

Proračun armiranobetonske obiteljske kuće

Stadnik, Elena

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:237:177256>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-25**

Repository / Repozitorij:

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





Sveučilište u Zagrebu

GRAĐEVINSKI FAKULTET

Elena Stadnik

**PRORAČUN ARMIRANOBETONSKE
OBITELJSKE KUĆE**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2024.



Sveučilište u Zagrebu

GRAĐEVINSKI FAKULTET

Elena Stadnik

**PRORAČUN ARMIRANOBETONSKE
OBITELJSKE KUĆE**

DIPLOMSKI RAD

Mentor: prof.dr.sc. Tomislav Kišiček

Komentor: dr.sc.tech. Tvrtko Renić

Zagreb, 2024.



University of Zagreb

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

Elena Stadnik

**DESIGN OF REINFORCED CONCRETE
FAMILY HOUSE**

MASTER THESIS

Supervisor: prof.dr.sc. Tomislav Kišiček

Supervisor assistant: dr.sc.tech. Tvrtko
Renić

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:



OBRAZAC 5

IZJAVA O IZVORNOSTI RADA

Ja :

Elena Stadnik, 0082062597

(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 obiteljske kuće

(Naslov teme diplomskog rada na hrvatskom jeziku)

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

Datum:

26.06.2024.

Potpis:

Elena Stadnik



OBRAZAC 6

IZJAVA O ODOBRENJU ZA POHRANU I OBJAVU PISANOG DIJELA DIPLOMSKOG RADA

Ja :

Elena Stadnik, 68396857973

(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 obiteljske kuće

(Naslov teme diplomskog rada na hrvatskom jeziku)

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

Tomislava Kišičeka

(Ime i prezime mentora)

i obranjen dana:

04.07.2024.

(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:

26.06.2024.

Potpis:

Elena Stadnik

ZAHVALE

Veliko hvala mentoru prof.dr.sc. Tomislavu Kišičeku i komentoru dr.sc.tech. Tvrtku Reniću na svojoj pomoći prilikom pisanja diplomskog rada.

Najveće hvala mojoj majci, sestri, bratu, teti Jadranki i baki, kao i ostatku obitelji, dečku i prijateljima na svojoj podršci tijekom studiranja.

Ovaj rad kao i cjelokupno studiranje posvećujem osobi koja je bila najsretnija što sam upisala građevinski fakultet jer je i sama bila dio građevinske struke, a ta osoba je moj najdraži djed Mato.

SAŽETAK

Tema diplomskog rada je proračun armiranobetonske obiteljske kuće s lokacijom u naselju Šišan koje se nalazi u Istarskoj županiji. Građevina je stambene namjene, a sastoji se od prizemlja i prvog kata. 3D model AB konstrukcije izrađen je u programskom paketu „SCIA Engineer“ u kojem su dobiveni rezultati za dimenzioniranje ploča i greda te je obavljen „ručni“ proračun prema važećim normama. Napravljeni su i zasebni 2D modeli svih zidova u istom programskom paketu u kojem su dobivene unutranje sile te se proračun proveo prema štapnom modelu, tj „Strut and tie model“. Također provedeno je ručno dimenzioniranje i proračun stubišta čiji je statički sustav prosta greda. Za sve navedene elemente napravljeni su nacrti armature.

Ključne riječi: proračun; armiranobetonska konstrukcija; štapni model; ploča; zid; greda; stubište.

SUMMARY

The topic of the thesis is the structural analysis of a reinforced concrete family house located in the village of Šišan, which is located in the Istra. The building is for residential use, and consists of a ground floor and a first floor. The 3D model of the AB structure was created in the "SCIA Engineer" program package, in which the results for the dimensioning of slabs and beams were obtained, and "manual" calculation was performed according to valid standards. Separate 2D models of all the walls were made in the same software package, in which the internal forces were obtained, and the calculation was carried out according to the strut and tie model. Manual dimensioning and calculation of the staircase, whose static system is a simple beam, was also carried out. Reinforcement drawings were made for all the mentioned elements.

Key words: structural analysis; reinforced concrete building; strut and tie model; slab; wall; beam; staircase.

SADRŽAJ

ZAHVALE	i
SAŽETAK	ii
SUMMARY	iii
SADRŽAJ	iv
1. UVOD	1
2. TEHNIČKI OPIS	2
2.1. Osnovni podaci o građevini	2
2.2. Konstrukcijske pojedinosti	2
2.3. Materijali	2
3. PRORAČUN STUBIŠTA	3
3.1. Proračun kraka stubišta	3
3.2. Analiza opterećenja	4
3.3. Statički proračun	5
3.3.1. Karakteristične vrijednosti momenata savijanja i poprečnih sila	5
3.3.2. Proračunske vrijednosti momenta savijanja i poprečne sile	6
3.4. Dimenzioniranje uzdužne armature	6
3.5. Dimenzioniranje poprečne armature	8
4. STATIČKI PRORAČUN PLOČA	9
4.1. Analiza opterećenja	9
4.2. Statički proračun	12
4.3. Dimenzioniranje armature	27
4.3.1. Pozicija 101 - polje	28
4.3.2. Pozicija 201 - polje	30
4.3.3. Pozicija 202 - polje	32
4.3.4. Pozicija 203 - polje	34
4.3.5. Pozicija 204 - polje	36
4.3.6. Pozicija 101a-101c - oslonac (nad gredom)	38
4.3.7. Pozicija 101a - oslonac	39
4.3.8. Pozicija 101b - oslonac	40
4.3.9. Pozicija 101c - oslonac	41
4.3.10. Pozicija 101d - oslonac	42
4.3.11. Pozicija 201b - oslonac	43
4.3.12. Pozicija 202-203 - oslonac	44
4.3.13. Pozicija 202b - oslonac	45
4.3.14. Pozicija 203b - oslonac	46
4.3.15. Pozicija 202d - oslonac	47
4.3.16. Pozicija 203d - oslonac	48

4.3.17. Pozicija 204d - oslonac	49
5. PRORAČUN GREDE POZICIJE 101E NA GSN I GSU.....	50
5.1. Karakteristične vrijednosti momenata savijanja i poprečnih sila.....	51
5.2. Proračunske vrijednosti momenata savijanja i poprečne sile(reakcije)	53
5.3. Dimenzioniranje.....	54
5.3.1. Dimenzioniranje uzdužne armature.....	55
5.3.2. Dimenzioniranje poprečne armature.....	57
5.4. Proračun pukotina i progiba grede.....	60
5.4.1. Proračun karakteristika materijala i poprečnog presjeka	60
5.4.2. Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka ua $t=0$	62
5.4.3. Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za $t=\infty$	64
5.4.4. Momenti savijanja i naprezanja u presjeku na sredini raspona grede (na mjestu maksimalnog momenta savijanja)	66
5.5. Minimalna ploština armature za ograničavanje širine pukotina.....	67
5.6. Proračun progiba grede.....	68
5.7. Proračun progiba grede za kratkotrajno djelovanje ($t=0$)	69
5.8. Proračun progiba grede za dugotrajno djelovanje ($t=\infty$)	70
6. PRORAČUN AB ZIDOVA.....	72
6.1. Štapni model (engl. „Strut and tie model“).....	72
6.2. Sheme opterećenja zidova.....	72
6.3. Nazivi štapova.....	76
6.4. Unutarnje sile u zidovima.....	79
6.5. Proračun armature zidova prema štapnom modelu (engl. „strut and tie model“)	82
7. ZAKLJUČAK.....	92
POPIS LITERATURE.....	93
POPIS SLIKA.....	94
POPIS TABLICA.....	96
PRILOZI.....	97

1. UVOD

U ovom diplomskom radu proveden je postupak dimenzioniranja armiranobetonske obiteljske kuće. Građevina se sastoji od prizemlja i prvog kata, a namijenjena je za stanovanje te je lokacija izgradnje u Istri u naselju Šišan blizu Pule. Građevina će se koristiti i u turističke svrhe te je u tom pogledu bila potreba za atraktivnijim izgledom, a to je postignuto time što se zidovi prvog kata okomito oslanjaju na zidove prizemlja i time dobiva konzola od 6,9 m. Proračun i dimenzioniranje ploče i grede proveden je „ručno“, a rezultati su dobiveni iz 3D modela konstrukcije koji je napravljen u programskom paketu „Scia Engineer“. Isti program koristio se za zasebne 2D modele svih zidova iz kojeg su dobivene unutarnje sile potrebne za provođenje proračuna zidova prema štapnom modelu ,tj. „Strut and tie model“ koji je detaljnije opisan kasnije u radu. Statički sustav stubišta je prosta greda te se proračun i dimenzioniranje istog radi jednostavnosti proveo „ručno“. Dakle u radu su izdimezionirani svi elementi kuće te su na kraju piloženi armaturni nacrti.

2. TEHNIČKI OPIS

2.1. Osnovni podaci o građevini

Izrađen je statički proračun te dimenzioniranje nosivih elemenata armiranobetonske kuće koja je locirana u Šišanu. Kuća se sastoji od prizemlja i prvog kata pravokutnog oblika, ali se gornji kat oslanja okomito s obzirom na donji. Tlocrtne dimenzije prizemlja su 6,20 m x 12,15 m, a prvog kata 14,80 m x 6,40 m te je ukupna visina građevine 6,72 m. Krov je izveden kao zeleni prohodan ravni krov sa odgovarajućim nagibom potrebnim za odvodnju.

2.2. Konstrukcijske pojedinosti

Armiranobetonska kuća se temelji na temeljnoj ploči. Vertikalna nosiva konstrukcija su armiranobetonski zidovi debljine 20 cm. Ploče međukatne konstrukcije kao i ploče krovova izvedene su monolitno te su također debljine 20 cm. Vertikalna povezanost prizemlja i prvog kata postignuta je AB stubištem koje se sastoji od dva kraka i AB međupodesta debljine 20 cm. Dimenzije grede koja se nalazi u krovnoj ploči prvog kata su 30 x 50 cm. Krov je izveden kao zeleni krov. Razred betona svih nosivih elemenata je C 30/37, a odabrana armatura je B500B.

2.3. Materijali

Za sve betonske radove korišten je beton razreda C30/37, prema "Tehničkim propisima za građevinske konstrukcije". Za sve elemente korištena armatura je B500B u obliku šipki ili mreža.

Beton: C30/37

$$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ N/mm}^2$$

$$E_c = 33\,000 \text{ N/mm}^2$$

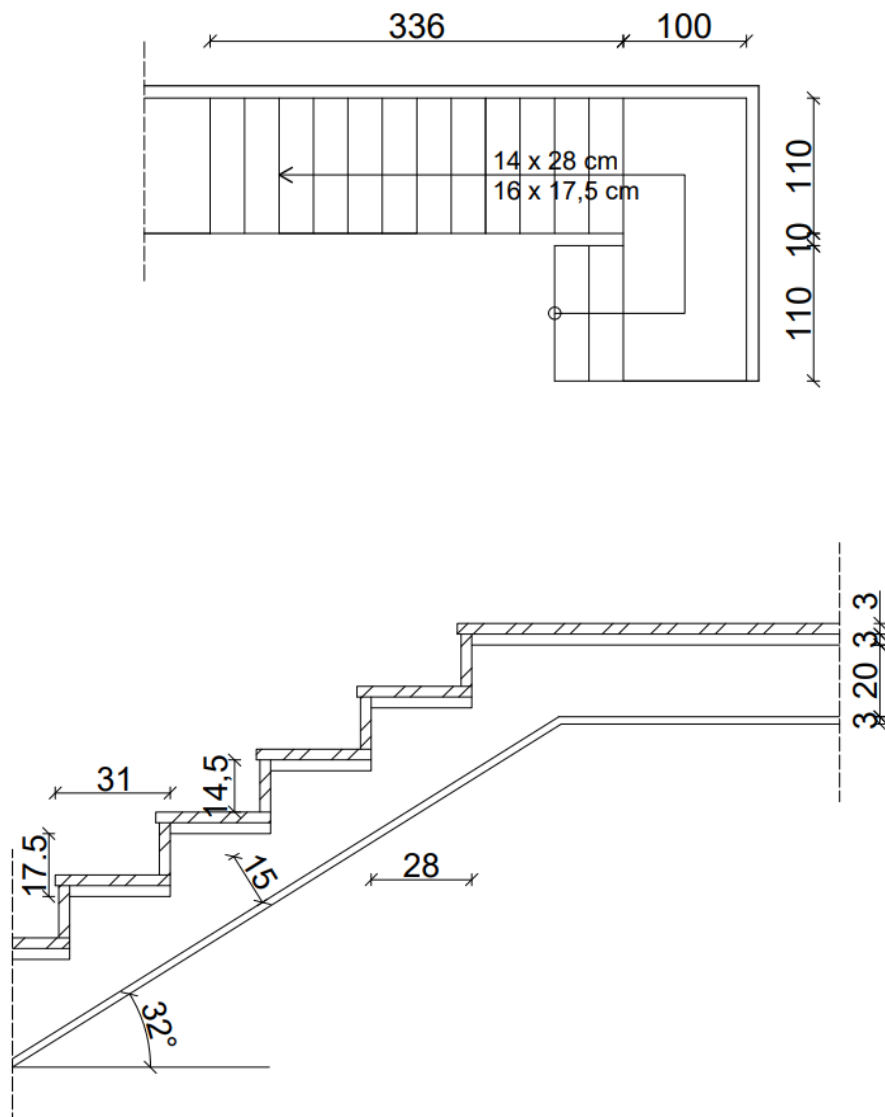
Armatura: B500B

$$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$$

$$E_s = 200\,000 \text{ N/mm}^2$$

3. PRORAČUN STUBIŠTA

3.1. Proračun kraka stubišta



Slika 1.: Tlocrt i poprečni presjek stubišnog kraka i podesta

3.2. Analiza opterećenja

Stalno opterećenje:

Tablica 1.: Prikaz stalnog opterećenja kraka stubišta

Sloj:	
Parquet na nagaznoj površini	$d_p \cdot \frac{a_n}{a} \cdot \gamma_P = 0,03 \cdot \frac{0,31}{0,28} \cdot 6,5 = 0,22 \text{ kN/m}^2$
Parquet vertikalne gazišta	$d_p \cdot \frac{b_v}{a} \cdot \gamma_P = 0,02 \cdot \frac{0,145}{0,28} \cdot 6,5 = 0,07 \text{ kN/m}^2$
Estrih na nagaznoj površini stube	$d_M \cdot \gamma_M = 0,03 \cdot 21 = 0,63 \text{ kN/m}^2$
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	$\frac{h \cdot \gamma}{\cos \alpha} = \frac{0,15 \cdot 25}{\cos 32^\circ} = 4,42 \text{ kN/m}^2$
Žbuka - pogled	$\frac{d \cdot \gamma_M}{\cos \alpha} = \frac{0,02 \cdot 18}{\cos 32^\circ} = 0,43 \text{ kN/m}^2$
Ukupno stalno:	8,22 kN/m²

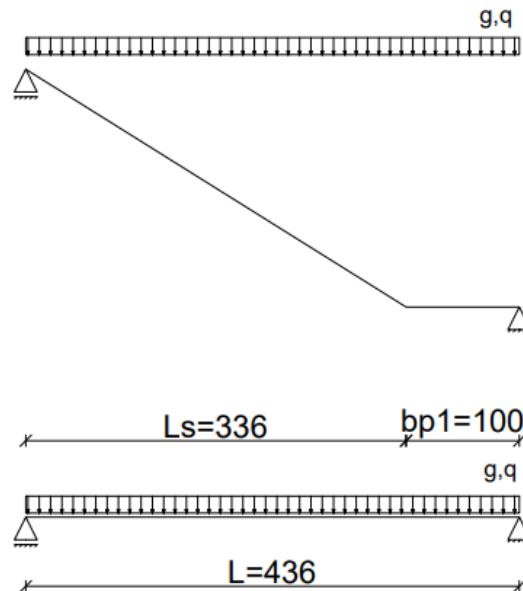
Korisno opterećenje:

Uporabno opterećenje za stubišta: 3,00 kN/m²

Ukupno korisno: $q_k = 3,00 \text{ kN/m}^2$

3.3. Statički proračun

3.3.1. Karakteristične vrijednosti momenata savijanja i poprečnih sila



Slika 2.: Prikaz statičkog opterećenja stubišta

Karakteristične vrijednosti reakcija i poprečnih sila nad ležajem A:

$$R_k^g = V_k^g = \frac{g_k \cdot L}{2} = \frac{8,22 \cdot 4,36}{2} = 17,92 \text{ kN/m}$$

$$R_k^q = V_k^q = \frac{q_k \cdot L}{2} = \frac{3,0 \cdot 4,36}{2} = 6,54 \text{ kN/m}$$

Karakteristične vrijednosti momenata savijanja u polju:

$$M_k^g = \frac{g_k \cdot L^2}{8} = \frac{8,22 \cdot 4,36^2}{8} = 19,53 \text{ kNm/m}$$

$$M_k^q = \frac{q_k \cdot L^2}{8} = \frac{3,0 \cdot 4,36^2}{8} = 7,13 \text{ kNm/m}$$

3.3.2. Proračunske vrijednosti momenta savijanja i poprečne sile

Proračunska poprečna sila nad ležajem A:

$$V_{Ed} = 1,35 \cdot V_k^g + 1,5 \cdot V_k^q = 1,35 \cdot 17,92 + 1,5 \cdot 6,54 = 34,00 \text{ kN/m}$$

Proračunski moment savijanja u polju:

$$M_{Ed} = 1,35 \cdot M_k^g + 1,5 \cdot M_k^q = 1,35 \cdot 19,53 + 1,5 \cdot 7,13 = 37,06 \text{ kN/m}$$

3.4. Dimenzioniranje uzdužne armature

Materijali:

Beton: C30/37

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

f_{cd} - proračunska čvrstoća betona

α_{cc} - koeficijent dugotrajnih učinaka na 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

α_{cc} - koeficijent dugotrajnih učinaka na čvrstoću

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

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

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

Udaljenost do težišta armature: $d_1 = c + \frac{\emptyset}{2} = 2,0 + \frac{1,0}{2} = 2,5 \text{ cm}$

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

Glavna armatura:

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3706}{100 \cdot 12,5^2 \cdot 2,0} = 0,119 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,120$ očitano:

$$\varepsilon_c = -3,5 \text{ ‰} \quad \xi = 0,159$$

$$\varepsilon_{s1} = 18,5 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,934$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3706}{0,934 \cdot 12,5 \cdot 43,478} = 7,30 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Razdjelna armatura:

$$A_{s1,raz} = 0,2 \cdot A_{s1,prov} = 0,2 \cdot 7,00 = 3,50 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Minimalna armatura za polje:

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

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

Maksimalna armatura za polje:

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

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

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

Odabrana armatura veća je od zahtijevane i nalazi se u području između minimalne i maksimalne armature:

$$A_{s1,min} < A_{s1,prov} < A_{s1,max}$$

ODABRANO: $\emptyset 12/15 \text{ cm}$ ($A_{s1,prov} = 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$) $> A_{s1,req} = 7,34 \text{ cm}^2/\text{m}$

Razdjelna armatura:

ODABRANO: $\emptyset 10/20 \text{ cm}$ ($A_{s1,raz,prov} = 3,93 \text{ cm}^2/\text{m}$) $> A_{s1,raz,req} = 3,5 \text{ cm}^2/\text{m}$

Proračunatom armaturom za polje armirat će se i područje spoja podesta i kraka stubišta.

3.5. Dimenzioniranje poprečne armature

- nosivost elementa na poprečne sile bez poprečne armature:

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

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

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{125}} = 2,26 > 2,00 \rightarrow k = 2,00$$

$$A_{s1,prov} = 7,54 \text{ cm}^2$$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b \cdot d} = \frac{7,54}{100 \cdot 12,5} = 0,006 < 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0$$

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

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

$$V_{Rd,c} = [0,12 \cdot 2,00 \cdot (100 \cdot 0,006 \cdot 30)^{1/3} + 0,15 \cdot 0] \cdot 1000 \cdot 125 = 78622,24 \text{ N}$$

$$V_{Rd,c} = 78,62 \text{ kN}$$

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

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

$$V_{Rd,c,\min} = (v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b \cdot d = (0,542 + 0) \cdot 1000 \cdot 125$$

$$V_{Rd,c,\min} = 67750 \text{ N} = 67,75 \text{ kN}$$

provjera:

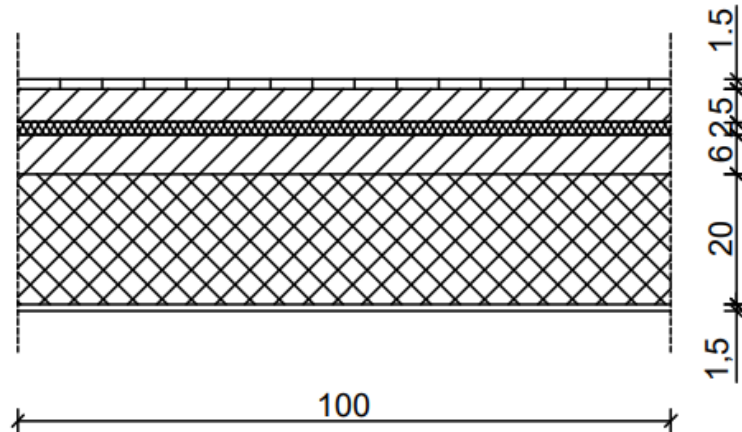
$$V_{Ed} = 34,00 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 78,62 \text{ kN}$$

Iz danog uvjeta vidljivo je da nije potrebno proračunati posmičnu armature

4. STATIČKI PRORAČUN PLOČA

4.1. Analiza opterećenja

Stambeni prostor:

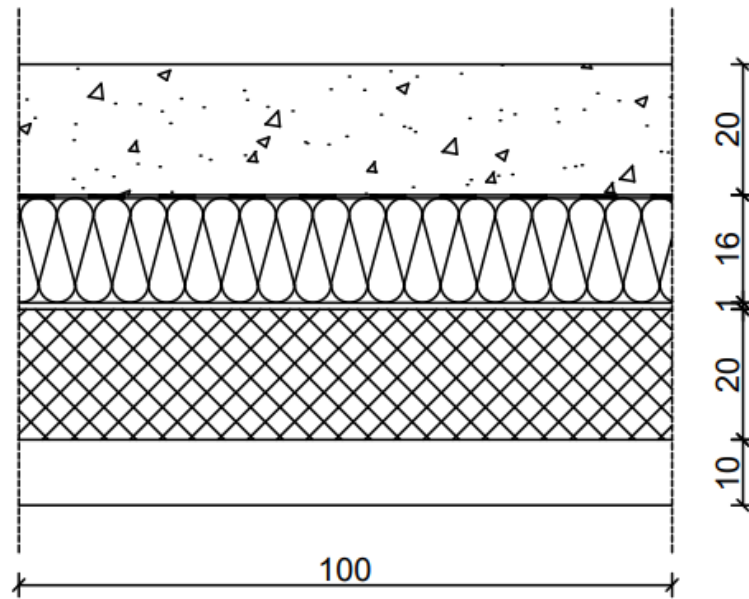


Slika 3.: Presjek AB ploče - stambeni proctor

Stalno opterećenje:

Keramičke pločice I ljepilo 1,5 cm	$(0,015 \cdot 23) = \dots\dots$	0,35 kN/m ²
Estrih 5 cm	$(0,05 \cdot 21) = \dots\dots\dots$	1,05 kN/m ²
Stiropor s utorom 2 cm	$(0,02 \cdot 4) = \dots\dots\dots$	0,08 kN/m ²
Estrih s utorom 6cm	$(0,06 \cdot 25) = \dots\dots\dots$	1,50 kN/m ²
AB ploča 20 cm	$(0,20 \cdot 25) = \dots\dots\dots$	5,00 kN/m ²
Završna žbuka 1,5cm	$(0,015 \cdot 18) = \dots\dots\dots$	0,27
		<u>kN/m²</u>
Ukupno stalno		$g_k = 8,25$ kN/m²

Zeleni krov:



Slika 4.: Presjek AB ploče - krov

Stalno opterećenje:

Supstrat 20 cm ($0,02 \cdot 20$)=.....	4 kN/m ²
Filtarski sloj, PES filc)=.....	0 kN/m ²
Hidroizolacija=.....	0,07 kN/m ²
Toplinska izolacija XPS 16cm ($0,16 \cdot 0,5$)=.....	0,08 kN/m ²
Parna brana.....	0,08 kN/m ²
AB ploča 20 cm ($0,20 \cdot 25$)=.....	5,00 kN/m ²
<u>Spušteni strop I stropno hlađenje</u> ($0,1 \cdot 18$)=.....	<u>1,8</u>
<u>kN/m²</u>	
Ukupno stalno	$g_k=10,96$ kN/m²

Opterećenje na zidove:

2 x gipskartonska ploča 2.5cm (0,025·9)=.....0,225 kN/m²

Mineralna vuna 10cm (0,1·0,7)=.....1,8 kN/m²

Ukupno stalno.....g_k=0,295 kN/m²

Opterećenje od stubišta:

$$R_k^g = V_k^g = \frac{g_k \cdot L_s \cdot \left(\frac{L_s}{2} + \frac{b_{p2}}{3}\right)}{L} = \frac{8,22 \cdot 3,36 \cdot \left(\frac{3,36}{2} + \frac{1}{3}\right)}{3,69} = 15,07 \text{ kN/m}$$

Korisno opterećenje:

Uporabno opterećenje za uobičajene stambene
prostorije.....2,00 kN/m²

Uporabno opterećenje stubišta:

$$R_k^q = V_k^q = \frac{q_k \cdot L_s \cdot \left(\frac{L_s}{2} + \frac{b_{p2}}{3}\right)}{L} = \frac{3,0 \cdot 3,36 \cdot \left(\frac{3,36}{2} + \frac{1}{3}\right)}{3,69} = 5,50 \text{ kN/}$$

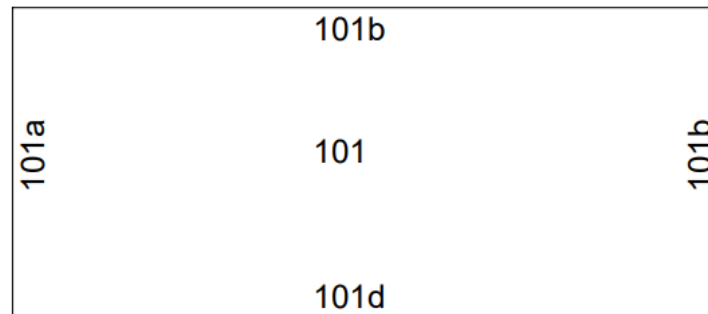
Opterećenje vjetrom:

W=2 kN/m²

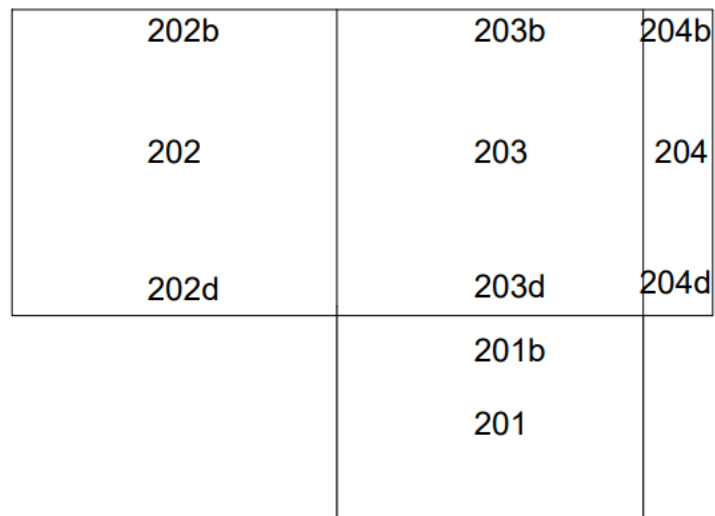
4.2. Statički proračun

Statički proračun za stalno i korisno opterećenje proveden je u računalnom programu „SCIA Engineer“.

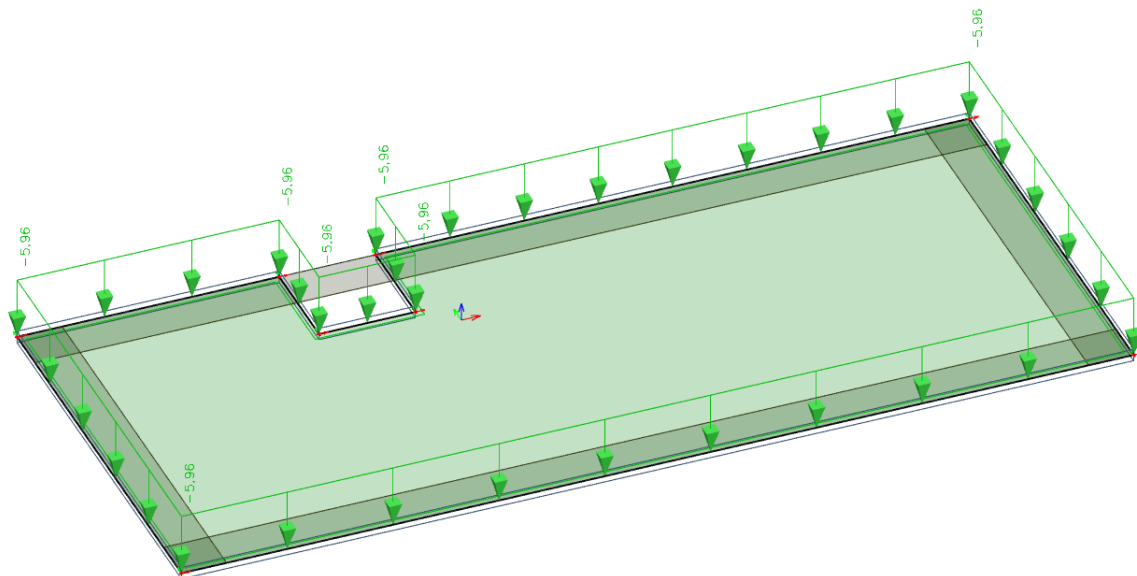
Učinci u ploči prikazani su tablično i dijagramima.



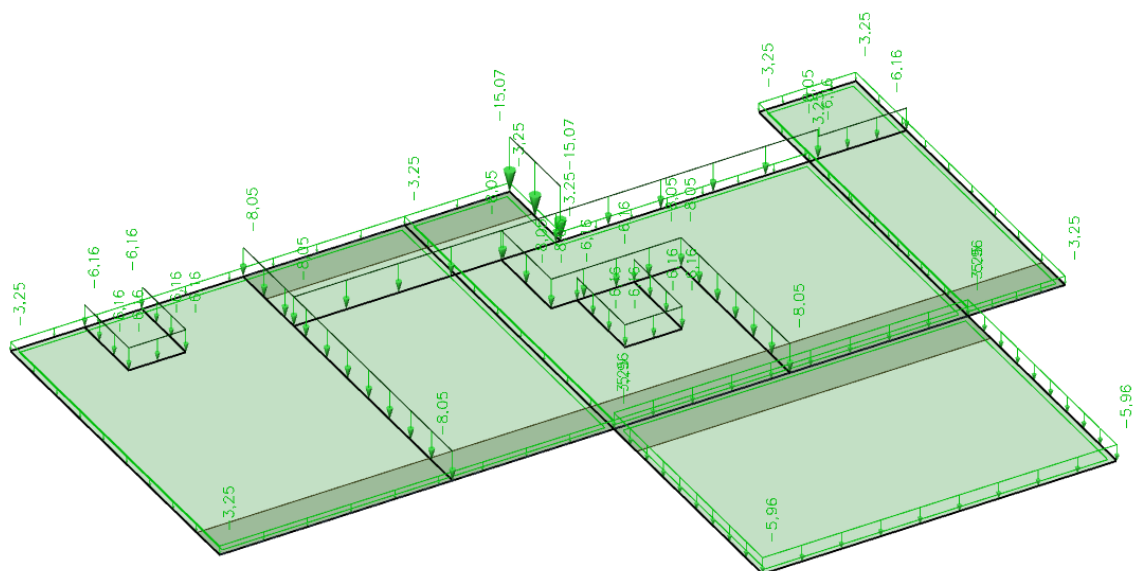
Slika 5.: Prikaz modela ploče POZ 100



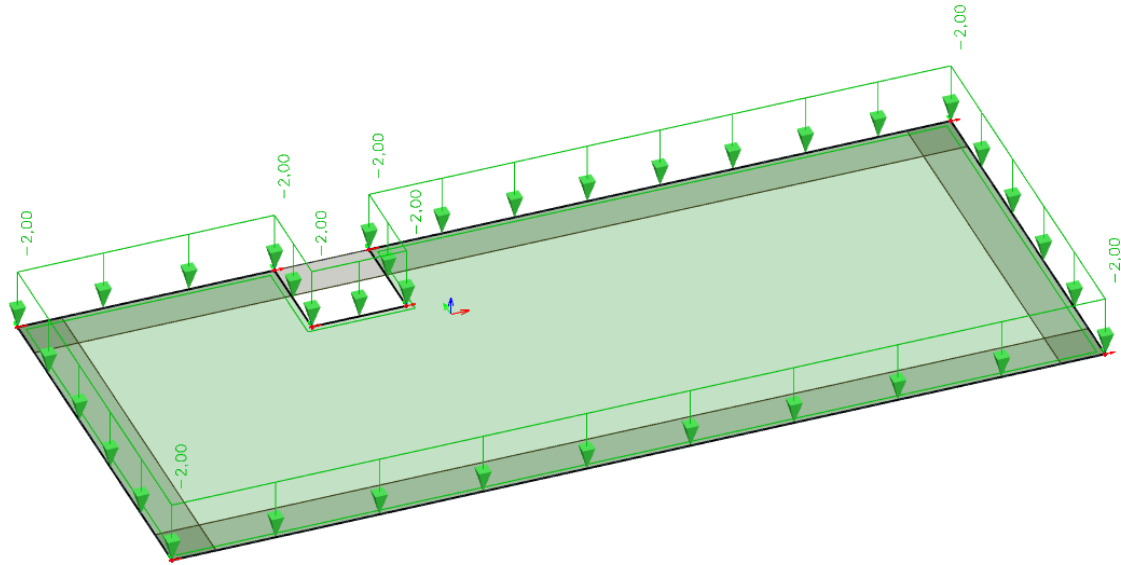
Slika 6.: Prikaz modela ploče POZ 200



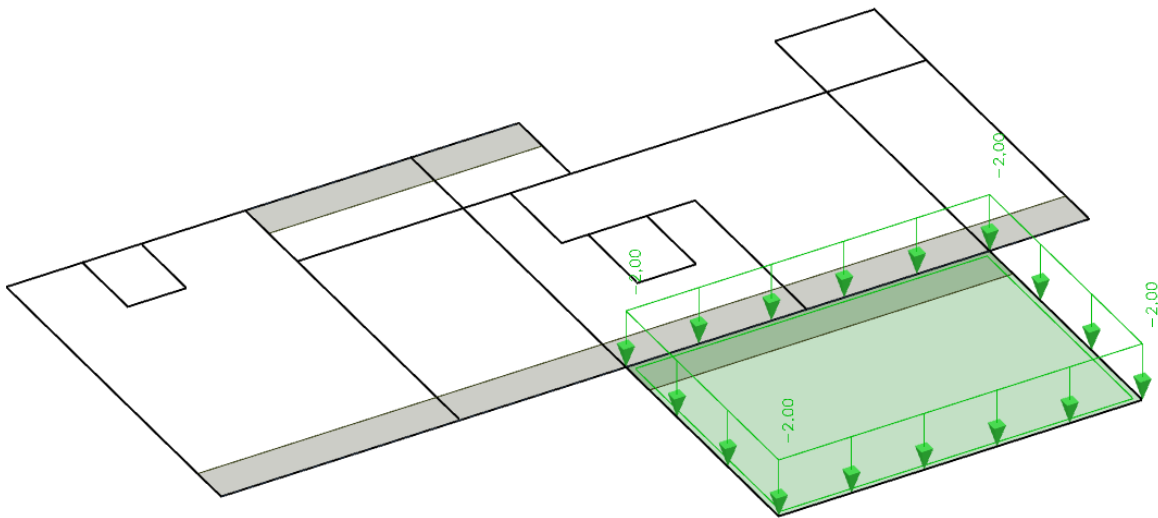
Slika 7.: Shema stalnog opterećenja POZ-101



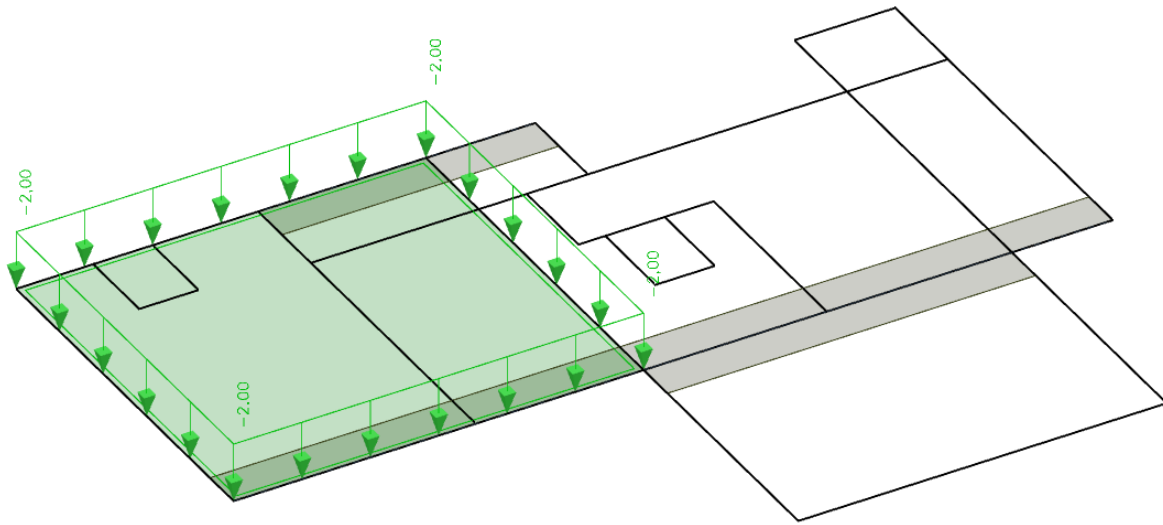
Slika 8.: Shema stalnog opterećenja POZ-201-202-203-204



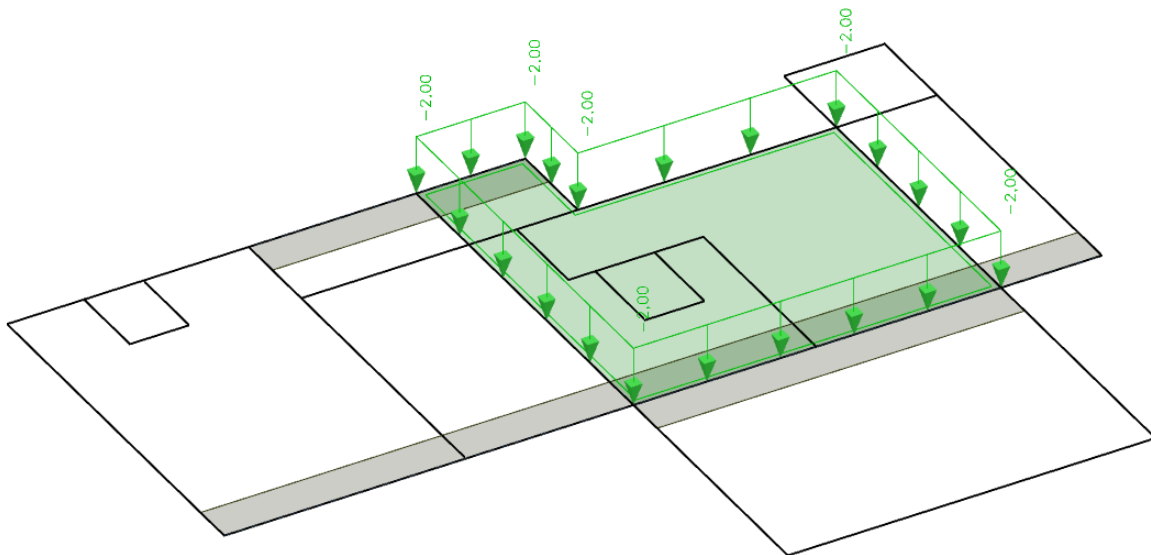
Slika 9.: Shema uporabnog opterećenja POZ-101



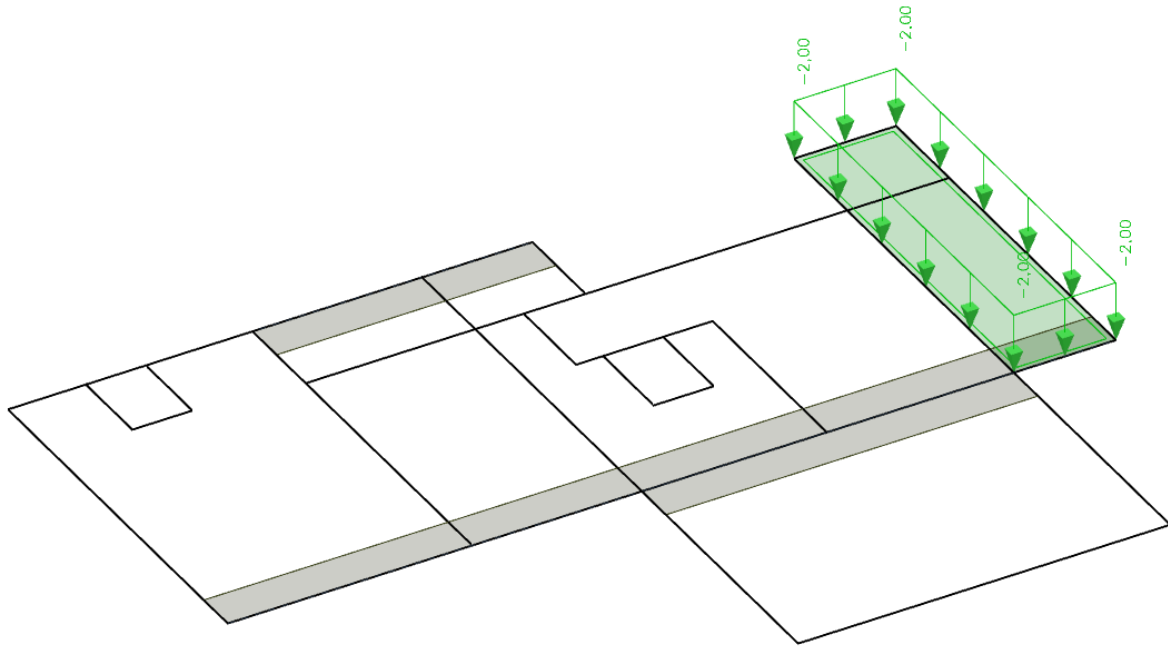
Slika 10.: Shema uporabnog opterećenja POZ-201



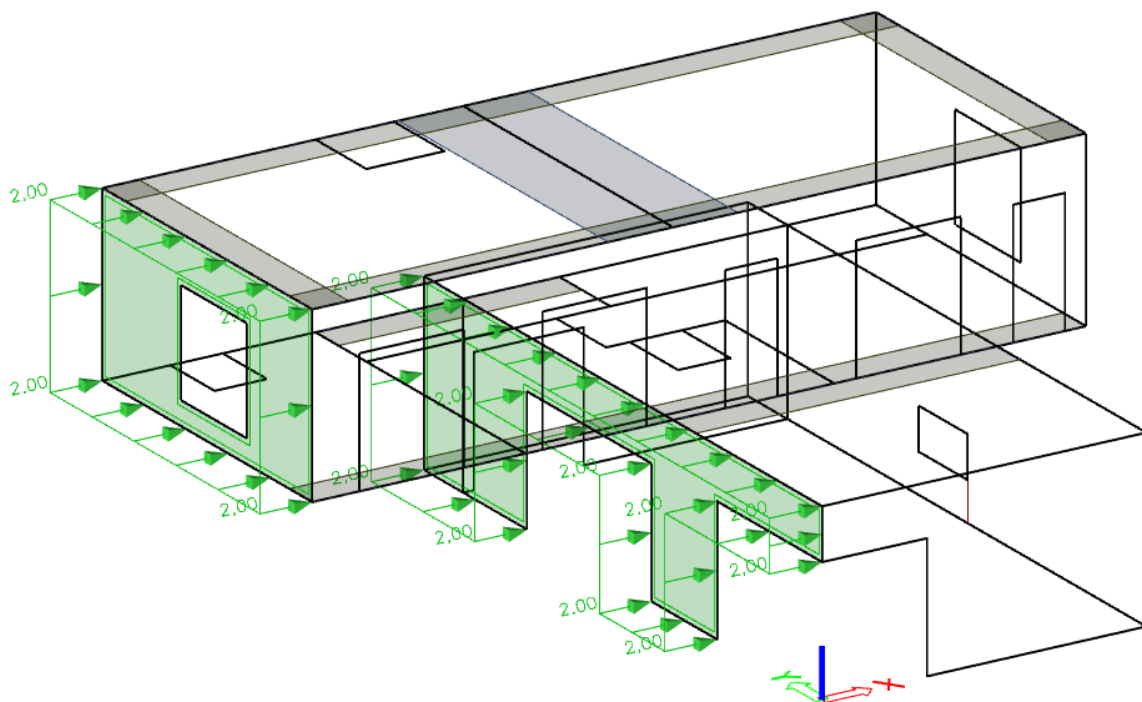
Slika 11.: Shema uporabnog opterećenja POZ-202



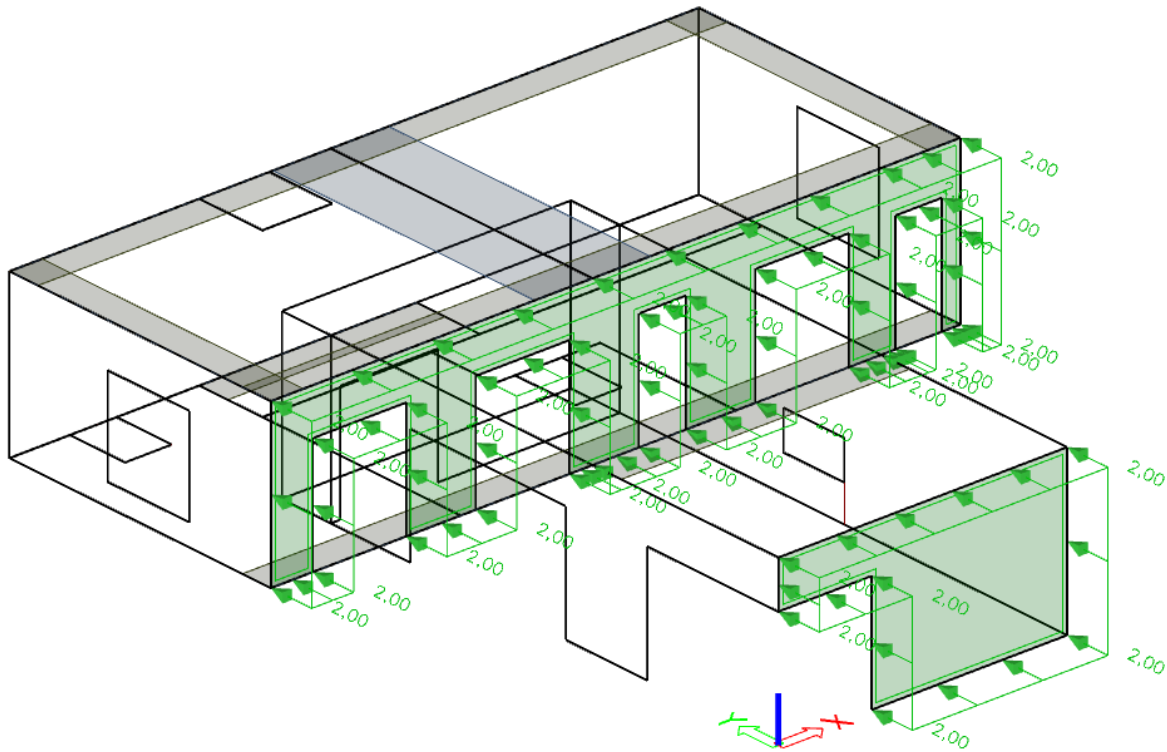
Slika 12.: Shema uporabnog opterećenja POZ-203



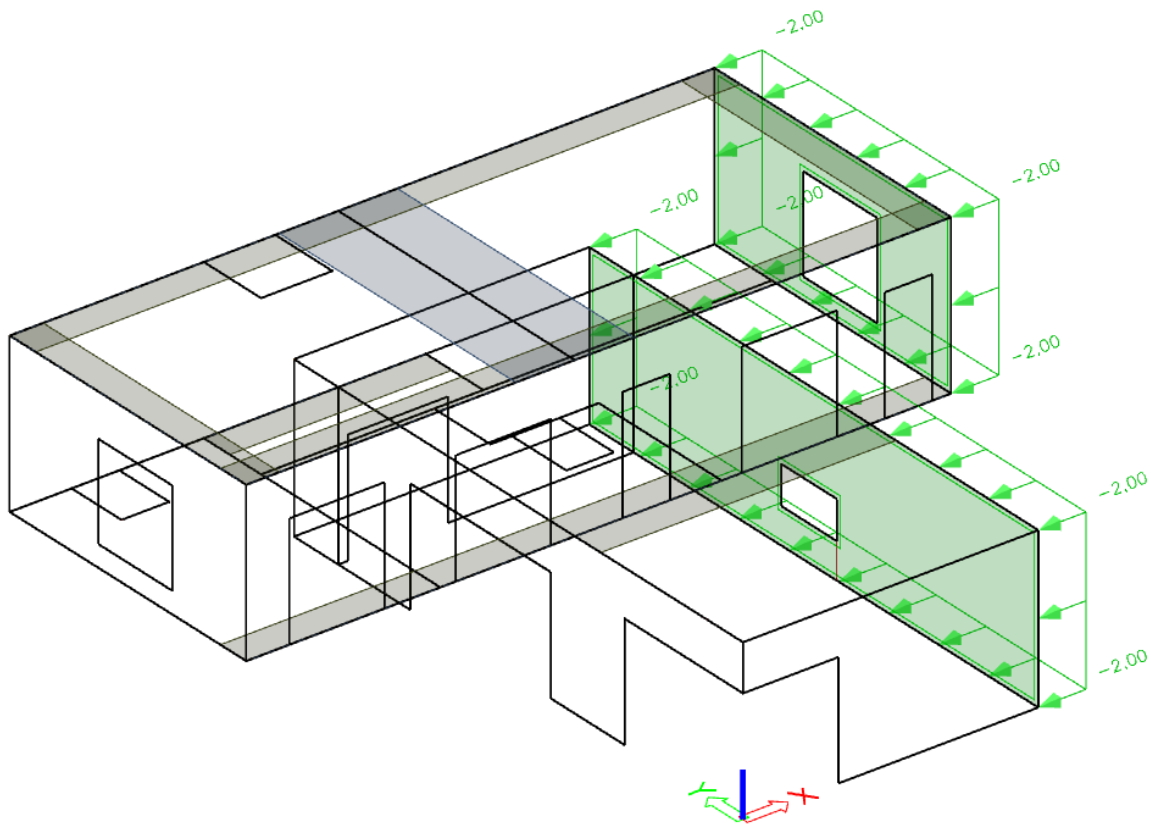
Slika 13.: Shema uporabnog opterećenja POZ-204



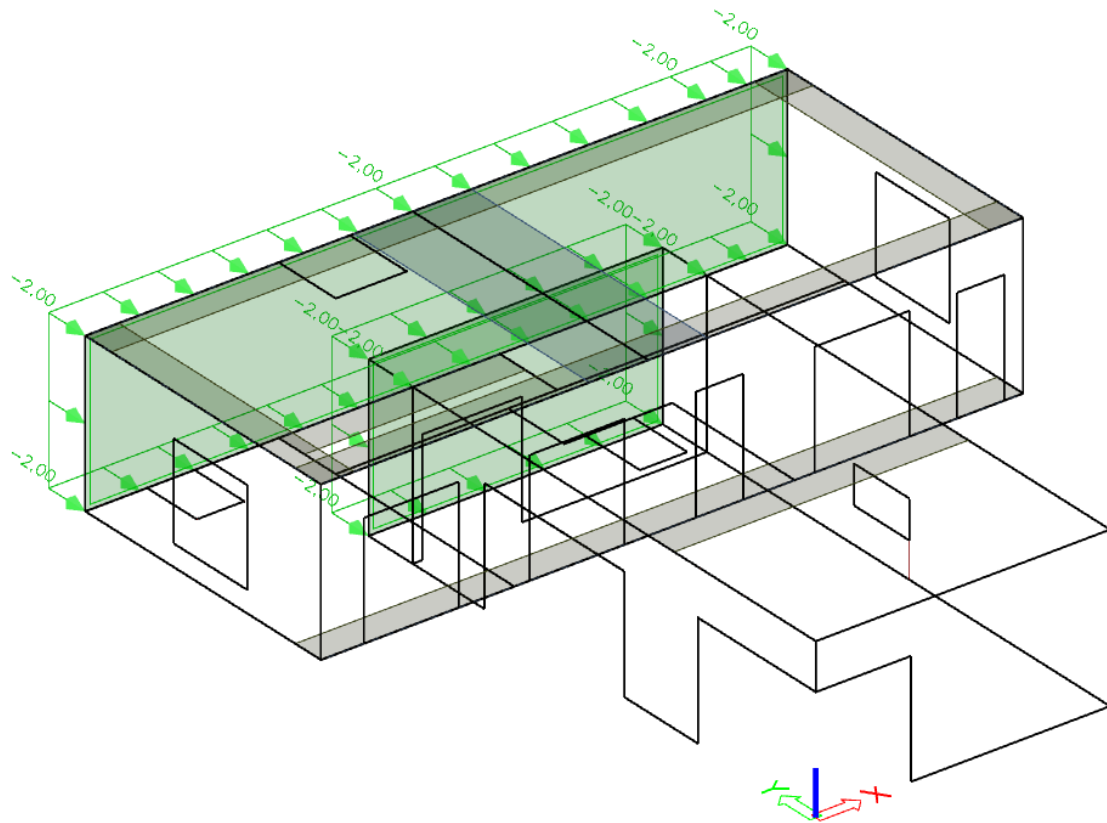
Slika 14.: Shema opterećenja vjetra 1



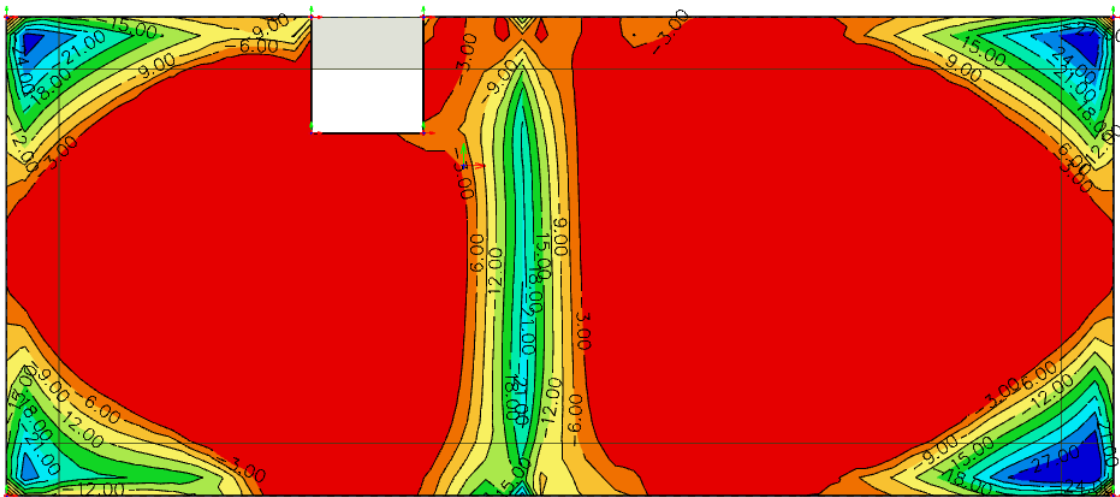
Slika 15.: Shema opterećenja vjetrom 2



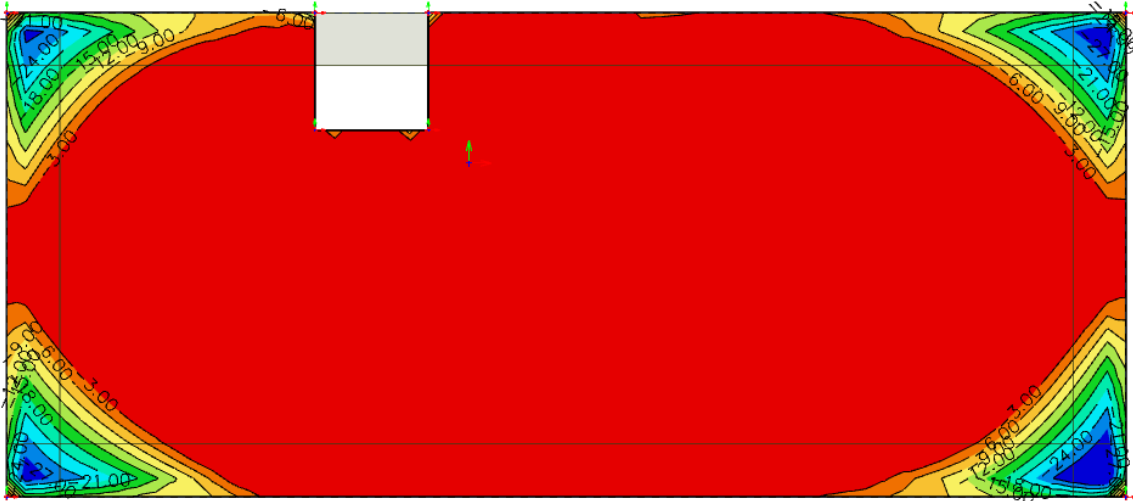
Slika 16.: Shema opterećenja vjetrom 3



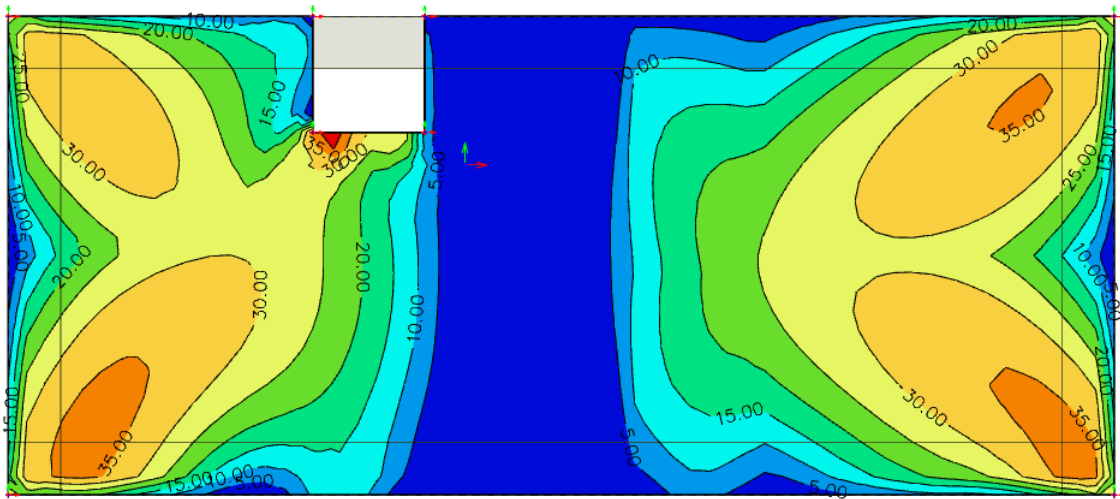
Slika 17.: Shema opterećenja vjetrom 4



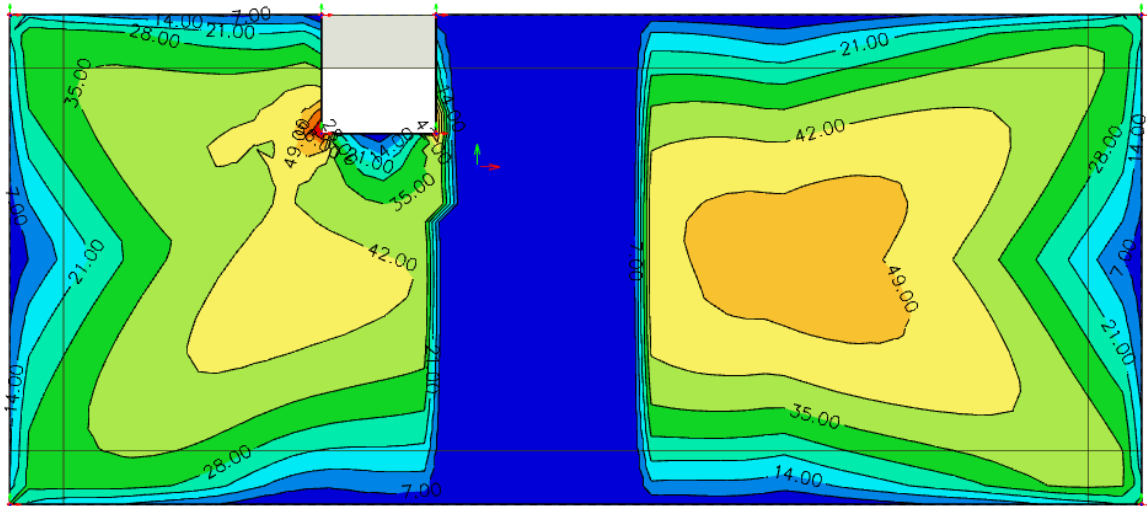
Slika 18.: Momenti u x smjeru gornje zone - POZ101



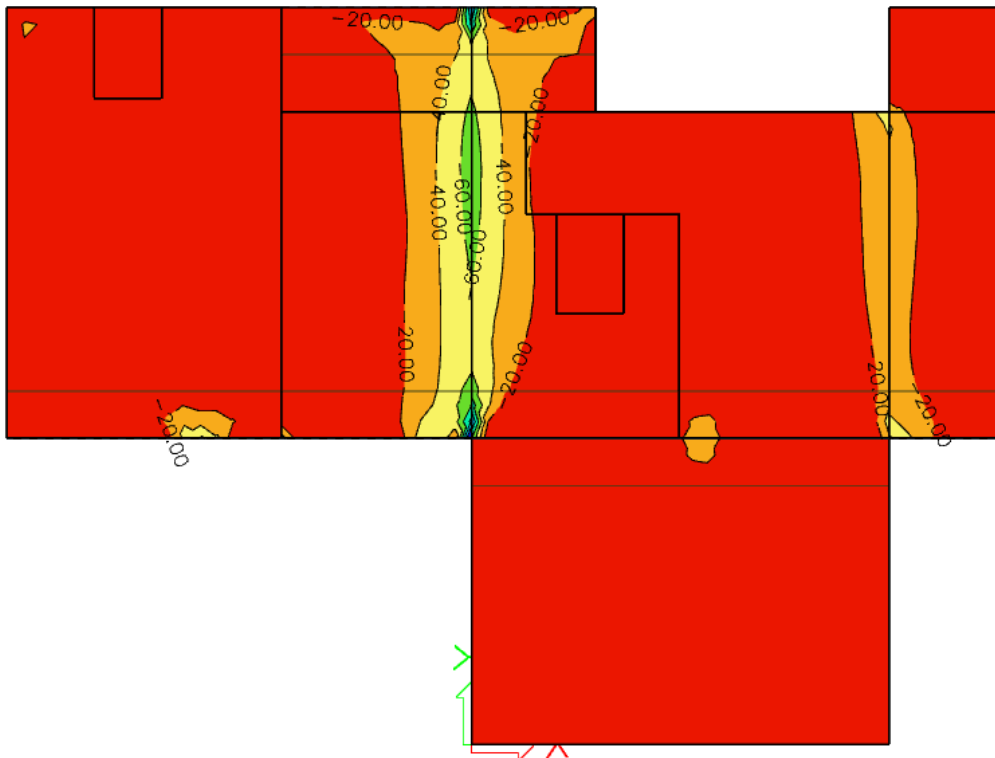
Slika 19.: Momenti u y smjeru gornje zone - POZ101



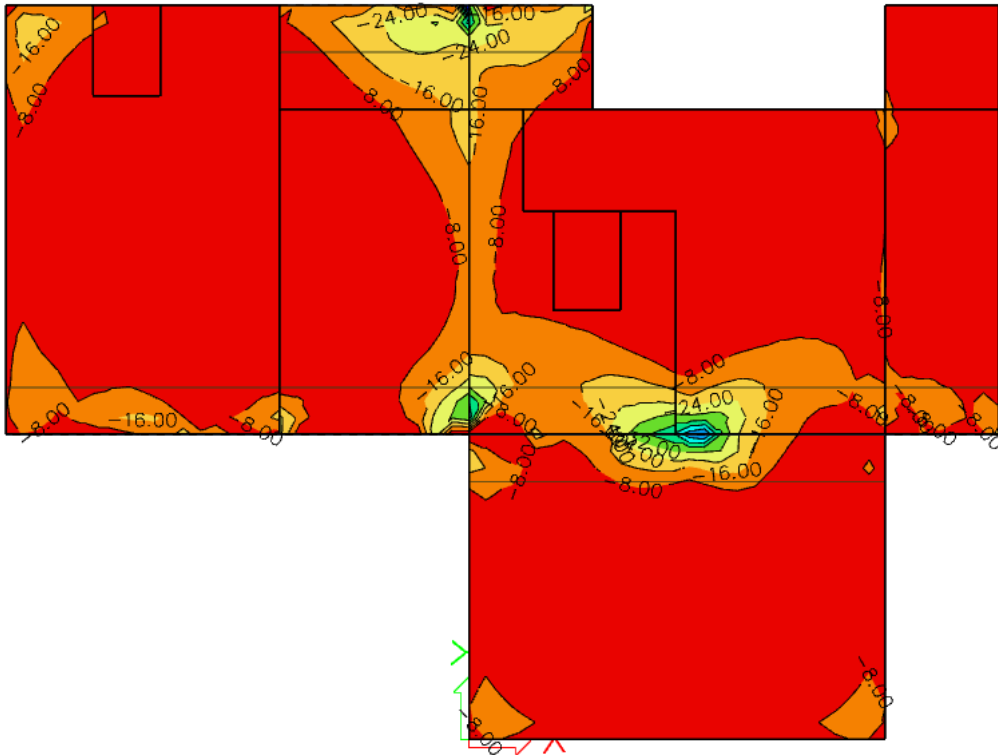
Slika 20.: Momenti u x smjeru donje zone - POZ 101



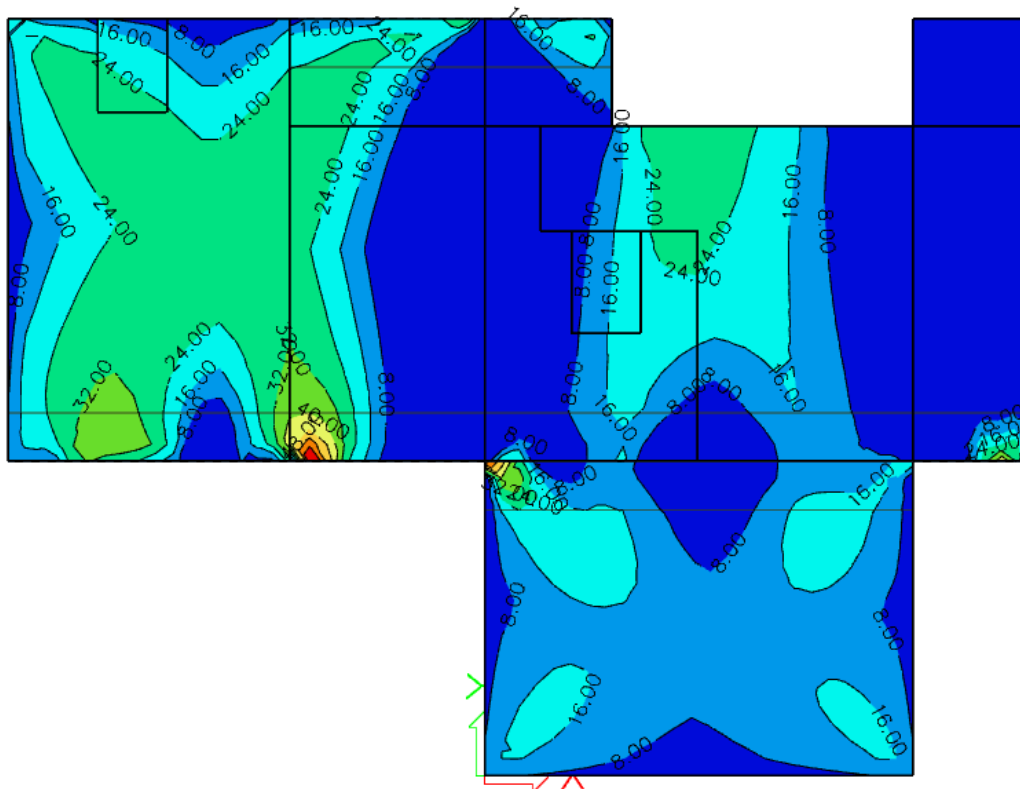
Slika 21.: Momenti u y smjeru donje zone - POZ 101



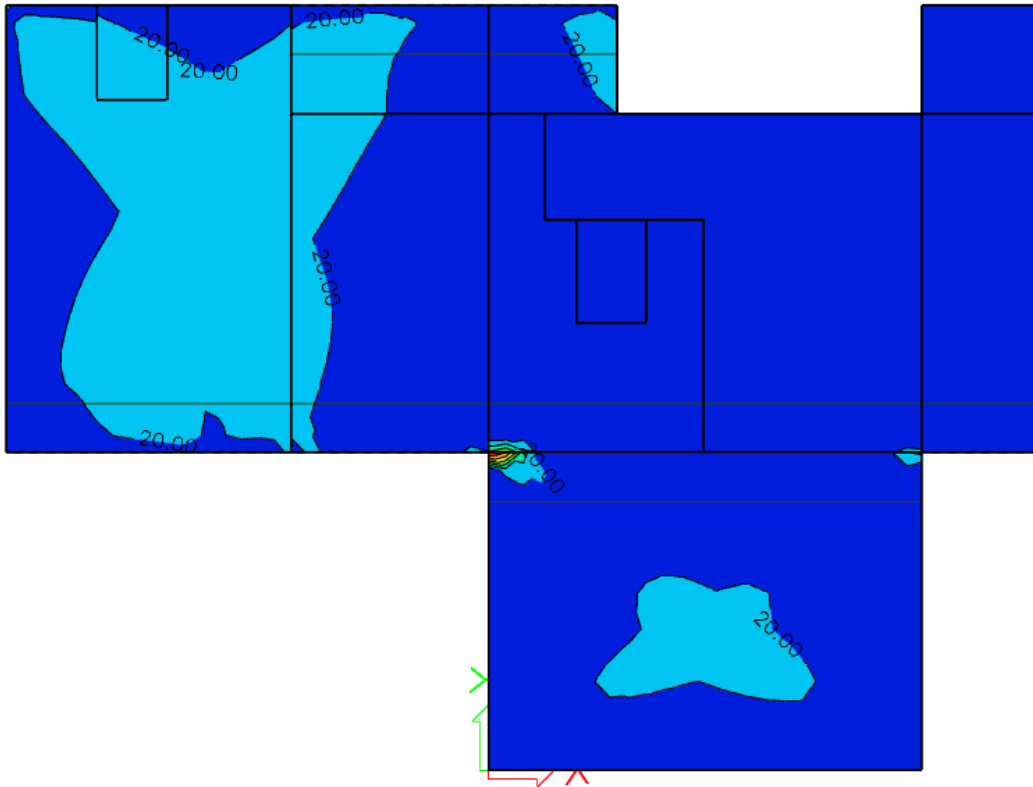
Slika 22.: Momenti u x smjeru gornje zone POZ 201-202-203-204



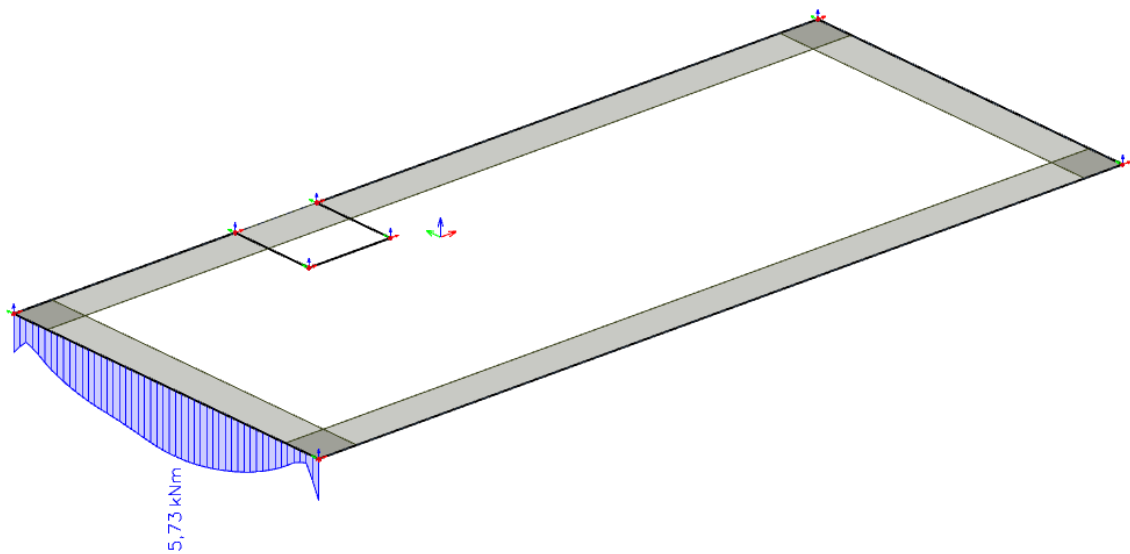
Slika 23.: Momenti u y smjeru gornje zone POZ 201-202-203-204



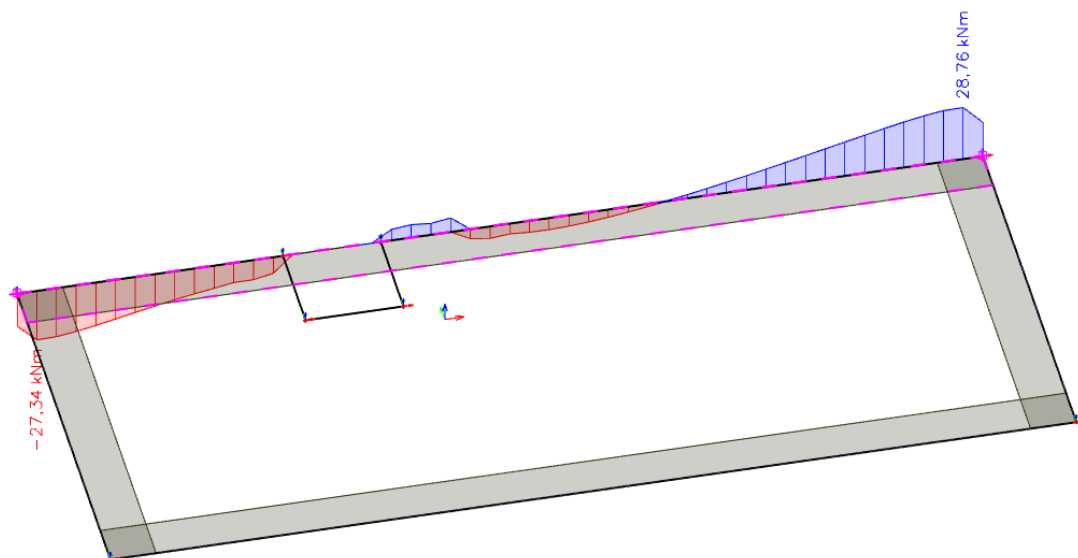
Slika 24.: Momenti u x smjeru donje zone POZ 201-202-203-204



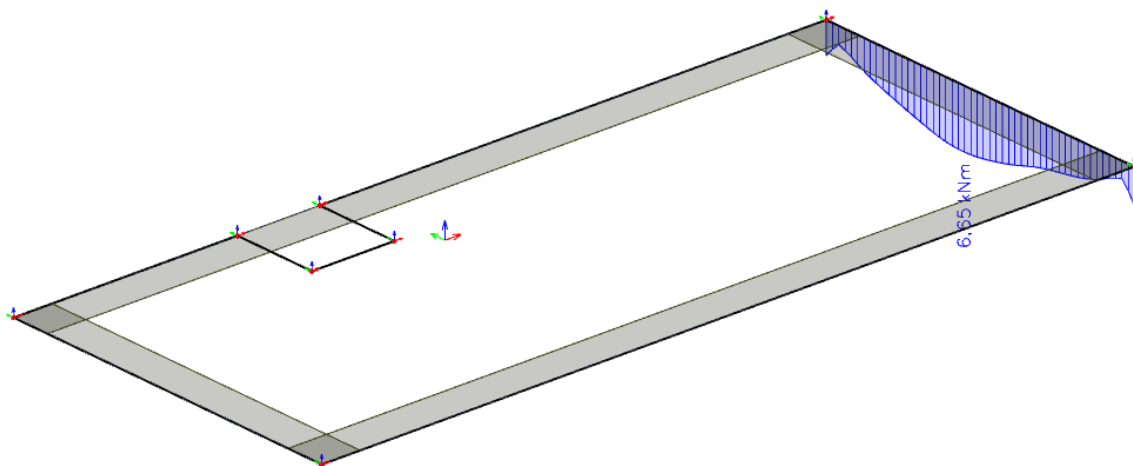
Slika 25.: Momenti u y smjeru donje zone POZ 201-202-203-204



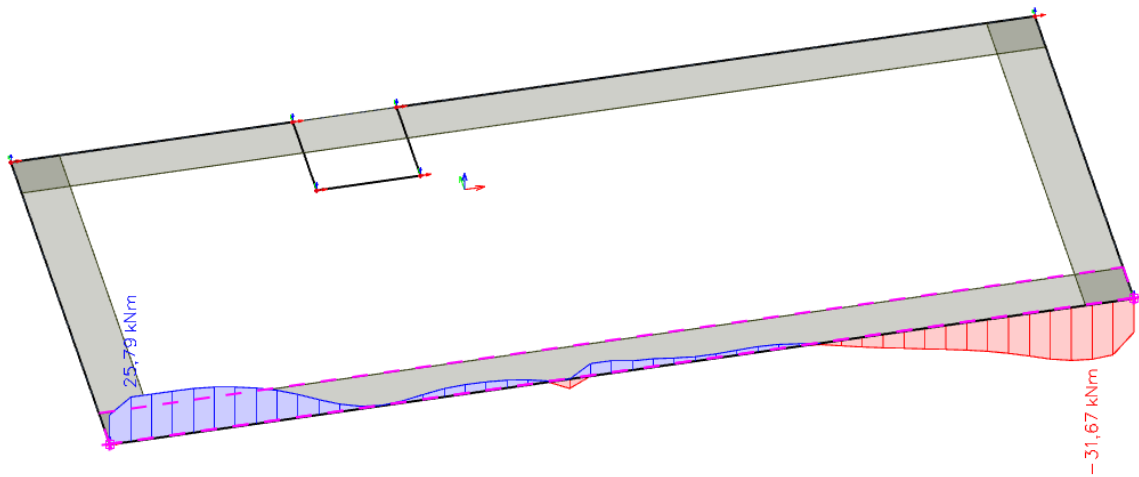
Slika 26.: Moment nad osloncem 101-a



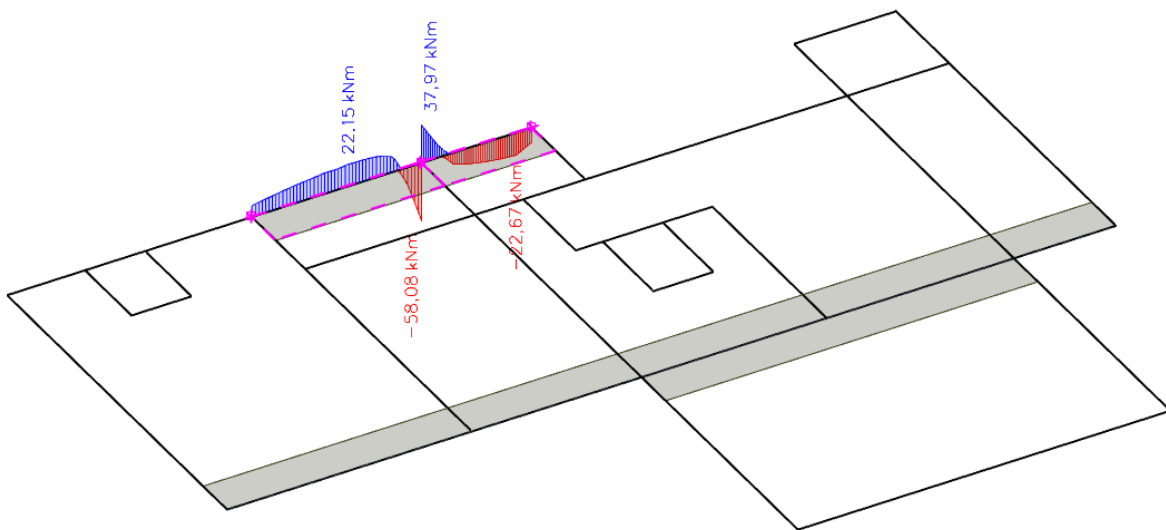
Slika 27.: Moment nad oslonce 101-b



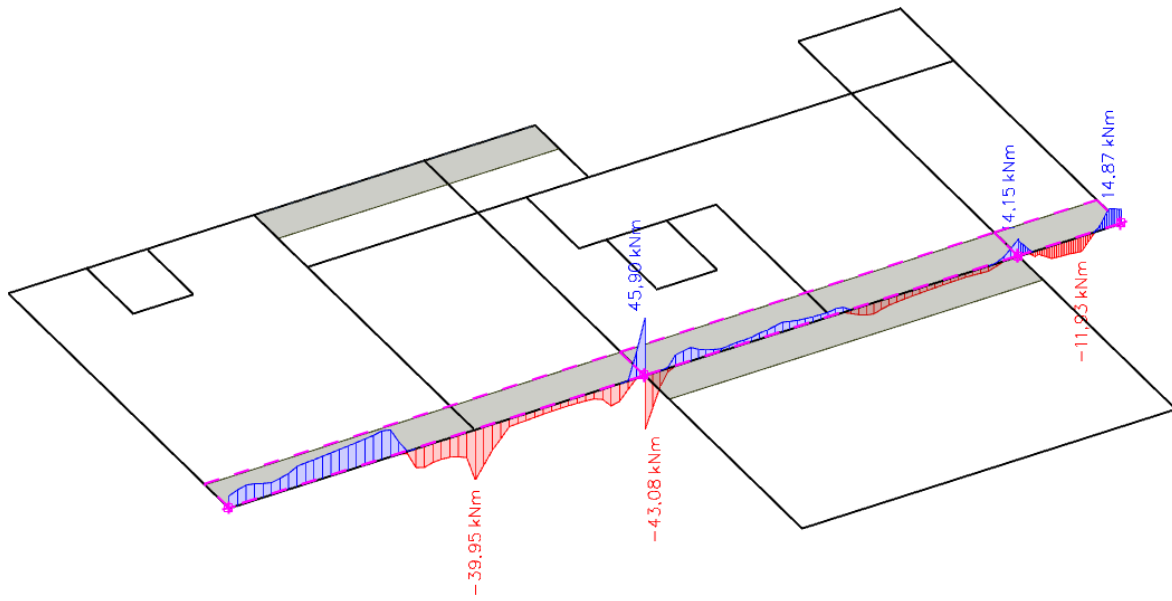
Slika 28.: Moment nad osloncem 101-c



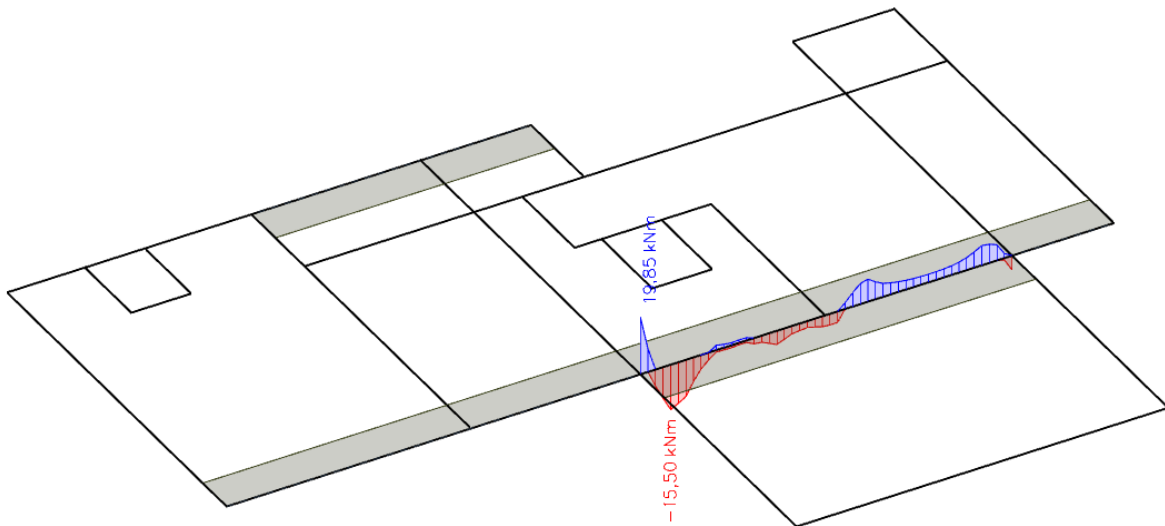
Slika 29.: Moment nad osloncem 101-d



Slika 30.: Momenti nad osloncem 202-b i 203-b



Slika 31.: Momenti nad osloncima 203-d, 203-d i 204-d



Slika 32.: Momenti nad osloncem 201-b

Tablica 2.: Proračunski momenti savijanja u polju po kombinaciji GSN

POZICIJA	M_x -gornja zona [kNm]	M_y -gornja zona [kNm]	M_x -donja zona [kNm]	M_x -donja zona [kNm]
101	16,00	12,00	36,00	50,00
201	12,00	16,00	20,00	20,00
202	20,00	20,00	35,00	30,00
203	20,00	20,00	25,00	20,00
204	20,00	5,00	20,00	5,00

Tablica 3.: Proračunski momenti savijanja nad osloncima po kombinaciji GSN

POZICIJA	M [kNm]
101a-101c	-22,0
101a	-5,73
101b	-28,76
101c	-6,65
101d	-31,67
201b	-19,85
202-203	-60,00
202b	-58,08
203b	-37,97
202d	-45,90
203d	-43,08
204d	-14,87

4.3. Dimenzioniranje armature

Beton: C30/37 ($f_{ck}/f_{ck,cube}$ valjak/kocka)

f_{cd} - proračunska čvrstoća betona

α_{cc} - koeficijent dugotrajnih učinaka na čvrstoću

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1,0 \cdot \frac{30}{1,50} = 20,0 \text{ N/mm}^2 = 2,0 \text{ kN/cm}^2$$

Čelik: B500B ($f_{yk}/f_{tk} = 500/540$)

f_{yd} - proračunska granica popuštanja čelika

α_{cc} - koeficijent dugotrajnih učinaka na čvrstoću

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

Visina ploče: $h = 20,0 \text{ cm}$
 Zaštitni sloj betona (razred izloženosti XC1): $c = 2,0 \text{ cm}$
 Udaljenost do težišta armature $d_1 = c + \phi/2$
 $x: d_1 = 2,0 + 1,0/2 = 2,5 \text{ cm}$
 Statička visina presjeka: $d = h - d_1 = 20 - 2,5 = 17,5 \text{ cm}$

Minimalna armatura:

$$A_{s1,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 100 \cdot 17,50 = 2,28 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,min} = 0,26 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} = 0,26 \cdot 100 \cdot 17,50 \cdot \frac{2,9}{500} = 2,64 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Mjerodavna minimalna armatura: $A_{s1,min} = 2,64 \text{ cm}^2/\text{m}$

Maksimalna armatura:

$$A_{s1,max} = 0,040 \cdot A_c = 0,040 \cdot 100 \cdot 20,00 = 80,00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,max} = 0,022 \cdot A_c = 0,022 \cdot 100 \cdot 20,00 = 44,00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,max} = \omega_{lim} \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,365 \cdot 100 \cdot 17,50 \cdot \frac{20,00}{434,78} = 29,38 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Mjerodavna maksimalna armatura: $A_{s1,max} = 29,38 \text{ cm}^2/\text{m}$

4.3.1. Pozicija 101 - polje

Smjer X-gornja zona

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1600}{100 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,026 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,027$ očitano:

$$\varepsilon_c = -1,20 \text{ ‰} \quad \xi = 0,057$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,980$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1600}{0,980 \cdot 17,5 \cdot 43,478} = 2,15 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Smjer Y-gornja zona

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1200}{100 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,020 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,020$ očitano:

$$\varepsilon_c = -0,10 \text{ ‰} \quad \xi = 0,048$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,983$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1200}{0,983 \cdot 17,5 \cdot 43,478} = 1,60 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana glavna Q283 ($A_{s1,prov} = 2,83 \text{ cm}^2/\text{m}$) $>$ $A_{s1,req} = 2,15 \text{ cm}^2/\text{m}$
armatura:

Odabrana armatura veća je od zahtijevane i nalazi se u području između minimalne i maksimalne armature:

$$A_{s1,min} < A_{s1,prov} < A_{s1,max}$$

Smjer X-donja zona

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3600}{100 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,059 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,059$ očitano:

$$\begin{aligned} \varepsilon_c &= -20 \text{ ‰} & \xi &= 0,091 \\ \varepsilon_{s1} &= 20,0 \text{ ‰} & \zeta &= 0,966 \end{aligned}$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3600}{0,966 \cdot 17,5 \cdot 43,478} = 4,90 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Smjer Y-donja zona

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{5000}{100 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,082 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,082$ očitano:

$$\begin{aligned} \varepsilon_c &= -2,60 \text{ ‰} & \xi &= 0,115 \\ \varepsilon_{s1} &= 20,0 \text{ ‰} & \zeta &= 0,955 \end{aligned}$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{5000}{0,955 \cdot 17,5 \cdot 43,478} = 6,88 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana glavna armatura: Q785 ($A_{s1,prov} = 7,85 \text{ cm}^2/\text{m}$) $>$ $A_{s1,req} = 6,88 \text{ cm}^2/\text{m}$

Odabrana armatura veća je od zahtijevane i nalazi se u području između minimalne i maksimalne armature:

$$A_{s1,min} < A_{s1,prov} < A_{s1,max}$$

4.3.2. Pozicija 201 - polje

Smjer X-gornja zona

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1200}{100 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,020 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,020$ očitano:

$$\varepsilon_c = -1,00 \text{ ‰} \quad \xi = 0,048$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,983$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1200}{0,983 \cdot 17,5 \cdot 43,478} = 1,60 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Smjer Y-gornja zona

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1600}{100 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,026 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,027$ očitano:

$$\varepsilon_c = -1,20 \text{ ‰} \quad \xi = 0,057$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,980$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1600}{0,980 \cdot 17,5 \cdot 43,478} = 2,15 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana glavna Q283 ($A_{s1,prov} = 2,83 \text{ cm}^2/\text{m}$) $>$ $A_{s1,req} = 2,15 \text{ cm}^2/\text{m}$
armatura:

Odabrana armatura veća je od zahtijevane i nalazi se u području između minimalne i maksimalne armature:

$$A_{s1,min} < A_{s1,prov} < A_{s1,max}$$

Smjer X-donja zona

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2000}{100 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,033 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,034$ očitano:

$$\varepsilon_c = -1,40 \text{ ‰} \quad \xi = 0,065$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,977$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2000}{0,977 \cdot 17,5 \cdot 43,478} = 2,69 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Smjer Y-donja zona

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2000}{100 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,033 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,034$ očitano:

$$\varepsilon_c = -1,40 \text{ ‰} \quad \xi = 0,065$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,977$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2000}{0,977 \cdot 17,5 \cdot 43,478} = 2,69 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana glavna Q283 ($A_{s1,prov} = 2,83 \text{ cm}^2/\text{m}$) $>$ $A_{s1,req} = 2,69 \text{ cm}^2/\text{m}$
armatura:

Odabrana armatura veća je od zahtijevane i nalazi se u području između minimalne i maksimalne armature:

$$A_{s1,min} < A_{s1,prov} < A_{s1,max}$$

4.3.3. Pozicija 202 - polje

Smjer X-gornja zona

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2000}{100 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,033 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,034$ očitano:

$$\varepsilon_c = -1,40 \text{ ‰} \quad \xi = 0,065$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,977$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2000}{0,977 \cdot 17,5 \cdot 43,478} = 2,69 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Smjer Y-gornja zona

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2000}{100 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,033 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,034$ očitano:

$$\varepsilon_c = -1,40 \text{ ‰} \quad \xi = 0,065$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,977$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2000}{0,977 \cdot 17,5 \cdot 43,478} = 2,69 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana glavna Q283 ($A_{s1,prov} = 2,83 \text{ cm}^2/\text{m}$) $>$ $A_{s1,req} = 2,83 \text{ cm}^2/\text{m}$
armatura:

Odabrana armatura veća je od zahtijevane i nalazi se u području između minimalne i maksimalne armature:

$$A_{s1,min} < A_{s1,prov} < A_{s1,max}$$

Smjer X-donja zona

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3500}{100 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,057 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,059$ očitano:

$$\varepsilon_c = -2,00 \text{ ‰} \quad \xi = 0,091$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,966$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3500}{0,966 \cdot 17,5 \cdot 43,478} = 4,76 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Smjer Y-donja zona

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3000}{100 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,049 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,050$ očitano:

$$\varepsilon_c = -1,80 \text{ ‰} \quad \xi = 0,083$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,970$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3000}{0,970 \cdot 17,5 \cdot 43,478} = 4,07 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana glavna Q503 ($A_{s1,prov} = 5,03 \text{ cm}^2/\text{m}$) $> A_{s1,req} = 4,76 \text{ cm}^2/\text{m}$
armatura:

Odabrana armatura veća je od zahtijevane i nalazi se u području između minimalne i maksimalne armature:

$$A_{s1,min} < A_{s1,prov} < A_{s1,max}$$

4.3.4. Pozicija 203 - polje

Smjer X-gornja zona

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2000}{100 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,033 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,034$ očitano:

$$\varepsilon_c = -1,40 \text{ ‰} \quad \xi = 0,065$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,977$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2000}{0,977 \cdot 17,5 \cdot 43,478} = 2,69 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Smjer Y-gornja zona

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2000}{100 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,033 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,034$ očitano:

$$\varepsilon_c = -1,40 \text{ ‰} \quad \xi = 0,065$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,977$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2000}{0,977 \cdot 17,5 \cdot 43,478} = 2,69 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana glavna Q283 ($A_{s1,prov} = 2,83 \text{ cm}^2/\text{m}$) $>$ $A_{s1,req} = 2,69 \text{ cm}^2/\text{m}$
armatura:

Odabrana armatura veća je od zahtijevane i nalazi se u području između minimalne i maksimalne armature:

$$A_{s1,min} < A_{s1,prov} < A_{s1,max}$$

Smjer X-donja zona

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2500}{100 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,041 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,042$ očitano:

$$\varepsilon_c = -1,60 \text{ ‰} \quad \xi = 0,074$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,973$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2500}{0,973 \cdot 17,5 \cdot 43,478} = 3,38 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Smjer Y-donja zona

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2000}{100 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,033 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,034$ očitano:

$$\varepsilon_c = -1,40 \text{ ‰} \quad \xi = 0,065$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,977$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2000}{0,977 \cdot 17,5 \cdot 43,478} = 2,69 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana glavna Q385 ($A_{s1,prov} = 3,85 \text{ cm}^2/\text{m}$) $> A_{s1,req} = 3,38 \text{ cm}^2/\text{m}$
armatura:

Odabrana armatura veća je od zahtijevane i nalazi se u području između minimalne i maksimalne armature:

$$A_{s1,min} < A_{s1,prov} < A_{s1,max}$$

4.3.5. Pozicija 204 - polje

Smjer X-gornja zona

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2000}{100 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,033 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,034$ očitano:

$$\varepsilon_c = -1,40 \text{ ‰} \quad \xi = 0,065$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,977$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2000}{0,977 \cdot 17,5 \cdot 43,478} = 2,69 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Smjer Y-gornja zona

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{500}{100 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,008 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,008$ očitano:

$$\varepsilon_c = -0,6 \text{ ‰} \quad \xi = 0,029$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,990$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{500}{0,990 \cdot 17,5 \cdot 43,478} = 0,66 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana glavna Q283 ($A_{s1,prov} = 2,83 \text{ cm}^2/\text{m}$) $>$ $A_{s1,req} = 2,69 \text{ cm}^2/\text{m}$
armatura:

Odabrana armatura veća je od zahtijevane i nalazi se u području između minimalne i maksimalne armature:

$$A_{s1,min} < A_{s1,prov} < A_{s1,max}$$

Smjer X-donja zona

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2000}{100 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,033 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,034$ očitano:

$$\varepsilon_c = -1,40 \text{ ‰} \quad \xi = 0,065$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,977$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2000}{0,977 \cdot 17,5 \cdot 43,478} = 2,69 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Smjer Y-donja zona

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{500}{100 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,008 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,008$ očitano:

$$\varepsilon_c = -0,60 \text{ ‰} \quad \xi = 0,029$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,990$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{500}{0,990 \cdot 17,5 \cdot 43,478} = 0,66 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana glavna armatura: Q283 ($A_{s1,prov} = 2,83 \text{ cm}^2/\text{m}$) $>$ $A_{s1,req} = 2,69 \text{ cm}^2/\text{m}$

Odabrana armatura veća je od zahtijevane i nalazi se u području između minimalne i maksimalne armature:

$$A_{s1,min} < A_{s1,prov} < A_{s1,max}$$

4.3.6. Pozicija 101a-101c - oslonac (nad gredom)

Smjer X-gornja zona

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2200}{100 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,036 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,038$ očitano:

$$\varepsilon_c = -1,50 \text{ ‰} \quad \xi = 0,070$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,975$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2200}{0,975 \cdot 17,5 \cdot 43,478} = 2,97 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana glavna Q335 ($A_{s1,prov} = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$) $>$ $A_{s1,req} = 2,97 \text{ cm}^2/\text{m}$
armatura:

Odabrana armatura veća je od zahtijevane i nalazi se u području između minimalne i maksimalne armature:

$$A_{s1,min} < A_{s1,prov} < A_{s1,max}$$

4.3.7. Pozicija 101a - oslonac

Smjer Y

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{573}{70 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,013 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,013$ očitano:

$$\varepsilon_c = -0,8 \text{ ‰} \quad \xi = 0,038$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,987$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{573}{0,987 \cdot 17,5 \cdot 43,478} = 0,76 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana glavna Q283 ($A_{s1,prov} = 2,83 \text{ cm}^2/\text{m}$) > $A_{s1,req} = 0,76 \text{ cm}^2/\text{m}$
armatura:

Odabrana armatura veća je od zahtijevane i nalazi se u području između minimalne i maksimalne armature:

$$A_{s1,min} < A_{s1,prov} < A_{s1,max}$$

4.3.8. Pozicija 101b - oslonac

Smjer X

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2876}{70 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,067 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,070$ očitano:

$$\varepsilon_c = -2,3 \text{ ‰} \quad \xi = 0,103$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,960$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2876}{0,960 \cdot 17,5 \cdot 43,478} = 3,93 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana glavna armatura: Q283 ($A_{s1,prov} = 2,83 \text{ cm}^2/\text{m}$) – iz polja
 dodatno – 2 \emptyset 12 ($A_{s1,prov} = 2,26$)
 ukupno – ($A_{s1,prov} = 5,09 \text{ cm}^2/\text{m}$) > $A_{s1,req} = 3,93 \text{ cm}^2/\text{m}$

Odabrana armatura veća je od zahtijevane i nalazi se u području između minimalne i maksimalne armature:

$$A_{s1,min} < A_{s1,prov} < A_{s1,max}$$

4.3.9. Pozicija 101c - oslonac

Smjer Y-gornja zona

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{665}{70 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,016 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,016$ očitano:

$$\varepsilon_c = -0,9 \text{ ‰} \quad \xi = 0,043$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,985$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{665}{0,985 \cdot 17,5 \cdot 43,478} = 0,89 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana glavna armatura: Q283 ($A_{s1,prov} = 2,83 \text{ cm}^2/\text{m}$) $> A_{s1,req} = 0,89 \text{ cm}^2/\text{m}$

Odabrana armatura veća je od zahtijevane i nalazi se u području između minimalne i maksimalne armature:

$$A_{s1,min} < A_{s1,prov} < A_{s1,max}$$

4.3.10. Pozicija 101d - oslonac

Smjer X-gornja zona

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3167}{70 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,074 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,074$ očitano:

$$\varepsilon_c = -2,4 \text{ ‰} \quad \xi = 0,107$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,958$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3167}{0,958 \cdot 17,5 \cdot 43,478} = 4,35 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana glavna armatura: Q283 ($A_{s1,prov} = 2,83 \text{ cm}^2/\text{m}$) – iz polja

dodatno – 2 \emptyset 12 ($A_{s1,prov} = 2,26$)

ukupno – ($A_{s1,prov} = 5,09 \text{ cm}^2/\text{m}$) > $A_{s1,req} = 4,39 \text{ cm}^2/\text{m}$

Odabrana armatura veća je od zahtijevane i nalazi se u području između minimalne i maksimalne armature:

$$A_{s1,min} < A_{s1,prov} < A_{s1,max}$$

4.3.11. Pozicija 201b - oslonac

Smjer X

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1985}{70 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,046 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,046$ očitano:

$$\varepsilon_c = -1,7 \text{ ‰} \quad \xi = 0,078$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,971$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1985}{0,971 \cdot 17,5 \cdot 43,478} = 2,69 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana glavna armatura: Q283 ($A_{s1,prov} = 2,83 \text{ cm}^2/\text{m}$) $>$ $A_{s1,req} = 2,69 \text{ cm}^2/\text{m}$

Odabrana armatura veća je od zahtijevane i nalazi se u području između minimalne i maksimalne armature:

$$A_{s1,min} < A_{s1,prov} < A_{s1,max}$$

4.3.12. Pozicija 202-203 - oslonac

Smjer X-gornja zona

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{6000}{100 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,098 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,100$ očitano:

$$\varepsilon_c = -3,10 \text{ ‰} \quad \xi = 0,134$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,945$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{6000}{0,945 \cdot 17,5 \cdot 43,478} = 8,35 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Smjer y-gornja zona

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2500}{100 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,041 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,042$ očitano:

$$\varepsilon_c = -1,60 \text{ ‰} \quad \xi = 0,074$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,973$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2500}{0,973 \cdot 17,5 \cdot 43,478} =$$

3,38 cm²/m

Odabrana glavna armatura: Q283 ($A_{s1,prov} = 2,83 \text{ cm}^2/\text{m}$) – iz polja
 dodatno – $\emptyset 12/20$ ($A_{s1,prov} = 5,65$)
 ukupno – ($A_{s1,prov} = 8,48 \text{ cm}^2/\text{m}$) $> A_{s1,req} = 8,35 \text{ cm}^2/\text{m}$

Odabrana armatura veća je od zahtijevane i nalazi se u području između minimalne i maksimalne armature:

$$A_{s1,min} < A_{s1,prov} < A_{s1,max}$$

4.3.13. Pozicija 202b - oslonac

Smjer X

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{5808}{70 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,135 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,138$ očitano:

$$\varepsilon_c = -3,5 \text{ ‰} \quad \xi = 0,184$$

$$\varepsilon_{s1} = 15,5 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,923$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{5808}{0,923 \cdot 17,5 \cdot 43,478} = 8,27 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana glavna armatura: Q283 ($A_{s1,prov} = 2,83 \text{ cm}^2/\text{m}$) – iz polja

dodatno – 4 \emptyset 14 ($A_{s1,prov} = 6,16$)

ukupno – ($A_{s1,prov} = 8,99 \text{ cm}^2/\text{m}$) > $A_{s1,req} = 8,27 \text{ cm}^2/\text{m}$

Odabrana armatura veća je od zahtijevane i nalazi se u području između minimalne i maksimalne armature:

$$A_{s1,min} < A_{s1,prov} < A_{s1,max}$$

4.3.14. Pozicija 203b - oslonac

Smjer X

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3797}{70 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,089 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,089$ očitano:

$$\varepsilon_c = -2,8 \text{ ‰} \quad \xi = 0,123$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,951$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3797}{0,951 \cdot 17,5 \cdot 43,478} = 5,25 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana glavna Q283 ($A_{s1,prov} = 2,83 \text{ cm}^2/\text{m}$) – iz polja
armatura:
dodatno – 4 \emptyset 14 ($A_{s1,prov} = 6,16$)
ukupno – ($A_{s1,prov} = 8,99 \text{ cm}^2/\text{m}$) $> A_{s1,req} =$
5,29 $\text{ cm}^2/\text{m}$

Odabrana armatura veća je od zahtijevane i nalazi se u području između minimalne i maksimalne armature:

$$A_{s1,min} < A_{s1,prov} < A_{s1,max}$$

4.3.15. Pozicija 202d - oslonac

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{4590}{70 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,107 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,110$ očitano:

$$\varepsilon_c = -3,4 \text{ ‰} \quad \xi = 0,145$$

$$\varepsilon_{s1} = 20 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,940$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{4590}{0,940 \cdot 17,5 \cdot 43,478} = 6,42 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana glavna armatura: Q283 ($A_{s1,prov} = 2,83 \text{ cm}^2/\text{m}$) – iz polja

dodatno – 3 \emptyset 14 ($A_{s1,prov} = 4,62$)

ukupno – ($A_{s1,prov} = 7,45 \text{ cm}^2/\text{m}$) > $A_{s1,req} = 6,42 \text{ cm}^2/\text{m}$

Odabrana armatura veća je od zahtijevane i nalazi se u području između minimalne i maksimalne armature:

$$A_{s1,min} < A_{s1,prov} < A_{s1,max}$$

4.3.16. Pozicija 203d - oslonac

Smjer X

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{4308}{70 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,100 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,100$ očitano:

$$\varepsilon_c = -3,1 \text{ ‰} \quad \xi = 0,134$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,945$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{4308}{0,945 \cdot 17,5 \cdot 43,478} = 5,99 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana glavna Q283 ($A_{s1,prov} = 2,83 \text{ cm}^2/\text{m}$) – iz polja
armatura:
dodatno – 3 \emptyset 14 ($A_{s1,prov} = 4,62$)
ukupno – ($A_{s1,prov} = 7,45 \text{ cm}^2/\text{m}$) $> A_{s1,req} =$
5,99 $\text{ cm}^2/\text{m}$

Odabrana armatura veća je od zahtijevane i nalazi se u području između minimalne i maksimalne armature:

$$A_{s1,min} < A_{s1,prov} < A_{s1,max}$$

4.3.17. Pozicija 204d - oslonac

Smjer X

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1487}{70 \cdot 17,5^2 \cdot 2,0} = 0,035 < \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,038$ očitano:

$$\varepsilon_c = -1,5 \text{ ‰} \quad \xi = 0,070$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,0 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,975$$

Potrebna površina armature u polju:

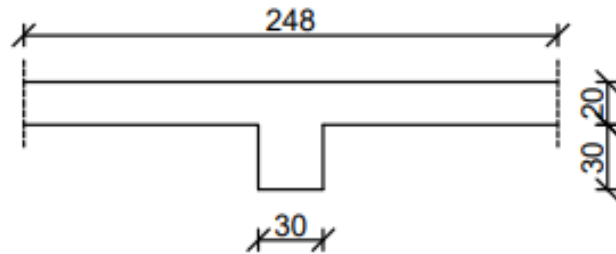
$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1487}{0,975 \cdot 17,5 \cdot 43,478} = 2,01 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrana glavna armatura: Q283 ($A_{s1,prov} = 2,83 \text{ cm}^2/\text{m}$) $>$ $A_{s1,req} = 2,01 \text{ cm}^2/\text{m}$

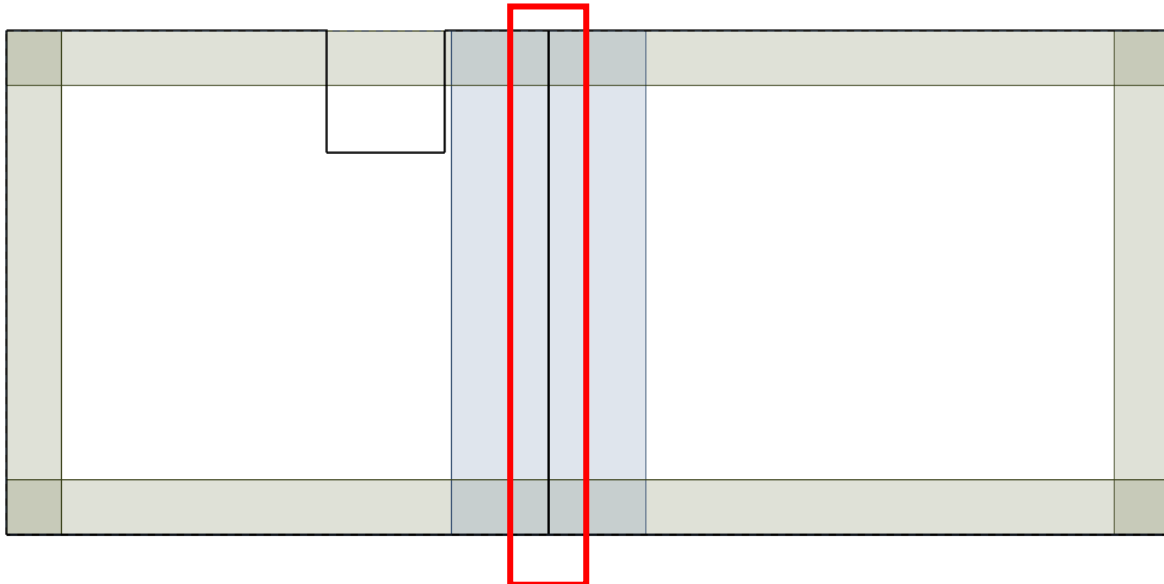
Odabrana armatura veća je od zahtijevane i nalazi se u području između minimalne i maksimalne armature:

$$A_{s1,min} < A_{s1,prov} < A_{s1,max}$$

5. PRORAČUN GREDE POZICIJE 101E NA GSN I GSU

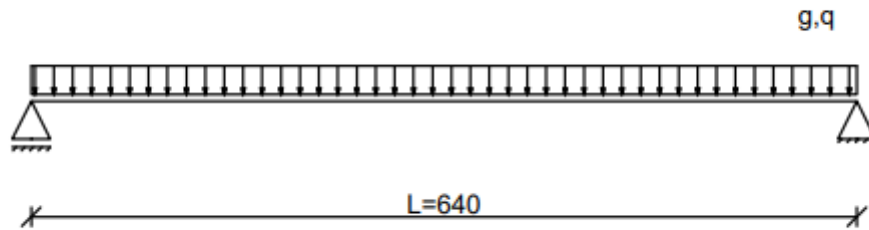


Slika 33.: Poprečni presjek grede POZ 101e

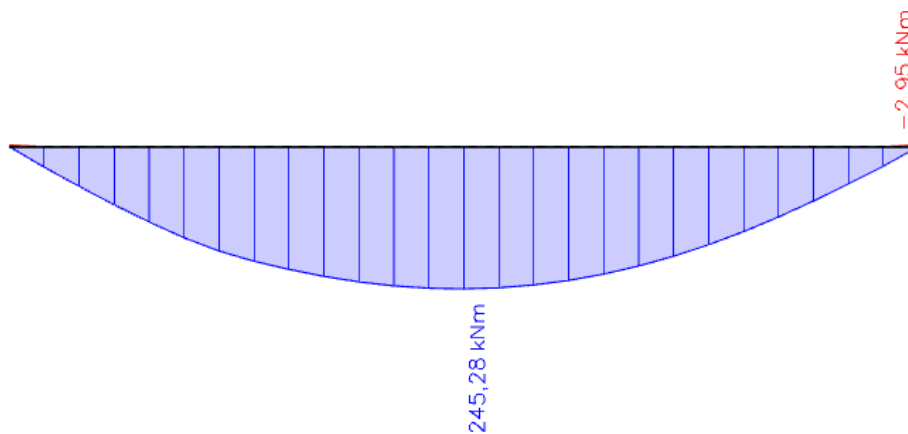


Slika 34.: Položaj grede POZ 101e u tlocrtu

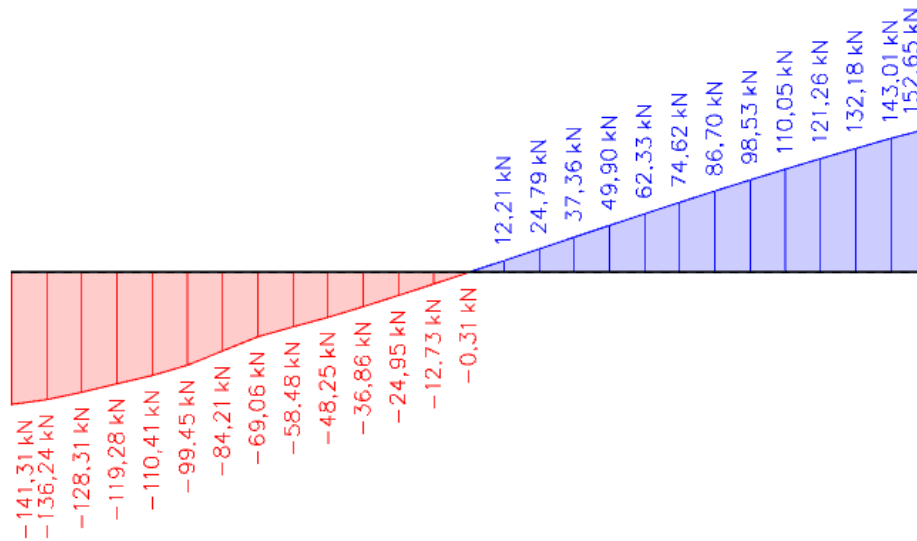
5.1. Karakteristične vrijednosti momenata savijanja i poprečnih sila



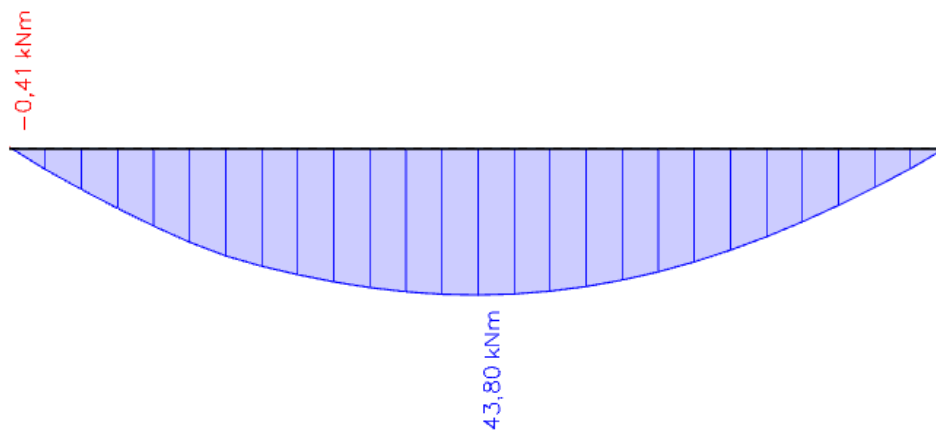
Slika 35.: Statički sustav grede



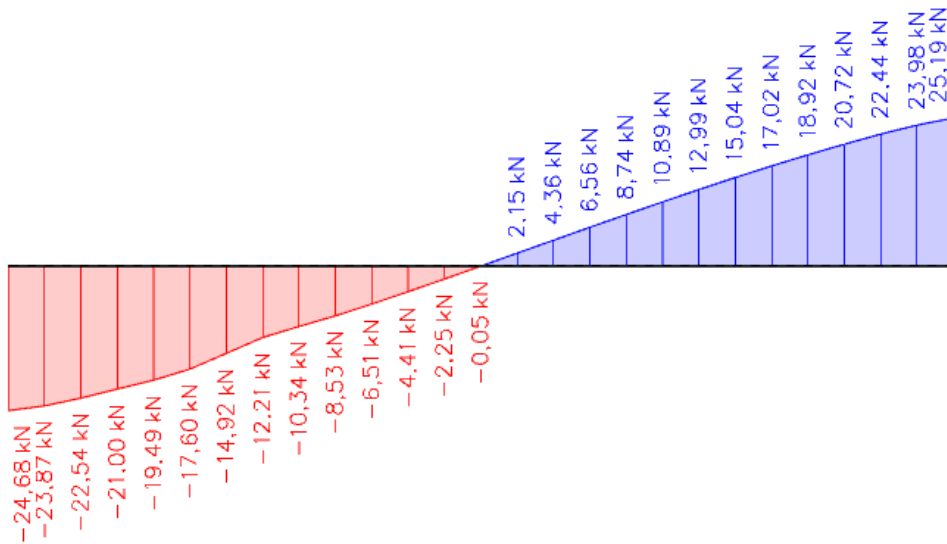
Slika 36.: Moment savijanja od stalnog opterećenja na gredu POZ101e



Slika 37.: Poprečne sile od stalnog opterećenja na gredu POZ 101e

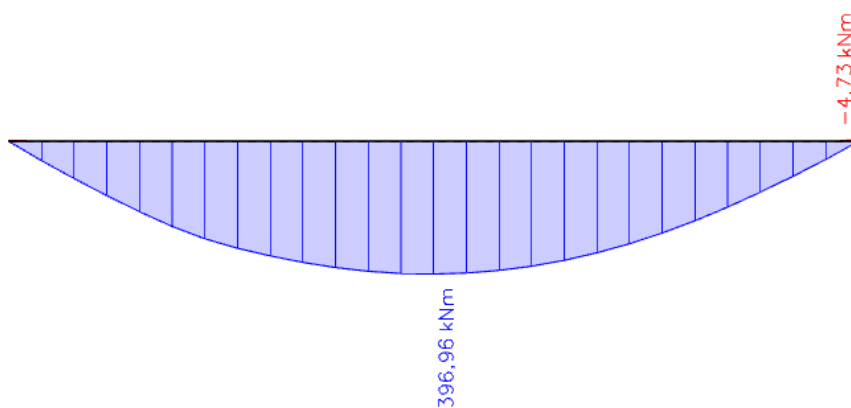


Slika 38.: Moment savijanja od uporabnog opterećenja na gredu POZ 101e

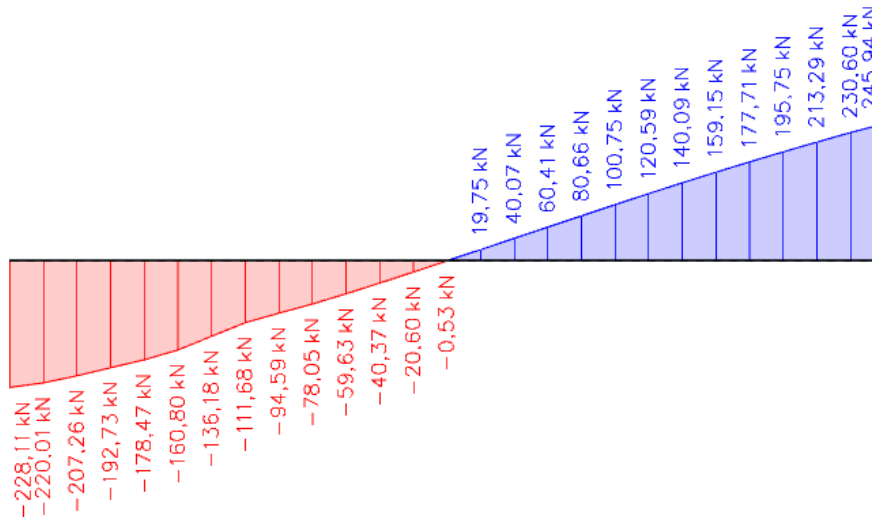


Slika 39.: Poprečne sile od uporabnog opterećenja na gredu POZ 101e

5.2. Proračunske vrijednosti momenata savijanja i poprečne sile (reakcije)



Slika 40.: Proračunski moment savijanja grede POZ 101e prema GSN



Slika 41.: Proračunske poprečne sile grede POZ 101e prema GSN

$$M_{Ed} = 396,96 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 195,75 \text{ kN}$$

5.3. Dimenzioniranje

Materijal:

Beton: C30/37

$$\left(C f_{ck} / f_{ck,cube} \text{ valjak/kocka} \right)$$

f_{cd} – proračunska čvrstoća betona

α_{cc} – koeficijent dugotrajnih učinaka na čvrstoću

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

Čelik: B500B

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

f_{yd} – proračunska granica popuštanja čelika

α_{cc} – koeficijent dugotrajnih učinaka na čvrstoću

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

Visina grede: $h = 50.0 \text{ cm}$

Zaštitni sloj betona (XC1): $c = 2.5 \text{ cm}$

Razmak između redova armature je 2,5 cm

Udaljenost do težišta armature: $d_1 = c + \phi_v + \phi_s = 2.5 + 0.8 + 2,5 + \frac{2,5}{2} = 7,05 \text{ cm}$

Statička visina presjeka: $d = h - d_1 = 50.0 - 7,05 = 42,95 \text{ cm}$

5.3.1. Dimenzioniranje uzdužne armature

Polje

Sudjelujuća širina:

$$L_0 = 0,85 \cdot L = 0,85 \cdot 286.0 = 544 \text{ cm}$$

$$b_1 = \frac{1380}{2} = 690 \text{ cm}$$

$$b_2 = \frac{1580}{2} = 790 \text{ cm}$$

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

$$b = b_1 + b_w + b_2 = 690 + 30 + 790 = 1510 \text{ cm}$$

$$b_{eff,i} = 0.2 \cdot b_i + 0.1 \cdot l_0 \leq 0.2 \cdot l_0$$

$$0.2 \cdot L_0 = 0.2 \cdot 544 = 108,8 \text{ cm}$$

$$b_{eff,1} = 0.2 \cdot b_1 + 0.1 \cdot L_0 = 0.2 \cdot 690 + 0.1 \cdot 544 = 192,4 \text{ cm} > 108,8 \text{ cm}$$

$$b_{eff,2} = 0.2 \cdot b_2 + 0.1 \cdot L_0 = 0.2 \cdot 790 + 0.1 \cdot 544 = 212,4 \text{ cm} > 108,8 \text{ cm}$$

$$b_{eff} = b_{eff,1} + b_w + b_{eff,2} = 108,8 + 30 + 108,8 = 247,6 \text{ cm} < b = 1510 \text{ cm}$$

Odabrana je sudjelujuća širina $b_{eff} = 248 \text{ cm}$

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{39696}{248 \cdot 42,95^2 \cdot 2} = 0.043 < \mu_{lim} = 0.296$$

Za $\mu_{Ed} = 0.046$ očitano:

$$\varepsilon_c = -1,7 \qquad \xi = 0.078$$

$$\varepsilon_{s1} = 20.0 \qquad \zeta = 0.971$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{39696}{0.971 \cdot 42,95 \cdot 43.478} = 21,89 \text{ cm}^2/m$$

Minimalna armatura za polje:

$$A_{s1,raz} = 0.0013 \cdot b_w \cdot d = 0.0013 \cdot 30.0 \cdot 42,95 = 2,06 \text{ cm}^2/m \rightarrow \text{mjerodavno}$$

$$A_{s1,raz} = 0.26 \cdot b_w \cdot d \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} = 0.26 \cdot 30.0 \cdot 42,95 \cdot \frac{2.9}{500} = 1,94 \text{ cm}^2/m$$

Maksimalna armatura za polje:

$$A_{s1,max} = 0.040 \cdot b_{eff} \cdot h = 0.040 \cdot 248 \cdot 50.0 = 496 \text{ cm}^2/m$$

$$A_{s1,max} = 0.022 \cdot A_c = 0.022 \cdot 248 \cdot 50.0 = 272,8 \text{ cm}^2/m \rightarrow \text{mjerodavno}$$

Odabrana armatura je veća od zahtjevane i nalazi se u području između minimalne i maksimalne armature:

$$A_{s1,min} < A_{s1,prov} < A_{s1,max}$$

ODABRANO:

$$5\phi 25 (A_{s1,prov} = 24,54 \text{ cm}^2) > A_{s1,req} = 21,89 \text{ cm}^2$$

Ležaj

Bezdimenzijski moment savijanja:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{0.25 \cdot 39696}{30 \cdot 42,95^2 \cdot 2} = 0.090 < \mu_{lim} = 0.296$$

Za $\mu_{Ed} = 0.093$ očitano:

$$\varepsilon_c = -2,9 \qquad \xi = 0.127$$

$$\varepsilon_{s1} = 20.0 \qquad \zeta = 0.949$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{0.25 \cdot 39696}{0.949 \cdot 42,95 \cdot 43.478} = 5,60 \text{ cm}^2/\text{m}$$

ODABRANO:

$$4\phi 14 (A_{s1,prov} = 6,16 \text{ cm}^2) > A_{s1,req} = 5,60 \text{ cm}^2$$

5.3.2. Dimenzioniranje poprečne armature

$$V_{Ed} = 195,75 \text{ kN}$$

Proračunska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:

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

$$C_{Rd,c} = \frac{0.18}{1.5} = 0.12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{430}} = 1.68 < 2.0 \rightarrow k = 1,68$$

$$A_{s1,prov} = (4\phi 14) \rightarrow 6,16 \text{ cm}^2$$

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

$$\rho_1 = \frac{A_{s1,prov}}{b_w \cdot d} = \frac{6,16}{30 \cdot 42,95} = 0.00478 < 0.02$$

$$k_1 = 0.15$$

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

$$\begin{aligned} V_{Rd,c} &= \left[0.12 \cdot 1.68 \cdot (100 \cdot 0.00478 \cdot 30)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot 0 \right] \cdot 300 \cdot 430 = 63182,47 \text{ N} \\ &= 63,18 \text{ kN} \end{aligned}$$

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

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 1.68^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0.417$$

$$\begin{aligned} V_{Rd,c,min} &= (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b \cdot d = (0.417 + 0.15 \cdot 0) \cdot 300 \cdot 430 = 53793 \text{ N} \\ &= 53,79 \text{ kN} \end{aligned}$$

Maksimalna vrijednost poprečne sile:

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot \frac{1}{\text{ctg}\Theta + \text{tg}\Theta}$$

$$\alpha_{cw} = 1.0$$

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

$$z = 0,9 \cdot d = 0.9 \cdot 430 = 387 \text{ mm}$$

$$\Theta = 39.8^\circ$$

$$V_{Rd,max} = 1.0 \cdot 300.0 \cdot 387 \cdot 0.528 \cdot 20 \cdot \frac{1}{\text{ctg}(39.8^\circ) + \text{tg}(39.8^\circ)} = 602937,18 \text{ N}$$

$$V_{Rd,max} = 602,94 \text{ kN}$$

Provjera:

$$V_{Rd,c,min} = 53,79 \text{ kN} < V'_{Ed} = 195.75 < V_{Rd,max} = 602,94 \text{ kN}$$

Potrebna je poprečna armatura radi preuzimanja naprezanja od poprečnih sila.

Pretpostavljaju ste dvorezne ($m=2$) spone $\Phi 8$ ($A_{sw} = 1.01 \text{ cm}^2$)

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

Proračun vertikalne poprečne armature:

$$s_1 = \frac{A_{sw}}{V'_{Ed}} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta = \frac{1,01}{195,75} \cdot 38,70 \cdot 43,478 \cdot \cot(39,8^\circ) = 10,42 \text{ cm}$$

Prema EN 1992-1-1:

$$\rho_{w,\min} = 0,00090 \text{ za C 30/37 i B500B}$$

Prema hrvatskom nacionalnom dodatku:

$$\rho_{w,\min} = 0,00090 \text{ za C 30/37 i B500B}$$

$$s_{1,\max} = \frac{A_{sw}}{\rho_{w,\min} \cdot b_w} = \frac{1,01}{0,00090 \cdot 30} = 37,41 \text{ cm}$$

Prema tablici 4.13. (Betonske konstrukcije 1; Sorić, Kišiček), najveći uzdužni razmak spona:

$$V'_{Ed} > 0,3 \cdot V_{Rd,\max}$$

$$195,75 \text{ k} > 0,3 \cdot 602,94 = 180,88 \text{ kN}$$

$$s_{1,\max} = 0,55 \cdot d = 0,55 \cdot 42,95 = 23,62 \text{ cm} < 30,00 \text{ cm}$$

Mjerodavan najveći razmak spona uz oslonac je $s_{1,\max} = 23,62 \text{ cm}$

Proračunan razmak spona $s_1 = 10,42 \text{ cm} < s_{1,\max} = 23,62 \text{ cm}$. U redu je.

Najveća proračunska ploština presjeka vertikalne ($\alpha=90^\circ$) poprečne armature $A_{sw,\max}$ i za $\cot\theta=1,0$ tj. ($\theta=45^\circ$), dana je izrazom:

$$A_{sw,\max} = \frac{1}{2} \cdot b_w \cdot s \cdot \alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{ywd}} = \frac{1}{2} \cdot 30 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 0,53 \cdot \frac{20}{434,78} = 3,65 \text{ cm}^2$$

Odabrana poprečna armatura, $\phi 8/10,0 \text{ cm}$, $m = 2$, za gredu $b_w/h = 30/50 \text{ cm}$

5.4. Proračun pukotina i progiba grede

5.4.1. Proračun karakteristika materijala i poprečnog presjeka

Srednji polumjer presjeka:

$$h_0 = \frac{2 \cdot A_c}{u} = \frac{2 \cdot (30 \cdot 30 + 20 \cdot 248)}{218 + 30 + 30 + 30 + 248} = 21,08 \text{ cm} = 210,8 \text{ mm}$$

Konačna vrijednost puzanja za $t_0 = 28$ dana, za suhe uvjete okoliša:

$$\varphi(\infty, t_0) = 2.40$$

Konačna vrijednost relativne deformacije od skupljanja:

$$\varepsilon_{cs, \infty} = \varepsilon_{cd, \infty} + \varepsilon_{ca, \infty}$$

$$\varepsilon_{cd, \infty} = k_h \cdot \varepsilon_{cd, 0}$$

Za $h_0 = 210,8 \text{ mm}$, linearnom interpolacijom dobiva se:

$$k_h = 0.839$$

Za razred betona C30/37 te RH=50% linearnom interpolacijom dobiva se:

$$\varepsilon_{cd, 0} = 0.000480$$

$$\varepsilon_{cd, \infty} = k_h \cdot \varepsilon_{cd, 0} = 0.839 \cdot 0.000480 = 4.03 \cdot 10^{-4}$$

$$\varepsilon_{ca, \infty} = 2.5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} = 2.5 \cdot (30 - 10) \cdot 10^{-6} = 5 \cdot 10^{-5}$$

Konačna vrijednost relativne deformacije od skupljanja:

$$\varepsilon_{cs, \infty} = \varepsilon_{cd, \infty} + \varepsilon_{ca, \infty} = 4.03 \cdot 10^{-4} + 5 \cdot 10^{-5} = 4.53 \cdot 10^{-4}$$

Za razred betona C30/37 i čelik B500B:

$$E_{cm} = 32837 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1,0 + \varphi(\infty, t_0)} = \frac{33000}{1,0 + 2,4} = 9705,88 \text{ N/mm}^2$$

$$\alpha_{e,0} = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200000}{33000} = 6,06$$

$$\alpha_{e,\infty} = \frac{E_s}{E_{c,eff}} = \frac{200000}{9705,88} = 20,61$$

Težište i moment tromosti poprečnog presjeka (beton bez armature)

$$y_{0d} = \frac{b_w \cdot 0,5 \cdot (h - h_f)^2 + b_{eff} \cdot h_f \cdot (h - 0,5 \cdot h_f)}{b_w \cdot (h - h_f) + b_{eff} \cdot h_f}$$

$$y_{0d} = \frac{30 \cdot 0,5 \cdot (50 - 20)^2 + 248 \cdot 20 \cdot (50 - 0,5 \cdot 20)}{30 \cdot (50 - 20) + 248 \cdot 20}$$

$$y_{0d} = 36,16 \text{ cm}$$

$$y_{0g} = h - y_{0d} = 50 - 36,16 = 13,84 \text{ cm}$$

$$I_0 = \frac{b_w \cdot y_{0d}^3}{3} + \frac{b_w \cdot y_{0g}^3}{3} + \frac{(b_{eff} - b_w) \cdot h_f^3}{12} + (b_{eff} - b_w) \cdot h_f \cdot \left(y_{0g} - \frac{h_f}{2}\right)^2$$

$$I_0 = \frac{30 \cdot 36,16^3}{3} + \frac{30 \cdot 13,84^3}{3} + \frac{(248 - 30) \cdot 20^3}{12} + (248 - 30) \cdot 20 \cdot \left(13,84 - \frac{20}{2}\right)^2$$

$$I_0 = 647866,27 \text{ cm}^4$$

5.4.2. Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za $t=0$

Stanje naprezanja I:

Težište i moment tromosti za idealni poprečni presjek:

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot h} = \frac{24,54}{30 \cdot 50} = 0,0164$$

$$\begin{aligned} A_1 &= \alpha_{e,0} \cdot \rho_1 \cdot \frac{d}{h} \cdot \left(1 + A_{s2} \cdot \frac{d_2}{(A_{s1} \cdot d)} \right) \\ &= 6,06 \cdot 0,0164 \cdot \frac{42,95}{50} \cdot \left(1 + 6,16 \cdot \frac{7,05}{(24,54 \cdot 42,95)} \right) \end{aligned}$$

$$A_1 = 0,0889$$

$$B_1 = \alpha_{e,0} \cdot \rho_1 \cdot \left(1 + \frac{A_{s2}}{A_{s1}} \right) = 6,06 \cdot 0,0164 \cdot \left(1 + \frac{6,16}{24,54} \right)$$

$$B_1 = 0,1243$$

$$C_1 = 0,5 \cdot \left(\frac{h_f}{h} \right)^2 \cdot \left(\frac{b_{eff}}{b_w} - 1 \right) + A_1 = 0,5 \cdot \left(\frac{20}{50} \right)^2 \cdot \left(\frac{248}{30} - 1 \right) + 0,0889$$

$$C_1 = 0,670$$

$$D_1 = \left(\frac{h_f}{h} \right) \cdot \left(\frac{b_{eff}}{b_w} - 1 \right) + B_1 = \left(\frac{20}{50} \right) \cdot \left(\frac{248}{30} - 1 \right) + 0,1243$$

$$D_1 = 3,03$$

$$k_{xl} = \frac{(0,5 + C_1)}{(1 + D_1)} = \frac{(0,5 + 0,670)}{(1 + 3,03)} = 0,29$$

$$y_{Ig} = k_{xl} \cdot h = 0,29 \cdot 50 = 14,50 \text{ cm}$$

$$y_{Id} = h - y_{Ig} = 50 - 14,50 = 35,50 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} I_I &= \frac{b_w}{3} (y_{Id}^3 + y_{Ig}^3) + \frac{(b_{eff} - b_w) \cdot h_f^3}{12} + (b_{eff} - b_w) \cdot h_f \cdot \left(y_{Ig} - \frac{h_f}{2} \right)^2 + (\alpha_{e,0} - 1) \\ &\cdot \left[A_{s1} (d - y_{Ig})^2 + A_{s2} (y_{Ig} - d_2)^2 \right] \end{aligned}$$

$$I_I = \frac{30}{3} \cdot (35,50^3 + 14,50^3) + \frac{(248 - 30) \cdot 20^3}{12} + (248 - 30) \cdot 20 \cdot \left(14,50 - \frac{20}{2}\right)^2$$

$$+ (6,06 - 1) \cdot [24,54 \cdot (42,95 - 14,50)^2 + 6,16 \cdot (14,50 - 7,05)^2]$$

$$I_I = 813733,78 \text{ cm}^4$$

Statički moment ploštine armature:

$$S_I = A_{s1} \cdot (d - y_{Ig}) - A_{s2} \cdot (y_{Ig} - d_2) = 24,54 \cdot (42,95 - 14,50) - 6,16 \cdot (14,50 - 7,05)$$

$$S_I = 652,271 \text{ cm}^3$$

Stanje naprezanja II:

$$\rho_{II} = \frac{A_{s1}}{b_{eff} \cdot d} = \frac{6,16}{248 \cdot 42,95} = 0,000578$$

$$A_{II} = \alpha_{e,0} \cdot \rho_{II} \cdot \left(1 + A_{s2} \cdot \frac{d_2}{(A_{s1} \cdot d)}\right) = 6,06 \cdot 0,000578 \cdot \left(1 + 6,16 \cdot \frac{7,05}{(24,54 \cdot 42,95)}\right)$$

$$A_{II} = 0,0037$$

$$B_{II} = \alpha_{e,0} \cdot \rho_{II} \cdot \left(1 + \frac{A_{s2}}{A_{s1}}\right) = 6,06 \cdot 0,000578 \cdot \left(1 + \frac{24,54}{6,16}\right)$$

$$B_{II} = 0,0175$$

$$k_{xII} = -B_{II} + \sqrt{B_{II}^2 + 2A_{II}} = -0,0175 + \sqrt{0,0175^2 + 2 \cdot 0,0037} = 0,070$$

$$y_{IIg} = k_{xII} \cdot d = 0,070 \cdot 42,95 = 3,00 \text{ cm} < h_f = 20 \text{ cm}$$

$$I_{II} = \frac{b_{eff} \cdot y_{IIg}^3}{3} + \alpha_{e,0} \cdot A_{s1} \cdot (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_{e,0} - 1) \cdot A_{s2} \cdot (y_{IIg} - d_2)^2$$

$$I_{II} = \frac{248 \cdot 3,00^3}{3} + 6,06 \cdot 24,54 \cdot (42,95 - 3,00)^2 + (6,06 - 1) \cdot 6,16 \cdot (3,00 - 7,05)^2$$

$$I_{II} = 240088,62 \text{ cm}^4$$

Statički moment ploštine armature:

$$S_{II} = A_{s1} \cdot (d - y_{IIg}) - A_{s2} \cdot (y_{IIg} - d_2) \\ = 24,54 \cdot (42,95 - 3,00) - 6,16 \cdot (3,00 - 7,05)$$

$$S_{II} = 1005,32$$

Krak unutarnjih sila:

$$z = d - \frac{y_{IIg}}{3} = 42,95 - \frac{3,00}{3} = 41,95 \text{ cm}$$

5.4.3. Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za $t=\infty$

Stanje naprezanja I:

Težište i moment tromosti za idealni poprečni presjek:

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot h} = \frac{24,54}{30 \cdot 50} = 0,0164$$

$$A_1 = \alpha_{e,\infty} \cdot \rho_1 \cdot \frac{d}{h} \cdot \left(1 + A_{s2} \cdot \frac{d_2}{(A_{s1} \cdot d)} \right) \\ = 20,61 \cdot 0,0164 \cdot \frac{42,95}{50} \cdot \left(1 + 6,16 \cdot \frac{7,05}{(6,16 \cdot 42,95)} \right)$$

$$A_1 = 0,338$$

$$B_1 = \alpha_{e,0} \cdot \rho_1 \cdot \left(1 + \frac{A_{s2}}{A_{s1}} \right) = 20,61 \cdot 0,0164 \cdot \left(1 + \frac{6,16}{24,54} \right)$$

$$B_1 = 0,4229$$

$$C_1 = 0,5 \cdot \left(\frac{h_f}{h} \right)^2 \cdot \left(\frac{b_{eff}}{b_w} - 1 \right) + A_1 = 0,5 \cdot \left(\frac{20}{50} \right)^2 \cdot \left(\frac{248}{30} - 1 \right) + 0,338$$

$$C_1 = 0,9193$$

$$D_1 = \left(\frac{h_f}{h} \right) \cdot \left(\frac{b_{eff}}{b_w} - 1 \right) + B_1 = \left(\frac{20}{50} \right) \cdot \left(\frac{248}{30} - 1 \right) + 0,4229$$

$$D_1 = 3,3296$$

$$k_{xl} = \frac{(0.5 + C_1)}{(1 + D_1)} = \frac{(0.5 + 0.9193)}{(1 + 3,3296)} = 0.3278$$

$$y_{Ig} = k_{xl} \cdot h = 0.3278 \cdot 50 = 16,39 \text{ cm}$$

$$y_{Id} = h - y_{Ig} = 50 - 16,39 = 33,61 \text{ m}$$

$$I_I = \frac{b_w}{3} (y_{Id}^3 + y_{Ig}^3) + \frac{(b_{eff} - b_w) \cdot h_f^3}{12} + (b_{eff} - b_w) \cdot h_f \cdot \left(y_{Ig} - \frac{h_f}{2} \right)^2 + (\alpha_{e,0} - 1) \cdot [A_{s1} (d - y_{Ig})^2 + A_{s2} (y_{Ig} - d_2)^2]$$

$$I_I = \frac{30}{3} \cdot (33,61^3 + 16,39^3) + \frac{(248 - 30) \cdot 20^3}{12} + (248 - 30) \cdot 20 \cdot \left(16,39 - \frac{20}{2} \right)^2 + (6,06 - 1) \cdot [24,54 \cdot (42,95 - 16,39)^2 + 6,16 \cdot (16,39 - 3,00)^2]$$

$$I_I = 840243,29 \text{ cm}^4 \text{ Statički moment ploštine armature:}$$

$$S_I = A_{s1} \cdot (d - y_{Ig}) - A_{s2} \cdot (y_{Ig} - d_2) = 24,54 \cdot (42,95 - 16,39) - 6,16 \cdot (16,39 - 7,05)$$

$$S_I = 594,25 \text{ cm}^3$$

Stanje naprezanja II:

$$\rho_{II} = \frac{A_{s1}}{b_{eff} \cdot d} = \frac{24,54}{248 \cdot 42,95} = 0.002304$$

$$A_{II} = \alpha_{e,\infty} \cdot \rho_{II} \cdot \left(1 + A_{s2} \cdot \frac{d_2}{(A_{s1} \cdot d)} \right) = 20,61 \cdot 0.002128 \cdot \left(1 + 6,16 \cdot \frac{7,05}{(24,54 \cdot 42,95)} \right)$$

$$A_{II} = 0.0457$$

$$B_{II} = \alpha_{e,\infty} \cdot \rho_{II} \cdot \left(1 + \frac{A_{s2}}{A_{s1}} \right) = 20,61 \cdot 0.002128 \cdot \left(1 + \frac{6,16}{24,54} \right)$$

$$B_{II} = 0.0549$$

$$k_{xII} = -B_{II} + \sqrt{B_{II}^2 + 2A_{II}} = -0.0549 + \sqrt{0.0549^2 + 2 \cdot 0.0457} = 0.2524$$

$$y_{IIg} = k_{xII} \cdot d = 0.2524 \cdot 42,95 = 10,84 \text{ cm} < h_f = 20 \text{ cm}$$

$$I_{II} = \frac{b_{eff} \cdot y_{IIg}^3}{3} + \alpha_{e,\infty} \cdot A_{s1} \cdot (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_{e,\infty} - 1) \cdot A_{s2} \cdot (y_{IIg} - d_2)^2$$

$$I_{II} = \frac{248 \cdot 10,84^3}{3} + 20,61 \cdot 24,54 \cdot (42,95 - 10,84)^2 + (20,61 - 1) \cdot 6,16 \cdot (10,84 - 7,05)^2$$

$$I_{II} = 628507,30 \text{ cm}^4$$

Statički moment ploštine armature:

$$S_{II} = A_{s1} \cdot (d - y_{IIg}) - A_{s2} \cdot (y_{IIg} - d_2) \\ = 24,54 \cdot (42,95 - 10,84) - 6,16 \cdot (10,84 - 7,05)$$

$$S_{II} = 764,633 \text{ cm}^3$$

Krak unutarnjih sila:

$$z = d - \frac{y_{IIg}}{3} = 42,95 - \frac{10,84}{3} = 39,34 \text{ cm}$$

5.4.4. Momenti savijanja i naprezanja u presjeku na sredini raspona grede (na mjestu maksimalnog momenta savijanja)

Moment savijanja i naprezanje u vlačnoj armaturi na sredini raspona za kratkotrajno djelovanje ($t=0$):

$$M_{Ed} = 1.0 \cdot M_g + 1.0 \cdot M_q = 1.0 \cdot 245,28 + 1.0 \cdot 43,80 = 289,08 \text{ kNm}$$

$$\sigma_s = \frac{M_{Ed}}{A_{s1} \cdot z} = \frac{28908}{24,54 \cdot 41,95} = 28,08 \text{ kN/cm}^2 = 280,80 \text{ N/mm}^2$$

Moment pri pojavi prve pukotine u poprečnom presjeku:

$$M_{cr} = \frac{f_{ctm} \cdot I_0}{y_{0d}} = \frac{0.29 \cdot 647866,27}{36,16} = 5195,83 \text{ kNcm} = 51,96 \text{ kNm}$$

Naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pojave prve pukotine:

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{cr}}{A_{s1} \cdot z} = \frac{5195,83}{24,54 \cdot 41,95} = 5,04 \text{ kN/cm}^2 = 50,40 \text{ N/mm}^2$$

Moment savijanja i naprezanje u vlačnoj armaturi na sredini raspona za dugotrajno djelovanje ($t=\infty$):

$$M_{Ed} = 1.0 \cdot M_g + 1.0 \cdot 0.3 \cdot M_q = 1.0 \cdot 245,28 + 1.0 \cdot 0.3 \cdot 43,80 = 259,32 \text{ kNm}$$

$$\sigma_s = \frac{M_{Ed}}{A_{s1} \cdot z} = \frac{25932}{24,54 \cdot 39,34} = 26,86 \text{ kN/cm}^2 = 268,60 \text{ N/mm}^2$$

Naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pojave prve pukotine:

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{cr}}{A_{s1} \cdot z} = \frac{5196,83}{24,54 \cdot 39,34} = 5,38 \text{ kN/cm}^2 = 53,80 \text{ N/mm}^2$$

5.5. Minimalna ploština armature za ograničavanje širine pukotina

Minimalna armatura za ograničenje širine pukotina (stanje naprezanja II):

$$A_{s,min} = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot \frac{A_{ct}}{\sigma_s}$$

Za naprezanje izazvano čistim savijanjem $k_c = 0.40$

Koeficijent za učinak nejednolikih neuravnoteženih naprezanja $k = 0.86$

Vlačna čvrstoća betona u vrijeme pojave prve pukotine $f_{ct,eff} = 2.9 \text{ N/mm}^2$

$$A_{ct} = b_w \cdot (h - h_f) + b_{eff} \cdot (h_f - y_{og}) = 30 \cdot (50 - 20) + 248 \cdot (20 - 13,84)$$

$$A_{ct} = 2427,68 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_s = f_{yk} = 50.0 \text{ kN/cm}^2$$

$$A_{s,min} = 0.40 \cdot 0.86 \cdot 0.29 \cdot \frac{2427,68}{50.0} = 4,84 \text{ cm}^2 < A_{s1} = 24,54 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura zadovoljava uvjet minimalne armature.

Granični promjer šipke armature i razmak šipki armature:

$$\phi^* = 16 + \frac{280 - 268,80}{280 - 240} \cdot (20 - 16) = 17,12 \text{ mm}$$

$$\phi = \phi^* \cdot \frac{f_{ct,eff}}{2.9} \cdot \frac{k_c \cdot h_{cr}}{2 \cdot (h - d)} = 17,12 \cdot \frac{2.9}{2.9} \cdot \frac{0.4 \cdot 13,84}{2 \cdot (50 - 46.5)} = 13,54 \text{ mm}$$

Granična vrijednost promjera šipki armature je 15,20 mm.

Razmak :

$$= 20 + \frac{280 - 268,80}{280 - 240} \cdot (25 - 20) = 21,40 \text{ cm}$$

Granična vrijednost razmaka šipki armature je 21,40 cm.

Odabrana armatura zadovoljava uvjet graničnog promjera šipki armature i uvjet granične vrijednosti razmaka šipki, te nije potrebno provesti proračun širine pukotina.

5.6. Proračun progiba grede

Vitkost elementa:

$$\frac{L}{d} = \frac{640}{42,95} = 14,90$$

Granična vitkost:

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} = \frac{24,54}{30 \cdot 42,95} = 0.019 = 1,9 \%$$

$$f_3 = \frac{310}{\sigma_s} = \frac{310.0}{268,60} = 1,15 \rightarrow \text{mjerodavno}$$

$$f_3 = \frac{500}{f_{yk}} \cdot \frac{A_{s,prov}}{A_{s,req}} = \frac{500}{500} \cdot \frac{24,54}{21,89} = 1,12$$

$$b_{eff} = 248 \text{ cm} > 3 \cdot b_w = 90 \text{ cm}$$

$$\rightarrow 14.0 \cdot 0.8 = 11.20$$

$$\rightarrow 20.0 \cdot 0.8 = 16.0$$

$$(L/d)_{lim} = 1.15 \cdot \left[11.20 + \frac{1.5 - 1.9}{1.5 - 0.5} \cdot (16.0 - 11.20) \right] = 10,67 < 14,90$$

Greda NE ZADOVOLJAVA granično stanje progiba, te je potrebno provesti proračun progiba.

5.7. Proračun progiba grede za kratkotrajno djelovanje (t=0)

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:

$$\frac{1}{r_1} = \frac{M_{Ed}}{E_{cm} \cdot I_1} = \frac{28908}{3283,7 \cdot 813733,78} = 1,08 \cdot 10^{-5} \left(\frac{1}{cm} \right)$$

Krak unutarnjih sila za stanje naprezanja II:

$$z = d - \frac{y_{IIg}}{3} = 42,95 - \frac{3}{3} = 41,95 cm$$

Naprezanje i relativna deformacija armature za stanje naprezanja II:

$$\sigma_s = 28,08 kN/cm^2$$

$$\varepsilon_{s1} = \frac{\sigma_s}{E_s} = \frac{28,08}{20000} = 1,40 \cdot 10^{-3}$$

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja II:

$$\frac{1}{r_{II}} = \frac{\varepsilon_{s1}}{d - y_{IIg}} = \frac{1,40 \cdot 10^{-3}}{42,95 - 3} = 3,50 \cdot 10^{-5} \left(\frac{1}{cm} \right)$$

Naprezanje u armaturi prilikom pojave prve pukotine:

$$\sigma_{sr} = 5,04 kN/cm^2$$

Koeficijent raspodjele zakrivljenosti:

$$\zeta = 1 - \beta \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right) = 1 - 1 \cdot \left(\frac{5,04}{28,08} \right) = 0,820$$

Ukupna zakrivljenost poprečnog presjeka grede:

$$\begin{aligned}\frac{1}{r_m} &= (1 - \zeta) \cdot \frac{1}{r_1} + \zeta \cdot \frac{1}{r_{II}} = (1 - 0,820) \cdot 1,08 \cdot 10^{-5} + 0,820 \cdot 3,50 \cdot 10^{-5} \\ &= 3,06 \cdot 10^{-5} \left(\frac{1}{cm}\right)\end{aligned}$$

Progib grede od kratkotrajnog djelovanja iznosi:

$$v_{k,t=0} = k \cdot L^2 \cdot \frac{1}{r_m} = \frac{5}{48} \cdot 640^2 \cdot 3,06 \cdot 10^{-5} = 1,31 \text{ cm}$$

$$v_{k,t=0} = 1,31 \text{ cm} < v_{lim} = \frac{L_{eff}}{250} = \frac{640}{250} = 2,56 \text{ cm}$$

Progib od kratkotrajnog djelovanja manji je od v_{lim} , ali je važnije proračunati progib od dugotrajnog djelovanja koji slijedi.

5.8. Proračun progiba grede za dugotrajno djelovanje ($t=\infty$)

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:

$$\frac{1}{r_1} = \frac{M_{Ed}}{E_{c,eff} \cdot I_1} = \frac{25932}{965,79 \cdot 840243,42} = 3,20 \cdot 10^{-5} \left(\frac{1}{cm}\right)$$

Krak unutarnjih sila za stanje naprezanja II:

$$z = d - \frac{y_{IIg}}{3} = 42,95 - \frac{10,84}{3} = 39,33 \text{ cm}$$

Naprezanje i relativna deformacija armature za stanje naprezanja II:

$$\sigma_s = 26,86 \text{ kN/cm}^2$$

$$\varepsilon_{s1} = \frac{\sigma_s}{E_s} = \frac{26,86}{20000} = 1,343 \cdot 10^{-3}$$

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja II:

$$\frac{1}{r_{II}} = \frac{\varepsilon_{s1}}{d - y_{IIg}} = \frac{1,343 \cdot 10^{-3}}{42,95 - 10,84} = 4,18 \cdot 10^{-5} \left(\frac{1}{cm}\right)$$

Naprezanje u armaturi prilikom pojave prve pukotine:

$$\sigma_{sr} = 5,38 \text{ kN/cm}^2$$

Koeficijent raspodjele zakrivljenosti:

$$\zeta = 1 - \beta \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right) = 1 - 1 \cdot \left(\frac{5,38}{26,86} \right) = 0,800$$

Srednja zakrivljenost poprečnog presjeka grede od opterećenja i puzanja betona:

$$\begin{aligned} \frac{1}{r_m} &= (1 - \zeta) \cdot \frac{1}{r_I} + \zeta \cdot \frac{1}{r_{II}} = (1 - 0,800) \cdot 3,20 \cdot 10^{-5} + 0,800 \cdot 4,18 \cdot 10^{-5} \\ &= 3,98 \cdot 10^{-5} \left(\frac{1}{cm} \right) \end{aligned}$$

Zakrivljenosti poprečnog presjeka grede od skupljanja betona za stanja naprezanja I i II:

$$\frac{1}{r_{csI}} = \frac{\varepsilon_{cs\infty} \cdot \alpha_{cs\infty} \cdot S_I}{I_I} = \frac{4,53 \cdot 10^{-4} \cdot 20,61 \cdot 652,271}{840243,29} = 7,25 \cdot 10^{-6} \left(\frac{1}{cm} \right)$$

$$\frac{1}{r_{csII}} = \frac{\varepsilon_{cs\infty} \cdot \alpha_{cs\infty} \cdot S_{II}}{I_{II}} = \frac{4,53 \cdot 10^{-4} \cdot 20,61 \cdot 1005,32}{628507,30} = 1,49 \cdot 10^{-5} \left(\frac{1}{cm} \right)$$

Srednja zakrivljenost poprečnog presjeka grede od skupljanja betona:

$$\begin{aligned} \frac{1}{r_{csm}} &= (1 - \zeta) \cdot \frac{1}{r_{csI}} + \zeta \cdot \frac{1}{r_{csII}} = (1 - 0,800) \cdot 7,25 \cdot 10^{-6} + 0,800 \cdot 1,49 \cdot 10^{-5} \\ &= 1,34 \cdot 10^{-5} \left(\frac{1}{cm} \right) \end{aligned}$$

Ukupna zakrivljenost poprečnog presjeka grede:

$$\frac{1}{r_{tot}} = \frac{1}{r_m} + \frac{1}{r_{csm}} = 3,98 \cdot 10^{-5} + 1,34 \cdot 10^{-5} = 5,32 \cdot 10^{-5}$$

Progib grede od kratkotrajnog djelovanja iznosi:

$$v_{tot,t=\infty} = k \cdot L^2 \cdot \frac{1}{r_{tot}} = \frac{5}{48} \cdot 640^2 \cdot 5,32 \cdot 10^{-5} = 2,27 \text{ cm}$$

$$v_{tot,t=\infty} = 2,27 \text{ cm} < v_{lim} = \frac{L_{eff}}{250} = \frac{640}{250} = 2,56 \text{ cm}$$

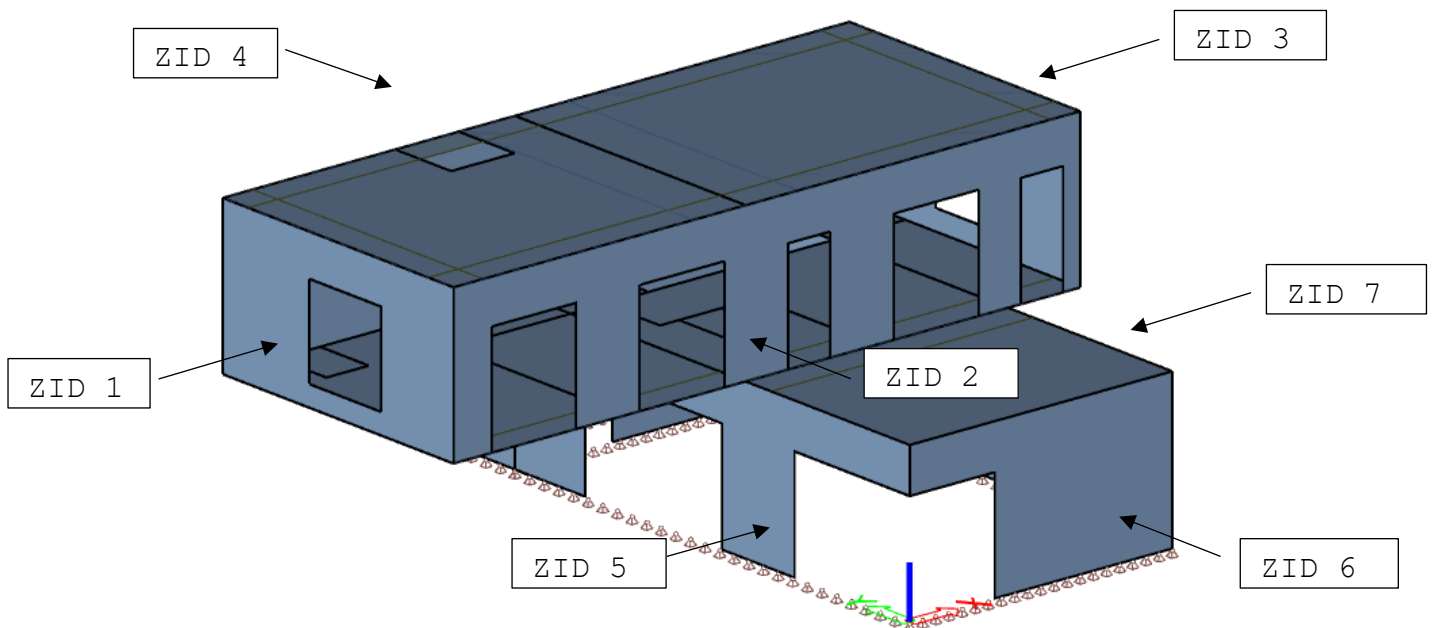
Progib grede ZADOVOLJAVA jer je $v_{tot,t=\infty} < v_{lim}$.

6. PRORAČUN AB ZIDOVA

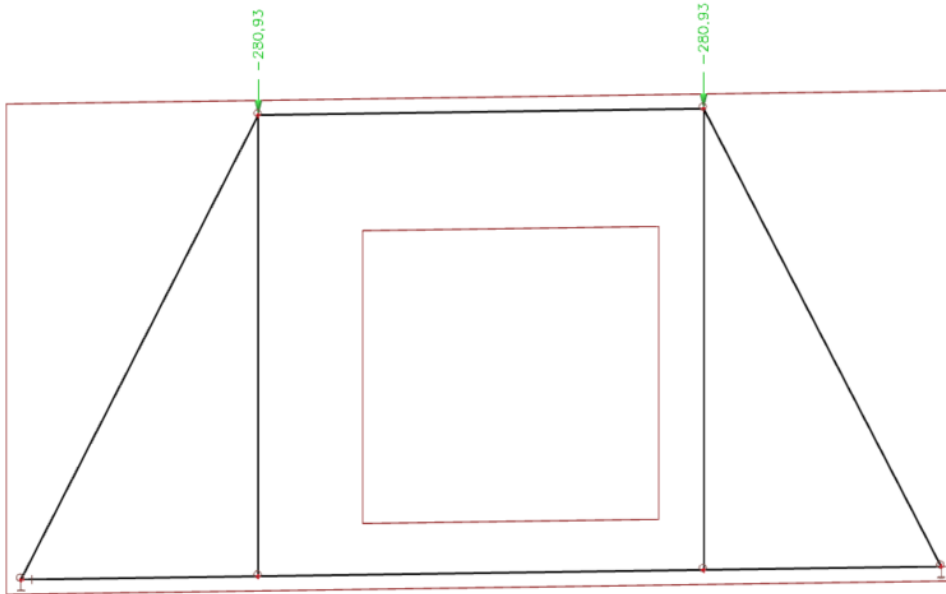
6.1. Štapni model (engl. „Strut and tie model“)

Štapni model je idealizirani model sastavljen od tlačnih i vlačnih štapova te čvorova u kojima se oni sastaju čineći ravnotežu. Da bi se u nekom zidnom nosaču dobro odredio položaj i vrsta štapa (vlačni ili tlačni) potrebno je poznavati trajektorije naprezanja i onda po njima slagati štapove. U modelu tlačni štapovi predstavljaju polja tlačnih naprezanja u betonu te dobivemo tlačnim silama odredimo koliku je širinu betona na mjestu tlačnog štapa potrebno osigurati. Silama u zategama tj., vlačnim štapovima dobije se potrebna armatura koja mora pratiti položaj i smjer vlačnog štapa [1].

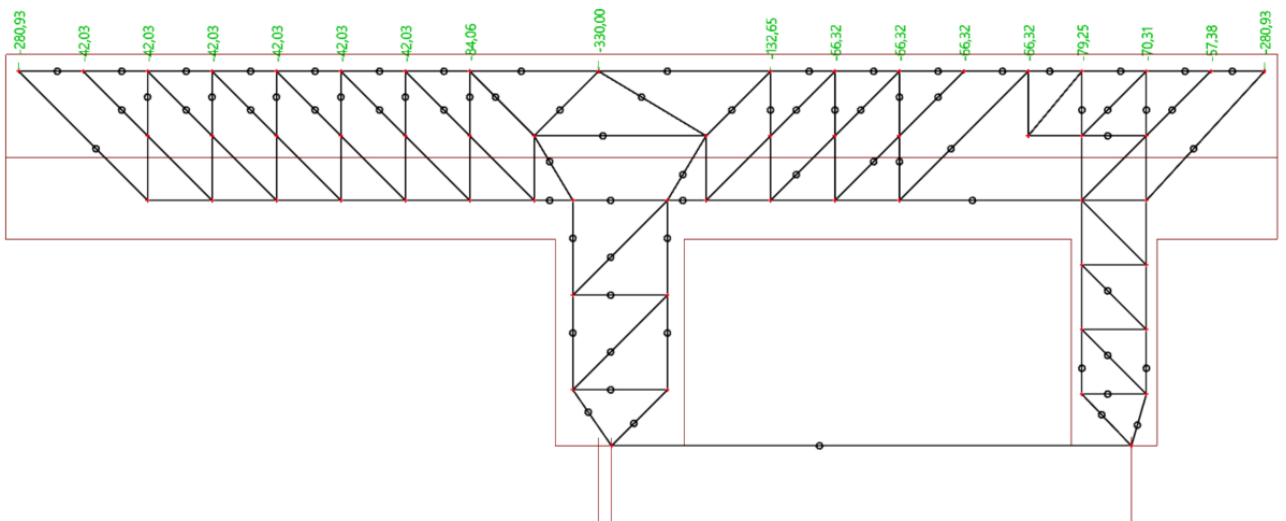
6.2. Sheme opterećenja zidova



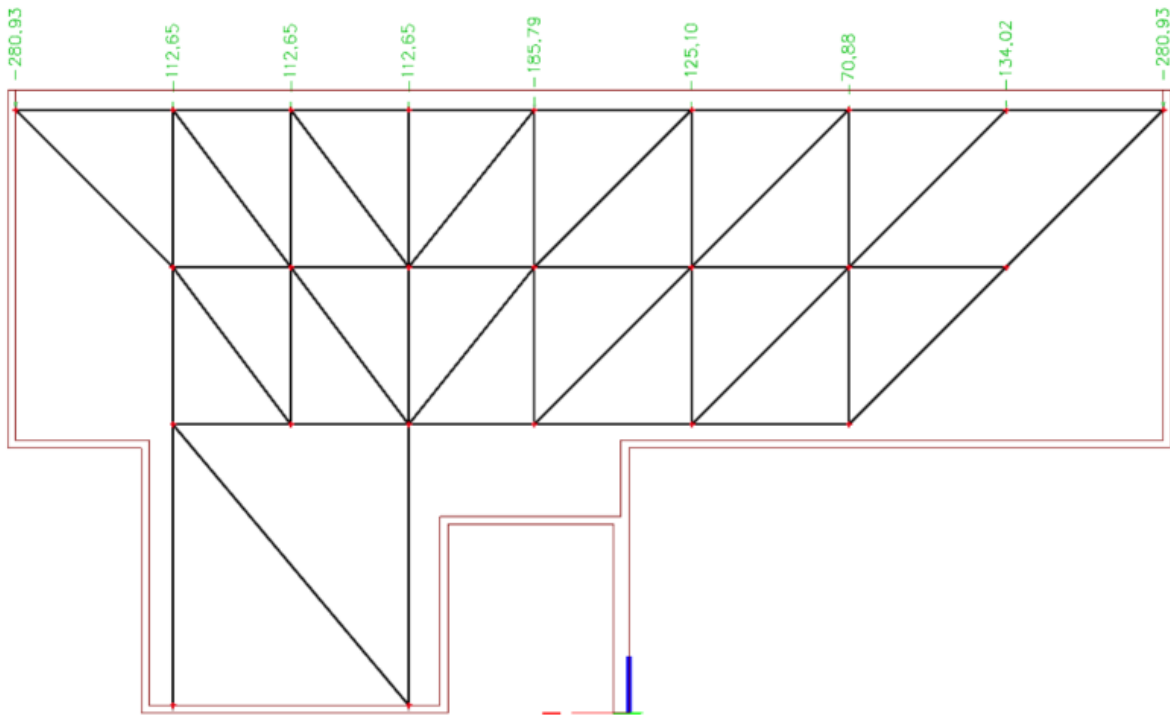
Slika 42.: Shema zidova



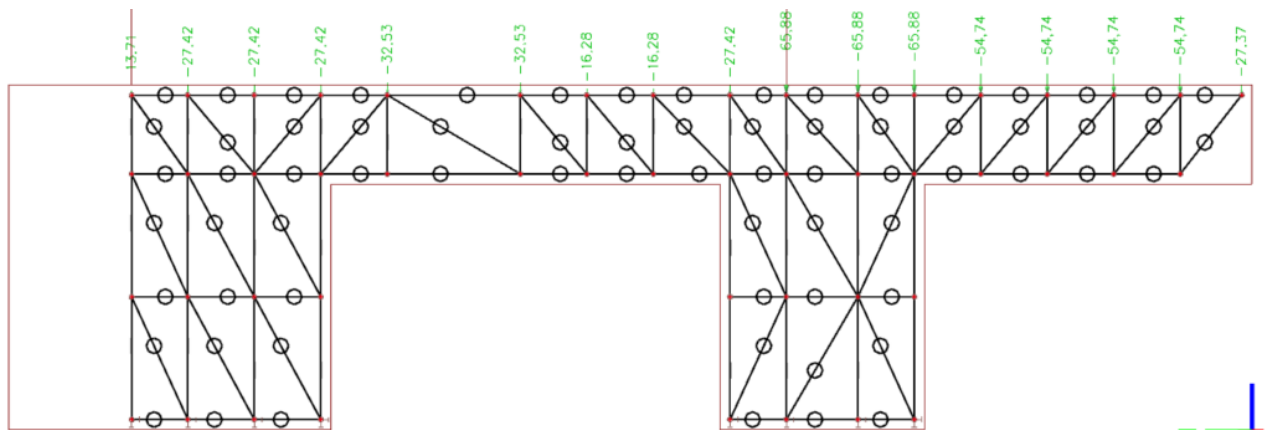
Slika 43.: Shema opterećenja na zid 1(3)



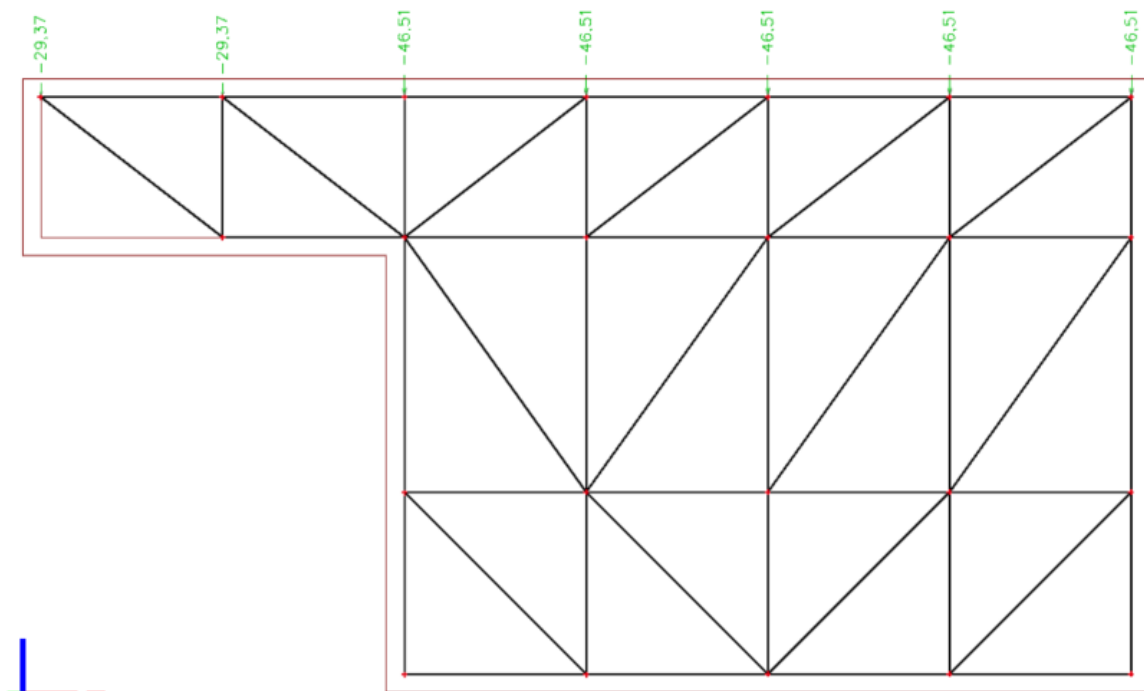
Slika 44.: Shema opterećenja na zid 2



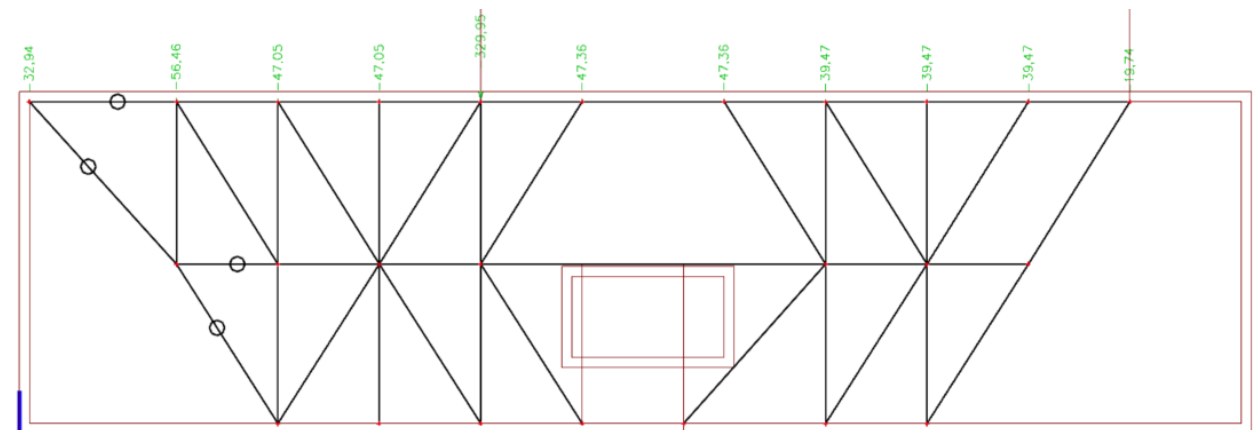
Slika 45.: Shema opterećenja na zid 4



Slika 46.: Shema opterećenja na zid 5

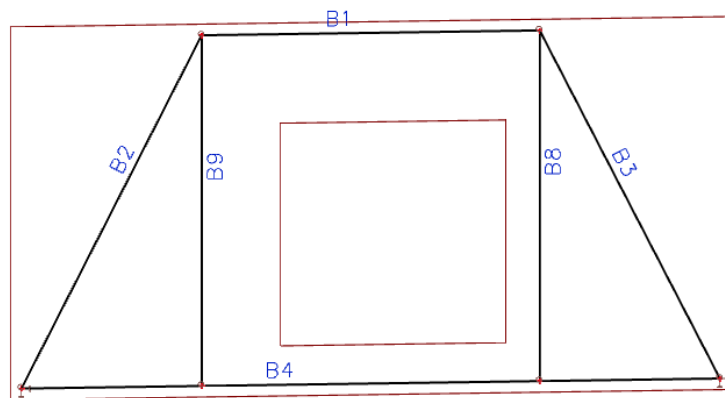


Slika 47.: Shema opterećenja na zid 6

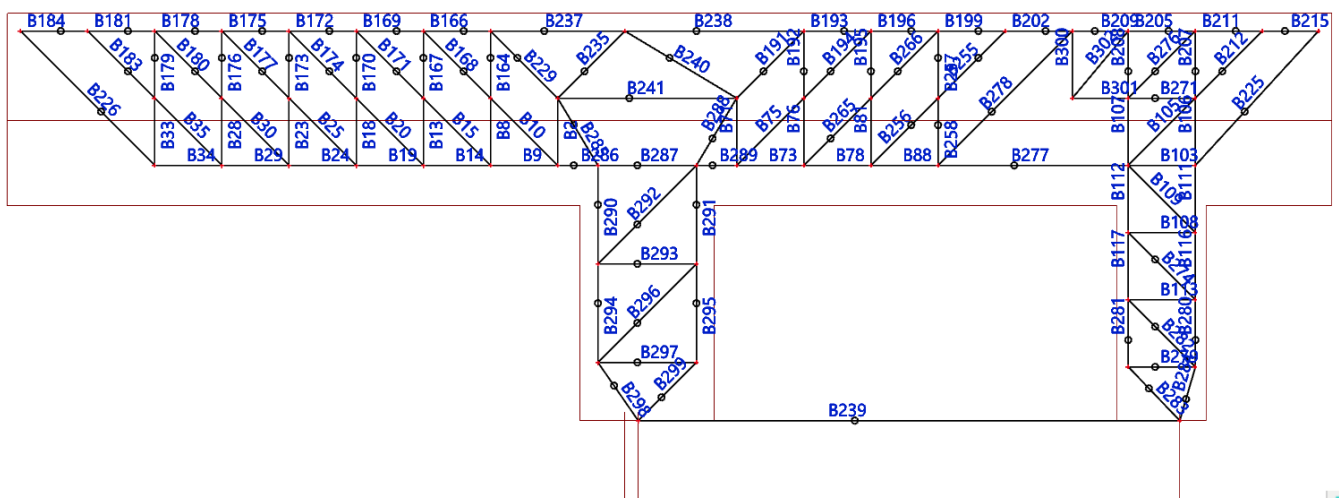


Slika 48.: Shema opterećenja na zid 7

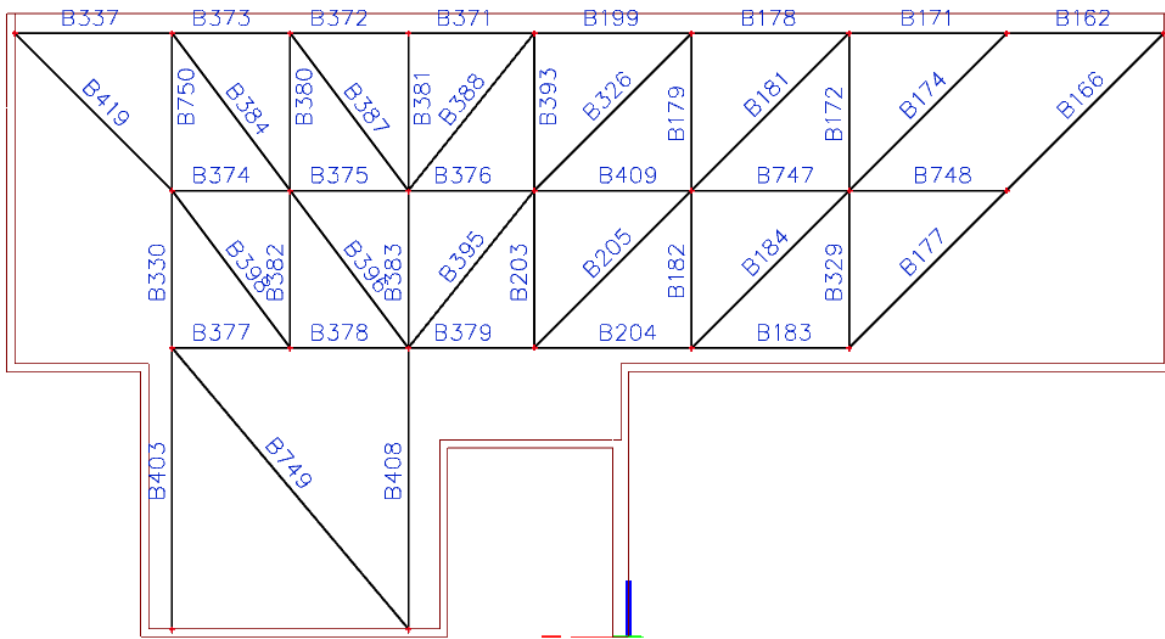
6.3. Nazivi štapova



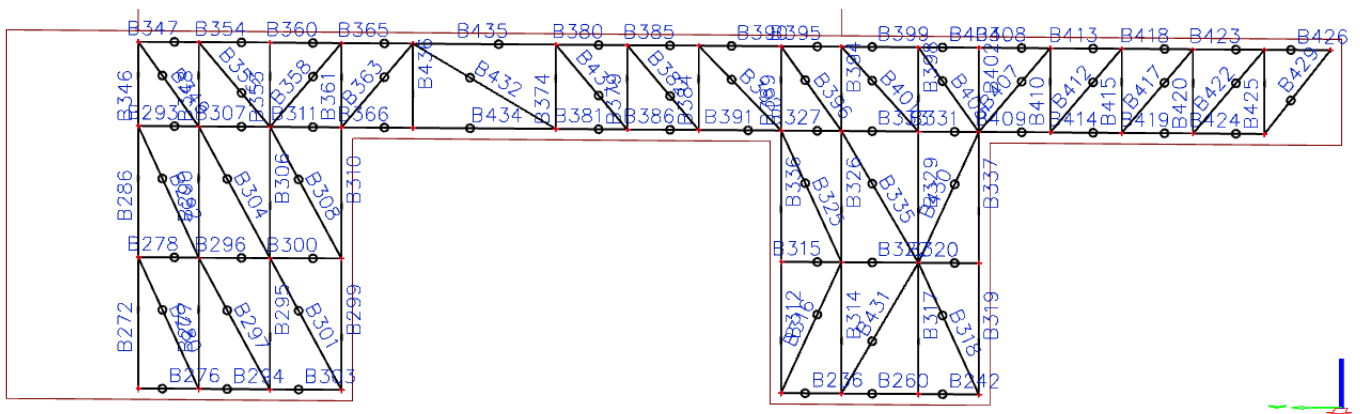
Slika 49.: Nazivi štapova zida 1(3)



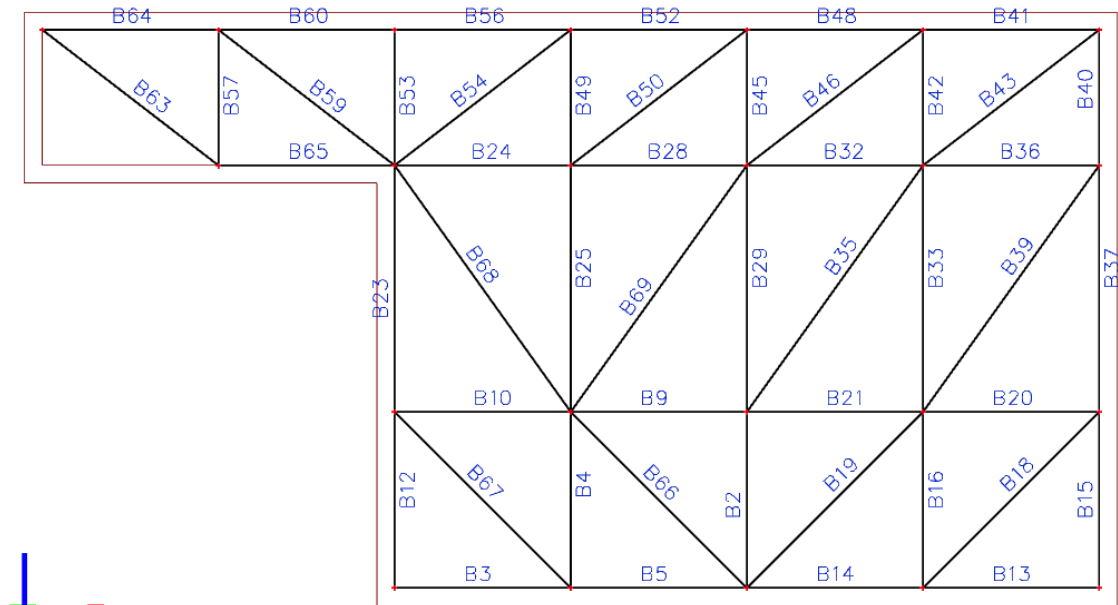
Slika 50.: Nazivi štapova zida 2



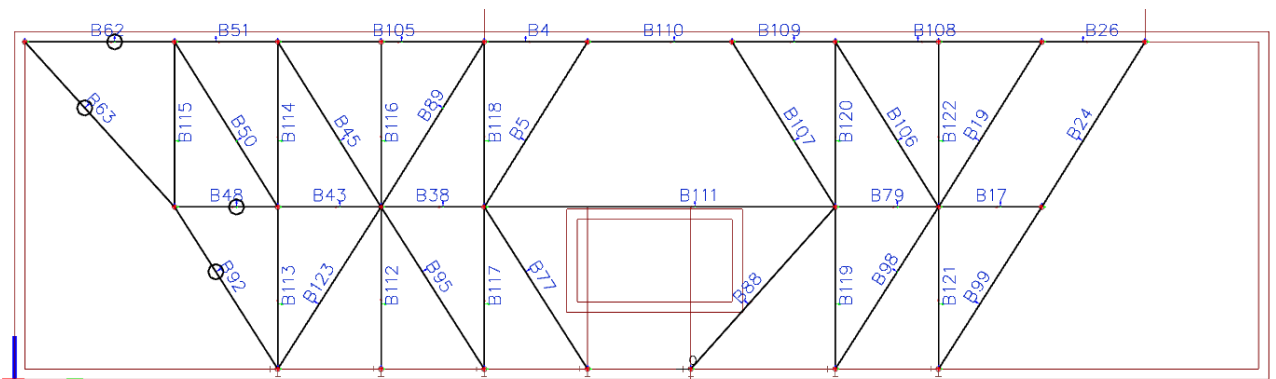
Slika 51.: Nazivi štapova zida 4



Slika 52.: Nazivi štapova zida 5

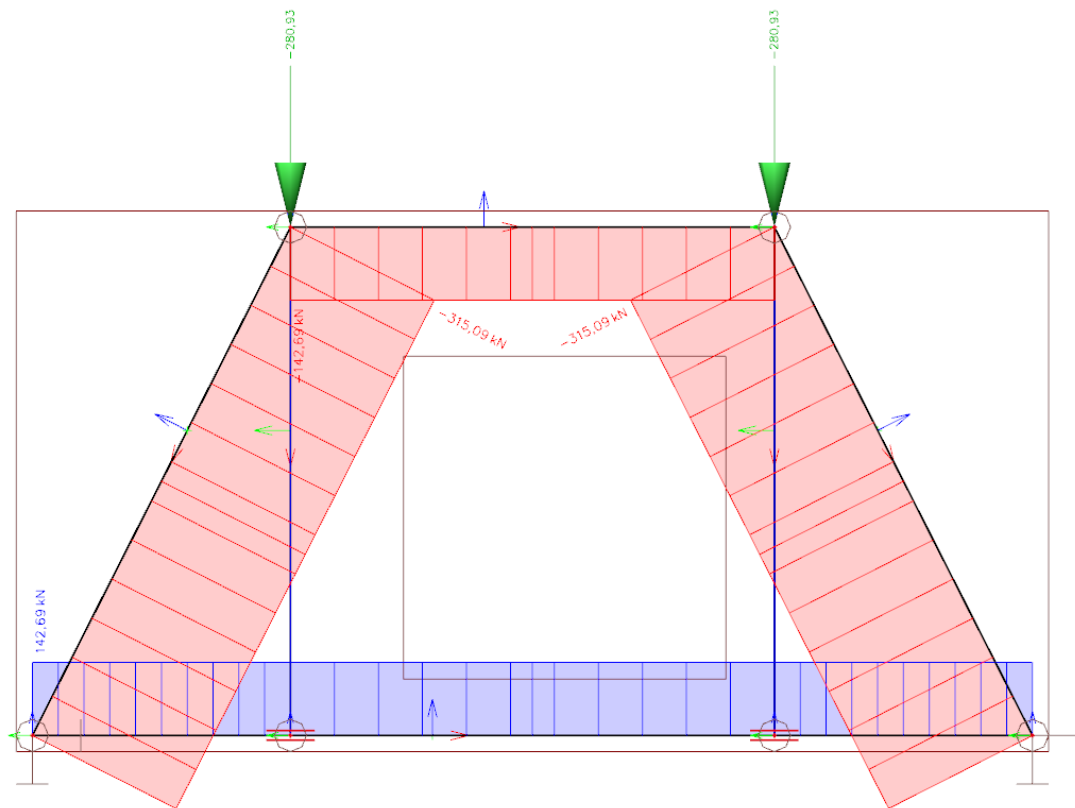


Slika 53.: Nazivi štapova zida 6

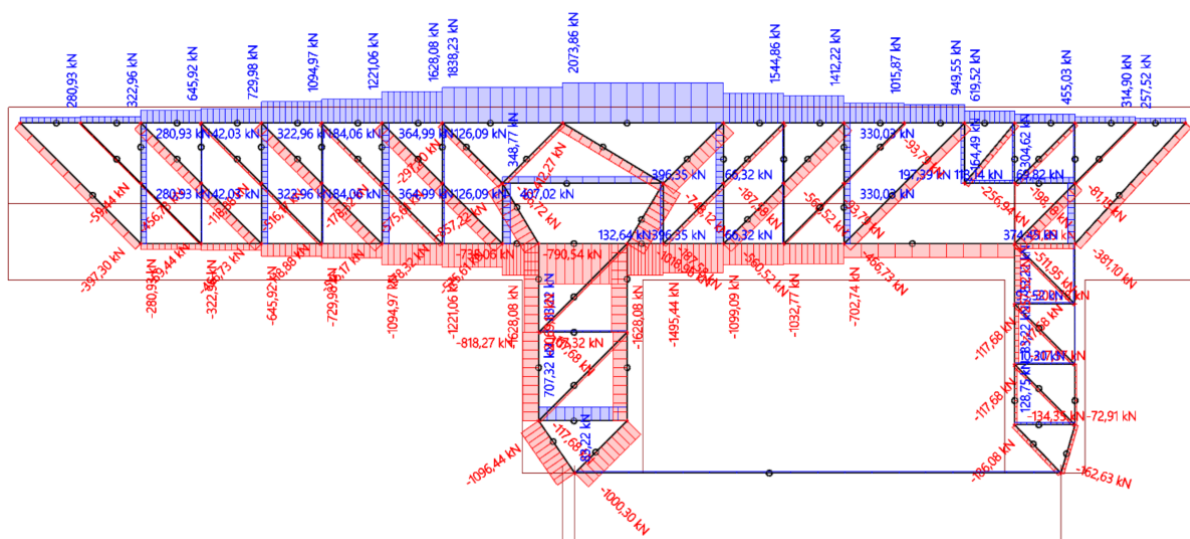


Slika 54.: Nazivi štapova zida 7

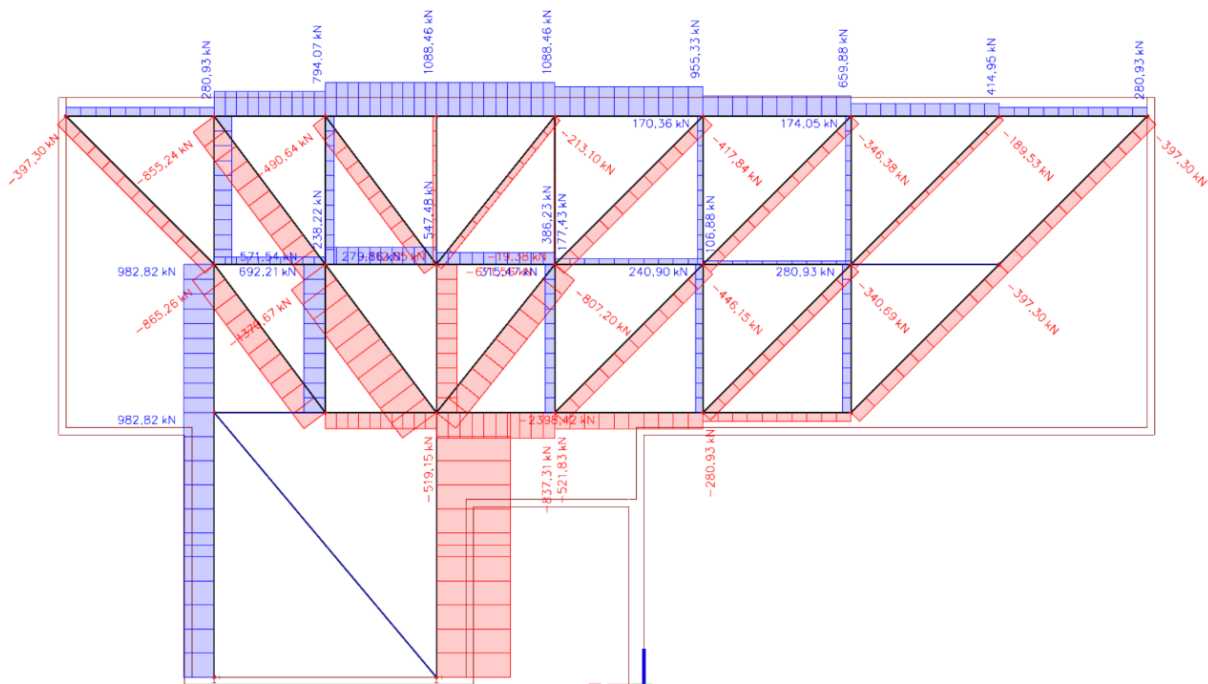
6.4. Unutarnje sile u zidovima



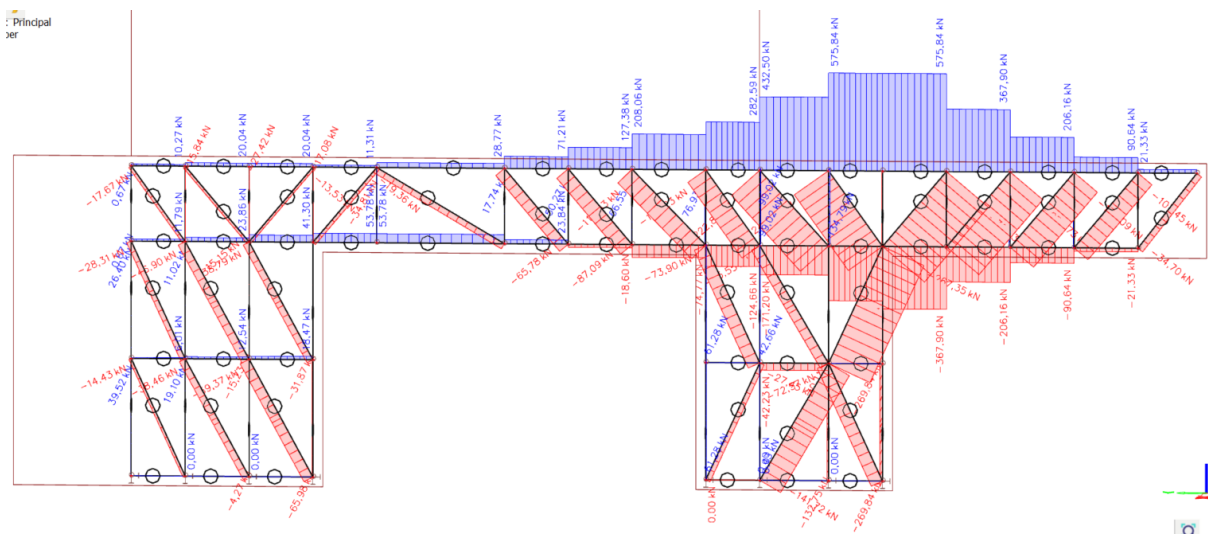
Slika 55.: Unutarnje sile u štapovima zida 1(3)



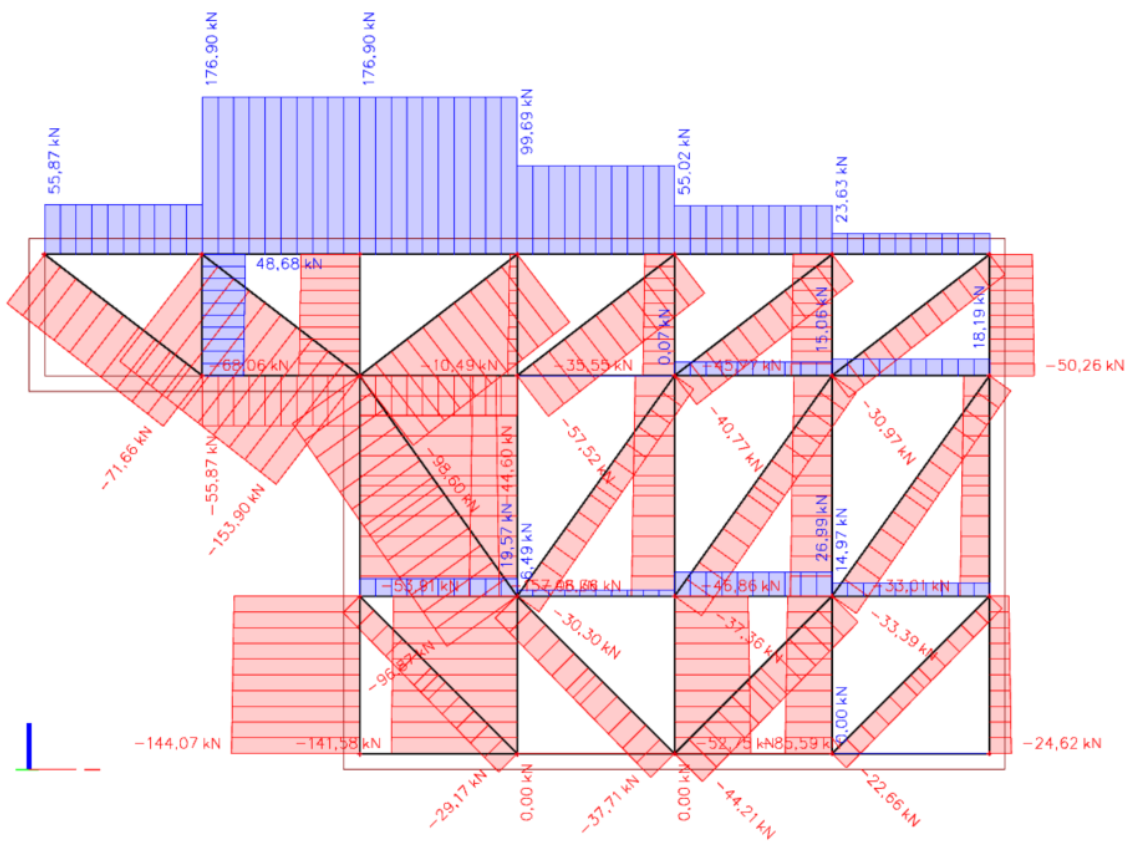
Slika 56.: Unutarnje sile u štapovima zida 2



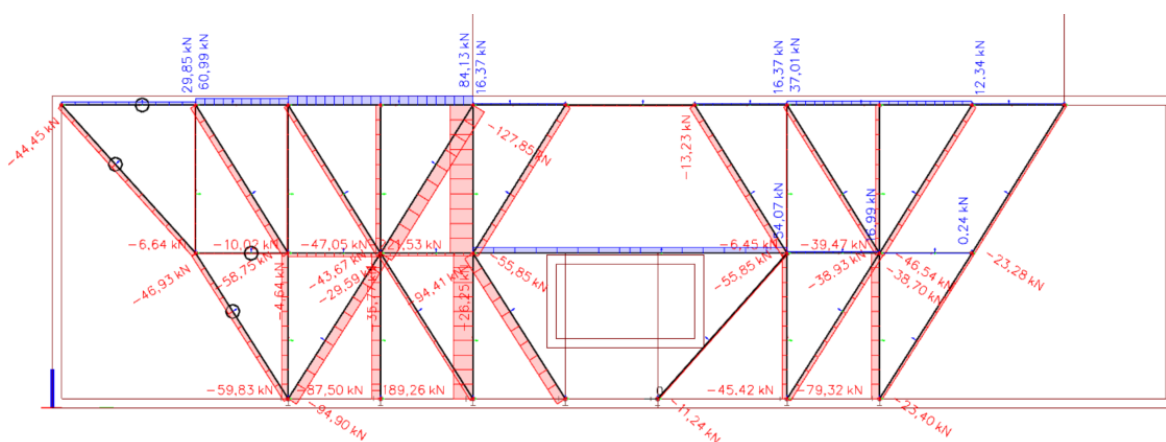
Slika 57.: Unutarnje sile u štapovima zida 4



Slika 58.: Unutarnje sile u štapovima zida 5



Slika 59.: Unutarnje sile u štapovima zida 6



Slika 60.: Unutarnje sile u štapovima zida 7

6.5. Proračun armature zidova prema štapnom modelu (engl. „strut and tie model“)

Rezultati proračuna za svaki zid prikazani su u tablično te podijeljeni na tlačne i vlačne štapove, tj. kolika je širina betona potrebna na pojedinom tlačnom štapu i koliko je armature potrebno za svaki vlačni štap.

Vrijednosti iznosa dobiveni su prema sljedećim izrazima:

Potrebna širina tlačnog štapa (betona): $a = \frac{F_c}{0,5 \cdot f_{cd} \cdot b}$ (cm)

Potrebna površina armature : $A_{sw} = \frac{F_t}{f_{yd}}$ (cm²)

Tablica 4.: Tlačne sile u štapovima zida 1

NAZIV ŠTAPA	TLAČNA SILA	0,5	fcd	Bw (cm)	ŠIRINA ŠTAPA (cm)
B1	-142,69	0,5	2	20	7,1345
B2	-315,09	0,5	2	20	15,7545
B4	-315,09	0,5	2	20	15,7545

Tablica 5.: Tlačne sile u štapovima zida 2

NAZIV ŠTAPA	TLAČNA SILA	0,5	fcd	Bw (cm)	ŠIRINA ŠTAPA (cm)
B9	-1221,06	0,5	2	20	61,053
B10	-575,61	0,5	2	20	28,7805
B14	-1094,97	0,5	2	20	54,7485
B15	-178,32	0,5	2	20	8,916
B19	-729,98	0,5	2	20	36,499
B20	-516,17	0,5	2	20	25,8085
B24	-645,92	0,5	2	20	32,296
B25	-118,88	0,5	2	20	5,944
B29	-322,96	0,5	2	20	16,148
B30	-456,73	0,5	2	20	22,8365
B34	-280,93	0,5	2	20	14,0465
B35	-59,44	0,5	2	20	2,972
B73	-1495,44	0,5	2	20	74,772
B75	-187,58	0,5	2	20	9,379
B78	-1099,09	0,5	2	20	54,9545

B88	-1032,77	0,5	2	20	51,6385
B103	-257,52	0,5	2	20	12,876
B105	-511,95	0,5	2	20	25,5975
B107	-21,99	0,5	2	20	1,0995
B109	-117,68	0,5	2	20	5,884
B112	-300,78	0,5	2	20	15,039
B117	-217,57	0,5	2	20	10,8785
B168	-575,61	0,5	2	20	28,7805
B171	-178,32	0,5	2	20	8,916
B174	-516,17	0,5	2	20	25,8085
B177	-118,88	0,5	2	20	5,944
B180	-456,73	0,5	2	20	22,8365
B183	-59,44	0,5	2	20	2,972
B191	-748,12	0,5	2	20	37,406
B194	-187,58	0,5	2	20	9,379
B212	-81,15	0,5	2	20	4,0575
B225	-381,1	0,5	2	20	19,055
B226	-397,3	0,5	2	20	19,865
B229	-297,2	0,5	2	20	14,86
B235	-166,72	0,5	2	20	8,336
B240	-412,27	0,5	2	20	20,6135
B255	-93,79	0,5	2	20	4,6895
B256	-93,79	0,5	2	20	4,6895
B265	-560,52	0,5	2	20	28,026
B266	-560,52	0,5	2	20	28,026
B274	-117,68	0,5	2	20	5,884
B276	-198,18	0,5	2	20	9,909
B277	-702,74	0,5	2	20	35,137
B278	-466,73	0,5	2	20	23,3365
B280	-72,91	0,5	2	20	3,6455
B281	-134,35	0,5	2	20	6,7175
B282	-117,68	0,5	2	20	5,884
B283	-186,08	0,5	2	20	9,304
B284	-162,63	0,5	2	20	8,1315
B285	-857,22	0,5	2	20	42,861
B286	-1628,08	0,5	2	20	81,404
B287	-2069,11	0,5	2	20	103,4555
B288	-1018,96	0,5	2	20	50,948
B290	-735,06	0,5	2	20	36,753
B291	-790,54	0,5	2	20	39,527
B296	-117,68	0,5	2	20	5,884
B294	-818,27	0,5	2	20	40,9135
B297	-707,32	0,5	2	20	35,366
B298	-1096,44	0,5	2	20	54,822
B299	-1000,3	0,5	2	20	50,015
B302	-256,94	0,5	2	20	12,847

Tablica 6.: Tlačne sile u štapovima zida 4

NAZIV ŠTAPA	TLAČNA SILA	0,5	fcd	Bw (cm)	ŠIRINA ŠTAPA (cm)
B162	-397,3	0,5	2	20	19,865
B174	-189,53	0,5	2	20	9,4765
B177	-397,3	0,5	2	20	19,865
B181	-346,38	0,5	2	20	17,319
B183	-280,93	0,5	2	20	14,0465
B184	-340,69	0,5	2	20	17,0345
B204	-521,83	0,5	2	20	26,0915
B205	-446,15	0,5	2	20	22,3075
B326	-417,84	0,5	2	20	20,892
B378	-519,15	0,5	2	20	25,9575
B379	-837,31	0,5	2	20	41,8655
B381	-112,65	0,5	2	20	5,6325
B383	-671,56	0,5	2	20	33,578
B384	-855,24	0,5	2	20	42,762
B387	-490,64	0,5	2	20	24,532
B388	-213,1	0,5	2	20	10,655
B393	-19,38	0,5	2	20	0,969
B395	-807,2	0,5	2	20	40,36
B396	-1370,67	0,5	2	20	68,5335
B398	-865,26	0,5	2	20	43,263
B408	-2398,42	0,5	2	20	119,921
B419	-397,3	0,5	2	20	19,865

Tablica 7.: Tlačne sile u štapovima zida 5

NAZIV ŠTAPA	TLAČNA SILA	0,5	fcd	Bw (cm)	ŠIRINA ŠTAPA (cm)
B280	-14,43	0,5	2	20	0,7215
B292	-28,31	0,5	2	20	1,4155
B295	-4,27	0,5	2	20	0,2135
B297	-38,46	0,5	2	20	1,923
B299	-65,98	0,5	2	20	3,299
B301	-59,37	0,5	2	20	2,9685
B304	-46,9	0,5	2	20	2,345
B306	-15,23	0,5	2	20	0,7615
B308	-38,79	0,5	2	20	1,9395
B310	-31,87	0,5	2	20	1,5935
B316	-27,45	0,5	2	20	1,3725
B317	-132,75	0,5	2	20	6,6375

B318	-72,57	0,5	2	20	3,6285
B319	-269,84	0,5	2	20	13,492
B322	-42,23	0,5	2	20	2,1115
B325	-73,9	0,5	2	20	3,695
B327	-124,66	0,5	2	20	6,233
B329	-30,11	0,5	2	20	1,5055
B331	-321,11	0,5	2	20	16,0555
B333	-171,2	0,5	2	20	8,56
B335	-55,55	0,5	2	20	2,7775
B337	-269,84	0,5	2	20	13,492
B348	-15,84	0,5	2	20	0,792
B349	-17,67	0,5	2	20	0,8835
B353	-27,42	0,5	2	20	1,371
B355	-15,15	0,5	2	20	0,7575
B358	-13,53	0,5	2	20	0,6765
B361	-17,08	0,5	2	20	0,854
B363	-19,36	0,5	2	20	0,968
B382	-87,09	0,5	2	20	4,3545
B386	-18,6	0,5	2	20	0,93
B391	-74,77	0,5	2	20	3,7385
B392	-115,63	0,5	2	20	5,7815
B396	-128,23	0,5	2	20	6,4115
B401	-222,86	0,5	2	20	11,143
B402	-65,88	0,5	2	20	3,294
B405	-246,6	0,5	2	20	12,33
B407	-322,36	0,5	2	20	16,118
B409	-367,9	0,5	2	20	18,395
B412	-250,73	0,5	2	20	12,5365
B414	-206,16	0,5	2	20	10,308
B417	-179,09	0,5	2	20	8,9545
B419	-90,64	0,5	2	20	4,532
B422	-107,45	0,5	2	20	5,3725
B424	-21,33	0,5	2	20	1,0665
B430	-267,35	0,5	2	20	13,3675
B431	-141,72	0,5	2	20	7,086
B432	-34,81	0,5	2	20	1,7405
B437	-65,78	0,5	2	20	3,289

Tablica 8.: Tlačne sile u štapovima zida 6

NAZIV ŠTAPA	TLAČNA SILA	0,5	fcd	Bw (cm)	ŠIRINA ŠTAPA (cm)
B2	-85,59	0,5	2	20	4,2795
B4	-141,58	0,5	2	20	7,079
B12	-144,07	0,5	2	20	7,2035
B15	-24,62	0,5	2	20	1,231
B16	-52,75	0,5	2	20	2,6375
B18	-22,66	0,5	2	20	1,133
B19	-44,21	0,5	2	20	2,2105
B23	-157,06	0,5	2	20	7,853
B24	-44,6	0,5	2	20	2,23
B25	-53,91	0,5	2	20	2,6955
B29	-48,36	0,5	2	20	2,418
B33	-46,86	0,5	2	20	2,343
B35	-37,36	0,5	2	20	1,868
B37	-33,01	0,5	2	20	1,6505
B39	-33,39	0,5	2	20	1,6695
B40	-50,26	0,5	2	20	2,513
B42	-45,77	0,5	2	20	2,2885
B43	-30,97	0,5	2	20	1,5485
B45	-35,55	0,5	2	20	1,7775
B46	-40,77	0,5	2	20	2,0385
B49	-10,49	0,5	2	20	0,5245
B50	-57,52	0,5	2	20	2,876
B53	-68,06	0,5	2	20	3,403
B54	-98,6	0,5	2	20	4,93
B59	-153,9	0,5	2	20	7,695
B63	-71,66	0,5	2	20	3,583
B64	-55,87	0,5	2	20	2,7935
B66	-37,71	0,5	2	20	1,8855
B67	-29,17	0,5	2	20	1,4585
B68	-96,87	0,5	2	20	4,8435
B69	-30,3	0,5	2	20	1,515

Tablica 9.: Tlačne sile u štapovima zida 7

NAZIV ŠTAPA	TLAČNA SILA	0,5	fcd	Bw (cm)	ŠIRINA ŠTAPA (cm)
B5	-55,85	0,5	2	20	2,7925
B19	-46,54	0,5	2	20	2,327
B24	-23,28	0,5	2	20	1,164

B38	-26,25	0,5	2	20	1,3125
B43	-35,77	0,5	2	20	1,7885
B45	-43,67	0,5	2	20	2,1835
B48	-4,64	0,5	2	20	0,232
B50	-58,75	0,5	2	20	2,9375
B63	-44,45	0,5	2	20	2,2225
B77	-94,41	0,5	2	20	4,7205
B88	-11,24	0,5	2	20	0,562
B92	-46,93	0,5	2	20	2,3465
B95	-29,59	0,5	2	20	1,4795
B98	-38,7	0,5	2	20	1,935
B99	-23,4	0,5	2	20	1,17
B89	-127,85	0,5	2	20	6,3925
B106	-38,93	0,5	2	20	1,9465
B107	-55,85	0,5	2	20	2,7925
B110	-13,23	0,5	2	20	0,6615
B112	-87,5	0,5	2	20	4,375
B113	-59,83	0,5	2	20	2,9915
B114	-10,02	0,5	2	20	0,501
B115	-6,64	0,5	2	20	0,332
B116	-47,05	0,5	2	20	2,3525
B117	-189,26	0,5	2	20	9,463
B118	-221,53	0,5	2	20	11,0765
B119	-45,42	0,5	2	20	2,271
B120	-6,45	0,5	2	20	0,3225
B121	-79,32	0,5	2	20	3,966
B122	-39,47	0,5	2	20	1,9735
B123	-94,9	0,5	2	20	4,745

Tablica 10.: Vlačne sile u štapovima zida 1(3)

NAZIV ŠTAPA	VLAČNA SILA	f _{yd}	Asw	POTREBNA ARMATURA
B4	142,69	43,478	3,28189	2ø16

Tablica 11.: Vlačne sile u štapovima zida 2

NAZIV ŠTAPA	VLAČNA SILA	f _{yd}	A _{sw}	POTREBNA ARMATURA
B2	407,02	43,478	9,361516	2ø25
B8	126,09	43,478	2,900087	2ø14
B13	364,99	43,478	8,39482	3ø20
B18	84,06	43,478	1,933392	2ø12
B23	322,96	43,478	7,428125	2ø25
B28	42,03	43,478	0,966696	2ø8
B33	280,93	43,478	6,461429	2ø25
B71	132,64	43,478	3,050738	3ø12
B76	396,35	43,478	9,116105	2ø25
B81	66,32	43,478	1,525369	2ø10
B106	374,45	43,478	8,612402	3ø20
B108	83,22	43,478	1,914071	2ø12
B111	93,52	43,478	2,150973	2ø12
B196	1412,22	43,478	32,48125	7ø25
B116	10,3	43,478	0,236901	1ø8
B166	1628,08	43,478	37,44606	8ø25
B169	1221,06	43,478	28,08455	6ø25
B172	1094,97	43,478	25,18446	6ø25
B175	729,98	43,478	16,78964	4ø25
B178	645,92	43,478	14,85625	4ø25
B193	1544,86	43,478	35,53199	8ø25
B199	1015,87	43,478	23,36515	5ø25
B202	949,55	43,478	21,83978	5ø25
B205	455,03	43,478	10,46575	4ø20
B207	69,82	43,478	1,60587	2ø12
B208	118,14	43,478	2,717236	2ø14
B209	619,52	43,478	14,24905	3ø25
B211	314,9	43,478	7,242743	4ø16
B215	257,52	43,478	5,922996	3ø16
B237	1838,23	43,478	42,27954	9ø25
B238	2073,86	43,478	47,69907	10ø25
B239	83,22	43,478	1,914071	2ø12
B241	348,77	43,478	8,021758	4ø16
B257	330,03	43,478	7,590736	4ø16
B271	304,62	43,478	7,006302	4ø16
B279	128,75	43,478	2,961268	2ø14
B293	83,22	43,478	1,914071	2ø12
B297	707,32	43,478	16,26846	6ø20
B300	197,39	44,478	4,437924	3ø14
B301	164,49	45,478	3,616914	2ø16

Tablica 12.: Vlačne sile u štapovima zida 4

NAZIV ŠTAPA	VLAČNA SILA	fyd	Asw	POTREBNA ARMATURA
B162	280,93	43,478	6,461429	6ø12
B171	414,95	43,478	9,543907	2ø25
B172	174,05	43,478	4,003174	2ø16
B178	659,88	43,478	15,17733	6ø20
B179	170,36	43,478	3,918304	2ø16
B182	240,9	43,478	5,540733	2ø20
B199	955,33	43,478	21,97272	5ø25
B203	315,47	43,478	7,255854	4ø16
B330	982,82	43,478	22,605	8ø20
B371	1088,46	43,478	25,03473	8ø20
B373	794,07	43,478	18,26372	6ø20
B374	238,22	43,478	5,479093	4ø14
B375	547,48	43,478	12,59212	4ø20
B376	386,23	43,478	8,883343	2ø25
B380	279,86	43,478	6,436819	5ø14
B382	692,21	43,478	15,92093	8ø16
B409	177,43	43,478	4,080914	4ø12
B747	106,88	43,478	2,458255	2ø14
B750	571,54	43,478	13,1455	8ø16
B199	955,33	43,478	21,97272	8ø20

Tablica 13.: Vlačne sile u štapovima zida 5

NAZIV ŠTAPA	VLAČNA SILA	fyd	Asw	POTREBNA ARMATURA
B272	39,52	43,478	0,908965	2ø8
B277	19,1	43,478	0,439303	1ø8
B278	6,01	43,478	0,138231	1ø8
B286	26,4	43,478	0,607204	2ø8
B290	11,02	43,478	0,253462	1ø8
B293	11,79	43,478	0,271172	1ø8
B296	12,54	43,478	0,288422	1ø8
B300	18,47	43,478	0,424813	1ø8
B307	23,86	43,478	0,548783	2ø8
B311	41,3	43,478	0,949906	2ø8
B312	61,28	43,478	1,409448	2ø10
B314	0,43	43,478	0,00989	-
B326	42,66	43,478	0,981186	2ø8
B336	61,28	43,478	1,409448	2ø10

B347	10,27	43,478	0,236211	1ø8
B354	20,04	43,478	0,460923	1ø8
B365	11,31	43,478	0,260132	1ø8
B366	53,78	43,478	1,236947	2ø10
B374	17,74	43,478	0,408022	1ø8
B379	50,27	43,478	1,156217	2ø10
B380	71,21	43,478	1,63784	2ø12
B381	23,84	43,478	0,548323	2ø8
B384	66,55	43,478	1,530659	2ø10
B385	127,38	43,478	2,929758	2ø14
B389	76,93	43,478	1,769401	2ø12
B390	208,06	43,478	4,785409	2ø20
B394	99,02	43,478	2,277474	2ø14
B395	282,59	43,478	6,499609	2ø25
B398	134,79	43,478	3,100189	2ø16
B399	432,5	43,478	9,94756	4ø20
B403	575,84	43,478	13,2444	3ø25
B410	191,59	43,478	4,406596	3ø14
B413	367,9	43,478	8,461751	2ø25
B415	136,85	43,478	3,147569	2ø16
B418	206,16	43,478	4,741708	2ø20
B420	82,11	43,478	1,888541	2ø12
B423	90,64	43,478	2,084733	2ø12
B425	27,37	43,478	0,629514	2ø8
B426	21,33	43,478	0,490593	1ø8
B434	53,78	43,478	1,236947	2ø10
B435	28,77	43,478	0,661714	2ø8

Tablica 14.: Vlačne sile u štapovima zida 6

NAZIV ŠTAPA	VLAČNA SILA	fyd	Asw	POTREBNA ARMATURA
B9	6,49	43,478	0,149271	1ø8
B10	19,57	43,478	0,450113	1ø8
B20	14,97	43,478	0,344312	1ø8
B21	26,99	43,478	0,620774	2ø8
B32	15,06	43,478	0,346382	1ø8
B36	18,19	43,478	0,418373	1ø8
B41	23,63	43,478	0,543493	2ø8
B48	55,02	43,478	1,265468	2ø10
B52	99,69	43,478	2,292884	2ø14
B56	176,9	43,478	4,068724	3ø14
B57	48,68	43,478	L	2ø10
B64	55,87	43,478	L	2ø10

Tablica 15.: Vlačne sile u štapovima zida 7

NAZIV ŠTAPA	VLAČNA SILA	f_{yd}	A_{sw}	POTREBNA ARMATURA
B4	16,37	43,478	0,376512	1ø8
B17	0,24	43,478	0,00552	-
B26	12,34	43,478	0,283822	1ø8
B51	60,99	43,478	1,402778	2ø10
B62	29,85	43,478	0,686554	2ø8
B79	16,99	43,478	0,390772	1ø8
B105	84,13	43,478	1,935002	2ø12
B108	37,01	43,478	0,851235	2ø8
B111	54,07	43,478	1,243617	2ø10

NAPOMENA: potrebna armatura pojedinog štapa razlikuje se od odabrane armature na armaturnim nacrtima no svugdje je potrebna armature pokrivena te štapovi koji su zahtijevali površinu armature manju od $2,75 \text{ cm}^2$ nisu armirani šipkama već su pokriveni mrežama.

7. ZAKLJUČAK

U diplomskom radu je proveden statički proračun stambene armiranobetonske kuće te je izvršeno dimenzioniranje svih elemenata prema važećim normama. Proračun stubišta u potpunosti je obavljen „ručno“ dok je proračun reznih sila ploče od djelovanja stalnog i uporabnog opterećenja proveden na ravninskom modelu u kome je ploča modelirana kao plošni element s linijskim osloncima te je izvršeno dimenzioniranje ploče na najnepovoljnije kombinacije opterećenja prema formulama. Greda je također dimenzionirana na najnepovoljnije kombinacije opterećenja. Za proračun zidova napravljen je 2D štapni model svakog zida iz kojeg su dobivene unutarnje sile za potrebe proračuna. Štapni model (engl. "Strut and tie model") vrlo je dobra metoda pomoću koje se mogu izdimenzionirati razni oblici elemenata te je u ovom radu bilo zanimljivo vidjeti kakva će se "rešetka" javiti u zidu no za kompliciraniju geometriju elemenata potrebno je dobro poznavanje trajektorija naprezanja. Korišteni program za izradu 3D modela kuće te 2D modela zidova je „SCIA Enginner“.

POPIS LITERATURE

- [1] Z. Sorić i T. Kišiček, *Betonske konstrukcije 2*, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, 2018.
- [2] Z. Sorić i T. Kišiček, *Betonske konstrukcije 1*, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, 2014.
- [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.

POPIS SLIKA

Slika 1.:	Tlocrt i poprečni presjek stubišnog kraka i Podesta	3
Slika 2.:	Prikaz statičkog opterećenja stubišta.....	5
Slika 3.:	Presjek AB ploče - stambeni proctor.....	9
Slika 4.:	Presjek AB ploče - krov.....	10
Slika 5.:	Prikaz modela ploče POZ 100.....	12
Slika 6.:	Prikaz modela ploče POZ 200.....	12
Slika 7.:	Shema stalnog opterećenja POZ-101.....	13
Slika 8.:	Shema stalnog opterećenja POZ-201-202-203-204.....	13
Slika 9.:	Shema uporabnog opterećenja POZ-101.....	14
Slika 10.:	Shema uporabnog opterećenja POZ-201.....	14
Slika 11.:	Shema uporabnog opterećenja POZ-202.....	15
Slika 12.:	Shema uporabnog opterećenja POZ-203.....	15
Slika 13.:	Shema uporabnog opterećenja POZ-204.....	16
Slika 14.:	Shema opterećenja vjetra 1.....	16
Slika 15.:	Shema opterećenja vjetrom 2.....	17
Slika 16.:	Shema opterećenja vjetrom 3.....	17
Slika 17.:	Shema opterećenja vjetrom 4.....	18
Slika 18.:	Momenti u x smjeru gornje zone - POZ101.....	18
Slika 19.:	Momenti u y smjeru gornje zone - POZ101.....	19
Slika 20.:	Momenti u x smjeru donje zone - POZ 101.....	19
Slika 21.:	Momenti u y smjeru donje zone - POZ 101.....	20
Slika 22.:	Momenti u x smjeru gornje zone POZ 201-202-203-204	20
Slika 23.:	Momenti u y smjeru gornje zone POZ 201-202-203-204	21
Slika 24.:	Momenti u x smjeru donje zone POZ 201-202-203-204	21
Slika 25.:	Momenti u y smjeru donje zone POZ 201-202-203-204	22
Slika 26.:	Moment nad osloncem 101-a.....	22
Slika 27.:	Moment nad oslonce 101-b.....	23
Slika 28.:	Moment nad osloncem 101-c.....	23
Slika 29.:	Moment nad osloncem 101-d.....	24
Slika 30.:	Momenti nad osloncem 202-b i 203-b.....	24
Slika 31.:	Momenti nad osloncima 203-d, 203-d i 204-d.....	25
Slika 32.:	Momenti nad osloncem 201-b.....	25
Slika 33.:	Poprečni presjek grede POZ 101e.....	50
Slika 34.:	Položaj grede POZ 101e u tlocrtu.....	50
Slika 35.:	Statički sustav grede.....	51
Slika 36.:	Moment savijanja od stalnog opterećenja na gredu POZ101e.....	51

Slika 37.: Poprečne sile od stalnog opterećenja na gredu POZ 101e.....	52
Slika 38.: Moment savijanja od uporabnog opterećenja na gredu POZ 101e.....	52
Slika 39.: Poprečne sile od uporabnog opterećenja na gredu POZ 101e.....	53
Slika 40.: Proračunski moment savijanja grede POZ 101e prema GSN.....	53
Slika 41.: Proračunske poprečne sile grede POZ 101e prema GSN	54
Slika 42.: Shema zidova.....	72
Slika 43.: Shema opterećenja na zid 1(3).....	73
Slika 44.: Shema opterećenja na zid 2.....	73
Slika 45.: Shema opterećenja na zid 4.....	74
Slika 46.: Shema opterećenja na zid 5.....	74
Slika 47.: Shema opterećenja na zid 6.....	75
Slika 48.: Shema opterećenja na zid 7.....	75
Slika 49.: Nazivi štapova zida 1(3).....	76
Slika 50.: Nazivi štapova zida 2.....	76
Slika 51.: Nazivi štapova zida 4.....	77
Slika 52.: Nazivi štapova zida 5.....	77
Slika 53.: Nazivi štapova zida 6.....	78
Slika 54.: Nazivi štapova zida 7.....	78
Slika 55.: Unutarnje sile u štapovima zida 1(3).....	79
Slika 56.: Unutarnje sile u štapovima zida 2.....	79
Slika 57.: Unutarnje sile u štapovima zida 4.....	80
Slika 58.: Unutarnje sile u štapovima zida 5.....	80
Slika 59.: Unutarnje sile u štapovima zida 6.....	81
Slika 60.: Unutarnje sile u štapovima zida 7.....	81

POPIS TABLICA

Tablica 1.: Prikaz stalnog opterećenja kraka stubišta.....	4
Tablica 2.: Proračunski momenti savijanja u polju po kombinaciji GSN.....	26
Tablica 3.: Proračunski momenti savijanja nad osloncima po kombinaciji GSN.....	26
Tablica 4.: Tlačne sile u štapovima zida 1.....	82
Tablica 5.: Tlačne sile u štapovima zida 2.....	82
Tablica 6.: Tlačne sile u štapovima zida 4.....	84
Tablica 7.: Tlačne sile u štapovima zida 5.....	84
Tablica 8.: Tlačne sile u štapovima zida 6.....	86
Tablica 9.: Tlačne sile u štapovima zida 7.....	86
Tablica 10.: Vlačne sile u štapovima zida 1(3).....	87
Tablica 11.: Vlačne sile u štapovima zida 2.....	88
Tablica 12.: Vlačne sile u štapovima zida 4.....	89
Tablica 13.: Vlačne sile u štapovima zida 5.....	89
Tablica 14.: Vlačne sile u štapovima zida 6.....	90
Tablica 15.: Vlačne sile u štapovima zida 7.....	91

PRILOZI

Tlocrt prizemlja

Tlocrt prvog kata

Presjek A-A i B-B

Pogledi

Plan armature stubišta

Plan armature ploče poz 101

Plan armature ploče poz 201-202-203-204

Plan armature grede

Plan armature zida 1(3)

Plan armature zida 2

Plan armature zida 4

Plan armature zida 5

Plan armature zida 6

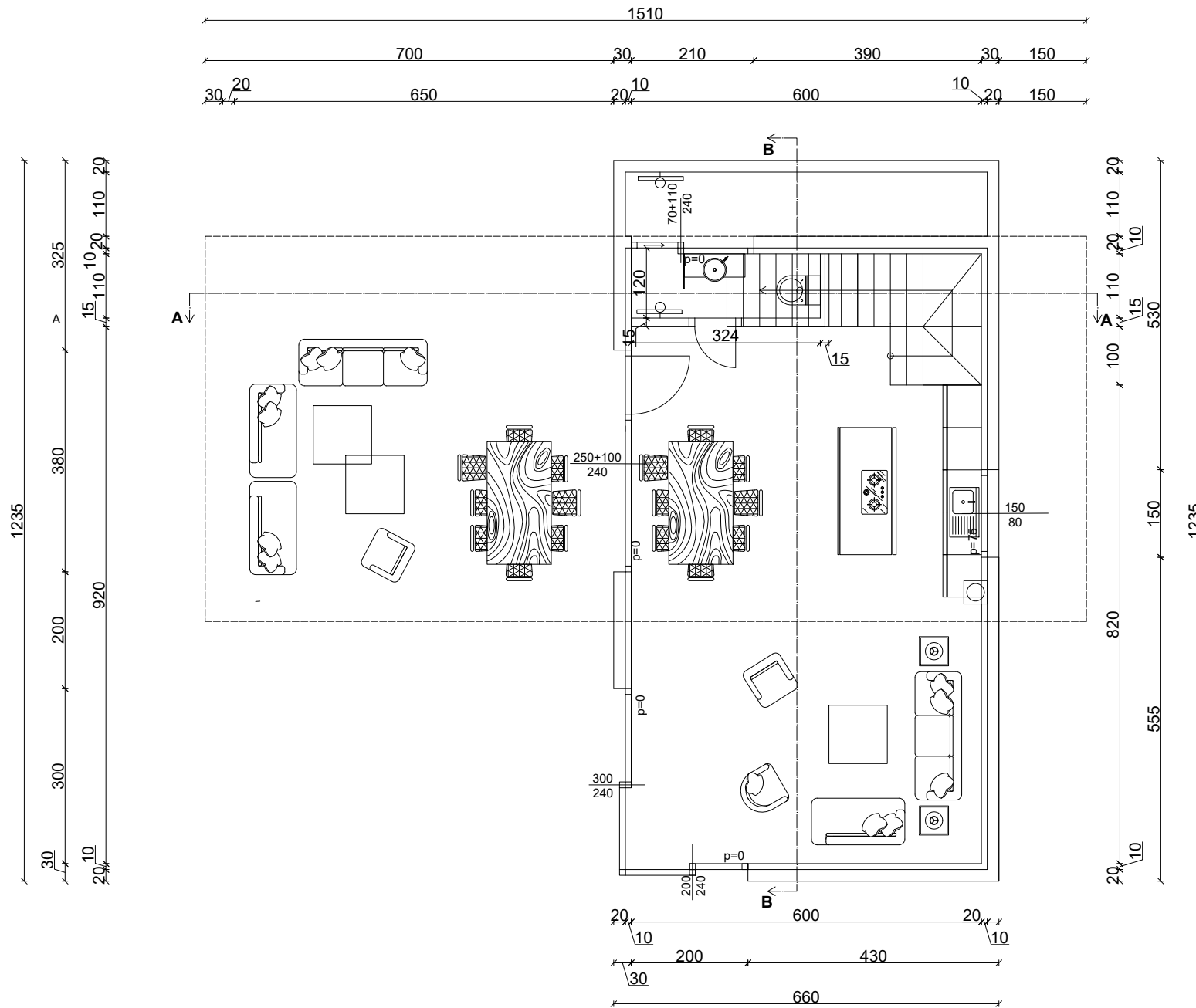
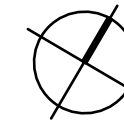
Plan armature zida 7

OBITELJSKA STAMBENA GRAĐEVINA

- Obiteljska stambena građevina -

TLOCRT PRIZEMLJA

M. 1:100



PRIZEMLJE				
br.	prostorija	površina	koef.	korisna vrijednost površine (m2)
1	kuhinja i blagavaonica	26,23	1,00	26,23
2	dnevni boravak	25,00	1,00	25,00
3	stubište	7,01	0,25	1,75
4	kupatilo	3,64	1,00	3,64
5	natkrivena terasa	46,2	0,25	11,55
		108,08		68,17

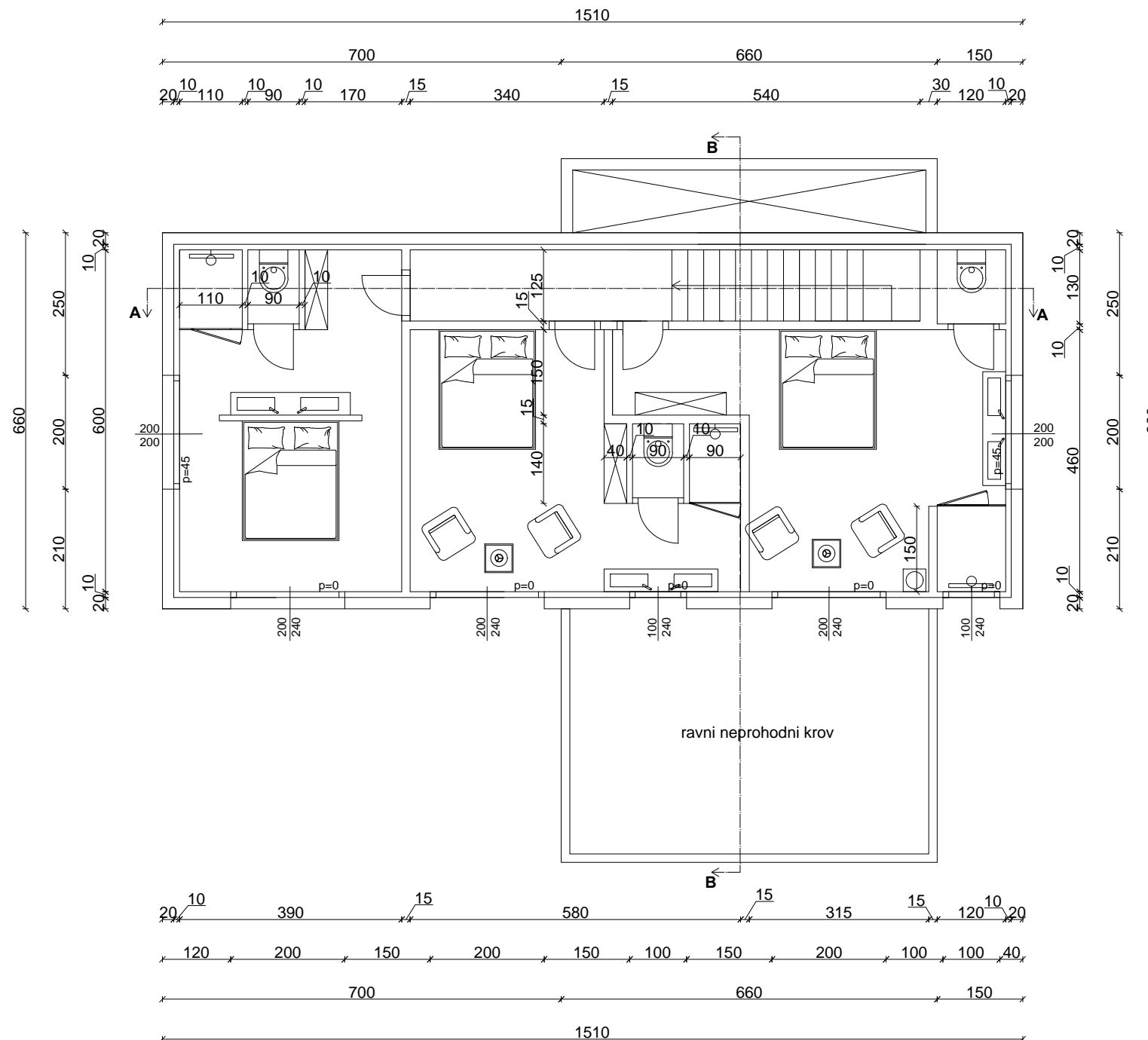
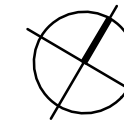
 SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET			
DIPLOMSKI RAD			
STUDENTICA :	Elena Stadnik		
MENTOR :	prof.dr.sc. Tomislav Kišiček		
KOMENTOR :	dr.sc.tech. Tvrtko Renić		
GRAĐEVINA :	Obiteljska kuća	DATUM :	srpanj 2024.
SADRŽAJ:	TLOCRT PRIZEMLJA	MJERILO :	1:100

OBITELJSKA STAMBENA GRAĐEVINA

- Obiteljska stambena građevina -

TLOCRT 1. KATA

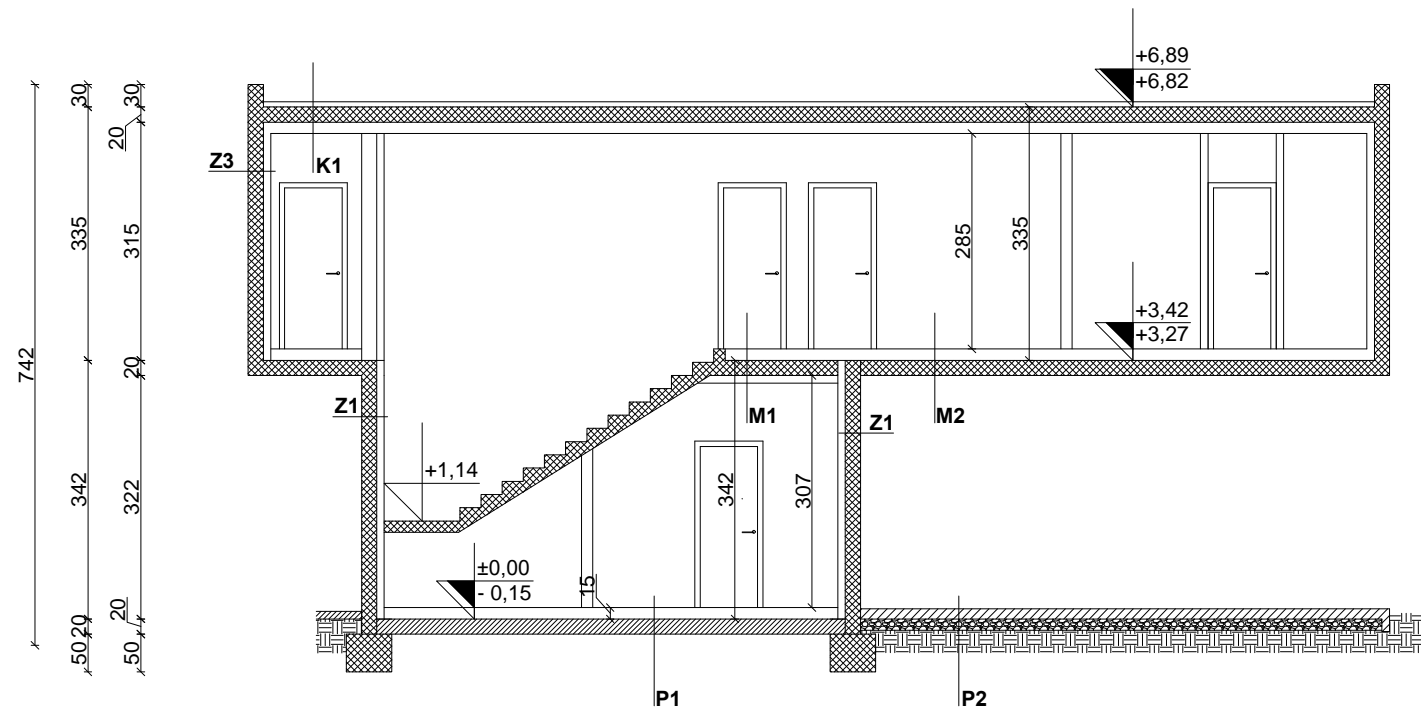
M. 1:100



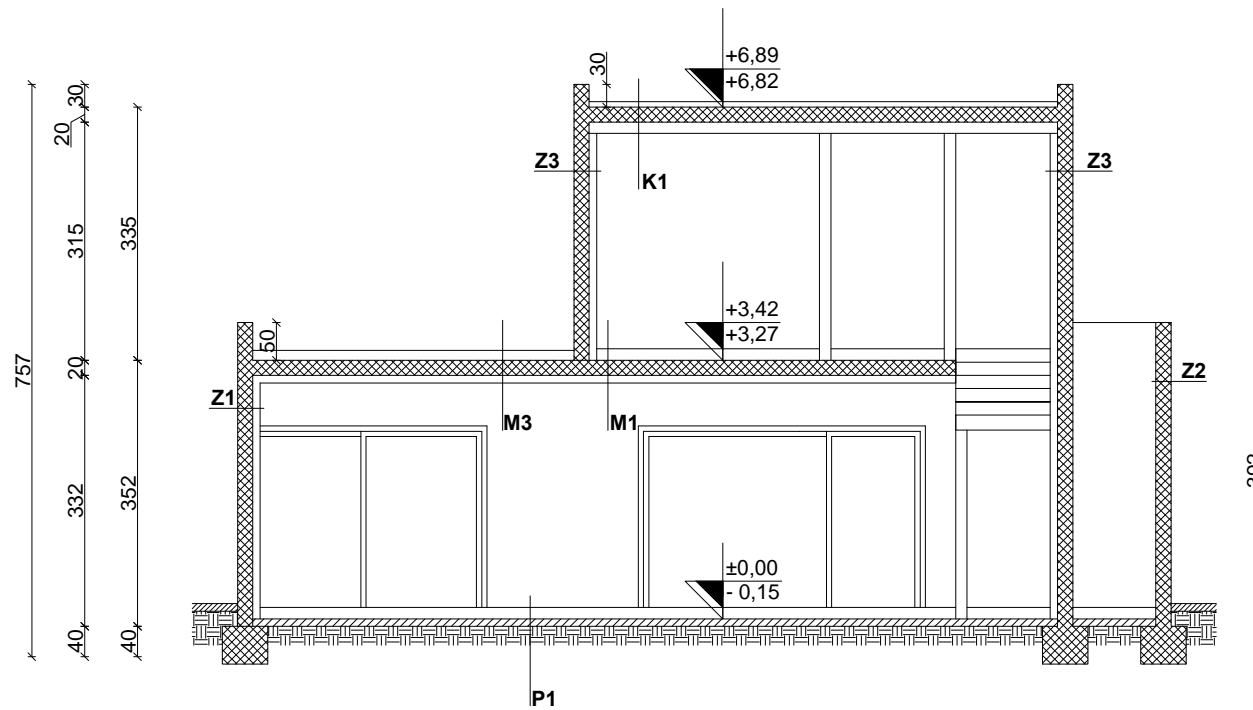
1. KAT				
br.	prostorija	površina	koef.	korisna vrijednost površine (m2)
1	soba 1	23,4	1,00	23,4
2	soba 2	22,72	1,00	22,72
3	soba 3	25,98	1,00	25,98
4	hodnik	5,73	1,00	5,73
		77,83		77,83

 SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET			
DIPLOMSKI RAD			
STUDENTICA :	Elena Stadnik		
MENTOR :	prof.dr.sc. Tomislav Kišiček		
KOMENTOR :	dr.sc.tech. Tvrtko Renić		
GRAĐEVINA :	Obiteljska kuća	DATUM :	srpanj 2024.
SADRŽAJ:	TLOCRT 1. KATA	MJERILO :	1:100

PRESJEK A-A



PRESJEK B-B



 SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET			
DIPLOMSKI RAD			
STUDENTICA :	Elena Stadnik		
MENTOR :	prof.dr.sc. Tomislav Kišiček		
KOMENTOR :	dr.sc.tech. Tvrtko Renić		
GRAĐEVINA :	Obiteljska kuća	DATUM :	srpanj 2024.
SADRŽAJ:	PRESJEK A-A, PRESJEK B-B	MJERILO :	1:100

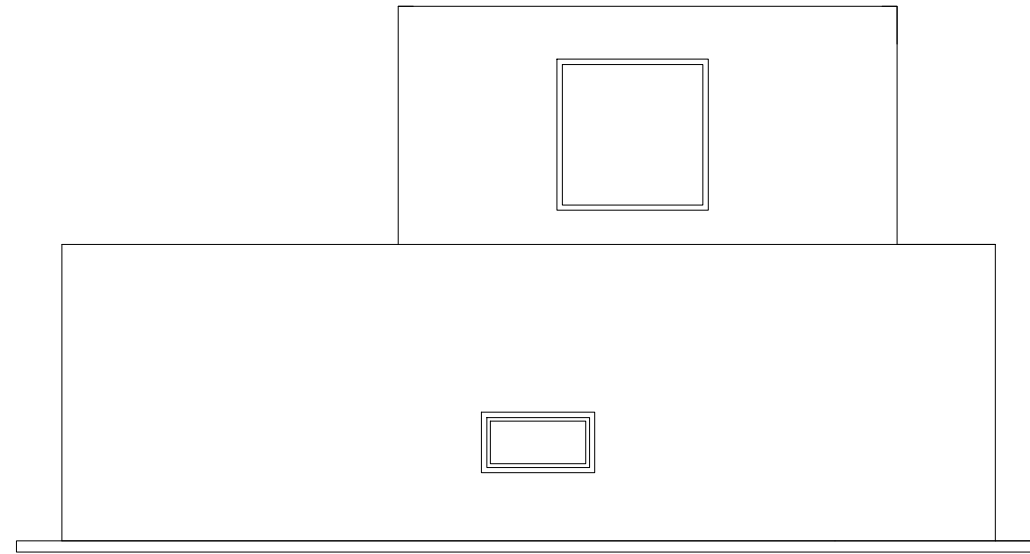
OBITELJSKA STAMBENA GRAĐEVINA

- Obiteljska stambena građevina -

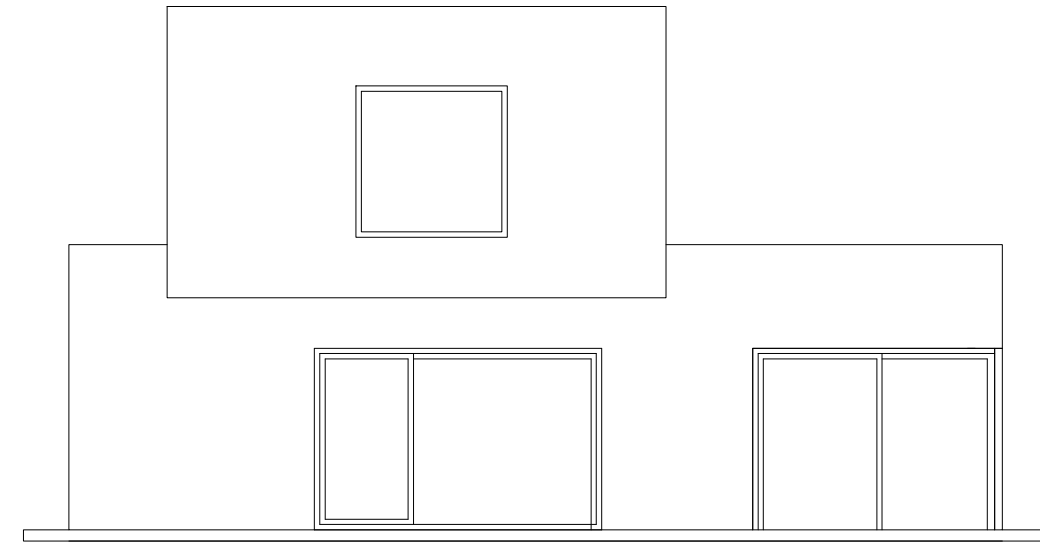
POGLEDI

M. 1:100

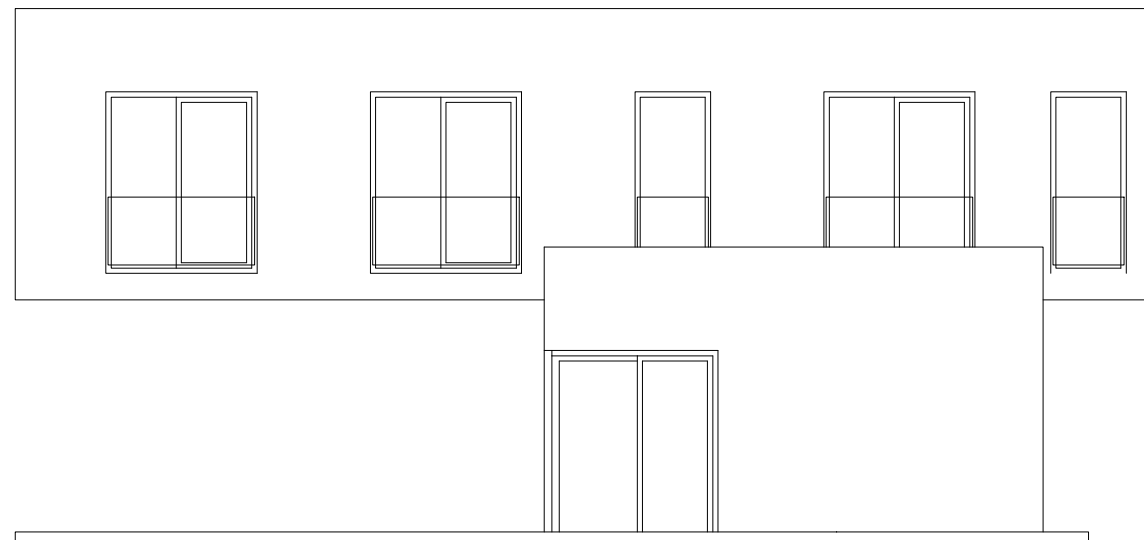
POGLED SJEVER



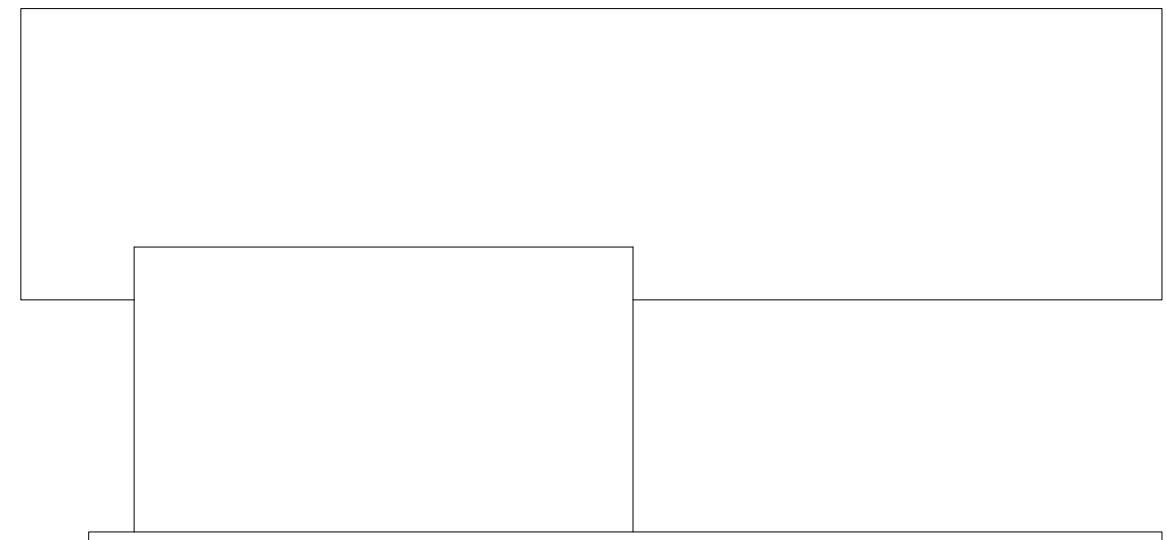
POGLED JUG



POGLED ISTOK



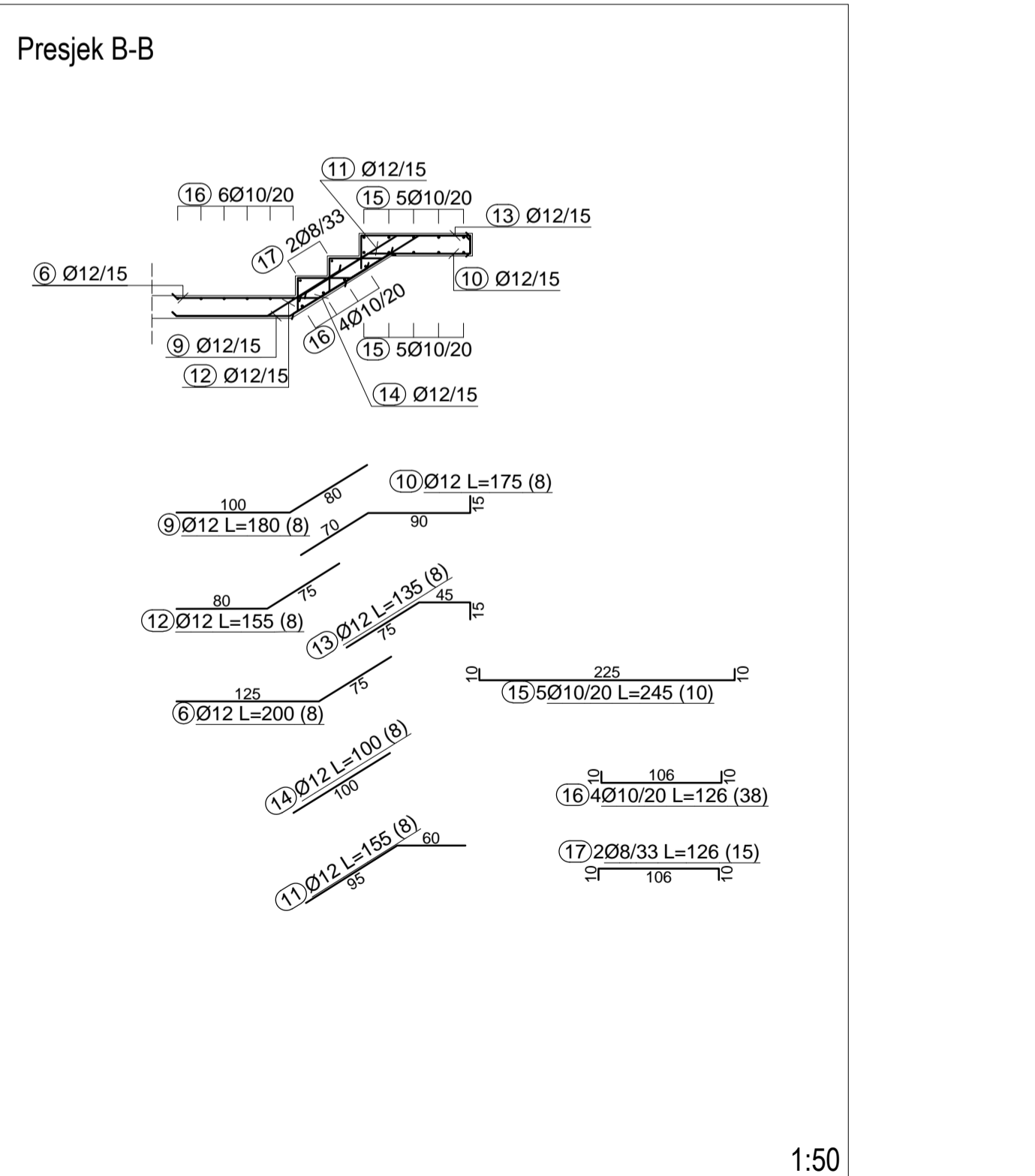
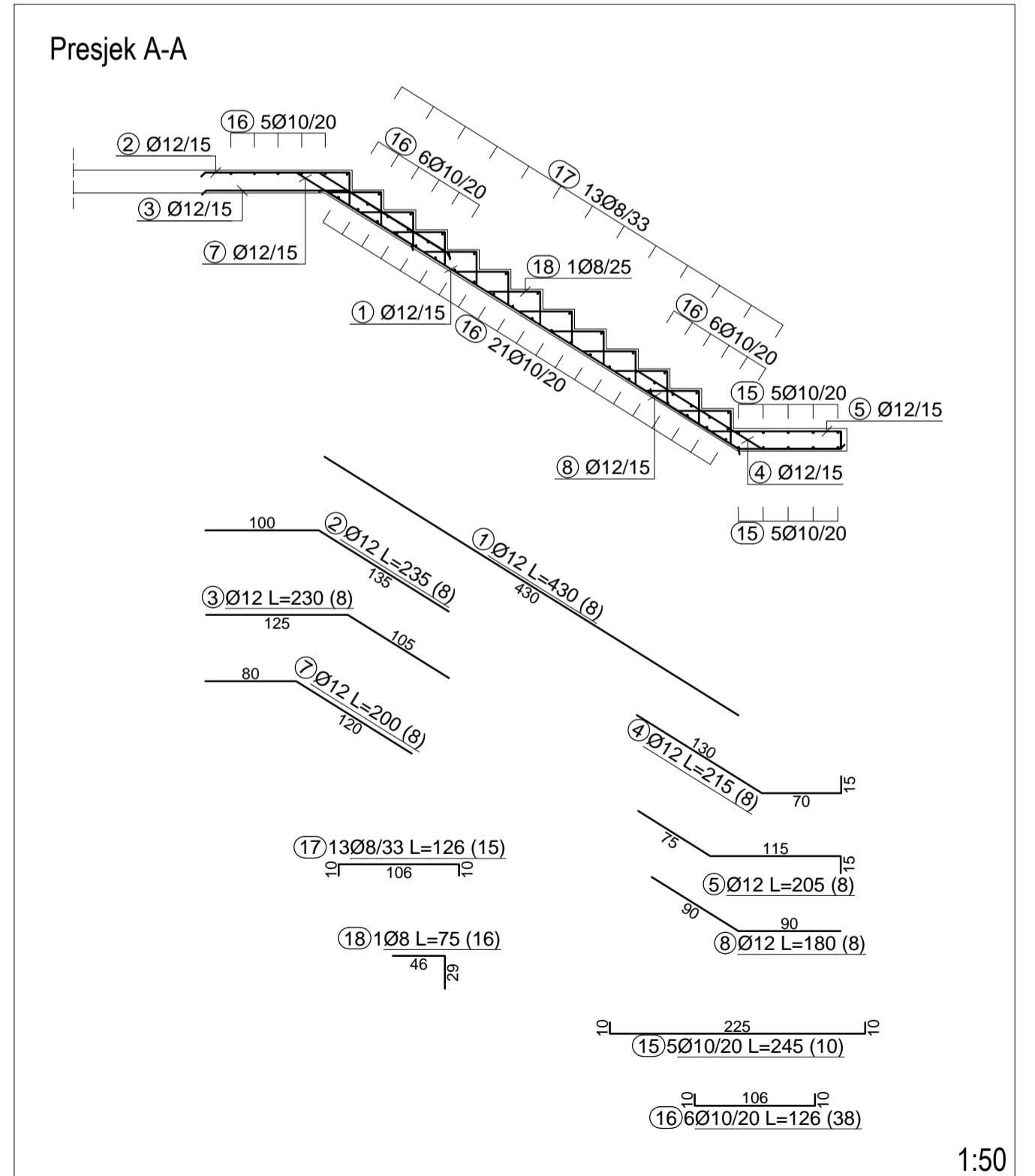
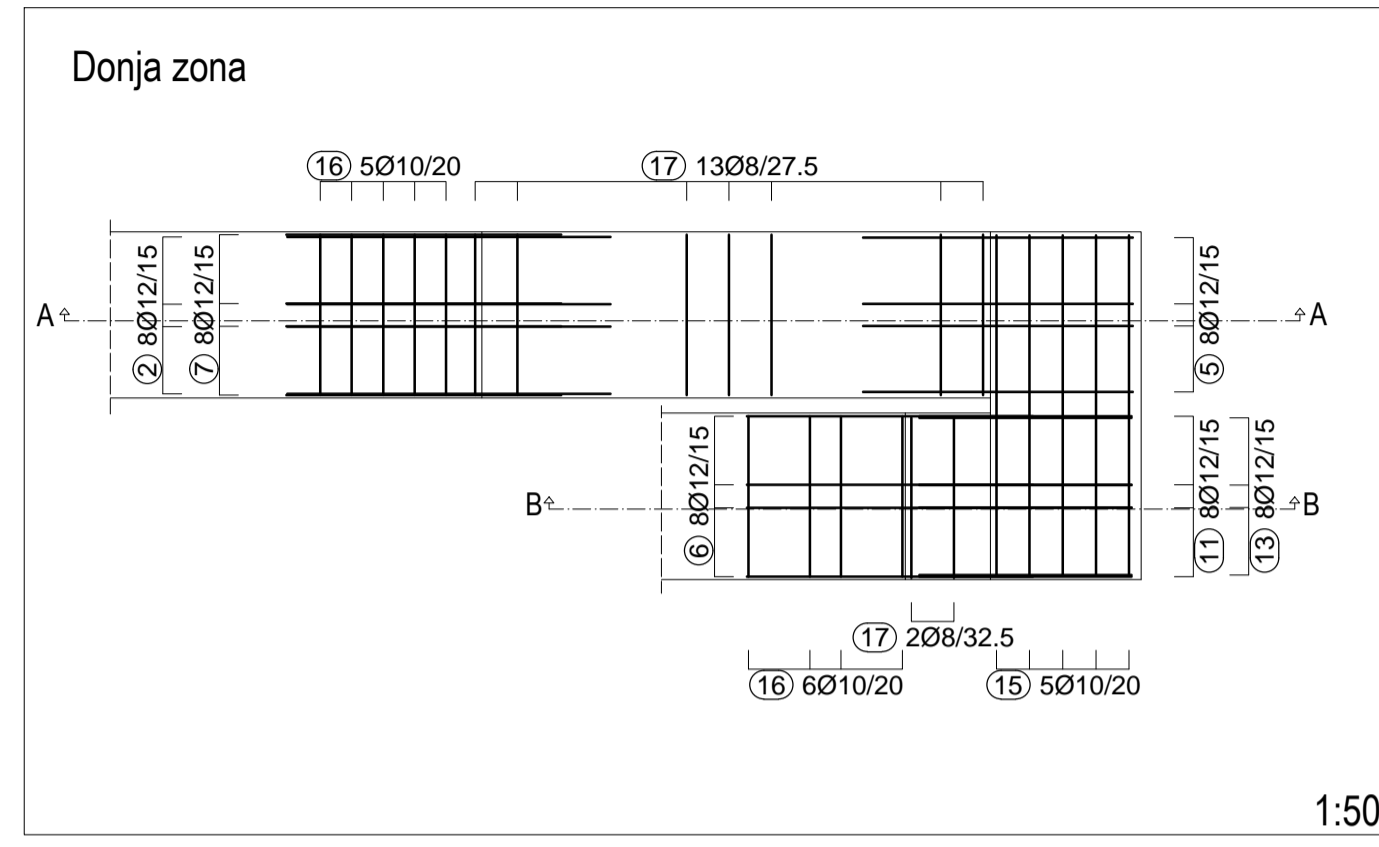
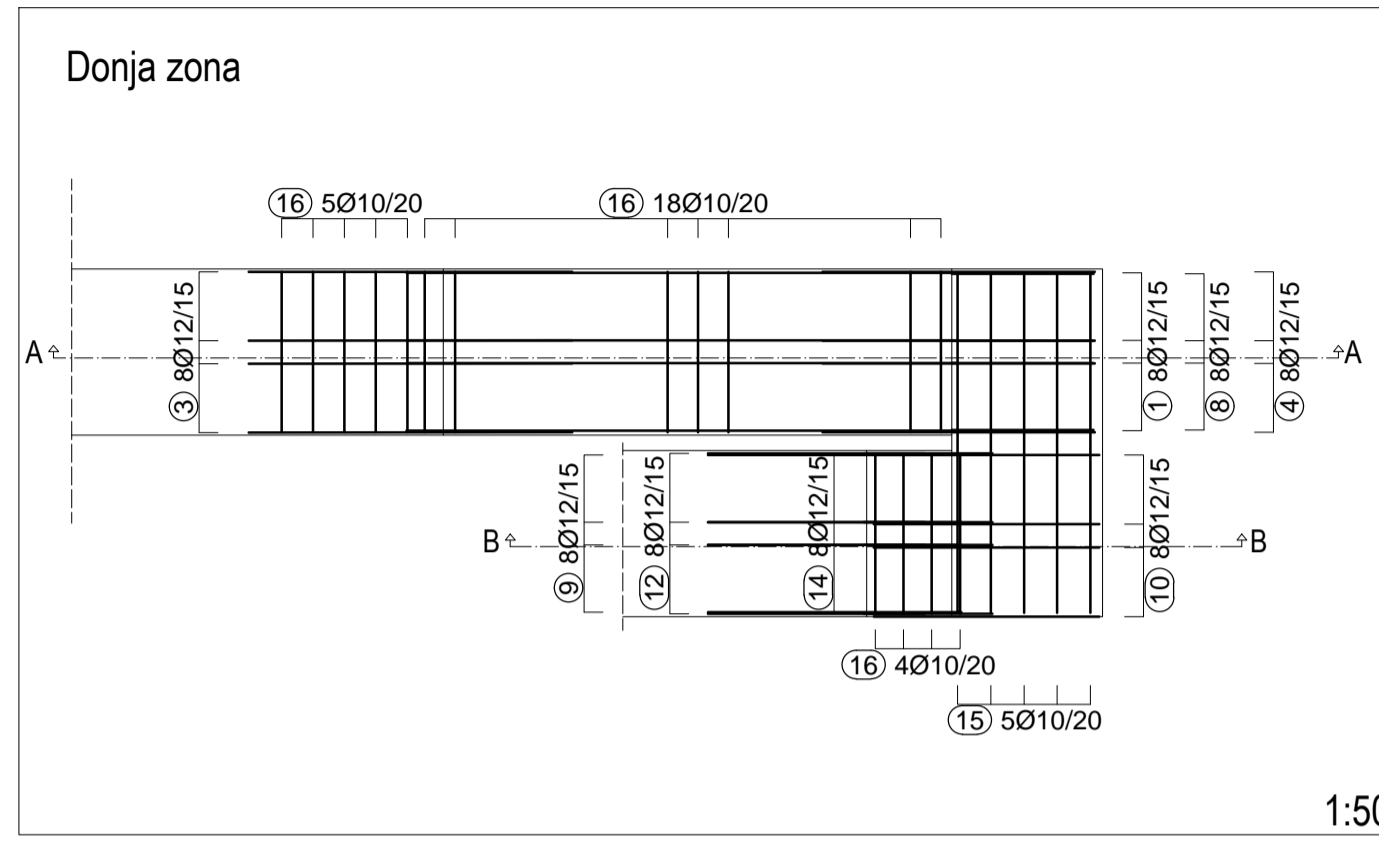
POGLED ISTOK



 SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET			
DIPLOMSKI RAD			
STUDENTICA :	Elena Stadnik		
MENTOR :	prof.dr.sc. Tomislav Kišiček		
KOMENTOR :	dr.sc.tech. Tvrtko Renić		
GRAĐEVINA :	Obiteljska kuća	DATUM :	srpanj 2024.
SADRŽAJ:	POGLEDI	MJERILO :	1:100

PLAN ARMATURE STUBIŠTA

MJ 1:50;1:25



Šipke - specifikacija						Šipke - specifikacija						
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]	ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]	
B500B (1 kom)						B500B (1 kom)						
1	430	12	4.30	8	34.40	11	95 51 32	12	1.55	8	12.40	
2	85 135 53 100	12	2.35	8	18.80	12	75 80 64 40	12	1.55	8	12.40	
3	125 105 89 56	12	2.30	8	18.40	13	40 64 45 15	12	1.35	8	10.80	
4	130 69 110 70 15	12	2.15	8	17.20	14	100	12	1.00	8	8.00	
5	75 64 40 115 15	12	2.05	8	16.40	15	225 10 10	10	2.45	10	24.50	
6	125 75 64 39	12	2.00	8	16.00	16	106 10 10	10	1.26	38	47.88	
7	42 68 80 120	12	2.00	8	16.00	17	106 10 10	8	1.26	15	18.90	
8	48 76 90 90	12	1.80	8	14.40	18	46 80	8	0.75	16	12.00	
9	100 80 68 42	12	1.80	8	14.40	Šipke - rekapitulacija						
10	70 90 15 59 37	12	1.75	8	14.00	Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m']	Težina [kg]			
B500B												
							8	30.90	0.40	12.21		
							10	72.38	0.62	44.66		
							12	223.60	0.89	198.56		
							Ukupno (B500B)			255.42		

NAPOMENE

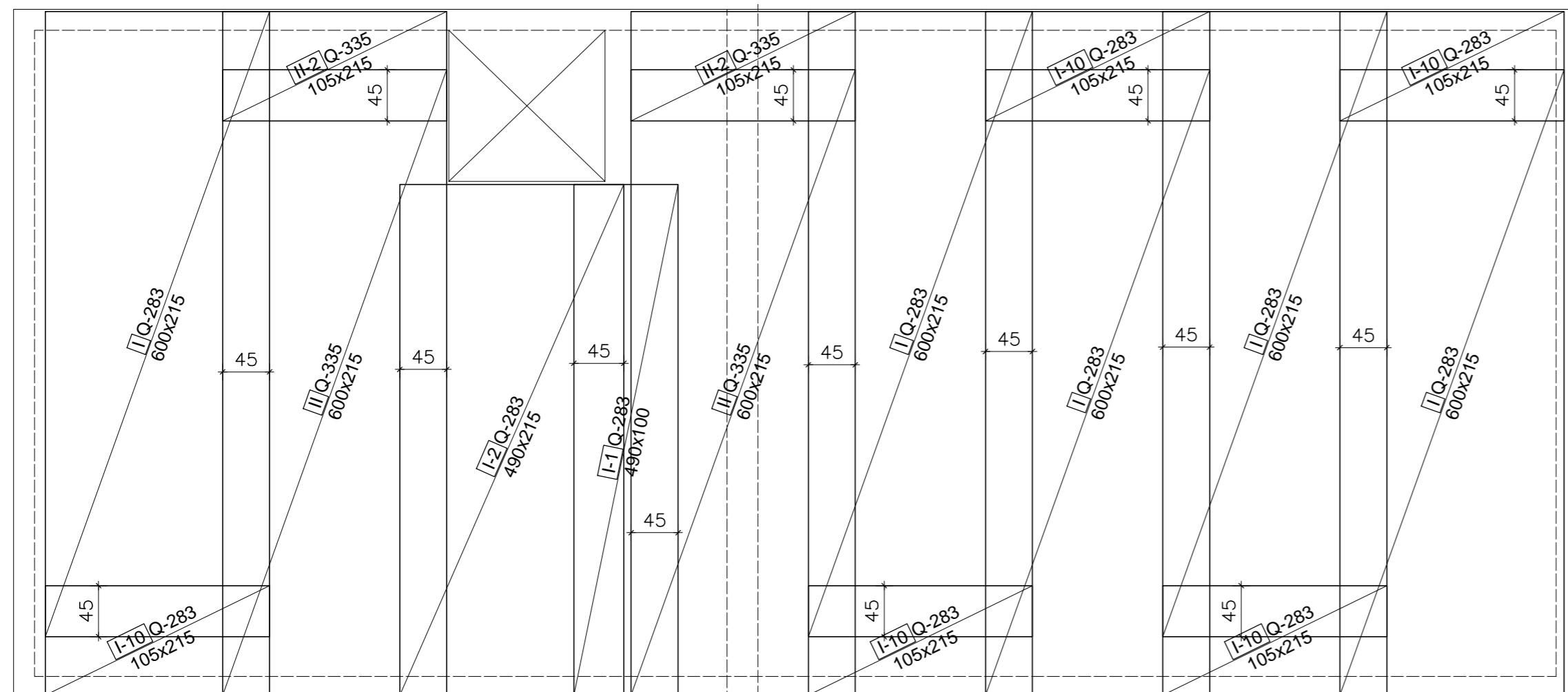
- Armaturu prilagoditi na licu mjesta!
- Sve dimenzije provjeriti prema važećim planovima oplata.
- Na mjestu otvora armaturu prilagoditi na licu mjesta!

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU			
GRAĐEVINSKI FAKULTET			
DIPLOMSKI RAD			
STUDENTICA :	Elena Stadnik	ČELIK :	B500B
MENTOR :	prof. dr. sc. Tomislav Kišiček	BETON :	C30/37
KOMENTOR :	dr.sc.tech. Tvrtko Renić	ZAŠTITNI SLOJ :	c=2 cm
GRAĐEVINA :	Obiteljska kuća	DATUM :	srpanj 2024.
SADRŽAJ:	PLAN ARMATURE STUBIŠTA	MJERILO :	1:50; 1:25

PLAN ARMATURE PLOČE POZ 101

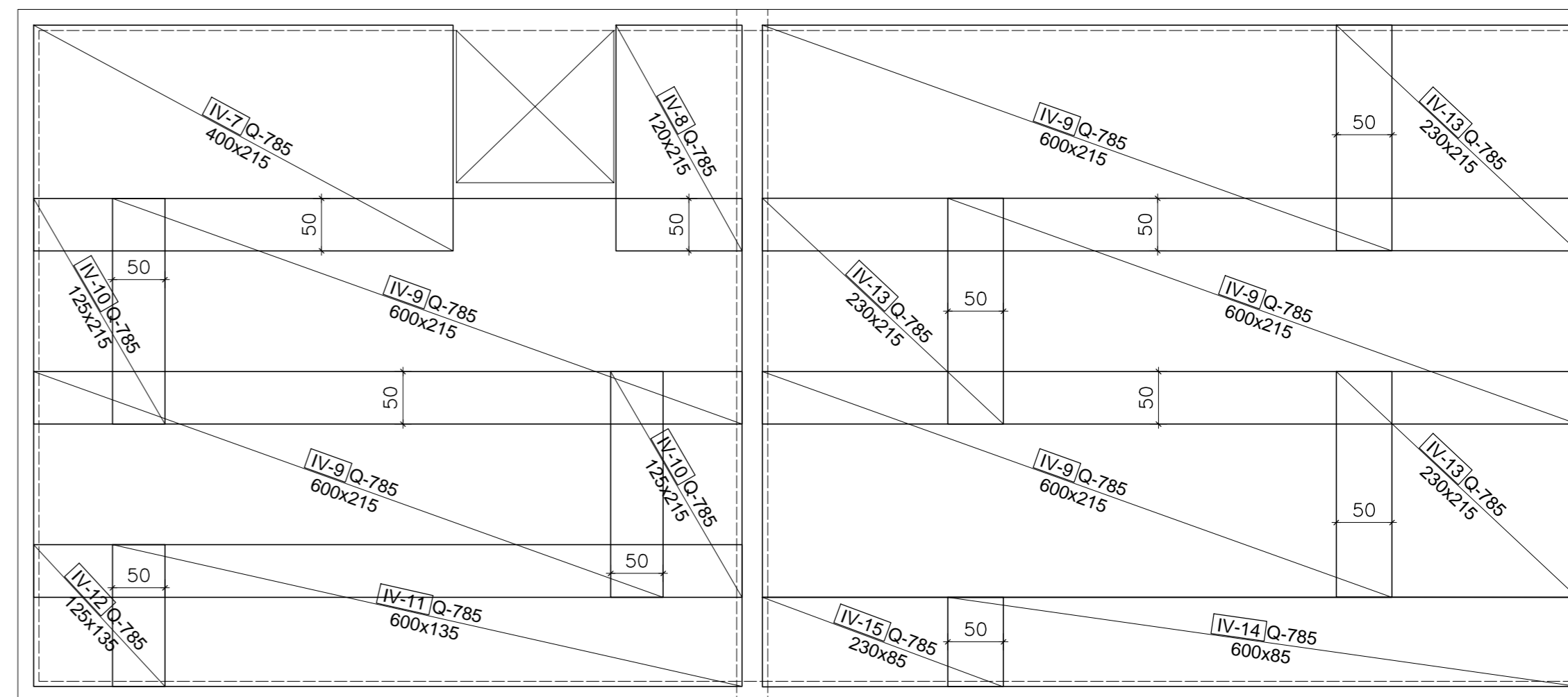
MJ 1:50;1:25

Gornja zona



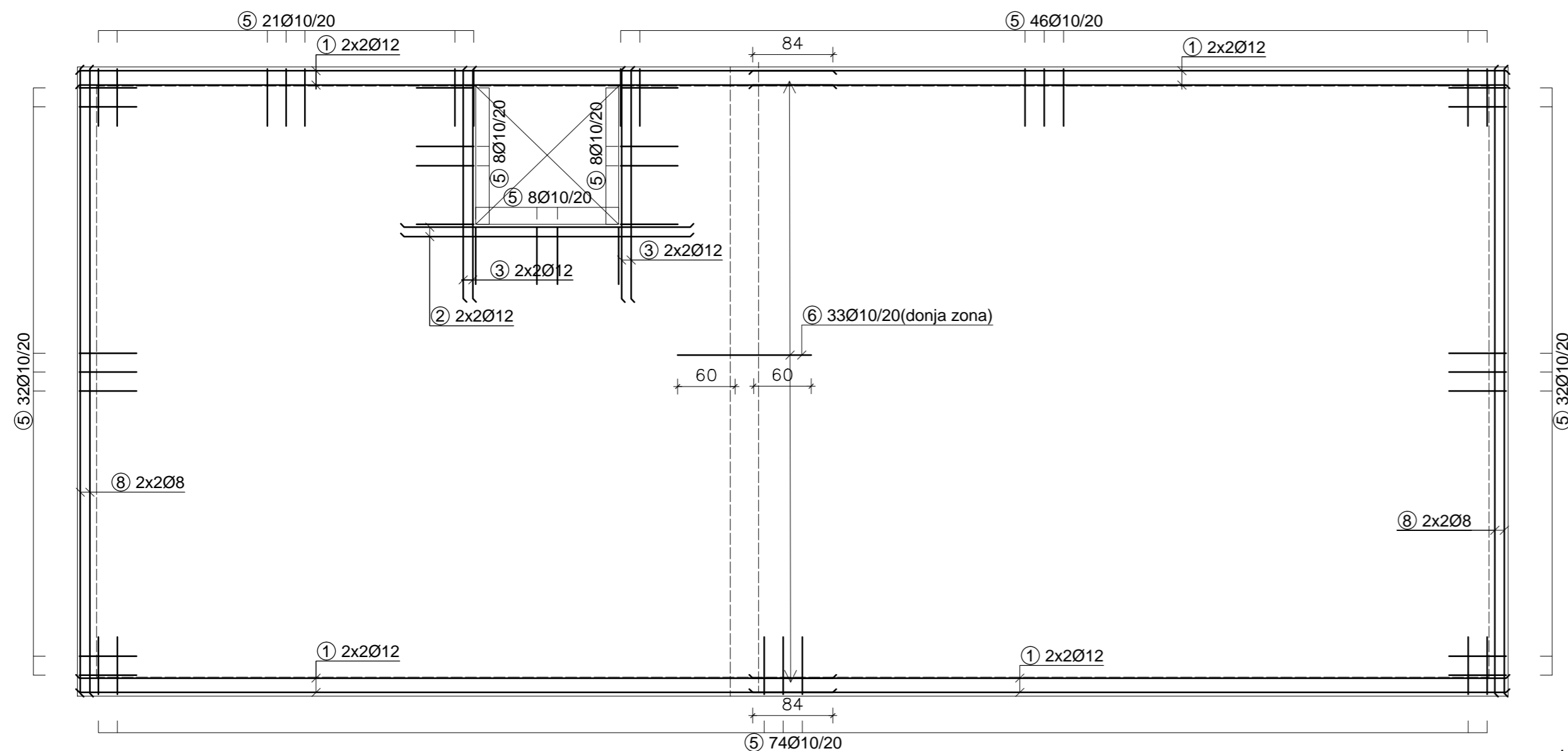
1:50

Donja zona



1:50

Dodatna armatura

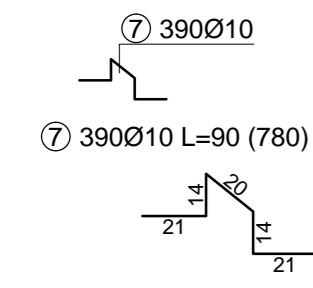


1:50

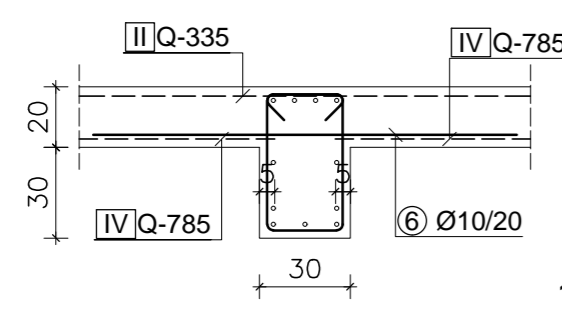
Šipke - specifikacija						Mreže - specifikacija						
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]	Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m ²]	Ukupna težina [kg]
B500B						B500B						
1	790	12	7.90	16	126.40	I	Q-283	215	600	5	4.480	288.96
2	300	12	3.00	4	12.00	I-1	Q-283	100	490	1	4.480	21.95
3	240	12	2.40	8	19.20	I-2	Q-283	215	490	1	4.480	47.20
5	68	10	1.50	229	343.50	I-10	Q-283	215	105	5	4.480	50.57
	69					II	Q-335	215	600	2	5.389	139.04
6	140	10	1.40	33	46.20	II-2	Q-335	215	105	2	5.389	24.33
						IV-7	Q-785	215	400	1	12.360	106.16
7		10	0.90	390	351.00	IV-8	Q-785	215	120	1	12.360	31.89
						IV-9	Q-785	215	600	5	12.360	796.56
						IV-10	Q-785	215	125	2	12.360	66.46
						IV-11	Q-785	135	600	1	12.360	100.03
						IV-12	Q-785	135	125	1	12.360	20.86
8	655	8	6.55	8	52.40	IV-13	Q-785	215	230	3	12.360	182.97
						IV-14	Q-785	85	600	1	12.360	62.98
						IV-15	Q-785	85	230	1	12.360	24.23
Šipke - rekapitulacija											Ukupno	1964.19
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m ³]	Težina [kg]									
B500B												
8	52.40	0.40	20.70									
10	740.70	0.62	457.01									
12	157.60	0.89	139.95									
Ukupno (B500B)				617.66								
Mreže - rekapitulacija											Ukupno	1963.98
Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m ²]	Ukupna težina [kg]	Neto ugrađena težina [kg]						
Q-283	215	600	8	4.480	462.34	408.68						
Q-335	215	600	3	5.389	208.55	163.37						
Q-785	215	600	10	12.360	1594.44	1391.93						
Ukupno					2265.33	1963.98						

JAHAČI - 2 KOM / m²

PLOČA d=20 cm

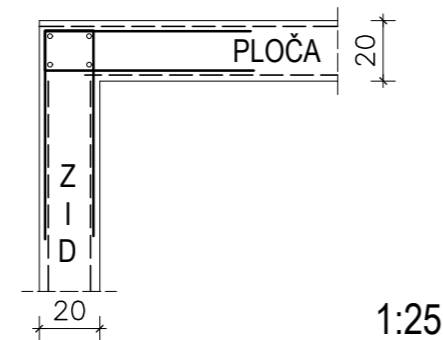


Detalj spoja ploče i grede



1:25

Karakteristični detalj spoja ploče i zida



1:25

NAPOMENE

1. Armaturu prilagoditi na licu mjesta!
2. Sve dimenzije provjeriti prema važećim planovima oplata.
3. Na mjestu otvora armaturu prilagoditi na licu mjesta!
3. Potrebno je osigurati preklape mreža od 50cm i 45cm!

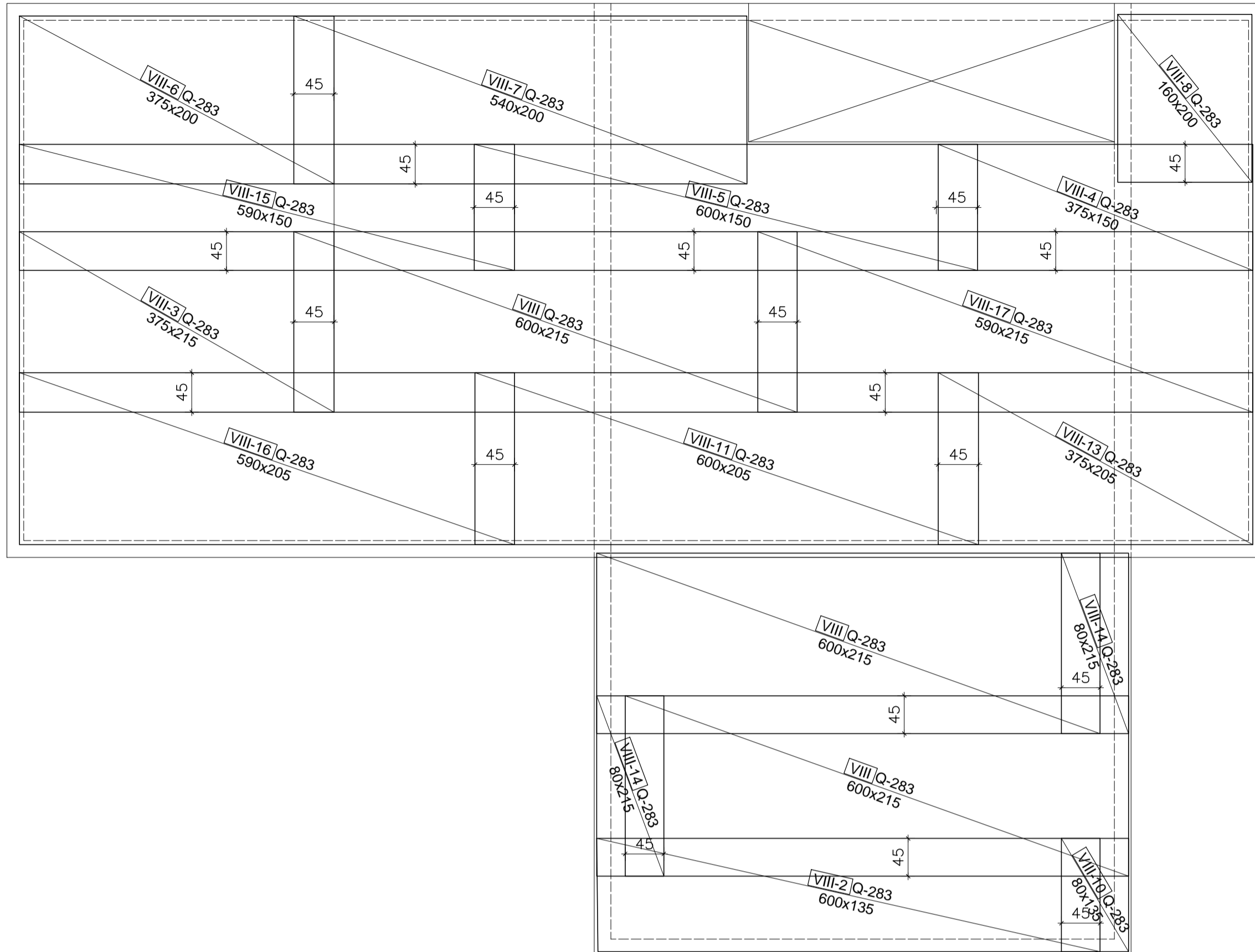
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET

DIPLOMSKI RAD

STUDENTICA :	Elena Stadnik	ČELIK :	B500B
MENTOR :	prof. dr. sc. Tomislav Kišiček	BETON :	C30/37
KOMENTOR :	dr.sc.tech. Tvrtko Renić	ZASTITNI SLOJ :	c=2 cm
GRAĐEVINA :	Obiteljska kuća	DATUM :	srpanj 2024.
SADRŽAJ:	PLAN ARMATURE PLOČE POZ 101	MJERILO :	1:50; 1:25

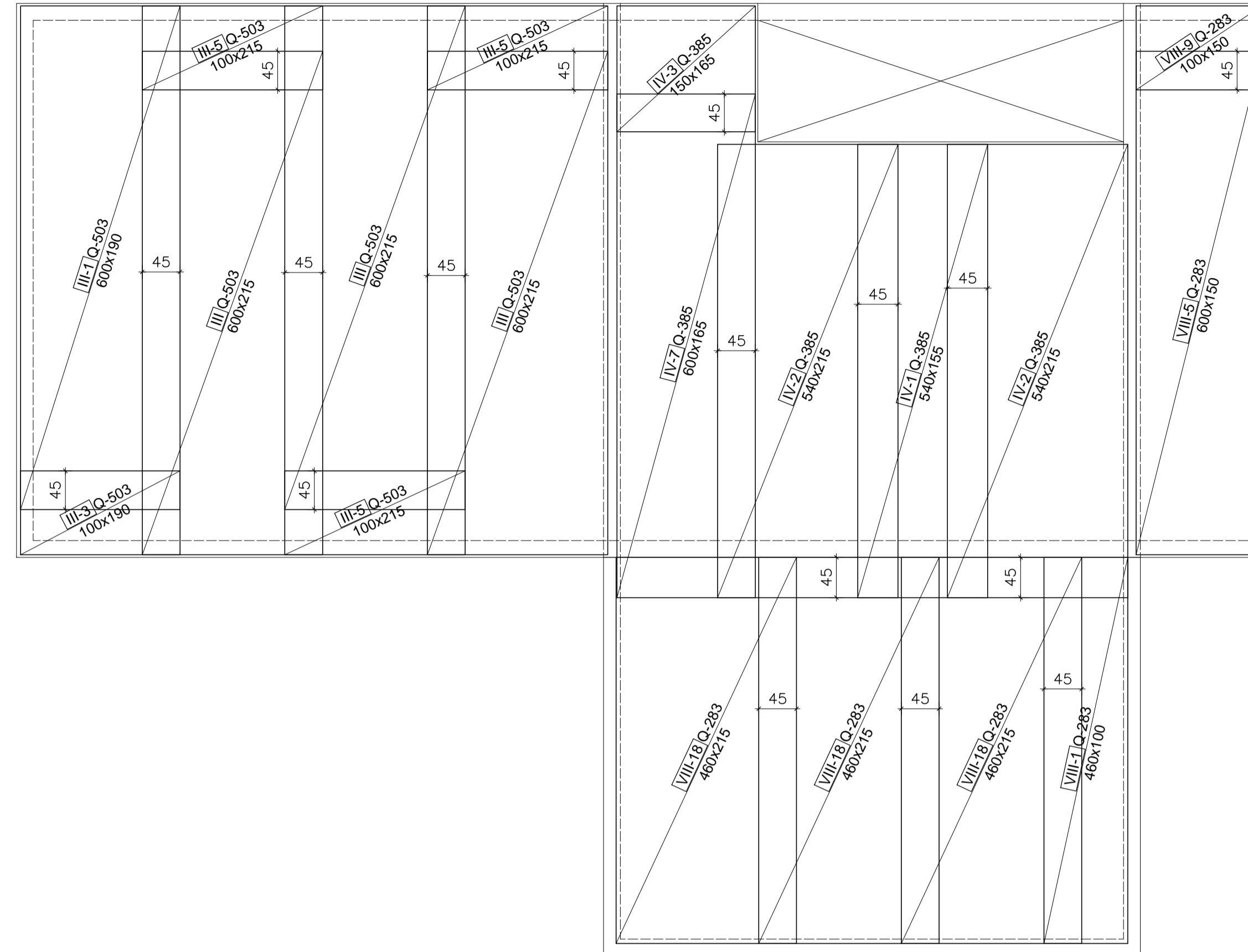
PLAN ARMATURE PLOČE POZ 201-202-203-204
MJ 1:50,1:25

Gornja zona



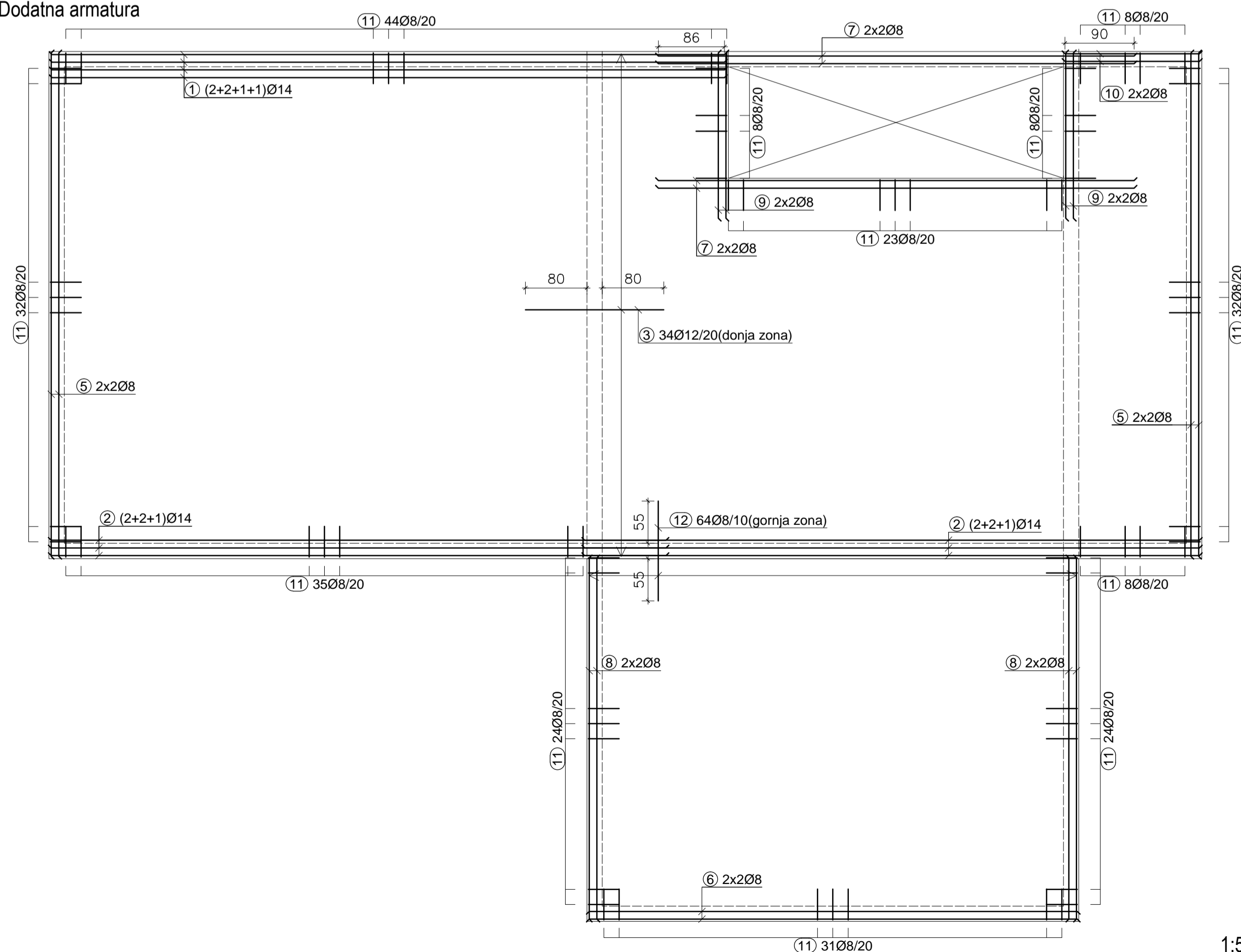
1:50

Donja zona



1:50

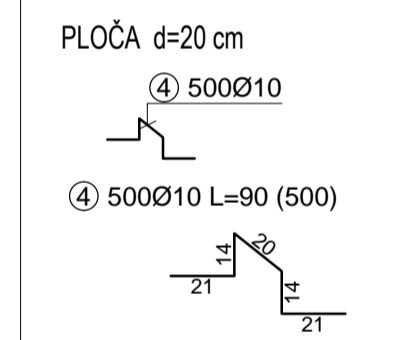
Dodatna armatura



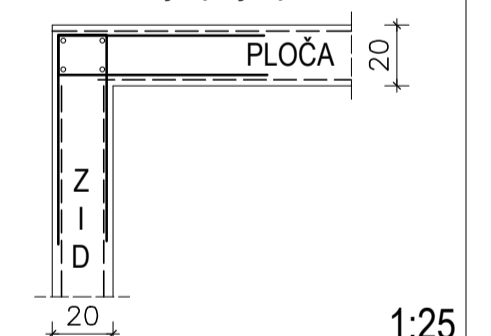
1:50

Šipke - specifikacija						Mreže - specifikacija						
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]	Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m ²]	Ukupna težina [kg]
B500B						B500B						
1	875	14	8.75	6	52.50	III	Q-503	215	600	3	7.992	309.29
2	800	14	8.00	10	80.00	III-1	Q-503	190	600	1	7.992	91.11
3	180	12	1.80	34	61.20	III-3	Q-503	190	100	1	7.992	15.18
4		10	0.90	500	450.00	III-5	Q-503	215	100	3	7.992	51.55
						IV-1	Q-385	155	540	1	6.100	51.06
						IV-2	Q-385	215	540	2	6.100	141.64
						IV-3	Q-385	165	150	1	6.100	15.10
5	655	8	6.55	8	52.40	IV-7	Q-385	165	600	1	6.100	60.39
6	635	8	6.35	4	25.40	VIII	Q-283	215	600	3	4.480	173.38
7	619	8	6.19	8	49.52	VIII-1	Q-283	100	460	1	4.480	20.62
8	470	8	4.70	8	37.60	VIII-2	Q-283	135	600	1	4.480	36.29
9	215	8	2.15	8	17.20	VIII-3	Q-283	215	375	1	4.480	36.12
10	175	8	1.75	4	7.00	VIII-4	Q-283	150	375	1	4.480	25.20
11		8	1.50	277	415.50	VIII-5	Q-283	150	600	2	4.480	80.64
						VIII-6	Q-283	200	375	1	4.480	33.60
						VIII-7	Q-283	200	540	1	4.480	48.40
12		8	1.30	64	83.20	VIII-8	Q-283	200	160	1	4.480	14.34
						VIII-9	Q-283	150	100	1	4.480	6.72
Šipke - rekapitulacija						Mreže - rekapitulacija						
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m ²]	Težina [kg]									
B500B						Mreže - rekapitulacija						
8	687.82	0.40	271.69		Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m ²]	Ukupna težina [kg]	Neto ugrađena težina [kg]	
10	450.00	0.62	277.65		Q-283	215	600	19	4.480	1098.05	868.69	
12	61.20	0.89	54.35		Q-385	215	600	5	6.100	393.45	268.19	
14	132.50	1.21	160.32		Q-503	215	600	5	7.992	515.48	467.13	
Ukupno (B500B)			764.01		Ukupno			2006.98		1604.01		
Ukupno			764.01									

JAHAČI - 2 KOM / m²



Karakteristični detalj spoja ploče i zida



1:25

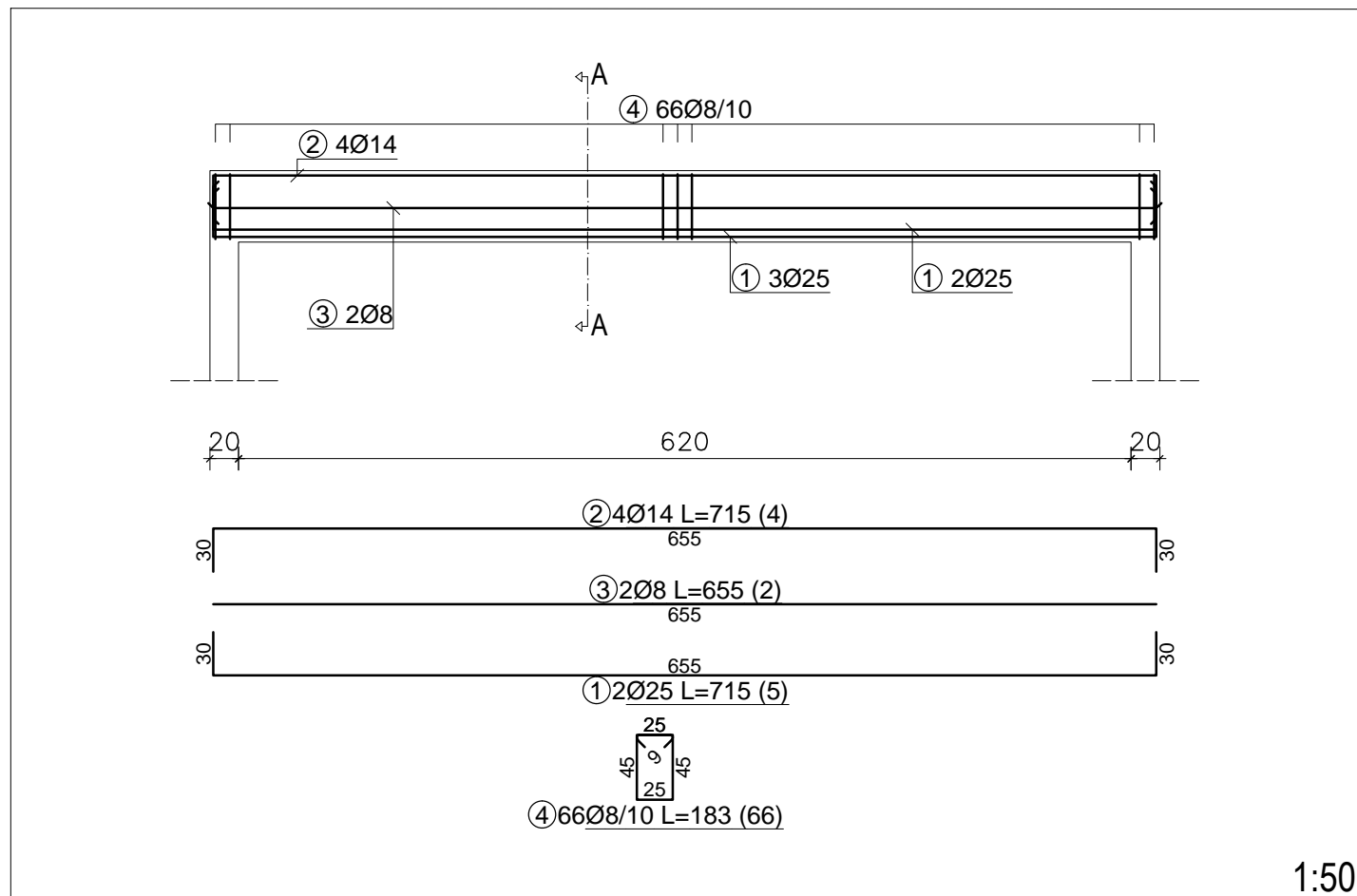
NAPOMENE

1. Armaturu prilagoditi na licu mjesta!
2. Sve dimenzije provjeriti prema važećim planovima optate.
3. Na mjestu otvora armaturu prilagoditi na licu mjesta!
3. Potrebno je osigurati preklope mreža od 50cm i 45cm!

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET			
DIPLOMSKI RAD			
STUDENTICA :	Elena Stadnik	ČELIK :	B500B
MENTOR :	prof. dr. sc. Tomislav Kišček	BETON :	C30/37
KOMENTOR :	dr.sc.tech. Tvrtko Renić	ZAŠTITNI SLOJ :	c=2 cm
GRAĐEVINA :	Obiteljska kuća	DATUM :	srpanj 2024.
SADRŽAJ :	PLAN ARMATURE PLOČE POZ 201-204	MJERILO :	1:50; 1:25

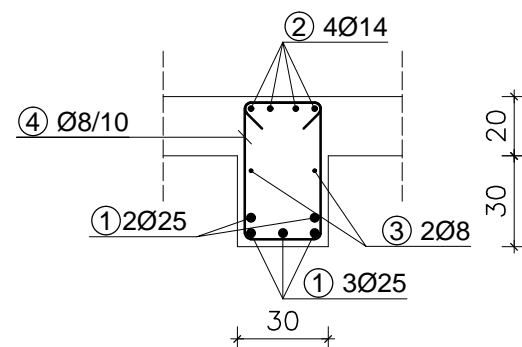
PLAN ARMATURE GREDE

MJ 1:50;1:25



1:50

Presjek A-A



1:25

NAPOMENE

1. Armaturu prilagoditi na licu mjesta!
2. Sve dimenzije provjeriti prema važećim planovima oplate.
3. Na mjestu otvora armaturu prilagoditi na licu mjesta!

Šipke - specifikacija

ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
B500B					
1		25	7.15	5	35.75
2		14	7.15	4	28.60
3		8	6.55	2	13.10
4		8	1.83	66	120.78

Šipke - rekapitulacija

Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m]	Težina [kg]
B500B			
8	133.88	0.40	52.88
14	28.60	1.21	34.61
25	35.75	3.85	137.64
Ukupno (B500B)			225.13
Ukupno			225.13



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET

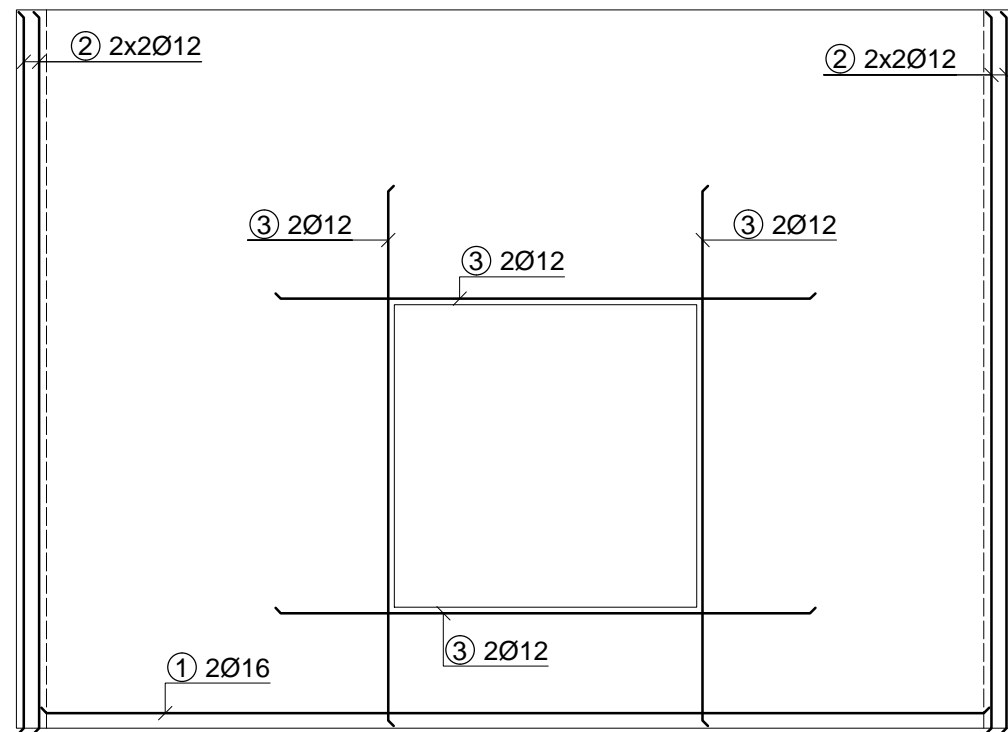
DIPLOMSKI RAD

STUDENTICA :	Elena Stadnik	ČELIK :	B500B
MENTOR :	prof. dr. sc. Tomislav Kišiček	BETON :	C30/37
KOMENTOR :	dr.sc.tech. Tvrtko Renić	ZAŠTITNI SLOJ :	c=2,5 cm
GRAĐEVINA :	Obiteljska kuća	DATUM :	srpanj 2024.
SADRŽAJ:	PLAN ARMATURE GREDE	MJERILO :	1:50; 1:25

PLAN ARMATURE ZIDA 1(3)

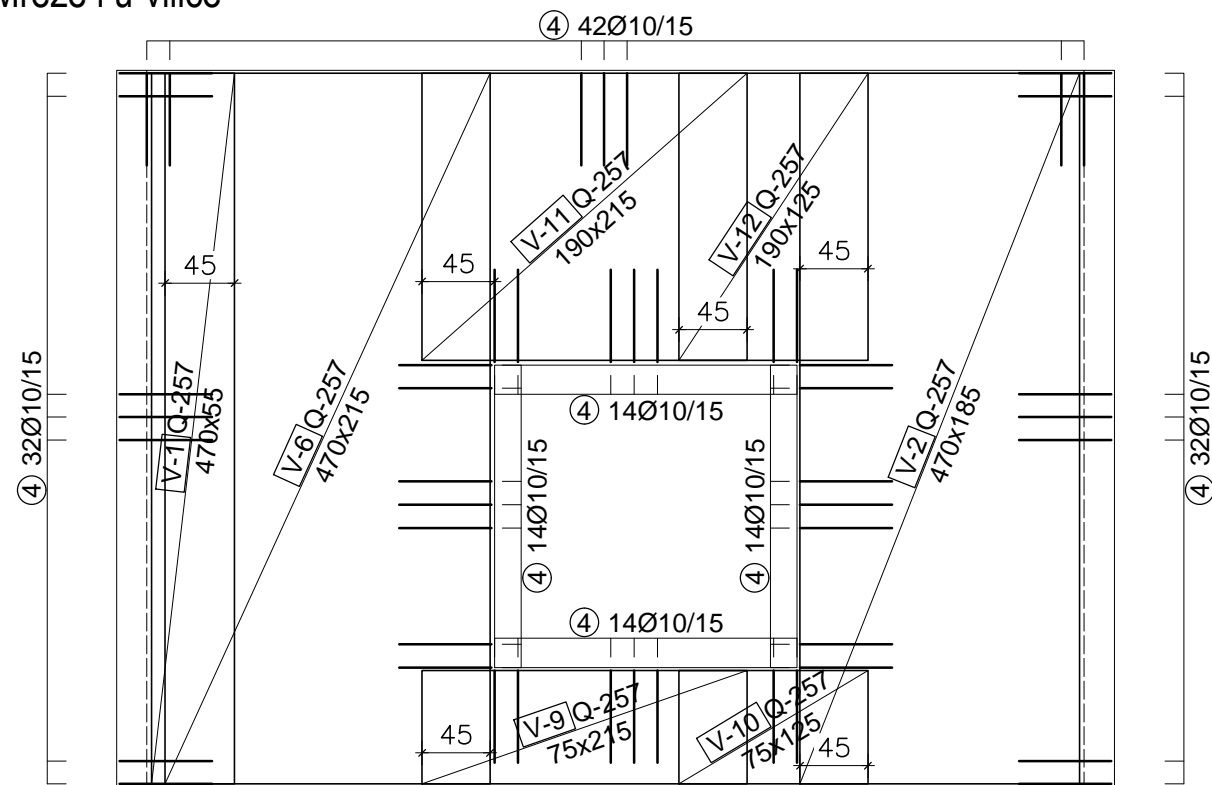
MJ 1:50;1:25

Ravne šipke



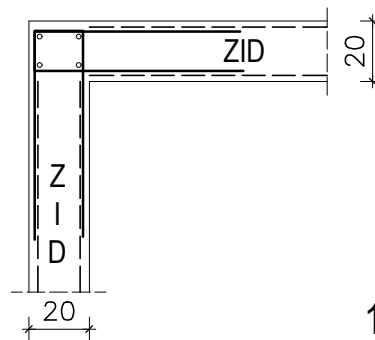
1:50

Mreže i u-vilice



1:50

Karakteristični detalj spoja 2 okomita zida



1:25

Pozicija broj 2 je brojana u iskazu zida 2 i zida 4

NAPOMENE

1. Armaturu prilagoditi na licu mjesta!
2. Sve dimenzije provjeriti prema važećim planovima oplata.
3. Na mjestu otvora armaturu prilagoditi na licu mjesta!
3. Potrebno je osigurati preklope mreža od 45cm!

Šipke - specifikacija

ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
B500B					
1	620	16	6.20	2	12.40
3	350	12	3.50	8	28.00
4	67x67	10	1.50	162	243.00

Šipke - rekapitulacija

Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m ³]	Težina [kg]
B500B			
10	243.00	0.62	149.93
12	28.00	0.89	24.86
16	12.40	1.58	19.59

Ukupno (B500B)

194.39

Mreže - specifikacija

Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m ²]	Ukupna težina [kg]
V-1	Q-257	55	470	1	4.120	10.65
V-2	Q-257	185	470	1	4.120	35.82
V-6	Q-257	215	470	1	4.120	41.63
V-9	Q-257	215	75	1	4.120	6.64
V-10	Q-257	125	75	1	4.120	3.86
V-11	Q-257	215	190	1	4.120	16.82
V-12	Q-257	125	190	1	4.120	9.78
V-18	Q-257	215	330	2	4.120	58.46

Ukupno

183.67

Mreže - rekapitulacija

Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m ²]	Ukupna težina [kg]	Neto ugrađena težina [kg]
Q-257	215	600	5	4.120	265.74	183.67
Ukupno					265.74	183.67

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET

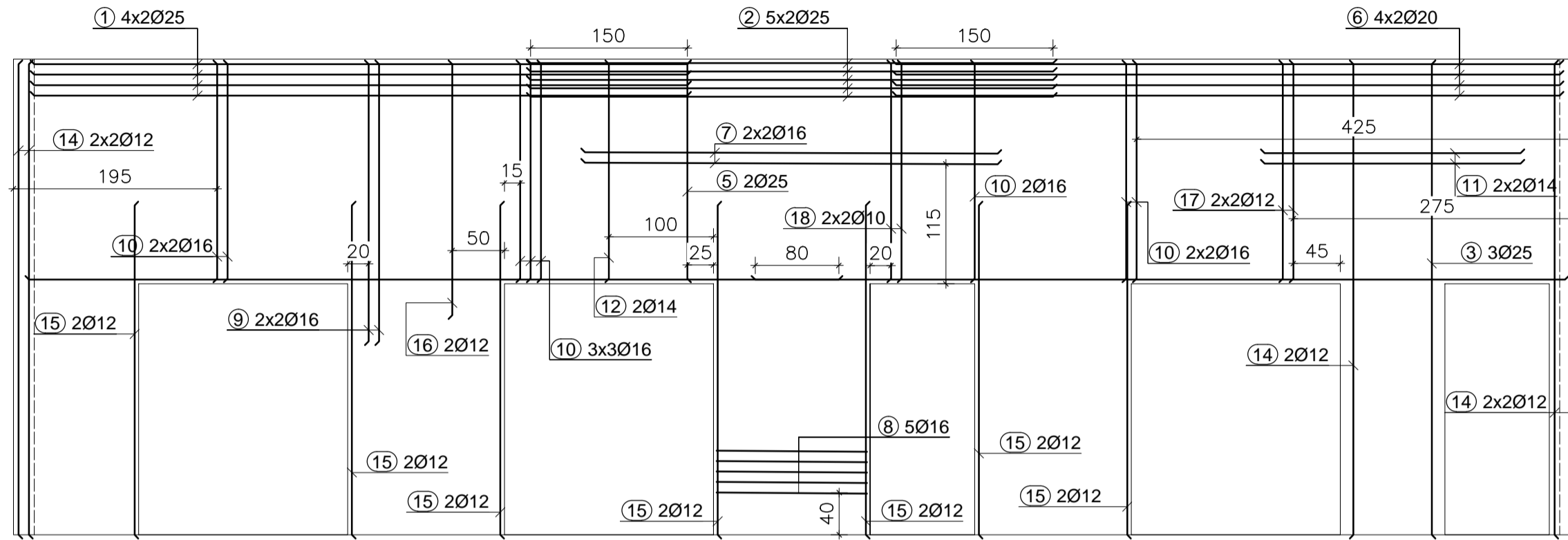
DIPLOMSKI RAD

STUDENTICA :	Elena Stadnik	ČELIK :	B500B
MENTOR :	prof. dr. sc. Tomislav Kišiček	BETON :	C30/37
KOMENTOR :	dr.sc.tech. Tvrtko Renić	ZAŠTITNI SLOJ :	c=2 cm
GRAĐEVINA :	Obiteljska kuća	DATUM :	srpanj 2024.
SADRŽAJ:	PLAN ARMATURE ZIDA 1(3)	MJERILO :	1:50; 1:25

PLAN ARMATURE ZIDA 2

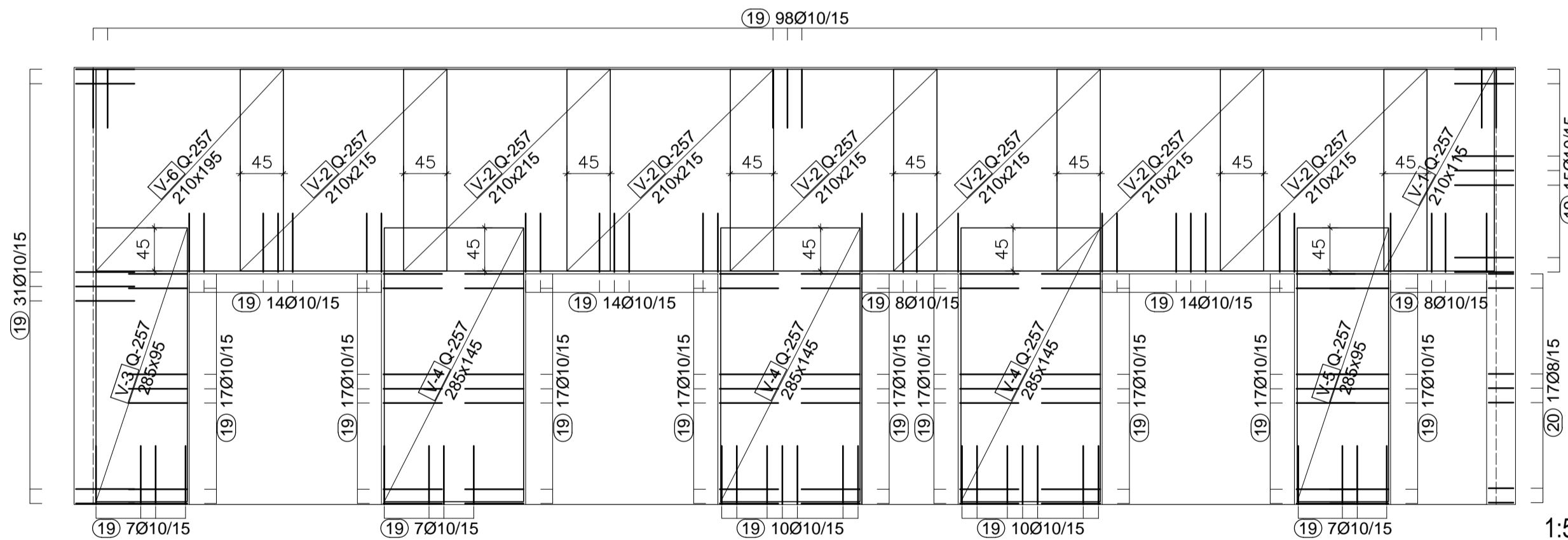
MJ 1:50;1:25

Ravne šipke



1:50

Mreže i u-vilice



1:50

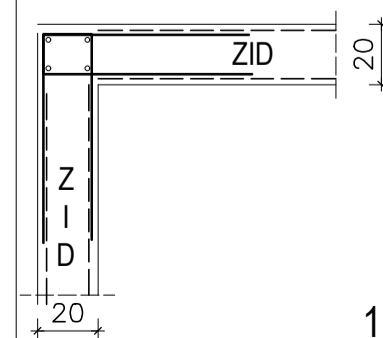
Mreže - specifikacija						
Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m ²]	Ukupna težina [kg]
B500B (1 kom)						
V-1	Q-257	115	210	1	4.120	9.95
V-2	Q-257	215	210	7	4.120	130.21
V-3	Q-257	95	285	1	4.120	11.16
V-4	Q-257	145	285	3	4.120	51.08
V-5	Q-257	95	285	1	4.120	11.16
V-6	Q-257	195	210	1	4.120	16.87
V-18	Q-257	215	330	2	4.120	58.46
Ukupno						288.89

Mreže - rekapitulacija						
Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m ²]	Ukupna težina [kg]	Neto ugrađena težina [kg]
Q-257	215	600	7	4.120	372.04	288.89
Ukupno					372.04	288.89

NAPOMENE

1. Armaturu prilagoditi na licu mjesta!
2. Sve dimenzije provjeriti prema važećim planovima oplata.
3. Na mjestu otvora armaturu prilagoditi na licu mjesta!
3. Potrebno je osigurati preklope mreža od 45cm!

Karakteristični detalj spoja 2 okomita zida



1:25

Šipke - specifikacija					
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
B500B					
1	625	25	6.25	8	50.00
2	500	25	5.00	10	50.00
3	450	25	4.50	3	13.50
5	205	25	2.05	2	4.10
6	635	20	6.35	8	50.80
7	395	16	3.95	4	15.80
8	144	16	3.54	5	17.70
9	265	16	2.65	4	10.60
10	205	16	2.05	19	38.95
11	245	14	2.45	4	9.80
12	205	14	2.05	2	4.10
13	775	12	7.75	4	31.00
14	450	12	4.50	10	45.00
15	315	12	3.15	14	44.10
16	240	12	2.40	2	4.80
17	205	12	2.05	4	8.20
18	205	10	2.05	4	8.20
19	67	10	1.50	396	594.00
20	26	8	1.18	17	20.06

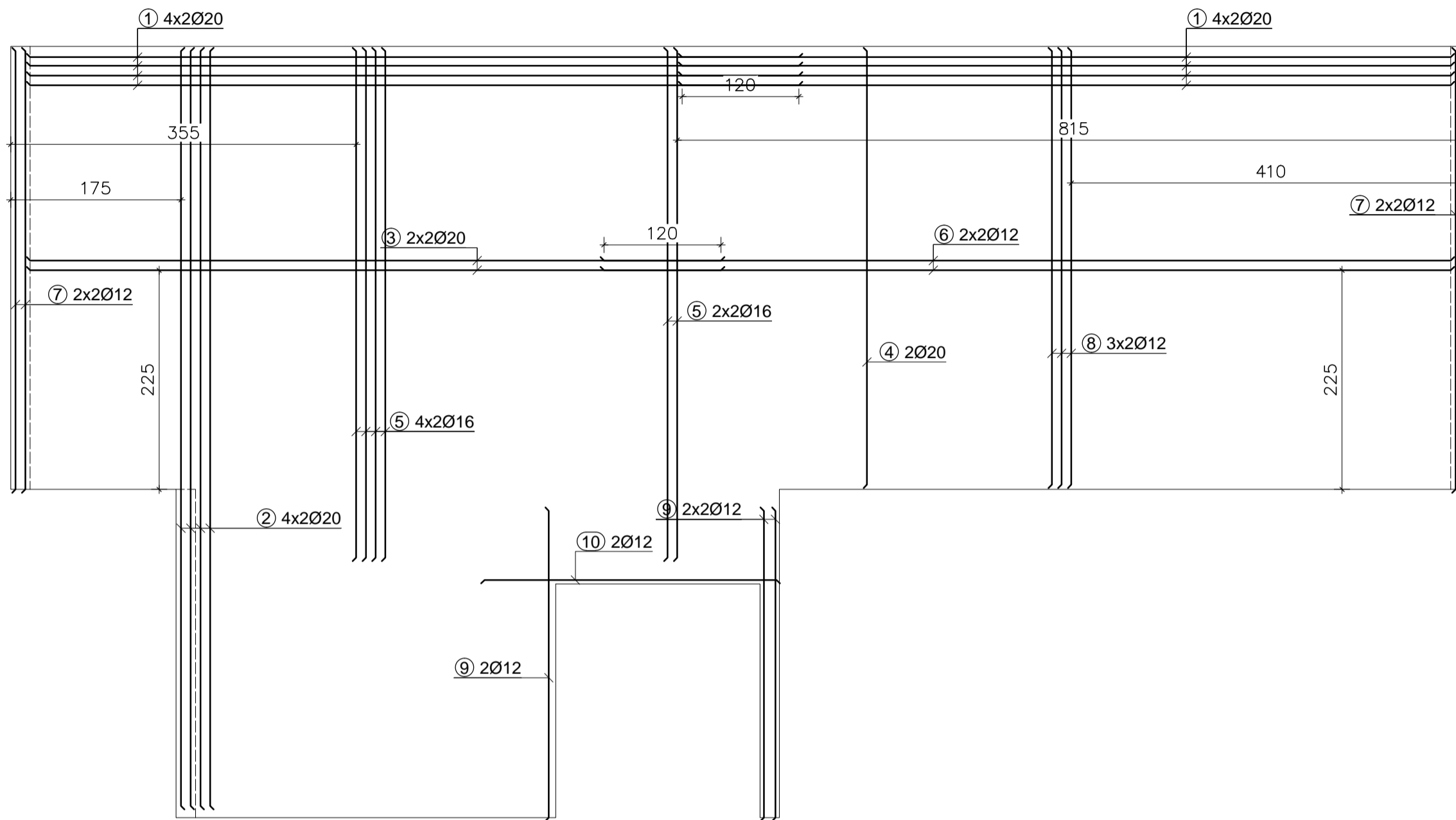
Šipke - rekapitulacija			
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m]	Težina [kg]
B500B			
8	20.06	0.40	7.92
10	602.20	0.62	371.56
12	133.10	0.89	118.19
14	13.90	1.21	16.82
16	83.05	1.58	131.22
20	50.80	2.47	125.48
25	117.60	3.85	452.76
Ukupno (B500B)			1223.95
Ukupno			1223.95

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET			
DIPLOMSKI RAD			
STUDENTICA :	Elena Stadnik	ČELIK :	B500B
MENTOR :	prof. dr. sc. Tomislav Kišiček	BETON :	C30/37
KOMENTOR :	dr.sc.tech. Tvrtko Renić	ZAŠTITNI SLOJ :	c=2 cm
GRAĐEVINA :	Obiteljska kuća	DATUM :	srpanj 2024.
SADRŽAJ:	PLAN ARMATURE ZIDA 2	MJERILO :	1:50; 1:25

PLAN ARMATURE ZIDA 4

MJ 1:50;1:25

Ravne šipke



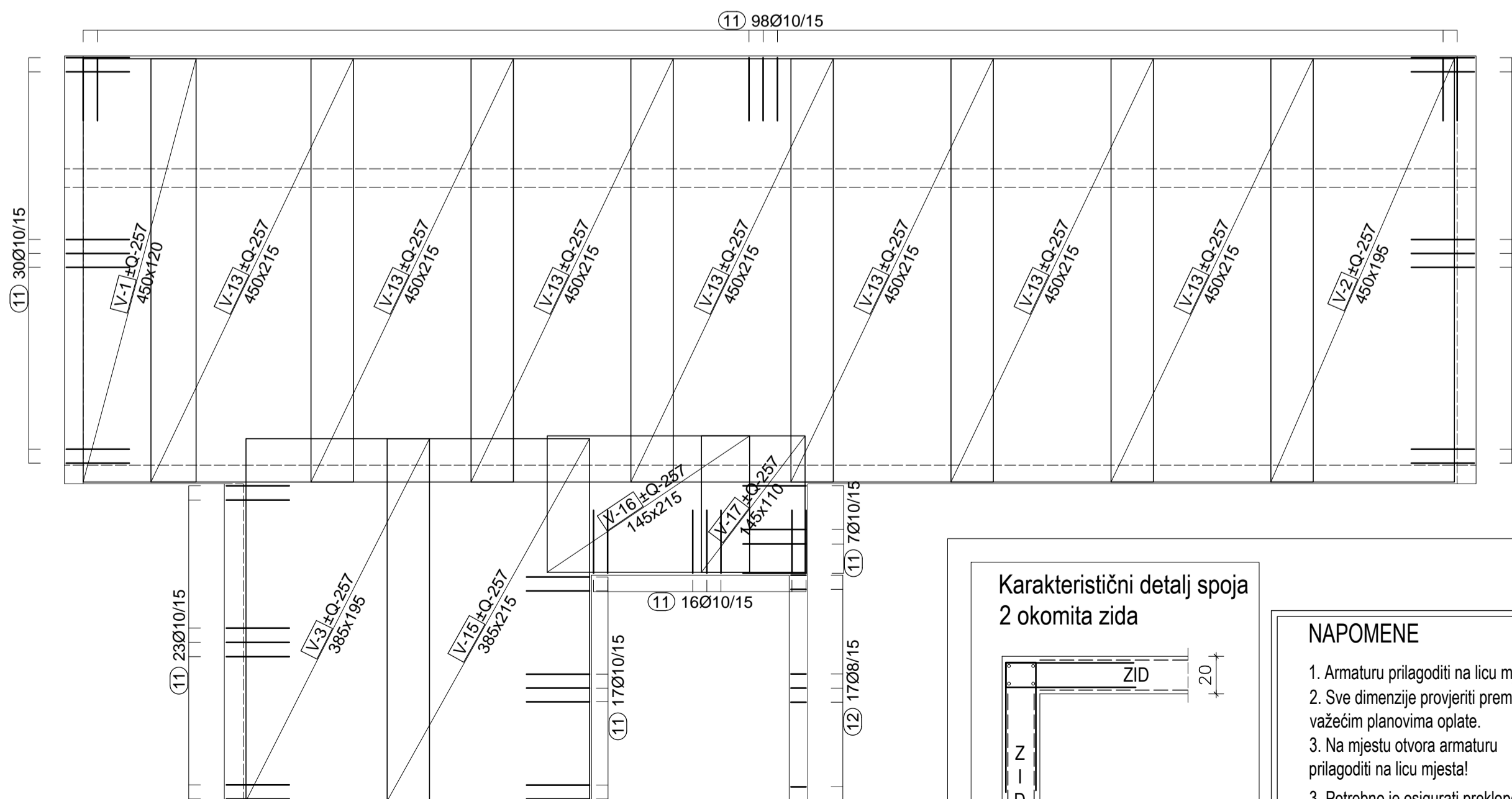
1:50

Šipke - specifikacija					
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
B500B (1 kom)					
1	790	20	7.90	16	126.40
2	775	20	7.75	8	62.00
3	710	20	7.10	4	28.40
4	445	20	4.45	2	8.90
5	520	16	5.20	12	62.40
6	870	12	8.70	4	34.80
7	450	12	4.50	8	36.00
8	445	12	4.45	6	26.70
9	315	12	3.15	8	25.20
10	300	12	3.00	2	6.00
11		10	1.50	221	331.50
12		8	0.98	17	16.66

Šipke - rekapitulacija			
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m]	Težina [kg]
B500B			
8	16.66	0.40	6.58
10	331.50	0.62	204.54
12	128.70	0.89	114.29
16	62.40	1.58	98.59
20	225.70	2.47	557.48
Ukupno (B500B)			981.47

Ukupno			981.47
---------------	--	--	---------------

Mreže i u-vilice

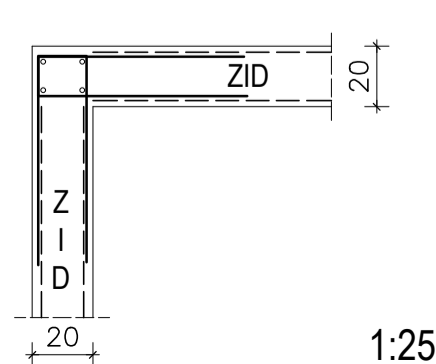


1:50

Mreže - specifikacija						
Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m ²]	Ukupna težina [kg]
B500B (1 kom)						
V-1	Q-257	120	450	2	4.120	44.50
V-2	Q-257	195	450	2	4.120	72.31
V-3	Q-257	195	385	2	4.120	61.86
V-13	Q-257	215	450	14	4.120	558.05
V-15	Q-257	215	385	2	4.120	68.21
V-16	Q-257	215	145	2	4.120	25.69
V-17	Q-257	110	145	2	4.120	13.14
V-18	Q-257	215	330	2	4.120	58.46
Ukupno						902.22

Mreže - rekapitulacija						
Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m ²]	Ukupna težina [kg]	Neto ugrađena težina [kg]
Q-257	215	600	24	4.120	1275.55	902.22
Ukupno					1275.55	902.22

Karakteristični detalj spoja 2 okomita zida



1:25

NAPOMENE

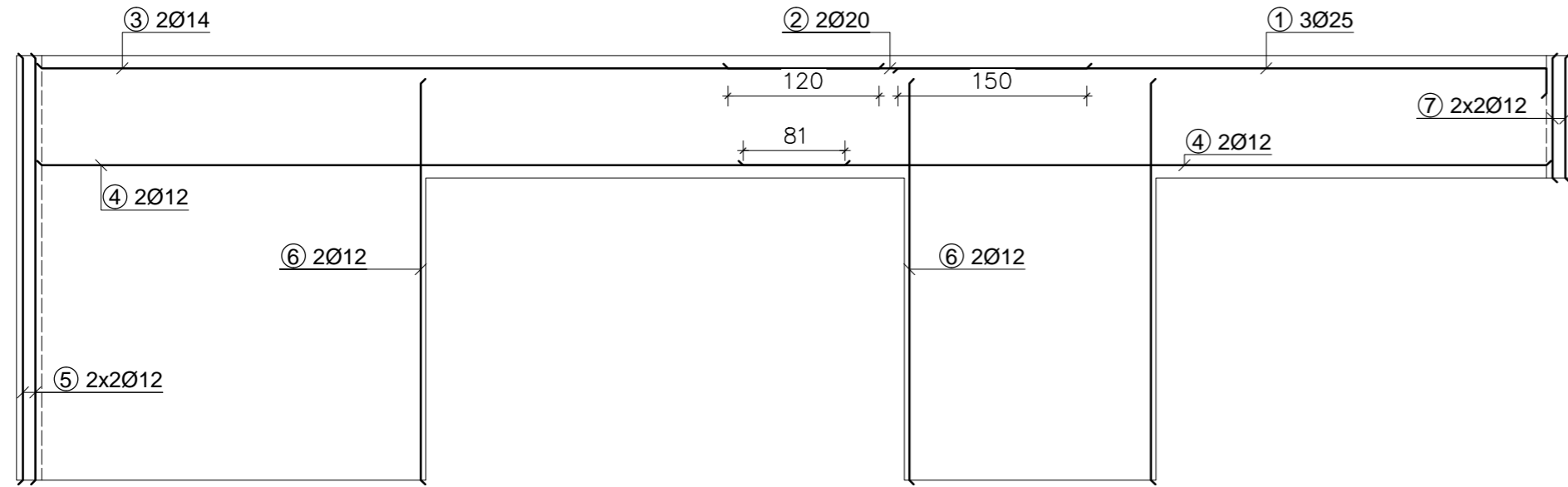
1. Armaturu prilagoditi na licu mjestala!
2. Sve dimenzije provjeriti prema važećim planovima oplata.
3. Na mjestu otvora armaturu prilagoditi na licu mjestala!
3. Potrebno je osigurati preklope mreža od 45cm!

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET			
DIPLOMSKI RAD			
STUDENTICA :	Elena Stadnik	ČELIK :	B500B
MENTOR :	prof. dr. sc. Tomislav Kišiček	BETON :	C30/37
KOMENTOR :	dr.sc.tech. Tvrtko Renić	ZAŠTITNI SLOJ :	c=2 cm
GRAĐEVINA :	Obiteljska kuća	DATUM :	srpanj 2024.
SADRŽAJ:	PLAN ARMATURE ZIDA 4	MJERILO :	1:50; 1:25

PLAN ARMATURE ZIDA 5

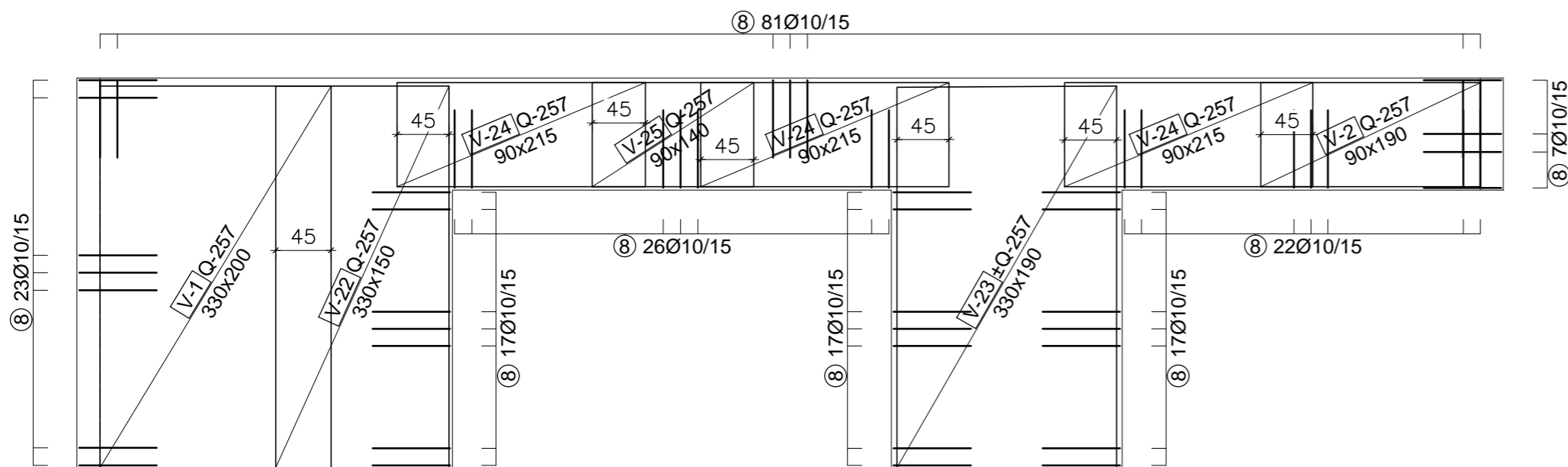
MJ 1:50;1:25

Ravne šipke



1:50

Mreže i u-vilice



1:50

Šipke - specifikacija

ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
B500B					
1	515	25	5.35	3	16.05
2	285	20	2.85	2	5.70
3	665	14	6.65	2	13.30
4	638	12	6.38	4	25.52
6	315	12	3.15	6	18.90
8	67	10	1.50	210	315.00
Ukupno					325.76

Šipke - rekapitulacija

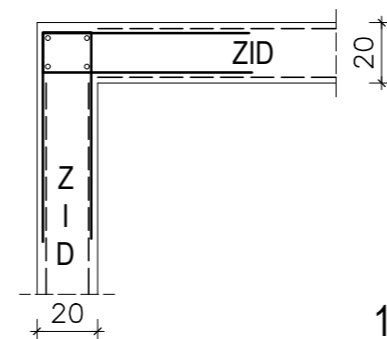
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m ³]	Težina [kg]
B500B			
10	315.00	0.62	194.35
12	44.42	0.89	39.44
14	13.30	1.21	16.09
20	5.70	2.47	14.08
25	16.05	3.85	61.79
Ukupno (B500B)			325.76

Mreže - specifikacija

Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m ²]	Ukupna težina [kg]
B500B						
V-1	Q-257	200	330	1	4.120	27.19
V-2	Q-257	190	90	1	4.120	7.05
V-18	Q-257	215	330	2	4.120	58.46
V-22	Q-257	150	330	1	4.120	20.41
V-23	Q-257	190	330	2	4.120	51.66
V-24	Q-257	215	90	3	4.120	23.92
V-25	Q-257	140	90	1	4.120	5.19
Ukupno						193.88
Mreže - rekapitulacija						
Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m ²]	Ukupna težina [kg]	Neto ugrađena težina [kg]
Q-257	215	600	6	4.120	318.89	193.79
Ukupno					318.89	193.79

pozicije broj 5 i 7 su brojane u iskazu zida 4 i zida 6

Karakteristični detalj spoja 2 okomita zida



1:25

NAPOMENE

1. Armaturu prilagoditi na licu mjesta!
2. Sve dimenzije provjeriti prema važećim planovima oplata.
3. Na mjestu otvora armaturu prilagoditi na licu mjesta!
3. Potrebno je osigurati preklope mreža od 45cm!

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET

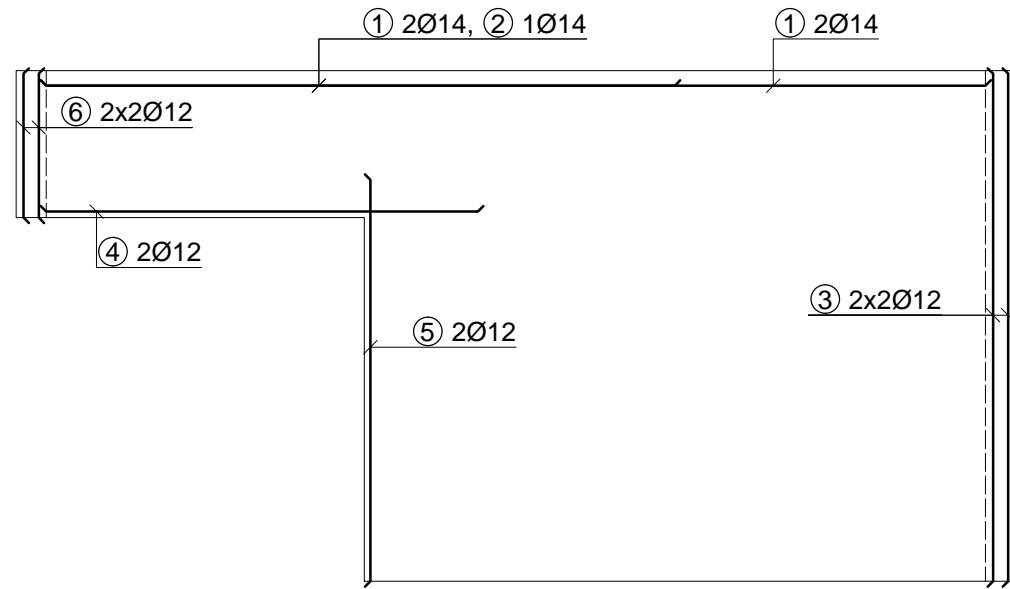
DIPLOMSKI RAD

STUDENTICA :	Elena Stadnik	ČELIK :	B500B
MENTOR :	prof. dr. sc. Tomislav Kišiček	BETON :	C30/37
KOMENTOR :	dr.sc.tech. Tvrтко Renić	ZAŠTITNI SLOJ :	c=2 cm
GRAĐEVINA :	Obiteljska kuća	DATUM :	srpanj 2024.
SADRŽAJ:	PLAN ARMATURE ZIDA 5	MJERILO :	1:50; 1:25

PLAN ARMATURE ZIDA 6

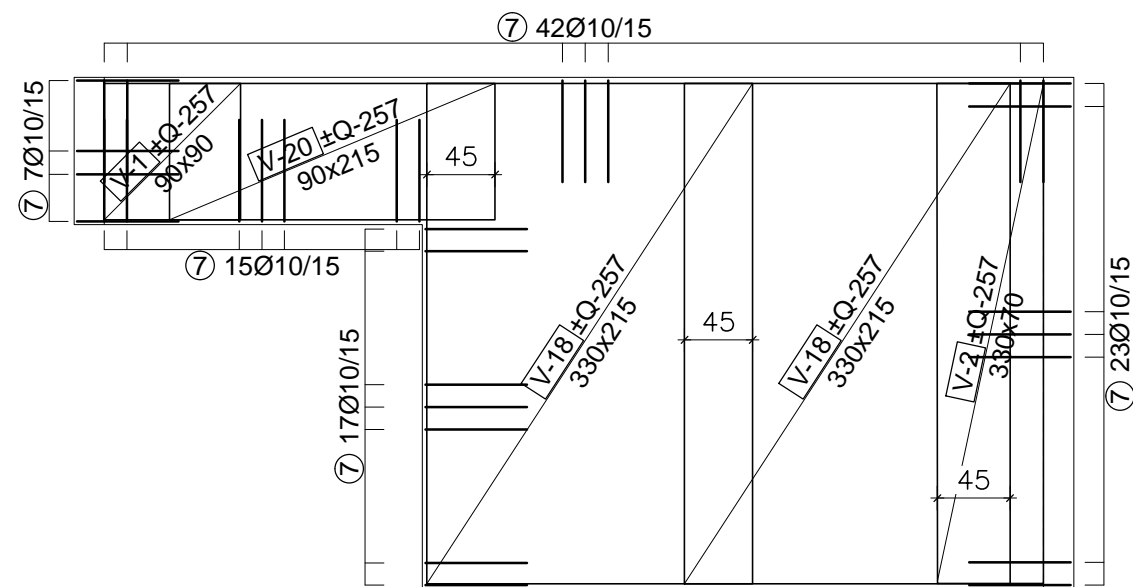
MJ 1:50;1:25

Ravne šipke



1:50

Mreže i u-vilice



1:50

Šipke - specifikacija

ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
B500B					
1	620	14	6.20	2	12.40
2	415	14	4.15	1	4.15
3	335	12	3.35	4	13.40
4	285	12	2.85	2	5.70
5	265	12	2.65	2	5.30
6	95	12	0.95	4	3.80
7	67x67	10	1.50	104	156.00

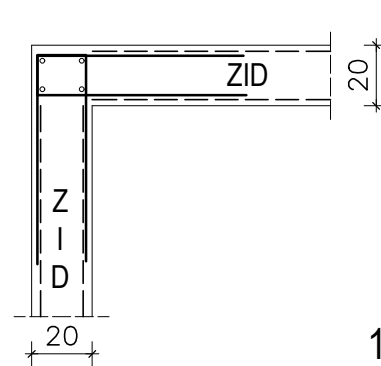
Šipke - rekapitulacija

Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m']	Težina [kg]
10	156.00	0.62	96.25
12	28.20	0.89	25.04
14	16.55	1.21	20.03
Ukupno (B500B)			141.32

Mreže - specifikacija

Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m2]	Ukupna težina [kg]
B500B						
V-1	Q-257	90	90	2	4.120	6.67
V-2	Q-257	70	330	2	4.120	19.15
V-18	Q-257	215	330	6	4.120	175.39
V-20	Q-257	215	90	2	4.120	15.94
Ukupno						217.15
Mreže - rekapitulacija						
Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m2]	Ukupna težina [kg]	Neto ugrađena težina [kg]
Q-257	215	600	7	4.120	372.04	217.09
Ukupno					372.04	217.09

Karakteristični detalj spoja 2 okomita zida



1:25

NAPOMENE

1. Armaturu prilagoditi na licu mjesta!
2. Sve dimenzije provjeriti prema važećim planovima oplate.
3. Na mjestu otvora armaturu prilagoditi na licu mjesta!
3. Potrebno je osigurati preklope mreža od 45cm!

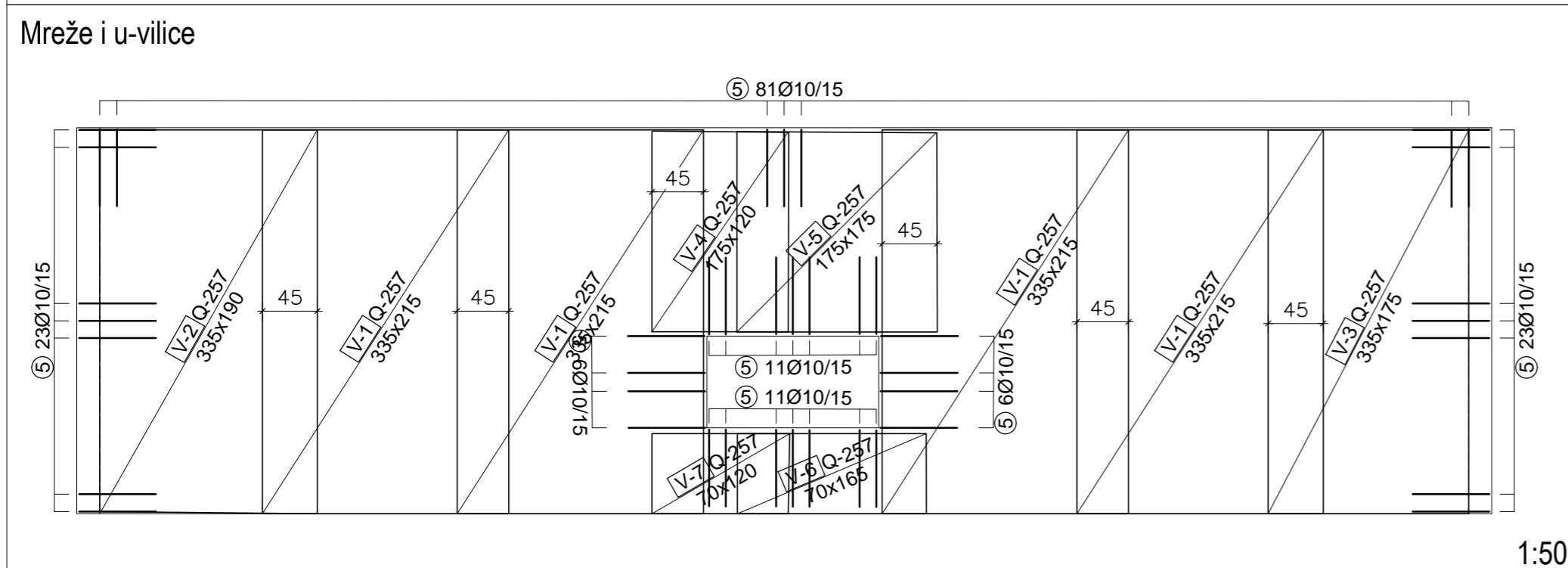
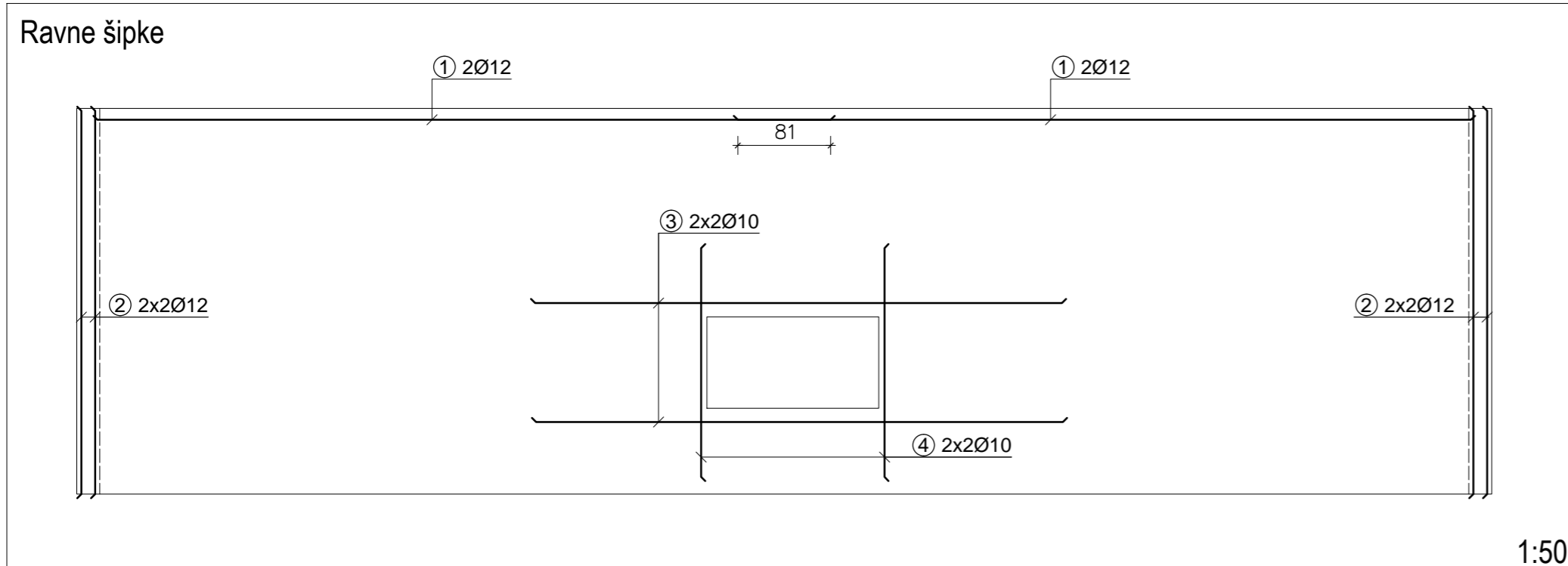
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET

DIPLOMSKI RAD

STUDENTICA :	Elena Stadnik	ČELIK :	B500B
MENTOR :	prof. dr. sc. Tomislav Kišiček	BETON :	C30/37
KOMENTOR :	dr.sc.tech. Tvrтко Renić	ZAŠTITNI SLOJ :	c=2 cm
GRAĐEVINA :	Obiteljska kuća	DATUM :	srpanj 2024.
SADRŽAJ:	PLAN ARMATURE ZIDA 6	MJERILO :	1:50; 1:25

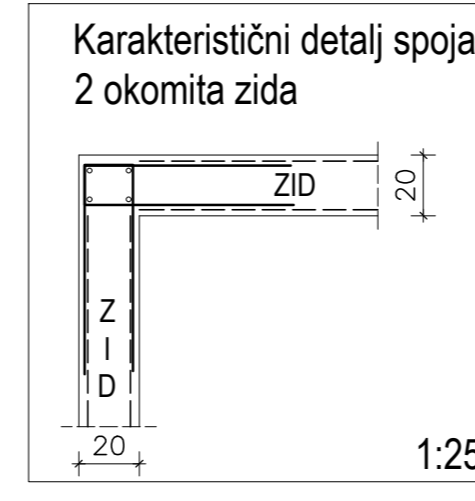
PLAN ARMATURE ZIDA 7

MJ 1:50;1:25



Šipke - specifikacija						Mreže - specifikacija						
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]	pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m ²]	Ukupna težina [kg]
B500B						B500B						
1	640	12	6.40	4	25.60	V-1	Q-257	215	335	4	4.120	118.70
3	460	10	4.60	4	18.40	V-2	Q-257	190	335	1	4.120	26.22
4	200	10	2.00	4	8.00	V-3	Q-257	175	335	1	4.120	24.15
5		10	1.50	161	241.50	V-4	Q-257	120	175	1	4.120	8.62
						V-5	Q-257	175	175	1	4.120	12.62
						V-6	Q-257	165	70	1	4.120	4.76
						V-7	Q-257	120	70	1	4.120	3.47
						V-18	Q-257	215	330	2	4.120	58.46
Šipke - rekapitulacija						Ukupno						
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m ³]	Težina [kg]		Mreže - rekapitulacija							
B500B						257.00						
10	267.90	0.62	165.29		Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m ²]	Ukupna težina [kg]	Neto ugrađena težina [kg]	
12	32.30	0.89	28.68		Q-257	215	600	8	4.120	425.18	256.80	
Ukupno (B500B)						193.98						
Ukupno						193.98						
						Ukupno						
						425.18						
						256.80						

Pozicija broj 2 je brojana u iskazu zida 4 i zida 6



- NAPOMENE**
1. Armaturu prilagoditi na licu mjesta!
 2. Sve dimenzije provjeriti prema važećim planovima oplata.
 3. Na mjestu otvora armaturu prilagoditi na licu mjesta!
 3. Potrebno je osigurati preklope mreža od 45cm!

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET

DIPLOMSKI RAD

STUDENTICA :	Elena Stadnik	ČELIK :	B500B
MENTOR :	prof. dr. sc. Tomislav Kišiček	BETON :	C30/37
KOMENTOR :	dr.sc.tech. Tvrtko Renić	ZAŠTITNI SLOJ :	c=2 cm
GRAĐEVINA :	Obiteljska kuća	DATUM :	srpanj 2024.
SADRŽAJ:	PLAN ARMATURE ZIDA 7	MJERILO :	1:50; 1:25