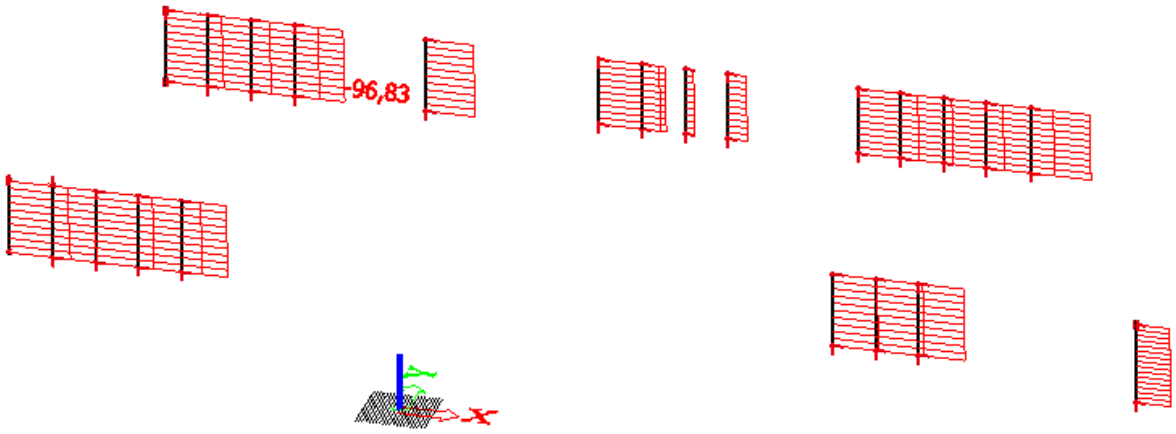
5 DIMENZIONIRANJE VERTIKALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE

5.1. Proračun stupova 20/25 – pozicija S1

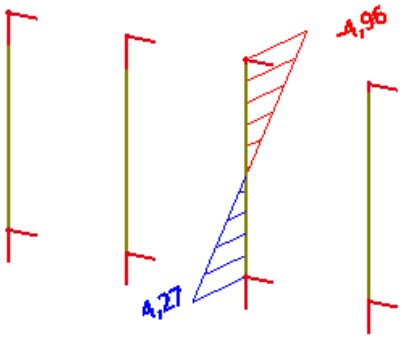
5.1.1. Rezultati proračuna

	STUP 20/25		
	N	M	V
GSN	210,93	4,9	4,57
GSN_Wy	214,37	4,96	4,61
GSN_Sy	143,27	3,08	2,9

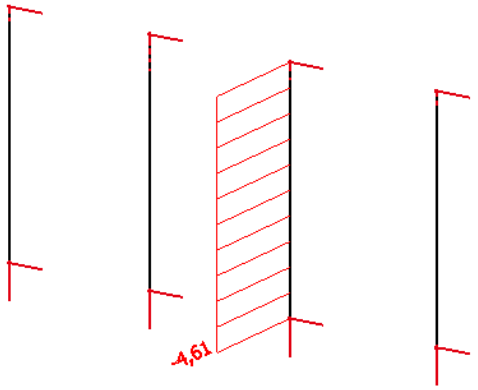
Tablica 5.1. Tablični prikaz rezultata proračuna stupova



Slika 5.1. Maximalna uzdužna sila N za stalno djelovanje za stupove 20/25 u prizemlju



Slika 5.2. Maximalni moment savijanja M za kombinaciju 1,35G+1,5Q+1,5·0,6Wy za stupove 20/25 u prizemlju



Slika 5.3. Maximalna poprečna sila V za kombinaciju 1,35G+1,5Q+1,5·0,6Wy za stupove 20/25 u prizemlju

-Mjerodavne rezne sile:

$M_{Ed} = 4.96kNm$

$N = 96.83kN$

5.1.2. Dimenzioniranje stupa

Beton C30/37

C30/37→ $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30,0}{1,5} = 20,0N/mm^2 = 2,0kN/cm^2$

Armatura B500B

B500B→ $f_{cd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500,0}{1,15} = 434,78N/mm^2 = 43,48kN/cm^2$

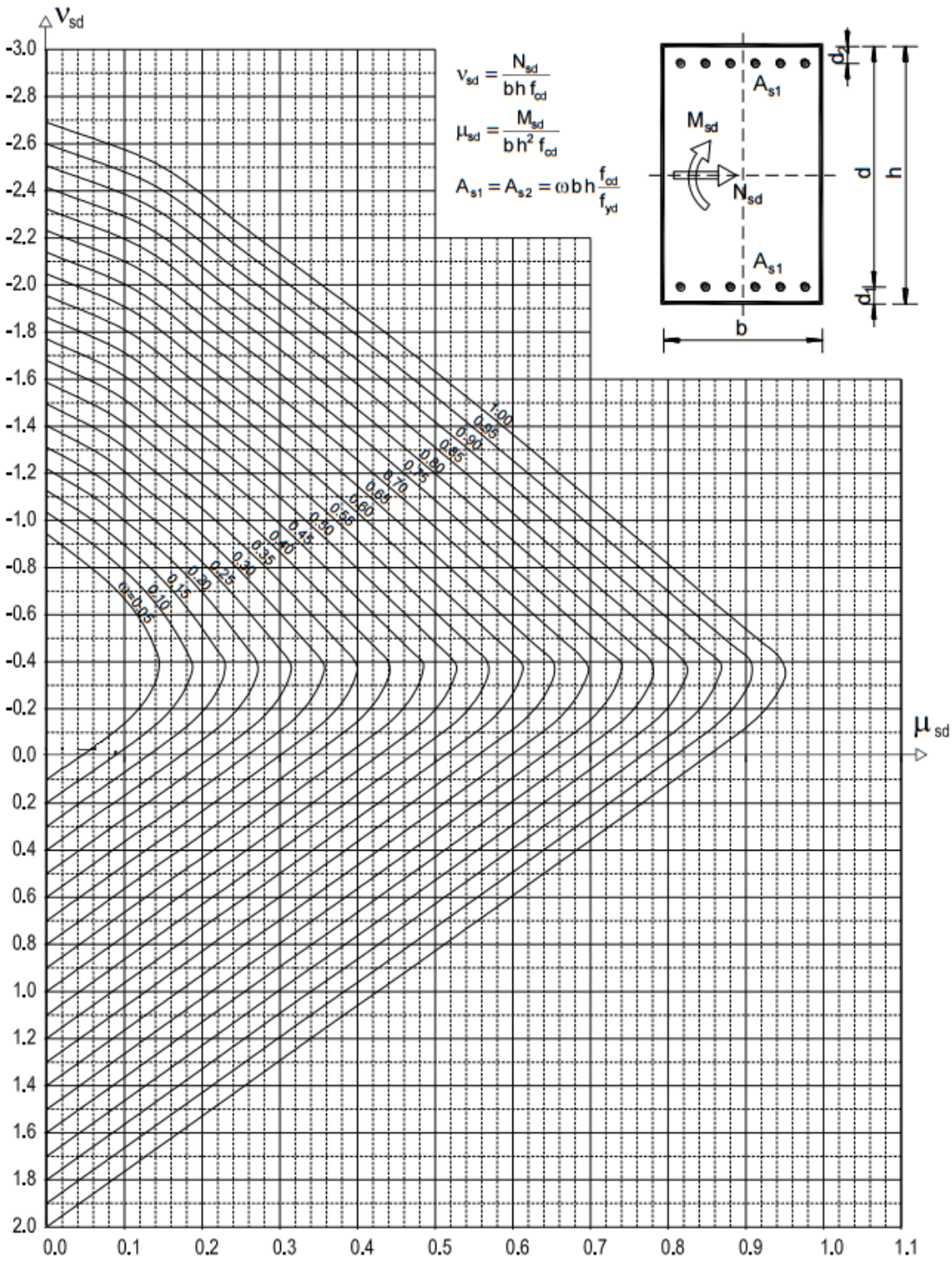
Dimenzije stupa:

b = 25cm

h = 20cm

d_1 = 4cm

d = h - d_1 = 16cm



Slika 5.4. Dijagram interakcije za dimenzioniranje stupova pravokutnog poprečnog presjeka

$$\nu_{sd} = \frac{N_{sd}}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = \frac{-96,83}{20 \cdot 25 \cdot 2,0} = -0,10$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} = \frac{4,96 \cdot 100}{25 \cdot 20^2 \cdot 2,0} = 0,03$$

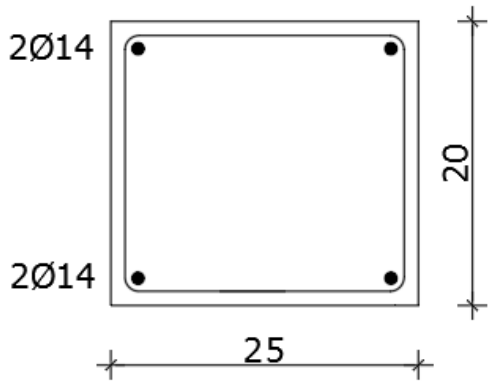
Očitano iz dijagrama interakcije:

$$\omega_{k3} = 0,05$$

$$A_s = \omega \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,05 \cdot 20 \cdot 25 \cdot \frac{2,0}{43,48} = 1,15cm^2$$

$$A_{s,\min} = 0,01 \cdot A_c = 0,01 \cdot 20 \cdot 25 = 5cm^2$$

Odabrana armatura: 4Φ14→A_{s1}=6,16cm^2



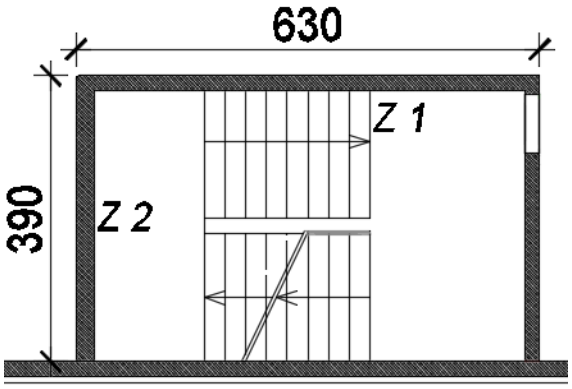
Slika 5.5. Poprečni presjek stupa – usvojena uzdužna armatura

Proračun stupova na poprečnu silu

C 30/37 f_{cd}=30/1.5=20.0 MPa Računska poprečna sile: V_{Ed}=4.61 kN N_{Ed}=96.83 kN	$V_{Rd,C} = \left[C_{Rd} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$ $uz\ uvjet \quad V_{Rd,c} \geq (v_{\min} + k_{1.} \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$ $gdje\ je$ $C_{Rdc} = 0{,}18 / \gamma_c = 0{,}18 / 1{,}5 = 0{,}12$ $k = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{160}} = 2.12 \leq 2 \rightarrow k = 2.0$ $k_1 = 0.15$ $\rho_l = \frac{A_s}{b_w d} = \frac{6.16}{500} = 0.012 < 0.02$ $\sigma_{cp} = \frac{N}{A_c} = \frac{96.83}{500} = 0.19\ MPa$ $v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.54$ $V_{Rd,C} = \left[0.12 \cdot 2.0 \cdot (100 \cdot 0.012 \cdot 30)^{1/3} + 0.15 \cdot 0.19 \right] \cdot 250 \cdot 160 = 32.84\ kN$ $V_{Rd,c} \geq (v_{\min} + k_{1.} \cdot \sigma_{cp}) b_w \cdot d = (0.54 + 0.15 \cdot 0.19) \cdot 250 \cdot 160 = 22.74\ kN$ Dio poprečne sile koje mogu preuzeti tlačne dijagonale: $V_{Rd,\max} = 0.5 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot d$ $v = 0.6 \cdot (1 - \frac{f_{ck}}{250}) = 0.6 \cdot (1 - \frac{30}{250}) = 0.53$ $V_{Rd,\max} = 0.5 \cdot 0.53 \cdot 30.00 \cdot 250 \cdot 160 = 318.00 kN$ $\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,\max}} \approx \frac{4.61}{318.00} = 0.014$ $s_{w,\max} = \min\{0.75 \cdot d; 30cm\} = \min\{15.00; 30.0\} \rightarrow s_{w,\max} = 15cm$ $A_{sw} = \frac{\rho_{\min} \cdot s_w \cdot b_w}{m} = \frac{0.0011 \cdot 12 \cdot 25}{2} = 0.16\ cm^2$ $s_w = 0.6 \cdot s_{w,\max} = 0.6 \cdot 15.0 = 9\ cm$ Odabrane minimalne spone: **Ø8/15 cm** (A_{sw}=0.5 cm^2) Spone na ležajevima: **Ø8/9 cm** (A_{sw}=0.5 cm^2)

5.2. Proračun zidova AB jezgre

5.2.1. Plan pozicija



Slika 5.6. Plan pozicije zidova AB jezgre

5.2.2. Dimenzioniranje AB zidova

Kombinacije opterećenja:

$$K_{1,2} = 1,0 \cdot g + 0,3 \cdot q + 1.0 \cdot S_{x,y}$$

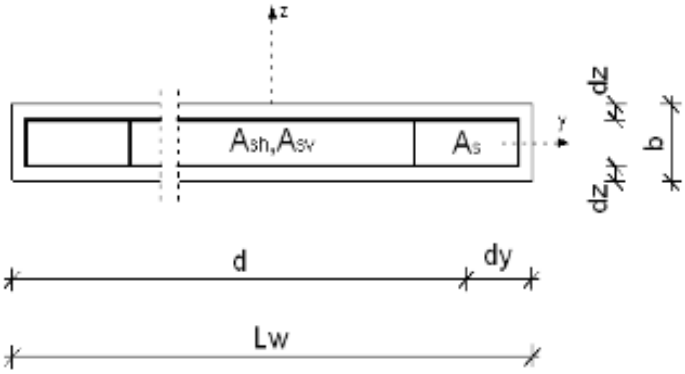
$$K_{3,4} = 1,0 \cdot g + 0,9 \cdot q + 1,5 \cdot W_{x,y}$$

Beton C30/37

C30/37→ $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30,0}{1,5} = 20,0 N/mm^2 = 2,0 kN/cm^2$

Armatura B500B

B500B→ $f_{cd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500,0}{1,15} = 434,78 N/mm^2 = 43,48 kN/cm^2$



Slika 5.7. Poprečni presjek zida

5.2.2.1 Zid Z1

Dimenzije elementa:

$b = 20cm$

$L_w = 630cm$

$H_w = 15{,}20m$

$$c_{nom} = c_{\min} + \Delta c = 2{,}5cm(XCI)$$

$$d_z = c_{nom} + \phi_{sh} + \phi_{sv} / 2 \approx 4{,}0cm$$

$$d_y = c_{nom} + \phi_v + \phi / 2 + 15 \approx 20{,}0cm$$

$$d = L_w - d_y = 610{,}0cm$$

Vitkost zidova:

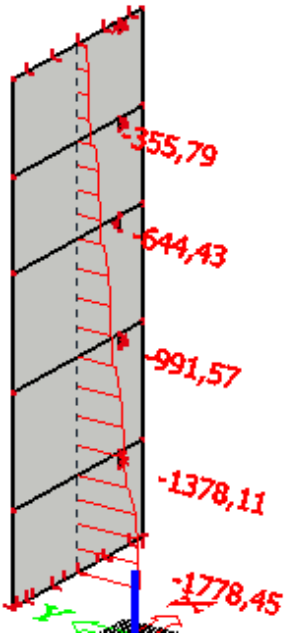
$H_w / L_w = 15{,}20 / 6{,}30 = 2{,}5 > 2 \rightarrow$ *zid je vitak*

Visina kritične zone:

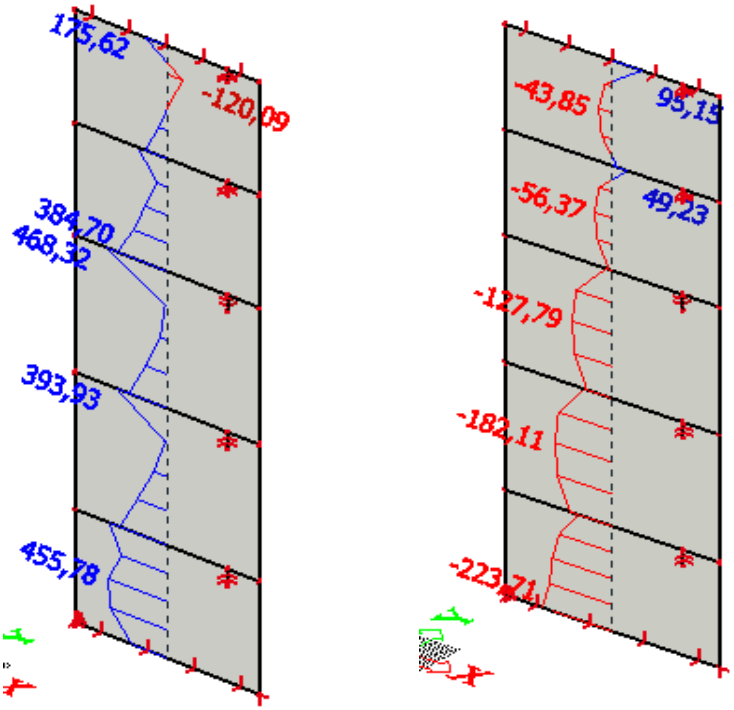
$$h_{cr} = \max(L_w; H_w / 6) = \max(630{,}0cm; 253{,}3cm)$$

$$h_{cr} \leq (2 \cdot L_w; 2 \cdot h_s) \leq (1260{,}0cm; 560{,}0cm)$$

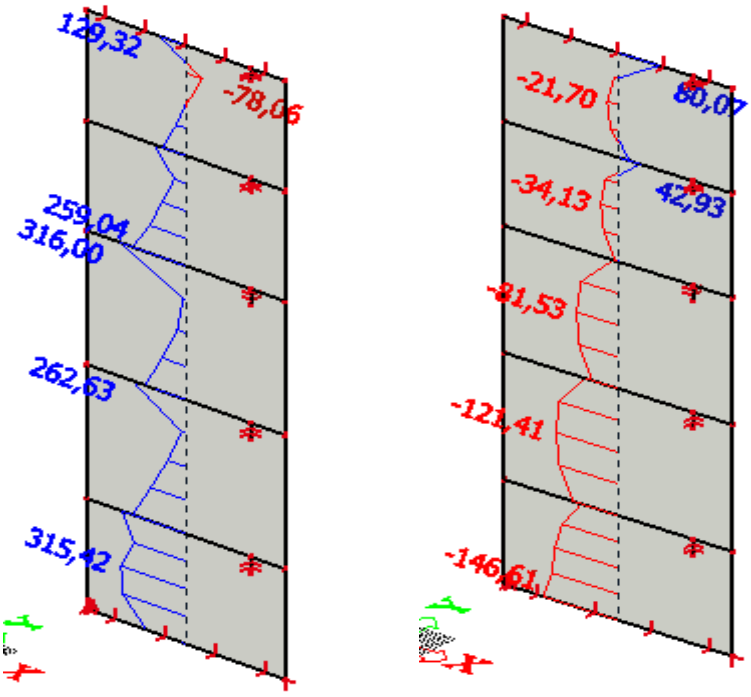
$$h_{cr} = 560{,}0cm$$



Slika 5.8. Uzdužna sila N od stalnog djelovanja



Slika 5.9. Moment Mz i poprečna sila Vy za kombinaciju 1,35G+0.9Q+1.5Wx



Slika 5.10. Moment Mz i poprečna sila Vy za kombinaciju 1,35G+0.3Q+1.5Sx

Proračunske rezne sile:

$M_{Ed} = 455,78$ (kNm)
$N_{Ed} = 1778,45$(kN)
$V_{Ed} = 223,71$(kN)

Dokaz nosivosti na uzdužnu silu i moment savijanja

Računski moment savijanja:

$$M_{Eds} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot \left(d - \frac{h}{2} \right)$$

$$M_{Eds} = 455,78 + 1778,45 \cdot \left(6,1 - \frac{6,3}{2} \right) = 5524,36 kNm$$

Bezdimenzionalna vrijednost momenta savijanja:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{5524,36 \cdot 100}{20 \cdot 610^2 \cdot 2,0} = 0,04$$

Očitano:

$$\varepsilon_{s1} = 10 \,{}^{o}\!/_{oo}, \varepsilon_{c2} = 1,2 \,{}^{o}\!/_{oo}$$

$$\zeta = 0,962, \xi = 0,107$$

Potrebna površina armature:

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} - \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{5524,36 \cdot 100}{0,962 \cdot 610 \cdot 43,48} - \frac{1778,45}{43,48} = -4,72 cm^2 \rightarrow \mathrm{A_{s1}} < 0,00 \text{ cm}^2$$

Potrebna minimalna površina uzdužne vlačne armature u rubovima zida.

Minimalna površina vlačne armature:

$$A_{s1,\min} = 0,0015 \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 20 \cdot 610 = 18,30 cm^2$$

Odabrano: **8Φ18- A_{s1} =20,36cm^2**

Dokaz nosivosti na poprečnu silu

$V_{sd,y} = V_{sd,y}' \cdot \varepsilon$

- $V_{Ed,y}'$ - *računska poprečna sila*
- $V_{Ed,y}$ - *korigirana poprečna sila*
- ε - *korekcijski koeficijent*

$\varepsilon = q = 3,0 \rightarrow faktor_ponašanja$

$V_{Ed,y} = V_{Ed,y}' \cdot q = 223,71 \cdot 3,0 = 671,13kN$

Nosivost tlačnih dijagonala:

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

U kritičnoj zoni:

$$V_{Rd2} = 0,4 \cdot \left(0,7 - \frac{f_{ck}}{200}\right) \cdot f_{cd} \cdot b \cdot 0,8 \cdot d = 0,4 \cdot \left(0,7 - \frac{30}{200}\right) \cdot 20,0 \cdot 20,0 \cdot 0,8 \cdot 590$$

$$V_{Rd2} = 41536,0(kN)$$

Izvan kritične zone:

$$V_{Rd2} = 0,5 \cdot \left(0,7 - \frac{f_{ck}}{200}\right) \cdot f_{cd} \cdot b \cdot 0,8 \cdot d = 0,5 \cdot \left(0,7 - \frac{30}{200}\right) \cdot 20,0 \cdot 20,0 \cdot 0,8 \cdot 610$$

$$V_{Rd2} = 51920,0(kN)$$

$V_{Ed,y} \leq V_{Rd2} \rightarrow$zadovoljeno

Nosivost vlačnih dijagonala hrpta:

$V_{Ed,y} \leq V_{Rd3}$

$V_{Rd3} = V_{cd} + V_{wd}$

Koeficijent smicanja:

$$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{Ed} \cdot L_w} = \frac{455,78}{671,13 \cdot 610} = 0,0011 < 0,3 \rightarrow \alpha_s = 0,3$$

Minimalna površina vertikalne i horizontalne armature:

$$A_{sv,\min} = A_{sh,\min} = 0,0015 \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 20 \cdot 100 = 3,0cm^2 / m'$$

Minimalni promjer šipke armaturne mreže ≥ 8 mm.

Usvojena obostrana armatura: **Q-335 (A_{s1}=6,70 cm^2/m; Φ8 /15 cm)**

Koeficijent armiranja vertikalnom i horizontalnom armaturom:

$$\rho_v = \rho_h = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{5,14}{20 \cdot 100} = 0,00257$$

$$V_{wd} = \rho_v \cdot f_{yk} \cdot b \cdot 0,8 \cdot d = 0,00257 \cdot 50 \cdot 20 \cdot 0,8 \cdot 590$$

$$V_{wd} = 1213,04(kN)$$

Nosivost betona i odabrane uzdužne armature:

$$V_{cd} = \tau_{Rd} \cdot (1,20 + 40 \cdot \rho_v) \cdot b_w \cdot z = 0,034 \cdot (1,20 + 40 \cdot 0,00257) \cdot 20 \cdot 0,8 \cdot 590$$

$$V_{cd} = 418,15(kN)$$

Ukupna nosivost vlačnih dijagonala hrpta :

$$V_{Rd3} = V_{wd} + V_{cd} = 1213,04 + 418,15 = 1631,19(kN)$$

$$V_{Rd3} = 1631,19(kN) > V_{Sd,y} = 671,13(kN)$$

5.2.2.2 Zid Z2

Dimenzije elementa:

b = 20cm

L_w *= 390cm*

H_w *=15,20m*

$$c_{nom} = c_{\min} + \Delta c = 2,5cm(XCI)$$

$$d_z = c_{nom} + \phi_{sh} + \phi_{sv} / 2 \approx 4,0cm$$

$$d_y = c_{nom} + \phi_v + \phi / 2 + 15 \approx 20,0cm$$

$$d = L_w - d_y = 370,0cm$$

Vitkost zidova:

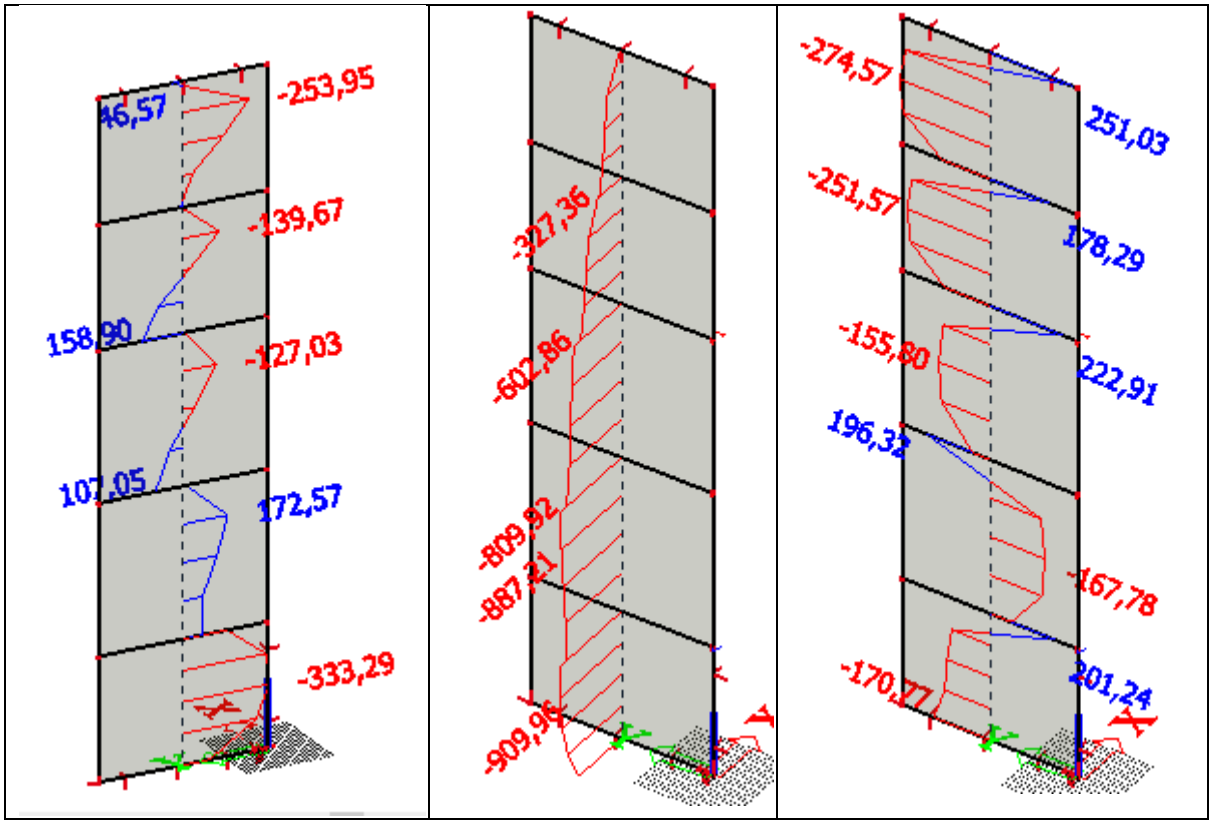
$H_w / L_w = 15,20 / 3,90 = 3,9 > 2 \rightarrow$ *zid je vitak*

Visina kritične zone:

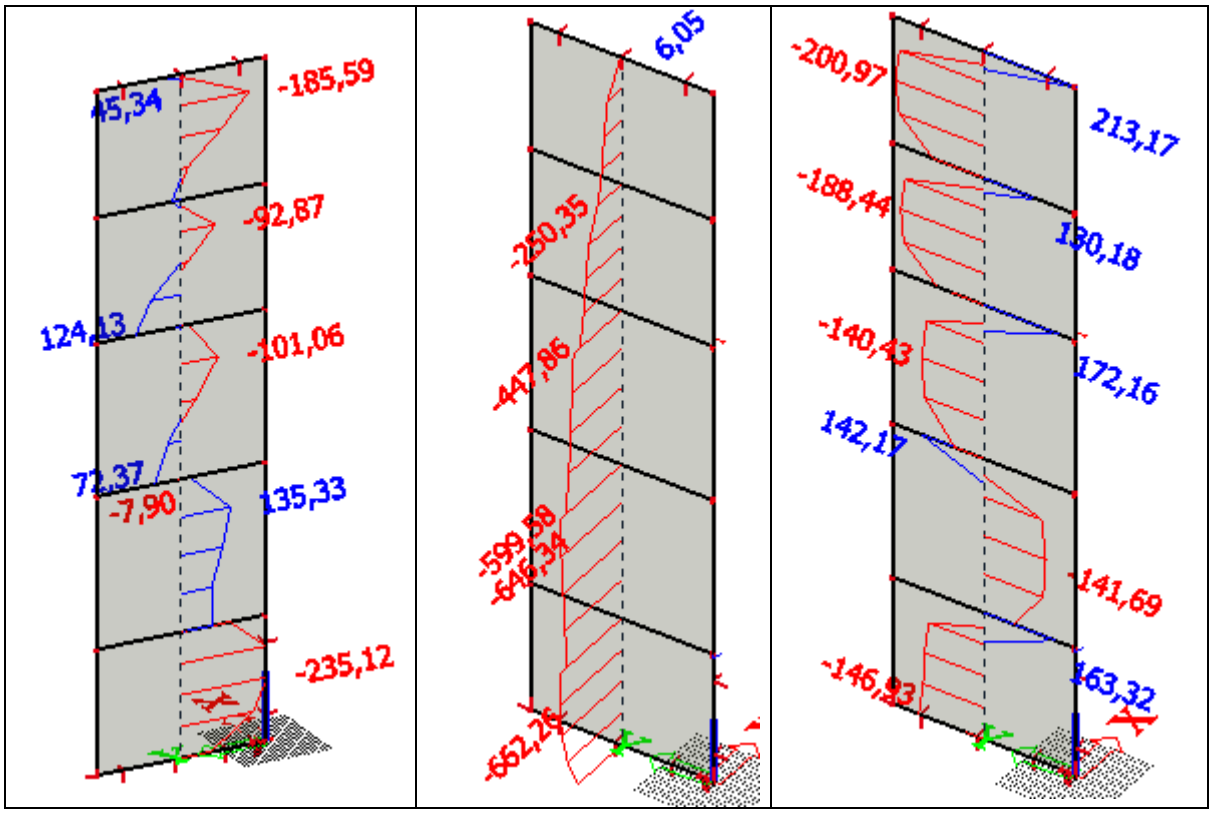
$$h_{cr} = \max(\mathrm{L}_w; H_w / 6) = \max(390,0cm; 253,3cm)$$

$$h_{cr} \leq (2 \cdot L_w; 2 \cdot h_s) \leq (780,0cm; 560,0cm)$$

$$h_{cr} = 560,0cm$$



Slika 5.11. Moment Mz, uzdužna sila N i poprečna sila Vy za kombinaciju 1,35G+0.9Q+1.5Wy



Slika 5.12. Moment Mz, uzdužna sila N i poprečna sila Vy za kombinaciju 1,35G+0.3Q+1.5Sy

Proračunske rezne sile:

$M_{Ed} = 333,29$ (kNm)
$N_{Ed} = 909,96$(kN)
$V_{Ed} = 170,77$(kN)

Dokaz nosivosti na uzdužnu silu i moment savijanja

Računski moment savijanja:

$$M_{Eds} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot \left(d - \frac{h}{2} \right)$$

$$M_{Eds} = 333,29 + 909,96 \cdot \left(3,7 - \frac{3,9}{2} \right) = 1925,72 kNm$$

Bezdimenzionalna vrijednost momenta savijanja:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{192572}{20 \cdot 370^2 \cdot 2,0} = 0,035$$

Očitano:

$$\varepsilon_{s1} = 10 \,{}^{o}\!/_{oo}, \varepsilon_{c2} = 1,1 \,{}^{o}\!/_{oo}$$

$$\zeta = 0,965, \xi = 0,099$$

Potrebna površina armature:

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} - \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{1925,72}{0,965 \cdot 370 \cdot 43,48} - \frac{909,96}{43,48} = -8,53 cm^2 \rightarrow A_{s1} < 0,00 \text{ cm}^2$$

Potrebna minimalna površina uzdužne vlačne armature u rubovima zida.

Minimalna površina vlačne armature:

$$A_{s1,\min} = 0,0015 \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 20 \cdot 370 = 11,10 cm^2$$

Odabrano: **6Φ16- A_{s1} =12,06cm^2**

Dokaz nosivosti na poprečnu silu

$V_{sd,y} = V_{sd,y}' \cdot \varepsilon$

- $V_{Ed,y}'$ - *računska poprečna sila*
- $V_{Ed,y}$ - *korigirana poprečna sila*
- ε - *korekcijski koeficijent*

$\varepsilon = q = 3,0 \rightarrow faktor_ponašanja$

$V_{Ed,y} = V_{Ed,y}' \cdot q = 170,77 \cdot 3,0 = 512,31kN$

Nosivost tlačnih dijagonala:

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

U kritičnoj zoni:

$$V_{Rd2} = 0,4 \cdot \left(0,7 - \frac{f_{ck}}{200}\right) \cdot f_{cd} \cdot b \cdot 0,8 \cdot d = 0,4 \cdot \left(0,7 - \frac{30}{200}\right) \cdot 20,0 \cdot 20,0 \cdot 0,8 \cdot 370$$
$$V_{Rd2} = 26048,0(kN)$$

Izvan kritične zone:

$$V_{Rd2} = 0,5 \cdot \left(0,7 - \frac{f_{ck}}{200}\right) \cdot f_{cd} \cdot b \cdot 0,8 \cdot d = 0,5 \cdot \left(0,7 - \frac{30}{200}\right) \cdot 20,0 \cdot 20,0 \cdot 0,8 \cdot 370$$
$$V_{Rd2} = 32560,0(kN)$$

$V_{Ed,y} \leq V_{Rd2} \rightarrow$zadovoljeno

Nosivost vlačnih dijagonala hrpta:

$V_{Ed,y} \leq V_{Rd3}$

$V_{Rd3} = V_{cd} + V_{wd}$

Koeficijent smicanja:

$$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{Ed} \cdot L_w} = \frac{333,39}{512,31 \cdot 390} = 0,0017 < 0,3 \rightarrow \alpha_s = 0,3$$

Minimalna površina vertikalne i horizontalne armature:

$A_{sv,\min} = A_{sh,\min} = 0,0015 \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 20 \cdot 100 = 3,0cm^2 / m'$

Minimalni promjer šipke armaturne mreže ≥ 8 mm.

Usvojena obostrana armatura: **Q-335 (A_{s1}=6,70 cm^2/m; Φ8 /15 cm)**

Koeficijent armiranja vertikalnom i horizontalnom armaturom:

$$\rho_v = \rho_h = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{5,14}{20 \cdot 100} = 0,00257$$

$$V_{wd} = \rho_v \cdot f_{yk} \cdot b \cdot 0,8 \cdot d = 0,00257 \cdot 50 \cdot 20 \cdot 0,8 \cdot 370$$

$$V_{wd} = 760,72\left(kN\right)$$

Nosivost betona i odabrane uzdužne armature:

$$V_{cd} = \tau_{Rd} \cdot \left(1,20 + 40 \cdot \rho_v\right) \cdot b_w \cdot z = 0,034 \cdot \left(1,20 + 40 \cdot 0,00257\right) \cdot 20 \cdot 0,8 \cdot 370$$

$$V_{cd} = 262,23\left(kN\right)$$

Ukupna nosivost vlačnih dijagonala hrpta :

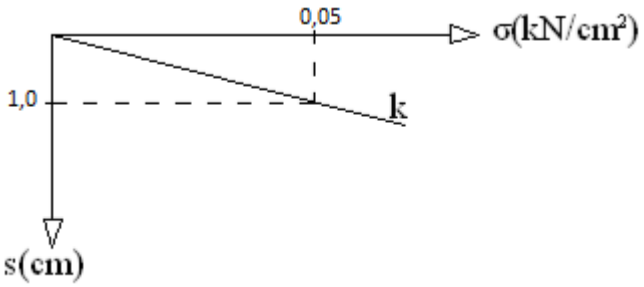
$$V_{Rd3} = V_{wd} + V_{cd} = 760,72 + 262,23 = 1022,95\left(kN\right)$$

$$V_{Rd3} = 1022,95\left(kN\right) > V_{Ed,y} = 512,31\left(kN\right)$$

6 PRORAČUN TEMELJNE PLOČE

6.1. Proračun koeficijenta reakcije podloge

Koeficijent posteljice tla određen je preko dopuštenog naprezanja u tlu i dopuštenog slijeganja.



Slika 6.1. Dijagram odnosa naprezanja u tlu i slijeganja

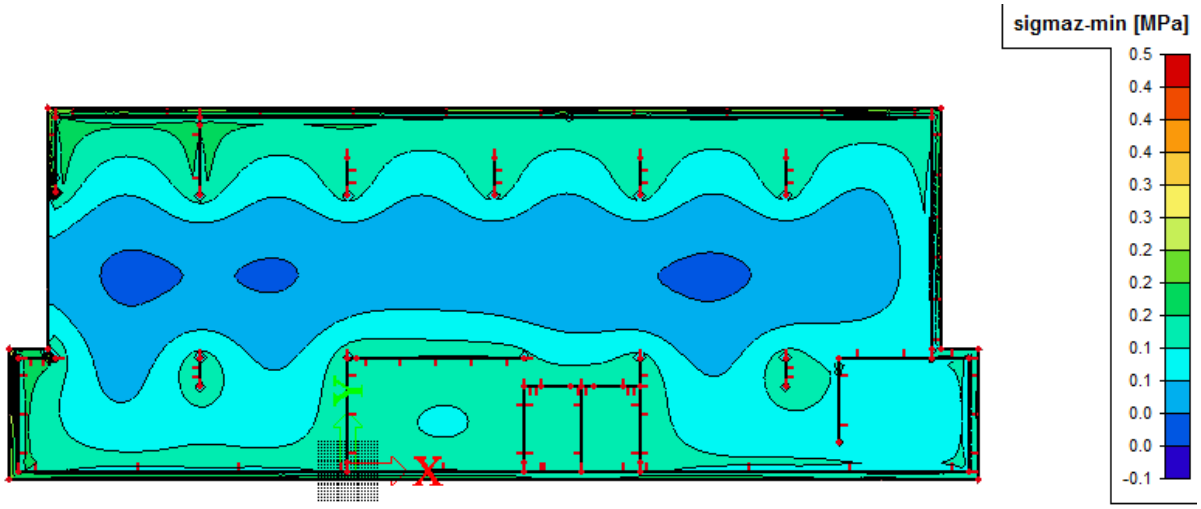
$$\sigma_{dop} = 0,05kN/cm^2 = 500kN/m^2 = 500kPa = 0,5MPa$$

$$k_s = \frac{\sigma_{dop}}{s} = \frac{0,05(kN/cm^2)}{1,0(cm)} = 0,05kN/cm^3 = 50000kN/m^3 = 50MN/m^3$$

6.2. Prikaz naprezanja

Uobičajena kombinacija:

$$K = 1,35 \cdot g + 1,5 \cdot q$$



Slika 6.2.. Prikaz max. naprezanja temeljne ploče

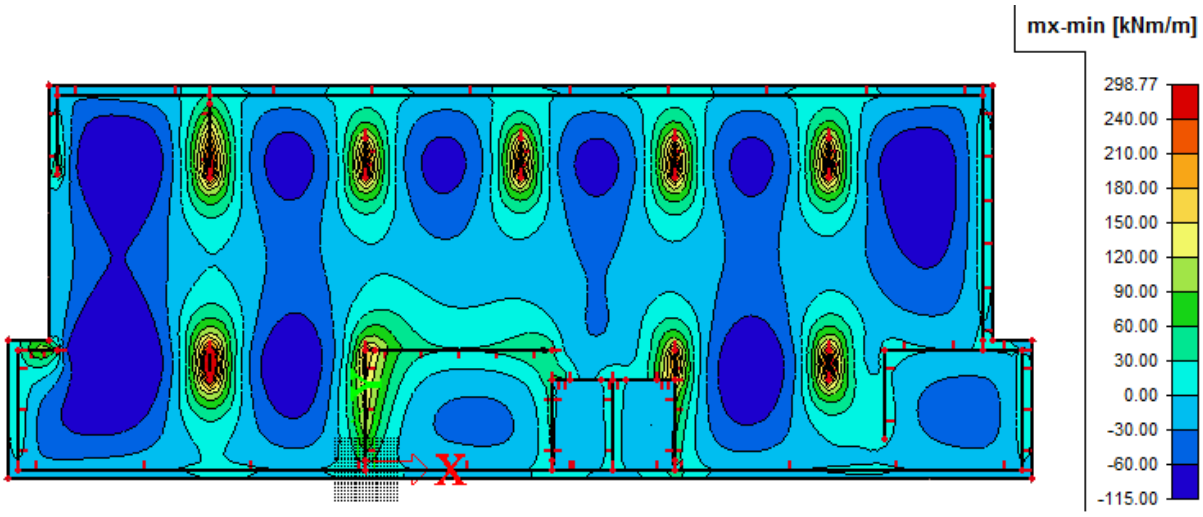
6.3. Rezultati proračuna

Uobičajena kombinacija:

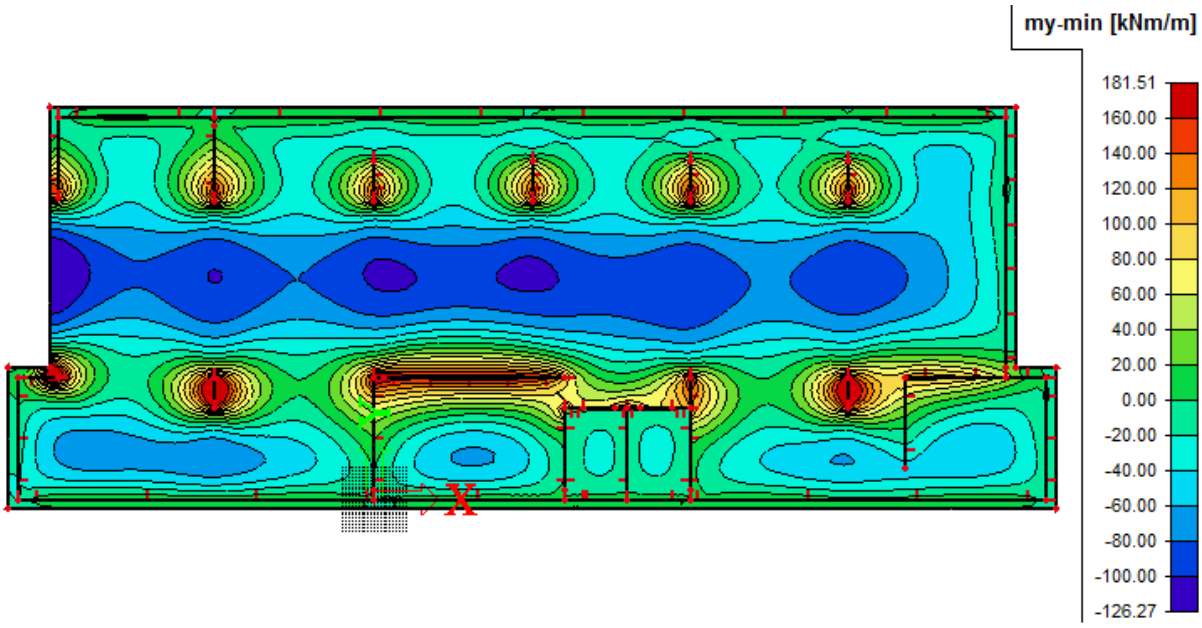
$$GSN1 = 1{,}35 \cdot g + 1{,}5 \cdot q$$

Seizmičke kombinacije:

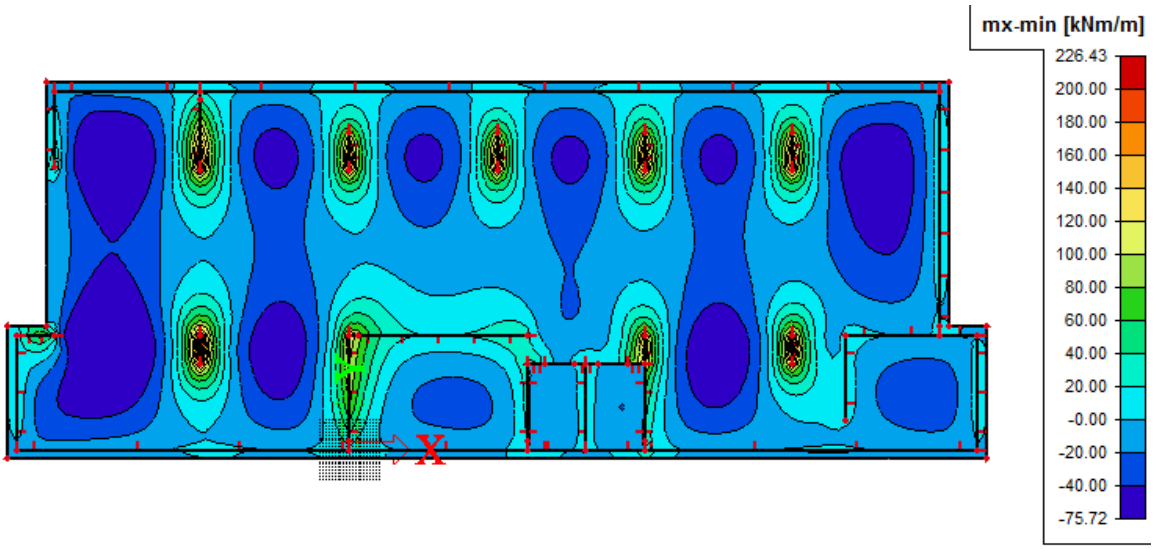
$$POTx = 1{,}0 \cdot g + 0{,}3 \cdot q + 1{,}0 \cdot S_x \qquad POTy = 1{,}0 \cdot g + 0{,}3 \cdot q + 1{,}0 \cdot S_y$$



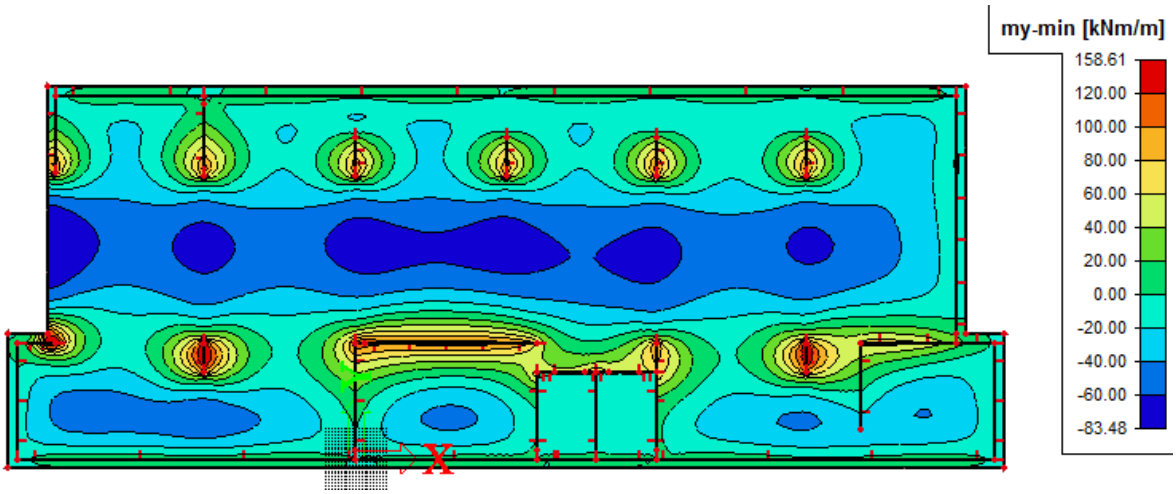
Slika 6.3. Moment savijanja Mx za kombinaciju GSN1



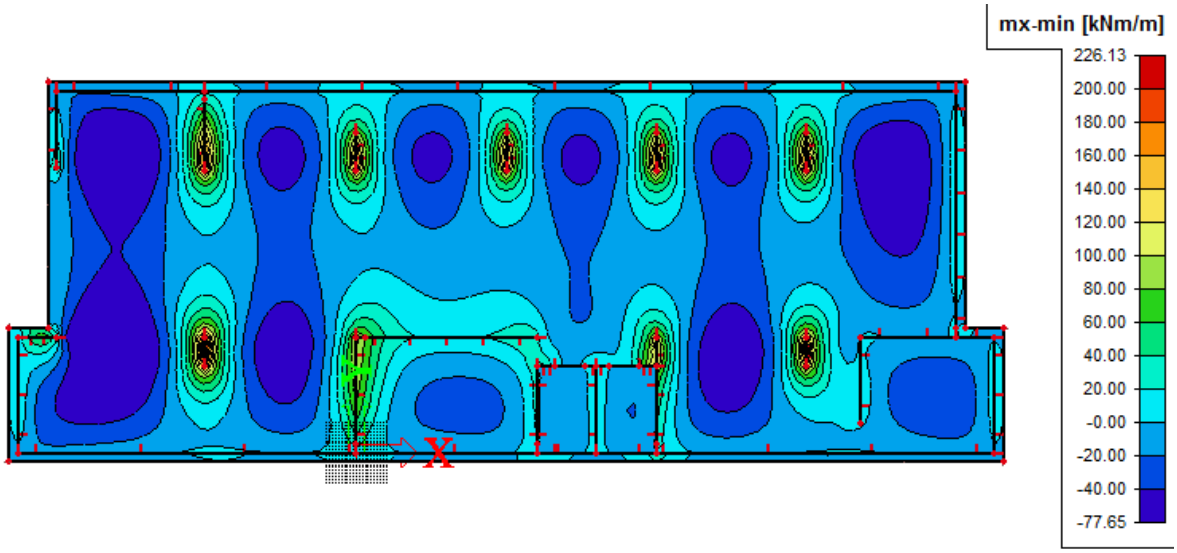
Slika 6.4. Moment savijanja My za kombinaciju GSN1



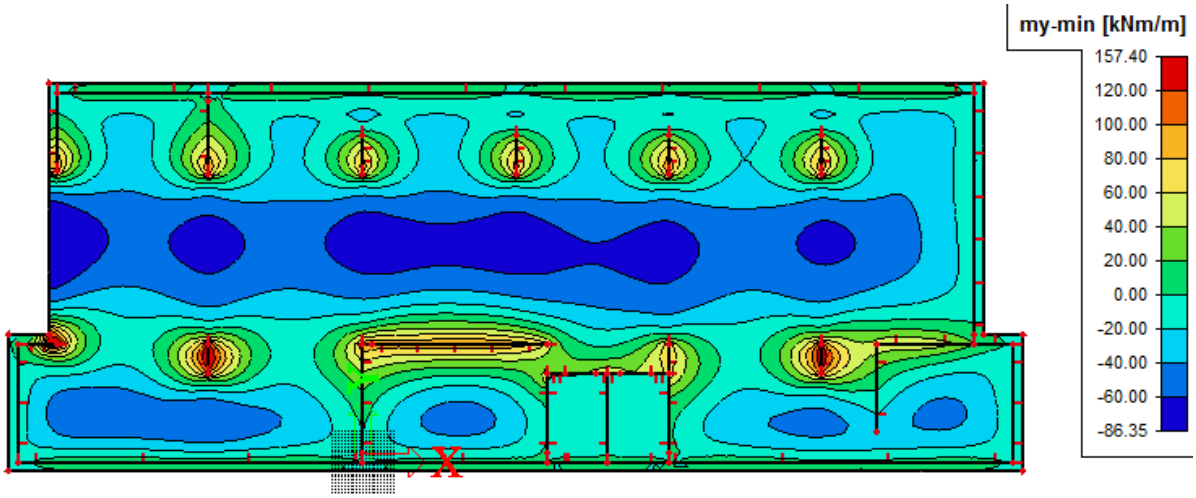
Slika 6.5. Moment savijanja Mx za kombinaciju POTx



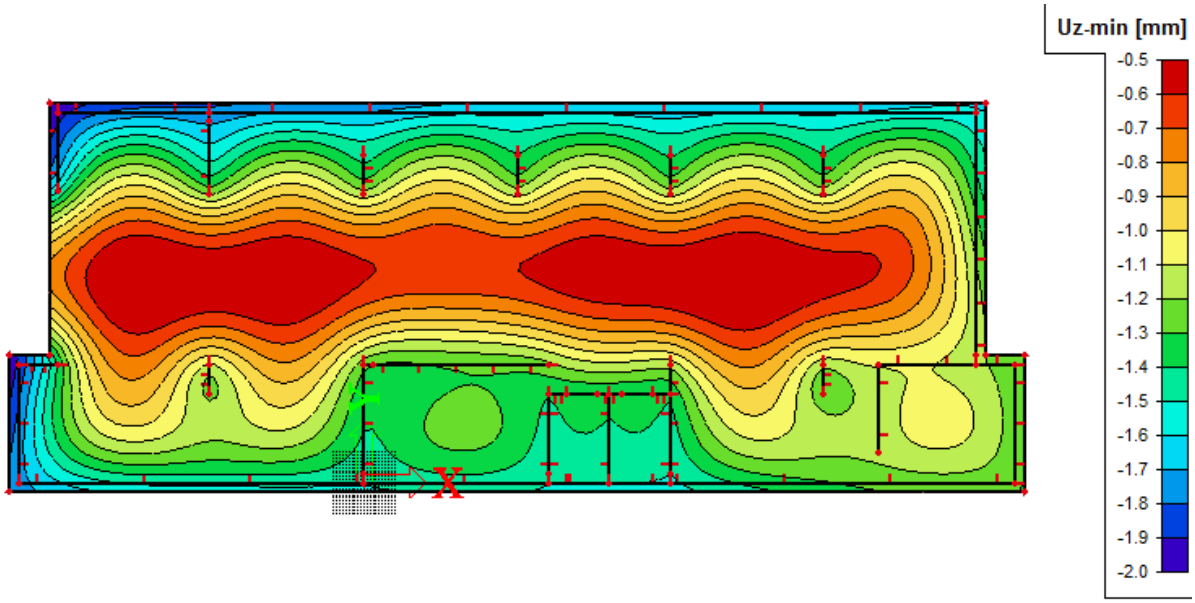
Slika 6.6. Moment savijanja My za kombinaciju POTx



Slika 6.7. Moment savijanja Mx za kombinaciju POTy



Slika 6.8. Moment savijanja My za kombinaciju POTy



Slika 6.9. Slijeganje temeljne ploče Uz usljed djelovanja stalnog i promjenjivog opterećenja

6.4. Proračun temeljne ploče

Odabrane dimenzije ploče:

h = 60cm

d = h –d₁ =60-10 =50cm

Beton C30/37

C30/37→ $$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30,0}{1,5} = 20,0N/mm^2 = 2,0kN/cm^2$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30,0}{1,3} = 23,1N/mm^2 = 2,31kN/cm^2$$

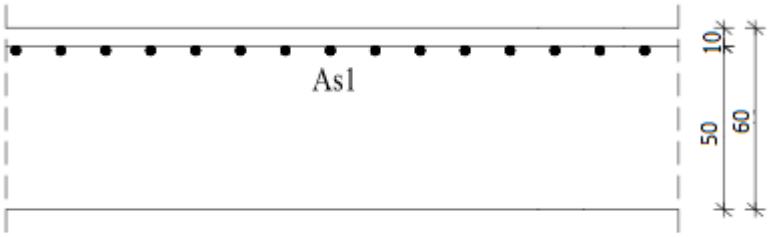
$$\tau_{rd} = 0,34N/mm^2 = 0,034kN/cm^2$$

Armatura B500B

B500B→ $$f_{cd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500,0}{1,15} = 434,78N/mm^2 = 43,48kN/cm^2$$

$$f_{cd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500,0}{1,0} = 500,0N/mm^2 = 50,0kN/cm^2$$

6.4.1. Dimenzioniranje temeljne ploče u polju (gornja zona)



Slika 6.10. Skica armature u gornjoj zoni

Mjerodavna kombinacija GSN1:

Moment savijanja: M_{Ed} = 126,27 kNm

Bezdimenzionalna vrijednost momenta savijanja:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{12627}{100 \cdot 50^2 \cdot 2,3} = 0,022$$

Očitano:

$$\varepsilon_{s1} = 10 \,{}^{o}\!/_{oo}, \varepsilon_{c2} = 0,9 \,{}^{o}\!/_{oo} \quad \zeta = 0,971, \xi = 0,083$$

Potrebna površina armature:

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{12627}{0,971 \cdot 50 \cdot 50,0} = 5,20 cm^2$$

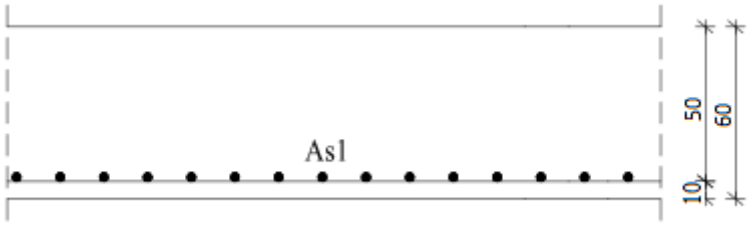
Minimalna površina armature:

$$A_{s1,\min} = 0,0015 \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 100 \cdot 50 = 7,5 cm^2 / m'$$

Odabrana armatura:

$A_{s1,odab}$ = Q-785 = 7,85 cm^2/m’

6.4.2. Dimenzioniranje temeljne ploče (donja zona)



Slika 6.11. Skica armature u donjoj zoni

Mjerodavna kombinacija GSN1:

Moment savijanja: M_{Ed} = 298,77 kNm

Bezdimenzionalna vrijednost momenta savijanja:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{29877}{100 \cdot 50^2 \cdot 2,3} = 0,052$$

Očitano:

$$\varepsilon_{s1} = 10 \,{}^{o}\!/_{oo}, \varepsilon_{c2} = 1,4 \,{}^{o}\!/_{oo} \quad \zeta = 0,956, \xi = 0,123$$

Potrebna površina armature:

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{29877}{0,956 \cdot 50 \cdot 50,0} = 11,50 cm^2$$

Minimalna površina armature:

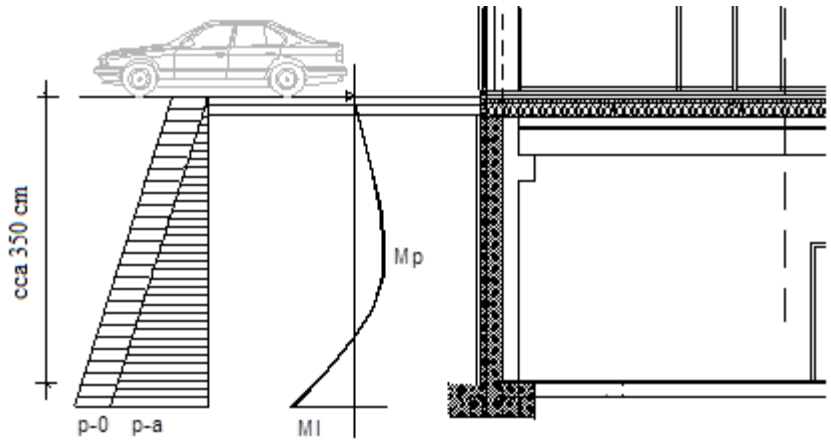
$$A_{s1,\min} = 0,0015 \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 100 \cdot 50 = 7,5 cm^2 / m'$$

Odabrana armatura:

$A_{s1,odab}$ = Q-785 + 4 Ø12 = 7,85cm^2 +4,52 cm^2 = 12,37 cm^2/m’

7 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 sa svih strana oko podzemne garaže. Opterećen je aktivnim tlakom tla (p_a), te dodatnim tlakom (p_0). Zid je dreniran, a 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.



Slika 7.1. Skica opterećenja obodnog zida garaže

7.1.Dimenzioniranje zida

k_a= 0.4 (koeficijent tlaka mirovanja)

$$p_0 = 15.0\ kN/m^2$$

$$p_a = \gamma_{zem} \cdot h \cdot k_a = 19 \cdot 3.5 \cdot 0.4 = 26.6\ kN/m^2$$

$$M_{L,pa} = \frac{p_a \cdot l^2}{15} = \frac{26.6 \cdot 3.5^2}{15} = 21.72\ kNm/m \quad ; \qquad M_{L,p0} = \frac{p_0 \cdot l^2}{8} = \frac{15.0 \cdot 3.5^2}{8} = 22.97\ kNm/m$$

$$M_{P,pa} = \frac{p_a \cdot l^2}{15 \cdot \sqrt{5}} = \frac{26.6 \cdot 3.5^2}{15 \cdot \sqrt{5}} = 9.71\ kNm/m \quad ; \qquad M_{P,p0} = \frac{9 \cdot p_0 \cdot l^2}{128} = \frac{9 \cdot 15.0 \cdot 3.5^2}{128} = 12.92\ kNm/m$$

$$M_{L,sd} = \gamma_q \cdot \left(M_{L,pa} + M_{L,p0}\right) = 1.5 \cdot \left(21.72 + 22.97\right) = 67.03\ kNm/m$$

$$M_{P,sd} = \gamma_q \cdot \left(M_{P,pa} + M_{P,p0}\right) = 1.5 \cdot (9.71 + 12.92) = 33.94\ kNm/m$$

Dimenzioniranje se provodi samo na moment savijanja bez uzdužne tlačne sile, čime smo na strani sigurnosti.

Vanjska strana zida

Maksimalni moment	**b**	100,00	cm			
(uobičajena komb.)	**h**	20,00	cm	**C 30/37**		
C 30/37	**d_1 (d_2)**	2,50	cm	**f_{cd}**	2,00	kN/cm^2
f_{cd}=30/1.5=20.0 MPa	**d**	17,50	cm	**f_{yd}**	43,48	kN/cm^2
B 500B	**M_{sd}**	67,03	kNm	**Jednostruko armiranje**		
f_{yd}=500/1.15=434.8 MPa	**N_{sd}**	0,00	kN	**w**	0,107	
M_{sd}= 67.03 kNm	**e_{s1}**	10,0	‰	**r**	0,100	%
N_{sd}= 0.0 kN	**e_{c2}**	3,5	‰	**x**	0,180	
	M_{sds}	67,03	kNm	**z**	0,931	
	$M_{Rd,lim}$	97,39	kNm	**A_{s1}**	9,46	cm^2
	m_{sd}	0,109		**A_{s2}**	0,00	cm^2
				$A_{s,min}$	1,75	cm^2
	Odabrana armatura: **Ø18/20 (A_s=12.70 cm^2/m)**					

Unutarnja strana zida:

Maksimalni moment	**b**	100,00	cm			
(uobičajena komb.)	**h**	20,00	cm	**C 30/37**		
C 30/37	**d_1 (d_2)**	2,50	cm	**f_{cd}**	2,00	kN/cm^2
f_{cd}=30/1.5=20.0 MPa	**d**	17,50	cm	**f_{yd}**	43,48	kN/cm^2
B 500B	**M_{sd}**	33,94	kNm	**Jednostruko armiranje**		
f_{yd}=500/1.15=434.8 MPa	**N_{sd}**	0,00	kN	**w**	0,056	
M_{sd}= 33.94 kNm	**e_{s1}**	10,0	‰	**r**	0,100	%
N_{sd}= 0.0 kN	**e_{c2}**	3,5	‰	**x**	0,123	
	M_{sds}	33,94	kNm	**z**	0,956	
	$M_{Rd,lim}$	97,39	kNm	**A_{s1}**	4,67	cm^2
	m_{sd}	0,055		**A_{s2}**	0,00	cm^2
				$A_{s,min}$	1,75	cm^2
	Odabrana armatura: **Ø12/20 (A_s=5.65 cm^2/m)**					

Razdjelna armatura: **Ø12/25 (A_s=6.16 cm^2/m).**

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

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju:

$$M_{L,sd} = \gamma_q \cdot \left(M_{L,pa} + M_{L,p0}\right) = 1.0 \cdot \left(21.72 + 22.97\right) = 44.69\, kNm/m$$

b =	100,0	cm	d =	17,5	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} =	12,70	cm^2	A_{s2} =	0,00	cm^2	$d_1 = d_2$ =	2,5	cm
E_s =	200,00	GN/m^2	E_{cm} =	32,80	GN/m^2	$a_e = E_s/E_{cm}$ =	6,10	
M_{Ed} =	44,7	kNm	k_t =	0,40				
s_s =	219,88	MN/m^2						
x =	4,49	cm	$r_{p,eff}$ =	0,0203				
$(e_{sm}-e_{cm})$ =	0,000779	>	$0.6 \cdot s_s/E_s$ =	0,000660				
Ø =	18,0	mm	c =	2,50	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	235,59	mm						

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

Pukotine zadovoljavaju!

8 PRORAČUN STUBIŠTA

Stubišta u objektu su predviđena kao klasično armirani betonski elementi. Debljina ploče stubišta je 15 cm.

Stubišta se izvode kao monolitni elementi lijevani u jednostranoj oplati na licu mjesta. Za sve elemente predviđen je beton C 30/37, $\varnothing_{agr} \leq 32$ mm, te armatura B 500B. Zaštitni slojevi betona do armature iznose min. 3.0 cm.

Vidljivo je da je za sva stubišta krak isti i iznosi 260 cm.

Proračun stubišta:

$$q_{st} = 1.35 \cdot g + 1.5 \cdot q = 1.35 \cdot 6.43 + 1.5 \cdot 3.0 = 13.18 \ kN/m^2$$

$$M_u \approx \frac{q_{st} \cdot l^2}{8} = \frac{13{,}18 \cdot 2.70^2}{8} = 12.01 \ kNm$$

Dimenzioniranje:

C 30/35 f_{cd}=30/1.5=20.0MPa M_{Ed}=12.01 kNm	**b**	100,00	cm			
	h	15,00	cm	**C 30/37**		
	d_1 (d_2)	3,00	cm	**f_{cd}**	2,00	kN/cm^2
	d	12,00	cm	**f_{yd}**	43,48	kN/cm^2
	M_{ed}	11,99	kNm	**Jednostruko armiranje**		
	N_{ED}	0,00	kN	**w**	0,027	
	e_{s1}	10,0	‰	**r**	0,100	%
	e_{c2}	1,2	‰	**x**	0,083	
	M_{sds}	12,01	kNm	**z**	0,971	
	$M_{Rd,lim}$	45,79	kNm	**A_{s1}**	2,37	cm^2
	m_{sd}	0,042		**A_{s2}**	0,00	cm^2
				$A_{s,min}$	1,50	cm^2
	Odabrana armatura: **Q-283 (A_a=2.83 cm^2/m)**					

9 GRAFIČKI PRILOZI

9.1. Tlocrt podruma

9.2. Tlocrt prizemlja

9.3. Tlocrt 1. kata

9.4. Tlocrt 3. kata

9.5. Tlocrt 3. kata

9.6. Tlocrt krova

9.7. Poprečni presjek A-A

9.8. Poprečni presjek B-B

9.9. Poprečni presjek C-C

9.10. Južno pročelje

9.11. Istočno pročelje

9.12. Sjeverno pročelje

9.13. Zapadno pročelje

10 ARMATURNI NACRTI

10.1. Armaturni nacrt međukatne ploče, pozicija 200, donja zona

10.2. Armaturni nacrt međukatne ploče, pozicija 200, gornja zona

10.3. Armaturni nacrt krovne ploče, pozicija 500, donja zona

10.4. Armaturni nacrt krovne ploče, pozicija 500, gornja zona

10.5. Armaturni nacrt okvira u podrumu

10.6. Armaturni nacrt temeljne ploče, pozicija 000, donja zona

10.7. Armaturni nacrt temeljne ploče, pozicija 000, gornja zona

11 LITERATURA

[1] J. Radić i suradnici: Betonske konstrukcije-priručnik.

[2] Radnić J., Harapin A. OSNOVE BETONSKIH KONSTRUKCIJA-Interna skripta, Split, 2007.

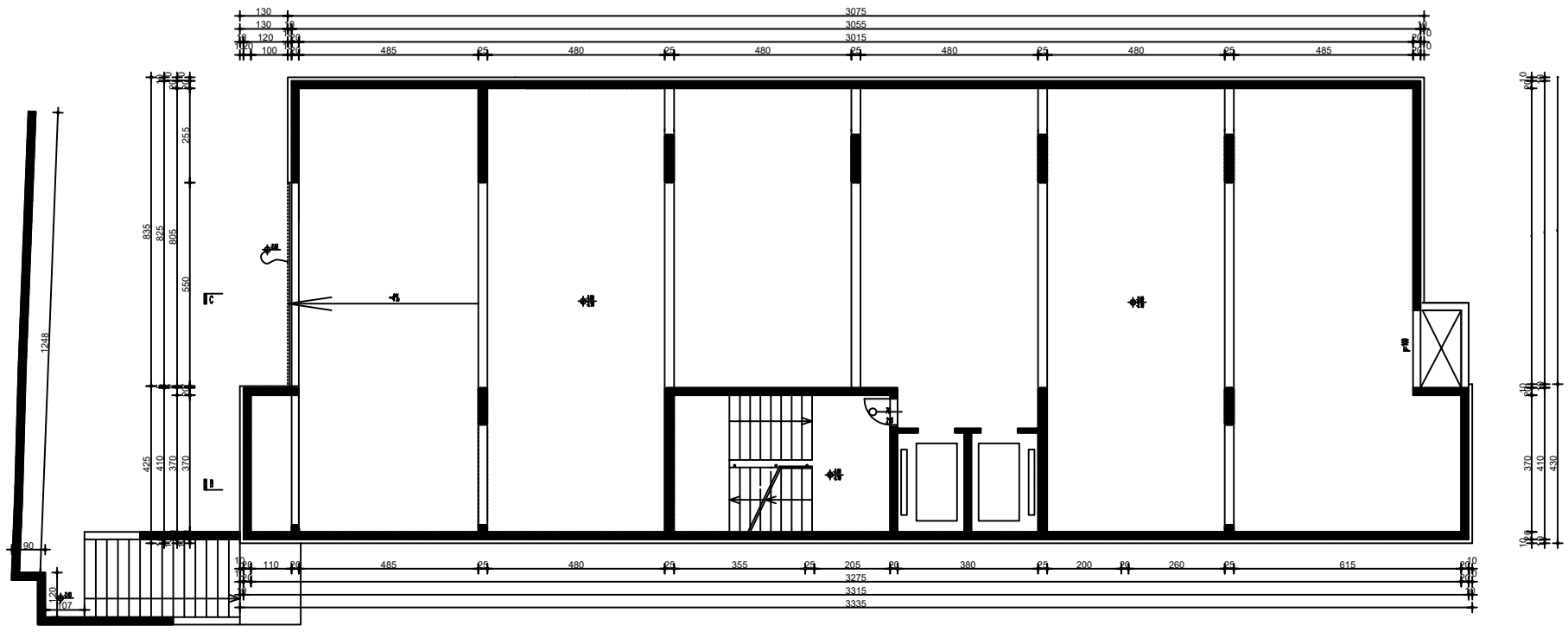
[3] Tomičić, I. BETONSKE KONSTRUKCIJE, treće izmijenjeno i dopunjeno izdanje, Zagreb, 1996.

[4] Harapin, A. DIMENZIONIRANJE BETONSKIH KONSTRUKCIJA PREMA TPBK (EC2)

[5] EN 1992 Eurokod 2, Proračun betonskih konstrukcija, CEN-Belgija 2004.

[6] EN 1998 Eurokod 8, Projektiranje konstrukcija na potresno opterećenje, CEN-Belgija, 2004.

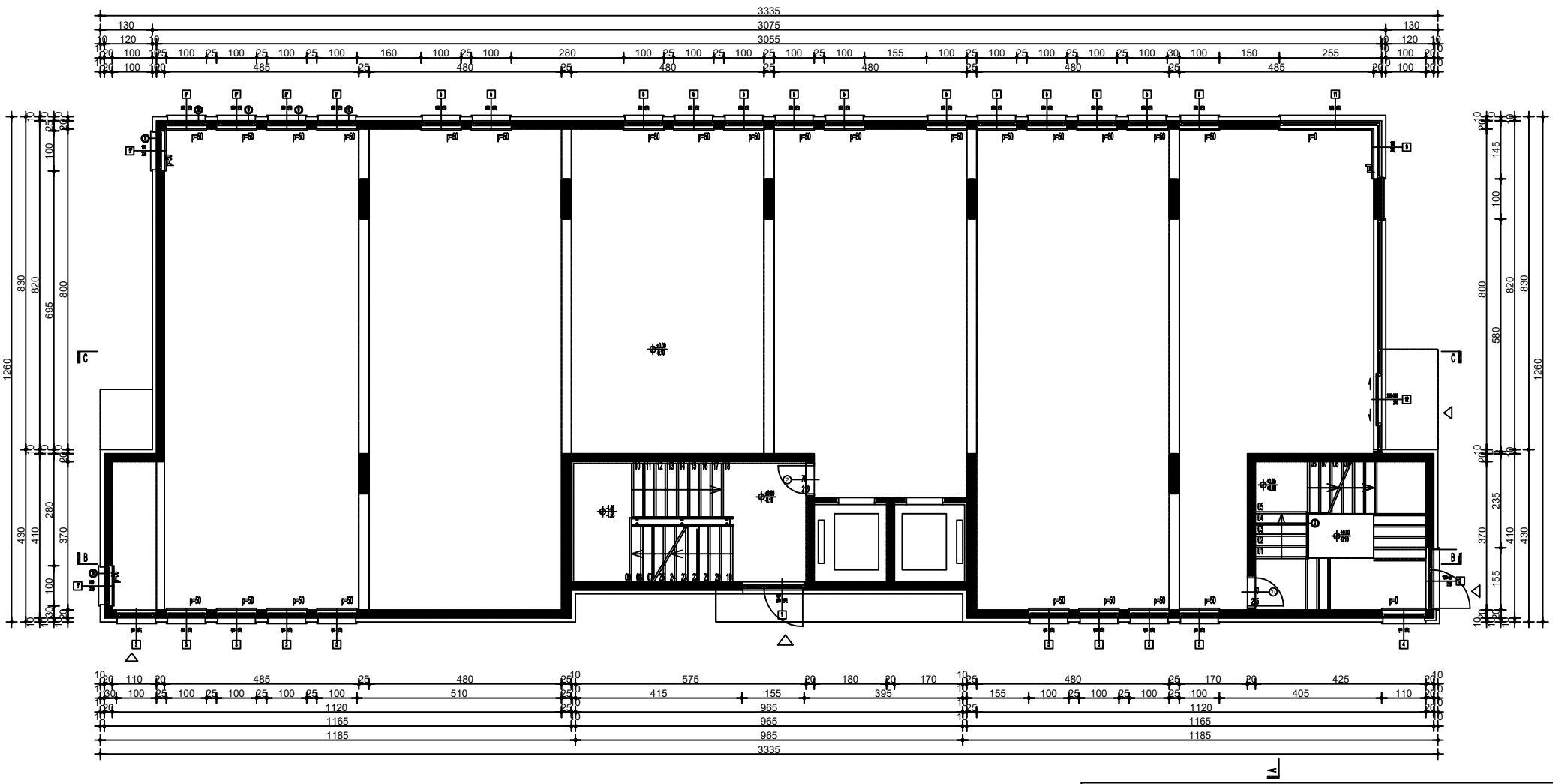
TLOCRT GARAŽE



SVEUČILIŠTE U SPLITU ◇ FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

Predmet : DIPLOMSKI RAD	U Splitu, rujan 2016.
Katedra: Katedra za betonske konstrukcije i mostove	
Mentor : Prof.dr.sc. Domagoj Matešan	
Student : Dujić, Danica 553	Mjerilo: 1:100
Sadržaj : TLOCRT GARAŽE	Prilog br. 9.1

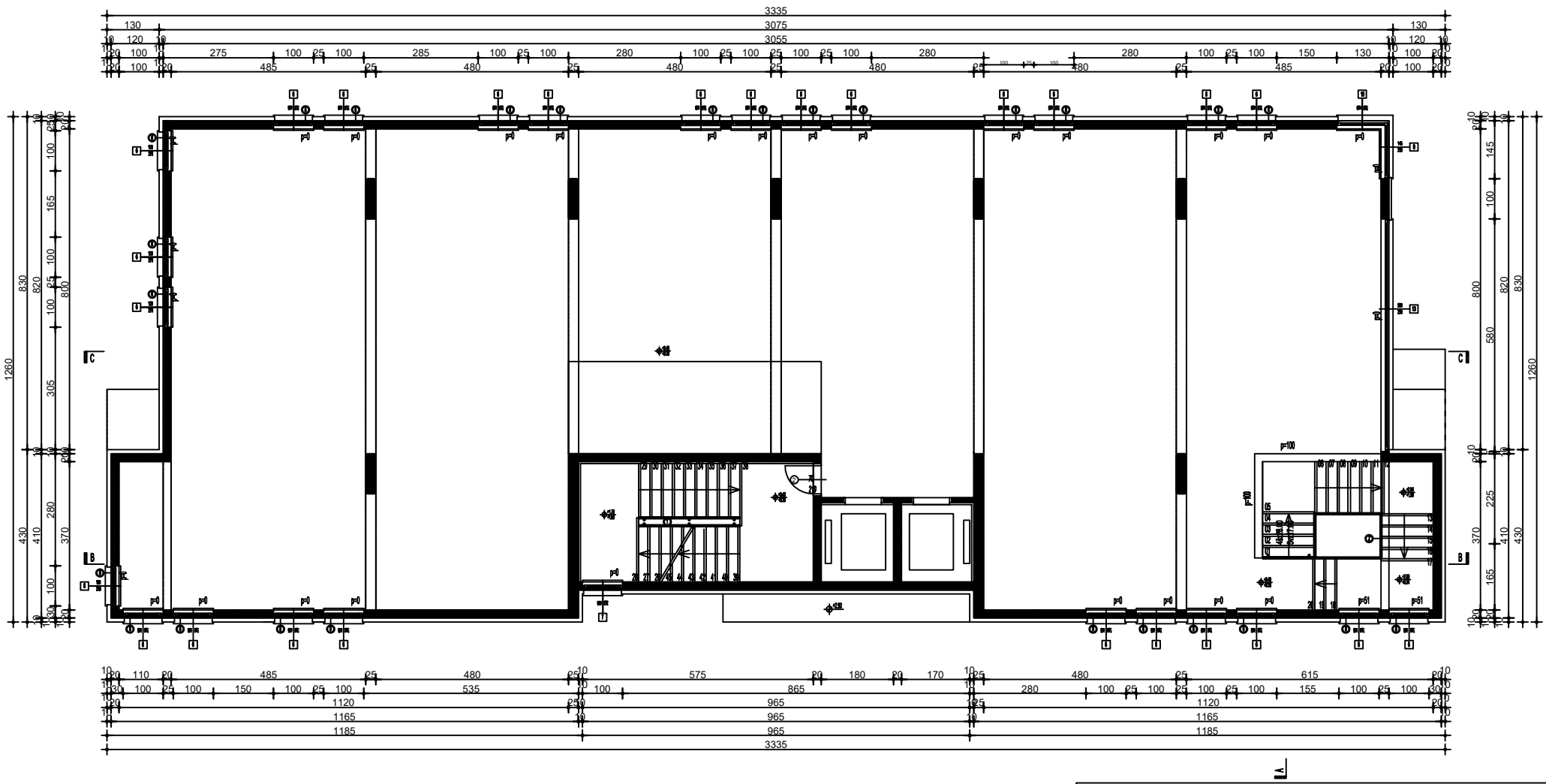
TLOCRT PRIZEMLJA



SVEUČILIŠTE U SPLITU ◇ FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

Predmet : DIPLOMSKI RAD	U Splitu, rujan 2016.
Katedra: Katedra za betonske konstrukcije i mostove	
Mentor : Prof.dr.sc. Domagoj Matešan	
Student : Dujić, Danica 553	Mjerilo: 1:100
Sadržaj : TLOCRT PRIZEMLJA	Prilog br. 9.2

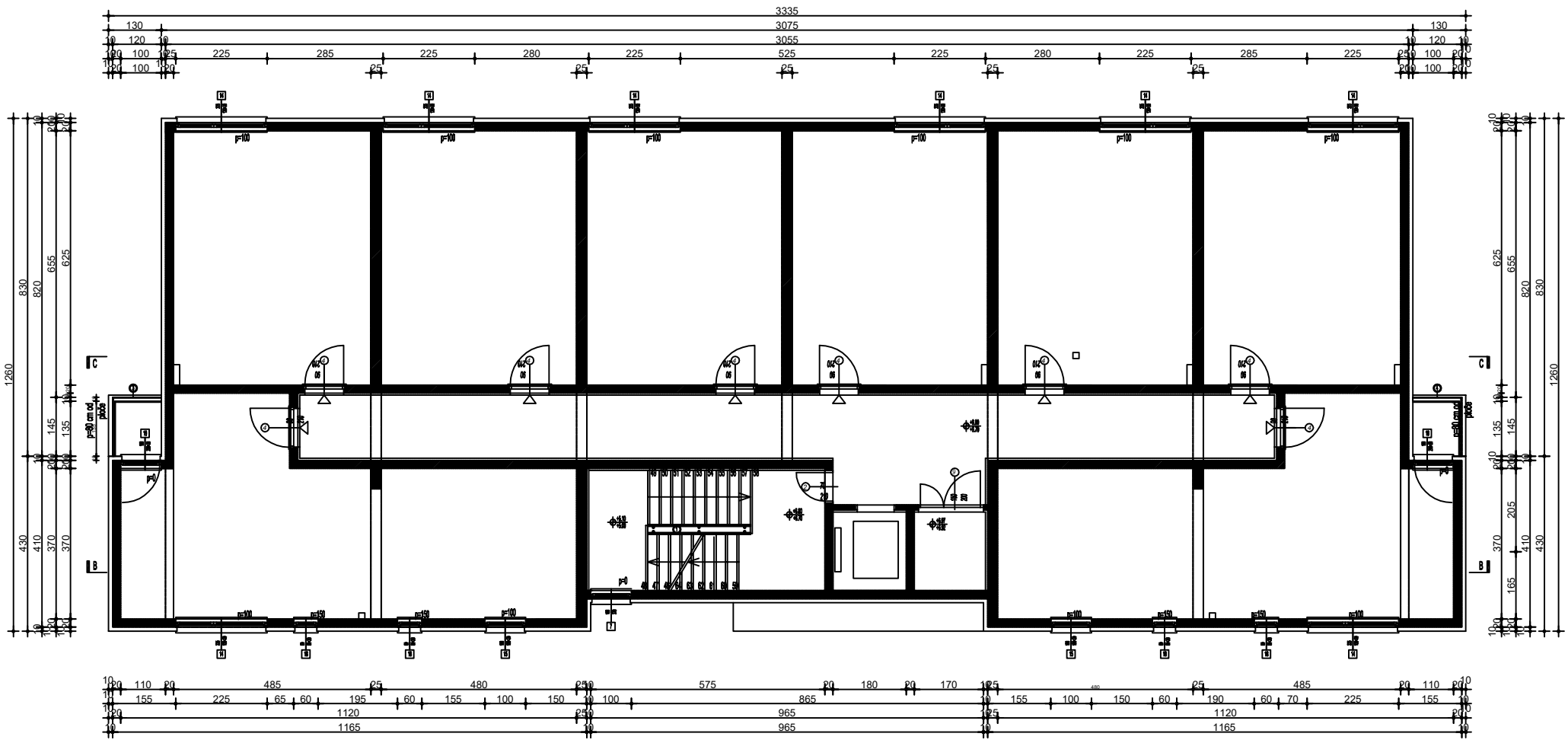
TLOCRT 1.KATA



SVEUČILIŠTE U SPLITU ◇ FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

Predmet : DIPLOMSKI RAD	U Splitu, rujan 2016.
Katedra: Katedra za betonske konstrukcije i mostove	
Mentor : Prof.dr.sc. Domagoj Matešan	
Student : Dujić, Danica 553	Mjerilo: 1:100
Sadržaj : TLOCRT 1. KATA	Prilog br. 9.3

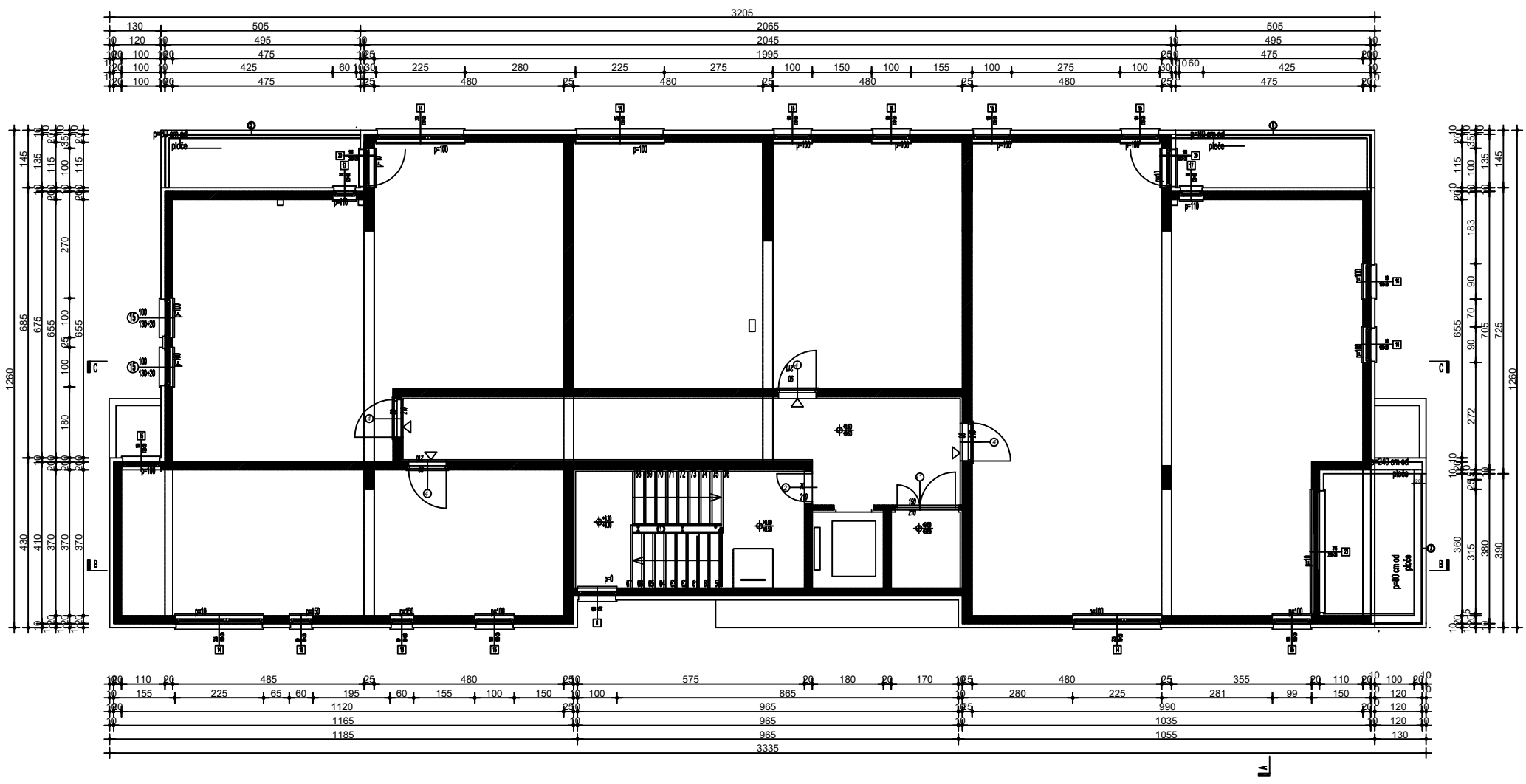
TLOCRT 2.KATA



SVEUČILIŠTE U SPLITU ◇ FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

Predmet : DIPLOMSKI RAD	U Splitu, rujan 2016.
Katedra: Katedra za betonske konstrukcije i mostove	
Mentor : Prof.dr.sc. Domagoj Matešan	
Student : Dujić, Danica 553	Mjerilo: 1:50
Sadržaj : TLOCRT 2. KATA	Prilog br. 9.4

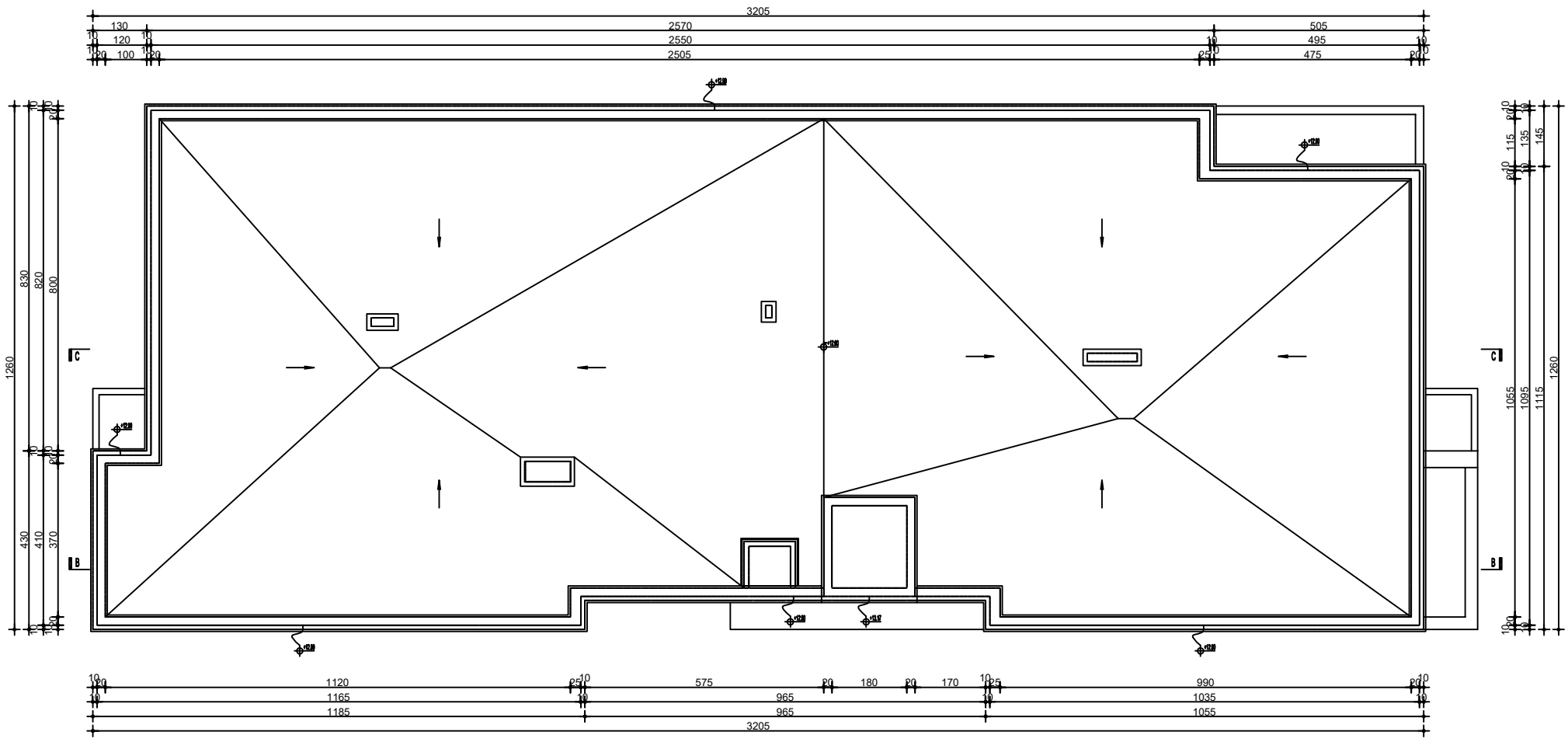
TLOCRT 3.KATA



SVEUČILIŠTE U SPLITU ◇ FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

Predmet : DIPLOMSKI RAD	U Splitu, rujan 2016.
Katedra: Katedra za betonske konstrukcije i mostove	
Mentor : Prof.dr.sc. Domagoj Matešan	
Student : Dujić, Danica 553	Mjerilo: 1:50
Sadržaj : TLOCRT 3. KATA	Prilog br. 9.5

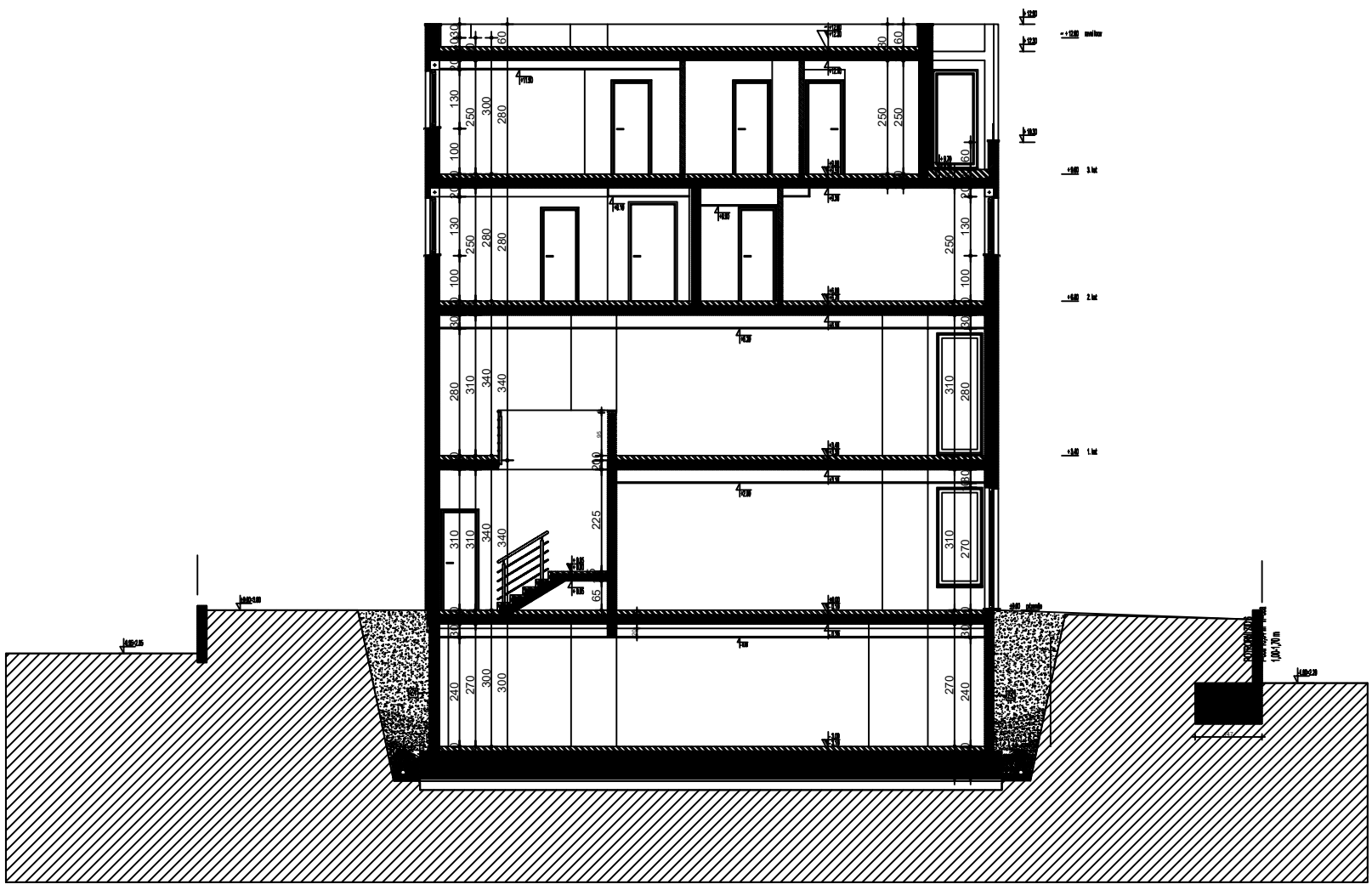
TLOCRT KROVA



SVEUČILIŠTE U SPLITU ◇ FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

Predmet : DIPLOMSKI RAD	U Splitu, rujan 2016.
Katedra: Katedra za betonske konstrukcije i mostove	
Mentor : Prof.dr.sc. Domagoj Matešan	
Student : Dujić, Danica 553	Mjerilo: 1:50
Sadržaj : TLOCRT KROVA	Prilog br. 9.6

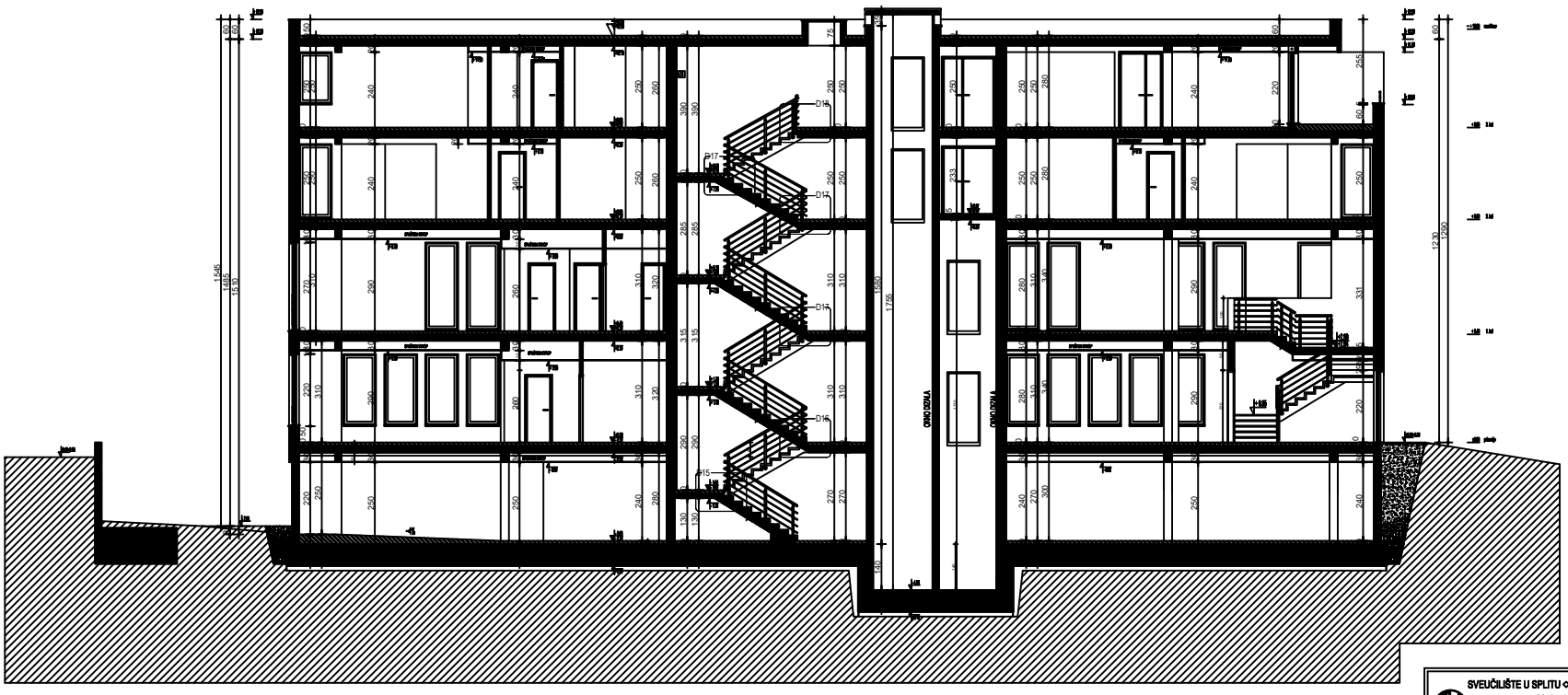
PRESJEK A-A



SVEUČILIŠTE U SPLITU ◇ FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

Predmet : DIPLOMSKI RAD	U Splitu, rujan 2016.
Katedra: Katedra za betonske konstrukcije i mostove	
Mentor : Prof.dr.sc. Domagoj Matešan	
Student : Dujić, Danica 553	Mjerilo: 1:100
Sadržaj : PRESJEK A-A	Prilog br. 9.7

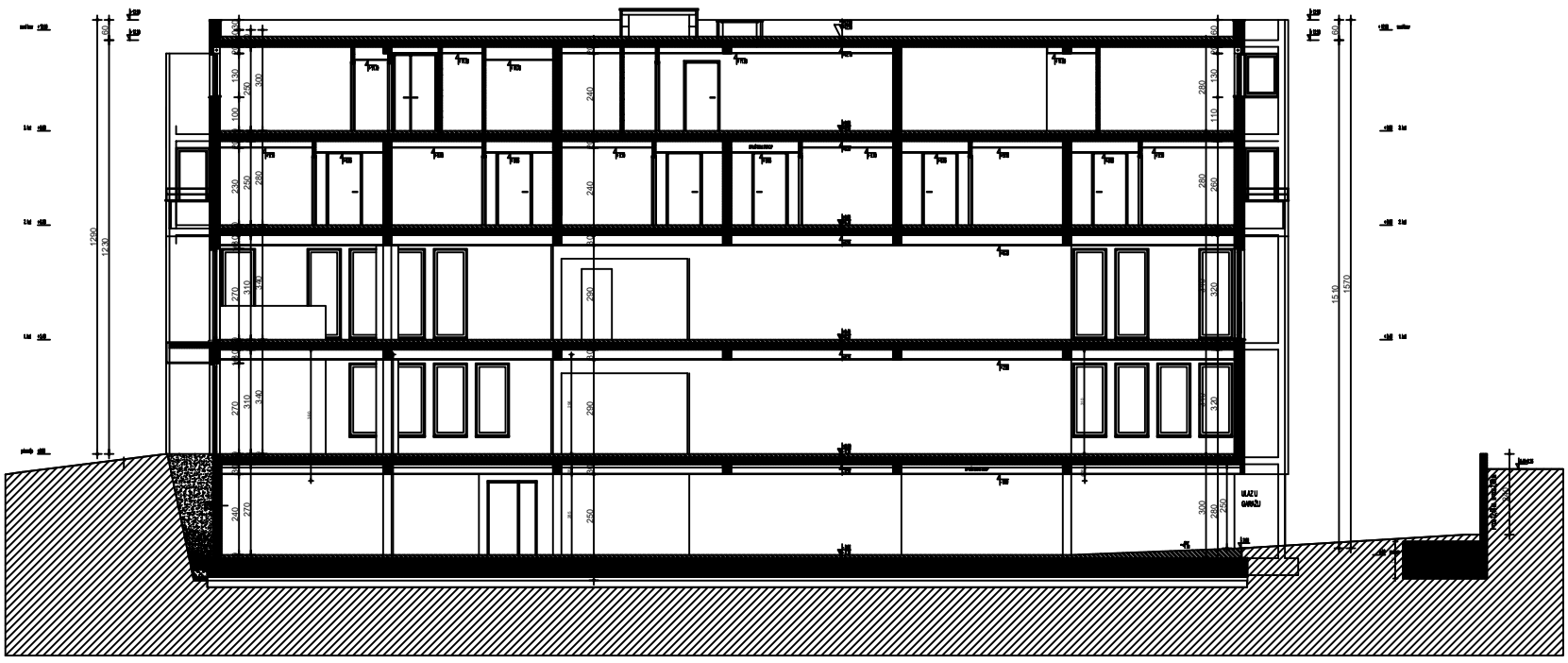
PRESJEK B-B



SVEUČILIŠTE U SPLITU ◇ FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

Predmet : DIPLOMSKI RAD	U Splitu, rujan 2016.
Katedra: Katedra za betonske konstrukcije i mostove	
Mentor : Prof.dr.sc. Domagoj Matešan	
Student : Dujić, Danica 553	Mjerilo: 1:100
Sadržaj : PRESJEK B-B	Prilog br. 9.8

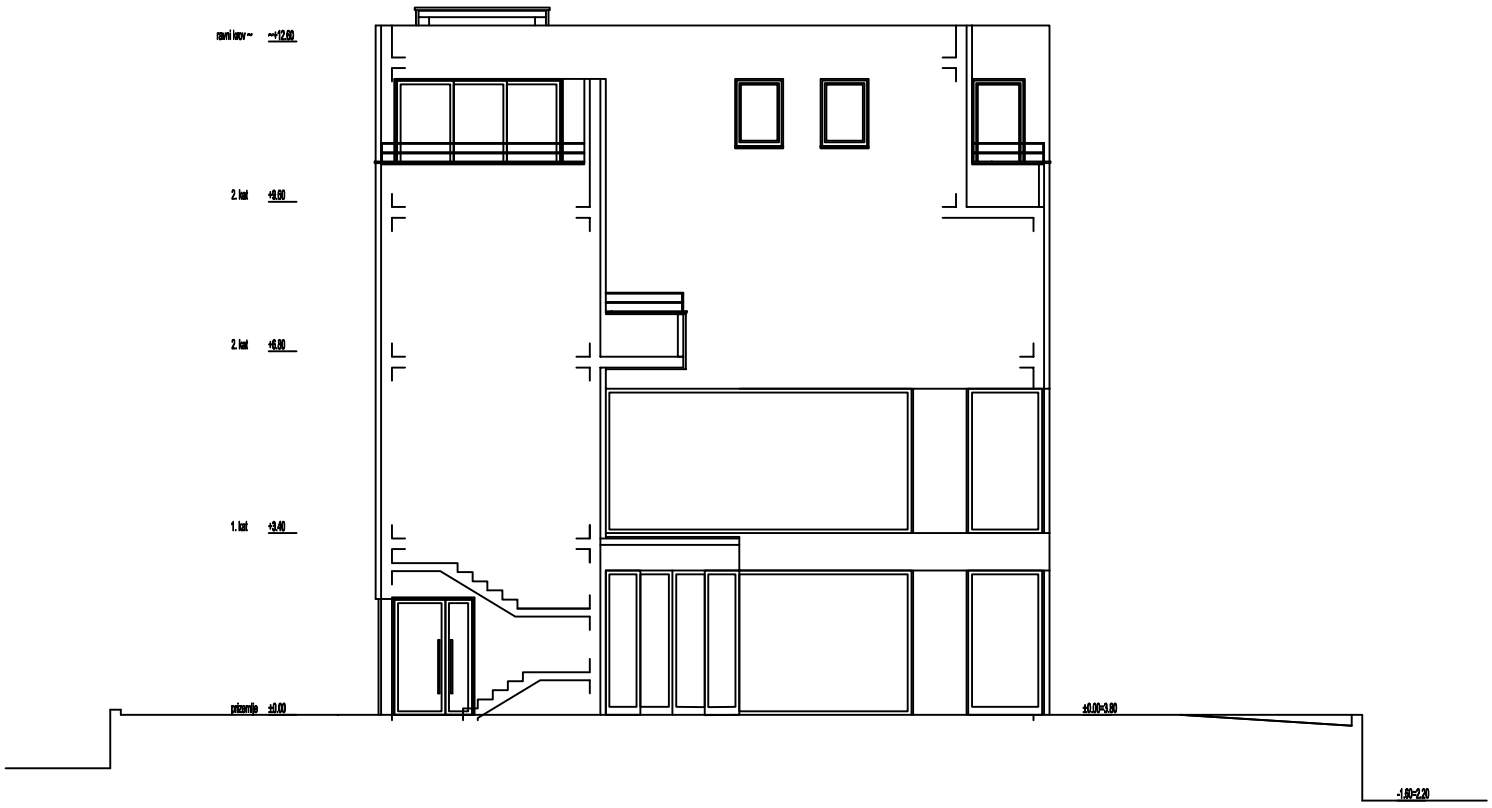
PRESJEK C-C



SVEUČILIŠTE U SPLITU ◇ FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

Predmet : DIPLOMSKI RAD	U Splitu, rujan 2016.
Katedra: Katedra za betonske konstrukcije i mostove	
Mentor : Prof.dr.sc. Domagoj Matešan	
Student : Dujić, Danica 553	Mjerilo: 1:100
Sadržaj : PRESJEK C-C	Prilog br. 9.9

JUŽNO PROČELJE



SVEUČILIŠTE U SPLITU ◇ FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

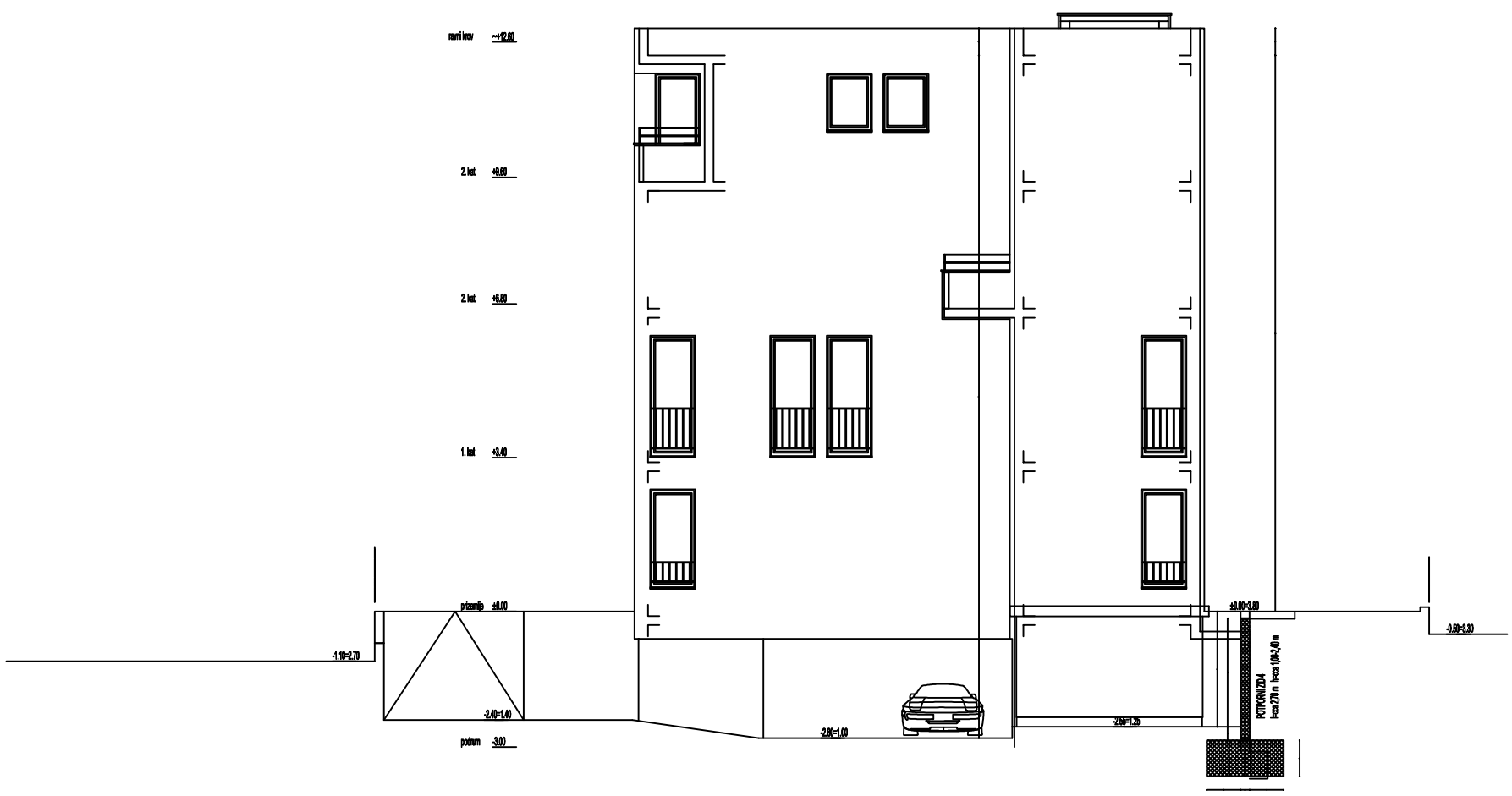
Predmet : DIPLOMSKI RAD	U Splitu, rujan 2016.
Katedra: Katedra za betonske konstrukcije i mostove	
Mentor : Prof.dr.sc. Domagoj Matešan	
Student : Dujić, Danica 553	Mjerilo: 1:100
Sadržaj : JUŽNO PROČELJE	Prilog br. 9.10

ISTOČNO PROČELJE

SVEUČILIŠTE U SPLITU ◇ FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

Predmet : DIPLOMSKI RAD	U Splitu, rujan 2016.
Katedra: Katedra za betonske konstrukcije i mostove	
Mentor : Prof.dr.sc. Domagoj Matešan	
Student : Dujić, Danica 553	Mjerilo: 1:100
Sadržaj : ISTOČNO PROČELJE	Prilog br. 9.11

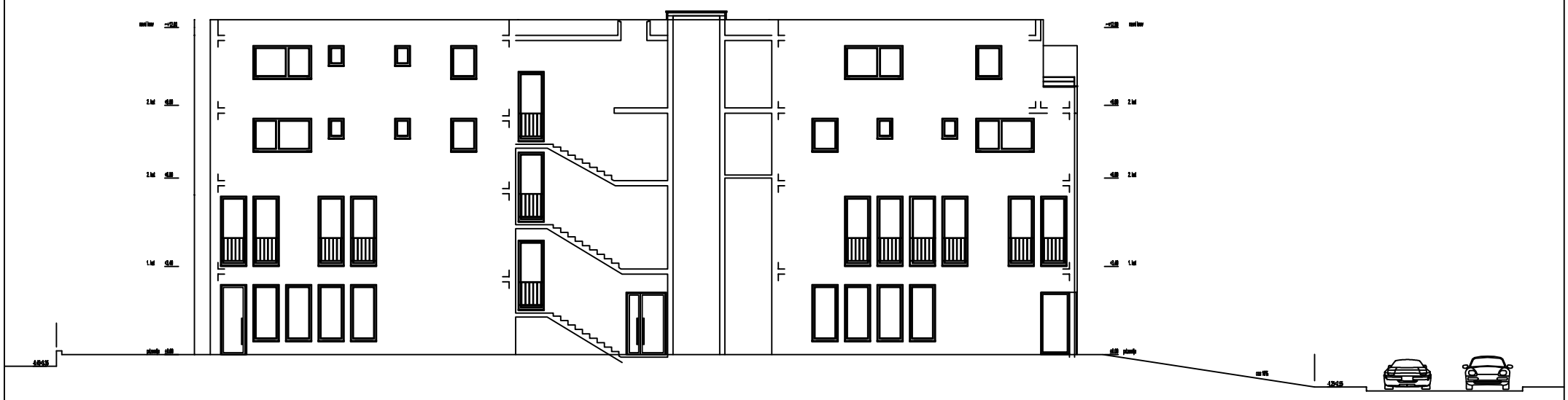
SJEVERNO PROČELJE



SVEUČILIŠTE U SPLITU ◇ FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

Predmet : DIPLOMSKI RAD	U Splitu, rujan 2016.
Katedra: Katedra za betonske konstrukcije i mostove	
Mentor : Prof.dr.sc. Domagoj Matešan	
Student : Dujić, Danica 553	Mjerilo: 1:100
Sadržaj : SJEVERNO PROČELJE	Prilog br. 9.12

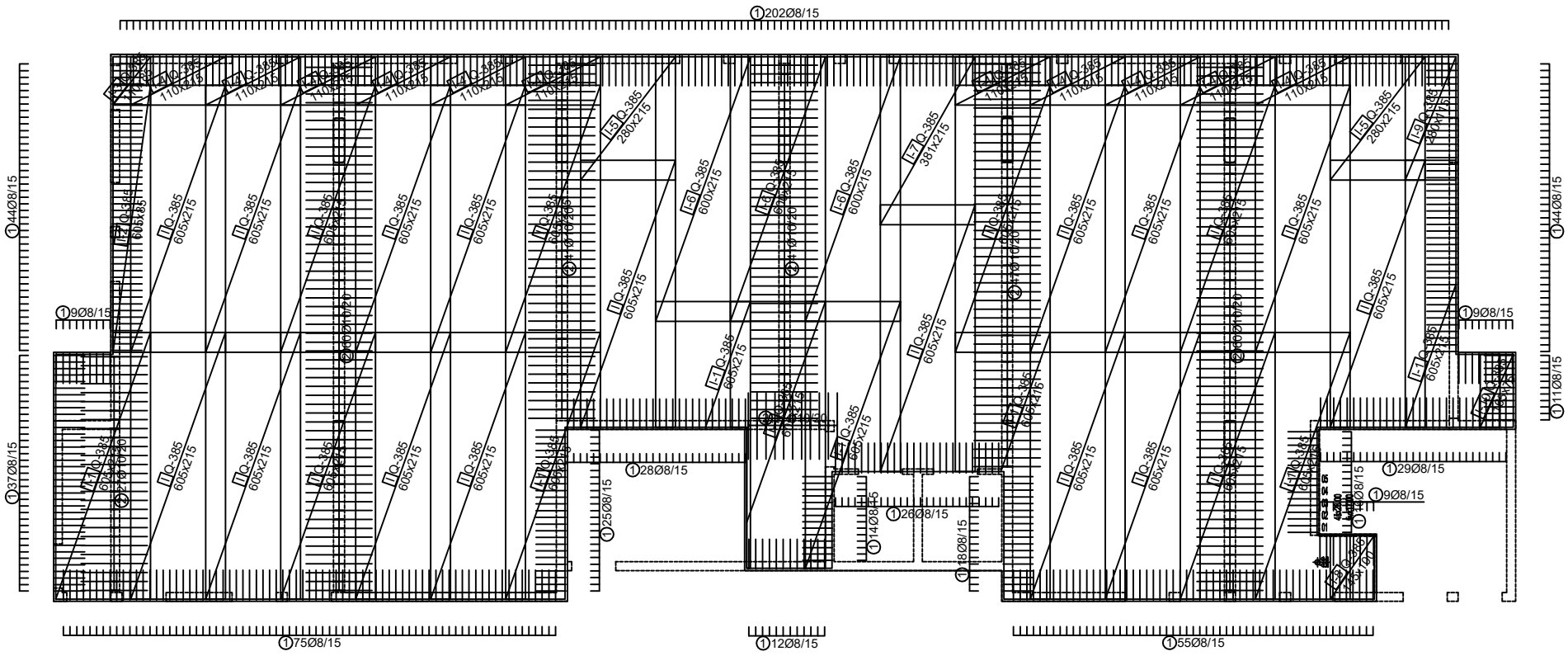
ZAPADNO PROČELJE



SVEUČILIŠTE U SPLITU ◇ FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

Predmet : DIPLOMSKI RAD	U Splitu, rujan 2016.
Katedra: Katedra za betonske konstrukcije i mostove	
Mentor : Prof.dr.sc. Domagoj Matešan	
Student : Dujić, Danica 553	Mjerilo: 1:100
Sadržaj : ZAPADNO PROČELJE	Prilog br. 9.13

ARMATURA PLOČE IZNAD PRIZEMLJA - POZICIJA 200
- DONJA ZONA -



68
68 14
1 75RSØ8/15 L=150 (663)

2 60RØ10/20 L=150 (287)
150

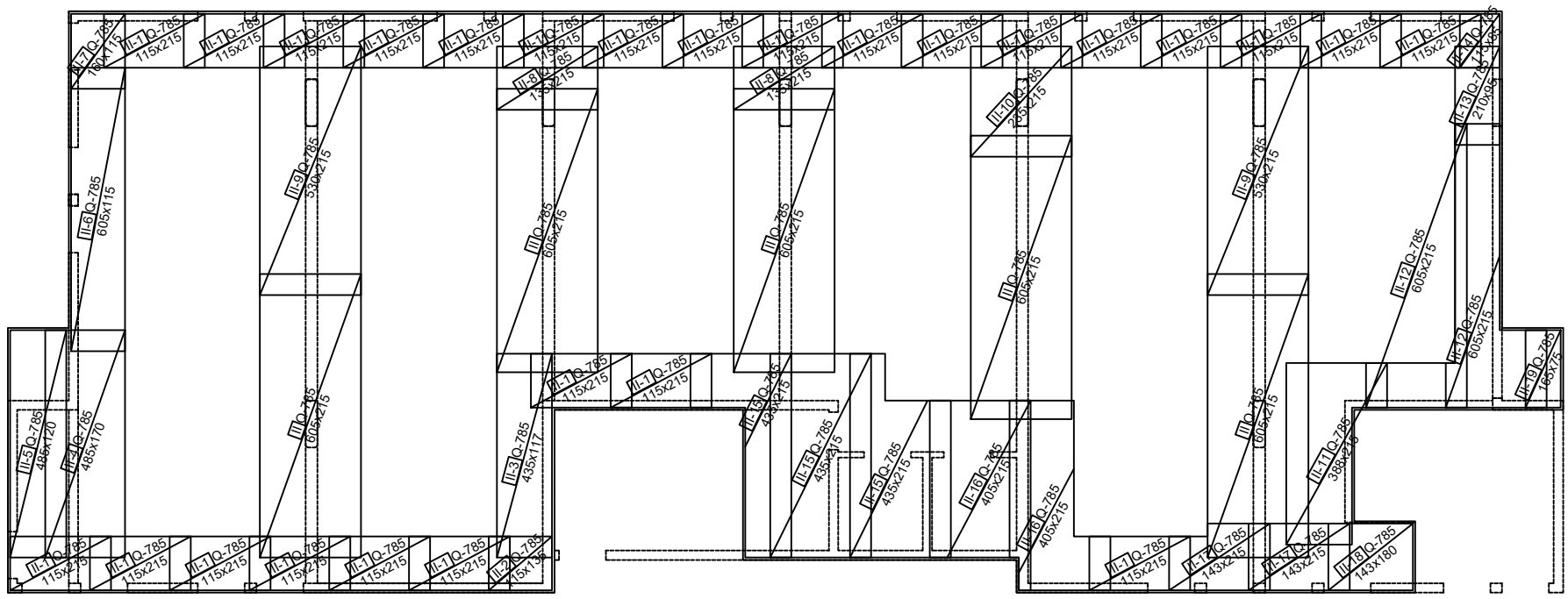
GRADIVA:

ZAŠTITNI SLOJ	3,0 cm
KLASA BETONA	C30/37
ČELIK ZA ARMIRANJE–ŠIPKE	B500 B
ČELIK ZA ARMIRANJE–MREŽE	B500 A

SVEUČILIŠTE U SPLITU ◇ FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

Predmet : DIPLOMSKI RAD	U Splitu, rujan 2016.
Katedra: Katedra za betonske konstrukcije i mostove	
Mentor : Prof.dr.sc. Domagoj Matešan	
Student : Dujić, Danica 553	Mjerilo: 1:100
Sadržaj : ARMATURA MEĐUKATNE PLOČE, POZ 200, DONJA ZONA	Prilog br. 10.1

ARMATURA PLOČE IZNAD PRIZEMLJA - POZICIJA 200
- GORNJA ZONA -



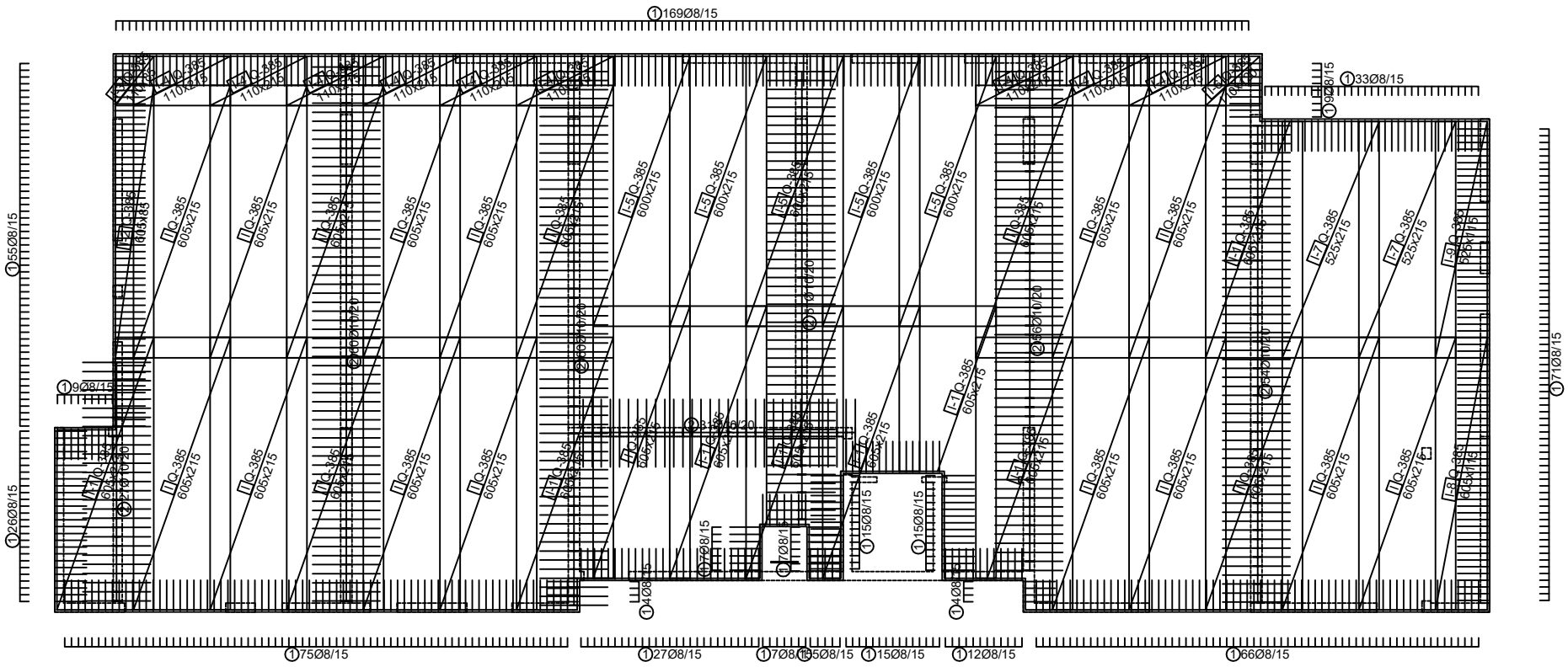
GRADIVA:

ZAŠTITNI SLOJ	3,0 cm
KLASA BETONA	C30/37
ČELIK ZA ARMIRANJE–ŠIPKE	B500 B
ČELIK ZA ARMIRANJE–MREŽE	B500 A

SVEUČILIŠTE U SPLITU ◇ FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

Predmet : DIPLOMSKI RAD	U Splitu, rujan 2016.
Katedra: Katedra za betonske konstrukcije i mostove	
Mentor : Prof.dr.sc. Domagoj Matešan	
Student : Dujić, Danica 553	Mjerilo: 1:100
Sadržaj : ARMATURA MEĐUKATNE PLOČE, POZ 200, GORNJA ZONA	Prilog br. 10.2

ARMATURA PLOČE IZNAD 3. KATA - POZICIJA 500
- DONJA ZONA -



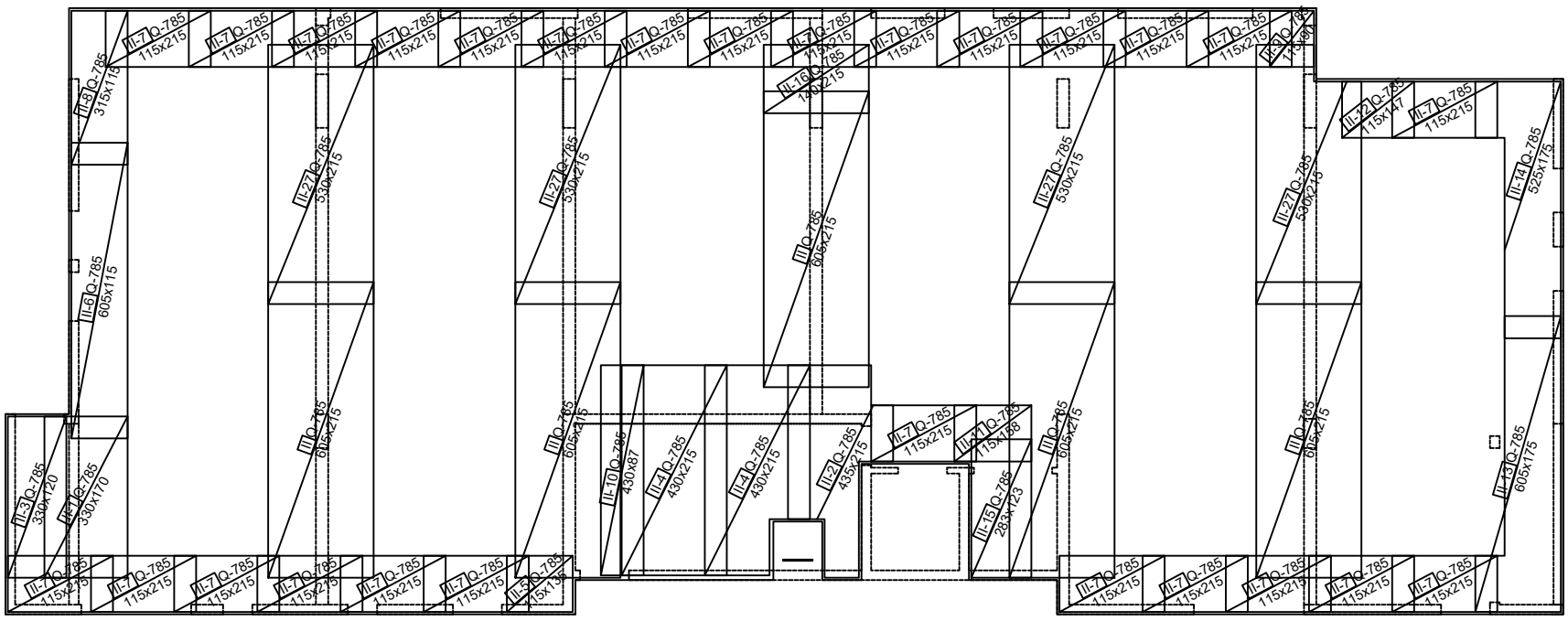
GRADIVA:

ZAŠTITNI SLOJ	3,0 cm
KLASA BETONA	C30/37
ČELIK ZA ARMIRANJE–ŠIPKE	B500 B
ČELIK ZA ARMIRANJE–MREŽE	B500 A

SVEUČILIŠTE U SPLITU ◇ FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

Predmet : DIPLOMSKI RAD	U Splitu, rujan 2016.
Katedra: Katedra za betonske konstrukcije i mostove	
Mentor : Prof.dr.sc. Domagoj Matešan	
Student : Dujić, Danica 553	Mjerilo: 1:100
Sadržaj : ARMATURA KROVNE PLOČE, POZ 500, DONJA ZONA	Prilog br. 10.3

ARMATURA PLOČE IZNAD 3. KATA - POZICIJA 500
- GORNJA ZONA -



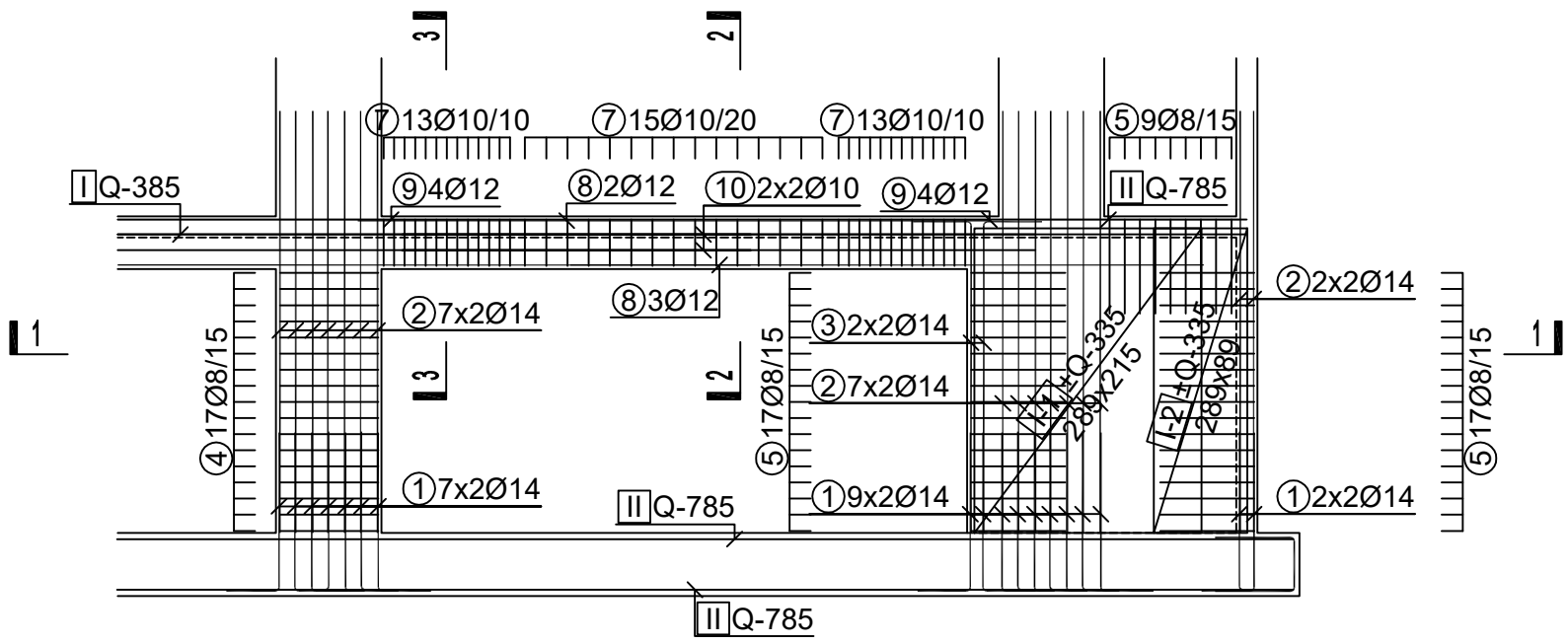
GRADIVA:

ZAŠTITNI SLOJ	3,0 cm
KLASA BETONA	C30/37
ČELIK ZA ARMIRANJE–ŠIPKE	B500 B
ČELIK ZA ARMIRANJE–MREŽE	B500 A

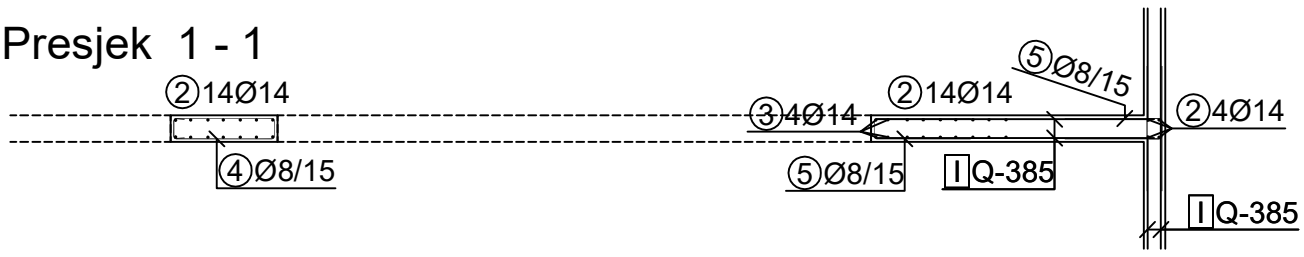
SVEUČILIŠTE U SPLITU ◇ FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

Predmet : DIPLOMSKI RAD	U Splitu, rujan 2016.
Katedra: Katedra za betonske konstrukcije i mostove	
Mentor : Prof.dr.sc. Domagoj Matešan	
Student : Dujić, Danica 553	Mjerilo: 1:100
Sadržaj : ARMATURA KROVNE PLOČE, POZ 500, GORNJA ZONA	Prilog br. 10.4

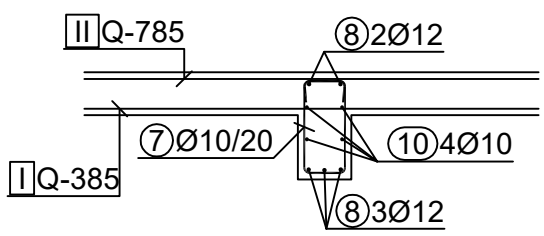
ARMATURA OKVIRA



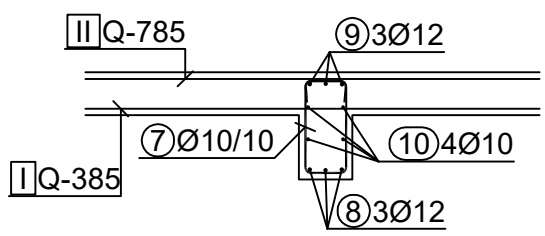
Presjek 1 - 1



Presjek 2 - 2



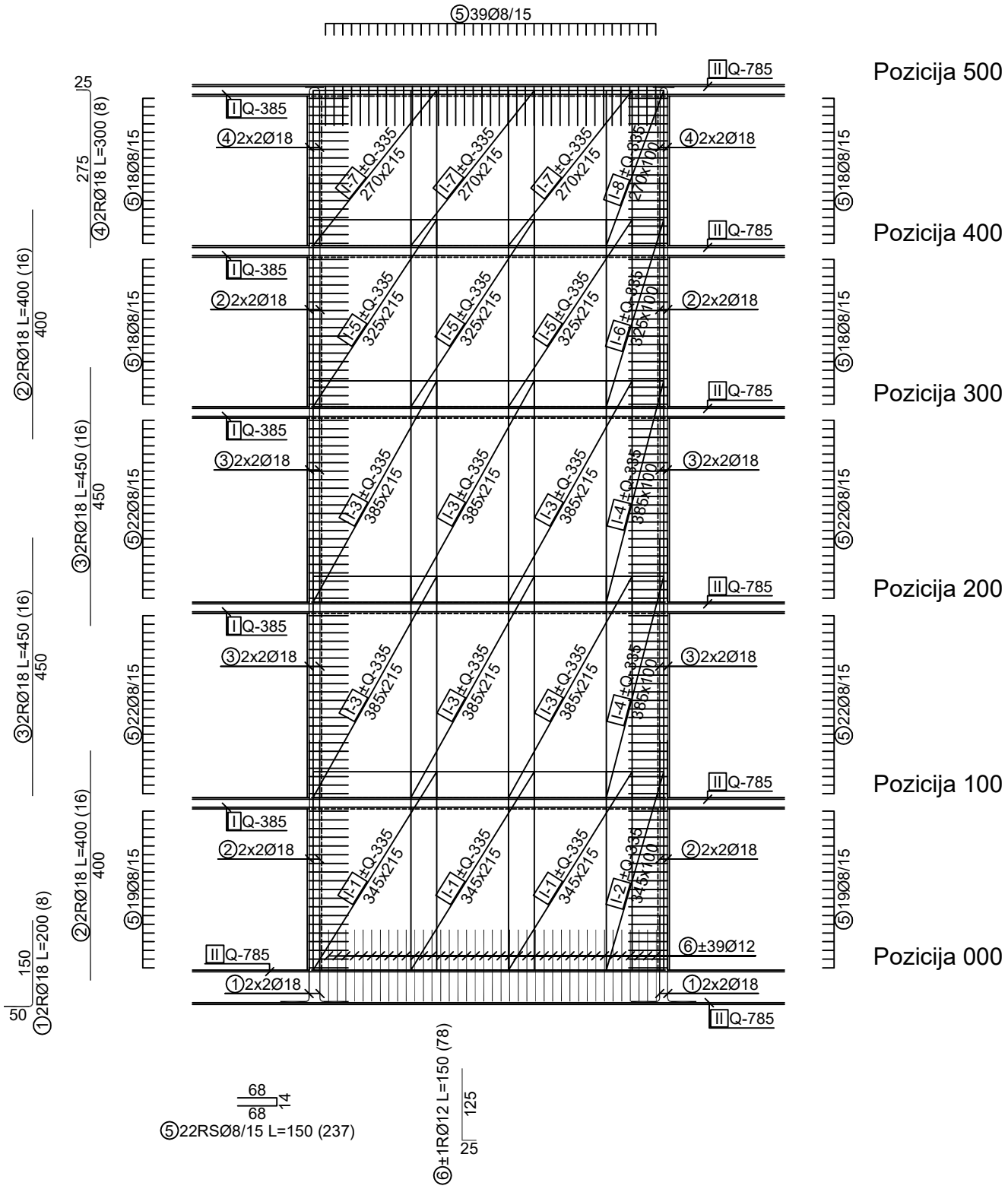
Presjek 3 - 3



SVEUČILIŠTE U SPLITU ◇ FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

Predmet : DIPLOMSKI RAD	U Splitu, rujan 2016.
Katedra: Katedra za betonske konstrukcije i mostove	
Mentor : Prof.dr.sc. Domagoj Matešan	
Student : Dujić, Danica 553	Mjerilo: 1:50
Sadržaj : ARMATURNI NACRT OKVIRA U PODRUMU	Prilog br. 10.5

ARMATURA ZIDA JEZGRE



GRADIVA:

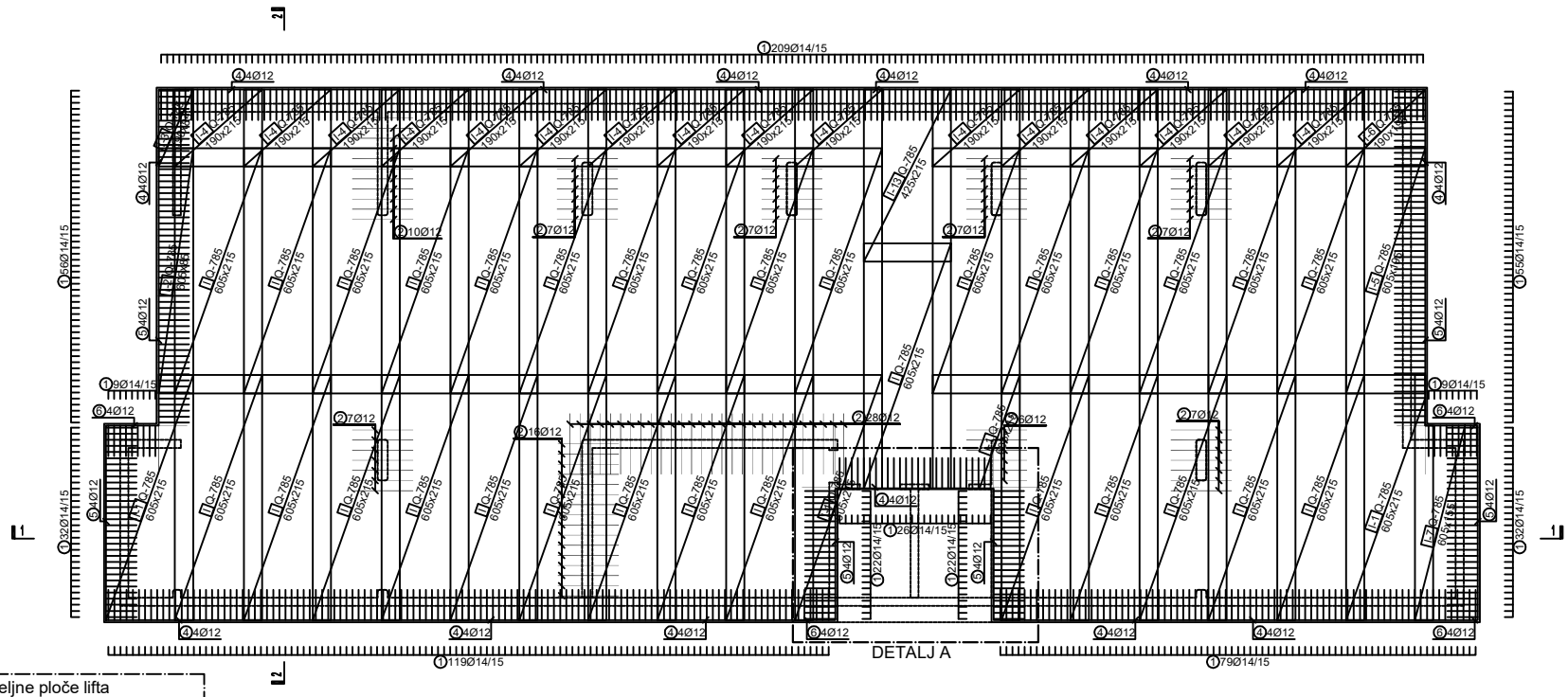
ZAŠTITNI SLOJ	3,0 cm
KLASA BETONA	C30/37
Č. ZA ARM.–ŠIPKE	B500 B
Č. ZA ARM.–MREŽE	B500 A

SVEUČILIŠTE U SPLITU ◇ FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

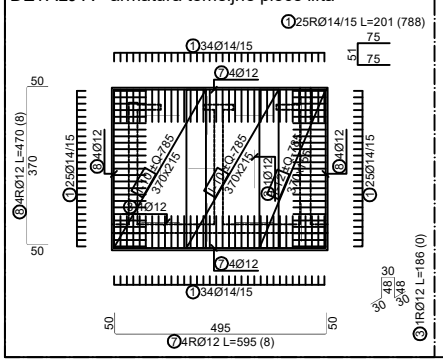
Predmet : DIPLOMSKI RAD	U Splitu, rujan 2016.
Katedra: Katedra za betonske konstrukcije i mostove	
Mentor : Prof.dr.sc. Domagoj Matešan	
Student : Dujić, Danica 553	Mjerilo: 1:100
Sadržaj : ARMATURA ZIDA JEZGRE, POZ Z1	Prilog br. 10.6

ARMATURA TEMELJNE PLOČE - POZICIJA 000

- DONJA ZONA -



DETALJ A - armatura temeljne ploče lifta



GRADIVA:

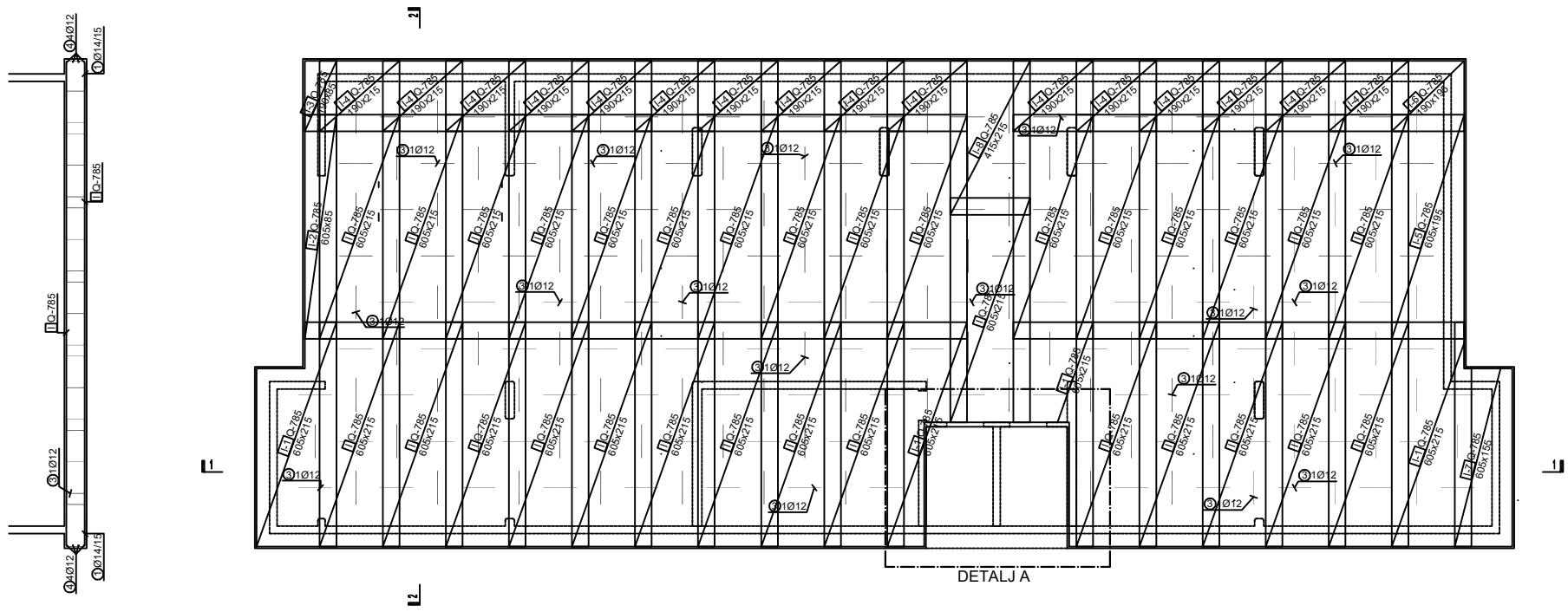
ZAŠTITNI SLOJ	5,0 cm
KLASA BETONA	C30/37
ČELIK ZA ARMIRANJE–ŠIPKE	B500 B
ČELIK ZA ARMIRANJE–MREŽE	B500 A

SVEUČILIŠTE U SPLITU ◇ FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

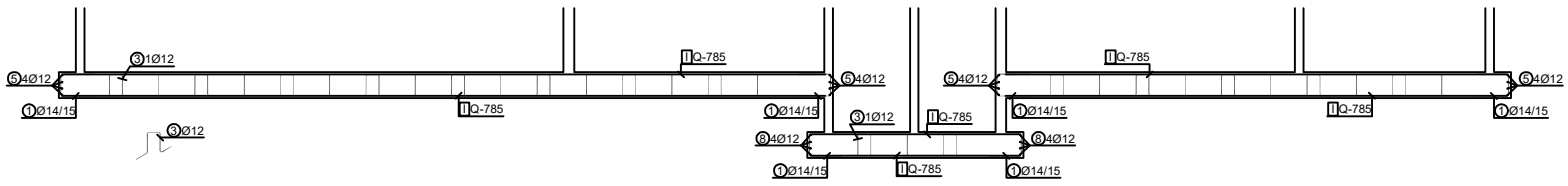
Predmet : DIPLOMSKI RAD	U Splitu, rujan 2016.
Katedra: Katedra za betonske konstrukcije i mostove	
Mentor : Prof.dr.sc. Domagoj Matešan	
Student : Dujić, Danica 553	Mjerilo: 1:100
Sadržaj : ARMATURA TEMELJNE PLOČE, POZ 000, DONJA ZONA	Prilog br. 10.7

ARMATURA TEMELJNE PLOČE - POZICIJA 000

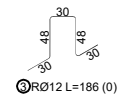
- GORNJA ZONA -



Presjek 1 - 1



Jahač / distancer



GRADIVA:

ZAŠTITNI SLOJ	5,0 cm
KLASA BETONA	C30/37
ČELIK ZA ARMIRANJE–ŠIPKE	B500 B
ČELIK ZA ARMIRANJE–MREŽE	B500 A

SVEUČILIŠTE U SPLITU ◇ FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

Predmet : DIPLOMSKI RAD	U Splitu, rujan 2016.
Katedra: Katedra za betonske konstrukcije i mostove	
Mentor : Prof.dr.sc. Domagoj Matešan	
Student : Dujić, Danica 553	Mjerilo: 1:100
Sadržaj : ARMATURA TEMELJNE PLOČE, POZ 000, GORNJA ZONA	Prilog br. 10.8