

# Proračun nosive konstrukcije zidane građevine

---

Ćavar, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

*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:123:959335>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-24**



*Repository / Repozitorij:*

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



UNIVERSITY OF SPLIT



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

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

**ZAVRŠNI RAD**

**Ivan Čavar**

**Split, 2022.**

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

**Proračun nosive konstrukcije zidane građevine**

**ZAVRŠNI RAD**

**Ivan Čavar**

**Split, 2022.**

## SAŽETAK

Rad pod nazivom 'Proračun nosive konstrukcije zidane građevine' sastavljen je od dvije glavne cjeline; teoretske i proračunske cjeline. U prvoj cjelini uz opći tehničko-tehnološki opis posebna pozornost posvećena je opisu nosivih konstrukcija. Druga cjelina rada, koja je više konkretna, posvećena je proračunu nosivih konstrukcija pri gradnji zidanih građevina. Kroz cijeli rad provlači se važni segment kada je u pitanju proračun, konstrukcija i izgradnja zidanih građevina a to su pravila i norme propisane od strane HZN-a. Hrvatske norme (izdaje Hrvatski zavod za norme - HRN EN 1998-1:2011).

***Ključne riječi:** konstrukcija, građevine, proračun, gradnja, zidane, pravila*

## ABSTRAKT

The paper entitled 'Calculation of the load-bearing structure of a masonry structure' consists of two main parts; theoretical and computational units. In the first part, in addition to the general technical-technological description, special attention is paid to the description of load-bearing structures. The second part of the paper, which is more specific, is dedicated to the calculation of load-bearing structures in the construction of masonry buildings. An important segment runs through the entire work when it comes to the budget, construction and construction of masonry buildings, and these are the rules and norms prescribed by HZN. Croatian Standards (published by the Croatian Standards Institute - HRN EN 1998-1: 2011).

***Keywords:** construction, buildings, calculation, construction, masonry, rules*

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

Split, Matice hrvatske 15

**STUDIJ: Preddiplomski stručni studij Građevinarstvo**

**STUDENT: Ivan Čavar**  
**BROJ INDEKSA: 0083225014**

**KATEDRA: Katedra za teoriju konstrukcija**  
**PREDMET: Zidane konstrukcije**

**ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD**

**Tema :** Proračun nosive konstrukcije zidane građevine

**Opis zadatka :** Potrebno je izraditi proračun nosive konstrukcije zidane zgrade. Nosiva konstrukcija predmetne građevine je zidana; omeđena AB serklažima. Međukatne konstrukcije su AB ploče. Proračunom je potrebno dokazati mehaničku otpornost i stabilnost konstrukcije u cjelini, kao i nekih tipičnih elemenata. Proračun je potrebno provesti prema europskim normama EC1, EC2, EC6 i EC8, dopunjeno podacima o opterećenjima prema odgovarajućim hrvatskim normama i pravilnicima.

**U Splitu , 2022.**

**Mentor završnog rada :** Dr. sc. Hrvoje Smoljanović

**Komentor završnog rada :** Dr. sc. Ivan Balić

# Sadržaj

UVOD .....	4
1. TEHNIČKI OPIS .....	5
<b>1.1. Općenito</b> .....	5
<b>1.2. Opis nosive konstrukcije</b> .....	5
<b>1.2.1. Temelji</b> .....	5
<b>1.2.2. Zidovi</b> .....	5
<b>1.2.3. Međukatne konstrukcije</b> .....	5
<b>1.2.4. Ostale konstrukcije</b> .....	6
2. PRORAČUN NOSIVE KONSTRUKCIJE.....	7
<b>2.1.1 Ploče POZ 100 (a-b ploča)</b> .....	7
<b>2.1.2 Poprečni presjek ploče</b> .....	7
<b>2.2.1. Proračun grede (os 2)</b> .....	10
<b>2.2.2. Dimenzioniranje na <math>M_{Ed}</math></b> .....	10
<b>2.2.3. Dimenzioniranje na poprečnu silu <math>V_{Ed}</math></b> .....	11
<b>2.3. Površina minimalne armature</b> .....	11
<b>2.4. Proračun zidova na vertikalna opterećenja</b> .....	12
3. PRORAČUN ZIDOVA NA POTRES .....	19
<b>3.1. Proračun ukupne potresne poprečne sile</b> .....	19
<b>3.1.1. Razdioba ukupne potresne sile po etažama</b> .....	21
<b>3.1.2. Razdioba ukupne potresne sile po zidovima</b> .....	21
<b>3.1.3. Početna krutost zida s otvorima za prozore</b> .....	22
<b>3.1.4. Proračun zidova na potres</b> .....	24
4. PRORAČUN TEMELJA.....	30
ZAKLJUČAK .....	34
LITERATURA .....	36
POPIS ILUSTRACIJA.....	37
PRILOZI - Građevinski nacti .....	38

## UVOD

Gotovo da nema društvenog područja a da se ne spominje izraz 'globalizacija/globalno', pa se tako isti izraz može upotrijebiti u slučaju teme ovoga rada i to u nekoliko segmenata. Prije svega svjedoci smo manjka ili bolje reći sve veće potražnje za stambenim prostorom a onda povezano s time sa građevinskom popratnom infrastrukturom.

Drugi globalni fenomen koji je povezan uz građevinarstvo, konstrukcije i proračune u arhitekturi su globalne klimatske promjene. Naime, svjedoci smo sve češćih i silnijih naglih vremenskih pojava i promjena na koje u budućnosti treba računati osobito u građevinarstvu. Sve više se u proračunima i konstrukcijama građevinskih objekata uzimaju navedene nagle vremenske pogode i nepogode počev od odabira same lokacije gradnje pa do odabira građevinskog materijala njegova oblikovanja i konstruiranja.

Ovdje valja spomenuti još jedan nepredvidivi prirodni fenomen a to su sve češći potresi na ovom našem seizmološki nestalnom području.

Tako smo nedavno svjedočili seriji potresa na području Banije (Petrinje, Siska i Gline), od kojih je najrazorniji bio magnitude od čak 6.2 po Richteru, već na temelju prvih pregleda jasno je to da će prilikom obnove postojati potreba za izgradnjom velikoga broja potpuno novih građevina, ponajprije obiteljskih kuća. Razlog jest taj što je velik broj građevina oštećen u tolikoj mjeri da je izgubio nosivost i stabilnost ili se ne može popraviti odnosno popravak nije isplativ u usporedbi s gradnjom nove građevine.

U ovome završnom radu biti će dan kratki osvrt na proračun zidane konstrukcije, kakve se većinom grade na našim područjima. Ukratko su navedene prednosti zidanih konstrukcija, propisi i norme te pravila po kojima se te građevine projektiraju i izvode.

Rad je sastavljen od pet poglavlja uz uvod, zaključak, popis literature i ilustracija. Na samo kraju rada nalaze se Prilozi – Građevinski nacrti.

# 1. TEHNIČKI OPIS

## 1.1. Općenito

Stambena građevina je locirana u Splitu u području računskog ubrzanja tla jednakog  $a_g=0,22$  g prema EC8. i II. području opterećenja vjetrom. Predmetna građevina je u tlocrtnom smislu pravokutnog oblika, (P+2 kata) i završno je oblikovana ravnim krovom. Tlocrtne dimenzije su 8.30 m x 11.00 m, a visina etaže je 2,80 m. Ukupna visina građevine, mjereno od podne ploče prizemlja, iznosi 9.50 m. Vertikalna konstrukcija prizemlja s etažama omogućena je stubištem. Vertikalna opterećenja se preuzimaju AB međukatnim konstrukcijama, a dalje se prenose na serklaže, zidove i temelje. Horizontalna opterećenja se preuzimaju dominantno zidovima u pojedinim smjerovima, a dalje se prenose preko trakastih temeljana tlo.

## 1.2. Opis nosive konstrukcije

### 1.2.1. Temelji

Računska nosivost tla iznosi  $\sigma_{Rd}=250$  kPa, što je nakon iskopa temelja potrebno utvrditi ispitivanjem. Temeljne trake ( $h=40$  cm) izvesti od betona C30/37 i armirati s B500B kao i podnu ploču ( $d=15$  cm).

### 1.2.2. Zidovi

Nosive zidove zidati od blok opeke u vapneno-cementnom mortu ( mort opće namjene ). Zidovi su debljine  $t=25$  cm, a omeđeni su vertikalnim i horizontalnim serklažima.

Svojstva blok opeke i morta:

- Grupa zidnih elemenata: 2
- Srednja tlačna čvrstoća bloka :  $f_{b,min}=10.0$  N/mm<sup>2</sup>
- Razred izvedbe: B ; razred kontrole proizvodnje: I .
- Za zidanje rabiti produžni mort marke M10 ( mort minimalne tlačne čvrstoće nakon 28 dana  $f_m=10.0$  N/mm<sup>2</sup> ), kojemu odgovara slijedeći volumni sastav :  
cement : hidratizirano vapno : pijesak = 1 : (¼ - ½) : (4 - 4¼)

### 1.2.3. Međukatne konstrukcije

Međukatnu konstrukciju izvesti kao AB ploču debljine 15 cm, od betona C30/37 i armirati s mrežastom armaturom B500B. Horizontalne serklaže izvesti zajedno s pločom.



#### **1.2.4. Ostale konstrukcije**

Vertikalne i horizontalne serklaže izvesti od betona C30/37 i armirati s B500. Sve vertikalne serklaže izbetonirati nakon zidanja zida.

Horizontalne serklaže izvesti u razini međukatnih konstrukcija.

## 2. PRORAČUN NOSIVE KONSTRUKCIJE

### 2.1.1 Ploče POZ 100 (a-b ploča)

Opterećenje:

**Stalno + dodatno stalno djelovanje:**

pregradni zidovi kN/m <sup>2</sup>	0.50
završni sloj poda kN/m <sup>2</sup>	0.50
a-c estrih; d=6cm ; $\gamma=22$ kN/m <sup>3</sup> kN/m <sup>2</sup>	1.32
međukatna konstrukcija – a-b ploča; d=15 cm ; $\gamma=25$ kN/m <sup>3</sup> kN/m <sup>2</sup>	3.75

**Ukupno stalno djelovanje:  $g=6.10$  kN/m<sup>2</sup>**

**Promjenjivo djelovanje:**

sobe, dnevni boravak, kuhinja,...:	<b><math>q=1.50</math> kN/m<sup>2</sup></b>
stubište:	<b><math>q=3.00</math> kN/m<sup>2</sup></b>
balkoni:	<b><math>q=4.00</math> kN/m<sup>2</sup></b>

Proračunski model ploče:

- ploča je modelirana plošnim elementima debljine  $d=15$  cm
- ploča je slobodno oslonjena na zidove i horizontalne serklaže
- beton: C30/37; armatura: B500;  $E=30.5$  GPa

### 2.1.2 Poprečni presjek ploče

Poprečni presjek ploče

**h=15 cm**

zaštitni sloj:  $a=a'=2.0$  cm

$d=12.0$  cm

Beton: **C 30/37**

$f_{ck}=30.0$  MPa

$E_{cm}=32.8$  GPa

$\gamma_{\chi}=1.5$

Armatura: **B 500B**

$\phi_{\psi}=500$  MPa

$\gamma_{\sigma}=1.15$

**Limitirajući moment savijanja:**

$$M_{Rd,lim}=0.159*(b_w*d^2)*f_{cd}$$

$$M_{Rd,lim}=0.159*(1.0*0.120^2)*(30/1.5)*1000=45.8 \text{ kNm}$$

**Min. i max. % armature za ploče:**

$$A_{s,min}=0.0015*b*d=0.0015*100*12.0=1.80 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min}=0.6*b*d/f_{yk}=0.6*100*12.0/500=1.44 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,max}=0.31*b*d*(f_{cd}/f_{yd})=0.31*100*12.0*(30/1.5)/(500/1.15)=17.11 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**Proračun armature:**

Za proračun armature ploča usvaja se  $\zeta \approx 0.9$ . Potrebna armatura:

$$A_s = M_{Ed} * 100 / (\zeta * d * f_{yd}) = M_{Ed} * 100 / (0.9 * 12.0 * (50/1.15)) =$$

$$M_{Ed} * 0.21 \quad A_s = 0.21 * 1.35 * G + 0.21 * 1.5 * Q1 = 0.28 * G + 0.32 * Q1$$

*Napomene:*

-Prethodni izraz vrijedi za moment  $M_{Ed}$  u [kNm] i armaturu  $A_s$  u [cm<sup>2</sup>].

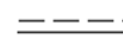
-Armaturu u polju zbog preraspodjele povećati 30 %.

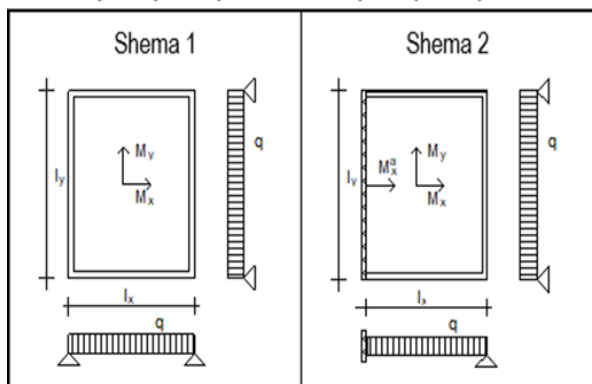
$$M_x = k_x \cdot q \cdot l_x^2 \quad ; \quad M_x^a = k_x^a \cdot q \cdot l_x^2$$

$$M_y = k_y \cdot q \cdot l_y^2 \quad ; \quad M_y^b = k_y^b \cdot q \cdot l_y^2$$

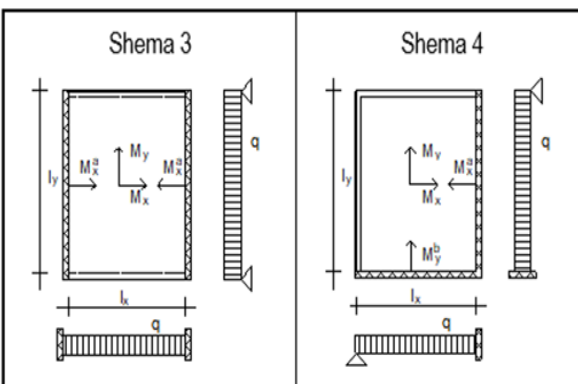
q – jednoliko raspodijeljeno opterećenje  
Poissonov koeficijent = 0.15

 upeti rub

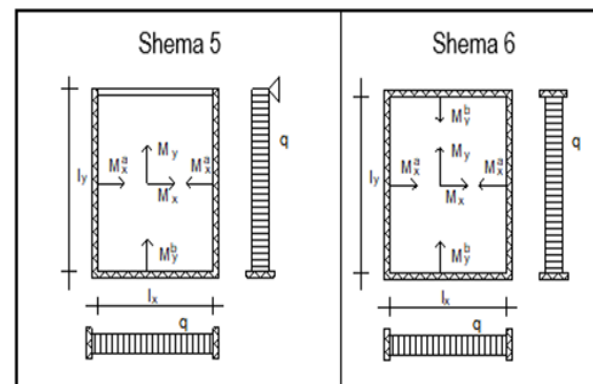
 slobodno oslonjeni rub



$l_y/l_x$	$k_x$	$k_y$	$k_x$	$k_y$	$k_x^a$
0.50	0.0079	0.0991	0.0084	0.0908	-0.0305
0.55	0.0103	0.0923	0.0109	0.0826	-0.0362
0.60	0.0131	0.0857	0.0135	0.0747	-0.0421
0.65	0.0162	0.0792	0.0162	0.0670	-0.0479
0.70	0.0194	0.0730	0.0192	0.0599	-0.0537
0.75	0.0230	0.0669	0.0221	0.0533	-0.0594
0.80	0.0269	0.0611	0.0249	0.0472	-0.0650
0.85	0.0307	0.0577	0.0277	0.0417	-0.0703
0.90	0.0344	0.0507	0.0304	0.0369	-0.0750
0.95	0.0383	0.0462	0.0330	0.0327	-0.0797
1.00	0.0423	0.0423	0.0354	0.0291	-0.0840
1.10	0.0500	0.0353	0.0399	0.0288	-0.0917
1.20	0.0575	0.0293	0.0438	0.0180	-0.0980
1.30	0.0644	0.0244	0.0471	0.0143	-0.1032
1.40	0.0710	0.0204	0.0500	0.0115	-0.1075
1.50	0.0722	0.0173	0.0524	0.0094	-0.1109
1.60	0.0826	0.0146	0.0544	0.0076	-0.1136
1.70	0.0874	0.0124	0.0561	0.0062	-0.1160
1.80	0.0916	0.0107	0.0572	0.0052	-0.1184
1.90	0.0954	0.0091	0.0586	0.0044	-0.1203
2.00	0.0991	0.0079	0.0594	0.0037	-0.1213
Množitelj	$q \cdot l_x^2$	$q \cdot l_y^2$	$q \cdot l_x^2$	$q \cdot l_y^2$	$q \cdot l_x^2$



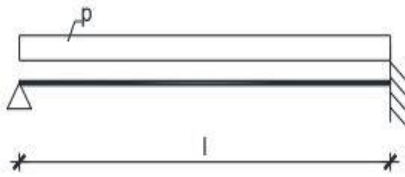
$l_y/l_x$	$k_x$	$k_y$	$k_x^a$	$k_x$	$k_y$	$k_x^a$	$k_y^b$
0.50	0.0088	0.0835	-0.0297	0.0040	0.0570	-0.0205	-0.1189
0.55	0.0113	0.0738	-0.0350	0.0054	0.0543	-0.0249	-0.1148
0.60	0.0137	0.0647	-0.0400	0.0072	0.0514	-0.0294	-0.1104
0.65	0.0166	0.0563	-0.0450	0.0092	0.0483	-0.0341	-0.1057
0.70	0.0187	0.0489	-0.0497	0.0114	0.0451	-0.0390	-0.1008
0.75	0.0212	0.0423	-0.0540	0.0139	0.0418	-0.0442	-0.0957
0.80	0.0233	0.0363	-0.0578	0.0164	0.0385	-0.0496	-0.0905
0.85	0.0254	0.0313	-0.0612	0.0191	0.0354	-0.0548	-0.0852
0.90	0.0274	0.0270	-0.0644	0.0217	0.0324	-0.0598	-0.0798
0.95	0.0292	0.0232	-0.0677	0.0243	0.0295	-0.0648	-0.0745
1.00	0.0309	0.0201	-0.0699	0.0269	0.0269	-0.0699	-0.0699
1.10	0.0335	0.0151	-0.0741	0.0319	0.0221	-0.0787	-0.0608
1.20	0.0357	0.0113	-0.0770	0.0365	0.0182	-0.0869	-0.0530
1.30	0.0374	0.0088	-0.0793	0.0406	0.0148	-0.0937	-0.0462
1.40	0.0386	0.0068	-0.0811	0.0442	0.0122	-0.0993	-0.0405
1.50	0.0396	0.0053	-0.0815	0.0473	0.0100	-0.1041	-0.0358
1.60	0.0404	0.0042	-0.0825	0.0499	0.0081	-0.1082	-0.0317
1.70	0.0410	0.0034	-0.0830	0.0521	0.0066	-0.1116	-0.0282
1.80	0.0414	0.0028	-0.0832	0.0540	0.0055	-0.1143	-0.0252
1.90	0.0416	0.0023	-0.0833	0.0556	0.0046	-0.1167	-0.0226
2.00	0.0417	0.0019	-0.0833	0.0570	0.0040	-0.1189	-0.0205
Množ.	$q \cdot l_x^2$	$q \cdot l_y^2$	$q \cdot l_x^2$	$q \cdot l_x^2$	$q \cdot l_y^2$	$q \cdot l_x^2$	$q \cdot l_y^2$



$l_y/l_x$	$k_x$	$k_y$	$k_x^a$	$k_y^b$	$k_x$	$k_y$	$k_x^a$	$k_y^b$
0.50	0.0045	0.0550	-0.0203	-0.1135	0.0024	0.0405	-0.0143	-0.0833
0.55	0.0062	0.0514	-0.0247	-0.1078	0.0033	0.0394	-0.0172	-0.0817
0.60	0.0081	0.0476	-0.0291	-0.1021	0.0046	0.0378	-0.0206	-0.0794
0.65	0.0101	0.0436	-0.0336	-0.0964	0.0061	0.0360	-0.0242	-0.0767
0.70	0.0122	0.0398	-0.0381	-0.0906	0.0079	0.0339	-0.0280	-0.0737
0.75	0.0145	0.0359	-0.0427	-0.0845	0.0098	0.0315	-0.0320	-0.0704
0.80	0.0169	0.0323	-0.0471	-0.0781	0.0103	0.0293	-0.0360	-0.0668
0.85	0.0191	0.0289	-0.0513	-0.0720	0.0139	0.0269	-0.0400	-0.0631
0.90	0.0211	0.0257	-0.0551	-0.0661	0.0160	0.0247	-0.0440	-0.0593
0.95	0.0232	0.0228	-0.0586	-0.0603	0.0181	0.0224	-0.0480	-0.0554
1.00	0.0252	0.0202	-0.0617	-0.0546	0.0202	0.0202	-0.0515	-0.0515
1.10	0.0287	0.0158	-0.0676	-0.0467	0.0242	0.0164	-0.0585	-0.0449
1.20	0.0316	0.0123	-0.0722	-0.0399	0.0287	0.0131	-0.0643	-0.0388
1.30	0.0340	0.0096	-0.0757	-0.0341	0.0306	0.0105	-0.0690	-0.0336
1.40	0.0359	0.0075	-0.0782	-0.0293	0.0332	0.0084	-0.0728	-0.0291
1.50	0.0374	0.0060	-0.0800	-0.0254	0.0353	0.0066	-0.0757	-0.0254
1.60	0.0386	0.0048	-0.0814	-0.0221	0.0369	0.0053	-0.0779	-0.0223
1.70	0.0395	0.0039	-0.0825	-0.0193	0.0383	0.0042	-0.0797	-0.0198
1.80	0.0402	0.0031	-0.0834	-0.0171	0.0392	0.0035	-0.0812	-0.0176
1.90	0.0408	0.0026	-0.0842	-0.0154	0.0399	0.0028	-0.0824	-0.0158
2.00	0.0412	0.0022	-0.0847	-0.0141	0.0405	0.0024	-0.0833	-0.0143
Množ.	$q \cdot l_x^2$	$q \cdot l_y^2$	$q \cdot l_x^2$	$q \cdot l_y^2$	$q \cdot l_x^2$	$q \cdot l_y^2$	$q \cdot l_x^2$	$q \cdot l_y^2$

### Ploča pozicije POZ 101

#### Proračunski model



$$l=3.00\text{m}$$

#### Analiza opterećenja:

$$p=1.35 \cdot g + 1.5 \cdot q$$

$$p=1.35 \cdot 6.10 + 1.5 \cdot 1.5 = 10,49 \text{ kN/m}^2$$

#### Proračun momenata:

$$M_{\text{ležaj}} = p \cdot l^2 / 8 = 10,49 \cdot 3,0^2 / 8 = 11,80 \text{ kN/m}$$

$$M_{\text{polje}} = 0,5 \cdot p \cdot l^2 / 8 = 0,5 \cdot 10,49 \cdot 3,0^2 / 8 = 5,90 \text{ kN/m}$$

#### Proračun armature:

$$A_{\text{ležaj}} = M_{\text{ležaj}} \cdot 100 / (0,9 \cdot d \cdot f_{yd}) =$$

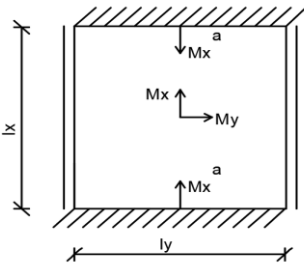
$$= 11,80 \cdot 100 / (0,9 \cdot 12 \cdot 43,48) = 2,51 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{\text{polje}} = M_{\text{polje}} \cdot 100 / (0,9 \cdot d \cdot f_{yd}) =$$

$$= 5,90 \cdot 100 / (0,9 \cdot 12 \cdot 43,48) = 1,25 \text{ cm}^2/\text{m}$$

### Ploča pozicije POZ 102

#### Proračunski model (SHEMA 3)



$$l_x = 3,9 \text{ m} ; \quad l_y = 4,3 \text{ m}$$

$$l_y / l_x = 4,3 / 3,9 = 1,10$$

#### Analiza opterećenja

$$p = 1,35 \cdot g + 1,5 \cdot q = 1,35 \cdot 6,10 + 1,5 \cdot 1,5 = 10,49 \text{ kN/m}^2$$

#### Proračun momenata:

$$k_x = 0,0335 ; \quad k_y = 0,0151 ; \quad k_x^a = -0,0741$$

$$M_x = k_x \cdot p \cdot l_x^2 = 0,0335 \cdot 10,49 \cdot 3,9^2 = 3,35 \text{ kN/m}$$

$$M_y = k_y \cdot p \cdot l_y^2 = 0,0151 \cdot 10,49 \cdot 4,3^2 = 2,93 \text{ kN/m}$$

$$M_x^a = k_x^a \cdot p \cdot l_x^2 = -0,0741 \cdot 10,49 \cdot 3,9^2 = -11,82 \text{ kN/m}$$

#### Proračun armature:

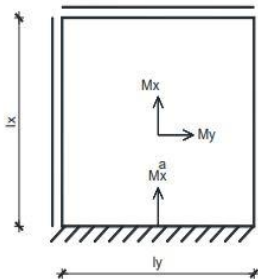
$$A_{sx} = M_x \cdot 100 / (0,9 \cdot d \cdot f_{yd}) = 3,35 \cdot 100 / (0,9 \cdot 12 \cdot 43,48) = 0,71 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{sy} = M_y \cdot 100 / (0,9 \cdot d \cdot f_{yd}) = 2,93 \cdot 100 / (0,9 \cdot 12 \cdot 43,48) = 0,62 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{sx^a} = M_x^a \cdot 100 / (0,9 \cdot d \cdot f_{yd}) = 11,82 \cdot 100 / (0,9 \cdot 12 \cdot 43,48) = 2,51 \text{ cm}^2/\text{m}$$

### Ploča pozicije POZ 103

#### Proračunski model (SHEMA 2)



$$l_x = 3,9 \text{ m} ; \quad l_y = 5,9 \text{ m}$$

$$l_y / l_x = 5,9 / 3,9 = 1,50$$

#### Analiza opterećenja

$$p = 1,35 \cdot g + 1,5 \cdot q = 1,35 \cdot 6,10 + 1,5 \cdot 1,5 = 10,49 \text{ kN/m}^2$$

#### Proračun momenata:

$$k_x = 0,0524 ; \quad k_y = 0,0094 ; \quad k_x^a = -0,1109$$

$$M_x = k_x \cdot p \cdot l_x^2 = 0,0524 \cdot 10,49 \cdot 3,9^2 = 8,3 \text{ kN/m}$$

$$M_y = k_y \cdot p \cdot l_y^2 = 0,0094 \cdot 10,49 \cdot 5,9^2 = 3,43 \text{ kN/m}$$

$$M_x^a = k_x^a \cdot p \cdot l_x^2 = -0,1109 \cdot 10,49 \cdot 3,9^2 = -17,69 \text{ kN/m}$$

#### Proračun armature:

$$A_{sx} = M_x \cdot 100 / (0,9 \cdot d \cdot f_{yd}) = 8,3 \cdot 100 / (0,9 \cdot 12 \cdot 43,48) = 1,77 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{sy} = M_y \cdot 100 / (0,9 \cdot d \cdot f_{yd}) = 3,43 \cdot 100 / (0,9 \cdot 12 \cdot 43,48) = 0,73 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{sx^a} = M_x^a \cdot 100 / (0,9 \cdot d \cdot f_{yd}) = 17,69 \cdot 100 / (0,9 \cdot 12 \cdot 43,48) = 3,76 \text{ cm}^2/\text{m}$$

### 2.2.1. Proračun grede (os 2)

OPTEREĆENJE PLOČA:  $g = 6.10 \text{ kN/m}^2$   
 $q = 1.5 \text{ kN/m}^2$

#### Analiza opterećenja:

**B=3,6 m – utjecajna širina**

$$g = g \cdot B = 6.10 \cdot 3.60 = 21.96 \text{ kN/m}$$

$$q = q \cdot B = 1.50 \cdot 3.60 = 5.40 \text{ kN/m}$$

#### OPTEREĆENJE OD VLASTITE TEŽINE GREDE

$$g_{gr} = b_w \cdot h_w \cdot \gamma_c = 0.25 \cdot 0.50 \cdot 25 = 3.13 \text{ kN/m}$$

Ukupno stalno opterećenje

$$g = g_{gr} + g_{pl} = 21.96 + 3.13 = 25.10 \text{ kN/m}$$

Ukupno djelovanje:

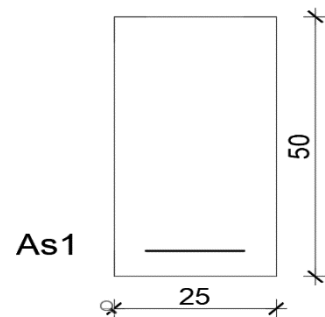
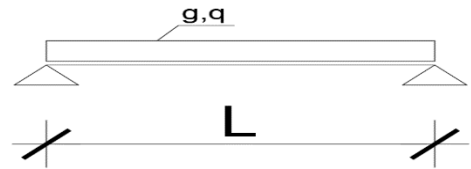
$$p = 1.35 \cdot g + 1.5 \cdot q = 42.00 \text{ kN}$$

Momenti savijanja:

$$M_{Ed} = p \cdot l^2 / 2 = 42.00 \cdot 6.0^2 / 8 = 189.0 \text{ kNm}$$

Poprečne sile:

$$V = 126.0 \text{ kN}$$



BETON: C30/37

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1.5} = 20.00 \text{ MPa} = 2.00 \text{ kN/cm}^2$$

ARMATURA: B 500B

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.8 \text{ MPa} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$$

### 2.2.2. Dimenzioniranje na $M_{Ed}$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{189.0 \cdot 100}{25 \cdot 46^2 \cdot 2.0} = 0.179$$

očitano:  $\varepsilon_{s1} = 5\text{‰}$ ;  $\varepsilon_{c2} = 2.5\text{‰}$ ;  $\xi = 0.338$ ;  $\zeta = 0.870$

$$A_s = \frac{M_{Ed,A}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{189.9 \cdot 100}{0.870 \cdot 46 \cdot 43.48} = 10.91 \text{ cm}^2$$

Odabrano : **4 Ø20 (As=12.57 cm<sup>2</sup>)**

### 2.2.3. Dimenzioniranje na poprečnu silu $V_{Ed}$

1.

$$V_{Ed} = 126.00 \text{ kN}$$

$S_w=20 \text{ cm}$  - razmak spona

Odabrane spone:  $\Phi 10/20$

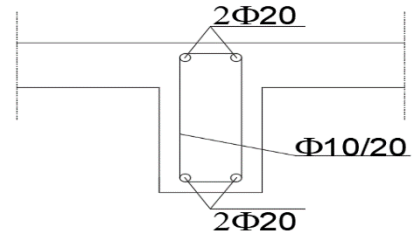
$$V_{Rd} = V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot ctg\theta$$

$$z \approx 0,9 \cdot d \text{ (krak unutrašnjih sila)}$$

$$\theta = 45^\circ \text{ (kut nagiba tlačnih dijagonala)}$$

$$V_{Rd,s} = \frac{0,79}{20} \cdot (0,9 \cdot 50) \cdot 43,48 \cdot 2 \cdot 1 = 154,57 \text{ kN}$$

$$154,57 \text{ kN} > 126,00 \text{ kN}$$



### 2.3. Površina minimalne armature

**Minimalna površina uzdužne armature:**

$$A_{s1,min} \geq 0,26 \cdot f_{ctm} / f_{yk} \cdot b_t \cdot d \geq 0,0013 \cdot b_t \cdot d$$

$b_t$  – srednja širina vlačnog područja

$d$  – statička visina

$f_{ctm}$  – srednja vlačna čvrstoća betona

$f_{yk}$  – karakt. Granica popuštanja čelika

**POLJE:**

$$A_{s1,min} \geq 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d \geq 0,0013 \cdot b_t \cdot d$$

$$A_{s1,min} \geq 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d \geq 0,26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 25 \cdot 50 = 1,89 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,min} \geq 0,0013 \cdot b_t \cdot d \geq 0,0013 \cdot 25 \cdot 50 = 1,625 \text{ cm}^2$$

Odabrano:  $2\Phi 12$  ( $A_s=2,26 \text{ cm}^2$ )

**LEŽAJ:**

$$A_{s1,min} \geq 0,0013 \cdot b_w \cdot d = 0,0013 \cdot 25 \cdot 50 = 1,625 \text{ cm}^2$$

Odabrano:  $2\Phi 12$  ( $A_s=2,26 \text{ cm}^2$ )

**Površina minimalne poprečne armature:**

$$A_{sw,min} = \frac{0,00100 \cdot 30 \cdot 25}{2} = 0,375 \text{ cm}^2$$

Odabrane spone:  $\Phi 8/30$

## 2.4. Proračun zidova na vertikalna opterećenja

Potrebni podaci za proračun:

blok opeka, dimenzije:  $d \times \text{š} \times v = 25 \times 25 \times 23.8 \text{ cm}$

srednja tlačna čvrstoća bloka:  $f_{ck,sred} = 10.0 \text{ MPa}$

normalizirana tlačna čvrstoća bloka:

$$f_b = 10.0 \cdot \delta = 10 \cdot 1.15 = 11.5 \text{ MPa}$$

grupa zidnih blokova: 2 ( $K = 0.45$ )

mort: M10 ( $f_m = 10.0 \text{ MPa}$ )

tlačna čvrstoća zida:  $f_k = K \times f_b^{0.7} \times f_m^{0.3} = 0.45 \cdot 11.5^{0.7} \cdot 10.0^{0.3} = 4.96 \text{ MPa}$

faktor smanjenja za vitkost i ekscentričnost:  $\Phi_{i,m} = 0.70$

parcijalni koef. sigurnosti za materijale:

$$\gamma_M = 2.2 \text{ (razred proizvodnje B, razred izvedbe 2.)}$$

debljina nosivih zidova:  $t = 25 \text{ cm}$

**računska uzdužna sila:**  $N_{Sd} = N_g \cdot 1.35 + N_q \cdot 1.5$

**računska nosivost na uzdužnu silu:**  $N_{Rd} = \Phi_{i,m} \cdot A \cdot f_k / \gamma_M$

U proračunu zidova na vertikalna djelovanja dokazuje se da je

$$N_{Sd} < N_{Rd}$$

Proračun se provodi tablično kako je prikazano na slijedećoj stranici gdje je:

$L$  = računski duljina zida [m]

$t$  = debljina zida [m]

$g$  = stalno opterećenje po jednoj međukatnoj konstrukciji

$q$  = promjenjivo opterećenje po jednoj međukatnoj konstrukciji

$$g_z = \text{vlastita težina zida}; g_z = t \cdot \gamma_z + g_{\text{žbuke}} = 0.25 \cdot 10.0 + 0.025 \cdot 20.0 = 2.50 + 0.50 = 3.00 \text{ kN/m}^2$$

$L'$  i  $b'$  = utjecajna duljina i širina međukatne ploče koja se oslanja na zid [m]

$n$  = broj etaža (broj međukatnih ploča)

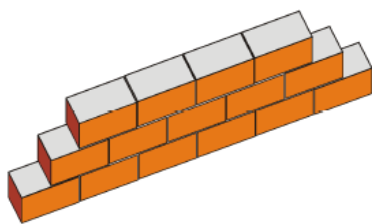
$N_g$  = vertikalno stalno djelovanje:  $N_g = (g \cdot L' \cdot b' + g_z \cdot L \cdot h) \cdot n$

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

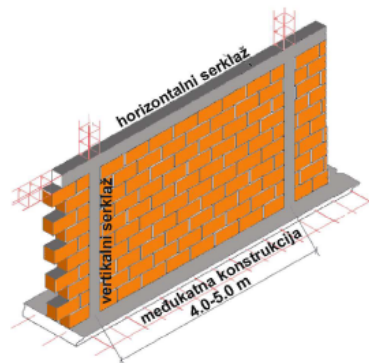
$o$  = duljina otvora [m]

$A_z$  = računski površina zida:  $A_z = (L - o) \cdot t$  [m<sup>2</sup>]

**NEARMIRANO ZIĐE**

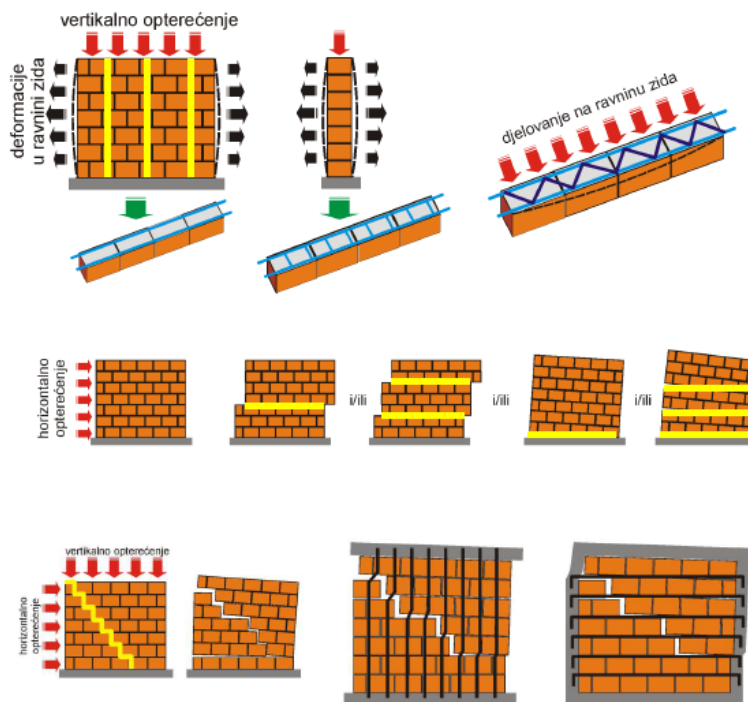


**OMEĐENO ZIĐE**



**PREDNAPETO ZIĐE  
ZIDNI SUSTAVI**

**ARMIRANO ZIĐE**



**Slika 1.** Vrste zida – zidane zidovi; Preuzeto od: B. Trogrlić, Zidane zgrade - projektiranje i proračun, FGAG U SPLITU, 2018.

<b>Zid ZX1</b>	
<p><b>Geometrijske karakteristike zida:</b></p> <p>duljina zida: <math>L=3.14\text{ m}</math>  debljina zida: <math>t=0.25\text{ m}</math>  visina zida: <math>h=2.95*3.0\text{m}+0.50\text{m}=9.35\text{ m}</math></p> <p><b>Utjecajne površine zida:</b></p> <p><math>A_{zx1}=4.34*3=13.02\text{ m}^2</math></p> <p><b>Analiza opterećenja:</b></p> <p>Stalno: <math>g=6.10\text{ kN/m}^2</math>  Pokretno: <math>q=1.50\text{ kN/m}^2</math>  Vlastita težina zida (<math>t=0.25\text{m}</math>):  <math>g_z=3.00\text{ kN/m}^2</math></p>	<p><b>Uzdužna sila od stalnog djelovanja::</b></p> <p><math>N_g=A_{zx1} * g + L * h * g_z =</math>  <math>N_g=13.02*6.10+3.14*9.35*3.00 N_g=167.50\text{ kN}</math></p> <p><b>Uzdužna sila od pokretnog djelovanja:</b></p> <p><math>N_q=A_{zx1} * q =</math>  <math>N_q=13.02*1.50=19.53\text{ kN}</math></p> <p><b>Računska uzdužna sila:</b></p> <p><math>N_{sd}=1.35*N_g+1.5*N_q</math>  <math>N_{sd}=1.35*167.50+1.5*19.53=255.42\text{ kN}</math></p> <p><b>Računska uzdužna sila:</b></p> <p><math>N_{Rd}=\Phi_{i,m} * A * f_k / \gamma_M</math>  <math>N_{Rd}=0.7*(314*25)*0.496/2.2=</math>  <math>1238.87\text{ kN} &gt; 255.42\text{ kN}</math></p>



<b>Zid ZX2</b>	
<p><b>Geometrijske karakteristike zida:</b></p> <p>duljina zida: <math>L=2.98</math> m  debljina zida: <math>t=0.25</math> m  visina zida: <math>h=2.95*3.0m+0.50m=9.35</math> m</p> <p><b>Utjecajne površine zida:</b></p> <p><math>A_{zx1}=4.0*3=12.0</math> m<sup>2</sup></p> <p><b>Analiza opterećenja:</b></p> <p>Stalno: <math>g=6.10</math> kN/m<sup>2</sup>  Pokretno: <math>q=1.50</math> kN/m<sup>2</sup>  Vlastita težina zida (<math>t=0.25m</math>):  <math>g_z=3.00</math> kN/m<sup>2</sup></p>	<p><b>Uzdužna sila od stalnog djelovanja::</b></p> <p><math>N_g=A_{zx1}*g+L*h*g_z=</math>  <math>N_g=12.0*6.10+2.98*9.35*3.00N_g=156.79</math> kN</p> <p><b>Uzdužna sila od pokretnog djelovanja:</b></p> <p><math>N_q=A_{zx1}*q=</math>  <math>N_q=12.0*1.50=18.0</math> kN</p> <p><b>Računska uzdužna sila:</b></p> <p><math>N_{sd}=1.35*N_g+1.5*N_q</math>  <math>N_{sd}=1.35*156.79+1.5*18.0=238.67</math> kN</p> <p><b>Računska uzdužna sila:</b></p> <p><math>N_{Rd}=\Phi_{i,m} * A * f_k / \gamma M</math>  <math>N_{Rd}=0.7*(298*25)*0.496/2.2=</math>  <math>1175.75</math> kN &gt; <math>228.67</math> kN</p>

<b>Zid ZX3</b>	
<p><b>Geometrijske karakteristike zida:</b></p> <p>duljina zida: <math>L=3.83</math> m  debljina zida: <math>t=0.25</math> m  visina zida: <math>h=2.95*3.0m+0.50m=9.35</math> m</p> <p><b>Utjecajne površine zida:</b></p> <p><math>A_{zx1}=10.27*3=30.81</math> m<sup>2</sup></p> <p><b>Analiza opterećenja:</b></p> <p>Stalno: <math>g=6.10</math> kN/m<sup>2</sup>  Pokretno: <math>q=1.50</math> kN/m<sup>2</sup>  Vlastita težina zida (<math>t=0.25m</math>):  <math>g_z=3.00</math> kN/m<sup>2</sup></p>	<p><b>Uzdužna sila od stalnog djelovanja::</b></p> <p><math>N_g=A_{zx1}*g+L*h*g_z=</math>  <math>N_g=30.81*6.10+3.83*9.35*3.00N_g=295.37</math> kN</p> <p><b>Uzdužna sila od pokretnog djelovanja:</b></p> <p><math>N_q=A_{zx1}*q=</math>  <math>N_q=30.81*1.50=46.22</math> kN</p> <p><b>Računska uzdužna sila:</b></p> <p><math>N_{sd}=1.35*N_g+1.5*N_q</math>  <math>N_{sd}=1.35*295.37+1.5*46.22=468.08</math> kN</p> <p><b>Računska uzdužna sila:</b></p> <p><math>N_{Rd}=\Phi_{i,m} * A * f_k / \gamma M</math>  <math>N_{Rd}=0.7*(383*25)*0.496/2.2=</math>  <math>1511.1</math> kN &gt; <math>468.08</math> kN</p>

<b>Zid ZX4</b>	
<p><b>Geometrijske karakteristike zida:</b></p> <p>duljina zida: <math>L=4.44</math> m  debljina zida: <math>t=0.25</math> m  visina zida: <math>h=2.95*3.0m+0.50m=9.35</math> m</p> <p><b>Utjecajne površine zida:</b></p> <p><math>A_{zx1}=8.40*3=25.20</math> m<sup>2</sup></p> <p><b>Analiza opterećenja:</b></p> <p>Stalno: <math>g=6.10</math> kN/m<sup>2</sup>  Pokretno: <math>q=1.50</math> kN/m<sup>2</sup>  Vlastita težina zida (<math>t=0.25m</math>):  <math>g_z=3.00</math> kN/m<sup>2</sup></p>	<p><b>Uzdužna sila od stalnog djelovanja::</b></p> <p><math>N_g=A_{zx1}*g+L*h*g_z=</math>  <math>N_g=25.20*6.10+4.44*9.35*3.00N_g=278.26</math> kN</p> <p><b>Uzdužna sila od pokretnog djelovanja:</b></p> <p><math>N_q=A_{zx1}*q=</math>  <math>N_q=25.20*1.50=37.80</math> kN</p> <p><b>Računska uzdužna sila:</b></p> <p><math>N_{sd}=1.35*N_g+1.5*N_q</math>  <math>N_{sd}=1.35*278.26+1.5*37.80=432.35</math> kN</p> <p><b>Računska uzdužna sila:</b></p> <p><math>N_{Rd}=\Phi_{i,m} * A * f_k / \gamma_M</math>  <math>N_{Rd}=0.7*(444*25)*0.496/2.2=</math>  <math>1751.78</math> kN &gt; <math>432.35</math> kN</p>

<b>Zid ZX5</b>	
<p><b>Geometrijske karakteristike zida:</b></p> <p>duljina zida: <math>L=5.50</math> m  debljina zida: <math>t=0.25</math> m  visina zida: <math>h=2.95*3.0m+0.50m=9.35</math> m</p> <p><b>Utjecajne površine zida:</b></p> <p><math>A_{zx1}=7.40*3=22.20</math> m<sup>2</sup></p> <p><b>Analiza opterećenja:</b></p> <p>Stalno: <math>g=6.10</math> kN/m<sup>2</sup>  Pokretno: <math>q=1.50</math> kN/m<sup>2</sup>  Vlastita težina zida (<math>t=0.25m</math>):  <math>g_z=3.00</math> kN/m<sup>2</sup></p>	<p><b>Uzdužna sila od stalnog djelovanja::</b></p> <p><math>N_g=A_{zx1}*g+L*h*g_z=</math>  <math>N_g=22.20*6.10+5.50*9.35*3.00N_g=289.70</math> kN</p> <p><b>Uzdužna sila od pokretnog djelovanja:</b></p> <p><math>N_q=A_{zx1}*q=</math>  <math>N_q=22.20*1.50=33.3</math> kN</p> <p><b>Računska uzdužna sila:</b></p> <p><math>N_{sd}=1.35*N_g+1.5*N_q</math>  <math>N_{sd}=1.35*289.70+1.5*33.3=396.10</math> kN</p> <p><b>Računska uzdužna sila:</b></p> <p><math>N_{Rd}=\Phi_{i,m} * A * f_k / \gamma_M</math>  <math>N_{Rd}=0.7*(550*25)*0.496/2.2=</math>  <math>2170.0</math> kN &gt; <math>396.10</math> kN</p>

<b>Zid ZX6</b>	
<p><b>Geometrijske karakteristike zida:</b></p> <p>duljina zida: <math>L=2.77</math> m  debljina zida: <math>t=0.25</math> m  visina zida: <math>h=2.95*3.0m+0.50m=9.35</math> m</p> <p><b>Utjecajne površine zida:</b></p> <p><math>A_{zx1}=3.10*3=9.30</math> m<sup>2</sup></p> <p><b>Analiza opterećenja:</b></p> <p>Stalno: <math>g=6.10</math> kN/m<sup>2</sup>  Pokretno: <math>q=1.50</math> kN/m<sup>2</sup>  Vlastita težina zida (<math>t=0.25m</math>):  <math>g_z=3.00</math> kN/m<sup>2</sup></p>	<p><b>Uzdužna sila od stalnog djelovanja::</b></p> <p><math>N_g=A_{zx1}*g+L*h*g_z=</math>  <math>N_g=9.30*6.10+2.77*9.35*3.00N_g=134.43</math> kN</p> <p><b>Uzdužna sila od pokretnog djelovanja:</b></p> <p><math>N_q=A_{zx1}*q=</math>  <math>N_q=9.30*1.50=13.95</math> kN</p> <p><b>Računska uzdužna sila:</b></p> <p><math>N_{sd}=1.35*N_g+1.5*N_q</math>  <math>N_{sd}=1.35*134.43+1.5*13.95=202.41</math> kN</p> <p><b>Računska uzdužna sila:</b></p> <p><math>N_{Rd}=\Phi_{i,m} * A * f_k / \gamma_M</math>  <math>N_{Rd}=0.7*(277*25)*0.496/2.2=</math>  <math>1092.90</math> kN &gt; <math>202.41</math> kN</p>

<b>Zid ZX7</b>	
<p><b>Geometrijske karakteristike zida:</b></p> <p>duljina zida: <math>L=2.53</math> m  debljina zida: <math>t=0.25</math> m  visina zida: <math>h=2.95*3.0m+0.50m=9.35</math> m</p> <p><b>Utjecajne površine zida:</b></p> <p><math>A_{zx1}=4.93*3=14.79</math> m<sup>2</sup></p> <p><b>Analiza opterećenja:</b></p> <p>Stalno: <math>g=6.10</math> kN/m<sup>2</sup>  Pokretno: <math>q=1.50</math> kN/m<sup>2</sup>  Vlastita težina zida (<math>t=0.25m</math>):  <math>g_z=3.00</math> kN/m<sup>2</sup></p>	<p><b>Uzdužna sila od stalnog djelovanja::</b></p> <p><math>N_g=A_{zx1}*g+L*h*g_z=</math>  <math>N_g=14.79*6.10+2.53*9.35*3.00N_g=161.19</math> kN</p> <p><b>Uzdužna sila od pokretnog djelovanja:</b></p> <p><math>N_q=A_{zx1}*q=</math>  <math>N_q=14.79*1.50=22.19</math> kN</p> <p><b>Računska uzdužna sila:</b></p> <p><math>N_{sd}=1.35*N_g+1.5*N_q</math>  <math>N_{sd}=1.35*161.19+1.5*22.19=250.89</math> kN</p> <p><b>Računska uzdužna sila:</b></p> <p><math>N_{Rd}=\Phi_{i,m} * A * f_k / \gamma_M</math>  <math>N_{Rd}=0.7*(253*25)*0.496/2.2=</math>  <math>998.2</math> kN &gt; <math>250.89</math> kN</p>

<b>Zid ZY1</b>	
<p><b>Geometrijske karakteristike zida:</b></p> <p>duljina zida: <math>L=11.02</math> m  debljina zida: <math>t=0.25</math> m  visina zida: <math>h=2.95*3.0m+0.50m=9.35</math> m</p> <p><b>Utjecajne površine zida:</b></p> <p><math>A_{zx1}=18.47*3=55.41</math> m<sup>2</sup></p> <p><b>Analiza opterećenja:</b></p> <p>Stalno: <math>g=6.10</math> kN/m<sup>2</sup>  Pokretno: <math>q=1.50</math> kN/m<sup>2</sup>  Vlastita težina zida (<math>t=0.25m</math>):  <math>g_z=3.00</math> kN/m<sup>2</sup></p>	<p><b>Uzdužna sila od stalnog djelovanja::</b></p> <p><math>N_g=A_{zx1}*g+L*h*g_z=</math>  <math>N_g=55.41*6.10+11.02*9.35*3.00N_g=647.11</math> kN</p> <p><b>Uzdužna sila od pokretnog djelovanja:</b></p> <p><math>N_q=A_{zx1}*q=</math>  <math>N_q=55.41*1.50=83.12</math> kN</p> <p><b>Računska uzdužna sila:</b></p> <p><math>N_{sd}=1.35*N_g+1.5*N_q</math>  <math>N_{sd}=1.35*647.11+1.5*83.12=998.28</math> kN</p> <p><b>Računska uzdužna sila:</b></p> <p><math>N_{Rd}=\Phi_{i,m} * A * f_k / \gamma_M</math>  <math>N_{Rd}=0.7*(1102*25)*0.496/2.2=</math>  <math>4347.89</math> kN &gt; <math>998.28</math> kN</p>

<b>Zid ZY2</b>	
<p><b>Geometrijske karakteristike zida:</b></p> <p>duljina zida: <math>L=4.17</math> m  debljina zida: <math>t=0.25</math> m  visina zida: <math>h=2.95*3.0m+0.50m=9.35</math> m</p> <p><b>Utjecajne površine zida:</b></p> <p><math>A_{zx1}=14.51*3=43.53</math> m<sup>2</sup></p> <p><b>Analiza opterećenja:</b></p> <p>Stalno: <math>g=6.10</math> kN/m<sup>2</sup>  Pokretno: <math>q=1.50</math> kN/m<sup>2</sup>  Vlastita težina zida (<math>t=0.25m</math>):  <math>g_z=3.00</math> kN/m<sup>2</sup></p>	<p><b>Uzdužna sila od stalnog djelovanja::</b></p> <p><math>N_g=A_{zx1}*g+L*h*g_z=</math>  <math>N_g=43.53*6.10+4.17*9.35*3.00N_g=381.40</math> kN</p> <p><b>Uzdužna sila od pokretnog djelovanja:</b></p> <p><math>N_q=A_{zx1}*q=</math>  <math>N_q=43.53*1.50=65.30</math> kN</p> <p><b>Računska uzdužna sila:</b></p> <p><math>N_{sd}=1.35*N_g+1.5*N_q</math>  <math>N_{sd}=1.35*381.40+1.5*65.30=612.84</math> kN</p> <p><b>Računska uzdužna sila:</b></p> <p><math>N_{Rd}=\Phi_{i,m} * A * f_k / \gamma_M</math>  <math>N_{Rd}=0.7*(417*25)*0.496/2.2=</math>  <math>1645.25</math> kN &gt; <math>612.84</math> kN</p>

### Zid ZY3

#### Geometrijske karakteristike zida:

duljina zida:  $L=7.10$  m

debljina zida:  $t=0.25$  m

visina zida:  $h=2.95*3.0m+0.50m=9.35$  m

#### Utjecajne površine zida:

$$A_{zx1}=6.46*3=19.38 \text{ m}^2$$

#### Analiza opterećenja:

Stalno:  $g=6.10$  kN/m<sup>2</sup>

Pokretno:  $q=1.50$  kN/m<sup>2</sup>

Vlastita težina zida ( $t=0.25$ m):

$$g_z=3.00 \text{ kN/m}^2$$

#### Uzdužna sila od stalnog djelovanja:

$$N_g=A_{zx1}*g+L*h*g_z=$$

$$N_g=19.38*6.10+7.10*9.35*3.00 N_g=317.37 \text{ kN}$$

#### Uzdužna sila od pokretnog djelovanja:

$$N_q=A_{zx1}*q=$$

$$N_q=19.38*1.50=29.07 \text{ kN}$$

#### Računska uzdužna sila:

$$N_{sd}=1.35*N_g+1.5*N_q$$

$$N_{sd}=1.35*317.37+1.5*29.07=472.05 \text{ kN}$$

#### Računska uzdužna sila:

$$N_{Rd}=\Phi_{i,m} * A * f_k / \gamma_M$$

$$N_{Rd}=0.7*(710*25)*0.496/2.2=$$

$$2801.27 \text{ kN} > 472.05 \text{ kN}$$

### 3. PRORAČUN ZIDOVA NA POTRES

#### 3.1. Proračun ukupne potresne poprečne sile

Ukupna potresna poprečna sila iznosi:  $F_b = \gamma I \cdot S_d(T1) \cdot W$

gdje je:

$S_d(T1)$  = ordinata računskog spektra za period  $T1$

$\gamma I$  – faktor važnosti građevine ( $\gamma I = 1.0$ )

$S_d(T1) = \alpha \cdot S \cdot 2.5/q$

$\alpha = a_g/g = 2.0/10 = 0.2$ ;  $S = 1.2$  (B kategorija tla)

$q = 2.5$  (faktor ponašanja konstrukcije)

$S_d(T1) = 0.2 \cdot 1.2 \cdot 2.5/2.5 = 0.24$

$W$  = računska težina zgrade:

##### 3. ETAŽA I POZ 300:

POZ 300:  $(g + \varphi \cdot \psi_{2i} q) \cdot A = (6.10 + 1.0 \cdot 0.3 \cdot 1.5) \cdot 82.7 = 542 \text{ kN}$

grede i nadvoji 300:  $b \cdot h \cdot L_{uk} \cdot \gamma_c = 0.25 \cdot 0.25 \cdot 27.5 \cdot 25.0 = 43 \text{ kN}$

zidovi 3. etaže:  $g_z \cdot h_z \cdot L_{uk} = 3.0 \cdot 2.8 \cdot 38.6 = 324 \text{ kN}$

W3 = 909 kN

##### 2. ETAŽA I POZ 200:

POZ 200:  $(g + \varphi \cdot \psi_{2i} q) \cdot A = (6.10 + 0.5 \cdot 0.3 \cdot 1.5) \cdot 82.7 = 523 \text{ kN}$

grede i nadvoji 200:  $b \cdot h \cdot L_{uk} \cdot \gamma_c = 0.25 \cdot 0.25 \cdot 27.5 \cdot 25.0 = 43 \text{ kN}$

zidovi 2. etaže:  $g_z \cdot h_z \cdot L_{uk} = 3.0 \cdot 2.8 \cdot 38.6 = 324 \text{ kN}$

W2 = 890 kN

##### 1. ETAŽA I POZ 100:

POZ 100:  $(g + \varphi \cdot \psi_{2i} q) \cdot A = (6.10 + 0.5 \cdot 0.3 \cdot 1.5) \cdot 82.7 = 523 \text{ kN}$

grede i nadvoji 100:  $b \cdot h \cdot L_{uk} \cdot \gamma_c = 0.25 \cdot 0.25 \cdot 27.5 \cdot 25.0 = 43 \text{ kN}$

zidovi 1. etaže:  $g_z \cdot h_z \cdot L_{uk} = 3.0 \cdot 2.8 \cdot 38.6 = 324 \text{ kN}$

W1 = 890 kN

Izračun težina skoncentriranih u razini međukatnih konstrukcija:

$W_{300} = W3 = 909 \text{ kN}$

$W_{200} = W2 = 890 \text{ kN}$

$W_{100} = W1 = 890 \text{ kN}$

Ukupna računska težina zgrade:

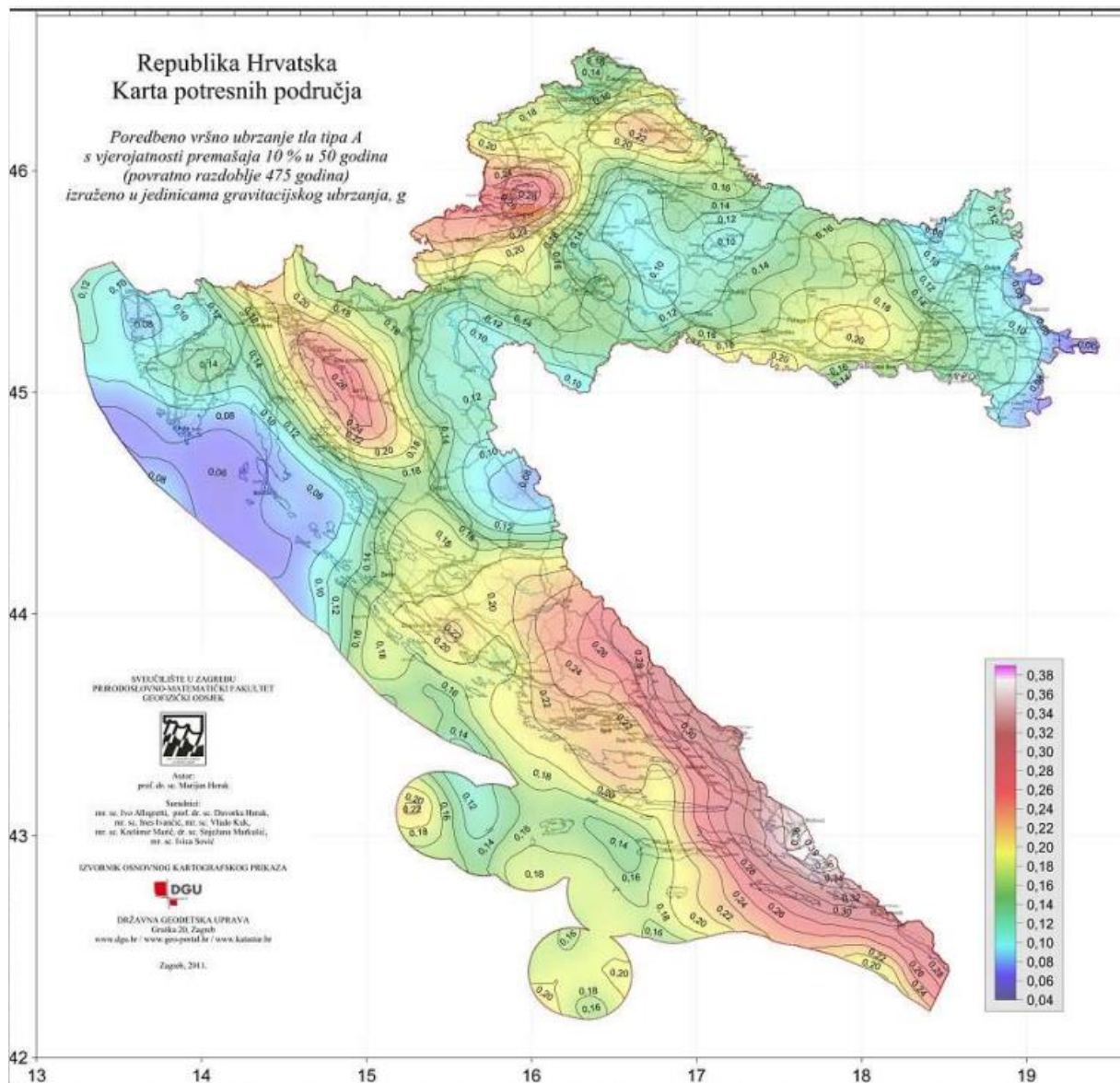
$W = 909 + 890 + 890 = 2689 \text{ kN}$

Specifična računska težina zgrade:

$W = (W1 + W2 + W3) / A_{uk} = 2689 / (82.7 \cdot 3) = 10.8 \text{ kN/m}^2$

Ukupna potresna poprečna sila iznosi:

$F_b = 0.24 \cdot 2689 = 645.4 \text{ kN}$



Slika 2. Seizmološka karta Hrvatske za povratno razdoblje od 475 god.

### 3.1.1. Razdioba ukupne potresne sile po etažama

$$F_{b,100} = F_b \cdot (W_{100} \cdot h_{100}) / (W_{100} \cdot h_{100} + W_{200} \cdot h_{200} + W_{300} \cdot h_{300}) = \\ 645.4 \cdot (890 \cdot 2.8) / (890 \cdot 2.8 + 890 \cdot 5.6 + 909 \cdot 8.4) = 106.43 \text{ kN}$$

$$F_{b,200} = F_b \cdot (W_{200} \cdot h_{200}) / (W_{100} \cdot h_{100} + W_{200} \cdot h_{200} + W_{300} \cdot h_{300}) = \\ 645.4 \cdot (890 \cdot 5.6) / (890 \cdot 2.8 + 890 \cdot 5.6 + 909 \cdot 8.4) = 212.76 \text{ kN}$$

$$F_{b,300} = F_b \cdot (W_{300} \cdot h_{300}) / (W_{100} \cdot h_{100} + W_{200} \cdot h_{200} + W_{300} \cdot h_{300}) = \\ 645.4 \cdot (909 \cdot 8.4) / (890 \cdot 2.8 + 890 \cdot 5.6 + 909 \cdot 8.4) = 326.12 \text{ kN}$$

Ukupna potresna poprečna sila:

$$V_{Ed} = 645.37 \text{ kN}$$

Ukupan moment savijanja:

$$M_{Ed} = F_{b,100} \cdot h_{100} + F_{b,200} \cdot h_{200} + F_{b,300} \cdot h_{300} = 106.43 \cdot 2.8 + 212.76 \cdot 5.6 + 326.12 \cdot 8.4 = 4228.9 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 4228.9 \text{ kNm}$$

### 3.1.2. Razdioba ukupne potresne sile po zidovima

*Ukupna potresna poprečna sila:*

$$V_{Ed} = 645.37 \text{ kN}$$

*Početna krutost zida bez otvora:*

$$K_e = \frac{GA}{1.2h \left[ 1 + \alpha \frac{G}{E} \left( \frac{h}{L} \right)^2 \right]}$$

E ≅ modul elastičnosti: 1000f<sub>k</sub>

G = modul posmika (G ≅ E/6)

t = debljina zida

h = svjetla visina zida

L = duljina zida

A = površina zida (A = t × L)

α = proračunski koeficijent

za punu upetost na gornjem i donjem katu α = 0.83

za konzolni zid α = 3.33



### 3.1.3. Početna krutost zida s otvorima za prozore

$\Sigma L_i$  = zbroj duljina svih otvora u zidu

A = površina zida ( $A=t \times L$ )

$$k_1 = \left( 1 - \frac{t \Sigma L_i}{0.85 A} \right)$$

$$V_{Ed,ix} = V_{Ed} * K_{ix} / \Sigma K_{ix}$$

$$V_{Ed,iy} = V_{Ed} * K_{iy} / \Sigma K_{iy}$$

<b>F<sub>b</sub></b>	<b>645.37</b>	<b>kN</b>	ukupna sila od potresa
<b>M<sub>b</sub></b>	<b>4228.9</b>	<b>kNm</b>	ukupan moment od potresa
<b>E</b>	<b>4960</b>	<b>MPa</b>	modul elastičnosti
<b>G</b>	<b>827</b>	<b>MPa</b>	modul posmika
<b>f<sub>k</sub></b>	<b>4.96</b>	<b>MPa</b>	tlačna čvrstoća zida
<b>Y<sub>M</sub></b>	<b>1.5</b>		parcijalni faktor sigurnosti za zide
<b>Y<sub>S</sub></b>	<b>1.15</b>		parcijalni faktor sigurnosti za čelik
<b>h</b>	<b>2.80</b>	<b>m</b>	svijetla visina zida
<b>a</b>	<b>3.33</b>	<b>m</b>	

ZID	debljina zida t [m]	duljina zida L [m]	površina zida A [m <sup>2</sup> ]	$\Sigma$ duljina otvora Li [m <sup>2</sup> ]	visina zida H [m]	početna krutost bez otvora K <sub>e</sub>	krutost k <sub>1</sub>	krutost sa otvorima K <sub>e,otv</sub>	poprečna asila V <sub>Sd</sub> [kN]	moment M <sub>Sd</sub> [kNm]
ZX1	0.25	3.14	0.79	1.10	9.35	134.9	0.59	79.60	80.4	527
ZX2	0.25	2.98	0.75	1.10	9.35	123.9	0.57	70.62	76.3	500
ZX3	0.25	3.83	0.96	0.42	9.35	182.2	0.87	158.5	98.1	642
ZX4	0.25	4.44	1.11	0.42	9.35	221.0	0.89	196.7	113.8	745
ZX5	0.25	5.50	1.38	2.33	9.35	296.9	0.50	148.5	140.9	923
ZX6	0.25	2.77	0.70	1.05	9.35	109.9	0.56	61.54	70.9	465
ZX7	0.25	2.53	0.63	0.0	9.35	92.3	1.00	92.3	64.8	425
$\Sigma$								<b>807.8</b>	<b>645.2</b>	<b>4227</b>

ZID	debljina zida t [m]	duljina zida L [m]	površina zida A [m <sup>2</sup> ]	$\Sigma$ duljina otvora Li [m <sup>2</sup> ]	visina zida H [m]	početna krutost bez otvora $K_e$	krutost $k_1$	krutost sa otvorima $K_{e,otv}$	poprečna sila $V_{sd}$ [kN]	moment $M_{sd}$ [kNm]
ZX1	0.25	11.02	2.76	2.60	9.35	655.8	0.72	472.2	319.1	2090
ZX2	0.25	4.17	1.04	1.05	9.35	204.7	0.70	143.3	120.7	791.1
ZX3	0.25	7.10	1.78	2.10	9.35	403.3	0.65	262.1	205.6	1347
$\Sigma$								877.7	645.4	4228

### 3.1.4. Proračun zidova na potres

Podaci za proračun zidova:

tlačna čvrstoća zida:  $f_k = K \times b f^{0.7} \times f_m^{0.3} = 0.45 \times 11.5^{0.7} \times 10.0^{0.3} = 4.96 \text{ MPa}$

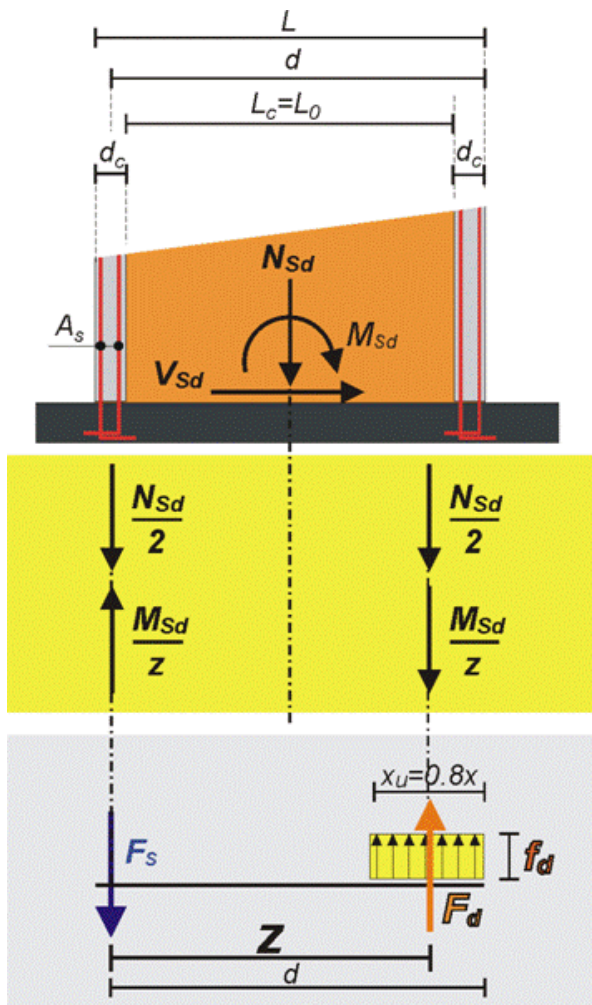
parcijalni koef. sigurnosti za materijale:  $\gamma_M = 1.5$

karakteristična posmična čvrstoća:

$$f_{vk} = f_{vk0} + 0.4 \times \sigma_d =$$

$$f_{vk} < 0.065 \times f_b = 0.065 \times 11.5 = 0.75 \text{ MPa}$$

U proračunu zidova na potres dokazuje se da je:



$$1/ V_{Sd} < V_{Rd}$$

računska poprečna sila:  $V_{Sd}$

računska nosivost na poprečnu silu:

$$V_{Rd} = A \cdot f_{vk} / \gamma_M = x_u \cdot t \cdot f_{vk} / \gamma_M$$

$$2/ F_d < F_{Rd}$$

računska tlačna sila na rubu:  $F_d = M_{Sd} / z + N_{Sd} / 2$

računska uzdužna sila:  $N_{Sd} = (N_g + N_q \cdot \psi_{2i})$  računski

moment savijanja:  $M_{Sd}$

$z$  = krak unutarnjih sila;  $z \approx 0.8 \cdot d$  računski

nosivost na tlačnu silu na rubu:

$$F_{Rd} = x_u \cdot t \cdot f_k / \gamma_m$$

$$x_u = 2(d-z) \approx 0.4 \cdot d$$

$$\gamma_m = 1.5$$

Potrebna površina armature vertikalnih serklaža:

$$3/ A_{s1} = F_s / f_{yd} \quad [\text{cm}^2]$$

računska vlačna sila:  $F_s = M_{Sd} / z - N_{Sd} / 2$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}; \quad \gamma_s = 1.15$$

<b>Zid ZX1</b>	
<p><b>Geometrijske karakteristike zida:</b></p> <p>duljina zida: <math>L=3.14</math> m  debljina zida: <math>t=0.25</math> m  statička visina: <math>d=L-0.25/2=3.14-0.25/2=3</math> m  krak sila: <math>z=0.8*d=0.8*3.0=2.4</math> m  duljina zida u tlaku:  <math>x_u=2*(d-z)=2*(3.0-2.4)= 1.2</math> m</p> <p><b>Mehaničke karakteristike zida:</b></p> <p>tlačna čvrstoća: <math>f_k=4.96</math> MPa  osnovna posmična čvrstoća: <math>f_{vk0}=0.3</math> MPa</p> <p><b>Unutarnje sile:</b></p> <p>Poprečna sila: <math>V_{sd}=80.4</math> kN  Moment: <math>M_{sd}=527</math> kNm  Uzdužna sila:  <math>N_{sd}=N_g+0.3*N_q=167.5+0.3*19.53=173.4</math> kN</p>	<p><b>Dokaz nosivosti u tlaku:</b></p> $F_d=N_{sd}/2+M_{sd}/z=173.4/2+527/2.4=306.3$ kN $F_{Rd}=f_k*t*x_u/\gamma M=(4.96/10)*25*314/1.5=$ $= 2595$ kN > 306.3 kN <p><b>Armatura vertikalnog serklaža:</b></p> <p>vlačna sila: <math>F_s=(M_{sd}/z-N_{sd}/2)=</math>  <math>527/2.4-173.4/2=132.88</math> kN  <math>A_s=F_s/f_{yd}=132.88/(50/1.15)= 3.06</math> cm<sup>2</sup></p> <p><b>Nosivost na poprečnu silu:</b></p> $f_{vk}=f_{vk0}+0.4\sigma_m=0.3+0.4*F_d/(t*x_u)$ $f_{vk}=0.3+0.4*306.3/(0.25*1.2)/1000=0.71$ MPa < $0.065*f_b=0.065*11.5=0.75$ MPa $V_{Rd}=f_{vk}*x_u*t/\gamma M=0.75*120*25/1.5/10=$ $= 150$ kN > 80.4 kN

<b>Zid ZX2</b>	
<p><b>Geometrijske karakteristike zida:</b></p> <p>duljina zida: <math>L=2.98</math> m debljina zida: <math>t=0.25</math> m  statička visina: <math>d=L-0.25/2=2.98-0.25/2=2.9</math> m  krak sila: <math>z=0.8*d=0.8*2.9=2.32</math> m  duljina zida u tlaku:  <math>x_u=2*(d-z)=2*(2.9-2.32)= 1.16</math> m</p> <p><b>Mehaničke karakteristike zida:</b></p> <p>tlačna čvrstoća: <math>f_k=4.96</math> MPa  osnovna posmična čvrstoća: <math>f_{vk0}=0.3</math> MPa</p> <p><b>Unutarnje sile:</b></p> <p>Poprečna sila: <math>V_{sd}=76.3</math> kN  Moment: <math>M_{sd}=500</math> kNm  Uzdužna sila:  <math>N_{sd}=N_g+0.3*N_q=156.79+0.3*18= 162.19</math> kN</p>	<p><b>Dokaz nosivosti u tlaku:</b></p> $F_d=N_{sd}/2+M_{sd}/z=162.19/2+500/2.32=296.6$ kN $F_{Rd}=f_k*t*x_u/\gamma M=(4.96/10)*25*298/1.5=$ $=2463$ kN > 296.6 kN <p><b>Armatura vertikalnog serklaža:</b></p> <p>vlačna sila: <math>F_s=(M_{sd}/z-N_{sd}/2)=</math>  <math>500/2.32-162.19/2=134.4</math> kN  <math>A_s=F_s/f_{yd}=134.4/(50/1.15)= 3.09</math> cm<sup>2</sup></p> <p><b>Nosivost na poprečnu silu:</b></p> $f_{vk}=f_{vk0}+0.4\sigma_m=0.3+0.4*F_d/(t*x_u)$ $f_{vk}=0.3+0.4*296.6/(0.25*1.16)/1000=0.71$ MPa < $0.065*f_b=0.065*11.5=0.75$ MPa $V_{Rd}=f_{vk}*x_u*t/\gamma M=0.75*116*25/1.5/10=$ $=145$ kN > 76.3 kN

<b>Zid ZX3</b>	
<p><b>Geometrijske karakteristike zida:</b></p> <p>duljina zida: <math>L=3.83</math> m  debljina zida: <math>t=0.25</math> m  statička visina: <math>d=L-0.25/2=3.83-0.25/2=3.7</math> m  m krak sila: <math>z=0.8*d=0.8*3.7=2.96</math> m  duljina zida u tlaku:  <math>x_u=2*(d-z)=2*(3.7-2.96)=1.48</math> m</p> <p><b>Mehaničke karakteristike zida:</b></p> <p>tlačna čvrstoća: <math>f_k=4.96</math> MPa  osnovna posmična čvrstoća: <math>f_{vk0}=0.3</math> MPa</p> <p><b>Unutarnje sile:</b></p> <p>Poprečna sila: <math>V_{sd}=98.1</math> kN  Moment: <math>M_{sd}=642</math> kNm  Uzdužna sila:  <math>N_{sd}=N_g+0.3*N_q=295.37+0.3*46.2=309.24</math> kN</p>	<p><b>Dokaz nosivosti u tlaku:</b></p> $F_d=N_{sd}/2+M_{sd}/z=309.24/2+642/2.96=371.5$ kN $F_{Rd}=f_k*t*x_u/\gamma M=(4.96/10)*25*383/1.5=$ $= 3166$ kN > 371.5 kN <p><b>Armatura vertikalnog serklaža:</b></p> <p>vlačna sila: <math>F_s=(M_{sd}/z-N_{sd}/2)=</math>  <math>642/2.96-309.24/2=62.27</math> kN  <math>A_s=F_s/f_{yd}=62.27/(50/1.15)=1.87</math> cm<sup>2</sup></p> <p><b>Nosivost na poprečnu silu:</b></p> $f_{vk}=f_{vk0}+0.4\sigma_m=0.3+0.4*F_d/(t*x_u)$ $f_{vk}=0.3+0.4*371.5/(0.25*1.48)/1000=0.70$ MPa < $0.065*f_b=0.065*11.5=0.75$ MPa $V_{Rd}=f_{vk}*x_u*t/\gamma M=0.75*148*25/1.5/10=$ $= 185$ kN > 98.1 kN

<b>Zid ZX4</b>	
<p><b>Geometrijske karakteristike zida:</b></p> <p>duljina zida: <math>L=4.44</math> m  debljina zida: <math>t=0.25</math> m  statička visina: <math>d=L-0.25/2=4.44-0.25/2=4.3</math> m  krak sila: <math>z=0.8*d=0.8*4.32=3.46</math> m  duljina zida u tlaku:  <math>x_u=2*(d-z)=2*(4.3-3.46)=1.48</math> m</p> <p><b>Mehaničke karakteristike zida:</b></p> <p>tlačna čvrstoća: <math>f_k=4.96</math> MPa  osnovna posmična čvrstoća: <math>f_{vk0}=0.3</math> MPa</p> <p><b>Unutarnje sile:</b></p> <p>Poprečna sila: <math>V_{sd}=113.8</math> kN  Moment: <math>M_{sd}=745</math> kNm  Uzdužna sila:  <math>N_{sd}=N_g+0.3*N_q=278.26+0.3*37.8=289.6</math> kN</p>	<p><b>Dokaz nosivosti u tlaku:</b></p> $F_d=N_{sd}/2+M_{sd}/z=289.6/2+745/3.46=360.12$ kN $F_{Rd}=f_k*t*x_u/\gamma M=(4.96/10)*25*444/1.5=$ $= 3670$ kN > 360.12 kN <p><b>Armatura vertikalnog serklaža:</b></p> <p>vlačna sila: <math>F_s=(M_{sd}/z-N_{sd}/2)=</math>  <math>745/3.46-289.6/2=70.52</math> kN  <math>A_s=F_s/f_{yd}=70.52/(50/1.15)=1.62</math> cm<sup>2</sup></p> <p><b>Nosivost na poprečnu silu:</b></p> $f_{vk}=f_{vk0}+0.4\sigma_m=0.3+0.4*F_d/(t*x_u)$ $f_{vk}=0.3+0.4*360.12/(0.25*1.68)/1000=0.64$ MPa < $0.065*f_b=0.065*11.5=0.75$ MPa $V_{Rd}=f_{vk}*x_u*t/\gamma M=0.75*168*25/1.5/10=$ $=210$ kN > 113.8 kN

<b>Zid ZX5</b>	
<p><b>Geometrijske karakteristike zida:</b></p> <p>duljina zida: <math>L=5.50</math> m  debljina zida: <math>t=0.25</math> m  statička visina: <math>d=L-0.25/2=5.5-0.25/2=5.38</math> m  krak sila: <math>z=0.8*d=0.8*5.38=4.30</math> m  duljina zida u tlaku:  <math>x_u=2*(d-z)=2*(5.38-4.30)= 2.16</math> m</p> <p><b>Mehaničke karakteristike zida:</b></p> <p>tlačna čvrstoća: <math>f_k=4.96</math> MPa  osnovna posmična čvrstoća: <math>f_{vk0}=0.3</math> MPa</p> <p><b>Unutarnje sile:</b></p> <p>Poprečna sila: <math>V_{sd}=140.9</math> kN  Moment: <math>M_{sd}=923</math> kNm  Uzdužna sila:  <math>N_{sd}=N_g+0.3*N_q=289.7+0.3*33.3=299.70</math> kN</p>	<p><b>Dokaz nosivosti u tlaku:</b></p> $F_d=N_{sd}/2+M_{sd}/z=299.7/2+923/4.30=364.50$ kN $F_{Rd}=f_k*t*x_u/\gamma M=(4.96/10)*25*550/1.5=$ $= 4547$ kN > 364.50 kN <p><b>Armatura vertikalnog serklaža:</b></p> <p>vlačna sila: <math>F_s=(M_{sd}/z-N_{sd}/2)=</math>  <math>923/4.30-299.7/2=64.8</math> kN  <math>A_s=F_s/f_{yd}=64.8/(50/1.15)= 1.49</math> cm<sup>2</sup></p> <p><b>Nosivost na poprečnu silu:</b></p> $f_{vk}=f_{vk0}+0.4\sigma_m=0.3+0.4*F_d/(t*x_u)$ $f_{vk}=0.3+0.4*364.5/(0.25*2.16)/1000=0.57$ MPa < $0.065*f_b=0.065*11.5=0.75$ MPa $V_{Rd}=f_{vk}*x_u*t/\gamma M=0.75*216*25/1.5/10=$ $=270$ kN > 140.9 kN

<b>Zid ZX6</b>	
<p><b>Geometrijske karakteristike zida:</b></p> <p>duljina zida: <math>L=2.77</math> m  debljina zida: <math>t=0.25</math> m  statička visina: <math>d=L-0.25/2=2.77-0.25/2=2.6</math> m  krak sila: <math>z=0.8*d=0.8*2.65=2.12</math> m  duljina zida u tlaku:  <math>x_u=2*(d-z)=2*(2.65-2.12)= 1.06</math> m</p> <p><b>Mehaničke karakteristike zida:</b></p> <p>tlačna čvrstoća: <math>f_k=4.96</math> MPa  osnovna posmična čvrstoća: <math>f_{vk0}=0.3</math> MPa</p> <p><b>Unutarnje sile:</b></p> <p>Poprečna sila: <math>V_{sd}=70.9</math> kN  Moment: <math>M_{sd}=465</math> kNm  Uzdužna sila:  <math>N_{sd}=N_g+0.3*N_q=134.43+0.3*13.95=138.6</math> kN</p>	<p><b>Dokaz nosivosti u tlaku:</b></p> $F_d=N_{sd}/2+M_{sd}/z=138.6/2+465/2.12=288.64$ kN $F_{Rd}=f_k*t*x_u/\gamma M=(4.96/10)*25*277/1.5=$ $= 2290$ kN > 288.64 kN <p><b>Armatura vertikalnog serklaža:</b></p> <p>vlačna sila: <math>F_s=(M_{sd}/z-N_{sd}/2)=</math>  <math>465/2.12-138.6/2=150.04</math> kN  <math>A_s=F_s/f_{yd}=150.04/(50/1.15)= 3.45</math> cm<sup>2</sup></p> <p><b>Nosivost na poprečnu silu:</b></p> $f_{vk}=f_{vk0}+0.4\sigma_m=0.3+0.4*F_d/(t*x_u)$ $f_{vk}=0.3+0.4*288.64/(0.25*1.06)/1000=0.74$ MPa < $0.065*f_b=0.065*11.5=0.75$ MPa $V_{Rd}=f_{vk}*x_u*t/\gamma M=0.75*106*25/1.5/10=$ $=132.5$ kN > 70.9 kN

<b>Zid ZX7</b>	
<p><b>Geometrijske karakteristike zida:</b></p> <p>duljina zida: <math>L=2.53</math> m  debljina zida: <math>t=0.25</math> m  statička visina: <math>d=L-0.25/2=2.53-0.25/2=2.4</math> m  krak sila: <math>z=0.8*d=0.8*2.4=1.92</math> m  duljina zida u tlaku:  <math>x_u=2*(d-z)=2*(2.4-1.92)=0.96</math> m</p> <p><b>Mehaničke karakteristike zida:</b></p> <p>tlačna čvrstoća: <math>f_k=4.96</math> MPa  osnovna posmična čvrstoća: <math>f_{vk0}=0.3</math> MPa</p> <p><b>Unutarnje sile:</b></p> <p>Poprečna sila: <math>V_{sd}=64.8</math> kN  Moment: <math>M_{sd}=425</math> kNm  Uzdužna sila:  <math>N_{sd}=N_g+0.3*N_q=161.19+0.3*22.19=167.9</math> kN</p>	<p><b>Dokaz nosivosti u tlaku:</b></p> $F_d=N_{sd}/2+M_{sd}/z=167.9/2+425/1.92=305.30$ kN $F_{Rd}=f_k*t*x_u/\gamma M=(4.96/10)*25*253/1.5=$ $= 2091$ kN > 305.3 kN <p><b>Armatura vertikalnog serklaža:</b></p> <p>vlačna sila: <math>F_s=(M_{sd}/z-N_{sd}/2)=</math>  <math>425/1.92-167.9/2=137.4</math> kN  <math>A_s=F_s/f_{yd}=137.4/(50/1.15)=3.16</math> cm<sup>2</sup></p> <p><b>Nosivost na poprečnu silu:</b></p> $f_{vk}=f_{vk0}+0.4\sigma_m=0.3+0.4*F_d/(t*x_u)$ $f_{vk}=0.3+0.4*305.3/(0.25*0.96)/1000=0.74$ MPa < $0.065*f_b=0.065*11.5=0.75$ MPa $V_{Rd}=f_{vk}*x_u*t/\gamma M=0.75*96*25/1.5/10=$ $=120$ kN > 64.8 kN

<b>Zid ZY1</b>	
<p><b>Geometrijske karakteristike zida:</b></p> <p>duljina zida: <math>L=11.02</math> m  debljina zida: <math>t=0.25</math> m  statička visina: <math>d=L-0.25/2=11-0.25/2=10.9</math> m  krak sila: <math>z=0.8*d=0.8*10.9=8.72</math> m  duljina zida u tlaku:  <math>x_u=2*(d-z)=2*(10.9-8.72)=4.36</math> m</p> <p><b>Mehaničke karakteristike zida:</b></p> <p>tlačna čvrstoća: <math>f_k=4.96</math> MPa  osnovna posmična čvrstoća: <math>f_{vk0}=0.3</math> MPa</p> <p><b>Unutarnje sile:</b></p> <p>Poprečna sila: <math>V_{sd}=319.1</math> kN  Moment: <math>M_{sd}=2090</math> kNm  Uzdužna sila:  <math>N_{sd}=N_g+0.3*N_q=647.11+0.3*83.12=672</math> kN</p>	<p><b>Dokaz nosivosti u tlaku:</b></p> $F_d=N_{sd}/2+M_{sd}/z=672/2+2090/8.72=575.7$ kN $F_{Rd}=f_k*t*x_u/\gamma M=(4.96/10)*25*1102/1.5=$ $= 9110$ kN > 575.7 kN <p><b>Armatura vertikalnog serklaža:</b></p> <p>vlačna sila: <math>F_s=(M_{sd}/z-N_{sd}/2)=</math>  <math>2090/8.72-672/2=96.3</math> kN  <math>A_s=F_s/f_{yd}=96.3/(50/1.15)=2.2</math> cm<sup>2</sup></p> <p><b>Nosivost na poprečnu silu:</b></p> $f_{vk}=f_{vk0}+0.4\sigma_m=0.3+0.4*F_d/(t*x_u)$ $f_{vk}=0.3+0.4*575.7/(0.25*4.36)/1000=0.51$ MPa < $0.065*f_b=0.065*11.5=0.75$ MPa $V_{Rd}=f_{vk}*x_u*t/\gamma M=0.75*436*25/1.5/10=$ $=545$ kN > 319.1 kN

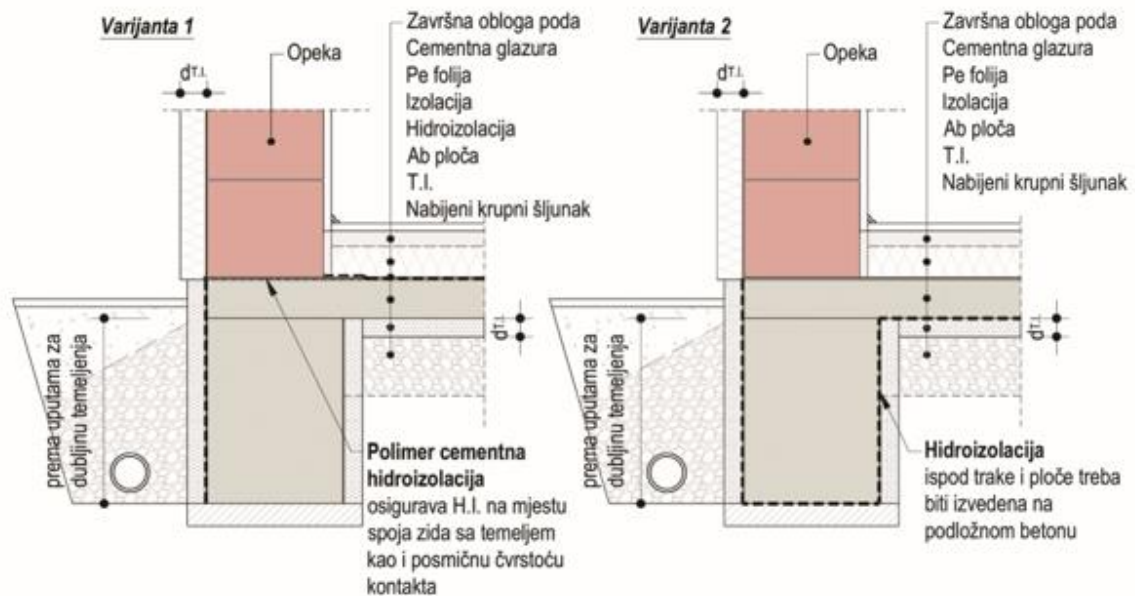
<b>Zid ZY2</b>	
<p><b>Geometrijske karakteristike zida:</b></p> <p>duljina zida: <math>L=4.17</math> m  debljina zida: <math>t=0.25</math> m  statička visina: <math>d=L-0.25/2=4.17-0.25/2=4.0</math> m  krak sila: <math>z=0.8*d=0.8*4.17=3.2</math> m  duljina zida u tlaku:  <math>x_u=2*(d-z)=2*(4.0-3.2)= 1.6</math> m</p> <p><b>Mehaničke karakteristike zida:</b></p> <p>tlačna čvrstoća: <math>f_k=4.96</math> MPa  osnovna posmična čvrstoća: <math>f_{vk0}=0.3</math> MPa</p> <p><b>Unutarnje sile:</b></p> <p>Poprečna sila: <math>V_{sd}=120.7</math> kN  Moment: <math>M_{sd}=791.1</math> kNm  Uzdužna sila:  <math>N_{sd}=N_g+0.3*N_q=381.4+0.3*65.3=401.0</math> kN</p>	<p><b>Dokaz nosivosti u tlaku:</b></p> $F_d=N_{sd}/2+M_{sd}/z=401/2+791.1/3.2=447.72 \text{ kN}$ $F_{Rd}=f_k*t*x_u/\gamma M=(4.96/10)*25*417/1.5=$ $= 3447 \text{ kN} > 447.72 \text{ kN}$ <p><b>Armatura vertikalnog serklaža:</b></p> <p>vlačna sila: <math>F_s=(M_{sd}/z-N_{sd}/2)=</math>  <math>791.1/3.2-401.0/2=46.72</math> kN  <math>A_s=F_s/f_{yd}=46.72/(50/1.15)= 1.07 \text{ cm}^2</math></p> <p><b>Nosivost na poprečnu silu:</b></p> $f_{vk}=f_{vk0}+0.4\sigma_m=0.3+0.4*F_d/(t*x_u)$ $f_{vk}=0.3+0.4*447.72/(0.25*1.6)/1000=0.74 \text{ MPa} <$ $0.065*f_b=0.065*11.5=0.75 \text{ MPa}$ $V_{Rd}=f_{vk}*x_u*t/\gamma M=0.75*160*25/1.5/10=$ $=200 \text{ kN} > 120.7 \text{ kN}$

<b>Zid ZY3</b>	
<p><b>Geometrijske karakteristike zida:</b></p> <p>duljina zida: <math>L=7.10</math> m  debljina zida: <math>t=0.25</math> m  statička visina: <math>d=L-0.25/2=7.10-0.25/2=7.0</math> m  krak sila: <math>z=0.8*d=0.8*7.0=5.6</math> m  duljina zida u tlaku:  <math>x_u=2*(d-z)=2*(7.0-5.6)= 2.8</math> m</p> <p><b>Mehaničke karakteristike zida:</b></p> <p>tlačna čvrstoća: <math>f_k=4.96</math> MPa  osnovna posmična čvrstoća: <math>f_{vk0}=0.3</math> MPa</p> <p><b>Unutarnje sile:</b></p> <p>Poprečna sila: <math>V_{sd}=205.6</math> kN  Moment: <math>M_{sd}=1347</math> kNm  Uzdužna sila:  <math>N_{sd}=N_g+0.3*N_q=317.37+0.3*29.07=326.1</math> kN</p>	<p><b>Dokaz nosivosti u tlaku:</b></p> $F_d=N_{sd}/2+M_{sd}/z=326.1/2+1347/5.6=403.6 \text{ kN}$ $F_{Rd}=f_k*t*x_u/\gamma M=(4.96/10)*25*710/1.5=$ $= 5869 \text{ kN} > 403.6 \text{ kN}$ <p><b>Armatura vertikalnog serklaža:</b></p> <p>vlačna sila: <math>F_s=(M_{sd}/z-N_{sd}/2)=</math>  <math>1347/5.6-326.1/2=77.49</math> kN  <math>A_s=F_s/f_{yd}=77.49/(50/1.15)= 1.78 \text{ cm}^2</math></p> <p><b>Nosivost na poprečnu silu:</b></p> $f_{vk}=f_{vk0}+0.4\sigma_m=0.3+0.4*F_d/(t*x_u)$ $f_{vk}=0.3+0.4*403.6/(0.25*2.8)/1000=0.53 \text{ MPa} <$ $0.065*f_b=0.065*11.5=0.75 \text{ MPa}$ $V_{Rd}=f_{vk}*x_u*t/\gamma M=0.75*280*25/1.5/10=$ $=350 \text{ kN} > 205.6 \text{ kN}$



## 4. PRORAČUN TEMELJA

Detalj izvedbe zidanog zida s temeljima



Slika 3. Detalj izvedbe trakastog temelja zidanog zida (izvor: [www.google.com](http://www.google.com))

### Ograničenje minimalne dubine temeljenja

U tablici su prikazane vrijednosti minimalne dubine temeljenja ovisno o  $T_{\min,50}$  za temeljna tla podložna nepovoljnim deformacijama zbog smrzavanja:

Područje	$T_{\min,50}$ [C]	Dubina temeljenja [m]
I	-10	od 0.5 do 0.6
II	-15	od 0.6 do 0.7
III	-20	od 0.7 do 0.8
IV	-25	od 0.8 do 1.0
V	-30	od 1.0 do 2.0

Predmetna građevina spada u I područje što znači da je minimalna dubina temeljenja od 0.5 do 0.6 m.

### TEMELJNA TRAKA U OSI 1

#### Analiza opterećenja(ZX1,ZX2):

##### Uzdužna sila u zidu ZX1

duljina zida:  $L=3.14$  m

stalno djelovanje:  $N_g=167.5$  kN

korisno djelovanje:  $N_q=19.53$  kN

##### Uzdužna sila u zidu ZX2

duljina zida:  $L=2.98$  m

stalno djelovanje:  $N_g=156.79$  kN

korisno djelovanje:  $N_q=18.0$  kN

$N_{g,ukupno}=324.29$  kN

$N_{q,ukupno}=37.53$  kN

#### Težina temeljne trake:

(pretpostavka:  $B/H=40/50$ cm)

$N_{g,1}=B \cdot H \cdot L \cdot \gamma_B=0.4 \cdot 0.5 \cdot 6.12 \cdot 25=30.6$  kN

#### Računska uzdužna sila:

$N_{sd}=1.35 \cdot (N_g + N_{g,t}) + 1.5 \cdot N_q$

$N_{sd}=1.35 \cdot (324.29 + 30.6) + 1.5 \cdot 37.53=535.40$  kN

$N_{sd}=N_{sd}/L=535.40/6.12=87.48$  kN/m

#### Proračun širine temeljne trake:

##### Dopuštena nosivost tla:

$\sigma_{Rd}=250$  kPa

##### Naprezanje u tlu:

$\sigma_{sd}=n_{sd}/(B \cdot 1.0m) < \sigma_{Rd}$

$\sigma_{sd}=87.48/(0.4 \cdot 1.0) < 250$

$\sigma_{sd}=218.7 < 250$

##### Širina temeljne trake:

$B > n_{sd} / \sigma_{Rd}$

$B > 87.48/250=0.35$ m (usvojeno  $B=40$ cm)

### TEMELJNA TRAKA U OSI 5

#### Analiza opterećenja(ZX3,ZX4):

##### Uzdužna sila u zidu ZX3

duljina zida:  $L=3.83$  m

stalno djelovanje:  $N_g=295.37$  kN

korisno djelovanje:  $N_q=46.20$  kN

##### Uzdužna sila u zidu ZX4

duljina zida:  $L=4.44$  m

stalno djelovanje:  $N_g=278.26$  kN

korisno djelovanje:  $N_q=37.80$  kN

$N_{g,ukupno}=573.63$  kN

$N_{q,ukupno}=84.00$  kN

#### Težina temeljne trake:

(pretpostavka:  $B/H=40/50$ cm)

$N_{g,1}=B \cdot H \cdot L \cdot \gamma_B=0.4 \cdot 0.5 \cdot 8.27 \cdot 25=41.35$  kN

#### Računska uzdužna sila:

$N_{sd}=1.35 \cdot (N_g + N_{g,t}) + 1.5 \cdot N_q$

$N_{sd}=1.35 \cdot (573.63 + 41.35) + 1.5 \cdot 84.0=956.21$  kN

$N_{sd}=N_{sd}/L=956.21/8.27=115.62$  kN/m

#### Proračun širine temeljne trake:

##### Dopuštena nosivost tla:

$\sigma_{Rd}=250$  kPa

##### Naprezanje u tlu:

$\sigma_{sd}=n_{sd}/(B \cdot 1.0m) < \sigma_{Rd}$

$\sigma_{sd}=115.05/(0.4 \cdot 1.0) < 250$

$\sigma_{sd}=289.05 > 250$

##### Širina temeljne trake:

$B > n_{sd} / \sigma_{Rd}$

$B > 115.62/250=0.46$ m (usvojeno  $B=50$ cm)

### TEMELJNA TRAKA U OSI 6

#### Analiza opterećenja(ZX5,ZX6):

##### Uzdužna sila u zidu ZX5

duljina zida:  $L=5.55$  m

stalno djelovanje:  $N_g=289.70$  kN

korisno djelovanje:  $N_q=33.3$  kN

##### Uzdužna sila u zidu ZX6

duljina zida:  $L=2.77$  m

stalno djelovanje:  $N_g=134.43$  kN

korisno djelovanje:  $N_q=13.95$  kN

$N_{g,ukupno}=424.13$  kN

$N_{q,ukupno}=47.25$  kN

#### Težina temeljne trake:

(pretpostavka:  $B/H=40/50$ cm)

$N_{g,1}=B \cdot H \cdot L \cdot \gamma_B=0.4 \cdot 0.5 \cdot 8.32 \cdot 25=41.60$  kN

#### Računska uzdužna sila:

$N_{sd}=1.35 \cdot (N_g + N_{g,t}) + 1.5 \cdot N_q$

$N_{sd}=1.35 \cdot (424.13 + 41.60) + 1.5 \cdot 47.25=699.61$  kN

$N_{sd}=N_{sd}/L=699.61/8.32=84.09$  kN/m

#### Proračun širine temeljne trake:

##### Dopuštena nosivost tla:

$\sigma_{Rd}=250$  kPa

##### Naprezanje u tlu:

$\sigma_{sd}=n_{sd}/(B \cdot 1.0\text{m}) < \sigma_{Rd}$

$\sigma_{sd}=84.09/(0.4 \cdot 1.0) < 250$

$\sigma_{sd}=210.23 < 250$

##### Širina temeljne trake:

$B > n_{sd} / \sigma_{Rd}$

$B > 84.09/250=0.34$ m (usvojeno  $B=40$ cm)

### TEMELJNA TRAKA U OSI A

#### Analiza opterećenja(ZY1):

##### Uzdužna sila u zidu ZY1

duljina zida:  $L=11.02$  m

stalno djelovanje:  $N_g=647.11$  kN

korisno djelovanje:  $N_q=83.12$  kN

#### Težina temeljne trake:

(pretpostavka:  $B/H=40/50$ cm)

$N_{g,1}=B \cdot H \cdot L \cdot \gamma_B=0.4 \cdot 0.5 \cdot 11.02 \cdot 25=55.10$  kN

#### Računska uzdužna sila:

$N_{sd}=1.35 \cdot (N_g + N_{g,t}) + 1.5 \cdot N_q$

$N_{sd}=1.35 \cdot (647.11 + 55.10) + 1.5 \cdot 83.12=1072.66$  kN

$N_{sd}=N_{sd}/L=1072.66/11.02=93.34$  kN/m

#### Proračun širine temeljne trake:

##### Dopuštena nosivost tla:

$\sigma_{Rd}=250$  kPa

##### Naprezanje u tlu:

$\sigma_{sd}=n_{sd}/(B \cdot 1.0\text{m}) < \sigma_{Rd}$

$\sigma_{sd}=97.34/(0.4 \cdot 1.0) < 250$

$\sigma_{sd}=243.35 < 250$

##### Širina temeljne trake:

$B > n_{sd} / \sigma_{Rd}$

$B > 97.34/250=0.38$ m (usvojeno  $B=40$ cm)

### TEMELJNA TRAKA U OSI B

#### Analiza opterećenja(ZY2):

##### Uzdužna sila u zidu ZY2

duljina zida:  $L=4.17$  m

stalno djelovanje:  $N_g=381.40$  kN

korisno djelovanje:  $N_q=65.30$  kN

#### Težina temeljne trake:

(pretpostavka:  $B/H=40/50$ cm)

$N_{g,1}=B \cdot H \cdot L \cdot \gamma_B=0.4 \cdot 0.5 \cdot 4.17 \cdot 25=20.85$  kN

#### Računska uzdužna sila:

$N_{sd}=1.35 \cdot (N_g + N_{g,t}) + 1.5 \cdot N_q$

$N_{sd}=1.35 \cdot (381.4 + 20.85) + 1.5 \cdot 65.3=640.99$  kN

$N_{sd}=N_{sd}/L=640.99/4.17=153.71$  kN/m

#### Proračun širine temeljne trake:

#### Dopuštena nosivost tla:

$\sigma_{Rd}=250$  kPa

#### Naprezanje u tlu:

$\sigma_{sd}=n_{sd}/(B \cdot 1.0m) < \sigma_{Rd}$

$\sigma_{sd}=153.71/(0.4 \cdot 1.0) < 250$

$\sigma_{sd}=348.28 > 250$

#### Širina temeljne trake:

$B > n_{sd} / \sigma_{Rd}$

$B > 153.71/250=0.61$ m (usvojeno  $B=65$ cm)

### TEMELJNA TRAKA U OSI C

#### Analiza opterećenja(ZY3):

##### Uzdužna sila u zidu ZY3

duljina zida:  $L=7.10$  m

stalno djelovanje:  $N_g=317.37$  kN

korisno djelovanje:  $N_q=29.07$  kN

#### Težina temeljne trake:

(pretpostavka:  $B/H=40/50$ cm)

$N_{g,1}=B \cdot H \cdot L \cdot \gamma_B=0.4 \cdot 0.5 \cdot 7.10 \cdot 25=35.50$  kN

#### Računska uzdužna sila:

$N_{sd}=1.35 \cdot (N_g + N_{g,t}) + 1.5 \cdot N_q$

$N_{sd}=1.35 \cdot (317.37 + 35.50) + 1.5 \cdot 29.07=519.98$  kN

$N_{sd}=N_{sd}/L=519.98/7.10=73.24$  kN/m

#### Proračun širine temeljne trake:

#### Dopuštena nosivost tla:

$\sigma_{Rd}=250$  kPa

#### Naprezanje u tlu:

$\sigma_{sd}=n_{sd}/(B \cdot 1.0m) < \sigma_{Rd}$

$\sigma_{sd}=73.24/(0.4 \cdot 1.0) < 250$

$\sigma_{sd}=183.1 < 250$

#### Širina temeljne trake:

$B > n_{sd} / \sigma_{Rd}$

$B > 73.24/250=0.29$ m (usvojeno  $B=40$ cm)

# ZAKLJUČAK

Zaključno na kraju ovoga rada može se ustvrditi da tehnička svojstva zidane konstrukcije moraju biti takva da tijekom trajanja građevine uz propisano, odnosno projektom određeno izvođenje i održavanje zidane konstrukcije, ona podnese sve utjecaje uobičajene uporabe i utjecaje okoliša, tako da tijekom građenja i uporabe predvidiva djelovanja na građevinu ne prouzroče:

- rušenje građevine ili njezinog dijela,
- deformacije nedopuštena stupnja,
- oštećenja građevnog sklopa ili opreme zbog deformacije zidane konstrukcije,
- nerazmjerno velika oštećenja građevine ili njezinog dijela u odnosu na uzrok zbog kojih su nastala.

Osim gore navedenih uvjeta, tehnička svojstva zidane konstrukcije moraju biti takva da se u slučaju požara očuva nosivost konstrukcije ili njezinog dijela tijekom određenog vremena propisanog posebnim propisom. Tehnička svojstva i očuvanje tehničkih svojstava postižu se projektiranjem i izvođenjem u skladu s odredbama Propisa u RH. Ako zidana konstrukcija ima tehnička svojstva propisana Pravilnicima i Propisima, podrazumijeva se da građevina ispunjava bitni zahtjev mehaničke otpornosti i stabilnosti, te da ima propisanu otpornost na požar. U slučajevima kada je, sukladno posebnim propisima, potrebna dodatna zaštita zidane konstrukcije radi ispunjavanja zahtjeva otpornosti na požar, ta zaštita smatrat će se sastavnim dijelom tehničkog rješenja zidane konstrukcije.

Projektiranjem zidanih konstrukcija moraju se za projektirani uporabni vijek građevine i građenje predvidjeti svi utjecaji na zidanu konstrukciju koji proizlaze iz načina i redosljeda građenja građevina koje sadrže zidanu konstrukciju, predvidivih uvjeta uobičajene uporabe građevine i predvidivih utjecaja okoliša na građevinu.

Projektom zidane konstrukcije mora se, u skladu s ovim Propisom, dokazati da će građevina tijekom građenja i projektiranog uporabnog vijeka ispunjavati bitni zahtjev mehaničke otpornosti i stabilnosti, otpornost na požar, te druge bitne zahtjeve u skladu s posebnim propisima.

Uz sve do sada navedeno valja na kraju spomenuti i važnost i ulogu visokoškolskih obrazovnih institucija za građevinarstvo, arhitekturu i geodeziju. Naime, uloga visokoškolskih institucija je nezamjenjiva u praćenju novosti i tehničko tehnoloških inovacija na području građevinarstva kao i prenošenja novih spoznaja i znanja na buduće generacije građevinskih inženjera na ovom području.

## LITERATURA

1. AMQUAKE – Program za proračun zidanih konstrukcija, Cervenka Consulting Ltd., Prague, Czech Republic
2. Aničić, D.; Fajfar, P.; Petrović, B.; Szavitz-Nossan A.; Tomažević, M.: ZEMLJOTRESNO INŽENJERSTVO – VISOKOGRADNJA, Građevinska knjiga, Beograd 1990.
3. Eurocode 1 – Actions on structures; Part 1-1: Densities, self-weight, imposed loads for buildings
4. Eurocode 2 – Design of Concrete Structures, Part 1; General Rules and Rules for Buildings, Revised final draft, Brussels, October 1990.
5. Eurocode 6 – Projektiranje zidanih konstrukcija (EN 1996).
6. Eurocode 8 – Design of structures for earthquake resistance – Part 1; General rules, seismic actions and rules for buildings, European committee for standardization, Brussels 2004.
7. Tomičić, I., Betonske konstrukcije, Društvo hrvatskih građevinskih konstruktora, Zagreb, 1996.
8. Radnić, J.; Harapin, A.; Matešan, D.; Trogrlić, B.; Smilović, M.; Grgić, N.; Baloević, G.: NUMERIČKI MODEL ZA STATIČKI I DINAMIČKI PRORAČUN ZIDANIH KONSTRUKCIJA, Građevinar, 63 (2011); 529-546
9. Radić, J. i suradnici: ZIDANE KONSTRUKCIJE 1, Priručnik, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2007.
10. Sorić, Z. Zidane konstrukcije I., Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2004.
11. Sorić, Z.: ZIDANE KONSTRUKCIJE I, 2. prošireno izdanje, Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2004.
12. Tomažević, M.: EARTHQUAKE-RESISTANT DESIGN OF MASONRY BUILDINGS, Imperial College Press, London, 1999.
13. Tomažević, M.: Potresno odporne zidane stavbe, Tehnis d.o.o., 2009.
14. Tehnički propis za građevinske konstrukcije („Narodne novine“ broj 17/17.)
15. Trogrlić, B., Zidane zgrade - projektiranje i proračun, FGAG U SPLITU, 2018.
16. Tehnički propisi za zidane konstrukcije (TPZK) (“Narodne novine” 1/2007).
17. Zakona o prostornom uređenju i gradnji (“Narodne novine” 76/2007), Zakona o gradnji (“Narodne novine” 175/2003 i 100/2004)

## **POPIS ILUSTRACIJA**

**Slika 1.** *Vrste ziđa – zidani zidovi; Preuzeto od: B. Trogrlić, Zidane zgrade - projektiranje i proračun, FGAG U SPLITU, 2018.*

**Slika 2.** *Seizmološka karta Hrvatske za povratno razdoblje od 475 god.*

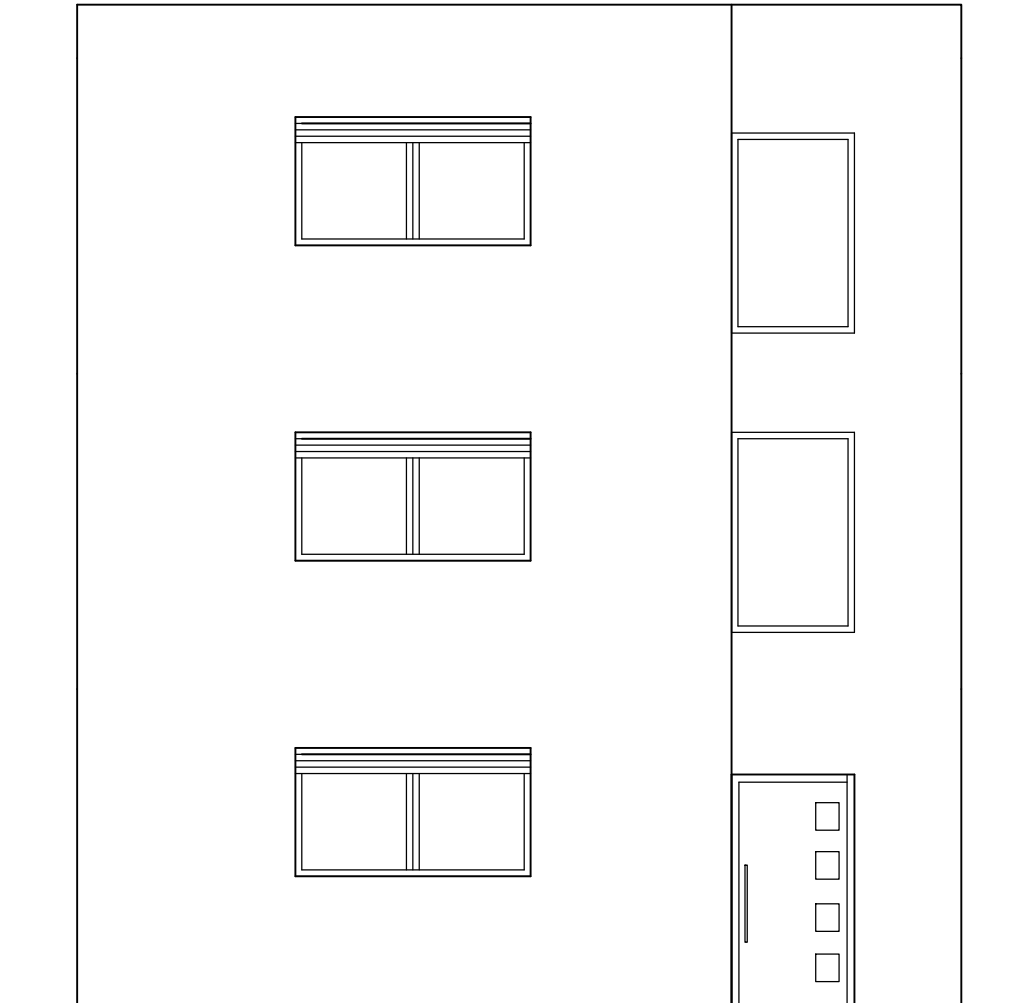
**Slika 3.** *Detalj izvedbe trakastog temelja zidanog ziđa(izvor: [www.google.com](http://www.google.com))*



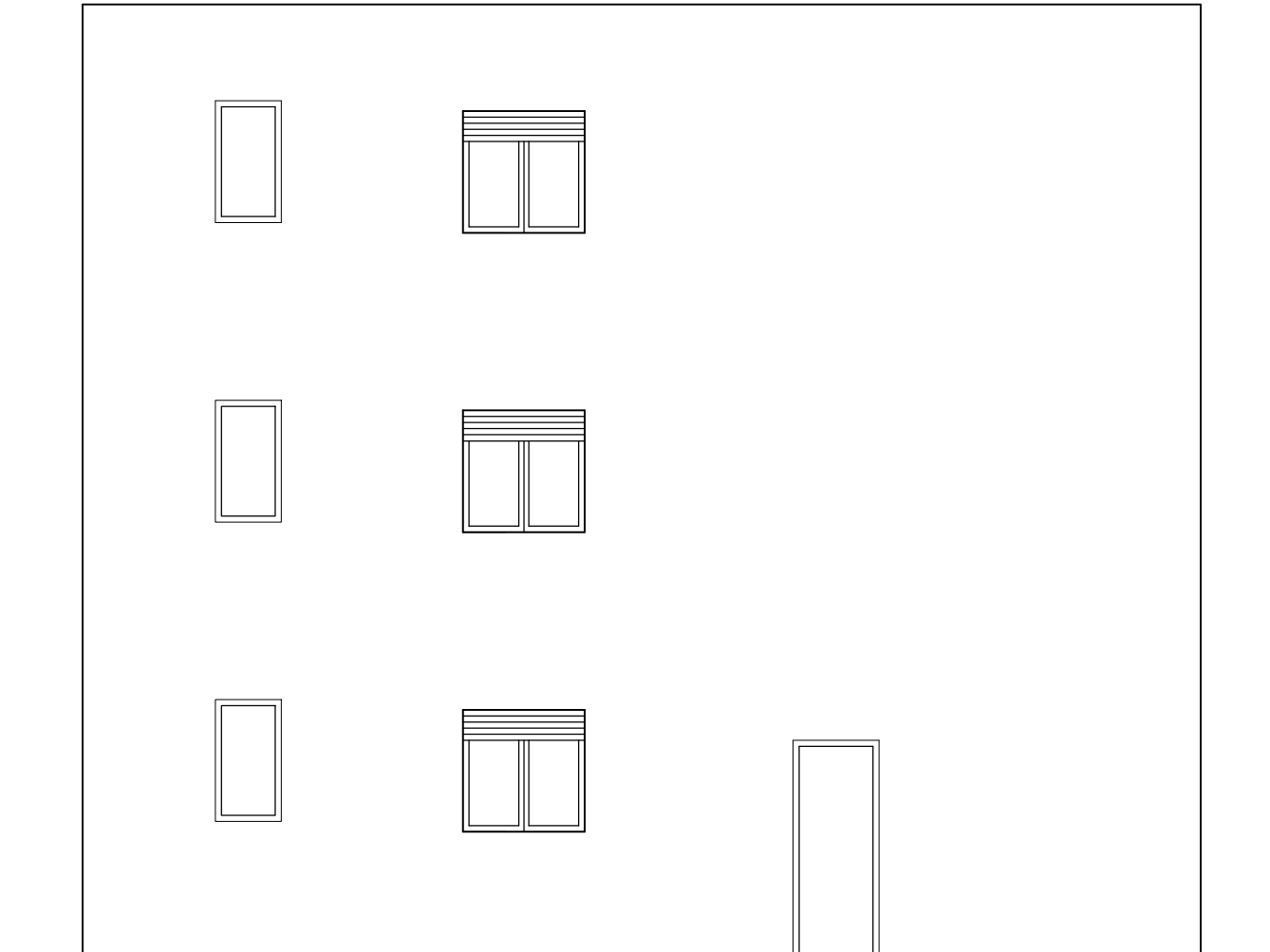
## **PRILOZI - Građevinski nacti**



JUŽNO  
PROČELJE



ZAPADNO  
PROČELJE



SVEUČILIŠTE U SPLITU ◊ Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije  
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT [www.gradst.hr](http://www.gradst.hr)

Završni rad

Tema: proračun nosive konstrukcije zidane građevine

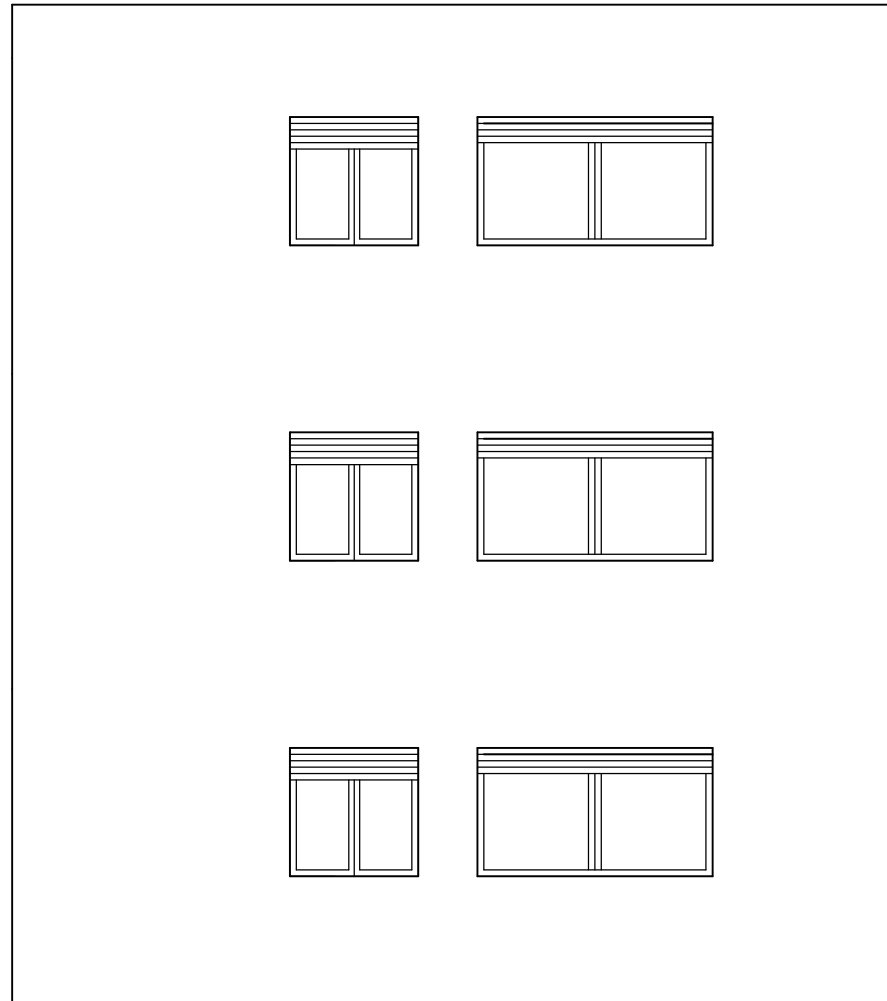
student: Ivan Čavar

mjerilo: M 1:100

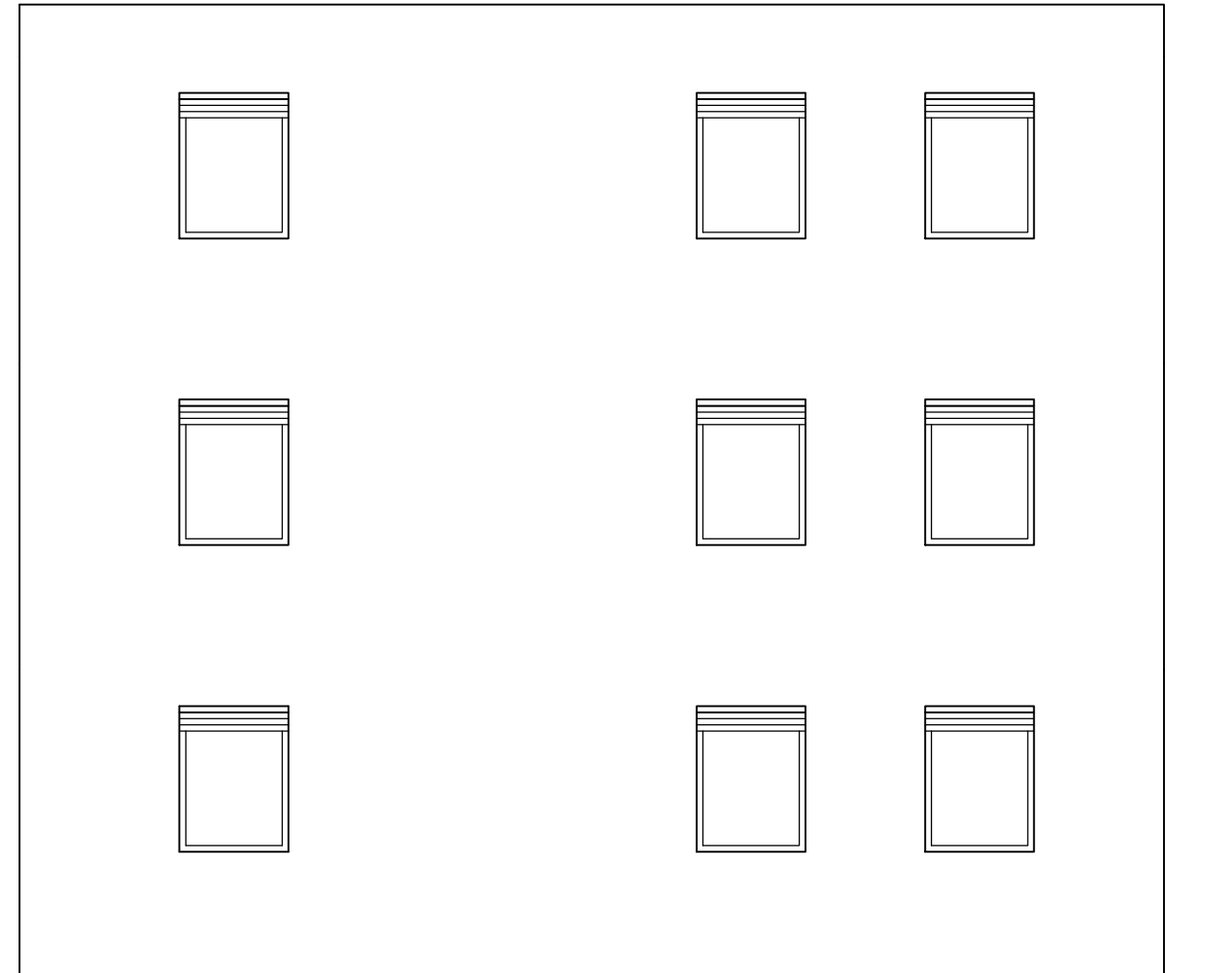
sadržaj: Pročelja

Datum: 2022

SJEVERNO  
PROČELJE



ISTOČNO  
PROČELJE



SVEUČILIŠTE U SPLITU ◇ Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije  
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT [www.gradst.hr](http://www.gradst.hr)

Završni rad

Tema: proračun nosive konstrukcije zidane građevine

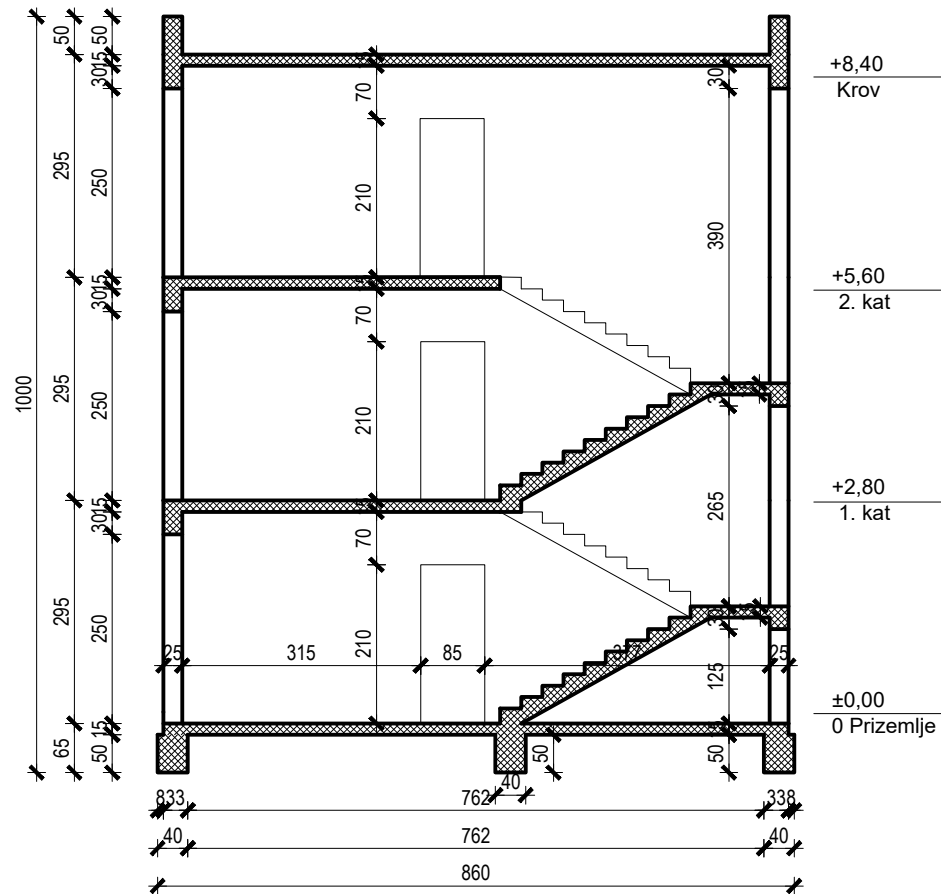
student: Ivan Čavar

mjerilo: M 1:100

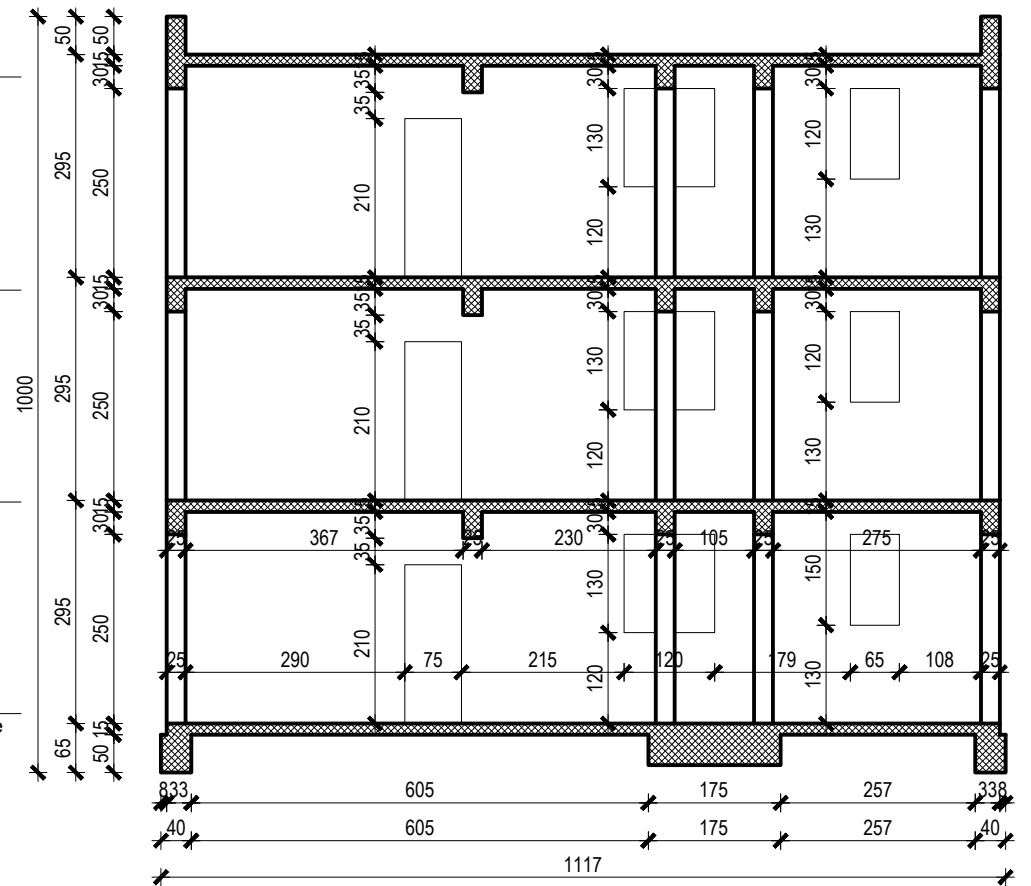
sadržaj: Pročelja

Datum: 2022

**PRESJEK 1-1**  
M 1:100



**PRESJEK 2-2**  
M 1:100



SVEUČILIŠTE U SPLITU ◇ Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije  
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr

Završni rad

Tema: proračun nosive konstrukcije zidane građevine

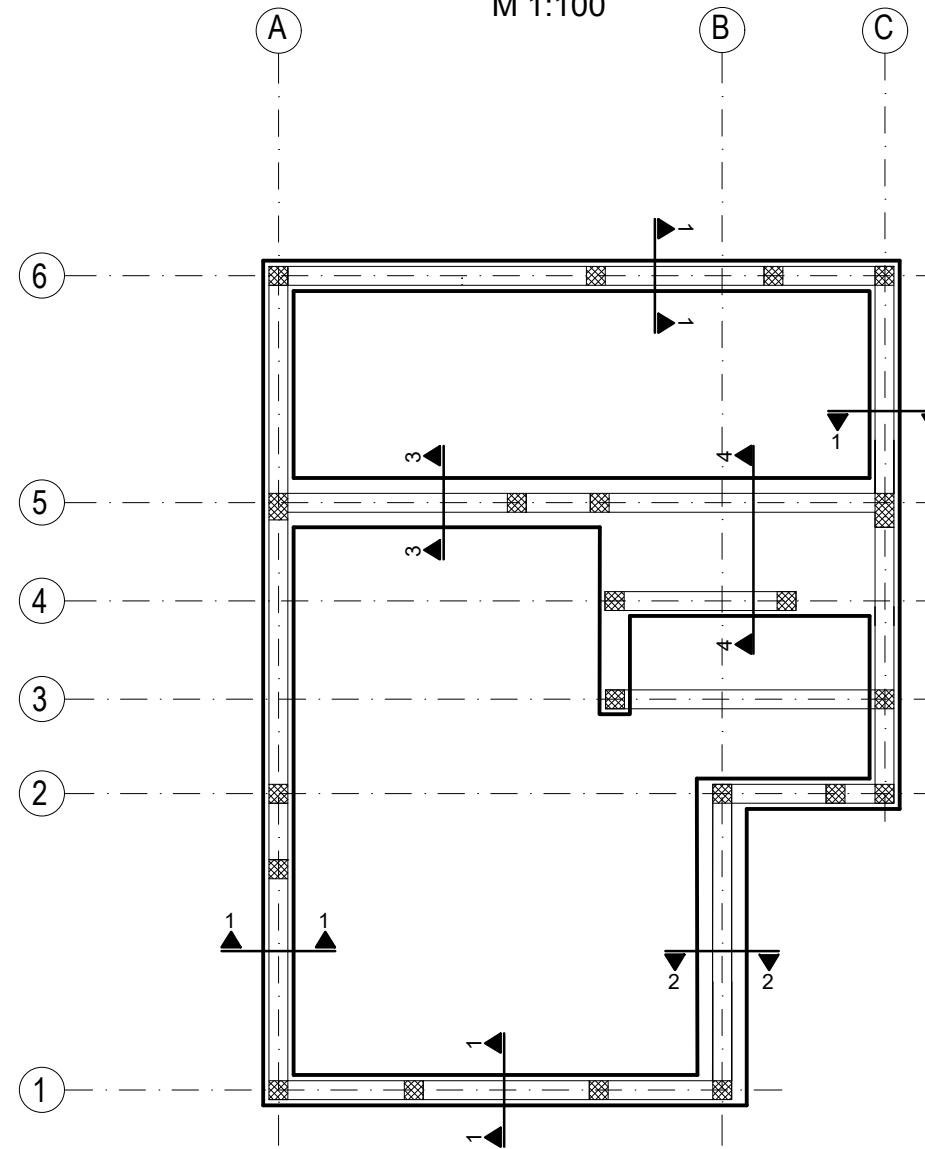
student: Ivan Čavar

mjerilo: M 1:100

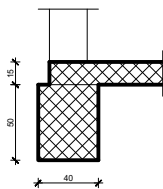
sadržaj: Presjek 1-1 ; 2-2

Datum: 2022

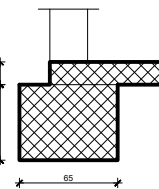
TLOCRT TEMELJA  
M 1:100



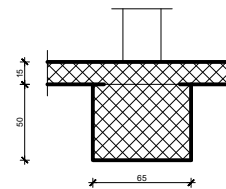
PRESJEK 1-1  
M 1:50



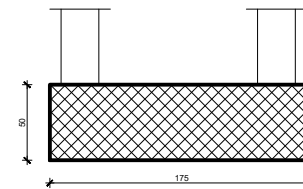
PRESJEK 2-2  
M 1:50



PRESJEK 3-3  
M 1:50



PRESJEK 4-4  
M 1:50



SVEUČILIŠTE U SPLITU ♦ Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT [www.gradst.hr](http://www.gradst.hr)

Završni rad

Tema: proračun nosive konstrukcije zidane građevine

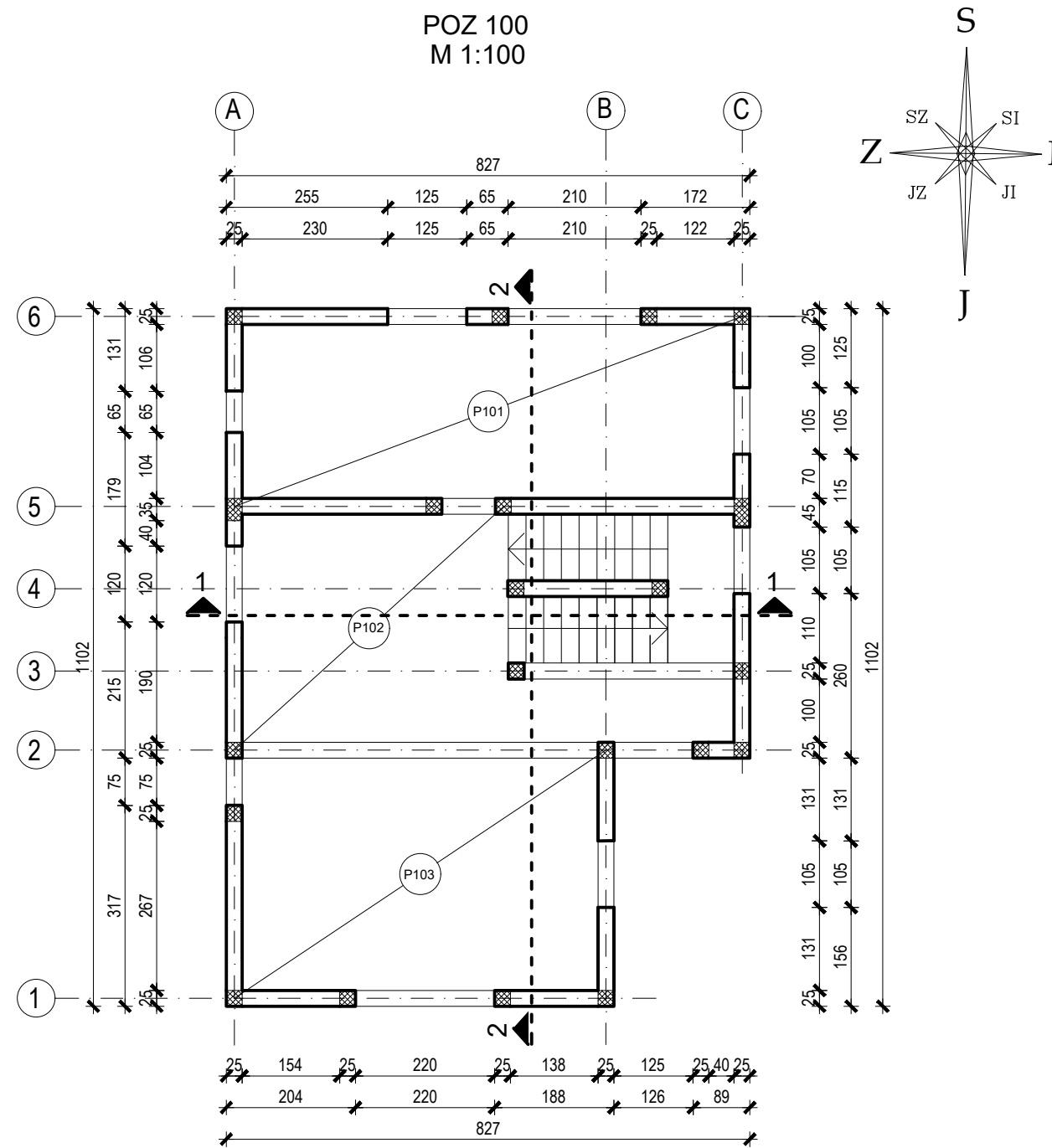
student: Ivan Čavar


mjerilo: M 1:100

sadržaj: Tlocrt temelja

Datum: 2022

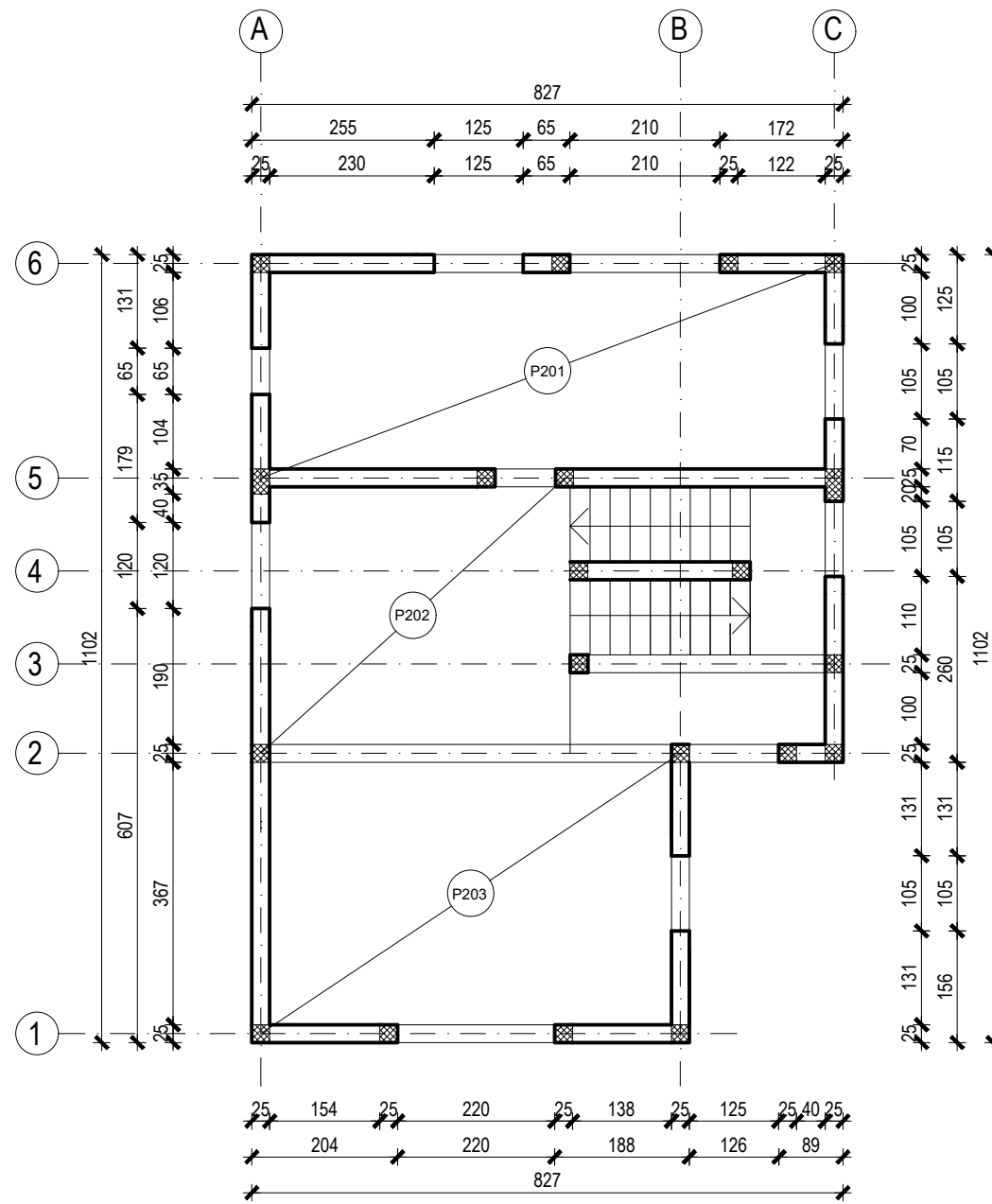
POZ 100  
M 1:100



 SVEUČILIŠTE U SPLITU ♦ Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije  
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT [www.gradst.hr](http://www.gradst.hr)

Završni rad	
Tema: proračun nosive konstrukcije zidane građevine	
student: Ivan Čavar	mjerilo: M 1:100
sadržaj: proračun horizontalnih konstrukcija POZ 100	Datum: 2022

POZ 200  
M 1:100



SVEUČILIŠTE U SPLITU ♦ Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT [www.gradst.hr](http://www.gradst.hr)

Završni rad

Tema: proračun nosive konstrukcije zidane građevine

student: Ivan Čavar

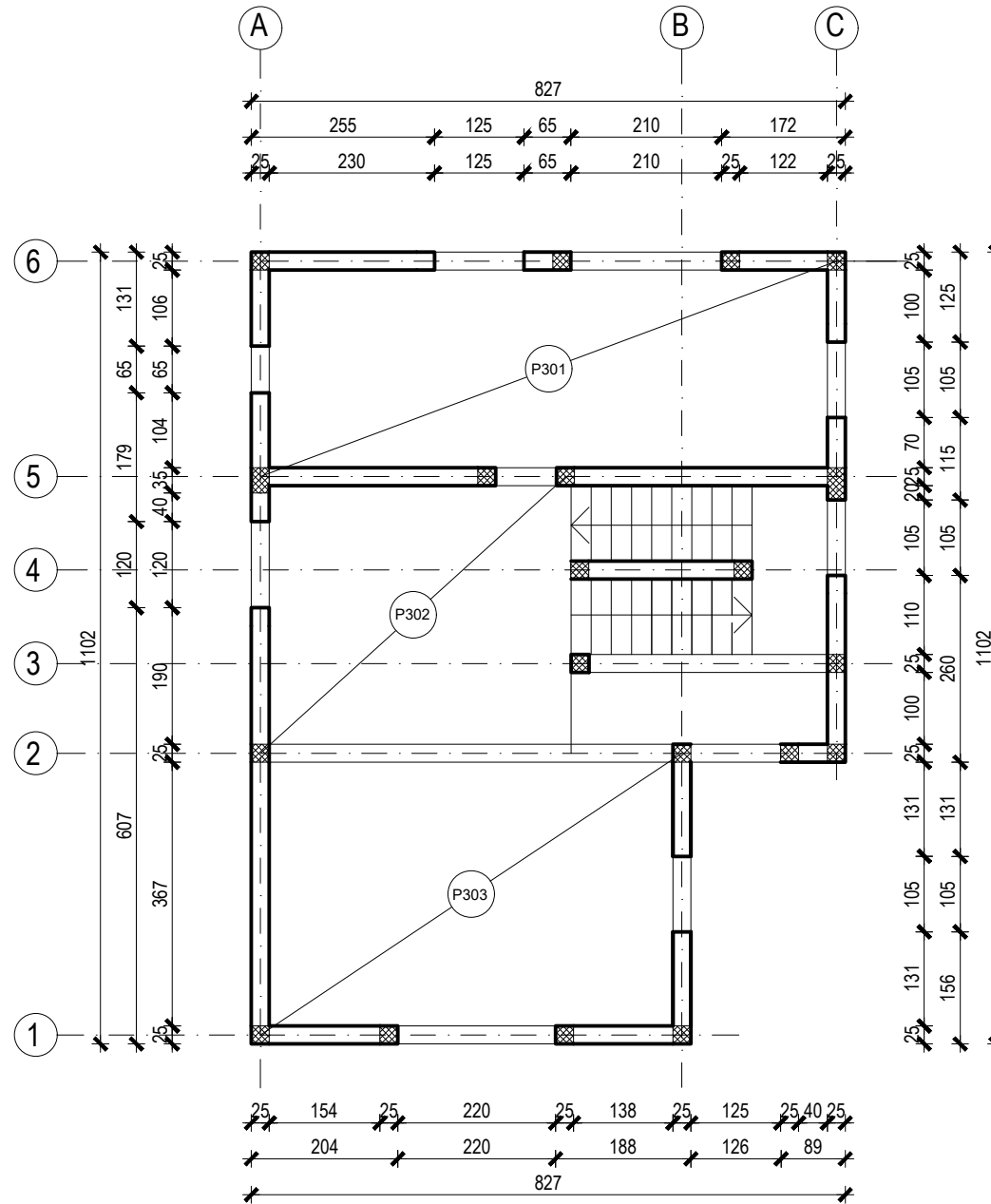
mjerilo: M 1:100

sadržaj: proračun horizontalnih konstrukcija POZ 200

Datum: 2022



POZ 300  
M 1:100



SVEUČILIŠTE U SPLITU ♦ Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT [www.gradst.hr](http://www.gradst.hr)

Završni rad

Tema: proračun nosive konstrukcije zidane građevine

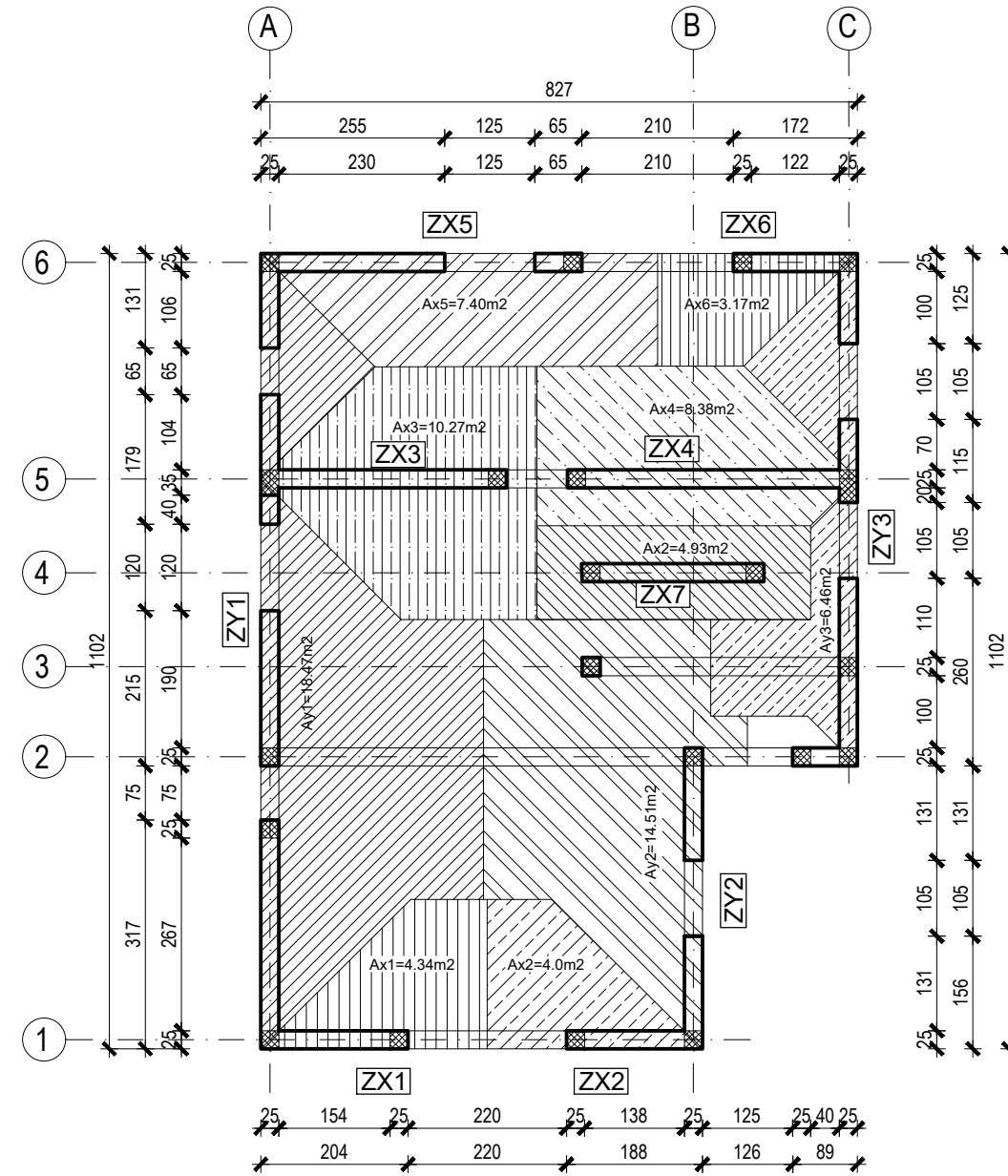
student: Ivan Čavar

mjerilo: M 1:100

sadržaj: proračun horizontalnih konstrukcija POZ 300

Datum: 2022

UTJECAJNE POVRŠINE KOJE PREUZIMAJU ZIDOVI  
M 1:100



SVEUČILIŠTE U SPLITU ♦ Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr

Završni rad

Tema: proračun nosive konstrukcije zidane građevine

student: Ivan Čavar

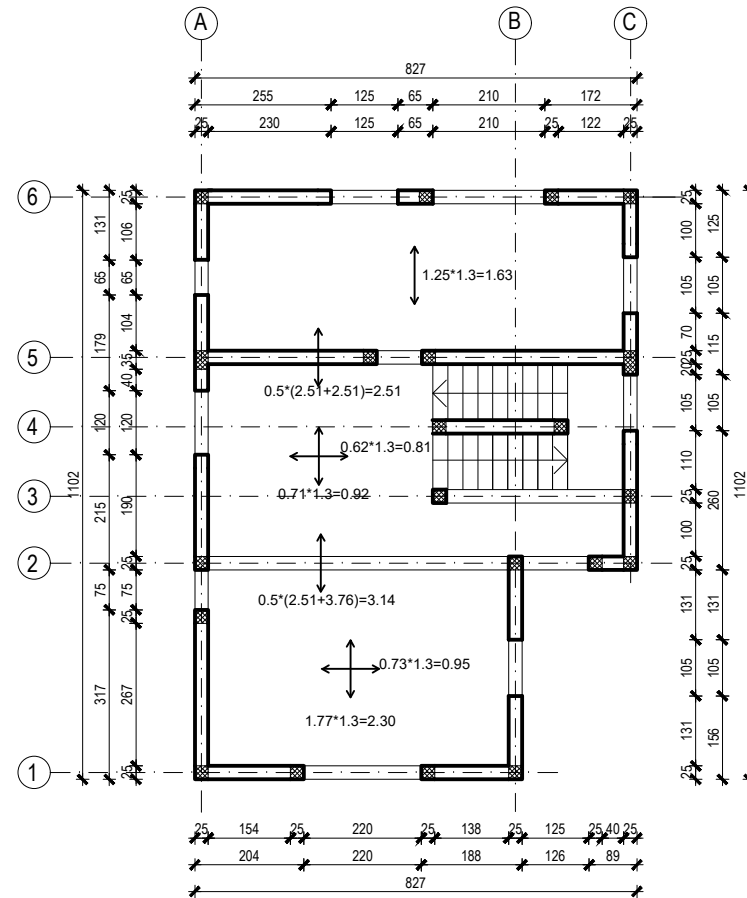
mjerilo: M 1:100

sadržaj: Utjecajne površine koje preuzimaju zidovi

Datum: 2022

RASPODJELA ARMATURE POZICIJE 100 U cm<sup>2</sup>/m

M 1:100



SVEUČILIŠTE U SPLITU ♦ Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT [www.gradst.hr](http://www.gradst.hr)

Završni rad

Tema: proračun nosive konstrukcije zidane građevine

student: Ivan Čavar

mjerilo: M 1:100

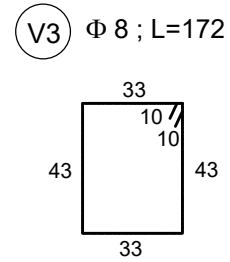
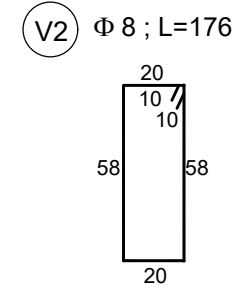
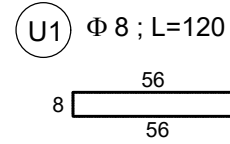
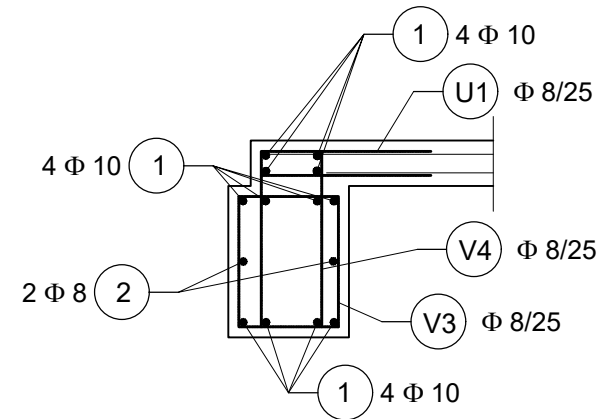
sadržaj: ARMATURA PLOČE

Datum: 2022

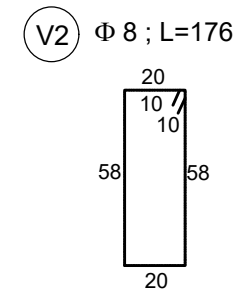
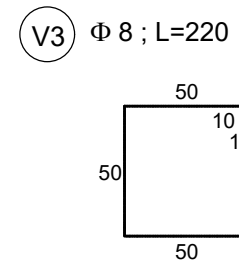
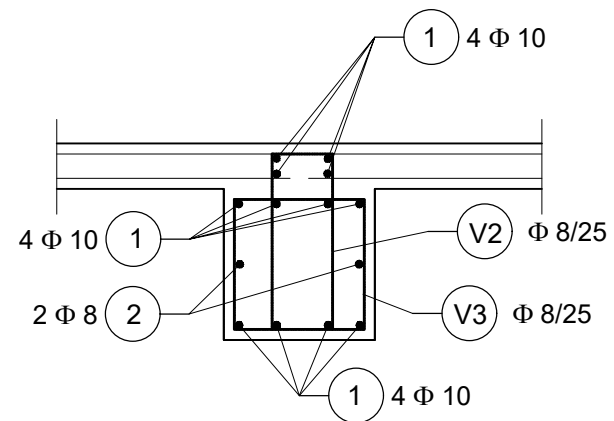
# ARMATURA TEMELJNE TRAKE

M 1:25

PRESJEK 1-1  
M 1:25

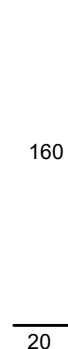


PRESJEK 3-3  
M 1:25



ANKERI NA MJESTU  
VERTIKALNIH  
SERKLAŽA

A1  $\Phi 12$ ; L=180cm



SVEUČILIŠTE U SPLITU ♦ Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr

Završni rad

Tema: proračun nosive konstrukcije zidane građevine

student: Ivan Čavar

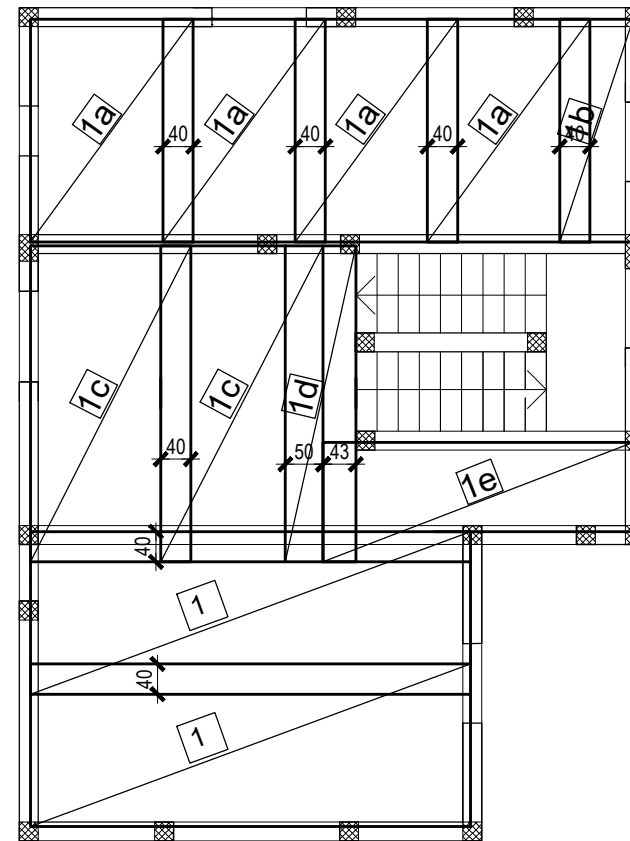
mjerilo: M 1:25

sadržaj: Armatura temelja

Datum: 2022

ARMATURA POZ 100 DONJA ZONA (MREŽE)

M 1:100



- 1 Q-385; 215/600 (kom 2)
- 1a Q-385; 215/295 (kom 4)
- 1b Q-385; 97/295 (kom 1)
- 1c Q-385; 215/418 (kom 2)
- 1d Q-385; 93/418 (kom 1)
- 1e Q-385; 158/410 (kom 1)



SVEUČILIŠTE U SPLITU ♦ Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT [www.gradst.hr](http://www.gradst.hr)

Završni rad

Tema: proračun nosive konstrukcije zidane građevine

student: Ivan Čavar

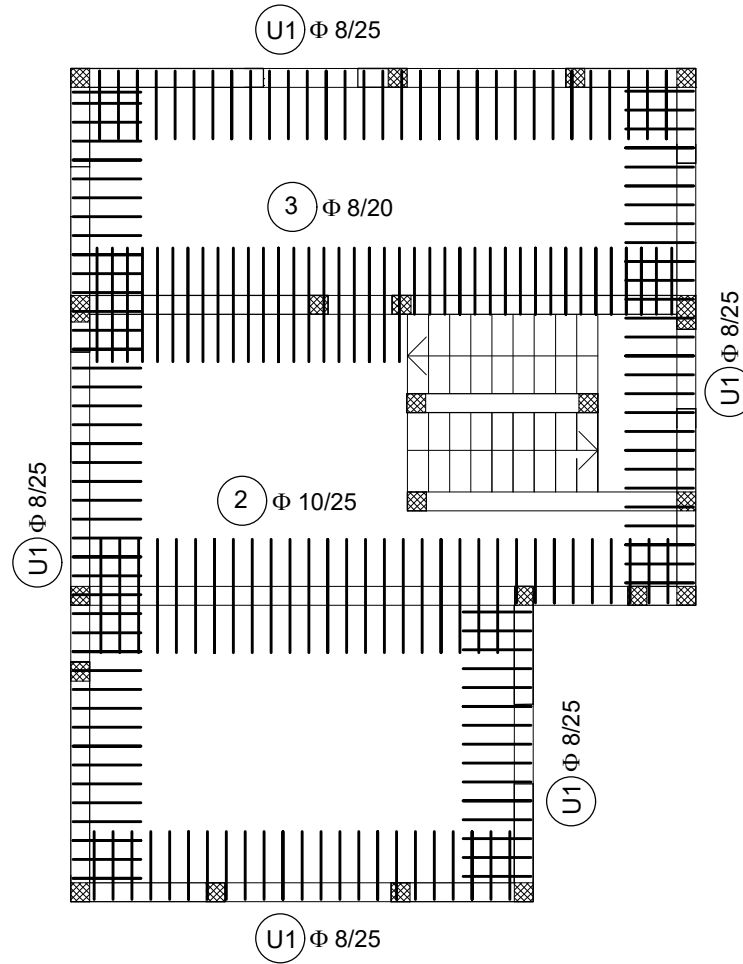
mjerilo: M 1:100

sadržaj: Armatura pozicije 100 (donja zona-mreže)

Datum: 2022

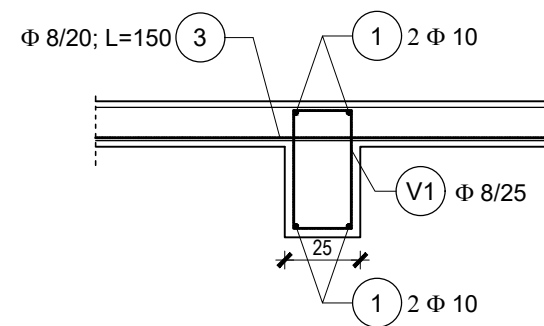
# ARMATURA POZ 100 DONJA ZONA (ŠIPKE)

M 1:100



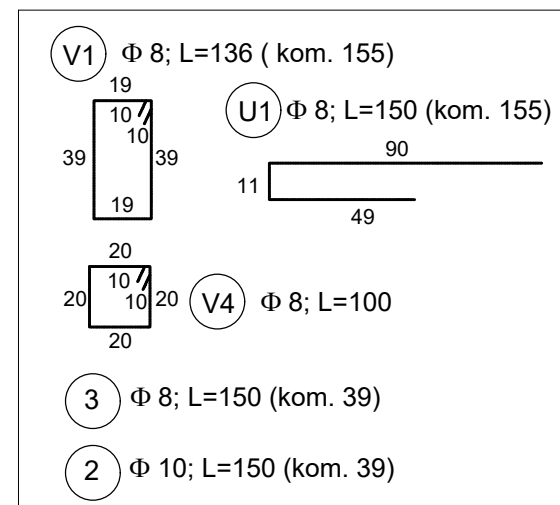
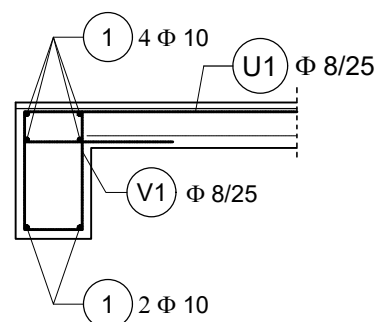
## HORIZONTALNI SERKLAŽ

M 1:25



## RUBNI HORIZONTALNI SERKLAŽ

M 1:25



SVEUČILIŠTE U SPLITU ♦ Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr

Završni rad

Tema: proračun nosive konstrukcije zidane građevine

student: Ivan Čavar

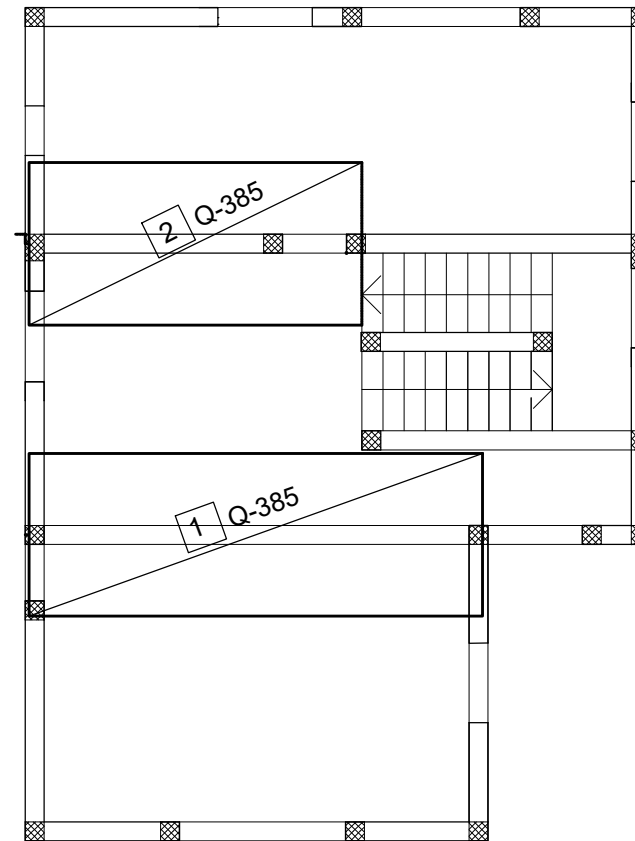
mjerilo: M 1:100

sadržaj: Armatura pozicije 100 (donja zona-šipke)

Datum: 2022

ARMATURA POZ 100 GORNJA ZONA (MREŽE)

M 1:100



1 Q-385; 215/440 (kom 1)

2 Q-385; 215/600 (kom 1)



SVEUČILIŠTE U SPLITU ♦ Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT [www.gradst.hr](http://www.gradst.hr)

Završni rad

Tema: proračun nosive konstrukcije zidane građevine

student: Ivan Čavar

mjerilo: M 1:100

sadržaj: Armatura pozicije 100 (gornja zona-mreže)

Datum: 2022

ARMATURA ZIDA U OSI 6  
M 1:50

