

# Proračun armiranobetonske stambene zgrade

---

Čačić, Marko

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:237:585795>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-06**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Civil Engineering,  
University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu

GRAĐEVINSKI FAKULTET

MARKO ČAČIĆ

**PRORAČUN ARMIRANOBETONSKE STAMBENE  
ZGRADE**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2024.



Sveučilište u Zagrebu

GRAĐEVINSKI FAKULTET

MARKO ČAČIĆ

**PRORAČUN ARMIRANOBETONSKE STAMBENE  
ZGRADE**

DIPLOMSKI RAD

Mentor: prof.dr.sc. Tomislav Kišiček

Komentor: dr.sc. Ivan Hafner

Zagreb, 2024.



University of Zagreb

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

MARKO ČAČIĆ

**DESIGN OF REINFORCED CONCRETE  
DWELLING BUILDING**

MASTER THESIS

Supervisor: prof.dr.sc. Tomislav Kišiček

Co-supervisor: dr.sc. Ivan Hafner

Zagreb, 2024.





**OBRAZAC 3**

**POTVRDA O POZITIVNOJ OCJENI PISANOG DIJELA DIPLOMSKOG RADA**

Student/ica :

(Ime i prezime)

(JMBAG)

zadovoljio/la je na pisanom dijelu diplomskog rada pod naslovom:

(Naslov teme diplomskog rada na hrvatskom jeziku)

(Naslov teme diplomskog rada na engleskom jeziku)

i predlaže se provođenje daljnjeg postupka u skladu s Pravilnikom o završnom ispitu i diplomskom radu Sveučilišta u Zagrebu Građevinskog fakulteta.

Pisani dio diplomskog rada izrađen je u sklopu znanstvenog projekta: (upisati ako je primjenjivo)

(Naziv projekta, šifra projekta, voditelj projekta)

Pisani dio diplomskog rada izrađen je u sklopu stručne prakse na Fakultetu: (upisati ako je primjenjivo)

(Ime poslodavca, datum početka i kraja stručne prakse)

Datum:

Mentor:

Potpis mentora:

Komentor:



Sveučilište u Zagrebu  
Građevinski fakultet



OBRAZAC 5

IZJAVA O IZVORNOSTI RADA

Ja:

MARKO ČAČIĆ, 0082063370

(Ime i prezime, JMBAG)

student/ica Sveučilišta u Zagrebu Građevinskog fakulteta ovim putem izjavljujem da je moj pisani dio diplomskog rada pod naslovom:

PRORAČUN ARMIRANOBETONSKE ZGRADE

(Naslov teme diplomskog rada na hrvatskom jeziku)

izvorni rezultat mogega rada te da se u izradi istoga nisam koristio/la drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni.

Datum:

17. 9. 2024

Potpis:

Marko Čačić



OBRAZAC 6

IZJAVA O ODOBRENJU ZA POHRANU I OBJAVU PISANOG DIJELA DIPLOMSKOG RADA

Ja:

MARKO ČAČIĆ, 82320137320

(Ime i prezime, OIB)

ovom izjavom potvrđujem da sam autor/ica predanog pisanog dijela diplomskog rada i da sadržaj predane elektroničke datoteke u potpunosti odgovara sadržaju dovršenog i obranjenog pisanog dijela diplomskog rada pod naslovom:

PRORAČUN ARMIRANOBETONSKE ZGRABE

(Naslov teme diplomskog rada na hrvatskom jeziku)

koji je izrađen na sveučilišnom diplomskom studiju Građevinarstvo Sveučilišta u Zagrebu Građevinskog fakulteta pod mentorstvom:

prof. dr. sc. TOMISLAV KIŠIČEK

(Ime i prezime mentora)

i obranjen dana:

26. 9. 2024.

(Datum obrane)

Suglasan/suglasna sam da pisani dio diplomskog rada u cijelosti bude javno dostupan, te da se trajno pohrani u digitalnom repozitoriju Građevinskog fakulteta, repozitoriju Sveučilišta u Zagrebu te nacionalnom repozitoriju.

Datum:

17. 9. 2024

Potpis:

Marko Čačić

## ZAHVALE

Ovaj diplomski rad posvećujem svojim roditeljima. Hvala vam na svemu što ste mi pružili tijekom mog studija. Također se zahvaljujem svojim sestrama i prijateljima koji su bili konstantna podrška u mom obrazovanju.

Posebno zahvaljujem i mom mentoru prof. dr. sc. Tomislavu Kišičeku i komentoru dr.sc. Ivanu Hafneru koji su mi pomogli pri izradi ovog rada svojim savjetima i preporukama.

## SAŽETAK

U radu je proveden proračun armiranobetonske zgrade sa lokacijom u Zagrebu. Građevina se sastoji od tri etaže (prizemlje i dva kata) te je izlomljenih tlocrtnih dimenzija 10,00 x 12,50 m i ukupne visine 8,40 m. Nosivu konstrukciju čine armiranobetonske ploče koje su oslonjene na armiranobetonske grede i zidove, a zgrada je temeljena na trakastim temeljima. Svi nosivi elementi konstrukcije su izvedeni od betona kvalitete C30/37 i armirani armaturom B500B. Proračunski model konstrukcije je napravljen u programu SCIA Engineer 22.0 iz kojeg su dobivene unutarnje sile potrebne za daljni proračun i dimenzioniranje nosivih elemenata. Nakon proračuna u radu se prikazuju i svi potrebni nacrti armature za sve nosive elemente.

**Ključne riječi:** zgrada; ploča; greda; zid; proračun; armatura

## SUMMARY

In this work, the calculation of a reinforced concrete building located in Zagreb was carried out. The building consists of three floors (ground floor and two floors) and has broken floor plan dimensions of 10.00 x 12.50 m and a total height of 8.40 m. The load-bearing structure consists of reinforced concrete slabs supported on reinforced concrete beams and walls, and the building is based on strip foundations. All load-bearing elements of the structure are constructed using concrete of quality C30/37 and reinforced with B500B reinforcement bars. The calculation model of the structure was made in the program SCIA Engineer 22.0, which gives internal forces necessary for further calculation and dimensioning of the load-bearing elements. After the calculation, the work shows all the necessary reinforcement layouts for all load-bearing elements.

**Key words:** building; slab; beam; wall; structural analysis; reinforcement

## SADRŽAJ

ZAHVALE .....	i
SAŽETAK .....	ii
SUMMARY .....	iii
SADRŽAJ .....	iv
<b>1 UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2 TEHNIČKI OPIS .....</b>	<b>2</b>
2.1 Općenito .....	2
2.2 Konstrukcija .....	2
2.3 Proračun i lokacija.....	3
<b>3 3-D PRORAČUNSKI MODEL GRAĐEVINE .....</b>	<b>4</b>
<b>4 STATIČKI PRORAČUN STUBIŠTA .....</b>	<b>6</b>
4.1 Proračun stubišnog kraka .....	6
4.1.1 Analiza opterećenja .....	7
4.1.2 Statički proračun .....	8
4.1.3 Dimenzioniranje uzdužne armature .....	9
4.1.4 Dimenzioniranje poprečne armature .....	11
4.2 Proračun podesta.....	12
4.2.1 Analiza opterećenja .....	12
4.2.2 Statički proračun .....	12
4.2.3 Dimenzioniranje uzdužne armature.....	13
4.2.4 Dimenzioniranje poprečne armature.....	15
<b>5 Statički proračun ploče.....</b>	<b>17</b>
5.1 Analiza opterećenja .....	17
5.2 Proračun krovne ploče.....	19
5.3 Proračun ploče prvog kata.....	24
5.4 Proračun ploče prizemlja .....	29
5.5 Proračun nadtemeljne ploče .....	34
<b>6 Proračun greda prizemlja prema GSN i GSU .....</b>	<b>35</b>
6.1 Proračunske sile i poprečni presjeci greda .....	35
6.2 Dimenzioniranje kontinuirane grede B1+B2+B3 .....	37
6.2.1 Dimenzioniranje uzdužne armature .....	38
6.2.2 Dimenzioniranje poprečne armature .....	41
6.2.3 Proračun progiba grede B1+B2+B3 .....	43
6.3 Dimenzioniranje grede B4 .....	44
6.3.1 Dimenzioniranje uzdužne armature .....	44
6.3.2 Dimenzioniranje poprečne armature .....	46

---

6.3.3	Proračun progiba grede B4 .....	48
<b>7</b>	<b>Proračun greda 1.kata prema GSN i GSU.....</b>	<b>49</b>
7.1	Proračunske sile i poprečni presjeci greda .....	49
7.2	Dimenzioniranje grede B9 .....	51
7.2.1	Dimenzioniranje uzdužne armature .....	51
7.2.2	Dimenzioniranje poprečne armature .....	53
7.2.3	Proračun progiba grede B9 .....	55
7.3	Dimenzioniranje grede B11 .....	56
7.3.1	Dimenzioniranje uzdužne armature .....	56
7.3.2	Dimenzioniranje poprečne armature .....	58
7.3.3	Proračun progiba grede B11 .....	60
7.4	Dimenzioniranje grede B10 .....	60
7.5	Dimenzioniranje grede B12 .....	61
7.5.1	Dimenzioniranje uzdužne armature .....	61
7.5.2	Dimenzioniranje poprečne armature .....	63
7.5.3	Proračun progiba grede B12 .....	65
7.6	Dimenzioniranje kontinuirane grede B5+B6+B7 .....	65
<b>8</b>	<b>Proračun greda 2.kata prema GSN i GSU.....</b>	<b>66</b>
8.1	Proračunske sile i poprečni presjeci greda .....	66
8.2	Dimenzioniranje grede B16 .....	68
8.2.1	Dimenzioniranje uzdužne armature .....	68
8.2.2	Dimenzioniranje poprečne armature .....	70
8.2.3	Proračun progiba grede B16 .....	72
8.2.4	Rekapitulacija odabrane armature .....	73
<b>9</b>	<b>SEIZMIČKI PRORAČUN OPTEREĆENJA NA ZGRADU.....</b>	<b>74</b>
9.1	Opis modela zgrade .....	74
9.2	Potresno djelovanje .....	75
9.2.1	Projektni spektar za elastičnu analizu .....	75
9.3	Određivanje faktora ponašanja .....	76
9.4	Zadavanje masa i deformirani oblici konstrukcije .....	78
<b>10</b>	<b>STATIČKI PRORAČUN I DIMENZIONIRANJE AB ZIDOVA.....</b>	<b>82</b>
10.1	Određivanje proračunskih sila .....	82
10.2	Dimenzioniranje zida Z1 .....	83
10.2.1	Uzdužna sila u zidu.....	84
10.2.2	Armatura hrpta .....	84
10.2.3	Horizontalna armatura hrpta.....	84
10.2.4	Vertikalna armatura hrpta .....	84
10.2.5	Minimalna i maksimalna armatura hrpta .....	85



---

10.3	Određivanje armature kritičnog područja .....	85
10.4	Provjera nosivosti zida na moment savijanja u ravnini .....	87
10.5	Zahtijevana duktilnost .....	90
10.6	Određivanje duktilnosti zida .....	91
<b>11</b>	<b>Proračun trakastog temelja .....</b>	<b>95</b>
11.1	Dimenzije .....	95
11.2	Analiza opterećenja .....	95
11.3	Određivanje širine temelja iz uvjeta dopuštenih naprezanja ispod temelja.....	98
11.4	Provjera naprezanja ispod temeljne stope.....	99
11.5	Proračun armature temelja .....	100
<b>12</b>	<b>ZAKLJUČAK .....</b>	<b>103</b>
	<b>POPIS LITERATURE .....</b>	<b>104</b>
	<b>POPIS SLIKA .....</b>	<b>105</b>
	<b>POPIS TABLICA.....</b>	<b>108</b>
	<b>PRILOZI.....</b>	<b>109</b>

## 1 UVOD

Ovaj diplomski rad prikazuje postupak dimenzioniranja armiranobetonske zgrade prema važećim propisima za projektiranje konstrukcija. Promatrana zgrada je stambene namjene i smještena je u Zagrebu. Svi nosivi elementi zgrade su armiranobetonski te se koristio beton razreda C30/37 i armatura B500B. U procesu projektiranja, razmatrana su moguća djelovanja na konstrukciju tijekom njenog uporabnog vijeka. Posebno se uzima u obzir potresno opterećenje, zbog lokacije zgrade u seizmički aktivnom području. Također, potresno opterećenje je i mjerodavno opterećenje za dimenzioniranje AB zidova, budući da su elementi koji preuzimaju seizmičku silu.

Rezne sile po elementima su dobivene u programskom paketu SCIA Engineer 22.0 te je se daljni postupak dimenzioniranja provodio "ručno" po formulama po važećim normama. Uz računski dio rada prilažu se i armaturni planovi elemenata zgrade.

## 2 TEHNIČKI OPIS

### 2.1 Općenito

Napravljen je statički proračun i dimenzioniranje višestambene zgrade u Zagrebu. Građevina će biti izvedena potpuno kao armirano-betonska konstrukcija, koja je ukupnih tlocrtnih dimenzija 10,00 x 12,50 m sa izlomljenim gabaritima.

Katnost građevine je prizemlje, 1.kat i 2. kat (P+2). Tlocrtna površina prizemlja iznosi bruto 113 m<sup>2</sup>, dok tlocrtna površina ostalih katova su približno iste kao i prizemlja. Prizemlje sadrži predviđeni ulaz za vozila, prostor za stubište i dodatne tri prostorije, dok 1. kat i 2. kat dvosobni stan sa terasom.

Vertikalna komunikacija je protusmjernim armirano-betonskim stubištem. Glavni ulaz u građevinu nalazi se na jugoistočnoj strani. Pristup zgradi omogućit će se južno od građevine.

### 2.2 Konstrukcija

Zgrada je temeljena na trakastim temeljima dimenzija određenih proračunom. Nadzemna konstrukcija biti će armirano-betonski skelet sa sistemom armirano-betonskih nosivih zidova i greda, armirano-betonskih monolitnih međukatnih ploča i armirano-betonske krovne ploče.

Zidovi i ploče su debljine 20 cm, a armiraju se armaturnim mrežama i vilicama sa odgovarajućim zaštitnim slojem prema proračunu. Grede se izvode prema tlocrtnom rasporedu odgovarajućeg poprečnog presjeka i armiraju sa armaturnim šipkama. Debljina ploče stubišta i podesta je 15 cm koji se također armiraju sa armaturnim šipkama. Međukatna visina svih etaža iznosi 280 cm.

Krov se izvodi kao ravni neprohodni krov u slojevima s parnom branom, slojem toplinske izolacije, slojem hidroizolacije te završnim slojem od granuliranog riječnog šljunka.

## 2.3 Proračun i lokacija

Statički proračun i dimenzioniranje elemenata sklopa proveden je za sljedeća djelovanja:

- vlastita težina
- korisno opterećenje
- snijeg
- potres

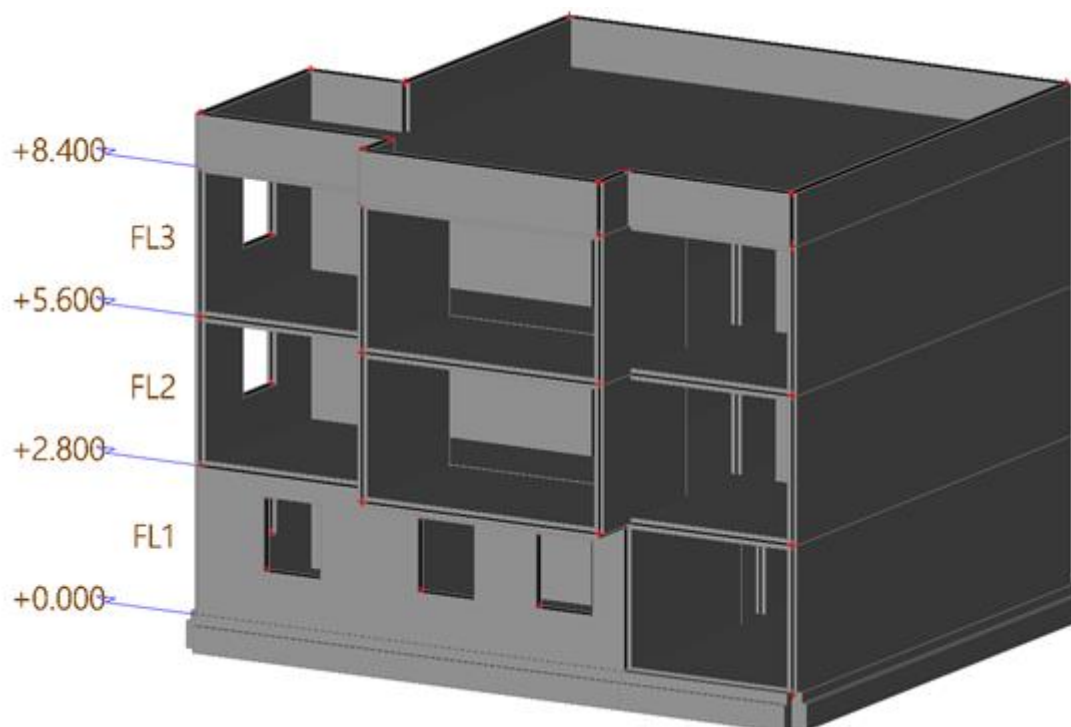
Svi elementi dimenzionirani su prema propisima: EN 1992-1-1

EN 1998-1

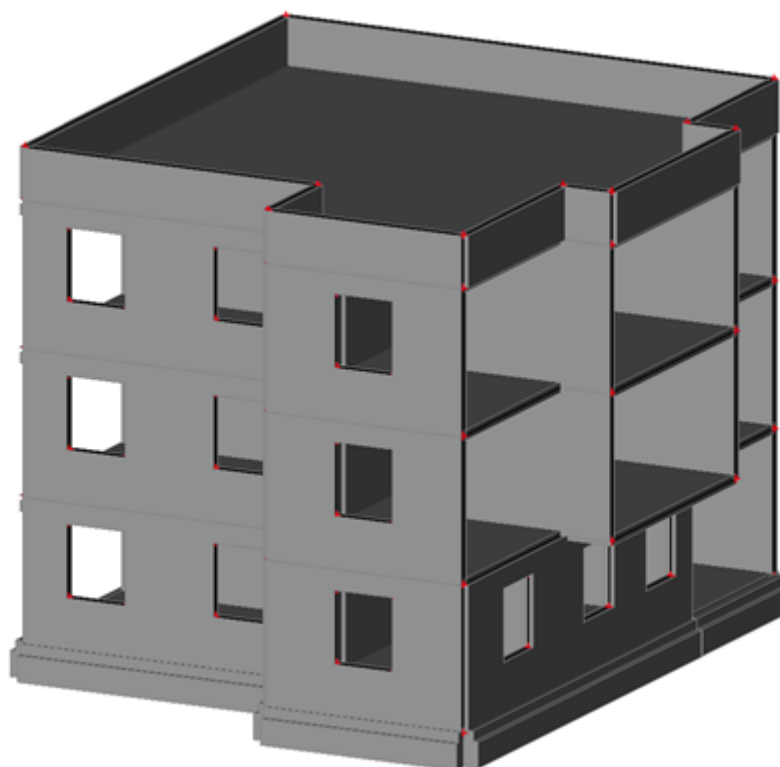
Odabrana je kakvoća betona svih AB elemenata C30/37, a odabrana armatura je B500B.

Građevina se nalazi na lokaciji koja prema važećim propisima spada u zonu za koju je zadano projektno ubrzanje tla  $a_g = 0,25 \cdot g$ .

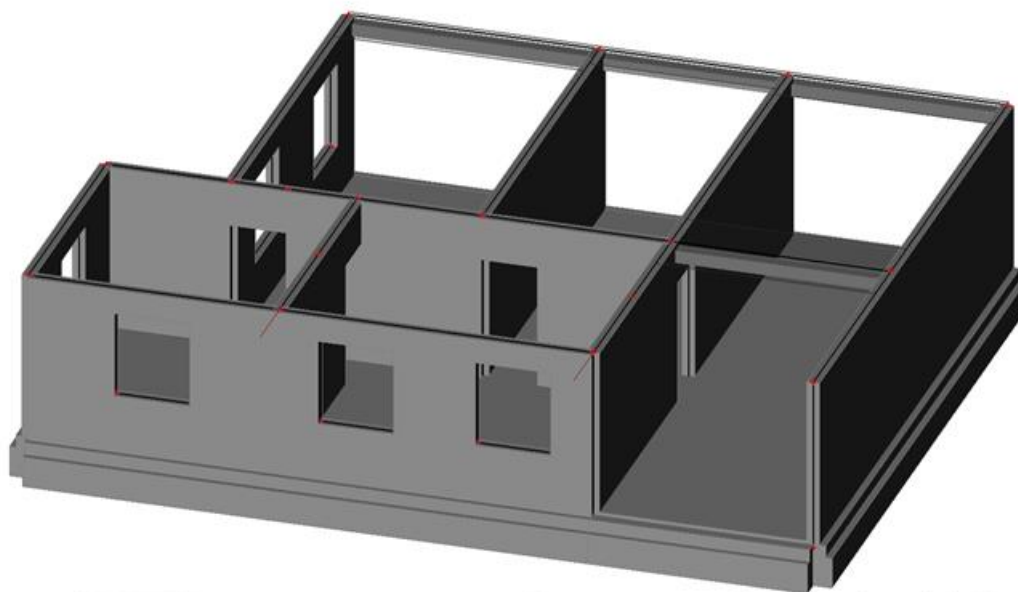
### 3 3-D PRORAČUNSKI MODEL GRAĐEVINE



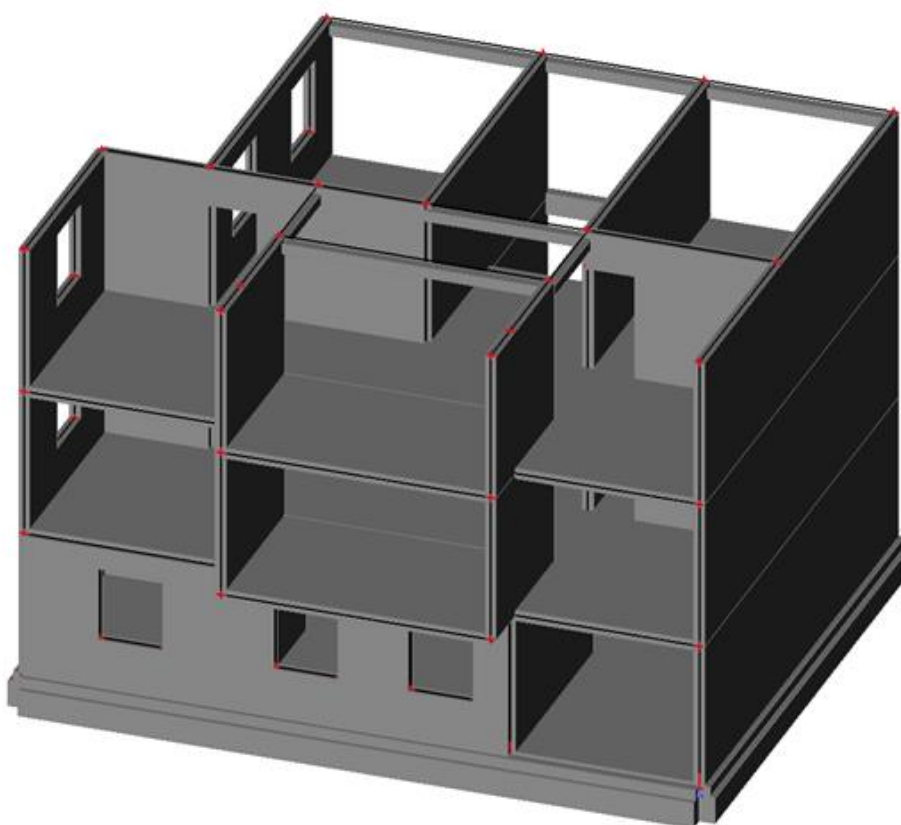
Slika 1: Proračunski model objekta – pogled 1



Slika 2: Proračunski model objekta – pogled 2



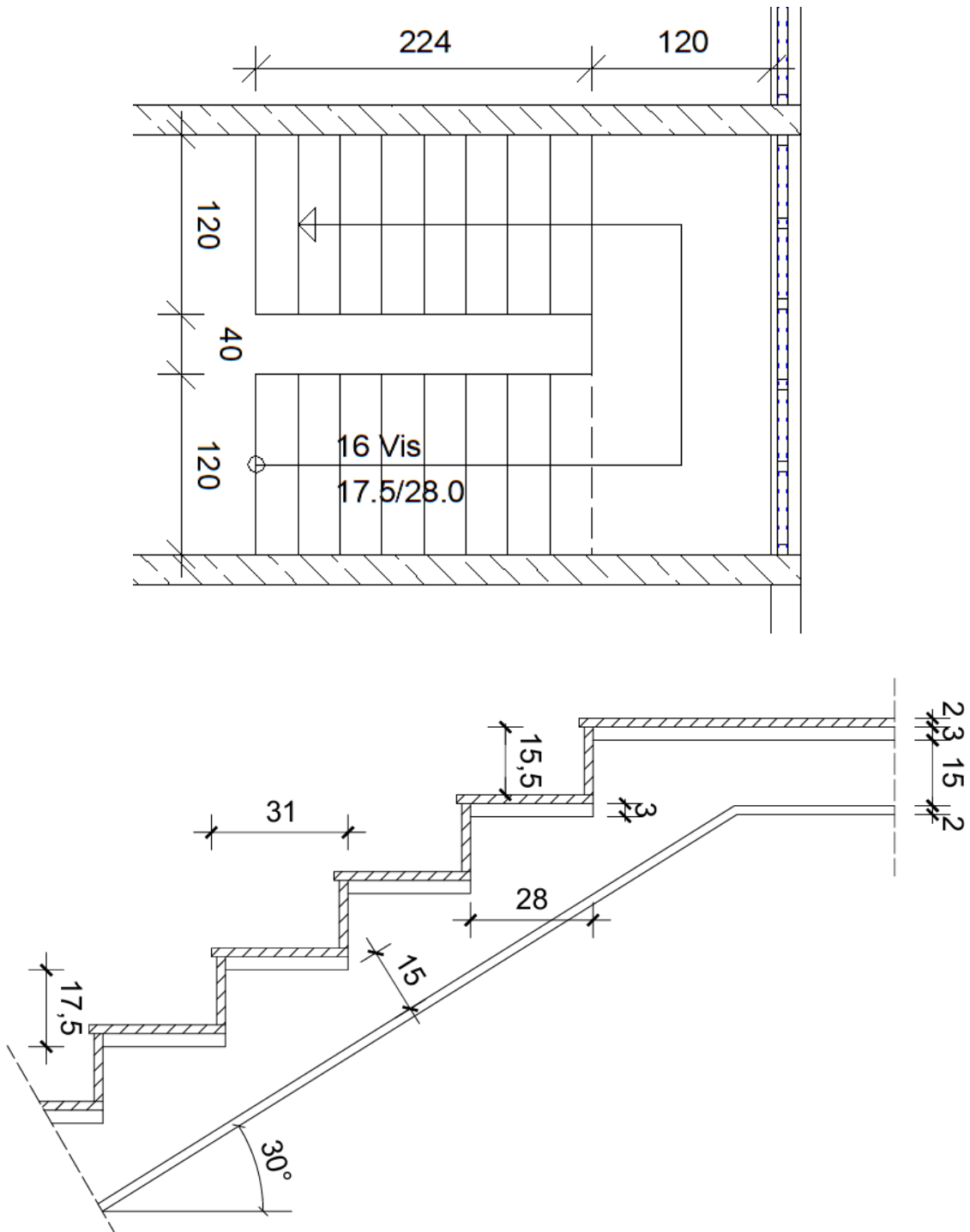
Slika 3: Proračunski model objekta – pogled 3



Slika 4: Proračunski model objekta – pogled 4

## 4 STATIČKI PRORAČUN STUBIŠTA

### 4.1 Proračun stubišnog kraka



Slika 5: Tlocrt i poprečni presjek stubišnog kraka i podesta

#### 4.1.1 Analiza opterećenja

##### Stalno opterećenje:

**Tablica 1:** Prikaz stalnog opterećenja slojeva kraka stubišta

<b>SLOJ:</b>	
Keramičke pločice na nagaznoj površini	$d_p \cdot \frac{a_n}{a} \cdot \gamma_p = 0,02 \cdot \frac{0,31}{0,28} \cdot 12,0 = 0,27 \text{ kN/m}^2$
Keramičke pločice vertikalne gazišta	$d_p \cdot \frac{b_v}{a} \cdot \gamma_p = 0,02 \cdot \frac{0,155}{0,28} \cdot 12,0 = 0,13 \text{ kN/m}^2$
Estrih na nagaznoj površini stuba	$d_M \cdot \gamma_M = 0,03 \cdot 21 = 0,63 \text{ kN/m}^2$
Žbuka vertikalne gazišta	$d_M \cdot \frac{b}{a} \cdot \gamma_M = 0,02 \cdot \frac{0,175}{0,28} \cdot 21 = 0,26 \text{ kN/m}^2$
Stube	$\frac{b}{2} \cdot \gamma = \frac{0,175}{2} \cdot 25 = 2,19 \text{ kN/m}^2$
AB ploča 15 cm	$\frac{h \cdot \gamma}{\cos \alpha} = \frac{0,15 \cdot 25}{\cos 30^\circ} = 4,42 \text{ kN/m}^2$
Žbuka – podgled	$\frac{d \cdot \gamma_M}{\cos \alpha} = \frac{0,02 \cdot 18}{\cos 30^\circ} = 0,42 \text{ kN/m}^2$
<b>UKUPNO STALNO:</b>	<b>8,32 kN/m<sup>2</sup></b>

##### Korisno opterećenje:

Uporabno opterećenje za stubišta.....3,00 kN/m<sup>2</sup>

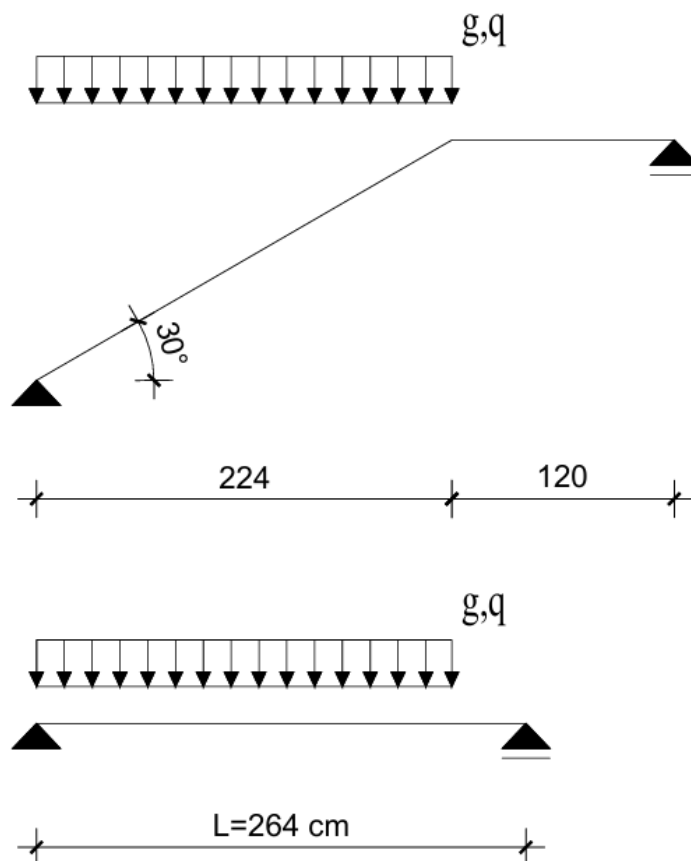
---

Ukupno korisno.....**q<sub>k</sub> = 3,00 kN/m<sup>2</sup>**



#### 4.1.2 Statički proračun

Karakteristične vrijednosti momenata savijanja i poprečnih sila:



Slika 6: Statička shema opterećenja stubišta i dijagram momenata savijanja

Karakteristične vrijednosti reakcija i poprečnih sila nad ležajem:

$$R_k^g = V_k^g = \frac{g_k \cdot L_s \cdot \left( \frac{L_s}{2} + \frac{b_{p2}}{3} \right)}{L} = \frac{8,32 \cdot 2,24 \cdot \left( \frac{2,24}{2} + \frac{1,20}{3} \right)}{2,64} = 10,73 \text{ kN/m}$$

$$R_k^q = V_k^q = \frac{q_k \cdot L_s \cdot \left( \frac{L_s}{2} + \frac{b_{p2}}{3} \right)}{L} = \frac{3,00 \cdot 2,24 \cdot \left( \frac{2,24}{2} + \frac{1,20}{3} \right)}{2,64} = 3,87 \text{ kN/m}$$

Položaj maksimalnog momenta savijanja u polju:

$$x = V_k^g / g = 10,73 / 8,32 = 1,29 \text{ m}$$

Udaljenost maksimalnog momenta savijanja od ležaja A:

$$x' = \frac{b_{p1}}{3} + x = \frac{1,20}{3} + 1,29 = 1,69 \text{ m}$$

Karakteristične vrijednosti momenata savijanja u polju:

$$M_k^g = R_k^g \cdot x' - \frac{g_k \cdot x^2}{2} = 10,73 \cdot 1,69 - \frac{8,32 \cdot 1,29^2}{2} = 11,21 \text{ kNm/m}$$

$$M_k^q = R_k^q \cdot x' - \frac{q_k \cdot x^2}{2} = 3,87 \cdot 1,69 - \frac{3,00 \cdot 1,29^2}{2} = 4,04 \text{ kNm/m}$$

### Proračunske vrijednosti momenta savijanja i poprečne sile

Proračunska poprečna sila nad ležajem A:

$$V_{Ed} = 1,35 \cdot V_k^g + 1,5 \cdot V_k^q = 1,35 \cdot 10,73 + 1,5 \cdot 3,87 = 20,29 \text{ kN}$$

Proračunski moment savijanja u polju:

$$M_{Ed} = 1,35 \cdot M_k^g + 1,5 \cdot M_k^q = 1,35 \cdot 11,21 + 1,5 \cdot 4,04 = 21,19 \text{ kNm}$$

#### 4.1.3 Dimenzioniranje uzdužne armature

Materijal:

Beton: C30/37

( $C f_{ck} / f_{ck, cube}$ ; valjak/kocka)

$f_{cd}$  - proračunska čvrstoća betona

$\alpha_{cc}$  - koeficijent dugotrajnih učinaka na tlačnu čvrstoću

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1,0 \cdot \frac{30}{1,5} = 20,0 \text{ N/mm}^2 = 2,0 \text{ kN/cm}^2$$

Čelik: B500B

( $f_{yk} / f_{tk} = 500/540$ )

$f_{yd}$  - proračunska granica popuštanja čelika

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ N/mm}^2 = 43,478 \text{ kN/cm}^2$$

Visina ploče stubišta:

$$h = 15 \text{ cm}$$

Zaštitni sloj betona (razred izloženosti XC1):

$$c = 2,0 \text{ cm}$$

Udaljenost do težišta armature:

$$d_1 = c + \phi / 2 = 2,0 + 1,0 / 2 = 2,5 \text{ cm}$$

Statička visina presjeka:

$$d = h - d_1 = 15 - 2,5 = 12,5 \text{ cm}$$

Glavna armatura:

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2119}{100 \cdot 12,5^2 \cdot 2,0} = 0,068 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za  $\mu_{Rd} = 0,070$  očitano:

$$\begin{aligned} \varepsilon_c &= -2,3\% & \xi &= 0,103 \\ \varepsilon_{s1} &= 20,0\% & \zeta &= 0,960 \end{aligned}$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2119}{0,960 \cdot 12,5 \cdot 43,478} = 3,46 \text{ cm}^2$$

Razdjelna armatura:

$$A_{s1,raz} = 0,2 \cdot A_{s1,prov} = 0,2 \cdot 4,06 = 0,70 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Minimalna armatura za polje:

$$A_{s1,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 100 \cdot 12,5 = 1,63 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,min} = 0,26 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} = 0,26 \cdot 100 \cdot 12,5 \cdot \frac{2,9}{500} = 1,89 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{mjerodavno}$$

Maksimalna armature za polje:

$$A_{s1,max} = 0,040 \cdot A_c = 0,040 \cdot 100 \cdot 15 = 60,0 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,max} = 0,022 \cdot A_c = 0,022 \cdot 100 \cdot 15 = 33,0 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,max} = \omega_{lim} \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,365 \cdot 100 \cdot 12,5 \cdot \frac{20,00}{434,78} = 20,99 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{mjerodavno}$$

Odabrana armatura se nalazi u području između minimalne i maksimalne armature:

$$A_{s1,min} = 1,89 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s1,prov} = 3,93 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s1,max} = 20,99 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Glavna armatura:

**ODABRANO:**  $\phi 10/20 \text{ cm} (A_{s1,prov} = 3,93 \text{ cm}^2/\text{m}) > A_{s1,req} = 3,40 \text{ cm}^2$

Razdjelna armatura:

**ODABRANO:**  $\phi 8/25 \text{ cm} (A_{s1,raz,prov} = 2,01 \text{ cm}^2/\text{m}) > A_{s1,raz,req} = 0,68 \text{ cm}^2$

**Napomena:** Proračunatom armaturom za polje armira se i područje spoja podesta i kraka stubišta.

#### 4.1.4 Dimenzioniranje poprečne armature

$$V_{Rd,c} = \left[ C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b \cdot d$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{125}} = 2,26 > 2,0$$

$$A_{s1,prov} = 3,93 \text{ cm}^2$$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b \cdot d} = \frac{3,93}{100 \cdot 12,5} = 0,00314 \leq 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$V_{Rd,c} = \left[ C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b \cdot d$$

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 2,00 \cdot (100 \cdot 0,00314 \cdot 30)^{1/3} + 0,15 \cdot 0 \right] \cdot 1000 \cdot 125 = 63358 \text{ N}$$

$$V_{Rd,c} = 63,36 \text{ kN}$$

–minimalna vrijednosti za  $V_{Rd,c}$  je:

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^2 \cdot f_{ck}^{1/3} = 0,035 \cdot 2,0^2 \cdot 30^{1/3} = 0,542$$

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b \cdot d = (0,542 + 0,15 \cdot 0) \cdot 1000 \cdot 125 = 67750 \text{ N} = 67,75 \text{ kN}$$

Provjera:

$$V_{Ed} = 20,29 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 67,75 \text{ kN} \rightarrow \text{Nije potrebno proračunati poprečnu armaturu,}$$

## 4.2 Proračun podesta

### 4.2.1 Analiza opterećenja

Tablica 2: Prikaz stalnog opterećenja slojeva podesta

<b>SLOJ:</b>	
Keramičke pločice na nagaznoj površini	$d_p \cdot \gamma_p = 0,02 \cdot 12,0 = 0,24 \text{ kN/m}^2$
Estrih:	$d_M \cdot \gamma_M = 0,03 \cdot 21 = 0,63 \text{ kN/m}^2$
Žbuka	$d_M \cdot \gamma_M = 0,02 \cdot 18 = 0,36 \text{ kN/m}^2$
AB ploča 20 cm:	$h \cdot \gamma = 0,15 \cdot 25 = 3,75 \text{ kN/m}^2$
<b>UKUPNO STALNO:</b>	<b>4,98 kN/m<sup>2</sup></b>

#### Korisno opterećenje:

Uporabno opterećenje za stubišta.....3,00 kN/m<sup>2</sup>

---

**Ukupno korisno.....q<sub>k</sub> = 3,00 kN/m<sup>2</sup>**

### 4.2.2 Statički proračun

#### Karakteristične vrijednosti momenata savijanja i poprečnih sila:

Proračunska duljina ploče podesta:

$$L_p = L + 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot h = 280 + 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 15 = 295 \text{ cm}$$

Karakteristične vrijednosti reakcija i poprečnih sila nad ležajem:

$$R_k^g = V_k^g = \frac{g_k \cdot L_p}{2} + \frac{R_{k,stub}^g \cdot L_{p,1}}{2 \cdot b_{p1}/3} = \frac{4,98 \cdot 2,95}{2} + \frac{10,73 \cdot 2,55}{2 \cdot 1,20/3} = 41,54 \text{ kN/m}$$

$$R_k^q = V_k^q = \frac{q_k \cdot L_p}{2} + \frac{R_{k,stub}^q \cdot L_{p,1}}{2 \cdot b_{p1}/3} = \frac{3,0 \cdot 2,95}{2} + \frac{3,87 \cdot 2,55}{2 \cdot 1,20/3} = 16,76 \text{ kN/m}$$

Karakteristične vrijednosti momenata savijanja u polju:

$$M_k^g = \frac{g_k \cdot L_p^2}{8} + \frac{R_{k,stub}^g \cdot L_p^2}{8 \cdot b_{p1}/3} = \frac{4,98 \cdot 2,95^2}{8} + \frac{10,73 \cdot 2,55^2}{8 \cdot 1,20/3} = 27,22 \text{ kN/m}$$

$$M_k^q = \frac{q_k \cdot L_p^2}{8} + \frac{R_{k,stub}^q \cdot L_p^2}{8 \cdot b_{p1}/3} = \frac{3,0 \cdot 2,95^2}{8} + \frac{3,87 \cdot 2,55^2}{8 \cdot 1,28/3} = 11,13 \text{ kN/m}$$

### Proračunske vrijednosti momenta savijanja i poprečne sile:

Proračunska poprečna sila nad ležajem:

$$V_{Ed} = 1,35 \cdot V_k^g + 1,5 \cdot V_k^q = 1,35 \cdot 41,54 + 1,5 \cdot 16,76 = 81,22 \text{ kN}$$

Proračunski moment savijanja u polju:

$$M_{Ed} = 1,35 \cdot M_k^g + 1,5 \cdot M_k^q = 1,35 \cdot 27,22 + 1,5 \cdot 11,13 = 53,44 \text{ kNm}$$

### 4.2.3 Dimenzioniranje uzdužne armature

Materijal:

Beton: C30/37

( $C f_{ck} / f_{ck,cube}$ ; valjak/kocka)

$f_{cd}$  - proračunska čvrstoća betona

$\alpha_{cc}$  - koeficijent dugotrajnih učinaka na tlačnu čvrstoću

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1,0 \cdot \frac{30}{1,5} = 20,0 \text{ N/mm}^2 = 2,0 \text{ kN/cm}^2$$

Čelik: B500B

( $f_{yk}/f_{tk}=500/540$ )

$f_{yd}$  - proračunska granica popuštanja čelika

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ N/mm}^2 = 43,478 \text{ kN/cm}^2$$

Visina ploče stubišta:  $h = 15 \text{ cm}$

Zaštitni sloj betona (razred izloženosti XC1):  $c = 2,0 \text{ cm}$

Udaljenost do težišta armature u polju podesta:  $d_1 = c + \phi/2 = 2,0 + 1,2 / 2 = 2,6 \text{ cm}$

Statička visina presjeka polja podesta:  $d = h - d_1 = 15 - 2,6 = 12,4 \text{ cm}$

Udaljenost do težišta armature na ležaju podesta:  $d_1 = c + \phi + \phi/2 = 2,0 + 1,0 + 1,2 / 2 = 3,6 \text{ cm}$

Statička visina presjeka na ležaju podesta:  $d = h - d_1 = 15 - 3,6 = 11,4 \text{ cm}$

**Polje**

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{5344}{100 \cdot 12,4^2 \cdot 2,0} = 0,174 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za  $\mu_{Rd} = 0,176$  očitano:

$$\begin{aligned} \varepsilon_c &= -3,5\% & \xi &= 0,241 \\ \varepsilon_{s1} &= 11,0\% & \zeta &= 0,900 \end{aligned}$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{5344}{0,900 \cdot 12,4 \cdot 43,478} = 11,01 \text{ cm}^2$$

Minimalna armatura za polje:

$$A_{s1,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 100 \cdot 12,4 = 1,61 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,min} = 0,26 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} = 0,26 \cdot 100 \cdot 12,4 \cdot \frac{2,9}{500} = 1,87 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{mjerodavno}$$

Maksimalna armature za polje:

$$A_{s1,max} = 0,040 \cdot A_c = 0,040 \cdot 100 \cdot 15 = 60,0 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,max} = 0,022 \cdot A_c = 0,022 \cdot 100 \cdot 15 = 33,0 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,max} = \omega_{lim} \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,365 \cdot 100 \cdot 12,4 \cdot \frac{20,0}{434,78} = 20,81 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{mjerodavno}$$

Odabrana armatura se nalazi u području između minimalne i maksimalne armature:

$$A_{s1,min} = 1,87 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s1,prov} = 9,42 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s1,max} = 20,81 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**ODABRANO:**

$$\phi 12/10,0 \text{ cm } (A_{s1,prov} = 11,31 \text{ cm}^2/\text{m}) > A_{s1,req} = 8,44 \text{ cm}^2$$

Razdjelna armatura:

**Razdjelna armatura je uzdužna armatura iz kraka stubišta  $\phi 10/20 \text{ cm}$ ,**

## Ležaj

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{0,25 \cdot 5344}{100 \cdot 11,4^2 \cdot 2,0} = 0,051 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za  $\mu_{Rd} = 0,055$  očitano:

$$\varepsilon_c = -1,9\% \quad \xi = 0,087$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0\% \quad \zeta = 0,968$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{0,25 \cdot 5344}{0,968 \cdot 11,4 \cdot 43,478} = 2,78 \text{ cm}^2$$

**ODABRANO:  $\phi 8/17 \text{ cm}$  ( $A_{s1,prov} = 2,96 \text{ cm}^2/\text{m}$ )  $> A_{s1,req} = 2,78 \text{ cm}^2$**

### 4.2.4 Dimenzioniranje poprečne armature

– nosivost elementa na poprečne sile bez poprečne armature:

$$V_{Rd,c} = \left[ C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b \cdot d$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{114}} = 2,32 < 2,0$$

$$A_{s1,prov} = 11,31 \text{ cm}^2$$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b \cdot d} = \frac{11,31}{100 \cdot 11,4} = 0,009 < 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$V_{Rd,c} = \left[ C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b \cdot d$$

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 2,00 \cdot (100 \cdot 0,009 \cdot 30)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0 \right] \cdot 1000 \cdot 114 = 82080 \text{ N} = 82,08 \text{ kN}$$



–minimalna vrijednosti za  $V_{Rd,c}$  je:

$$u_{\min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 2,0^{\frac{3}{2}} \cdot 30^{\frac{1}{2}} = 0,542$$

$$V_{Rd,c,\min} = (v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b \cdot d = (0,542 + 0,15 \cdot 0) \cdot 1000 \cdot 114 = 61812 \text{ N} = 61,81 \text{ kN}$$

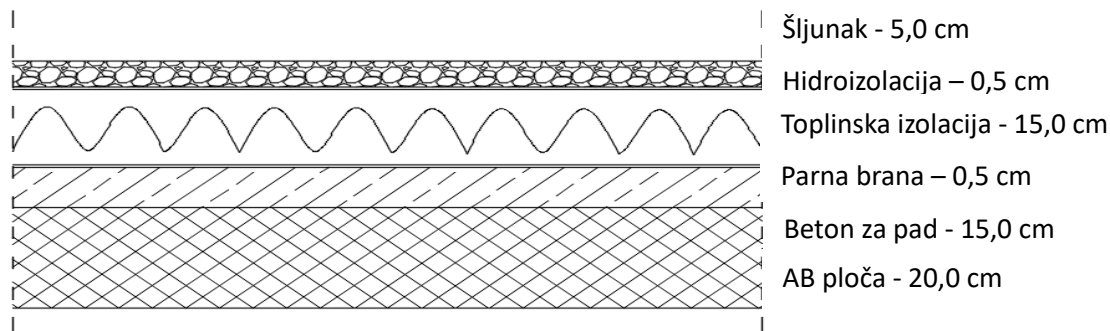
Provjera:  $V_{Ed} = 81,22 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 82,08 \text{ kN}$

→ Nije potrebno proračunati poprečnu armaturu.

## 5 STATIČKI PRORAČUN PLOČE

### 5.1 Analiza opterećenja

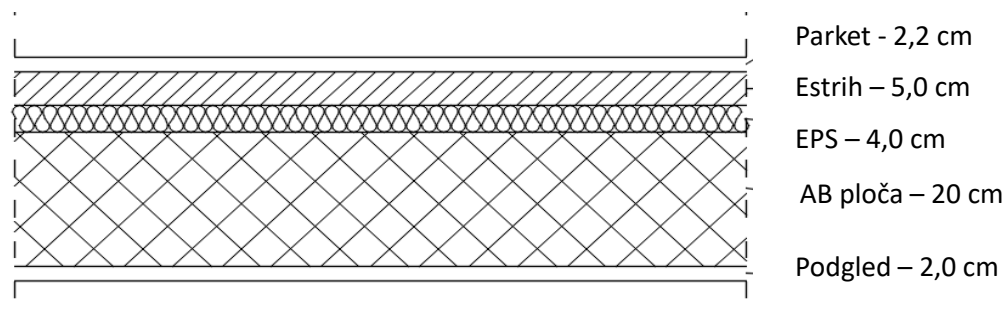
Ravni krov:



Slika 7: Presjek AB ploče za ravni krov

Šljunak 5,0 cm ( $0,05 \cdot 25,0$ )	=1,25 kN/m <sup>2</sup>
Hidroizolacija + parna brana 1 cm ( $0,01 \cdot 20$ )	=0,20 kN/m <sup>2</sup>
Toplinska izolacija 15 cm ( $0,15 \cdot 5,0$ )	=1,20 kN/m <sup>2</sup>
Beton za pad 8 cm ( $0,08 \cdot 24,0$ )	=1,92 kN/m <sup>2</sup>
AB ploča 20 cm ( $0,20 \cdot 25,0$ )	=5,00 kN/m <sup>2</sup>
<b>Ukupno stalno</b>	<b>=9,57 kN/m<sup>2</sup></b>

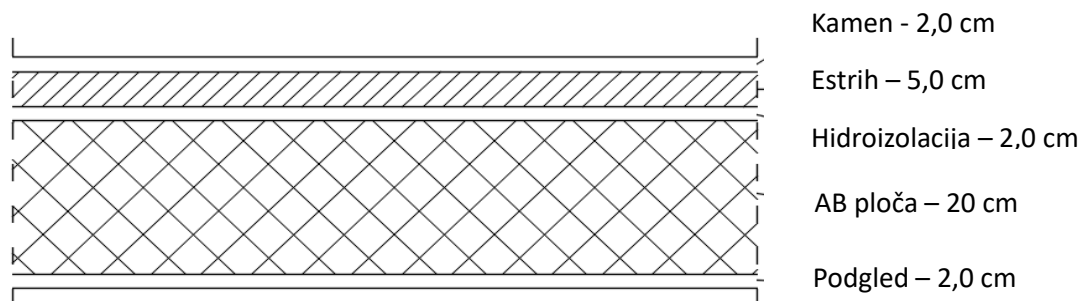
Stambeni prostor:



Slika 8: Presjek AB ploče stambeni prostor

Parket, lijepljen 2,2 cm (0,022 · 8,0)	=0,18 kN/m <sup>2</sup>
Estrih 5 cm (0,05 · 21,0)	=1,05 kN/m <sup>2</sup>
Elastični polistiren 4 cm (0,04 · 4.0)	=0,16 kN/m <sup>2</sup>
AB ploča 20 cm (0,20 · 25,0)	=5,00 kN/m <sup>2</sup>
Podgled 2 cm (0,02 · 18,0)	=0,36 kN/m <sup>2</sup>
<b>Ukupno stalno</b>	<b>=6,75 kN/m<sup>2</sup></b>

Terasa:



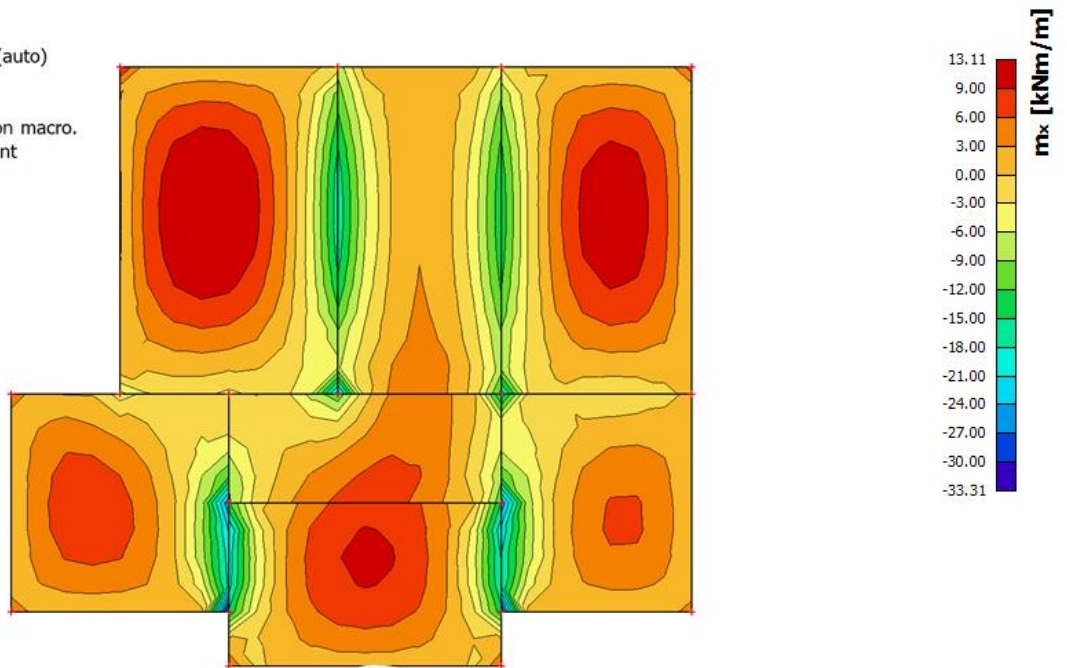
**Slika 9:** Presjek AB ploče terasa

Kamen 2,0 cm (0,020 · 30,0)	=0,60 kN/m <sup>2</sup>
Estrih 5 cm (0,04 · 21,0)	=1,05 kN/m <sup>2</sup>
Hidroizolacija 2 cm (0,02 · 12,0)	=0,24 kN/m <sup>2</sup>
AB ploča 15 cm (0,20 · 25,0)	=5,00 kN/m <sup>2</sup>
Podgled 2 cm (0,02 · 18,0)	=0.36 kN/m <sup>2</sup>
<b>Ukupno stalno</b>	<b>=7,25 kN/m<sup>2</sup></b>

Uporabno opterećenje ravnog krova	=0,60 kN/m <sup>2</sup>
Uporabno opterećenje za stambene prostorije	=2,00 kN/m <sup>2</sup>
Uporabno opterećenje terase	=4,00 kN/m <sup>2</sup>

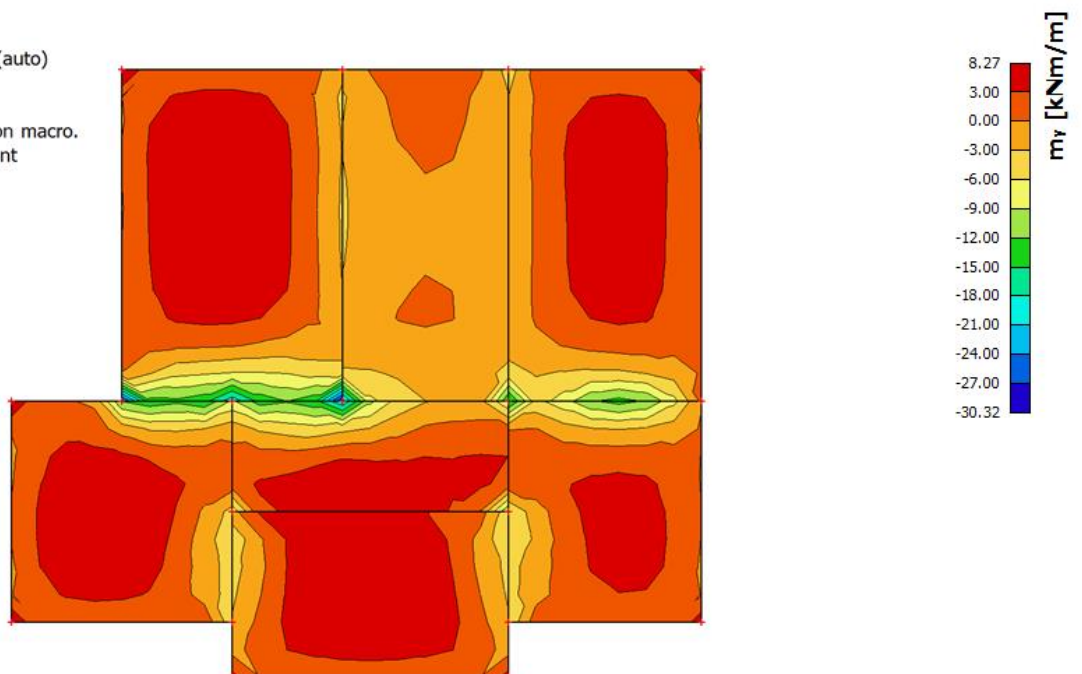
## 5.2 Proračun krovne ploče

Values:  $m_x$   
 Linear calculation  
 Combination: ULS-Set B (auto)  
 Extreme: Member  
 Selection: S31  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element



Slika 10: Momenti krovne ploče u x smjeru

Values:  $m_y$   
 Linear calculation  
 Combination: ULS-Set B (auto)  
 Extreme: Member  
 Selection: S31  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element



Slika 11: Momenti krovne ploče u y smjeru

Krovnna ploča će se pojednostavljeno dimenzionirati tako da se postavi jednaka mreža u donjoj zoni po cijeloj površini zbog malih razlika momenata savijanja u poljima.

Najveći pozitivni moment iznosi 13,11 kNm/m' i to u globalnom x smjeru pa će se armatura postaviti tako da je u donjoj zoni niža armatura u x smjeru.

Uz pretpostavku šipki promjera 10 mm i zaštitni sloj 2,5 cm statička visina iznosi:

$$d_x = 20 - 2,5 - 0,5 = 17 \text{ cm}$$

$$d_y = 16 \text{ cm}$$

Minimalna armatura iznosi:

$$A_{s,\min} = \max (0,0013 \cdot 100 \cdot 17 = 2,21 \text{ cm}^2 ; \\ 0,26 \cdot 100 \cdot 17 \cdot 2,9 / 500 = 2,64 \text{ cm}^2) \\ \rightarrow A_{s,\min} = 2,64 \text{ cm}^2$$

Potrebna količina armature potrebna za preuzimanje momenta savijanja iznosi:

$$\mu_{Ed} = \frac{1311}{100 \cdot 17^2 \cdot 2,0} = 0,023 \rightarrow \zeta = 0,98$$

$$A_{s,\text{req}} = \frac{1311}{0,98 \cdot 17 \cdot 43,478} = 1,81 \text{ cm}^2$$

Odabrana mreža u donjoj zoni: **Q385 (Ø7/10 cm; A<sub>s</sub> = 3,85 cm<sup>2</sup>)** > A<sub>s,min</sub> = 2,64 cm<sup>2</sup>

Gornja zona će se dimenzionirati na vrijednost srednjeg negativnog momenta koji onda zadovoljava armaturu za većinu ploče, dok će u dijelove gdje su momenti veći od navedenog biti postavljene mreže veće nosivosti.

Srednja vrijednost negativnog momenta uzet će se 7,50 kNm/m'.

Potrebna količina armature potrebna za preuzimanje tog momenta savijanja iznosi:

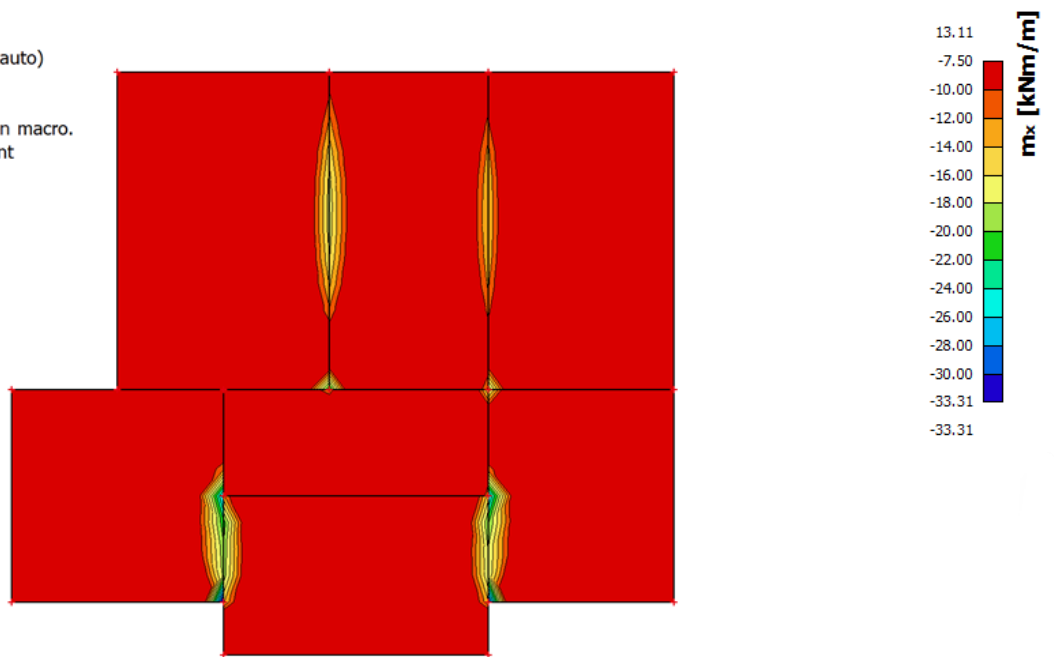
$$\mu_{Ed} = \frac{750}{100 \cdot 17^2 \cdot 2,0} = 0,013 \rightarrow \zeta = 0,985$$

$$A_{s,\text{req}} = \frac{750}{0,985 \cdot 17 \cdot 43,478} = 1,03 \text{ cm}^2$$

Odabrana mreža u gornjoj zoni: **Q283 (Ø6/10 cm; A<sub>s</sub> = 2,83 cm<sup>2</sup>)** > A<sub>s,min</sub> = 2,64 cm<sup>2</sup>

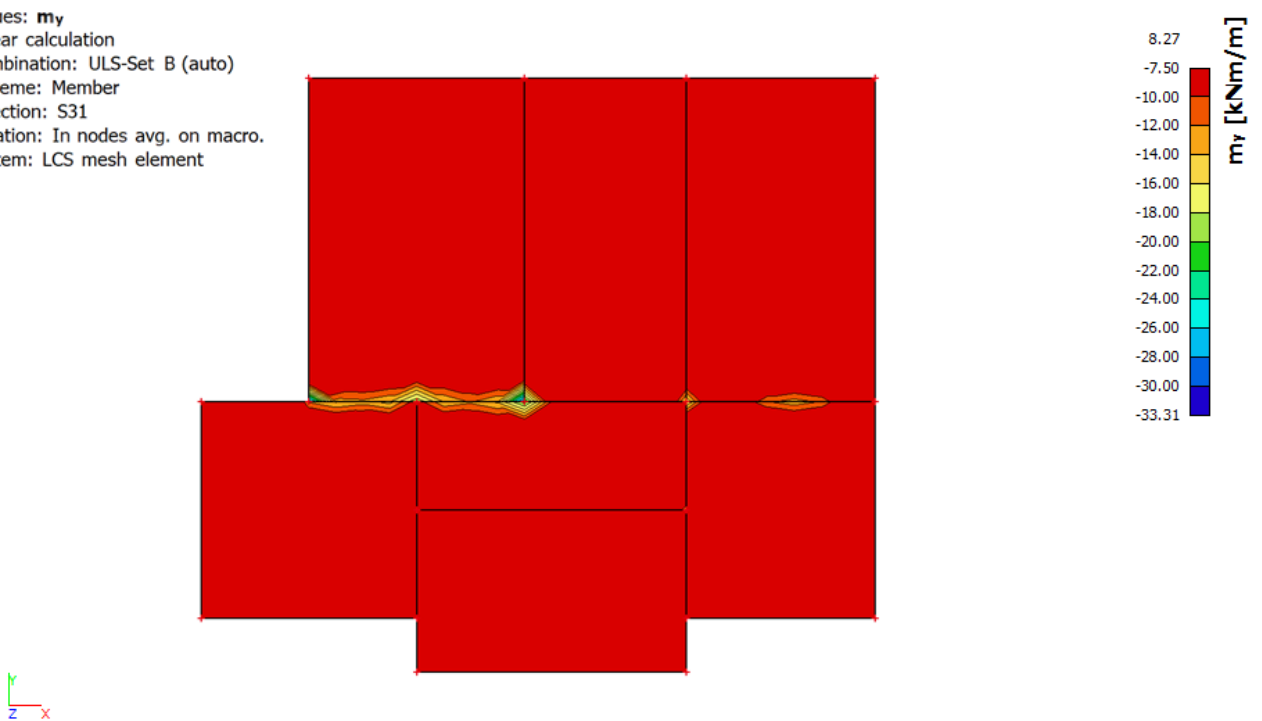
U nastavku su prikazani dijagrami momenata savijanja, ali tako da su vidljivi samo momenti manji od  $-7,50 \text{ kNm/m}$ . Ta područja će biti pokrivena mrežama veće nosivosti.

Values:  $m_x$   
 Linear calculation  
 Combination: ULS-Set B (auto)  
 Extreme: Member  
 Selection: S31  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element



Slika 12: Momenti u x smjeru manji od srednjeg negativnog momenta

Values:  $m_y$   
 Linear calculation  
 Combination: ULS-Set B (auto)  
 Extreme: Member  
 Selection: S31  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element



Slika 13: Momenti u y smjeru manji od srednjeg negativnog momenta

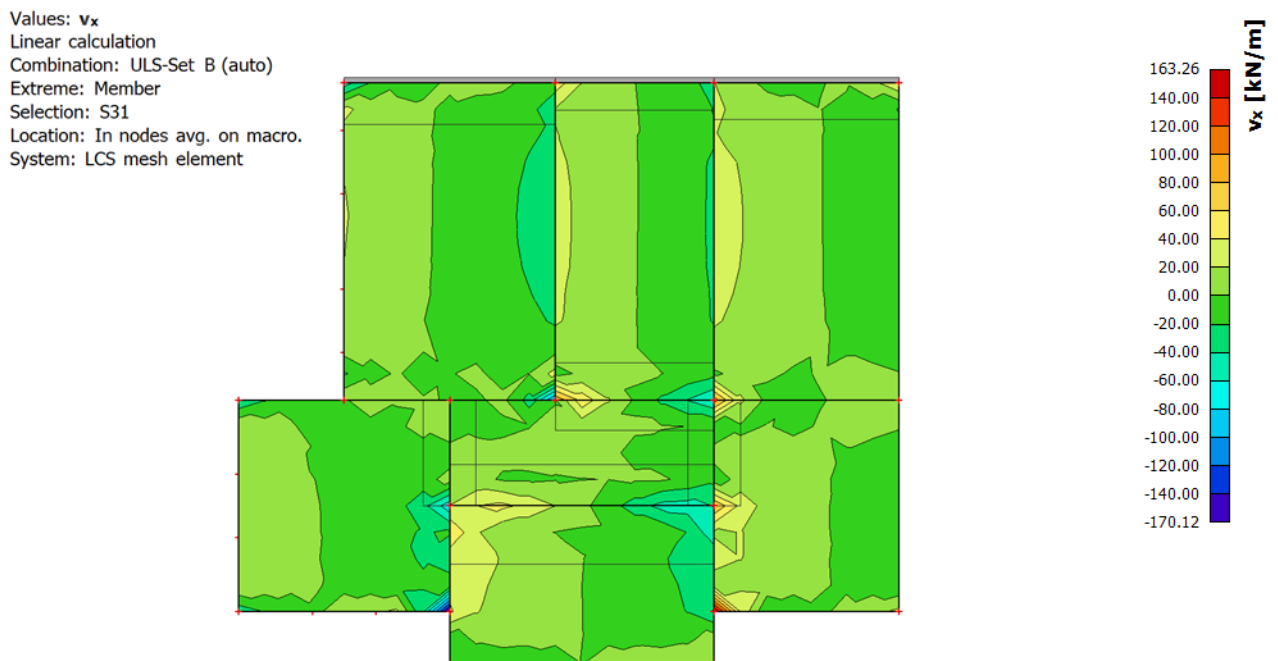
Mjerodavni negativni moment savijanja za prikazane dijagrame iznosi 21,50 kNm/m'.

Potrebna količina armature za preuzimanje tog momenta iznosi:

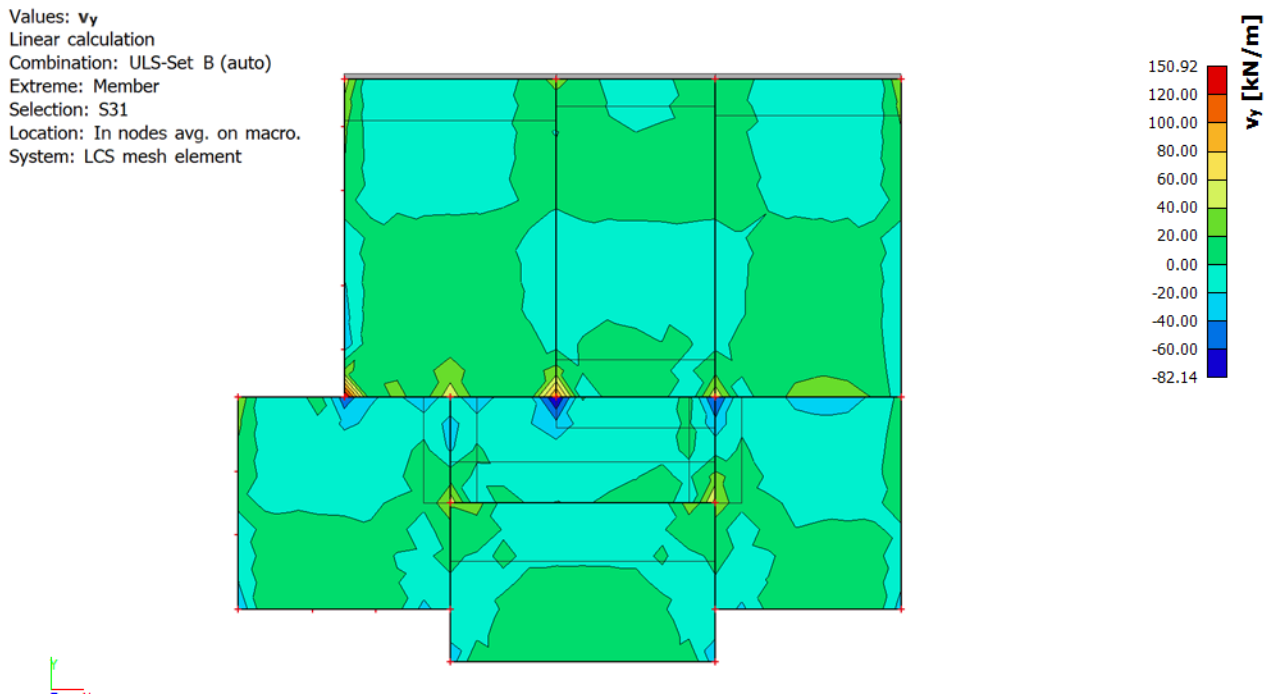
$$\mu_{Ed} = \frac{2150}{100 \cdot 17^2 \cdot 2,0} = 0,037 \rightarrow \zeta = 0,975$$

$$A_{s,req} = \frac{2150}{0,975 \cdot 17 \cdot 43,478} = 2,98 \text{ cm}^2$$

Odabrana mreža: **Q335 (Ø8/15 cm; A<sub>s</sub> = 3,35 cm<sup>2</sup>)** > A<sub>s,req</sub> = 2,98 cm<sup>2</sup>



**Slika 14:** Poprečne sile krovne ploče u x smjeru



Slika 15: Poprečne sile krovne ploče u y smjeru

Najveća poprečna sila u ploči iznosi 78,62 kN/m', odnosno naprezanje iznosi:

$$v_{Ed} = \frac{78,62}{100 \cdot 17} = 0,046 \text{ kN/cm}^3 = 0,46 \text{ Mpa}$$

Nosivost na posmik ne može biti manja od:

$$v_{Rd,min} = 0,035 \cdot 2^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0,54 \text{ Mpa}$$

Vidljivo je da je nosivost na posmik veća od posmičnog djelovanja pa nije potrebno postavljati poprečnu armaturu.

ODABRANA ARMATURA KROVNE PLOČE:

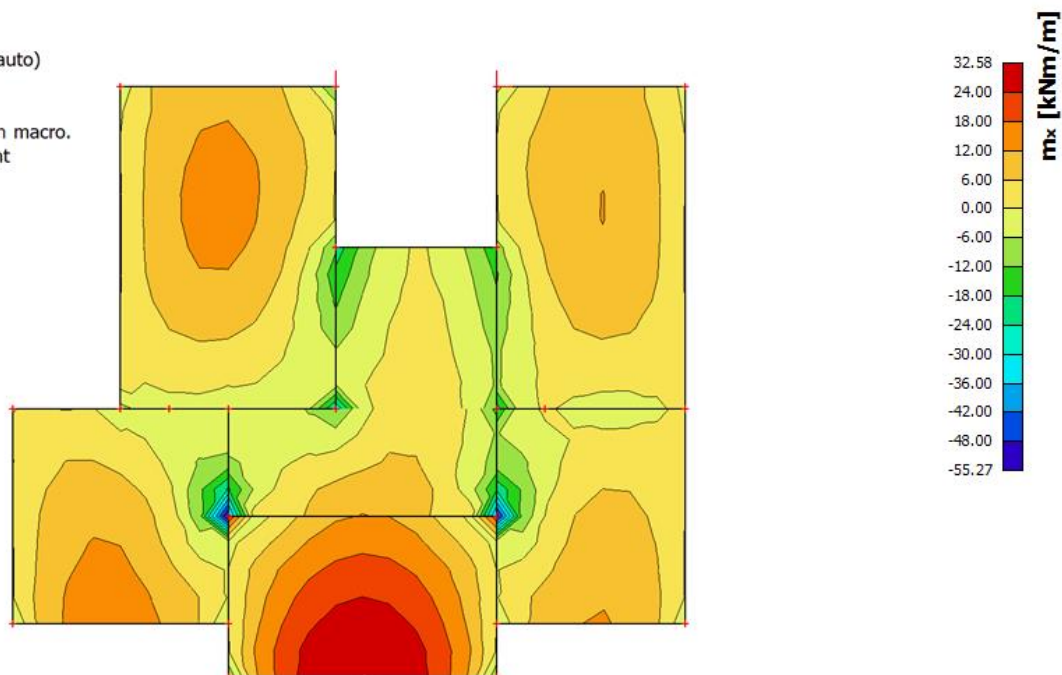
DONJA ZONA: **Q 385** ( $\phi 7 / 10 \text{ cm}$ )

GORNJA ZONA: **Q 283** ( $\phi 6 / 10 \text{ cm}$ ) + **Q 335** ( $\phi 8 / 15 \text{ cm}$ )



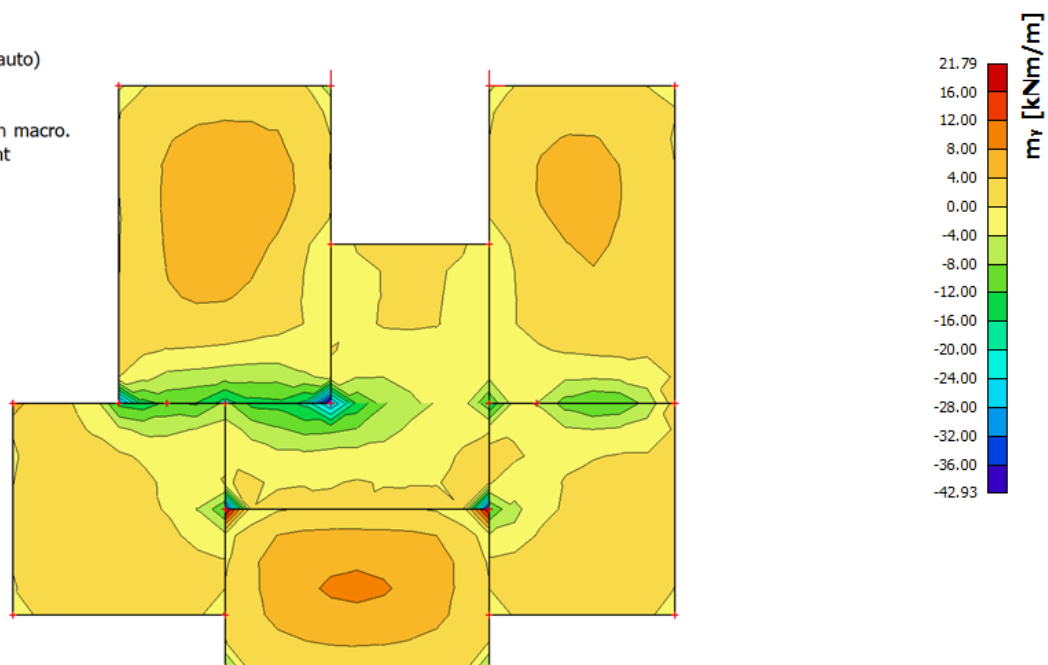
### 5.3 Proračun ploče prvog kata

Values:  $m_x$   
 Linear calculation  
 Combination: ULS-Set B (auto)  
 Extreme: Member  
 Selection: S19, S50  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element



Slika 16: Momenti ploče 1.kata u x smjeru

Values:  $m_y$   
 Linear calculation  
 Combination: ULS-Set B (auto)  
 Extreme: Member  
 Selection: S19, S50  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element



Slika 17: Momenti ploče 1.kata u y smjeru

Donja zona ploče 1. kata će se sastojati od dvije pozicije budući da se na području terase pojavljuje dvostruko veći moment od najvećeg momenta na ostatku cijele ploče.

Najveći pozitivni moment van pozicije terase iznosi 15,89 kNm/m' i to u globalnom x smjeru pa će se armatura postaviti tako da je u donjoj zoni niža armatura u x smjeru.

$$d_x = 20 - 2,5 - 0,35 = 17 \text{ cm}$$

$$d_y = 16 \text{ cm}$$

Minimalna armatura iznosi:

$$A_{s,\min} = \max(0,0013 \cdot 100 \cdot 17 = 2,21 \text{ cm}^2 ; \\ 0,26 \cdot 100 \cdot 17 \cdot 2,9 / 500 = 2,64 \text{ cm}^2) \\ \rightarrow A_{s,\min} = 2,64 \text{ cm}^2$$

Potrebna količina armature potrebna za preuzimanje momenta savijanja iznosi:

$$\mu_{Ed} = \frac{1589}{100 \cdot 17^2 \cdot 2,0} = 0,027 \rightarrow \zeta = 0,98$$

$$A_{s,\text{req}} = \frac{1589}{0,98 \cdot 17 \cdot 43,478} = 2,19 \text{ cm}^2$$

Odabrana mreža u donjoj zoni: **Q385 (Ø7/10 cm; A<sub>s</sub> = 3,85 cm<sup>2</sup>)** > A<sub>s,min</sub> = 2,64 cm<sup>2</sup>

Najveći pozitivni moment u području pozicije terase iznosi 32,58 kNm/m'.

Potrebna količina armature potrebna za preuzimanje tog momenta savijanja iznosi:

$$\mu_{Ed} = \frac{3258}{100 \cdot 17^2 \cdot 2,0} = 0,056 \rightarrow \zeta = 0,966$$

$$A_{s,\text{req}} = \frac{3258}{0,966 \cdot 17 \cdot 43,478} = 4,56 \text{ cm}^2$$

Odabrana mreža: **Q503 (Ø8/10 cm; A<sub>s</sub> = 5,03 cm<sup>2</sup>)** > A<sub>s,req</sub> = 4,56 cm<sup>2</sup>

Gornja zona će se dimenzionirati na vrijednost srednjeg negativnog momenta koji onda zadovoljava armaturu za većinu ploče, dok će u dijelove gdje su momenti veći od navedenog biti postavljene mreže veće nosivosti.

Srednja vrijednost negativnog momenta uzet će se 6,50 kNm/m'.

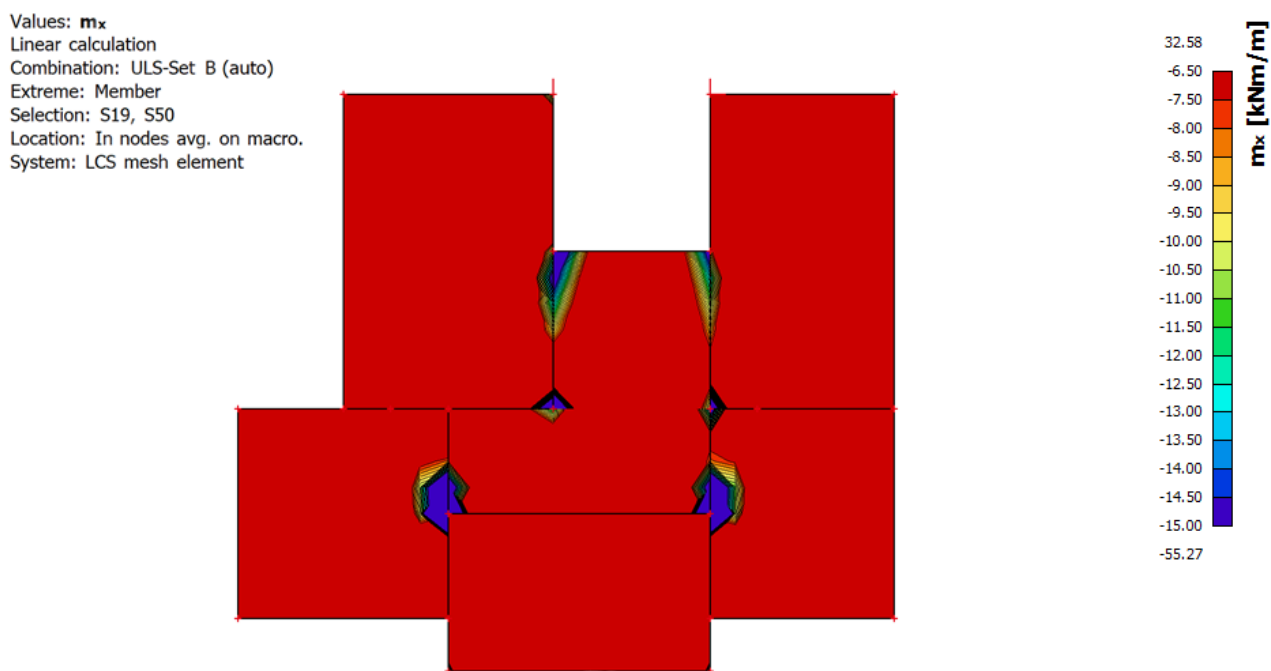
Potrebna količina armature potrebna za preuzimanje tog momenta savijanja iznosi:

$$\mu_{Ed} = \frac{650}{100 \cdot 17^2 \cdot 2,0} = 0,011 \rightarrow \zeta = 0,987$$

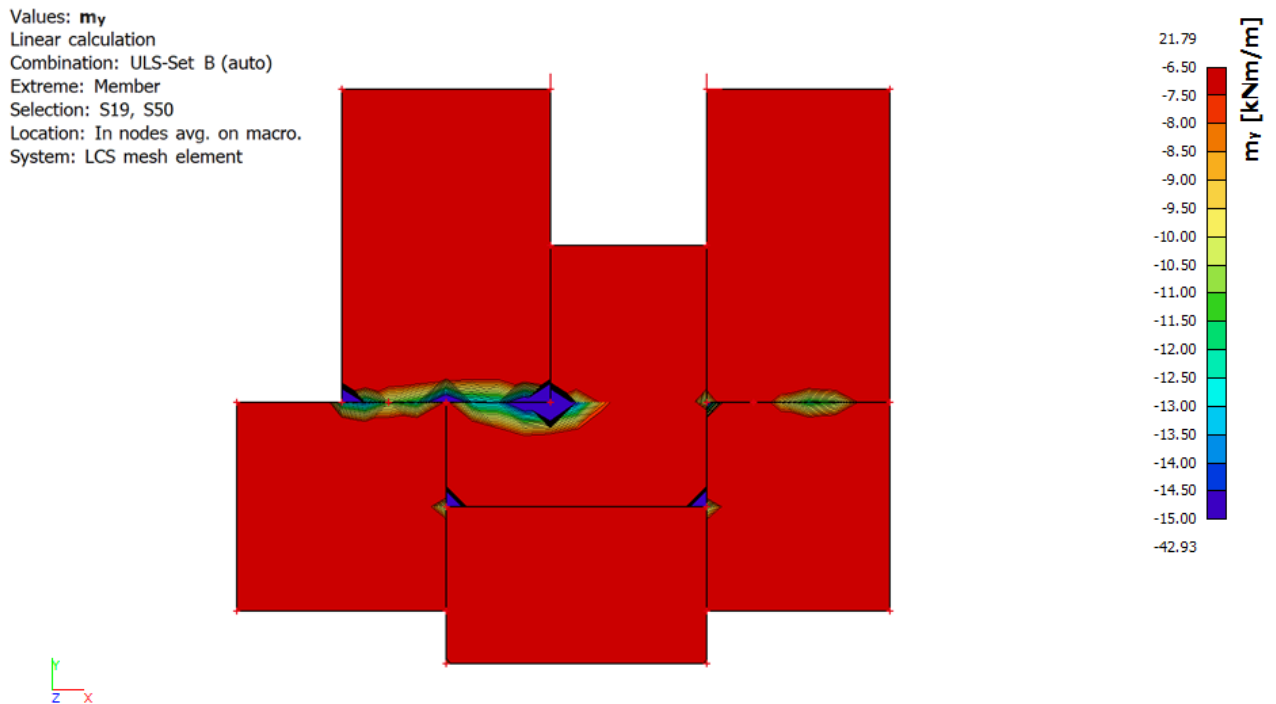
$$A_{s,req} = \frac{650}{0,987 \cdot 17 \cdot 43,478} = 0,91 \text{ cm}^2$$

Odabrana mreža u gornjoj zoni: **Q283 (Ø6/10 cm;  $A_s = 2,83 \text{ cm}^2$ )** >  $A_{s,min} = 2,64 \text{ cm}^2$

U nastavku su prikazani dijagrami momenata savijanja, ali tako da su vidljivi samo momenti manji od -6,50 kNm/m'. Ta područja će biti pokrivena mrežama veće nosivosti.



**Slika 18:** Momenti u x smjeru manji od srednjeg negativnog momenta



Slika 19: Momenti u y smjeru manji od srednjeg negativnog momenta

Mjerodavni negativni moment savijanja za prikazane dijagrame iznosi 14,00 kNm/m'.

Potrebna količina armature za preuzimanje tog momenta iznosi:

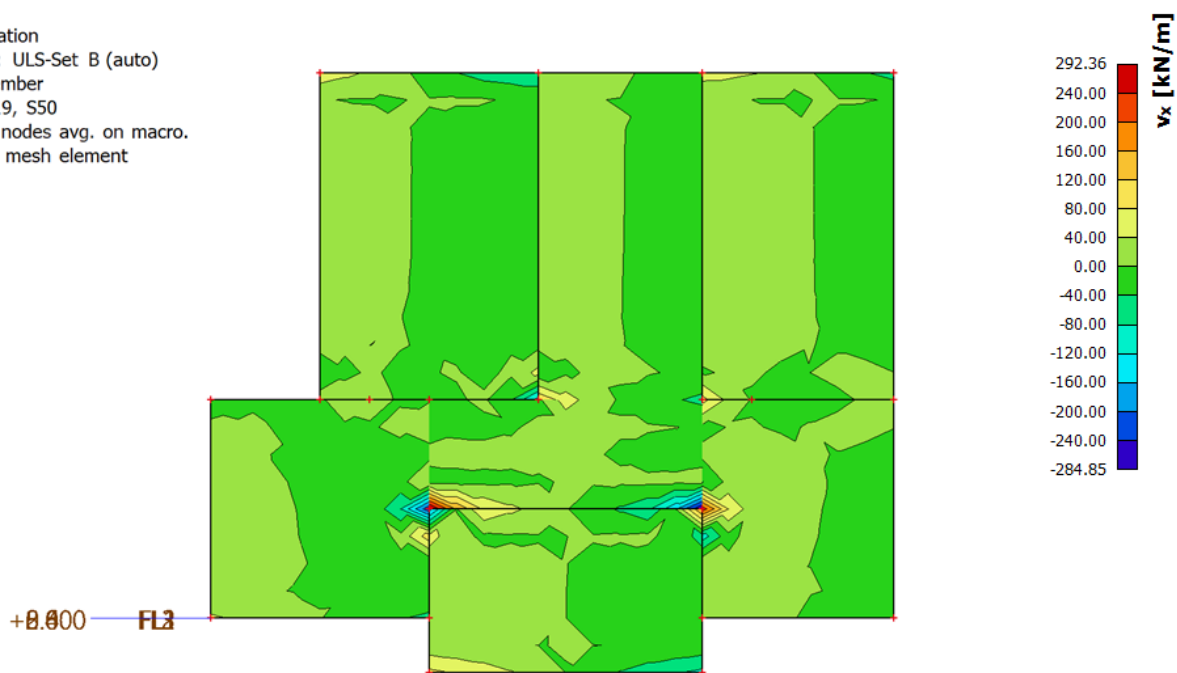
$$\mu_{Ed} = \frac{1400}{100 \cdot 17^2 \cdot 2,0} = 0,024 \rightarrow \zeta = 0,98$$

$$A_{s,req} = \frac{1400}{0,98 \cdot 17 \cdot 43,478} = 1,93 \text{ cm}^2$$

Odabrana mreža: **Q283 (Ø6/10 cm;  $A_s = 2,83 \text{ cm}^2$ )** >  $A_{s,min} = 2,64 \text{ cm}^2$

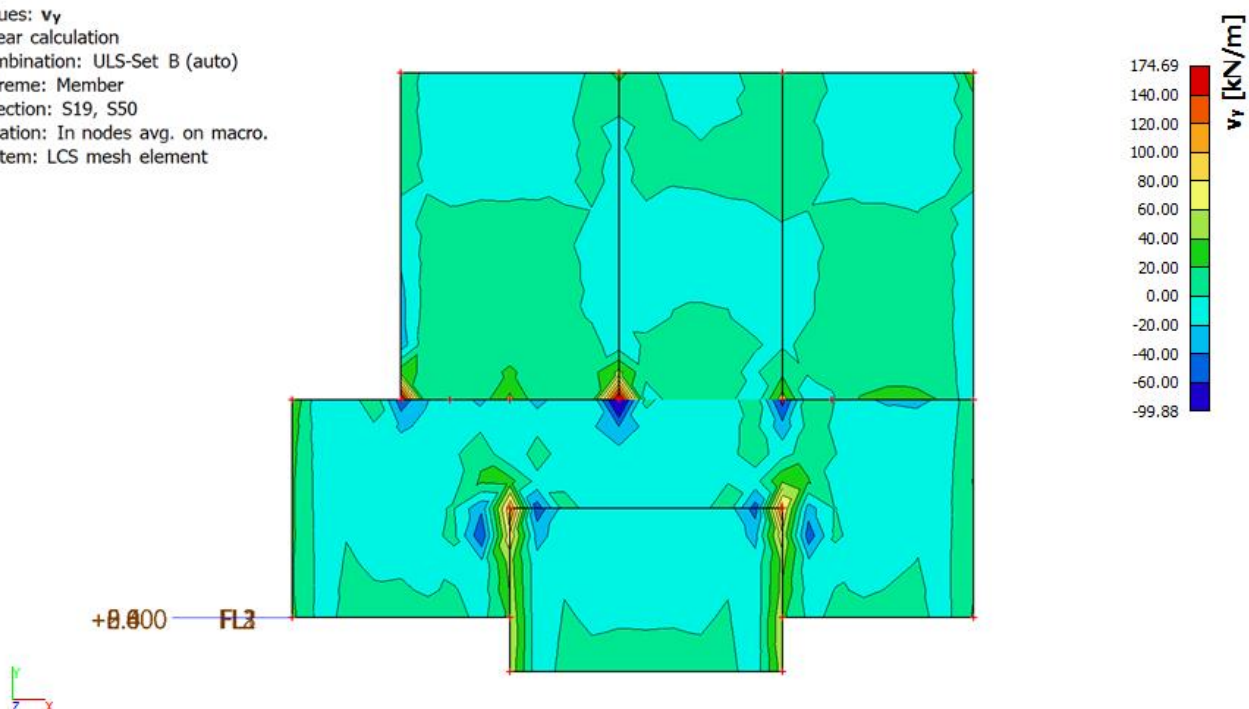
Prethodno odabrana mreža postaviti će se kroz gornju zonu po cijeloj ploči prvog kata.

Values:  $v_x$   
 Linear calculation  
 Combination: ULS-Set B (auto)  
 Extreme: Member  
 Selection: S19, S50  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element



Slika 20: Poprečne sile ploče 1.kata u x smjeru

Values:  $v_y$   
 Linear calculation  
 Combination: ULS-Set B (auto)  
 Extreme: Member  
 Selection: S19, S50  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element



Slika 21: Poprečne sile ploče 1.kata u x smjeru

Najveća poprečna sila u ploči iznosi 72,36 kN/m', odnosno naprezanje iznosi:

$$v_{Ed} = \frac{72,36}{100 \cdot 17} = 0,043 \text{ kN/cm}^3 = 0,43 \text{ MPa}$$

Nosivost na posmik ne može biti manja od:

$$v_{Rd,min} = 0,035 \cdot 2^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0,54 \text{ MPa}$$

Vidljivo je da je nosivost na posmik veća od posmičnog djelovanja pa nije potrebno postavljati poprečnu armaturu.

ODABRANA ARMATURA PLOČE PRVOG KATA:

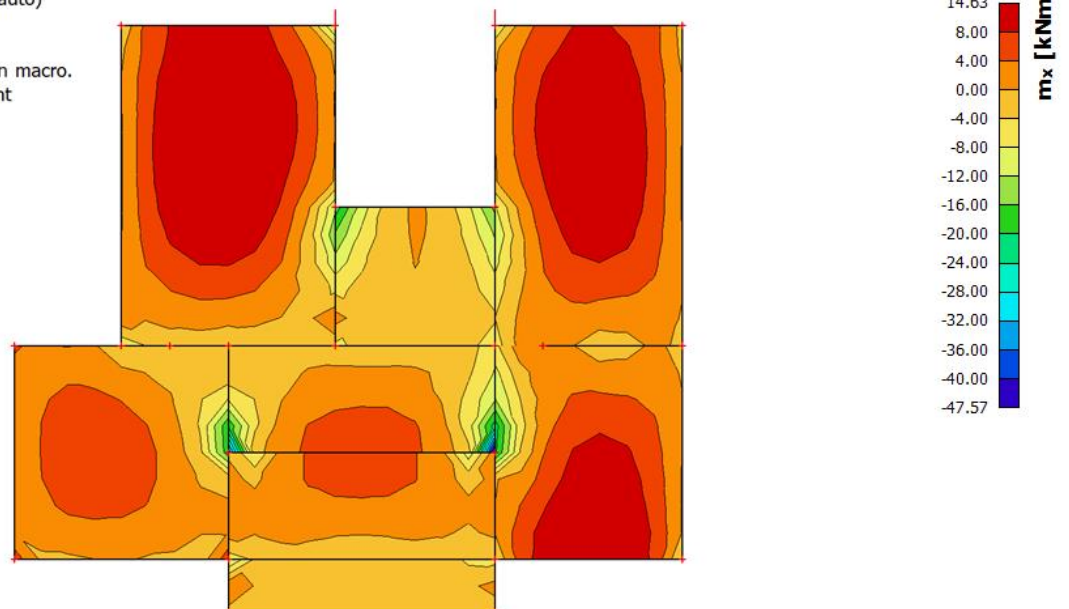
DONJA ZONA VAN POZICIJE TERASE: **Q 385** (φ7 / 10 cm)

DONJA ZONA POZICIJE TERASE: **Q 503** (φ8 / 10 cm)

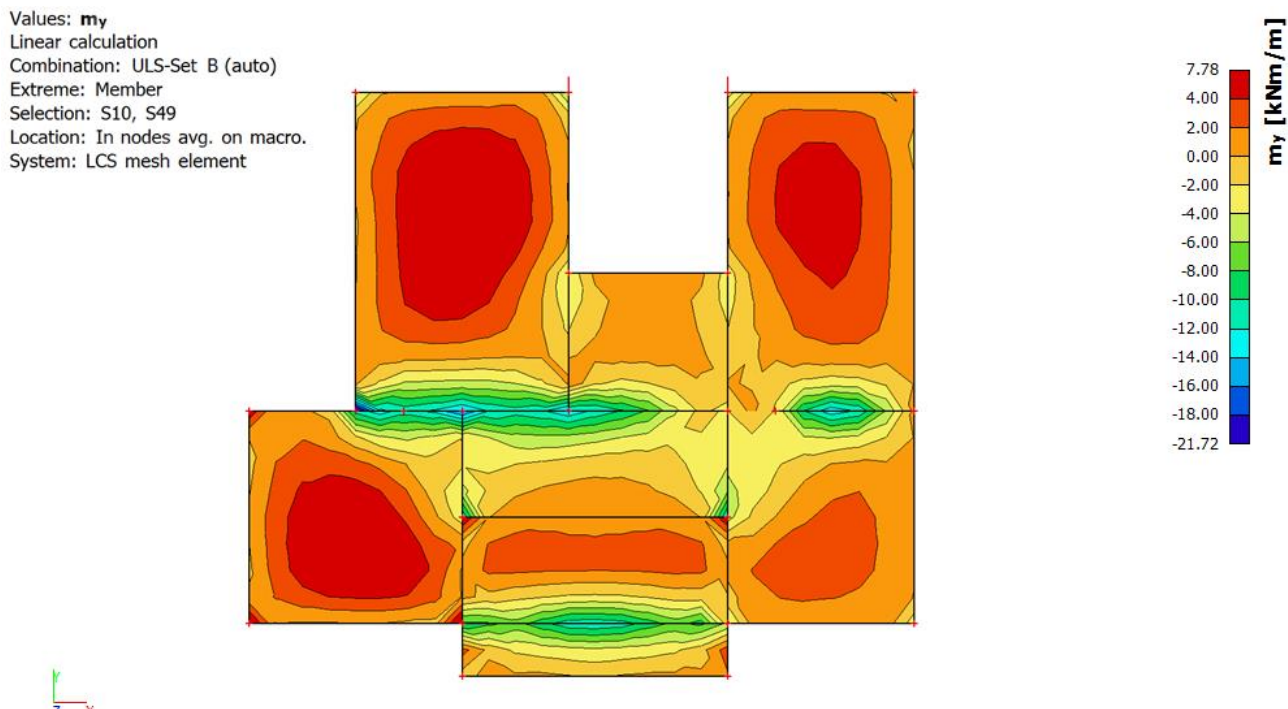
GORNJA ZONA: **Q 283** (φ6 / 10 cm)

## 5.4 Proračun ploče prizemlja

Values:  $m_x$   
 Linear calculation  
 Combination: ULS-Set B (auto)  
 Extreme: Member  
 Selection: S10, S49  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element



Slika 22: Momenti ploče prizemlja u x smjeru



Slika 23: Momenti ploče prizemlja u y smjeru

Ploča prizemlja će se pojednostavljeno dimenzionirati tako da se postavi jednaka mreža u donjoj zoni po cijeloj površini zbog malih razlika momenata savijanja u poljima.

Najveći pozitivni moment iznosi 14,63 kNm/m' i to u globalnom x smjeru pa će se armatura postaviti tako da je u donjoj zoni niža armatura u x smjeru.

Uz pretpostavku šipki promjera 10 mm i zaštitni sloj 2,5 cm statička visina iznosi:

$$d_x = 20 - 2,5 - 0,5 = 17 \text{ cm}$$

$$d_y = 16 \text{ cm}$$

Minimalna armatura iznosi:

$$A_{s,\min} = \max(0,0013 \cdot 100 \cdot 17 = 2,21 \text{ cm}^2 ; 0,26 \cdot 100 \cdot 17 \cdot 2,9 / 500 = 2,64 \text{ cm}^2)$$

$$\rightarrow A_{s,\min} = 2,64 \text{ cm}^2$$

Potrebna količina armature potrebna za preuzimanje momenta savijanja iznosi:

$$\mu_{Ed} = \frac{1463}{100 \cdot 17^2 \cdot 2,0} = 0,025 \rightarrow \zeta = 0,98$$

$$A_{s,\text{req}} = \frac{1463}{0,98 \cdot 17 \cdot 43,478} = 2,02 \text{ cm}^2$$

Odabrana mreža u donjoj zoni: **Q385 (Ø7/10 cm;  $A_s = 3,85 \text{ cm}^2$ )**  $> A_{s,\min} = 2,64 \text{ cm}^2$

Gornja zona će se dimenzionirati na vrijednost srednjeg negativnog momenta koji onda zadovoljava armaturu za većinu ploče, dok će u dijelove gdje su momenti veći od navedenog biti postavljene mreže veće nosivosti.

Srednja vrijednost negativnog momenta uzet će se  $6,00 \text{ kNm/m}'$ .

Potrebna količina armature potrebna za preuzimanje tog momenta savijanja iznosi:

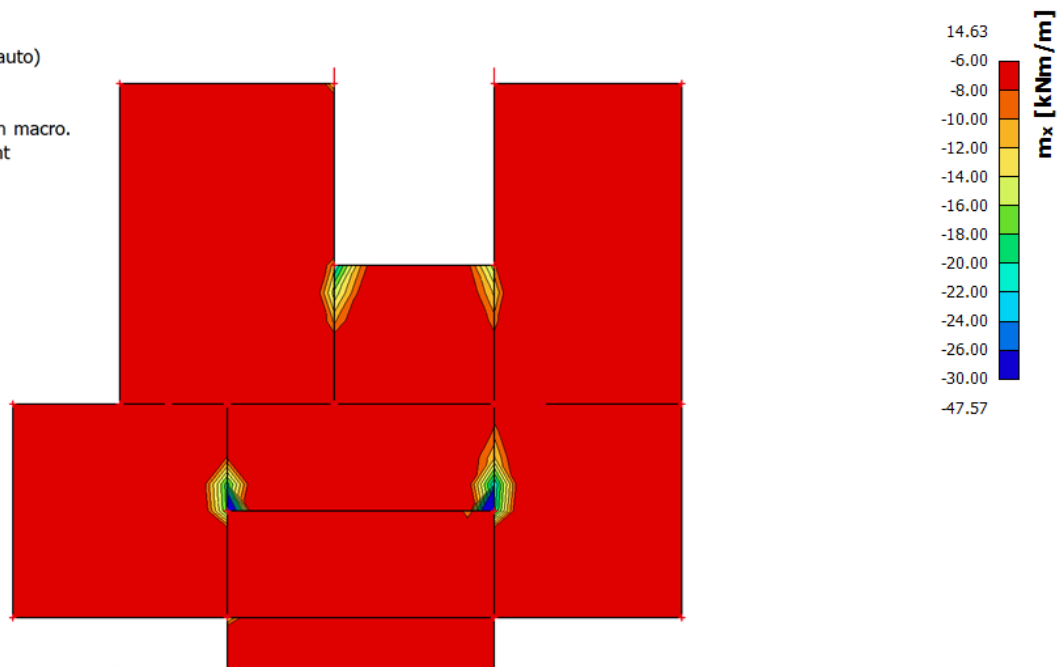
$$\mu_{Ed} = \frac{600}{100 \cdot 17^2 \cdot 2,0} = 0,010 \rightarrow \zeta = 0,987$$

$$A_{s,\text{req}} = \frac{600}{0,987 \cdot 17 \cdot 43,478} = 0,82 \text{ cm}^2$$

Odabrana mreža u gornjoj zoni: **Q283 (Ø6/10 cm;  $A_s = 2,83 \text{ cm}^2$ )**  $> A_{s,\min} = 2,64 \text{ cm}^2$

U nastavku su prikazani dijagrami momenata savijanja, ali tako da su vidljivi samo momenti manji od  $-6,00 \text{ kNm/m}'$ . Ta područja će biti pokrivena mrežama veće nosivosti.

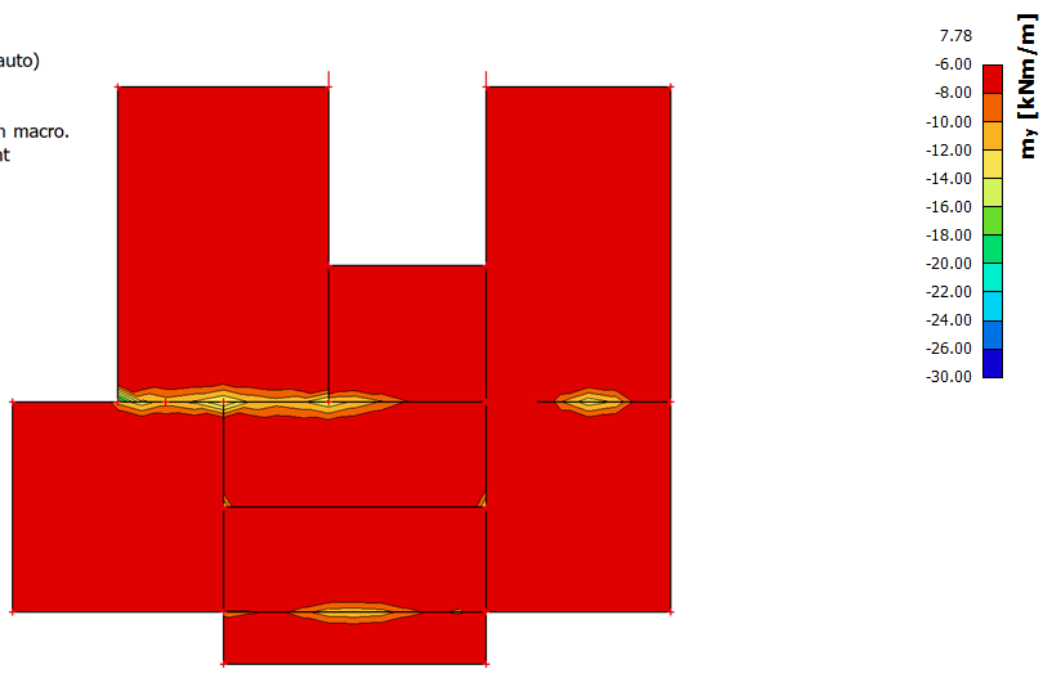
Values: **m<sub>x</sub>**  
 Linear calculation  
 Combination: ULS-Set B (auto)  
 Extreme: Member  
 Selection: S10, S49  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element



**Slika 24:** Momenti u x smjeru manji od srednjeg negativnog momenta



Values: **m<sub>y</sub>**  
 Linear calculation  
 Combination: ULS-Set B (auto)  
 Extreme: Member  
 Selection: S10, S49  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element



Slika 25: Momenti u y smjeru manji od srednjeg negativnog momenta

Mjerodavni negativni moment savijanja za prikazane dijagrame iznosi 15,50 kNm/m'.

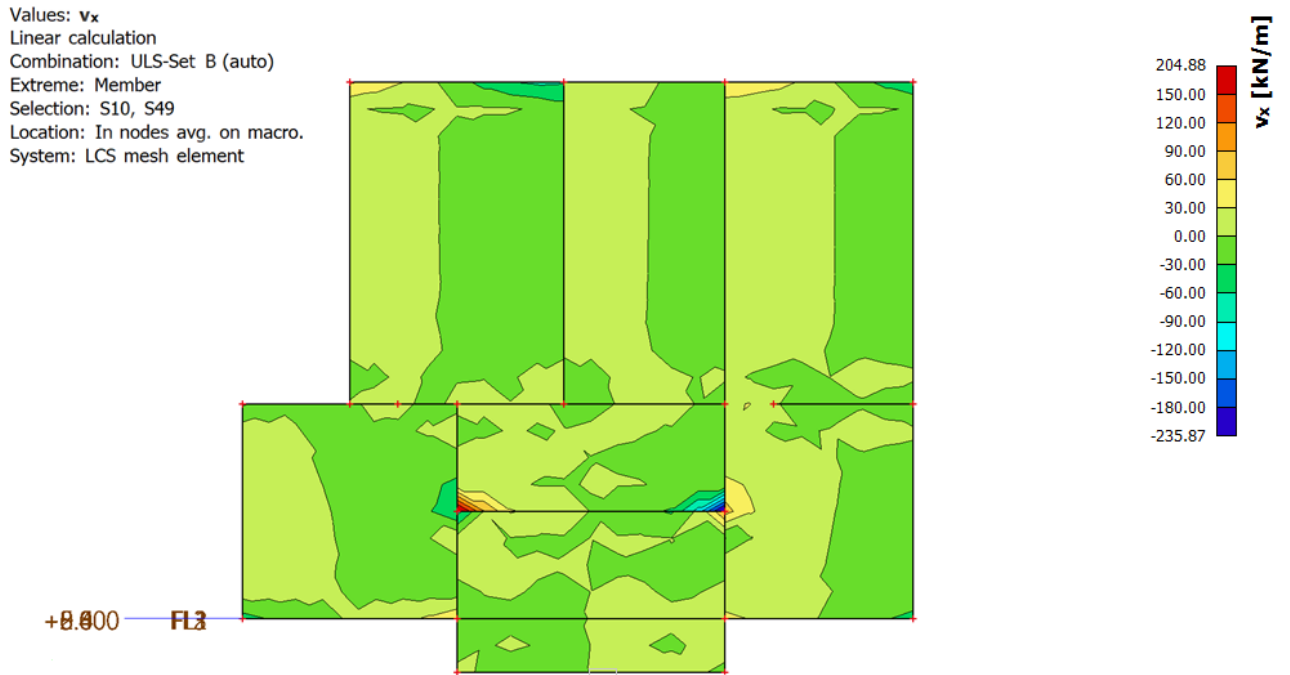
Potrebna količina armature za preuzimanje tog momenta iznosi:

$$\mu_{Ed} = \frac{1550}{100 \cdot 17^2 \cdot 2,0} = 0,027 \rightarrow \zeta = 0,98$$

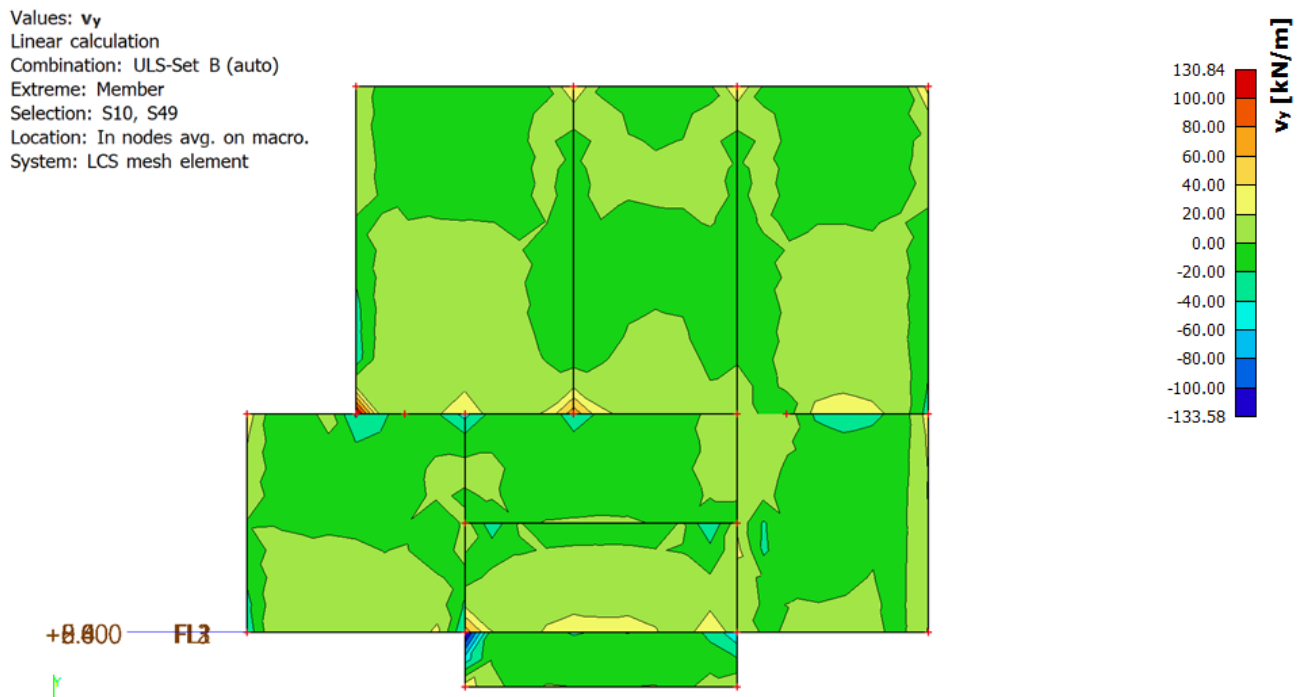
$$A_{s,req} = \frac{1550}{0,98 \cdot 17 \cdot 43,478} = 2,13 \text{ cm}^2$$

Odabrana mreža: **Q283 (Ø6/10 cm; A<sub>s</sub> = 2,83 cm<sup>2</sup>)** > A<sub>s,min</sub> = 2,64 cm<sup>2</sup>

Prethodno odabrana mreža postaviti će se kroz gornju zonu po cijeloj ploči prvog kata.



Slika 26: Poprečne sile ploče prizemlja u x smjeru



Slika 27: Poprečne sile ploče prizemlja u y smjeru

Najveća poprečna sila u ploči iznosi 64,88 kN/m', odnosno naprezanje iznosi:

$$v_{Ed} = \frac{64,88}{100 \cdot 17} = 0,038 \text{ kN/cm}^3 = 0,38 \text{ Mpa}$$

Nosivost na posmik ne može biti manja od:

$$v_{Rd,min} = 0,035 \cdot 2^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0,54 \text{ MPa}$$

Vidljivo je da je nosivost na posmik veća od posmičnog djelovanja pa nije potrebno postavljati poprečnu armaturu.

ODABRANA ARMATURA PLOČE:

DONJA ZONA: **Q 385** ( $\phi 7 / 10 \text{ cm}$ )

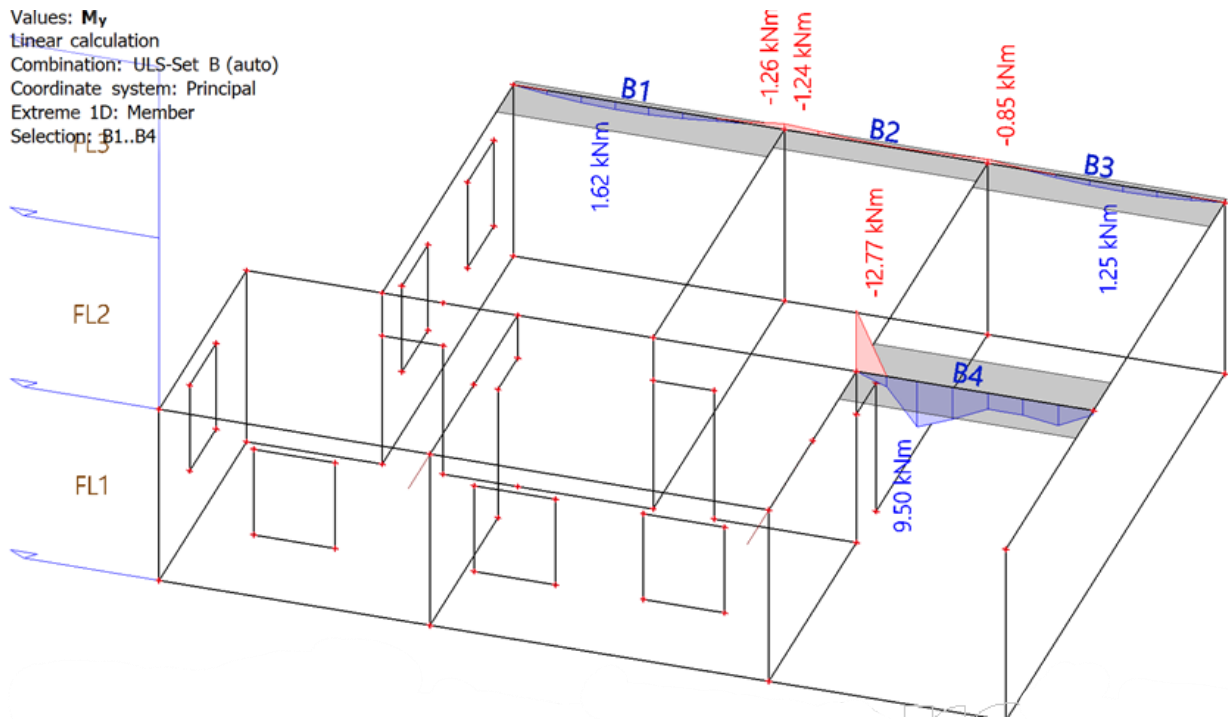
GORNJA ZONA: **Q 283** ( $\phi 7 / 10 \text{ cm}$ )

## 5.5 Proračun nadtemeljne ploče

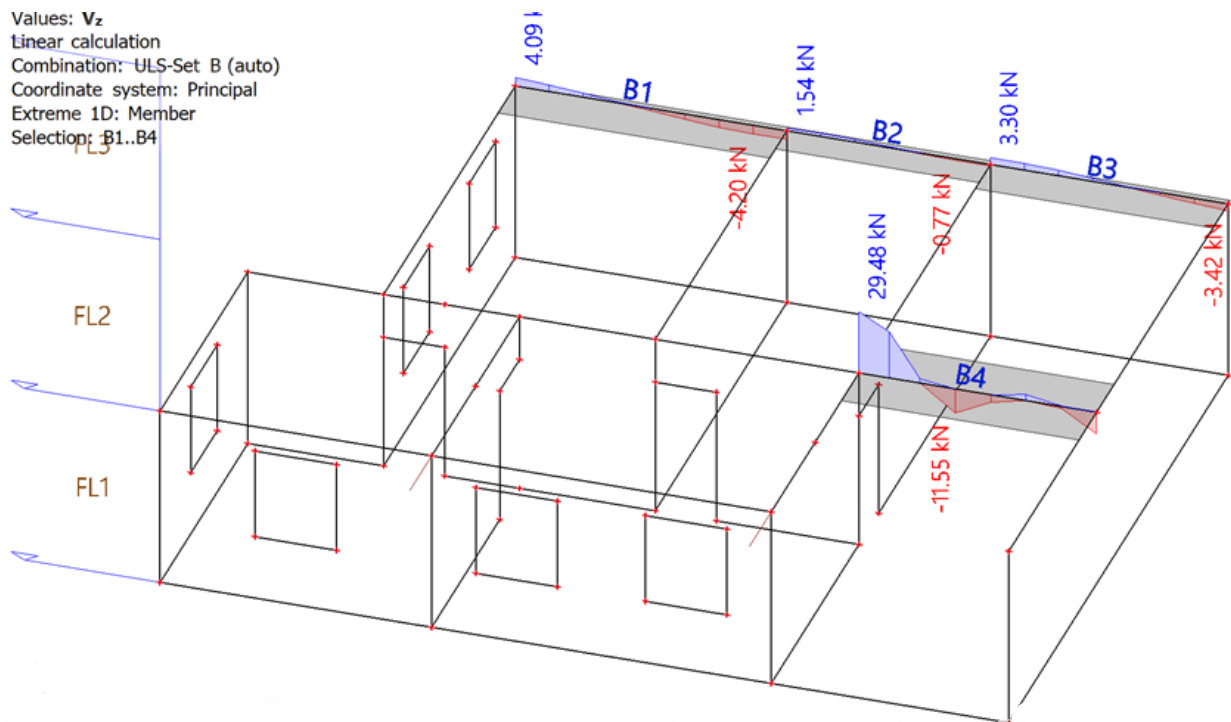
Nadtemeljna ploča neće se proračunavati zbog toga što se oslanja na tlo, a armirati će se minimalnom armaturom u obje zone.

## 6 PRORAČUN GREDA PRIZEMLJA PREMA GSN I GSU

### 6.1 Proračunske sile i poprečni presjeci greda

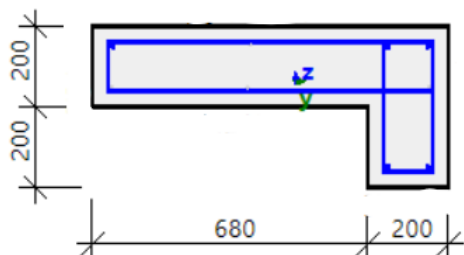


Slika 28: Prikaz pozicija i momenata greda prizemlja



Slika 29: Prikaz poprečnih sila greda prizemlja

**GREDA B1**

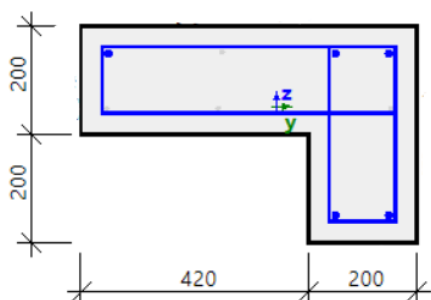


Slika 30: Poprečni presjek grede B1

**Tablica 3:** Unutarnje sile u gredi B1

	MOMENT $M_Y$ [kNm]	POPREČNA SILA $V_z$ [kN]
POLJE	1,62	-
OSLONAC	1,26	4,09

**GREDA B2**

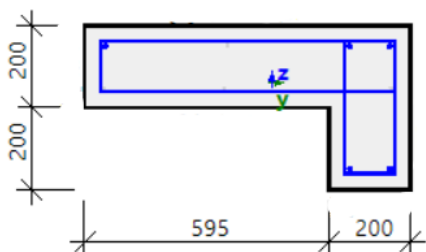


Slika 31: Poprečni presjek grede B2

**Tablica 4:** Unutarnje sile u gredi B2

	MOMENT $M_Y$ [kNm]	POPREČNA SILA $V_z$ [kN]
POLJE	0,21	-
OSLONAC	1,24	1,54

**GREDA B3**

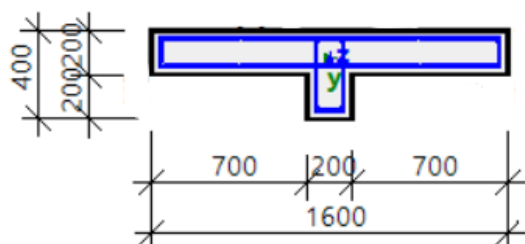


Slika 32: Poprečni presjek grede B3

**Tablica 5:** Unutarnje sile u gredi B3

	MOMENT $M_Y$ [kNm]	POPREČNA SILA $V_z$ [kN]
POLJE	1,25	-
OSLONAC	0,85	3,30

**GREDA B4**



Slika 33: Poprečni presjek grede B4

**Tablica 6:** Unutarnje sile u gredi B4

	MOMENT $M_Y$ [kNm]	POPREČNA SILA $V_z$ [kN]
POLJE	9,50	-
OSLONAC	12,77	29,48

## 6.2 Dimenzioniranje kontinuirane grede B1+B2+B3

Materijal:

Beton: C30/37

( $C f_{ck}/f_{ck,cube}$ ; valjak/kocka)

$f_{cd}$  - proračunska čvrstoća betona

$\alpha_{cc}$  - koeficijent dugotrajnih učinaka na tlačnu čvrstoću

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1,0 \cdot \frac{30}{1,5} = 20,0 \text{ N/mm}^2 = 2,0 \text{ kN/cm}^2$$

Čelik: B500B

( $f_{yk}/f_{tk}=500/540$ )

$f_{yd}$  - proračunska granica popuštanja čelika

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ N/mm}^2 = 43,478 \text{ kN/cm}^2$$

Visina grede: h=40,0 cm

Zaštitni sloj betona (XC1): c=2,0 cm

Udaljenost do težišta armature:  $d_1 = c + \phi_v + \frac{\phi_s}{2} = 2,0 + 0,8 + \frac{1,2}{2} = 3,4 \text{ cm}$

Statička visina presjeka: d = h - d\_1 = 40,0 - 3,4 = 36,6 cm

### 6.2.1 Dimenzioniranje uzdužne armature

#### Polje 1

Sudjelujuća širina:

$$L_0 = 0,85 \cdot L = 0,85 \cdot 400,0 = 340,0 \text{ cm}$$

$$b_1 = \frac{600}{2} = 300,0 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff}} = \sum b_{\text{eff},i} + b_w \leq b$$

$$b = b_1 + b_w = 300,0 + 20,0 = 320,0 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff},i} = 0,2 \cdot b_i + 0,1 \cdot l_0 \leq 0,2 \cdot l_0$$

$$0,2 \cdot L_0 = 0,2 \cdot 340 = 68 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff},1} = 0,2 \cdot b_1 + 0,1 \cdot L_0 = 0,2 \cdot 300,0 + 0,1 \cdot 340,0 = 94 \text{ cm} > 68 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff}} = b_{\text{eff},1} + b_w = 68 + 20,0 = 88 \text{ cm} < b = 320 \text{ cm}$$

Odabrana je sudjelujuća širina  $b_{\text{eff}} = 88 \text{ cm}$

#### Polje 2

Sudjelujuća širina:

$$L_0 = 0,70 \cdot L = 0,70 \cdot 300,0 = 210,0 \text{ cm}$$

$$b_1 = \frac{600}{2} = 300,0 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff}} = \sum b_{\text{eff},i} + b_w \leq b$$

$$b = b_1 + b_w = 300,0 + 20,0 = 320,0 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff},i} = 0,2 \cdot b_i + 0,1 \cdot l_0 \leq 0,2 \cdot l_0$$

$$0,2 \cdot L_0 = 0,2 \cdot 210 = 42 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff},1} = 0,2 \cdot b_1 + 0,1 \cdot L_0 = 0,2 \cdot 300,0 + 0,1 \cdot 210,0 = 81 \text{ cm} > 42 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff}} = b_{\text{eff},1} + b_w = 42 + 20,0 = 62 \text{ cm} < b = 320 \text{ cm}$$

Odabrana je sudjelujuća širina  $b_{\text{eff}} = 62 \text{ cm}$

### Polje 3

Sudjelujuća širina:

$$L_0 = 0,85 \cdot L = 0,85 \cdot 350,0 = 297,5 \text{ cm}$$

$$b_1 = \frac{600}{2} = 300,0 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff}} = \sum b_{\text{eff},i} + b_w \leq b$$

$$b = b_1 + b_w = 300,0 + 20,0 = 320,0 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff},i} = 0,2 \cdot b_i + 0,1 \cdot l_0 \leq 0,2 \cdot l_0$$

$$0,2 \cdot L_0 = 0,2 \cdot 297,5 = 59,5 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff},1} = 0,2 \cdot b_1 + 0,1 \cdot L_0 = 0,2 \cdot 300,0 + 0,1 \cdot 297,5 = 89,75 \text{ cm} > 59,5 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff}} = b_{\text{eff},1} + b_w = 59,5 + 20,0 = 79,5 \text{ cm} < b = 320 \text{ cm}$$

Odabrana je sudjelujuća širina  $b_{\text{eff}} = 79,5 \text{ cm}$

Minimalna armatura za polje:

$$A_{s1,\text{min}} = 0,0013 \cdot b_w \cdot d = 0,0013 \cdot 20,0 \cdot 36,6 = 0,95 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,\text{min}} = 0,26 \cdot b_w \cdot d \cdot \frac{f_{\text{ctm}}}{f_{\text{yk}}} = 0,26 \cdot 20,0 \cdot 36,6 \cdot \frac{2,9}{500} = 1,10 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{mjerodavno}$$

Maksimalna armatura za polje 1:

$$A_{s1,\text{max}} = 0,040 \cdot b_{\text{eff}} \cdot h = 0,040 \cdot 88 \cdot 40,0 = 140,8 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,\text{max}} = 0,022 \cdot A_C = 0,022 \cdot 2,5 \cdot 88,0 \cdot 20,0 = 96,8 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{mjerodavno}$$

Maksimalna armatura za polje 2:

$$A_{s1,\text{max}} = 0,040 \cdot b_{\text{eff}} \cdot h = 0,040 \cdot 62 \cdot 40,0 = 99,2 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,\text{max}} = 0,022 \cdot A_C = 0,022 \cdot 2,5 \cdot 62 \cdot 20,0 = 68,2 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{mjerodavno}$$

Maksimalna armatura za polje 3:

$$A_{s1,\text{max}} = 0,040 \cdot b_{\text{eff}} \cdot h = 0,040 \cdot 79,5 \cdot 40,0 = 127,2 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,\text{max}} = 0,022 \cdot A_C = 0,022 \cdot 2,5 \cdot 79,5 \cdot 20,0 = 87,45 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{mjerodavno}$$



### Polje 1

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{162}{88 \cdot 36,6^2 \cdot 2,0} = 0,0007 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za  $\mu_{Rd} = 0,001$  očitano:

$$\begin{aligned} \varepsilon_c &= -0,2 & \xi &= 0,010 \\ \varepsilon_{s1} &= 20,0 & \zeta &= 0,997 \end{aligned}$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{162}{0,997 \cdot 36,6 \cdot 43,478} = 0,10 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**ODABRANO: 2 $\phi$ 12 ( $A_{s1,prov} = 2,26 \text{ cm}^2$ ) >  $A_{s1,min} = 1,10 \text{ cm}^2$**

### Polje 2

Moment približno jednak nuli. Mjerodavna minimalna armatura. Uzet će se armatura jednaka kao u prvom polju.

### Polje 3

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{125}{79,5 \cdot 36,6^2 \cdot 2,0} = 0,0006 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za  $\mu_{Rd} = 0,001$  očitano:

$$\begin{aligned} \varepsilon_c &= -0,2 & \xi &= 0,010 \\ \varepsilon_{s1} &= 20,0 & \zeta &= 0,997 \end{aligned}$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{125}{0,997 \cdot 36,6 \cdot 43,478} = 0,08 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**ODABRANO: 2 $\phi$ 12 ( $A_{s1,prov} = 2,26 \text{ cm}^2$ ) >  $A_{s1,min} = 1,10 \text{ cm}^2$**

Ležaj B1-B2

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{126}{20 \cdot 36,6^2 \cdot 2,0} = 0,002 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za  $\mu_{Rd} = 0,004$  očitano:

$$\begin{aligned} \varepsilon_c &= -0,4 & \xi &= 0,020 \\ \varepsilon_{s1} &= 20,0 & \zeta &= 0,993 \end{aligned}$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{126}{0,993 \cdot 36,6 \cdot 43,478} = 0,08 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**ODABRANO:**  $2\phi 12$  ( $A_{s1,prov} = 2,26 \text{ cm}^2$ )  $> A_{s1,min} = 1,10 \text{ cm}^2$

Odabrana armatura je mjerodavna po cijeloj duljini u gornjoj zoni jer iznad ostalih ležajeva su prisutni manji momenti.

## 6.2.2 Dimenzioniranje poprečne armature

Ležaj A

$$V_{Ed} = 4,09 \text{ kN}$$

Proračunska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{366}} = 1,74 < 2,0 \rightarrow k = 1,74$$

$$A_{s1,prov} = (2\phi 12) \rightarrow 2,36 \text{ cm}^2$$

$$b = 1000 \text{ mm} = 100 \text{ cm}$$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1,prov}}{b_w \cdot d} = \frac{2,36}{20 \cdot 36,6} = 0,003 < 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0 \text{ kN/cm}^2$$

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 1,74 \cdot (100 \cdot 0,003 \cdot 30)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0 \right] \cdot 200 \cdot 366 = 31792 \text{ N} = 31,79 \text{ kN}$$

Minimalna vrijednost za  $V_{Rd,c}$  je:

$$v_{\min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,74^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0,440$$

$$V_{Rd,c,\min} = (v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b \cdot d = (0,440 + 0,15 \cdot 0) \cdot 200 \cdot 366 = 32208 \text{ N} = 32,21 \text{ kN}$$

Maksimalna vrijednost poprečne sile:

$$V_{Rd,\max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot u_1 \cdot f_{cd} \cdot \frac{1}{\text{ctg}\Theta + \text{tg}\Theta}$$

$$\alpha_{cw} = 1,0$$

$$u_1 = 0,6 \cdot \left( 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0,6 \cdot \left( 1 - \frac{30}{250} \right) = 0,528$$

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 366 = 329,4 \text{ mm}$$

$$\Theta = 39,8^\circ$$

$$V_{Rd,\max} = 1,0 \cdot 200,0 \cdot 329,4 \cdot 0,528 \cdot 20,0 \cdot \frac{1}{\text{ctg}(39,8^\circ) + \text{tg}(39,8^\circ)} = 342131 \text{ N}$$

$$V_{Rd,\max} = 342,13 \text{ kN}$$

Provjera:  $V_{Rd,c} = 32,21 \text{ kN} > V_{Ed} = 4,09 \text{ kN} < V_{Rd,\max} = 342,13 \text{ kN}$

**Nije potrebno proračunati spone za preuzimanje naprezanja od poprečnih sila.**

**Postavit će se minimalna poprečna armatura.**

Proračun minimalne poprečne armature:

a) Prema EN 1992-1-1:

$$\rho_{w,\min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{30}}{500} = 0,0009$$

b) Prema hrvatskom nacionalnom dodatku:

$$\rho_{w,\min} = 0,15 \cdot \left( \frac{f_{ctm}}{f_{yd}} \right) = 0,15 \cdot \left( \frac{2,9}{434,78} \right) = 0,001$$

$$s_{1,\max} = \frac{A_{sw}}{\rho_{w,\min} \cdot b_w \cdot \sin\alpha} = \frac{1,01}{0,0009 \cdot 20,0 \cdot 1,0} = 56,11 \text{ cm}$$

c) Prema tablici 5.11 (*Betonske konstrukcije 1; Sorić, Kišiček*), najveći uzdužni razmak spona:

$$V_{Ed} = 4,09 \text{ kN} < 0,30 \cdot V_{Rd,max} = 0,30 \cdot 342,13 = 102,64 \text{ kN}$$

$$s_{1,max} = 0,75 \cdot d = 0,75 \cdot 36,6 = 27,5 \text{ cm} < 30,0 \text{ cm}$$

Mjerodavni maksimalni razmak spona iznosi 27,5 cm.

**ODABRANO:**  $\phi 8/27,5 \text{ cm}$ ,  $m=2$

Odabrana armatura je mjerodavna po cijeloj duljini kontinuirane grede.

### 6.2.3 Proračun progiba grede B1+B2+B3

Vitkost elementa:

$$\frac{L}{d} = \frac{400}{36,6} = 10,93$$

Granična vitkost:

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} = \frac{2,36}{20 \cdot 36,6} = 0,003 = 0,3 \%$$

$$f_3 = \frac{310}{\sigma_s} = \frac{310,0}{288,2} = 1,08 \rightarrow \text{mjerodavno}$$

$$f_3 = \frac{500}{f_{yk}} \cdot \frac{A_{s,prov}}{A_{s,req}} = \frac{500}{500} \cdot \frac{2,36}{1,10} = 2,15$$

$$b_{eff} = 88 \text{ cm} > 3 \cdot b_w = 60 \text{ cm}$$

$$\rightarrow 14,0 \cdot 0,8 = 11,20$$

$$\rightarrow 20,0 \cdot 0,8 = 16,0$$

$$\left(\frac{L}{d}\right)_{lim} = 1,08 \cdot \left[11,20 + \frac{1,5-0,3}{1,5-0,5} \cdot (16,0 - 11,20)\right] = 18,31 > 10,93$$

**Greda ZADOVOLJAVA** granično stanje progiba, te nije potrebno provesti proračun progiba.

### 6.3 Dimenzioniranje grede B4

Visina grede:  $h = 40,0 \text{ cm}$

Zaštitni sloj betona (XC1):  $c = 2,0 \text{ cm}$

Udaljenost do težišta armature:  $d_1 = c + \phi_v + \frac{\phi_s}{2} = 2,0 + 0,8 + \frac{1,2}{2} = 3,4 \text{ cm}$

Statička visina presjeka:  $d = h - d_1 = 40,0 - 3,4 = 36,6 \text{ cm}$

#### 6.3.1 Dimenzioniranje uzdužne armature

##### Polje

Sudjelujuća širina:

$$L_0 = 1,0 \cdot L = 1,0 \cdot 350,0 = 410,0 \text{ cm}$$

$$b_1 = \frac{600}{2} = 300,0 \text{ cm}$$

$$b_2 = \frac{400}{2} = 200,0 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff}} = \sum b_{\text{eff},i} + b_w \leq b$$

$$b = b_1 + b_w + b_2 = 300,0 + 20,0 + 200,0 = 520,0 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff},i} = 0,2 \cdot b_i + 0,1 \cdot l_0 \leq 0,2 \cdot l_0$$

$$0,2 \cdot L_0 = 0,2 \cdot 350,0 = 70 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff},1} = 0,2 \cdot b_1 + 0,1 \cdot L_0 = 0,2 \cdot 300,0 + 0,1 \cdot 350,0 = 95,0 \text{ cm} > 70 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff},2} = 0,2 \cdot b_2 + 0,1 \cdot L_0 = 0,2 \cdot 200,0 + 0,1 \cdot 350,0 = 75,5 \text{ cm} > 70 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff}} = b_{\text{eff},1} + b_w + b_{\text{eff},2} = 70 + 20,0 + 70 = 160 \text{ cm} < b = 520 \text{ cm}$$

Odabrana je sudjelujuća širina  $b_{\text{eff}} = 160 \text{ cm}$

Minimalna armatura za polje:

$$A_{s1,\text{min}} = 0,0013 \cdot b_w \cdot d = 0,0013 \cdot 20,0 \cdot 36,6 = 0,95 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,\text{min}} = 0,26 \cdot b_w \cdot d \cdot \frac{f_{\text{ctm}}}{f_{\text{yk}}} = 0,26 \cdot 20,0 \cdot 36,6 \cdot \frac{2,9}{500} = 1,10 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{mjerodavno}$$

Maksimalna armatura za polje:

$$A_{s1,max} = 0.040 \cdot b_{eff} \cdot h = 0.040 \cdot 160 \cdot 40,0 = 256 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,max} = 0.022 \cdot A_C = 0,022 \cdot 2,5 \cdot 160 \cdot 20,0 = 176 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{mjerodavno}$$

### Polje

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{950}{160 \cdot 36,6^2 \cdot 2,0} = 0,0022 < \mu_{lim} = 0.296$$

Za  $\mu_{Rd} = 0.004$  očitano:

$$\varepsilon_c = -0,4 \qquad \xi = 0,020$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \qquad \zeta = 0,993$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{950}{0,993 \cdot 36,6 \cdot 43,478} = 0,60 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**ODABRANO: 2φ12 ( $A_{s1,prov} = 2,26 \text{ cm}^2$ ) >  $A_{s1,min} = 1,10 \text{ cm}^2$**

### Ležaj B1-B2

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1277}{20 \cdot 36,6^2 \cdot 2,0} = 0,024 < \mu_{lim} = 0.296$$

Za  $\mu_{Rd} = 0.027$  očitano:

$$\varepsilon_c = -1,2 \qquad \xi = 0,057$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \qquad \zeta = 0,980$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1277}{0,980 \cdot 36,6 \cdot 43,478} = 0,82 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**ODABRANO: 2φ12 ( $A_{s1,prov} = 2,26 \text{ cm}^2$ ) >  $A_{s1,min} = 1,10 \text{ cm}^2$**

### 6.3.2 Dimenzioniranje poprečne armature

#### Ležaj A

$$V_{Ed} = 29,48 \text{ kN}$$

Proračunska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{366}} = 1,74 < 2,0 \rightarrow k = 1,74$$

$$A_{s1,prov} = (2\phi 12) \rightarrow 2,36 \text{ cm}^2$$

$$b = 1000 \text{ mm} = 100 \text{ cm}$$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1,prov}}{b_w \cdot d} = \frac{2,36}{20 \cdot 36,6} = 0,003 < 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0 \text{ kN/cm}^2$$

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 1,74 \cdot (100 \cdot 0,003 \cdot 30)^{1/3} + 0,15 \cdot 0 \right] \cdot 200 \cdot 366 = 31792 \text{ N} = 31,79 \text{ kN}$$

Minimalna vrijednost za  $V_{Rd,c}$  je:

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^2 \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,74^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0,440$$

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b \cdot d = (0,440 + 0,15 \cdot 0) \cdot 200 \cdot 366 = 32208 \text{ N} = 32,21 \text{ kN}$$

Maksimalna vrijednost poprečne sile:

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot u_1 \cdot f_{cd} \cdot \frac{1}{\text{ctg}\Theta + \text{tg}\Theta}$$

$$\alpha_{cw} = 1,0$$

$$u_1 = 0,6 \cdot \left( 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0,6 \cdot \left( 1 - \frac{30}{250} \right) = 0,528$$

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 366 = 329,4 \text{ mm}$$

$$\Theta = 39,8^\circ$$

$$V_{Rd,max} = 1,0 \cdot 200,0 \cdot 329,4 \cdot 0,528 \cdot 20,0 \cdot \frac{1}{\operatorname{ctg}(39,8^\circ) + \operatorname{tg}(39,8^\circ)} = 342131 \text{ N}$$

$$V_{Rd,max} = 342,13 \text{ kN}$$

$$\text{Provjera: } V_{Rd,c} = 32,21 \text{ kN} > V_{Ed} = 29,48 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 342,13 \text{ kN}$$

**Nije potrebno proračunati spone za preuzimanje naprezanja od poprečnih sila.**

**Postavit će se minimalna poprečna armatura.**

Proračun minimalne poprečne armature:

d) Prema EN 1992-1-1:

$$\rho_{w,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{30}}{500} = 0,0009$$

e) Prema hrvatskom nacionalnom dodatku:

$$\rho_{w,min} = 0,15 \cdot \left( \frac{f_{ctm}}{f_{yd}} \right) = 0,15 \cdot \left( \frac{2,9}{434,78} \right) = 0,001$$

$$s_{1,max} = \frac{A_{sw}}{\rho_{w,min} \cdot b_w \cdot \sin \alpha} = \frac{1,01}{0,0009 \cdot 20,0 \cdot 1,0} = 56,11 \text{ cm}$$

f) Prema tablici 5.11 (*Betonske konstrukcije 1; Sorić, Kišiček*), najveći uzdužni razmak spona:

$$V_{Ed} = 29,48 \text{ kN} < 0,30 \cdot V_{Rd,max} = 0,30 \cdot 342,13 = 102,64 \text{ kN}$$

$$s_{1,max} = 0,75 \cdot d = 0,75 \cdot 36,6 = 27,5 \text{ cm} < 30,0 \text{ cm}$$

Mjerodavni maksimalni razmak spona iznosi 27,5 cm.

**ODABRANO:**  $\phi 8/27,5 \text{ cm}$ ,  $m=2$



### 6.3.3 Proračun progiba grede B4

Vitkost elementa:

$$\frac{L}{d} = \frac{350}{36,6} = 9,56$$

Granična vitkost:

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} = \frac{2,36}{20 \cdot 36,6} = 0,003 = 0,3 \%$$

$$f_3 = \frac{310}{\sigma_s} = \frac{310,0}{288,2} = 1,08 \rightarrow \text{mjerodavno}$$

$$f_3 = \frac{500}{f_{yk}} \cdot \frac{A_{s,prov}}{A_{s,req}} = \frac{500}{500} \cdot \frac{2,36}{1,10} = 2,15$$

$$b_{eff} = 160 \text{ cm} > 3 \cdot b_w = 60 \text{ cm}$$

$$\rightarrow 14,0 \cdot 0,8 = 11,20$$

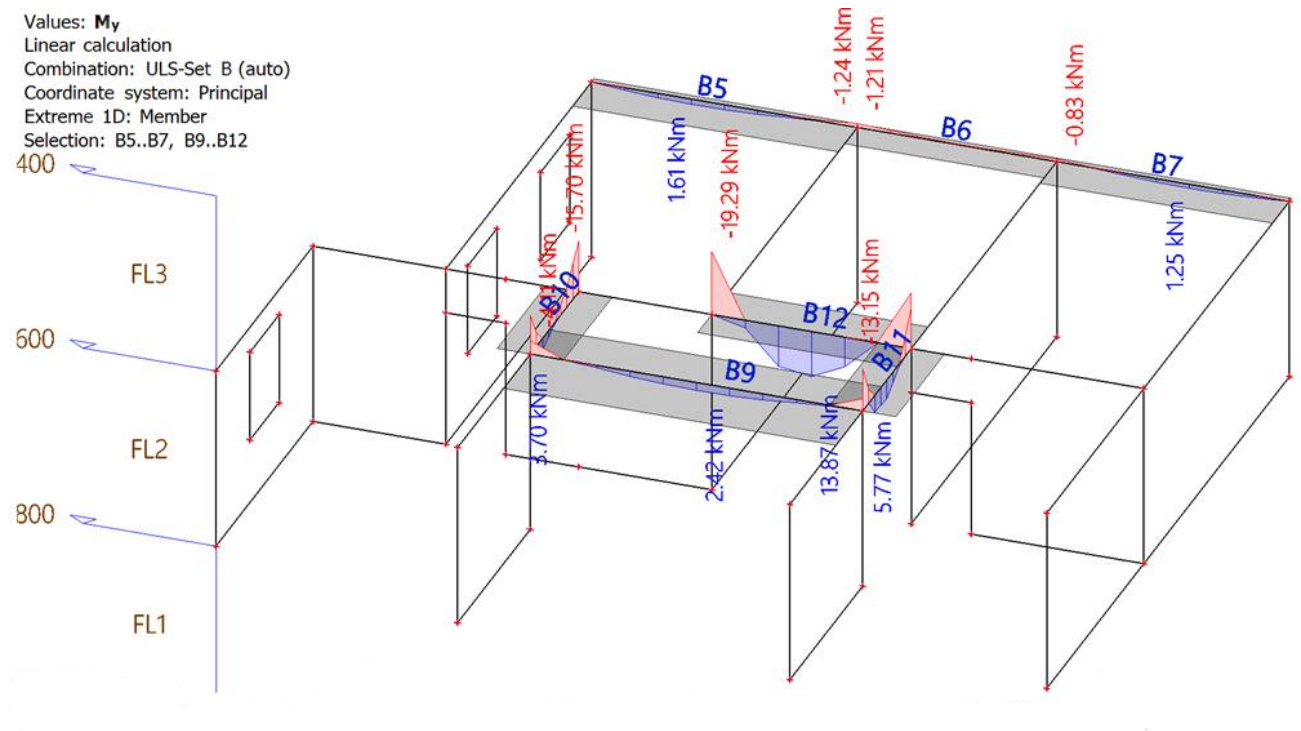
$$\rightarrow 20,0 \cdot 0,8 = 16,0$$

$$\left(\frac{L}{d}\right)_{lim} = 1,08 \cdot \left[11,20 + \frac{1,5-0,3}{1,5-0,5} \cdot (16,0 - 11,20)\right] = 18,31 > 9,56$$

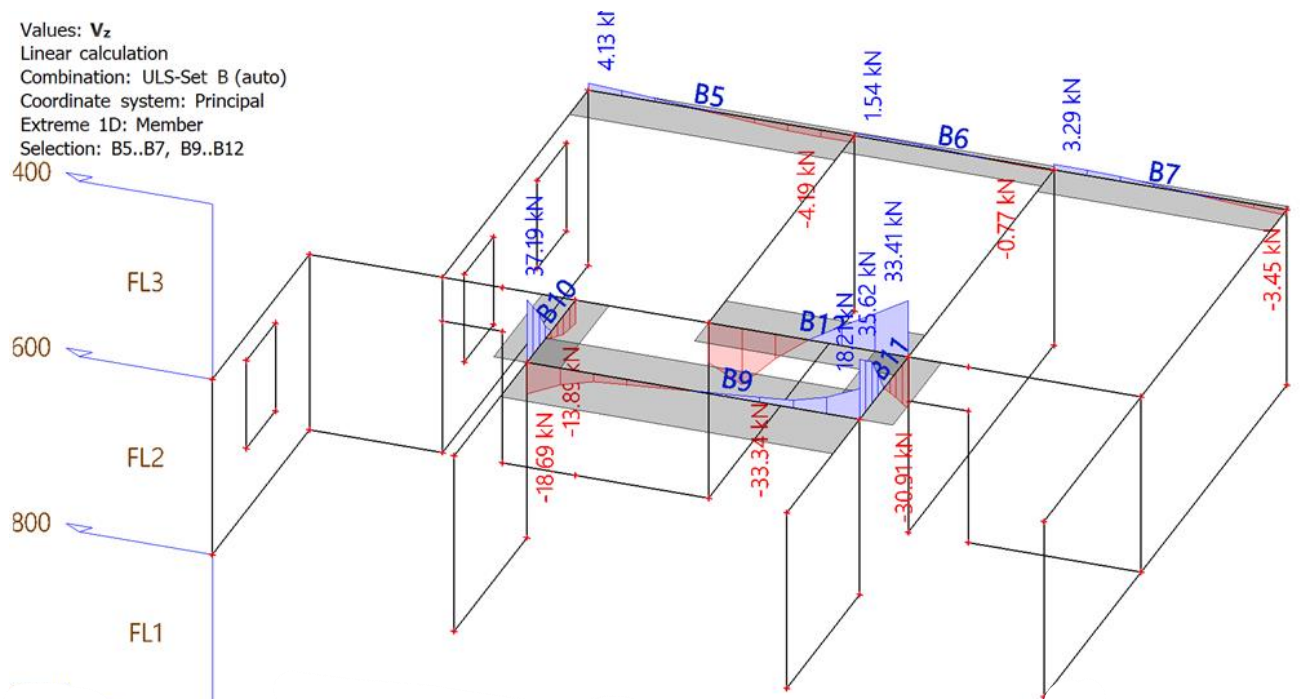
**Greda ZADOVOLJAVA** granično stanje progiba, te nije potrebno provesti proračun progiba.

## 7 PRORAČUN GREDA 1.KATA PREMA GSN I GSU

### 7.1 Proračunske sile i poprečni presjeci greda

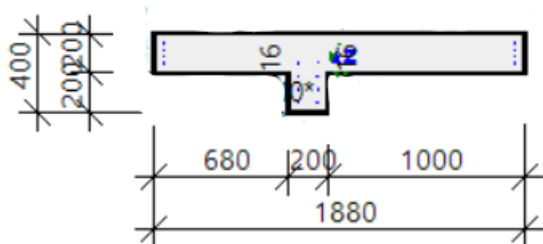


Slika 34: Prikaz pozicija i momenata greda 1.kata



Slika 35: Prikaz poprečnih sila greda 1.kata

**GREDA B9**

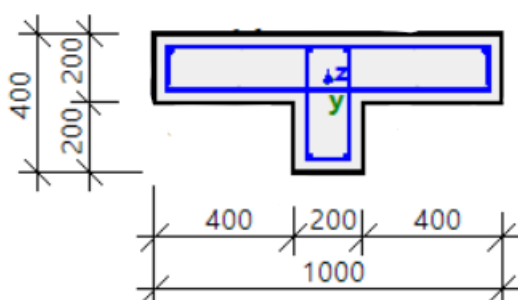


Slika 36: Poprečni presjek grede B9

**Tablica 7:** Unutarnje sile u gredi B9

	MOMENT $M_Y$ [kNm]	POPREČNA SILA $V_z$ [kN]
POLJE	1,62	-
OSLONAC	1,26	4,09

**GREDA B10**

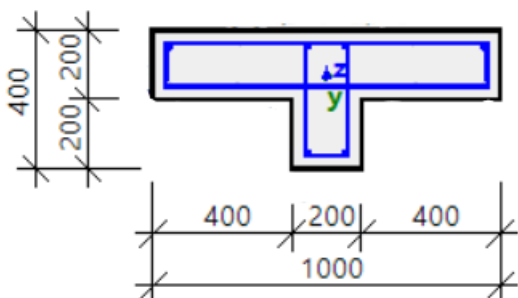


Slika 37: Poprečni presjek grede B10

**Tablica 8:** Unutarnje sile u gredi B10

	MOMENT $M_Y$ [kNm]	POPREČNA SILA $V_z$ [kN]
POLJE	0,21	-
OSLONAC	1,24	1,54

**GREDA B11**

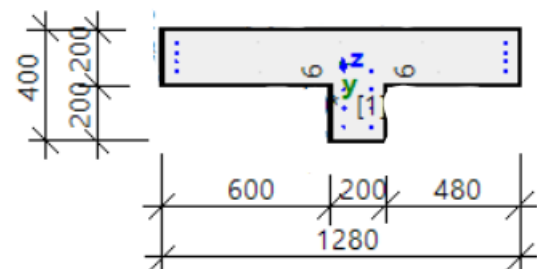


Slika 38: Poprečni presjek grede B11

**Tablica 9:** Unutarnje sile u gredi B11

	MOMENT $M_Y$ [kNm]	POPREČNA SILA $V_z$ [kN]
POLJE	1,25	-
OSLONAC	0,85	3,30

**GREDA B12**



Slika 39: Poprečni presjek grede B12

**Tablica 10:** Unutarnje sile u gredi B12

	MOMENT $M_Y$ [kNm]	POPREČNA SILA $V_z$ [kN]
POLJE	9,50	-
OSLONAC	12,77	29,48

## 7.2 Dimenzioniranje grede B9

Visina grede:  $h = 40,0 \text{ cm}$

Zaštitni sloj betona (XC1):  $c = 2,0 \text{ cm}$

Udaljenost do težišta armature:  $d_1 = c + \phi_v + \frac{\phi_s}{2} = 2,0 + 0,8 + \frac{1,2}{2} = 3,4 \text{ cm}$

Statička visina presjeka:  $d = h - d_1 = 40,0 - 3,4 = 36,6 \text{ cm}$

### 7.2.1 Dimenzioniranje uzdužne armature

#### Polje

Sudjelujuća širina:

$$L_0 = 1,0 \cdot L = 1,0 \cdot 500,0 = 500,0 \text{ cm}$$

$$b_1 = \frac{180}{2} = 90,0 \text{ cm}$$

$$b_2 = 300,0 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff}} = \sum b_{\text{eff},i} + b_w \leq b$$

$$b = b_1 + b_w + b_2 = 90,0 + 20,0 + 300,0 = 410,0 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff},i} = 0,2 \cdot b_i + 0,1 \cdot l_0 \leq 0,2 \cdot l_0$$

$$0,2 \cdot L_0 = 0,2 \cdot 500,0 = 100 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff},1} = 0,2 \cdot b_1 + 0,1 \cdot L_0 = 0,2 \cdot 90,0 + 0,1 \cdot 500,0 = 68 \text{ cm} < 100 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff},2} = 0,2 \cdot b_2 + 0,1 \cdot L_0 = 0,2 \cdot 300,0 + 0,1 \cdot 500,0 = 110 \text{ cm} > 100 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff}} = b_{\text{eff},1} + b_w + b_{\text{eff},2} = 68 + 20,0 + 100 = 188 \text{ cm} < b = 410 \text{ cm}$$

Odabrana je sudjelujuća širina  $b_{\text{eff}} = 188 \text{ cm}$

Minimalna armatura za polje:

$$A_{s1,\text{min}} = 0,0013 \cdot b_w \cdot d = 0,0013 \cdot 20,0 \cdot 36,6 = 0,95 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,\text{min}} = 0,26 \cdot b_w \cdot d \cdot \frac{f_{\text{ctm}}}{f_{\text{yk}}} = 0,26 \cdot 20,0 \cdot 36,6 \cdot \frac{2,9}{500} = 1,10 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{mjerodavno}$$

Maksimalna armatura za polje:

$$A_{s1,max} = 0.040 \cdot b_{eff} \cdot h = 0.040 \cdot 188 \cdot 40,0 = 300,8 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,max} = 0.022 \cdot A_C = 0,022 \cdot 2,5 \cdot 188 \cdot 20,0 = 206,8 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{mjerodavno}$$

### Polje

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{242}{188 \cdot 36,6^2 \cdot 2,0} = 0,0005 < \mu_{lim} = 0.296$$

Za  $\mu_{Rd} = 0.001$  očitano:

$$\varepsilon_c = -0,2 \qquad \xi = 0,010$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \qquad \zeta = 0,997$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{242}{0,997 \cdot 36,6 \cdot 43,478} = 0,15 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**ODABRANO: 2φ12 ( $A_{s1,prov} = 2,26 \text{ cm}^2$ ) >  $A_{s1,min} = 1,10 \text{ cm}^2$**

### Ležaj B1-B2

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{411}{20 \cdot 36,6^2 \cdot 2,0} = 0,008 < \mu_{lim} = 0.296$$

Za  $\mu_{Rd} = 0.010$  očitano:

$$\varepsilon_c = -0,7 \qquad \xi = 0,034$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \qquad \zeta = 0,988$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{411}{0,988 \cdot 36,6 \cdot 43,478} = 0,26 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**ODABRANO: 2φ12 ( $A_{s1,prov} = 2,26 \text{ cm}^2$ ) >  $A_{s1,min} = 1,10 \text{ cm}^2$**

## 7.2.2 Dimenzioniranje poprečne armature

### Ležaj A

$$V_{Ed} = 18,69 \text{ kN}$$

Proračunska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{366}} = 1,74 < 2,0 \rightarrow k = 1,74$$

$$A_{s1,prov} = (2\phi 12) \rightarrow 2,36 \text{ cm}^2$$

$$b = 1000 \text{ mm} = 100 \text{ cm}$$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1,prov}}{b_w \cdot d} = \frac{2,36}{20 \cdot 36,6} = 0,003 < 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0 \text{ kN/cm}^2$$

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 1,74 \cdot (100 \cdot 0,003 \cdot 30)^{1/3} + 0,15 \cdot 0 \right] \cdot 200 \cdot 366 = 31792 \text{ N} = 31,79 \text{ kN}$$

Minimalna vrijednost za  $V_{Rd,c}$  je:

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^2 \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,74^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0,440$$

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b \cdot d = (0,440 + 0,15 \cdot 0) \cdot 200 \cdot 366 = 32208 \text{ N} = 32,21 \text{ kN}$$

Maksimalna vrijednost poprečne sile:

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot u_1 \cdot f_{cd} \cdot \frac{1}{\text{ctg}\Theta + \text{tg}\Theta}$$

$$\alpha_{cw} = 1,0$$

$$u_1 = 0,6 \cdot \left( 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0,6 \cdot \left( 1 - \frac{30}{250} \right) = 0,528$$

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 366 = 329,4 \text{ mm}$$

$$\Theta = 39,8^\circ$$

$$V_{Rd,max} = 1,0 \cdot 200,0 \cdot 329,4 \cdot 0,528 \cdot 20,0 \cdot \frac{1}{\operatorname{ctg}(39,8^\circ) + \operatorname{tg}(39,8^\circ)} = 342131 \text{ N}$$

$$V_{Rd,max} = 342,13 \text{ kN}$$

$$\text{Provjera: } V_{Rd,c} = 32,21 \text{ kN} > V_{Ed} = 18,69 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 342,13 \text{ kN}$$

**Nije potrebno proračunati spone za preuzimanje naprezanja od poprečnih sila.**

**Postavit će se minimalna poprečna armatura.**

Proračun minimalne poprečne armature:

g) Prema EN 1992-1-1:

$$\rho_{w,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{30}}{500} = 0,0009$$

h) Prema hrvatskom nacionalnom dodatku:

$$\rho_{w,min} = 0,15 \cdot \left( \frac{f_{ctm}}{f_{yd}} \right) = 0,15 \cdot \left( \frac{2,9}{434,78} \right) = 0,001$$

$$s_{1,max} = \frac{A_{sw}}{\rho_{w,min} \cdot b_w \cdot \sin \alpha} = \frac{1,01}{0,0009 \cdot 20,0 \cdot 1,0} = 56,11 \text{ cm}$$

i) Prema tablici 5.11 (*Betonske konstrukcije 1; Sorić, Kišiček*), najveći uzdužni razmak spona:

$$V_{Ed} = 18,69 \text{ kN} < 0,30 \cdot V_{Rd,max} = 0,30 \cdot 342,13 = 102,64 \text{ kN}$$

$$s_{1,max} = 0,75 \cdot d = 0,75 \cdot 36,6 = 27,5 \text{ cm} < 30,0 \text{ cm}$$

Mjerodavni maksimalni razmak spona iznosi 27,5 cm.

**ODABRANO:**  $\phi 8/27,5 \text{ cm}$ ,  $m=2$

### 7.2.3 Proračun progiba grede B9

Vitkost elementa:

$$\frac{L}{d} = \frac{500}{36,6} = 13,66$$

Granična vitkost:

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} = \frac{2,36}{20 \cdot 36,6} = 0,003 = 0,3 \%$$

$$f_3 = \frac{310}{\sigma_s} = \frac{310,0}{288,2} = 1,08 \rightarrow \text{mjerodavno}$$

$$f_3 = \frac{500}{f_{yk}} \cdot \frac{A_{s,prov}}{A_{s,req}} = \frac{500}{500} \cdot \frac{2,36}{1,10} = 2,15$$

$$b_{eff} = 188 \text{ cm} > 3 \cdot b_w = 60 \text{ cm}$$

$$\rightarrow 14,0 \cdot 0,8 = 11,20$$

$$\rightarrow 20,0 \cdot 0,8 = 16,0$$

$$\left(\frac{L}{d}\right)_{lim} = 1,08 \cdot \left[11,20 + \frac{1,5-0,3}{1,5-0,5} \cdot (16,0 - 11,20)\right] = 18,31 > 13,66$$

**Greda ZADOVOLJAVA granično stanje progiba, te nije potrebno provesti proračun progiba.**



### 7.3 Dimenzioniranje grede B11

Visina grede:  $h = 40,0 \text{ cm}$

Zaštitni sloj betona (XC1):  $c = 2,0 \text{ cm}$

Udaljenost do težišta armature:  $d_1 = c + \phi_v + \frac{\phi_s}{2} = 2,0 + 0,8 + \frac{1,2}{2} = 3,4 \text{ cm}$

Statička visina presjeka:  $d = h - d_1 = 40,0 - 3,4 = 36,6 \text{ cm}$

#### 7.3.1 Dimenzioniranje uzdužne armature

##### Polje

Sudjelujuća širina:

$$L_0 = 1,0 \cdot L = 1,0 \cdot 200,0 = 200,0 \text{ cm}$$

$$b_1 = \frac{480}{2} = 240,0 \text{ cm}$$

$$b_2 = \frac{350}{2} = 175,0 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff}} = \sum b_{\text{eff},i} + b_w \leq b$$

$$b = b_1 + b_w + b_2 = 240,0 + 20,0 + 175,0 = 435,0 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff},i} = 0,2 \cdot b_i + 0,1 \cdot l_0 \leq 0,2 \cdot l_0$$

$$0,2 \cdot L_0 = 0,2 \cdot 200,0 = 40 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff},1} = 0,2 \cdot b_1 + 0,1 \cdot L_0 = 0,2 \cdot 240,0 + 0,1 \cdot 200,0 = 68 \text{ cm} > 40 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff},2} = 0,2 \cdot b_2 + 0,1 \cdot L_0 = 0,2 \cdot 175,0 + 0,1 \cdot 200,0 = 55 \text{ cm} > 40 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff}} = b_{\text{eff},1} + b_w + b_{\text{eff},2} = 40 + 20,0 + 40 = 100 \text{ cm} < b = 435 \text{ cm}$$

Odabrana je sudjelujuća širina  $b_{\text{eff}} = 100 \text{ cm}$

Minimalna armatura za polje:

$$A_{s1,\text{min}} = 0,0013 \cdot b_w \cdot d = 0,0013 \cdot 20,0 \cdot 36,6 = 0,95 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,\text{min}} = 0,26 \cdot b_w \cdot d \cdot \frac{f_{\text{ctm}}}{f_{\text{yk}}} = 0,26 \cdot 20,0 \cdot 36,6 \cdot \frac{2,9}{500} = 1,10 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{mjerodavno}$$

Maksimalna armatura za polje:

$$A_{s1,max} = 0.040 \cdot b_{eff} \cdot h = 0.040 \cdot 100 \cdot 40,0 = 160 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,max} = 0.022 \cdot A_C = 0,022 \cdot 2,5 \cdot 100 \cdot 20,0 = 110 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{mjerodavno}$$

### Polje

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{577}{100 \cdot 36,6^2 \cdot 2,0} = 0,002 < \mu_{lim} = 0.296$$

Za  $\mu_{Rd} = 0.004$  očitano:

$$\varepsilon_c = -0,4 \qquad \xi = 0,020$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \qquad \zeta = 0,993$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{577}{0,993 \cdot 36,6 \cdot 43,478} = 0,37 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**ODABRANO: 2φ12 ( $A_{s1,prov} = 2,26 \text{ cm}^2$ ) >  $A_{s1,min} = 1,10 \text{ cm}^2$**

### Ležaj B1-B2

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1315}{20 \cdot 36,6^2 \cdot 2,0} = 0,025 < \mu_{lim} = 0.296$$

Za  $\mu_{Rd} = 0.027$  očitano:

$$\varepsilon_c = -1,2 \qquad \xi = 0,057$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \qquad \zeta = 0,980$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1315}{0,980 \cdot 36,6 \cdot 43,478} = 0,84 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**ODABRANO: 2φ12 ( $A_{s1,prov} = 2,26 \text{ cm}^2$ ) >  $A_{s1,min} = 1,10 \text{ cm}^2$**

### 7.3.2 Dimenzioniranje poprečne armature

#### Ležaj A

$$V_{Ed} = 35,62 \text{ kN}$$

Proračunska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{366}} = 1,74 < 2,0 \rightarrow k = 1,74$$

$$A_{s1,prov} = (2\phi 12) \rightarrow 2,36 \text{ cm}^2$$

$$b = 1000 \text{ mm} = 100 \text{ cm}$$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1,prov}}{b_w \cdot d} = \frac{2,36}{20 \cdot 36,6} = 0,003 < 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0 \text{ kN/cm}^2$$

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 1,74 \cdot (100 \cdot 0,003 \cdot 30)^{1/3} + 0,15 \cdot 0 \right] \cdot 200 \cdot 366 = 31792 \text{ N} = 31,79 \text{ kN}$$

Minimalna vrijednost za  $V_{Rd,c}$  je:

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^2 \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,74^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0,440$$

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b \cdot d = (0,440 + 0,15 \cdot 0) \cdot 200 \cdot 366 = 32208 \text{ N} = 32,21 \text{ kN}$$

Maksimalna vrijednost poprečne sile:

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot u_1 \cdot f_{cd} \cdot \frac{1}{\text{ctg}\Theta + \text{tg}\Theta}$$

$$\alpha_{cw} = 1,0$$

$$u_1 = 0,6 \cdot \left( 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0,6 \cdot \left( 1 - \frac{30}{250} \right) = 0,528$$

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 366 = 329,4 \text{ mm}$$

$$\Theta = 39,8^\circ$$

$$V_{Rd,max} = 1,0 \cdot 200,0 \cdot 329,4 \cdot 0,528 \cdot 20,0 \cdot \frac{1}{\operatorname{ctg}(39,8^\circ) + \operatorname{tg}(39,8^\circ)} = 342131 \text{ N}$$

$$V_{Rd,max} = 342,13 \text{ kN}$$

$$\text{Provjera: } V_{Rd,c} = 32,21 \text{ kN} < V_{Ed} = 35,62 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 342,13 \text{ kN}$$

**Potrebno je proračunati spone za preuzimanje naprezanja od poprečnih sila.**

*Proračun poprečne armature:*

$$A_{sw}^1 = 2 \cdot 0,5 = 1,01 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{pretpostavljaju se dvorezne (m = 2) spone}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$\theta = 39,8^\circ$$

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 36,6 = 32,94 \text{ cm}$$

$$f_{ywd} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ N/mm}^2 = 43,478 \text{ kN/cm}^2$$

$$s_1 = \frac{A_{sw}}{\sqrt{V_{Ed}}} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \operatorname{ctg}\theta = \frac{1,01}{35,62} \cdot 32,94 \cdot 43,478 \cdot 1,2 = 48,73 \text{ cm} \rightarrow \text{razmak spona}$$

Proračun minimalne poprečne armature:

j) Prema EN 1992-1-1:

$$\rho_{w,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{30}}{500} = 0,0009$$

k) Prema hrvatskom nacionalnom dodatku:

$$\rho_{w,min} = 0,15 \cdot \left( \frac{f_{ctm}}{f_{yd}} \right) = 0,15 \cdot \left( \frac{2,9}{434,78} \right) = 0,001$$

$$s_{1,max} = \frac{A_{sw}}{\rho_{w,min} \cdot b_w \cdot \sin\alpha} = \frac{1,01}{0,0009 \cdot 20,0 \cdot 1,0} = 56,11 \text{ cm}$$

l) Prema tablici 5.11 (*Betonske konstrukcije 1; Sorić, Kišiček*), najveći uzdužni razmak spona:

$$V_{Ed} = 35,62 \text{ kN} < 0,30 \cdot V_{Rd,max} = 0,30 \cdot 342,13 = 102,64 \text{ kN}$$

$$s_{1,max} = 0,75 \cdot d = 0,75 \cdot 36,6 = 27,5 \text{ cm} < 30,0 \text{ cm}$$

Mjerodavni maksimalni razmak spona iznosi 27,5 cm.

**ODABRANO:**  $\phi 8/27,5$  cm,  $m=2$

### 7.3.3 Proračun progiba grede B11

Vitkost elementa:

$$\frac{L}{d} = \frac{200}{36,6} = 5,46$$

Granična vitkost:

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} = \frac{2,36}{20 \cdot 36,6} = 0,003 = 0,3 \%$$

$$f_3 = \frac{310}{\sigma_s} = \frac{310,0}{288,2} = 1,08 \rightarrow \text{mjerodavno}$$

$$f_3 = \frac{500}{f_{yk}} \cdot \frac{A_{s,prov}}{A_{s,req}} = \frac{500}{500} \cdot \frac{2,36}{1,10} = 2,15$$

$$b_{eff} = 100 \text{ cm} > 3 \cdot b_w = 60 \text{ cm}$$

$$\rightarrow 14,0 \cdot 0,8 = 11,20$$

$$\rightarrow 20,0 \cdot 0,8 = 16,0$$

$$\left(\frac{L}{d}\right)_{lim} = 1,08 \cdot \left[11,20 + \frac{1,5-0,3}{1,5-0,5} \cdot (16,0 - 11,20)\right] = 18,31 > 5,46$$

**Greda ZADOVOLJAVA** granično stanje progiba, te nije potrebno provesti proračun progiba.

### 7.4 Dimenzioniranje grede B10

Za gredu B10 uzet će se ista armatura kao za prethodnu gredu B11, zbog istih geometrijskih karakteristika i vrijednosti unutarnjih sila.

## 7.5 Dimenzioniranje grede B12

Visina grede:  $h = 40,0 \text{ cm}$

Zaštitni sloj betona (XC1):  $c = 2,0 \text{ cm}$

Udaljenost do težišta armature:  $d_1 = c + \phi_v + \frac{\phi_s}{2} = 2,0 + 0,8 + \frac{1,2}{2} = 3,4 \text{ cm}$

Statička visina presjeka:  $d = h - d_1 = 40,0 - 3,4 = 36,6 \text{ cm}$

### 7.5.1 Dimenzioniranje uzdužne armature

#### Polje

Sudjelujuća širina:

$$L_0 = 1,0 \cdot L = 1,0 \cdot 300,0 = 300,0 \text{ cm}$$

$$b_1 = \frac{580}{2} = 290,0 \text{ cm}$$

$$b_2 = \frac{180}{2} = 90,0 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff}} = \sum b_{\text{eff},i} + b_w \leq b$$

$$b = b_1 + b_w + b_2 = 290,0 + 20,0 + 90,0 = 400,0 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff},i} = 0,2 \cdot b_i + 0,1 \cdot l_0 \leq 0,2 \cdot l_0$$

$$0,2 \cdot L_0 = 0,2 \cdot 300,0 = 60 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff},1} = 0,2 \cdot b_1 + 0,1 \cdot L_0 = 0,2 \cdot 290,0 + 0,1 \cdot 300,0 = 88 \text{ cm} > 60 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff},2} = 0,2 \cdot b_2 + 0,1 \cdot L_0 = 0,2 \cdot 90,0 + 0,1 \cdot 300,0 = 48 \text{ cm} < 60 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff}} = b_{\text{eff},1} + b_w + b_{\text{eff},2} = 60 + 20,0 + 48 = 128 \text{ cm} < b = 400 \text{ cm}$$

Odabrana je sudjelujuća širina  $b_{\text{eff}} = 128 \text{ cm}$

Minimalna armatura za polje:

$$A_{s1,\text{min}} = 0,0013 \cdot b_w \cdot d = 0,0013 \cdot 20,0 \cdot 36,6 = 0,95 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,\text{min}} = 0,26 \cdot b_w \cdot d \cdot \frac{f_{\text{ctm}}}{f_{\text{yk}}} = 0,26 \cdot 20,0 \cdot 36,6 \cdot \frac{2,9}{500} = 1,10 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{mjerodavno}$$

Maksimalna armatura za polje:

$$A_{s1,max} = 0.040 \cdot b_{eff} \cdot h = 0.040 \cdot 128 \cdot 40,0 = 204,8 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,max} = 0.022 \cdot A_C = 0,022 \cdot 2,5 \cdot 128 \cdot 20,0 = 140,8 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{mjerodavno}$$

### Polje

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1387}{128 \cdot 36,6^2 \cdot 2,0} = 0,004 < \mu_{lim} = 0.296$$

Za  $\mu_{Rd} = 0.006$  očitano:

$$\varepsilon_c = -0,5 \qquad \xi = 0,024$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \qquad \zeta = 0,992$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1387}{0,992 \cdot 36,6 \cdot 43,478} = 0,88 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**ODABRANO: 2φ12 ( $A_{s1,prov} = 2,26 \text{ cm}^2$ ) >  $A_{s1,min} = 1,10 \text{ cm}^2$**

### Ležaj B1-B2

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1929}{20 \cdot 36,6^2 \cdot 2,0} = 0,036 < \mu_{lim} = 0.296$$

Za  $\mu_{Rd} = 0.038$  očitano:

$$\varepsilon_c = -1,5 \qquad \xi = 0,070$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \qquad \zeta = 0,975$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1929}{0,975 \cdot 36,6 \cdot 43,478} = 1,24 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**ODABRANO: 2φ12 ( $A_{s1,prov} = 2,26 \text{ cm}^2$ ) >  $A_{s1,req} = 1,24 \text{ cm}^2$**

## 7.5.2 Dimenzioniranje poprečne armature

### Ležaj A

$$V_{Ed} = 33,41 \text{ kN}$$

Proračunska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{366}} = 1,74 < 2,0 \rightarrow k = 1,74$$

$$A_{s1,prov} = (2\phi 12) \rightarrow 2,36 \text{ cm}^2$$

$$b = 1000 \text{ mm} = 100 \text{ cm}$$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1,prov}}{b_w \cdot d} = \frac{2,36}{20 \cdot 36,6} = 0,003 < 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0 \text{ kN/cm}^2$$

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 1,74 \cdot (100 \cdot 0,003 \cdot 30)^{1/3} + 0,15 \cdot 0 \right] \cdot 200 \cdot 366 = 31792 \text{ N} = 31,79 \text{ kN}$$

Minimalna vrijednost za  $V_{Rd,c}$  je:

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^2 \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,74^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0,440$$

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b \cdot d = (0,440 + 0,15 \cdot 0) \cdot 200 \cdot 366 = 32208 \text{ N} = 32,21 \text{ kN}$$

Maksimalna vrijednost poprečne sile:

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot u_1 \cdot f_{cd} \cdot \frac{1}{\text{ctg}\Theta + \text{tg}\Theta}$$

$$\alpha_{cw} = 1,0$$

$$u_1 = 0,6 \cdot \left( 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0,6 \cdot \left( 1 - \frac{30}{250} \right) = 0,528$$

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 366 = 329,4 \text{ mm}$$

$$\Theta = 39,8^\circ$$



$$V_{Rd,max} = 1,0 \cdot 200,0 \cdot 329,4 \cdot 0,528 \cdot 20,0 \cdot \frac{1}{\operatorname{ctg}(39,8^\circ) + \operatorname{tg}(39,8^\circ)} = 342131 \text{ N}$$

$$V_{Rd,max} = 342,13 \text{ kN}$$

$$\text{Provjera: } V_{Rd,c} = 32,21 \text{ kN} < V_{Ed} = 33,41 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 342,13 \text{ kN}$$

**Potrebno je proračunati spone za preuzimanje naprezanja od poprečnih sila.**

*Proračun poprečne armature:*

$$A_{sw}^1 = 2 \cdot 0,5 = 1,01 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{pretpostavljaju se dvorezne (m = 2) spone}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$\theta = 39,8^\circ$$

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 36,6 = 32,94 \text{ cm}$$

$$f_{ywd} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ N/mm}^2 = 43,478 \text{ kN/cm}^2$$

$$s_1 = \frac{A_{sw}}{\sqrt{V_{Ed}}} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \operatorname{ctg}\theta = \frac{1,01}{33,41} \cdot 32,94 \cdot 43,478 \cdot 1,2 = 51,95 \text{ cm} \rightarrow \text{razmak spona}$$

Proračun minimalne poprečne armature:

m) Prema EN 1992-1-1:

$$\rho_{w,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{30}}{500} = 0,0009$$

n) Prema hrvatskom nacionalnom dodatku:

$$\rho_{w,min} = 0,15 \cdot \left( \frac{f_{ctm}}{f_{yd}} \right) = 0,15 \cdot \left( \frac{2,9}{434,78} \right) = 0,001$$

$$s_{1,max} = \frac{A_{sw}}{\rho_{w,min} \cdot b_w \cdot \sin\alpha} = \frac{1,01}{0,0009 \cdot 20,0 \cdot 1,0} = 56,11 \text{ cm}$$

o) Prema tablici 5.11 (*Betonske konstrukcije 1; Sorić, Kišiček*), najveći uzdužni razmak spona:

$$V_{Ed} = 33,41 \text{ kN} < 0,30 \cdot V_{Rd,max} = 0,30 \cdot 342,13 = 102,64 \text{ kN}$$

$$s_{1,max} = 0,75 \cdot d = 0,75 \cdot 36,6 = 27,5 \text{ cm} < 30,0 \text{ cm}$$

Mjerodavni maksimalni razmak spona iznosi 27,5 cm.

**ODABRANO:**  $\phi 8/27,5$  cm,  $m=2$

### 7.5.3 Proračun progiba grede B12

Vitkost elementa:

$$\frac{L}{d} = \frac{300}{36,6} = 8,19$$

Granična vitkost:

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} = \frac{2,36}{20 \cdot 36,6} = 0,003 = 0,3 \%$$

$$f_3 = \frac{310}{\sigma_s} = \frac{310,0}{288,2} = 1,08 \rightarrow \text{mjerodavno}$$

$$f_3 = \frac{500}{f_{yk}} \cdot \frac{A_{s,prov}}{A_{s,req}} = \frac{500}{500} \cdot \frac{2,36}{1,10} = 2,15$$

$$b_{eff} = 100 \text{ cm} > 3 \cdot b_w = 60 \text{ cm}$$

$$\rightarrow 14,0 \cdot 0,8 = 11,20$$

$$\rightarrow 20,0 \cdot 0,8 = 16,0$$

$$\left(\frac{L}{d}\right)_{lim} = 1,08 \cdot \left[11,20 + \frac{1,5-0,3}{1,5-0,5} \cdot (16,0 - 11,20)\right] = 18,31 > 8,19$$

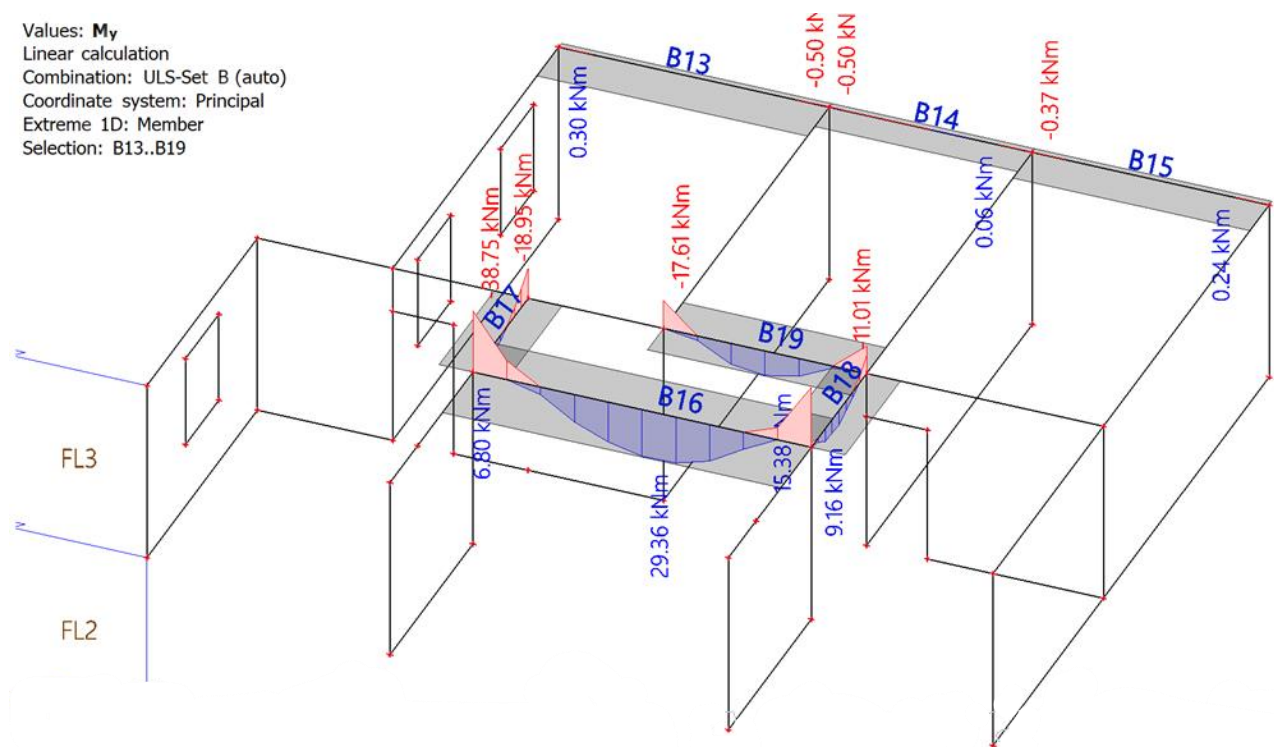
**Greda ZADOVOLJAVA granično stanje progiba, te nije potrebno provesti proračun progiba.**

### 7.6 Dimenzioniranje kontinuirane grede B5+B6+B7

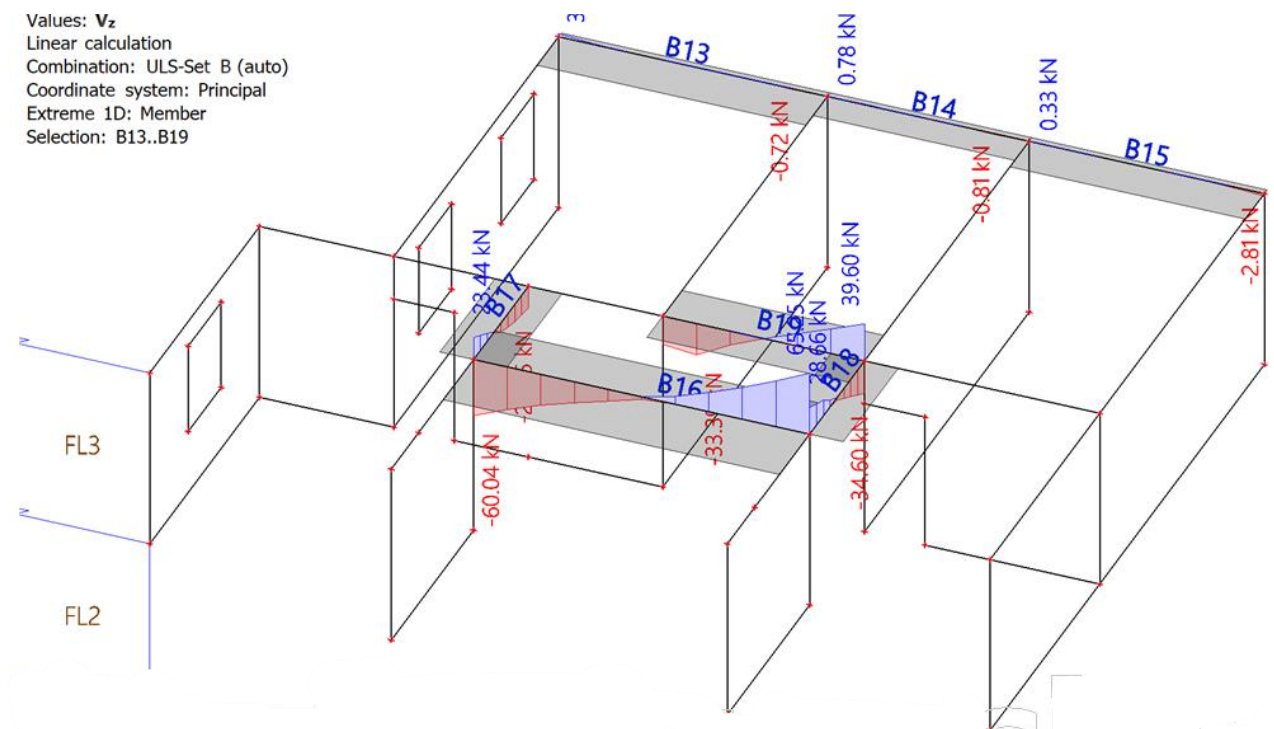
Za kontinuiranu gredu B5+B6+B7 uzet će se ista armatura kao za kontinuiranu gredu B1+B2+B3 iz prizemlja, zbog istih geometrijskih karakteristika i vrijednosti unutarnjih sila.

## 8 PRORAČUN GREDA 2.KATA PREMA GSN I GSU

### 8.1 Proračunske sile i poprečni presjeci greda

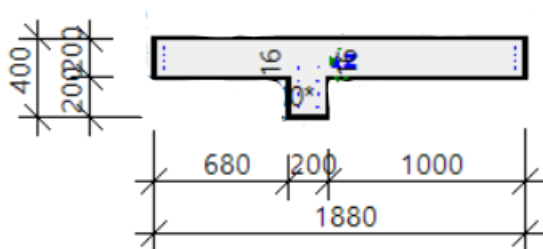


Slika 40: Prikaz pozicija i momenata greda 2.kata



Slika 41: Prikaz poprečnih sila greda 2.kata

**GREDA B16**

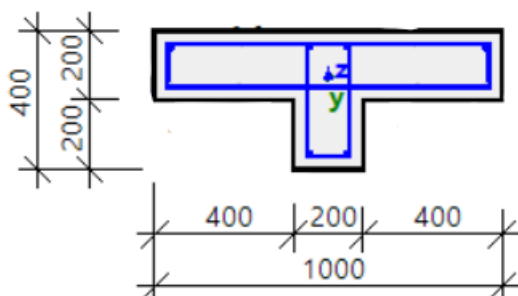


Slika 42: Poprečni presjek grede B16

**Tablica 11:** Unutarnje sile u gredi B16

	MOMENT $M_Y$ [kNm]	POPREČNA SILA $V_z$ [kN]
POLJE	29,36	-
OSLONAC	38,75	65,25

**GREDA B17**

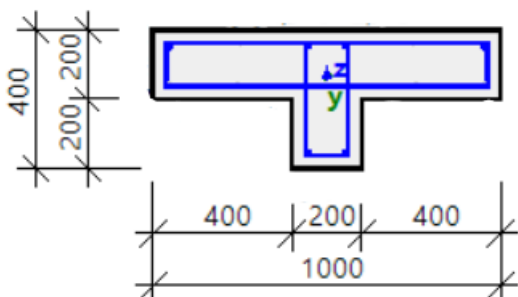


Slika 43: Poprečni presjek grede B17

**Tablica 12:** Unutarnje sile u gredi B17

	MOMENT $M_Y$ [kNm]	POPREČNA SILA $V_z$ [kN]
POLJE	6,80	-
OSLONAC	18,95	23,44

**GREDA B18**

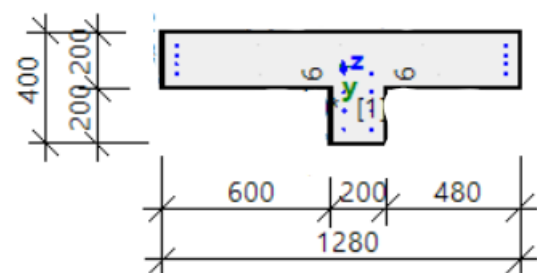


Slika 44: Poprečni presjek grede B18

**Tablica 13:** Unutarnje sile u gredi B18

	MOMENT $M_Y$ [kNm]	POPREČNA SILA $V_z$ [kN]
POLJE	9,16	-
OSLONAC	11,01	34,60

**GREDA B19**



Slika 45: Poprečni presjek grede B19

**Tablica 14:** Unutarnje sile u gredi B14

	MOMENT $M_Y$ [kNm]	POPREČNA SILA $V_z$ [kN]
POLJE	15,38	-
OSLONAC	17,61	39,60

Na ovoj etaži proračunat će se samo greda pozicije B16 zbog povećanih vrijednosti unutarnjih sila u odnosu na etažu niže iste te grede pozicije B9.

Sve ostale grede armirat će se sa armaturom koja je proračunata za etažu ispod budući da su istih geometrijskih karakteristika i približnih vrijednosti unutarnjih sila.

## 8.2 Dimenzioniranje grede B16

Visina grede:  $h = 40,0 \text{ cm}$

Zaštitni sloj betona (XC1):  $c = 2,0 \text{ cm}$

Udaljenost do težišta armature:  $d_1 = c + \phi_v + \frac{\phi_s}{2} = 2,0 + 0,8 + \frac{1,2}{2} = 3,4 \text{ cm}$

Statička visina presjeka:  $d = h - d_1 = 40,0 - 3,4 = 36,6 \text{ cm}$

### 8.2.1 Dimenzioniranje uzdužne armature

#### Polje

Sudjelujuća širina:

$$L_0 = 1,0 \cdot L = 1,0 \cdot 500,0 = 500,0 \text{ cm}$$

$$b_1 = \frac{180}{2} = 90,0 \text{ cm}$$

$$b_2 = 300,0 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff}} = \sum b_{\text{eff},i} + b_w \leq b$$

$$b = b_1 + b_w + b_2 = 90,0 + 20,0 + 300,0 = 410,0 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff},i} = 0,2 \cdot b_i + 0,1 \cdot l_0 \leq 0,2 \cdot l_0$$

$$0,2 \cdot L_0 = 0,2 \cdot 500,0 = 100 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff},1} = 0,2 \cdot b_1 + 0,1 \cdot L_0 = 0,2 \cdot 90,0 + 0,1 \cdot 500,0 = 68 \text{ cm} < 100 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff},2} = 0,2 \cdot b_2 + 0,1 \cdot L_0 = 0,2 \cdot 300,0 + 0,1 \cdot 500,0 = 110 \text{ cm} > 100 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff}} = b_{\text{eff},1} + b_w + b_{\text{eff},2} = 68 + 20,0 + 100 = 188 \text{ cm} < b = 410 \text{ cm}$$

Odabrana je sudjelujuća širina  $b_{\text{eff}} = 188 \text{ cm}$

Minimalna armatura za polje:

$$A_{s1,min} = 0.0013 \cdot b_w \cdot d = 0,0013 \cdot 20,0 \cdot 36,6 = 0,95 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,min} = 0.26 \cdot b_w \cdot d \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} = 0,26 \cdot 20,0 \cdot 36,6 \cdot \frac{2,9}{500} = 1,10 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{mjerodavno}$$

Maksimalna armatura za polje:

$$A_{s1,max} = 0.040 \cdot b_{eff} \cdot h = 0.040 \cdot 188 \cdot 40,0 = 300,8 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,max} = 0.022 \cdot A_C = 0,022 \cdot 2,5 \cdot 188 \cdot 20,0 = 206,8 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{mjerodavno}$$

### Polje

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2936}{188 \cdot 36,6^2 \cdot 2,0} = 0,006 < \mu_{lim} = 0.296$$

Za  $\mu_{Rd} = 0.008$  očitano:

$$\varepsilon_c = -0,6 \qquad \xi = 0,029$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \qquad \zeta = 0,990$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2936}{0,990 \cdot 36,6 \cdot 43,478} = 1,86 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**ODABRANO:  $2\phi 12$  ( $A_{s1,prov} = 2,26 \text{ cm}^2$ )  $> A_{s1,req} = 1,86 \text{ cm}^2$**

### Ležaj B1-B2

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3875}{20 \cdot 36,6^2 \cdot 2,0} = 0,072 < \mu_{lim} = 0.296$$

Za  $\mu_{Rd} = 0.038$  očitano:

$$\varepsilon_c = -2,4 \qquad \xi = 0,107$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \qquad \zeta = 0,958$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3875}{0,958 \cdot 36,6 \cdot 43,478} = 2,54 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**ODABRANO:**  $3\phi 12$  ( $A_{s1,prov} = 2,26 \text{ cm}^2$ )  $> A_{s1,req} = 2,54 \text{ cm}^2$

## 8.2.2 Dimenzioniranje poprečne armature

### Ležaj A

$$V_{Ed} = 65,25 \text{ kN}$$

Proračunska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{366}} = 1,74 < 2,0 \rightarrow k = 1,74$$

$$A_{s1,prov} = (2\phi 12) \rightarrow 2,36 \text{ cm}^2$$

$$b = 1000 \text{ mm} = 100 \text{ cm}$$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1,prov}}{b_w \cdot d} = \frac{2,36}{20 \cdot 36,6} = 0,003 < 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0 \text{ kN/cm}^2$$

$$V_{Rd,c} = [0,12 \cdot 1,74 \cdot (100 \cdot 0,003 \cdot 30)^{1/3} + 0,15 \cdot 0] \cdot 200 \cdot 366 = 31792 \text{ N} = 31,79 \text{ kN}$$

Minimalna vrijednost za  $V_{Rd,c}$  je:

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^2 \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,74^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0,440$$

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b \cdot d = (0,440 + 0,15 \cdot 0) \cdot 200 \cdot 366 = 32208 \text{ N} = 32,21 \text{ kN}$$

Maksimalna vrijednost poprečne sile:

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot u_1 \cdot f_{cd} \cdot \frac{1}{\operatorname{ctg}\Theta + \operatorname{tg}\Theta}$$

$$\alpha_{cw} = 1.0$$

$$u_1 = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) = 0.528$$

$$z = 0.9 \cdot d = 0.9 \cdot 366 = 329.4 \text{ mm}$$

$$\Theta = 39.8^\circ$$

$$V_{Rd,max} = 1.0 \cdot 200.0 \cdot 329.4 \cdot 0.528 \cdot 20.0 \cdot \frac{1}{\operatorname{ctg}(39.8^\circ) + \operatorname{tg}(39.8^\circ)} = 342131 \text{ N}$$

$$V_{Rd,max} = 342.13 \text{ kN}$$

$$\text{Provjera: } V_{Rd,c} = 32.21 \text{ kN} < V_{Ed} = 65.25 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 342.13 \text{ kN}$$

**Potrebno je proračunati spone za preuzimanje naprezanja od poprečnih sila.**

*Proračun poprečne armature:*

$$A_{sw}^1 = 2 \cdot 0.5 = 1.01 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{pretpostavljaju se dvorezne (m = 2) spone}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$\theta = 39.8^\circ$$

$$z = 0.9 \cdot d = 0.9 \cdot 36.6 = 32.94 \text{ cm}$$

$$f_{ywd} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ N/mm}^2 = 43.478 \text{ kN/cm}^2$$

$$s_1 = \frac{A_{sw}}{V_{Ed}} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \operatorname{ctg}\theta = \frac{1.01}{65.25} \cdot 32.94 \cdot 43.478 \cdot 1.2 = 26.60 \text{ cm} \rightarrow \text{razmak spona}$$

Proračun minimalne poprečne armature:

p) Prema EN 1992-1-1:

$$\rho_{w,min} = 0.08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0.08 \cdot \frac{\sqrt{30}}{500} = 0.0009$$

q) Prema hrvatskom nacionalnom dodatku:

$$\rho_{w,min} = 0.15 \cdot \left(\frac{f_{ctm}}{f_{yd}}\right) = 0.15 \cdot \left(\frac{2.9}{434.78}\right) = 0.001$$



$$s_{1,max} = \frac{A_{sw}}{\rho_{w,min} \cdot b_w \cdot \sin \alpha} = \frac{1,01}{0,0009 \cdot 20,0 \cdot 1,0} = 56,11 \text{ cm}$$

r) Prema tablici 5.11 (*Betonske konstrukcije 1; Sorić, Kišiček*), najveći uzdužni razmak spona:

$$V_{Ed} = 65,25 \text{ kN} < 0,30 \cdot V_{Rd,max} = 0,30 \cdot 342,13 = 102,64 \text{ kN}$$

$$s_{1,max} = 0,75 \cdot d = 0,75 \cdot 36,6 = 27,5 \text{ cm} < 30,0 \text{ cm}$$

Mjerodavni maksimalni razmak spona iznosi 26 cm.

**ODABRANO:**  $\phi 8/26 \text{ cm}$ ,  $m=2$

### 8.2.3 Proračun progiba grede B16

Vitkost elementa:

$$\frac{L}{d} = \frac{500}{36,6} = 13,66$$

Granična vitkost:

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} = \frac{2,36}{20 \cdot 36,6} = 0,003 = 0,3 \%$$

$$f_3 = \frac{310}{\sigma_s} = \frac{310,0}{288,2} = 1,08 \rightarrow \text{mjerodavno}$$

$$f_3 = \frac{500}{f_{yk}} \cdot \frac{A_{s,prov}}{A_{s,req}} = \frac{500}{500} \cdot \frac{2,36}{1,10} = 2,15$$

$$b_{eff} = 188 \text{ cm} > 3 \cdot b_w = 60 \text{ cm}$$

$$\rightarrow 14,0 \cdot 0,8 = 11,20$$

$$\rightarrow 20,0 \cdot 0,8 = 16,0$$

$$\left(\frac{L}{d}\right)_{lim} = 1,08 \cdot \left[11,20 + \frac{1,5-0,3}{1,5-0,5} \cdot (16,0 - 11,20)\right] = 18,31 > 13,66$$

**Greda ZADOVOLJIVA** granično stanje progiba, te nije potrebno provesti proračun progiba.

## 8.2.4 Rekapitulacija odabrane armature

Tablica 15: Odabrana armatura greda

ETAŽA	GREDA	UZDUŽNA ARMATURA POLJE	UZDUŽNA ARMATURA OSLONAC	POPREČNA ARMATURA
PRIZEMLJE	B1+B2+B3	2 $\phi$ 12	2 $\phi$ 12	$\phi$ 8/27,5 cm
	B4	2 $\phi$ 12	2 $\phi$ 12	$\phi$ 8/27,5 cm
1.KAT	B5+B6+B7	2 $\phi$ 12	2 $\phi$ 12	$\phi$ 8/27,5 cm
	B9	2 $\phi$ 12	2 $\phi$ 12	$\phi$ 8/27,5 cm
	B10	2 $\phi$ 12	2 $\phi$ 12	$\phi$ 8/27,5 cm
	B11	2 $\phi$ 12	2 $\phi$ 12	$\phi$ 8/27,5 cm
	B12	2 $\phi$ 12	2 $\phi$ 12	$\phi$ 8/27,5 cm
2.KAT	B13+B14+B15	2 $\phi$ 12	2 $\phi$ 12	$\phi$ 8/27,5 cm
	B16	2 $\phi$ 12	3 $\phi$ 12	$\phi$ 8/26 cm
	B17	2 $\phi$ 12	2 $\phi$ 12	$\phi$ 8/27,5 cm
	B18	2 $\phi$ 12	2 $\phi$ 12	$\phi$ 8/27,5 cm
	B19	2 $\phi$ 12	2 $\phi$ 12	$\phi$ 8/27,5 cm

## 9 SEIZMIČKI PRORAČUN OPTEREĆENJA NA ZGRADU

### 9.1 Opis modela zgrade

Seizmički proračun zgrade je proveden na modelu zgrade metodom višemodalne spektralne analize programskim paketom „SCIA Engineer 22.0“.

Višemodalna spektralna analiza je metoda kod koje se prvo modalnom analizom određuju periodi, a zatim se spektralnom analizom određuje ukupno djelovanje (kombiniranjem SRSS ili CQC metode). U ovom primjeru je korištena CQC metoda za određivanje načina kombiniranja različitih modova. Faktor prigušenja uzet u proračunu je  $\zeta = 0,05$ , tj. 5% koji vrijedi za betonske konstrukcije. Višemodalnom spektralnom analizom se dinamička svojstva djelovanja i materijala u proračunu uzimaju implicitno, a sile u konstrukciji su određene na temelju spektra pseudoubrazanja.

Zgrada ima ukupno 3 etaže koje čine prizemlje i 2 kata. Osnovnu vertikalnu nosivu konstrukciju čini sustav armiranobetonskih zidova međusobno povezanih horizontalnim armiranobetonskim pločama i gredama. Armiranobetonski zidovi i stropne konstrukcije modelirani su kao plošni elementi debljine  $d = 20$  cm. Armiranobetonske grede su modelirane kao štapni elementi opcijom „rib“ pravokutnog presjeka te je za grede zadana i odgovarajuća sudjelujuća širina.

## 9.2 Potresno djelovanje

### 9.2.1 Projektni spektar za elastičnu analizu

Proračun konstrukcije provodi se na temelju proračunskog spektra odziva  $S_d(T)$ .

Projektni spektar za horizontalne komponente seizmičkog djelovanja definiran je na sljedeći način:

$$0 < T < T_B \quad S_d(T) = 0,26 \cdot a_g \cdot S \cdot \left[ \frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left( \frac{2,5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right]$$

$$T_B < T < T_C \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q}$$

$$T_C < T < T_D \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \left[ \frac{T_C}{T} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g$$

$$T_D < T \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \left[ \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g$$

$S_d$  – vrijednosti odziva projektnog spektra ubrzanja

$T$  – period vibracija linearnoga sustava s jednim stupnjem slobode

$a_g$  – projektno ubrzanje u tlu razreda A

$T_B, T_C, T_D$  – karakteristične vrijednosti perioda koje definiraju početak dijelova spektra odziva s konstantnim ubrzanjem, brzinom i pomacima odziva

$S$  – parametar tla

$q$  – faktor ponašanja, dan prema vrsti i tipu konstrukcije

$\beta$  – donji granični faktor horizontalnog projektnog spektra, čija je preporučena vrijednost 0,2.

HRN EN 1998-1 daje vrijednosti parametara koje opisuju preporučeni elastični spektar odziva tipa 1 kako je prikazano u Tablici 16 u nastavku. Prikazane su vrijednosti  $T_B, T_C, T_D$  i vrijednost faktora tla  $S$  koje odgovaraju tipu temeljnog tla B pretpostavljenog za ovaj slučaj.

**Tablica 16:** Parametri elastičnog projektnog spektra za spektar 1

Tip temeljnog tla	S	$T_B$ [s]	$T_C$ [s]	$T_D$ [s]
B	1,2	0,15	0,5	2,0

Temeljno tlo razreda B predstavlja nanose vrlo zbijenog pijeska, šljunka ili tvrde gline, najmanje dubine nekoliko desetaka metara, s postupnim povećanjem mehaničkih karakteristika tih materijala s dubinom.

### 9.3 Određivanje faktora ponašanja

Faktor ponašanja ovisi o klasifikaciji sustava. Zgrada je u oba smjera klasificirana kao zidni sustav. Zgrada je pravilna po visini te je svrstana u razred umjerene duktilnosti DCM.

Za horizontalna potresna djelovanja, faktor ponašanja se određuje prema sljedećoj jednadžbi:

$$q = q_0 \cdot k_w \geq 1,5$$

gdje je:

- $q_0$  osnovna vrijednost faktora ponašanja, ovisi o tipu konstrukcijskog sustava i pravilnosti po visini
- $k_w$  faktor kojim se uzima u obzir prevladavajući oblik sloma konstrukcijskog sustava sa zidovima

Vrsta konstrukcije	DCM	DCH
okvirni sustav		
dvojni sustav	$3 \cdot a_0 / a_1$	$4,5 \cdot a_0 / a_1$
zidni sustav s povezanim zidovima		
zidni sustav s nepovezanim zidovima	3,0	$4 \cdot a_0 / a_1$
torzijski savitljiv sustav	2,0	3,0
sustav obrnutog njihala	1,5	2,0

**Slika 46:** Osnovne vrijednosti faktora ponašanja  $q$  za konstrukcije koje zadovoljavaju uvjet pravilnosti po visini

$q_0 = 3,0$  za zidni sustav i DCM razred duktilnosti.

Vrsta konstrukcije	$k_w$
okvirne konstrukcije i njima istovrijedni dvojni sustavi	1,0
zidni sustavi sustavi istovrijedni zidnim sustavima torzijski savitljivi sustavi	$0,5 \leq (1 + \alpha_0) / 3 \leq 1,0$

**Slika 47:** Vrijednost faktora  $k_w$ 

$$k_w = 0,5 \leq (1 + \alpha_0) / 3 \leq 1$$

$\alpha_0$  - prevladavajući koeficijent oblika zidova konstrukcijskog sustava

$$\alpha_0 = \sum h_{wi} / \sum l_{wi}$$

Pri čemu je:

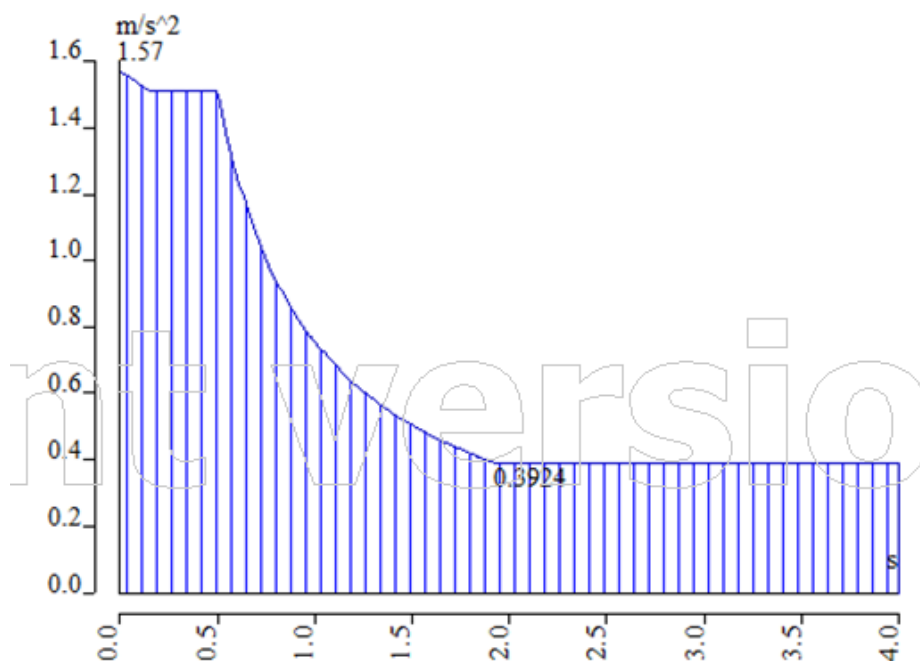
$h_{wi}$  – visina zida „i“ (zbroj visina svih zidova u konstrukciji)

$l_{wi}$  – duljina presjeka zida „i“ (zbroj duljina svih zidova u konstrukciji)

$$\alpha_0 = 94,8 / 10,4 = 9,11$$

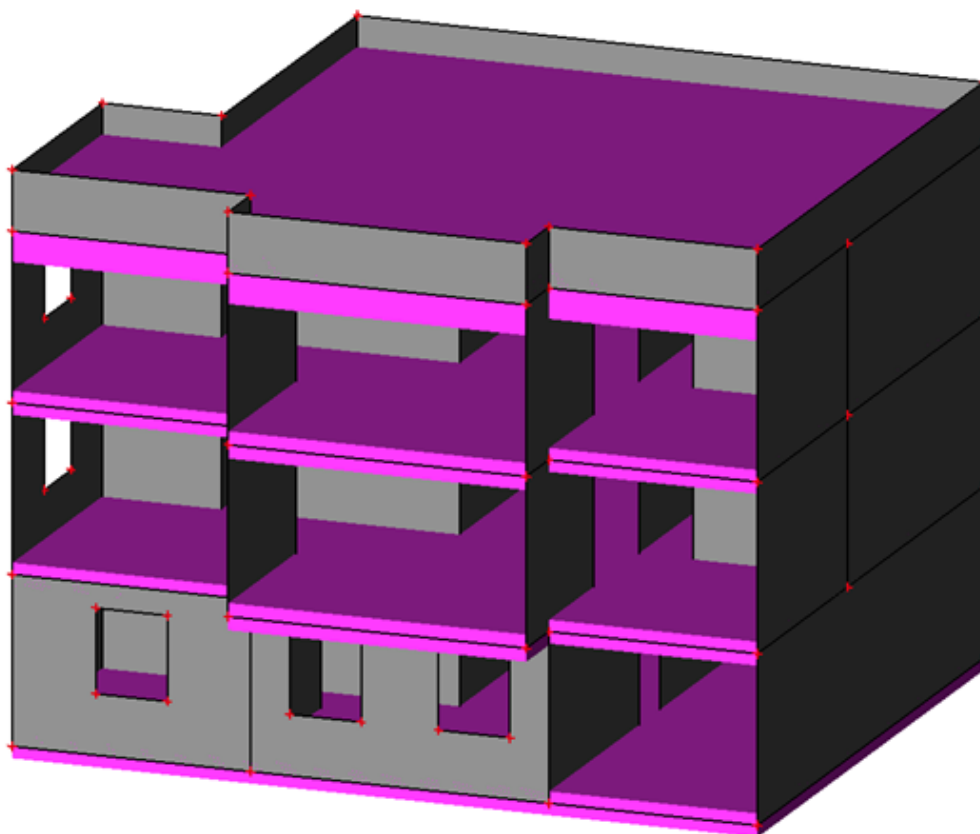
$$k_w = \frac{1+9,11}{3} = 3,37 > 1 \rightarrow k_w = 1,0$$

$$q = 3 \cdot 1,0 = 3,0 > 1,5$$

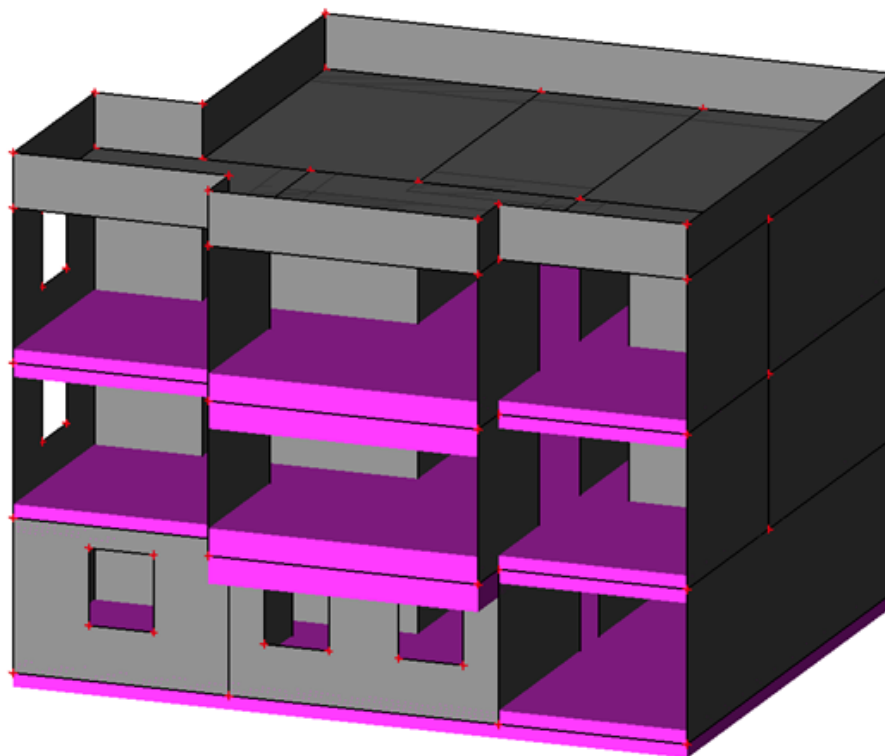

**Slika 48:** Proračunski spektar odziva

## 9.4 Zadavanje masa i deformirani oblici konstrukcije

Za provođenje modalne analiza potrebno je prvo definirati mase, a potom odrediti kombinacije masa. Mase su generirane automatski iz zadanih opterećenja. Uporabno opterećenje je zadano preko cijele ploče (ne šahovskom raspodjelom) za potrebe generiranja mase od uporabnog opterećenja. Također, u modalnoj analizi se koriste mase iznad razine tla, a zanemaruju se mase u i ispod razine tla. Iz tog razloga u ovom primjeru se ne koristi masa temeljne ploče. Za modalnu analizu se koristi kombinacija masa vezana za nazovistalnu kombinaciju opterećenja zbog čega se zanemaruje opterećenje snijegom (faktor  $\psi_2 = 0$ ). Kako na krovu ne postoji uporabno opterećenje, a faktor  $\psi_2$  za snijeg koji opterećuje samo krov je 0, za uporabno opterećenje na krovu se ne generiraju mase.



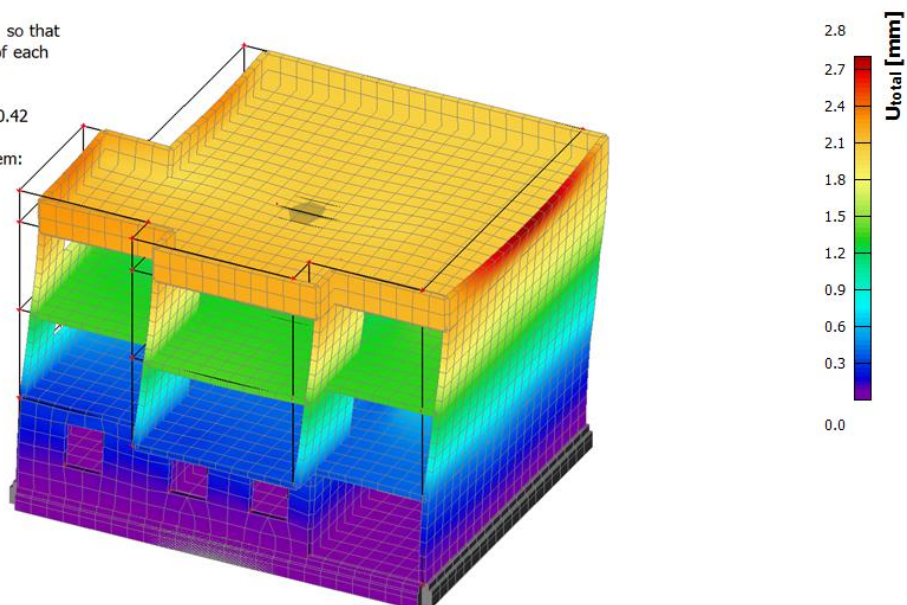
**Slika 49:** Generirane mase za dodatno stalno opterećenje



Slika 50: Generirane mase za uporabno opterećenje

Na sljedećim slikama prikazane su deformacije konstrukcije uslijed prva tri moda vibriranja.

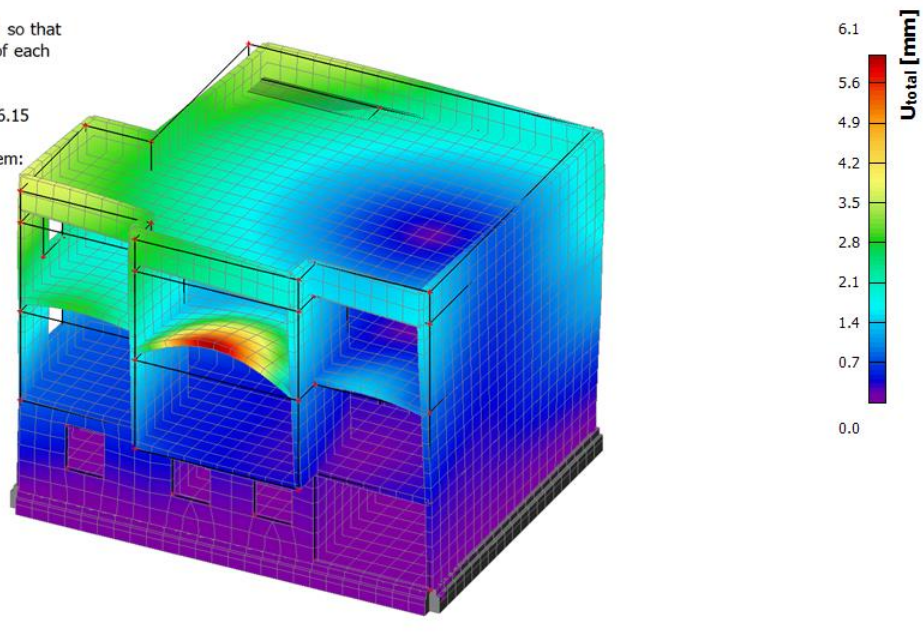
Values:  $U_{total}$   
 Modal shapes are normalized, so that the generalized modal mass of each mode is equal to 1kg.  
 Mass combination: CM1/1 - 10.42  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg.. System: Global



Slika 51: Prvi mod - translacija u smjeru globalne osi x ( $T = 0,10$  s)

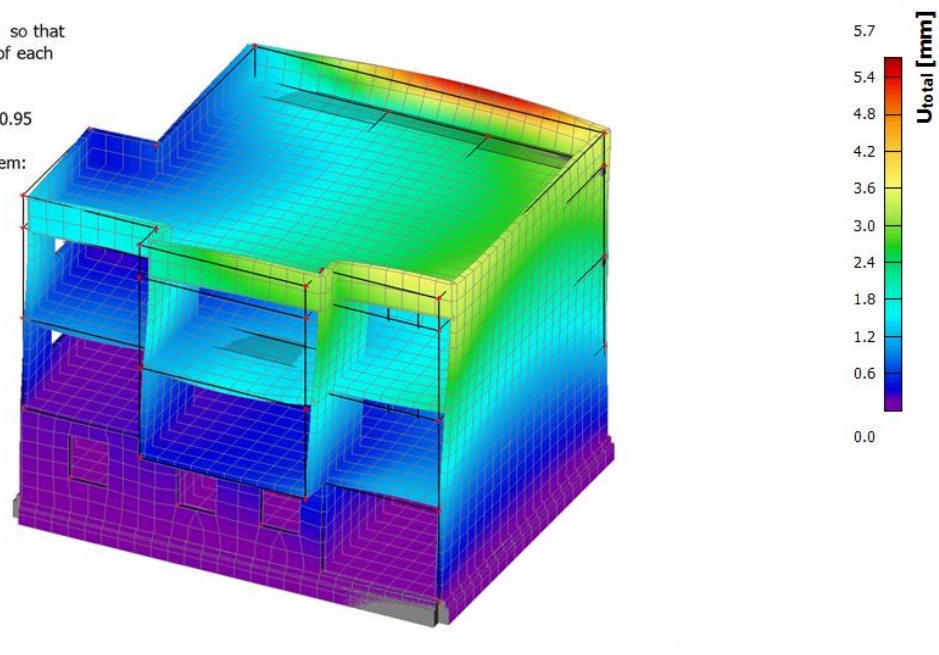


Values:  $U_{total}$   
 Modal shapes are normalized, so that the generalized modal mass of each mode is equal to 1kg.  
 Mass combination: CM1/2 - 16.15  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg.. System: Global



Slika 52: Drugi mod - torzija oko globalne osi z ( $T = 0,06$  s)

Values:  $U_{total}$   
 Modal shapes are normalized, so that the generalized modal mass of each mode is equal to 1kg.  
 Mass combination: CM1/4 - 20.95  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg.. System: Global



Slika 53: Treći mod - translacija u smjeru globalne osi y ( $T = 0,05$  s)

Osim provjere razmatranih masa i modova vibriranja, potrebno je provjeriti koja se količina mase aktivirala. Na slici 60 prikazana je suma aktiviranih masa svih modova.

**Relativemodal masses**

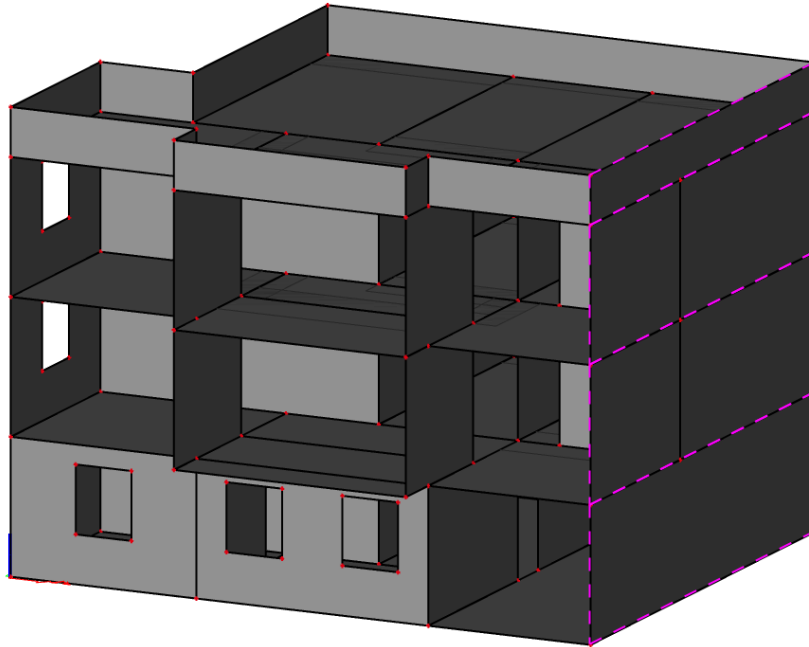
Mode	mega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	$W_{xi}/W_{xtot}$	$W_{yi}/W_{ytot}$	$W_{zi}/W_{ztot}$	$N_{xi\_R}/W_{xtot\_R}$	$N_{yi\_R}/W_{ytot\_R}$	$N_{zi\_R}/W_{ztot\_R}$
1	65.4635	0.10	10.42	0.6350	0.0068	0.0001	0.0028	0.1374	0.0003
2	101.49	0.06	16.15	0.0128	0.1901	0.0019	0.1140	0.0001	0.3741
3	105.361	0.06	16.77	0.0006	0.0160	0.0321	0.0087	0.0005	0.0584
4	131.635	0.05	20.95	0.0004	0.3865	0.0005	0.1904	0.0011	0.2197
5	173.585	0.04	27.63	0.0000	0.0003	0.0148	0.0001	0.0370	0.0001
6	184.512	0.03	29.37	0.0072	0.0002	0.0010	0.0055	0.0006	0.0001
7	185.997	0.03	29.60	0.0051	0.0092	0.0850	0.0230	0.0395	0.0001
8	188.675	0.03	30.03	0.0871	0.0010	0.0710	0.0059	0.0659	0.0003
9	190.64	0.03	30.34	0.0383	0.0066	0.0466	0.0387	0.0324	0.0000
10	206.3	0.03	32.83	0.0000	0.0025	0.0249	0.0163	0.0020	0.0001
11	212.727	0.03	33.86	0.0001	0.0004	0.1540	0.0013	0.0324	0.0004
12	222.768	0.03	35.45	0.0000	0.0038	0.0379	0.0251	0.1049	0.0000
13	246.751	0.03	39.27	0.0000	0.0001	0.0064	0.0239	0.0364	0.0002
14	275.957	0.02	43.92	0.0128	0.0179	0.0000	0.0085	0.0137	0.0401
15	296.539	0.02	47.20	0.0213	0.0310	0.0045	0.0181	0.0399	0.0363
16	300.629	0.02	47.85	0.0058	0.0087	0.0010	0.0000	0.0078	0.0072
17	308.368	0.02	49.08	0.0009	0.0012	0.0626	0.0064	0.0002	0.0004
18	330.602	0.02	52.62	0.0037	0.0870	0.0003	0.0369	0.0006	0.0459
19	361.171	0.02	57.48	0.0000	0.0000	0.0093	0.0247	0.0073	0.0000
20	454.28	0.01	72.30	0.0080	0.0033	0.0000	0.0028	0.0021	0.0450
				0.8402	0.7727	0.5538	0.5531	0.5619	0.8287

**Slika 54:** Prikaz aktivacije masa

Vidljivo je da se u prvom modu aktivira 63,5 % mase translacijom u x-smjeru što ukazuje da je to translacijski mod u x-smjeru. Drugi mod je torzijski, budući da se 37,4 % mase aktivira rotacijom oko globalne osi z. Treći mod aktivira 38,7 % mase translacijom u y-smjeru.

## 10 STATIČKI PRORAČUN I DIMENZIONIRANJE AB ZIDOVA

### 10.1 Određivanje proračunskih sila



Slika 55: Promatrani zid na 3D modelu zgrade

Na slici 55 prikazan je model zgrade na kojem je označen razmatrani zid. Debljina armiranobetonskog zida je 20 cm, a duljina 1000 cm. Vlačni pomak određuje se prema HRN EN 1992-1-1:

$$a_1 = 0,5 \cdot z \cdot (\cot \theta - \cot \alpha)$$

Gdje je:

$z$  - krak unutarnjih sila koji se može uzeti  $z = 0,8 \cdot l_w$

$\theta$  - nagib tlačnih štapova koji se za zidove uzima s  $\theta = 45^\circ$

$\alpha$  - nagib horizontalne armature u odnosu na vertikalnu (os zida)  $\alpha = 45^\circ$

$l_w$  - duljina zida

Pojednostavljeno se zapisuje:  $a_1 = 0,4 \cdot l_w$

Vlačni pomak iznosi:  $a_1 = 0,4 \cdot 1000 = 100 \text{ cm}$

U tablici 17 prikazane su uzdužna sila ( $N$ ), posmična sila u smjeru dulje stranice zida ( $V_y$ ), posmična sila van ravnine zida ( $V_z$ ), moment van ravnine zida ( $M_y$ ) i u ravnini zida ( $M_z$ ) za sve kombinacije.

**Tablica 17:** Unutarnje sile na dnu zida Z1

Kombinacija opterećenja	$N$ [kN]	$V_y$ [kN]	$V_z$ [kN]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
GSN	1380,80	-	-	-	-
Nazovistalna kombinacija	956,54	-	-	-	-
Potresna kombinacija	1168,25	244,42	7,98	24,15	1873,83

Sve unutarnje sile uslijed potresa mogu imati pozitivan i negativan predznak.

Mjerodavna poprečna sila uvećava se zbog dinamičkog učinka prema razredu duktilnosti. Za DCM uvećanje je 50%. Proračunska poprečna sila:  $V_{Ed,y} = 244,42 \cdot 1,5 = 366,63$

U tablici 18 su dane vrijednosti unutarnjih sila za dimenzioniranje.

**Tablica 18:** Unutarnje sile za dimenzioniranje

$N_{Ed,max}$ [kN]	$N_{Ed,min}$ [kN]	$V_{Ed,y}$ [kN]	$V_{Ed,z}$ [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]
1380,80	956,54	366,63	7,98	24,15	1873,83

## 10.2 Dimenzioniranje zida Z1

Razred betona: C30/37

Čelik: B500B

Debljina zida:  $b_w = 20$  cm

Duljina zida:  $l_w = 1000$  cm

Visina zida:  $h_w = 940$  cm

Visina etaže:  $h_e = 280$  cm

Svijetla visina etaže:  $h_s = 260$  cm

Zaštitni sloj:  $c = 3$  cm

### 10.2.1 Uzdužna sila u zidu

Uzdužna sila ne smije biti prevelika jer se time smanjuje raspoloživa duktilnost zida. Stoga je za DCM zidove bezdimenzijska uzdužna sila ograničena na  $v_{Ed} \leq 0,4$ .

$$v_{Ed,max} = \frac{N_{Ed,max}}{b_w \cdot l_w \cdot f_{cd}} = \frac{1380,80}{20 \cdot 1000 \cdot 2,0} = 0,034 < 0,4$$

Iz prethodnog izraza je vidljivo da je uzdužna sila u zidu vrlo mala te da je uvjet zadovoljen.

### 10.2.2 Armatura hrpta

Središnji dio zida uglavnom se armira mrežama. Armatura je potrebna za preuzimanje momenta savijanja van ravnine zida (vertikalna) i za preuzimanje posmika horizontalna.

### 10.2.3 Horizontalna armatura hrpta

Horizontalna armatura preuzima poprečnu silu  $V_{Ed,y} = 366,63$  kN (neovisno o usporedbi sa nosivošću hrpta bez poprečne armature  $V_{Rd,c}$ ). Postavit će se 2 mreže, jedna uz svaki rub zida. Pretpostavlja se promjer armature  $\phi 7$ .

Razmak pretpostavljene armature za preuzimanje sile  $V_{Ed} = 366,63$  kN iznosi:

$$s = 2 \cdot A_{sh} \cdot f_{yd} \cdot \frac{z \cdot \text{ctg}\theta}{V_{Ed}} = 2 \cdot 0,385 \cdot 43,478 \cdot \frac{0,8 \cdot 1000 \cdot 1,0}{366,63} = 73,05 \text{ cm}$$

ODABRANO  $\phi 7/10 \text{ cm} - Q 385$  (3,85 cm<sup>2</sup>/m') uz svaki rub zida

### 10.2.4 Vertikalna armatura hrpta

Vertikalna armatura služi za preuzimanje momenta van ravnine  $M_{Ed,y} = 24,15$  kNm.

Statička visina (horizontalna armatura će se postaviti bliže licu zida):  
 $d = 20 - 3 - 0,7 - 0,35 = 15,95$  cm

Mehanički koeficijent armiranja:

$$\omega' = \frac{A_{sv} \cdot f_{yd}}{b \cdot d \cdot f_{cd}} = \frac{3,85 \cdot 43,478}{100 \cdot 15,95 \cdot 2,0} = 0,052$$

Iz tablice 4.1 knjige „Betonske konstrukcije 1“ se za prvi manji odabere  $\mu_{Rd} = 0,046$

Nosivost na moment savijanja iznosi:

$$M_{Rd,y} = \mu_{Rd,y} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0,046 \cdot 1000 \cdot 15,95^2 \cdot 2,0 = 234,05 \text{ kNm}$$

Kako je  $M_{Rd,y} > M_{Ed,y}$  nosivost je zadovoljena.

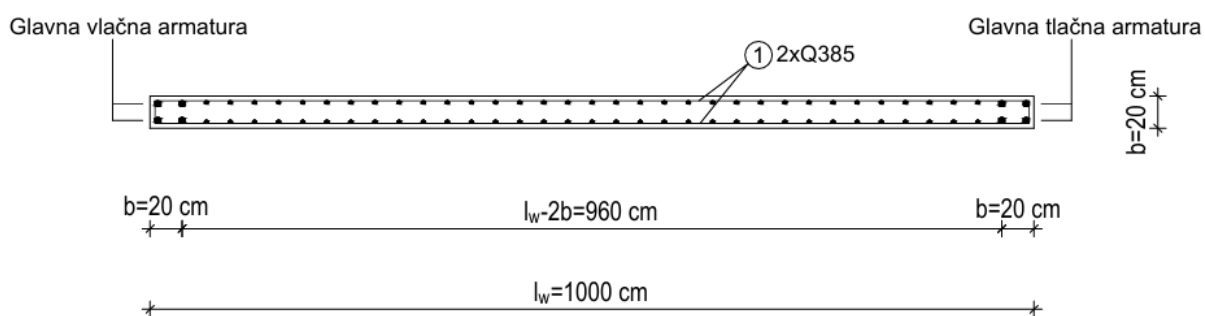
### 10.2.5 Minimalna i maksimalna armatura hrpta

Minimalna armatura hrpta je  $A_{sw, \min} = 0,001 \cdot A_c$  ( 1,0 ‰ ploštine zida) uz svako lice zida, tj. za zid debljine 20 cm je  $2,0 \text{ cm}^2/\text{m}'$  uz svaki rub zida.

Maksimalna armatura hrpta je  $A_{sw, \max} = 0,02 \cdot A_c$  (2,0 ‰ ploštine zida), odnosno za zid debljine 20 cm je  $40 \text{ cm}^2/\text{m}'$  uz svaki rub zida.

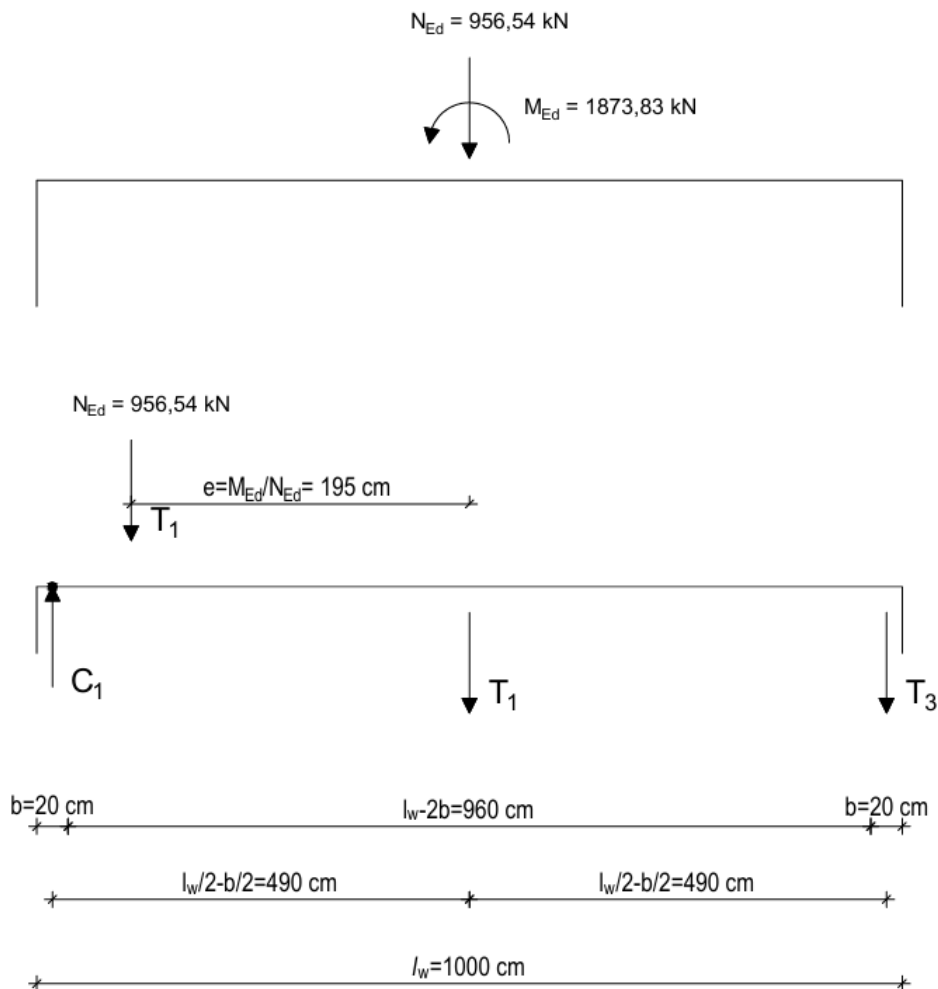
### 10.3 Određivanje armature kritičnog područja

Uzdužna armatura kritičnog područja zida određuje se na temelju interakcije momenta savijanja i uzdužne sile. Na slici 56 zadani je poprečni presjek zida sa svim dimenzijama i odabranom armaturnom mrežom hrpta. Dimenzije kritičnog područja radi jednostavnosti proračuna zadana su kao kvadrati dimenzija 20 x 20.  $l_w - 2b$  je prema tome duljina hrpta zida.



**Slika 56:** Poprečni presjek zida sa pripadajućom armaturom

Na slici 57 dan je uzdužni presjek zida sa vrijednostima za uzdužnu silu i moment savijanja u ravnini zida. Moment savijanja u ravnini zida i uzdužna sila zamjenjuju se uzdužnom silom  $N_{Ed}$  na ekscentricitetu  $e = M_{Ed}/N_{Ed}$  u lijevo. Za silu  $N_{Ed}$  odabire se minimalna vrijednost sile jer se time dobiva najveći ekscentricitet što je na strani sigurnosti.



**Slika 57:** Uzdužni presjek zida sa pripadajućim vanjskim i unutarnjim silama i momentima

Uzdužne sile unutar zida mogu se podijeliti na 3 različite sile:

$C_1$  je uzdužna tlačna sila u tlačnom kritičnom području zida

$T_2$  je uzdužna vlačna sila u hrptu tj. središnjem dijelu zida

$T_3$  je uzdužna vlačna sila u vlačnom kritičnom području zida

U nastavku je provedena provjera je li potrebno proračunati armaturu u kritičnom području (poglavito vlačnom), potrebno je dobiti vrijednost sile  $T_3$  u vlačnom kritičnom području.

Za vrijednost sile  $T_3$  potrebno je provesti proračun ravnoteže momenata oko točke O.

$$\sum M_O = 0$$

$$- N_{Ed} \cdot \left( e - \frac{l_w}{2} + \frac{b}{2} \right) + T_2 \cdot \left( \frac{l_w}{2} - \frac{b}{2} \right) + T_3 \cdot 2 \cdot \left( \frac{l_w}{2} - \frac{b}{2} \right) = 0$$

S obzirom na to da je vrijednost za  $N_{Ed}$  poznata, vrijednost sile  $T_2$  dobiva se na temelju odabrane armature u središnjem dijelu zida. Kako su u sredini zida odabrane 2 mreže Q 385 (svaka na svojem licu zida), vlačna sila  $T_2$  proračunava se na temelju idućeg izraza:

$$T_2 = A_2 \cdot f_{yd}$$

gdje je:

$$A_2 = 2 \cdot A_{prov} \cdot (l_w - 2 \cdot b) = 2 \cdot 3,85 \cdot (l_w - 2 \cdot b) = 7,7 \cdot (l_w - 2 \cdot b)$$

$$f_{yd} = 43,48 \text{ kN/cm}^2$$

Prema tome vrijedi da je:

$$T_2 = 7,7 \cdot (l_w - 2 \cdot b) \cdot 43,48 = 334,8 \cdot (l_w - 2 \cdot b)$$

Vrijednost sile  $T_3$ :

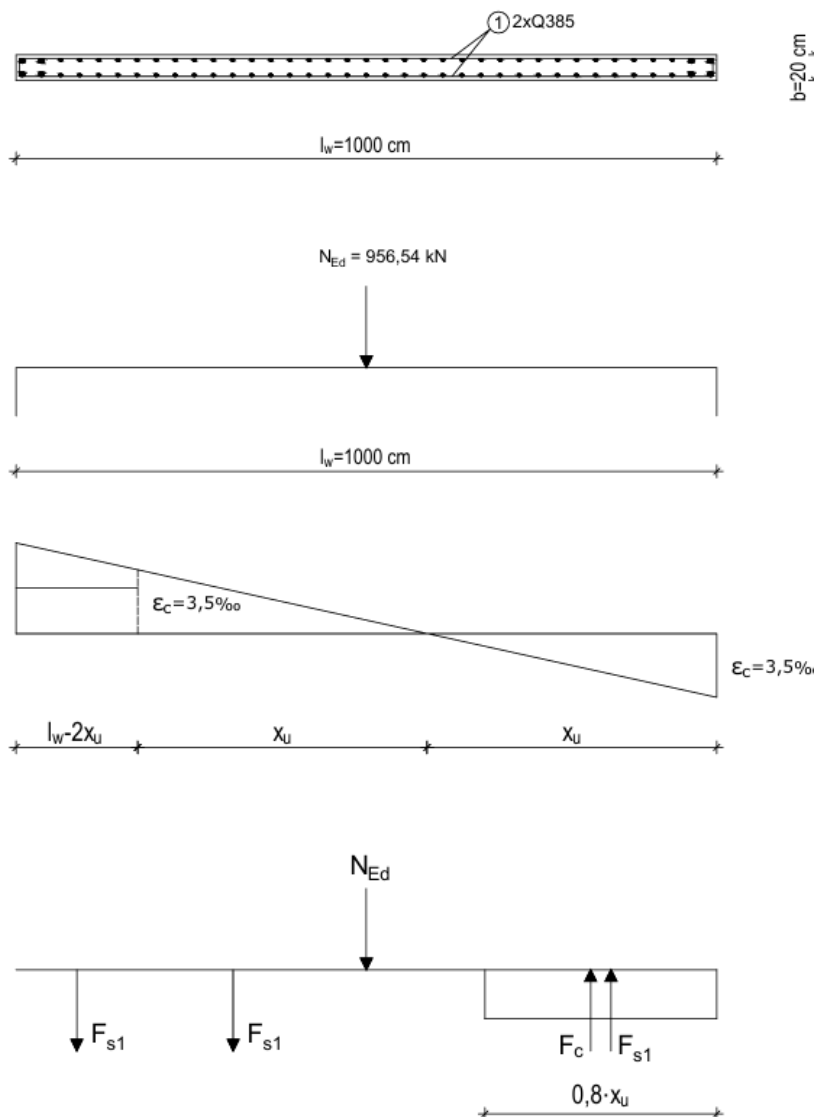
$$\begin{aligned} T_3 &= \frac{N_{Ed} \cdot \left( e - \frac{l_w - b}{2} \right) - 334,8 \cdot (l_w - 2 \cdot b) \cdot \left( \frac{l_w - b}{2} \right)}{l_w - b} = \\ &= \frac{956 \cdot \left( 195 - \frac{1000 - 20}{2} \right) - 334,8 \cdot (1000 - 2 \cdot 20) \cdot \left( \frac{1000 - 20}{2} \right)}{1000 - 20} = -160991 \text{ kN} < 0 \end{aligned}$$

Kako je sila  $T_3$  manja od 0 smatra se da su mreže koje su proračunate za središnji dio zida dostatne da se preuzmu uzdužna tlačna sila i moment savijanja u ravnini zida. Na krajeve zida postavljena je konstruktivna armatura  $4\phi 14$ . Nadalje se ta konstruktivna armatura ne uzima u obzir.

#### 10.4 Provjera nosivosti zida na moment savijanja u ravnini

Duljina tlačnog područja u trenutku sloma  $x_u$  će se odrediti na temelju odabrane armature u hrptu zida (2x Q 385) te vanjskih i unutarnjih sila. Smatra se da se odabrane mreže 2 x Q 385 protežu čitavom duljinom zida  $l_w$ .





Slika 58: Uzdužni presjek zida sa pripadajućim vanjskim i unutarnjim silama

$$\Sigma N = 0$$

$$N_{Ed} + F_{s1} + F_{s2} = F_c + F_{s2}$$

$$N_{Ed} + f_{yd} \cdot A_{uk} - 2 \cdot f_{yd} \cdot A_{uk} \cdot \frac{x_u}{l_w} = 0,8 \cdot x_u \cdot b \cdot f_{cd}$$

Ako se uzme u obzir da su:

$$f_{yd} = 43,48 \text{ kN/cm}^2$$

$$A_{uk} = 2 \cdot A_{prov} \cdot l_w = 2 \cdot 3,85 \cdot 10,0 = 77,0 \text{ cm}^2$$

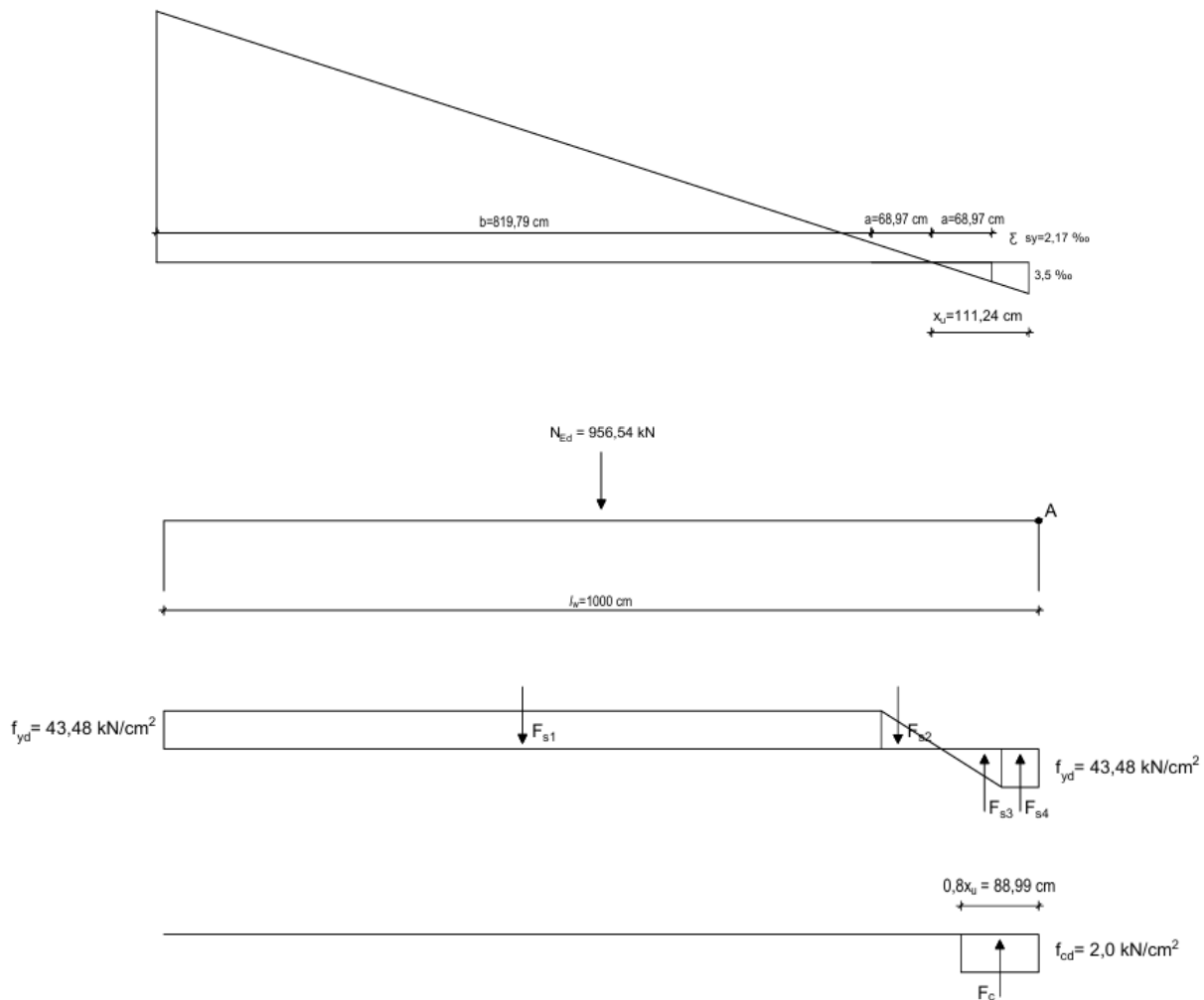
$$f_{cd} = 2,0 \text{ kN/cm}^2$$

Na temelju prethodnih izraza dobiva se vrijednost  $x_u$ :

$$956,54 + 43,48 \cdot 77,0 - 2 \cdot 43,48 \cdot 77,0 \cdot \frac{x_u}{1000} = 0,8 \cdot 2,0 \cdot x_u \cdot 20$$

$$x_u = 111,24 \text{ cm}$$

Nakon što je izračunata vrijednost za  $x_U$ , potrebno je, na temelju ravnoteže sila, izračunati nosivost zida na savijanje u ravni  $M_{Rd}$ .



**Slika 59:** Prikaz relativnih deformacija u zidu u trenutku sloma te prikaza vanjskih sila, unutarnjih sila u čeliku i unutarnjih sila u betonu

Na slici 59 prikazane su vanjske sile ( $N_{Ed}$ ) koje djeluju na zid te unutarnje sile u čeliku ( $F_{s1}$  do  $F_{s4}$ ) i unutarnje sile u betonu ( $F_c$ ). U nastavku je dan proračun nosivosti na moment savijanja, na način da je označena točka A s obzirom na koju se računa suma momenata.

$$\Sigma M_A = M_{Rd}$$

$$\begin{aligned}
 N_{Ed} \cdot \frac{l_w}{2} + F_{s1} \cdot \left(\frac{b}{2} + a + x_u\right) + F_{s2} \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot a + x_u\right) - F_{s3} \cdot \left(x_u - \frac{2}{3} \cdot a\right) - F_c \cdot (0,4 \cdot x_u) - F_{s4} \cdot \left(\frac{x_u - a}{2}\right) &= M_{Rd} \\
 N_{Ed} \cdot \frac{l_w}{2} + f_{yd} \cdot A_{uk} \cdot \frac{b}{l_w} \cdot \left(\frac{b}{2} + a + x_u\right) + f_{yd} \cdot A_{uk} \cdot \frac{a}{l_w} \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot a + x_u\right) \cdot 0,5 - f_{yd} \cdot A_{uk} \cdot \frac{a}{l_w} \cdot \left(x_u - \frac{2}{3} \cdot a\right) \cdot 0,5 & \\
 - 0,8 \cdot x_u \cdot b \cdot f_{cd} \cdot (0,4 \cdot x_u) - \frac{x_u - a}{l_w} \cdot f_{yd} \cdot A_{uk} \cdot \left(\frac{x_u - a}{2}\right) &= M_{Rd} \\
 956 \cdot \frac{1000}{2} + 43,48 \cdot 77,0 \cdot \frac{819,79}{1000} \cdot \left(\frac{819,79}{2} + 68,97 + 111,24\right) + 43,48 \cdot 77,0 \cdot \frac{68,97}{1000} \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot 68,97 + 111,24\right) \cdot 0,5 & \\
 - 43,48 \cdot 77,0 \cdot \frac{68,97}{1000} \cdot \left(111,24 - \frac{2}{3} \cdot 68,97\right) \cdot 0,5 - 0,8 \cdot 111,24 \cdot 20 \cdot 2,0 \cdot (0,4 \cdot 111,24) - & \\
 \frac{111,24 - 68,97}{1000} \cdot 43,48 \cdot 77,0 \cdot \left(\frac{111,24 - 68,97}{2}\right) &= M_{Rd} \\
 M_{Rd} = 1946851 \text{ kNcm} = 19468 \text{ kNm} &
 \end{aligned}$$

S obzirom na to da je  $M_{Ed} = 1873 \text{ kNm} < M_{Rd} = 19468 \text{ kNm}$  može se zaključiti da zid ima zadovoljavajuću nosivost na moment savijanja.

## 10.5 Zahtijevana duktilnost

Sile u konstrukciji određene su korištenjem proračunskog spektra, odnosno umanjene su za faktor ponašanja. To je moguće zbog toga što se smanjena nosivost „nadoknađuje“ dodatnom duktilnošću. Zahtijevana duktilnost određena je izrazima:

$$\begin{aligned}
 \mu_\phi &= (2 \cdot q_0 - 1) \cdot \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} && \text{ako je } T_1 \geq T_c \\
 \mu_\phi &= \left[1 + 2 \cdot (q_0 - 1) \cdot \frac{T_c}{T_1}\right] \cdot \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} && \text{ako je } T_1 < T_c
 \end{aligned}$$

Gdje je:

- $q_0$  faktor ponašanja (osnovna vrijednost)
- $T_1$  prvi period konstrukcije u razmatranom smjeru
- $T_c$  rubni period (ovisi o tipu tla)

Osnovna vrijednost faktora ponašanja za pravilne konstrukcije je jednaka faktoru ponašanja, ali za nepravilne konstrukcije je osnovna vrijednost veća od proračunske. U ovom slučaju je konstrukcija pravilna pa  $q_0 = q = 3,9$ . Prvi period u smjeru promatranog zida je  $T_1 = T_{1,y} = 0,10 \text{ s}$ . Rubni period ovisi o vrsti tla, za razred tla C je  $T_c = 0,6 \text{ s}$ .

Kako je  $T_1 = 0,10 \text{ s} < T_c = 0,8 \text{ s}$ , zahtijevana duktilnost iznosi

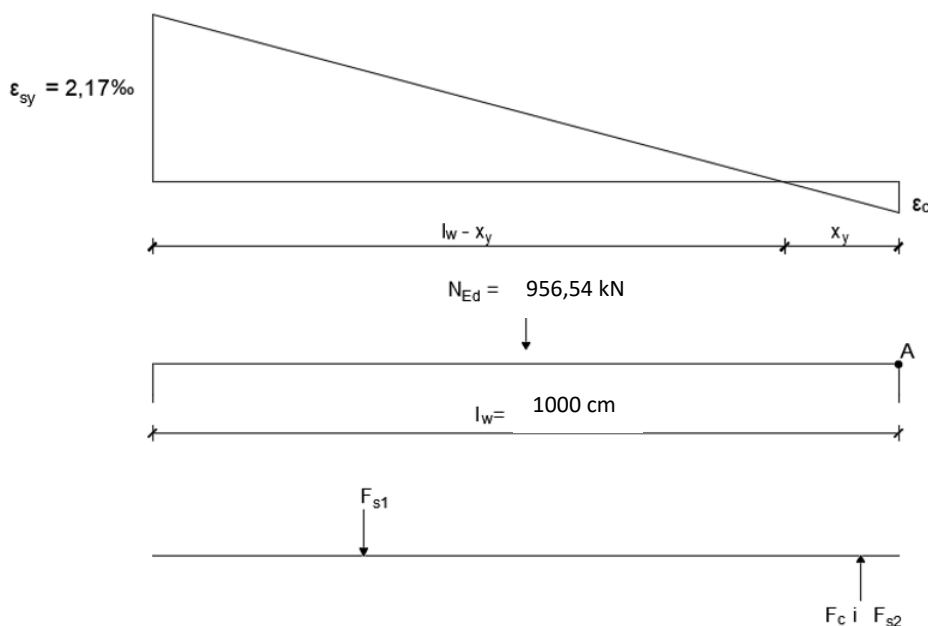
$$\mu_\phi = \left[ 1 + 2 \cdot (q_0 - 1) \cdot \frac{T_c}{T_1} \right] \cdot \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \left[ 1 + 2 \cdot (3,9 - 1) \cdot \frac{0,6}{0,1} \right] \cdot \frac{1873}{19468} = 3,44$$

Međutim kako je korišten čelik razreda duktilnosti B, a ne C, potrebno je zahtijevanu duktilnost povećati za 50 %.

Zahtijevana duktilnost iznosi  $\mu_\phi = 3,44 \cdot 1,5 = 5,17$ .

## 10.6 Određivanje duktilnosti zida

U nastavku je izračunata duktilnost zida. U prvom koraku proračunata je zakrivljenost poprečnog presjeka na početku popuštanja vlačne armature. Maksimalna relativna deformacija vlačna armatura jednaka je  $\epsilon_{sy}$ , dok je potrebno proračunati relativnu deformaciju betona u tlaku i duljinu tlačnog područja  $x_y$ .



**Slika 60:** Prikaz relativnih deformacija u zidu te prikaz vanjskih sila, unutarnjih sila u čeliku i unutarnjih sila u betonu potrebnih za dobivanje duktilnosti zida

$$\Sigma N = 0$$

$$N_{Ed} + F_{s1} = F_{s2} + F_c$$

$$N_{Ed} + f_{yd} \cdot A_{uk} \cdot 0,5 \cdot \left( \frac{l_w - x_y}{l_w} \right) = A_{uk} \cdot 0,5 \cdot \left( \frac{x_y}{l_w} \right) \cdot \epsilon_c \cdot E_s + 0,5 \cdot x_y \cdot b_w \cdot \epsilon_c \cdot E_c$$

Iz sličnosti trokuta na slici 50 izvodi se izraz za duljinu tlačnog područja  $x_y$  :

$$\frac{\varepsilon_c}{x_y} = \frac{0,00217 + \varepsilon_c}{l_w}$$

$$x_y = l_w \cdot \frac{\varepsilon_c}{0,00217 + \varepsilon_c} = \frac{1000 \cdot \varepsilon_c}{0,00217 + \varepsilon_c}$$

Kombinacijom prethodnih dviju jednadžbi dobivamo konačni izraz za relativnu deformaciju betona u tlaku:

$$956 + 43,48 \cdot 77,0 \cdot 0,5 \cdot \left( \frac{1000 - \frac{1000 \cdot \varepsilon_c}{0,00217 + \varepsilon_c}}{1000} \right) = 77,0 \cdot 0,5 \cdot \left( \frac{\frac{1000 \cdot \varepsilon_c}{0,00217 + \varepsilon_c}}{1000} \right) \cdot \varepsilon_c \cdot 20000$$

$$+ 0,5 \cdot \frac{1000 \cdot \varepsilon_c}{0,00217 + \varepsilon_c} \cdot 20 \cdot \varepsilon_c \cdot 3300$$

$$\varepsilon_c = 4,3 \cdot 10^{-4}$$

Duljina tlačnog područja  $x_y$ :

$$x_y = l_w \cdot \frac{\varepsilon_c}{0,00217 + \varepsilon_c} = \frac{1000 \cdot \varepsilon_c}{0,00217 + \varepsilon_c} = \frac{1000 \cdot 4,3 \cdot 10^{-4}}{0,00217 + 4,3 \cdot 10^{-4}} = 165,38 \text{ cm}$$

Zakrivljenost pri popuštanju:

$$\frac{1}{r_y} = \frac{\varepsilon_c}{x_y} = \frac{4,3 \cdot 10^{-4}}{165,38} = 2,6 \cdot 10^{-6}$$

Zakrivljenost pri slomu:

$$\frac{1}{r_u} = \frac{\varepsilon_c}{x_u} = \frac{3,5 \cdot 10^{-3}}{111,24} = 3,15 \cdot 10^{-5}$$

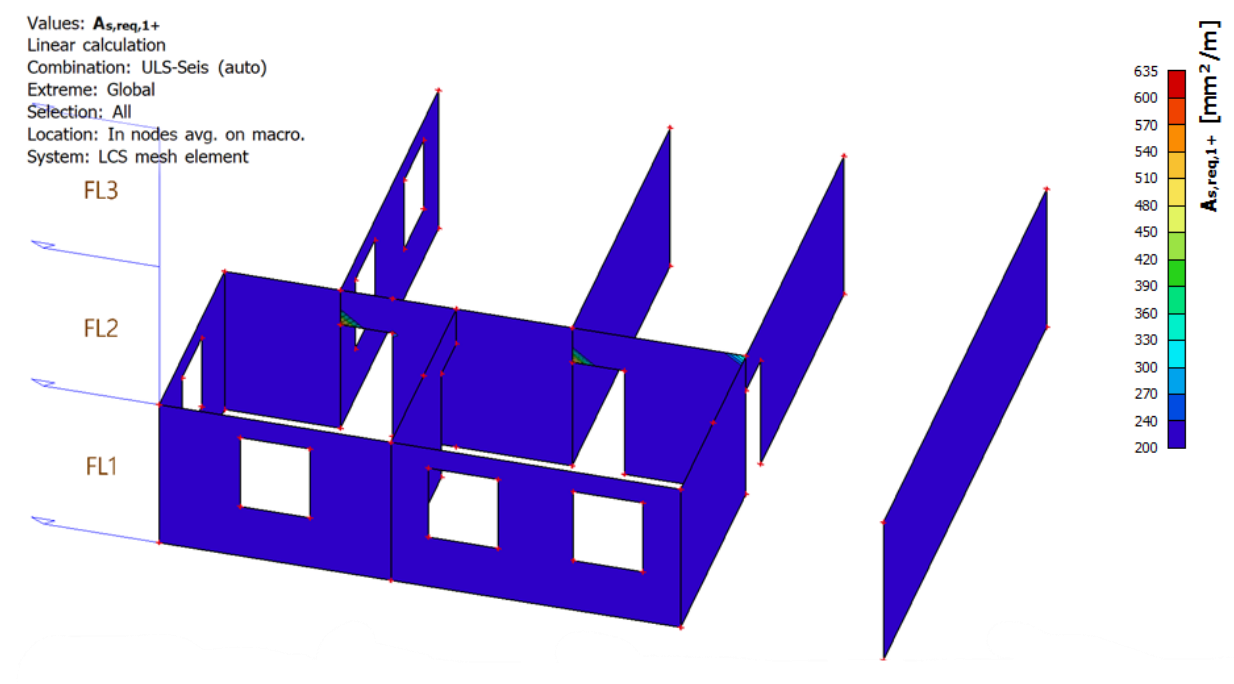
Duktilnost zida:

$$\mu_\phi = \frac{\frac{1}{r_u}}{\frac{1}{r_y}} = \frac{3,15 \cdot 10^{-5}}{2,6 \cdot 10^{-6}} = 12,11$$

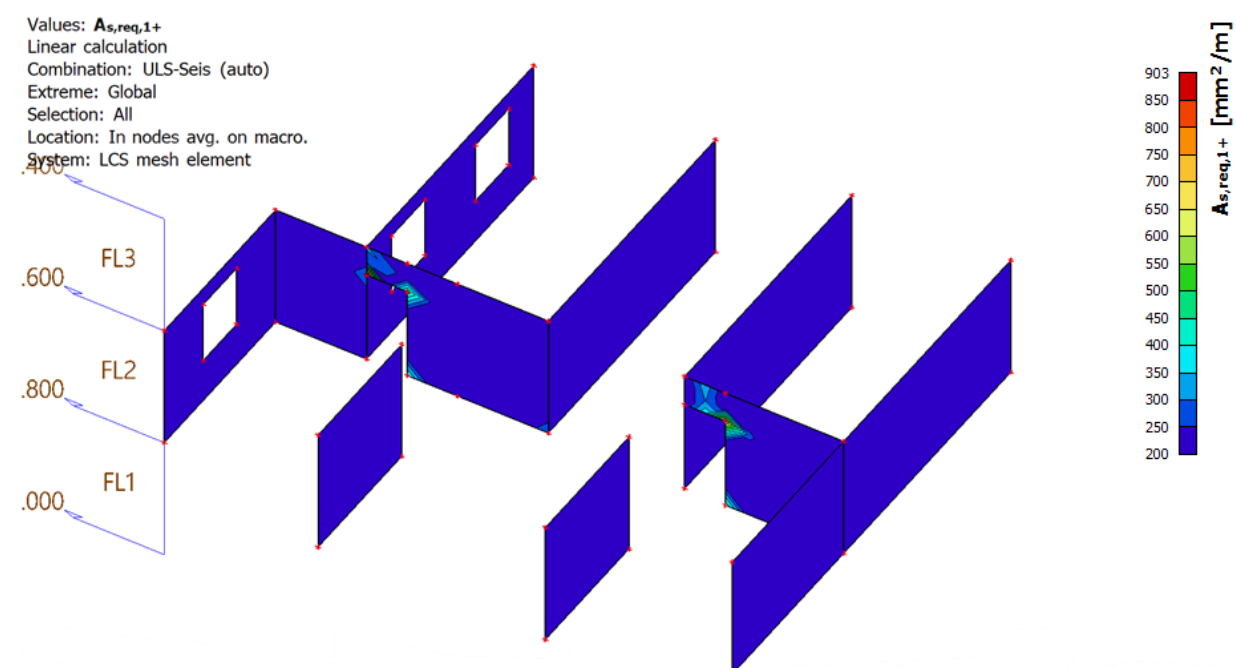
Kako je zahtijevana duktilnost  $\mu_\phi = 5,17$ , jasno je da nema potrebe za ovijanjem kritičnih područja zida te da zid zadovoljava uvjete nosivosti i duktilnosti.

Za zid promatrane pozicije odabrana armatura: **Q 385** ( $3,85 \text{ cm}^2/\text{m}^1$ ) uz svaki rub zida

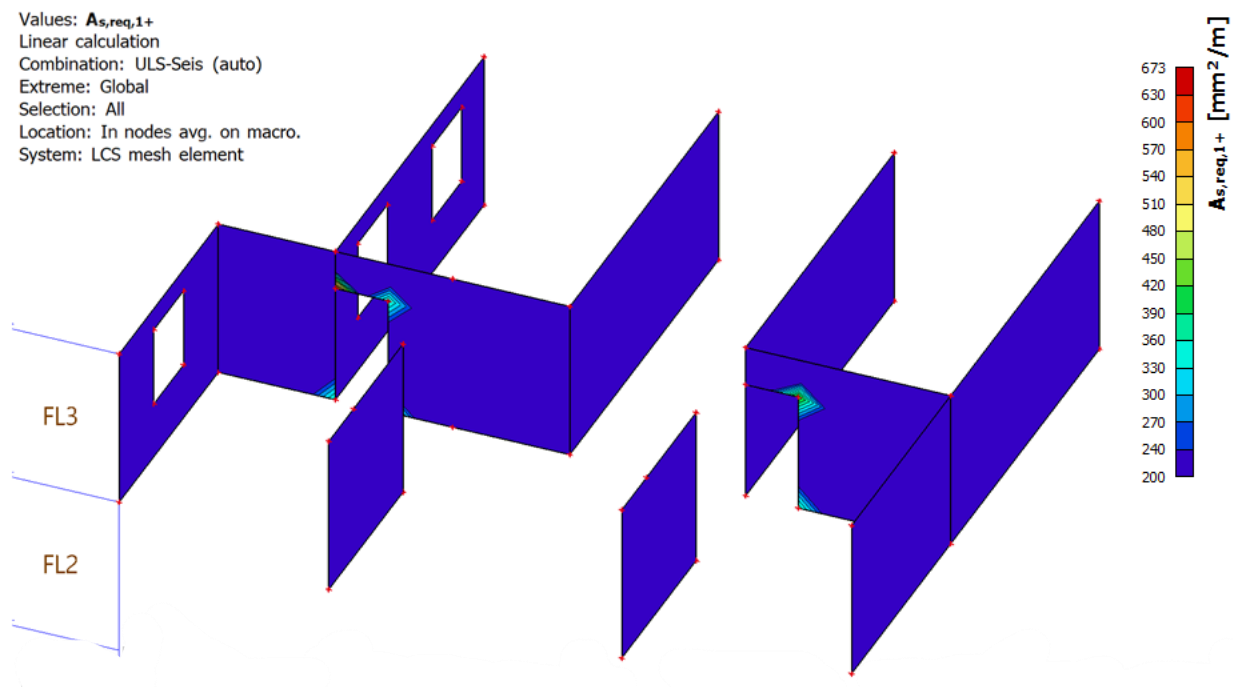
U nastavku su izdvojene slike iz programa Scia Engineer koje prikazuju potrebnu armaturu zidova određene etaže konstrukcije.



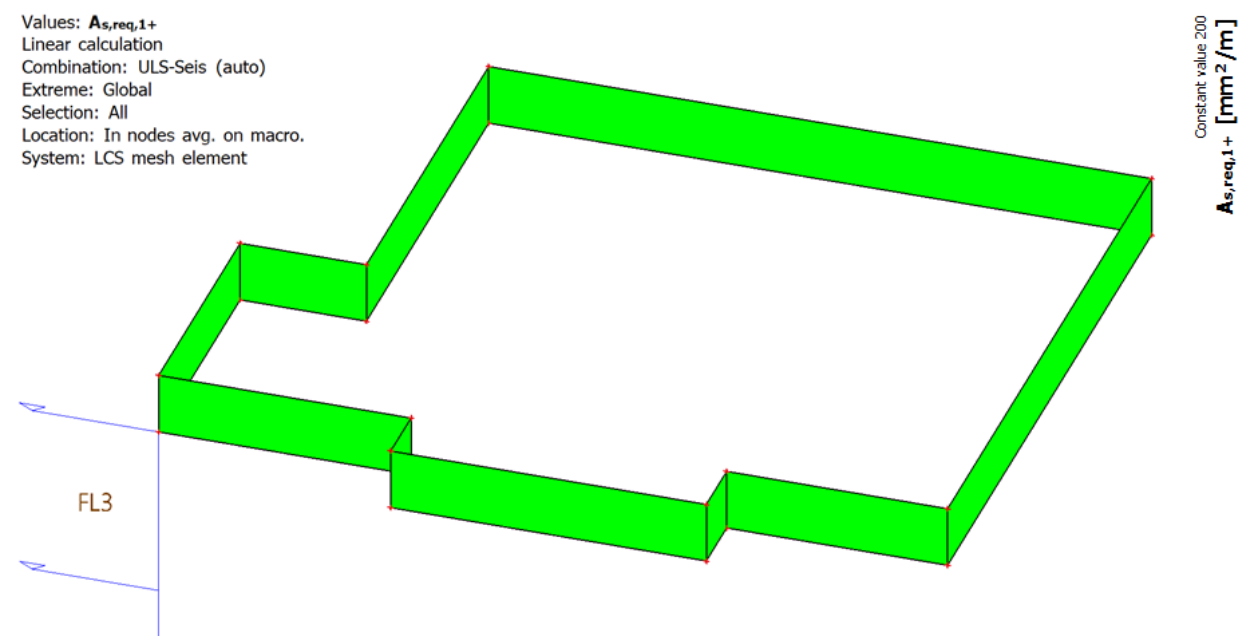
**Slika 61:** Prikaz potrebne armature za zidove prizemlja



**Slika 62:** Prikaz potrebne armature za zidove 1.kata



Slika 63: Prikaz potrebne armature za zidove 2.kata



Slika 64: Prikaz potrebne armature za zidove krova

Vidljivo je da za sve zidove po etažama je mjerodavna minimalna armatura stoga odabrana armatura u prethodnom proračunu zadovoljava uvjete i za sve ostale zidove.

Dodatno će se armatura prilagoditi i modificirati ovisno o geometriji zidova i njihovim otvorima u nacrtima armature.

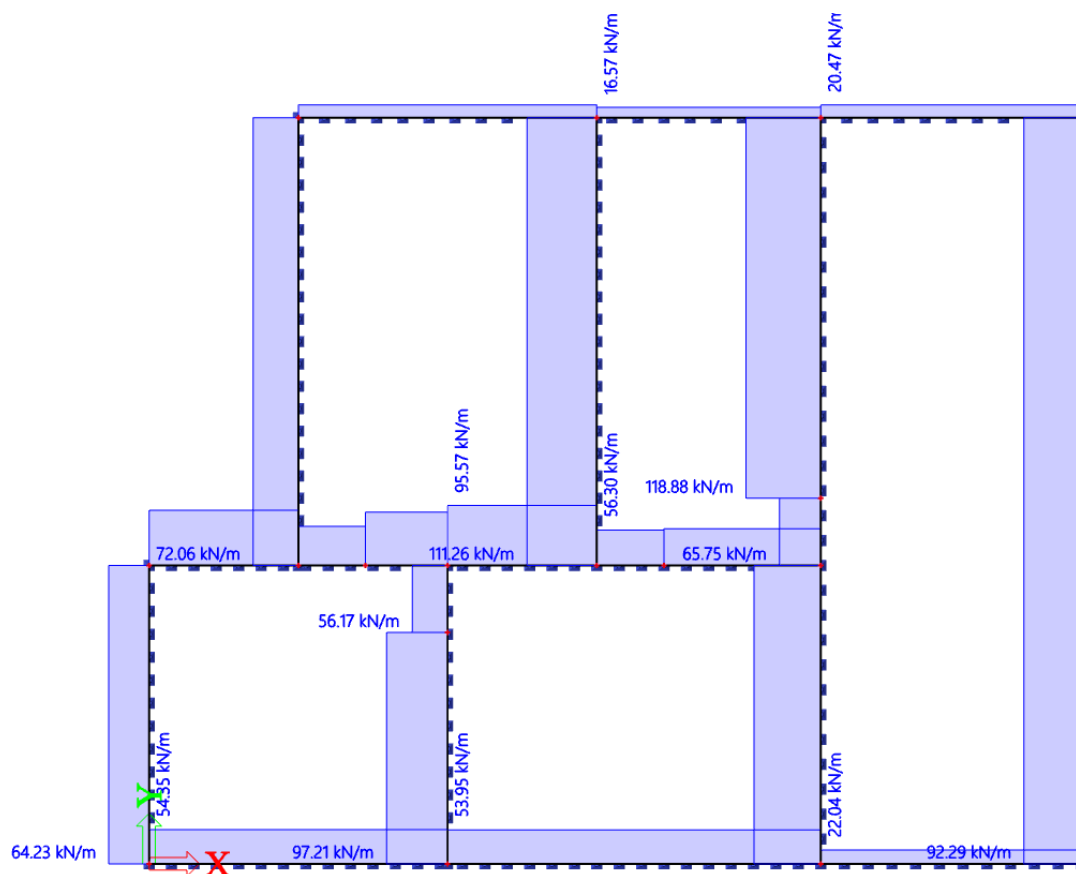
## 11 PRORAČUN TRAKASTOG TEMELJA

### 11.1 Dimenzije

$h = 50 \text{ cm}$	- visina temelja
$l = 100 \text{ cm}$	- proračunska duljina temelja
$b_w = 20 \text{ cm}$	- širina zida
$c_{nom} = 4 \text{ cm}$	- debljina zaštitnog sloja temelja
	- širinu temelja potrebno je odrediti

### 11.2 Analiza opterećenja

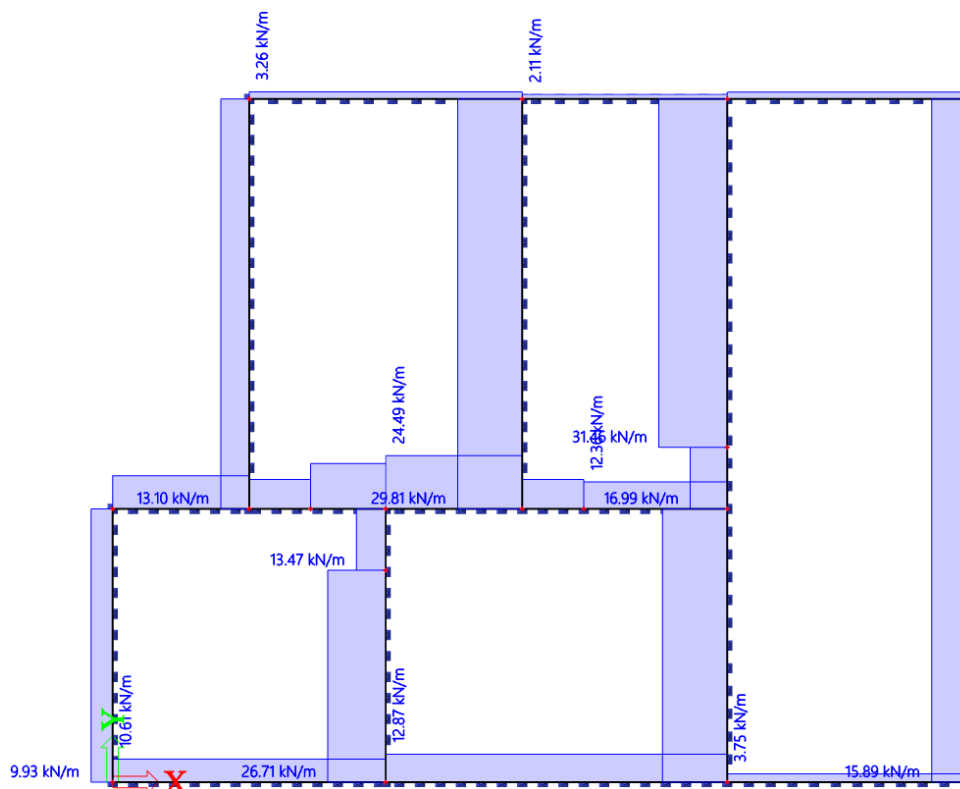
- stalno opterećenje



Slika 65: Prikaz reakcija od stalnog opterećenja

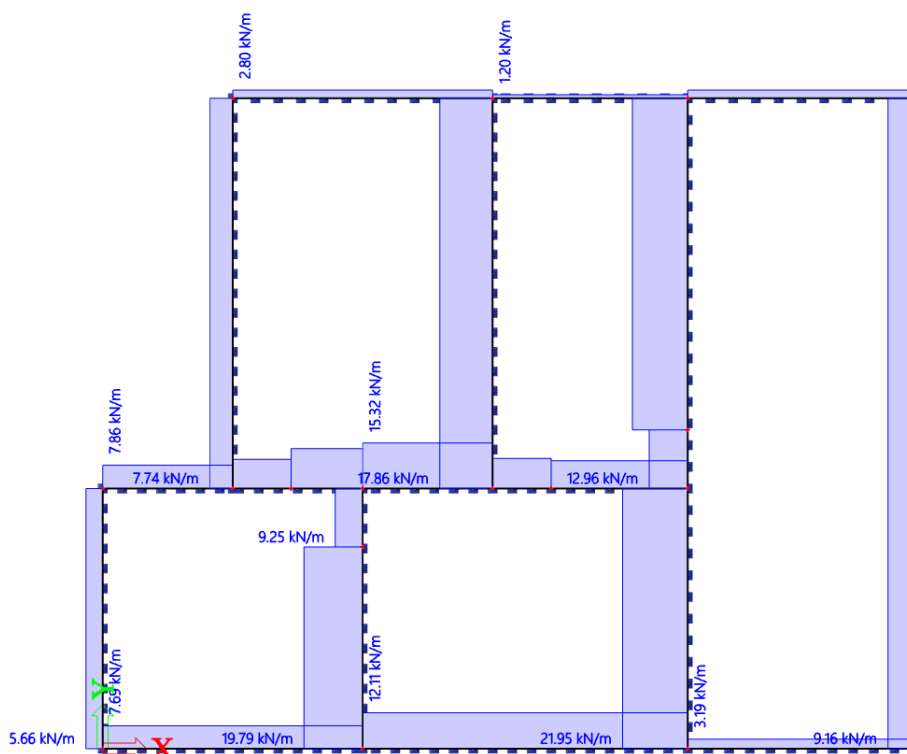


- dodatno stalno opterećenje



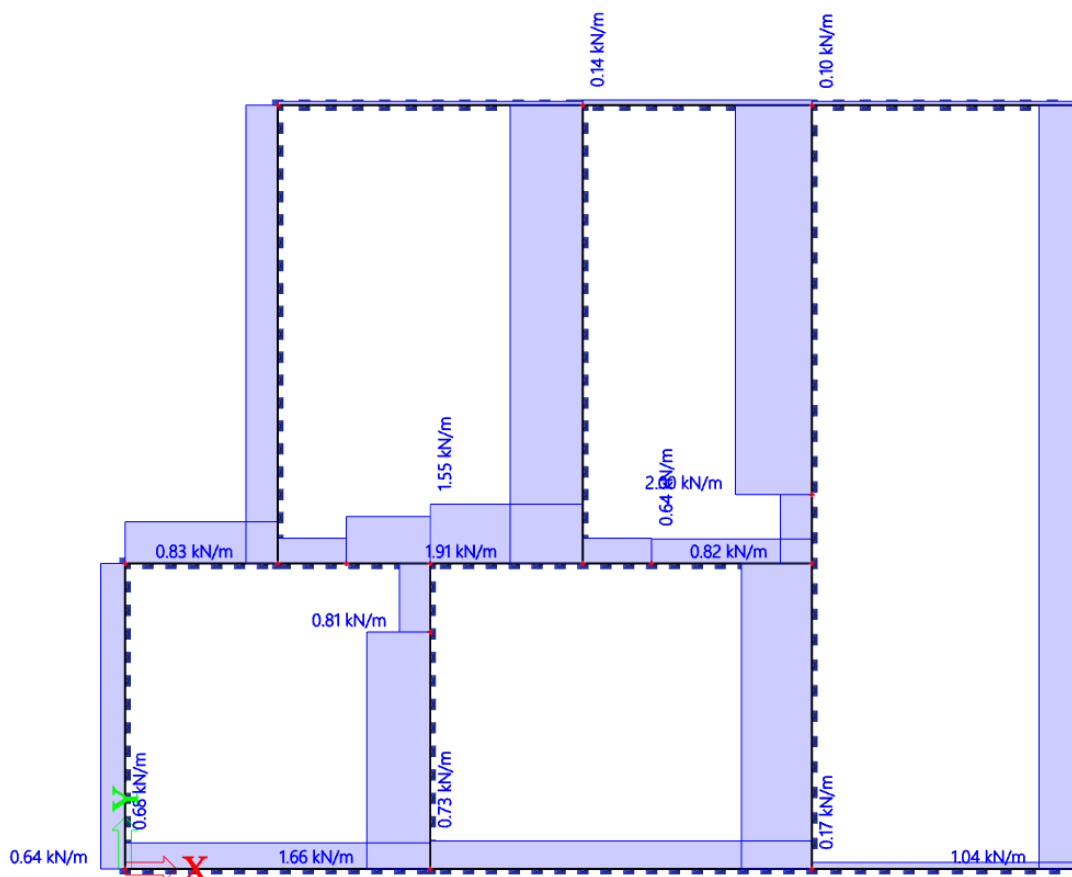
Slika 66: Prikaz reakcija od dodatno stalnog opterećenja

- uporabno opterećenje



Slika 67: Prikaz reakcija od uporabnog opterećenja

- uporabno krov



Slika 68: Prikaz reakcija od uporabnog opterećenja krova

Mjerodavni temelj:

Tablica 19: Prikaz reakcija od svih opterećenja

		Ukupno:
Stalno opterećenje	118,88 kN/m	150,54 kN/m
Dodatno stalno	31,66 kN/m	
Uporabno	17,86 kN/m	19,86 kN/m
Uporabno krov	2,00 kN/m	

- težina temelja:

$$G_{\text{temelja}} = b \cdot h \cdot l \cdot \gamma_{\text{betona}} = b \cdot 0,5 \cdot 1,0 \cdot 25$$

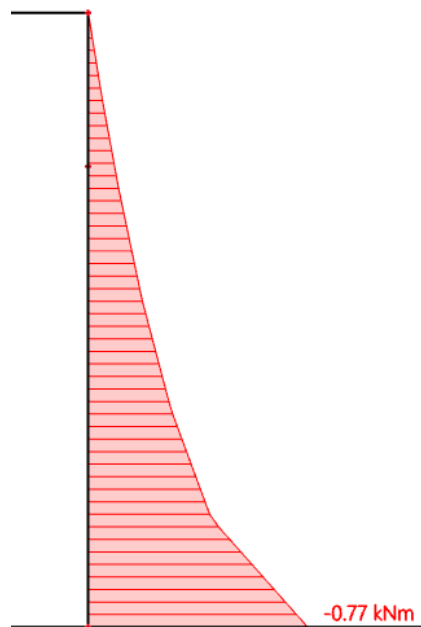
### 11.3 Određivanje širine temelja iz uvjeta dopuštenih naprezanja ispod temelja

Širina temelja određuje se iz dva uvjeta:

- 1) Ispod temeljne stope nema vlačnih naprezanja
- 2) Maksimalno tlačno naprezanje mora biti manje od dopuštenog

Kod proračuna dopuštenih naprezanja koriste se karakteristične vrijednosti opterećenja.

Širina temelja po 1) uvjetu određuje se iz uvjeta da ekscentricitet sile bude manji od  $1/6$  širine temelja, to znači da vertikalna sila djeluje na rubu ili unutar jezgre temeljne plohe. Tada su sva naprezanja na temeljnoj plohi tlačna.



**Slika 69:** Moment savijanja na temelj od tla i stalnog opterećenja i momenta savijanja

$$\frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} < \frac{b}{6}$$

$$b > 6 \cdot \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}}$$

$$N_{Ed} = N_g + N_q + \gamma_{betona} \cdot b \cdot h \cdot l = 150,54 + 19,86 + 25 \cdot b \cdot 0,5 \cdot 1,0 = 170,4 + 12,5b$$

$$b > 6 \cdot \frac{0,77}{170,4 + 12,5b}$$

$$b = 0,26 \text{ m}$$

Kako bi bio zadovoljen i drugi uvjet naprezanje  $\sigma_{dop} > \sigma_1$ . Iz toga slijedi:

$$\sigma_{dop} > \frac{N_{Ed}}{A} + \frac{M_{Ed}}{W}$$

Površina temelja:

$$A = l \cdot b = 1,0 \cdot b$$

Moment otpora:

$$W = \frac{l \cdot b^2}{6} = \frac{1,0 \cdot b^2}{6}$$

$$250 > \frac{170,4 + 12,5b}{b} + \frac{6 \cdot 0,77}{b^2}$$

$$b = 0.74 \text{ m}$$

Odabrana širina temelja  $\rightarrow b = 75\text{cm}$

#### 11.4 Provjera naprezanja ispod temeljne stope

Površina temelja:

$$A = l \cdot b = 0,75 \text{ m}^2$$

Moment otpora:

$$W = \frac{l \cdot b^2}{6} = \frac{1,0 \cdot 0,75^2}{6} = 0,094 \text{ m}^2$$

Naprezanja:

$$\sigma_{1,2} > \frac{N_{Ed}}{A} \pm \frac{M_{Ed}}{W} \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

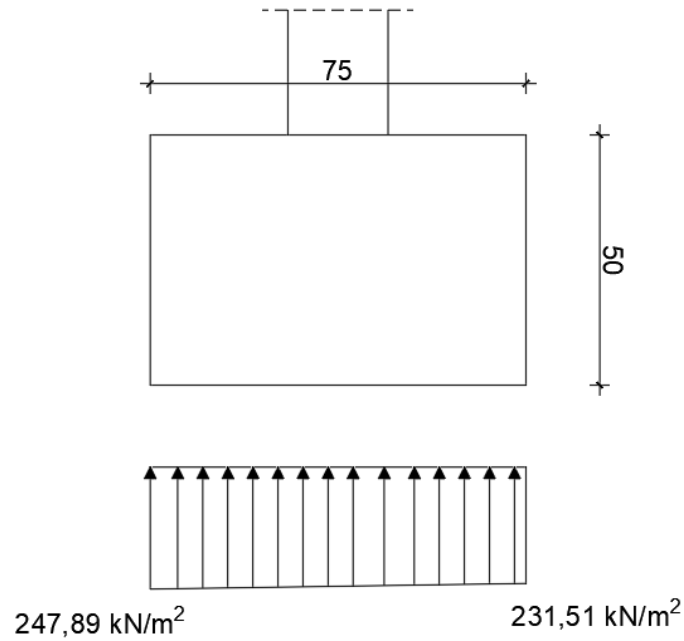
$$N_{Ed} = N_g + N_q + \gamma_{betona} \cdot b \cdot h \cdot l = 150,54 + 19,86 + 25 \cdot 0,75 \cdot 0,5 \cdot 1,0 = 179,78 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{A} = \frac{179,78}{0,75} = 239,7 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{M_{Ed}}{W} = \frac{0,77}{0,094} = 8,19 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_1 = 239,7 + 8,19 = 247,89 \text{ kN/m}^2 < \sigma_d = 250 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_2 = 239,7 - 8,19 = 231,51 \text{ kN/m}^2$$



Slika 70: Prikaz temelja konačnih dimenzija s iznosima naprezanja u tlu

### 11.5 Proračun armature temelja

Proračunske vrijednosti vertikalnog opterećenja i momenta savijanja:

$$N_{Ed} = 1,35N_g + 1,5N_q = 1,35 \cdot 150,54 + 1,5 \cdot 19,86 = 233,02 \text{ kN}$$

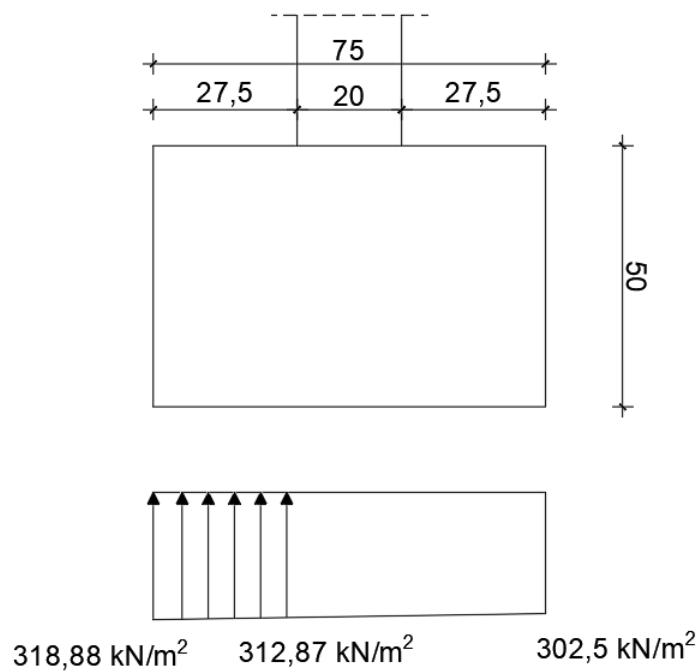
- Naprezanja

$$\frac{N_{Ed}}{A} = \frac{233,02}{0,75} = 310,69 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{M_{Ed}}{W} = \frac{0,77}{0,094} = 8,19 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_1 = 310,69 + 8,19 = 318,88 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_2 = 310,69 - 8,19 = 302,5 \text{ kN/m}^2$$



Slika 71: Određivanje momenta savijanja u temelju

Moment savijanja temelja:

$$M_{Ed} = (312,87 + 2 \cdot 318,88) \cdot \frac{0,20^2}{6} = 6,34 \text{ kNm}$$

Materijal:

Beton: C30/37

( $C f_{ck}/f_{ck,cube}$ ; valjak/kocka)

$f_{cd}$  - proračunska čvrstoća betona

$\alpha_{cc}$  - koeficijent dugotrajnih učinaka na tlačnu čvrstoću

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1,0 \cdot \frac{30}{1,5} = 20,0 \text{ N/mm}^2 = 2,0 \text{ kN/cm}^2$$

Čelik: B500B

( $f_{yk}/f_{tk}=500/540$ )

$f_{yd}$  - proračunska granica popuštanja čelika

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ N/mm}^2 = 43,478 \text{ kN/cm}^2$$

Visina presjeka	$h = 50 \text{ cm}$
Zaštitni sloj betona (razred izloženosti XC3):	$c = 4,0 \text{ cm}$
Udaljenost do težišta armature:	$d_1 = c + \phi/2 = 4,0 + 1,2/2 = 4,6 \text{ cm}$
Statička visina presjeka:	$d = h - d_1 = 50 - 4,6 = 45,4 \text{ cm}$

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{634}{75 \cdot 45,4^2 \cdot 2,0} = 0,0021 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za  $\mu_{Rd} = 0,004$  očitano:

$$\epsilon_c = -0,4 \text{ ‰} \quad \xi = 0,020$$

$$\epsilon_{s1} = 20,0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,993$$

Potrebna površina armature:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{634}{0,993 \cdot 45,4 \cdot 43,478} = 0,37 \text{ cm}^2$$

Minimalna armatura za polje:

$$A_{s1,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 75 \cdot 45,4 = 4,42 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,min} = 0,26 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} = 0,26 \cdot 75 \cdot 45,4 \cdot \frac{2,9}{500} = 5,13 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{mjerodavno}$$

Maksimalna armatura za polje:

$$A_{s1,max} = 0,040 \cdot b \cdot d = 0,040 \cdot 75 \cdot 45,4 = 136,2 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,max} = 0,022 \cdot A_c = 0,022 \cdot b \cdot d = 0,022 \cdot 75 \cdot 45,4 = 74,91 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{mjerodavno}$$

Odabrana armatura mora biti veća od potrebne i mora se nalaziti u području između minimalne i maksimalne armature:  $A_{s1,min} < A_{s1,prov} < A_{s1,max}$

**ODABRANO:**  $\emptyset 12/15 \text{ cm}$  ( $A_{s1,prov} = 7,54 \text{ cm}^2$ )

## 12 ZAKLJUČAK

U ovom diplomskom radu proveden je statički i dinamički proračun armiranobetonske zgrade stambene namjene nakon čega je napravljeno dimenzioniranje svih elemenata konstrukcije (ploče, grede, zidovi, stubište i temelji) prema važećim normama.

Proračun reznih sila ploča svih katova izrađen je u prostornom modelu programskog paketa „SCIA Engineer 22.0“, a dimenzioniranje ploče izvršeno je za najnepovoljniji slučaj djelovanja stalnog i uporabnog opterećenja. Proračunske rezne sile za dimenzioniranje grede također su dobivene iz prostornog modela za najnepovoljniji slučaj djelovanja stalnog i uporabnog opterećenja.

Proračun seizmičkog opterećenja na zgradu proveden je u istom prostornom modelu, gdje su ploče i zidovi modelirani plošnim, a grede štapnim elementima. Na istom modelu dobivene su i vrijednosti reznih sila zidova. Dimenzioniranje AB zida provedeno je za dobivene vrijednosti proračunskih sila iz mjerodavne seizmičke kombinacije.

Proračun stubišta u potpunosti je obavljen „ručno“, dok proračun temelja je obavljen ručno nakon što su se iz modela odredila linijska opterećenja po temelju .



## POPIS LITERATURE

- [1] Sorić Z. i Kišiček T., Betonske konstrukcije 1, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, 2014.
- [2] Sorić Z. i Kišiček T., Betonske konstrukcije 2, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, 2018.
- [3] HRN EN 1990, Eurokod 0: Osnove projektiranja konstrukcija, HZN, Zagreb, Hrvatska
- [4] HRN EN 1991-1-1, Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije- Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade, HZN, Zagreb, Hrvatska
- [5] HRN EN 1992-1-1, Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija- Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade, HZN, Zagreb, Hrvatska
- [6] HRN EN 1998-1, Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija – 1.dio: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade, HZN, Zagreb, Hrvatska

## POPIS SLIKA

- Slika 1:** Proračunski model objekta – pogled 1
- Slika 2:** Proračunski model objekta – pogled 2
- Slika 3:** Proračunski model objekta – pogled 3
- Slika 4:** Proračunski model objekta – pogled 4
- Slika 5:** Tlocrt i poprečni presjek stubišnog kraka i podesta
- Slika 6:** Statička shema opterećenja stubišta i dijagram momenata savijanja
- Slika 7:** Presjek AB ploče za ravni krov
- Slika 8:** Presjek AB ploče stambeni prostor
- Slika 9:** Presjek AB ploče terasa
- Slika 10:** Momenti krovne ploče u x smjeru
- Slika 11:** Momenti krovne ploče u y smjeru
- Slika 12:** Momenti u x smjeru manji od srednjeg negativnog momenta
- Slika 13:** Momenti u y smjeru manji od srednjeg negativnog momenta
- Slika 14:** Poprečne sile krovne ploče u x smjeru
- Slika 15:** Poprečne sile krovne ploče u y smjeru
- Slika 16:** Momenti ploče 1.kata u x smjeru
- Slika 17:** Momenti ploče 1.kata u y smjeru
- Slika 18:** Momenti u x smjeru manji od srednjeg negativnog momenta
- Slika 19:** Momenti u y smjeru manji od srednjeg negativnog momenta
- Slika 20:** Poprečne sile ploče 1.kata u x smjeru
- Slika 21:** Poprečne sile ploče 1.kata u y smjeru
- Slika 22:** Momenti ploče prizemlja u x smjeru
- Slika 23:** Momenti ploče prizemlja u y smjeru
- Slika 24:** Momenti u x smjeru manji od srednjeg negativnog momenta
- Slika 25:** Momenti u y smjeru manji od srednjeg negativnog momenta
- Slika 26:** Poprečne sile ploče prizemlja u x smjeru
- Slika 27:** Poprečne sile ploče prizemlja u y smjeru
- Slika 28:** Prikaz pozicija i momenata greda prizemlja

- Slika 29:** Prikaz poprečnih sila greda prizemlja
- Slika 30:** Poprečni presjek grede B1
- Slika 31:** Poprečni presjek grede B2
- Slika 32:** Poprečni presjek grede B3
- Slika 33:** Poprečni presjek grede B4
- Slika 34:** Prikaz pozicija i momenata greda 1.kata
- Slika 35:** Prikaz poprečnih sila greda 1.kata
- Slika 36:** Poprečni presjek grede B9
- Slika 37:** Poprečni presjek grede B10
- Slika 38:** Poprečni presjek grede B11
- Slika 39:** Poprečni presjek grede B12
- Slika 40:** Prikaz pozicija i momenata greda 2.kata
- Slika 41:** Prikaz poprečnih sila greda 2.kata
- Slika 42:** Poprečni presjek grede B16
- Slika 43:** Poprečni presjek grede B17
- Slika 44:** Poprečni presjek grede B18
- Slika 45:** Poprečni presjek grede B19
- Slika 46:** Osnovne vrijednosti faktora ponašanja  $q$  za konstrukcije koje zadovoljavaju uvjet pravilnosti po visini
- Slika 47:** Vrijednost faktora  $k_w$
- Slika 48:** Proračunski spektar odziva
- Slika 49:** Generirane mase za dodatno stalno opterećenje
- Slika 50:** Generirane mase za uporabno opterećenje
- Slika 51:** Prvi mod - translacija u smjeru globalne osi  $x$  ( $T = 0,10$  s)
- Slika 52:** Drugi mod - torzija oko globalne osi  $z$  ( $T = 0,06$  s)
- Slika 53:** Treći mod - translacija u smjeru globalne osi  $y$  ( $T = 0,05$  s)
- Slika 54:** Prikaz aktivacije masa
- Slika 55:** Promatrani zid na 3D modelu zgrade
- Slika 56:** Poprečni presjek zida sa pripadajućom armaturom
- Slika 57:** Uzdužni presjek zida sa pripadajućim vanjskim i unutarnjim silama i momentima
- Slika 58:** Uzdužni presjek zida sa pripadajućim vanjskim i unutarnjim silama

**Slika 59:** Prikaz relativnih deformacija u zidu u trenutku sloma te prikaza vanjskih sila, unutarnjih sila u čeliku i unutarnjih sila u betonu

**Slika 60:** Prikaz relativnih deformacija u zidu te prikaz vanjskih sila, unutarnjih sila u čeliku i unutarnjih sila u betonu potrebnih za dobivanje duktilnosti zida

**Slika 61:** Prikaz potrebne armature za zidove prizemlja

**Slika 62:** Prikaz potrebne armature za zidove 1.kata

**Slika 63:** Prikaz potrebne armature za zidove 2.kata

**Slika 64:** Prikaz potrebne armature za zidove krova

**Slika 65:** Prikaz reakcija od stalnog opterećenja

**Slika 66:** Prikaz reakcija od dodatno stalnog opterećenja

**Slika 67:** Prikaz reakcija od uporabnog opterećenja

**Slika 68:** Prikaz reakcija od uporabnog opterećenja krova

**Slika 69:** Moment savijanja na temelj od tla i stalnog opterećenja i momenta savijanja

**Slika 70:** Prikaz temelja konačnih dimenzija s iznosima naprezanja u tlu

**Slika 71:** Određivanje momenta savijanja u temelju

## POPIS TABLICA

- Tablica 1:** Prikaz stalnog opterećenja slojeva kraka stubišta
- Tablica 2:** Prikaz stalnog opterećenja slojeva podesta
- Tablica 3:** Unutarnje sile u gredi B1
- Tablica 4:** Unutarnje sile u gredi B2
- Tablica 5:** Unutarnje sile u gredi B3
- Tablica 6:** Unutarnje sile u gredi B4
- Tablica 7:** Unutarnje sile u gredi B9
- Tablica 8:** Unutarnje sile u gredi B10
- Tablica 9:** Unutarnje sile u gredi B11
- Tablica 10:** Unutarnje sile u gredi B12
- Tablica 11:** Unutarnje sile u gredi B16
- Tablica 12:** Unutarnje sile u gredi B17
- Tablica 13:** Unutarnje sile u gredi B18
- Tablica 14:** Unutarnje sile u gredi B14
- Tablica 15:** Odabrana armatura greda
- Tablica 16:** Parametri elastičnog projektnog spektra za spektar 1
- Tablica 17:** Unutarnje sile na dnu zida Z1
- Tablica 18:** Unutarnje sile za dimenzioniranje
- Tablica 19:** Prikaz reakcija od svih opterećenja

## PRILOZI

Tlocrt prizemlja

Tlocrt 1. kata

Tlocrt 2. kata

Presjek A - A

Presjek B - B

Armatura stubišta

Armatura ploče prizemlja – donja zona

Armatura ploče prizemlja – gornja zona

Armatura ploče 1. kata – donja zona

Armatura ploče 1. kata – gornja zona

Armatura krovne ploče – donja zona

Armatura krovne ploče – gornja zona

Armatura nadtemeljne ploče – donja i gornja zona

Armatura grede B1+B2+B3

Armatura grede B4

Armatura grede B9

Armatura grede B11

Armatura grede B12

Armatura grede B16

Armatura zida S1

Armatura zida S2

Armatura zida S3

Armatura zida S4

Armatura zida S5

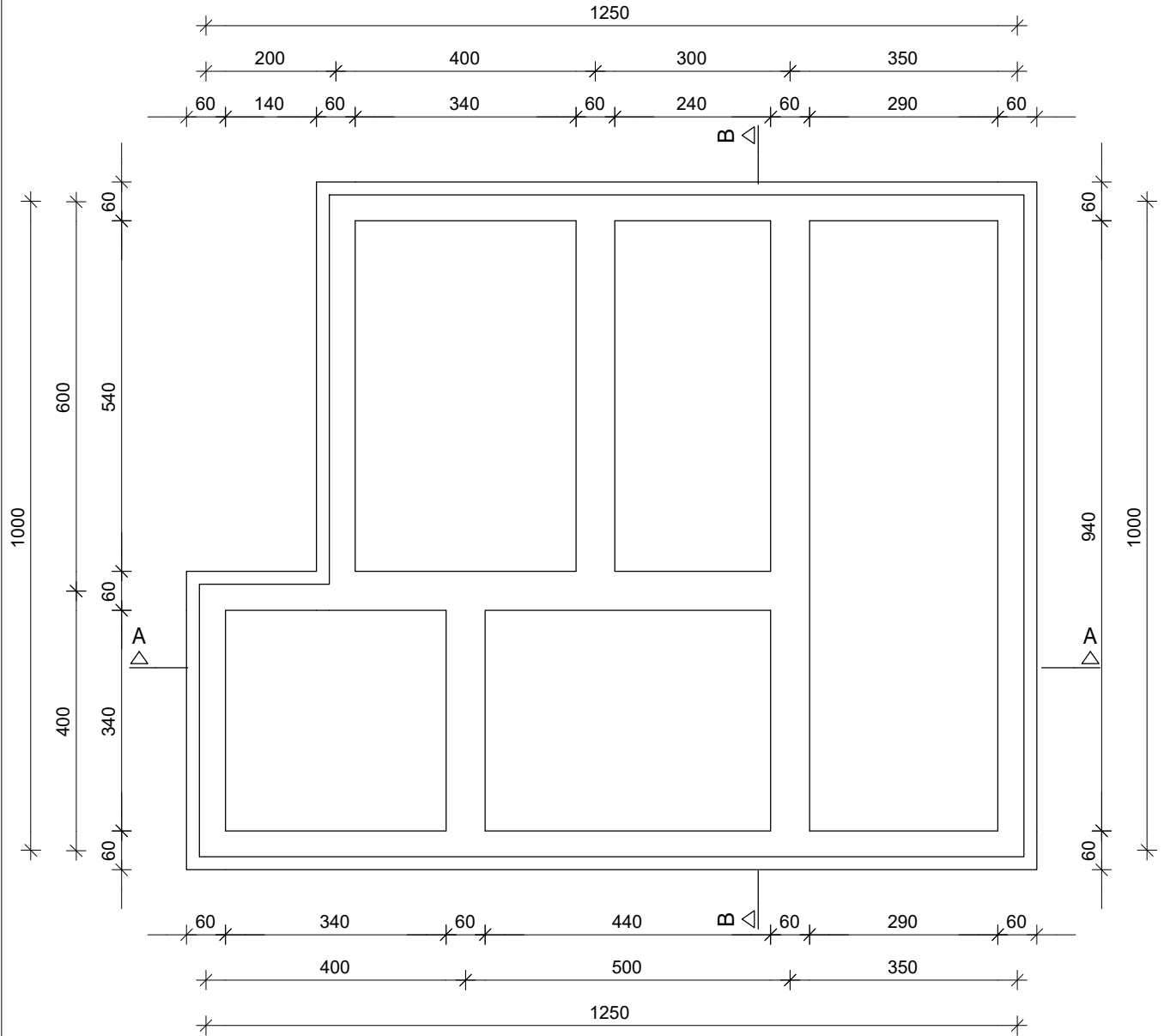
Armatura zida S6

Armatura zida S7

Armatura zida S8

Armatura temelja

TLOCRT

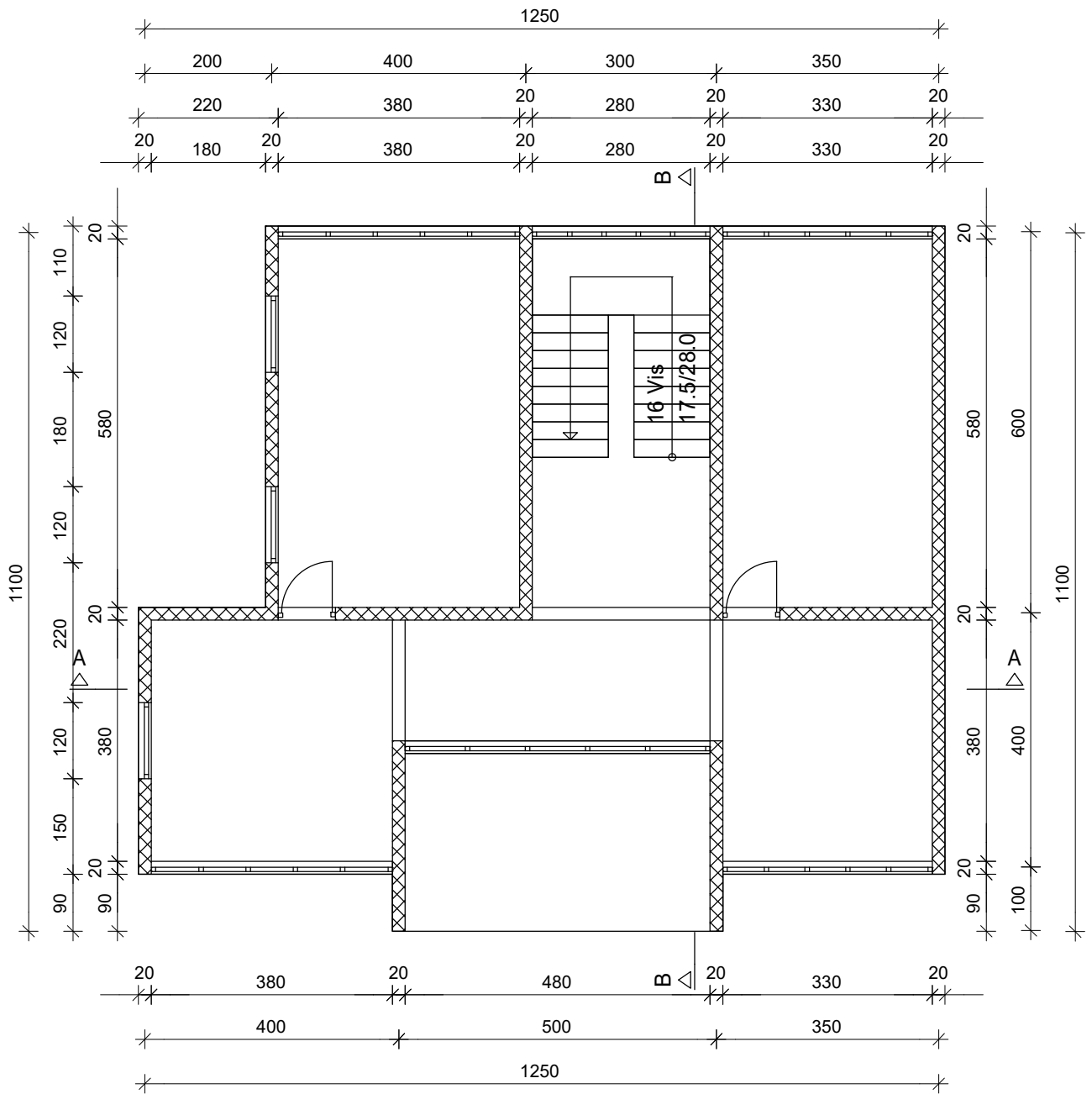


SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB	Datum: rujan 2024.
DIPLOMSKI RAD	Mjerilo: 1:100
TLOCRT TEMELJA	
Mentor: prof.dr.sc. Tomislav Kišiček	Student: Marko Čačić



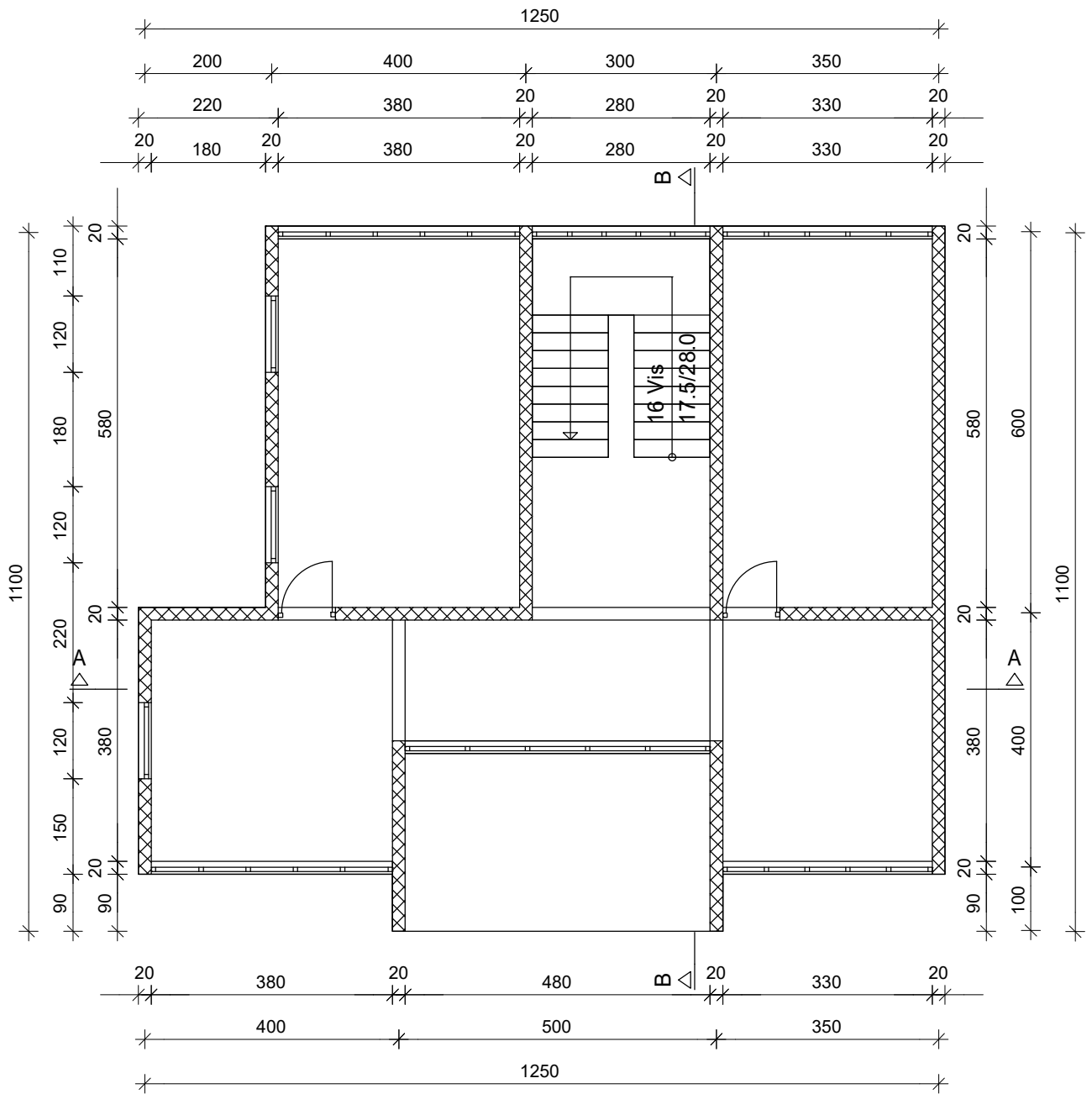


TLOCRT



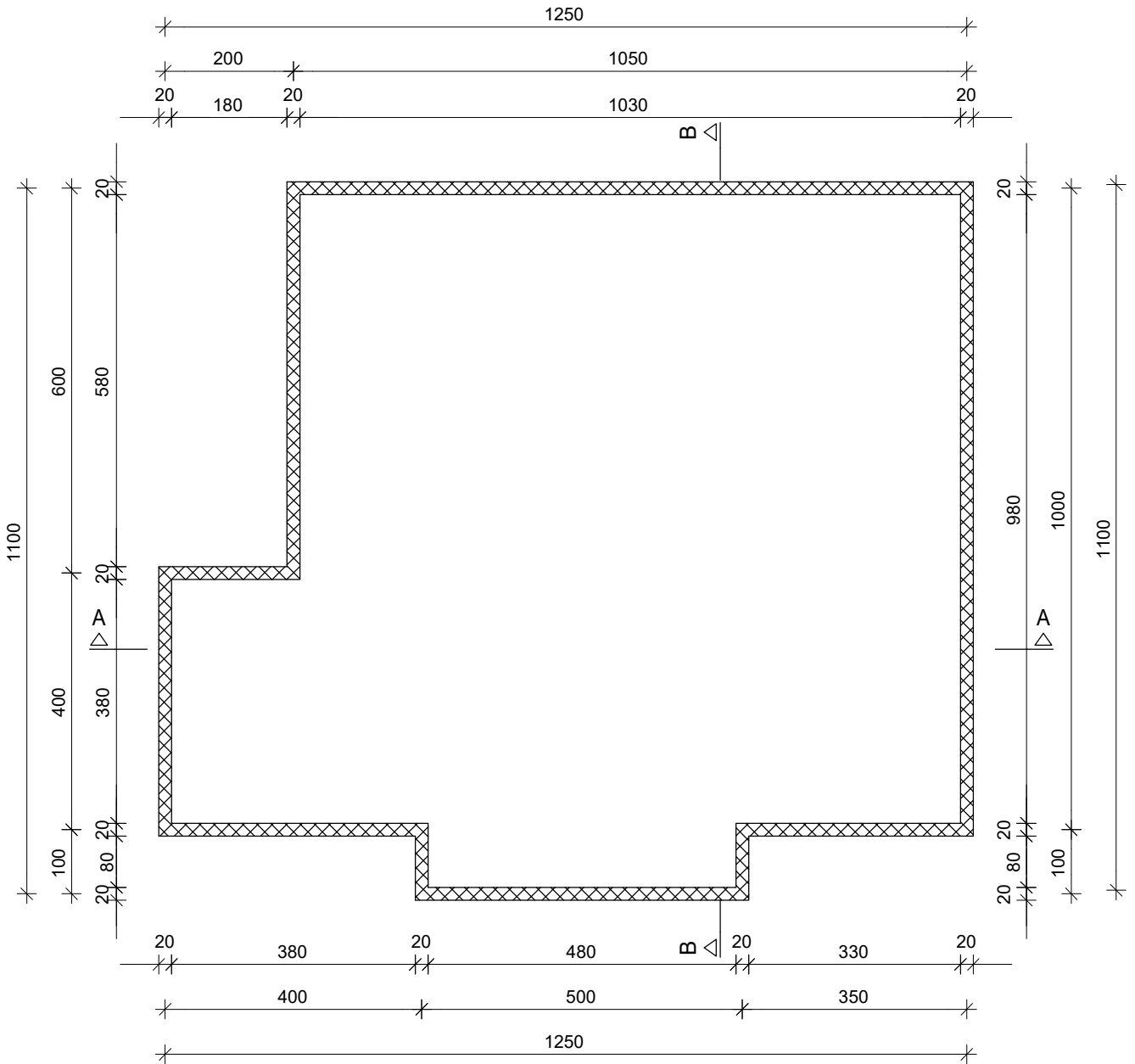
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB		Datum: rujan 2024.
DIPLOMSKI RAD		Mjerilo: 1:100
TLOCRT 1. KATA		
Mentor: prof.dr.sc. Tomislav Kišiček	Student: Marko Čačić	

TLOCRT



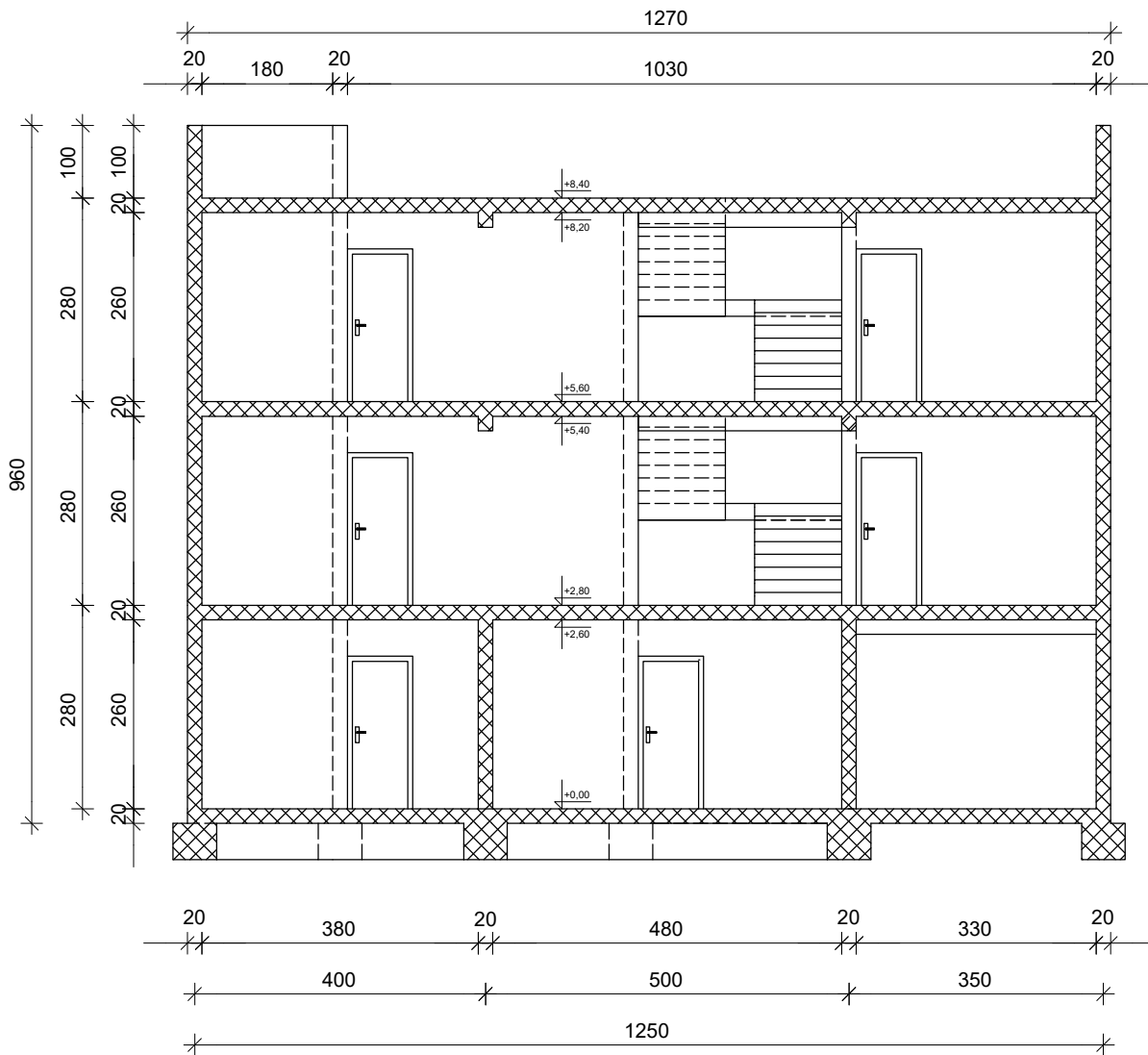
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB		Datum: rujan 2024.
DIPLOMSKI RAD		Mjerilo: 1:100
TLOCRT 2. KATA		
Mentor: prof.dr.sc. Tomislav Kišiček	Student: Marko Čačić	

TLOCRT



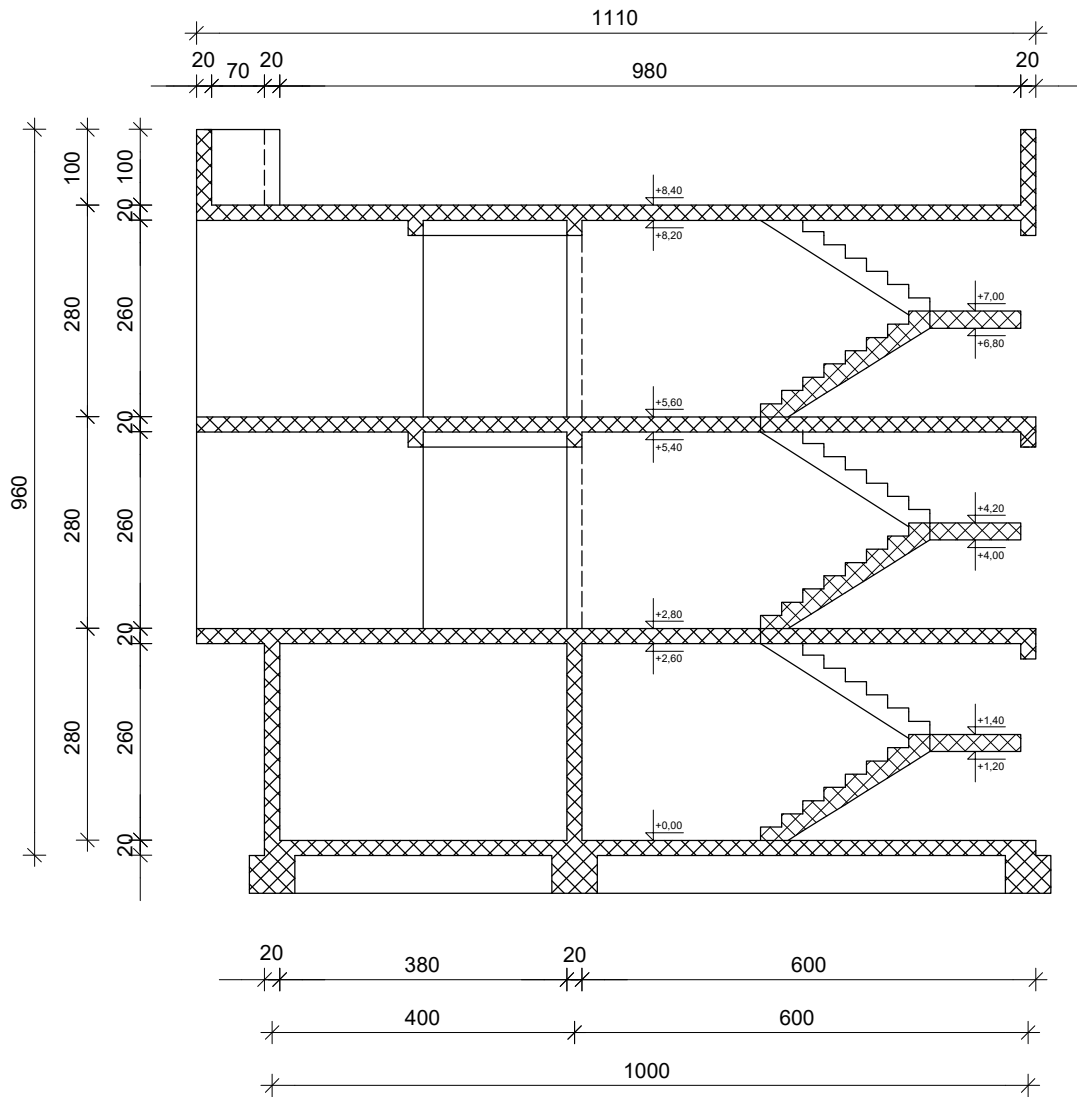
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB	Datum: rujan 2024.
DIPLOMSKI RAD	Mjerilo: 1:100
TLOCRT KROVA	
Mentor: prof.dr.sc. Tomislav Kišiček	Student: Marko Čačić

PRESJEK A-A



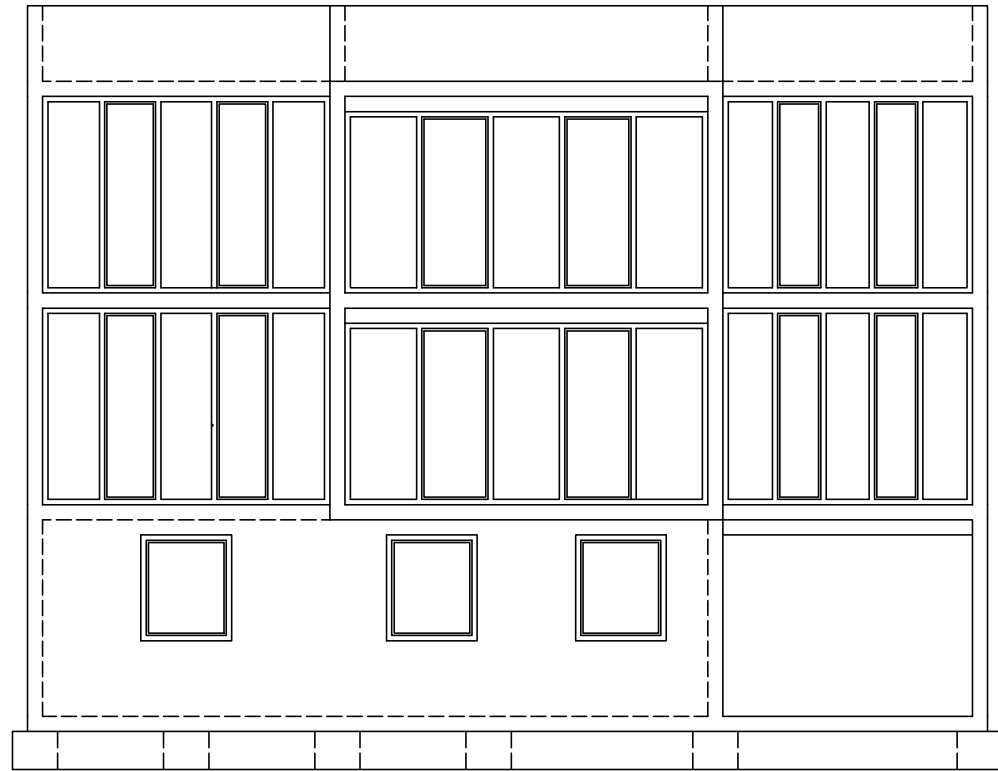
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB	Datum: rujan 2024.
DIPLOMSKI RAD	Mjerilo: 1:100
PRESJEK A-A	
Mentor: prof.dr.sc. Tomislav Kišiček	Student: Marko Čačić

PRESJEK B-B

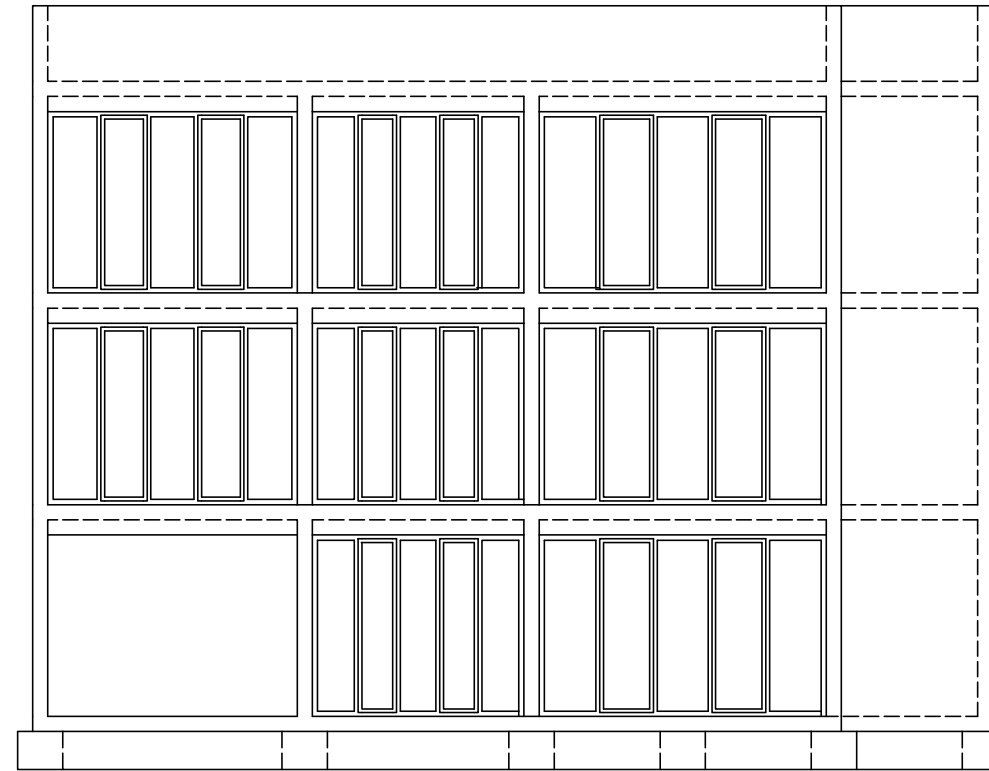


SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB	Datum: rujan 2024.
DIPLOMSKI RAD	Mjerilo: 1:100
PRESJEK B-B	
Mentor: prof.dr.sc. Tomislav Kišiček	Student: Marko Čačić

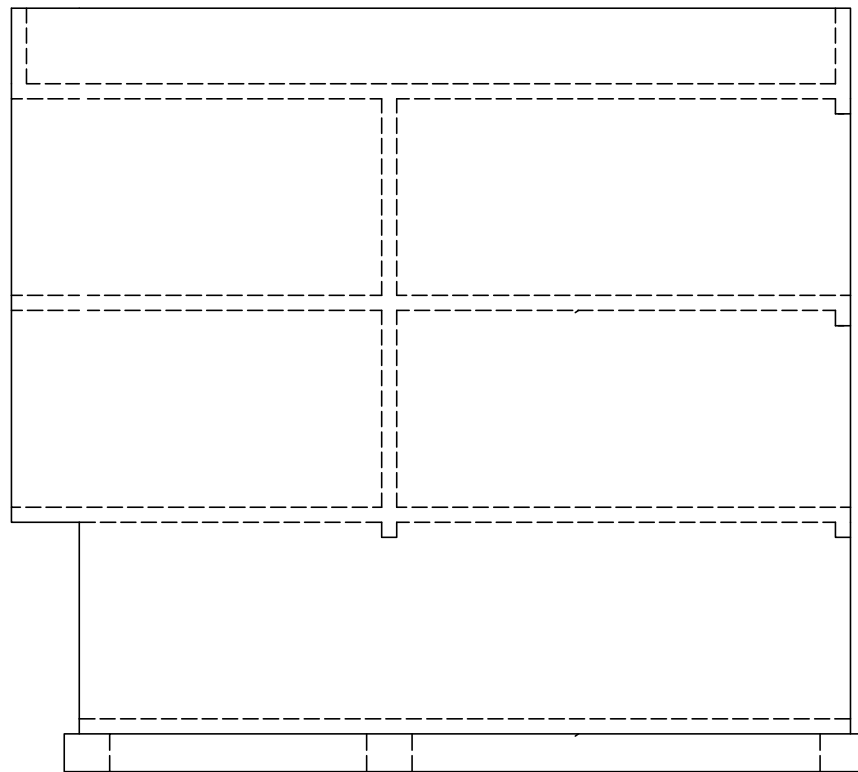
JUG



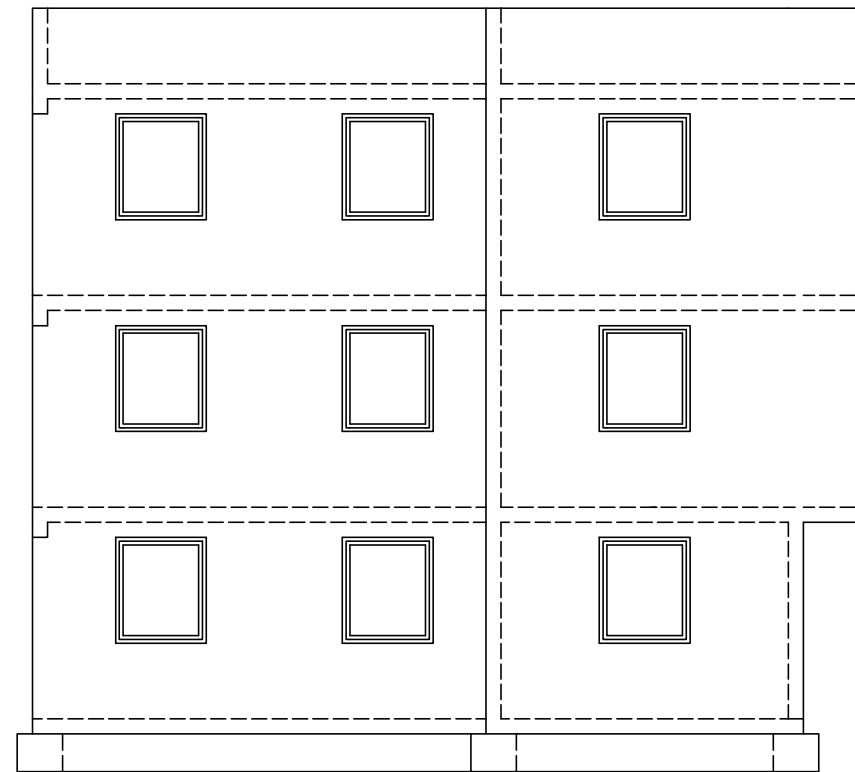
SJEVER



ISTOK



ZAPAD



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB

Datum:  
rujan 2024.

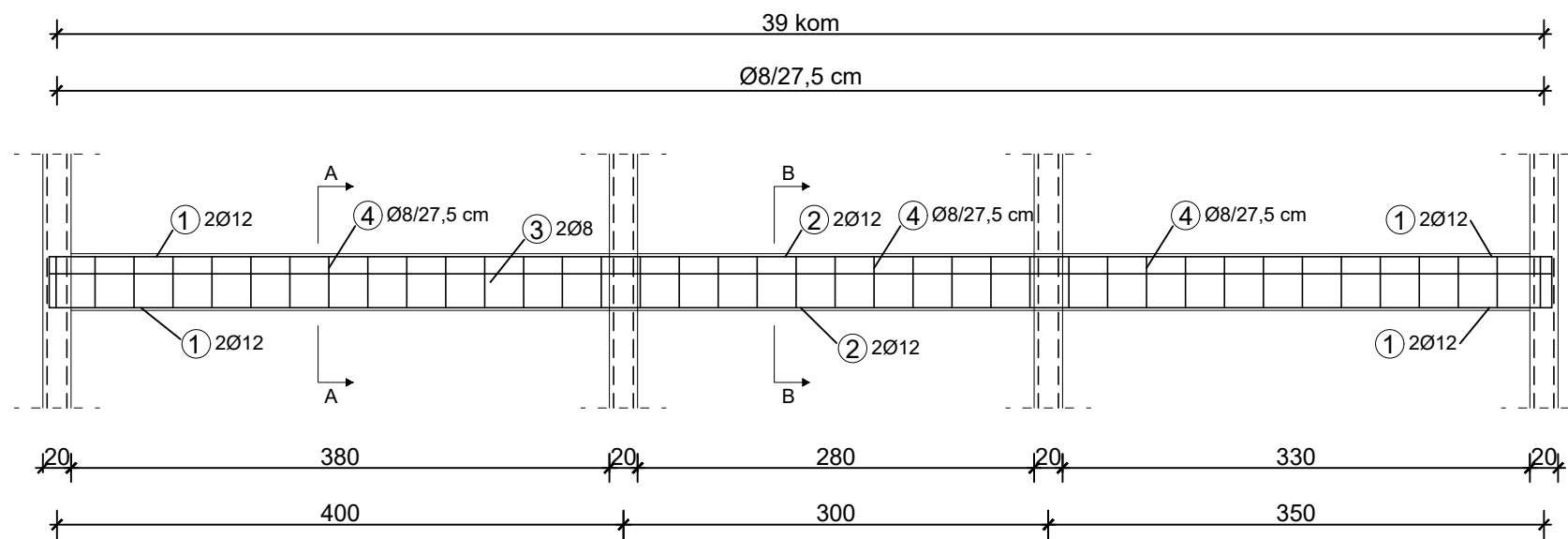
DIPLOMSKI RAD

Mjerilo: 1:100

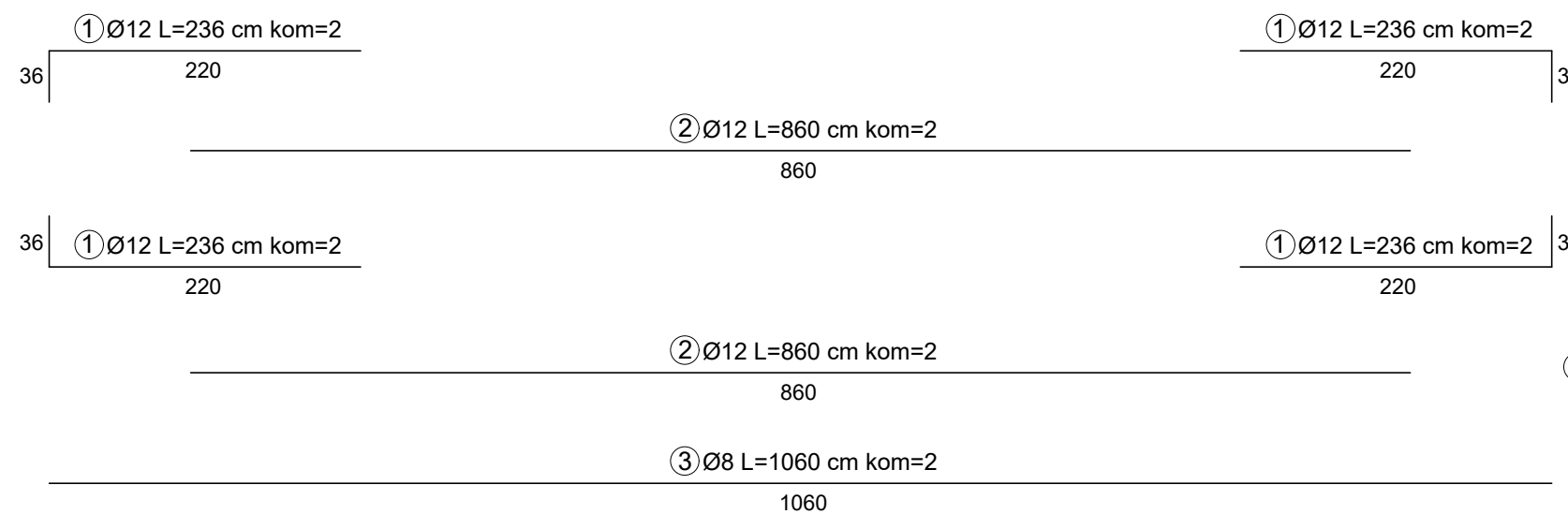
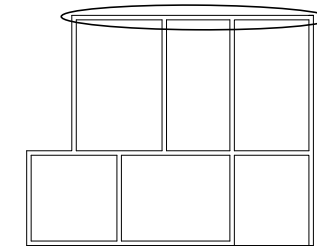
POGLEDI

Mentor:  
prof.dr.sc. Tomislav Kišiček

Student:  
Marko Čačić



POLOŽAJ GREDE  
U TLOCRTU PRIZEMLJA

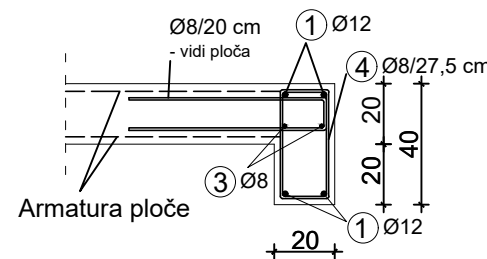


PLAN ARMATURE  
KONTINUIRANE GREDE B1+B2+B3  
MJ 1:50

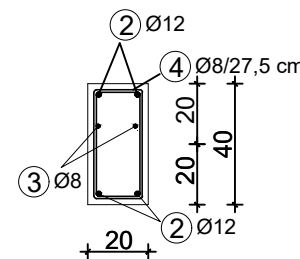
Beton: C30/37  
Čelik: B500B  
Zaštitni sloj  $c=2,0$  cm

Iskaz armature grede poz. B1+B2+B3 B500B					
Ukupna duljina (m)					
Poz.	Ø	L (m)	kom	Ø8	Ø12
1	12	2,36	8		18,88
2	12	8,60	4		34,40
3	8	10,60	2	21,20	
4	8	1,40	39	54,60	
Ukupno (m)				75,80	53,28
Masa (kg/m)				0,405	0,911
UKUPNO-po profilu(kg)				30,70	48,53
SVEUKUPNO (kg)					79,23

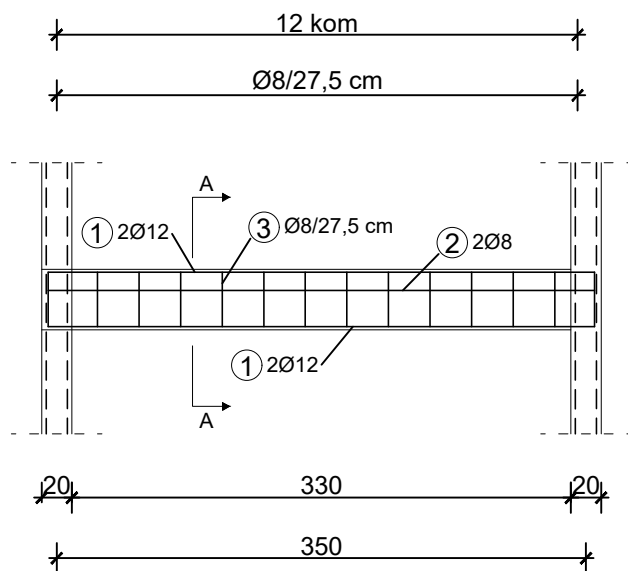
PRESJEK A-A  
MJ 1:25



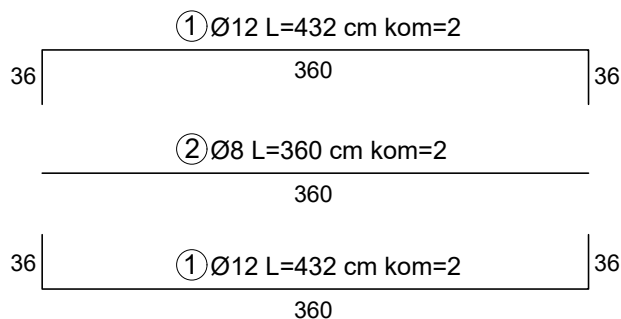
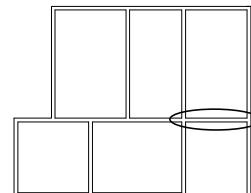
PRESJEK B-B  
MJ 1:25



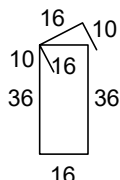
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB	Datum: rujan 2024.
DIPLOMSKI RAD	Mjerilo: 1:50
PLAN ARMATURE GREDE B1+B2+B3	
Mentor: prof.dr.sc. Tomislav Kišiček	Student: Marko Čačić



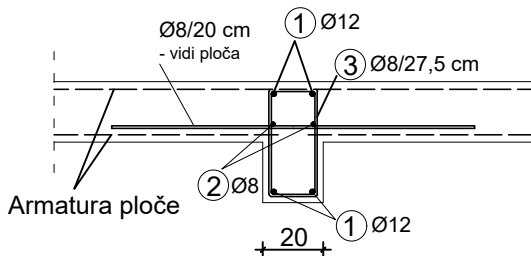
POLOŽAJ GREDE  
U TLOCRTU PRIZEMLJA



③ Ø8 L=140 cm kom=14



PRESJEK A-A  
MJ 1:25



## PLAN ARMATURE GREDE B4 MJ 1:50

Beton: C30/37

Čelik: B500B

Zaštitni sloj  $c=2,0$  cm

Iskaz armature grede poz. B4					
B500B					
Ukupna duljina (m)					
Poz.	Ø	L (m)	kom	Ø8	Ø12
1	12	4,32	4		17,28
2	8	3,60	2	7,20	
3	8	1,40	12	16,80	
Ukupno (m)				24,00	17,28
Masa (kg/m)				0,405	0,911
UKUPNO-po profilu(kg)				9,72	15,74
SVEUKUPNO (kg)					25,46

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB

Datum:  
rujan 2024.

DIPLOMSKI RAD

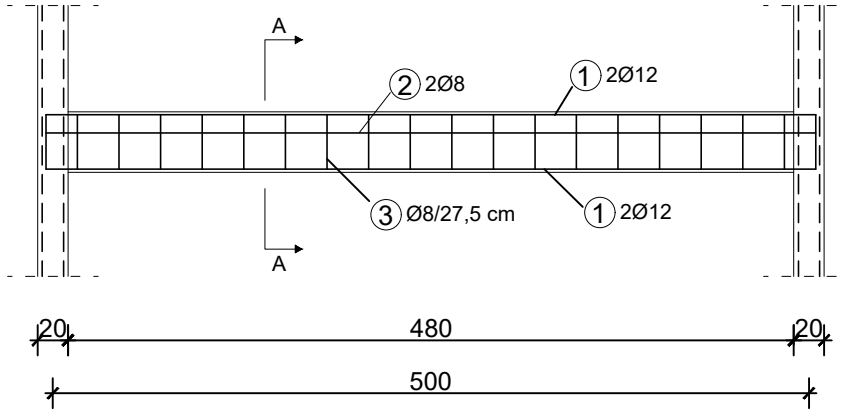
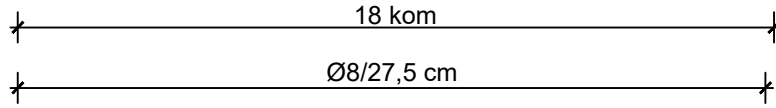
Mjerilo: 1:50

PLAN ARMATURE GREDE B4

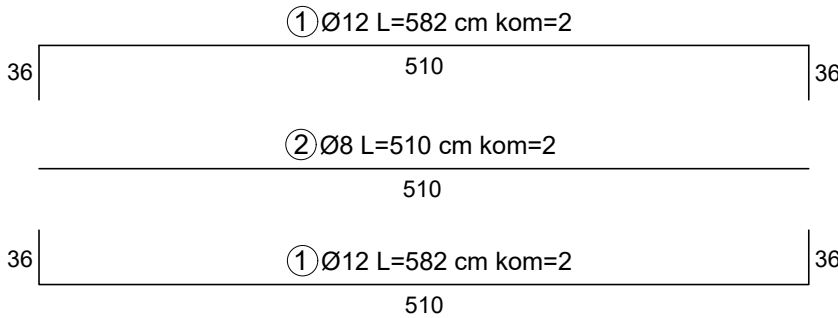
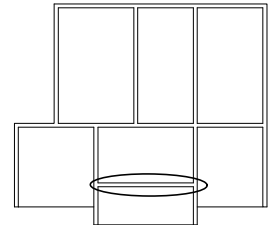
Mentor:  
prof.dr.sc. Tomislav Kišiček

Student:  
Marko Čačić





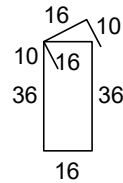
POLOŽAJ GREDE U TLOCRTU 1.KATA



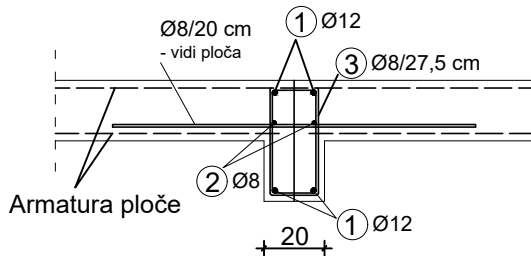
PLAN ARMATURE GREDE B9  
MJ 1:50

Beton: C30/37  
Čelik: B500B  
Zaštitni sloj c=2,0 cm

③ Ø8 L=140 cm kom=18

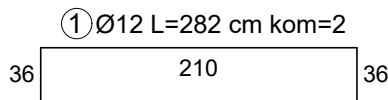
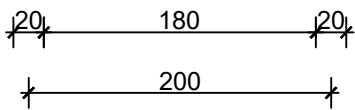
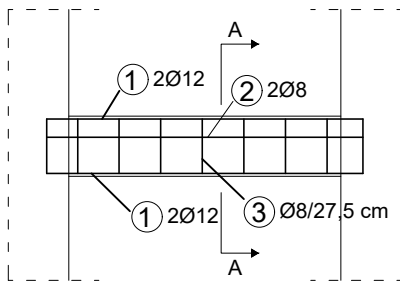
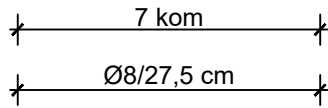


PRESJEK A-A  
MJ 1:25



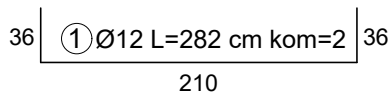
Iskaz armature grede poz. B9					
B500B					
Ukupna duljina (m)					
Poz.	Ø	L (m)	kom	Ø8	Ø12
1	12	5,82	4		23,28
2	8	5,10	2	10,20	
3	8	1,40	18	25,20	
Ukupno (m)				35,40	23,28
Masa (kg/m)				0,405	0,911
UKUPNO-po profilu(kg)				14,34	21,21
SVEUKUPNO (kg)				35,55	

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB	Datum: rujan 2024.
DIPLOMSKI RAD	Mjerilo: 1:50
PLAN ARMATURE GREDE B9	
Mentor: prof.dr.sc. Tomislav Kišiček	Student: Marko Čačić

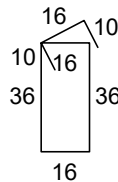


② Ø8 L=210 cm kom=2

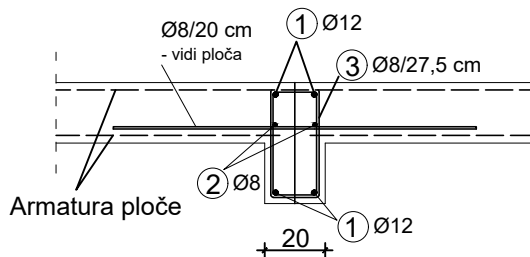
210



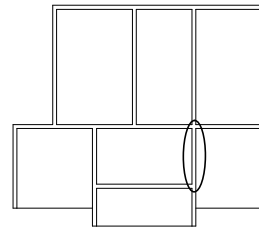
③ Ø8 L=140 cm kom=7



### PRESJEK A-A MJ 1:25



### POLOŽAJ GREDE U TLOCRTU 1.KATA



### PLAN ARMATURE GREDE B11 MJ 1:50

Beton: C30/37

Čelik: B500B

Zaštitni sloj c=2,0 cm

Iskaz armature grede poz. B11					
B500B					
Ukupna duljina (m)					
Poz.	Ø	L (m)	kom	Ø8	Ø12
1	12	2,82	4		11,28
2	8	2,10	2	4,20	
3	8	1,40	7	9,80	
Ukupno (m)				14,00	11,28
Masa (kg/m)				0,405	0,911
UKUPNO-po profilu(kg)				5,67	10,28
SVEUKUPNO (kg)					15,95

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB

Datum:  
rujan 2024.

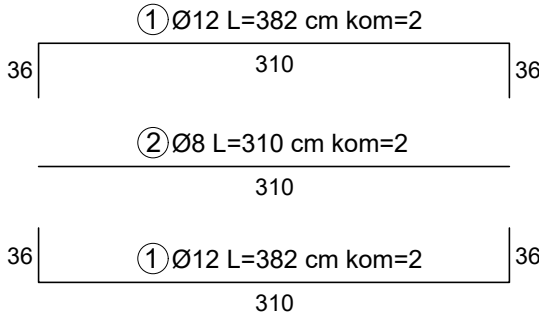
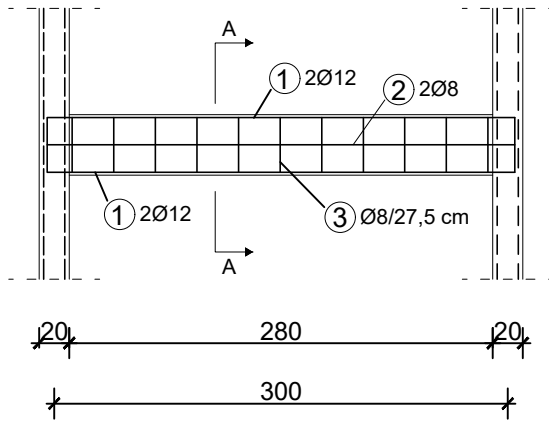
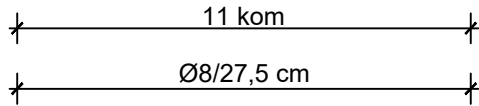
DIPLOMSKI RAD

Mjerilo:  
1:50

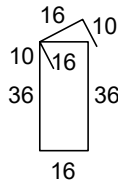
PLAN ARMATURE GREDE B11

Mentor:  
prof.dr.sc. Tomislav Kišiček

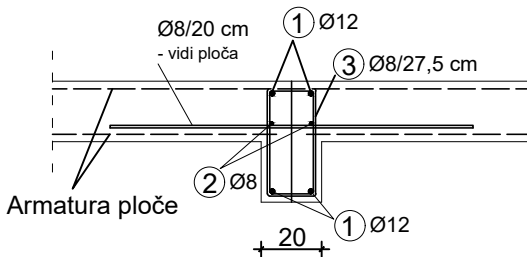
Student:  
Marko Čačić



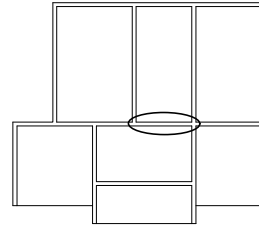
③ Ø8 L=140 cm kom=11



**PRESJEK A-A**  
MJ 1:25



**POLOŽAJ GREDE**  
**U TLOCRTU 1.KATA**



**PLAN ARMATURE GREDE B12**  
MJ 1:50

Beton: C30/37

Čelik: B500B

Zaštitni sloj c=2,0 cm

Iskaz armature grede poz. B12					
B500B					
Ukupna duljina (m)					
Poz.	Ø	L (m)	kom	Ø8	Ø12
1	12	3,82	4		11,28
2	8	3,10	2	6,20	
3	8	1,40	11	15,40	
Ukupno (m)				21,60	11,28
Masa (kg/m)				0,405	0,911
UKUPNO-po profilu(kg)				8,75	10,28
SVEUKUPNO (kg)				19,03	

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB

Datum:  
rujan 2024.

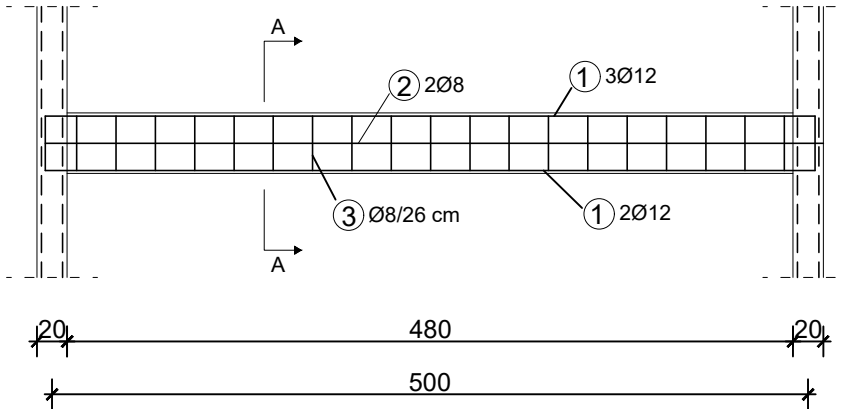
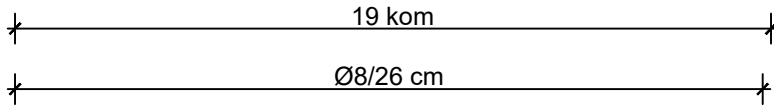
DIPLOMSKI RAD

Mjerilo: 1:50

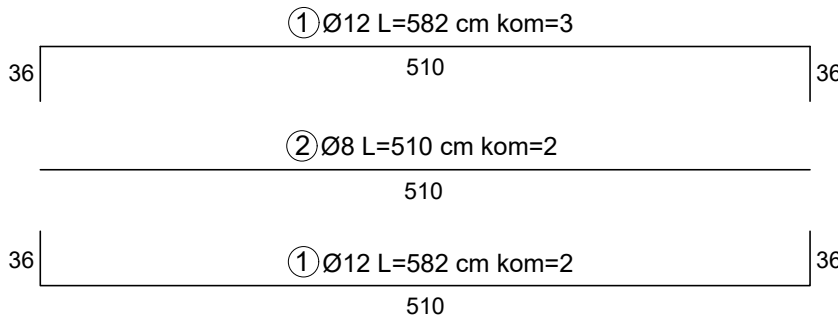
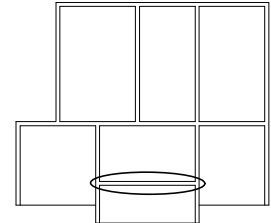
PLAN ARMATURE GREDE B12

Mentor:  
prof.dr.sc. Tomislav Kišiček

Student:  
Marko Čačić



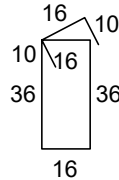
POLOŽAJ GREDE  
U TLOCRTU 1.KATA



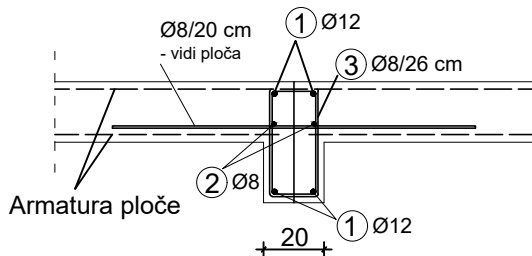
PLAN ARMATURE  
GREDE B16  
MJ 1:50

Beton: C30/37  
Čelik: B500B  
Zaštitni sloj  $c=2,0$  cm

③ Ø8 L=140 cm kom=19



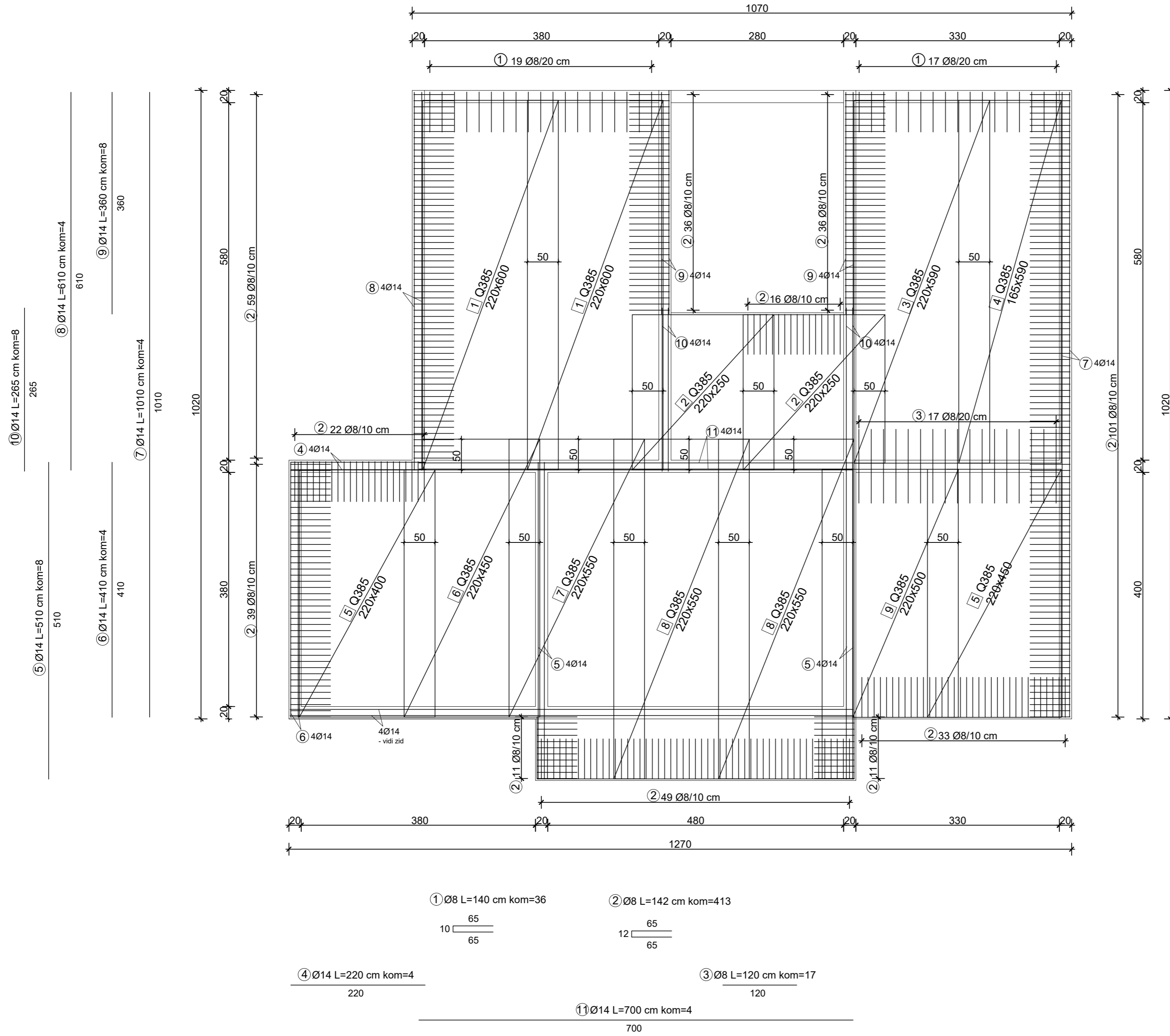
PRESJEK A-A  
MJ 1:25



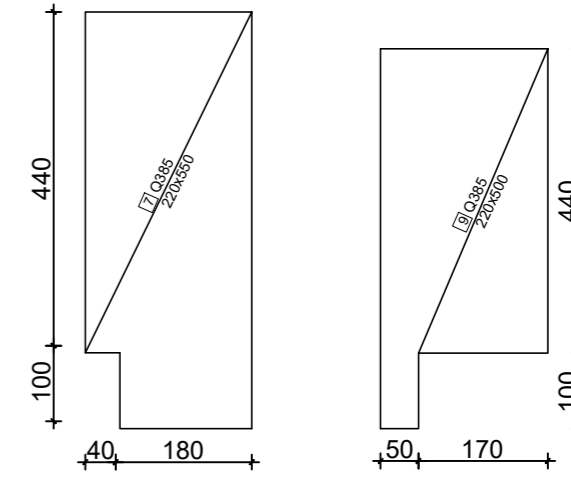
Iskaz armature grede poz. B16					
B500B					
Ukupna duljina (m)					
Poz.	Ø	L (m)	kom	Ø8	Ø12
1	12	5,82	5		29,10
2	8	5,10	2	10,20	
3	8	1,40	19	26,60	
Ukupno (m)				36,80	29,10
Masa (kg/m)				0,405	0,911
UKUPNO-po profilu(kg)				14,90	26,51
SVEUKUPNO (kg)				41,41	

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB	Datum: rujan 2024.
DIPLOMSKI RAD	Mjerilo: 1:50
PLAN ARMATURE GREDE B16	
Mentor: prof.dr.sc. Tomislav Kišiček	Student: Marko Čačić

# DONJA ZONA



Napomena:



## PLAN ARMATURE PLOČE PRIZEMLJA MJ 1:50

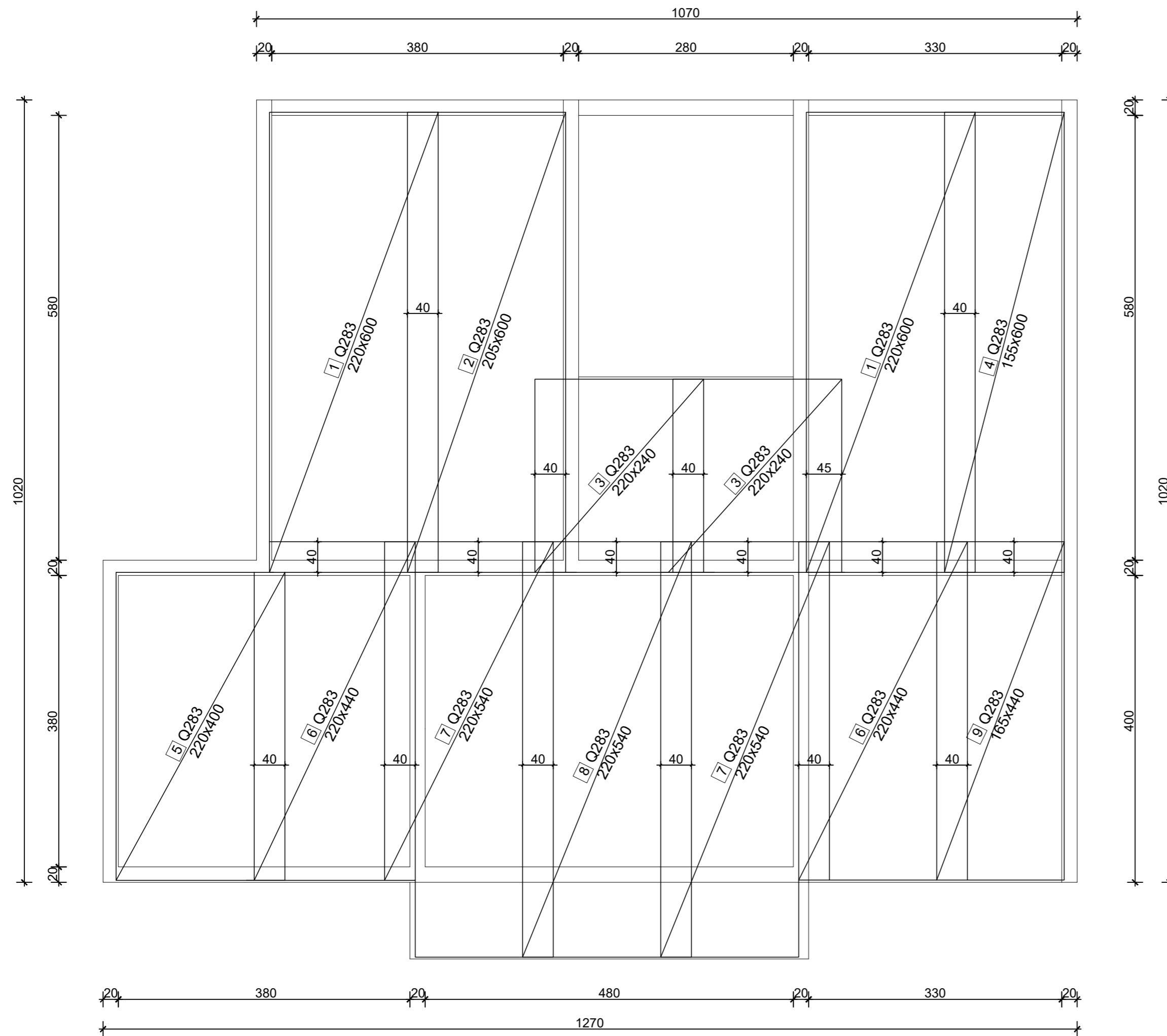
Beton: C30/37  
Čelik: B500B  
Zaštitni sloj c=2,5 cm

Iskaz armature ploče - donja zona B500B (rebrasta)					
Ukupna duljina (m)					
Poz.	Ø	L (m)	kom	Ø8	Ø14
1	8	1,40	36	50,40	
2	8	1,42	413	586,46	
3	8	1,20	17	20,40	
4	14	2,20	4		8,80
5	14	5,10	8		40,80
6	14	4,10	4		16,40
7	14	10,10	4		40,40
8	14	6,10	4		24,40
9	14	3,60	8		28,80
10	14	2,65	8		21,20
11	14	7,00	4		28,00
Ukupno (m)			657,26	208,80	
Masa (kg/m)			0,405	1,242	
UKUPNO-po profilu(kg)			266,19	259,33	
SVEUKUPNO (kg)				525,52	

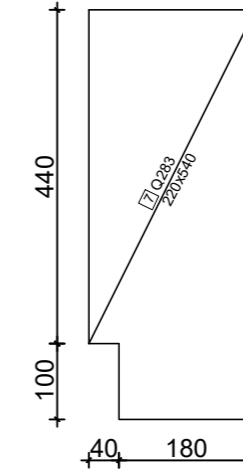
Iskaz armature ploče - donja zona B500B (Q-mreže)							
Poz.	Tip	L (m)	b (m)	P (m <sup>2</sup> )	kom	Masa (kg/m <sup>2</sup> )	Ukupno (kg)
1	385	6,00	2,20	13,20	2	6,10	161,04
2	385	2,50	2,20	5,50	2	6,10	67,10
3	385	5,90	2,20	12,98	1	6,10	79,18
4	385	5,90	1,65	9,74	1	6,10	59,41
5	385	4,00	2,20	8,80	2	6,10	107,36
6	385	4,50	2,20	9,90	1	6,10	60,39
7	385	5,50	2,20	11,70	1	6,10	71,37
8	385	5,50	2,20	12,10	2	6,10	147,62
9	385	5,00	2,20	9,30	1	6,10	56,73
UKUPNO (kg)							139,65

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB	Datum: rujan 2024.
DIPLOMSKI RAD	Mjerilo: 1:50
PLAN ARMATURE PLOČE PRIZEMLJA - donja zona	
Mentor: prof.dr.sc. Tomislav Kišiček	Student: Marko Čačić

# GORNJA ZONA



Napomena:



## PLAN ARMATURE PLOČE PRIZEMLJA MJ 1:50

Beton: C30/37

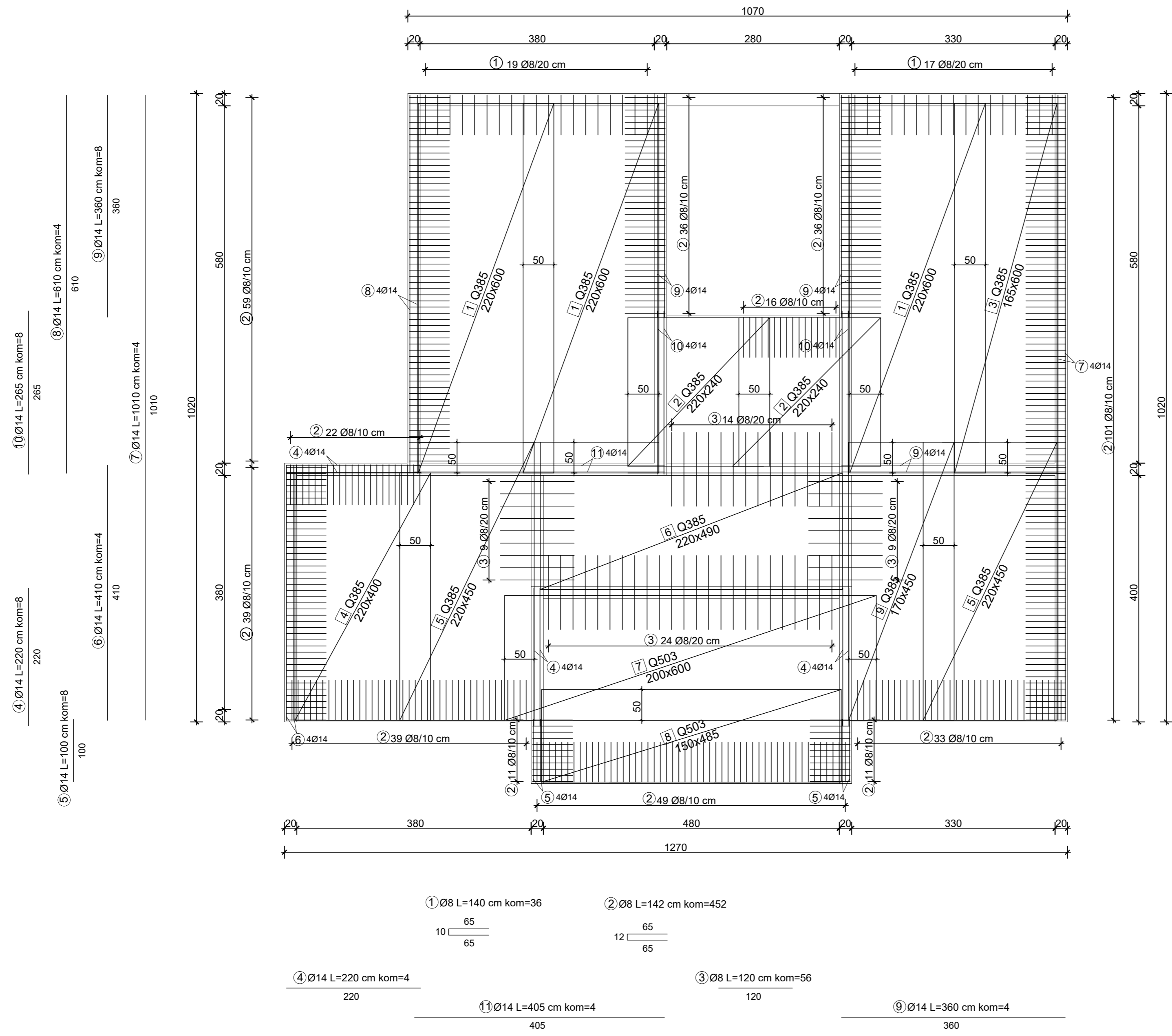
Čelik: B500B

Zaštitni sloj c=2,5 cm

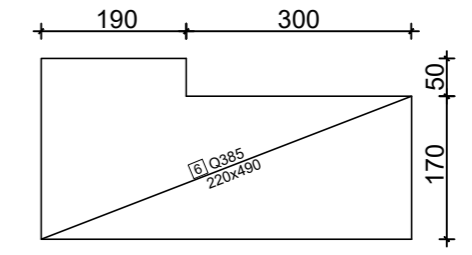
Iskaz armature ploče - gornja zona							
B500B (Q-mreže)							
Poz.	Tip	L (m)	b (m)	P (m <sup>2</sup> )	kom	Masa (kg/m <sup>2</sup> )	Ukupno (kg)
1	283	6,00	2,20	13,20	2	4,48	118,27
2	283	6,00	2,05	12,30	1	4,48	55,10
3	283	2,40	2,20	5,28	2	4,48	47,31
4	283	6,00	1,55	9,30	1	4,48	41,66
5	283	4,00	2,20	8,80	1	4,48	39,42
6	283	4,40	2,20	9,68	2	4,48	85,57
7	283	5,40	2,20	11,88	2	4,48	102,86
8	283	5,40	2,20	11,88	1	4,48	106,44
9	283	4,40	1,65	7,26	1	4,48	32,52
UKUPNO (kg)							629,15

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB	Datum: rujan 2024.
DIPLOMSKI RAD	Mjerilo: 1:50
PLAN ARMATURE PLOČE PRIZEMLJA - gornja zona	
Mentor: prof.dr.sc. Tomislav Kišiček	Student: Marko Čačić

# DONJA ZONA



Napomena:



## PLAN ARMATURE PLOČE 1. KATA MJ 1:50

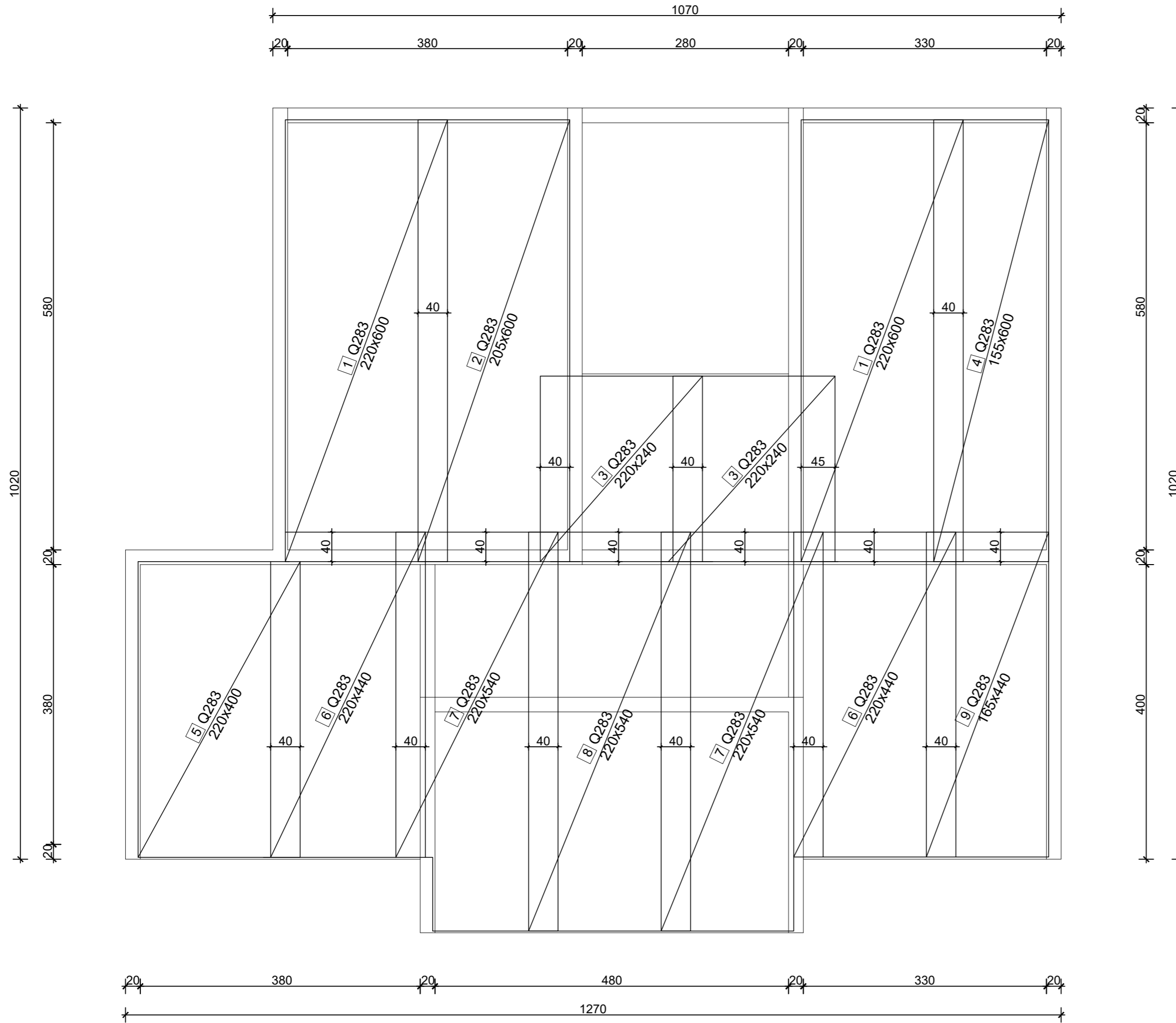
Beton: C30/37  
Čelik: B500B  
Zaštitni sloj c=2,5 cm

Iskaz armature ploče - donja zona B500B (rebrasta)					
Ukupna duljina (m)					
Poz.	Ø	L (m)	kom	Ø8	Ø14
1	8	1,40	36	50,40	
2	8	1,42	452	641,84	
3	8	1,20	56	67,20	
4	14	2,20	12		26,40
5	14	1,00	8		8,00
6	14	4,10	4		16,40
7	14	10,10	4		40,40
8	14	6,10	4		24,40
9	14	3,60	12		43,20
10	14	2,65	8		21,20
11	14	4,05	4		16,20
Ukupno (m)				759,44	196,20
Masa (kg/m)				0,405	1,242
UKUPNO-po profilu(kg)				307,57	243,68
SVEUKUPNO (kg)					551,25

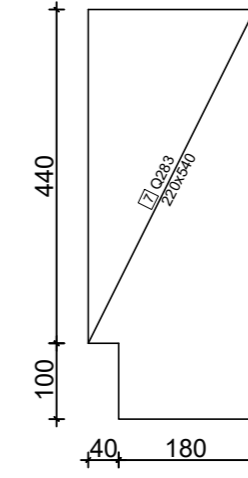
Iskaz armature ploče - donja zona B500B (Q-mreže)							
Poz.	Tip	L (m)	b (m)	P (m <sup>2</sup> )	kom	Masa (kg/m <sup>2</sup> )	Ukupno (kg)
1	385	6,00	2,20	13,20	3	6,10	241,56
2	385	2,40	2,20	5,28	2	6,10	64,42
3	385	6,00	1,65	9,90	1	6,10	60,39
4	385	4,00	2,20	8,80	1	6,10	53,68
5	385	4,50	2,20	9,90	2	6,10	120,78
6	385	4,90	2,20	9,28	1	6,10	56,61
7	503	6,00	2,00	12,00	1	8,03	96,36
8	503	4,85	1,50	7,28	1	8,03	58,46
9	385	4,50	1,70	7,65	1	6,10	46,67
UKUPNO (kg)							798,93

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB		Datum: rujan 2024.
DIPLOMSKI RAD		Mjerilo: 1:50
PLAN ARMATURE PLOČE 1. KATA - donja zona		
Mentor: prof.dr.sc. Tomislav Kišiček	Student: Marko Čačić	

# GORNJA ZONA



Napomena:



## PLAN ARMATURE PLOČE 1. KATA MJ 1:50

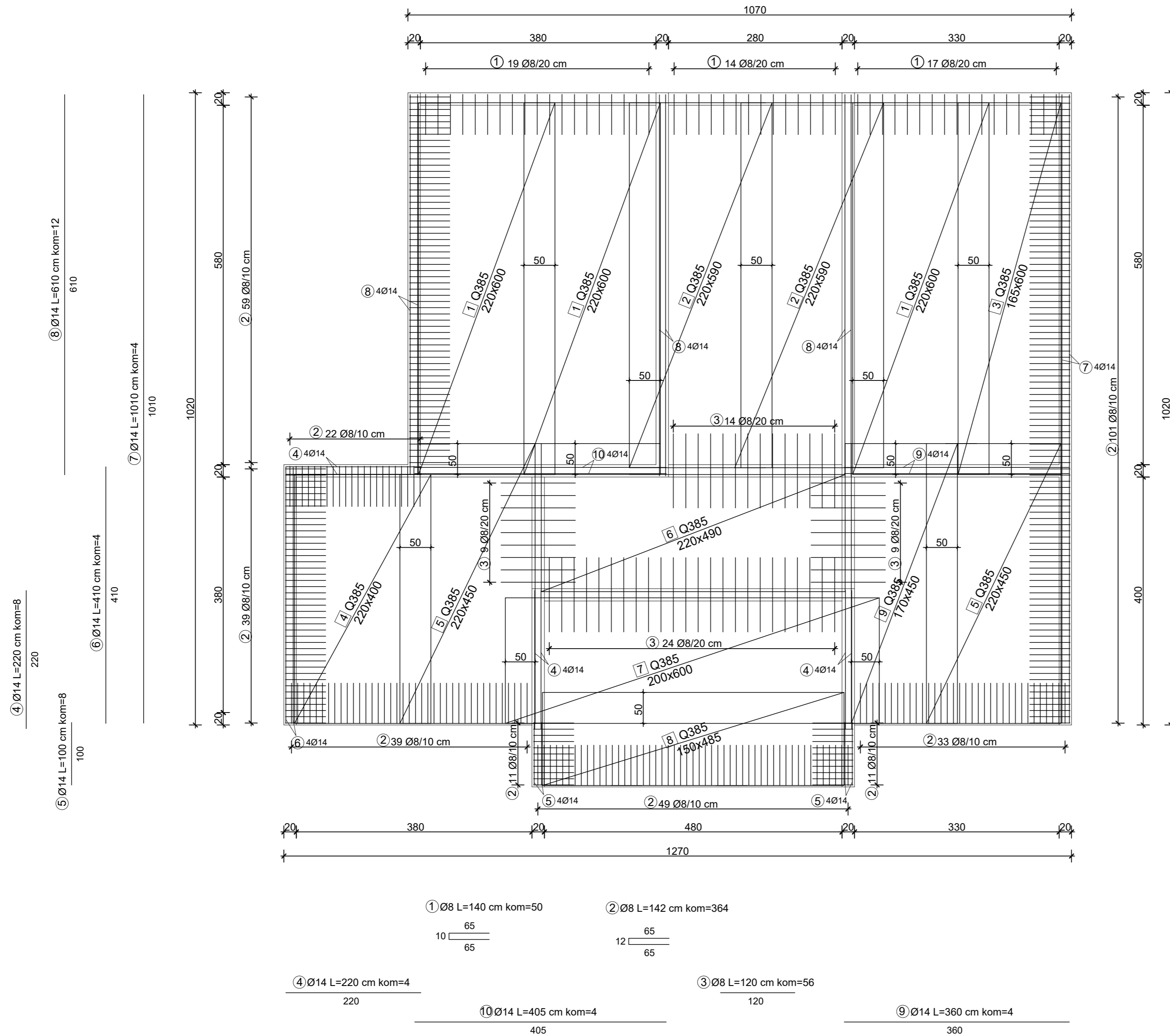
Beton: C30/37  
Čelik: B500B  
Zaštitni sloj c=2,5 cm

Iskaz armature ploče - gornja zona B500B (Q-mreže)							
Poz.	Tip	L (m)	b (m)	P (m <sup>2</sup> )	kom	Masa (kg/m <sup>2</sup> )	Ukupno (kg)
1	283	6,00	2,20	13,20	2	4,48	118,27
2	283	6,00	2,05	12,30	1	4,48	55,10
3	283	2,40	2,20	5,28	2	4,48	47,31
4	283	6,00	1,55	9,30	1	4,48	41,66
5	283	4,00	2,20	8,80	1	4,48	39,42
6	283	4,40	2,20	9,68	2	4,48	85,57
7	283	5,40	2,20	11,88	2	4,48	102,86
8	283	5,40	2,20	11,88	1	4,48	106,44
9	283	4,40	1,65	7,26	1	4,48	32,52
UKUPNO (kg)							629,15

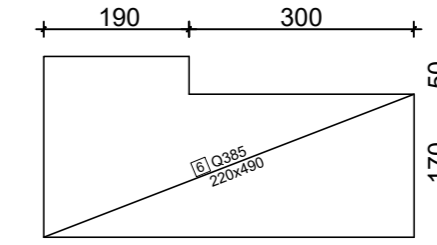
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB	Datum: rujan 2024.
DIPLOMSKI RAD	Mjerilo: 1:50
PLAN ARMATURE PLOČE 1. KATA - gornja zona	
Mentor: prof.dr.sc. Tomislav Kišiček	Student: Marko Čačić



# DONJA ZONA



Napomena:



## PLAN ARMATURE KROVNE PLOČE MJ 1:50

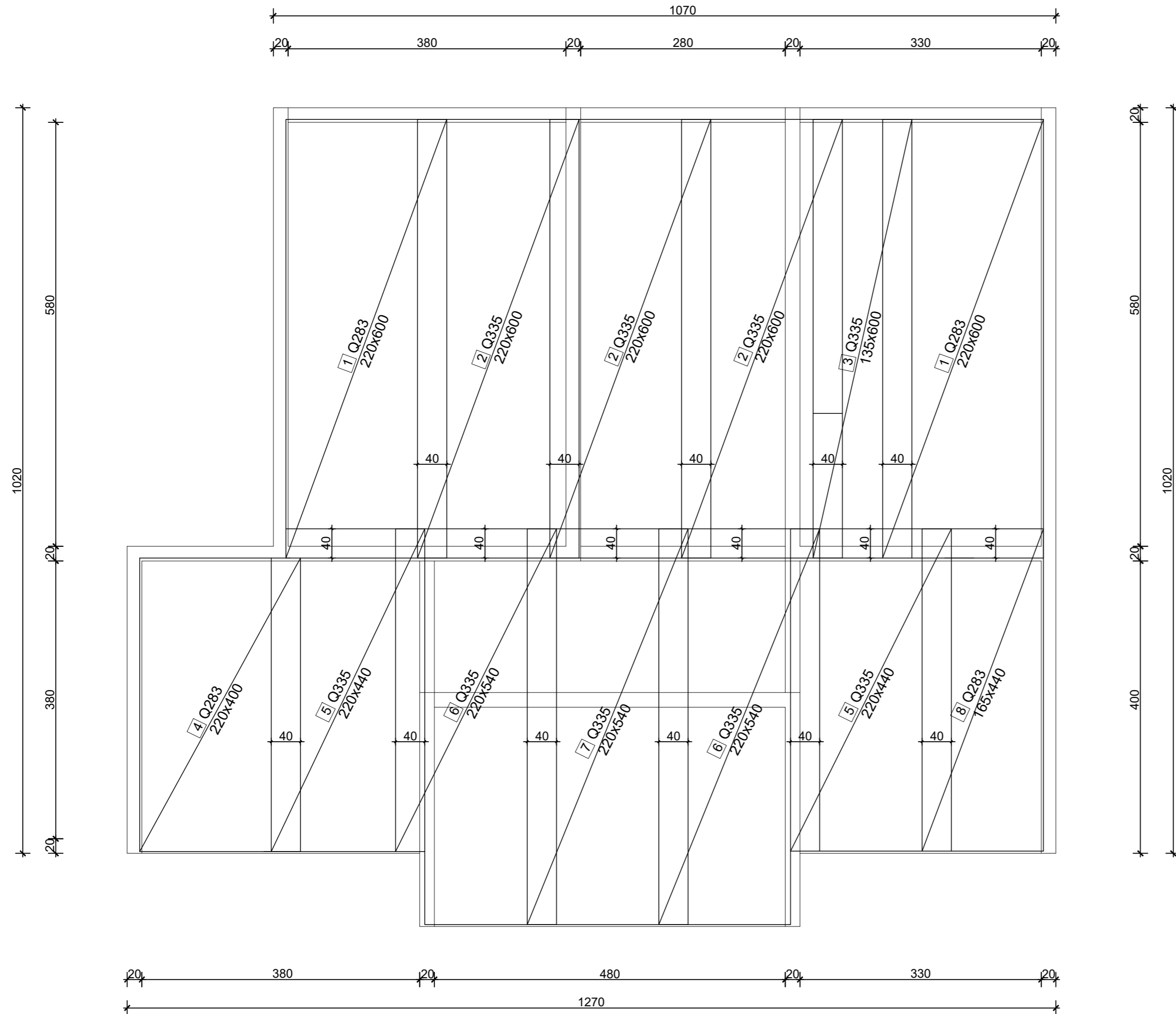
Beton: C30/37  
 Čelik: B500B  
 Zaštitni sloj c=2,5 cm

Iskaz armature ploče - donja zona B500B (rebrasta)					
Ukupna duljina (m)					
Poz.	Ø	L (m)	kom	Ø8	Ø14
1	8	1,40	50	70,00	
2	8	1,42	364	516,88	
3	8	1,20	56	67,20	
4	14	2,20	12		26,40
5	14	1,00	8		8,00
6	14	4,10	4		16,40
7	14	10,10	4		40,40
8	14	6,10	12		73,20
9	14	3,60	4		14,40
10	14	4,05	4		16,20
Ukupno (m)				654,08	195,00
Masa (kg/m)				0,405	1,242
UKUPNO-po profilu(kg)				264,90	242,19
SVEUKUPNO (kg)					507,09

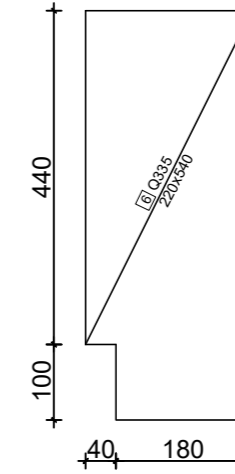
Iskaz armature ploče - donja zona B500B (Q-mreže)							
Poz.	Tip	L (m)	b (m)	P (m <sup>2</sup> )	kom	Masa (kg/m <sup>2</sup> )	Ukupno (kg)
1	385	6,00	2,20	13,20	3	6,10	241,56
2	385	5,90	2,20	12,98	2	6,10	158,36
3	385	6,00	1,65	9,90	1	6,10	60,39
4	385	4,00	2,20	8,80	1	6,10	53,68
5	385	4,50	2,20	9,90	2	6,10	120,78
6	385	4,90	2,20	9,28	1	6,10	56,61
7	385	6,00	2,00	12,00	1	6,10	73,20
8	385	4,85	1,50	7,28	1	6,10	44,41
9	385	4,50	1,70	7,65	1	6,10	46,67
UKUPNO (kg)							855,66

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB	Datum: rujan 2024.
DIPLOMSKI RAD	Mjerilo: 1:50
PLAN ARMATURE KROVNE PLOČE - donja zona	
Mentor: prof.dr.sc. Tomislav Kišiček	Student: Marko Čačić

# GORNJA ZONA



Napomena:



## PLAN ARMATURE KROVNE PLOČE MJ 1:50

Beton: C30/37

Čelik: B500B

Zaštitni sloj c=2,5 cm

Iskaz armature ploče - gornja zona							
B500B (Q-mreže)							
Poz.	Tip	L (m)	b (m)	P (m <sup>2</sup> )	kom	Masa (kg/m <sup>2</sup> )	Ukupno (kg)
1	283	6,00	2,20	13,20	2	4,48	118,27
2	335	6,00	2,20	13,20	3	5,45	215,82
3	335	6,00	1,35	8,10	1	5,45	44,15
4	283	4,00	2,20	8,80	1	4,48	39,42
5	335	4,40	2,20	9,68	2	5,45	105,51
6	335	5,40	2,20	11,88	2	5,45	125,13
7	335	5,40	2,20	11,88	1	5,45	64,74
8	283	4,40	1,65	7,26	1	4,48	32,52
UKUPNO (kg)							745,56

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB

Datum:  
rujan 2024.

DIPLOMSKI RAD

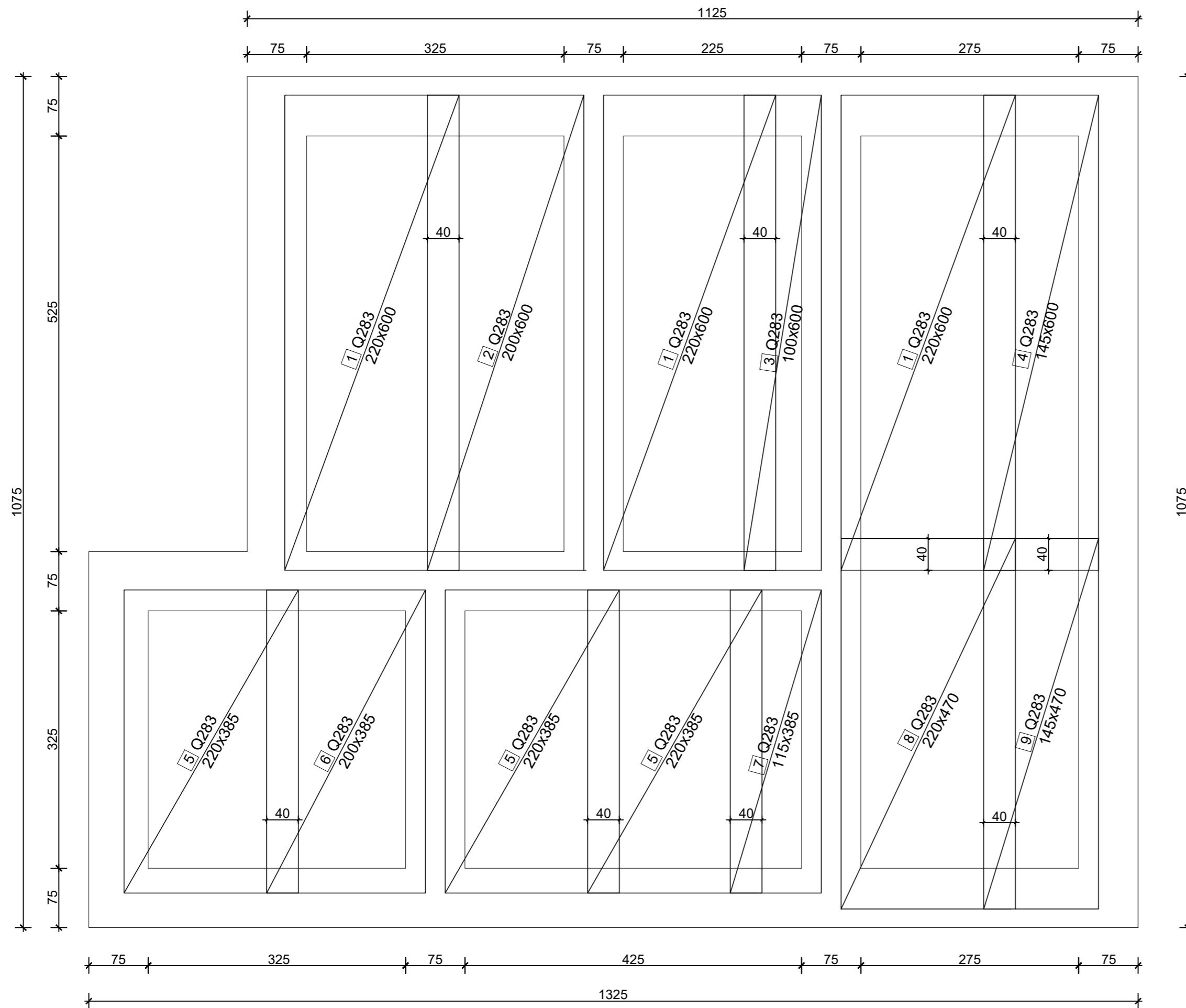
Mjerilo:  
1:50

PLAN ARMATURE KROVNE PLOČE - gornja zona

Mentor:  
prof.dr.sc. Tomislav Kišiček

Student:  
Marko Čačić

DONJA ZONA (GORNJA ZONA)



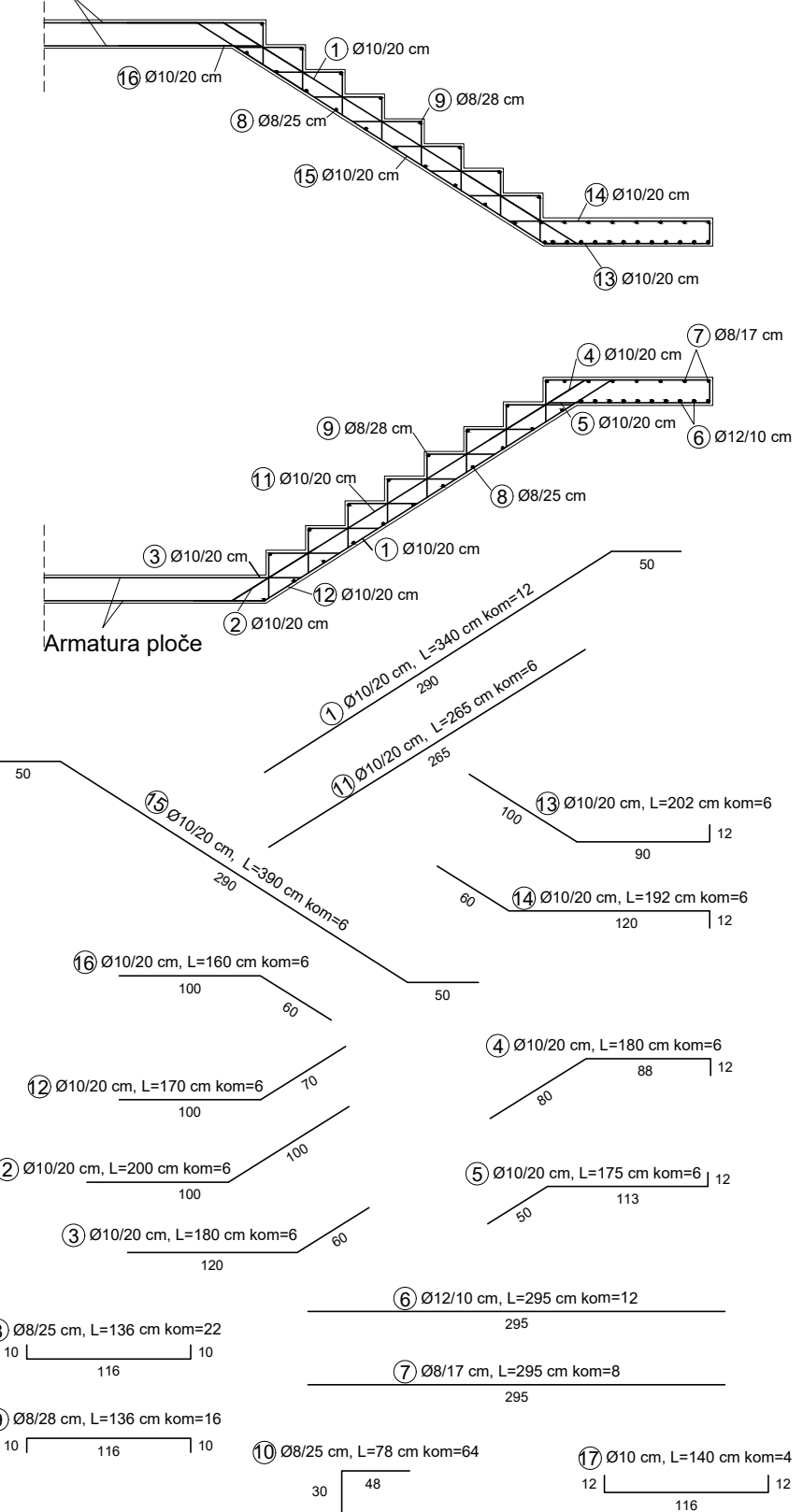
PLAN ARMATURE NADTEMELJNE PLOČE  
MJ 1:50

Beton: C30/37  
Čelik: B500B  
Zaštitni sloj c=2,5 cm

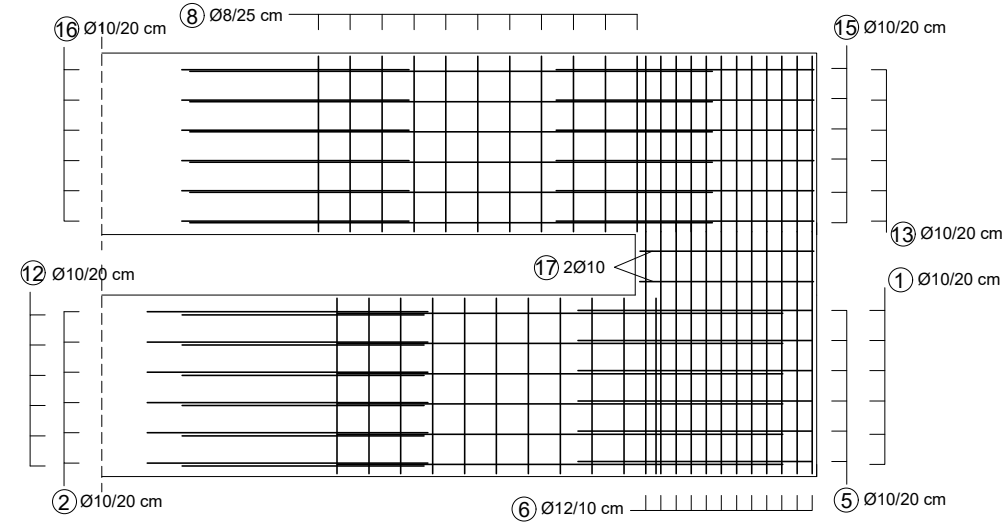
Iskaz armature ploče B500B (Q-mreže)							
Poz.	Tip	L (m)	b (m)	P (m <sup>2</sup> )	kom	Masa (kg/m <sup>2</sup> )	Ukupno (kg)
1	283	6,00	2,20	13,20	3	4,48	177,41
2	283	6,00	2,00	12,00	1	4,48	53,76
3	283	6,00	1,00	6,00	1	4,48	26,88
4	283	6,00	1,45	8,70	1	4,48	38,98
5	283	3,85	2,20	8,47	3	4,48	113,84
6	283	3,85	2,00	7,70	1	4,48	34,50
7	283	3,85	1,15	4,43	1	4,48	19,85
8	283	4,70	2,20	10,34	1	4,48	46,32
9	283	4,70	1,45	6,82	1	4,48	30,55
UKUPNO (kg)							542,09

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB	Datum: rujan 2024.
DIPLOMSKI RAD	Mjerilo: 1:50
PLAN ARMATURE NADTEMELJNE PLOČE	
Mentor: prof.dr.sc. Tomislav Kišiček	Student: Marko Čačić

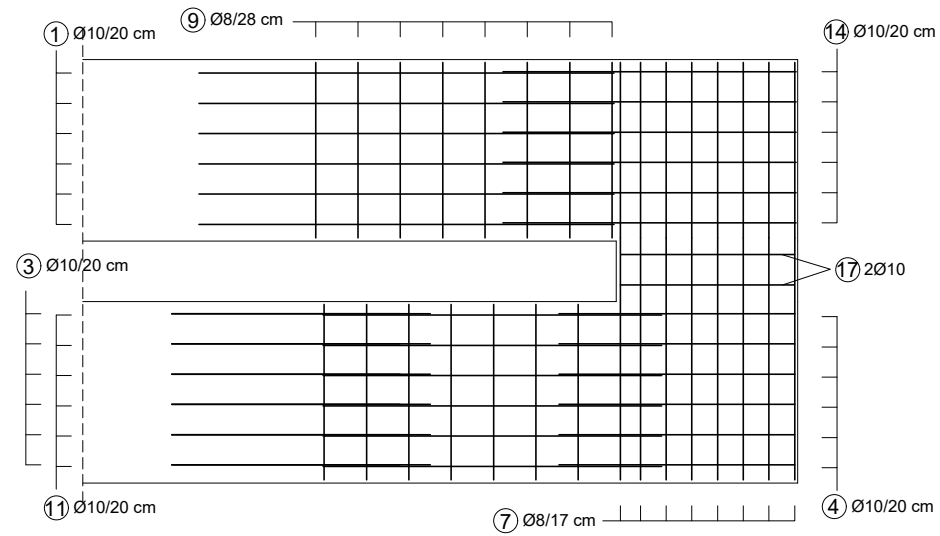
Armatura ploče



### DONJA ZONA



### GORNJA ZONA



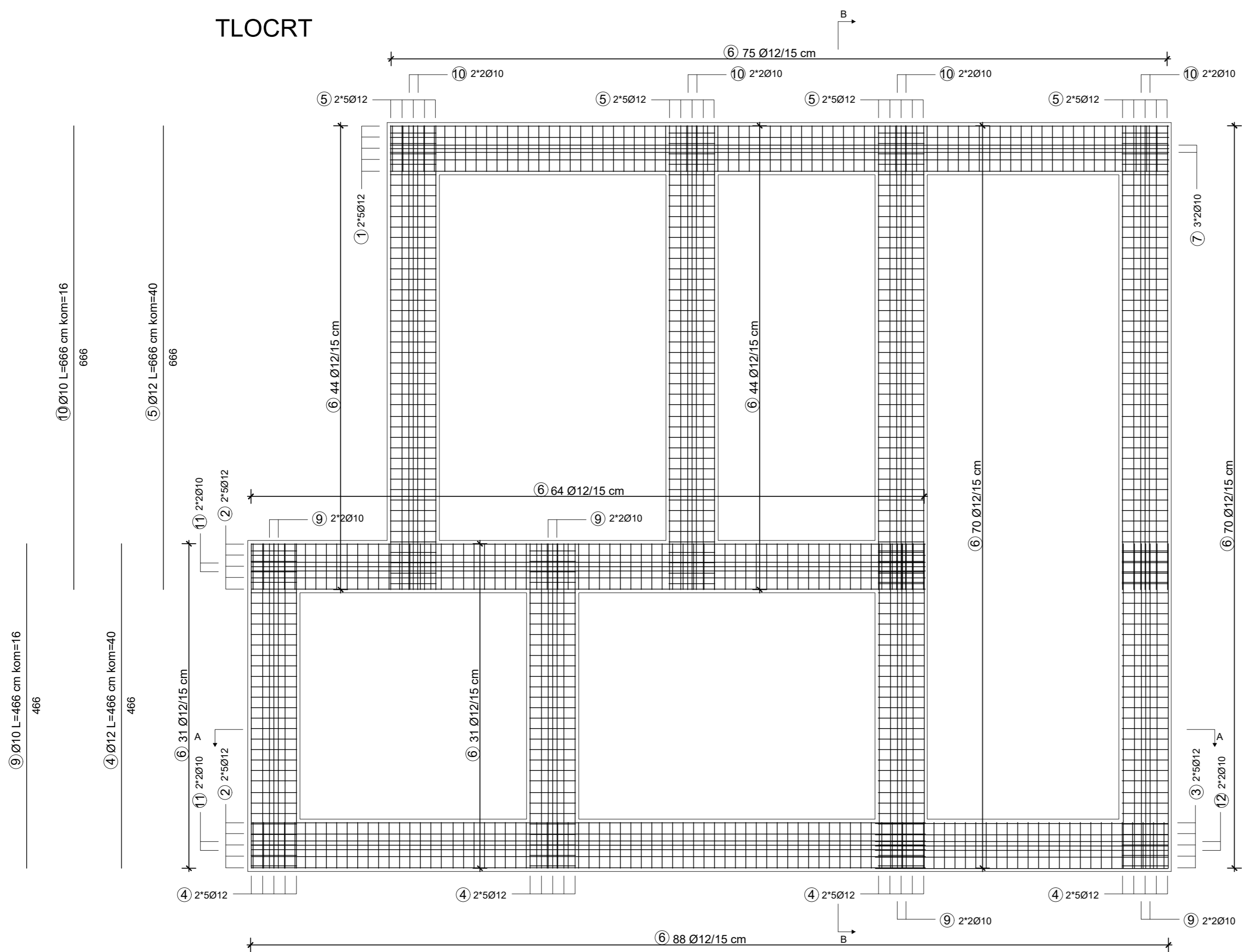
## PLAN ARMATURE STUBIŠTA MJ 1:50

Beton: C30/37  
Čelik: B500B  
Zaštitni sloj c=2,0 cm

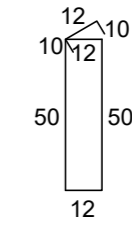
Iskaz armature stubišta						
B500B (rebrasta)						
Ukupna duljina (m)						
Poz.	Ø	L (m)	kom	Ø8	Ø10	Ø12
1	10	3,40	12		40,80	
2	10	2,00	6		12,00	
3	10	1,80	6		10,80	
4	10	1,80	6		10,80	
5	10	1,75	6		10,50	
6	12	2,95	12			35,40
7	8	2,95	8	23,60		
8	8	1,36	22	29,92		
9	8	1,36	16	21,76		
10	8	0,78	64	49,92		
11	10	2,65	6		15,90	
12	10	1,70	6		10,20	
13	10	2,02	6		12,12	
14	10	1,92	6		11,52	
15	10	3,90	6		23,40	
16	10	1,60	6		9,60	
17	10	1,40	4		5,60	
Ukupno (m)				125,20	173,24	35,40
Masa (kg/m)				0,405	0,634	0,911
UKUPNO-po profilu(kg)				50,71	109,83	32,25
SVEUKUPNO (kg)				192,79		

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB		Datum: rujan 2024.
DIPLOMSKI RAD		Mjerilo: 1:50
PLAN ARMATURE STUBIŠTA		
Mentor: prof.dr.sc. Tomislav Kišiček	Student: Marko Čačić	

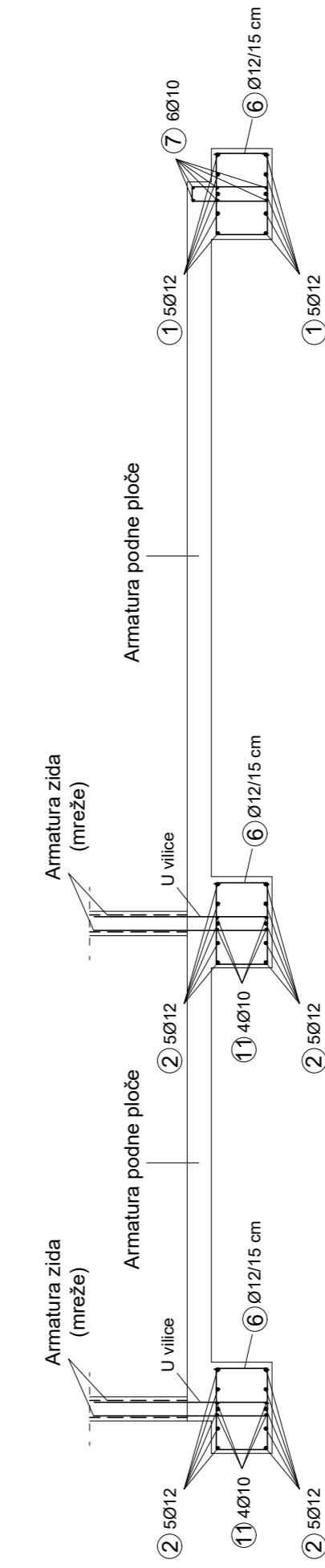
# TLOCRT



8 Ø10 L=156 cm kom=75



## PRESJEK B-B MJ 1:50

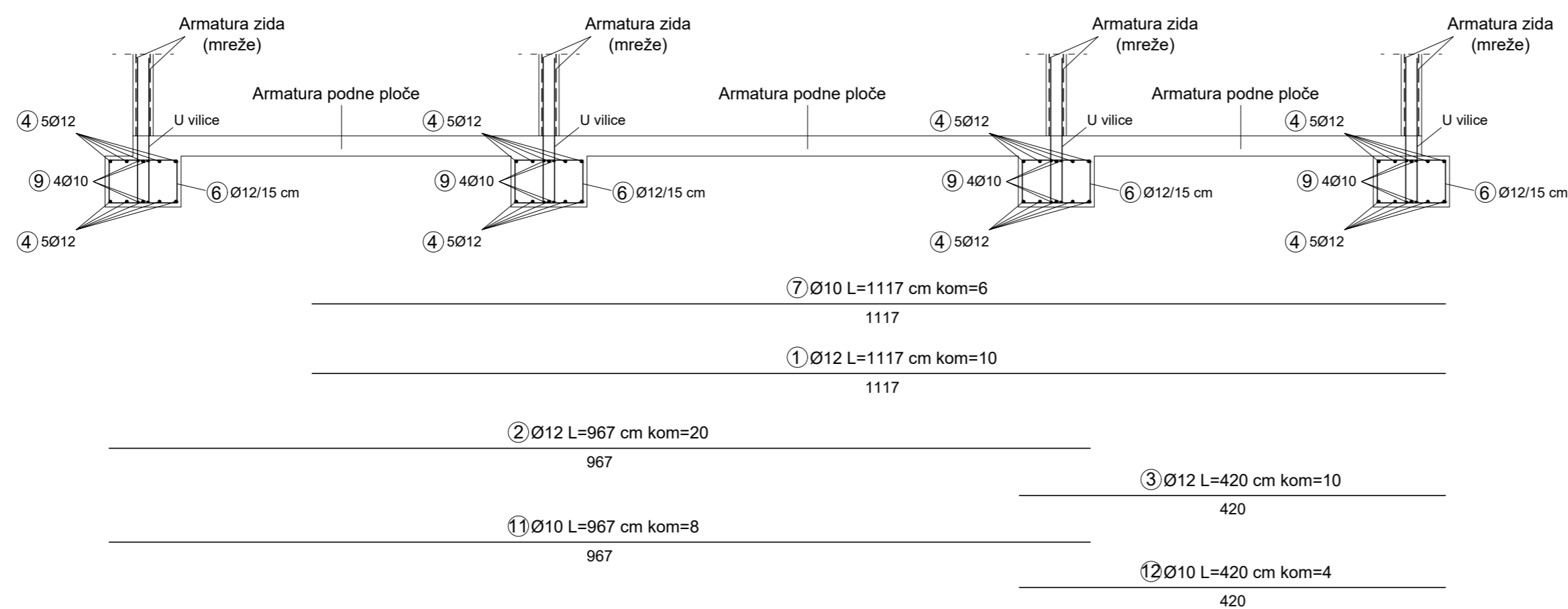


## PLAN ARMATURE TEMELJA MJ 1:50

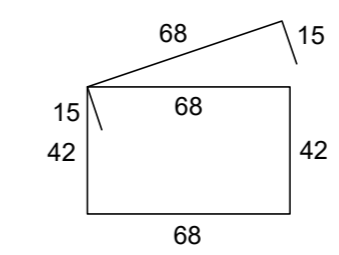
Beton: C30/37  
 Čelik: B500B  
 Zaštitni sloj c=4,0 cm

Iskaz armature temelja B500B (rebrasta)					
Ukupna duljina (m)					
Poz.	Ø	L (m)	kom	Ø10	Ø12
1	12	11,17	10		111,70
2	12	9,67	20		193,40
3	12	4,20	10		42,00
4	12	4,66	40		186,40
5	12	6,66	40		266,40
6	12	3,18	4		12,72
7	10	11,17	6	67,02	
8	10	1,56	75	117,00	
9	10	4,66	16	74,56	
10	10	6,66	16	106,56	
11	10	9,67	8	77,36	
12	10	4,20	4	16,80	
Ukupno (m)			459,30	812,62	
Masa (kg/m)			0,634	0,911	
UKUPNO-po profilu(kg)			291,20	740,30	
SVEUKUPNO (kg)				1031,50	

## PRESJEK A-A MJ 1:50

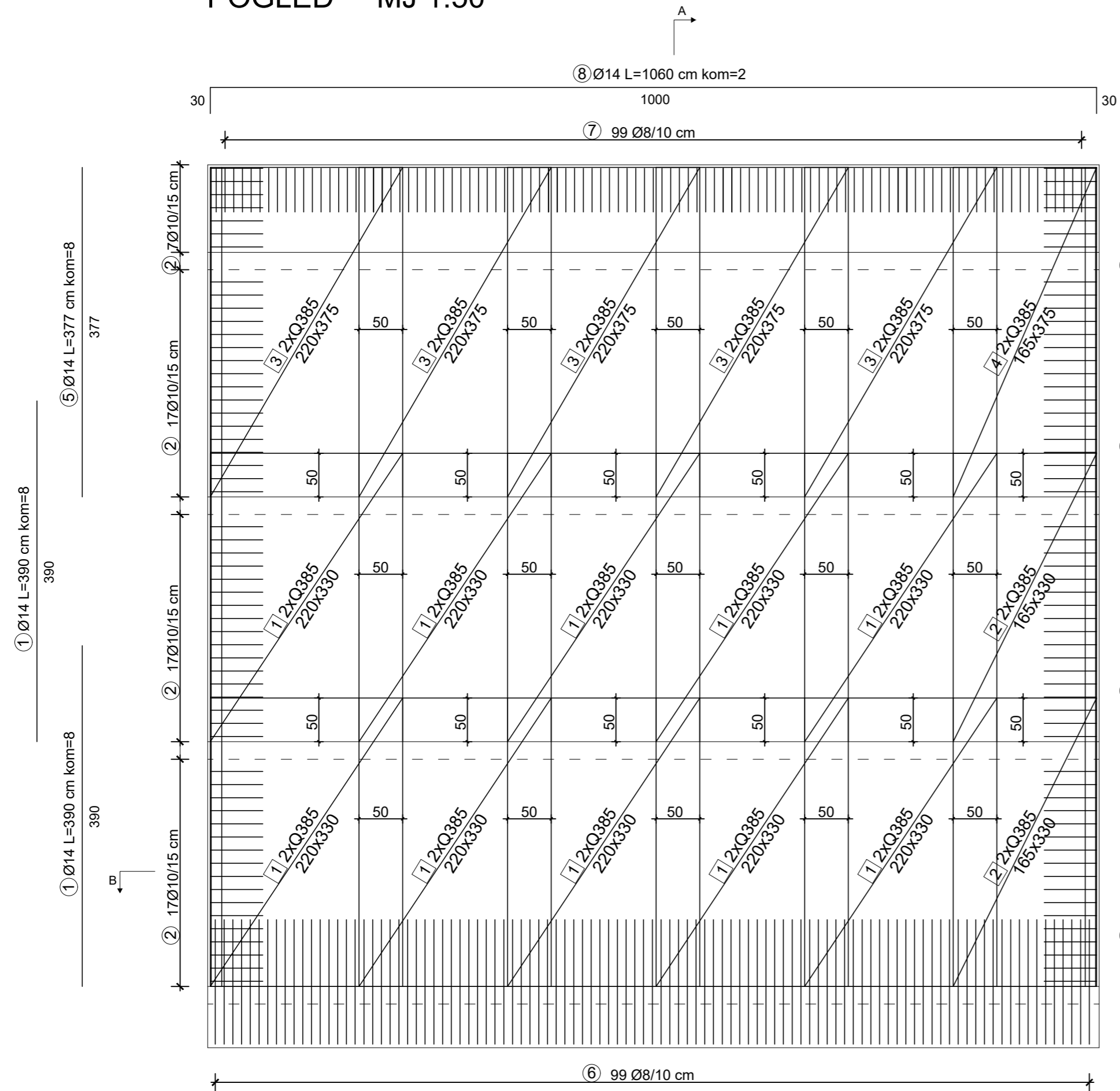


6 Ø12 L=318 cm kom=39

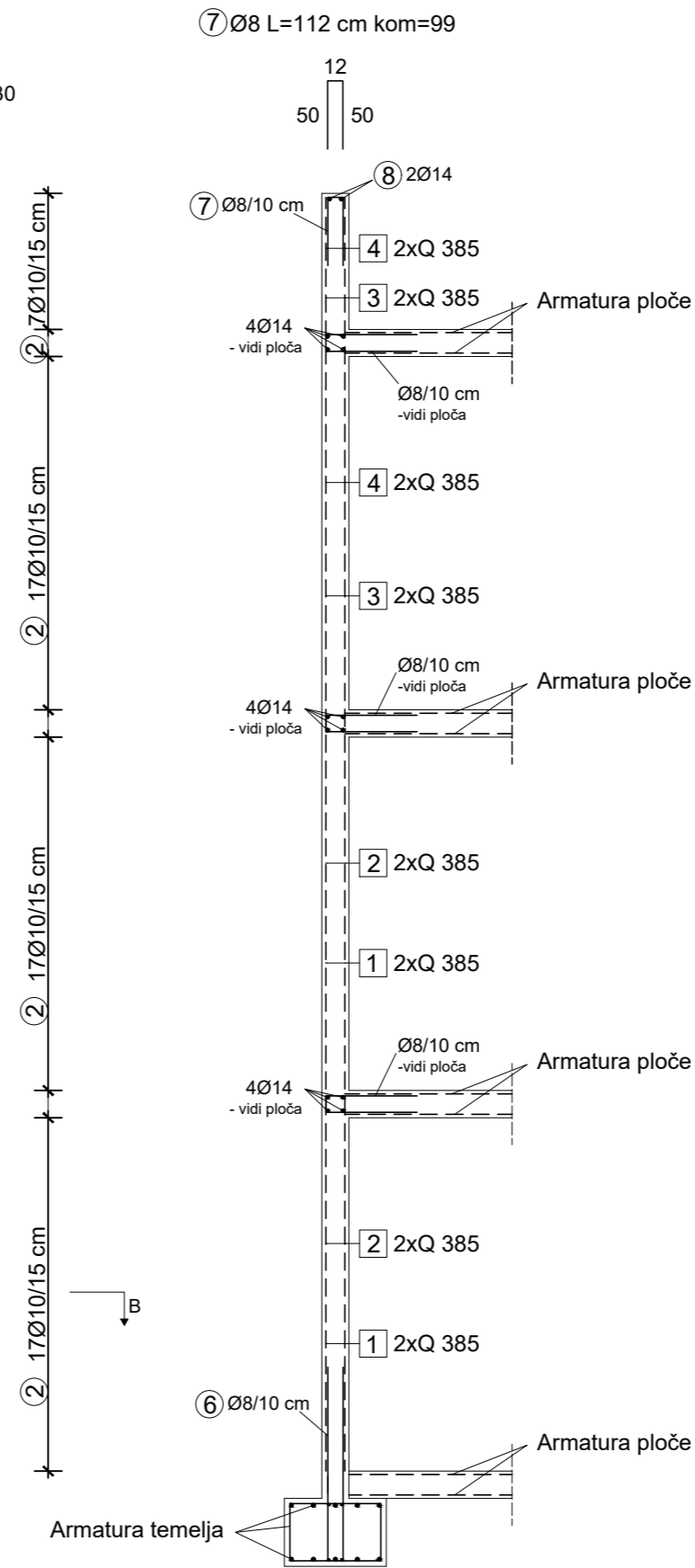


SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB	Datum: rujan 2024.
DIPLOMSKI RAD	Mjerilo: 1:50
PLAN ARMATURE TEMELJA	
Mentor: prof.dr.sc. Tomislav Kišiček	Student: Marko Čačić

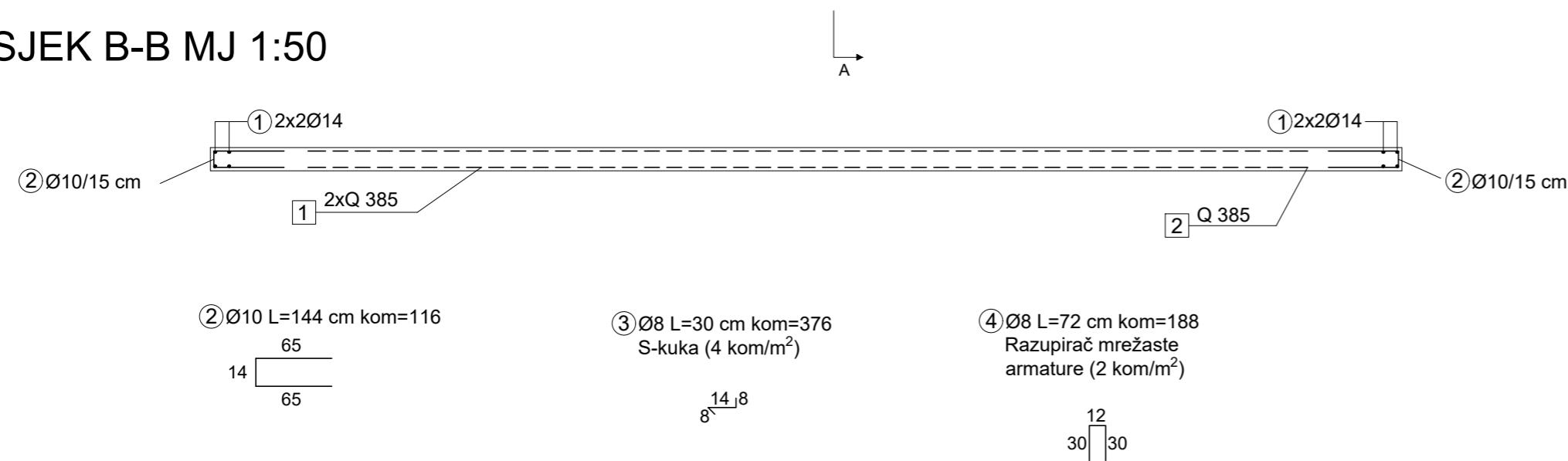
POGLED MJ 1:50



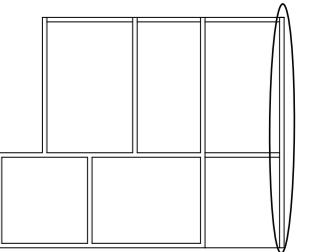
PRESJEK A-A MJ 1:50



PRESJEK B-B MJ 1:50



POLOŽAJ ZIDA U TLOCRTU



PLAN ARMATURE ZIDA S1 MJ 1:50

Beton: C30/37  
Čelik: B500B  
Zaštitni sloj c=3,0 cm

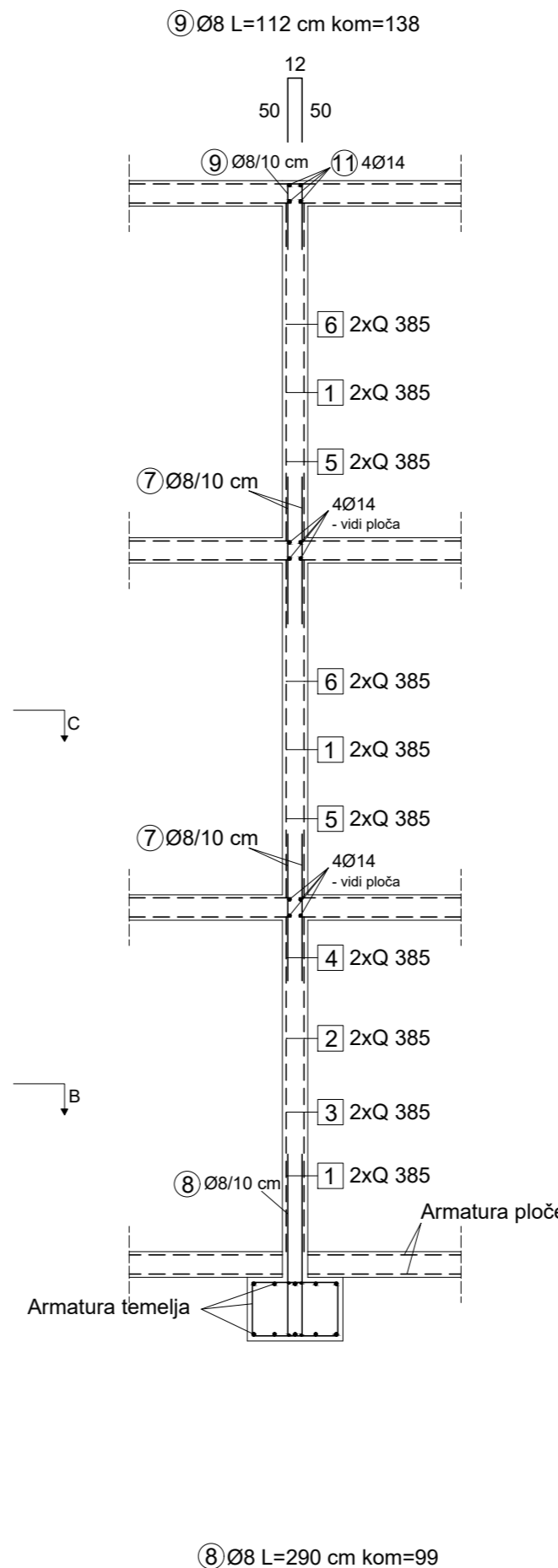
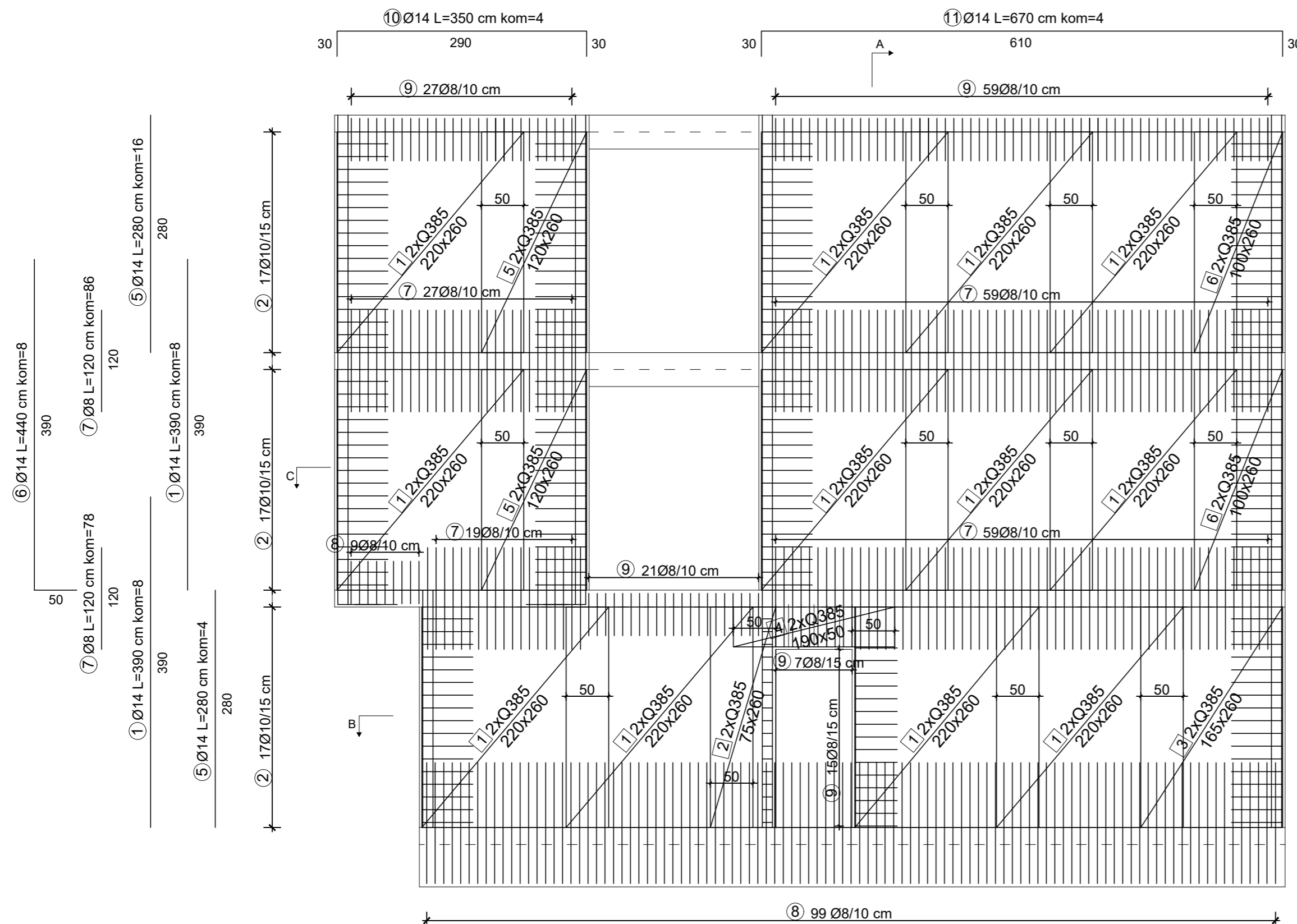
Iskaz armature zida B500B (rebrasta)						
Ukupna duljina (m)						
Poz.	Ø	L (m)	kom	Ø8	Ø10	Ø14
1	14	3,90	16			62,40
2	10	1,44	116		167,04	
3	8	0,30	376	112,80		
4	8	0,72	188	135,36		
5	14	3,77	8			30,16
6	8	2,90	99	287,10		
7	8	1,12	99	110,88		
8	14	10,60	2			21,20
Ukupno (m)				646,14	167,04	113,76
Masa (kg/m)				0,405	0,634	1,242
UKUPNO-po profilu(kg)				261,69	105,90	141,29
SVEUKUPNO (kg)				508,88		

Iskaz armature zida B500B (Q-mreže)							
Poz.	Tip	L (m)	b (m)	P (m <sup>2</sup> )	kom	Masa (kg/m <sup>2</sup> )	Ukupno (kg)
1	385	3,30	2,20	7,26	10	6,10	442,86
2	385	3,30	1,65	5,45	2	6,10	66,49
3	385	3,75	2,20	8,25	5	6,10	251,63
4	385	3,75	1,65	6,19	1	6,10	37,76
UKUPNO (kg)							798,74

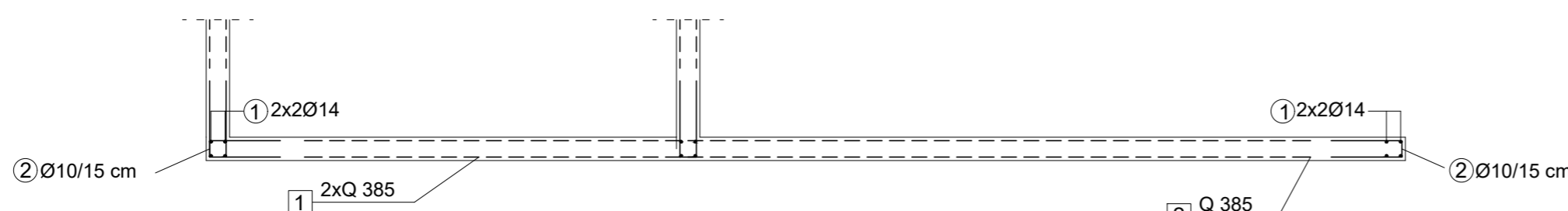
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB	Datum: rujan 2024.
DIPLOMSKI RAD	Mjerilo: 1:50
PLAN ARMATURE ZIDA S1	
Mentor: prof.dr.sc. Tomislav Kišiček	Student: Marko Čačić

POGLED MJ 1:50

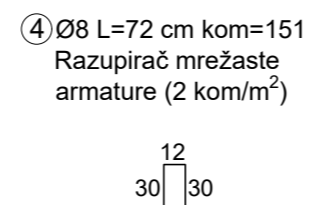
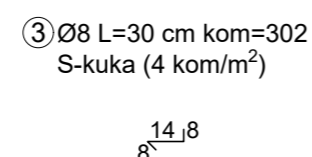
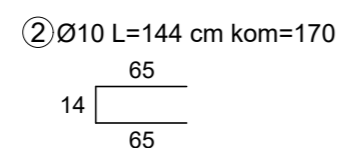
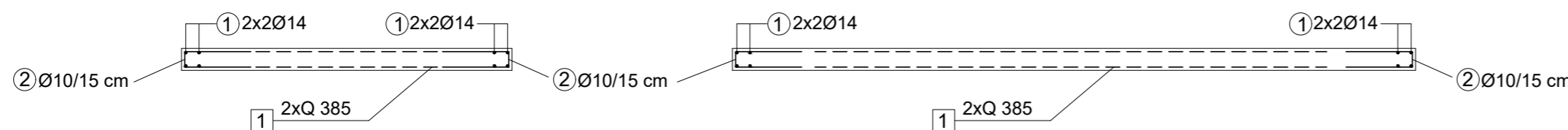
PRESJEK A-A MJ 1:50



PRESJEK B-B MJ 1:50



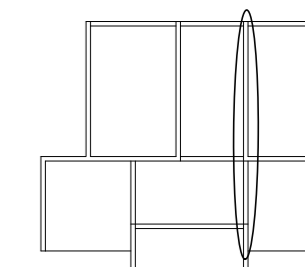
PRESJEK C-C MJ 1:50



PLAN ARMATURE ZIDA S2 MJ 1:50

Beton: C30/37  
Čelik: B500B  
Zaštitni sloj c=3,0 cm

POLOŽAJ ZIDA U TLOCRTU

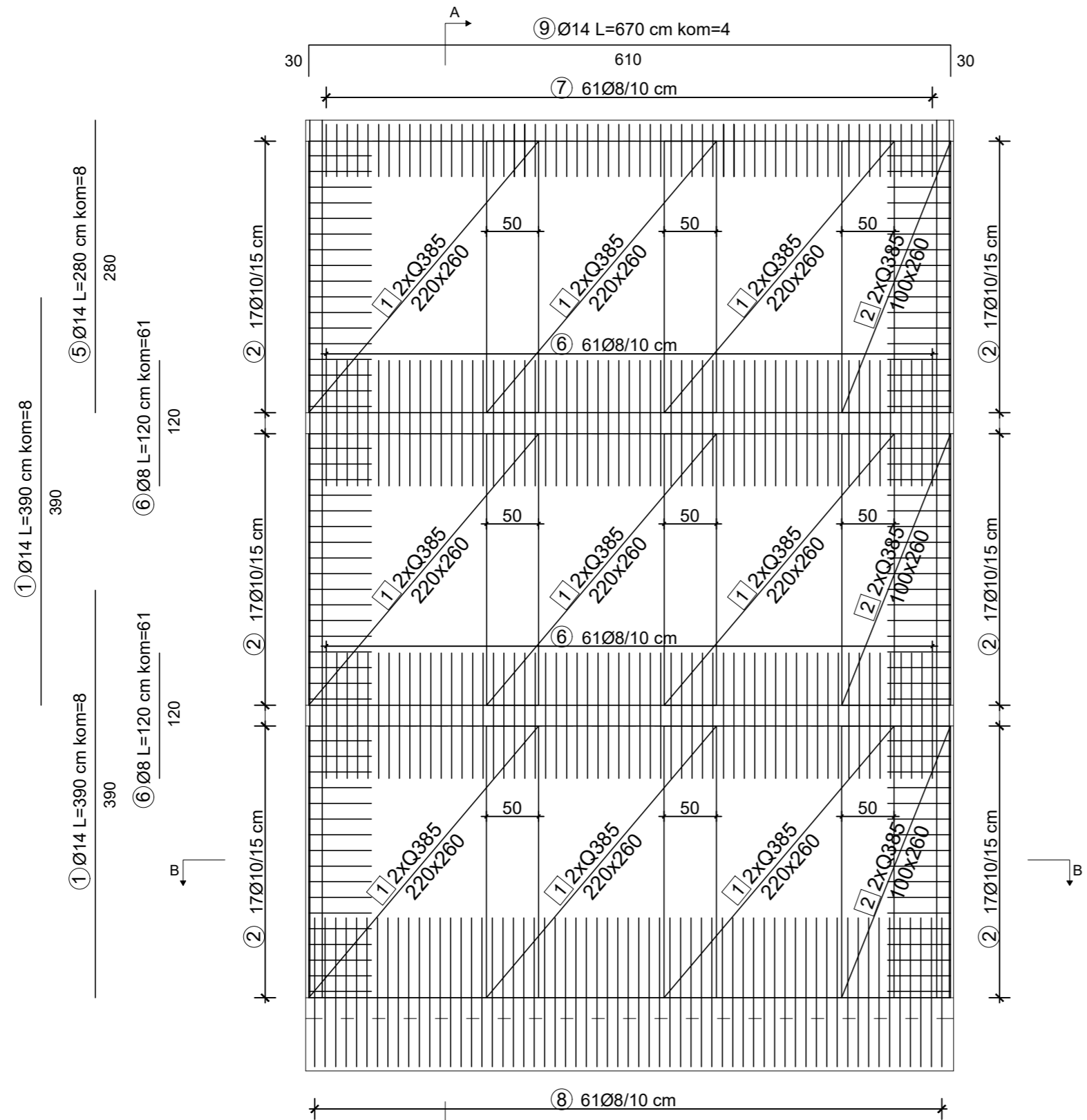


Iskaz armature zida B500B (rebrasta)						
Ukupna duljina (m)						
Poz.	Ø	L (m)	kom	Ø8	Ø10	Ø14
1	14	3,90	8			31,20
2	10	1,44	170		227,80	
3	8	0,30	302	90,60		
4	8	0,72	151	108,72		
5	14	2,80	16			44,80
6	14	4,40	12			52,80
7	8	1,20	164	196,80		
8	8	2,90	99	287,10		
9	8	1,12	138	154,56		
10	14	3,50	4			14,00
11	14	6,70	4			26,80
Ukupno (m)			837,78	227,80	169,60	
Masa (kg/m)			0,405	0,634	1,242	
UKUPNO-po profilu(kg)			339,30	144,43	210,64	
SVEUKUPNO (kg)					694,37	

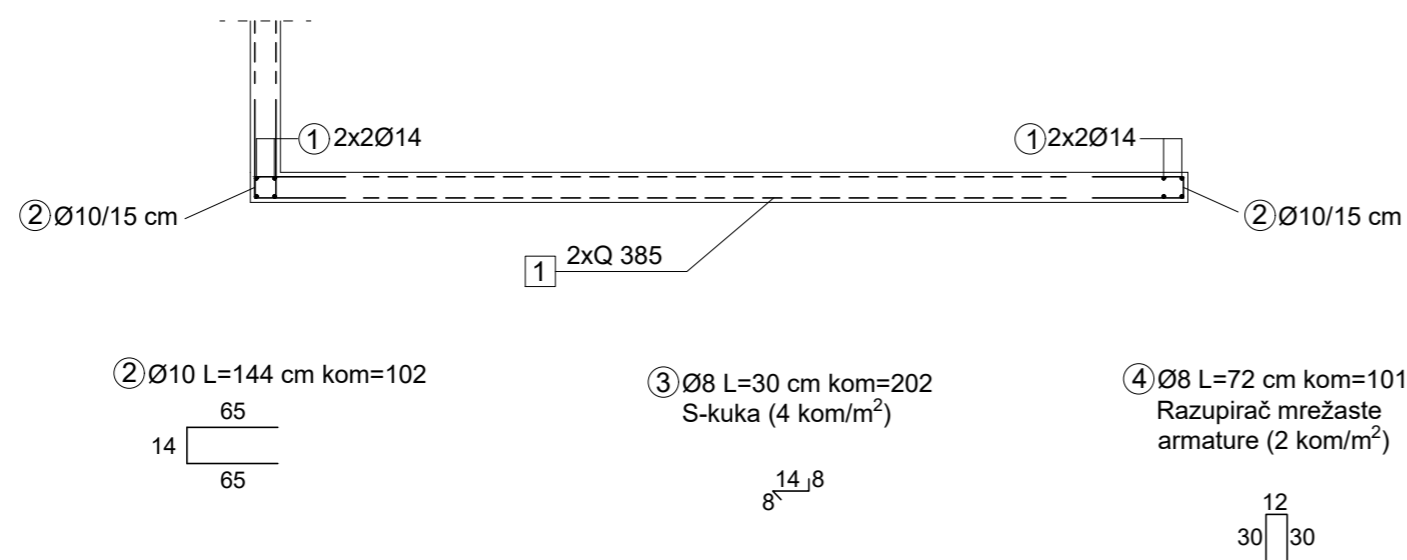
Iskaz armature zida B500B (Q-mreže)							
Poz.	Tip	L (m)	b (m)	P (m²)	kom	Masa (kg/m²)	Ukupno (kg)
1	385	2,60	2,20	5,72	12	6,10	418,70
2	385	2,60	0,75	1,95	1	6,10	11,90
3	385	2,60	1,65	4,29	1	6,10	26,17
4	385	0,50	1,90	0,95	1	6,10	5,79
5	385	2,60	1,20	3,12	2	6,10	38,06
6	385	2,60	1,00	2,60	2	6,10	31,72
UKUPNO (kg)							532,34

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB		Datum: rujan 2024.
DIPLOMSKI RAD		Mjerilo: 1:50
PLAN ARMATURE ZIDA S2		
Mentor: prof.dr.sc. Tomislav Kišiček	Student: Marko Čačić	

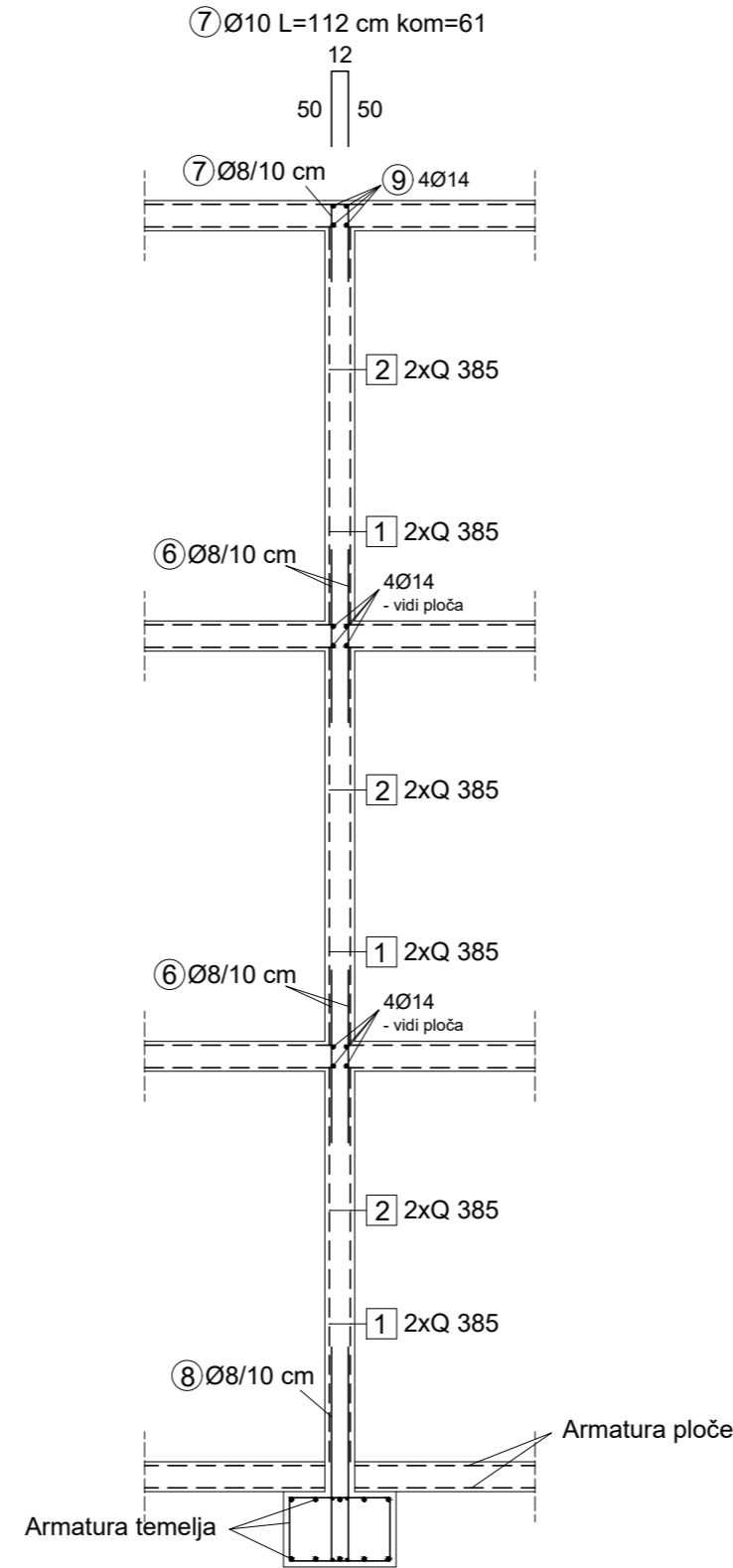
POGLED MJ 1:50



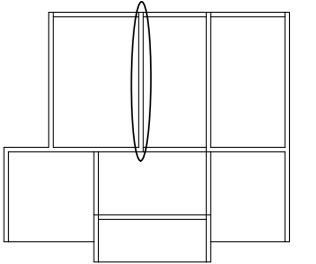
PRESJEK B-B MJ 1:50



PRESJEK A-A MJ 1:50



POLOŽAJ ZIDA U TLOCRTU



PLAN ARMATURE ZIDA S3 MJ 1:50

Beton: C30/37  
Čelik: B500B  
Zaštitni sloj c=3,0 cm

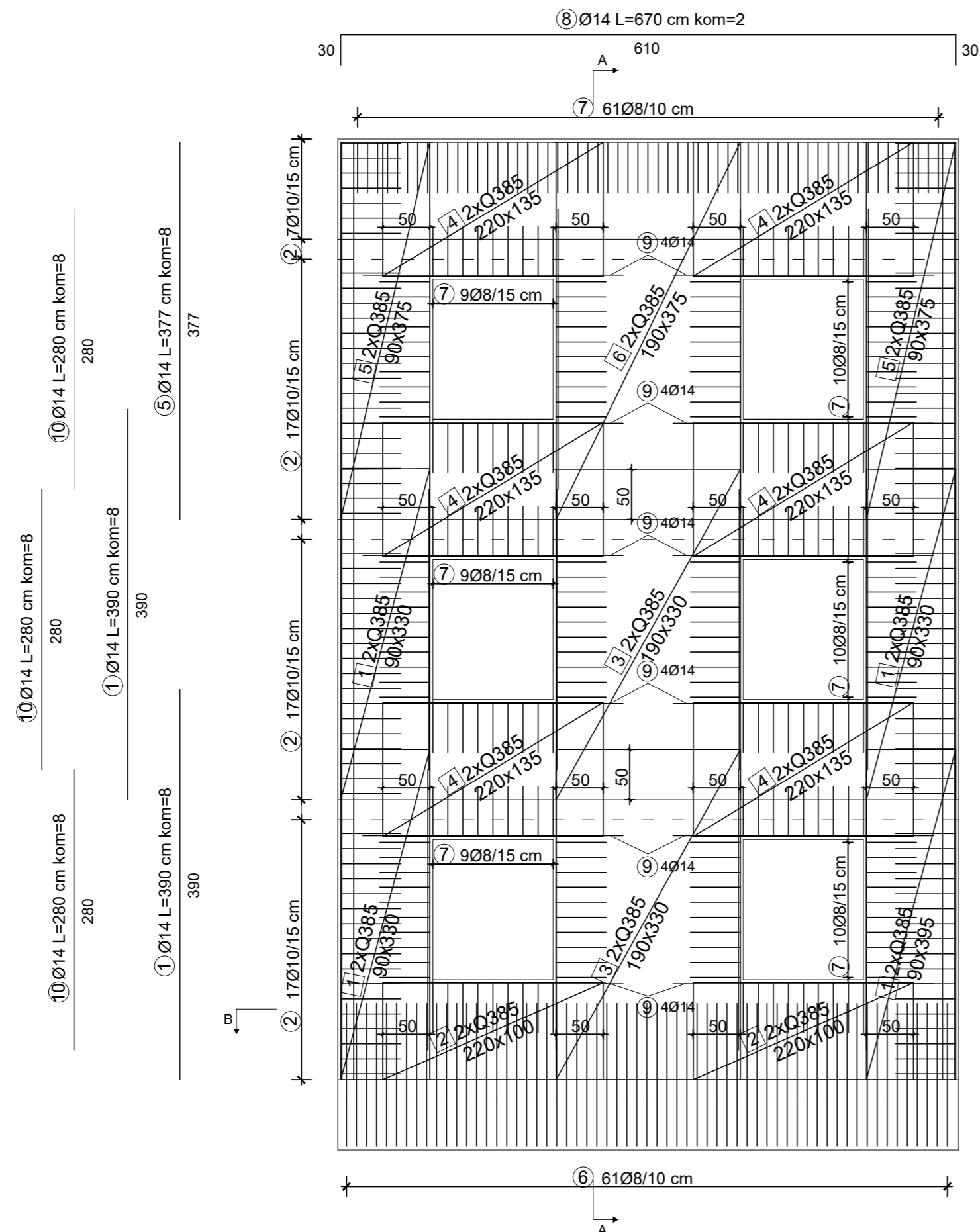
Iskaz armature zida B500B (rebrasta)						
Ukupna duljina (m)						
Poz.	Ø	L (m)	kom	Ø8	Ø10	Ø14
1	14	3,90	16			62,40
2	10	1,44	102		136,68	
3	8	0,30	202	60,60		
4	8	0,72	101	72,72		
5	14	2,80	8			22,40
6	8	1,20	122	146,40		
7	8	1,12	61	68,32		
8	8	2,90	61	176,90		
9	14	6,70	2			13,40
Ukupno (m)				524,94	136,68	98,20
Masa (kg/m)				0,405	0,634	1,242
UKUPNO-po profilu(kg)				212,60	86,66	121,96
SVEUKUPNO (kg)						421,22

Iskaz armature zida B500B (Q-mreže)							
Poz.	Tip	L (m)	b (m)	P (m²)	kom	Masa (kg/m²)	Ukupno (kg)
1	385	2,60	2,20	5,72	9	6,10	314,03
2	385	2,60	1,00	2,60	3	6,10	47,58
						UKUPNO (kg)	361,61

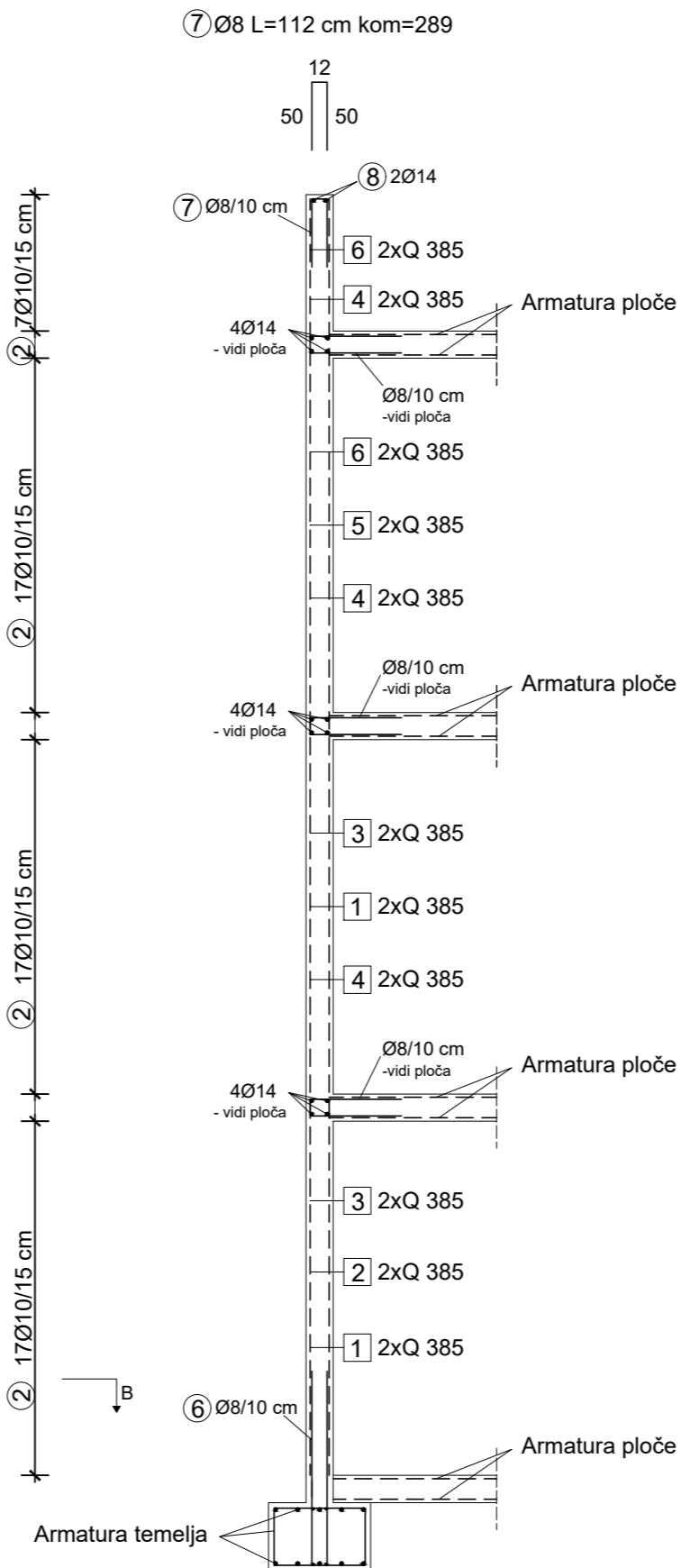
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB		Datum: rujan 2024.	
DIPLOMSKI RAD		Mjerilo: 1:50	
PLAN ARMATURE ZIDA S3			
Mentor: prof.dr.sc. Tomislav Kišiček		Student: Marko Čačić	



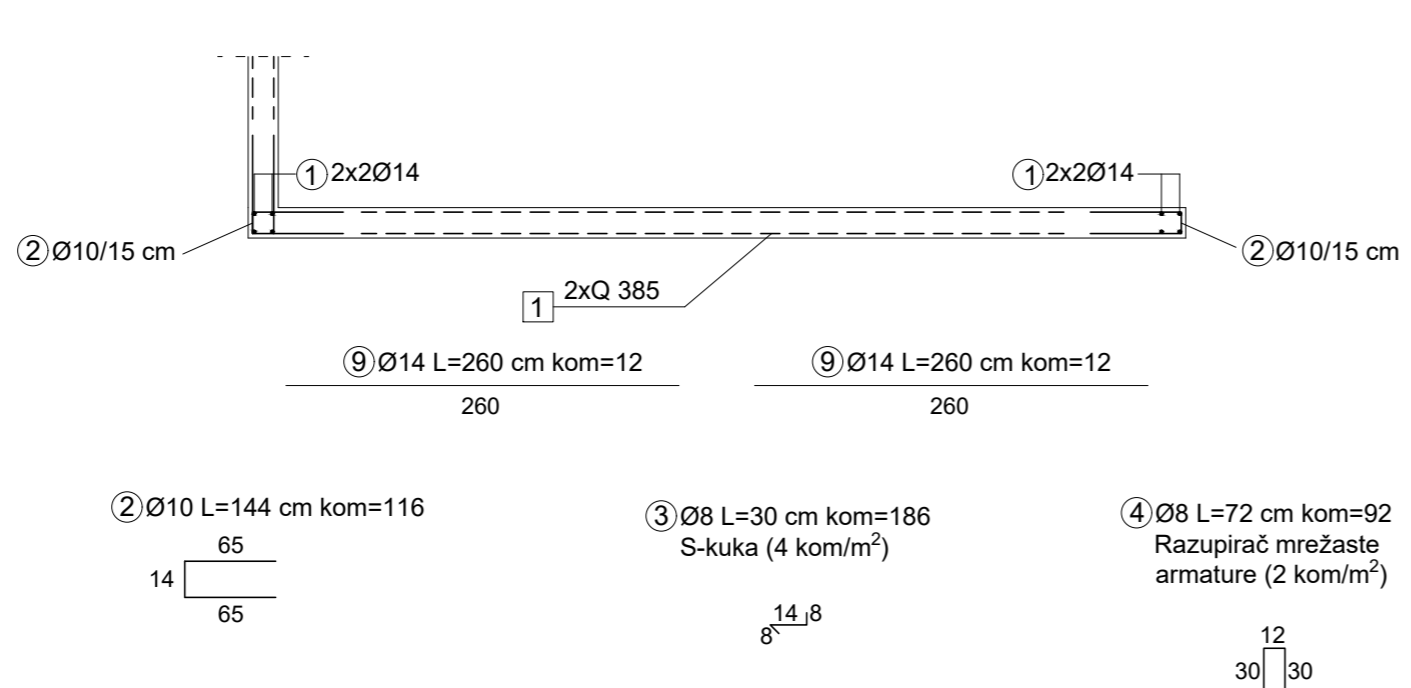
POGLED MJ 1:50



PRESJEK A-A MJ 1:50



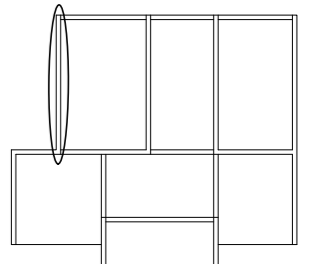
PRESJEK B-B MJ 1:50



PLAN ARMATURE ZIDA S4  
MJ 1:50

Beton: C30/37  
Čelik: B500B  
Zaštitni sloj c=3,0 cm

POLOŽAJ ZIDA U TLOCRTU

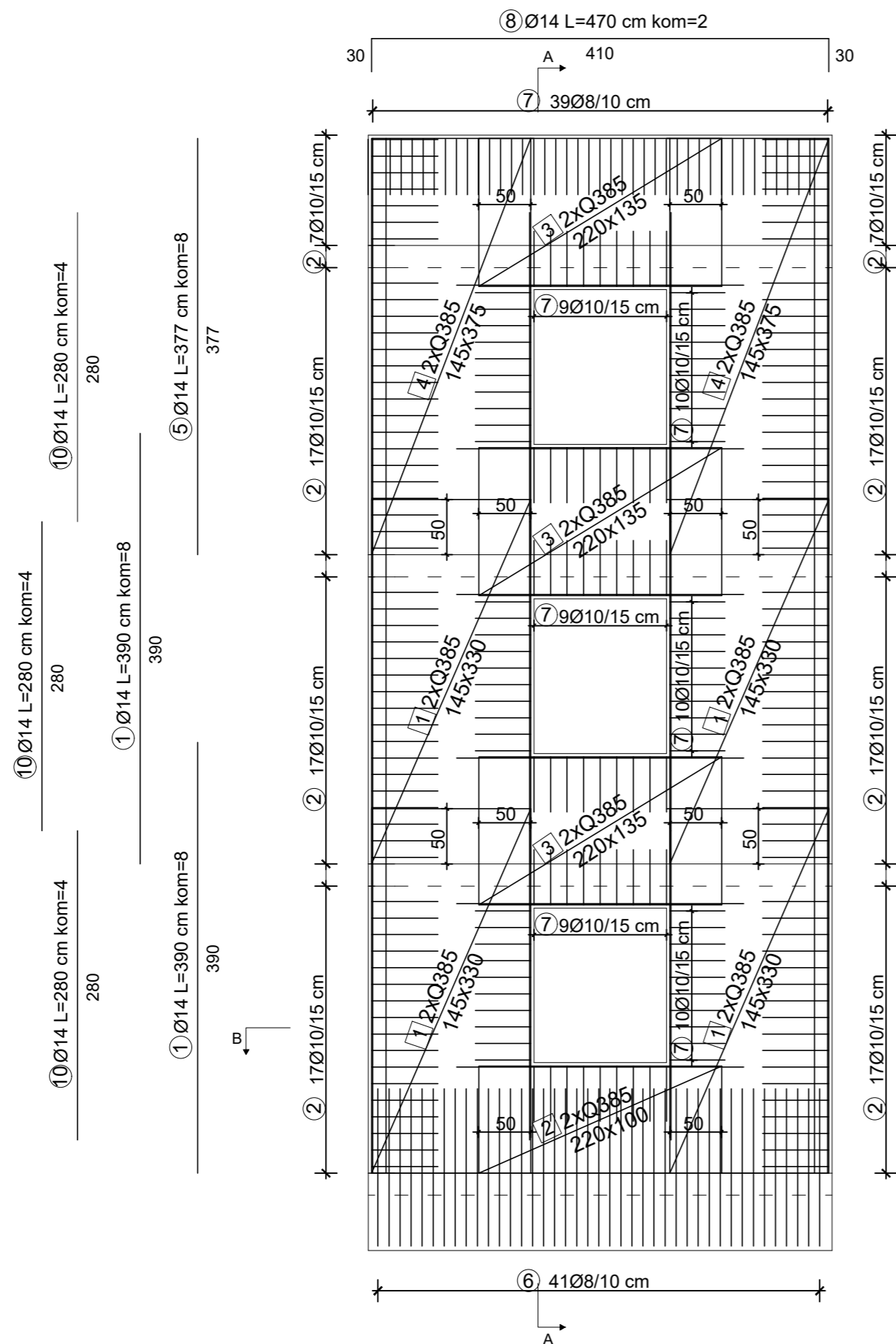


Iskaz armature zida B500B (rebrasta)						
Ukupna duljina (m)						
Poz.	Ø	L (m)	kom	Ø8	Ø10	Ø14
1	14	3,90	16			62,40
2	10	1,44	116		167,04	
3	8	0,30	186	55,80		
4	8	0,72	92	66,24		
5	14	3,77	8			30,16
6	8	2,90	61	176,90		
7	8	1,12	289	323,68		
8	14	6,70	2			13,40
9	14	2,60	24			62,40
10	14	2,80	24			67,20
Ukupno (m)				622,62	167,04	235,56
Masa (kg/m)				0,405	0,634	1,242
UKUPNO-po profilu(kg)				252,16	105,90	292,57
SVEUKUPNO (kg)				650,63		

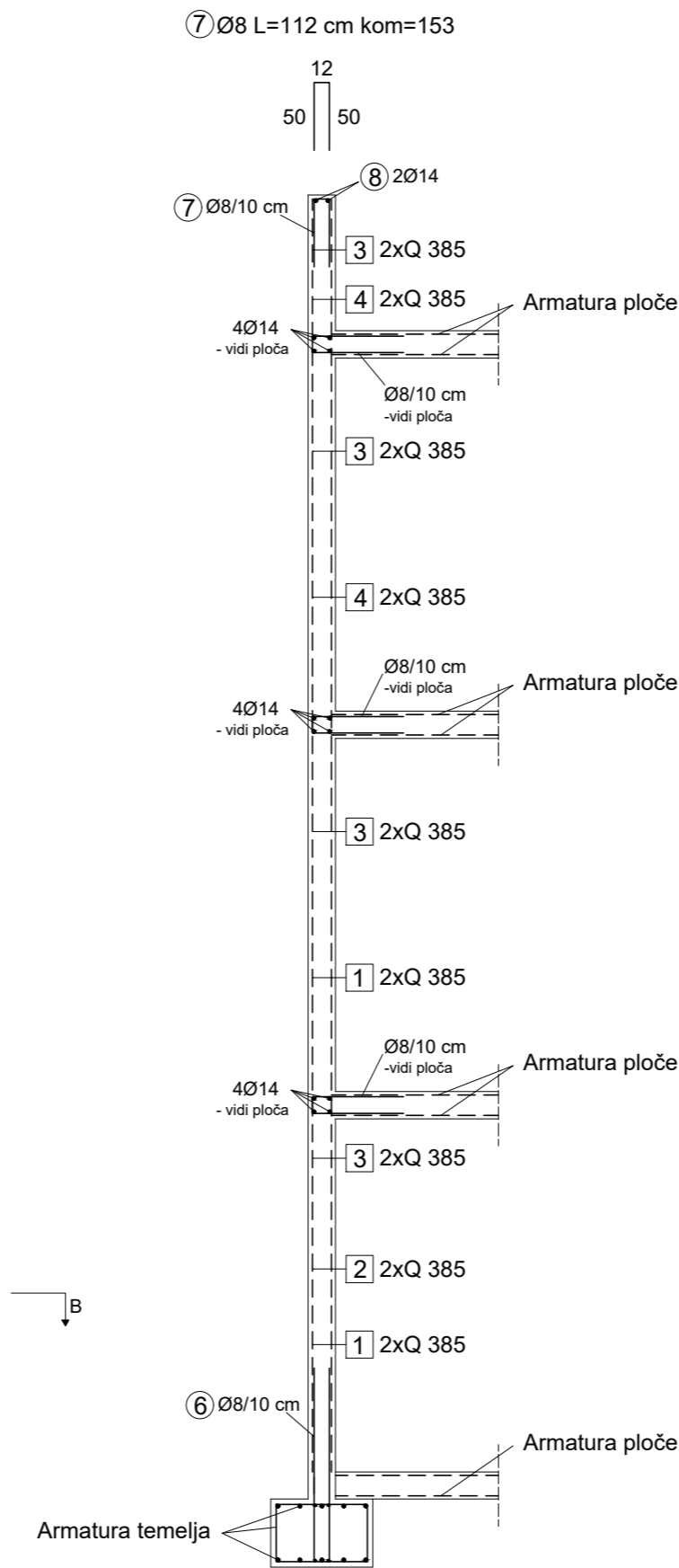
Iskaz armature zida B500B (Q-mreže)							
Poz.	Tip	L (m)	b (m)	P (m <sup>2</sup> )	kom	Masa (kg/m <sup>2</sup> )	Ukupno (kg)
1	385	3,30	0,90	2,97	4	6,10	72,47
2	385	1,00	2,20	2,20	2	6,10	26,84
3	385	3,30	1,90	6,27	2	6,10	76,49
4	385	1,35	2,20	2,97	6	6,10	108,70
5	385	3,75	0,90	3,38	2	6,10	41,24
6	385	3,75	1,90	7,13	1	6,10	43,49
UKUPNO (kg)							369,23

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB		Datum: rujan 2024.
DIPLOMSKI RAD		Mjerilo: 1:50
PLAN ARMATURE ZIDA S4		
Mentor: prof.dr.sc. Tomislav Kišiček	Student: Marko Čačić	

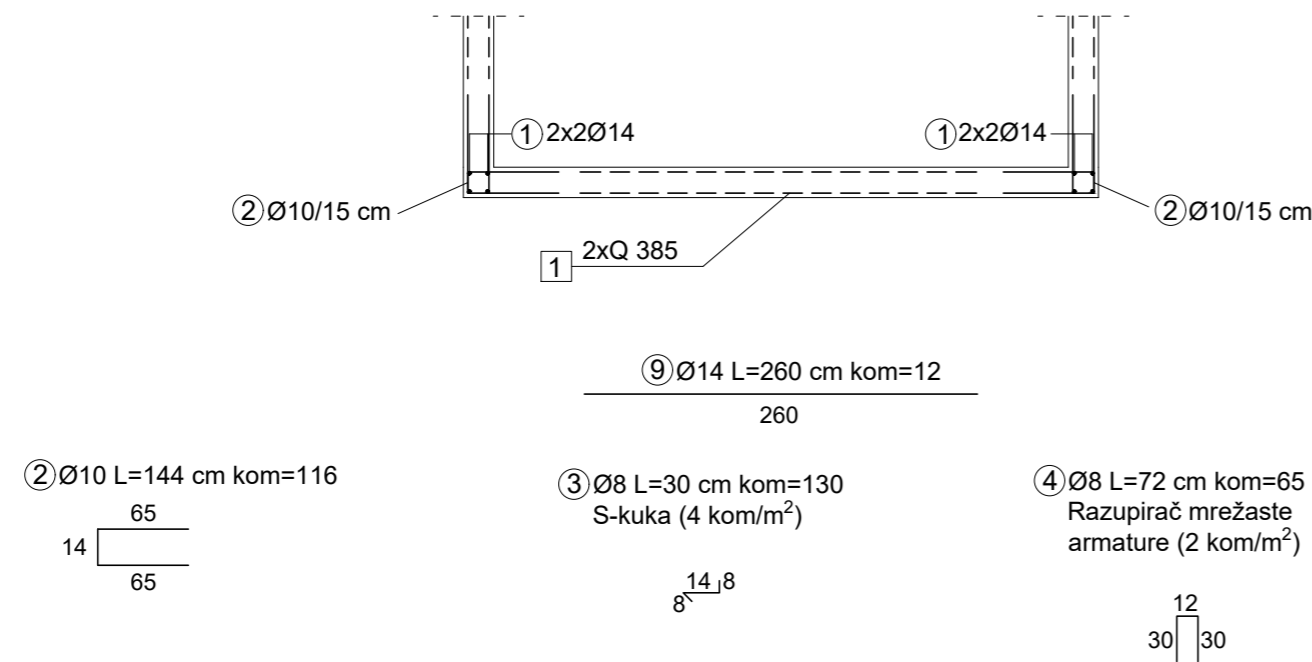
POGLED MJ 1:50



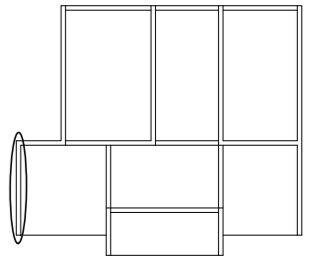
PRESJEK A-A MJ 1:50



PRESJEK B-B MJ 1:50



POLOŽAJ ZIDA U TLOCRTU



PLAN ARMATURE ZIDA S5 MJ 1:50

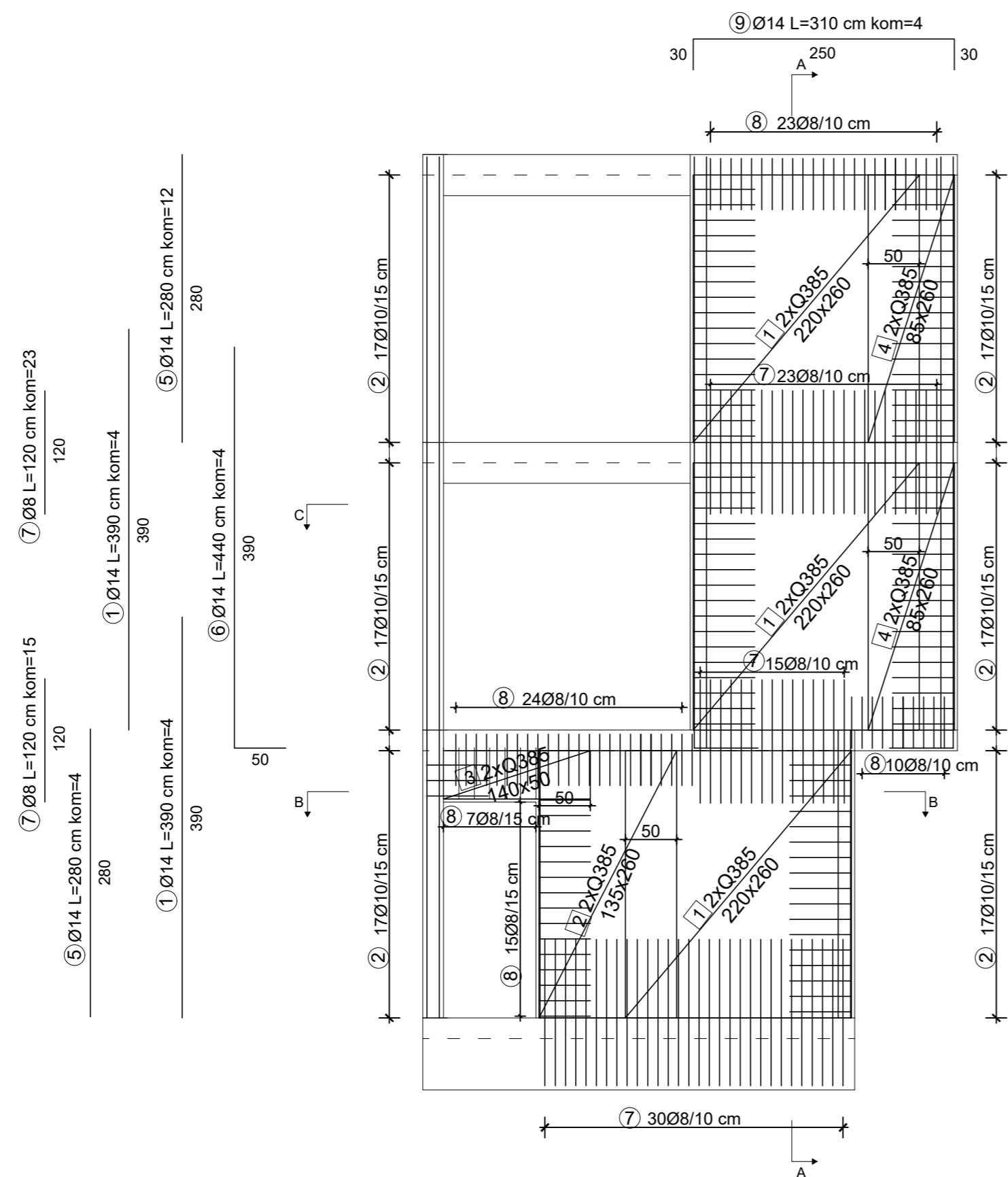
Beton: C30/37  
 Čelik: B500B  
 Zaštitni sloj c=3,0 cm

Iskaz armature zida B500B (rebrasta)						
Ukupna duljina (m)						
Poz.	Ø	L (m)	kom	Ø8	Ø10	Ø14
1	14	3,90	16			62,40
2	10	1,44	116		167,04	
3	8	0,30	130	39,00		
4	8	0,72	65	46,80		
5	14	3,77	8			30,16
6	8	2,90	41	118,90		
7	8	1,12	153	171,36		
8	14	4,70	2			9,40
9	14	2,60	12			31,20
10	14	2,80	12			33,60
Ukupno (m)				376,06	167,04	166,76
Masa (kg/m)				0,405	0,634	1,242
UKUPNO-po profilu(kg)				152,30	105,90	207,12
SVEUKUPNO (kg)				465,32		

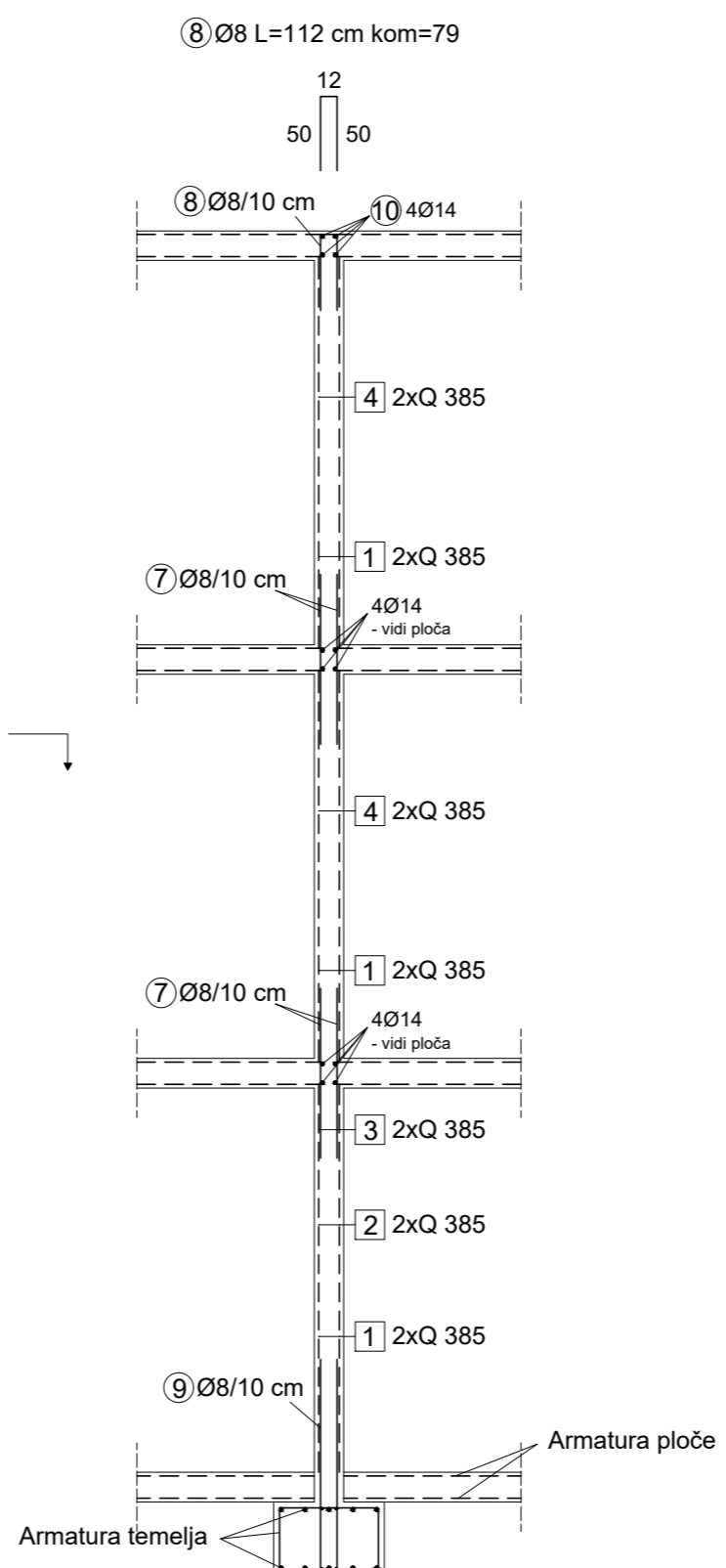
Iskaz armature zida B500B (Q-mreže)							
Poz.	Tip	L (m)	b (m)	P (m <sup>2</sup> )	kom	Masa (kg/m <sup>2</sup> )	Ukupno (kg)
1	385	3,30	1,45	4,79	4	6,10	116,88
2	385	1,00	2,20	2,20	1	6,10	13,42
3	385	1,35	2,20	2,97	3	6,10	54,35
4	385	3,75	1,45	5,44	2	6,10	66,37
UKUPNO (kg)							251,02

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB	Datum: rujan 2024.
DIPLOMSKI RAD	Mjerilo: 1:50
PLAN ARMATURE ZIDA S5	
Mentor: prof.dr.sc. Tomislav Kišiček	Student: Marko Čačić

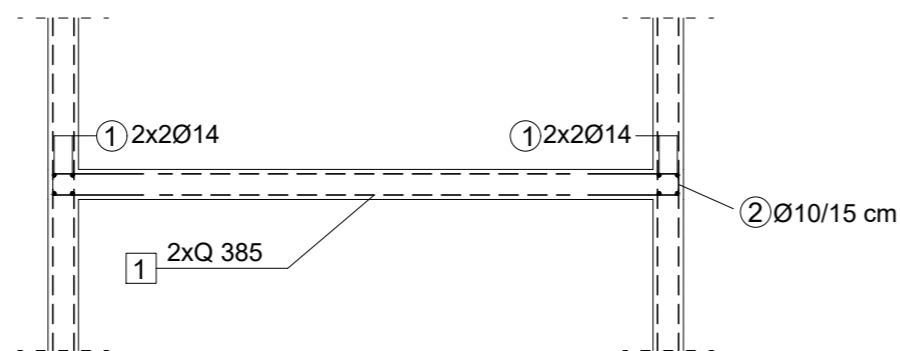
POGLED MJ 1:50



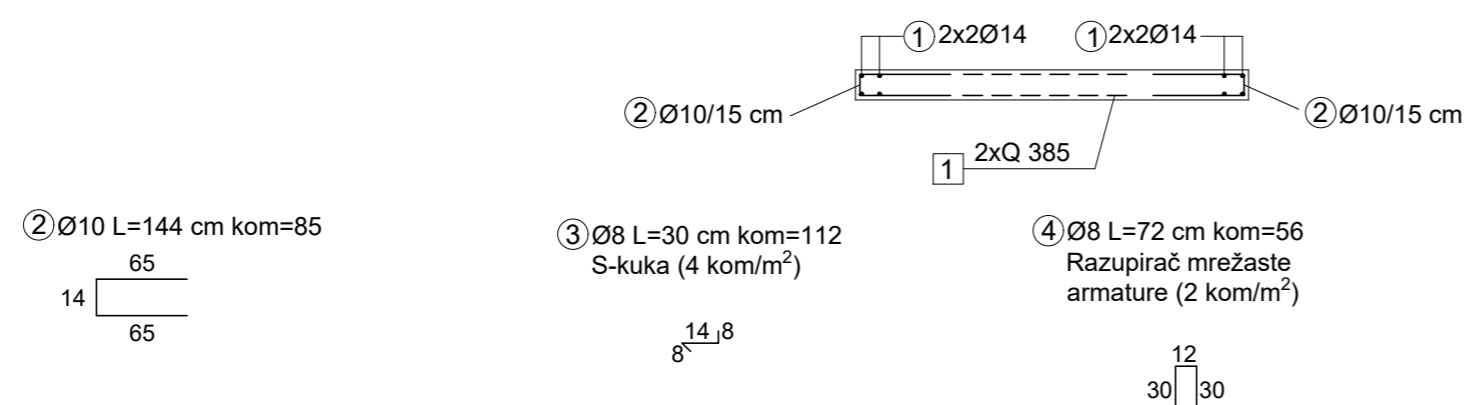
PRESJEK A-A MJ 1:50



PRESJEK B-B MJ 1:50



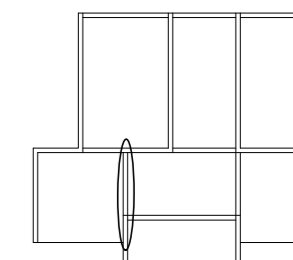
PRESJEK C-C MJ 1:50



PLAN ARMATURE ZIDA S6 MJ 1:50

Beton: C30/37  
Čelik: B500B  
Zaštitni sloj c=3,0 cm

POLOŽAJ ZIDA U TLOCRTU

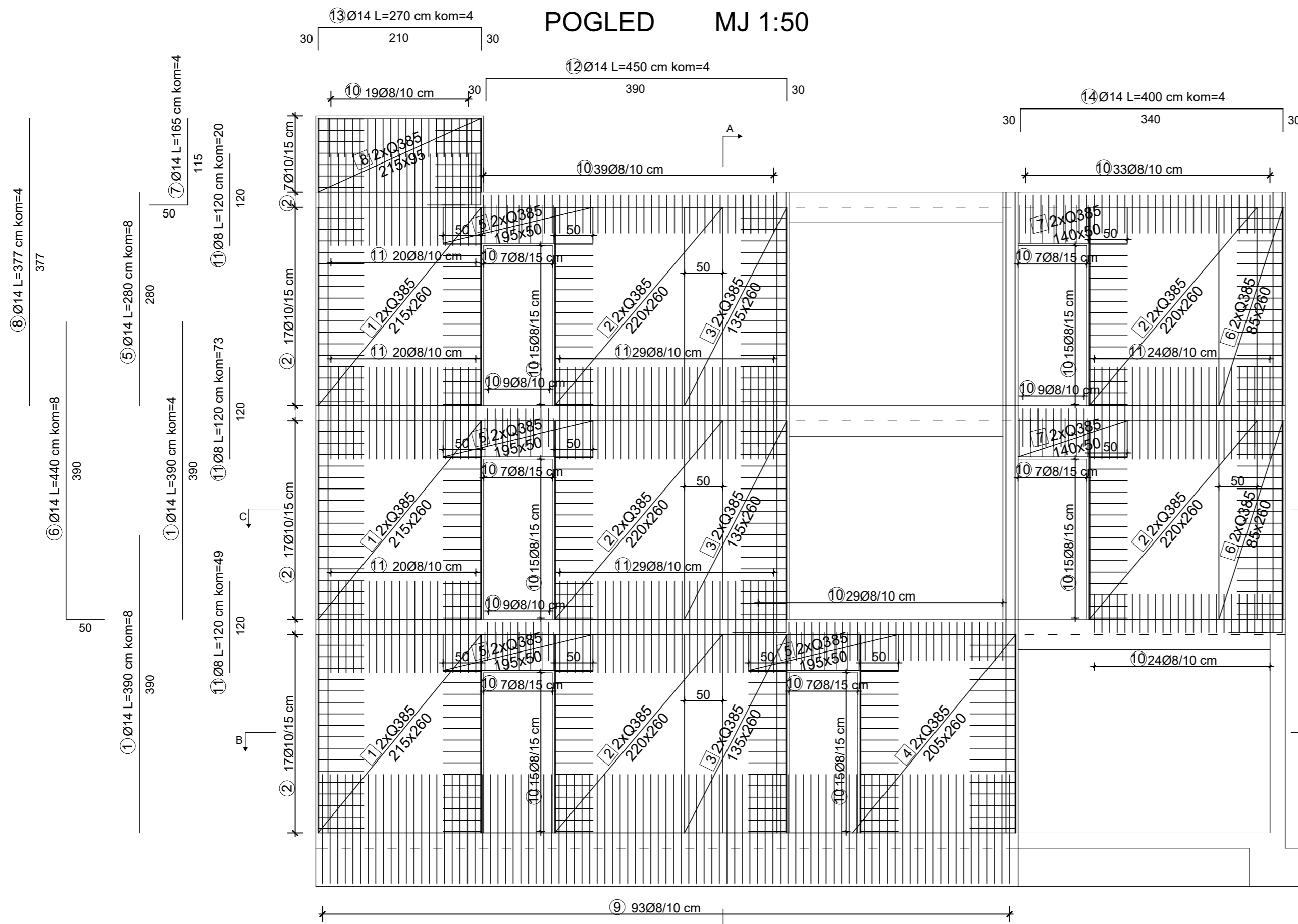


Iskaz armature zida B500B (rebrasta)					
Ukupna duljina (m)					
Poz.	Ø	L (m)	kom	Ø8	Ø14
1	14	3,90	8		31,20
2	10	1,44	85	122,40	
3	8	0,30	112	33,60	
4	8	0,72	56	40,32	
5	14	3,77	16		60,32
6	14	4,40	4		17,60
7	8	1,20	38	45,60	
8	8	1,12	79	88,48	
9	8	2,90	30	87,00	
10	14	3,10	4		12,40
Ukupno (m)				295,00	122,40
Masa (kg/m)				0,405	0,634
UKUPNO-po profilu(kg)				119,48	77,60
SVEUKUPNO (kg)					150,93
					348,01

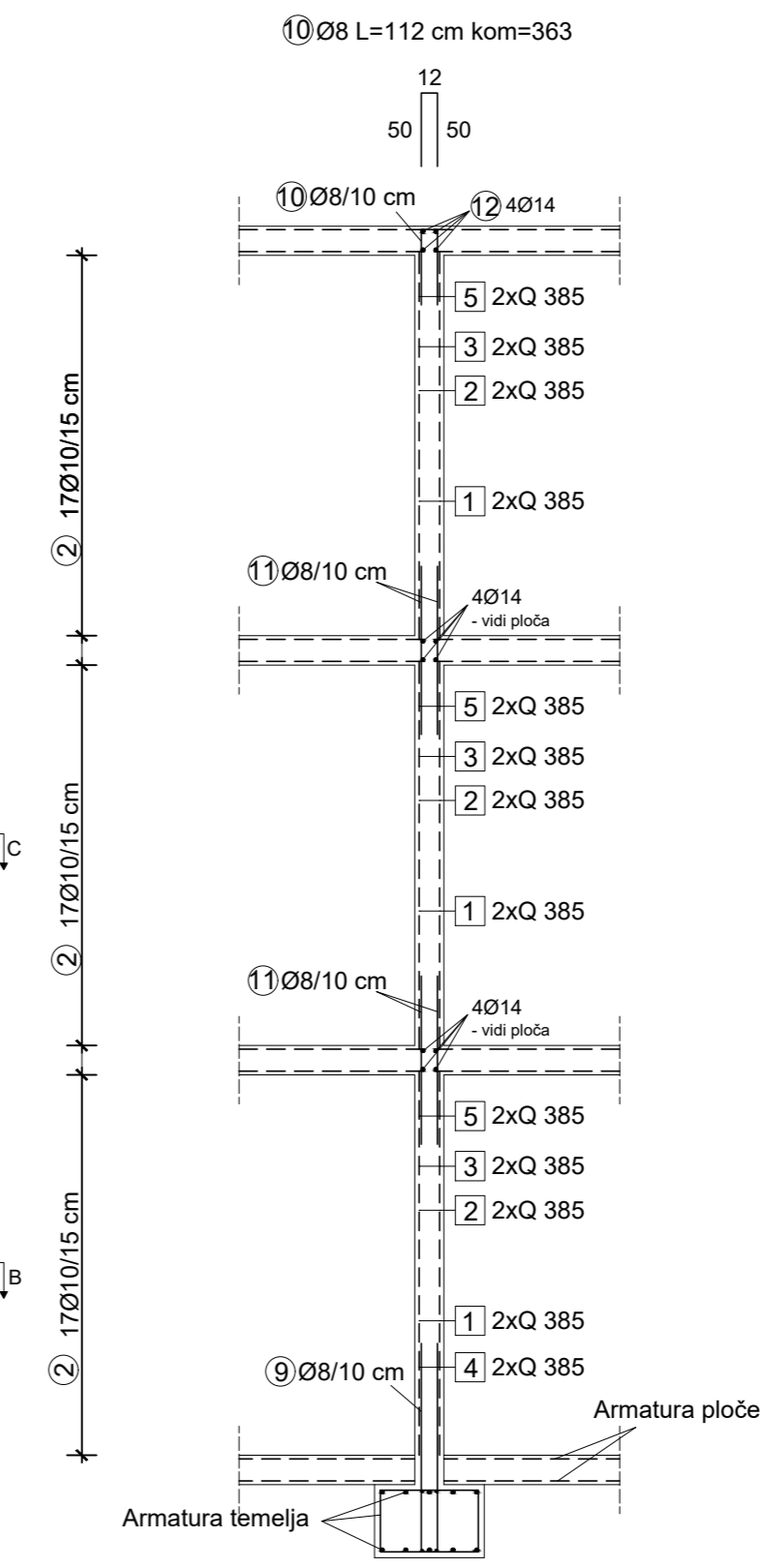
Iskaz armature zida B500B (Q-mreže)						
Poz.	Tip	L (m)	b (m)	P (m²)	kom	Masa (kg/m²)
1	385	2,60	2,20	5,72	3	6,10
2	385	2,60	1,35	3,51	1	6,10
3	385	0,50	1,40	0,70	2	6,10
4	385	2,60	0,85	2,21	2	6,10
UKUPNO (kg)						161,59

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB		Datum: rujan 2024.
DIPLOMSKI RAD		Mjerilo: 1:50
PLAN ARMATURE ZIDA S6		
Mentor: prof.dr.sc. Tomislav Kišiček	Student: Marko Čačić	

POGLED MJ 1:50



PRESJEK A-A MJ 1:50

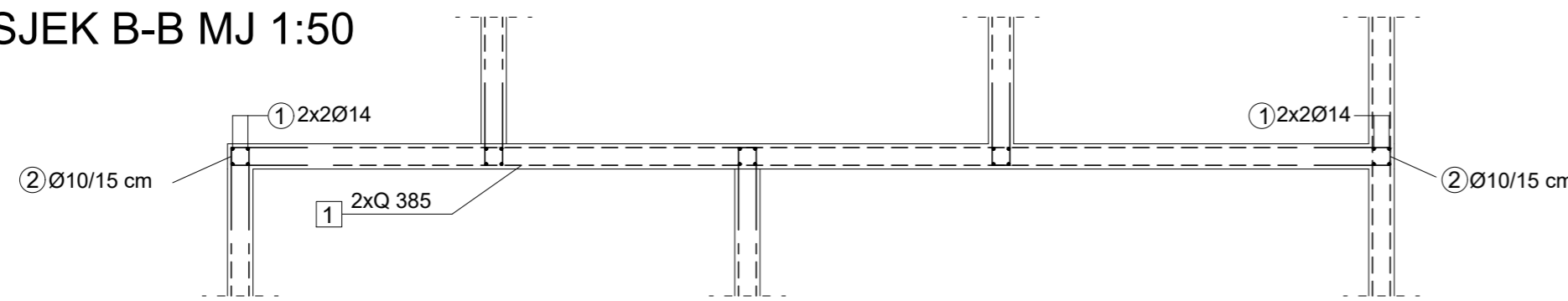


PLAN ARMATURE ZIDA S7 MJ 1:50

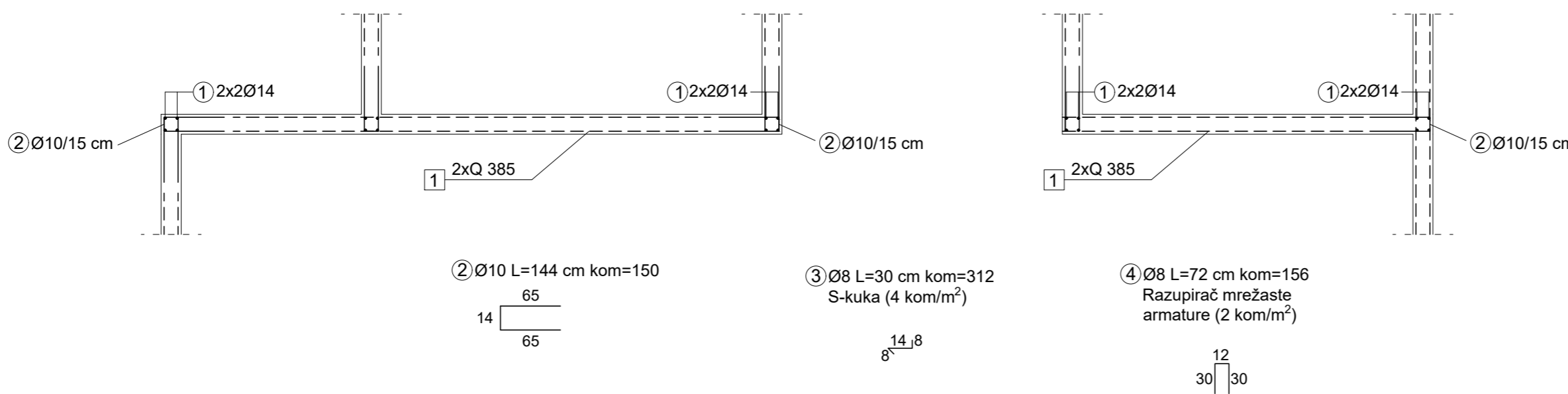
Beton: C30/37  
 Čelik: B500B  
 Zaštitni sloj c=3,0 cm

Iskaz armature zida B500B (rebrasta)						
Ukupna duljina (m)						
Poz.	Ø	L (m)	kom	Ø8	Ø10	Ø14
1	14	3,90	8			31,20
2	10	1,44	150		216,00	
3	8	0,30	312	93,60		
4	8	0,72	156	112,32		
5	14	2,80	8			22,40
6	14	4,40	8			35,20
7	14	1,65	4			6,60
8	14	3,77	4			15,08
9	8	2,90	93	269,70		13,40
10	8	1,12	363	406,56		
11	8	1,20	142	170,40		
12	14	4,50	4			18,00
13	14	2,70	4			10,80
14	14	4,00	4			16,00
Ukupno (m)			1052,58	216,00	168,68	
Masa (kg/m)			0,405	0,634	1,242	
UKUPNO-po profilu(kg)			426,29	136,94	209,51	
SVEUKUPNO (kg)					772,74	

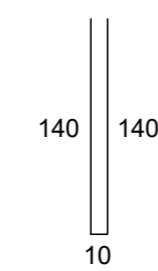
PRESJEK B-B MJ 1:50



PRESJEK C-C MJ 1:50

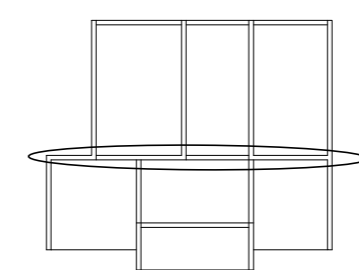


Ø8 L=290 cm kom=93



Iskaz armature zida B500B (Q-mreže)							
Poz.	Tip	L (m)	b (m)	P (m <sup>2</sup> )	kom	Masa (kg/m <sup>2</sup> )	Ukupno (kg)
1	385	2,60	2,15	5,59	3	6,10	102,30
2	385	2,60	2,20	5,72	5	6,10	174,46
3	385	2,60	1,35	3,51	3	6,10	64,23
4	385	2,60	2,05	5,33	1	6,10	32,51
5	385	0,50	1,95	0,98	3	6,10	17,93
6	385	2,60	0,85	2,21	2	6,10	26,96
7	385	0,50	1,40	0,70	2	6,10	8,54
8	385	0,95	2,15	2,04	1	6,10	12,44
UKUPNO (kg)							439,37

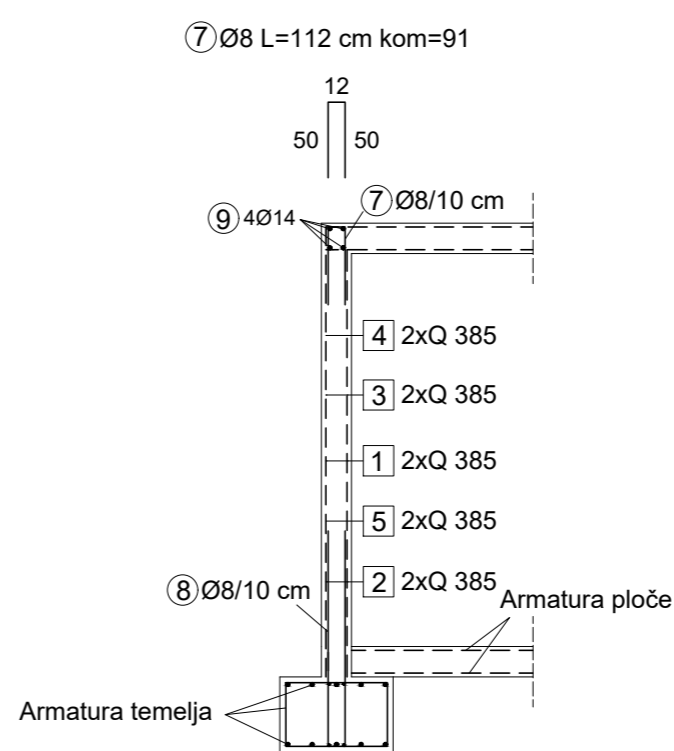
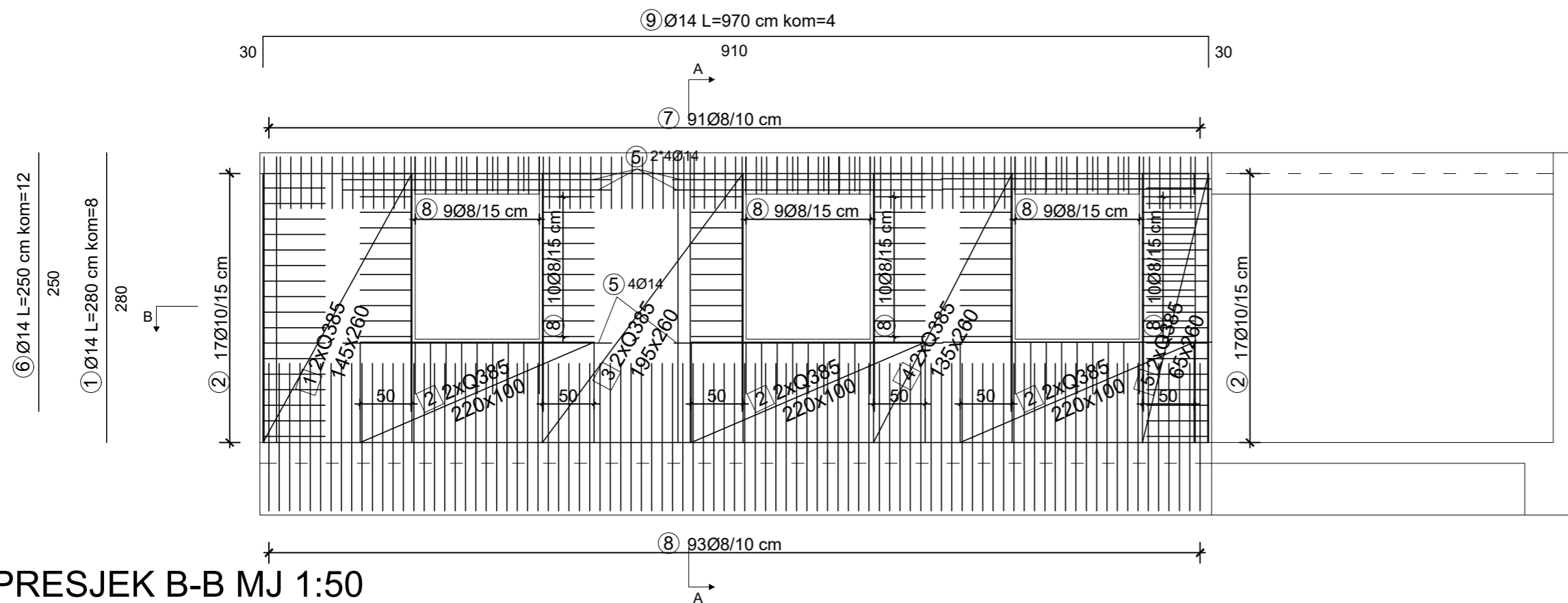
POLOŽAJ ZIDA U TLOCRTU



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB		Datum: rujan 2024.
DIPLOMSKI RAD		Mjerilo: 1:50
PLAN ARMATURE ZIDA S7		
Mentor: prof.dr.sc. Tomislav Kišiček	Student: Marko Čačić	

POGLED MJ 1:50

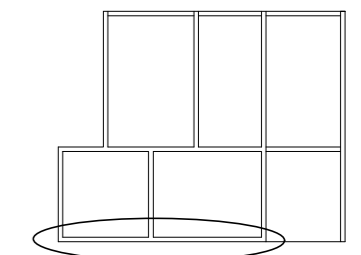
PRESJEK A-A MJ 1:50



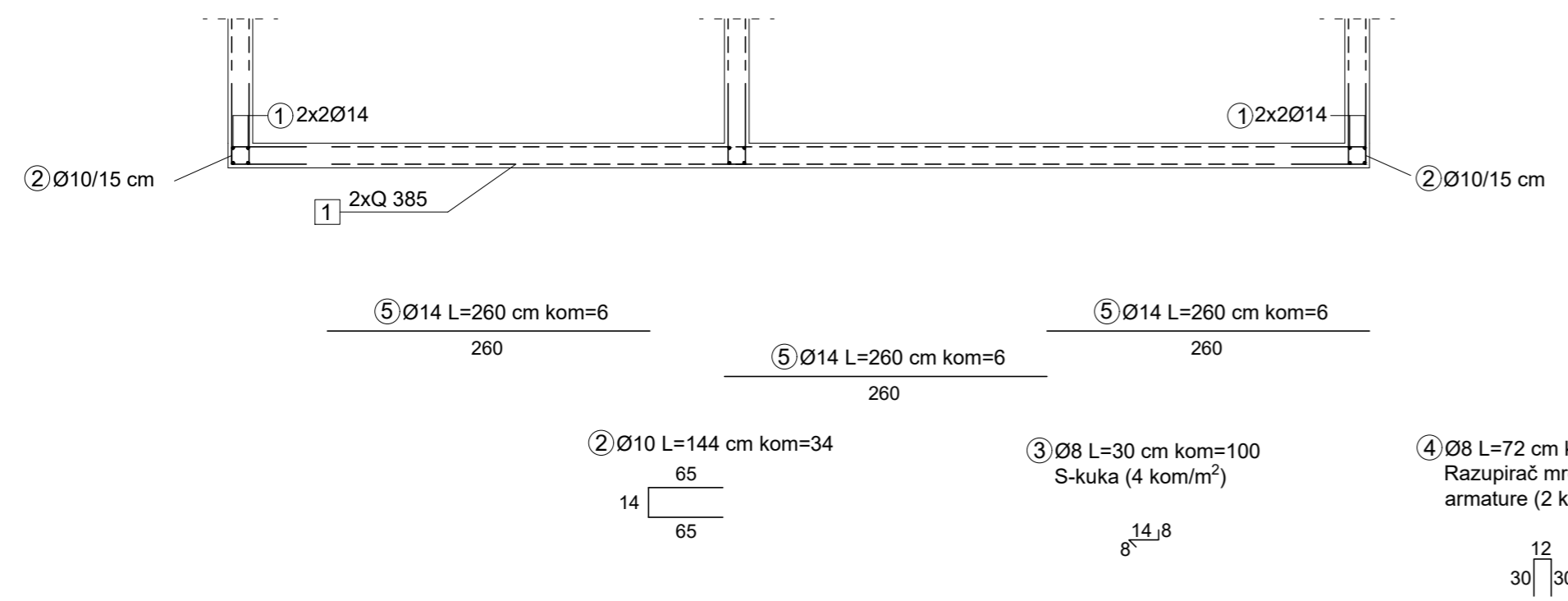
PLAN ARMATURE ZIDA S8 MJ 1:50

Beton: C30/37  
 Čelik: B500B  
 Zaštitni sloj c=3,0 cm

POLOŽAJ ZIDA U TLOCRTU



PRESJEK B-B MJ 1:50



Iskaz armature zida B500B (rebrasta)						
Ukupna duljina (m)						
Poz.	Ø	L (m)	kom	Ø8	Ø10	Ø14
1	14	3,90	8			31,20
2	10	1,44	34		48,96	
3	8	0,30	100	30,00		
4	8	0,72	50	36,00		
5	14	2,60	18			46,80
6	14	2,50	12			30,00
7	8	1,12	91	101,92		
8	8	2,90	93	269,70		
9	14	9,70	4			38,80
Ukupno (m)				437,62	48,96	146,80
Masa (kg/m)				0,405	0,634	1,242
UKUPNO-po profilu(kg)				177,24	31,04	182,33
SVEUKUPNO (kg)				390,61		

Iskaz armature zida B500B (Q-mreže)							
Poz.	Tip	L (m)	b (m)	P (m <sup>2</sup> )	kom	Masa (kg/m <sup>2</sup> )	Ukupno (kg)
1	385	2,60	1,45	3,77	3	6,10	68,99
2	385	1,00	2,20	2,20	3	6,10	40,26
3	385	2,60	1,95	5,07	1	6,10	30,93
4	385	2,60	1,35	3,51	1	6,10	21,41
5	385	2,60	0,65	1,69	1	6,10	10,31
UKUPNO (kg)							171,90

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB		Datum: rujan 2024.	
DIPLOMSKI RAD		Mjerilo: 1:50	
PLAN ARMATURE ZIDA S8			
Mentor: prof.dr.sc. Tomislav Kišiček		Student: Marko Čačić	