

# Projekt kuće za odmor na otoku Korčuli

---

**Donjerković, Marta**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:123:807912>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-18**



*Repository / Repozitorij:*

[FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



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

# **DIPLOMSKI RAD**

**Marta Donjerković**

**Split, 2024.**

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

**Marta Donjeković**

**Projekt kuće za odmor na otoku Korčuli**

**Diplomski rad**

**Split, 2024.**



SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING,  
ARCHITECTURE AND GEODESY

STUDIJ: SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ GRAĐEVINARSTVO  
KANDIDAT: Marta Donjerković  
MATIČNI BROJ: 0083223233  
KATEDRA: Katedra za betonske konstrukcije i mostove  
KOLEGIJ: Betonske konstrukcije

## ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD

Tema: Projekt kuće za odmor na otoku Korčuli

Opis zadatka: Potrebno je napraviti projekt konstrukcije i projekt vodovoda i kanalizacije za dogradnju vikendice u Prižbi na otoku Korčuli. Izrađeni projekt mora sadržavati:

- Tehnički opis
- Plan kontrole i osiguranje kvalitete
- Proračune
- Građevinske nacрте
- Armaturne planove
- Nacрте vodovoda i kanalizacije

U Splitu, rujan 2024.

Mentor: Doc. dr. sc. Marina Nikolić  
Komentor: Doc. dr. sc. Ivan Banović

Predsjednik Povjerenstva za završne i  
diplomske ispite studija Građevinarstvo:  
izv. prof. dr. sc. Ivan Balić





SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING,  
ARCHITECTURE AND GEODESY

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

kojom ja, Marta Donjerković, JMBAG: 0083223233, studentica Fakulteta građevinarstva, arhitekture i geodezije Sveučilišta u Splitu, kao autorica ovog diplomskog rada izjavljujem da sam ga izradila samostalno pod mentorstvom doc. dr. sc. Marine Nikolić / komentorstvom doc. dr. sc. Ivan Banović.

U radu sam primijenila metodologiju znanstvenoistraživačkog rada i koristila literaturu koja je navedena na kraju rada. Tuđe spoznaje, zaključke, teorije, formulacije i grafičke prikaze koje sam izravno ili parafrazirajući navela u radu citirala sam i povezala s korištenim bibliografskim jedinicama.

---

(vlastoručni potpis studentice)

## **Projekt kuće za odmor na otoku Korčuli**

### ***Sažetak:***

U ovom diplomskom radu je prikazan proračun zgrade za povremeno stanovanje sa konstruktivnim sustavom od armirano-betonskih elemenata i zidanih zidova. Potresna otpornost građevine određena je pojednostavljenim proračunom prema pravilima za jednostavne zidane zgrade. Proveden je proračun i analiza ploča, temelja i greda na djelovanje vertikalnog opterećenja. Iz proračuna su dobivene rezne sile u elementima konstrukcije koji su sukladno tome armirani. Također je napravljen i proračun vodovoda i kanalizacije sukladno važećim normama.

### ***Ključne riječi:***

Zidana zgrada, armirani beton, potresna otpornost, vodovod, kanalizacija

## **Project of the masonry building on the island of Korčula**

### ***Abstract:***

The thesis of this graduate work is calculation of the weekend house with structural system of reinforced concrete elements and masonry walls. Seismic resistance is determined by the simplified calculation, according to the rules for simple masonry buildings. The calculation of the plates, foundations and beams is made due to vertical load. Internal forces in the construction elements were calculated, which were accordingly reinforced. The water and sewerage system were also calculated in accordance with current norms.

### ***Keywords:***

Masonry building, reinforced concrete, seismic resistance, water system, sewerage system

*Zahvaljujem se svojoj mentorici doc. dr. sc. Marini Nikolić i komentoru doc. dr. sc. Ivanu Banoviću na uloženom trudu i vremenu, te na brojnim savjetima i suradnji prilikom izrade ovog diplomskog rada.*

*Posebnu zahvalnost iskazujem svojoj obitelji i prijateljima na nesebičnoj podršci i motivaciji koju su mi pružali tijekom cijelog studiranja.*

**Sadržaj:**

1.	TEHNIČKI OPIS .....	1
1.1.	KONSTRUKTIVNE POJEDINOSTI .....	2
2.	MATERIJALI .....	3
2.1.	ZIDNI ELEMENTI .....	3
2.2.	BETON.....	5
2.3.	ARMATURA .....	7
3.	ANALIZA OPTEREĆENJA.....	8
3.1.	STALNO OPTEREĆENJE .....	9
3.1.1.	Vlastita težina .....	9
3.1.2.	Dodatno stalno opterećenje .....	9
3.2.	PROMJENJIVO OPTEREĆENJE .....	10
3.2.1.	Korisno opterećenje.....	10
3.2.2.	Opterećenje snijegom .....	11
3.2.3.	Opterećenje vjetrom .....	13
3.3.	IZVANREDNO OPTEREĆENJE.....	22
3.3.1.	Seizmičko opterećenje.....	22
4.	DIMENZIONIRANJE.....	28
4.1.	DIMENZIONIRANJE PLOČA.....	28
4.1.1.	Ploča pozicija 100.....	29
4.1.2.	Ploča pozicija 200 (krovnna ploča) .....	38
4.2.	PRORAČUN AB GREDE (NADVOJA).....	47
4.2.1.	Dimenzioniranje greda G – 101 i G - 102 .....	48
4.2.2.	Dimenzioniranje greda G – 201 i G - 202 .....	55
4.3.	PRORAČUN ZIDOVA.....	62
4.3.1.	Proračun zidova na vertikalna opterećenja.....	63
4.3.2.	Proračun zidova na djelovanje potresa .....	73
4.4.	PRORAČUN TEMELJA .....	80
4.4.1.	Proračun temelja na vertikalno djelovanje (lokalni proračun) .....	80
4.4.2.	Proračun temelja na djelovanje potresa (globalni proračun) .....	80
4.4.3.	Proračun armature temelja.....	84
4.4.4.	Proračun armature nadtemeljnog zida .....	84

4.5.	PRORAČUN POSTOJEĆE AB GREDE I TEMELJA.....	85
4.5.1.	Kontrola postojeće AB ploče.....	86
4.5.2.	Kontrola postojeće AB grede .....	91
4.5.3.	Kontrola postojećih temelja.....	95
5.	PRORAČUN VODOVODNE MREŽE .....	97
5.1.	OPĆENITO .....	97
5.2.	TLAKOVI U CIJEVNOJ MREŽI.....	98
5.3.	BRZINA VODE U CIJEVIMA.....	98
5.4.	GUBICI .....	98
5.5.	GUBICI NA VODOMJERU .....	99
5.6.	PRORAČUN TLAKOVA U MREŽI.....	100
5.6.1.	Zajedničke vertikale .....	100
5.6.2.	Pojedinačne vertikale.....	101
5.7.	ZAKLJUČAK .....	102
5.8.	PRORAČUN TLAKOVA U MREŽI.....	103
6.	PRORAČUN FEKALNE KANALIZACIJE .....	104
6.1.	DIMENZIONIRANJE ODVODA POJEDINIH SANITARNIH UREĐAJA .....	104
6.2.	KANALIZACIJSKE VERTIKALE.....	105
6.2.1.	Kanalizacijska vertikala KV1 .....	106
6.2.2.	Kanalizacijska vertikala KV2.....	107
6.2.3.	Kanalizacijska vertikala KV3.....	107
6.3.	KANALIZACIJSKE HORIZONTALNE .....	108
7.	PRORAČUN OBORINSKE KANALIZACIJE.....	109
7.1.	DIMENZIONIRANJE OBORINSKIH VERTIKALA I HORIZONTALA .....	109
8.	PROIZVODNE DIMENZIJE VODOVODNIH CIJEVI OD TVRDOG POLIETILENA (PEHD) . .....	111
9.	SKICE FAZONSKIH KOMADA ZA KANALIZACIJU.....	112
10.	LITERATURA.....	115
11.	GRAFIČKI PRILOZI.....	117

## 1. TEHNIČKI OPIS

Tema ovog diplomskog rada je projekt konstrukcije te projekt vodovoda i kanalizacije za dogradnju vikendice u Prižbi na otoku Korčuli. Građevina se nalazi u uvali Prižba na otoku Korčuli, osmišljena je tako da je pravilnog pravokutnog tlocrta, maksimalnih tlocrtnih dimenzija 13.85 m \* 8.50 m, te katnosti P+2. građevinska bruto površina zgrade je 282.2 m<sup>2</sup>. Visina pojedinih etaža je 2.88 m. postojeća etaža (prizemlje) je od armiranog betona, a dogradnja (1. i 2. kat) je predviđena od omeđenog zida.

Nosivu konstrukciju zgrade čini armirano-betonsko prizemlje i omeđeni zidani zidovi 1. i 2. kata, debljine 25 cm, s armirano betonskim vertikalnim i horizontalnim serklažima, te međukatna armirano-betonska ploča, debljine 18cm. Iznad prozora i vrata se izvode nadvoji. Svi armirano-betonski elementi koji se izvode na objektu, a to su: vertikalni i horizontalni serklaži, nadvoji i ploče, se izvode betonom klase C30/37, te će se armirati armaturnim čelikom B 500B.

Temelji objekta će se izgraditi kao armirano betonski. Temelji će imati oblik temeljnih traka ispod nosivih zidova. Beton koji će se koristiti tijekom izvedbe temelja je C30/37, te će se armirati armaturnim čelikom B 500B.

Međukatna konstrukcija će imati ulogu prijenosa vertikalnih djelovanja na zidove, horizontalne serklaže i vertikalne serklaže, pa sve do temelja. Zidovi će dominantno preuzeti horizontalna djelovanja.

Proračun je proveden pojednostavljeno poštujući pravila za jednostavne zidane zgrade prema EC-u.

## 1.1. KONSTRUKTIVNE POJEDINOSTI

Vanjski nosivi zidovi su izvedeni od opeke Porotherm 25 S debljine 25 cm. Karakteristike bloka su velika tlačna čvrstoća, dobra toplinska svojstva i brza gradnja. Posebnost navedenih blokova je mortni džep koji unaprjeđuje svojstva zida pri utjecaju potresa.

Zidanje se vršilo mortom opće namjene M5. Tlačna čvrstoća zida koje je izrađeno ovom opekom i mortom je  $f_k = 3.98$  MPa.

Armirano betonska ploča, debljine 18 cm, predstavlja međukatnu konstrukciju koja je napravljena betonom klase C 30/37, a armirana armaturnim mrežama B 500B u obje zone. Horizontalni serklaži se izvode zajedno sa pločom u dimenzijama  $b/h=25/38$  cm od betona klase C 30/37 i armiraju se čelikom B 500B.

Podna ploča se gradi na kamenoj bazi u debljini od 18 cm, te je korišten beton klase C 30/37. Armatura podne ploče je konstruktivna, s toga se armiralo armaturnim mrežama B 500B u obje zone.

Tlo na kojem se izvode temelji je tipa A. Temelji se grade u obliku temeljnih traka ispod zidova, te su međusobno povezani da bi se osigurala velika kontaktna površina i dobra povezanost konstrukcije u oba smjera. Dimenzije temeljne trake su  $0.5*0.5$  m, iz razloga da kontaktna naprezanja ne prekorače nosivost tla. Nadtemeljni zid je debljine 25 cm. Svi aspekti temelja su izrađeni od betona klase C 30/37 i armirani armaturnim čelikom B 500B.

Krov je izveden kao neprohodni ravni, sastavljen od armirano betonske ploče debljine 18 cm i svih neophodnih elemenata termoizolacije i hidroizolacije.

Postavljanje vertikalnih serklaža je izvršeno sukladno pravilima za zidane zgrade, uglavnom su dimenzija  $25*25$  cm. Iznad vrata i prozora su postavljeni nadvoji dimenzija  $25*38$  cm, a iznad balkonskih vrata su postavljene grede dimenzija  $58*240$  cm. Navedeni segmenti su izrađeni od betona klase C 30/37 i armirani pomoću armaturnog čelika B 500B.

## 2. MATERIJALI

### 2.1. ZIDNI ELEMENTI

Prilikom proračunu objekta korištena je blok opeka Porotherm 25 S, koja ima dobra toplinska i zvučna svojstva, paropropusna je, nije zapaljiva te je otporna na starenje.

TEHNIČKE KARAKTERISTIKE		
Dimenzije		37,5x25x23,8 cm
Debljina zida	d	25 cm
NF		11,44
Masa	m	14 kg/kom
Potrošnja opeke m <sup>2</sup>		10,67 kom/m <sup>2</sup>
Potrošnja opeke m <sup>3</sup>		42,7 kom/m <sup>3</sup>
Ultošak morta sa zapunjavanjem mortnih džepova		27 l/m <sup>2</sup>
m <sup>2</sup> od m <sup>3</sup> opeke		4 m <sup>2</sup>
Težina za m <sup>3</sup> zida		7,92 kN/m <sup>3</sup>
Težina za m <sup>2</sup> zida*		1,97 kN/m <sup>2</sup>

MEHANIČKE KARAKTERISTIKE		
Tlačna čvrstoća	f <sub>b</sub>	10 N/mm <sup>2</sup>
Karakteristična tlačna čvrstoća zida (tankoslojni/DRYFIX.extra)	f <sub>k</sub>	4,48 N/mm <sup>2</sup>

FIZIKALNA SVOJSTVA		
Toplinska provodljivost	λ <sub>klasični,mas</sub>	0,162 W/mK
U-vrijednost		0,65 W/m <sup>2</sup> K
Bruto volumen	ρ	630 kg/m <sup>3</sup>
Ekvivalentni specifični toplinski kapacitet	c <sub>eq</sub>	920 J/kgK
Ekvivalentni faktor otpora difuziji vodene pare	μ <sub>eq</sub>	5/10
Računska dozvoljena vlažnost	x <sub>r</sub>	2,6 %
Maks. dozvoljena vlažnost	x <sub>max</sub>	5,4 %
Računska debljina sloja kondenzirane vodene pare		0,05 m
Razred raspona / Razred dopuštenih odstupanja		T1/R1
Reakcija pri požaru		A1
Otpornost na smrzavanje		F0
Sadržaj aktivnih topivih soli		S0
Grupa prema HRN EN 1996-1-1		2

Slika 2.1. Karakteristike opeke dobivene od proizvođača



Zidanje je predviđeno uporabom morta opće namjene M5. U nastavku su prikazana svojstva zidnih elemenata, morta i ziđa:

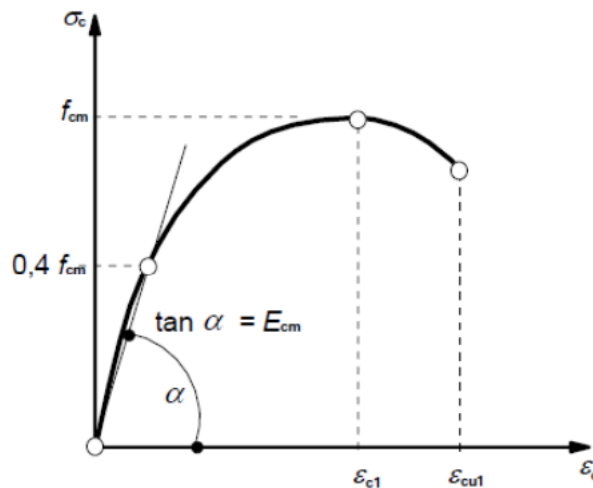
- Dimenzije opeke:  $d \cdot \check{s} \cdot v = 37.5 \cdot 25 \cdot 23.8 \text{ cm}$
- Normalizirana tlačna čvrstoća bloka:  $f_b = 10.0 \text{ cm}$
- Grupa zidnih blokova: 2 ( $K = 0.45$ )
- Mort: M5 ( $f_m = 5.0 \text{ MPa}$ )
- Tlačna čvrstoća ziđa:  $f_k = K \cdot f_b^{0.7} \cdot f_m^{0.3} = 3.98 \text{ MPa}$
- Faktor smanjenja za vitkost i ekscentričnost:  $\Phi_s = 0.70$
- Parcijalni koeficijent sigurnosti za materijale:  $\Phi_M = 2.5$  (razred proizvodnje I., razred izvedbe B – zidni elementi kategorije II; zadani mort)
- Debljina nosivih zidova:  $t = 25.0 \text{ cm}$
- Modul elastičnosti ziđa:  $E = K_E \cdot f_k = 1000 \cdot 3.98 = 3980 \text{ MPa}$
- Modul posmika ziđa:  $G = \frac{E}{6} = \frac{3980}{6} = 663.33 \text{ MPa}$



Slika 2.2. Porotherm 25 S

## 2.2. BETON

Konstruktivni elementi zgrade su izrađeni od betona projektiranog sastava. Za ovaj projekt korišten je beton klase C 30/37.



Slika 2.3. Radni dijagram betona

Ukazujući na to da s vremenom obradivost betona opada, konzistencija mjerena slijeganjem (prema HRN EN 12350-2) na mjestu proizvodnje će se kretati oko 21 cm, a na mjestu ugradnje će se kretati od 16 do 21 cm. Do smanjivanja obradivosti dolazi iz nekolicine razloga (duljina transporta, vremenske okolnosti, kombinacija dodataka betonu), te ju je neophodno modificirati s obzirom na okolnosti. Modificiranje vrši samo odgovorni tehnolog za beton. To je bitna spona, jer se propusti mogu drastično reflektirati na krajnjoj kvaliteti betona građevine. Dopušteno odudaranje za konzistenciju mjerenu slijeganjem (prema HRN EN12350-2) iznosi  $\pm 30$  mm s obzirom na projektirano slijeganje koje je ustanovljeno prethodnim postupkom ispitivanja betona.

Predmetnim projektom traži se realizacija ispitivanja na uzorcima betona, da bi se dokazala zahtijevani kriteriji betona.

Kontrolni uzorci koji se ispituju na zahtijevana svojstva očvrsllog betona su oblika kocke ili valjka, dimenzija sukladno normi HRN EN12390-1. Uzorci se izrađuju i njeguju shodno normi HRN EN 12350-1 i HRN EN 12390-2. Uzimanje uzoraka vrši se na licu mjestu ugradnje.

Cjelokupni proces od ekstrahiranja uzoraka do dovoza uzoraka u laboratorij izvodi radnik laborant izvođača radova. Stručnu osobu odgovornu za nadgledanje kontrole betona i dokumentacije na objektu osigurava izvođač radova. Tlačna čvrstoća se utvrđuje na uzorcima ispitanim pri starosti od 28 dana, a u nekim posebnim slučajevima se tlačna čvrstoća betona može ispitivati i pri starosti manjoj od 28 dana (tehnološki uvjeti, npr. skidanje oplata).

Karakteristike betona klase C30/37:

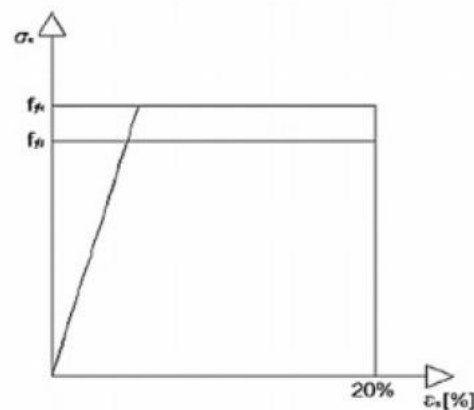
- Karakteristična tlačna čvrstoća:  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
- Posmična čvrstoća:  $\tau_{Rd} = 0.34 \text{ MPa}$
- Srednja vlačna čvrstoća:  $f_{ct,m} = 2.9 \text{ MPa}$
- Modul elastičnosti:  $E = 33000 \text{ MPa}$
- Modul posmika:  $G = 13750 \text{ MPa}$

### 2.3. ARMATURA

Svi armirano betonski elementi armirani su čelikom B 500B sljedećih svojstava:

- Karakteristična tlačna i vlačna čvrstoća:  $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
- Modul elastičnosti:  $E = 21000 \text{ MPa}$

Potrebna debljina zaštitnog sloja osigurava se dovoljnim brojem kvalitetnih distancera. Pravilnom ugradnjom betona, kvalitetnom oplatom premazanom uljem za oplatu te dodacima betonu i ostalim rješenjima prema projektu betona (kojeg je dužan napraviti izvođač radova), osigurava se kvaliteta zaštitnog sloja. Debljina i kvaliteta zaštitnog sloja betona imaju osjetnu ulogu prilikom postizanju trajnosti objekta. Projektirani raspored i položaj armaturnih šipki mora se u cjelovitosti poštovati. Također je potrebno da armaturne šipke budu nepomične prilikom betoniranja. Cjelokupna upotrijebljena armatura tokom gradnje objekta mora imati adekvatne ateste o kvaliteti.



Slika 2.4. Radni dijagram čelika

### 3. ANALIZA OPTEREĆENJA

Osnovna opterećenja, na čiji se učinak dokazuje mehanička otpornost i stabilnost građevine proračunate u ovom radu, možemo podijeliti na:

- Stalno opterećenje G (vlastita težina, nepomična oprema – dodatno stalno, utjecaj (pritisak) tla i vode, prednapinjanje, slijeganje oslonca, deformacije zbog načina izvođenja konstrukcije)
- Promjenjivo opterećenje Q (uporabno djelovanje, djelovanje snijega i vjetra, opterećenje temperaturom, djelovanje leda, modifikacija razine površinske vode, djelovanje valova)
- Izvanredna opterećenja A (eksplozije, nalet vozila, potres, požar, slijeganje i klizanje terena)

### 3.1. STALNO OPTEREĆENJE

#### 3.1.1. Vlastita težina

Vlastite težina građevinskih elemenata razvrstava se kao stalno djelovanje te kao nepomično djelovanje. Proračunava se na temelju prostornih težina i nazivnih dimenzija. Također vlastita težina svih elemenata je uključena u sklopu programskog paketa Scia Engineer, u kojem će se raditi statički proračun.

#### 3.1.2. Dodatno stalno opterećenje

##### Ravni krov

Betonske ploče na plastičnim podlošcima	1.25 kN/m <sup>2</sup>
Izolacije; hidroizolacija + parna brana (0.20 kN/m <sup>2</sup> ), Toplinska izolacija (0.40 kN/m <sup>2</sup> )	0.60 kN/m <sup>2</sup>
Beton za pad; d = 8 cm; $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$	1.95 kN/m <sup>2</sup>
	<hr/>
	3.80 kN/m <sup>2</sup>

##### Međukatne ploče

Pregradni zidovi	0.50 kN/m <sup>2</sup>
Završni sloj poda, izolacije, instalacije, žbuka a-c estrih; d = 6 cm; $\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$	1.30 kN/m <sup>2</sup>
	<hr/>
	2.30 kN/m <sup>2</sup>

##### Balkoni

Završni sloj poda, izolacije, instalacije, žbuka a-c estrih; d = 6 cm; $\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$	1.30 kN/m <sup>2</sup>
	<hr/>
	1.80 kN/m <sup>2</sup>

### 3.2. PROMJENJIVO OPTEREĆENJE

Promjenjiva opterećenja su ona za koje je vjerojatno da će djelovati tijekom zadane proračunske situacije te da će imati promjenu intenziteta tijekom vremena.

#### 3.2.1. Korisno opterećenje

A	Stambene prostorije, odjeljenja u bolnicama, hotelske sobe
B	Uredi
C	Površine na kojima je moguće okupljanje ljudi (5 podrazreda prema vjerojatoj gustoći okupljanja i gužve)
D	Prodajne površine
E	Površine za skladištenje

Tablica 1. Razredi površina u zgradama

Opterećene	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]
<b>A</b> - općenito	2,0	2,0
- stubišta	3,0	2,0
- balkoni	4,0	2,0
<b>B</b>	3,0	2,0
<b>C</b> - C1	3,0	4,0
- C2	4,0	4,0
- C3	5,0	4,0
- C4	5,0	7,0
- C5	5,0	4,0
<b>D</b> - D1	5,0	4,0
- D2	5,0	7,0
<b>E</b>	6,0	7,0

Tablica 2. Uporabna opterećenja u zgradama

Za potrebe proračuna predmetne građevine, a prema EC1991-1-1 korištena su sljedeća promjenjiva opterećenja :

- Međukatne ploče – stambeni prostori:  $q = 2.0 \text{ kN/m}^2$
- Balkoni:  $q = 4.0 \text{ kN/m}^2$

NAPOMENA:

*Umjesto kombiniranja korisnog opterećenja i postavljanja u najkritičnije položaje, dobivena količina armature iznad ležajeva će se smanjiti za približno 15-20%, dok će se armatura u polju povećati za oko 25-30%.*

### 3.2.2. Opterećenje snijegom

Predmetna građevina se nalazi u uvali Prižba, na otoku Korčuli, što spada pod III klimatsku zonu. Prema preporukama HRN EN 1991-1-3:1995, iznos opterećenja snijegom iznosi:

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

gdje su:  $\mu_i$  – koeficijent oblika opterećenja snijegom → za krov nagiba do  $30^\circ$   $\mu_i = 0.8$

$C_e$  - koeficijent izloženosti →  $C_e = 1.0$

$C_t$  – toplinski koeficijent →  $C_t = 1.0$

$s_k$  – karakteristična vrijednost opterećenja snijegom na tlu → očitano:  $s_k = 0.14$

$$s = 0.8 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 0.14 = 0.112$$

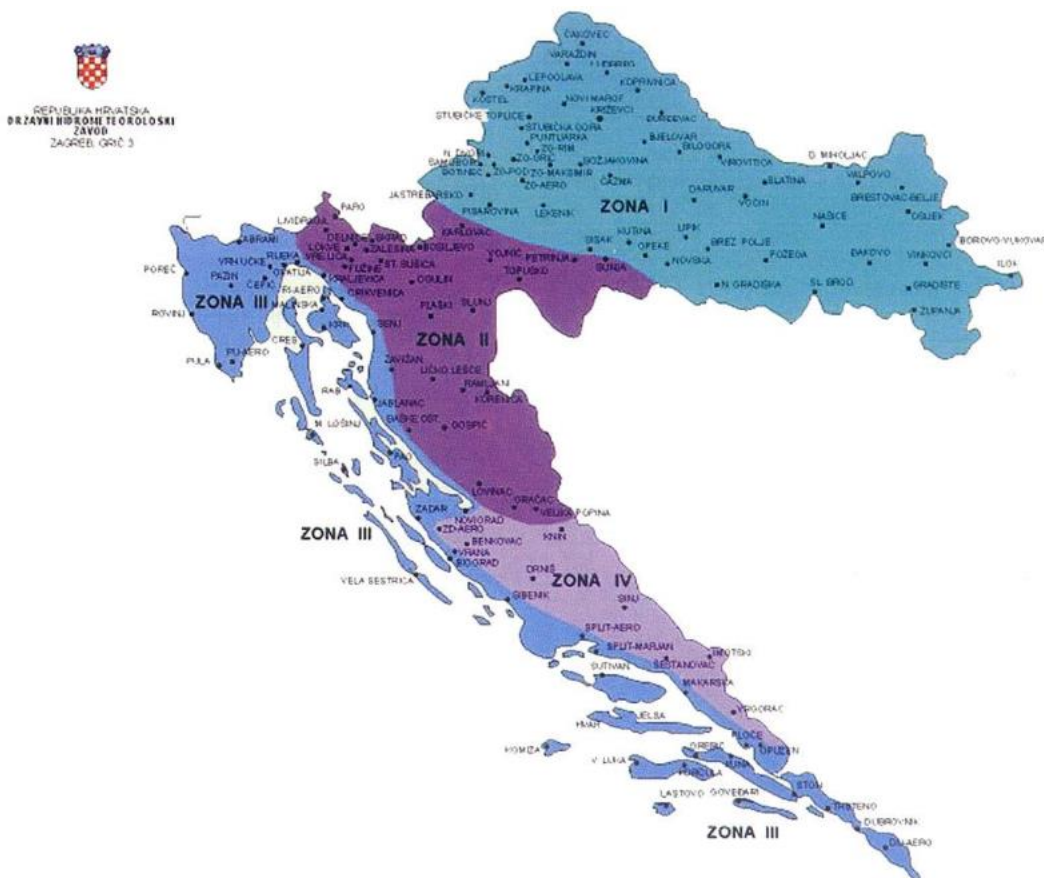
Kut nagiba krova	$0^\circ \leq \alpha \leq 15^\circ$	$15^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
Koeficijent oblika $\mu_1$	0,8	0,8	$0,8(60 - \alpha)/30$	0,0
Koeficijent oblika $\mu_2$	0,8	$0,8 + 0,6(\alpha - 15)/30$	$1,1(60 - \alpha)/30$	0,0
Koeficijent oblika $\mu_3$	$0,8 + 0,8\alpha/30$	$0,8 + 0,8\alpha/30$	1.6	-

Tablica 3. Koeficijent oblika opterećenja snijega prema HRN ENV 1991-2-3



Nadmorska visina [m]	$s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]			
	I	II	III	IV
0	0,88	0,75	0,14	0,18
100	1,09	1,05	0,45	0,33
200	1,31	1,38	0,80	0,50
300	1,55	1,76	1,20	0,70
400	1,80	2,18	1,65	0,92
500	2,06	2,63	2,15	1,16
600	2,34	3,13	2,70	
700	2,63	3,68	3,30	
800	2,94	4,26	3,95	

Tablica 4. Prikaz iznosa karakterističnog opterećenja snijegom



Slika 3.1. Klimatske zone karakterističnog opterećenja snijegom

### 3.2.3. Opterećenje vjetrom

Prema preporukama norme HRN EN 1991-1-4, iznos opterećenja vjetrom se definira prema:

$$\text{pritisak vjetra na vanjske površine: } w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$$

$$\text{pritisak vjetra na vanjske površine: } w_i = q_p(z_i) \cdot c_{pi}$$

gdje su:  $q_p(z_{e(i)})$  – pritisak brzine vjetra pri udaru

$z_{e(i)}$  – referentna visina za vanjski (unutarnji) pritisak

$c_{pe(i)}$  – koeficijent pritiska za vanjski (unutarnji) vjetar

Osnovni pritisak vjetra  $q_p$  određuje se prema formuli  $q_p = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$ ,

gdje je:  $\rho$  – gustoća zrakaivo  $\rightarrow$  usvaja se iz propisa:  $\rho = 1.25 \text{ kg/m}^2$

$v_b$  – osnovna brzina vjetra

Osnovna brzina vjetra  $v_b$  računa se kao:  $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}$

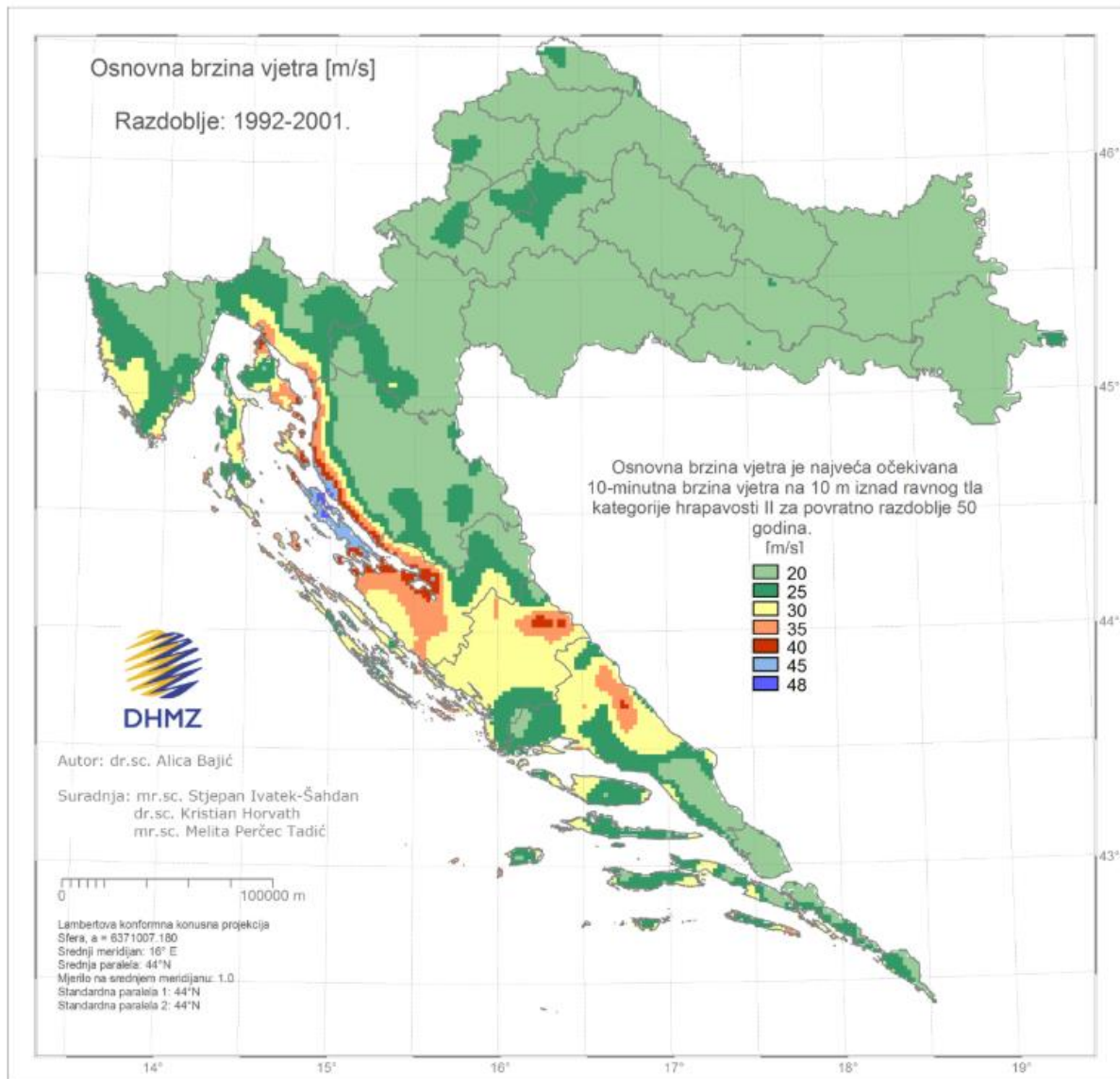
gdje je:  $c_{dir}$  – faktor smjera vjetra  $\rightarrow$  uobičajeno  $c_{dir} = 1.0$

$c_{season}$  – faktor doba godine  $\rightarrow$  uobičajeno  $c_{season} = 1.0$

$v_{b,0}$  – fundamentalna vrijednost osnovne brzine vjetra  $\rightarrow$  očitano  $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1.0 \cdot 1.0 \cdot 25 = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$q_p = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 = \frac{1}{2} \cdot 1.25 \cdot 25^2 = 0.39 \text{ kN/m}^2$$



Slika 3.2. Karta osnovne brzine vjetra za RH

Srednja brzina vjetra na visini  $z$  definira se kao:  $v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b$

gdje je:  $c_r(z)$  – faktor hrapavosti terena

$c_0(z)$  – faktor orografije ili opisivanje brežuljaka i gora

→ uobičajeno  $c_0(z) = 1.0$

Faktor hrapavosti terena  $c_r(z)$  se određuje prema:  $c_r(z) = k_r \cdot \ln \frac{z}{z_0}$

gdje je:  $z_0$  – duljina hrapavosti → očitano  $z_0 = 0.003$

$k_r$  – faktor terena ovisan o duljini hrapavosti → očitano  $c_0(z) = 0.156$

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln \frac{z}{z_0} = 0.156 \cdot \ln \frac{6.3}{0.003} = 1.20$$

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 1.20 \cdot 1.0 \cdot 25 = 30.0 \text{ kN/m}^2$$

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

Tablica 5. Vrijednosti faktora terena  $k_r$

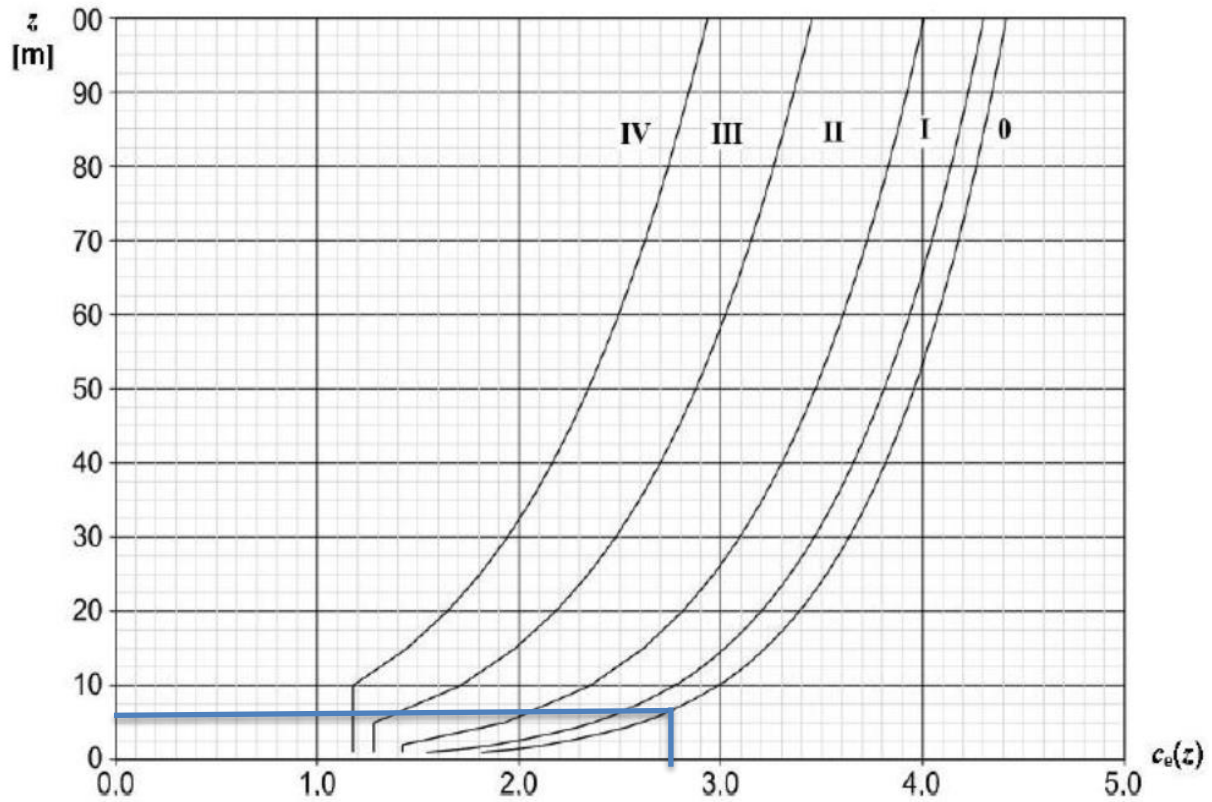
Intenzitet turbulencije  $I_v(z)$  računa se prema izrazu:  $I_v(z) = \frac{k_I}{c_0(z) \cdot \ln \frac{z}{z_0}}$

gdje je:  $k_I$  – koeficijent turbulencije → uobičajeno  $k_I = 1.0$

$$I_v(z) = \frac{k_I}{c_0(z) \cdot \ln \frac{z}{z_0}} = \frac{1.0}{1.0 \cdot \ln \frac{6.30}{0.003}} = 0.131$$

Pritisak brzine vjetra se računa iz izraza:  $q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot 0.131] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1.25 \cdot 30.0^2 = 1.078 \text{ kN/m}^2$$

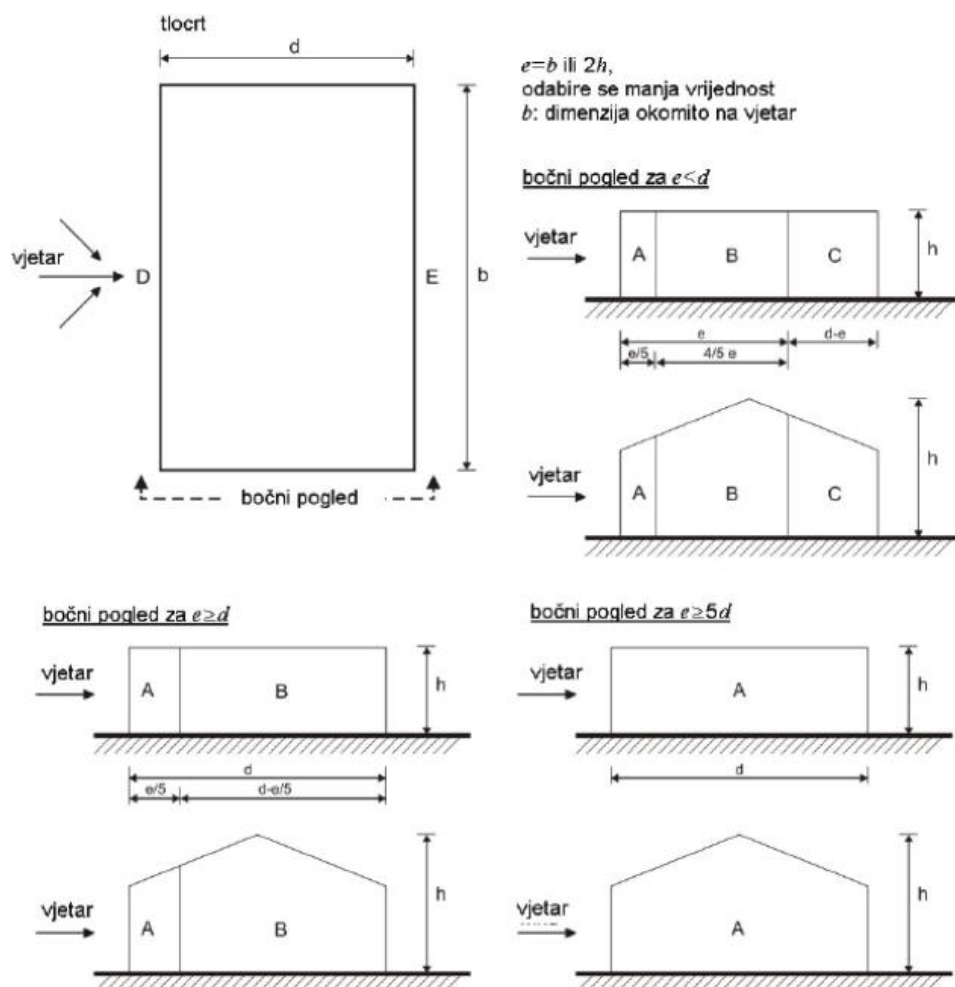


Slika 3.3. Dijagram ovisnosti visine konstrukcije i područja na kojem se nalazi za utjecaj vjetra

Očitano:  $C_e(z) = 2.765 \rightarrow$  za  $z = 6.30$  m i kategoriju terena 0

$$q_{p(z)} = C_e(z) \cdot q_b = 2.765 \cdot 0,39 = 1.078 \text{ kN/m}^2$$

## Vertikalni zidovi



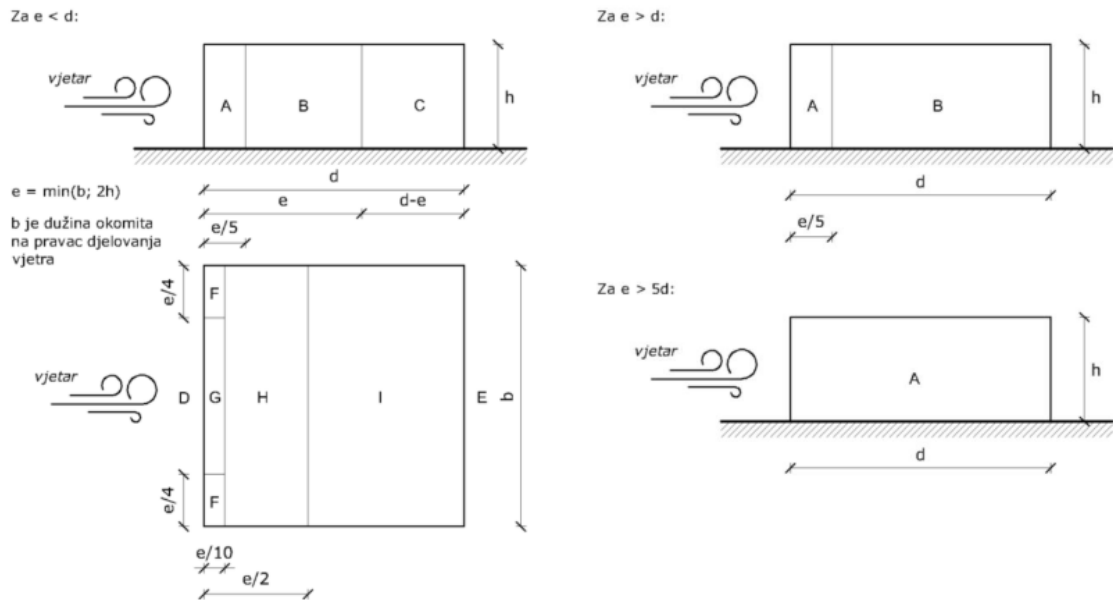
Slika 3.4. Parametri i oznake vertikalnih zidova za izračunavanje koeficijenta vanjskog tlaka

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

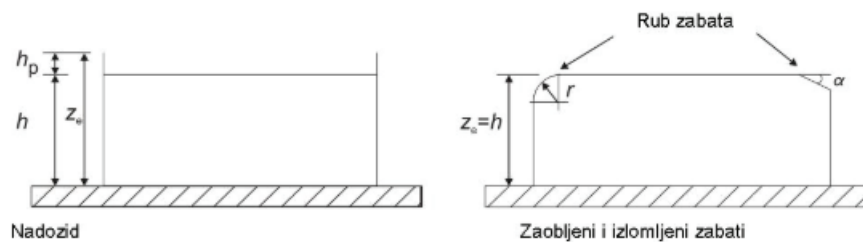
NAPOMENA: Za pojedinačne zgrade na otvorenome terenu u područjima u zavjetrini mogu nastupiti i veće sile.  
 Međuvrijednosti se smiju linearno interpolirati.  
 Za zgrade čiji je omjer  $h/d > 5$ , ukupno opterećenje vjetrom smije se temeljiti na odredbama iz točaka od 7.6 do 7.8 i 7.9.2.

Tablica 6. Vrijednosti koeficijenta vanjskog pritiska za vertikalne zidove

## Ravni krov



Slika 3.5. Sheme područja na koje djeluje vjetar za zgrade s ravnim krovom i pravokutnim tlocrtima



Slika 3.6. Način izvedbe ravnog krova – izvodi se u projektu lijeva verzija sa nadozidom

Vrsta krova		Područje							
		F		G		H		I	
		$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
Oštri zabati		-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
S nadozidima	$h_p/h = 0,025$	-1,6	-2,2	-1,1	-1,8	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
	$h_p/h = 0,05$	-1,4	-2,0	-0,9	-1,6	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
	$h_p/h = 0,10$	-1,2	-1,8	-0,8	-1,4	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
Zaobljeni zabati	$r/h = 0,05$	-1,0	-1,5	-1,2	-1,8	-0,4		+0,2	-0,2
	$r/h = 0,10$	-0,7	-1,2	-0,8	-1,4	-0,3		+0,2	-0,2
	$r/h = 0,20$	-0,5	-0,8	-0,5	-0,8	-0,3		+0,2	-0,2
Izlomljeni zabati	$\alpha = 30^\circ$	-1,0	-1,5	-1,0	-1,5	-0,3		+0,2	-0,2
	$\alpha = 45^\circ$	-1,2	-1,8	-1,3	-1,9	-0,4		+0,2	-0,2
	$\alpha = 60^\circ$	-1,3	-1,9	-1,3	-1,9	-0,5		+0,2	-0,2

NAPOMENA 1: Za krovove s nadozidima ili zaobljenim zabatima, smije se upotrebljavati linearna interpolacija za međuvrijednosti  $h_p/h$  i  $r/h$ .

NAPOMENA 2: Za krovove s izlomljenim zabatima, smije se upotrebljavati linearna interpolacija između  $\alpha = 30^\circ$ ,  $45^\circ$  i  $60^\circ$ . Za  $\alpha > 60^\circ$  smije se upotrebljavati linearna interpolacija između vrijednosti za  $\alpha = 60^\circ$  i vrijednosti za ravne krovove s oštrim (izlomljenim) zabatima.

NAPOMENA 3: U području I, gdje su dane i pozitivne i negativne vrijednosti, u obzir treba uzeti obje vrijednosti.

NAPOMENA 4: Za sami izlomljeni zabat, koeficijenti vanjskog tlaka dani su u tablici 7.4a „Koeficijenti vanjskog tlaka za dvostrešne krovove; smjer vjetra 0°“, područje F i G, ovisno o nagibu izlomljenog zabata.

NAPOMENA 5: Za sami zaobljeni zabat, koeficijenti vanjskog tlaka dani su linearnom interpolacijom duž krivulje, između vrijednosti na zidu i na krovu.

NAPOMENA 6: Za mansardne strehe čije su horizontalne dimenzije manje od  $e/10$  treba uzeti vrijednosti za oštre strehe. Za definiciju  $e$  vidjeti sliku 7.6

Tablica 7. Preporučene vrijednosti koeficijenata vanjskog tlaka za ravne krovove

$$e = \min\{b, 2h\} = 8.5 \text{ m}$$

$$\frac{h_p}{h} = \frac{0.5}{6.3} = 0.079$$

PODRUČJE	F	G	H	I
$c_{pe,10}$	1.28	0.84	0.7	0.2

Tablica 8. Vanjski koeficijenti pritiska prema područjima konstrukcije



Pritisak na vanjske površine:

$$w_e = q_p \cdot c_{pe} [kN/m^2]$$

$$q_p(z) = 1.078 kN/m^2$$

PODRUČJE	F	G	H	I
$c_{pe,10}$	-1.28	-0.84	-0.7	-0.2
$w_{e1}$ (kN/m <sup>2</sup> )	-1.38	-0.91	-0.76	-0.22

Tablica 9. Vanjski koeficijenti pritiska prema područjima konstrukcije

Rezultirajuće djelovanje vjetra:

$$w_k = w'_e + 'w_i$$

Vjetar W1 → pozitivni unutarnji pritisak ( $c_{pi} = +0.2$ ), pritisak:

PODRUČJE	F	G	H	I
$w_{e1}$ (kN/m <sup>2</sup> )	-1.38	-0.91	-0.76	0.22
$w_i$ (kN/m <sup>2</sup> )	0.22	0.22	0.22	0.22
$w_k$ (kN/m <sup>2</sup> )	-1.60	-1.13	-0.98	0

Tablica 10. Proračunata sila prema područjima konstrukcije za pozitivan pritisak

Vjetar W2 → negativan unutarnji pritisak ( $c_{pi} = -0.3$ ), odizanje:

PODRUČJE	F	G	H	I
$w_{e2}$ (kN/m <sup>2</sup> )	-1.38	-0.91	-0.76	0.22
$w_i$ (kN/m <sup>2</sup> )	-0.33	-0.33	-0.33	-0.33
$w_k$ (kN/m <sup>2</sup> )	-1.05	-0.58	-0.43	0.55

Tablica 11. Proračunata sila prema područjima konstrukcije za negativan pritisak

Vjetar W3 → pozitivni unutarnji pritisak ( $c_{pi} = +0.2$ ), odizanje:

PODRUČJE	F	G	H	I
$w_{e2}$ (kN/m <sup>2</sup> )	-1.38	-0.91	-0.76	-0.22
$w_i$ (kN/m <sup>2</sup> )	0.22	0.22	0.22	0.22
$w_k$ (kN/m <sup>2</sup> )	-1.60	-1.13	-0.98	-0.44

Tablica 12. Proračunata sila prema područjima konstrukcije za negativan pritisak

Vjetar W4 → negativni unutarnji pritisak ( $c_{pi} = -0.3$ ), pritisak:

PODRUČJE	F	G	H	I
$w_{e1}$ (kN/m <sup>2</sup> )	-1.38	-0.91	-0.76	-0.22
$w_i$ (kN/m <sup>2</sup> )	-0.33	-0.33	-0.33	-0.33
$w_k$ (kN/m <sup>2</sup> )	-1.05	-0.58	-0.43	0.11

Tablica 13. Proračunata sila prema područjima konstrukcije za pozitivan pritisak

NAPOMENA:

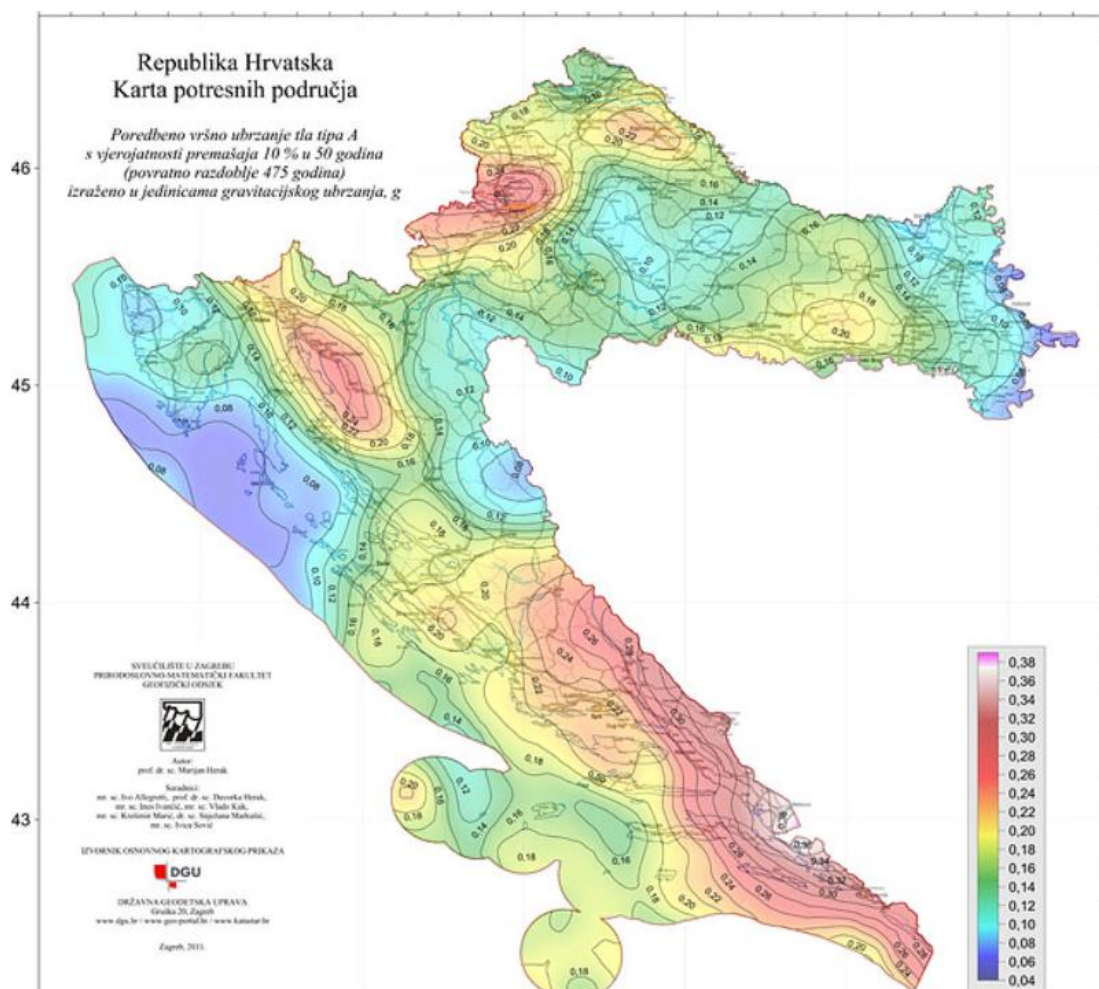
Prilikom proračuna konstrukcije, utjecaj vjetra na krov je uključen kroz korisno opterećenje u veličini od 1 kN/m<sup>2</sup>.

### 3.3. IZVANREDNO OPTEREĆENJE

Izvanredna opterećenja su općenito kratkog vremena trajanja, a vjerojatnost njihovog nastupanja u planiranom vijeku trajanja je mala.

#### 3.3.1. Seizmičko opterećenje

Izračun potresne sile je izveden metodom bočnih sila. Kod proračuna masa upotrijebljena je kombinacija stalnog opterećenja (vlastita težina i dodatno stalno opterećenje) i 30% korisnog opterećenja. Objekt se nalazi na području otoka Korčule, u uvali Prižba, gdje je projektno ubrzanje tla iznosa  $a_g = 0.175$  g prema seizmičkoj karti Republike Hrvatske. Računsko ubrzanje je očitano za povratni period od 475 godina.



Slika 3.7. Seizmološka karta RH



Slika 3.8. Seizmički parametri za naselje Prižba

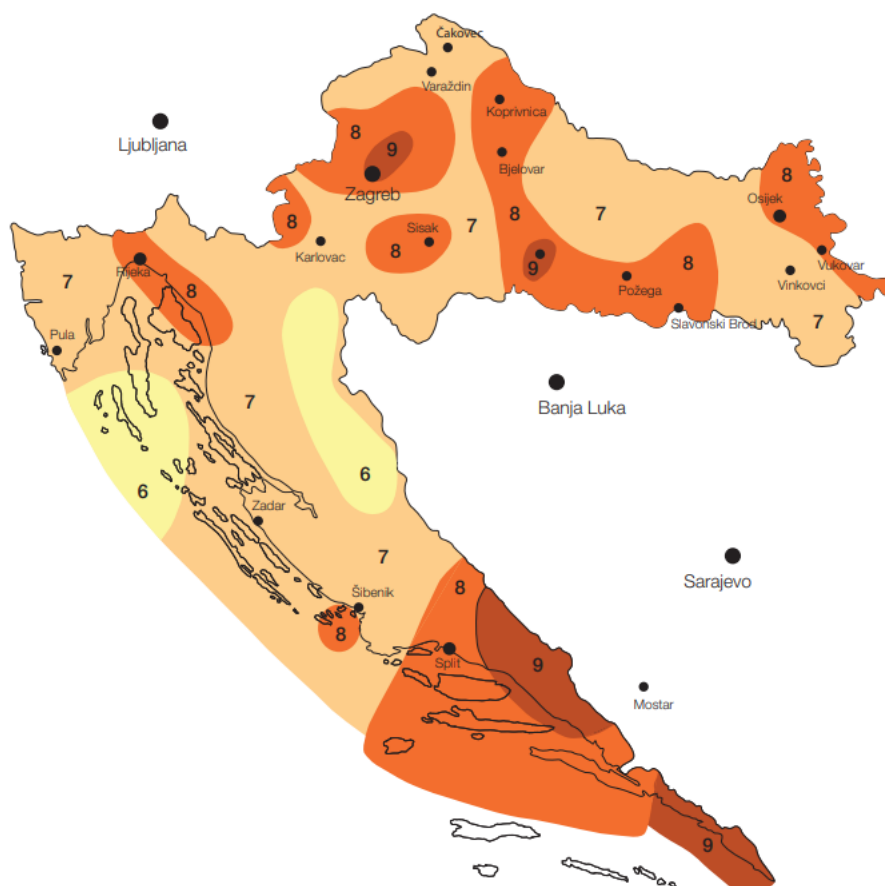
Razred važnosti	Zgrade	Faktor važnosti $\gamma_I$
I	Zgrade od manjeg značaja za javnu sigurnost, npr. poljoprivredne zgrade i sl.	0,8
II	Uobičajene zgrade, koje ne pripadaju drugoj kategoriji.	1,0
III	Zgrade čija je potresna otpornost važna s obzirom na posljedice povezane s rušenjem, npr. škole, dvorane, kulturne ustanove itd.	1,2
IV	Zgrade čija je cjelovitost tijekom potresa od vitalne važnosti za civilnu zaštitu, npr. bolnice, vatrogasne stanice, elektrane itd.	1,4

Razred važnosti	Faktor važnosti $\gamma_I$	Pripadno povratno razdoblje (godine)		
		$k = 2,5$	$k = 3$	$k = 4$
I	0,8	272	243	195
II	1,0	475	475	475
III	1,2	749	821	985
IV	1,4	1.102	1.303	1.825

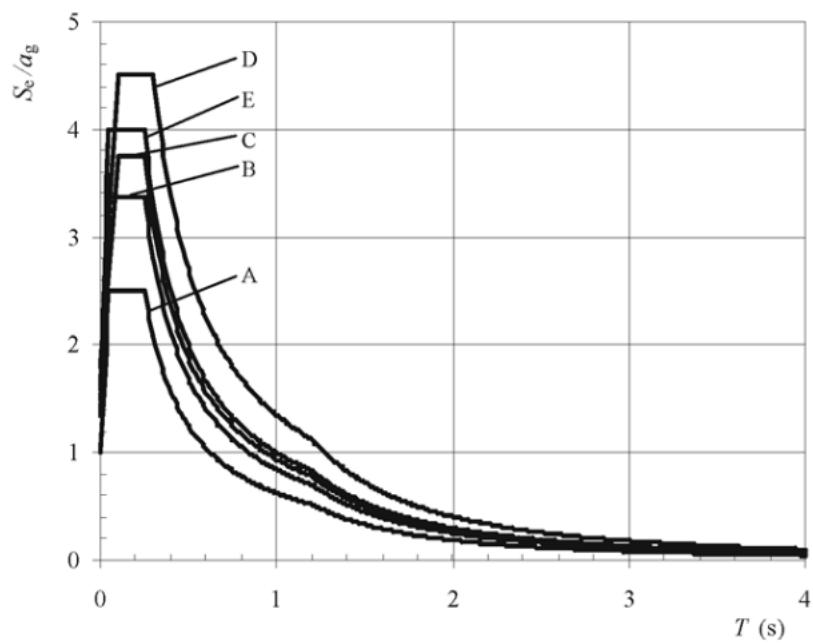
Tablica 14. Razred važnosti zgrade

Ground type	Description of stratigraphic profile	Parameters		
		$v_{s,30}$ (m/s)	$N_{SPT}$ (blows/30cm)	$c_u$ (kPa)
A	Rock or other rock-like geological formation, including at most 5 m of weaker material at the surface.	> 800	–	–
B	Deposits of very dense sand, gravel, or very stiff clay, at least several tens of metres in thickness, characterised by a gradual increase of mechanical properties with depth.	360 – 800	> 50	> 250
C	Deep deposits of dense or medium-dense sand, gravel or stiff clay with thickness from several tens to many hundreds of metres.	180 – 360	15 - 50	70 - 250
D	Deposits of loose-to-medium cohesionless soil (with or without some soft cohesive layers), or of predominantly soft-to-firm cohesive soil.	< 180	< 15	< 70
E	A soil profile consisting of a surface alluvium layer with $v_s$ values of type C or D and thickness varying between about 5 m and 20 m, underlain by stiffer material with $v_s > 800$ m/s.			

Tablica 15. Tipovi tla



Slika 3.9. Karta RH podijeljena na seizmičke sektore



Slika 3.10. Elastični spektar tipa 2.

## Tip spektra 2 $M \leq 5.5$

Tip tla	S	$T_B$ (s)	$T_C$ (s)	$T_D$ (s)
A	1,0	0,05	0,25	1,2
B	1,35	0,05	0,25	1,2
C	1,5	0,10	0,25	1,2
D	1,8	0,10	0,30	1,2
E	1,6	0,05	0,25	1,2

Slika 3.11. Vrijednosti parametara koje opisuju poprečni elastični spektar odziva tipa 2.

$$\begin{aligned}
 0 \leq T \leq T_B & \quad S_e(T) = \alpha_g \cdot S \cdot \left[ 1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 2.5 - 1) \right] \\
 T_B \leq T \leq T_C & \quad S_e(T) = \alpha_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2.5 \\
 T_C \leq T \leq T_D & \quad S_e(T) = \alpha_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2.5 \cdot \left[ \frac{T_C}{T} \right] \\
 T_D \leq T \leq 4s & \quad S_e(T) = \alpha_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2.5 \cdot \left[ \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right]
 \end{aligned}$$

gdje su:  $S_e(T)$  – elastični spektar odziva

$T$  – period vibracija linearnog sustava s jednim stupnjem slobode; za potrebe proračuna može se odrediti po jednostavnoj formuli  $T = 0.05 \cdot N$

$N$  – broj katova iznad krute temeljne konstrukcije

$\alpha_g$  – proračunsko ubrzanje na temeljnom tlu tipa A ( $\alpha_g = \gamma_I \alpha_{gR}$ )

$\gamma_I$  – faktor važnosti građevine; razredu važnosti II (obične zgrade) odgovara faktor važnosti  $\gamma_I = 1.0$

$T_B$  – donja granica perioda s granom konstantnog spektralnog ubrzanja

$T_C$  – gornja granica perioda s granom konstantnog spektralnog ubrzanja

$T_D$  – vrijednost koja definira početak konstantnog raspona odziva u spektru pomaka

$S$  – faktor tla

$\eta$  – faktor korekcije prigušenja uz poredbenu vrijednost  $\eta = 1$ , za 5% -tno viskozno prigušenje

Slika 3.12. Elastični spektri – horizontalno ubrzanje

$$\begin{aligned}
 0 \leq T \leq T_B & \quad S_e(T) = \alpha_g \cdot S \cdot \left[ \frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left( \frac{2.5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right] \\
 T_B \leq T \leq T_C & \quad S_e(T) = \alpha_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \\
 T_C \leq T \leq T_D & \quad S_e(T) = \left\{ \alpha_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \left[ \frac{T_C}{T} \right] \geq \beta \cdot \alpha_g \right\} \\
 T_D \leq T \leq 4s & \quad S_e(T) = \left\{ \alpha_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \left[ \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right] \geq \beta \cdot \alpha_g \right\}
 \end{aligned}$$

Slika 3.13. Projektno ubrzanje (za elastičnu analizu)

Ovisno o tipu konstrukcije razlikujemo faktore ponašanja. Duktilnije ponašanje konstrukcije pokazuju veći faktori, koje nam označava i smanjenje ukupne seizmičke sile na konstrukciju.

Predmetna konstrukcija se sastoji od opečnih zidova izrađenih kao omeđeno zide.

TIP GRADNJE	FAKTOR PONAŠANJA Q PREMA HRN EN 1998-1:2008	FAKTOR PONAŠANJA Q PREMA NACIONALNOM DODATKU HRN EN 1998-1/NA:2009 <sup>*)</sup>
NEARMIRANO ZIDE U SKLADU SAMO S NORMOM HRN EN 1996 (SAMO ZA SLUČAJEVE MALE SEIZMIČNOSTI)	1,5	--
NEARMIRANO ZIDE U SKLADU S NORMOM HRN EN 1998-1:2008	1,5 - 2,5	2,0
OMEĐENO ZIDE	2,0 - 3,0	2,5
ARMIRANO ZIDE	2,5 - 3,0	2,5

\*) Mora biti zasnovan na eksperimentalnim provjerama.

Tablica 16. Tipovi gradnje i rasponi vrijednosti faktora ponašanja Q



## 4. DIMENZIONIRANJE

Dimenzioniranje konstruktivnih elemenata, osim ako nije drukčije naglašeno, provedeno je na osnovnom modelu s fiksnim osloncima.

### 4.1. DIMENZIONIRANJE PLOČA

Ploče su modelirane kao 2D elementi pomoću računalnog programa Scia Engineer 22.1. Sve ploče su debljine 18 cm, izvedene klasom betona C30/37 i armirane čelikom B 500B. Zaštitni sloj betona iznosi 2.5 cm. Podna ploča POZ 000 se izvodu na tlu debljine 18 cm i armira se konstruktivno u dvije zone mrežama Q-283. Proračunom je obuhvaćena ploča POZ 100 i krovna ploča POZ 200.

Mjerodavna kombinacija za granično stanje nosivosti iznosi:

$$1.35G' + ' 1.35\Delta G' + ' 1.50Q$$

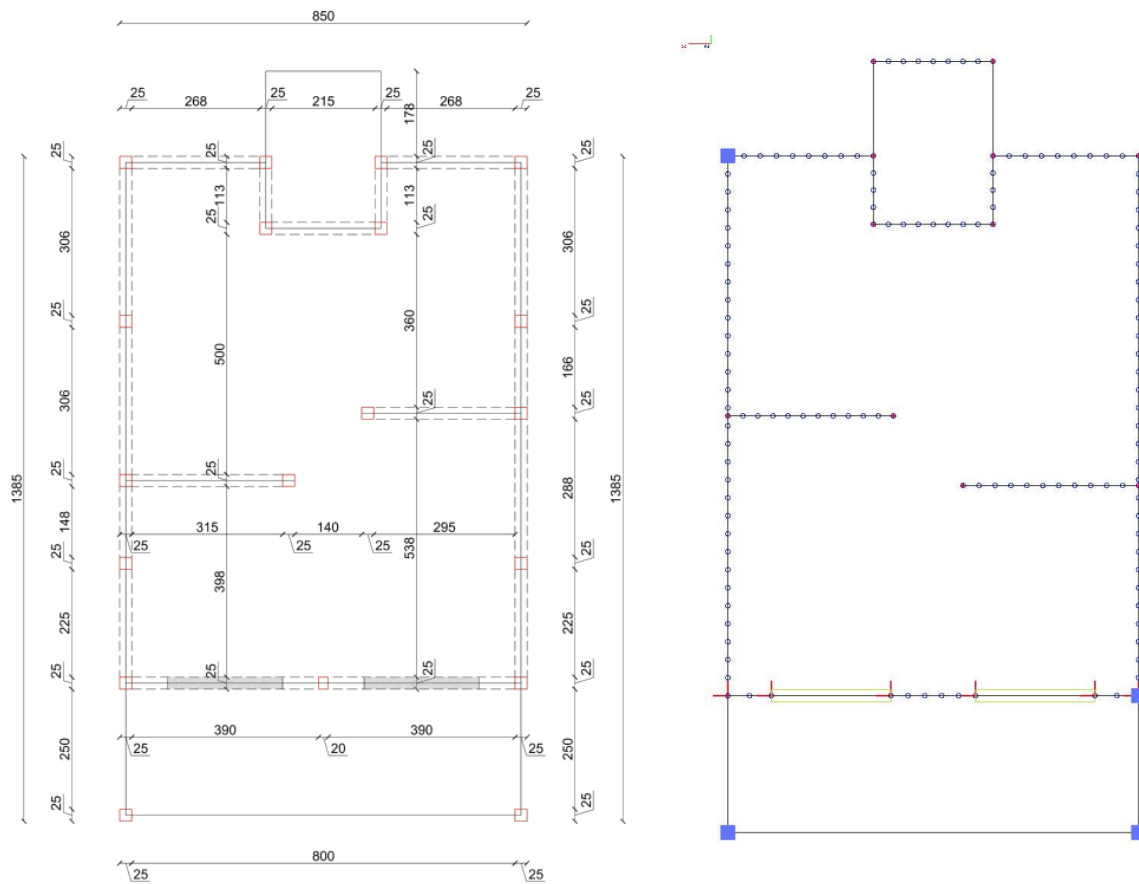
Mjerodavna kombinacija za granično stanje uporabljivosti iznosi:

$$1.0G' + ' 1.0\Delta G' + ' 1.0Q$$

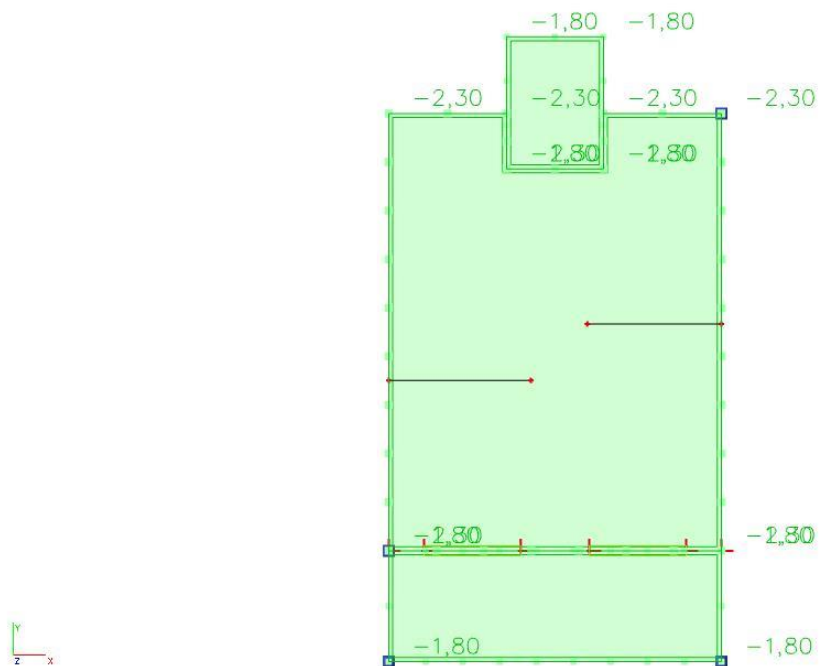
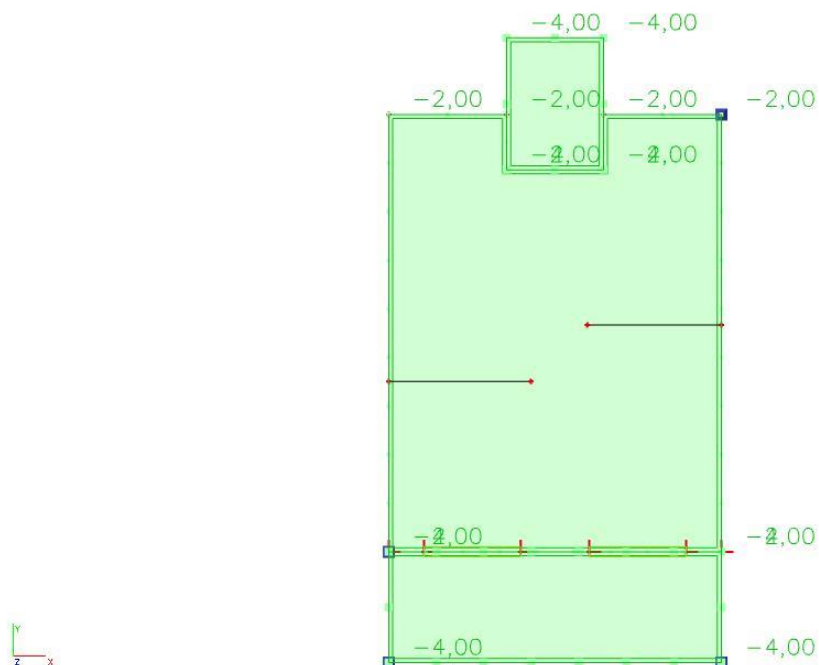
Minimalna potrebna armatura za ploče:

$$\text{Za ploču } d = 18.0 \text{ cm} \rightarrow 0.0015 \cdot 100 \cdot 18 = 2.70 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}'} \rightarrow \text{odabrano min. Q-283}$$

## 4.1.1. Ploča pozicija 100



Slika 4.1. Prikaz tlocrta (lijevo) i računski model (desno)

Računsko opterećenje po ploči POZ 100:Slika 4.2. Dodatno stalno opterećenje (kN/m<sup>2</sup>)Slika 4.3. Promjenjivo opterećenje (kN/m<sup>2</sup>)

Rezultati proračuna:**2D internal forces**Values:  $m_x$ 

Linear calculation

Combination: GSN

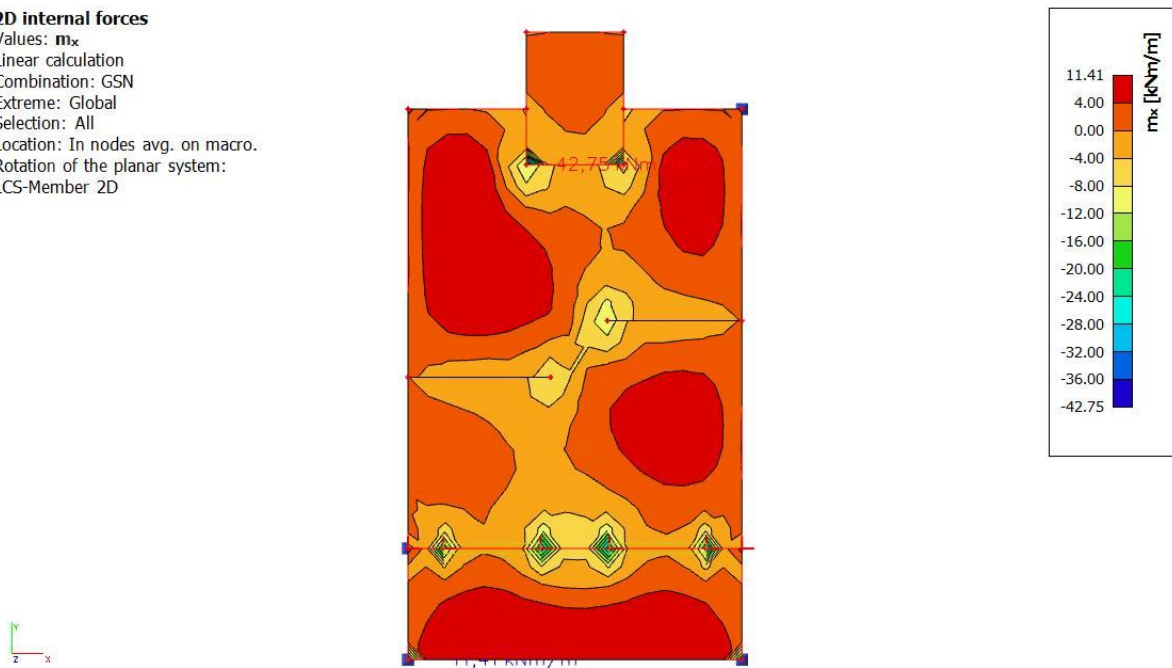
Extreme: Global

Selection: All

Location: In nodes avg. on macro.

Rotation of the planar system:

LCS-Member 2D



Slika 4.4.  $M_{Sd,x}$  ( $kN/m^2$ ) = računski momenti savijanja u smjeru lokalnih osi za  $q_{sd} = 1.35G + 1.5Q$

**2D internal forces**Values:  $m_y$ 

Linear calculation

Combination: GSN

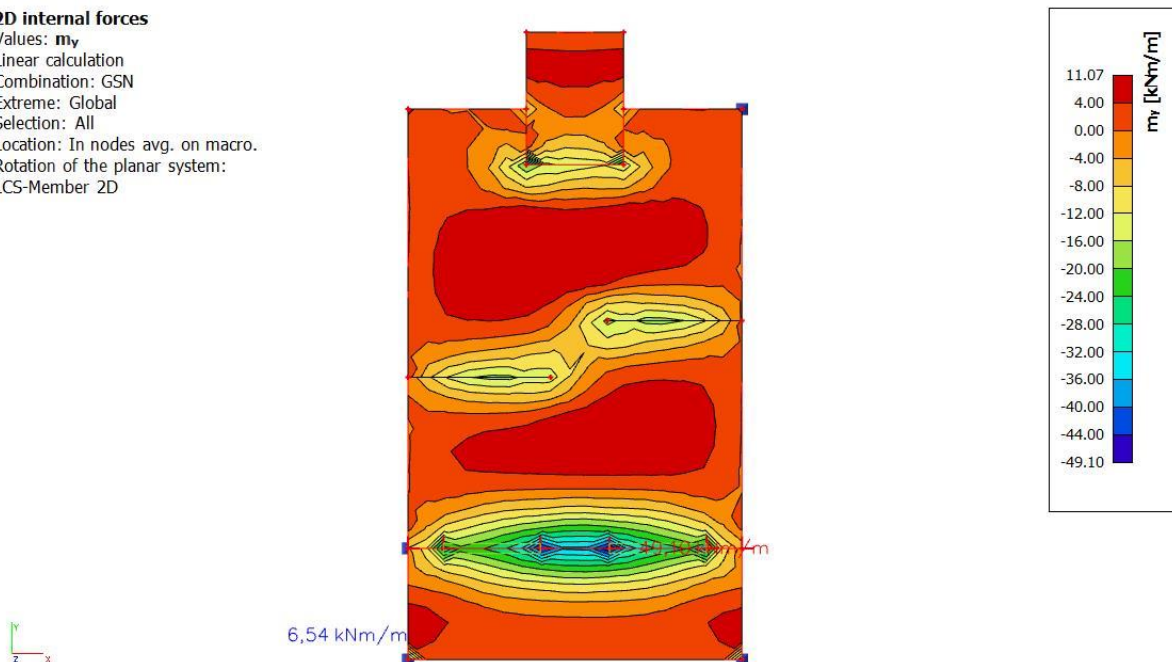
Extreme: Global

Selection: All

Location: In nodes avg. on macro.

Rotation of the planar system:

LCS-Member 2D



Slika 4.5.  $M_{Sd,y}$  ( $kN/m^2$ ) = računski momenti savijanja u smjeru lokalnih osi za  $q_{sd} = 1.35G + 1.5Q$

**2D internal forces**Values:  $m_x$ 

Linear calculation

Combination: GSU

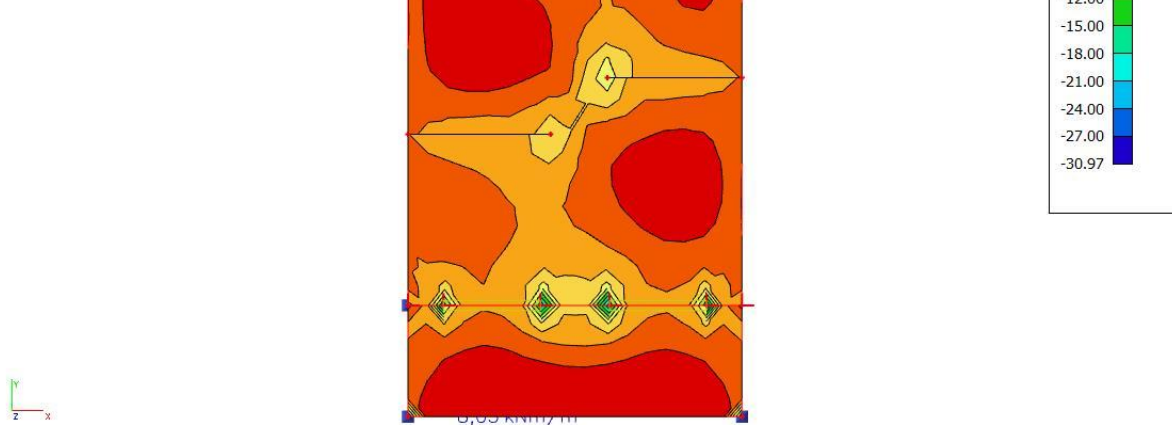
Extreme: Global

Selection: All

Location: In nodes avg. on macro.

Rotation of the planar system:

LCS-Member 2D



Slika 4.6.  $M_{Sd,x}$  (kN/m<sup>2</sup>) = računski momenti savijanja u smjeru lokalnih osi za  $q_{sd} = 1.0G+1.0Q$

**2D internal forces**Values:  $m_y$ 

Linear calculation

Combination: GSU

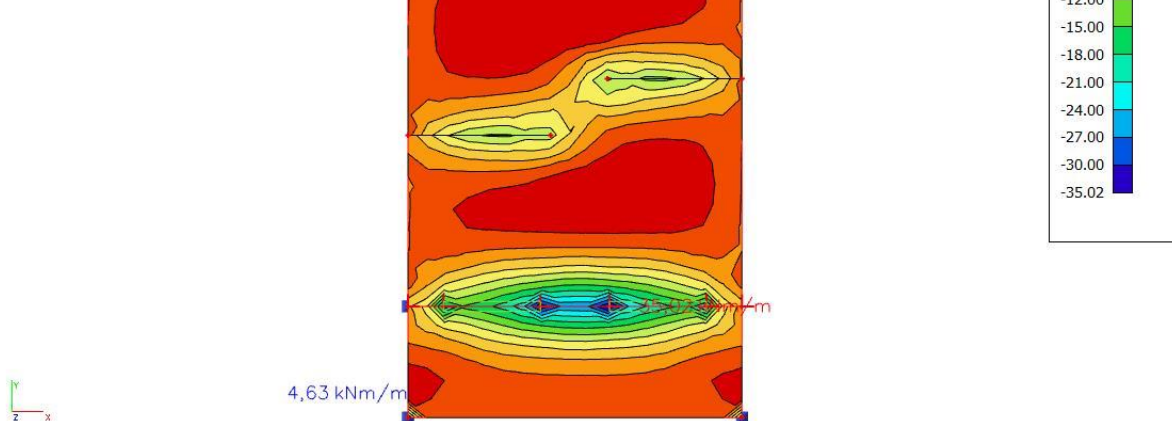
Extreme: Global

Selection: All

Location: In nodes avg. on macro.

Rotation of the planar system:

LCS-Member 2D



Slika 4.7.  $M_{Sd,y}$  (kN/m<sup>2</sup>) = računski momenti savijanja u smjeru lokalnih osi za  $q_{sd} = 1.0G+1.0Q$

Dimenzioniranje na savijanje POZ 100:Beton: C30/37;  $f_{ck} = 30.0 \text{ MPa}$ Armatura: B500B;  $f_{yk} = 500.0 \text{ MPa}$ 

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30.0}{1.5} = 20.00 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500.0}{1.15} = 434.80 \text{ MPa}$$

$$d = h - d_1$$

$$d_1 = c + \frac{\emptyset}{2} = 2.5 + 0.5 = 3 \text{ cm}$$

\*c – zaštitni sloj

$$d = h - d_1 = 18 - 3 = 15 \text{ cm}$$

Dimenzioniranje ploča na moment savijanja u polju:

Mjerodavni moment koji se javlja u polju:

$$M_{Ed} = 11.41 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1141}{100 \cdot 15^2 \cdot 2.00} = 0.0254 \text{ kNm}$$

Očitano:

$$\varepsilon_{s1} = 10.0\%, \quad \varepsilon_{s2} = 0.9\text{‰}, \quad \zeta = 0.971, \quad \xi = 0.083$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1141}{0.971 \cdot 15 \cdot 43.48} = 1.802 \text{ cm}^2$$

ODABRANO: **Q-283 (As = 2.83 cm<sup>2</sup>)**

Dimenzioniranje ploča na moment savijanja nad ležajem:

Mjerodavni moment koji se javlja u polju:

$$M_{Ed} = 49.10 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{4910}{100 \cdot 15^2 \cdot 2.00} = 0.109 \text{ kNm}$$

Očitano:

$$\varepsilon_{s1} = 10.0\%, \quad \varepsilon_{s2} = 2.4\text{‰}, \quad \zeta = 0.925, \quad \xi = 0.194$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{4910}{0.925 \cdot 15 \cdot 43.48} = 8.139 \text{ cm}^2$$

ODABRANO: **R-785 (As = 7.85 cm<sup>2</sup>)**

NAPOMENA:

*Dobivenu armaturu umanjiti nad ležajem za cca 15-20% i povećati u polju cca 25-30%.*

ODABRANO POLJE:

$$A_{s1} = 1.802 + 30\% = 2.343 \text{ cm}^2 \rightarrow \mathbf{Q-283 (As = 2.83 \text{ cm}^2)}$$

ODABRANO LEŽAJ:

$$A_{s1} = 8.139 - 20\% = 6.511 \text{ cm}^2 \rightarrow \mathbf{R-785 (As = 7.85 \text{ cm}^2)}$$

Kontrola pukotina ploča:

Tražena površina armature u donjoj zoni ploče  $2.343 \text{ cm}^2$  – na tom mjestu je usvojena mreža Q-283.

Proračunata računska (karakteristična) vrijednost širine pukotine ne smije biti veća od granične vrijednosti:

$$w_k \leq w_g$$

gdje je usvojeno  $w_{gc} = 0.3 \text{ mm}$ .

Računska širina pukotine, prema EC-2 može se prognozirati pomoću izraza:

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

$s_{r,max}$  – najveći razmak pukotina

$\varepsilon_{sm}$  – srednja deformacija armature za odgovarajuću kombinaciju opterećenje

$\varepsilon_{cm}$  – srednja deformacija betona između pukotina

Vrijednost  $(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$  određuje se prema izrazu:

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

gdje je:  $\sigma_s$  – naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pukotine

$\alpha_e$  – omjer modula elastičnosti betona i armature

$f_{ct,eff}$  – efektivna vlačna čvrstoća betona, može se uzeti  $f_{ctm}$

$k_t$  – koeficijent kojim se uzima u obzir trajanje opterećenja  $\rightarrow k_t = 0.4$  za dugotrajno opterećenje

$\rho_{p,eff}$  – djelotvorni koeficijent armiranja glavnom vlačnom armaturom

Slika 4.8. Proračun pukotina

$$A_{s1} = 2.83 \text{ cm}^2$$

$$E_{cm} = 32.80 \text{ GPa} = 32\,800 \text{ MPa} \text{ – modul elastičnosti betona}$$

$$E_s = 200.0 \text{ GPa} = 200\,000 \text{ MPa} \text{ – modul elastičnosti armature}$$

$$f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa} \text{ – za betone klase C30/37}$$

$$k_t = 0.4 \text{ – dugotrajno opterećenje}$$



Proračun srednjeg razmaka pukotina:

$$S_{r,max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\emptyset}{\rho_{p,eff}}$$

$\emptyset = 6 \text{ mm}$  – promjer najdeblje šipke

$k_1 = 0.8$  - rebrasta armatura

$k_2 = 0.5$  - savijanje

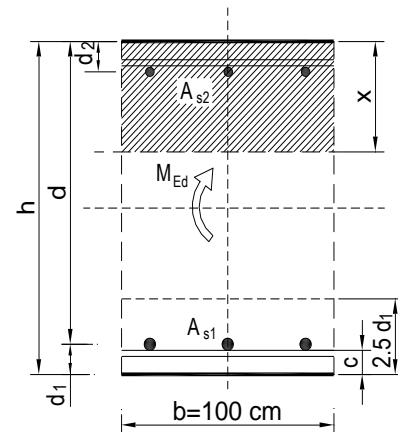
$k_3 = 3.4$

$k_4 = 0.425$

$c = 2.5 \text{ cm}$  – zaštitni sloj uzdužne armature

$$W_k = w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{s,m} - \varepsilon_{c,m}) \leq 0.300 \text{ mm}$$

$b =$	100,0 cm	$d =$	15,0 cm	$h =$	18,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	2,83 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	8,1 kNm	$k_t =$	0,40		
$\sigma_s =$	198,96 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,11 cm	$\rho_{p,eff} =$	0,0038		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	-0,000576	$0.6 \cdot \sigma_s/E_s =$	0,000597		
$\emptyset =$	6,0 mm	$c =$	2,50 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$S_{r,max} =$	355,32 mm				
$w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,212 mm			$<$	$w_g$



Pukotine zadovoljavaju.

Provjera progiba:**2D displacement**Values:  $u_z$ 

Linear calculation

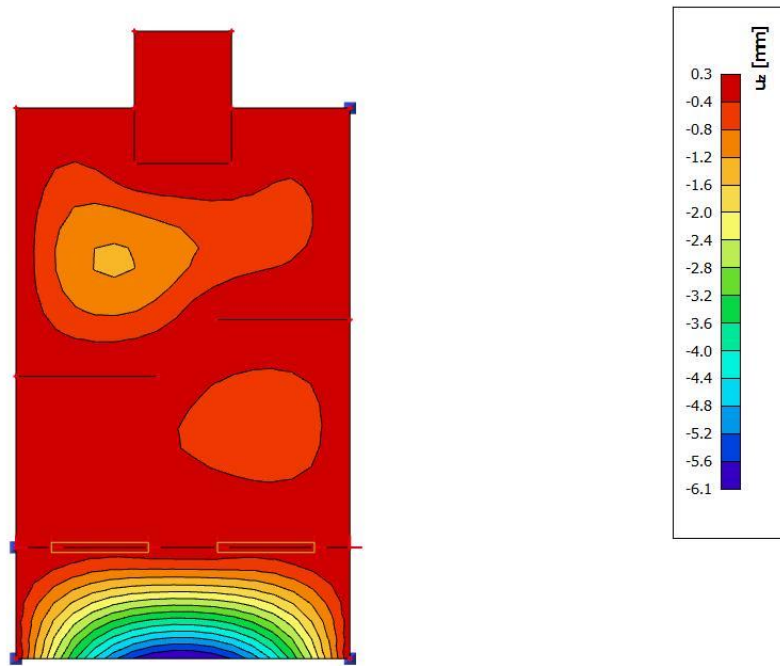
Combination: GSN

Extreme: Global

Selection: All

Location: In nodes avg. on macro.

System: LCS mesh element



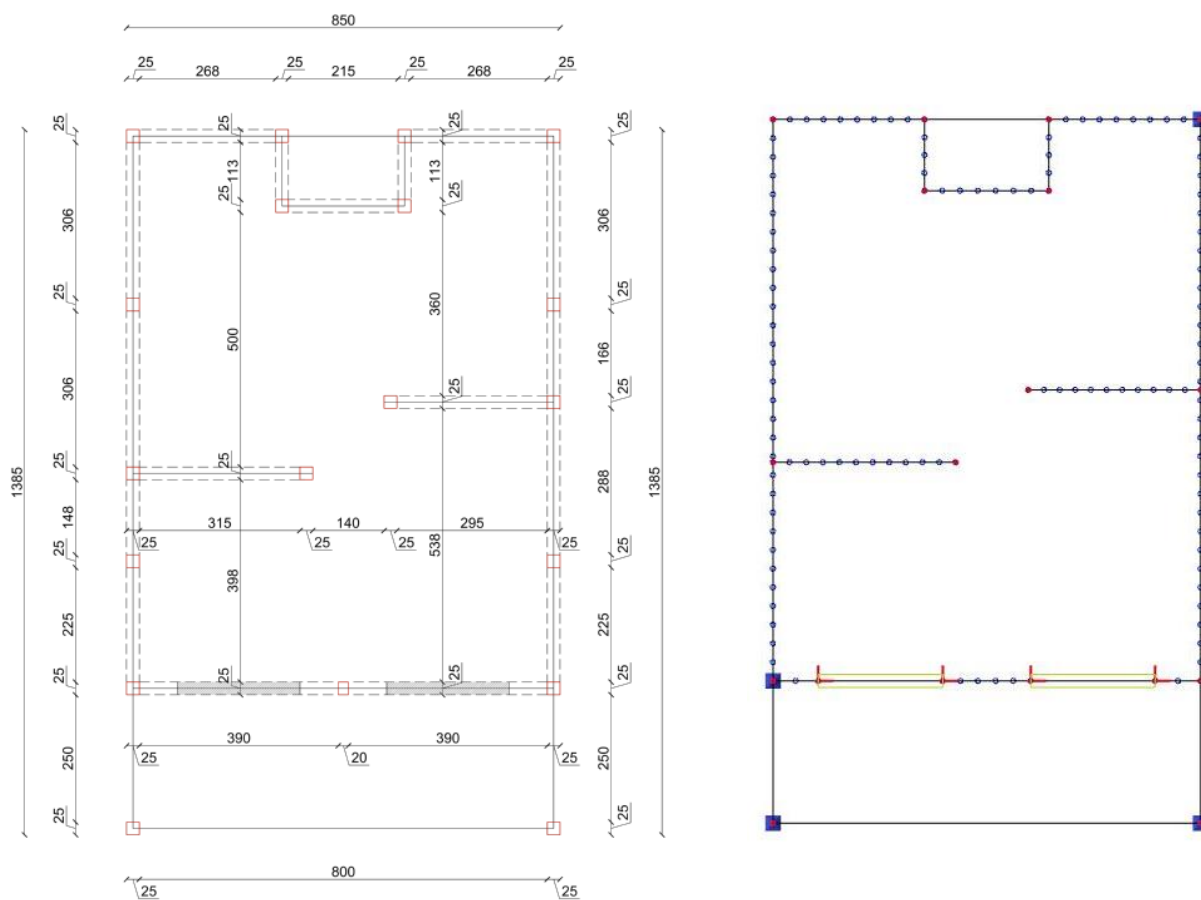
Slika 4.9. Progibi – rezultati u mm

Granična vrijednost progiba ploče:

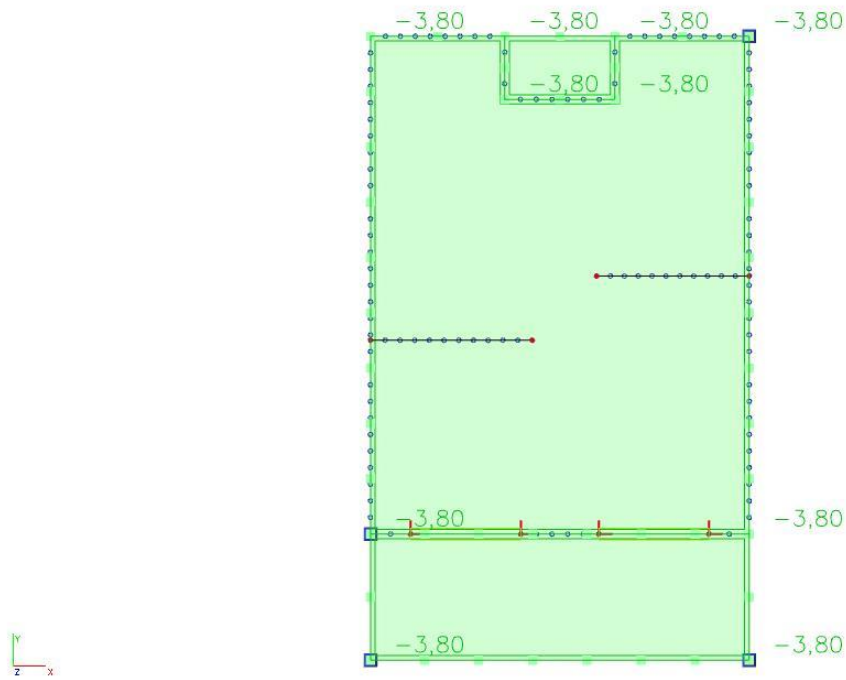
$$f_{p,dop} = \frac{l}{250}$$

$$f_{p,dop} = \frac{4300}{250} = 17.2 \geq 6.1 \text{ mm}$$

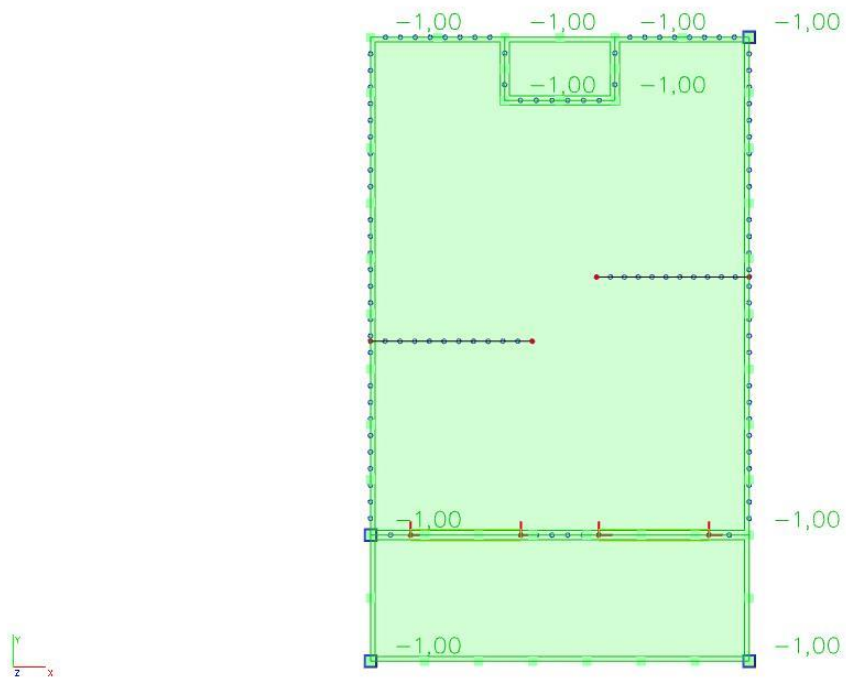
#### 4.1.2. Ploča pozicija 200 (krovnna ploča)



Slika 4.10. Prikaz tlocrta (lijevo) i računski model (desno)

Računsko opterećenje po ploči POZ 200:

Slika 4.11. Dodatno stalno opterećenje ( $\text{kN/m}^2$ )



Slika 4.12. Promjenjivo opterećenje ( $\text{kN/m}^2$ )

Rezultati proračuna:**2D internal forces**Values:  $m_x$ 

Linear calculation

Combination: GSN

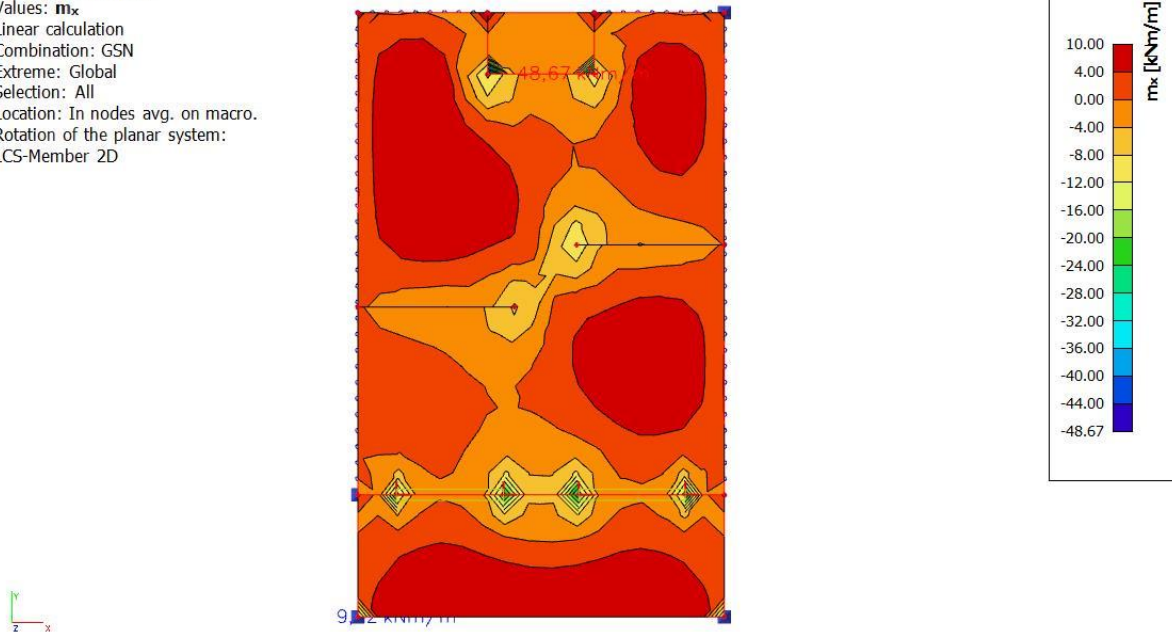
Extreme: Global

Selection: All

Location: In nodes avg. on macro.

Rotation of the planar system:

LCS-Member 2D

Slika 4.13.  $M_{Sd,x}$  (kN/m<sup>2</sup>) = računski momenti savijanja u smjeru lokalnih osi za  $q_{sd} = 1.35G + 1.5Q$ **2D internal forces**Values:  $m_y$ 

Linear calculation

Combination: GSN

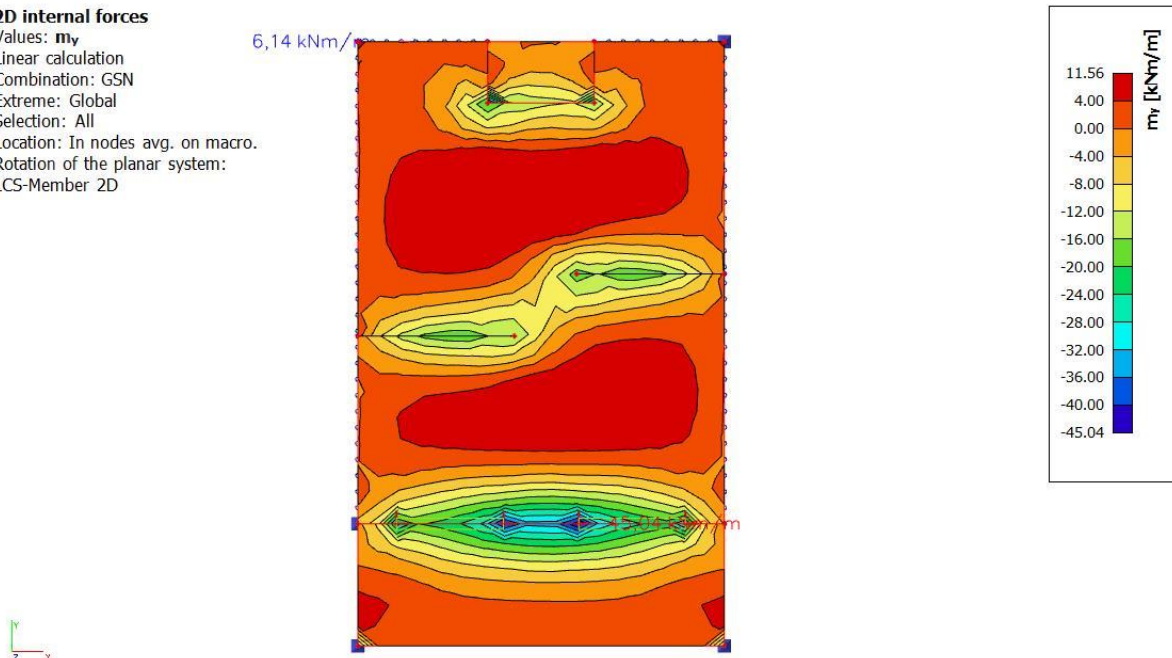
Extreme: Global

Selection: All

Location: In nodes avg. on macro.

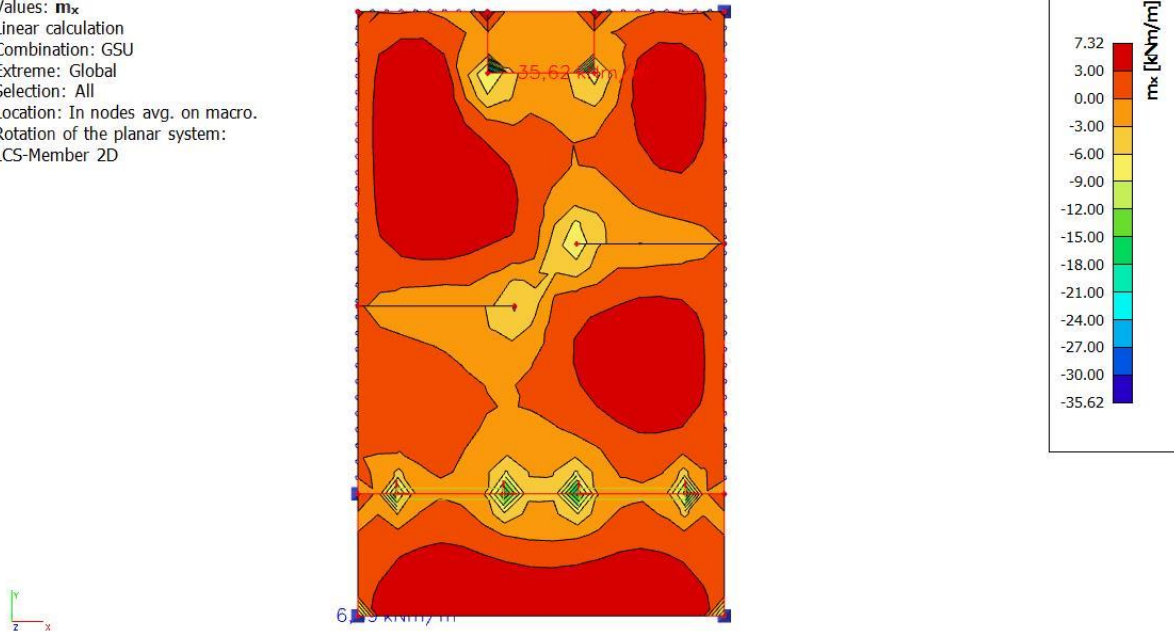
Rotation of the planar system:

LCS-Member 2D

Slika 4.14.  $M_{Sd,y}$  (kN/m<sup>2</sup>) = računski momenti savijanja u smjeru lokalnih osi za  $q_{sd} = 1.35G + 1.5Q$

**2D internal forces**

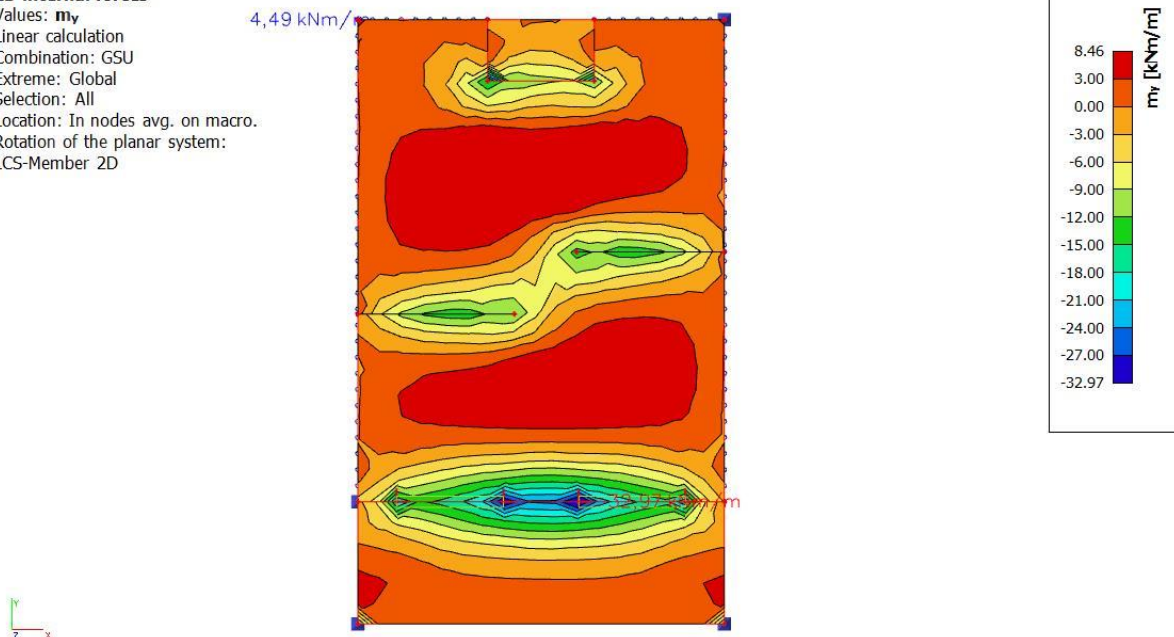
Values:  $m_x$   
 Linear calculation  
 Combination: GSU  
 Extreme: Global  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 Rotation of the planar system:  
 LCS-Member 2D



Slika 4.15.  $M_{Sd,x}$  (kN/m<sup>2</sup>) = računski momenti savijanja u smjeru lokalnih osi za  $q_{sd} = 1.0G+1.0Q$

**2D internal forces**

Values:  $m_y$   
 Linear calculation  
 Combination: GSU  
 Extreme: Global  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 Rotation of the planar system:  
 LCS-Member 2D



Slika 4.16.  $M_{Sd,y}$  (kN/m<sup>2</sup>) = računski momenti savijanja u smjeru lokalnih osi za  $q_{sd} = 1.0G+1.0Q$

Dimenzioniranje na savijanje POZ 100:Beton: C30/37;  $f_{ck} = 30.0 \text{ MPa}$ Armatura: B500B;  $f_{yk} = 500.0 \text{ MPa}$ 

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30.0}{1.5} = 20.00 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500.0}{1.15} = 434.80 \text{ MPa}$$

$$d = h - d_1$$

$$d_1 = c + \frac{\emptyset}{2} = 2.5 + 0.5 = 3 \text{ cm}$$

\*c – zaštitni sloj

$$d = h - d_1 = 18 - 3 = 15 \text{ cm}$$

Dimenzioniranje ploča na moment savijanja u polju:

Mjerodavni moment koji se javlja u polju:

$$M_{Ed} = 11.56 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1156}{100 \cdot 15^2 \cdot 2.00} = 0.0257 \text{ kNm}$$

Očitano:

$$\varepsilon_{s1} = 10.0\%, \quad \varepsilon_{s2} = 0.9\%, \quad \zeta = 0.971, \quad \xi = 0.083$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1156}{0.971 \cdot 15 \cdot 43.48} = 1.825 \text{ cm}^2$$

ODABRANO: **Q-283 (As = 2.83 cm<sup>2</sup>)**

Dimenzioniranje ploča na moment savijanja nad ležajem:

Mjerodavni moment koji se javlja u polju:

$$M_{Ed} = 48.67 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{4867}{100 \cdot 15^2 \cdot 2.00} = 0.108 \text{ kNm}$$

Očitano:

$$\varepsilon_{s1} = 10.0\%, \quad \varepsilon_{s2} = 2.4\text{‰}, \quad \zeta = 0.925, \quad \xi = 0.191$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{4867}{0.925 \cdot 15 \cdot 43.48} = 8.067 \text{ cm}^2$$

ODABRANO: **R-785 (As = 7.85 cm<sup>2</sup>)**

NAPOMENA:

*Dobivenu armaturu umanjiti nad ležajem za cca 15-20% i povećati u polju cca 25-30%.*

ODABRANO POLJE:

$$A_{s1} = 1.825 + 30\% = 2.373 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{Q-283 (As = 2.83 cm}^2\text{)}$$

ODABRANO LEŽAJ:

$$A_{s1} = 8.067 - 20\% = 6.454 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{R-785 (As = 7.85 cm}^2\text{)}$$



Kontrola pukotina ploča:

Tražena površina armature u donjoj zoni ploče  $2.375 \text{ cm}^2$  – na tom mjestu je usvojena mreža Q-283.

Proračunata računaska (karakteristična) vrijednost širine pukotine ne smije biti veća od granične vrijednosti:

$$w_k \leq w_g$$

gdje je usvojeno  $w_{gc} = 0.3 \text{ mm}$ .

Računska širina pukotine, prema EC-2 može se prognozirati pomoću izraza:

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

$s_{r,max}$  – najveći razmak pukotina

$\varepsilon_{sm}$  – srednja deformacija armature za odgovarajuću kombinaciju opterećenje

$\varepsilon_{cm}$  – srednja deformacija betona između pukotina

Vrijednost  $(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$  određuje se prema izrazu:

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

gdje je:  $\sigma_s$  – naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pukotine

$\alpha_e$  – omjer modula elastičnosti betona i armature

$f_{ct,eff}$  – efektivna vlačna čvrstoća betona, može se uzeti  $f_{ctm}$

$k_t$  – koeficijent kojim se uzima u obzir trajanje opterećenja  $\rightarrow k_t = 0.4$  za dugotrajno opterećenje

$\rho_{p,eff}$  – djelotvorni koeficijent armiranja glavnom vlačnom armaturom

Slika 4.17. Proračun pukotina

$$A_{s1} = 2.83 \text{ cm}^2$$

$$E_{cm} = 32.80 \text{ GPa} = 32\,800 \text{ MPa} \text{ – modul elastičnosti betona}$$

$$E_s = 200.0 \text{ GPa} = 200\,000 \text{ MPa} \text{ – modul elastičnosti armature}$$

$$f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa} \text{ – za betone klase C30/37}$$

$$k_t = 0.4 \text{ – dugotrajno opterećenje}$$

Proračun srednjeg razmaka pukotina:

$$S_{r,max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\varnothing}{\rho_{p,eff}}$$

$\varnothing = 6 \text{ mm}$  – promjer najdeblje šipke

$k_1 = 0.8$  - rebrasta armatura

$k_2 = 0.5$  - savijanje

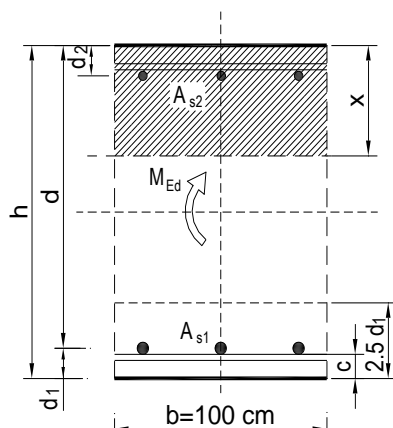
$k_3 = 3.4$

$k_4 = 0.425$

$c = 2.5 \text{ cm}$  – zaštitni sloj uzdužne armature

$$W_k = w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{s,m} - \varepsilon_{c,m}) \leq 0.300 \text{ mm}$$

$b =$	100,0 cm	$d =$	15,0 cm	$h =$	18,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	2,83 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	3,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	8,5 kNm	$k_t =$	0,40		
$\sigma_s =$	209,09 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	2,11 cm	$\rho_{p,eff} =$	0,0038		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	-0,000525	$<$	$0.6 \cdot \sigma_s/E_s =$	0,000627	
$\varnothing =$	6,0 mm	$c =$	2,50 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$S_{r,max} =$	355,32 mm				
$w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,223 mm	$<$	$w_g$		



Pukotine zadovoljavaju.

Provjera progiba:**2D displacement**Values:  $u_z$ 

Linear calculation

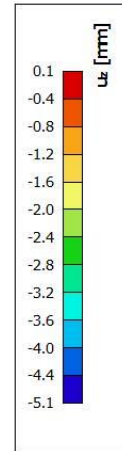
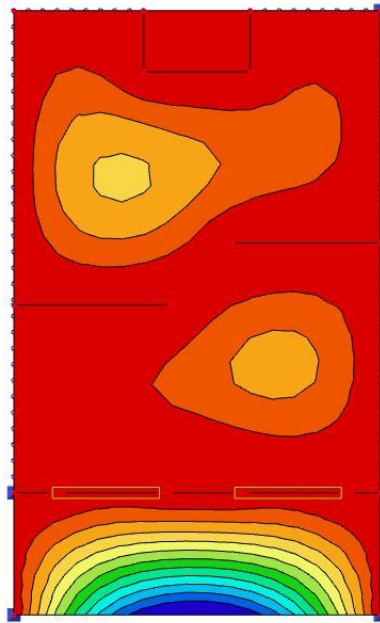
Combination: GSN

Extreme: Global

Selection: All

Location: In nodes avg. on macro.

System: LCS mesh element



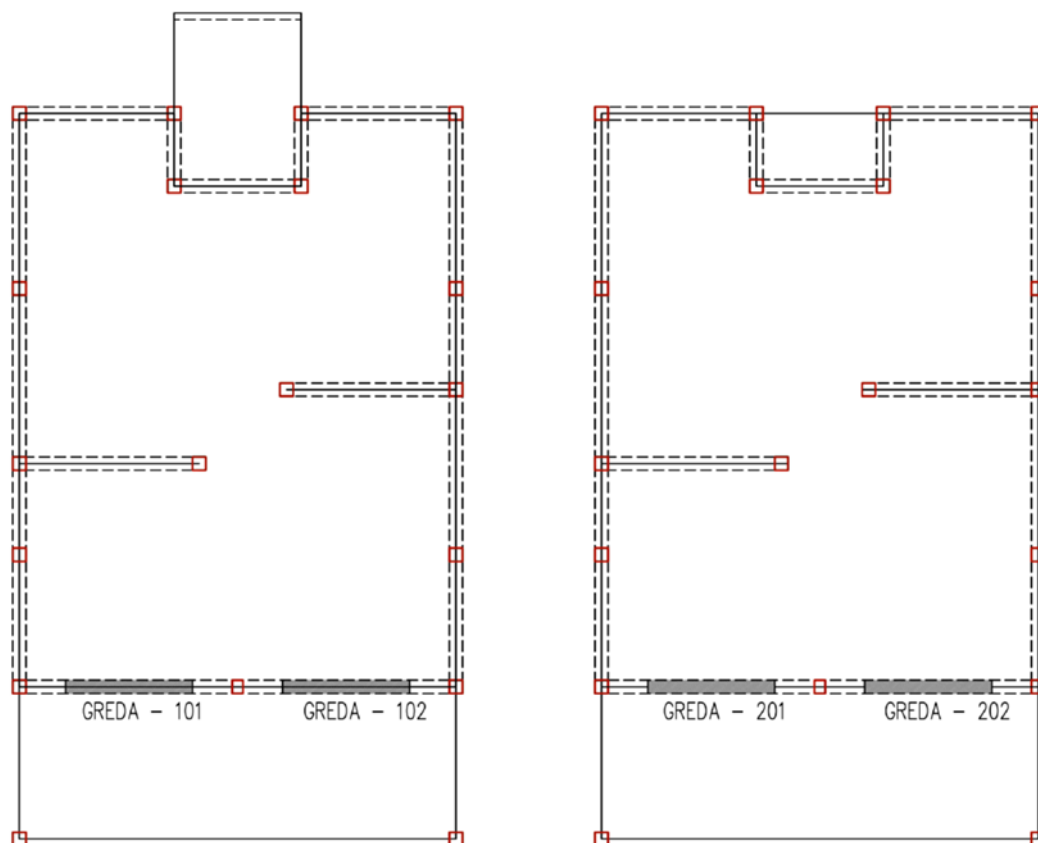
Slika 4.18. Progibi – rezultati u mm

Granična vrijednost progiba ploče:

$$f_{p,dop} = \frac{l}{250}$$

$$f_{p,dop} = \frac{4300}{250} = 17.2 \geq 5.1 \text{ mm}$$

## 4.2. PRORAČUN AB GREDE (NADVOJA)



Slika 4.19. Plan pozicija grede G101, G102, G201 i G202 (ploča 100 lijevo i ploča 200 desno)

## 4.2.1. Dimenzioniranje greda G – 101 i G - 102

$$b/h = 25/58 \text{ cm}$$

**1D internal forces**Values:  $M_y$ 

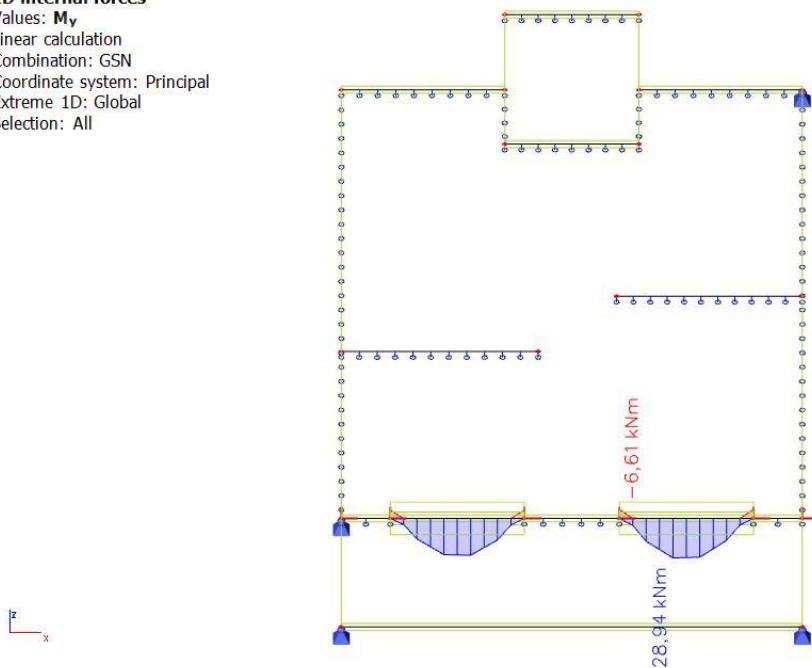
Linear calculation

Combination: GSN

Coordinate system: Principal

Extreme 1D: Global

Selection: All



Slika 4.20.  $M_{sd,y}$  (kN/m<sup>2</sup>) = računski momenti savijanja u smjeru lokalnih osi za  $q_{sd} = 1.35G + 1.5Q$

**1D internal forces**Values:  $V_z$ 

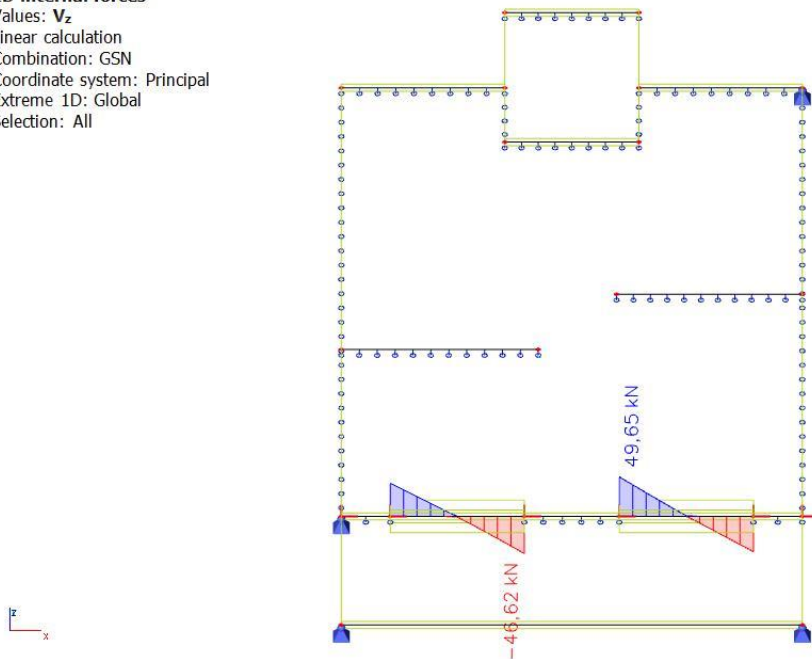
Linear calculation

Combination: GSN

Coordinate system: Principal

Extreme 1D: Global

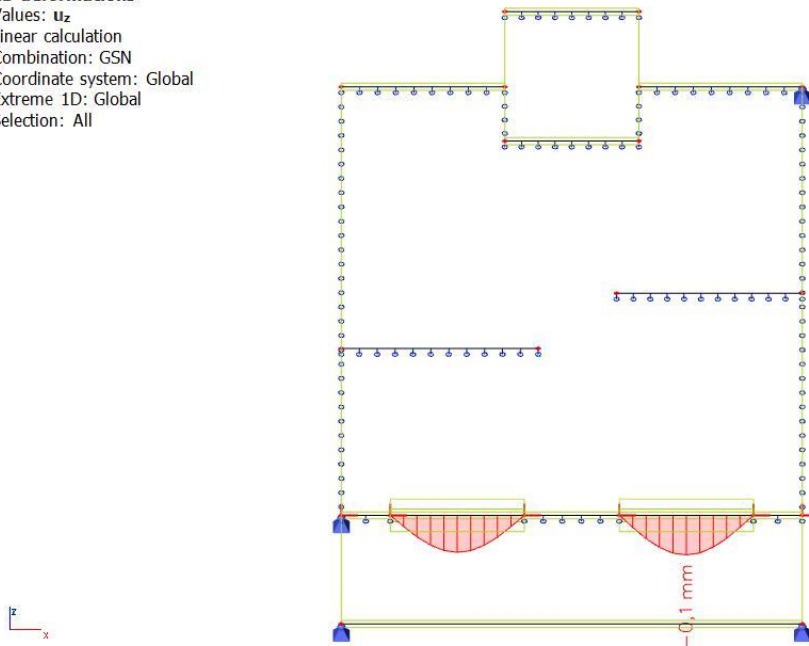
Selection: All



Slika 4.21.  $V_{sd}$  (kN/m<sup>2</sup>) = poprečna sila za  $q_{sd} = 1.35G + 1.5Q$

**1D deformations**

Values:  $u_z$   
 Linear calculation  
 Combination: GSN  
 Coordinate system: Global  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All



Slika 4.22. Progib za  $q_{sd} = 1.35G + 1.5Q$

Dimenzioniranje na savijanje

Minimalna površina armature:  $A_{s1,min} = 0.0015 \cdot 25 \cdot 53 = 1.988 \text{ cm}^2$

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja:

Polje:

$$M_{Ed} = 28.94 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot 2.0} = \frac{2894}{100 \cdot 53^2 \cdot 2.0} = 0.0052$$

Očitano:

$$\varepsilon_{s1} = 10.0\%, \quad \varepsilon_{s2} = 0.4\text{‰}, \quad \zeta = 0.987, \quad \xi = 0.038$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2894}{0.987 \cdot 53 \cdot 43.48} = 1.273 \text{ cm}^2$$

ODABRANO: **2Ø14 ( $A_s = 3.08 \text{ cm}^2$ )**

Ležaj:

$$M_{Ed} = 6.61 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot 2.0} = \frac{661}{100 \cdot 53^2 \cdot 2.0} = 0.0012$$

Očitano:

$$\varepsilon_{s1} = 10.0\%, \quad \varepsilon_{s2} = 0.2\text{‰}, \quad \zeta = 0.990, \quad \xi = 0.029$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{661}{0.990 \cdot 53 \cdot 43.48} = 0.290 \text{ cm}^2$$

ODABRANO: **2Ø14 (A<sub>s</sub> = 3.08 cm<sup>2</sup>)**Dimenzioniranje na poprečnu silu

$$V_{Ed} = 49.65 \text{ kN}$$

C30/37 → ρ<sub>min</sub> = 0.00100

Dio poprečne sile koju preuzima beton i uzdužna armatura:

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

$$k = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{530}} = 1.61 < 2.0$$

$$k_l = 0.15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0.0 \text{ MPa}$$

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

$$\sum A_s = 2\text{Ø}14 + 2\text{Ø}14 + 2\text{Ø}14 = 3 \cdot 3.08 = 9.24 \text{ cm}^2$$

$$\rho_l = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{9.24}{53 \cdot 25} = \frac{9.24}{1325} = 0.00697$$

$$V_{Rd,c} = \left[ 0.12 \cdot 1.61 \cdot (100 \cdot 0.00697 \cdot 30)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot 0.0 \right] \cdot 250 \cdot 530 = 70524.66 \text{ N}$$

$$V_{Rd,c} = 70.52 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} \geq [v_{min} + k_l \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$v_{min} \geq 0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0.035 \cdot 1.61^{\frac{3}{2}} \cdot 30^{\frac{1}{2}} = 0.39$$

$$V_{Rd,c} \geq [0.39 + 0.15 \cdot 0.0] \cdot 250 \cdot 530 = 51675 \text{ N} = 51.68 \text{ kN}$$

Dio poprečne sile koje mogu preuzeti tlačne dijagonale:

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

$$v = 0.6 \cdot \left[ 1.0 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0.6 \cdot \left[ 1.0 - \frac{30}{250} \right] = 0.528$$

$$V_{Rd,max} = 0.5 \cdot 0.528 \cdot 250 \cdot 530 \cdot 20.0 = 699600 \text{ N} = 699.60 \text{ kN} \geq V_{Ed}$$

Potrebna računaska poprečna armatura:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}} = \frac{49.65}{699.60} \approx 0.071$$

$$s_{w,max} = \min(0.75 \cdot d; 30 \text{ cm}) = \min(40; 30 \text{ cm}) = 30 \text{ cm}$$

$$A_{sw,min} = \frac{\rho_{min} \cdot s_w \cdot b_w}{m} = \frac{0.001 \cdot 30 \cdot 25}{2} = 0.375 \text{ cm}^2$$

Odabrane spone:  $\emptyset 10$  ( $A_s = 0.79 \text{ cm}^2$ )

$$s = \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z}{V_{Ed}} = \frac{2 \cdot 0.79 \cdot 43.48 \cdot (0.9 \cdot 53)}{49.65} = 66.00$$

ODABRANE SPONE:  **$\emptyset 10/30 \text{ cm}$**



Kontrola pukotina grede:

Proračunata računaska (karakteristična) vrijednost širine pukotine ne smije biti veća od granične vrijednosti:

$$w_k \leq w_g$$

gdje je usvojeno  $w_{gc} = 0.3 \text{ mm}$ .

Računska širina pukotine, prema EC-2 može se prognozirati pomoću izraza:

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

$s_{r,max}$  – najveći razmak pukotina

$\varepsilon_{sm}$  – srednja deformacija armature za odgovarajuću kombinaciju opterećenje

$\varepsilon_{cm}$  – srednja deformacija betona između pukotina

Vrijednost  $(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$  određuje se prema izrazu:

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

gdje je:  $\sigma_s$  – naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pukotine

$\alpha_e$  – omjer modula elastičnosti betona i armature

$f_{ct,eff}$  – efektivna vlačna čvrstoća betona, može se uzeti  $f_{ctm}$

$k_t$  – koeficijent kojim se uzima u obzir trajanje opterećenja  $\rightarrow k_t = 0.4$  za dugotrajno opterećenje

$\rho_{p,eff}$  – djelotvorni koeficijent armiranja glavnom vlačnom armaturom

Slika 4.23. Proračun pukotina

Armatura grede donja zona:  $2\text{Ø}14$  ( $A_s = 3.08 \text{ cm}^2$ )

$E_{cm} = 32.80 \text{ GPa} = 32\,800 \text{ MPa}$  – modul elastičnosti betona

$E_s = 200.0 \text{ GPa} = 200\,000 \text{ MPa}$  – modul elastičnosti armature

$f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$  – za betone klase C30/37

$k_t = 0.4$  – dugotrajno opterećenje

Proračun srednjeg razmaka pukotina:

$$S_{r,max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\emptyset}{\rho_{p,eff}}$$

$\emptyset = 14 \text{ mm}$  – promjer najdeblje šipke

$k_1 = 0.8$  - rebrasta armatura

$k_2 = 0.5$  - savijanje

$k_3 = 3.4$

$k_4 = 0.425$

$c = 2.5 \text{ cm}$  – zaštitni sloj uzdužne armature

$$W_k = w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{s,m} - \varepsilon_{c,m}) \leq 0.300 \text{ mm}$$

#### 1D internal forces

Values:  $M_y$

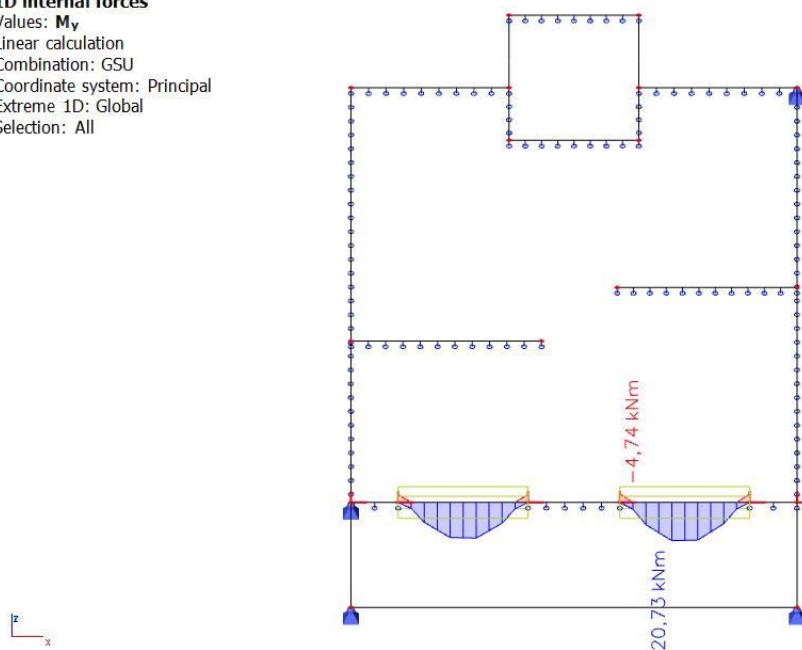
Linear calculation

Combination: GSU

Coordinate system: Principal

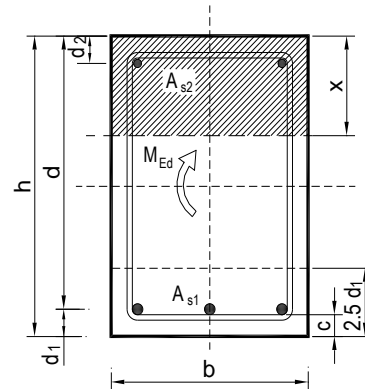
Extreme 1D: Global

Selection: All



Slika 4.24.  $M_{Sd,y} \text{ (kN/m}^2\text{)} = \text{računski momenti savijanja u smjeru lokalnih osi za } q_{Sd} = 1.0G+1.0Q$

$b =$	25,0 cm	$d =$	53,0 cm	$h =$	58,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,08 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	3,08 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	5,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	20,7 kNm	$k_t =$	0,40		
$\sigma_s =$	134,09 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	7,95 cm	$\rho_{p,eff} =$	0,0099		
$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) =$	0,000047	$0,6 \cdot \sigma_s / E_s =$	0,000402		
$\emptyset =$	14,0 mm	$c =$	4,20 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	384,28 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) =$	0,155 mm	$<$	$w_g$		



Pukotine zadovoljavaju.

## 4.2.2. Dimenzioniranje greda G – 201 i G - 202

$$b/h = 25/58 \text{ cm}$$

**1D internal forces**Values:  $M_y$ 

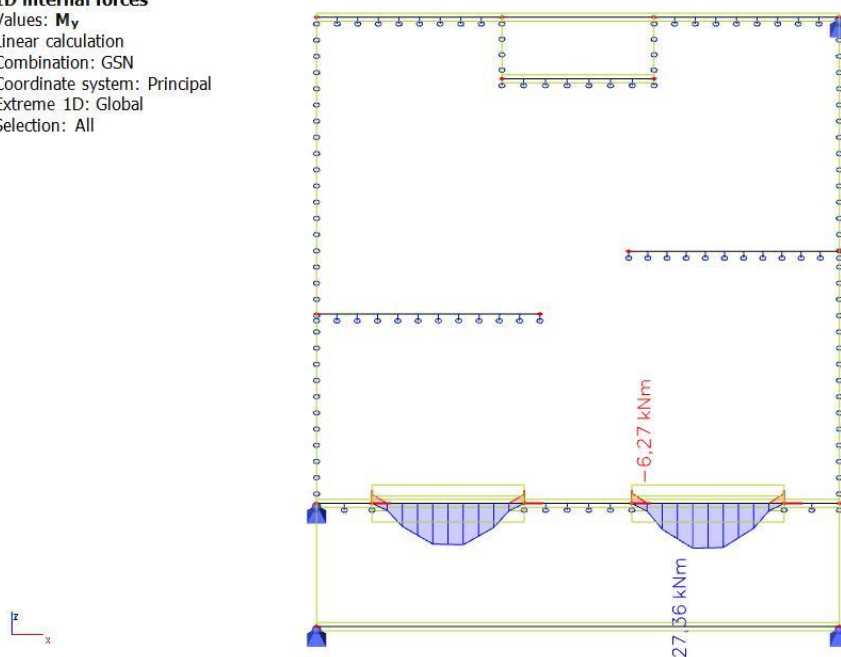
Linear calculation

Combination: GSN

Coordinate system: Principal

Extreme 1D: Global

Selection: All



Slika 4.25.  $M_{sd,y}$  ( $kN/m^2$ ) = računski momenti savijanja u smjeru lokalnih osi za  $q_{sd} = 1.35G + 1.5Q$

**1D internal forces**Values:  $V_z$ 

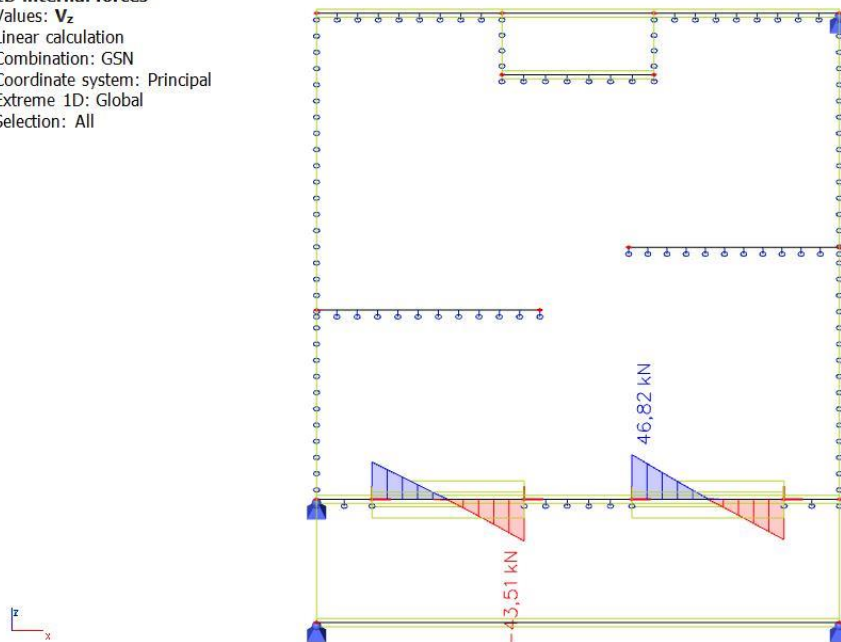
Linear calculation

Combination: GSN

Coordinate system: Principal

Extreme 1D: Global

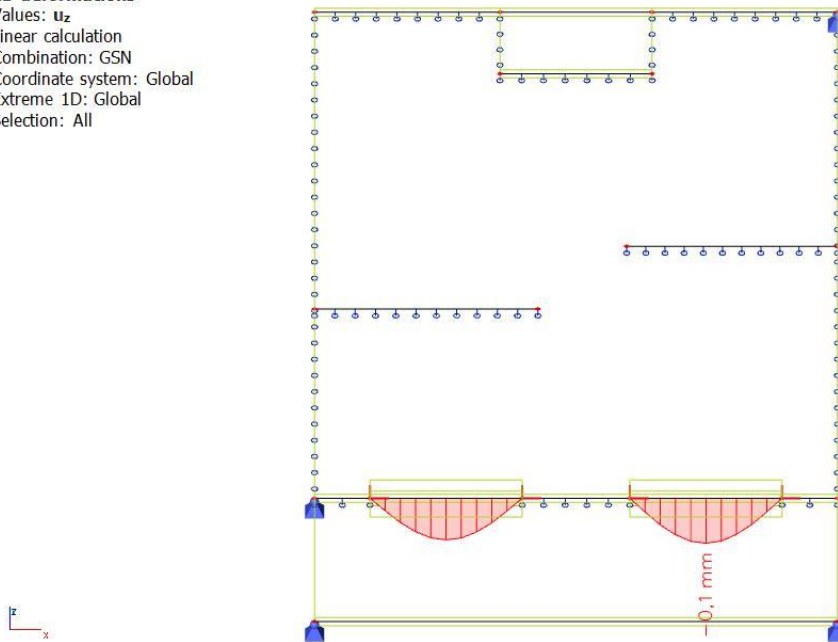
Selection: All



Slika 4.26.  $V_{sd}$  ( $kN/m^2$ ) = poprečna sila za  $q_{sd} = 1.35G + 1.5Q$

**1D deformations**

Values:  $u_z$   
 Linear calculation  
 Combination: GSN  
 Coordinate system: Global  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All



Slika 4.27. Progib za  $q_{sd} = 1.35G + 1.5Q$

Dimenzioniranje na savijanje

Minimalna površina armature:  $A_{s1,min} = 0.0015 \cdot 25 \cdot 53 = 1.988 \text{ cm}^2$

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja:

Polje:

$$M_{Ed} = 27.36 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot 2.0} = \frac{2736}{100 \cdot 53^2 \cdot 2.0} = 0.0049$$

Očitano:

$$\varepsilon_{s1} = 10.0\%, \quad \varepsilon_{s2} = 0.4\text{‰}, \quad \zeta = 0.987, \quad \xi = 0.038$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2736}{0.987 \cdot 53 \cdot 43.48} = 1.203 \text{ cm}^2$$

ODABRANO: **2Ø14 ( $A_s = 3.08 \text{ cm}^2$ )**

Ležaj:

$$M_{Ed} = 6.27 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot 2.0} = \frac{627}{100 \cdot 53^2 \cdot 2.0} = 0.0011$$

Očitano:

$$\varepsilon_{s1} = 10.0\%, \quad \varepsilon_{s2} = 0.2\text{‰}, \quad \zeta = 0.990, \quad \xi = 0.029$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{627}{0.990 \cdot 53 \cdot 43.48} = 0.275 \text{ cm}^2$$

ODABRANO: **2Ø14 (A<sub>s</sub> = 3.08 cm<sup>2</sup>)**Dimenzioniranje na poprečnu silu

$$V_{Ed} = 46.82 \text{ kN}$$

C30/37 → ρ<sub>min</sub> = 0.00100

Dio poprečne sile koju preuzima beton i uzdužna armatura:

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

$$k = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{530}} = 1.61 < 2.0$$

$$k_l = 0.15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0.0 \text{ MPa}$$

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

$$\sum A_s = 2\text{Ø}14 + 2\text{Ø}14 + 2\text{Ø}14 = 3 \cdot 3.08 = 9.24 \text{ cm}^2$$

$$\rho_l = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{9.24}{53 \cdot 25} = \frac{9.24}{1325} = 0.00697$$

$$V_{Rd,c} = \left[ 0.12 \cdot 1.61 \cdot (100 \cdot 0.00697 \cdot 30)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot 0.0 \right] \cdot 250 \cdot 530 = 70524.66 \text{ N}$$

$$V_{Rd,c} = 70.52 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} \geq [v_{min} + k_l \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$v_{min} \geq 0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0.035 \cdot 1.61^{\frac{3}{2}} \cdot 30^{\frac{1}{2}} = 0.39$$

$$V_{Rd,c} \geq [0.39 + 0.15 \cdot 0.0] \cdot 250 \cdot 530 = 51675 \text{ N} = 51.68 \text{ kN}$$

Dio poprečne sile koje mogu preuzeti tlačne dijagonale:

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

$$v = 0.6 \cdot \left[ 1.0 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0.6 \cdot \left[ 1.0 - \frac{30}{250} \right] = 0.528$$

$$V_{Rd,max} = 0.5 \cdot 0.528 \cdot 250 \cdot 530 \cdot 20.0 = 699600 \text{ N} = 699.60 \text{ kN} \geq V_{Ed}$$

Potrebna računaska poprečna armatura:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}} = \frac{46.82}{699.60} \approx 0.067$$

$$s_{w,max} = \min(0.75 \cdot d; 30 \text{ cm}) = \min(40; 30 \text{ cm}) = 30 \text{ cm}$$

$$A_{sw,min} = \frac{\rho_{min} \cdot s_w \cdot b_w}{m} = \frac{0.001 \cdot 30 \cdot 25}{2} = 0.375 \text{ cm}^2$$

Odabrane spone:  $\emptyset 10$  ( $A_s = 0.79 \text{ cm}^2$ )

$$s = \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z}{V_{Ed}} = \frac{2 \cdot 0.79 \cdot 43.48 \cdot (0.9 \cdot 53)}{46.82} = 70.00$$

ODABRANE SPONE:  **$\emptyset 10/30 \text{ cm}$**

Kontrola pukotina grede:

Proračunata računaska (karakteristična) vrijednost širine pukotine ne smije biti veća od granične vrijednosti:

$$w_k \leq w_g$$

gdje je usvojeno  $w_{gc} = 0.3 \text{ mm}$ .

Računska širina pukotine, prema EC-2 može se prognozirati pomoću izraza:

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

$s_{r,max}$  – najveći razmak pukotina

$\varepsilon_{sm}$  – srednja deformacija armature za odgovarajuću kombinaciju opterećenje

$\varepsilon_{cm}$  – srednja deformacija betona između pukotina

Vrijednost  $(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$  određuje se prema izrazu:

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

gdje je:  $\sigma_s$  – naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pukotine

$\alpha_e$  – omjer modula elastičnosti betona i armature

$f_{ct,eff}$  – efektivna vlačna čvrstoća betona, može se uzeti  $f_{ctm}$

$k_t$  – koeficijent kojim se uzima u obzir trajanje opterećenja  $\rightarrow k_t = 0.4$  za dugotrajno opterećenje

$\rho_{p,eff}$  – djelotvorni koeficijent armiranja glavnom vlačnom armaturom

Slika 4.28. Proračun pukotina

Armatura grede donja zona:  $2\text{Ø}14$  ( $A_s = 3.08 \text{ cm}^2$ )

$E_{cm} = 32.80 \text{ GPa} = 32\,800 \text{ MPa}$  – modul elastičnosti betona

$E_s = 200.0 \text{ GPa} = 200\,000 \text{ MPa}$  – modul elastičnosti armature

$f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$  – za betone klase C30/37

$k_t = 0.4$  – dugotrajno opterećenje



Proračun srednjeg razmaka pukotina:

$$S_{r,max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\emptyset}{\rho_{p,eff}}$$

$\emptyset = 6 \text{ mm}$  – promjer najdeblje šipke

$k_1 = 0.8$  - rebrasta armatura

$k_2 = 0.5$  - savijanje

$k_3 = 3.4$

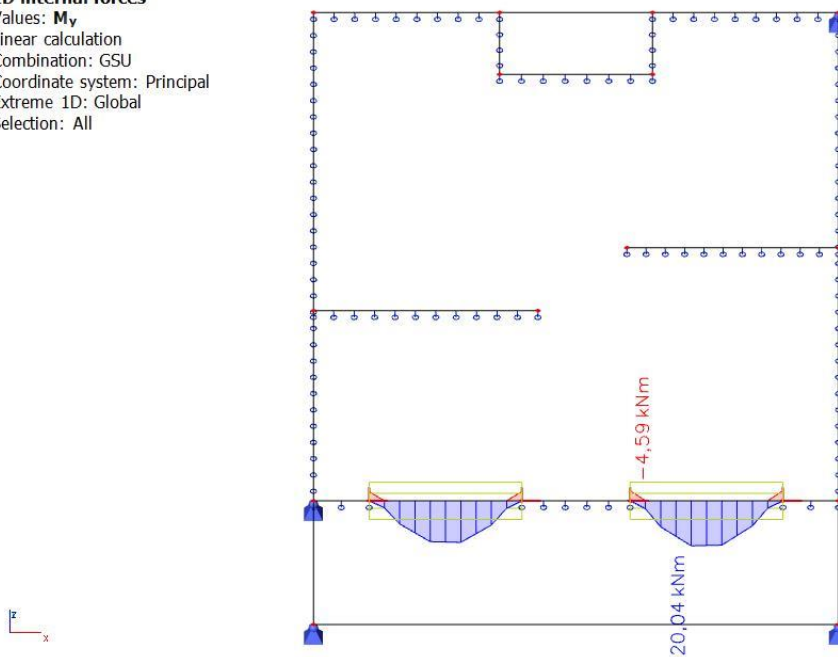
$k_4 = 0.425$

$c = 2.5 \text{ cm}$  – zaštitni sloj uzdužne armature

$$W_k = w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{s,m} - \varepsilon_{c,m}) \leq 0.300 \text{ mm}$$

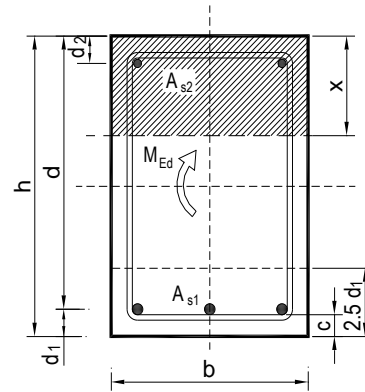
#### 1D internal forces

Values:  $M_y$   
 Linear calculation  
 Combination: GSU  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All



Slika 4.29.  $M_{Sd,y} \text{ (kN/m}^2\text{)} = \text{računski momenti savijanja u smjeru lokalnih osi za } q_{Sd} = 1.0G+1.0Q$

$b =$	25,0 cm	$d =$	53,0 cm	$h =$	58,0 cm
$f_{ck} =$	30,0 MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m <sup>2</sup>	$w_g =$	0,30 mm
$A_{s1} =$	3,08 cm <sup>2</sup>	$A_{s2} =$	3,08 cm <sup>2</sup>	$d_1 = d_2 =$	5,0 cm
$E_s =$	200,00 GN/m <sup>2</sup>	$E_{cm} =$	32,80 GN/m <sup>2</sup>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,10
$M_{Ed} =$	20,0 kNm	$k_t =$	0,40		
$\sigma_s =$	129,62 MN/m <sup>2</sup>				
$x =$	7,95 cm	$\rho_{p,eff} =$	0,0099		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,000025	$0,6 \cdot \sigma_s / E_s =$	0,000389		
$\varnothing =$	14,0 mm	$c =$	4,20 cm		
$k_1 =$	0,8	$k_2 =$	0,50		
$k_3 =$	3,4	$k_4 =$	0,43		
$s_{r,max} =$	384,28 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0,149 mm			$<$	$w_g$



Pukotine zadovoljavaju.

### 4.3. PRORAČUN ZIDOVA

Zgrada se svrstava u „jednostavne zidane zgrade“ ako zadovoljava sljedeće uvjete. Sigurnost kod navedenih zgrada ne zahtjeva obaveznu provjeru.

Jednostavne zidane zgrade trebaju zadovoljiti pravila:

- Potrebno je ograničiti broj dopuštenih katova  $n$  iznad temeljnog tla ovisno o umnošku  $a_g S$  za lokaciju i tip gradnje, te je obavezno predvidjeti nosive zidove u oba ortogonalna smjera čija je najmanja površina presjeka  $A_{\min}$  izražena kao najmanji postotak ukupne površine stropa po katu  $\rho A_{\min}$
- Uvjete koje treba zadovoljavati tlocrtni raspored zgrade:
  - Blizak pravokutnom obliku
  - Omjer duljine kraće i dulje stranice u tlocrtu ne smije biti manji od 0.25
  - Površina projekcije uvučenih dijelova pravokutnog oblika ne smije biti veća od 15%
- Uvjete koje trebaju zadovoljavati nosivi zidovi zgrade:
  - Potrebno je da je zgrada ukružena nosivim zidovima, koji su razmješteni u tlocrtu približno jednakomjerno u dva ortogonalna pravca
  - Potrebno je izvesti najmanje po dva paralelna zida u dva okomita smjera, duljina svakog zida mora biti veća od 30% duljine zgrade u promatranom smjeru
  - Potrebno je da udaljenost između tih zidova bude veća od 75% duljine zgrade u drugom smjeru, najmanje za zidove jednog smjera
  - Potrebno je da nosivi zidovi nose najmanje 75% vertikalnog djelovanja
  - Potrebno je da nosivi zidovi budu kontinuirani od vrha do temelja zgrade
- Potrebno je ograničiti razliku masa i razliku površina presjeka nosivih zidova susjednih katova, u oba horizontalna smjera, na maksimalno 20%

### 4.3.1. Proračun zidova na vertikalna opterećenja

#### Podaci za proračun zidova

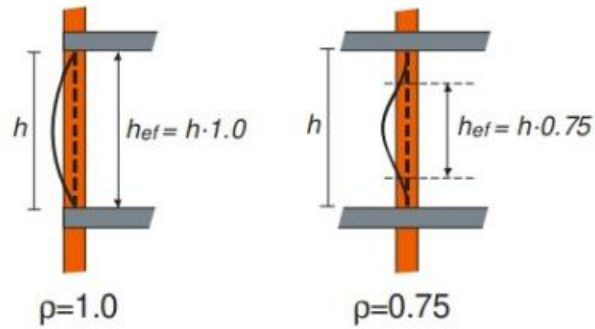
Vanjski i unutarnji nosivi zidovi su izvedeni od opeke. Karakteristike korištenih zidnih elemenata date su u nastavku:

- Dimenzije opeke:  $d \cdot \check{s} \cdot v = 37.5 \cdot 25 \cdot 23.8 \text{ cm}$
- Normalizirana tlačna čvrstoća bloka:  $f_b = 10.0 \text{ cm}$
- Grupa zidnih blokova: 2 ( $K = 0.45$ )
- Mort: M5 ( $f_m = 5.0 \text{ MPa}$ )
- Tlačna čvrstoća zida:  $f_k = K \cdot f_b^{0.7} \cdot f_m^{0.3} = 3.98 \text{ MPa}$
- Faktor smanjenja za vitkost i ekscentričnost:  $\Phi_s = 0.70$
- Parcijalni koeficijent sigurnosti za materijale:  $\Phi_M = 2.5$  (razred proizvodnje I., razred izvedbe B – zidni elementi kategorije II; zadani mort)
- Debljina nosivih zidova:  $t = 25.0 \text{ cm}$

Faktor smanjenja za vitkost i ekscentričnost  $\Phi$  računa se po formuli:

$$\Phi_s = 0.85 - 0.0011 \cdot \left(\frac{h_{eff}}{t_{eff}}\right)^2 \quad \rightarrow \quad \text{za unutarnje zidove}$$

$$\Phi_s = 1.3 - \frac{l_{eff}}{8} \leq 0.85 \quad \rightarrow \quad \text{za vanjske zidove}$$



Slika 4.30. Efektivna visina zida

	Materijali i ograničenja za zidne elemente							
	Skupina 1		Skupina 2		Skupina 3		Skupina 4	
	(svi materijali)	Zidni elementi	Vertikalne šupljine				Horizontalne šupljine	
Obujam svih šupljina (% od bruto obujma)	≤ 25	opečni	> 25; ≤ 55		≥ 25; ≤ 70		≥ 25; ≤ 70	
		vapneno silikatni	> 25; ≤ 55		ne upotrebljava se		ne upotrebljava se	
		betonski <sup>a</sup>	> 25; ≤ 60		> 25; ≤ 70		> 25; ≤ 50	
Obujam bilo koje šupljine (% od bruto obujma)	≤ 12,5	opečni	svaka od višestrukih šupljina ≤ 2 udubine za prihvat od ulupno 12,5		svaka od višestrukih šupljina ≤ 2 udubine za prihvat od ulupno 12,5		svaka od višestrukih šupljina ≤ 30	
		vapneno silikatni	svaka od višestrukih šupljina ≤ 15 udubine za prihvat od ulupno 30		ne upotrebljava se		ne upotrebljava se	
		betonski <sup>a</sup>	svaka od višestrukih šupljina ≤ 30 udubine za prihvat od ulupno 30		svaka od višestrukih šupljina ≤ 30 udubine za prihvat od ulupno 30		svaka od višestrukih šupljina ≤ 25	
Objavljene vrijednosti debljina i unutarnjih i vanjskih stjenki	nema zahtjeva		unutarnja stijenka	vanjska stijenka	unutarnja stijenka	vanjska stijenka	unutarnja stijenka	vanjska stijenka
		opečni	≥ 5	≥ 8	≥ 3	≥ 6	≥ 5	≥ 6
		vapneno silikatni	≥ 5	≥ 10	ne upotrebljava se		ne upotrebljava se	
	betonski <sup>a</sup>	≥ 15	≥ 18	≥ 15	≥ 15	≥ 20	≥ 20	
Objavljene vrijednosti debljina i unutarnjih i vanjskih stjenki	nema zahtjeva	opečni	≥ 16		≥ 12		≥ 12	
		vapneno silikatni	≥ 20		ne upotrebljava se		ne upotrebljava se	
		betonski <sup>a</sup>	≥ 18		≥ 15		≥ 45	

<sup>a</sup> Kombinirana debljina je debljina unutarnje stijenke i vanjske stijenke mjerena horizontalno u odgovarajućem smjeru. Ovu provjeru treba shvatiti kao kvalifikacijsko ispitivanje koje treba ponoviti u slučaju glavnih promjena dimenzija zidnih elemenata.

<sup>b</sup> U slučaju stožastih ili čeljustih šupljina treba računati sa srednjom vrijednosti debljine vanjskih i unutarnjih stjenki.

Tablica 1. Materijali i ograničenja za zidne elemente

Zidni elementi		Mort opće namjene	Tankoslojni mort (horiz. sljubnica ≥ 0,5 mm i ≤ 3 mm)	Lagani mort obujamske mase	
				600 ≤ ρ <sub>d</sub> ≤ 800 kg/m <sup>3</sup>	800 < ρ <sub>d</sub> ≤ 1300 kg/m <sup>3</sup>
Opečni	Skupina 1	0,55	0,75	0,30	0,40
	Skupina 2	0,45	0,70	0,25	0,30
	Skupina 3	0,35	0,50	0,20	0,25
	Skupina 4	0,35	0,35	0,20	0,25
Vapneno-silikatni	Skupina 1	0,55	0,80	‡	‡
	Skupina 2	0,45	0,65	‡	‡
Betonski	Skupina 1	0,55	0,80	0,45	0,45
	Skupina 2	0,45	0,65	0,45	0,45
	Skupina 3	0,40	0,50	‡	‡
	Skupina 4	0,35	‡	‡	‡
Porasti beton	Skupina 1	0,55	0,80	0,45	0,45
Umjetni kamen	Skupina 1	0,45	0,75	‡	‡
Obrađeni prirodni kamen	Skupina 1	0,45	‡	‡	‡

‡ Kombinacija morta i zidnih elemenata koja se obilno ne upotrebljava pa vrijednosti nisu dane.

Tablica 2. Konstanta K za mort opće namjene, tankoslojni mort i lagani mort

	Materijal	$\gamma_{st}$		
		Razred izvedbe		
		1	2	3
<b>Zide izvedeno od:</b>				
A	zidnih elemenata I. kategorije i projektiranog morta <sup>a</sup>	1,5	2,0	2,5
B	zidnih elemenata I. kategorije i morta zadanog sastava <sup>b</sup>	1,7	2,2	2,7
C	zidnih elemenata II. kategorije i bilo kojeg morta <sup>a,b,c</sup>	2,0	2,5	3,0
<b>Čelični dijelovi</b>				
D	sidra od čelika za armiranje	1,7	2,2	2,7
E	čelik za armiranje i čelik za prednapinjanje	1,15		
F	pomoćni dijelovi <sup>c,d</sup>	1,7	2,2	2,7
<b>Nadvoji</b>				
G	nadvoji u skladu s normom HRN EN 845-2	1,5 do 2,5		
<sup>a</sup> Zahtjevi za projektirani mort dani su u normama HRN EN 998-2 i HRN EN 1996-2. <sup>b</sup> Zahtjevi za mort zadanog sastava dani su u normama HRN EN 998-2 i HRN EN 1996-2. <sup>c</sup> Objavljene vrijednosti su srednje vrijednosti. <sup>d</sup> Pretpostavlja se da su sljubnice za sprečavanje vlage obuhvaćene koeficijentom $\gamma_{st}$ za zide. <sup>e</sup> Vrijedi ako koeficijent varijacije zidnih elemenata II. kategorije nije veći od 25 %.				

Značenje razreda izvedbe:

a) razred izvedbe 1

Izvođač ima certifikat prema normi HRN EN ISO 9001 i/ili potvrđen sustav kontrole kvalitete izvođenja za građevinu koju izvodi.

Izvođač ugrađuje samo materijale koji imaju isprave o sukladnosti.

Investitor mora omogućiti nadzor u ime investitora.

b) razred izvedbe 2

Izvođač ugrađuje samo materijale koji imaju isprave o sukladnosti.

Investitor mora omogućiti nadzor u ime investitora.

c) razred izvedbe 3

Izvođač ugrađuje samo materijale koji imaju isprave o sukladnosti.

Tablica 3. *Parcijalni koeficijent sigurnosti za materijale*

U proračunu zidova na vertikalna opterećenja dokazuje se da je  $N_{Ed} < N_{Rd}$ , pri čemu je:

$$N_{Ed} = 1.35 \cdot N_g + 1.5 \cdot N_q \quad \rightarrow \quad \text{računska uzdužna sila}$$

$$N_{Rd} = \frac{\Phi_{l,m} \cdot A \cdot f_k}{\gamma_M} \quad \rightarrow \quad \text{računska nosivost na uzdužnu silu}$$

U proračunu zidova na vertikalna djelovanja dokazuje se da je:  $N_{Ed} < N_{Rd}$

Proračun se provodi tablično kao što je prikazano u nastavku, gdje su:

L – računski duljina zida (m)

t – debljina zida (m)

g – stalno opterećenje na jednoj međukatnoj konstrukciji

q – promjenjivo opterećenje na jednoj međukatnoj konstrukciji

$g_z$  – vlastita težina zida:  $g_{zida} = t \cdot \Phi_z + g_{zbuke} = 0.25 \cdot 10.0 + 0.50 = 3.00 \text{ kN/m}^2$

L' i b' - utjecajna duljina i širina međukatne ploče koja se oslanja na zid (m)

N – broj etaža (broj međukatnih ploča)

$N_g$  – vertikalno stalno djelovanje:  $N_g = (g \cdot L' \cdot b' + g_z \cdot h) \cdot n$

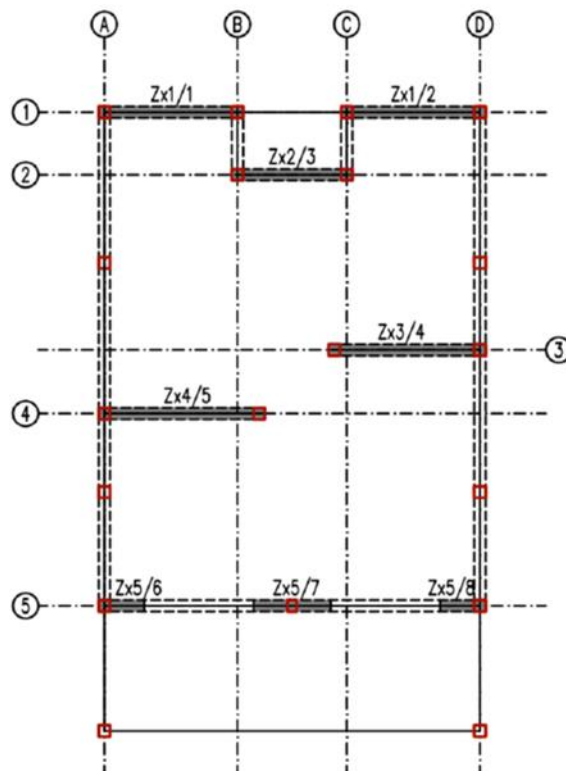
$N_q$  – vertikalno promjenjivo djelovanje:  $N_q = (q \cdot L' \cdot b') \cdot n$

o – duljina otvora (m)

$A_z$  – računski površina zida:  $A_z = (L - o) \cdot t$  (m)

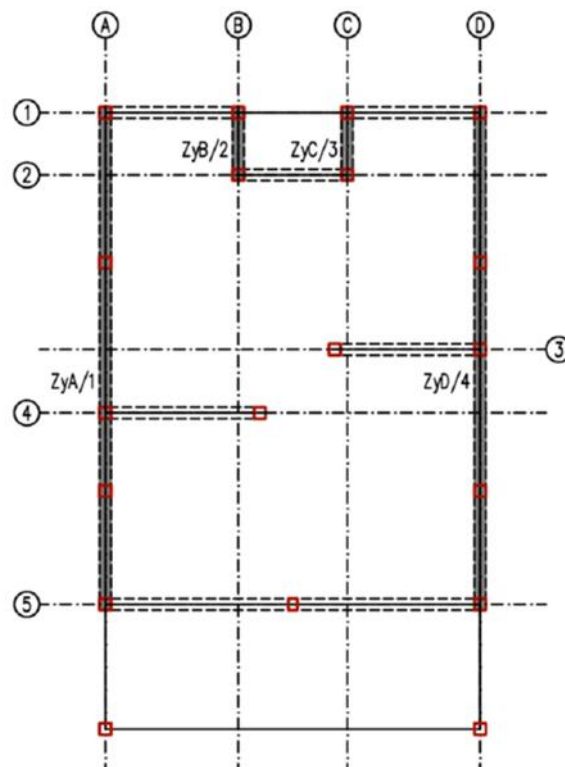


X smjer:



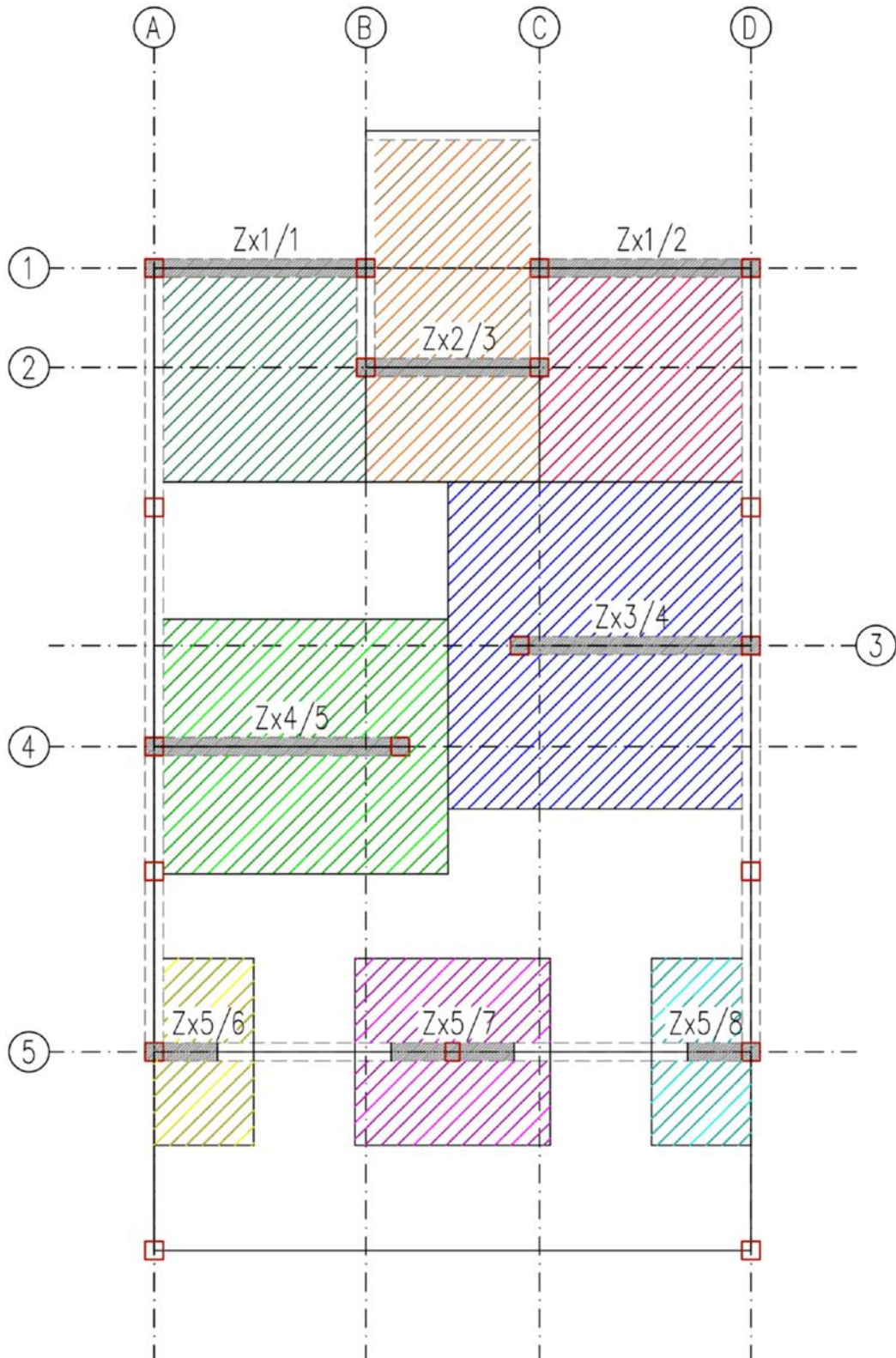
Slika 4.31. Prikaz zidova za x smjer

Y smjer:



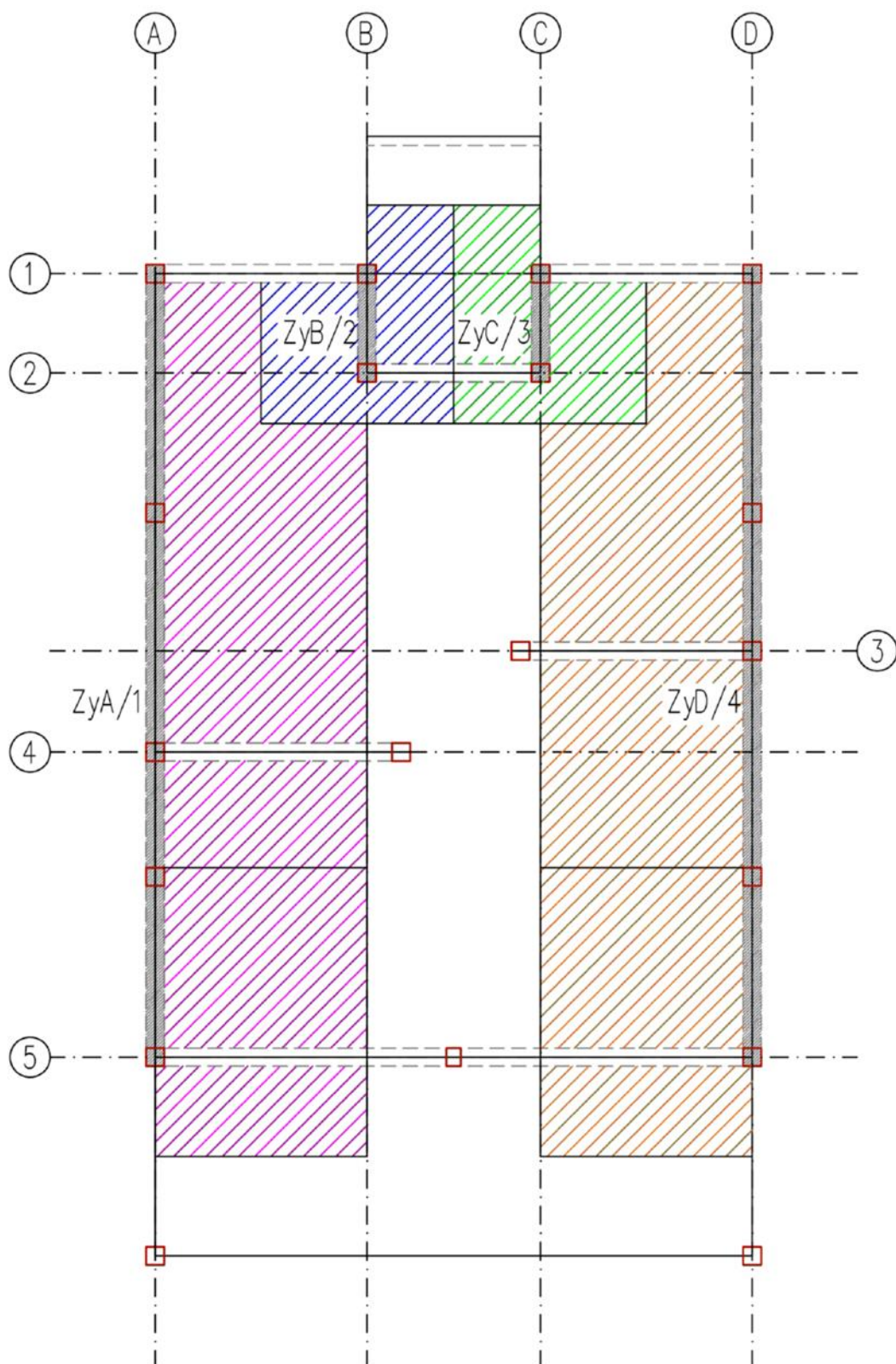
Slika 4.32. Prikaz zidova za y smjer

X smjer:



Slika 4.33. Karakteristične površine za x smjer

Y smjer:



Slika 4.34. Karakteristične površine za y smjer

## Dokaz mehaničke otpornosti zida i stupova na vertikalna djelovanja (EN 1996-3)

$h = 2,90 \text{ m}$  = katna visina  
 $\gamma_M = 2,50$  = parcijalni faktor sigurnosti za zide  
 $f_k = 3,98 \text{ MPa}$  = tlačna čvrstoća zida  
 $\gamma_c = 1,50$  = parcijalni faktor sigurnosti za beton  
 $f_{c,k} = 25,0 \text{ MPa}$  = tlačna čvrstoća betona  
 $n = 2$  = broj etaža

$$N_{Ed} = 1,3N_g + 1,5N_q \quad N_{Rd} = \Phi f_d A$$

zid / stup	dimenzije zida i otvora				ploha utjecaja				opt. međukatne k.				opt. krov		vertikalno djelovanje $N_q$ [kN]	vertikalno djelovanje $N_g$ [kN]	računsko vert. djel. $N_{Ed}$ [kN]	koef. vitkosti $\Phi$	računska nosivost $N_{Rd}$ [kN]	$N_{Ed}/N_{Rd}$ [%]
	debljina zida [m]	dujina zida L [m]	dujina otvora o [m]	neto pov. zida/stupa A <sub>i</sub> [m <sup>2</sup> ]	ujecajna dujina L' [m]	ujecajna širina B' [m]	stano opter. g [kN/m <sup>2</sup> ]	promj. opter. q [kN/m <sup>2</sup> ]	stano opter. g [kN/m <sup>2</sup> ]	promj. opter. q [kN/m <sup>2</sup> ]	stano opter. g [kN/m <sup>2</sup> ]	promj. opter. q [kN/m <sup>2</sup> ]	vi. težina zida/stupa [kN/m <sup>3</sup> ]							
zx1/1	0,25	2,93	1,20	0,43	2,93	2,90	6,8	2,0	8,3	1,0	1,0	8,3	12,0	88	25	157	0,85	585	27	
zx1/2	0,25	2,93	0,00	0,73	2,93	2,90	6,8	2,0	8,3	1,0	1,0	8,3	12,0	109	25	185	0,85	991	19	
zx2/3	0,25	2,40	1,20	0,30	2,40	4,80	6,8	2,0	8,3	1,0	1,0	8,3	12,0	162	35	270	0,85	406	67	
zx3/4	0,25	3,20	0,00	0,80	4,10	4,50	6,8	2,0	8,3	1,0	1,0	8,3	12,0	348	55	553	0,77	981	56	
zx4/5	0,25	3,40	0,00	0,85	4,00	3,50	6,8	2,0	8,3	1,0	1,0	8,3	12,0	332	42	511	0,85	1150	44	
zx5/6	0,25	0,88	0,00	0,22	1,38	2,59	6,8	2,0	8,3	1,0	1,0	8,3	12,0	86	11	132	0,85	298	44	
zx5/7	0,25	1,70	0,00	0,43	2,70	2,59	6,8	2,0	8,3	1,0	1,0	8,3	12,0	166	21	255	0,85	575	44	
zx5/8	0,25	0,88	0,00	0,22	1,38	2,59	6,8	2,0	8,3	1,0	1,0	8,3	12,0	85	11	131	0,85	296	44	

Tablica 4. Proračun u x smjeru

### Dokaz mehaničke otpornosti zida i stupova na vertikalna djelovanja (EN 1996-3)

$h = 2,90 \text{ m}$  = katna visina  
 $\gamma_M = 2,50$  = parcijalni faktor sigurnosti za zide  
 $f_k = 3,98 \text{ MPa}$  = tlačna čvrstoća zida  
 $\gamma_c = 1,50$  = parcijalni faktor sigurnosti za beton  
 $f_{c,k} = 25,0 \text{ MPa}$  = tlačna čvrstoća betona  
 $n = 2$  = broj etaža

$$N_{Ed} = 1.3N_g + 1.5N_q \quad N_{Rd} = \Phi f_d A$$

zid / stup	dimenzije zida i otvora			ploha uijećaja		opt. međukatne k.		opt. krov		vertikalno djelovanje $N_g$ [kN]	vertikalno djelovanje $N_q$ [kN]	računsko vert. djel. $N_{Ed}$ [kN]	koef. vifkosti $\Phi$	računska nosivost $N_{Rd}$ [kN]	$N_{Ed}/N_{Rd}$ [%]
	debljina zida [m]	dujina zida [m]	dujina otvora [m]	neto pov. zida/stupa $A_i$ [m <sup>2</sup> ]	ujječajna dujina $L'$ [m]	ujječajna širina $B'$ [m]	stalno opter. $g$ [kN/m <sup>2</sup> ]	promj. opter. $q$ [kN/m <sup>2</sup> ]	stalno opter. $g$ [kN/m <sup>2</sup> ]						
zyA/1	0,25	10,85	0,00	2,71	12,10	2,80	6,8	2,0	8,3	1,0	419	102	0,85	3671	20
zyB/2	0,25	1,38	0,00	0,35	2,70	2,70	6,8	2,0	8,3	1,0	74	22	0,85	467	28
zyC/3	0,25	1,38	0,00	0,35	2,70	2,70	6,8	2,0	8,3	1,0	146	22	0,85	467	49
zyD/4	0,25	10,85	3,20	1,91	12,10	2,80	6,8	2,0	8,3	1,0	763	102	0,77	2344	50

Tablica 5.

Proračun u y smjeru

### 4.3.2. Proračun zidova na djelovanje potresa

Ulazni podaci:

- Zona seizmičnosti: VIII ( $a_g = 0.20$ ) – područje otoka Korčule
- Kategorija tla: A (stijena)  $\rightarrow S = 1.0$  (faktor tla)
- Tip spektra: 2
- Broj katova: 2
- Visina kata: 2.9 m

#### Proračun sile od potresa

$$T_1 = C_t \cdot H^{\frac{3}{4}}$$

$$H = 6.30 \text{ m}$$

$$C_t = 0.050 \text{ ili } C_t = 0.075 \cdot \sqrt{A_c}; A_c = \sum \left( 0.2 + \left( \frac{l_{wt}}{H} \right)^2 \right)$$

gdje je:  $T_1$  – osnovni period vibracije zgrade

$H$  – ukupna visina zgrade

$A_c$  – ukupna efektivna površina zidova prvog kata zgrade

$A_i$  – efektivna površina poprečnog presjeka i-tog zida prvog kata u  $m^2$

$L_{wi}$  – dužina i-tog zida 1. kata zgrade u pravcu paralelnom sa traženom silom

$$T_1 = C_t \cdot H^{\frac{3}{4}} = 0.050 \cdot 6.3^{\frac{3}{4}} = 0.20 \text{ s} \rightarrow T_b < T_1 < T_c$$



Ukupna sila od potresa:

$$F_b = S_d(T_1) \cdot m \cdot \lambda$$

gdje je:  $S_d(T_1)$  – ordinata računskog spektra za period  $T_1$

$m$  – ukupna masa

$\lambda$  – korekcijski faktor  $\rightarrow \lambda = 0.85$  za  $T_1 < 2T_c$  i više od 2 kata,  $\lambda = 1.0$  za ostalo

$$S_d(T_1) = \alpha_g \cdot S \cdot \frac{\beta_0}{q} = 0.20 \cdot 9.81 \cdot 1.0 \cdot \frac{2.5}{2.5} = 1.97 \text{ m/s}^2$$

gdje je:  $\alpha_g = 0.20 \text{ m/s}^2$ ;  $S = 1.0$ ;  $\beta_0 = 2.5$

$q$  – faktor ponašanja zida  $\rightarrow q = 2.5$

ZID	Debljina t (m)	Duljina L (m)	Visina otvora uz zid h (m)	L/h (mora biti $\geq 0.3$ )	Površina t*L (m <sup>2</sup> )
zx1/1	0.25	2.93	1.20	2.45	0.73
zx1/2	0.25	2.93	0.00	0.00	0.73
zx2/3	0.25	2.40	2.20	1.09	0.60
zx3/4	0.25	3.20	0.00	0.00	0.80
zx4/5	0.25	3.40	0.00	0.00	0.85
zx5/6	0.25	0.88	0.00	0.00	0.22
zx5/7	0.25	1.70	0.00	0.00	0.43
zx5/8	0.25	0.88	0.00	0.00	0.22
				$A_x$	4.58
				$A_{brutto}$ (m <sup>2</sup> )	118
				$P_{Ax} = 3.89\% > P_{Ax, min} = 3\%$	

Tablica 6. Postotak površine poprečnih presjeka zidova u x smjeru

ZID	Debljina t (m)	Duljina L (m)	Visina otvora uz zid h (m)	L/h (mora biti $\geq 0.3$ )	Površina t*L (m <sup>2</sup> )
zyA/1	0.25	10.85	0.00	0.00	2.71
zyB/2	0.25	1.38	0.00	0.00	0.35
zyC/3	0.25	1.38	0.00	0.00	0.35
zyD/4	0.25	10.85	1.20	9.04	2.71
				$A_x$	6.12
				$A_{brutto}$ (m <sup>2</sup> )	118
				$P_{Ax} = 5.19\% > P_{Ax, min} = 3\%$	

Tablica 7. Postotak površine poprečnih presjeka zidova u y smjeru

W = računska težina zgrade

2. ETAŽA I POZ 200:

$$\text{POZ 200: } (g + \varphi \cdot \psi_{2i} \cdot q) \cdot A = (8.3 + 1.0 \cdot 0.3 \cdot 1.0) \cdot 118 = 1014.8 \text{ kN}$$

$$\text{Grede 200: } b \cdot h \cdot L_{uk} \cdot \gamma_c = 0.25 \cdot 0.58 \cdot 4.8 \cdot 25 = 17.4 \text{ kN}$$

$$\text{Horizontalni serklaži: } b \cdot h \cdot L_{uk} \cdot \gamma_c = 0.25 \cdot 0.38 \cdot 42.75 \cdot 25 = 101.54 \text{ kN}$$

$$\text{Vertikalni serklaži: } n \cdot b \cdot h \cdot H \cdot \gamma_c = 17 \cdot 0.25 \cdot 0.25 \cdot 2.60 \cdot 25 = 69.07 \text{ kN}$$

$$\text{Zidovi 2. etaže: } g_z \cdot h_z \cdot L_{uk} = 3 \cdot (2.88 + 0.5) \cdot 42.75 = 433.49 \text{ kN}$$

$$W_2 = 1636.3 \text{ kN}$$

1. ETAŽA I POZ 100:

$$\text{POZ 100: } (g + \varphi \cdot \psi_{2i} \cdot q) \cdot A = (6.8 + 1.0 \cdot 0.3 \cdot 2.0) \cdot 86.22 = 638.03 \text{ kN}$$

$$(g + \varphi \cdot \psi_{2i} \cdot q) \cdot A = (6.8 + 1.0 \cdot 0.3 \cdot 4.0) \cdot 31.58 = 252.64 \text{ kN}$$

$$\text{Grede 100: } b \cdot h \cdot L_{uk} \cdot \gamma_c = 0.25 \cdot 0.58 \cdot 4.8 \cdot 25 = 17.4 \text{ kN}$$

$$\text{Horizontalni serklaži: } b \cdot h \cdot L_{uk} \cdot \gamma_c = 0.25 \cdot 0.38 \cdot 42.75 \cdot 25 = 101.54 \text{ kN}$$

$$\text{Vertikalni serklaži: } n \cdot b \cdot h \cdot H \cdot \gamma_c = 17 \cdot 0.25 \cdot 0.25 \cdot 2.60 \cdot 25 = 69.07 \text{ kN}$$

$$\text{Zidovi 1. etaže: } g_z \cdot h_z \cdot L_{uk} = 3 \cdot 2.88 \cdot 42.75 = 369.36 \text{ kN}$$

$$W_1 = 1448.04 \text{ kN}$$



Izračun težina koncentriranih na razinama međukatnih konstrukcija:

$$W_{200} = \frac{W_2}{2} = \frac{1636.3}{2} = 818.15 \text{ kN}$$
$$W_{100} = \frac{W_2 + W_1}{2} = \frac{1636.3 + 1448.04}{2} = 1542.17 \text{ kN}$$

Ukupna računska težina zgrade:

$$W = 818.15 + 1542.17 = 2360.32 \text{ kN}$$

Ukupna računska masa zgrade:

$$m = \frac{W}{g} = \frac{2360.32}{9.81} = 240.60 \text{ t}$$

Specifična računska težina zgrade:

$$m_{spec} = \frac{W}{A_{uk}} = \frac{2360.32}{118 + 123.05} = 9.80 \text{ kN/m}^2$$

Ukupna potresna sila iznosi:

$$F_b = S_d(T_1) \cdot m = 1.97 \cdot 240.60 = 474.00 \text{ kN}$$

Razdioba potresne sile po zidovima

Ukupna potresna poprečna sila:

$$V_{Ed} = 474.00 \text{ kN}$$

$$F_{b,i} = F_b \cdot \frac{W_i \cdot h_i}{\sum W_i \cdot h_i}$$

gdje su:  $F_{b,i}$  – potresna sila na svakom pojedinom katu

$F_b$  – potresna poprečna sila

$W_i$  – računaska težina

$h_i$  – katna visina

$$\sum W_i \cdot h_i = 1542.17 \cdot 2.9 \cdot 1 + 818.15 \cdot 2.9 \cdot 2 = 9217.60 \text{ kNm}$$

$$F_{b,100} = 474.00 \cdot \frac{1542.17 \cdot 2.9 \cdot 1}{9217.60} = 230.00 \text{ kN}$$

$$F_{b,200} = 474.00 \cdot \frac{818.15 \cdot 2.9 \cdot 2}{9217.60} = 244.02 \text{ kN}$$

---


$$= 474.02 \text{ kN}$$

Ukupni moment savijanja:

$$M_{Ed} = \sum F_{b,i} \cdot h_i$$

$$M_{Ed} = (230.00 \cdot 2.9 \cdot 1) + (244.02 \cdot 2.9 \cdot 2) = 2082.32 \text{ kNm}$$

Dokaz nosivosti

Podaci za proračun zidova:

- Tlačna čvrstoća zida:  $f_k = 3.98 \text{ MPa}$
- Parcijalni koeficijent sigurnosti za materijale:  $\Phi_M = 2.5$  (razred proizvodnje I., razred izvedbe B – zidni elementi kategorije II; zadani mort)
- Karakteristična posmična čvrstoća:  $f_{vk} = f_{vk,0} + 0.4 \cdot \sigma_d$ , ali ne veće od  $0.065f_b = 0.65 \text{ MPa}$  (u proračunu je uzeta karakteristična posmična čvrstoća od  $0.65 \text{ MPa}$ )

U proračunu zidova na potres dokazuje se da je:

$$V_{Ed} < V_{Rd}$$

Računska poprečna sila:  $V_{Ed} = V_{Ed} \cdot \gamma_I = V_{Ed} \cdot 1.00$

Računska nosivost na poprečnu silu:  $V_{Rd} = f_{vk} \cdot \frac{A}{\gamma_M}$

$$F_{Ed} < F_{Rd}$$

Računska tlačna sila:  $F_d = \frac{M_{Ed}}{z}$

Računska vlačna sila:  $F_s = \frac{M_{Ed}}{z}$

Računski moment savijanja:

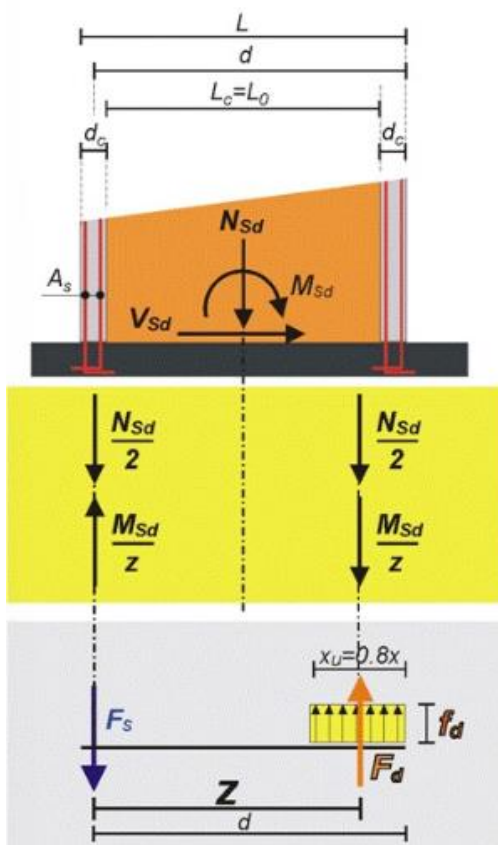
$$M_{Ed} = M_{Ed} \cdot \gamma_I = M_{Ed} \cdot 1.00$$

$z$  – krak unutarnjih sila

...te se izračunava potrebna površina armature

vertikalnih serklaža:  $A_{s1} = \frac{\left(\frac{M_{Ed}}{z} - \frac{N_{Ed}}{2}\right)}{f_{yd}} \text{ [cm}^2\text{]}$

Računska uzdužna sila:  $N_{Ed} = N_g \cdot \varphi \cdot \psi_{21}$



Slika 4.35. Raspodjela potresnih sila

U nastavku je prikazan tablični proračun potresne otpornosti zidova u dva međusobno okomita smjera.

Za zidove sa negativnom potrebnom armaturom usvajamo minimalnu potrebnu armaturu.

**Proračun sila od potresa**

- $V_{ed} = 568,7$  kN = ukupna poprečna sila od potresa
- $M_{ed} = 2151,9$  kNm = ukupan moment od potresa
- $E = 3980,7$  MPa = modul elastičnosti
- $G = 664,7$  MPa = modul posmika
- $f_k = 3,98$  MPa = tlačna čvrstoća zida
- $f_{vk} = 0,65$  MPa = posmična čvrstoća zida
- $\gamma_M = 2,50$  = parcijalni faktor sigurnosti za zide
- $\gamma_s = 1,15$  = parcijalni faktor sigurnosti za armaturu

$$K_{e,ov.} = K_e \cdot k_J$$

$$k_J = \left( I - \frac{t \cdot \Sigma I_t}{0,85 A} \right)$$

$$K_e = \frac{GA}{1,2 h \left[ I + \alpha \frac{G}{E} \left( \frac{h}{L} \right)^2 \right]}$$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Zid	debljina zida t [m]	duljina zida L [m]	površina zida A [m <sup>2</sup> ]	Σ dužina otvora Li [m]	visina zida H [m]	k1	početna krutost K <sub>e,ov.</sub> [MN/m]	moment od potresa M <sub>ed</sub> [kNm]	poprečna sila od potresa V <sub>sd</sub> [kN]	stalno djelovanje N <sub>G</sub> [kN]	promjenjivo djelovanje N <sub>Q</sub> [kN]	računska vert. sila N <sub>sd</sub> [kN]	stat visina d [m]	krak unut. sila z [m]	računsko djelovanje F <sub>sd</sub> [kN]	dužina tlačne zone xu [m]	računska nosivost V <sub>red</sub> [kN]	računska nosivost F <sub>m,red</sub> [kN]	V <sub>sd</sub> /N <sub>red</sub> [%]	F <sub>sd</sub> /F <sub>red</sub> [%]	Armat. As [cm <sup>2</sup> ]
zx1/1	0,25	2,93	0,73	1,20	2,90	0,52	11,0	407	108	88,0	25,0	95,5	2,8	2,24	229,1	1,12	190,5	1116,4	56,5	20,5	3,1
zx1/2	0,25	2,93	0,73	0,00	2,90	1,00	11,0	407	108	109,0	25,0	116,5	2,8	2,24	239,6	1,12	190,5	1116,4	56,5	21,5	2,8
zx2/3	0,25	2,4	0,60	1,2	2,90	0,41	6,8	250	66	162,0	35,0	172,5	2,3	1,82	223,4	0,91	156,0	905,5	42,3	24,7	1,2
zx3/4	0,25	3,2	0,80	0	2,90	1,00	13,5	500	132	348,0	55,0	364,5	3,1	2,46	385,4	1,23	208,0	1223,9	63,5	31,5	0,5
zx4/5	0,25	3,40	0,85	0	2,90	1,00	15,5	573	151	332,0	42,0	344,6	3,3	2,62	391,1	1,31	221,0	1303,5	68,6	30,0	1,1
zx5/6	0,25	0,88	0,22	0	2,90	1,00	0,88	0,4	15	86	11,0	89,3	0,8	0,60	70,2	0,30	57,2	300,5	7,1	23,4	-0,4
zx5/7	0,25	1,70	0,43	0	2,90	1,00	2,7	100	27	166,0	21,0	172,3	1,6	1,26	165,9	0,63	110,5	626,9	24,0	26,5	-0,1
zx5/8	0,25	0,88	0,22	0	2,90	1,00	0,4	15	4	85	11,0	88,3	0,8	0,60	69,7	0,30	57,2	300,5	7,1	23,2	-0,4
							56,3	2152													

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Zid	debljina zida t [m]	duljina zida L [m]	površina zida A [m <sup>2</sup> ]	Σ dužina otvora Li [m]	visina zida H [m]	k1	početna krutost K <sub>e,ov.</sub> [MN/m]	moment od potresa M <sub>ed</sub> [kNm]	poprečna sila od pot. V <sub>sd</sub> [kN]	stalno djelovanje N <sub>G</sub> [kN]	promjenjivo djelovanje N <sub>Q</sub> [kN]	računska vert. sila N <sub>sd</sub> [kN]	stat visina d [m]	krak unut. sila z [m]	računsko djelovanje F <sub>sd</sub> [kN]	dužina tlačne zone xu [m]	računska nosivost V <sub>red</sub> [kN]	računska nosivost F <sub>m,red</sub> [kN]	V <sub>sd</sub> /N <sub>red</sub> [%]	F <sub>sd</sub> /F <sub>red</sub> [%]	Armat. As [cm <sup>2</sup> ]
zyA/1	0,25	10,85	2,71	0	2,90	1,00	111,8	1061	281	419,0	102,0	449,6	10,7	8,58	348,5	4,29	705,3	4268,6	39,8	8,2	-2,3
zyB/2	0,25	1,38	0,35	0	2,90	1,00	1,5	14	4	74,0	22,0	80,6	1,3	1,00	54,7	0,50	89,7	499,5	4,3	11,0	-0,6
zyC/3	0,25	1,38	0,35	0	2,90	1,00	1,5	14	4	146,0	22,0	152,6	1,3	1,00	90,7	0,50	89,7	499,5	4,3	18,2	-1,4
zyD/4	0,25	10,85	2,71	3,2	2,90	0,65	111,8	1061	281	763,0	102,0	793,6	10,7	8,58	520,5	4,29	705,3	4268,6	39,8	12,2	-6,3
							226,7	2152													

Tablica 8. Proračun u x i y smjeru

## 4.4. PRORAČUN TEMELJA

### 4.4.1. Proračun temelja na vertikalno djelovanje (lokalni proračun)

#### Proračun temelja na vertikalno djelovanje (Lokalni proračun)

$\sigma_{Rd} = 600 \text{ kPa}$  = računska nosivost tla (zadano zadatkom)

Temeljna traka	širina temelja b [m]	duljina temelja L [m]	vlastita	vlastita	stalno	promjenjivo	računska vert. sila $N_{Sd}$ [kN]	računska nosivost $\sigma_{Ed}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{Ed}/\sigma_{Rd}$ [%]
			težina temelja $N_{g,tem}$ [kN]	težina nadt. zida $N_{g,zid}$ [kN]	djelovanje $N_G$ [kN]	djelovanje $N_Q$ [kN]			
T1-1/1	0,50	2,93	18,31	9,16	88,0	25,0	193,4	132,0	22,0
T1-1/2	0,50	2,93	18,31	9,16	109,0	25,0	221,7	151,4	25,2
T1-2/3	0,50	2,40	15,00	7,50	162,0	35,0	301,6	251,3	41,9
T1-3/4	0,50	3,20	20,00	10,00	348,0	55,0	592,8	370,5	61,8
T1-4/5	0,50	3,40	21,25	10,63	332,0	42,0	554,2	326,0	54,3
T1-A/1	0,50	8,23	51,41	25,70	297,0	68,0	607,0	147,6	24,6
T1-B/2	0,50	1,38	8,63	4,31	74,0	22,0	150,4	217,9	36,3
T1-C/3	0,50	1,38	8,63	4,31	146,0	22,0	247,6	358,8	59,8
T1-D/4	0,50	8,23	51,41	25,70	504,0	68,0	886,5	215,6	35,9
			2455,44	1040,84	$\Sigma N_{Sd,i} = 25541,7 \text{ kN}$				

### 4.4.2. Proračun temelja na djelovanje potresa (globalni proračun)

Ukupna sila od potresa:

$$F_b = S_d(T_1) \cdot m \cdot \lambda$$

gdje je:  $S_d(T_1)$  – ordinata računskog spektra za period  $T_1$

$m$  – ukupna masa

$\lambda$  – korekcijski faktor  $\rightarrow \lambda = 0.85$  za  $T_1 < 2T_c$  i više od 2 kata,  $\lambda = 1.0$  za ostalo

$\alpha_g = 0.20 \text{ m/s}^2$ ;  $S = 1.0$ ;  $\beta_0 = 2.5$

$q$  – faktor ponašanja zida  $\rightarrow q = 2.5$

$$S_d(T_1) = \alpha_g \cdot S \cdot \frac{\beta_0}{q} = 0.20 \cdot 9.81 \cdot 1.0 \cdot \frac{2.5}{2.5} = 1.97 \text{ m/s}^2$$

W = računska težina zgrade na dijelu iznad temelja

2. ETAŽA I POZ 200:

$$\text{POZ 200: } (g + \varphi \cdot \psi_{2i} \cdot q) \cdot A = (8.3 + 1.0 \cdot 0.3 \cdot 1.0) \cdot 71 = 610.60 \text{ kN}$$

$$\text{Horizontalni serklaži: } b \cdot h \cdot L_{uk} \cdot \gamma_c = 0.25 \cdot 0.38 \cdot 34.05 \cdot 25 = 80.87 \text{ kN}$$

$$\text{Vertikalni serklaži: } n \cdot b \cdot h \cdot H \cdot \gamma_c = 12 \cdot 0.25 \cdot 0.25 \cdot 2.60 \cdot 25 = 48.75 \text{ kN}$$

$$\text{Zidovi 2. etaže: } g_z \cdot h_z \cdot L_{uk} = 3 \cdot (2.88 + 0.5) \cdot 34.05 = 345.27 \text{ kN}$$

$$W_2 = 1085.49 \text{ kN}$$

1. ETAŽA I POZ 100:

$$\text{POZ 100: } (g + \varphi \cdot \psi_{2i} \cdot q) \cdot A = (6.8 + 1.0 \cdot 0.3 \cdot 2.0) \cdot 64.56 = 477.74 \text{ kN}$$

$$(g + \varphi \cdot \psi_{2i} \cdot q) \cdot A = (6.8 + 1.0 \cdot 0.3 \cdot 4.0) \cdot 7.86 = 62.88 \text{ kN}$$

$$\text{Horizontalni serklaži: } b \cdot h \cdot L_{uk} \cdot \gamma_c = 0.25 \cdot 0.38 \cdot 34.05 \cdot 25 = 80.87 \text{ kN}$$

$$\text{Vertikalni serklaži: } n \cdot b \cdot h \cdot H \cdot \gamma_c = 12 \cdot 0.25 \cdot 0.25 \cdot 2.60 \cdot 25 = 48.75 \text{ kN}$$

$$\text{Zidovi 1. etaže: } g_z \cdot h_z \cdot L_{uk} = 3 \cdot 2.88 \cdot 34.05 = 294.20 \text{ kN}$$

$$W_1 = 964.44 \text{ kN}$$

Računska nosivost tla:  $\sigma_{dop} = 600 \text{ kPa}$

Težina nadtemeljnog zida:  $G_{ntz} = A_{ntz} \cdot h_{ntz} \cdot \gamma_B = 8.52 \cdot 0.25 \cdot 25 = 53.25 \text{ kN}$

Težina temelja:  $G_{tem} = A_{tem} \cdot h_{tem} \cdot \gamma_B = 17.03 \cdot 0.5 \cdot 25 = 212.88 \text{ kN}$

Ukupna težina građevine:

$$G = W_1 + W_2 + G_{tem} + G_{ntz} = 964.44 + 1085.49 + 212.88 + 53.25 = 2316.06 \text{ kN}$$

Ukupna masa građevine:  $m = \frac{W}{g} = \frac{2316.06}{9.81} = 236.10 \text{ t}$

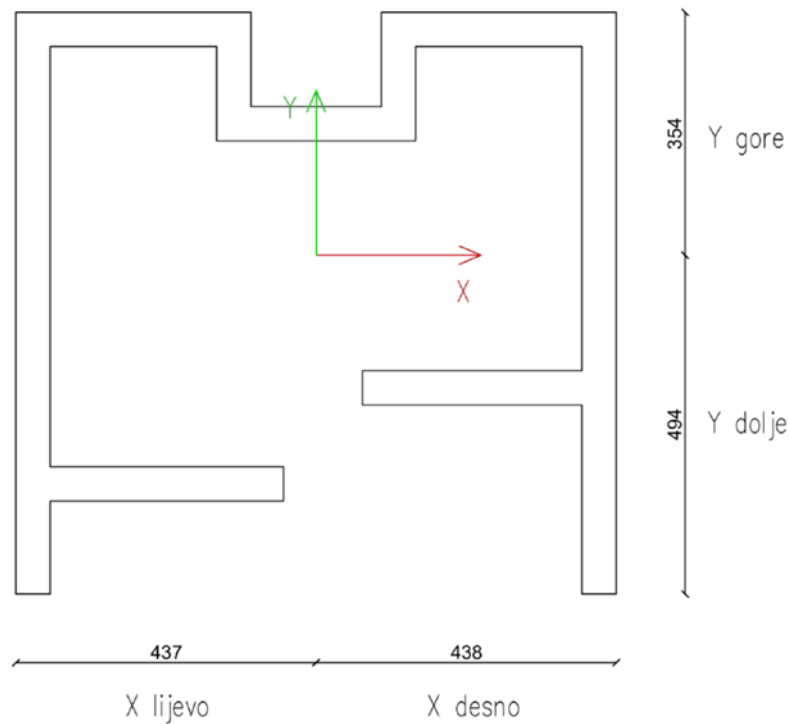
Ukupna potresna poprečna sila na razini temelja:

$$F_b = S_d(T_1) \cdot m \cdot \lambda = 1.97 \cdot 236.10 \cdot 1.00 = 465.12 \text{ kN}$$

Ukupan moment savijanja na temeljima:

$$M_{Ed} = F_b \cdot \left( \frac{2}{3} \cdot H + h_{tem} + h_{ntz} \right) = 465.12 \cdot \left( \frac{2}{3} \cdot 6.30 + 0.5 + 0.25 \right) = 2301.34 \text{ kNm}$$

Budući da su temelji međusobno povezani (osigurano međusobnim kontinuiranjem temeljnih traka i njihovim povezivanjem) i kruti (osigurano formiranjem temeljne konstrukcije od temelja + nadtemeljni zid + ploča) možemo u globalnom smislu čitavu konstrukciju temelja promatrati kao specifični poprečni presjek koji se odupire djelovanju ukupnog momenta od potresa.



Slika 4.36. Tlocrt temelja kao specifični poprečni presjek i položaj težišta

```

----- REGIONS -----
Area:                170274.6000
Perimeter:           6910.9840
Bounding box:        X: -437.1623  --  437.8377
                    Y: -493.6769  --  354.0691
Centroid:            X: 0.0000
                    Y: 0.0000
Moments of inertia:  X: 12292853548.4258
                    Y: 18515559123.8867
Product of inertia:  XY: -528772292.7461
Radii of gyration:   X: 268.6899
                    Y: 329.7566
Principal moments and X-Y directions about centroid:
                    I: 12248241141.9099 along [0.9965 0.0841]
                    J: 18560171530.4026 along [-0.0841 0.9965]

```

Slika 4.37. Geometrijske karakteristike temelja

Kontrola naprežanja u tlu – smjer x:

$$W_g^x = \frac{I_x}{y_g} = \frac{12292853548.43}{354} = 34725575 \text{ cm}^3 = 34.73 \text{ m}^3$$

$$W_d^x = \frac{I_x}{y_d} = \frac{12292853548.43}{494} = 24884318.92 \text{ cm}^3 = 24.89 \text{ m}^3$$

$$\sigma_g = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W_g} = \frac{2316.06}{17.03} \pm \frac{2301.34}{34.73} = 136.00 \pm 66.26$$

$$\sigma_g = 202.26 \text{ kPa} \leq \sigma_{dop}$$

$$\sigma_g = 69.74 \text{ kPa} \leq \sigma_{dop}$$

$$\sigma_d = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W_d} = \frac{2316.06}{17.03} \pm \frac{2301.34}{24.89} = 136.00 \pm 92.46$$

$$\sigma_d = 228.46 \text{ kPa} \leq \sigma_{dop}$$

$$\sigma_d = 43.54 \text{ kPa} \leq \sigma_{dop}$$

Kontrola naprežanja u tlu – smjer y:

$$W_d^y = \frac{I_y}{x_d} = \frac{18515559123.89}{438} = 42272966.04 \text{ cm}^3 = 42.28 \text{ m}^3$$

$$W_l^y = \frac{I_y}{x_l} = \frac{18515559123.89}{437} = 42369700.51 \text{ cm}^3 = 42.37 \text{ m}^3$$

$$\sigma_d = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W_d} = \frac{2316.06}{17.03} \pm \frac{2301.34}{42.28} = 136.00 \pm 54.43$$

$$\sigma_d = 190.43 \text{ kPa} \leq \sigma_{dop}$$

$$\sigma_d = 81.57 \text{ kPa} \leq \sigma_{dop}$$

$$\sigma_l = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W_l} = \frac{2316.06}{17.03} \pm \frac{2301.34}{42.37} = 136.00 \pm 54.32$$

$$\sigma_l = 190.32 \text{ kPa} \leq \sigma_{dop}$$

$$\sigma_l = 81.68 \text{ kPa} \leq \sigma_{dop}$$



#### 4.4.3. Proračun armature temelja

Minimalna površina armature:

$$A_{s,min} = \frac{0.15}{100} \cdot b \cdot h = \frac{0.15}{100} \cdot 50 \cdot 50 = 3.75 \text{ cm}^2$$

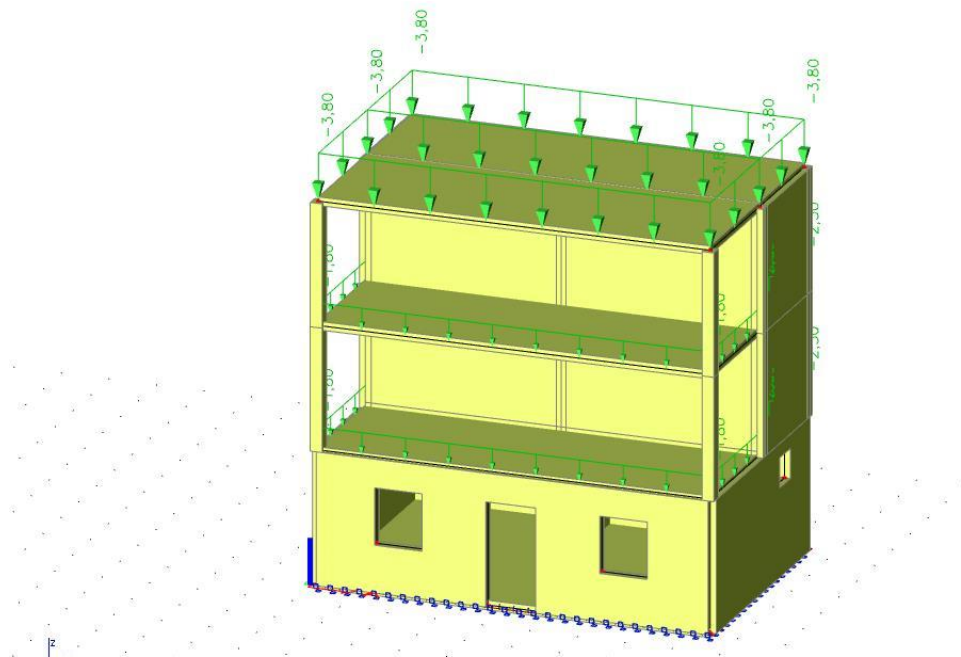
ODABRANO: **4Ø14 (A<sub>s</sub> = 6.16 cm<sup>2</sup>)**

#### 4.4.4. Proračun armature nadtemeljnog zida

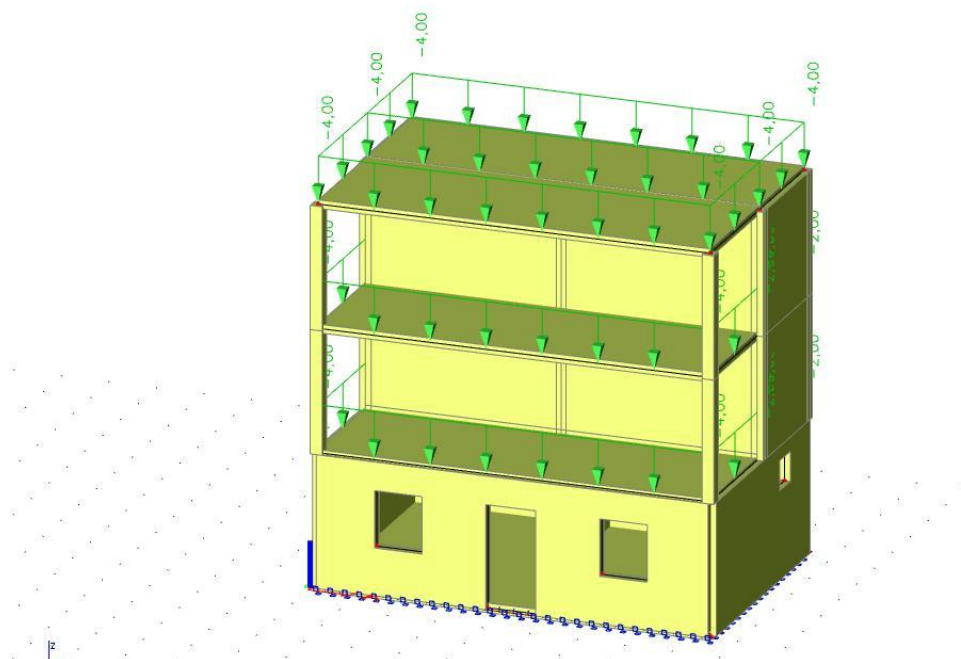
$$A_{s,min} = \frac{0.15}{100} \cdot b \cdot h = \frac{0.15}{100} \cdot 25 \cdot 25 = 0.94 \text{ cm}^2$$

ODABRANO: **2Ø14 (A<sub>s</sub> = 3.08 cm<sup>2</sup>)**

#### 4.5. PRORAČUN POSTOJEĆE AB GREDE I TEMELJA



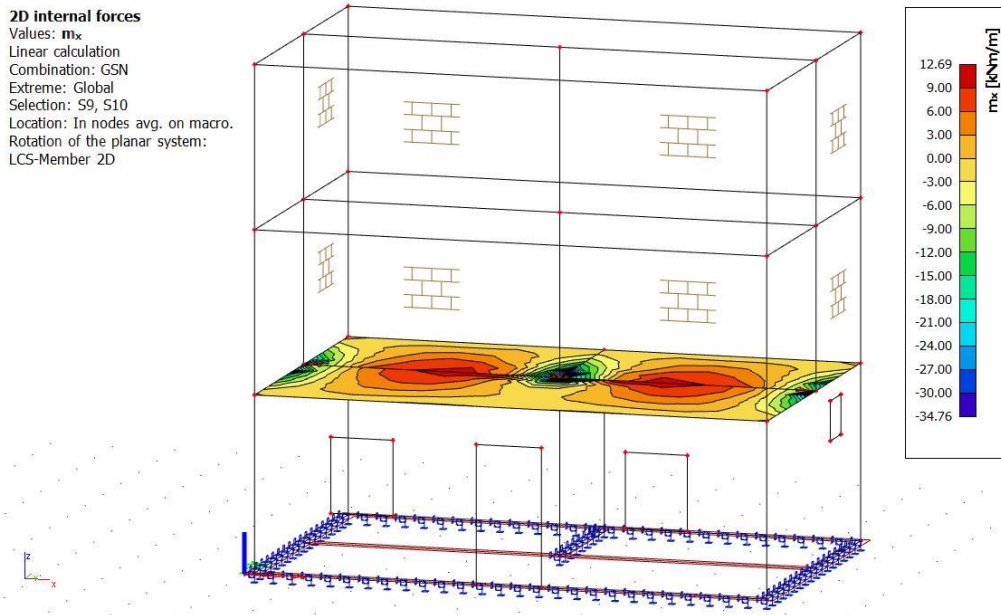
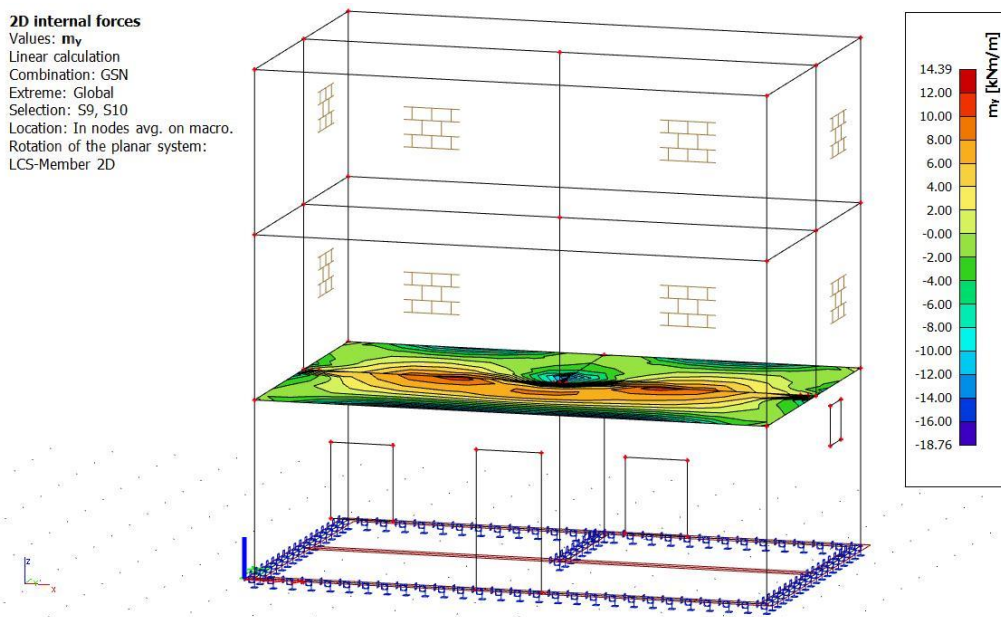
Slika 4.38. Prikaz stalnog opterećenja na postojeće stanje

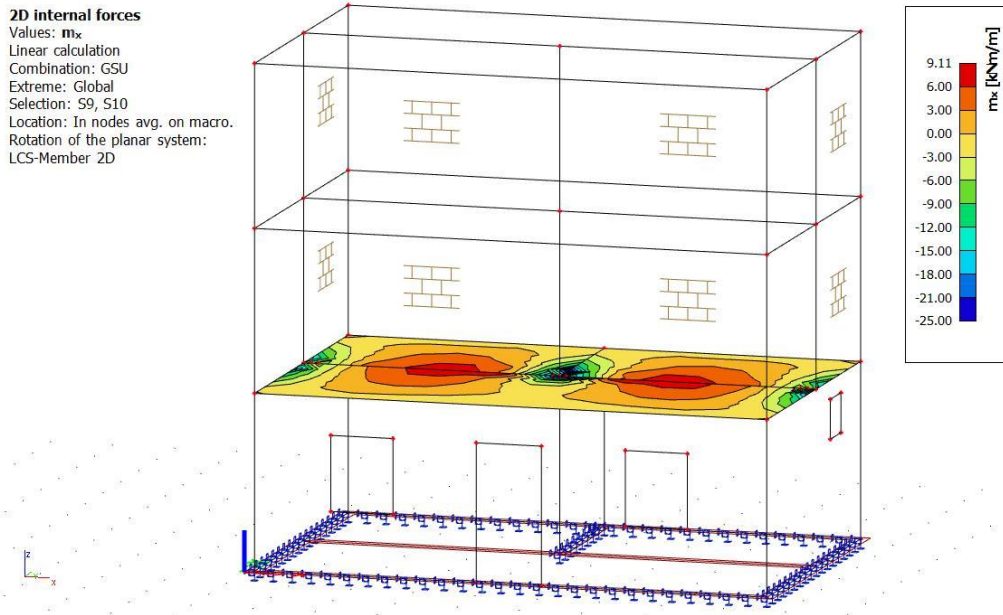


Slika 4.39. Prikaz promjenjivog opterećenja na postojeće stanje

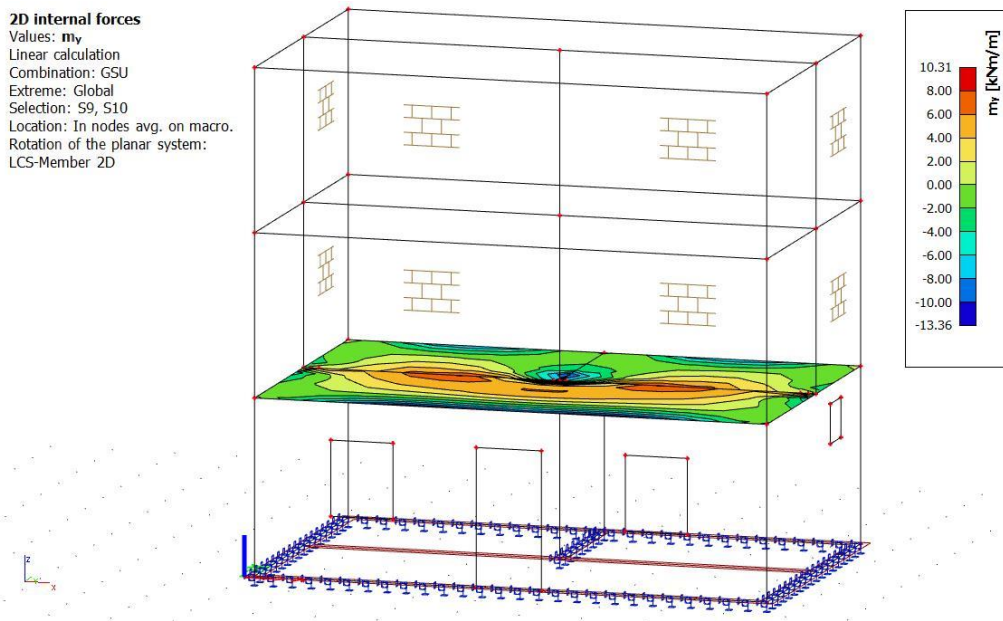
## 4.5.1. Kontrola postojeće AB ploče

h = 12.5 cm

Rezultati proračuna:Slika 4.40.  $M_{Sd,x}$  (kN/m<sup>2</sup>) = računski momenti savijanja u smjeru lokalnih osi za  $q_{sd} = 1.35G + 1.5Q$ Slika 4.41.  $M_{Sd,y}$  (kN/m<sup>2</sup>) = računski momenti savijanja u smjeru lokalnih osi za  $q_{sd} = 1.35G + 1.5Q$



Slika 4.42.  $M_{Sd,x}$  (kN/m<sup>2</sup>) = računski momenti savijanja u smjeru lokalnih osi za  $q_{sd} = 1.0G+1.0Q$



Slika 4.43.  $M_{Sd,y}$  (kN/m<sup>2</sup>) = računski momenti savijanja u smjeru lokalnih osi za  $q_{sd} = 1.0G+1.0Q$

Dimenzioniranje na savijanje POZ 100:Beton: C30/37;  $f_{ck} = 30.0 \text{ MPa}$ Armatura: B500B;  $f_{yk} = 500.0 \text{ MPa}$ 

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30.0}{1.5} = 20.00 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500.0}{1.15} = 434.80 \text{ MPa}$$

$$d = h - d_1$$

$$d_1 = c + \frac{\emptyset}{2} = 2.5 + 0.5 = 3 \text{ cm}$$

\*c – zaštitni sloj

$$d = h - d_1 = 12.5 - 3 = 9.5 \text{ cm}$$

Dimenzioniranje ploča na moment savijanja u polju:

Mjerodavni moment koji se javlja u polju:

$$M_{Ed} = 12.69 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1269}{100 \cdot 9.5^2 \cdot 2.00} = 0.070 \text{ kNm}$$

Očitano:

$$\varepsilon_{s1} = 10.0\%, \quad \varepsilon_{s2} = 1.7\text{‰}, \quad \zeta = 0.947, \quad \xi = 0.145$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1269}{0.947 \cdot 9.5 \cdot 43.48} = 3.24 \text{ cm}^2$$

ODABRANO: **Q-335 (As = 3.35 cm<sup>2</sup>)**

Dimenzioniranje ploča na moment savijanja nad ležajem:

Mjerodavni moment koji se javlja u polju:

$$M_{Ed} = 34.76 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 27.81 \text{ kNm} \rightarrow \text{umanjeno za 20\%}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2781}{100 \cdot 9.5^2 \cdot 2.00} = 0.154 \text{ kNm}$$

Očitano:

$$\varepsilon_{s1} = 10.0\%, \quad \varepsilon_{s2} = 3.4\text{‰}, \quad \zeta = 0.895, \quad \xi = 0.254$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2781}{0.895 \cdot 9.5 \cdot 43.48} = 7.52 \text{ cm}^2$$

ODABRANO: **R-785 (As = 7.85 cm<sup>2</sup>)**

NAPOMENA:

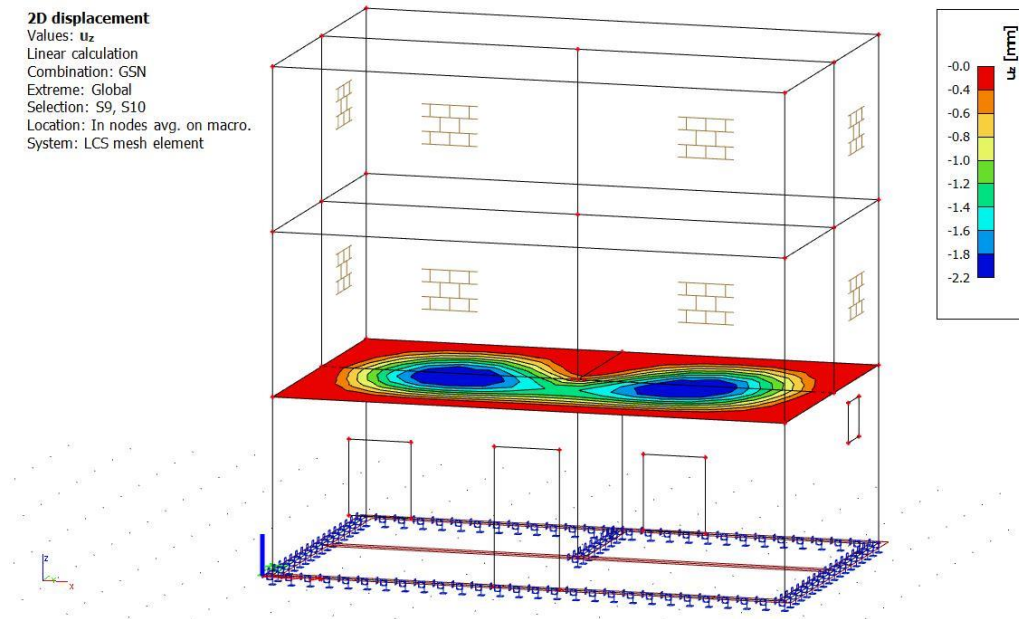
*Dobivenu armaturu umanjiti nad ležajem za cca 15-20% i povećati u polju cca 25-30%. Pošto smo već za 20% smanjili moment nad ležajem, tada nećemo smanjivati armaturu nad ležajem, već samo armaturu u polju.*

ODABRANO POLJE:

$$A_{s1} = 3.24 + 30\% = 4.22 \text{ kNm} \rightarrow \text{Q-424 (As = 4.24 cm}^2\text{)}$$

ODABRANO LEŽAJ:

$$\text{R-785 (As = 7.85 cm}^2\text{)}$$

Provjera progiba:

Slika 4.44. Progibi – rezultati u mm

Granična vrijednost progiba ploče:

$$f_{p,dop} = \frac{l}{250}$$

$$f_{p,dop} = \frac{4300}{250} = 17.2 \geq 2.2 \text{ mm}$$

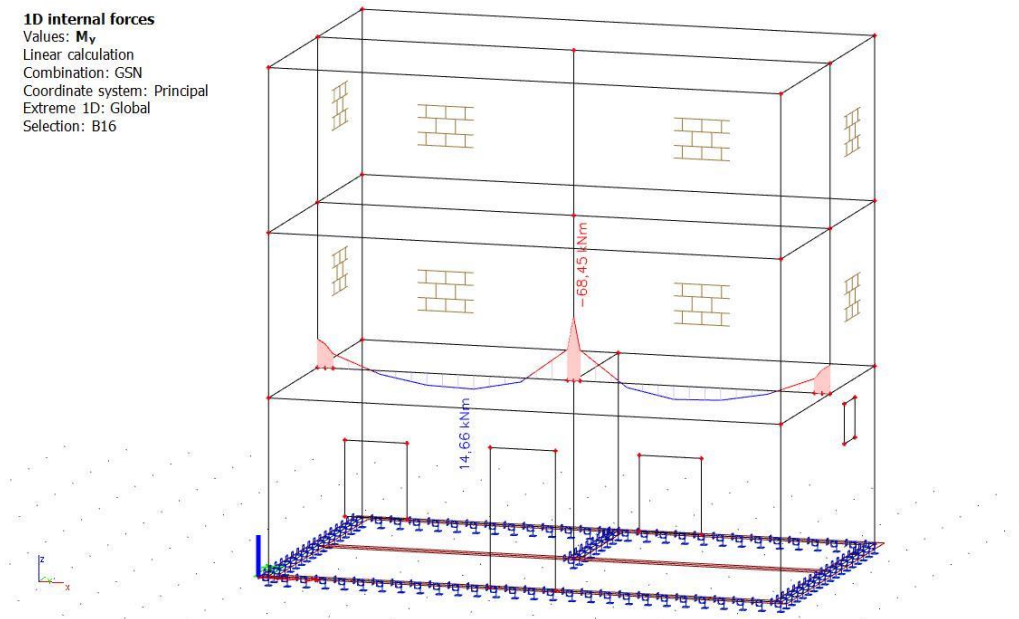
**ZAKLJUČAK**

S obzirom da su ulazni podaci pretpostavljeni, te nema dovoljno ispitivanja preporuča se ojačanje postojeće ploče.

## 4.5.2. Kontrola postojeće AB grede

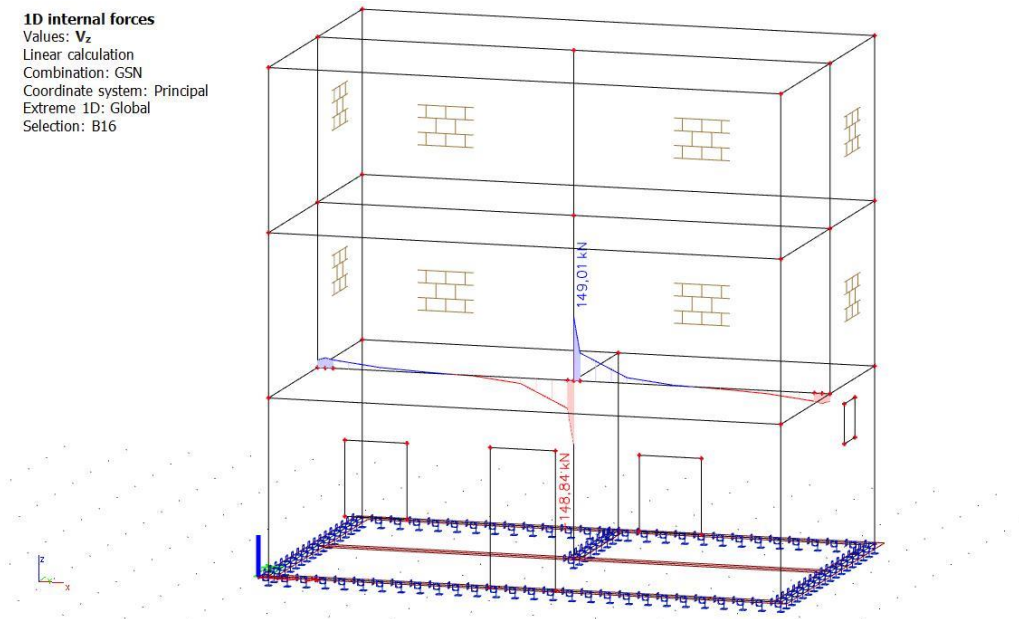
$$b/h = 25/25 \text{ cm}$$

1D internal forces  
 Values:  $M_y$   
 Linear calculation  
 Combination: GSN  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: B16



Slika 4.45.  $M_{Sd,y}$  (kN/m<sup>2</sup>) = računski momenti savijanja u smjeru lokalnih osi za  $q_{sd} = 1.35G + 1.5Q$

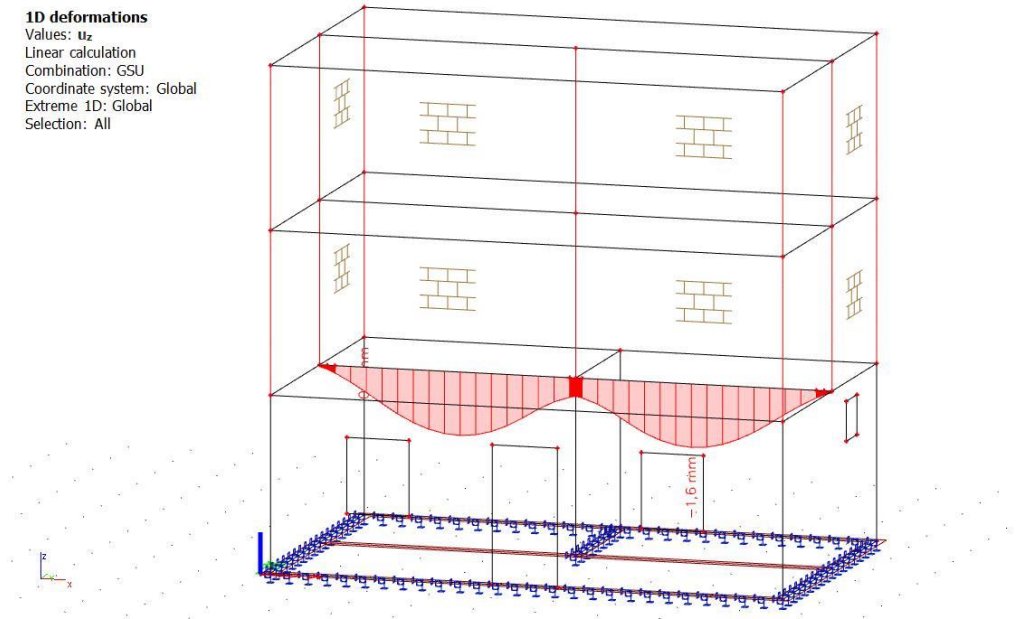
1D internal forces  
 Values:  $V_z$   
 Linear calculation  
 Combination: GSN  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: B16



Slika 4.46.  $V_{Sd}$  (kN/m<sup>2</sup>) = poprečna sila za  $q_{sd} = 1.35G + 1.5Q$



**1D deformations**  
 Values:  $u_z$   
 Linear calculation  
 Combination: GSU  
 Coordinate system: Global  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All



Slika 4.47. Progib za  $q_{sd} = 1.35G + 1.5Q$

### Dimenzioniranje na savijanje

Minimalna površina armature:  $A_{s1,min} = 0.0015 \cdot 25 \cdot 33 = 1.2375 \text{ cm}^2$

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja:

Polje:

$$M_{Ed} = 14.66 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot 2.0} = \frac{1466}{100 \cdot 20^2 \cdot 2.0} = 0.018$$

Očitano:

$$\varepsilon_{s1} = 10.0\%, \quad \varepsilon_{s2} = 0.7\text{‰}, \quad \zeta = 0.977, \quad \xi = 0.065$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1466}{0.977 \cdot 20 \cdot 43.48} = 1.73 \text{ cm}^2$$

ODABRANO: **2Ø14 ( $A_s = 3.08 \text{ cm}^2$ )**

Ležaj:

$$M_{Ed} = 68.45 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot 2.0} = \frac{6845}{100 \cdot 20^2 \cdot 2.0} = 0.086$$

Očitano:

$$\varepsilon_{s1} = 10.0\%, \quad \varepsilon_{s2} = 1.9\text{‰}, \quad \zeta = 0.941, \quad \xi = 0.160$$

$$A_{S1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{6845}{0.941 \cdot 20 \cdot 43.48} = 8.36 \text{ cm}^2$$

ODABRANO: **4Ø18 (A<sub>s</sub> = 10.18 cm<sup>2</sup>)**Dimenzioniranje na poprečnu silu

$$V_{Ed} = 149.01 \text{ kN}$$

C30/37 → ρ<sub>min</sub> = 0.00100 (pretpostavljeno)

Dio poprečne sile koju preuzima beton i uzdužna armatura:

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

$$k = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{330}} = 1.78 < 2.0$$

$$k_l = 0.15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0.0 \text{ MPa}$$

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

$$\sum A_s = 2Ø14 + 4Ø18 = 3.08 + 10.18 = 13.26 \text{ cm}^2$$

$$\rho_l = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{13.26}{25 \cdot 25} = \frac{13.26}{625} = 0.0212$$

$$V_{Rd,c} = \left[ 0.12 \cdot 1.78 \cdot (100 \cdot 0.0212 \cdot 30)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot 0.0 \right] \cdot 250 \cdot 250 = 53288.52 \text{ N}$$

$$V_{Rd,c} = 53.29 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} \geq [v_{min} + k_l \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$v_{min} \geq 0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0.035 \cdot 1.78^{\frac{3}{2}} \cdot 30^{\frac{1}{2}} = 0.46$$

$$V_{Rd,c} \geq [0.46 + 0.15 \cdot 0.0] \cdot 250 \cdot 250 = 28750 \text{ N} = 28.75 \text{ kN}$$

Dio poprečne sile koje mogu preuzeti tlačne dijagonale:

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

$$v = 0.6 \cdot \left[1.0 - \frac{f_{ck}}{250}\right] = 0.6 \cdot \left[1.0 - \frac{30}{250}\right] = 0.528$$

$$V_{Rd,max} = 0.5 \cdot 0.528 \cdot 250 \cdot 250 \cdot 20.0 = 330000 \text{ N} = 330.00 \text{ kN} \geq V_{Ed}$$

Potrebna računaska poprečna armatura:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}} = \frac{149.01}{330.00} \approx 0.45$$

$$s_{w,max} = \min(0.55 \cdot d; 30 \text{ cm}) = \min(11; 30 \text{ cm}) = 11 \text{ cm}$$

$$A_{sw,min} = \frac{\rho_{min} \cdot s_w \cdot b_w}{m} = \frac{0.001 \cdot 11 \cdot 25}{2} = 0.138 \text{ cm}^2$$

Odabrane spone:  $\emptyset 10$  ( $A_s = 0.79 \text{ cm}^2$ )

$$s = \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z}{V_{Ed}} = \frac{2 \cdot 0.79 \cdot 43.48 \cdot (0.9 \cdot 20)}{149.01} = 8.30$$

ODABRANE SPONE:  **$\emptyset 10/8 \text{ cm}$**

## ZAKLJUČAK

S obzirom da su ulazni podaci pretpostavljeni, te nema dovoljno ispitivanja preporuča se ojačanje postojeće grede.

### 4.5.3. Kontrola postojećih temelja

Računska nosivost tla:  $\sigma_{dop} = 600 \text{ kPa}$

S obzirom da je prva etaža već izvedena ne možemo bez istraživačkih radova ustanoviti dimenzije izvedenih temelja. Prema tome zaključit ćemo da su temelji izvedeni po postojećem projektu, te ćemo dimenzije temelja usvojiti kao što je navedeno u dimenzioniranju temeljnih stopa:

DIMENZIONIRANJE TEMELJNIH STOPA :  
 temeljne stope površine 130 x 160 cm, MB-20, sa ankerima za arm. bet. vertikalne serklaže  
 i stupove po 6  $\phi$  14 GA 240/360

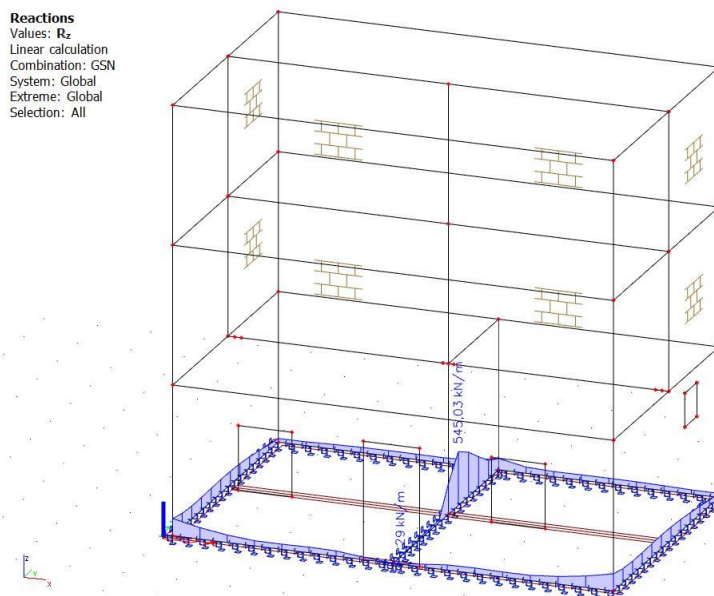
Najopterećeniji temelj:

od poz. 300,	= 303,08	kN
od poz. 200,	= 389,70	"
od poz. 100,	= 389,70	"
od stupa, 0,25 x 0,50 x 9,00 x 25	= 28,12	"
v.t. temelja 0,75x1,10x1,00 x25	= 20,62	"
-----		
N		= 1131,22 kN

$\bar{\sigma}_{tla} = 1131,22 / 1,30 \times 1,60 = 543,85 \text{ kN/m}^2 < \bar{\sigma}_{dop} = 600 \text{ kN/m}^2$

"IND-PROJEKT"  
 Uslužna, inženjerska i arhitektonička  
 podružnica s.p.o.  
 VELA LUKA 2

Slika 4.48. Prikaz dimenzioniranja temeljnih stopa iz postojećeg projekta



Slika 4.49. Prikaz reakcija na temelju

Proračun postojećih temelja napravljen je u programu Aspalatos Calculator.

**BETON**

C 30/37

 $\gamma_b = 24 \text{ kN/m}^3$ **ARMATURA**

B 500/550

 $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$  $\gamma_s = 1,15$  $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 434,8 \text{ N/mm}^2$ **TLO** $f_{tla,dop} = 0,6 \text{ MN/m}^2$ **REZNE SILE** $N = -550 \text{ kN}$ **SILE**

$$A = b_x \cdot b_y = 1 \text{ m}^2$$

$$W_x = \frac{b_x \cdot b_y^2}{6} = 0,17 \text{ m}^2$$

$$W_y = \frac{b_y \cdot b_x^2}{6} = 0,17 \text{ m}^2$$

$$N_{sd} = N - \gamma_b \cdot b_x \cdot b_y \cdot d = -562 \text{ kN}$$

$$M_{sd,x} = M_x + N \cdot c_y = 0 \text{ kNm}$$

$$M_{sd,y} = M_y + N \cdot c_x = 0 \text{ kNm}$$

$$e_x = \frac{M_{sd,y}}{N_{sd}} = 0 \text{ cm}$$

$$e_y = \frac{M_{sd,x}}{N_{sd}} = 0 \text{ cm}$$

**NAPREZANJA U TLU**

$$\sigma_1 = 0,562 \text{ MN/m}^2$$

$$\sigma_2 = 0,562 \text{ MN/m}^2$$

$$\sigma_3 = 0,562 \text{ MN/m}^2$$

$$\sigma_4 = 0,562 \text{ MN/m}^2$$

**ARMATURA**

$$M_{1-1} = 39,52 \text{ kNm}$$

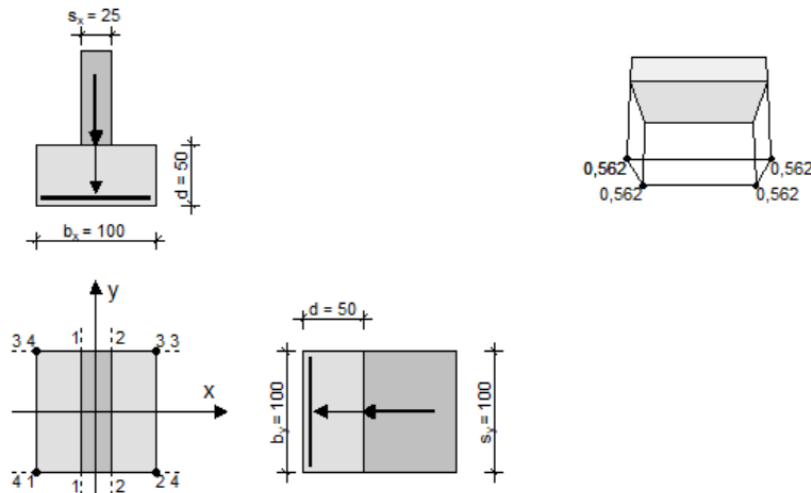
$$M_{2-2} = 39,52 \text{ kNm}$$

$$M_{3-3} = 0 \text{ kNm}$$

$$M_{4-4} = 0 \text{ kNm}$$

$$A_{sx} = \frac{M_{1-1}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} = \mathbf{2,24 \text{ cm}^2}$$

$$A_{sy} = \frac{M_{3-3}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} = \mathbf{0,00 \text{ cm}^2}$$



Slika 4.50. Proračun postojećih temelja

**ZAKLJUČAK**

Iz proračuna vidimo da dimenzije postojećih temelja zadovoljavaju svim silama koje će se javiti nakon nadogradnje.

## 5. PRORAČUN VODOVODNE MREŽE

### 5.1. OPĆENITO

Računski protok se dobiva tako da se stvarni protok pomnoži s faktorom istovremenosti:

$$Q = \varphi \cdot q$$

Izljevne jedinice (IJ) (nazivaju se i jedinice opterećenja) uvode se da bi se pojednostavnio račun. Izljevnom jedinicom ovdje se smatra količina vode na potrošnom mjestu koju daje ispusnica dijametra Ø10 mm pri punom mlazu, a pri izljevnom tlaku od 5 mVS (metara vodnog stupca = 0.5 bara), tj.

$$1 IJ = 0.25 \frac{l}{s}$$

Odnos između protoka i izljevnih jedinica može se prikazati izrazom:

$$q = 0.25\sqrt{IJ}$$

pri čemu se faktor istovremenosti nalazi baš u tome što se IJ ne uzimaju linearno već kao korjen. Ovo vrijedi za stambene, administrativne i druge zgrade sličnog režima potrošnje vode.

Slika 5.1. Proračun vodovoda

Oznaka	Vrsta izljeva	Izljevne jedinice
Z	Zahodska školjka s vodokotlićem	0,25
B	Bide	0,25
P	Perilica rublja ili suđa	1,50
U	Umivaonik	0,50
K	Kada	1,50
T	Tuš kada	1,50
S	Sudoper	0,50

Tablica 1. Minimalni radijusi savijanja

## 5.2. TLAKOVI U CIJEVNOJ MREŽI

Za osiguranje nužne količine vode u svim kućanstvima i na svim trošilima u kući, treba omogućiti minimalne tlakove u cijevnoj mreži. Javno komunalno poduzeće mora osigurati minimalni tlak od 5.0 bara (50 mVS) na priključku za svaku kuću. Maksimalni dopušteni tlak je 6 bara. Normalni radni tlak je 5 bara, koji se koristi u daljnjem proračunu.

## 5.3. BRZINA VODE U CIJEVIMA

Veliki gubici nastaju uslijed pojačane brzine vode u cijevima (gubici rastu s kvadratom brzine), koja ujedno uzrokuje šumove i buku (preko 3m/s). Izrazito taloženje netopivih tvari i postupno sužavanje cijevi nastaje uslijed mala brzina vode (ispod 0.5m/s).

Preporuča se da je brzina u kućnim odvojcima od 1.0 do 2.5 m/s.

## 5.4. GUBICI

Gubici tlaka u kućnom vodovodu dijele se na linijske gubitke koji nastaju zbog trenja ( $h_t$ ) i na lokalne gubitke koji nastaju na armaturama, račvama, koljenima i sl. ( $h_l$ ). Oba ova gubitka se izražavaju kao gubici visine vodnog stupca. Linijski gubici se iskazuju formulom:

$$h_t = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} y$$

pri čemu je:  $\lambda$  – koeficijent trenja, prema Colebrook-u:  $\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2.0 \cdot \log \left( \frac{k/d}{3.71} + \frac{2.51}{Re\sqrt{\lambda}} \right)$

$k$  – hrapavost (vidjeti priloženu tablicu)

$d$  – promjer cijevi

$Re$  – Reynoldsov broj:  $Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$

$v$  – brzina vode

$\nu$  – viskoznost vode

$g$  – ubrzanje zemljine sile teže:  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

$y$  – specifična težina vode:  $\gamma = 1.0 \text{ t/m}^3$

Materijal cijevi	Hrapavost k (mm)
Čelične pocinčane cijevi	0,15
Bakarne, mjedene i staklene cijevi	0,0015
Cijevi od lijevanog željeza	0,125
Polietilenske (PEHD) i Polipropilenske (PP) cijevi (nakon 20 god.)	0,020
Azbestcementne cijevi	0,06
Drenažne glinene cijevi	0,7
Betonske cijevi, glatke	0,5
Betonske cijevi, hrapave	2,0

Tablica 2. Iznos hrapavosti po vrsti materijala

Kao što je već navedeno lokalni gubici nastaju na mjestima naglih promjena pravca, nagiba, promjena na zaporima i raznim armaturama.

Lokalne gubitke možemo izraziti formulom:

$$h_l = \zeta \cdot \frac{v^2}{2g}$$

gdje je  $\zeta$  koeficijent lokalnog otpora i ovisi o vrsti otpora, a utvrđuje se eksperimentalno.

U grafičkim priložima imamo naznačen točan položaji lokalnih gubitaka s koeficijentima  $\zeta$ .

Gubici se prate od mjesta dovoda iz gradskog vodovoda (vodomjerno mjesto) pa do najudaljenijeg potrošača.

## 5.5. GUBICI NA VODOMJERU

Gubici tlaka na vodomjeru mijenjaju se s obzirom na protok. Veličinu vodomjera određuje organ komunalnog vodovoda. Potrebno je da u konačnici gubitak tlaka na vodomjeru bude manji od 2 mVS.

U nastavku je naveden proračun vodovodne mreže. Proračun je izveden za jednu karakterističnu vertikalu.



## 5.6. PRORAČUN TLAKOVA U MREŽI

Proračun raspoloživog tlaka za cijevnu mrežu:

Normalni tlak dovoda (mVS)	Visina najvišeg izljevnog mjesta (m)	Izljevni tlak (mVS)	Gubitak u vodomjeru (mVS)	Raspoloživi tlak a-b (mVS)
50.0	6.0	0.5	1.0	43.0

### 5.6.1. Zajedničke vertikale

Proračun vertikale VV1

Dionica	Dužina	Izljevne jedinica	Čisti profil cijevi	brzina	Gubitak tlaka			
					Linijski ( $h_l$ )		Lokalni ( $h_l$ )	
	m	IJ	mm	m/s	po m	ukupni	z	ukupno
1-2	2.6	2.0	20.4	1.08	0.08	0.22	3.0	0.18
2-3	4.6	4.25	20.4	1.58	0.17	0.77	6.0	0.76
3-4	1.4	4.25	20.4	1.58	0.17	0.23	4.5	0.19
4-7	1.85	5.75	20.4	1.83	0.22	0.41	4.5	0.77
7-10	1.5	8.0	20.4	2.16	0.30	0.45	8.5	2.02
10-11	4.5	8.75	32.6	0.87	0.03	0.14	7.0	0.27
SUMA					Vodomjer	2.22		4.19
						43 <		6.41

## 5.6.2. Pojedinačne vertikale

Proračun vertikale VV1a

Dionica	Dužina	Izljevne jedinica	Čisti profil cijevi	brzina	Gubitak tlaka			
					Linijski ( $h_l$ )		Lokalni ( $h_l$ )	
	m	IJ	mm	m/s	po m	ukupni	z	ukupno
1-2	2.6	2.0	20.4	1.08	0.08	0.22	3.0	0.18
2-3	4.6	4.25	20.4	1.58	0.17	0.77	6.0	0.76
3-4	1.4	4.25	20.4	1.58	0.17	0.23	4.5	0.19
4-7	1.85	5.75	20.4	1.83	0.22	0.41	4.5	0.77
7-10	1.5	8.0	20.4	2.16	0.30	0.45	8.5	2.02
10-11	4.0	8.75	32.6	0.87	0.03	0.12	7.0	0.27
SUMA					Vodomjer	2.20		4.19
						43 <		6.39

Proračun vertikale VV1b

Dionica	Dužina	Izljevne jedinica	Čisti profil cijevi	brzina	Gubitak tlaka			
					Linijski ( $h_l$ )		Lokalni ( $h_l$ )	
	m	IJ	mm	m/s	po m	ukupni	z	ukupno
1-2	2.6	2.0	20.4	1.08	0.08	0.22	3.0	0.18
2-3	4.6	4.25	20.4	1.58	0.17	0.77	6.0	0.76
3-4	1.4	4.25	20.4	1.58	0.17	0.23	4.5	0.19
4-7	1.85	5.75	20.4	1.83	0.22	0.41	4.5	0.77
7-10	1.5	8.0	20.4	2.16	0.30	0.45	8.5	2.02
10-11	1.0	8.75	32.6	0.87	0.03	0.03	7.0	0.27
SUMA					Vodomjer	2.11		4.19
						43 <		6.30

## 5.7. ZAKLJUČAK

Sukladno navedenom proračunu uočljivo je su brzine manje od maksimalnih dopuštenih, te također ne idu ispod minimalnih dopuštenja. Vidljivo je ujedno da i na najudaljenijem potrošaču postoji dovoljan tlak i u slučaju maksimalnog očekivanog istovremenog uključanja potrošača. U situaciji da tlak padne na minimalno garantirani, postoji mogućnost je da će na pojedinim trošilima biti smanjena količina vode. Međutim, za navedene pojave pretpostavljamo da su rijetke učestalosti, pa je nerentabilno mrežu dimenzionirati na njih.

### NAPOMENA:

*Ako se koriste cijevi s anglosaksonskim sustavom mjera, tada dimenzije birati prema sljedećoj tablici.*

Promjer cijevi (mm)	Promjer cijevi (inča)
15	1/2
20	3/4
25	1
40	1,5

*Tablica 3. Anglosaksonske mjere*

## 5.8. PRORAČUN TLAKOVA U MREŽI

Ukupno izljevni jedinica:  $IJ = 17.5$

$$q = 0.25 \cdot \sqrt{IJ} = 0.25 \cdot \sqrt{17.5} = 1.05 \text{ l/s}$$

$$v_{max} = 2.5 \frac{m}{s}$$

$$A_{pot} = \frac{q}{v} = \frac{0.00105}{2.5} = 0.00042$$

$$d_{pot} = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.00042}{\pi}} = 23 \text{ mm} \rightarrow \text{Odabrani promjer} \geq \emptyset 25$$

## 6. PRORAČUN FEKALNE KANALIZACIJE

### 6.1. DIMENZIONIRANJE ODVODA POJEDINIH SANITARNIH UREĐAJA

Kod pojedinih sanitarnih uređaja odvodne cijevi se ne dimenzioniraju zasebno. Tu se primjenjuju iskustvene vrijednosti.

Minimalni promjeri za pojedine sanitarne uređaje usvojeni su prema DIN 1986 i prikazani su u tablici:

Vrsta sanitarnog predmeta	Minimalni promjer priključka odvodne cijevi (mm)
Umivaonik	40
Bide	50
Sifon u podu kao sporedni odvod	50
Kuhinjski sudoper (kućni)	40
Tuš kada	50
Kada	50
Perilica rublja (kapacitet do 6 kg)	50
Perilica posuđa (kućna)	50
WC školjka	100

Tablica 1. Minimalni promjeri za pojedine sanitarne uređaje

Usvojene vrijednosti za pojedine sanitarne uređaje na građevini prikazane su u nacrtima.

## 6.2. KANALIZACIJSKE VERTIKALE

Pomoću ukupne količine otpadnih voda po vertikali izvršeno je dimenzioniranje kanalizacijske vertikale. Za proračun otpadne sanitarne vode upotrebljava se postupak sukladno DIN 1986, koji navodi da se zavisno o broju sanitarnih predmeta, količini izljeva iz pojedinog sanitarnog predmeta i vjerojatnosti istovremenog korištenja sanitarnih predmeta izračunavaju priključne vrijednosti  $A_{ws}$ . Protok dobijemo kao zbroj priključnih vrijednosti, a pomoću njega se definira nužni presjek cijevi. Protok se za stambene i slične zgrade s kratkim vršnim opterećenjem utvrđuje iz formule:

$$q_s = 0.5 \cdot \sqrt{A_{ws}} \text{ (l/s)}$$

pri čemu je:  $q_s$  – protok otpadne fekalne vode

$A_{ws}$  – zbroj priključnih vrijednosti

Vrsta sanitarnog predmeta	Priključna vrijednost $A_{ws}$ (l/s)
Umivaonik	0,5
Bide	0,5
Sifon u podu kao sporedni odvod	1,0
Kuhinjski sudoper (kućni)	1,0
Kuhinjski sudoper (privredni)	1,5
Tuš kada	1,0
Kada	1,0
Perilica rublja (kućna)	1,0
Perilica posuđa (kućna)	1,0
WC školjka	2,5

Tablica 2. Priključne vrijednosti za pojedine sanitarne uređaje

Cijev (mm)	Dozvoljena vrijednost $A_{ws,d}$ (l/s)	Dozvoljeni broj WC školjki
70	9	-
110	64	13
125	154	31
160	408	82

Tablica 3. Dozvoljene vrijednosti za pojedine promjere cijevi (vrijednosti za sanitarne vertikalne s primarnom ventilacijom)

### 6.2.1. Kanalizacijska vertikalna KV1

Proračun kanalizacijske vertikale KV1:

Sanitarni predmeti	Broj komada	$A_{ws}$ (l/s) (pojedinačno)	$A_{ws}$ (l/s) (ukupno)
Tuš kada	1	1.0	1.0
Umivaonik	1	0.5	0.5
Top sifon	1	1.0	1.0
WC školjka	1	2.5	2.5
Perilica suđa	1	1.0	1.0
Sudoper	1	1.0	1.0
<b>PROTOK</b>		<b><math>\leq 64</math></b>	7.0
<b>WC ŠKOLJKI</b>		<b><math>\leq 13</math></b>	1

### 6.2.2. Kanalizacijska vertikalna KV2

Proračun kanalizacijske vertikale KV2:

Sanitarni predmeti	Broj komada	$A_{ws}$ (l/s) (pojedinačno)	$A_{ws}$ (l/s) (ukupno)
Umivaonik	1	0.5	0.5
Top sifon	1	1.0	1.0
WC školjka	1	2.5	2.5
Perilica rublja	1	1.0	1.0
<b>PROTOK</b>		$\leq 64$	5.0
<b>WC ŠKOLJKI</b>		$\leq 13$	1

### 6.2.3. Kanalizacijska vertikalna KV3

Proračun kanalizacijske vertikale KV3:

Sanitarni predmeti	Broj komada	$A_{ws}$ (l/s) (pojedinačno)	$A_{ws}$ (l/s) (ukupno)
Umivaonik	1	0.5	0.5
Top sifon	1	1.0	1.0
WC školjka	1	2.5	2.5
Tuš kada	1	1.0	1.0
<b>PROTOK</b>		$\leq 64$	5.0
<b>WC ŠKOLJKI</b>		$\leq 13$	1



### 6.3. KANALIZACIJSKE HORIZONTALNE

Dozvoljene vrijednosti ( $A_{ws,d}$ ) za pojedine promjere cijevi sortirane su u sljedećoj tablici (vrijednosti za sanitarne horizontale s nagibom 1.5%):

Cijev (mm)	Dozvoljena vrijednost $A_{ws,d}$ (l/s)
70	-
110	64
125	207
160	548
200	2500

Tablica 4. Dozvoljene vrijednosti za pojedine promjere cijevi

Vertikala	$A_{ws}$ (l/s)
KV1	7.0
KV2	5.0
KV3	5.0
<b>Ukupno:</b>	<b>17.0</b>

Tablica 5. Proračun kanalizacijskih horizontala

$$A_{ws} \leq A_{ws,d,\phi 110} = 64 \rightarrow \text{Odabrana horizontala: } \phi 110$$

## 7. PRORAČUN OBORINSKE KANALIZACIJE

### 7.1. DIMENZIONIRANJE OBORINSKIH VERTIKALA I HORIZONTALA

Intenzitet oborine ( $i$ ), površine s koje se prihvaća oborina ( $A$ ) i koeficijent otjecanja ( $\psi$ ) diktiraju dimenzioniranje oborinske vertikale. Cjelokupna količina oborinske vode (ukupni protok) po jednoj vertikali se definira pomoću formule:

$$Q_{ob} = A \cdot i \cdot \psi \text{ (l/s)}$$

Za područje Korčule, u nedostatku dovoljne količine mjerenja na mikrorelaciji, možemo primijeniti:

$$i = 250 \text{ (l/s/ha)}$$

Koeficijent otjecanja koji možemo implementirati:  $\psi = 1$  (što je na strani sigurnosti)

Nužni profili oborinskih vertikala, prema DIN 1986, prikazani su u dalje navedenoj tablici:

Profil cijevi (mm)	Dozvoljeni protok (l/s)	
	2.00% ili vertikala	1,50%
100	6,3	5,4
125 (12x12)	11,5	9,8
150 (14x14)	18,7	16,1
200	40,2	34,4
250	73,0	63,2
300	118,0	118,0

Tablica 1. Potrebni profili oborinskih vertikala

<b>Oborinska vertikalna</b>	<b>Slivna površina (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Ukupni protok (l/s)</b>	<b>Odabrani profil (mm)</b>
<b>OV1</b>	53.40	1.34	Ø100
<b>OV2</b>	53.40	1.34	Ø100
<b>Sumarno</b>		2.67	Ø100

Tablica 2. Proračun potrebnih profila oborinskih kanalizacijskih cijevi

## 8. PROIZVODNE DIMENZIJE VODOVODNIH CIJEVI OD TVRDOG POLIETILENA (PEHD)

Cijevi: proizvodni promjeri i dužine

(Proizvodni program npr. Weltplast Posušje, BiH)

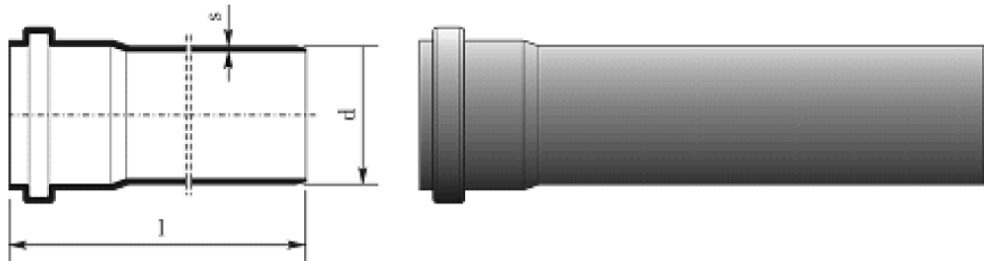
Vanjski promjer (mm)	Debljina stijenke (mm)	Unutarnji promjer (mm)	Proizvodne dužine (m)
20	1,9	16,2	kolut 300 m
25	2,3	20,4	kolut 300 m
32	2,9	26,2	kolut 300 m
40	3,7	32,6	kolut 300 m
50	4,6	40,8	kolut 250 m
63	5,8	51,4	kolut 200 m
75	6,9	61,2	kolut 200 m
90	8,2	73,6	kolut 100 m
110	10,0	90,0	kolut 100 m
125	11,4	102,2	kolut 100 m

*Tablica 1. Proizvodni program*

## 9. SKICE FAZONSKIH KOMADA ZA KANALIZACIJU

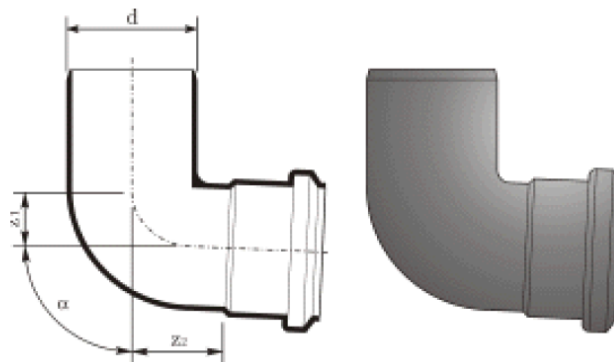
Cijevi: proizvodni promjeri (DIN V 19560) i dužine

(Proizvodni program npr. Kemoplast trade d.d. Zadar)



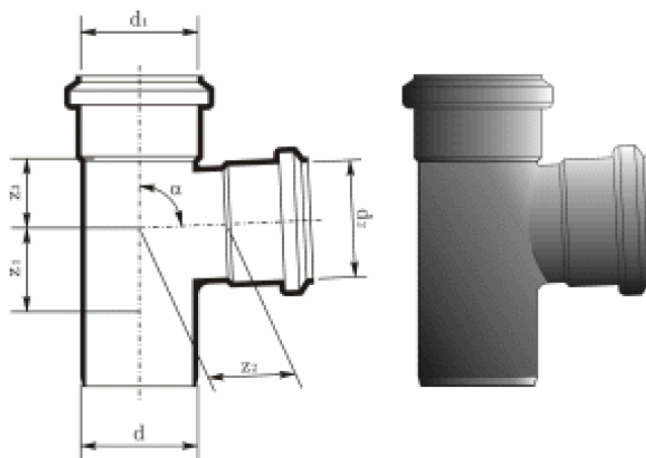
Vanjski dijаметar	Debljina stijenke	Proizvodne dužine	Namjena
[mm]	[mm]	[m]	
50	1.8	0.25 - 0.5 - 1.0 - 2.0	kućna kan.
75	1.8	0.25 - 0.5 - 1.0 - 2.0 - 3.0	kućna kan.
110	2.2	0.25 - 0.5 - 1.0 - 2.0 - 3.0 - 4.0	kućna kan.
125	2.5	0.25 - 0.5 - 1.0 - 2.0 - 3.0 - 4.0	kućna kan.
160	3.2	0.5 - 1.0 - 2.0 - 3.0 - 4.0	kućna kan.
200	3.9	1.0 - 2.0 - 3.0 - 4.0	ulična kan.

Koljeno (K 45°; K 87°30'):



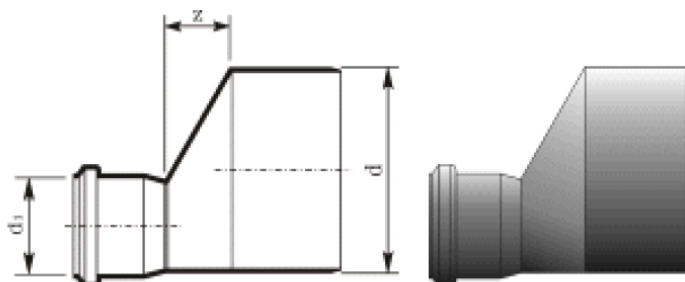
Oznaka		Nazivna mjera
a = 45°	a = 87°30'	d
K 45° d/d	K 87.3° d/d	50
K 45° d/d	K 87.3° d/d	75
K 45° d/d	K 87.3° d/d	110
K 45° d/d	K 87.3° d/d	125
K 45° d/d	K 87.3° d/d	160

Račva (R 45°; R 87°30'):

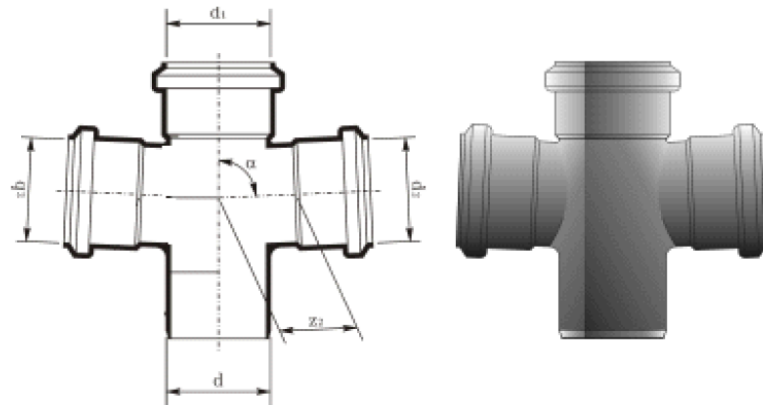


Oznaka		Nazivne mjere	
$a = 45^\circ$	$a = 87^\circ 30'$	$d_1$ (d)	$d_2$
R 45° d1/d2	R 87.3° d1/d2	50	50
R 45° d1/d2	R 87.3° d1/d2	75	50, 75
R 45° d1/d2	R 87.3° d1/d2	110	50, 75, 110
R 45° d1/d2	R 87.3° d1/d2	125	50, 75, 110, 125
R 45° d1/d2	R 87.3° d1/d2	160	50, 75, 110, 125, 160

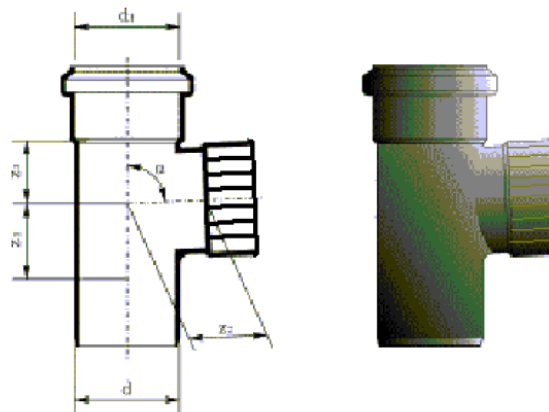
**Redukcija (konusna, ekscentrična) (Red)::**



Oznaka	Nazivne mjere	
	d	$d_1$
Red d1/d	75	50
Red d1/d	110	50, 75
Red d1/d	125	50, 75, 110
Red d1/d	160	50, 75, 110, 125

**Dvostrana račva (Dvoračva) (DR 45°; DR 87°30'):**

Oznaka		Nazivne mjere	
a = 45°	a = 87°30'	d, d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>
DR 45° d1/d2	DR 87.3° d1/d2	50	50
DR 45° d1/d2	DR 87.3° d1/d2	75	50, 75
DR 45° d1/d2	DR 87.3° d1/d2	110	50, 75, 110
DR 45° d1/d2	DR 87.3° d1/d2	125	50, 75, 110, 125
DR 45° d1/d2	DR 87.3° d1/d2	160	50, 75, 110, 125, 160

**Revizija (Rev):**

Oznaka	Nazivna mjera
	d
Rev d	75
Rev d	110
Rev d	125
Rev d	160

## 10.LITERATURA

- [1] Trogrlić B. Zidane konstrukcije – predavanja, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Split, 2018.
- [2] Harapin A., Radnić J., Grgić N., Smilović Zulim M., Sunara M., Buzov A., Banović I., Osnove betonskih konstrukcija, Split, 2023.; [doi.org/10.31534/9789536116966](https://doi.org/10.31534/9789536116966)
- [3] Mihanović A., Dinamika konstrukcija, udžbenici Sveučilišta u Splitu, Split, 2004.
- [4] Mišćević P., Geotehničko inženjerstvo – predavanja, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Split, 2022/2023.
- [5] Europska norma EN 1992 – Projektiranje betonskih konstrukcija, 2004.
- [6] Europska norma EN 1996 – Projektiranje zidanih konstrukcija, 2004.
- [7] Europska norma EN 1997 – Geotehničko projektiranje, 2004.
- [8] Europska norma EN 1998 – Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija, 2004.
- [9] Tehnički propis za građevinske konstrukcije
- [10] <https://www.wienerberger.hr/>
- [11] <http://seizkarta.gfz.hr/hazmap/karta.php>
- [12] Gukov I., Betonske konstrukcije I – predavanja, Zagreb, 2010.
- [13] [https://www.grad.unizg.hr/download/repository/HRN\\_EN\\_1991-1-4\\_2012.pdf](https://www.grad.unizg.hr/download/repository/HRN_EN_1991-1-4_2012.pdf)
- [14] [https://www.grf.bg.ac.rs/p/learning/pgbk2\\_2019\\_20\\_predavanje\\_8\\_planirano\\_za\\_17\\_03\\_1584615280136.pdf](https://www.grf.bg.ac.rs/p/learning/pgbk2_2019_20_predavanje_8_planirano_za_17_03_1584615280136.pdf)
- [15] <https://www.slideshare.net/slideshow/delovanja/12010066>
- [16] Harapin A., Galić M., Kućne instalacije – predavanja, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Split, 2012.
- [17] Radnić, J., Grgić, N., Buzov, A.; Banović, I.; Smilović Zulim, M., Baloević, G., Sunara, M., Mw 6.4 Petrinja earthquake in Croatia: Main earthquake parameters, impact on buildings and recommendation for their structural strengthening, Građevinar, 73 (2021), 11; doi: 10.14256/jce.3243.2021
- [18] Radnić J., Smilović M., Sunara M., Buklijaš-Kobojević D., Numerical study of the behaviour of masonry walls with different height-length ratio under static and seismic loads, Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, 46 (2015), 4–5, doi: 10.1002/mawe.201500409

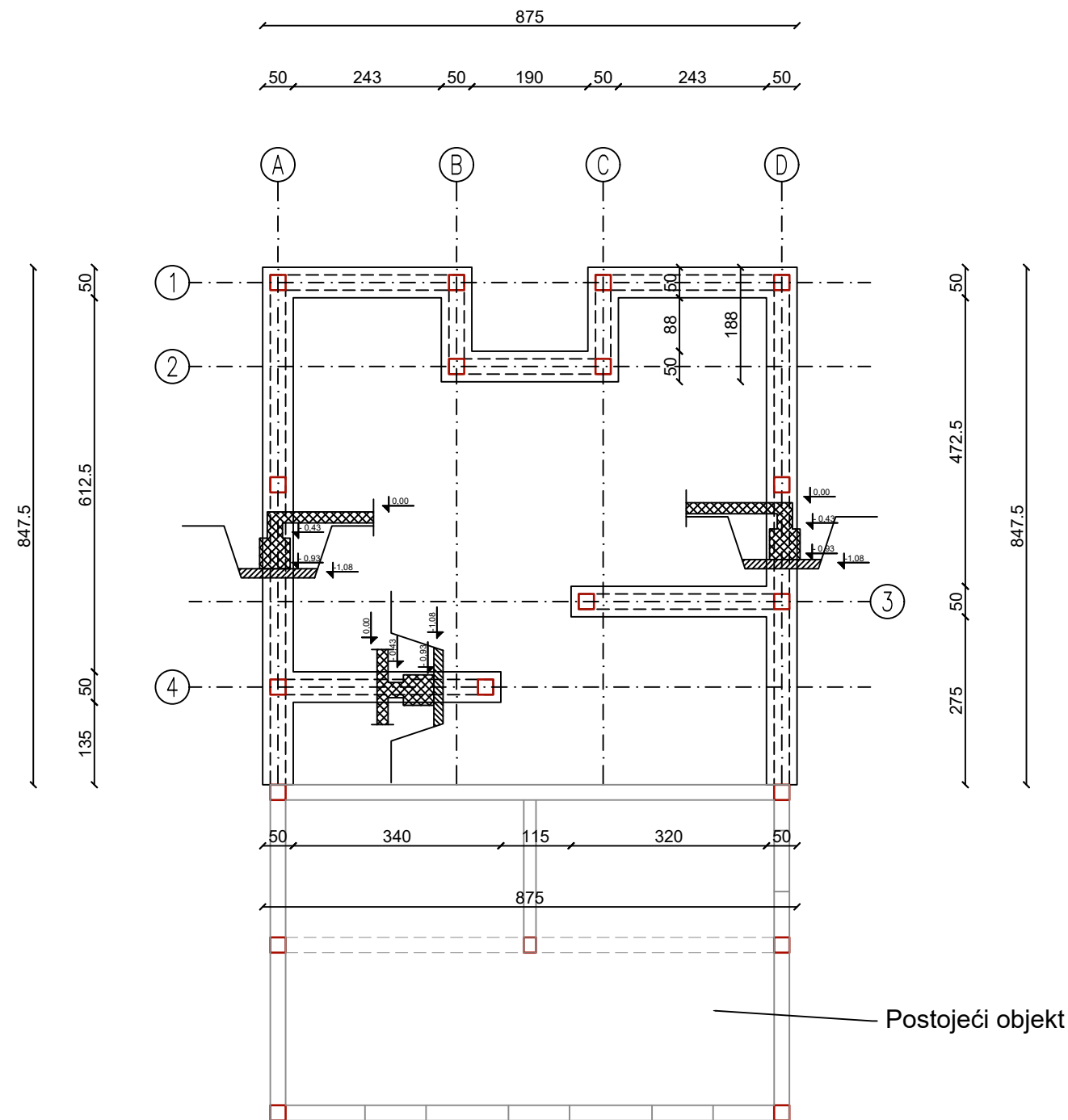


Korišteni računalni programi:

1. AutoCad 2024.
2. Scia Engineer 22.1
3. Microsoft Word
4. Microsoft Excel
5. Aspalathos Calculator

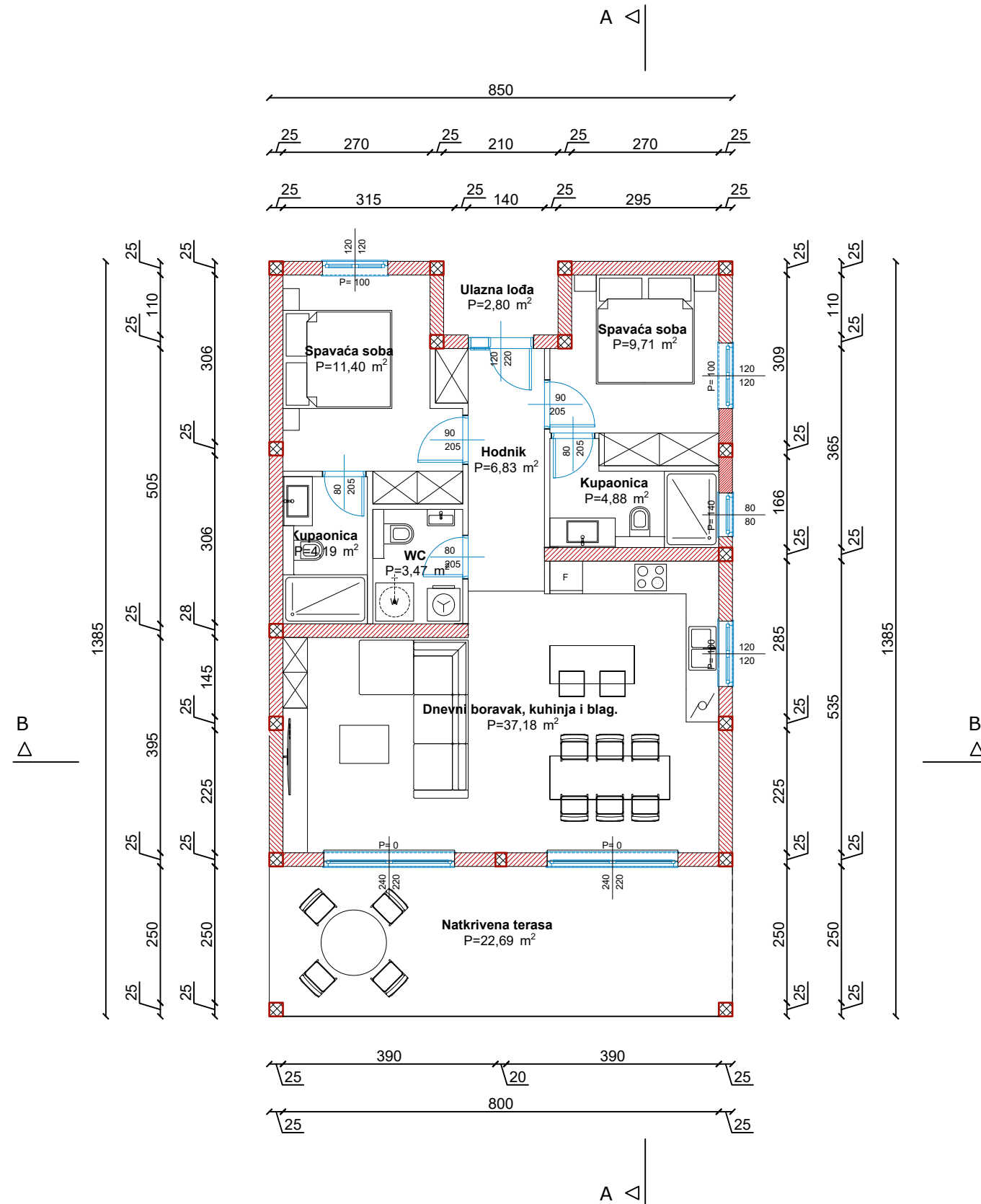
## **11.GRAFIČKI PRILOZI**


**TLOCRT TEMELJA**  
MJ.1:100



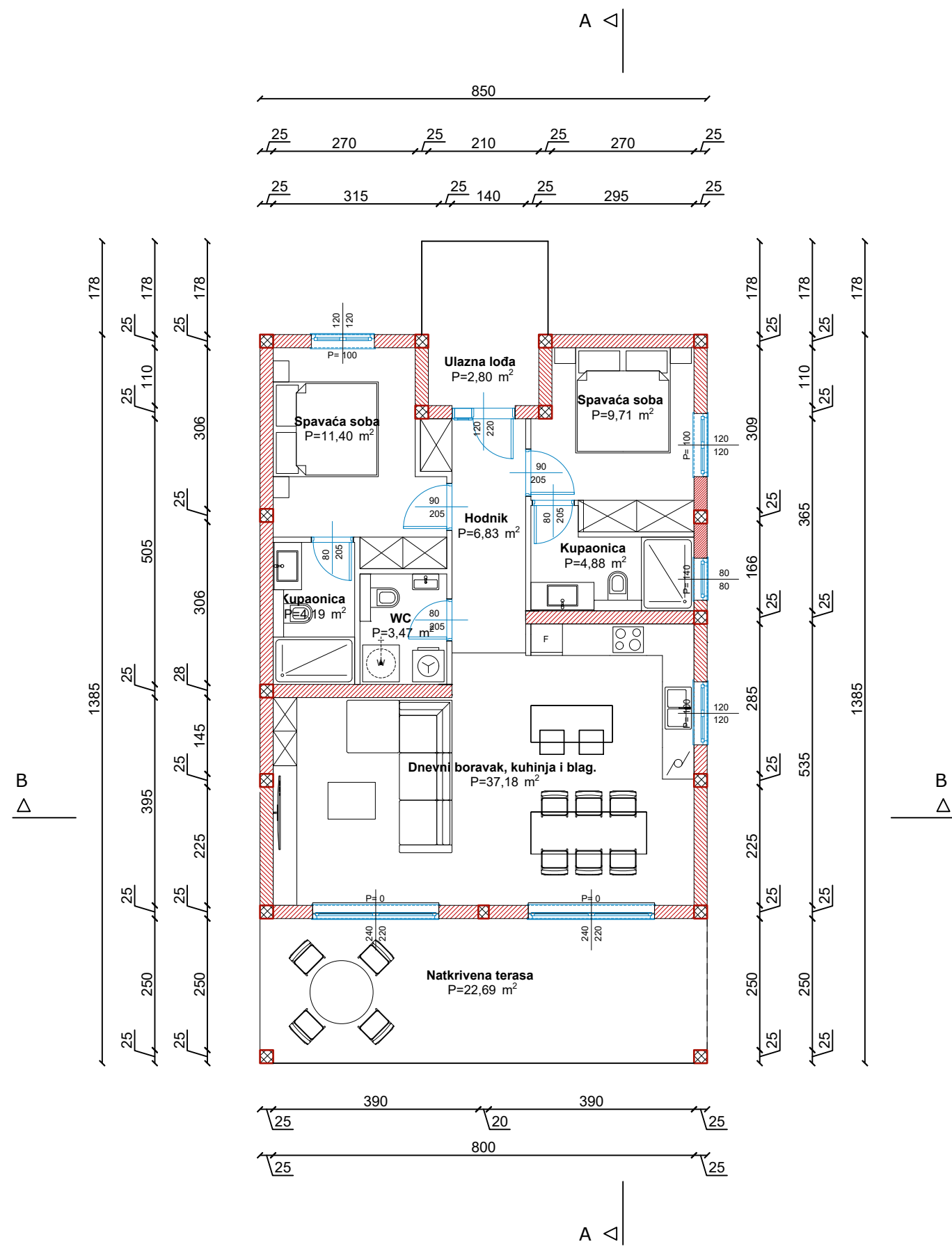
 <p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	<b>DIPLOMSKI RAD</b>	
	TEMA: <b>PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI</b>	
	STUDENTICA: <b>Marta Donjeković</b>	MENTORICA: <b>Doc. dr. sc. Marina Sunara</b>
		KOMENTOR: <b>Doc. dr. sc. Ivan Banović</b>
SADRŽAJ: <b>TLOCRT TEMELJA</b>	MJERILO: <b>1:100</b>	
DATUM: <b>rujan 2024.</b>	PRILOG: <b>1</b>	

TLOCRT PRIZEMLJA  
MJ.1:100



 <p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	DIPLOMSKI RAD	
	TEMA: PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI	
	STUDENTICA: Marta Donjeković	MENTORICA: Doc. dr. sc. Marina Sunara
	KOMENTOR: Doc. dr. sc. Ivan Banović	
SADRŽAJ	TLOCRT PRIZEMLJA	MJERILO 1:100
DATUM	rujan 2024.	PRILOG 2

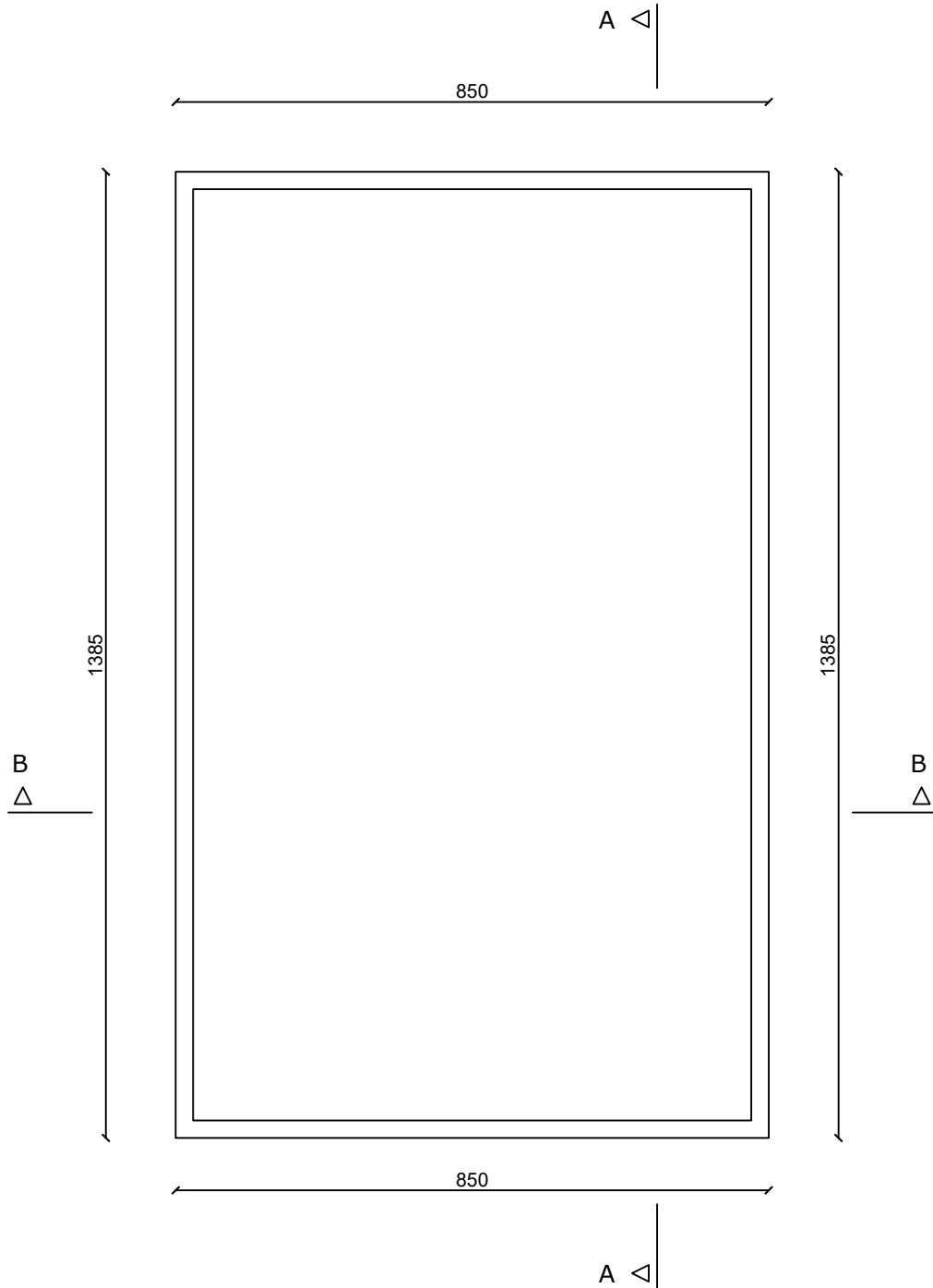
TLOCRT KATA  
MJ.1:100



DIPLOMSKI RAD			
TEMA:	PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI		
STUDENTICA:	Marta Donjeković	MENTORICA:	Doc. dr. sc. Marina Sunara
		KOMENTOR:	Doc. dr. sc. Ivan Banović
SADRŽAJ	TLOCRT KATA	MJERILO	1:100
DATUM	rujan 2024.	PRILOG	3

# TLOCRT RAVNOG KROVA

MJ.1:100



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

## DIPLOMSKI RAD

TEMA:

PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI

STUDENTICA:

Marta Donjerković

MENTORICA:

Doc. dr. sc. Marina Sunara

KOMENTOR:

Doc. dr. sc. Ivan Banović

SADRŽAJ

TLOCRT RAVNOG KROVA

MJERILO

1:100

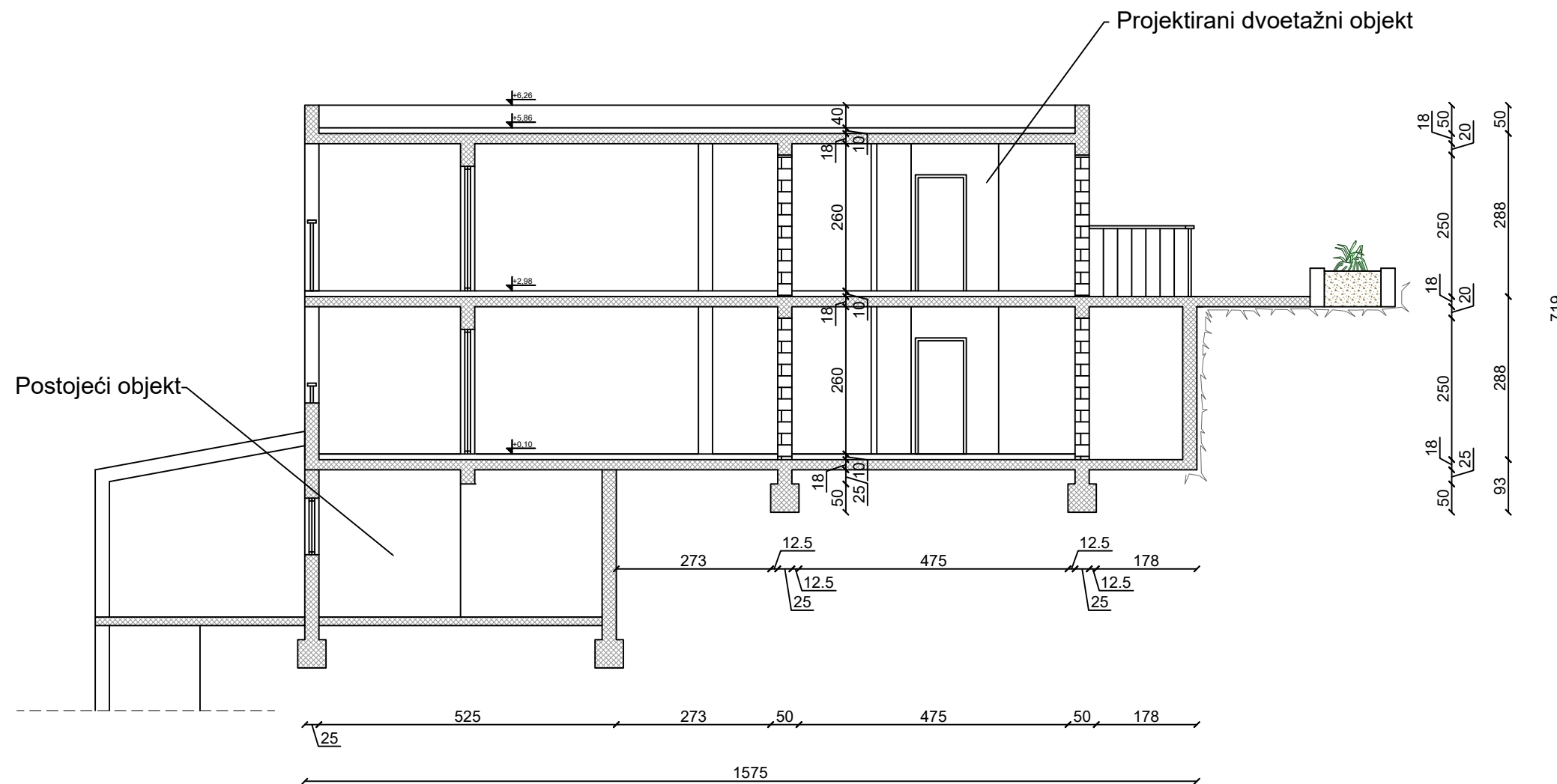
DATUM

rujan 2024.

PRILOG

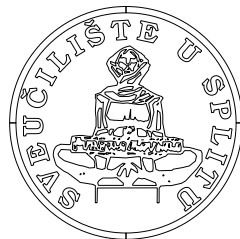
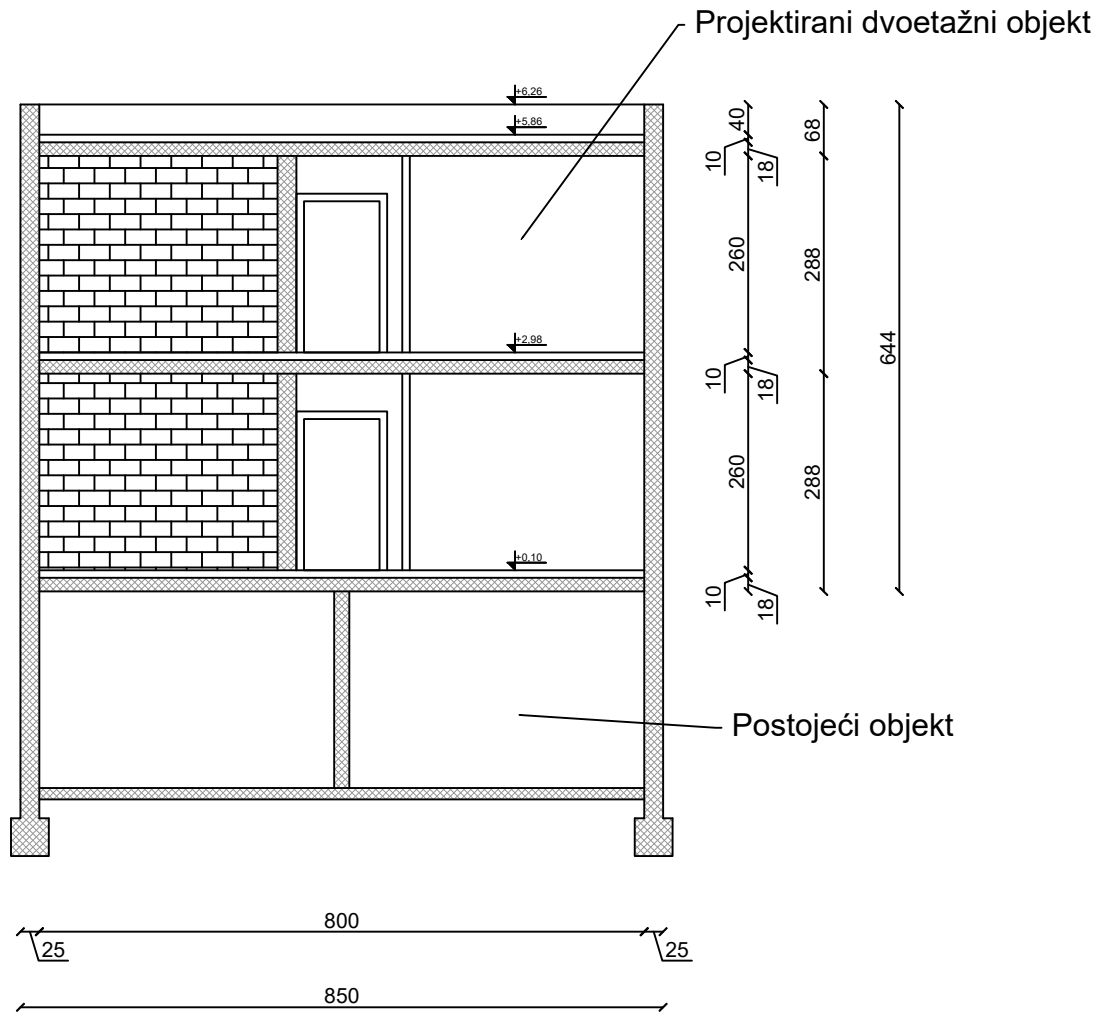
4

**PRESJEK A-A**  
MJ.1:100



 <p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	<b>DIPLOMSKI RAD</b>		
	TEMA: <b>PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI</b>		
	STUDENTICA: <b>Marta Donjerković</b>	MENTORICA: <b>Doc. dr. sc. Marina Sunara</b>	
		KOMENTOR: <b>Doc. dr. sc. Ivan Banović</b>	
SADRŽAJ	<b>PRESJEK A-A</b>	MJERILO	<b>1:100</b>
DATUM	<b>rujan 2024.</b>	PRILOG	<b>5</b>

**PRESJEK B-B**  
MJ.1:100



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

**DIPLOMSKI RAD**

TEMA:

PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI

STUDENTICA:

Marta Donjerković

MENTORICA:

Doc. dr. sc. Marina Sunara

KOMENTOR:

Doc. dr. sc. Ivan Banović

SADRŽAJ

PRESJEK B-B

MJERILO

1:100

DATUM

rujan 2024.

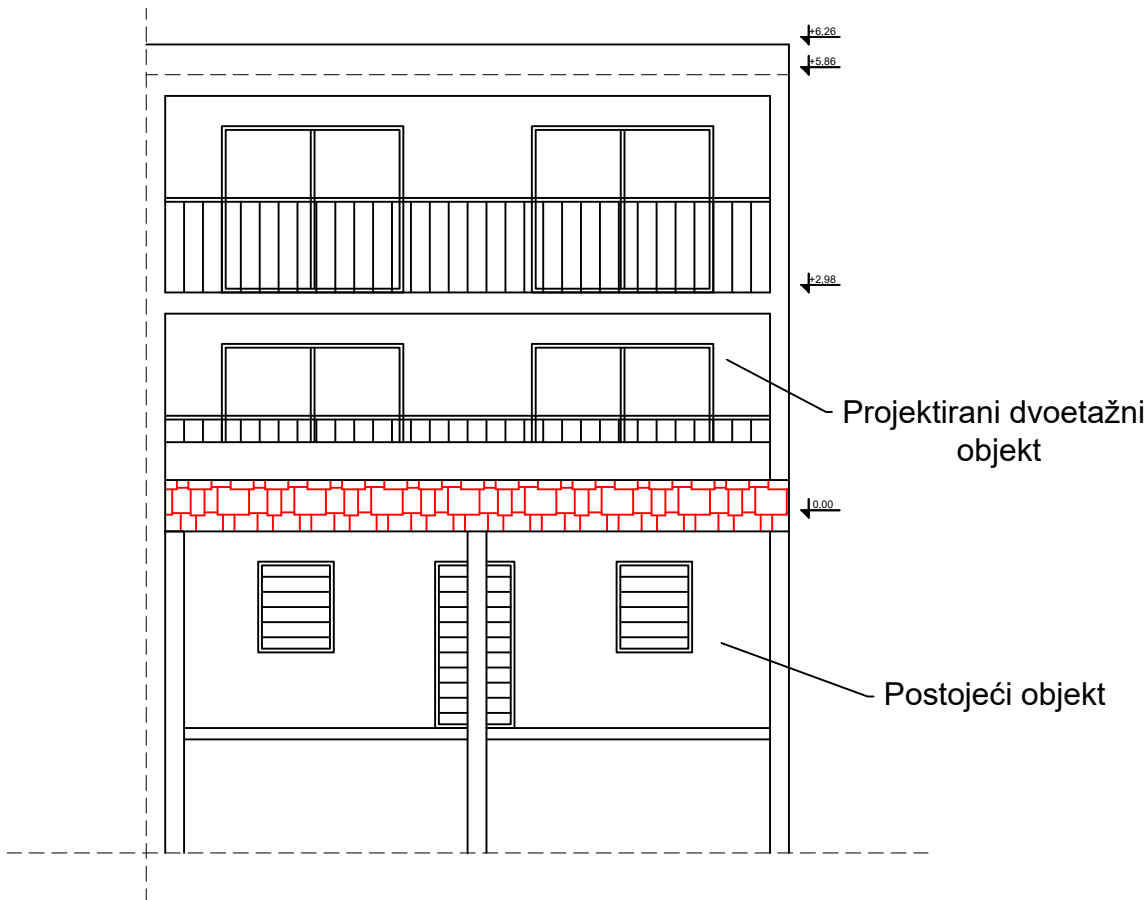
PRILOG

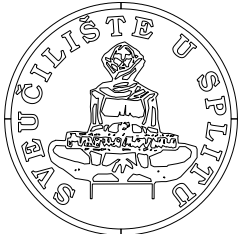
6



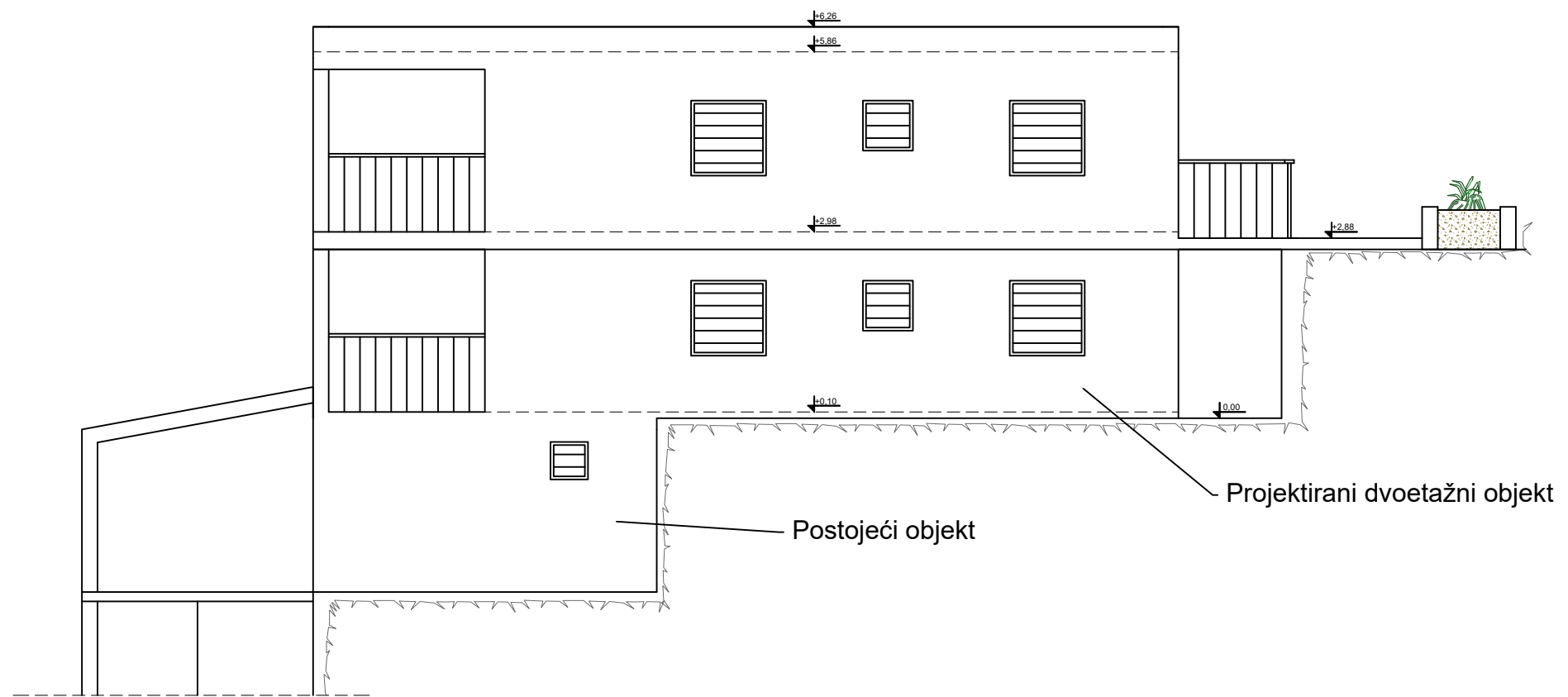
# JUŽNO PROČELJE

MJ.1:100



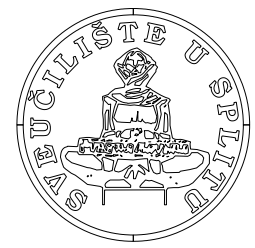
 <p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	<b>DIPLOMSKI RAD</b>	
	TEMA: <b>PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI</b>	
	STUDENTICA: <b>Marta Donjerković</b>	MENTORICA: <b>Doc. dr. sc. Marina Sunara</b>
		KOMENTOR: <b>Doc. dr. sc. Ivan Banović</b>
SADRŽAJ	<b>JUŽNO PROČELJE</b>	MJERILO <b>1:100</b>
DATUM	<b>rujan 2024.</b>	PRILOG <b>7</b>

**ZAPADNO PROČELJE**  
MJ.1:100



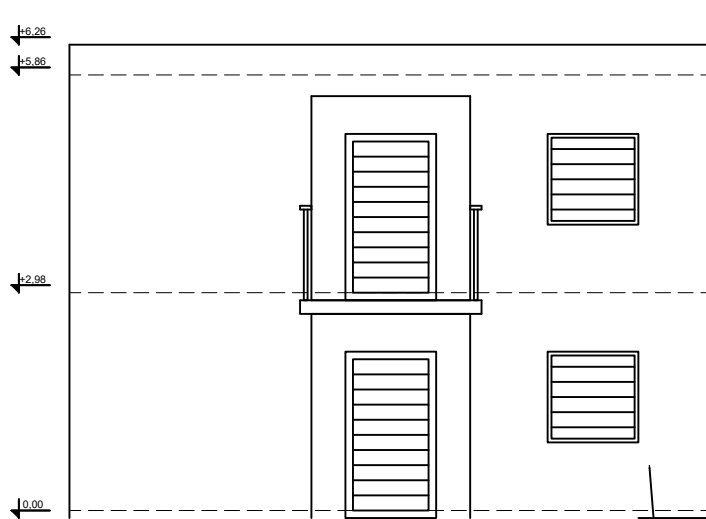
Postojeći objekt

Projektirani dvoetažni objekt

 <p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	<b>DIPLOMSKI RAD</b>	
	TEMA: <b>PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI</b>	
	STUDENTICA: <b>Marta Donjerković</b>	MENTORICA: <b>Doc. dr. sc. Marina Sunara</b>
		KOMENTOR: <b>Doc. dr. sc. Ivan Banović</b>
SADRŽAJ: <b>ZAPADNO PROČELJE</b>	MJERILO: <b>1:100</b>	
DATUM: <b>rujan 2024.</b>	PRILOG: <b>8</b>	

# SJEVERNO PROČELJE

MJ.1:100



Projektirani dvoetažni objekt



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

## DIPLOMSKI RAD

TEMA:

PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI

STUDENTICA:

Marta Donjerković

MENTORICA:

Doc. dr. sc. Marina Sunara

KOMENTOR:

Doc. dr. sc. Ivan Banović

SADRŽAJ

SJEVERNO PROČELJE

MJERILO

1:100

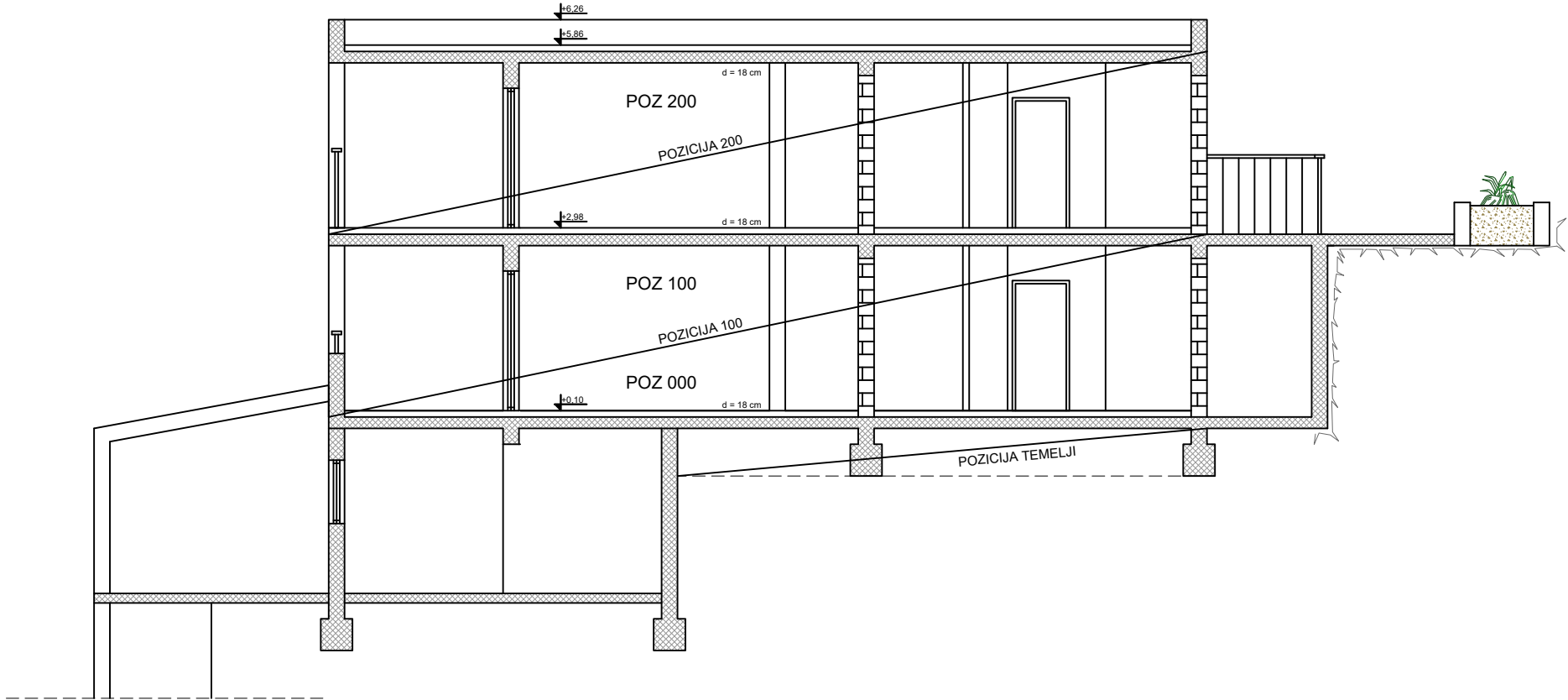
DATUM

rujan 2024.

PRILOG

9

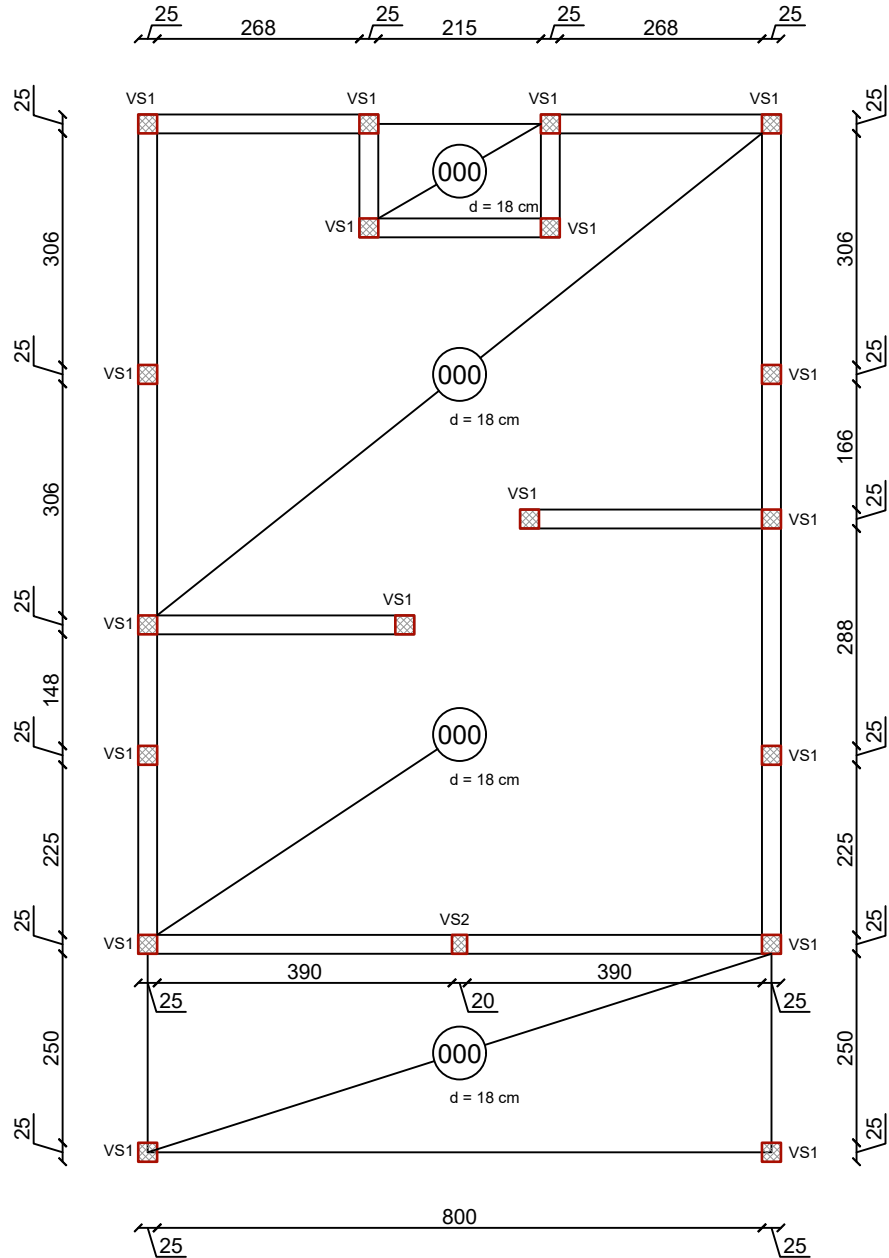
**PLAN POZICIJA - PRESJEK**  
MJ.1:100



 <p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	<b>DIPLOMSKI RAD</b>		
	TEMA: <b>PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI</b>		
	STUDENTICA: <b>Marta Donjerković</b>	MENTORICA: <b>Doc. dr. sc. Marina Sunara</b>	
		KOMENTOR: <b>Doc. dr. sc. Ivan Banović</b>	
SADRŽAJ	PLAN POZICIJA - PRESJEK	MJERILO	1:100
DATUM	rujan 2024.	PRILOG	10

# PLAN POZICIJA 000

MJ.1:100



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

## DIPLOMSKI RAD

TEMA:

PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI

STUDENTICA:

Marta Donjerković

MENTORICA:

Doc. dr. sc. Marina Sunara

KOMENTOR:

Doc. dr. sc. Ivan Banović

SADRŽAJ

PLAN POZICIJA 000

MJERILO

1:100

DATUM

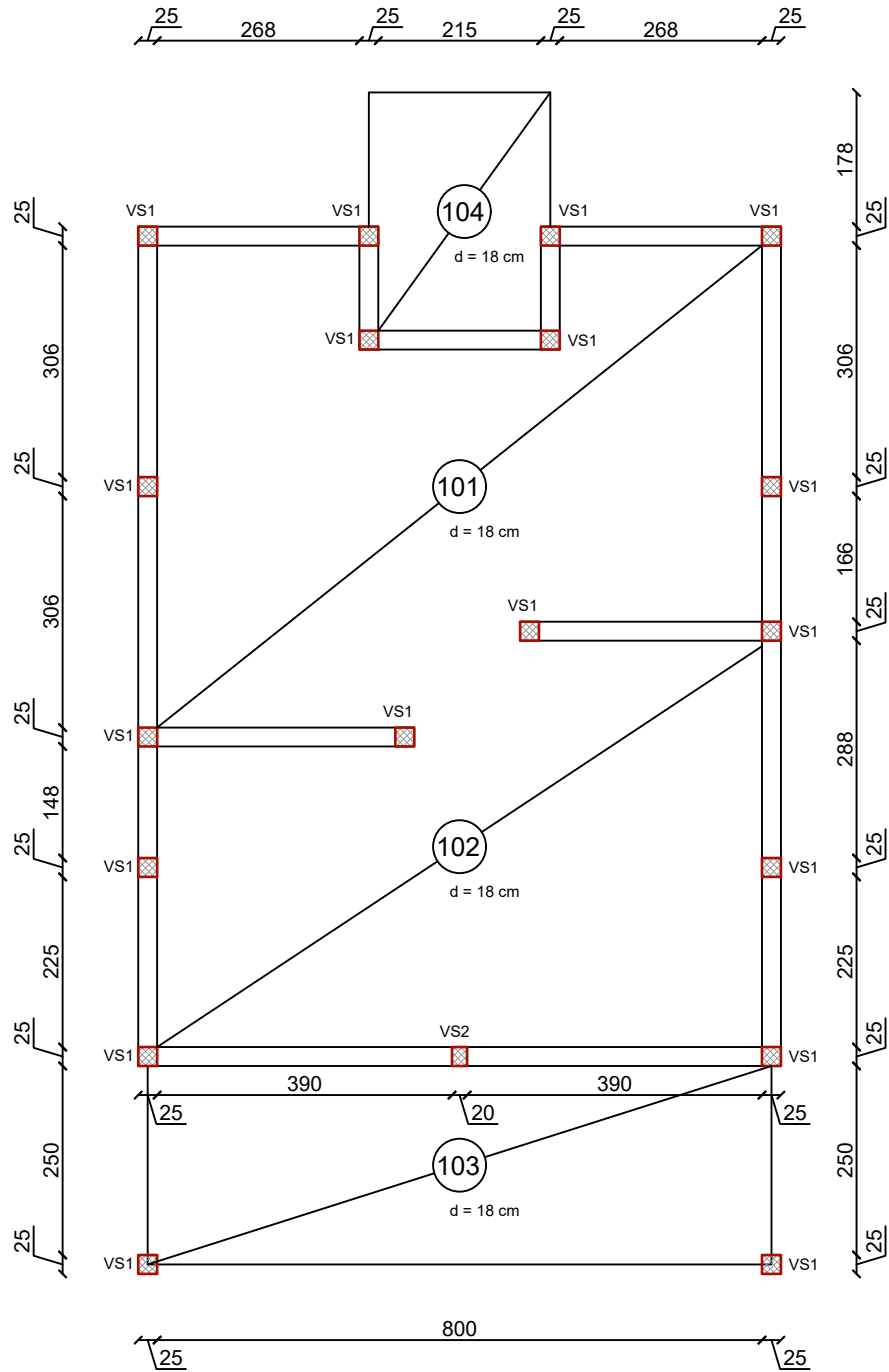
rujan 2024.

PRILOG

11

# PLAN POZICIJA 100

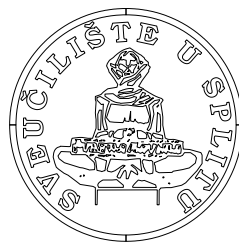
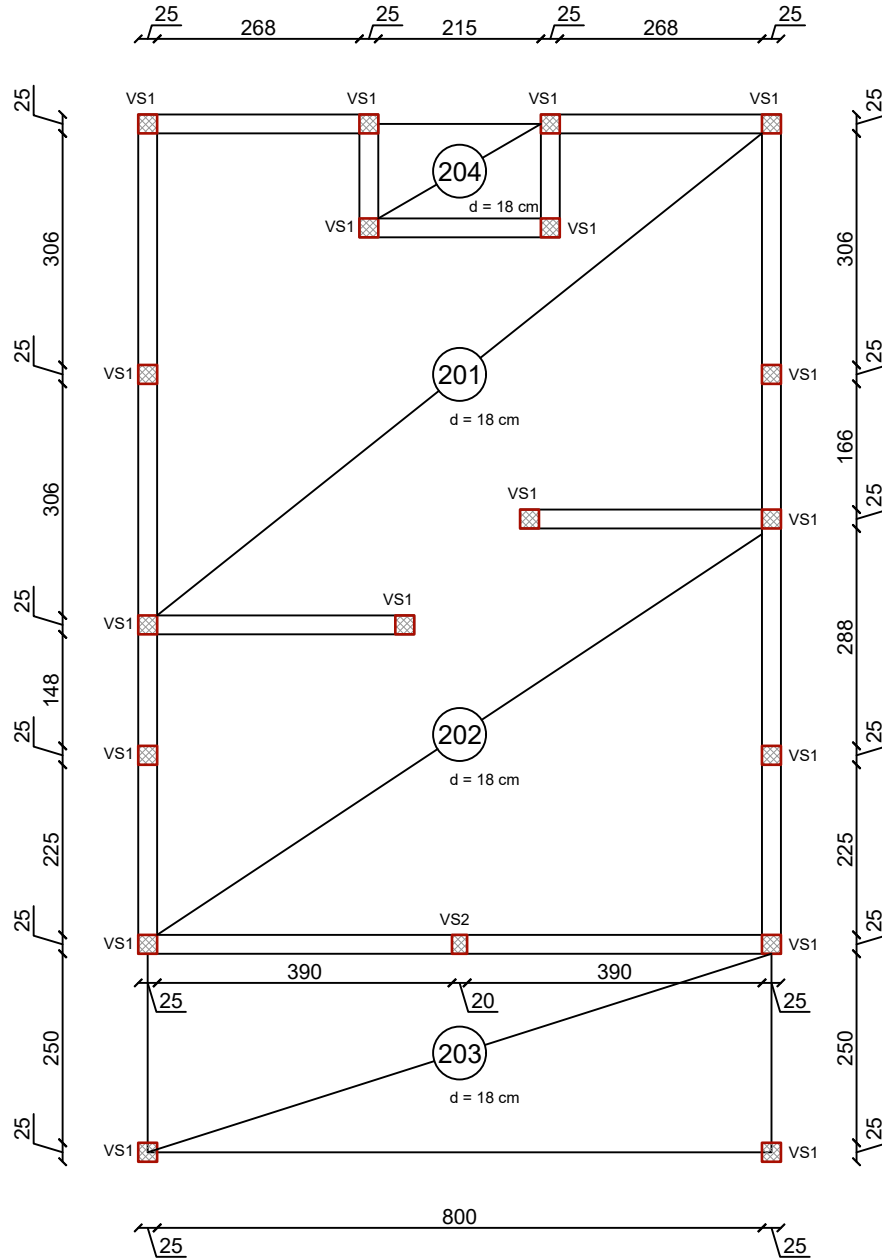
MJ.1:100



 <p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	<b>DIPLOMSKI RAD</b>	
	TEMA: PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI	
	STUDENTICA: <b>Marta Donjerković</b>	MENTORICA: Doc. dr. sc. Marina Sunara
		KOMENTOR: Doc. dr. sc. Ivan Banović
	SADRŽAJ PLAN POZICIJA 100	MJERILO 1:100
DATUM rujan 2024.	PRILOG 12	

# PLAN POZICIJA 200

## MJ.1:100



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
 GEODEZIJE  
 KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE  
 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

### DIPLOMSKI RAD

TEMA:

PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI

STUDENTICA:

Marta Donjerković

MENTORICA:

Doc. dr. sc. Marina Sunara

KOMENTOR:

Doc. dr. sc. Ivan Banović

SADRŽAJ

PLAN POZICIJA 200

MJERILO

1:100

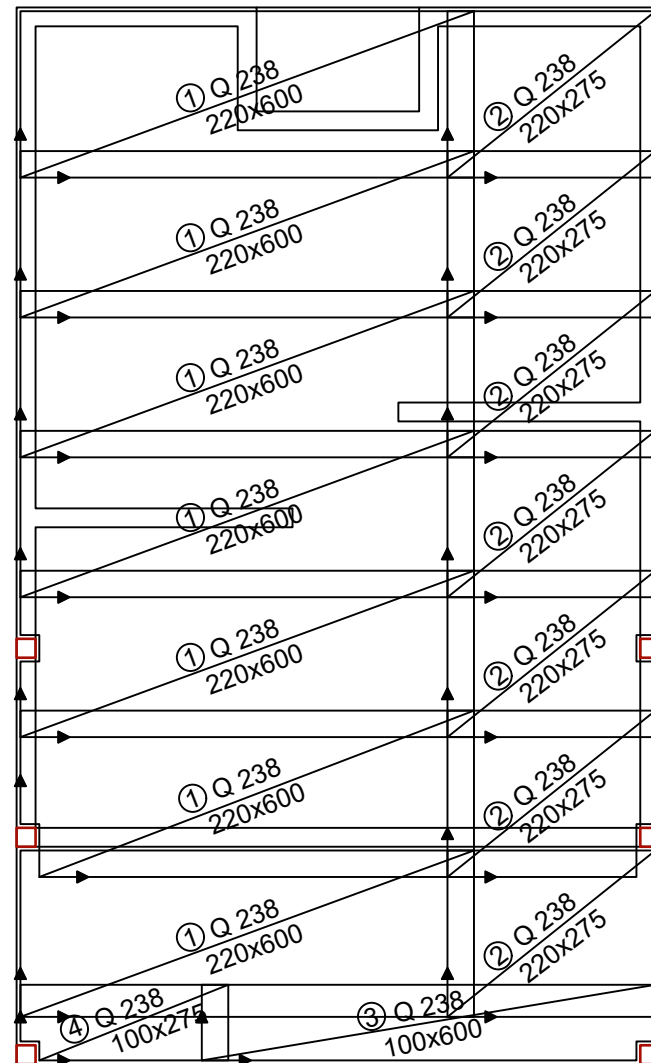
DATUM

rujan 2024.

PRILOG

13

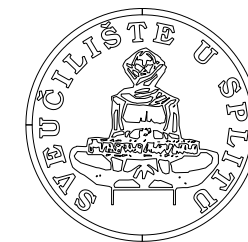
**ARMATURA PLOČE POZICIJA 000 - donja zona**  
MJ.1:100



ISKAZ MREŽASTE ARMATURE (ČELIK B500B)						
POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q - 283		220x600	7	2.77	255.95
2	Q - 283		220x275	8	2.77	134.07
3	Q - 283		100x600	1	2.77	16.62
4	Q - 283		100x275	1	2.77	7.62
				UKUPNO (kg):		414.26

Zaštitni sloj: c = 2,5 cm  
Klasa betona: C30/37  
Armatura: B500B  
Preklop armature: 35 cm

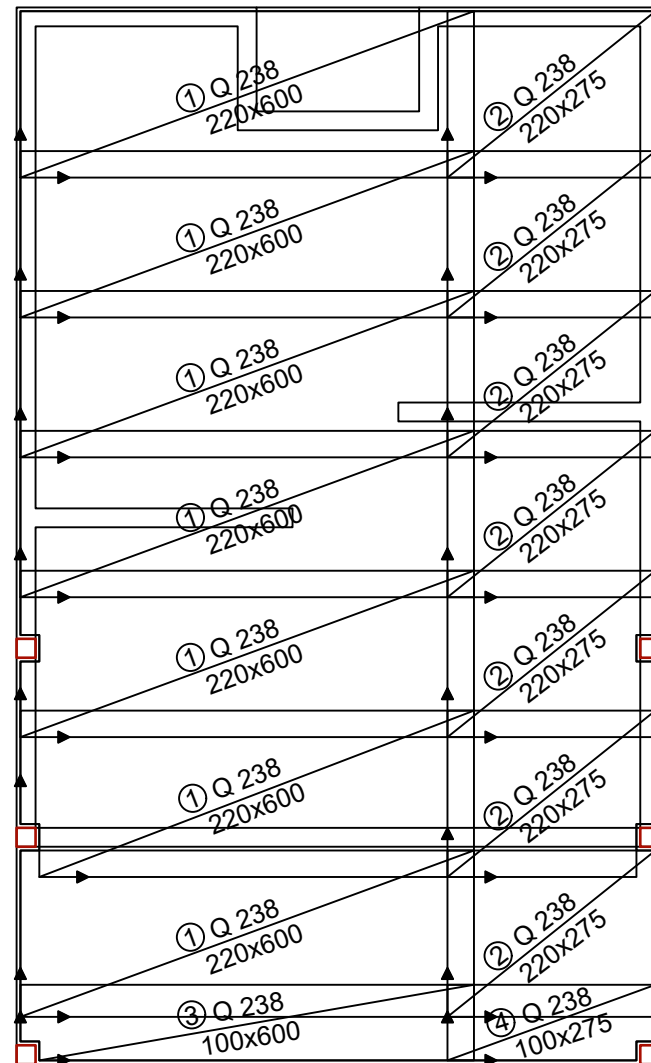
DIPLOMSKI RAD			
TEMA:		PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI	
STUDENTICA:		MENTORICA:	
Marta Donjerković		Doc. dr. sc. Marina Sunara	
		KOMENTOR:	
		Doc. dr. sc. Ivan Banović	
SADRŽAJ	ARMATURA PLOČE POZICIJA 000 - donja zona	MJERILO	1:100
DATUM	rujan 2024.	PRILOG	14



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

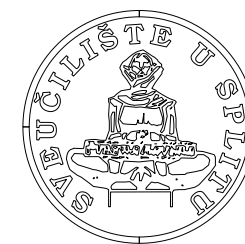


**ARMATURA PLOČE POZICIJA 000 - gornja zona**  
MJ.1:100



ISKAZ MREŽASTE ARMATURE (ČELIK B500B)						
POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q - 283		220x600	7	2.77	255.95
2	Q - 283		220x275	8	2.77	134.07
3	Q - 283		100x600	1	2.77	16.62
4	Q - 283		100x275	1	2.77	7.62
				UKUPNO (kg):		414.26

Zaštitni sloj: c = 2,5 cm  
Klasa betona: C30/37  
Armatura: B500B  
Preklop armature: 35 cm



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

DIPLOMSKI RAD

TEMA: PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI

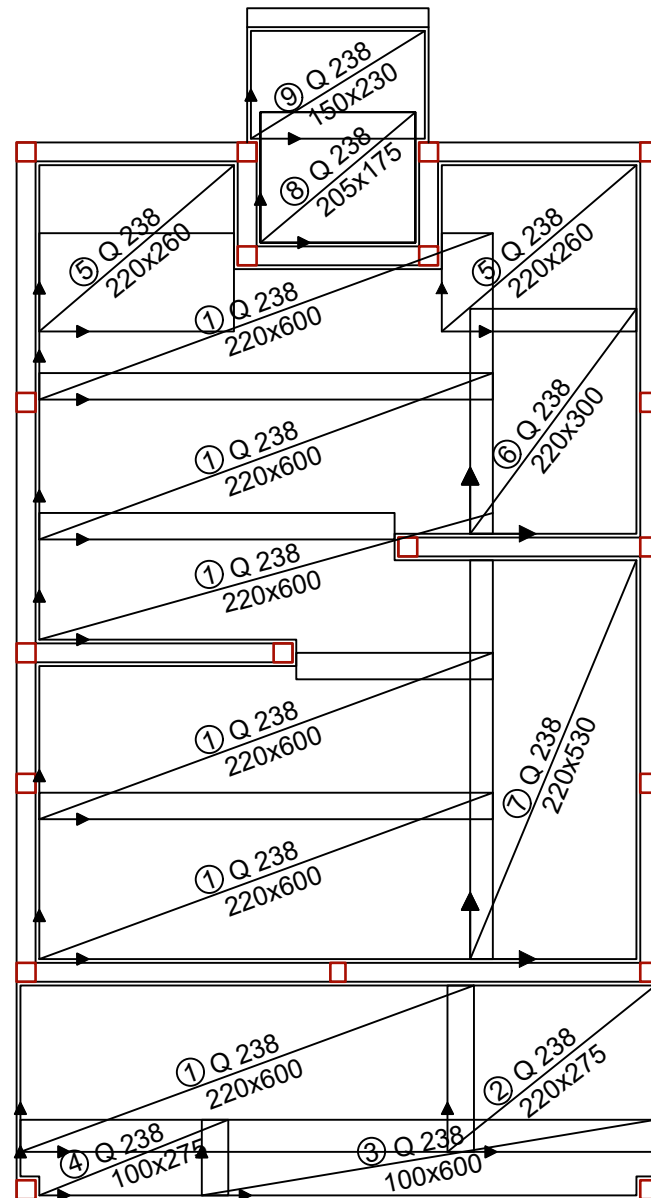
STUDENTICA: Marta Donjerković  
MENTORICA: Doc. dr. sc. Marina Sunara

KOMENTOR: Doc. dr. sc. Ivan Banović

SADRŽAJ: ARMATURA PLOČE POZICIJA 000 - gornja zona  
MJEŘILO: 1:100

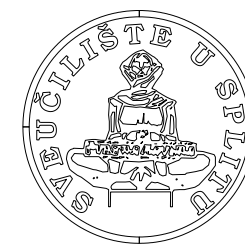
DATUM: rujan 2024.  
PRILOG: 15

**ARMATURA PLOČE POZICIJA 100 - donja zona**  
MJ.1:100



ISKAZ MREŽASTE ARMATURE (ČELIK B500B)						
POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q - 283		220x600	7	2.77	255.95
2	Q - 283		220x275	8	2.77	134.07
3	Q - 283		100x600	1	2.77	16.62
4	Q - 283		100x275	1	2.77	7.62
5	Q - 283		220x260	2	2.77	31.69
6	Q - 283		220x300	1	2.77	18.29
7	Q - 283		220x530	1	2.77	32.30
8	Q - 283		175x205	1	2.77	9.94
9	Q - 283		150x230	1	2.77	9.56
				UKUPNO (kg):	516.04	

Zaštitni sloj: c = 2,5 cm  
Klasa betona: C30/37  
Armatura: B500B  
Preklop armature: 35 cm



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

DIPLOMSKI RAD

TEMA: PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI

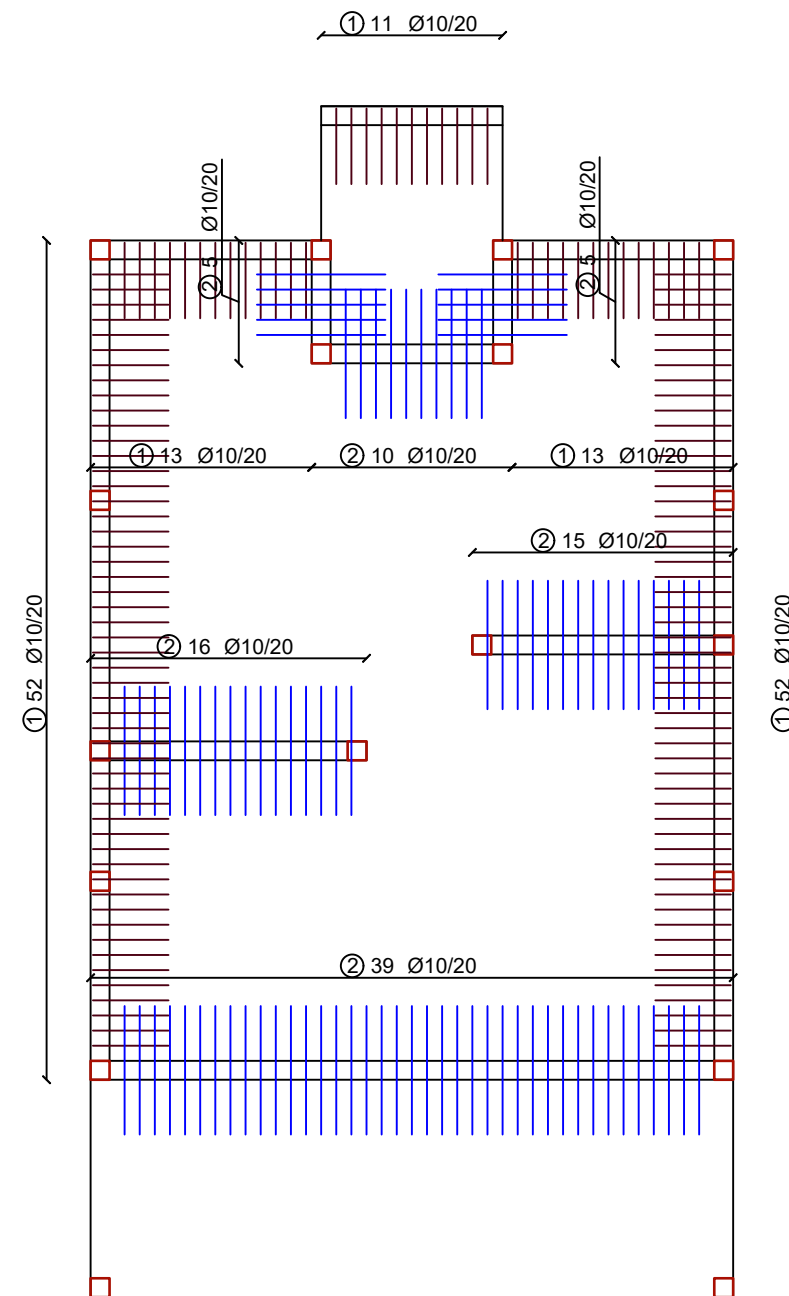
STUDENTICA: Marta Donjerković  
MENTORICA: Doc. dr. sc. Marina Sunara

KOMENTOR: Doc. dr. sc. Ivan Banović

SADRŽAJ: ARMATURA PLOČE POZICIJA 100 - donja zona  
MJERILO: 1:100

DATUM: rujan 2024.  
PRILOG: 16

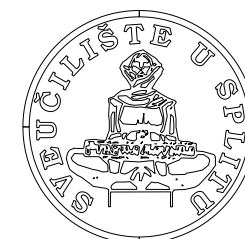
**ARMATURA RUBOVI POZICIJA 100 - donja zona**  
MJ.1:100



**ISKAZ REBRASTE ARMATURE (ČELIK B500B)**

POZ.	OBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m <sup>2</sup> )	KOM.	L (cm)	UKUPNA MASA
1		10	0.617	141	153	133.11
2		10	0.617	90	170	94.41
					UKUPNO (kg):	227.52

Zaštitni sloj: c = 2,5 cm  
Klasa betona: C30/37  
Armatura: B500B



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

**DIPLOMSKI RAD**

TEMA: **PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI**

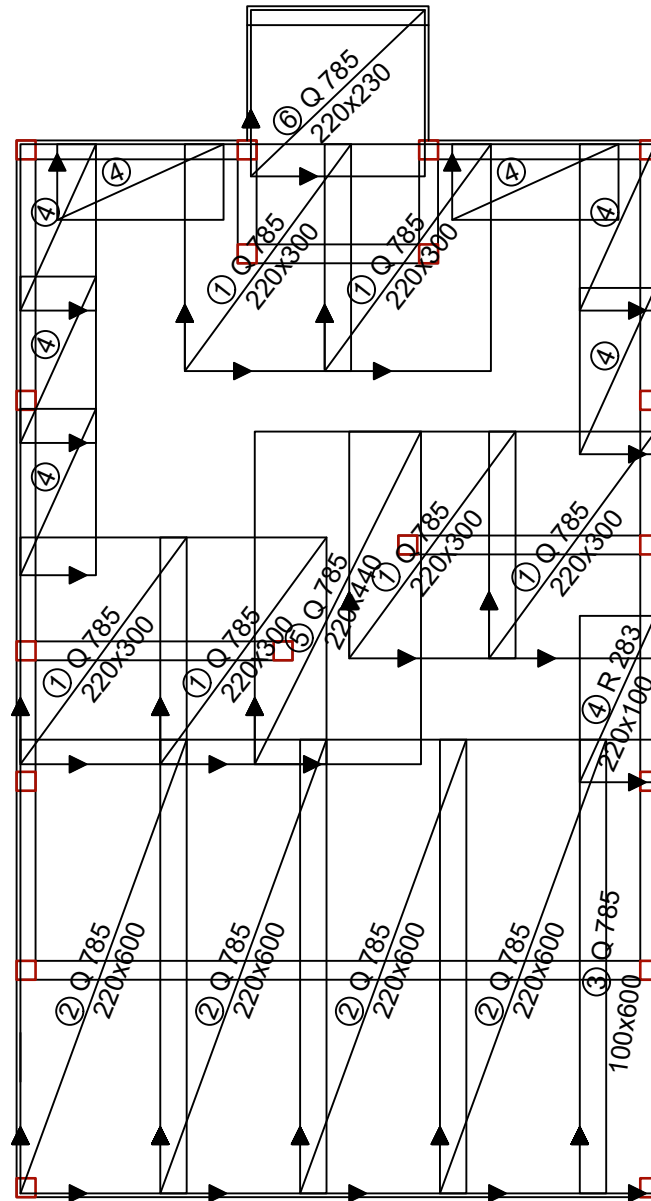
STUDENTICA: **Marta Donjerković** MENTORICA: **Doc. dr. sc. Marina Sunara**

KOMENTOR: **Doc. dr. sc. Ivan Banović**

SADRŽAJ: **ARMATURA RUBOVI POZICIJA 100 - donja zona** MJERILO: **1:100**

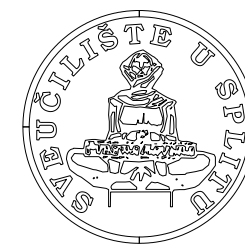
DATUM: **rujan 2024.** PRILOG: **17**

**ARMATURA PLOČE POZICIJA 100 - gornja zona**  
MJ.1:100



ISKAZ MREŽASTE ARMATURE (ČELIK B500B)						
POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q - 785		220x300	6	7.85	310.86
2	Q - 785		220x600	4	7.85	414.48
3	Q - 785		100x600	1	7.85	47.10
4	R - 283		220x100	8	2.77	48.76
5	Q - 785		220x440	1	7.85	75.99
6	Q - 785		220x230	1	7.85	39.73
				UKUPNO (kg):		936.92

Zaštitni sloj: c = 2,5 cm  
 Klasa betona: C30/37  
 Armatura: B500B  
 Preklop armature: 35 cm

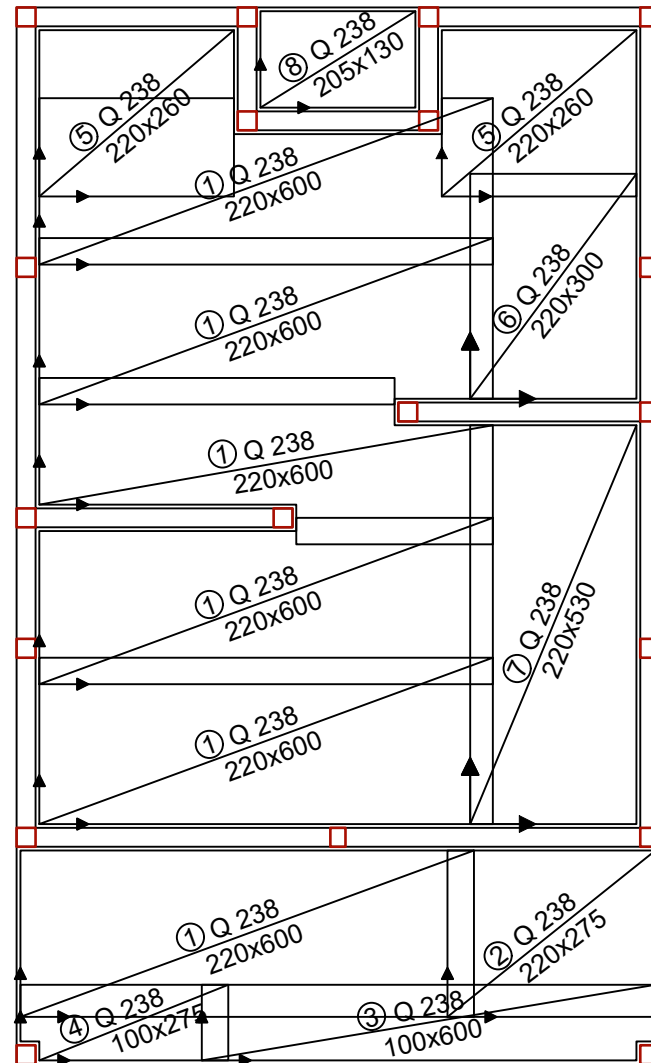


FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
 GEODEZIJE  
 KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE  
 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

**DIPLOMSKI RAD**

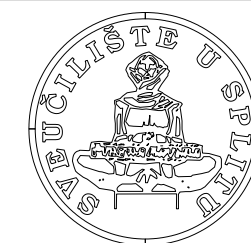
TEMA: PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI	
STUDENTICA: <b>Marta Donjerković</b>	MENTORICA: Doc. dr. sc. Marina Sunara
	KOMENTOR: Doc. dr. sc. Ivan Banović
SADRŽAJ ARMATURA PLOČE POZICIJA 100 - gornja zona	MJERILO 1:100
DATUM rujan 2024.	PRILOG 18

**ARMATURA PLOČE POZICIJA 200 - donja zona**  
MJ.1:100



ISKAZ MREŽASTE ARMATURE (ČELIK B500B)						
POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q - 283		220x600	7	2.77	255.95
2	Q - 283		220x275	8	2.77	134.07
3	Q - 283		100x600	1	2.77	16.62
4	Q - 283		100x275	1	2.77	7.62
5	Q - 283		220x260	2	2.77	31.69
6	Q - 283		220x300	1	2.77	18.29
7	Q - 283		220x530	1	2.77	32.30
8	Q - 283		130x205	1	2.77	7.39
				UKUPNO (kg):		503.93

Zaštitni sloj: c = 2,5 cm  
Klasa betona: C30/37  
Armatura: B500B  
Preklop armature: 35 cm



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

DIPLOMSKI RAD

TEMA: PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI

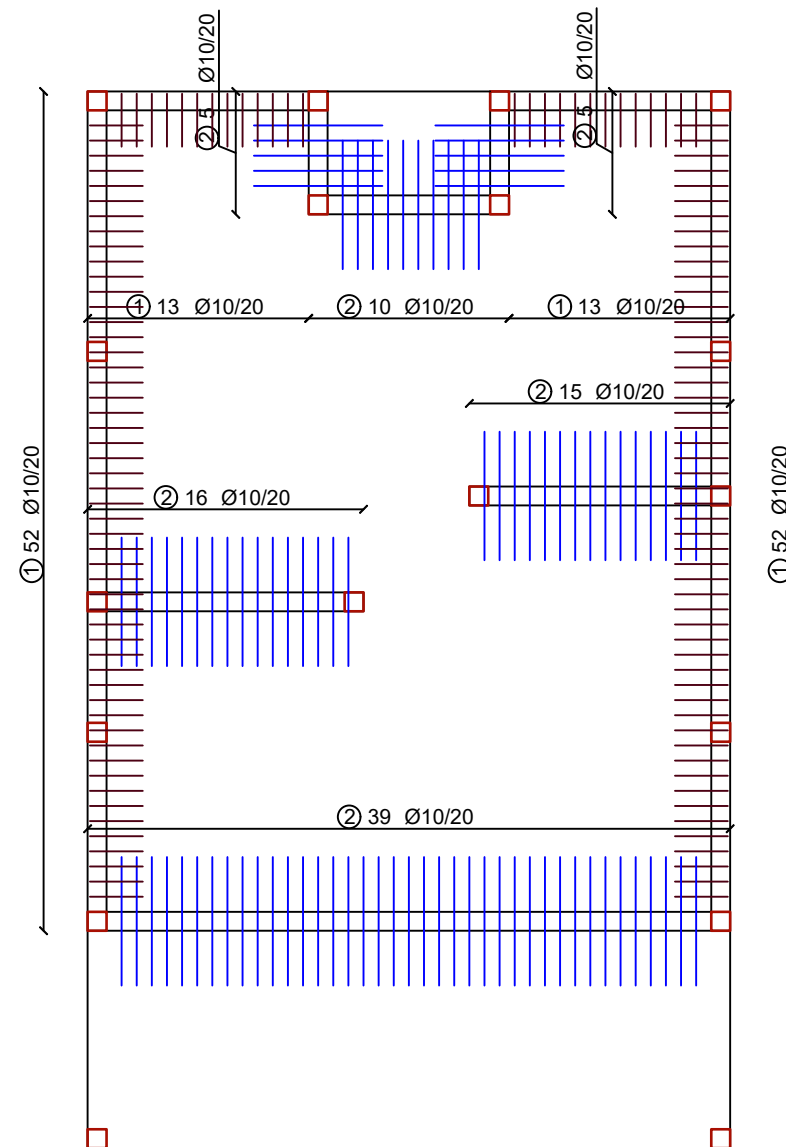
STUDENTICA: Marta Donjerković  
MENTORICA: Doc. dr. sc. Marina Sunara

KOMENTOR: Doc. dr. sc. Ivan Banović

SADRŽAJ: ARMATURA PLOČE POZICIJA 200 - donja zona  
MJERILO: 1:100

DATUM: rujan 2024.  
PRILOG: 19

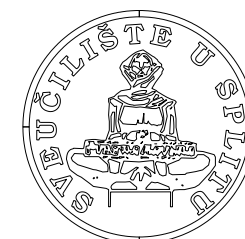
**ARMATURA RUBOVI POZICIJA 200 - donja zona**  
MJ.1:100



**ISKAZ REBRASTE ARMATURE (ČELIK B500B)**

POZ.	OBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m <sup>2</sup> )	KOM.	L (cm)	UKUPNA MASA
1		10	0.617	130	153	122.73
2		10	0.617	90	170	94.41
					UKUPNO (kg):	217.14

Zaštitni sloj: c = 2,5 cm  
Klasa betona: C30/37  
Armatura: B500B



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

**DIPLOMSKI RAD**

TEMA: **PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI**

STUDENTICA:  
**Marta Donjerković**

MENTORICA:  
Doc. dr. sc. Marina Sunara

KOMENTOR:  
Doc. dr. sc. Ivan Banović

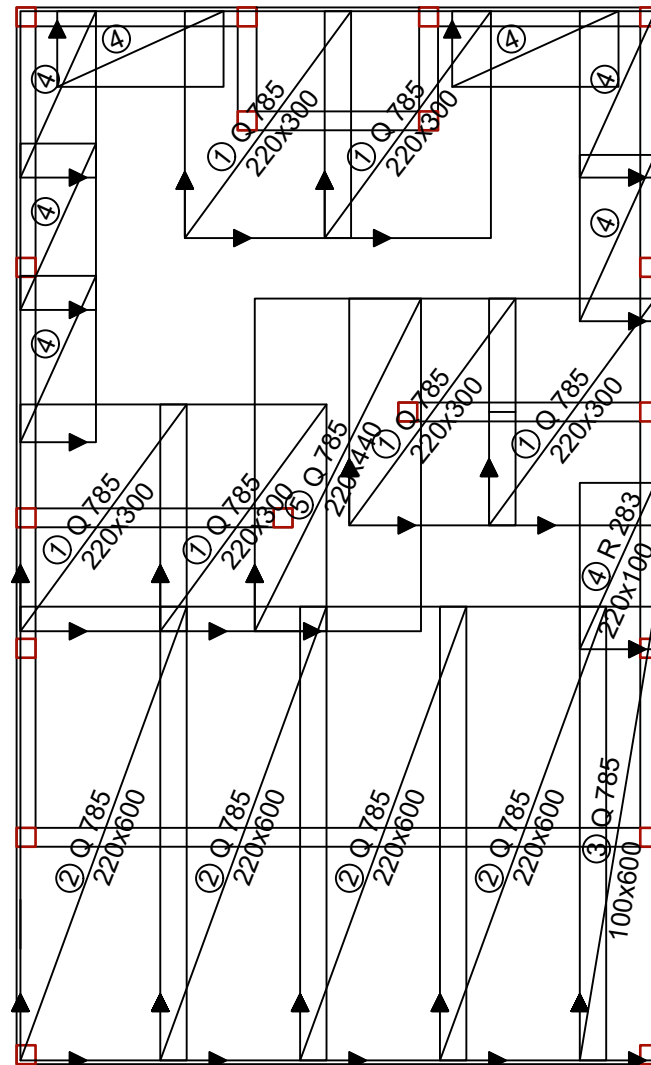
SADRŽAJ: **ARMATURA RUBOVI POZICIJA 200 - donja zona**

MJERILO: **1:100**

DATUM: **rujan 2024.**

PRILOG: **20**

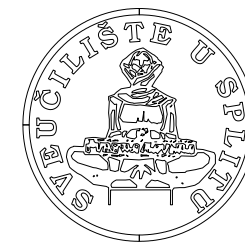
**ARMATURA PLOČE POZICIJE 200 - gornja zona**  
MJ.1:100



ISKAZ MREŽASTE ARMATURE (ČELIK B500B)						
POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q - 785		220x300	6	7.85	310.86
2	Q - 785		220x600	4	7.85	414.48
3	Q - 785		100x600	1	7.85	47.10
4	R - 283		220x100	8	2.77	48.76
5	Q - 785		220x440	1	7.85	75.99
				UKUPNO (kg):		897.19

Zaštitni sloj: c = 2,5 cm  
Klasa betona: C30/37  
Armatura: B500B  
Preklop armature: 35 cm

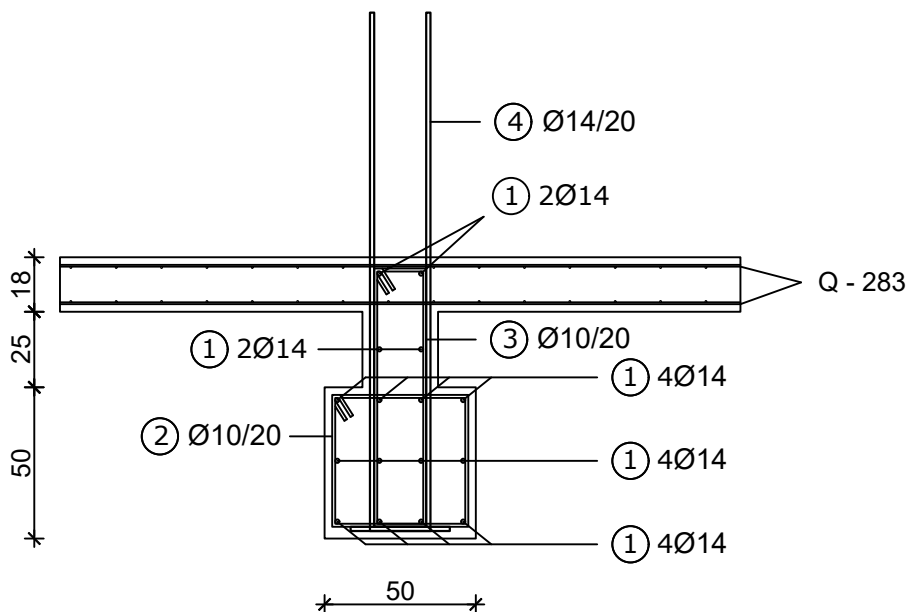
DIPLOMSKI RAD			
TEMA:		PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI	
STUDENTICA:		MENTORICA:	
Marta Donjerković		Doc. dr. sc. Marina Sunara	
		KOMENTOR:	
		Doc. dr. sc. Ivan Banović	
SADRŽAJ	ARMATURA PLOČE POZICIJE 200 - gornja zona	MJERILO	1:100
DATUM	rujan 2024.	PRILOG	21



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

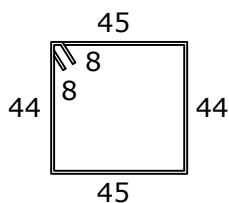
# KARAKTERISTIČNI PRESJEK TEMELJA

MJ.1:25

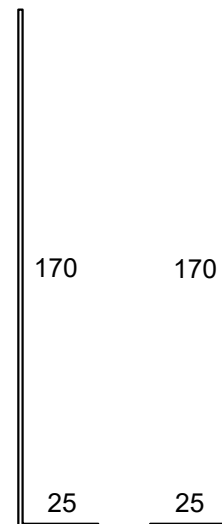
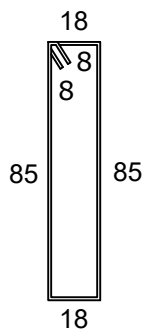


④ Ø14/20,  
L (ukupno) = 195 cm

② Ø10/20,  
L (ukupno) = 194 cm



③ Ø10/20,  
L (ukupno) = 222 cm



Zaštitni sloj:  $c = 2,5 \text{ cm}$   
Klasa betona: C30/37  
Armatura: B500B

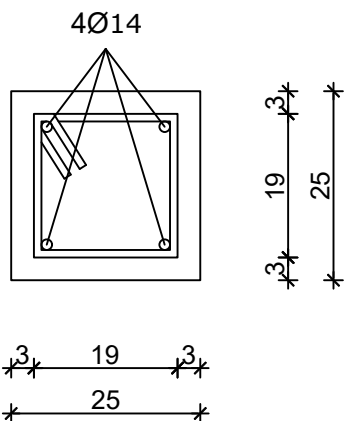
 <p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	<b>DIPLOMSKI RAD</b>	
	TEMA: <b>PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI</b>	
	STUDENTICA: <b>Marta Donjerković</b>	MENTORICA: <b>Doc. dr. sc. Marina Sunara</b>
		KOMENTOR: <b>Doc. dr. sc. Ivan Banović</b>
SADRŽAJ	<b>ARMATURA ANKERA TEMELJA</b>	MJERILO <b>1:25</b>
DATUM	<b>rujan 2024.</b>	PRILOG <b>22</b>



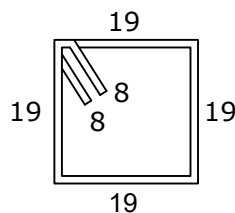
# KARAKTERISTIČNI PRESJECI VERTIKALNIH SERKLAŽA

## MJ.1:10

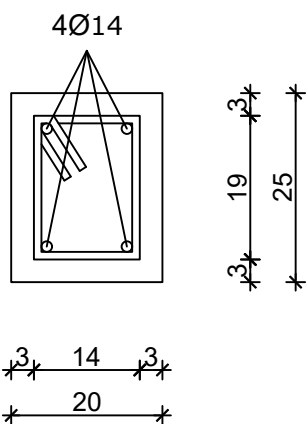
VS1



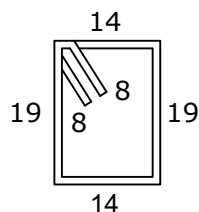
Ø10/20,  
L (ukupno) = 92 cm



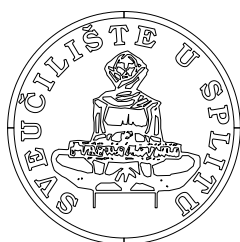
VS2



Ø10/20,  
L (ukupno) = 82 cm



Zaštitni sloj:  $c = 2,5$  cm  
Klasa betona: C30/37  
Armatura: B500B



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

### DIPLOMSKI RAD

TEMA:

PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI

STUDENTICA:

Marta Donjerković

MENTORICA:

Doc. dr. sc. Marina Sunara

KOMENTOR:

Doc. dr. sc. Ivan Banović

SADRŽAJ

ARMATURA ANKERA TEMELJA

MJERILO

1:10

DATUM

rujan 2024.

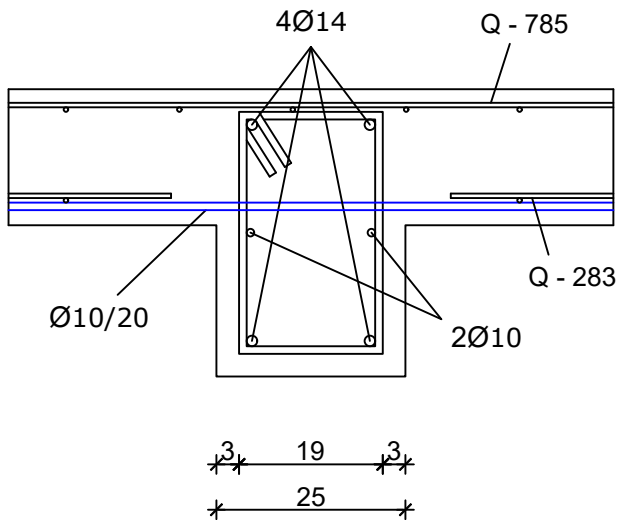
PRILOG

23

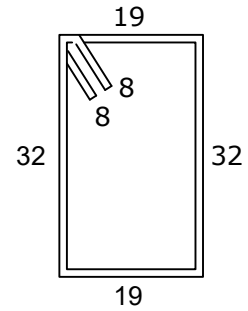
# KARAKTERISTIČNI PRESJECI HORIZONTALNIH SERKLAŽA

## MJ.1:10

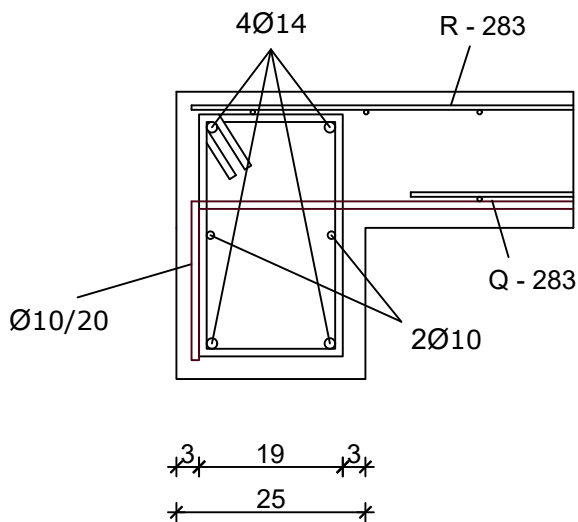
### UNUTARNJI ZID



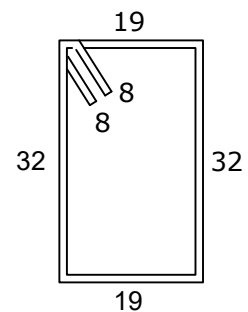
Ø10/30,  
L (ukupno) = 118 cm



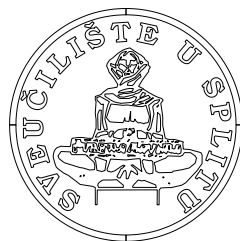
### VANJSKI ZID



Ø10/30,  
L (ukupno) = 118 cm



Zaštitni sloj: c = 2,5 cm  
Klasa betona: C30/37  
Armatura: B500B



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

### DIPLOMSKI RAD

TEMA:

PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI

STUDENTICA:

Marta Donjerković

MENTORICA:

Doc. dr. sc. Marina Sunara

KOMENTOR:

Doc. dr. sc. Ivan Banović

SADRŽAJ

ARMATURA ANKERA TEMELJA

MJERILO

1:10

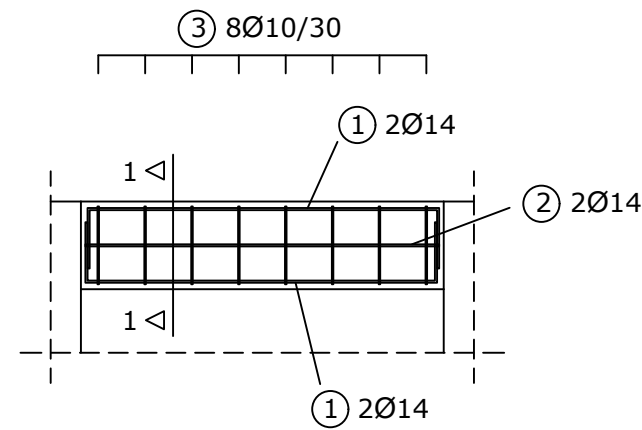
DATUM

rujan 2024.

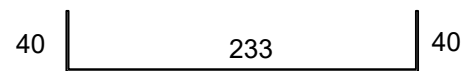
PRILOG

24

**ARMATURA GREDE 101, 102, 201 i 202**  
MJ.1:50



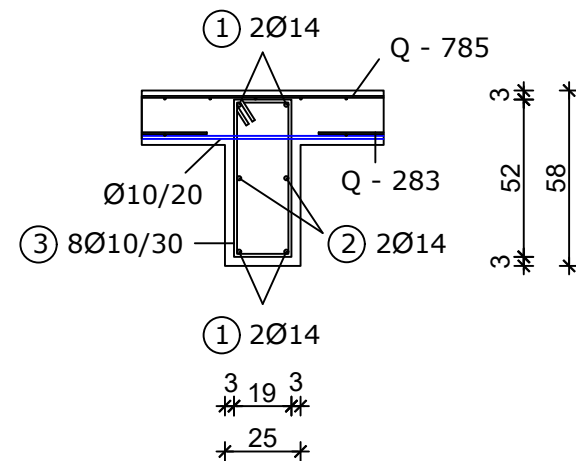
① 4Ø14,  
L (ukupno) = 313 cm



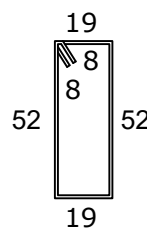
② 2Ø14,  
L (ukupno) = 234 cm



PRESJEK 1-1  
MJ. 1:25



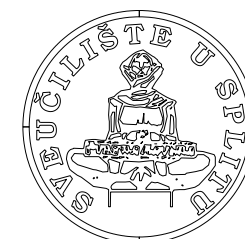
③ Ø10/30,  
L (ukupno) = 158 cm



**ISKAZ REBRASTE ARMATURE (ČELIK B500B)**

POZ.	OBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m <sup>2</sup> )	KOM.	L (cm)	UKUPNA MASA
1		14	1.21	4	313	15.15
2		14	1.21	2	234	5.67
3		10	0.617	8	158	7.80
					UKUPNO (kg):	28.62

Zaštitni sloj: c = 2,5 cm  
Klasa betona: C30/37  
Armatura: B500B



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

**DIPLOMSKI RAD**

TEMA: **PROJEKT ZIDANE VIKENDICE NA o. KORČULI**

STUDENTICA:  
**Marta Donjerković**

MENTORICA:  
Doc. dr. sc. Marina Sunara

KOMENTOR:  
Doc. dr. sc. Ivan Banović

SADRŽAJ: **ARMATURA ANKERA TEMELJA**

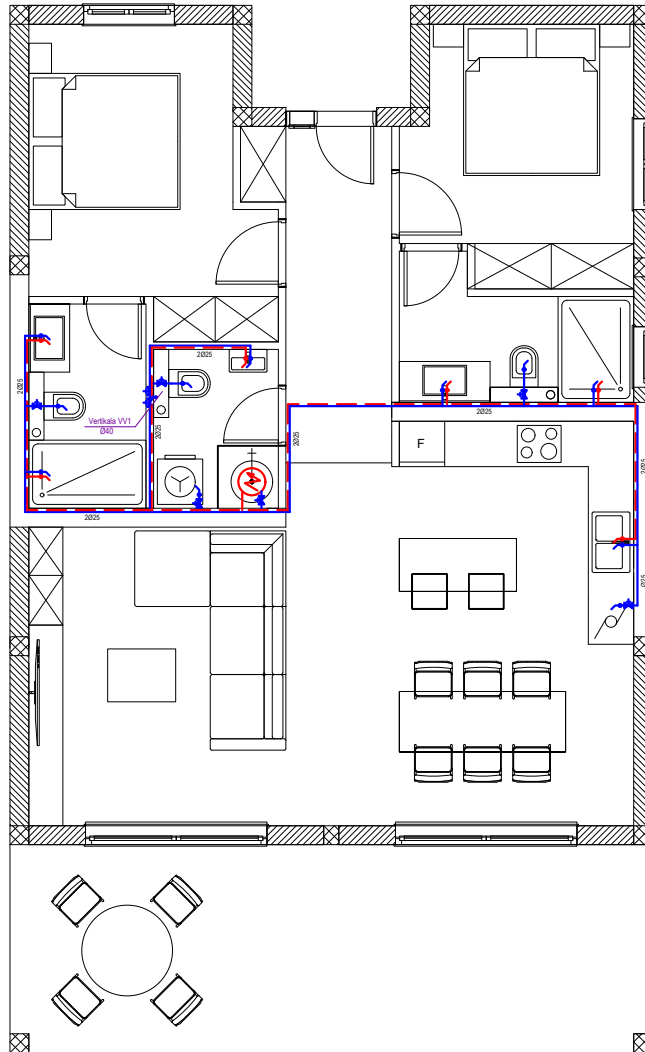
MJERILO: **1:50**

DATUM: **rujan 2024.**

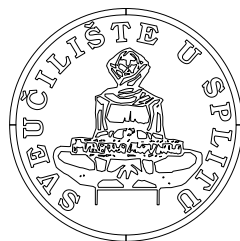
PRILOG: **25**

# RAZVOD VODOVODA PO KATOVIMA - ZAJEDNIČKE

MJ.1:100



--- TOPLA VODA  
— HLADNA VODA



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

## DIPLOMSKI RAD

TEMA:

PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI

STUDENTICA:

Marta Donjerković

MENTORICA:

Doc. dr. sc. Marina Sunara

KOMENTOR:

Doc. dr. sc. Ivan Banović

SADRŽAJ

RAZVOD VODOVODA PO KATOVIMA -  
ZAJEDNIČKE

MJERILO

1:100

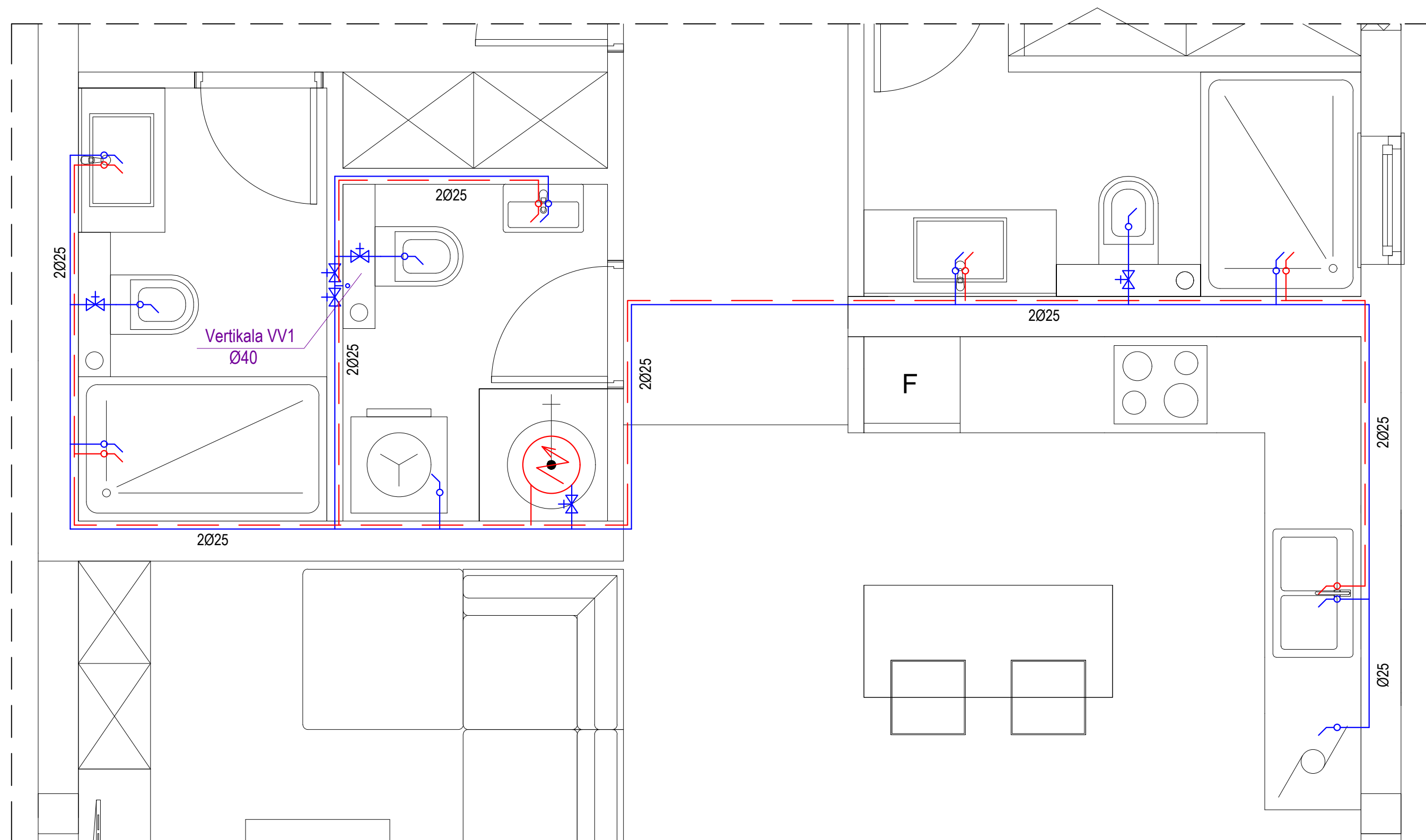
DATUM

rujan 2024.

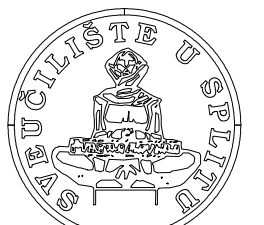
PRILOG

26

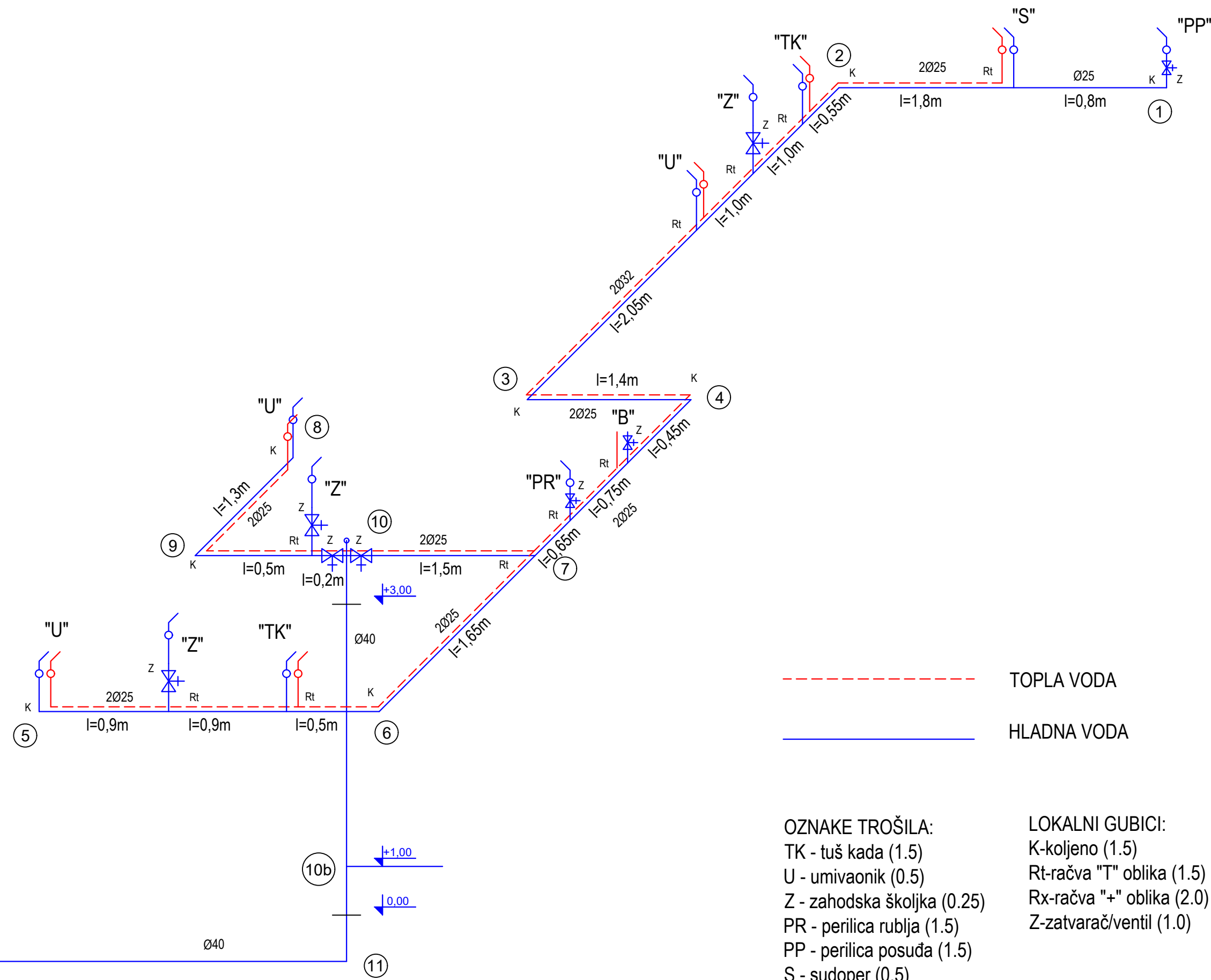
**HEMA VODOVODA KATA - ZAJEDNIČKE**  
MJ.1:25



— TOPLA VODA  
— HLADNA VODA

 <p>FAKULTET GRADEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	<b>DIPLOMSKI RAD</b>	
	TEMA: <b>PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI</b>	
	STUDENTICA: <b>Marta Donjerković</b>	MENTORICA: <b>Doc. dr. sc. Marina Sunara</b>
		KOMENTOR: <b>Doc. dr. sc. Ivan Banović</b>
SADRŽAJ: <b>HEMA VODOVODA KATA - ZAJEDNIČKE</b>	MJERILO: <b>1:25</b>	
DATUM: <b>rujan 2024.</b>	PRIOLOG: <b>27</b>	

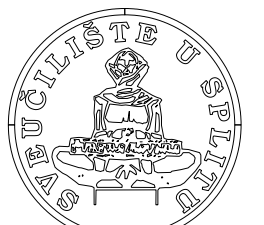
**SHEMA VODOVODNE VERTIKALE ZAJEDNIČKE - VV1**  
MJ.1:100



----- TOPLA VODA  
 \_\_\_\_\_ HLADNA VODA

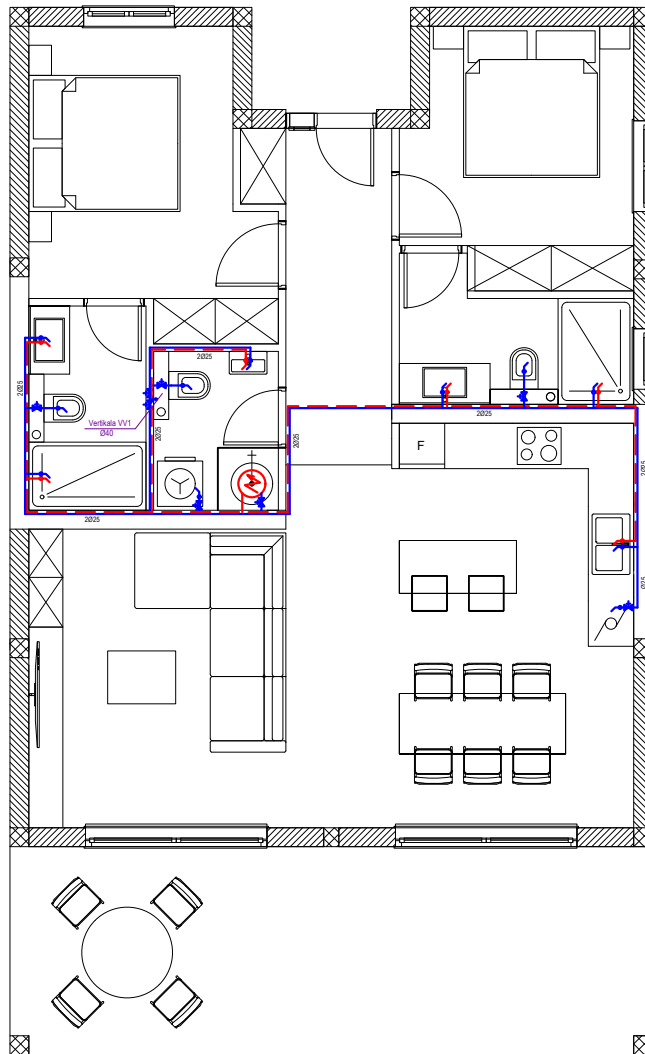
**OZNAKE TROŠILA:**  
 TK - tuš kada (1.5)  
 U - umivaonik (0.5)  
 Z - zahodska školjka (0.25)  
 PR - perilica rublja (1.5)  
 PP - perilica posuđa (1.5)  
 S - sudoper (0.5)

**LOKALNI GUBICI:**  
 K-koljeno (1.5)  
 Rt-račva "T" oblika (1.5)  
 Rx-račva "+" oblika (2.0)  
 Z-zatvarač/ventil (1.0)

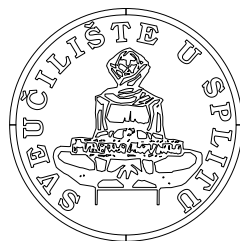
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15	DIPLOMSKI RAD	
	TEMA: PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI	
	STUDENTICA: Marta Donjerković	MENTORICA: Doc. dr. sc. Marina Sunara
	KOMENTOR: Doc. dr. sc. Ivan Banović	
SADRŽAJ	SHEMA VODOVODNE VERTIKALE ZAJEDNIČKE - VV1	MJERILO 1:100
DATUM	rujan 2024.	PRIOLOG 28

# RAZVOD VODOVODA PO KATOVIMA - POJEDINAČNE

MJ.1:100



--- TOPLA VODA  
— HLADNA VODA



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

## DIPLOMSKI RAD

TEMA:

PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI

STUDENTICA:

Marta Donjerković

MENTORICA:

Doc. dr. sc. Marina Sunara

KOMENTOR:

Doc. dr. sc. Ivan Banović

SADRŽAJ

RAZVOD VODOVODA PO KATOVIMA -  
POJEDINAČNE

MJERILO

1:100

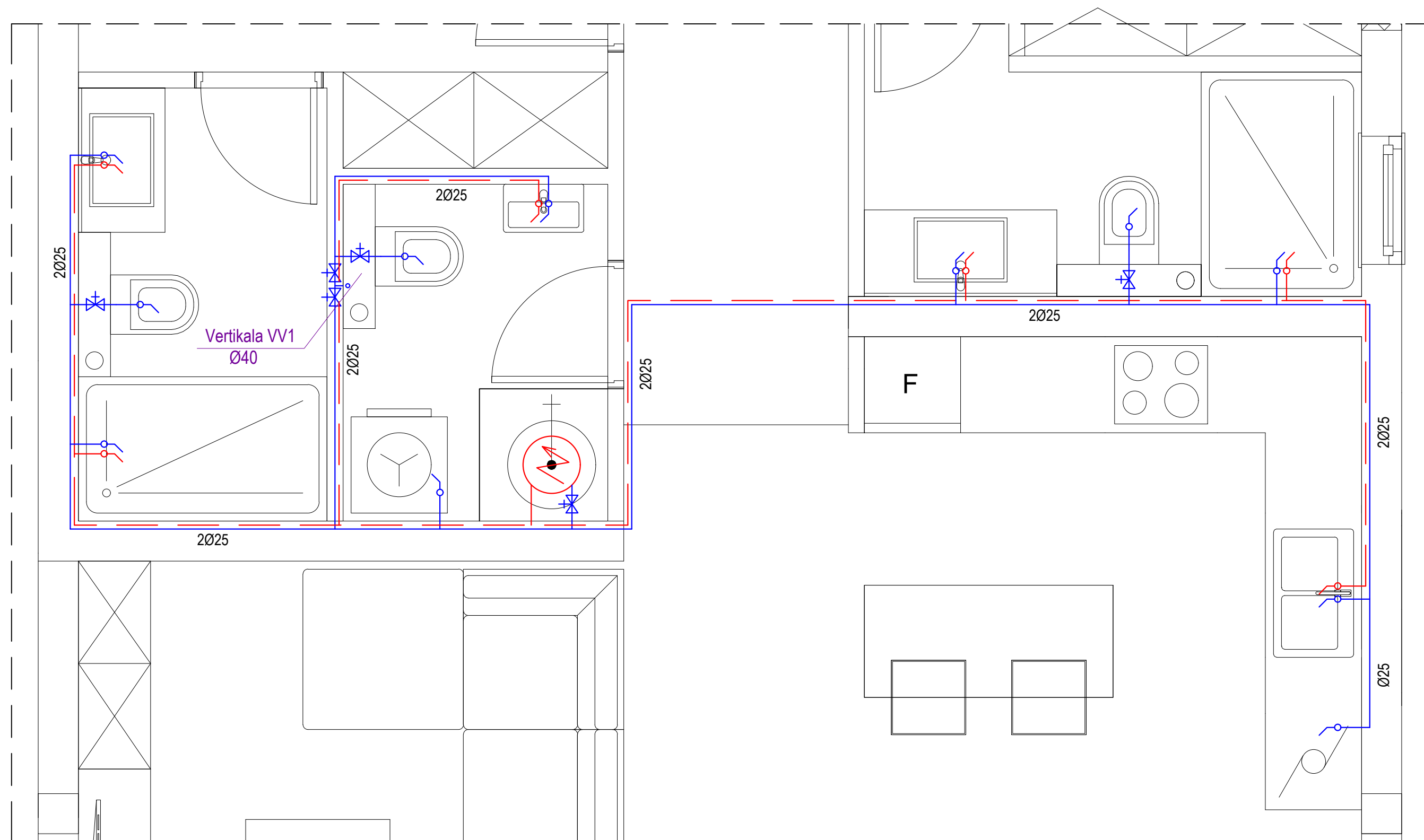
DATUM

rujan 2024.

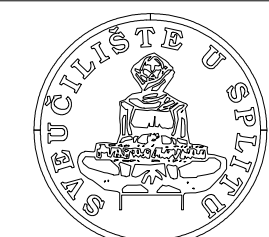
PRILOG

29

**SHEMA VODOVODA KATA - POJEDINAČNE**  
MJ.1:25



— TOPLA VODA  
— HLADNA VODA



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

DIPLOMSKI RAD

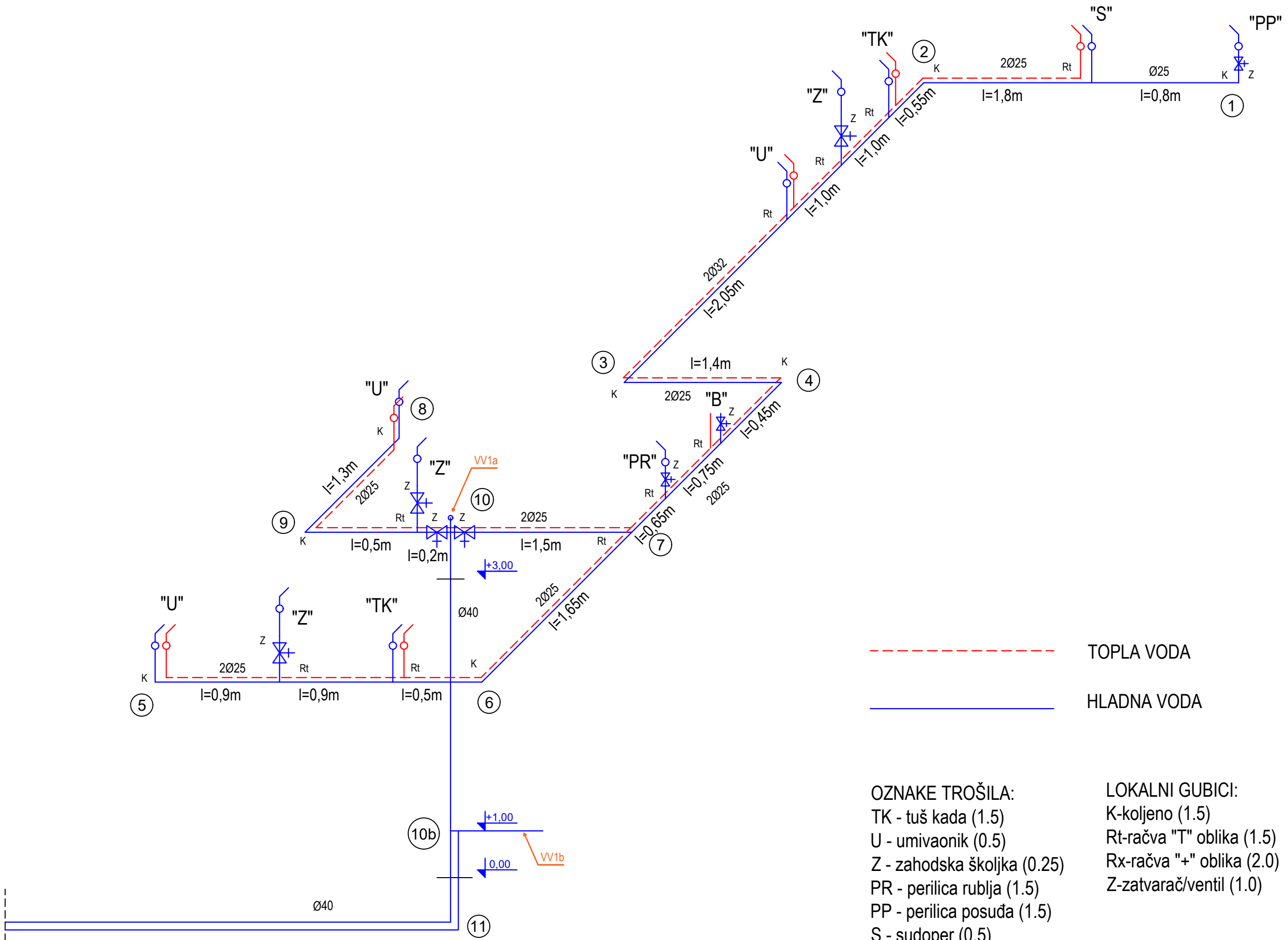
TEMA: PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA O. KORČULI

STUDENTICA: Marta Donjerković  
MENTORICA: Doc. dr. sc. Marina Sunara  
KOMENTOR: Doc. dr. sc. Ivan Banović

SADRŽAJ: SHEMA VODOVODA KATA - POJEDINIČKE  
DATUM: rujan 2024.  
MJEILO: 1:25  
PRILOG: 30



**HEMA VODOVODNE VERTIKALE POJEDINAČKE- VV1**  
MJ.1:100



----- TOPLA VODA  
 \_\_\_\_\_ HLADNA VODA

**OZNAKE TROŠILA:**  
 TK - tuš kada (1.5)  
 U - umivaonik (0.5)  
 Z - zahodska školjka (0.25)  
 PR - perilica rublja (1.5)  
 PP - perilica posuđa (1.5)  
 S - sudoper (0.5)

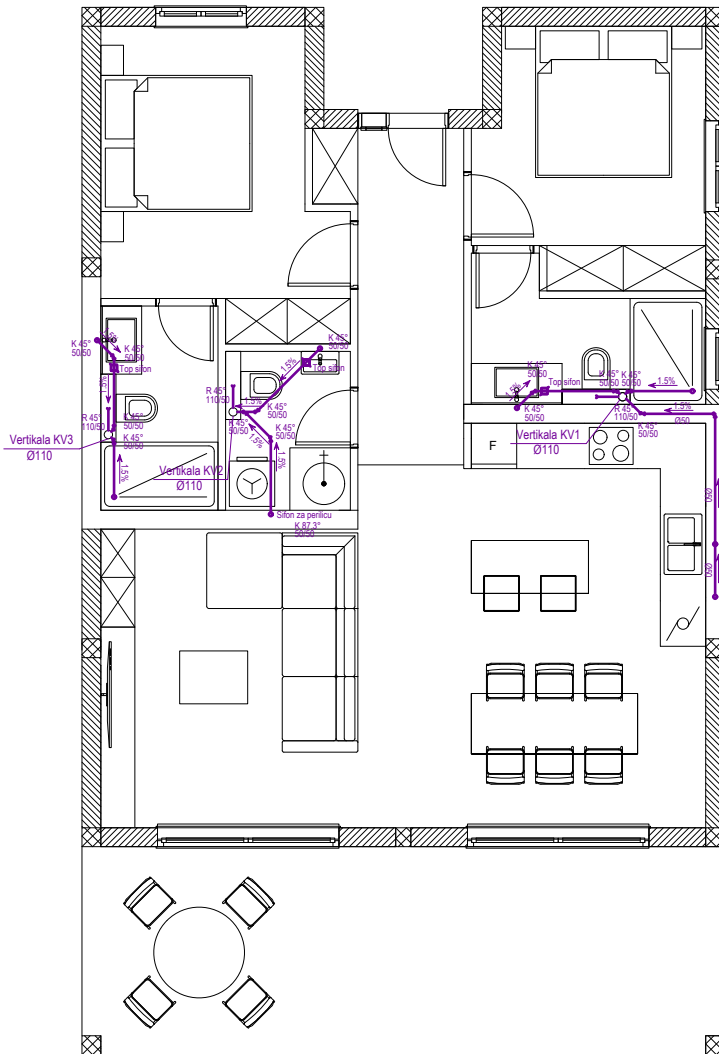
**LOKALNI GUBICI:**  
 K-koljeno (1.5)  
 Rt-račva "T" oblika (1.5)  
 Rx-račva "+" oblika (2.0)  
 Z-zatvarač/ventil (1.0)



DIPLOMSKI RAD			
TEMA: PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA O. KORČULI			
STUDENTICA: Marta Donjerković		MENTORICA: Doc. dr. sc. Marina Sunara	
		KOMENTOR: Doc. dr. sc. Ivan Banović	
SADRŽAJ	HEMA VODOVODNE VERTIKALE POJEDINAČKE - VV1	MJERILO	1:100
DATUM	rujan 2024.	PRILOG	31

# RAZVOD KANALIZACIJE PO KATOVIMA

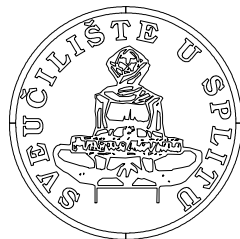
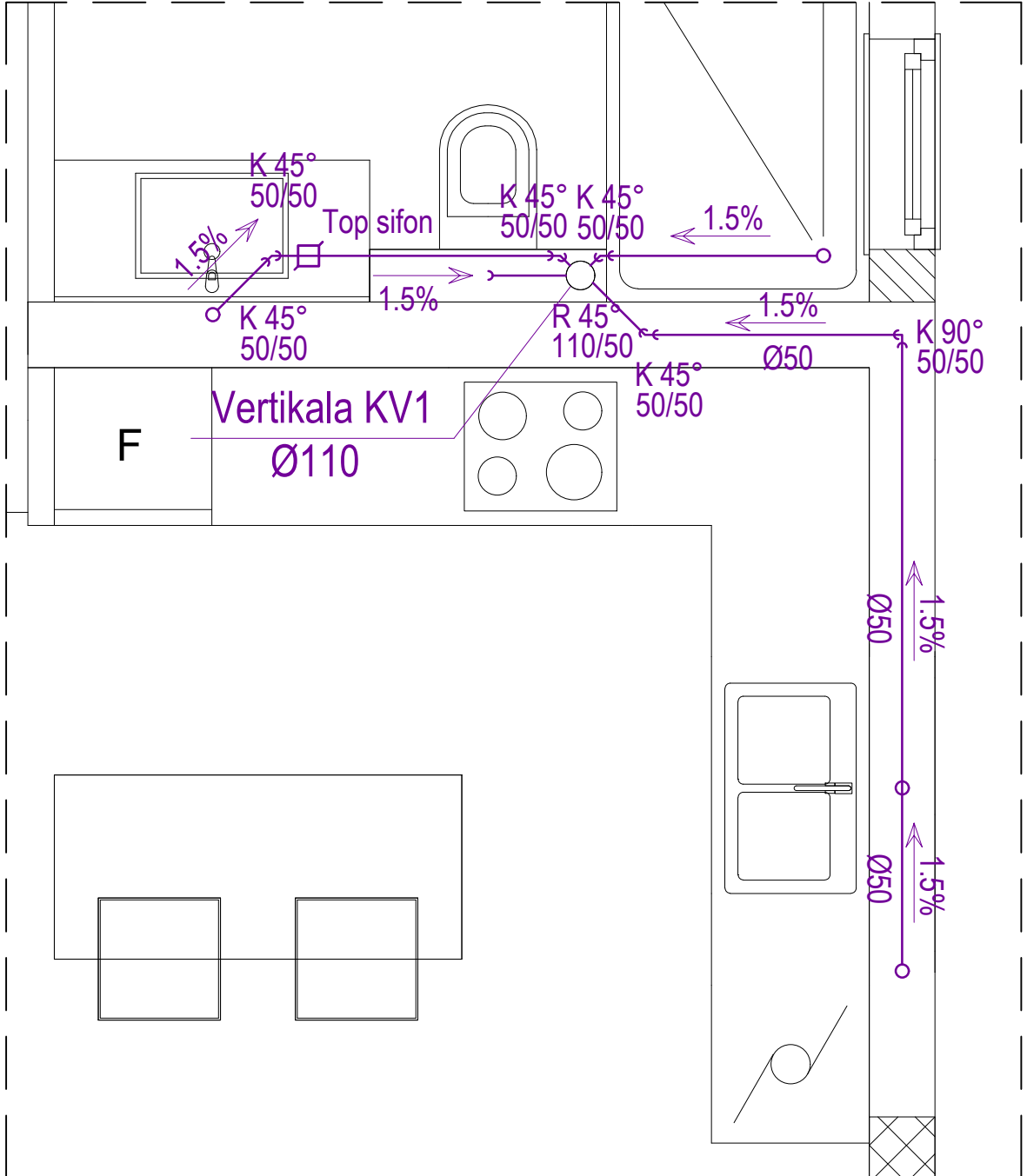
## MJ.1:100



 <p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	<b>DIPLOMSKI RAD</b>		
	TEMA: <b>PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI</b>		
	STUDENTICA: <b>Marta Donjerković</b>	MENTORICA: <b>Doc. dr. sc. Marina Sunara</b>	
		KOMENTOR: <b>Doc. dr. sc. Ivan Banović</b>	
	SADRŽAJ	<b>RAZVOD KANALIZACIJE PO KATOVIMA</b>	MJERILO
DATUM	<b>rujan 2024.</b>	PRILOG	<b>32</b>

# SHEMA KANALIZACIJSKE VERTIKALE - KV1

MJ.1:25



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

## DIPLOMSKI RAD

TEMA:

PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA O. KORČULI

STUDENTICA:

Marta Donjerković

MENTORICA:

Doc. dr. sc. Marina Sunara

KOMENTOR:

Doc. dr. sc. Ivan Banović

SADRŽAJ SHEMA KANALIZACIJSKE VERTIKALE - KV1

MJERILO 1:25

DATUM

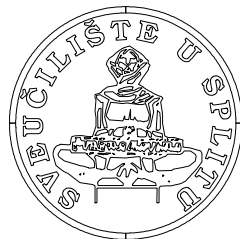
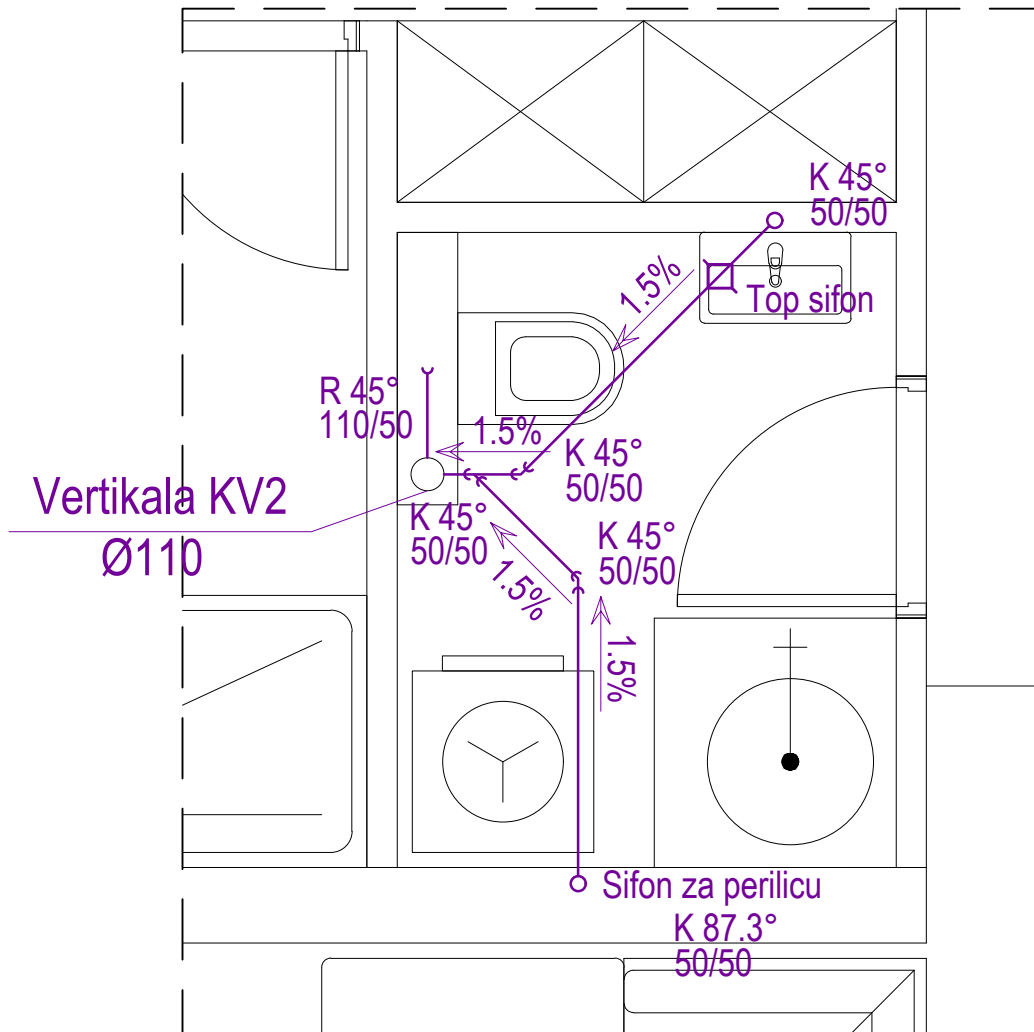
rujan 2024.

PRILOG

33

# SHEMA KANALIZACIJSKE VERTIKALE - KV2

MJ.1:25



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

## DIPLOMSKI RAD

TEMA:

PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI

STUDENTICA:

Marta Donjerković

MENTORICA:

Doc. dr. sc. Marina Sunara

KOMENTOR:

Doc. dr. sc. Ivan Banović

SADRŽAJ SHEMA KANALIZACIJSKE VERTIKALE - KV2

MJERILO

1:25

DATUM

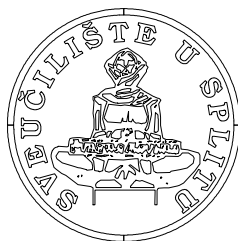
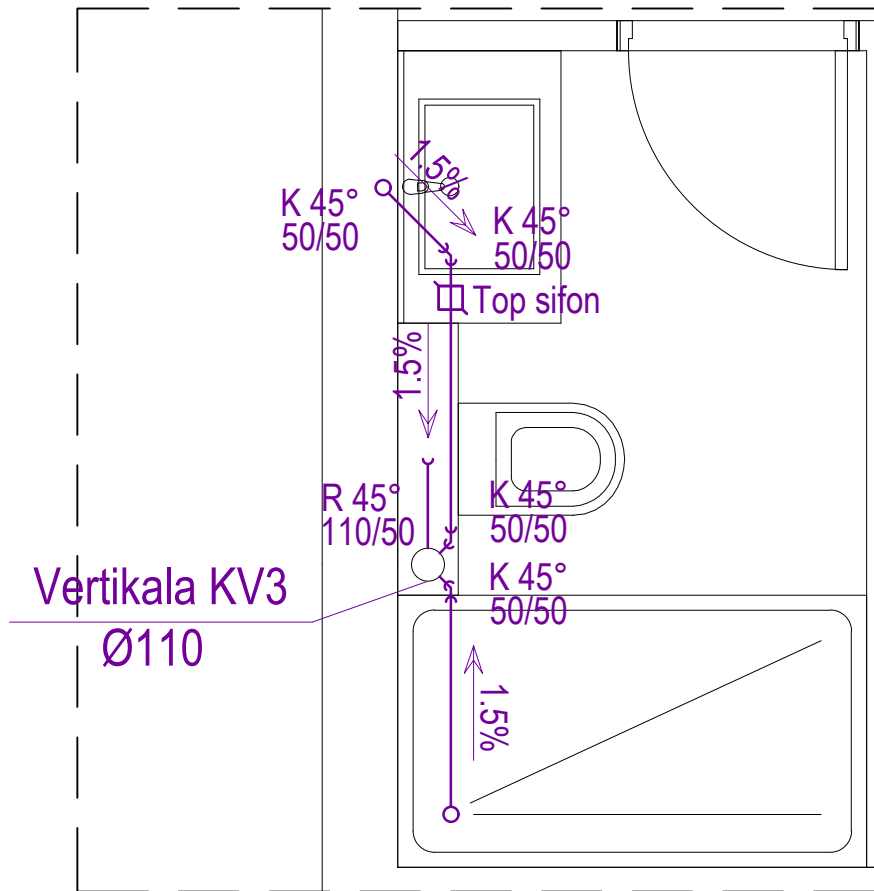
rujan 2024.

PRILOG

34

# SHEMA KANALIZACIJSKE VERTIKALE - KV3

MJ.1:25



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

## DIPLOMSKI RAD

TEMA:

PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI

STUDENTICA:

Marta Donjerković

MENTORICA:

Doc. dr. sc. Marina Sunara

KOMENTOR:

Doc. dr. sc. Ivan Banović

SADRŽAJ SHEMA KANALIZACIJSKE VERTIKALE - KV3

MJERILO 1:25

DATUM

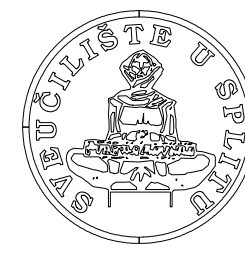
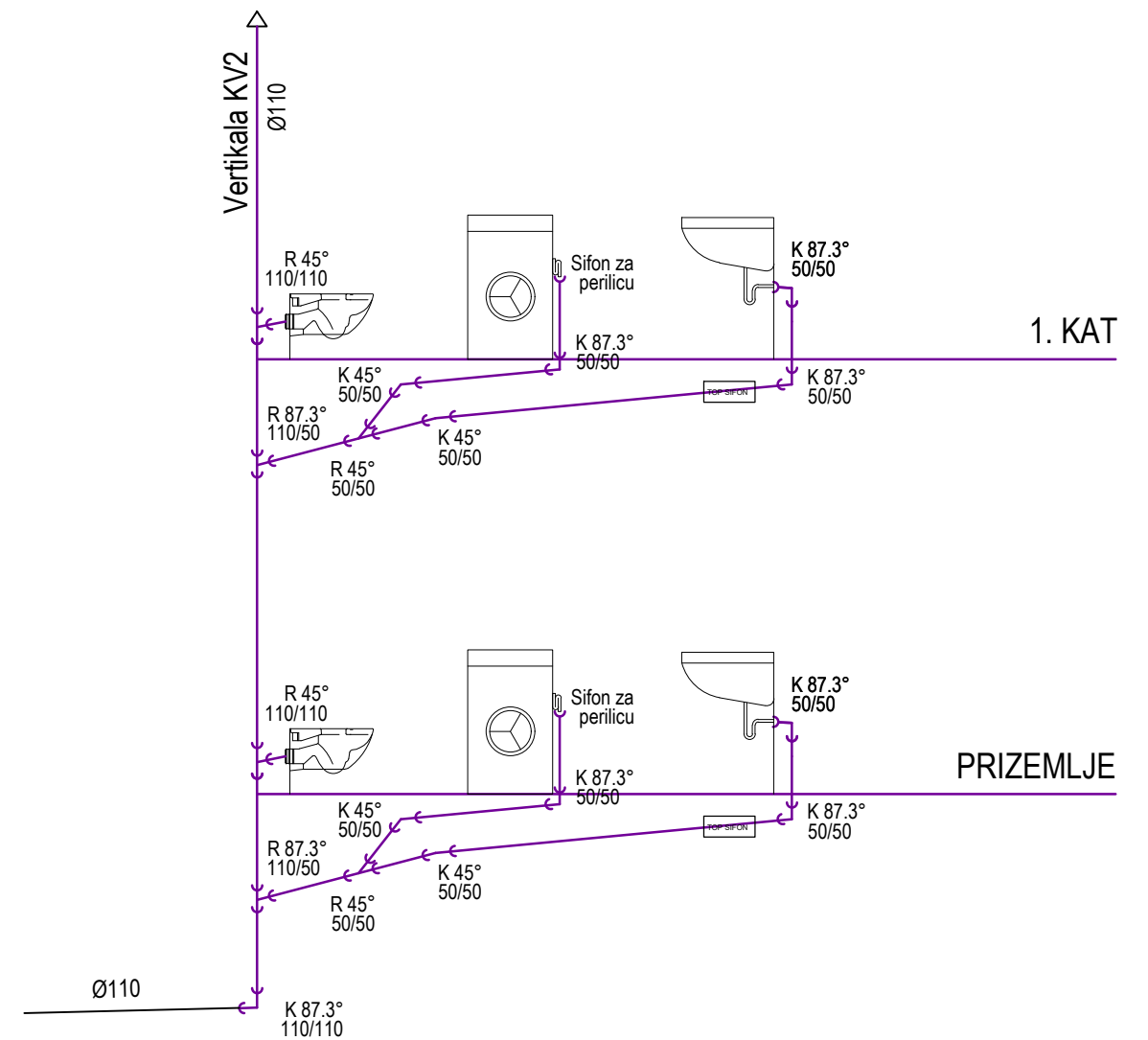
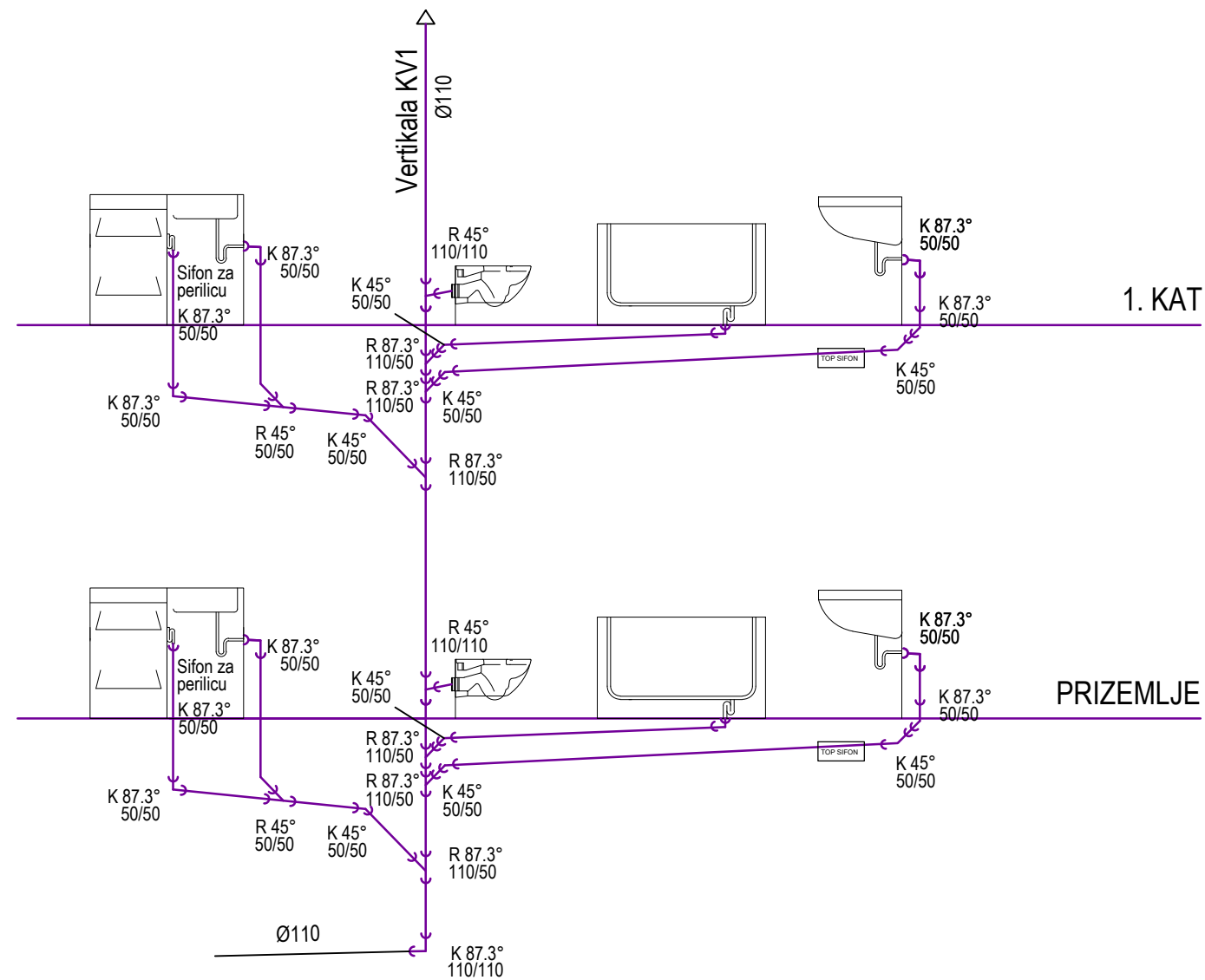
rujan 2024.

PRILOG

35

## VERTIKALNA SHEMA KANALIZACIJSKE VERTIKALE - KV1 i KV2

MJ.1:50



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

### DIPLOMSKI RAD

TEMA: **PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI**

STUDENTICA:  
**Marta Donjerković**

MENTORICA:  
Doc. dr. sc. Marina Sunara

KOMENTOR:  
Doc. dr. sc. Ivan Banović

SADRŽAJ **VERTIKALNA SHEMA KANALIZACIJSKE VERTIKALE - KV1 i KV2**

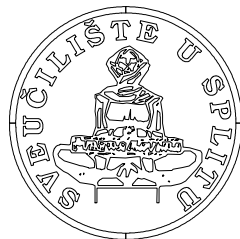
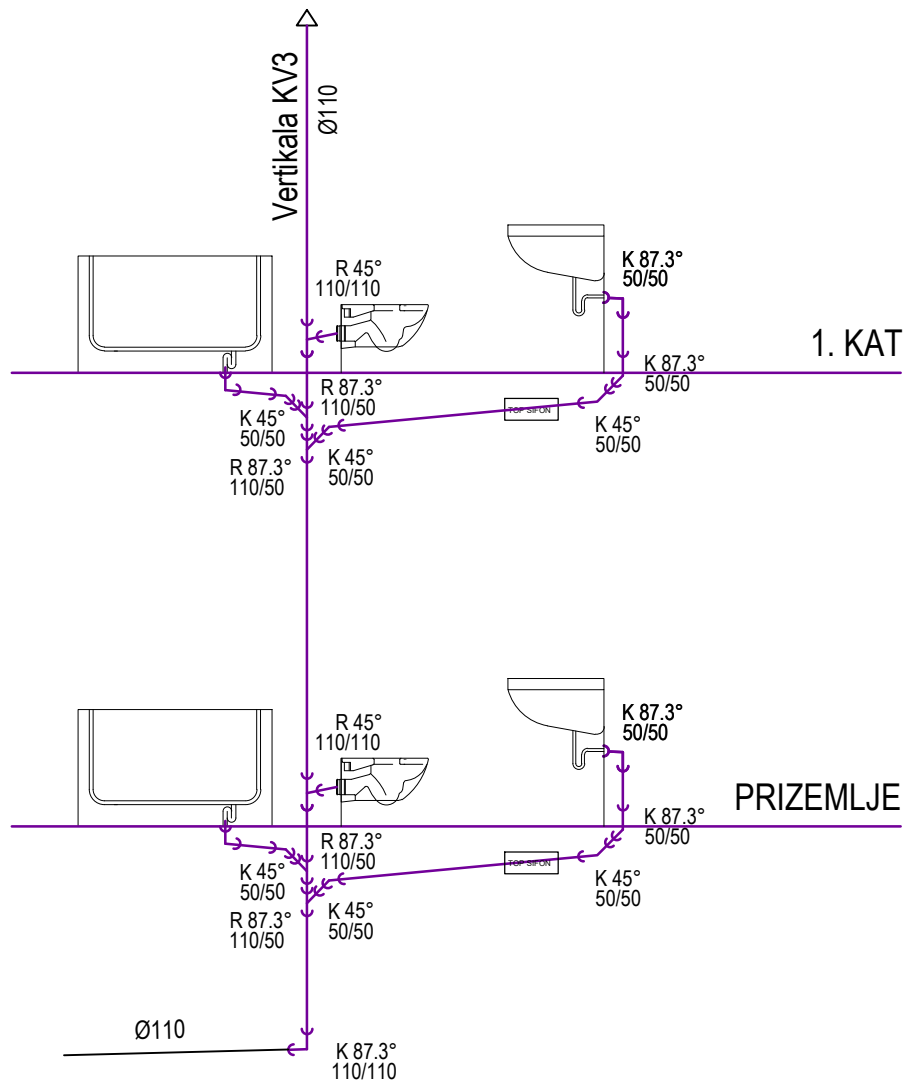
MJERILO **1:50**

DATUM **rujan 2024.**

PRILOG **36**

# VERTIKALNA SHEMA KANALIZACIJSKE VERTIKALE - KV3

MJ.1:100



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

## DIPLOMSKI RAD

TEMA:

PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI

STUDENTICA:

Marta Donjerković

MENTORICA:

Doc. dr. sc. Marina Sunara

KOMENTOR:

Doc. dr. sc. Ivan Banović

SADRŽAJ

VERTIKALNA SHEMA KANALIZACIJSKE  
VERTIKALE - KV3

MJERILO

1:50

DATUM

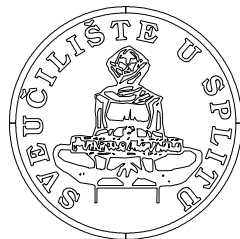
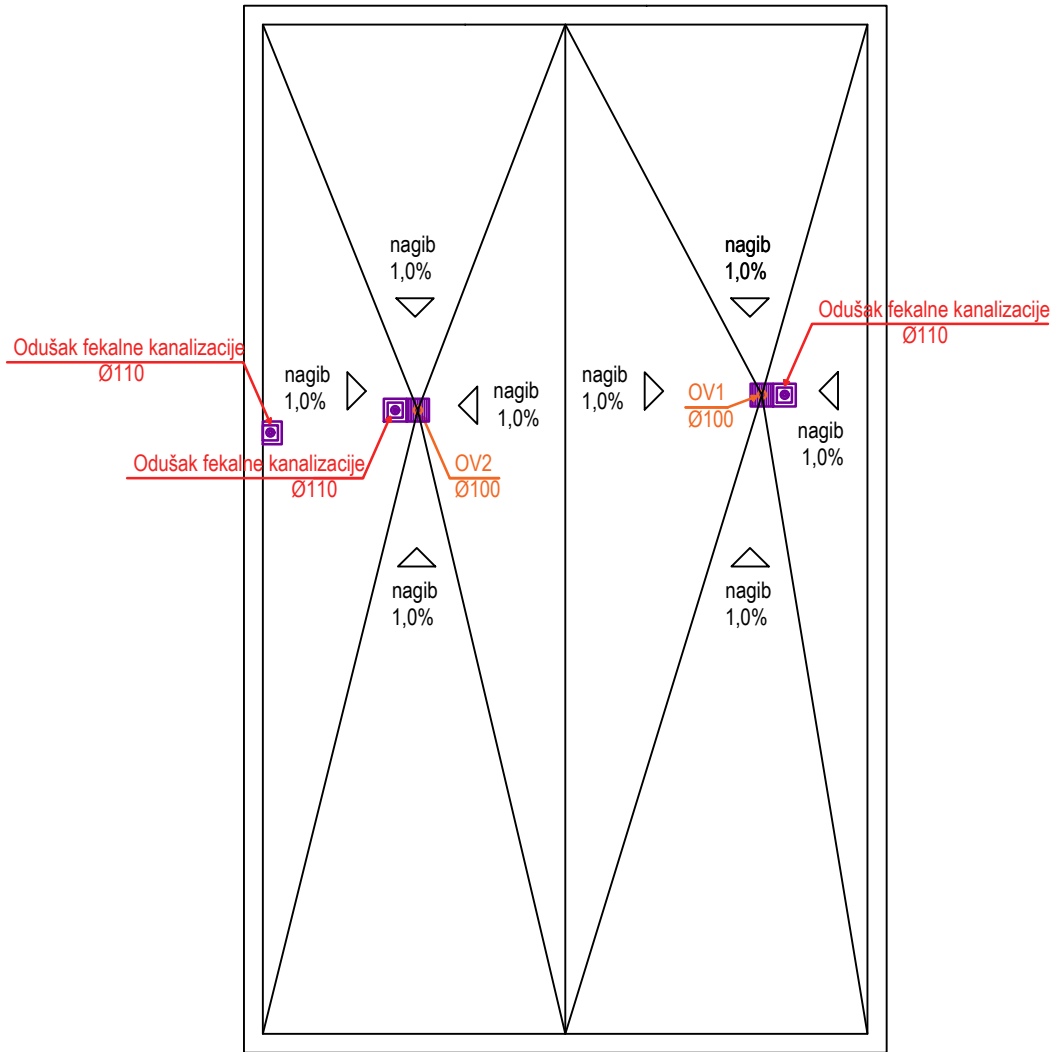
rujan 2024.

PRILOG

37

# OBORINSKA KANALIZACIJA I ODUŠCI FEKALNE KANALIZACIJE

MJ.1:100



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
KATEDRA ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE I MOSTOVE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

## DIPLOMSKI RAD

TEMA:

PROJEKT KUĆE ZA ODMOR NA o. KORČULI

STUDENTICA:

Marta Donjerković

MENTORICA:

Doc. dr. sc. Marina Sunara

KOMENTOR:

Doc. dr. sc. Ivan Banović

SADRŽAJ

OBORINSKA KANALIZACIJA I ODUŠCI  
FEKALNE KANALIZACIJE

MJERILO

1:100

DATUM

rujan 2024.

PRILOG

38