

# Proračun nosive konstrukcije zidane građevine

---

Šćepanović, Anamarija

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

*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:123:936529>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-21**



*Repository / Repozitorij:*

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



UNIVERSITY OF SPLIT



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

# ZAVRŠNI RAD

ANAMARIJA ŠĆEPANOVIĆ

SPLIT

SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

PRORAČUN NOSIVE KONSTRUKCIJE ZIDANE GRAĐEVINE  
ZAVRŠNI RAD

SPLIT, 2020/2021.

Split, Matice hrvatske 15

**STUDIJ:** Stručni studij Građevinarstvo

**STUDENT:** Anamarija Šćepanović

**KATEDRA:** Katedra za teoriju konstrukcija

**PREDMET:** Zidane konstrukcije

## **ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD**

**Tema:** Proračun nosive konstrukcije zidana građevine

**Opis zadatka:** Potrebno je izraditi proračun nosive konstrukcije zidane zgrade. Nosiva konstrukcija je zidana i omeđena serklažima. Međukatna konstrukcija je AB ploča. Građevina se nalazi u potresnoj zoni gdje se očekuje vršno ubrzanje podloge  $a_g=0.2$  g s povratnim periodom od 475 godina, II. području opterećenja vjetrom i području D opterećenja snijegom. Proračunom je potrebno dokazati mehaničku otpornost i stabilnost konstrukcije. Proračun provesti prema europskim normama EC1, EC6, EC8, dopunjeno podacima o opterećenjima prema odgovarajućim hrvatskim normama i pravilnicima.

**Voditelj završnog rada:**

Dr. dr. sc. Hrvoje Smoljanović

Dr. dr. sc. Ivan Balić

# SADRŽAJ

<b>1. TEHNIČKI OPIS .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1 OPĆENITO .....</b>	<b>6</b>
<b>1.2. OPIS NOSIVE KONSTRUKCIJE.....</b>	<b>6</b>
1.2.1 Temelji .....	6
1.2.2 Zidovi .....	6
1.2.3 Međukatne konstrukcije .....	6
1.2.4 Ostale konstrukcije .....	6
<b>2. PRORAČUN NOSIVE KONSTRUKCIJE (DJELOVANJA).....</b>	<b>7</b>
<b>2.1. STALNO DJELOVANJE (G).....</b>	<b>8</b>
<b>2.2. PROMJENJIVO DJELOVANJE .....</b>	<b>9</b>
<b>2.3. DJELOVANJE POTRESA (S) .....</b>	<b>9</b>
2.3.1. Temeljni zahtjevi .....	9
2.3.2. Kategorija temeljnog tla.....	9
2.3.3. Računsko ubrzanje tla .....	10
<b>2.4. OPTEREĆENJE VJETROM (W) .....</b>	<b>11</b>
<b>2.5. OPTEREĆENJE SNJEGOM .....</b>	<b>12</b>
<b>2.6. OSNOVNE KOMBINACIJE DJELOVANJA .....</b>	<b>12</b>
<b>3. PRORAČUN HORIZONTALNIH KONSTRUKCIJA .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1. PLOČE POZ 100 .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2. PRORAČUN I DIMENZIONIRANJE STUBIŠTA .....</b>	<b>16</b>
<b>4. PRORAČUN ZIDOVA .....</b>	<b>17</b>
<b>4.1. PRORAČUN ZIDOVA NA VERTIKALNA OPTEREĆENJA .....</b>	<b>17</b>
4.1.1. Utjecajne površine koje preuzimaju zidovi.....	17
4.1.2. Podaci za proračun zidova .....	17
4.1.3. Dokaz nosivosti na vertikalna djelovanja za svaki zid/stup u x-smjeru .....	20
4.1.4. Dokaz nosivosti na vertikalna djelovanja za svaki zid u y-smjeru .....	20
<b>4.2. PRORAČUN ZIDOVA NA DJELOVANJE POTRESA.....</b>	<b>22</b>

4.2.1. Ukupna proračunska sila potresa.....	22
4.2.2. Razidoba ukupne proračunske sile po etažama .....	23
4.2.3. Proraču zidova na potres.....	24
4.2.4. Dokaz nosivosti na potres za svaki zid u x-smjeru .....	25
4.2.5. Dokaz nosivosti na potres za svaki zid u y-smjeru.....	26
4.2.6. Ispravljeni dokaz nosivosti zidova na potres.....	27
<b>4.3. PRORAČUN ZIDOVA NA DJELOVANJE VJETRA (W) .....</b>	<b>28</b>
<b>5. PRORAČUN I DIMENZIONIRANJE TEMELJA .....</b>	<b>29</b>
<b>5.1. PRORAČUN I DIMENZIONIRANJE TEMELJA .....</b>	<b>29</b>
5.1.1. x-smjer.....	30
5.1.2. y-smjer.....	30
<b>6. LITERATURA.....</b>	<b>32</b>
<b>7.GRAĐEVINSKI NACRTI.....</b>	<b>33</b>

# 1. TEHNIČKI OPIS

## 1.1 OPĆENITO

Stambena građevina je smještena u Splitu u području računskog ubrzanja tla  $a_g = 0.22$  g prema EC8 i II. području opterećenja vjetrom. Stambena građevina se sastoji od prizemlja, 3 kata i ravnog prohodnog krova. Tlocrtne dimenzije su 18.49 m x 9.59 m, a visina etaže 2.73 m. Ukupna visina zgrade (mjerena od podne ploče prizemlja) je 12.02 m. Vertikalna komunikacija prizemlja moguća je s stubištem i dizalom. Vertikalna opterećenja preuzimaju AB međukatne konstrukcije, prenose dalje na serklaže, zidove i temelje. Horizontalna opterećenja se preuzimaju dominantno zidovima u pojedinim smjerovima, a dalje se prenose preko trakastih temelja na tlo.

## 1.2. OPIS NOSIVE KONSTRUKCIJE

### 1.2.1 Temelji

Računska nosivost tla je  $\sigma_{R,d} = 250$  kPa, što je nakon iskopa temelja potrebno utvrditi ispitivanjem. Temeljne trake tlocrtno su kvadratni dimenzija 75 cm x 75 cm, a visina je  $h = 80$  cm. Izvode se od betona C35/30 i armiraju B500B kao i nadtemeljni zidovi ( $d = 25$  cm), te podna ploča ( $d = 15$  cm).

### 1.2.2 Zidovi

Nosivi zidovi se izvode od blok opeke u vapneno-cementnom mortu (mort opće namjene). Debljina zidova je  $t = 25$  cm, a omeđeni su horizontalnim i vertikalnim 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: mort M10 (mort min tlačne čvrstoće nakon 28 dana  $f_m = 10.0$  N/mm<sup>2</sup>) volumni sastav- cement : hidratizirano vapno : pijesak =  $1 : (\frac{1}{4} - \frac{1}{2}) : (4 - 4\frac{1}{4})$

### 1.2.3 Međukatne konstrukcije

Međukatna konstrukcija se izvodi kao AB ploča debljine 15 cm, od betona C25/30 i armaturnom mrežom B500B. Horizontalni serklaži se trebaju izvesti zajedno s pločom.

### 1.2.4 Ostale konstrukcije

Vertikalni i horizontalni serklaži se trebaju izvesti od betona C25/30 i armirati s armaturom B500B. Sve vertikalne serklaže treba izbetonirati nakon zidanja zida, a horizontalni serklaž izvesti u razini s međukatnom konstrukcijom.

## 2.PRORAČUN NOSIVE KONSTRUKCIJE (DJELOVANJA)

Nosiva konstrukcija predmetne građevine se proračunava prema GSU i GSN, prema EC1,EC6,EC8, za sljedeća osnovna djelovanja

**G** – Stalno i dodatno stalno djelovanje: vlastita težina AB ploče i zidova, svih slojeva na međukatnim konstrukcijama, krovu i ostalo stalno opterećenje. Za izračun vrijednosti stalnog djelovanja, odnosno vlastite težine pojedinih materijala potrebno je poznavati specifičnu težinu i dimenzije tih materijala.

**Q** – Promjenjivo djelovanje: uporabno opterećenje, snijeg, pokretna oprema

**S<sub>x</sub>** – Djelovanja potresa: Opterećenje  $S_x$  odgovara djelovanju potresa u globalnom smjeru x. Kombinira se s djelovanjima G i Q.

**S<sub>y</sub>** – Djelovanja potresa: Opterećenje  $S_y$  odgovara djelovanju potresa u globalnom smjeru y. Kombinira se s djelovanjima G i Q.

**W** – Djelovanje vjetra: Opterećenje W računa se za cijelu građevinu, te se uspoređuje s ukupnom horizontalnom silom uslijed djelovanja vjetra.



## 2.1. STALNO DJELOVANJE (G)

Stalno opterećenje uključeno je u proračun prema sljedećem;

Za izračun vlastite težine serklaža i ploče uzima se  $\gamma = 25.0 \text{ kN/m}^3$

### POZ 400

-završna obloga – betonske ploče na podmetačima; 0.05 m x 24.0	= 1.20 kN/m <sup>2</sup>
- izolacije, instalacije, žbuka	= 0.50 kN/m <sup>2</sup>
- beton za pad; 0.03 m x 22 kN/m <sup>2</sup>	= 0.65 kN/m <sup>2</sup>
- međukatan konstrukcija – AB ploča; 0.15 m x 25 kN/m <sup>2</sup>	= 3.75 kN/m <sup>2</sup>
<hr/>	
Stalno opterećenje; g	= <b>6.10 kN/m<sup>2</sup></b>

### POZ 100(200-300)

- pregradni zidov	= 0.50 kN/m <sup>2</sup>
- završni slojevi poda	= 0.50 kN/m <sup>2</sup>
- cementni estrih; 0.05 m x 22 kN/m <sup>2</sup>	= 1.10 kN/m <sup>2</sup>
- međukatan konstrukcija – AB ploča; 0.15 m x 25 kN/m <sup>2</sup>	= 3.75 kN/m <sup>2</sup>
<hr/>	
Stalno opterećenje; g	= <b>5.85 kN/m<sup>2</sup></b>

### NOSIVI ZIDOVI

- unutarnja žbuka; 0.015 m x 16	= 0.24 kN/m <sup>2</sup>
- zid od blok opeke; 0.25 x 14 kN/m <sup>3</sup>	= 3.50 kN/m <sup>2</sup>
- vanjska žbuka; 0.020 m x 16 kN/m <sup>2</sup>	= 0.32kN/m <sup>2</sup>
<hr/>	
Stalno opterećenje; g	= <b>4.00 kN/m<sup>2</sup></b>

### STUBIŠTE

- obloga od kamenih ploča u cementnom mortu	= 0.24 kN/m <sup>2</sup>
- AB ploča; d = 14 cm, d <sub>sr</sub> = 18 cm, 0.18 x 25 kN/m <sup>3</sup> = 4.5/cos33	= 5.37 kN/m <sup>2</sup>
<hr/>	
Stalno opterećenje; g	= <b>5.61 kN/m<sup>2</sup></b>

## 2.2. PROMJENJIVO DJELOVANJE

krov	$q = 1.00 \text{ kN/m}^2$
prostorije	$q = 1.50 \text{ kN/m}^2$
balkon	$q = 4.00 \text{ kN/m}^2$
stubište	$q = 3.00 \text{ kN/m}^2$

## 2.3. DJELOVANJE POTRESA (S)

### 2.3.1. Temeljni zahtjevi

Nosive konstrukcije proračunavaju se na bazi linearno elastičnog ponašanja konstrukcije. Konstrukcija mora posjedovati dovoljnu stabilnost za moguće kombinacije opterećenja (prevrtanje i klizanje). Prema EN 1998 gibanje u nekoj točki na površini općenito se prikazuje elastičnim spektrom odaziva tla koje se naziva „elastičnim spektrom odgovora“. WC 8 poznaje dva bitna zahtjeva za sve oblike konstrukcija. Prvi bitni zahtjev je da se građevina ne smije srušiti. Građevina mora biti proračunata i izgrađena tako da se odupre potresnom djelovanju čija je vjerojatnost pojave veća od proračunskog potresnog djelovanja, bez pojave oštećenja i ograničenja u uporabi, takvih da bi trošak bio velik u odnosu na vrijednost same građevine. Razlikovanje po pouzdanosti je uključeno preko razreda važnosti građevine u faktoru važnosti  $\gamma_I$ . Predmetna građevina ima faktor važnosti 1.0.

Razred važnosti	Opis i namjena zgrade	Faktor važnosti zgrade $\gamma_I$
I	Zgrade manje važnosti za javnu sigurnost	0.8
II	Zgrade čija je potresna otpornost važna zbog posljedica vezanih uz rušenje	1.2
III	<b>Obične zgrade koje ne pripadaju drugim razredima</b>	<b>1.0</b>
IV	Zgrade čija je cjelovitost neposredno nakon potresa životno važna za zaštitu ljudi	1.4

*Razred važnosti građevine*

Predmetna građevina se računa prema razredu važnosti III. Građevina se proračunava na horizontalno potresno djelovanje, koje se opisuje dvjema okomitim komponentama  $S_x$  i  $S_y$  koja djeluju neovisno, u dvije međusobno okomite ravnine, a prikazane su istim spektrom odziva. Vrijednosti za ove sile proračunavaju se uporabom računskog spektra i ukupne težine, pri čemu rabimo pojednostavljenu spektralnu analizu prema EC8.

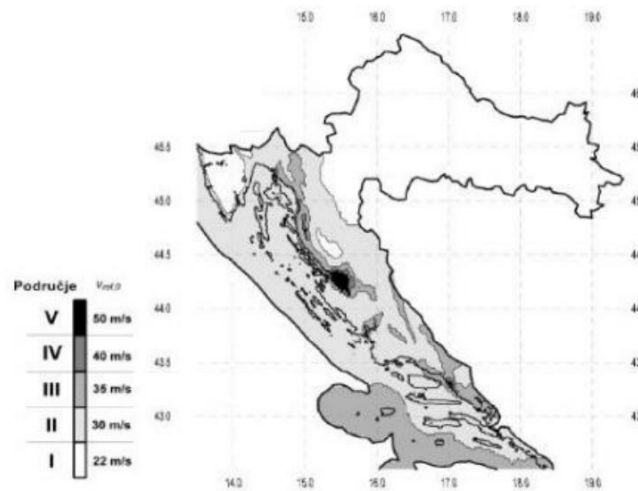
### 2.3.2. Kategorija temeljnog tla

Utjecaj lokalnih zahtjeva koji se odnose na tlo, potresno djelovanje općenito se uzima u obzir razmatranjem kategorija tla. EN 1998 razlikuje više kategorija tla, a za predmetnu građevinu usvojena je klasa tla B. Kategorija B opisana je sljedećim geotehničkim profilom: Kruti nanosi (depoziti) pijeska, šljunka ili prekonsolidirane gline, debljine najmanje nekoliko desetaka metara, sa svojstvom postupnog povećanja mehaničkih svojstava s dubinom i brzinom vs najmanje 200 m/s pri dubini od 10 metara.



## 2.4. OPTEREĆENJE VJETROM (W)

Poredbena brzina vjetra određuje se prema osnovnoj vrijednosti poredbene brzine vjetra  $v_{ref,0}$  koja je prikazana u zemljovidu Hrvatske za područja opterećenja vjetrom u nacionalnom dodatku za primjenu norme HRN.



Vjetrovna karta Hrvatske

Prema vjetrovnoj karti vidi se da je Hrvatska podijeljena na pet područja opterećenja vjetrom (I-V) koja su dodatno podijeljena na deset regija (P1-P10)

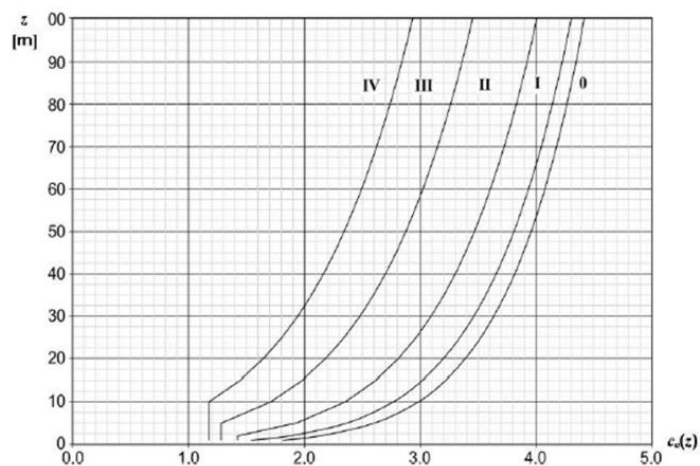
Poredbena brzina vjetra s obzirom na područje opterećenja vjetrom;

kategorija II.  $v_{ref,0} = 30 \text{ m/s}$

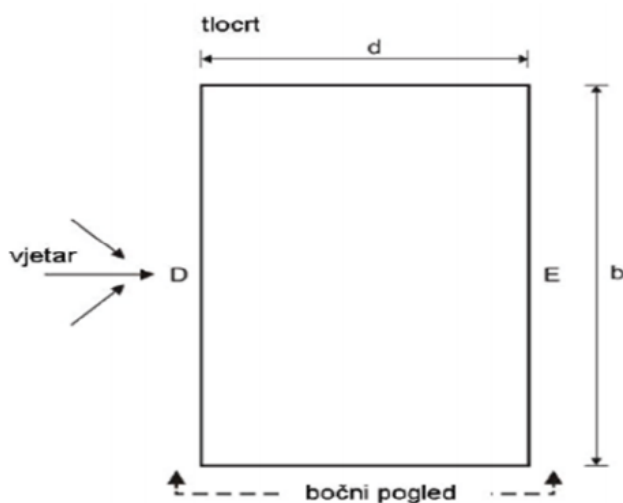
Kategorizacija zemljišta ovisno o geografskom položaju:

Kategorija III ; Gradska područja u kojima je najmanje 15% površine izgrađeno i čija prosječna visina prelazi 15 m.

Koeficijent  $c_e(z)$  je koeficijent izloženosti kojima se uzimaju u obzir neravnine terena i očitavamo ga sa sljedećeg grafa:



$C_{pe}$  = tlak vjetra na vanjske površine – prema skici:



## 2.5. OPTEREĆENJE SNJEGOM

područje opterećenja snijegom:

nadmorska visina:

karakteristična vrijednost snijega na tlu:

opterećenje snijegom na krovu:  $s = \mu_i C_e C_{ts} s_k = 0.8 * 1.0 * 1.0 * 0.35 =$

D  
 $\leq 100$  m.n.m.  
 $s_k = 0.35 \text{ kN/m}^2$   
 $s = 0.28 \text{ kN/m}^2$

## 2.6. OSNOVNE KOMBINACIJE DJELOVANJA

### Granično stanje uporabljivosti


Oznaka kombinacije	Parcijalni faktor za opterećenje	Koristi se za:	Parcijalni faktor za materijale
<b>GSU-1</b>	osnovna kombinacija: <b>1.0G+1.0Q1</b>	proračun progiba a-b ploča, kontrola naprezanja u tlu	ziđe: $\gamma_M=1.0$ beton: $\gamma_c=1.0$ čelik: $\gamma_s=1.0$


### Granično stanje nosivosti

Oznaka kombinacije	Parcijalni faktor za opterećenje	Koristi se za:	Parcijalni faktor za materijale
<b>GSN-1</b>	osnovna kombinacija: <b>1.35G+1.5Q1</b>	proračun ploča i zidova na vertikalna djelovanja	ziđe: $\gamma_M=2.2$ beton: $\gamma_c=1.5$ čelik: $\gamma_s=1.15$
<b>GSN-2</b>	potres: <b>1.0G+1.0S+0.3Q1</b>	proračun zidova na djelovanje potresa	ziđe: $\gamma_M=1.5$ beton: $\gamma_c=1.5$ čelik: $\gamma_s=1.15$

### 3. PRORAČUN HORIZONTALNIH KONSTRUKCIJA

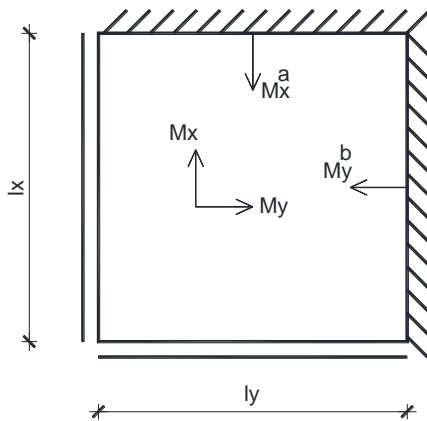
#### 3.1. PLOČE POZ 100

Ploča pozicije P101	
<p><b>Proračunski model</b></p>  <p>C25/30 → <math>f_{cd} = 17 \text{ MPa}</math> B500b → <math>f_{yd} = 434.8 \text{ MPa}</math> L = 2.8 m B = 100 cm</p>	<p><b>Analiza opterećenja</b> <math>p = 1.35 \cdot g + 1.5 \cdot q</math> <math>p = 1.35 \cdot 5.85 + 1.5 \cdot 1.5 = 10.14 \text{ kN/m}^2</math></p> <p><b>Proračun momenta</b> <math>M_{sd} = p \cdot l^2 / 8</math> <math>M_{sd} = 10.14 \cdot 2.8^2 / 8 = 10 \text{ kN/m}</math></p> <p><b>Proračun armature</b> <math>\mu_{sd} = M_{sd} \cdot 100 / b \cdot d^2 \cdot f_{cd}</math> <math>\mu_{sd} = 10 \cdot 100 / 100 \cdot 12^2 \cdot 1.7 = 0.040</math> očitano: <math>\epsilon = 10\%</math> ; <math>\zeta = 0.962</math></p> <p><math>A_s = M_{sd} \cdot 100 / b \cdot d \cdot f_{cd}</math> <math>A_s = 10 \cdot 100 / 0.962 \cdot 12 \cdot 43.48 = 2.0 \text{ cm}^2/\text{m}</math></p>

Ploča pozicije P102	
<p><b>Proračunski model</b></p>  <p>C25/30 → <math>f_{cd} = 17 \text{ MPa}</math> B500b → <math>f_{yd} = 434.8 \text{ MPa}</math> L = 3.2 m B = 100 cm</p>	<p><b>Analiza opterećenja</b> <math>p = 1.35 \cdot g + 1.5 \cdot q</math> <math>p = 1.35 \cdot 5.85 + 1.5 \cdot 1.5 = 10.14 \text{ kN/m}^2</math></p> <p><b>Proračun momenta</b> <math>M_{sd} = p \cdot l^2 / 8</math> <math>M_{sd} = 10.14 \cdot 3.2^2 / 8 = 13 \text{ kN/m}</math></p> <p><b>Proračun armature</b> <math>\mu_{sd} = M_{sd} \cdot 100 / b \cdot d^2 \cdot f_{cd}</math> <math>\mu_{sd} = 13 \cdot 100 / 100 \cdot 12^2 \cdot 1.7 = 0.053</math> očitano: <math>\epsilon = 10\%</math> ; <math>\zeta = 0.956</math></p> <p><math>A_s = M_{sd} \cdot 100 / b \cdot d \cdot f_{cd}</math> <math>A_s = 13 \cdot 100 / 0.956 \cdot 12 \cdot 43.48 = 2.6 \text{ cm}^2/\text{m}</math></p>

### Ploča pozicije P103

#### Proračunski model (SHEMA 4)



$$l_x = 5.3 \text{ m} ; \quad l_y = 7 \text{ m}$$

$$l_y / l_x = 7/5.3 = 1.32$$

#### Analiza opterećenja

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

$$p = 1.35 \cdot 5.85 + 1.5 \cdot 1.5 = 10.14 \text{ kN/m}^2$$

#### Proračun momenata

$$k_y = 0.0122; \quad k_x = 0.0442$$

$$k_y^b = -0.0405; \quad k_x^a = -0.0993$$

$$M_y = k_y \cdot p \cdot l_y^2 = 0.0122 \cdot 10.14 \cdot 7^2 = 6.1 \text{ kNm/m}$$

$$M_x = k_x \cdot p \cdot l_x^2 = 0.0442 \cdot 10.14 \cdot 5.3^2 = 12.6 \text{ kNm/m}$$

$$M_y^b = k_y^b \cdot p \cdot l_y^2 = -0.0405 \cdot 10.14 \cdot 7^2 = -20 \text{ kNm/m}$$

$$M_x^a = k_x^a \cdot p \cdot l_x^2 = -0.0937 \cdot 10.14 \cdot 5.3^2 = -26.7 \text{ kNm/m}$$

#### Proračun armature

$$A_{s_y} = M_y \cdot 100 / (0.9 \cdot d \cdot f_{y,d})$$

$$A_{s_y} = (6.1 \cdot 100) / (0.9 \cdot 12 \cdot 43.48) = 1.3 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s_x} = M_x \cdot 100 / (0.9 \cdot d \cdot f_{y,d})$$

$$A_{s_x} = (12.6 \cdot 100) / (0.9 \cdot 12 \cdot 43.48) = 2.7 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s_y}^b = M_y^b \cdot 100 / (0.9 \cdot d \cdot f_{y,d})$$

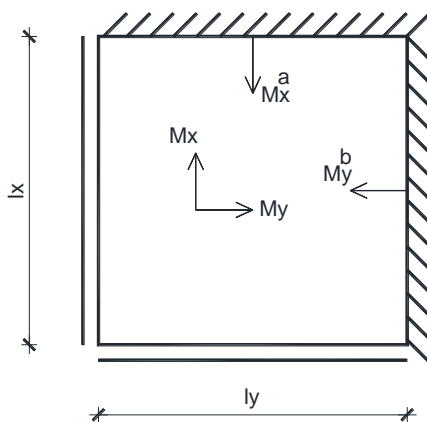
$$A_{s_y}^b = (20 \cdot 100) / (0.9 \cdot 12 \cdot 43.48) = 4.3 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s_x}^a = M_x^a \cdot 100 / (0.9 \cdot d \cdot f_{y,d})$$

$$A_{s_x}^a = (26.7 \cdot 100) / (0.9 \cdot 12 \cdot 43.48) = 5.7 \text{ cm}^2/\text{m}$$

### Ploča pozicije P103

#### Proračunski model (SHEMA 4)



$$l_x = 5.3 \text{ m} ; \quad l_y = 7.3 \text{ m}$$

$$l_y / l_x = 7.3/5.3 = 1.4$$

#### Analiza opterećenja

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

$$p = 1.35 \cdot 5.85 + 1.5 \cdot 1.5 = 10.14 \text{ kN/m}^2$$

#### Proračun momenata

$$k_y = 0.0100; \quad k_x = 0.0473$$

$$k_y^b = -0.0358; \quad k_x^a = -0.1041$$

$$M_y = k_y \cdot p \cdot l_y^2 = 0.0100 \cdot 10.14 \cdot 7.3^2 = 5.4 \text{ kNm/m}$$

$$M_x = k_x \cdot p \cdot l_x^2 = 0.0473 \cdot 10.14 \cdot 5.3^2 = 13.5 \text{ kNm/m}$$

$$M_y^b = k_y^b \cdot p \cdot l_y^2 = -0.0358 \cdot 10.14 \cdot 7.3^2 = -19.3 \text{ kNm/m}$$

$$M_x^a = k_x^a \cdot p \cdot l_x^2 = -0.1041 \cdot 10.14 \cdot 5.3^2 = -29.7 \text{ kNm/m}$$

#### Proračun armature

$$A_{s_y} = M_y \cdot 100 / (0.9 \cdot d \cdot f_{y,d})$$

$$A_{s_y} = (5.4 \cdot 100) / (0.9 \cdot 12 \cdot 43.48) = 1.1 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s_x} = M_x \cdot 100 / (0.9 \cdot d \cdot f_{y,d})$$

$$A_{s_x} = (13.5 \cdot 100) / (0.9 \cdot 12 \cdot 43.48) = 2.9 \text{ cm}^2/\text{m}$$

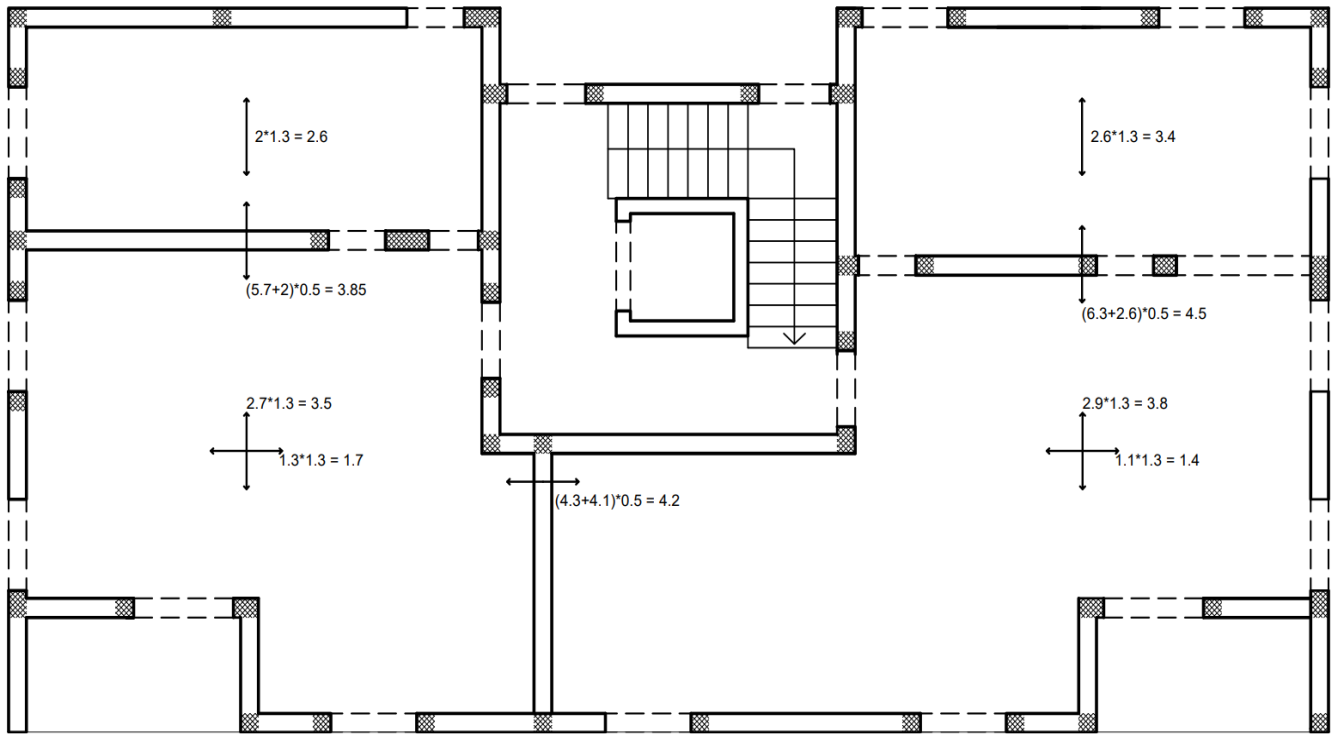
$$A_{s_y}^b = M_y^b \cdot 100 / (0.9 \cdot d \cdot f_{y,d})$$

$$A_{s_y}^b = (19.3 \cdot 100) / (0.9 \cdot 12 \cdot 43.48) = 4.1 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s_x}^a = M_x^a \cdot 100 / (0.9 \cdot d \cdot f_{y,d})$$

$$A_{s_x}^a = (29.7 \cdot 100) / (0.9 \cdot 12 \cdot 43.48) = 6.3 \text{ cm}^2/\text{m}$$

# Raspodjela armature na ploči POZ 100 u $\text{cm}^2/\text{m}$



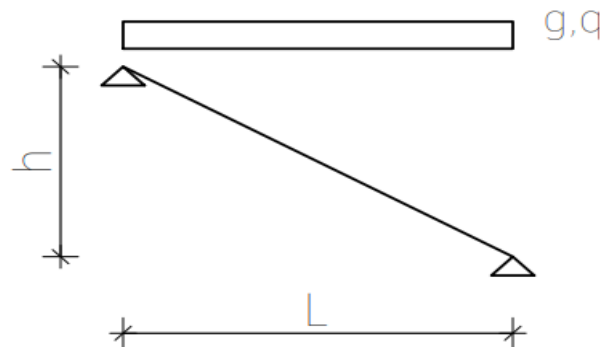


### 3.2. PRORAČUN I DIMENZIONIRANJE STUBIŠTA

Pozicija S1 – stubište

Opterećenje; stalno  $g = 5.61 \text{ kN/m}^2$

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



$L = 2.07 \text{ m}$

$b = 1.25 \text{ m}$

$d = 11 \text{ cm}$

beton: C25/30  $f_{cd} = 2.5/1.5 = 1.67 \text{ kN/cm}^2$

armatura: B500B, šipkasta  $f_{yd} = 50/1.15 = 43.48 \text{ kN/cm}^2$

$$M_{sd} = \frac{\left(5.61 \cdot 1.35 + \frac{3}{\cos 33} \cdot 1.5\right) \cdot 2.07^2}{8} = 6.9 \text{ kNm/m}$$

Dimenzioniranje:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{690}{125 \cdot 12^2 \cdot 43.48} = 0.001$$

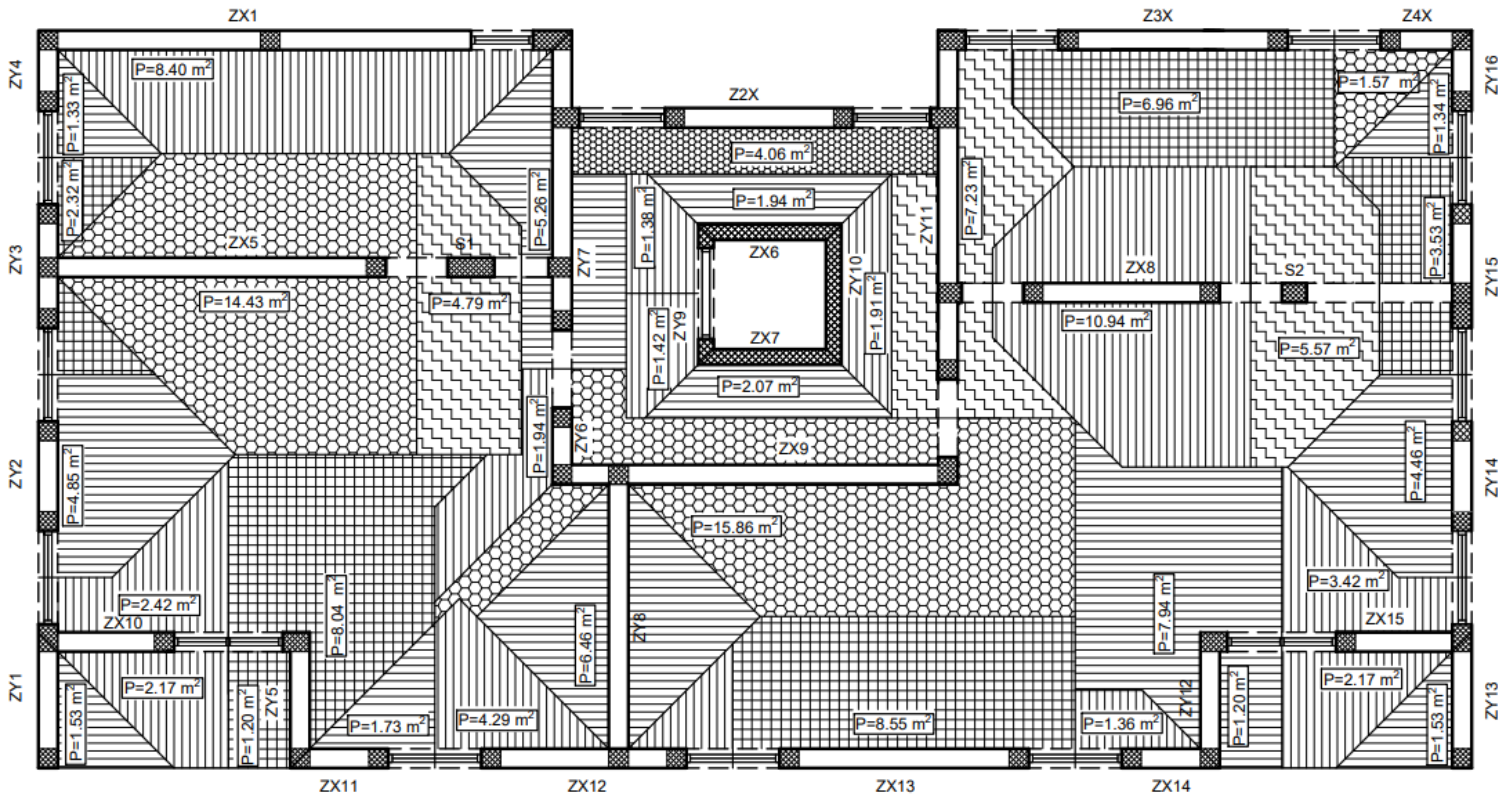
očitano:  $\epsilon_{s1} = 10\%$  ;  $\zeta = 0.993$

$$A_s = \frac{M_{sd}}{d \cdot \zeta \cdot f_{cd}} = \frac{620}{12 \cdot 0.993 \cdot 43.48} = 1.3 \text{ cm}^2$$

## 4. PRORAČUN ZIDOVA

### 4.1. PRORAČUN ZIDOVA NA VERTIKALNA OPTEREĆENJA

#### 4.1.1. Utjecajne površine koje preuzimaju zidovi



#### 4.1.2. Podaci za proračun zidova

Blok opeka, dimenzije:  $d * \delta * v = 25.0 * 37.5 * 23.8$  cm

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

normalizirana tlačna čvrstoća bloka:  $f_b = 10.0 * \delta = 10 * 1.15 = 11.5$  MPa

grupa zidnih blokova: 2a ( $K=0.55$ )

mort: M10 ( $f_m = 10.0$  MPa)

tlačna čvrstoća ziđa:  $f_k = K * f_b^{0.7} * f_m^{0.3} = 0.55 * 11.5^{0.7} * 10.0^{0.3} = 6.07$  MPa

tlačna čvrstoća betona:  $f_{ck} = 25$  MPa

faktor smanjenja za vitkost i ekscentričnost:  $\Phi_{i,m} = 0.7$

parcijalni koef. sigurnosti za materijale:

blok;  $\gamma_M = 2.2$  (razred proizvodnje II., razred izvedbe B.)

beton;  $\gamma_M = 1.5$  (razred proizvodnje II., razred izvedbe B.)

debljina nosivih zidova:  $t=25$  cm

računska uzdužna sila :  $N_{Ed} = N_g * 1.35 + N_q * 1.5$

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

U proračunu zidova na vertikalna djelovanja dokazuje se da je

$$N_{Ed} < N_{Rd}$$

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

$L$  = računski duljina zida [m]

$t$  = debljina zida [m]

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

$A_U$  = utjecajna površina međukatne ploče koja se oslanja na zid [m]

$n$  = broj etaža (broj međukatnih ploča)

$g$  = stalno opterećenje po jednoj međukatnoj konstrukciji

$q$  = promjenjivo opterećenje po jednoj međukatnoj konstrukciji

$g_z$  = vlastita težina zida;  $g_z = t \cdot \gamma_z + g_{žbuke} = 0.25 \cdot 14.0 + 0.50 = 4.00$  kN/m<sup>2</sup>

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

$N_q$  = vertikalno promjenjivo djelovanje:  $N_q = (q \cdot A_U) \cdot n$

**Stalno djelovanje :**

$$N_g = (g \cdot A_U) \cdot n + W_z$$

$$\text{težina zida: } W_z = g_z \cdot L \cdot h \cdot n$$

**Promjenjivo djelovanje :**

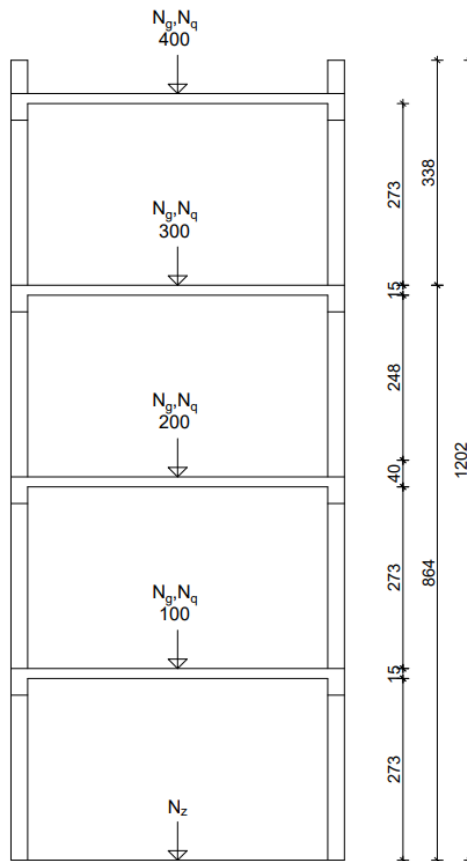
$$N_q = (q \cdot A_U) \cdot n$$

**Računska nosivost :**

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

**Uvjet nosivosti :**

$$N_{Ed} < N_{Rd}$$



### Računsko vertikalno djelovanje :

$$NEd = 1.35 * Ng + 1.5 * Nq$$

#### Stalno djelovanje POZ 100,200,300 :

$$\text{težina zida: } Wz = 4.00 * 1.17 * 8.64 = 40 \text{ kN}$$

$$Ng = (g * AU) * n + Wz = 5.85 * 1.57 * 3 + 40 = 68 \text{ kN}$$

#### Promjenjivo djelovanje poz 100,200,300 :

$$Nq = (q * AU) * n = (1.5 * 2.57) * 3 = 7 \text{ kN}$$

$$NEd_{100, 200, 300} = 1.35 * 67 + 1.5 * 7 = 101 \text{ kN}$$

#### Stalno djelovanje poz 400 :

$$\text{težina zida: } Wz = 4.00 * 1.17 * 3.38 = 16 \text{ kN}$$

$$Ng = 6.1 * 1.57 + 6 = 25 \text{ kN}$$

#### Promjenjivo djelovanje poz 400 :

$$Nq = 1.00 * 1.57 = 2 \text{ kN}$$

$$NEd_{400} = 1.35 * 25 + 1.5 * 2 = 37 \text{ kN}$$

$$NEd = 101 + 37 = \mathbf{138 \text{ kN}}$$

Računska nosivost:

$$NRd = \Phi_{i,m} * A_z * f_k / \gamma_M$$

$$NRd = (0.7 * 117 * 25) * 0.607 / 2.2 = 565 \text{ kN}$$

$$138 < 565 \text{ kN}$$

$$NEd < NRd$$

#### 4.1.3. Dokaz nosivosti na vertikalna djelovanja za svaki zid/stup u x-smjeru

ZID/STUP	L (m)	t (m)	Li (m)	Pz (m <sup>2</sup> )	P (m <sup>2</sup> )	g G100, G200, G100 (kN/m <sup>2</sup> )	g G400 (kN/m <sup>2</sup> )	q G100, G200, G100 (kN/m <sup>2</sup> )	q <sub>B</sub> G100, G200, G100 (kN/m <sup>2</sup> )	q G400 (kN/m <sup>2</sup> )	Wz (kN)	Ng (kN)	Nq (kN)	NEd (kN)	NRd (kN)	NEd/NRd (%)
Zx1	6.88	0.25	0.8	1.7	8.4	5.85	6.1	1.5	4	1	331	529	46	784	3322	24
Zx2	4.73	0.25	1.1	1.2	4.06	5.85	6.1	1.5	4	1	227	323	22	470	2284	21
Zx3	2.96	0.25	0	0.7	6.96	5.85	6.1	1.5	4	1	142	307	38	426	1429	30
Zx4	1.17	0.25	0	0.3	1.57	5.85	6.1	1.5	4	1	56	94	9	139	565	25
Zx5	4.23	0.25	0	1.1	14.43	5.85	6.1	1.5	4	1	192	534	79	839	2042	41
Zx6	1.84	0.25	0	0.5	1.94	5.85	6.1	1.5	4	1	91	137	11	201	888	23
Zx7	1.84	0.25	0	0.5	2.07	5.85	6.1	1.5	4	1	91	140	11	206	888	23
Zx8	2.53	0.25	0	0.6	10.94	5.85	6.1	1.5	4	1	115	374	60	595	1222	49
Zx9	5.28	0.25	0	1.3	15.86	5.85	6.1	1.5	4	1	240	615	87	961	2549	38
Zx10	1.5	0.25	1.4	0.4	4.59	5.85	6.1	1.5	4	1	72	129	97	320	724	44
Zx11	1.26	0.25	0	0.3	1.73	5.85	6.1	1.5	4	1	61	102	10	151	608	25
Zx12	2.64	0.25	0	0.7	4.29	5.85	6.1	1.5	4	1	127	228	24	344	1275	27
Zx13	3.21	0.25	0	0.8	8.55	5.85	6.1	1.5	4	1	154	357	47	552	1550	36
Zx14	1.26	0.25	0	0.3	1.36	5.85	6.1	1.5	4	1	61	93	7	136	608	22
Zx15	1.5	0.25	0	0.4	5.59	5.85	6.1	1.5	4	1	72	143	137	419	724	58
S1	0.6	0.25	0	0.2	4.79	5.85	6.1	1.5	4	1	27	141	62	283	728	39
S2	0.32	0.25	0	0.1	5.57	5.85	6.1	1.5	4	1	15	146	72	306	388	79

#### 4.1.4. Dokaz nosivosti na vertikalna djelovanja za svaki zid u y-smjeru

ZID/STUP	L (m)	t (m)	Li (m)	Pz (m <sup>2</sup> )	P (m <sup>2</sup> )	g G100, G200, G100 (kN/m <sup>2</sup> )	g G400 (kN/m <sup>2</sup> )	q G100, G200, G100 (kN/m <sup>2</sup> )	q <sub>B</sub> G100, G200, G100 (kN/m <sup>2</sup> )	q G400 (kN/m <sup>2</sup> )	Wz (kN)	Ng (kN)	Nq (kN)	NEd (kN)	NRd (kN)	NEd/NRd (%)
Zy1	1.85	0.25	0	0.5	1.53	5.85	6.1	1.5	4	1	89	125	20	199	893	22
Zy2	1.41	0.25	0	0.4	4.85	5.85	6.1	1.5	4	1	68	183	27	286	681	42
Zy3	1.6	0.25	0	0.4	2.32	5.85	6.1	1.5	4	1	77	132	13	197	773	26
Zy4	1.04	0.25	0	0.3	1.33	5.85	6.1	1.5	4	1	50	81	7	121	502	24
Zy5	1.75	0.25	0	0.4	9.24	5.85	6.1	1.5	4	1	84	274	182	643	845	76
Zy6	0.99	0.25	0	0.2	1.94	5.85	6.1	1.5	4	1	45	91	11	139	478	29
Zy7	3.86	0.25	0	1.0	5.26	5.85	6.1	1.5	4	1	176	300	29	448	1864	24
Zy8	3.41	0.25	0	0.9	6.46	5.85	6.1	1.5	4	1	156	308	36	469	1646	28
Zy9	1.81	0.25	1.1	0.5	1.91	5.85	6.1	1.5	4	1	89	135	11	197	874	23
Zy10	1.81	0.25	0	0.5	2.8	5.85	6.1	1.5	4	1	89	156	15	233	874	27
Zy11	4.5	0.25	0	1.1	2.73	5.85	6.1	1.5	4	1	205	376	40	567	2173	26
Zy12	1.75	0.25	0	0.4	9.14	5.85	6.1	1.5	4	1	84	272	179	636	845	75
Zy13	1.85	0.25	0	0.5	1.43	5.85	6.1	1.5	4	1	89	125	20	199	893	22
Zy14	1.41	0.25	0	0.4	4.46	5.85	6.1	1.5	4	1	68	173	24	271	681	40
Zy15	1.6	0.25	0	0.4	3.53	5.85	6.1	1.5	4	1	77	160	19	246	773	32
Zy16	1.04	0.25	0	0.3	1.34	5.85	6.1	1.5	4	1	50	82	7	121	502	24

L- duljina zida

$L_i$ - duljina otvor

t- debljina zida

$P_z$ - debljina zida

P- utjecajna površina

$g$ - stalno opterećenje

$q$ - promjenjivo opterećenje

$q_B$ - promjenjivo opterećenje za balkon

$N_g$ - stalno djelovanje

$N_q$ - promjenjivo djelovanje

$N_{ED}$ - ukupna sila

$N_{Rd}$ - računski nosivost

$W_z$ - težina zida

## 4.2. PRORAČUN ZIDOVA NA DJELOVANJE POTRESA

Parametri za proračun:

proračunsko ubrzanje tla  $a_g = 0.22 \text{ g}$

razred važnosti građevine: III. : - faktor važnosti zgrade  $\gamma_1 = 1.0$

faktor ponašanja: - za omeđeno ziđe  $q = 2.5$

razred tla: B : - parametar tla  $S = 0.9$

dinamički koeficijent:  $\beta_0 = 2.5$

$\alpha = a_g/g = 2.2/10 = 0.22$

### 4.2.1. Ukupna proračunska sila potresa

$$F_b = S_d(T_1) * W * \gamma_s(T_1)$$

– ordinata proračunskog spektra za period  $T_1$

– osnovni period vibracija za horizontalno poprečno gibanje u promatranom smjeru

$$S_d = \alpha * S * \beta_0 / q$$

$$S_d = 0.22 * 0.9 * 2.5 / 2.5$$

$$S_d = 0,2$$

W = računski težina zgrade:

#### 3. ETAŽA I POZ 400

$$\text{POZ 400: } (g + \varphi * \psi_{2i} * q) * A = (6.1 + 1.0 * 0.3 * 1) * 170.90 = 1093.76 \text{ kN}$$

$$\text{nadozid: } g_z * h_z * L_{uk} = 4.0 * 0.50 * 57.97 = 115.94 \text{ kN}$$

$$\text{zidovi 3.etaže: } g_z * h_z * L_{uk} = 4.0 * 2.88 * 71.85 = 813.34 \text{ kN}$$

---

**W4 = 2032 kN**

#### 2. ETAŽA I POZ 300

$$\text{POZ 300: } (g + \varphi * \psi_{2i} * q) * A = (5.85 + 1.0 * 0.3 * 1.5) * 170.90 = 177.20 \text{ kN}$$

$$\text{Grede i nadvoji 300: } b * h * L_{uk} * \gamma_c = 0.25 * 0.33 * 25.88 * 25 = 53.38 \text{ kN}$$

$$\text{Zidovi 2.etaže: } g_z * h_z * L_{uk} = 4.0 * 2.88 * 71.85 = 813.34 \text{ kN}$$

---

**W3 = 1044 kN**

#### 1. ETAŽA I POZ 200

$$\text{POZ 200: } (g + \varphi * \psi_{2i} * q) * A = (5.85 + 1.0 * 0.3 * 1.5) * 170.90 = 177.20 \text{ kN}$$

$$\text{Grede i nadvoji 200: } b * h * L_{uk} * \gamma_c = 0.25 * 0.33 * 25.88 * 25 = 53.38 \text{ kN}$$

$$\text{Zidovi 1.etaže: } g_z * h_z * L_{uk} = 4.0 * 2.88 * 71.85 = 813.34 \text{ kN}$$

---

**W2 = 1044 kN**

### PRIZEMLJE I POZ 100

$$\text{POZ 100: } (g+\varphi*\psi_2i*q)*A = (5.85+1.0*0.3*1.5)*170.90 = 177.20 \text{ kN}$$

$$\text{Grede i nadvoji 100: } b*h*\text{Luk}*\gamma_c = 0.25*0.33*25.88*25 = 53.38 \text{ kN}$$

$$\text{Zidovi prizemlja: } g_z*h_z*\text{Luk} = 4.0*2.88*71.85 = 813.34 \text{ kN}$$

---

$$\mathbf{W1 = 1044 \text{ kN}}$$

Ukupna računaska težina zgrade:

$$W_{uk} = W1+W2+W3+W4 = 1044+1044+1044+2032 = \mathbf{5164 \text{ kN}}$$

Specifična računaska težina zgrade:

$$w = W_{uk} / A_{uk} = 5164 / (170.90*4) = 7.55 \text{ kN/m}^2$$

Ukupna potresna poprečna sila iznosi:

$$F_b = 0.2*5164*1.0 = \mathbf{1033 \text{ kN}}$$

#### **4.2.2. Razidoba ukupne proračunske sile po etažama**

$$\begin{aligned} F_{b,100} &= F_b * (W_{100} * h_{100}) / (W_{100} * h_{100} + W_{200} * h_{200} + W_{300} * h_{300} + W_{400} * h_{400}) \\ &= 1033 * (1044 * 2.88) / (1044 * 2.88 + 1044 * 5.76 + 1044 * 8.64 + 2032 * 11.52) \\ &= 75 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{b,200} &= F_b * (W_{100} * h_{100}) / (W_{100} * h_{100} + W_{200} * h_{200} + W_{300} * h_{300} + W_{400} * h_{400}) \\ &= 1033 * (1044 * 5.76) / (1044 * 2.88 + 1044 * 5.76 + 1044 * 8.64 + 2032 * 11.52) \\ &= 150 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{b,300} &= F_b * (W_{100} * h_{100}) / (W_{100} * h_{100} + W_{200} * h_{200} + W_{300} * h_{300} + W_{400} * h_{400}) \\ &= 1033 * (1044 * 8.64) / (1044 * 2.88 + 1044 * 5.76 + 1044 * 8.64 + 2032 * 11.52) \\ &= 225 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{b,400} &= F_b * (W_{100} * h_{100}) / (W_{100} * h_{100} + W_{200} * h_{200} + W_{300} * h_{300} + W_{400} * h_{400}) \\ &= 1033 * (2032 * 11.52) / (1044 * 2.88 + 1044 * 5.76 + 1044 * 8.64 + 2032 * 11.52) \\ &= 584 \text{ kN} \end{aligned}$$

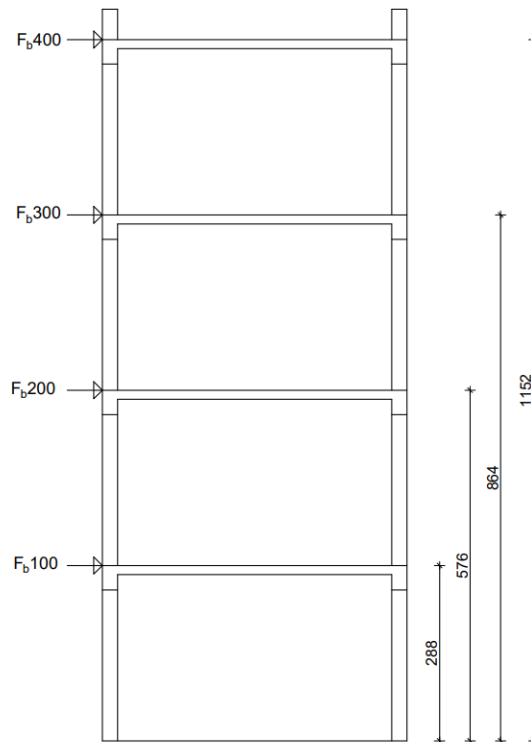
Kontrola:

$$F_b = F_{b,100} + F_{b,200} + F_{b,300} + F_{b,400}$$

$$F_b = 74 + 150 + 225 + 584$$

$$\mathbf{F_b = 1033 \text{ kN}}$$





Ukupan moment savijanja:

$$M_{ED} = F_{b,100} * h_{100} + F_{b,200} * h_{200} + F_{b,300} * h_{300} + F_{b,400} * h_{400}$$

$$M_{ED} = 75 * 2.88 + 150 * 5.76 + 225 * 8.64 + 584 * 11.52$$

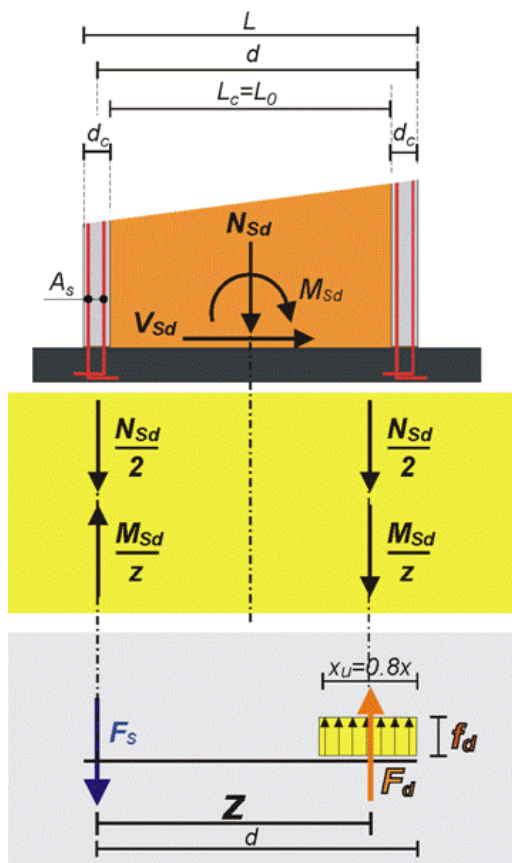
$$M_{ED} = 9752 \text{ kNm}$$

**4.2.3. Proraču zidova na potres**

Podaci za proračun:

- Tlačna čvrstoća ziđa:  $f_k = K * f_b^{0.7} * f_m^{0.3} = 0.55 * 11.5^{0.7} * 10^{0.3} = 6.07 \text{ MPa}$
- Tlačna čvrstoća betona:  $f_k = K * f_b^{0.7} * f_m^{0.3} = 0.55 * 25^{0.7} * 10^{0.3} = 10.4 \text{ MPa}$
- Parcijalni koeficijent sigurnosti za materijale:  $\gamma_M = 1.5$
- Karakteristična posmična čvrstoća:  $f_{vk} = f_{vk0} + 0.4 * \sigma_d =$   
 $f_{vk} < 0.065 * f_b = 0.065 * 11.5 = 0.75 \text{ MPa}$

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



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

računska poprečna sila:  $V_{Sd}$

računska nosivost na poprečnu silu:

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

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

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

$N_{Sd} / 2$

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

računski moment savijanja:  $M_{Sd}$

$z$  = krak unutarnjih sila;  $z \approx 0.8 * d$

računska nosivost na tlačnu silu na rubu:

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

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

$$\gamma_m = 1.5$$

Potrebna površina armature vertikalnih

serklaža:

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

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

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

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

#### 4.2.4. Dokaz nosivosti na potres za svaki zid u x-smjeru

ZID	L (m)	t (m)	h (m)	P (m <sup>2</sup> )	M <sub>Sd</sub> (kNm)	V <sub>Sd</sub> (kN)	N <sub>g</sub> (kN)	N <sub>q</sub> (kN)	N <sub>Sd</sub> (kN)	z (m)	F <sub>Sd</sub> (kN)	x <sub>u</sub> (m)	V <sub>Rd</sub> (kN)	F <sub>Rd</sub> (kN)	V <sub>Sd</sub> /V <sub>Rd</sub> (%)	F <sub>Sd</sub> /F <sub>Rd</sub> (%)	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> )
ZX1	6.88	0.25	2.88	8.4	1562	166	434	41	447	5.4	512	2.7	338	2736	49	19	1.5
ZX2	4.73	0.25	2.88	4.06	1074	114	258	28	267	3.7	425	1.8	231	1866	49	23	3.6
ZX3	2.96	0.25	2.88	6.96	672	71	265	18	270	2.3	432	1.1	142	1149	50	38	3.7
ZX4	1.17	0.25	2.88	1.57	266	28	77	7	79	0.8	357	0.4	53	425	54	84	6.4
ZX5	4.23	0.25	2.88	14.43	960	102	484	25	491	3.3	538	1.6	206	1663	50	32	1.1
ZX6	1.84	0.25	2.88	1.94	418	44	109	11	112	1.4	361	0.7	86	696	52	52	5.7
ZX7	1.84	0.25	2.88	2.07	418	44	112	11	115	1.4	362	0.7	86	696	52	52	5.7
ZX8	2.53	0.25	2.88	10.94	574	61	343	15	348	1.9	473	1.0	121	975	51	48	2.9
ZX9	5.28	0.25	2.88	15.86	1199	127	554	32	563	4.1	572	2.1	258	2088	49	27	0.2
ZX10	1.5	0.25	2.88	4.59	341	36	159	9	162	1.1	391	0.6	69	558	52	70	5.3
ZX11	1.26	0.25	2.88	1.73	286	30	84	8	86	0.9	358	0.5	57	461	53	78	6.3
ZX12	2.64	0.25	2.88	4.29	599	64	192	16	196	2.0	396	1.0	126	1020	51	39	4.6
ZX13	3.21	0.25	2.88	8.55	729	77	311	19	317	2.5	454	1.2	155	1250	50	36	3.1
ZX14	1.26	0.25	2.88	1.36	286	30	75	8	78	0.9	354	0.5	57	461	53	77	6.4
ZX15	1.5	0.25	2.88	5.59	341	36	183	9	185	1.1	402	0.6	69	558	52	72	5.0

#### 4.2.5. Dokaz nosivosti na potres za svaki zid u y-smjeru

ZID	L (m)	t (m)	h (m)	P (m <sup>2</sup> )	M <sub>sd</sub> (kNm)	V <sub>sd</sub> (kN)	N <sub>g</sub> (kN)	N <sub>q</sub> (kN)	N <sub>sd</sub> (kN)	z (m)	F <sub>sd</sub> (kN)	x <sub>u</sub> (m)	V <sub>Rd</sub> (kN)	F <sub>Rd</sub> (kN)	V <sub>sd</sub> /V <sub>Rd</sub> (%)	F <sub>sd</sub> /F <sub>Rd</sub> (%)	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> )
Zy1	1.85	0.25	2.88	1.53	602	64	100	11	103	1.4	488	0.7	86	698	74	70	8.9
Zy2	1.41	0.25	2.88	4.85	459	49	162	8	165	1.0	529	0.5	64	520	76	102	8.4
Zy3	1.6	0.25	2.88	2.32	521	55	110	10	112	1.2	498	0.6	74	597	75	83	8.9
Zy4	1.04	0.25	2.88	1.33	339	36	67	6	69	0.7	497	0.4	46	370	79	134	9.8
Zy5	1.75	0.25	2.88	9.24	570	61	277	11	280	1.3	578	0.7	81	658	74	88	6.9
Zy6	0.99	0.25	2.88	1.94	322	34	80	6	81	0.7	506	0.3	43	350	79	145	9.8
Zy7	3.86	0.25	2.88	5.26	1257	133	256	23	263	3.0	552	1.5	187	1511	71	37	6.6
Zy8	3.41	0.25	2.88	6.46	1110	118	269	20	275	2.6	560	1.3	164	1329	72	42	6.6
Zy9	1.81	0.25	2.88	1.91	589	63	107	11	111	1.3	492	0.7	84	682	74	72	8.8
Zy10	1.81	0.25	2.88	2.8	589	63	128	11	131	1.3	503	0.7	84	682	74	74	8.5
Zy11	4.5	0.25	2.88	2.73	1465	156	219	27	228	3.5	532	1.8	219	1770	71	30	7.0
Zy12	1.75	0.25	2.88	9.14	570	61	274	11	278	1.3	577	0.7	81	658	74	88	6.9
Zy13	1.85	0.25	2.88	1.43	602	64	97	11	101	1.4	487	0.7	86	698	74	70	8.9
Zy14	1.41	0.25	2.88	4.46	459	49	153	8	156	1.0	524	0.5	64	520	76	101	8.5
Zy15	1.6	0.25	2.88	3.53	521	55	138	10	141	1.2	512	0.6	74	597	75	86	8.5
Zy16	1.04	0.25	2.88	1.34	339	36	67	6	69	0.7	497	0.4	46	370	79	134	9.8

\*crvenom bojom označeni iznosi koji dokazuju da uvjeti nisu zadovoljeni

Komentar: U tablicama je vidljivo da su uvjeti nosivosti zadovoljeni u x-smjeru zidova, no nekolicina zidova u y-smjeru ne zadovoljava uvjete i to na poprečnu silu. Kao rješenje, zidove Zy4 ,Zy6, Zy16 izvodimo kao armirano-betonske, time svi zidovi zadovoljavaju potrebne uvjete.

L- duljina zida

t- debljina zida

h- visina zida

P- utjecajna površina

M<sub>sd</sub>- moment od potresa

V<sub>sd</sub>- poprečna sila od potresa

N<sub>g</sub>- stalno djelovanje

N<sub>q</sub>- promjenjivo djelovanje

N<sub>sd</sub>- računaska vertikalna sila

z- krak unutrašnjih sila

F<sub>sd</sub>- računsko djelovanje

X<sub>u</sub>- duljina tlačne zone

V<sub>Rd</sub>- računaska nosivost na poprečnu silu

F<sub>Rd</sub>- računaska nosivost na tlačnu silu

A<sub>s</sub>- armatura

#### 4.2.6. Ispravljeni dokaz nosivosti zidova na potres x-smjer

ZID	L (m)	t (m)	h (m)	P (m <sup>2</sup> )	M <sub>sd</sub> (kNm)	V <sub>sd</sub> (kN)	N <sub>g</sub> (kN)	N <sub>q</sub> (kN)	N <sub>sd</sub> (kN)	z (m)	F <sub>sd</sub> (kN)	x <sub>u</sub> (m)	V <sub>Rd</sub> (kN)	F <sub>Rd</sub> (kN)	V <sub>sd</sub> /V <sub>Rd</sub> (%)	F <sub>sd</sub> /F <sub>Rd</sub> (%)	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> )
Zx1	6.88	0.25	2.88	8.4	1562	166	434	41	447	5.4	512	2.7	338	2736	49	19	1.5
Zx2	4.73	0.25	2.88	4.06	1074	114	258	28	267	3.7	425	1.8	231	1866	49	23	3.6
Zx3	2.96	0.25	2.88	6.96	672	71	265	18	270	2.3	432	1.1	142	1149	50	38	3.7
Zx4	1.17	0.25	2.88	1.57	266	28	77	7	79	0.8	357	0.4	53	425	54	84	6.4
Zx5	4.23	0.25	2.88	14.43	960	102	484	25	491	3.3	538	1.6	206	1663	50	32	1.1
Zx6	1.84	0.25	2.88	1.94	418	44	109	11	112	1.4	361	0.7	86	696	52	52	5.7
Zx7	1.84	0.25	2.88	2.07	418	44	112	11	115	1.4	362	0.7	86	696	52	52	5.7
Zx8	2.53	0.25	2.88	10.94	574	61	343	15	348	1.9	473	1.0	121	975	51	48	2.9
Zx9	5.28	0.25	2.88	15.86	1199	127	554	32	563	4.1	572	2.1	258	2088	49	27	0.2
Zx10	1.5	0.25	2.88	4.59	341	36	159	9	162	1.1	391	0.6	69	558	52	70	5.3
Zx11	1.26	0.25	2.88	1.73	286	30	84	8	86	0.9	358	0.5	57	461	53	78	6.3
Zx12	2.64	0.25	2.88	4.29	599	64	192	16	196	2.0	396	1.0	126	1020	51	39	4.6
Zx13	3.21	0.25	2.88	8.55	729	77	311	19	317	2.5	454	1.2	155	1250	50	36	3.1
Zx14	1.26	0.25	2.88	1.36	286	30	75	8	78	0.9	354	0.5	57	461	53	77	6.4
Zx15	1.5	0.25	2.88	5.59	341	36	183	9	185	1.1	402	0.6	69	558	52	72	5.0

#### y-smjer

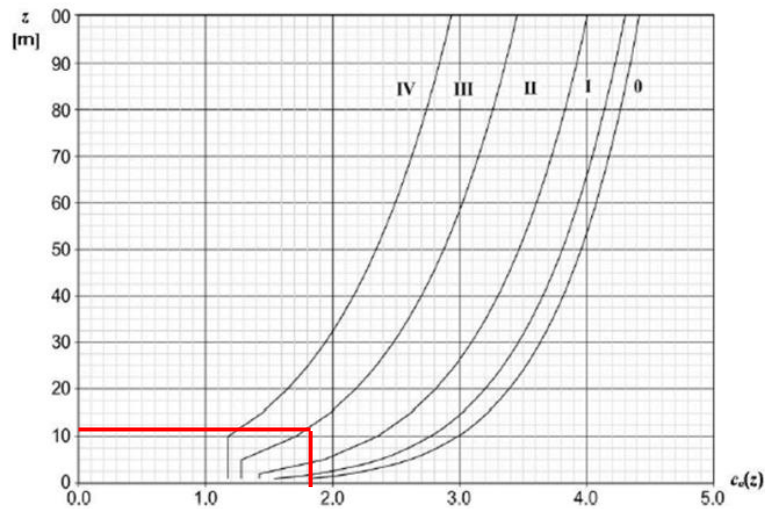
ZID	L (m)	t (m)	h (m)	P (m <sup>2</sup> )	M <sub>sd</sub> (kNm)	V <sub>sd</sub> (kN)	N <sub>g</sub> (kN)	N <sub>q</sub> (kN)	N <sub>sd</sub> (kN)	z (m)	F <sub>sd</sub> (kN)	x <sub>u</sub> (m)	V <sub>Rd</sub> (kN)	F <sub>Rd</sub> (kN)	V <sub>sd</sub> /V <sub>Rd</sub> (%)	F <sub>sd</sub> /F <sub>Rd</sub> (%)	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> )
Zy1	1.85	0.25	2.88	1.53	602	64	100	11	103	1.4	488	0.7	86	698	74	70	8.9
Zy2	1.41	0.25	2.88	4.85	459	49	162	8	165	1.0	529	0.5	64	520	76	102	8.4
Zy3	1.6	0.25	2.88	2.32	521	55	110	10	112	1.2	498	0.6	74	597	75	83	8.9
Zy4	1.04	0.25	2.88	1.33	339	36	67	6	69	0.7	497	0.4	46	634	79	78	9.8
Zy5	1.75	0.25	2.88	9.24	570	61	277	11	280	1.3	578	0.7	81	658	74	88	6.9
Zy6	0.99	0.25	2.88	1.94	322	34	80	6	81	0.7	506	0.3	43	600	79	84	9.8
Zy7	3.86	0.25	2.88	5.26	1257	133	256	23	263	3.0	552	1.5	187	1511	71	37	6.6
Zy8	3.41	0.25	2.88	6.46	1110	118	269	20	275	2.6	560	1.3	164	1329	72	42	6.6
Zy9	1.81	0.25	2.88	1.91	589	63	107	11	111	1.3	492	0.7	84	682	74	72	8.8
Zy10	1.81	0.25	2.88	2.8	589	63	128	11	131	1.3	503	0.7	84	682	74	74	8.5
Zy11	4.5	0.25	2.88	2.73	1465	156	219	27	228	3.5	532	1.8	219	1770	71	30	7.0
Zy12	1.75	0.25	2.88	9.14	570	61	274	11	278	1.3	577	0.7	81	658	74	88	6.9
Zy13	1.85	0.25	2.88	1.43	602	64	97	11	101	1.4	487	0.7	86	698	74	70	8.9
Zy14	1.41	0.25	2.88	4.46	459	49	153	8	156	1.0	524	0.5	64	520	76	101	8.5
Zy15	1.6	0.25	2.88	3.53	521	55	138	10	141	1.2	512	0.6	74	597	75	86	8.5
Zy16	1.04	0.25	2.88	1.34	339	36	67	6	69	0.7	497	0.4	46	634	79	78	9.8

\*Zelenom bojom su označeni iznosi koji prethodno nisu zadovoljavali uvjete

### 4.3. PRORAČUN ZIDOVA NA DJELOVANJE VJETRA (W)

Podaci za proračun:

- $\psi_0 = 0.6$  ;  $\psi_1 = 0.5$
- $\rho$ - gustoća zraka (usvaja se vrijednost iz propisa 1.25 kg/m<sup>3</sup>)
- građevina se nalazi u II vjetrovnoj zoni (Split) s osnovnom brzinom vjetra;  
 $v_{bo} = 30$  m/s
- kategorija zemljišta : III
- tlak pri osnovnoj brzini :  $q_b = \rho_{zraka} * v_b^2 / 2 = 1.25 * (30^2) / 2 / 1000$   
 **$q_b = 0.56$  kN/m<sup>2</sup>**
- tlak pri vršnoj brzini :  $q_p(z) = c_e(z) * q_b$
- tlak vjetra na vanjske površine :



Visina zgrade (iznad okolnog terena): 11.52 m

Očitano :  $c_e = 1.80$

$$w_e = 1.80 * 0.56 = 1 \text{ kN/m}^2$$

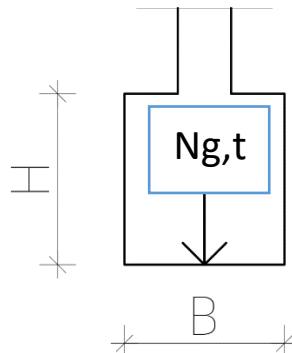
Računska sila vjetra:

$$W_x = w_e * b * H = 1 * 18.49 * 11.52 = 213 \text{ kN}$$

$$W_y = w_e * d * H = 1 * 9.15 * 11.52 = 105 \text{ kN}$$

POTRESNA SILA SE UZIMA KAO MJERODAVNO HORIZONTALNO OPTEREĆENJE ZATO ŠTO JE VEĆA U IZNOSU U ODNOSU NA VJETAR, ŠTO JE PRIKAZNO U TOČCI 4.1.

## 5. PRORAČUN I DIMENZIONIRANJE TEMELJA



### 5.1. PRORAČUN I DIMENZIONIRANJE TEMELJA

Uvjeti nosivosti

$$\sigma < \sigma_{Rd}$$

Iz uvjeta nosivosti; širina temeljne trake:

$$\sigma = N_{Ed}/(B \cdot L) \Rightarrow N_{Ed}/(B \cdot L) \leq \sigma_{Rd} \Rightarrow B \geq N_{Ed}/(L \cdot \sigma_{Rd})$$

Računsko vertikalno djelovanje:

$$N_{Ed} = 1.35 \cdot N_g + 1.5 \cdot N_q$$

PRIMJER: os A-A

Računska nosivost tla:  $\sigma_{Rd} = 250$  kPa

Duljina temelja:  $L = 10.00$  m

Zidovi koji leže na osi A-A :

$Z_{Y1}$  ;  $N_g = 125$  kN  $N_q = 20$  kN

$Z_{Y2}$  ;  $N_g = 183$  kN  $N_q = 27$  kN

$Z_{Y3}$  ;  $N_g = 132$  kN  $N_q = 13$  kN

$Z_{Y4}$  ;  $N_g = 81$  kN  $N_q = 7$  kN

Težina temeljne trake:

$B/H = 75\text{cm}/80\text{cm}$

$N_{g,t} = B \cdot H \cdot L \cdot \gamma_B$

$N_{g,t} = 0.75 \cdot 0.80 \cdot 10 \cdot 25$

$$N_{g,t} = 150 \text{ kN}$$

Računska uzdužna sila:

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

$$N_{sd} = 1.35 * (125 + 183 + 132 + 81 + 150) + 1.5 * (20 + 27 + 13 + 7)$$

$$N_{sd} = 1006 \text{ kN}$$

$$n_{sd} = N_{sd}/L = 1006/10 = 100.6 \text{ kN/m}$$

Dopuštena nosivost tla:

$$\sigma_{Rd} = 250 \text{ kPa}$$

Naprezanje u tlu:

$$\sigma_{sd} = n_{sd}/(B * 1 \text{ m}) < \sigma_{Rd}$$

Širina temeljne trake:

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

$$B > 100/250 = 0.40 \text{ m (usvojeno 0.60 m)}$$

### 5.1.1. x-smjer

OS	L (m)	Ng (kN)	Nq (kN)	Ng,t (kN)	NSd (kN/m)	n <sub>sd</sub> (kN/m)	σ <sub>Rd</sub> (kPa)	B (m)	B <sub>stv</sub> (m)
1_1	14.76	930	93	221	1694	115	250	0.46	0.55
2_2	4.22	323	22	63	555	131	250	0.53	0.55
3_3	2.35	137	11	35	249	106	250	0.42	0.55
4_4	7.76	675	141	116	1280	165	250	0.66	0.75
5_5	7.38	520	132	111	1049	142	250	0.57	0.75
6_6	2.35	140	11	35	253	108	250	0.43	0.55
7_7	6.72	615	87	101	1097	163	250	0.65	0.75
8_8	6.5	272	234	98	850	131	250	0.52	0.55
9_9	18.98	780	88	285	1569	83	250	0.33	0.55

### 5.1.2. y-smjer

OS	L (m)	Ng (kN)	Nq (kN)	Ng,t (kN)	NSd (kN/m)	n <sub>sd</sub> (kN/m)	σ <sub>Rd</sub> (kPa)	B (m)	B <sub>stv</sub> (m)
A_A	10	521	67	150	1006	101	250	0.40	0.55
B_B	2.25	274	182	34	688	306	250	1.22	1.5
C_C	6.35	221	40	95	487	77	250	0.31	0.55
D_D	2.9	308	36	44	529	182	250	0.73	0.75
E-E	2.3	135	11	35	245	107	250	0.43	0.55
F_F	2.3	156	15	35	280	122	250	0.49	0.55
G_G	6.35	376	40	95	696	110	250	0.44	0.55
H_H	2.25	272	179	34	681	303	250	1.21	1.5
I_I	10	590	82	150	1122	112	250	0.45	0.55

L- duljina

$N_g$ - stalno djelovanje svih zidova na pripadajućem temelju

$N_g$ - promjenivo djelovanje svih zidova na pripadajućem temelju

$N_{g,t}$ - težina temeljne trake

$N_{sd}$ - uzdužna sila

$\sigma_{rd}$ - računski nosivost tla

B- širina temeljne trake

$B_{stv}$ - odabrana širina temeljne trake

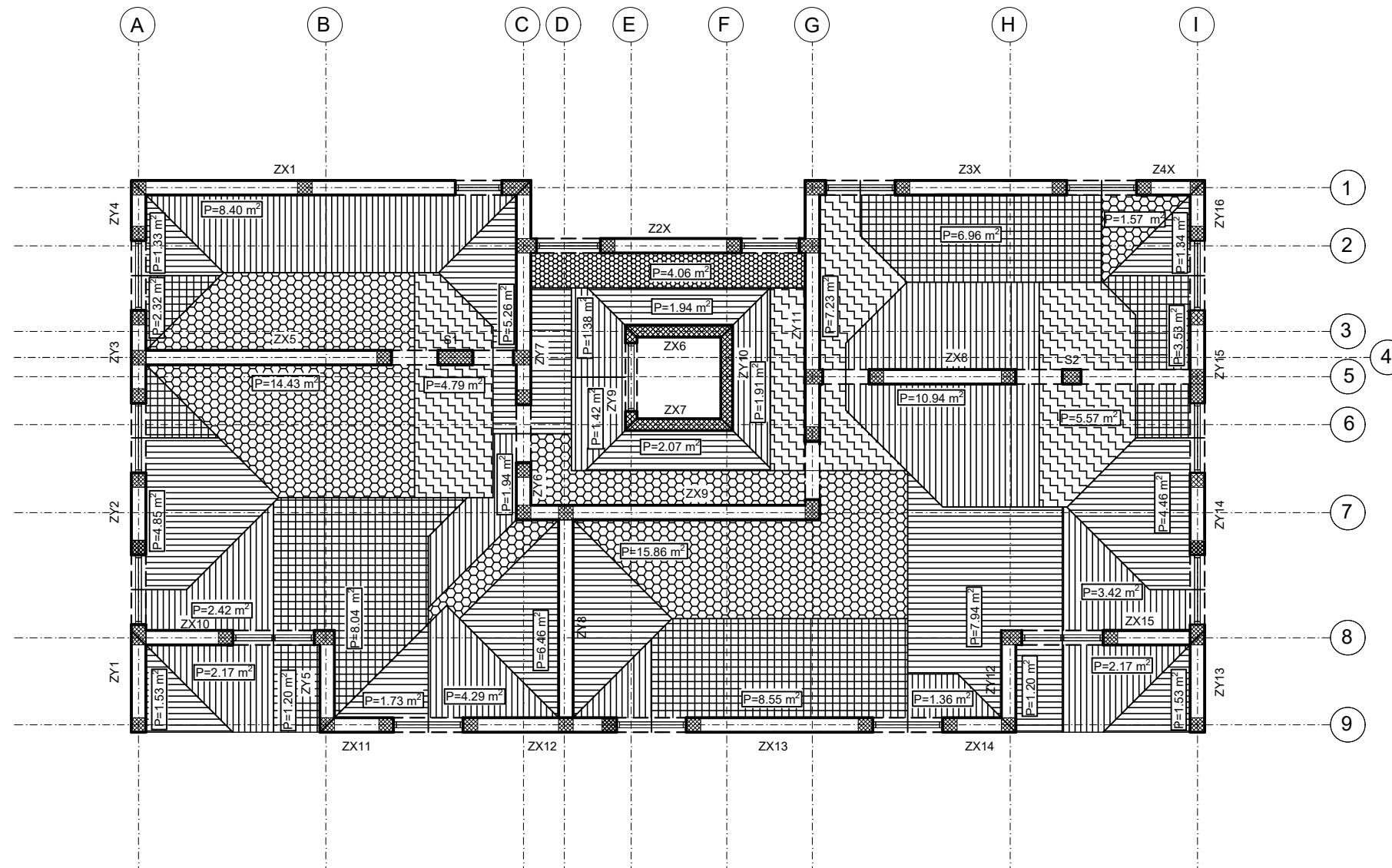


## 6. LITERATURA

1. [1] Eurocode 1 – Actions on structures; Part 1-1: Densities, self-weight, imposed loads for buildings
2. Eurocode 2 – Design of Concrete Structures, Part 1; General Rules and Rules for Buildings, Revised final draft, Brussels, October 1990.
3. Eurocode 6 – Projektiranje zidanih konstrukcija (EN 1996).
4. Eurocode 8 – Design of structures for earthquake resistance – Part 1; Generalrules, seismic actions and rules for buildings, European committee for standardization, Brussels 2004.
5. Tomičić, I., Betonske konstrukcije, Društvo hrvatskih građevinskih konstruktora, Zagreb, 1996.
6. Sorić, Z. Zidane konstrukcije I., Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2004.

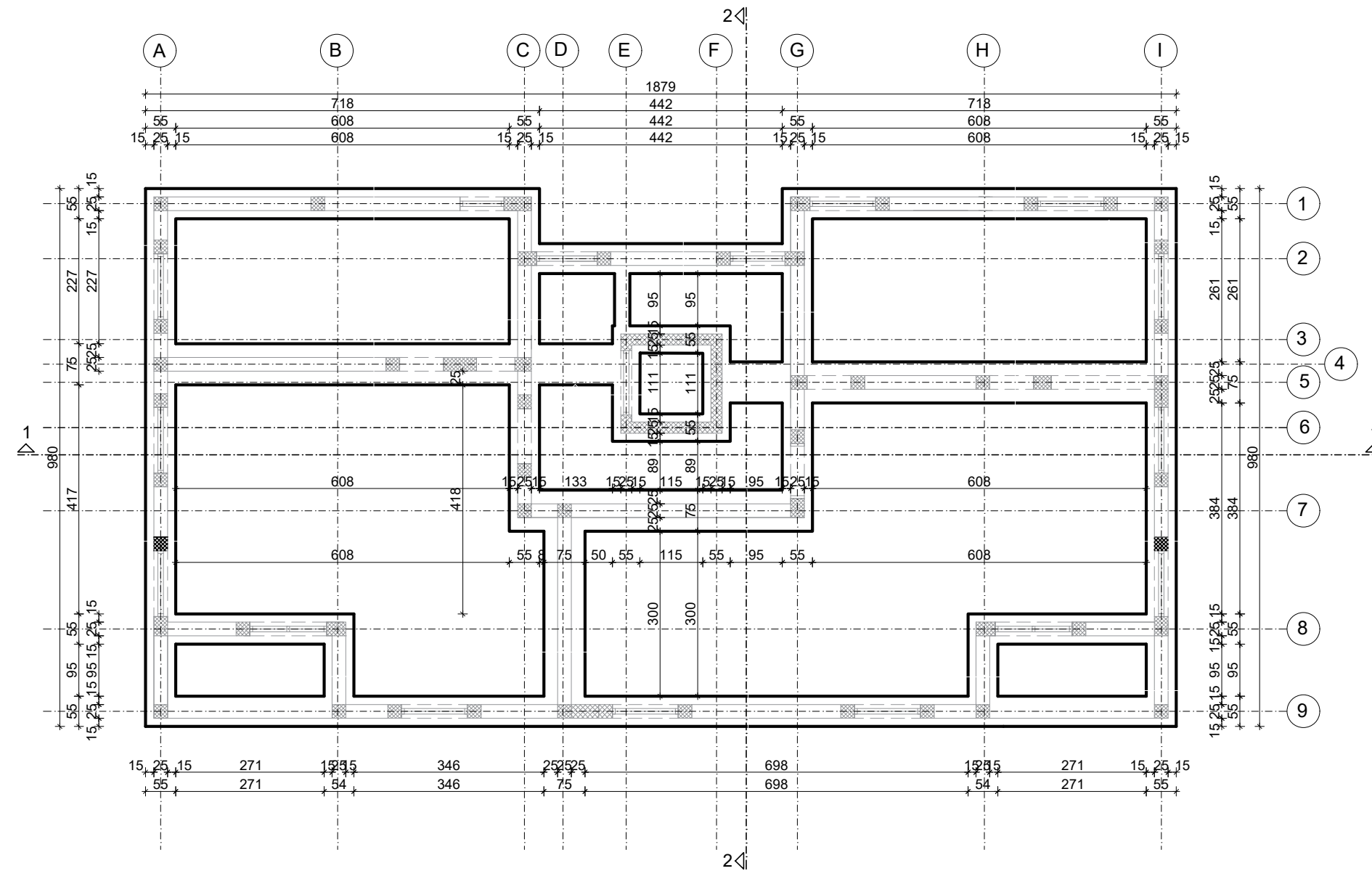
## **7.GRAĐEVINSKI NACRTI**

PLAN POZ 200  
 UTJECAJNE POVRŠINE KOJE  
 PREUZIMA ZID  
 M 1:100

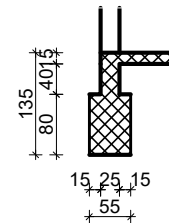


 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU          FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,          ARHITEKTURE I GEODEZIJE</p>	Završni rad	
	TEMA: PRORAČUN NOSIVE KONSTRUKCIJE ZIDANE GRAĐEVINE	
	TEMA: Anamarija Ščepanović	
	SADRŽAJ: Tlocrt karakteristične etaže	MJERILO: M1:100
DATUM: 2021	BROJ PRJEDLOGA: 1	

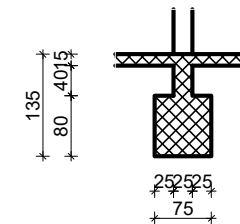
PLAN POZ 000  
TLOCRT TEMELJA  
M 1:100




PRESJEK 1-1  
B= 55 cm

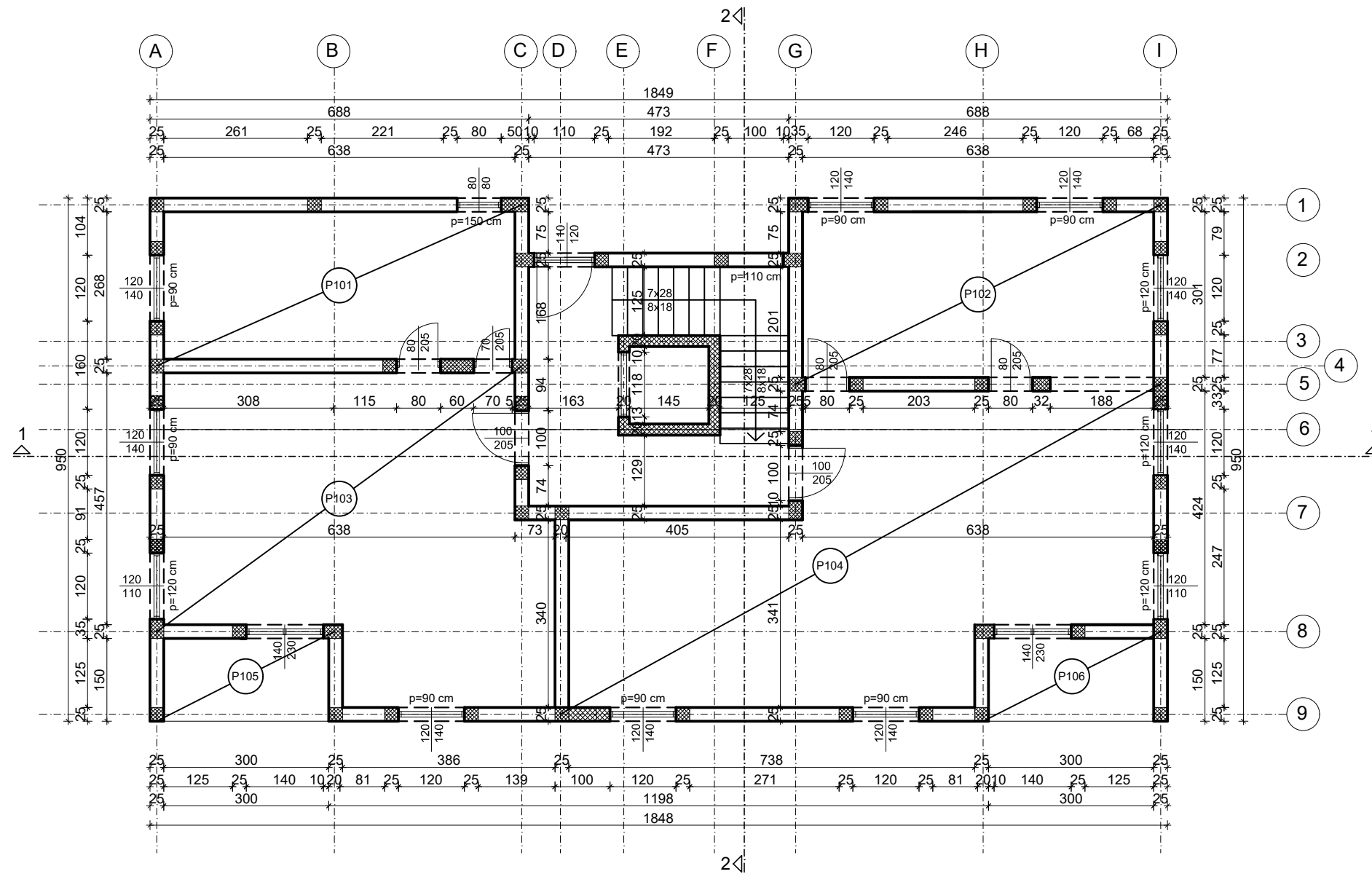



PRESJEK 2-2  
B= 75 cm



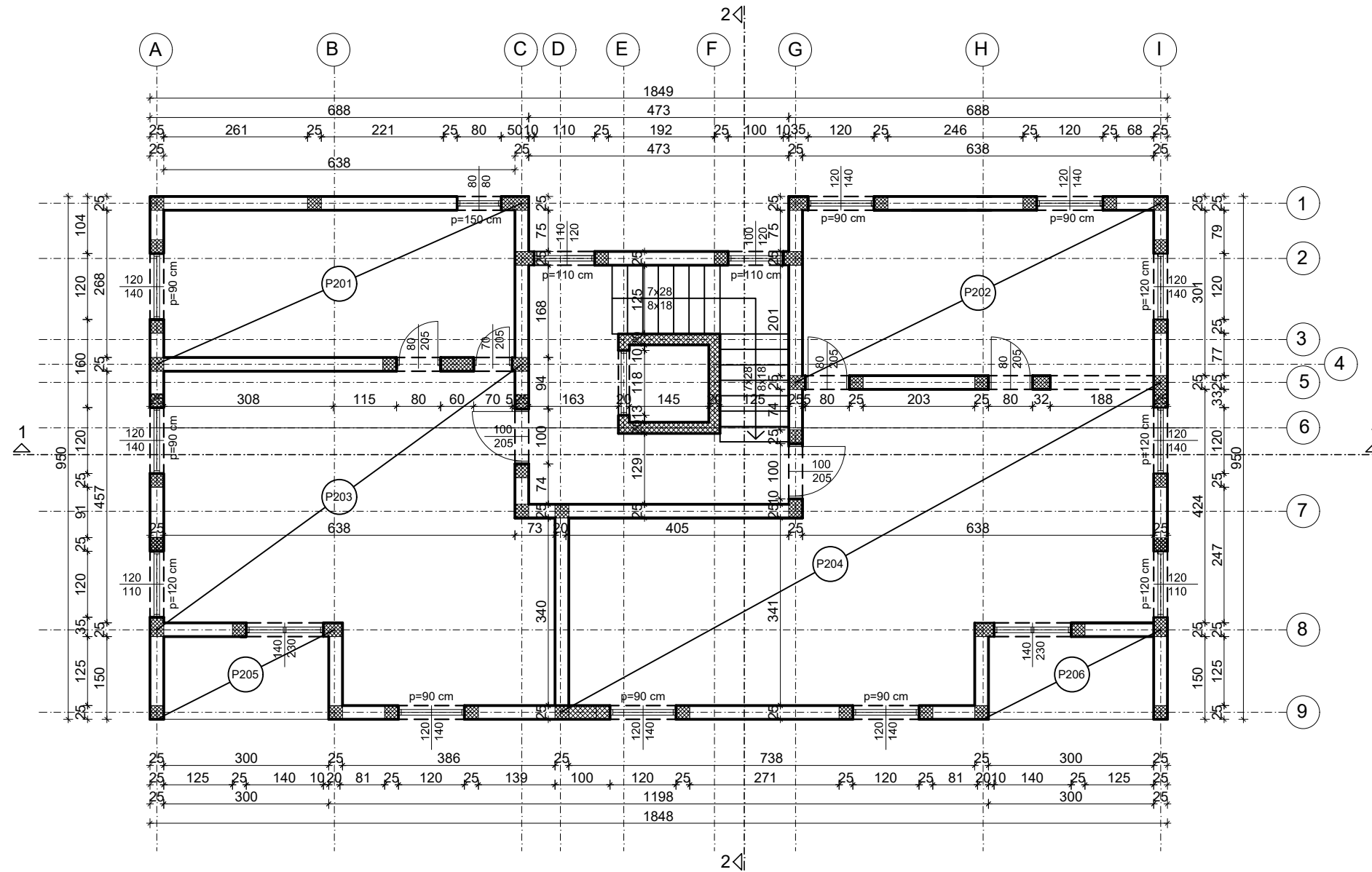
 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE</p>	Završni rad	
	TEMA: PRORAČUN NOSIVE KONSTRUKCIJE ZIDANE GRAĐEVINE	
	TEMA: Anamarija Ščepanović	
	SADRŽAJ: Tlocrt temelja	MJERILO: M1:100
	DATUM: 2021	BROJ PRJEDLOGA: 2


PLAN POZICIJA P100  
M 1:100



 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE</p>	Završni rad	
	TEMA: PRORAČUN NOSIVE KONSTRUKCIJE ZIDANE GRAĐEVINE	
	TEMA: Anamarija Šćepanović	
	SADRŽAJ: Plan poz100	MJERILO: M1:100
	DATUM: 2021	BROJ PRJEDLOGA: 3

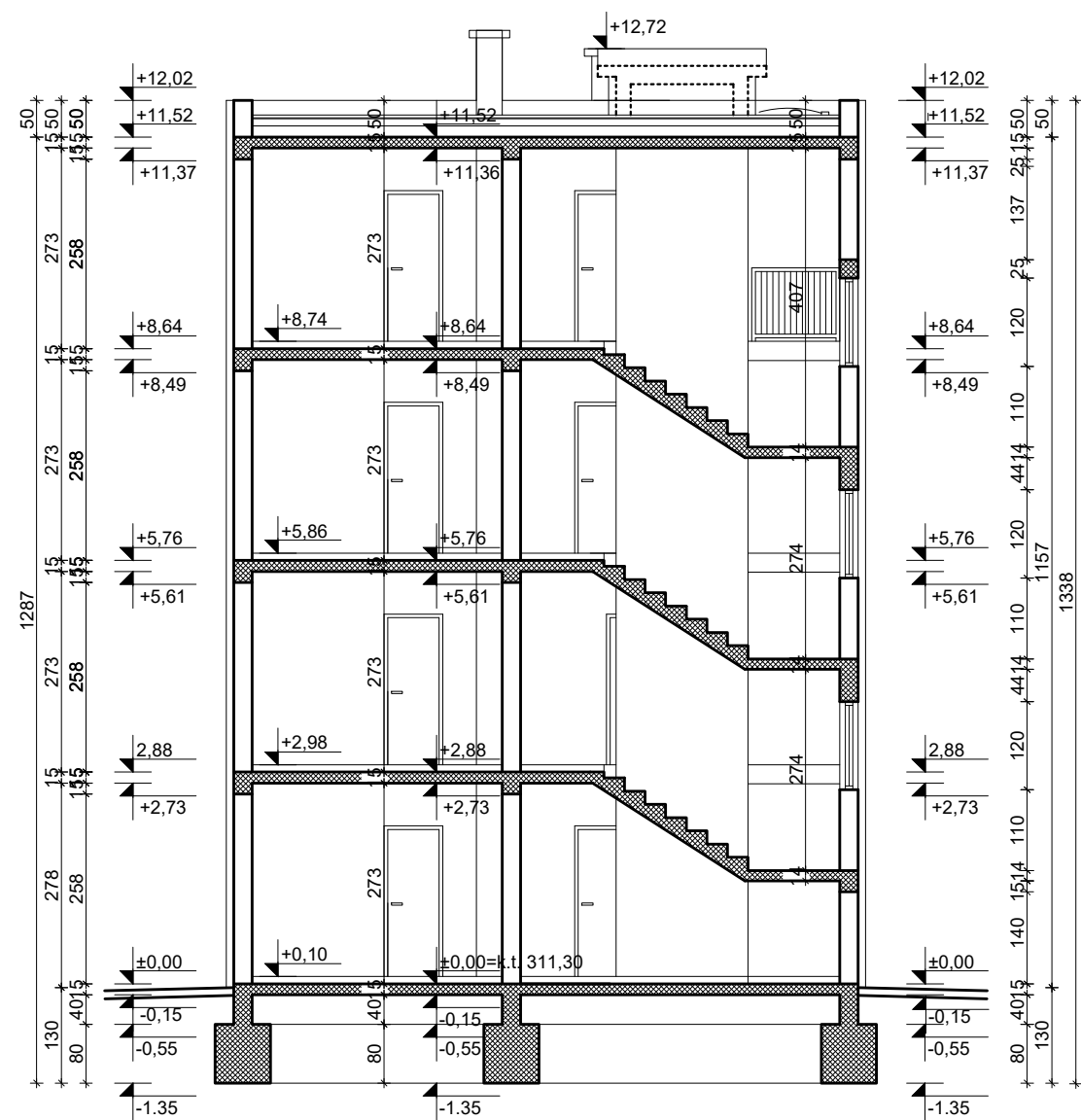
PLAN POZICIJA P200  
M 1:100




 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE</p>	Završni rad	
	TEMA: PRORAČUN NOSIVE KONSTRUKCIJE ZIDANE GRAĐEVINE	
	TEMA: Anamarija Šćepanović	
	SADRŽAJ: Tlocrt karakteristične etaže	MJERILO: M1:100
	DATUM: 2021	BROJ PRJEDLOGA: 4



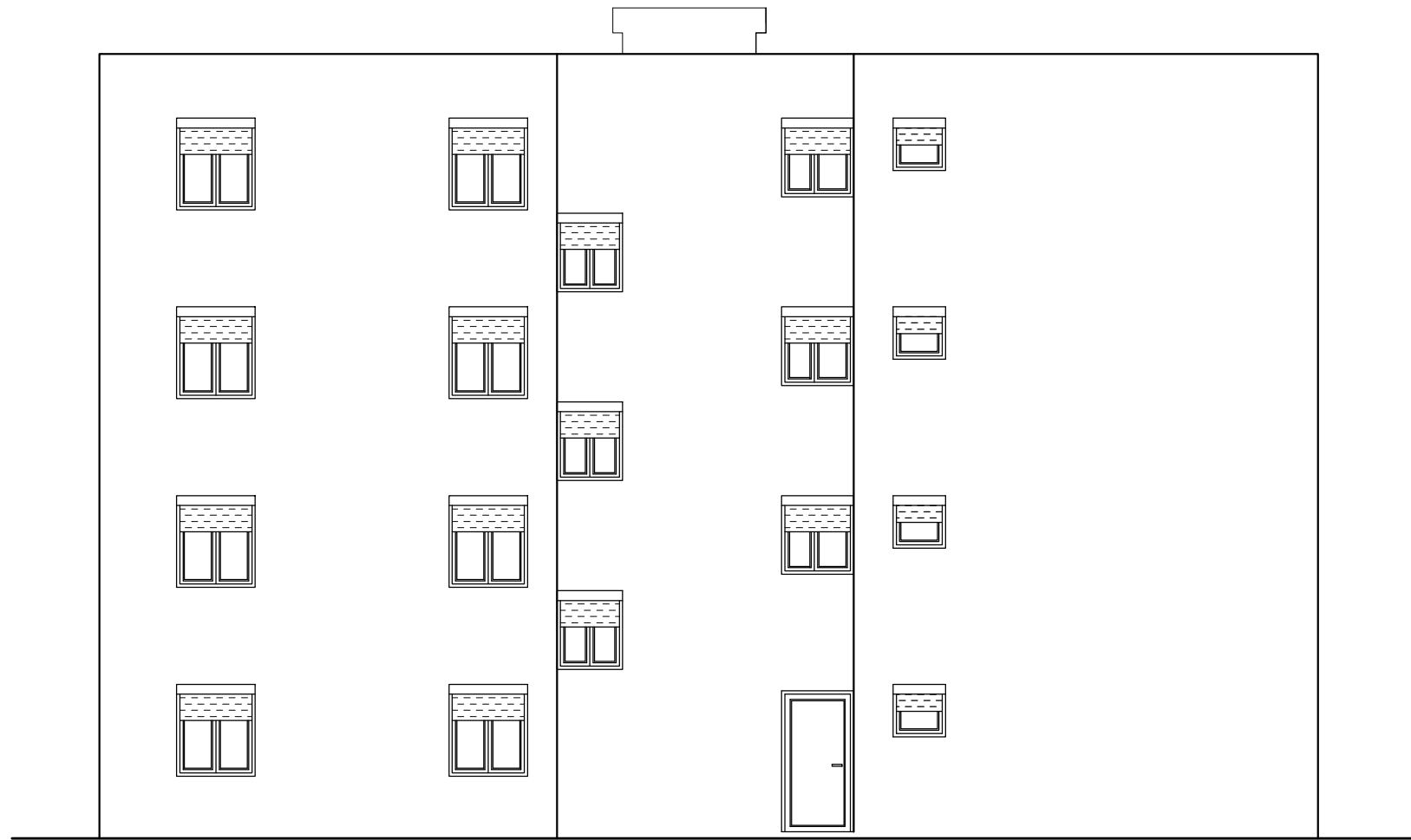
PRESJEK 2-2  
M 1:100




 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE</p>	Završni rad	
	TEMA: PRORAČUN NOSIVE KONSTRUKCIJE ZIDANE GRAĐEVINE	
	TEMA: Anamarija Ščepanović	
	SADRŽAJ: Presjek 2-2	MJERILO: M1:100
	DATUM: 2021	BROJ PRJEDLOGA: 6

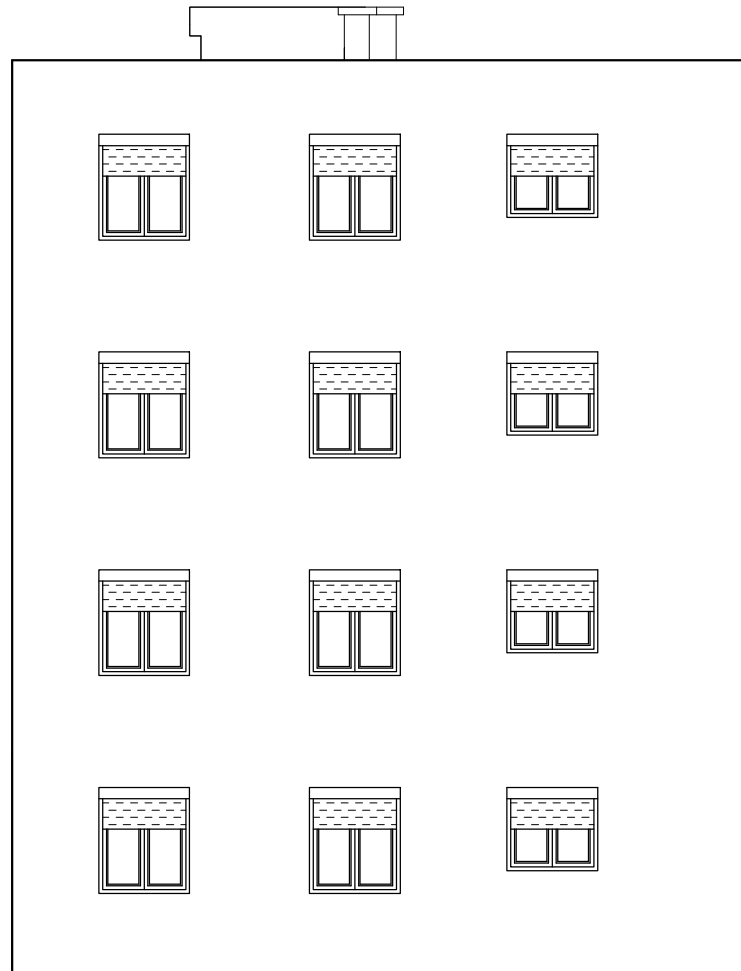


SJEVEROISTOČNO  
PROČELJE  
M 1:100

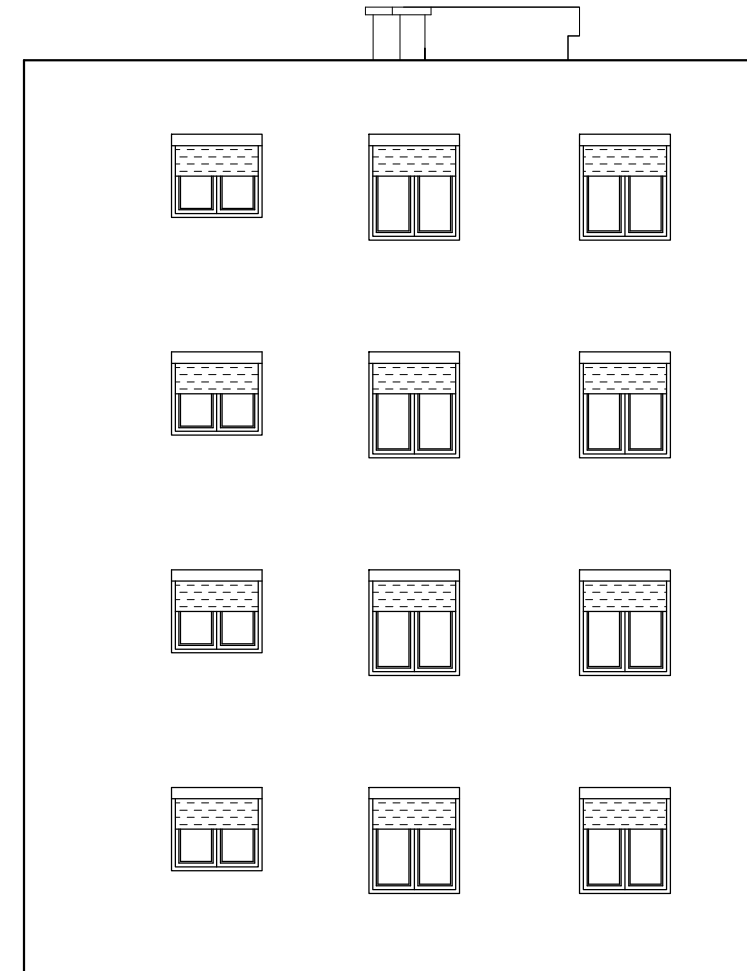


 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE</p>	Završni rad	
	TEMA: PRORAČUN NOSIVE KONSTRUKCIJE ZIDANE GRAĐEVINE	
	TEMA: Anamarija Šćepanović	
	SADRŽAJ: Sjevernoistočno pročelje	MJERILO: M1:100
DATUM: 2021	BROJ PRJEDLOGA: 7	

SJEVEROZAPADNO  
PROČELJE  
M 1:100



JUGOISTOČNO  
PROČELJE  
M 1:100



SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Završni rad

TEMA:  
PRORAČUN NOSIVE KONSTRUKCIJE ZIDANE GRAĐEVINE

TEMA:  
Anamarija Ščepanović

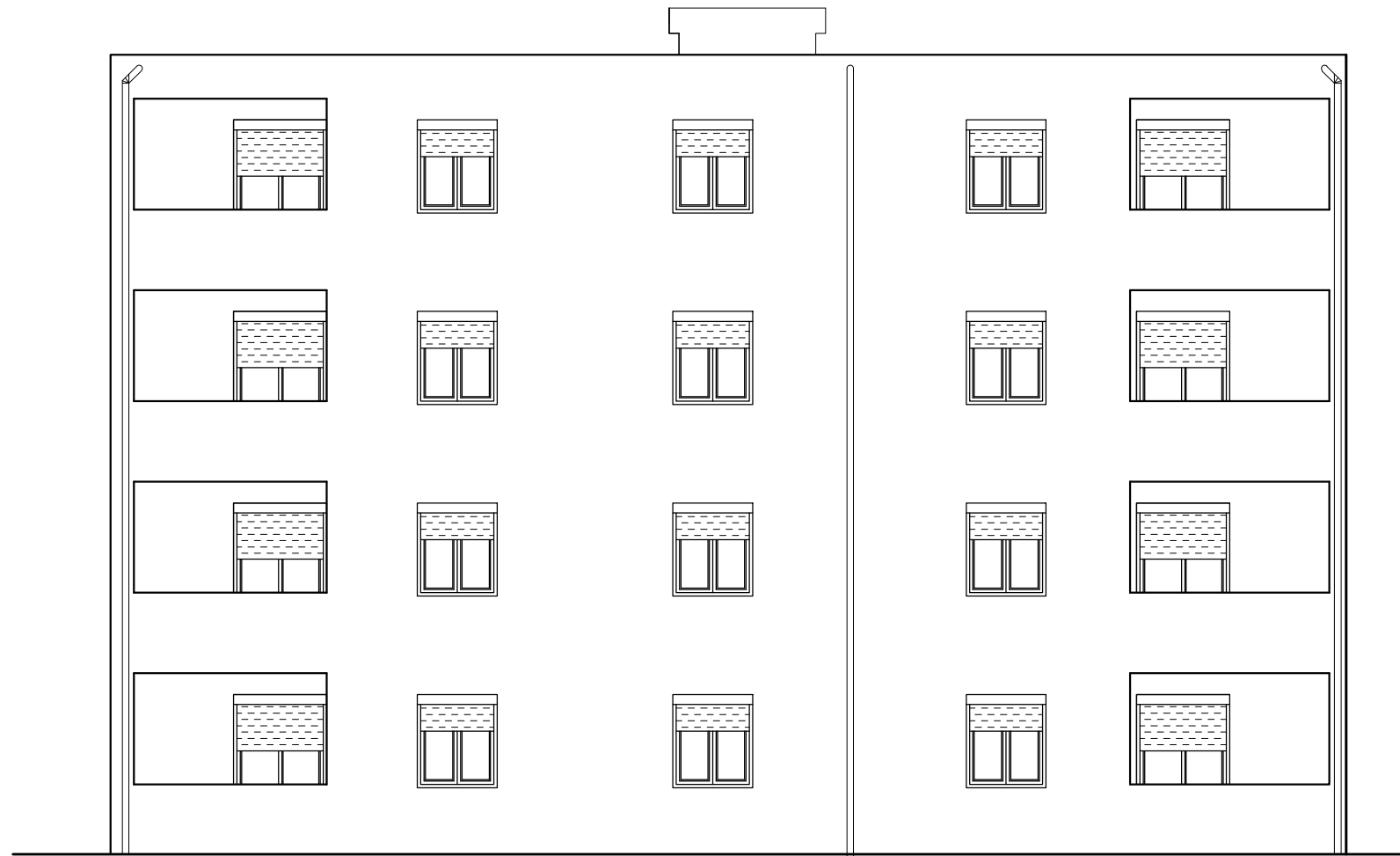
SADRŽAJ:  
Sjeverozapadno i jugoistočno  
pročelje


MJERILO: M1:100

DATUM: 2021

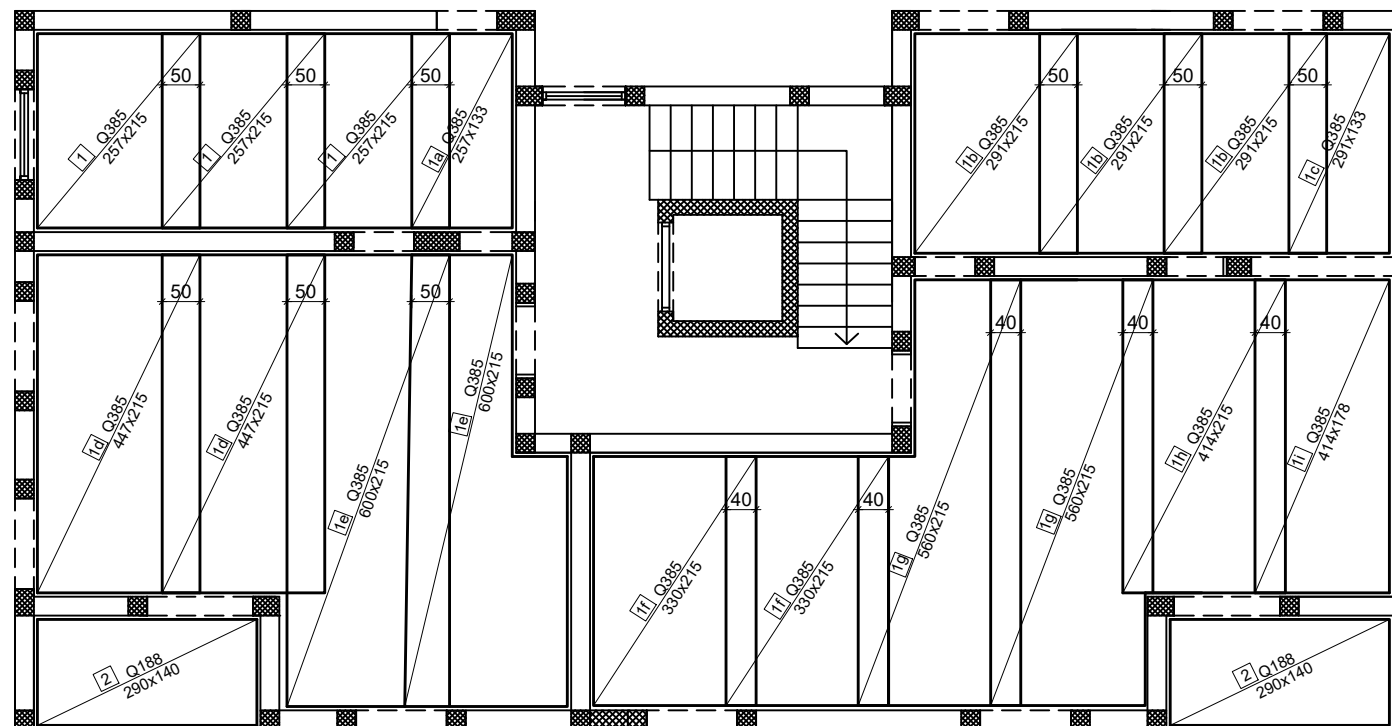
BROJ PRJEDLOGA: 8

JUGOZAPADNO  
PROČELJE  
M 1:100




 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE</p>	Završni rad	
	TEMA: PRORAČUN NOSIVE KONSTRUKCIJE ZIDANE GRAĐEVINE	
	TEMA: Anamarija Šćepanović	
	SADRŽAJ: Jugozapadno pročelje	MJERILO: BROJ PRJEDLOGA: M1:100 9
DATUM: 2021		

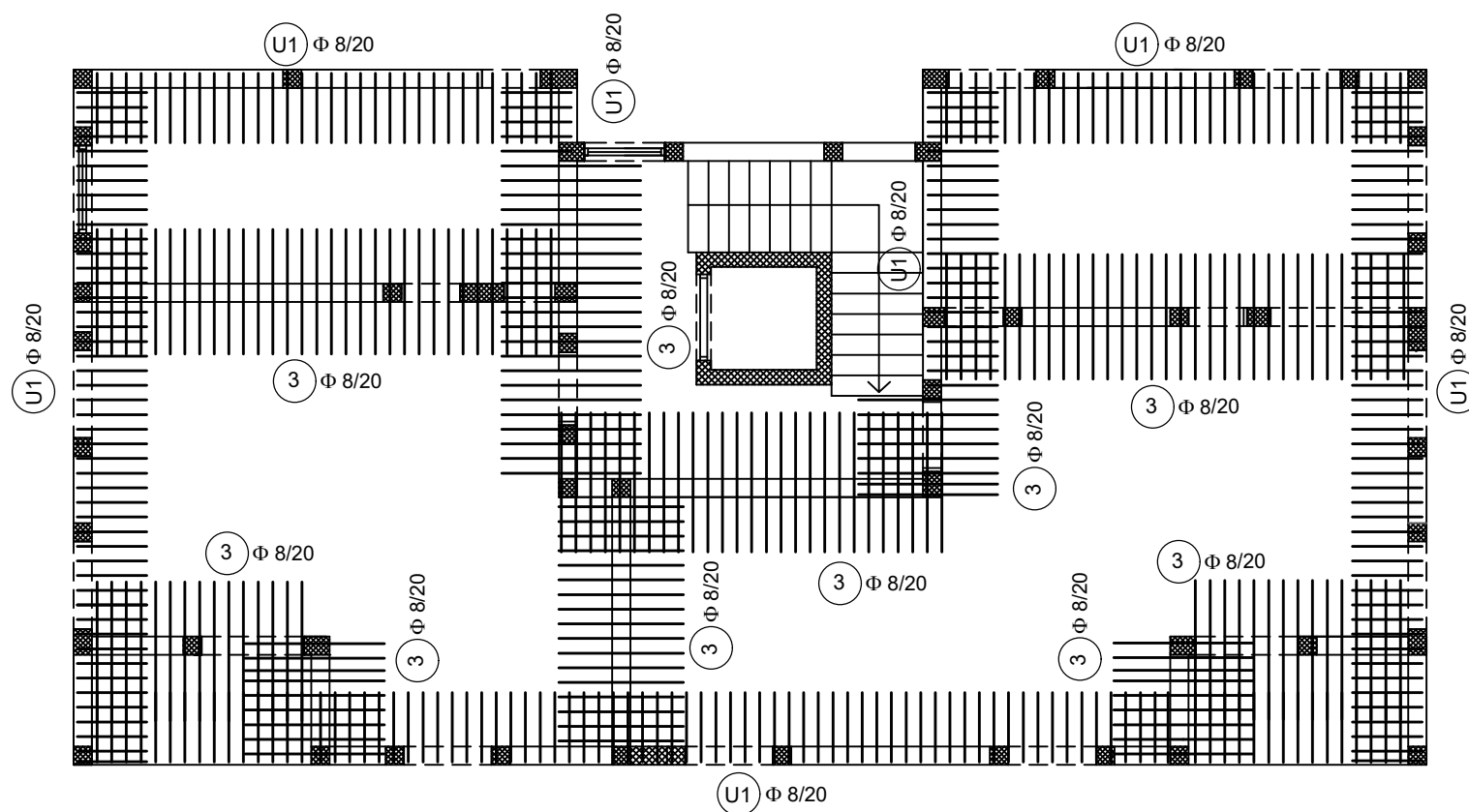
PLAN POZICIJA P100  
 ARMATURA-DONJI POJAS  
 MREŽE  
 M 1:100



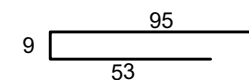
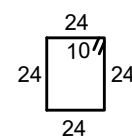
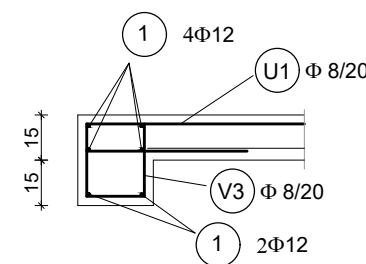
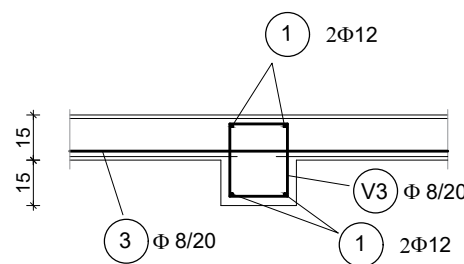
- 1 Q385; 257/215 3 kom
- 1a Q385; 257/133 1 kom
- 1b Q385; 291/215 3 kom
- 1c Q385; 291/133 1 kom
- 1d Q385; 447/215 2 kom
- 1e Q385; 600/215 2 kom
- 1f Q385; 330/215 2 kom
- 1g Q385; 560/215 2 kom
- 1h Q385; 414/215 1 kom
- 1i Q385; 414/173 1 kom
- 2 Q188; 290/140 2 kom


 SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE	Završni rad	
	TEMA: PRORAČUN NOSIVE KONSTRUKCIJE ZIDANE GRAĐEVINE	
	TEMA: Anamarija Šćepanović	
	SADRŽAJ: armatura, donji pojas-mreže P100	MJERILO: M1:100
	DATUM: 2021	BROJ PRJEDLOGA: 10

PLAN POZICIJA P100  
 ARMATURA-DONJI POJAS  
 ŠIPKE  
 M 1:100

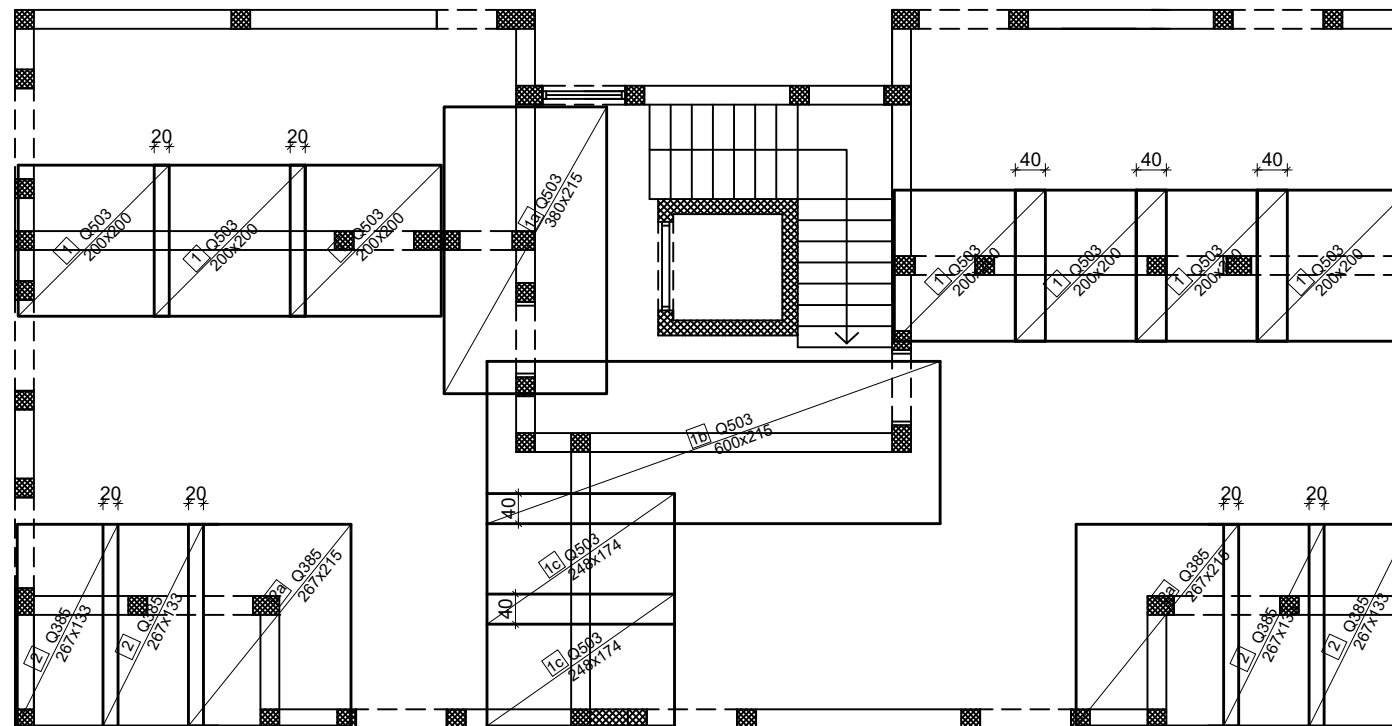


U1 Φ 8/20 L= 95 cm (242 kom)  
 3 Φ 8/20 L=170 cm (187 kom)




 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU                  FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,                  ARHITEKTURE I GEODEZIJE</p>	Završni rad	
	TEMA: PRORAČUN NOSIVE KONSTRUKCIJE ZIDANE GRAĐEVINE	
	TEMA: Anamarija Ščepanović	
	SADRŽAJ: armatura,donji pojas-šipke P100	MJERILO: M1:100
	DATUM: 2021	BROJ PRJEDLOGA: 11

PLAN POZICIJA P100  
 ARMATURA- GORNJI POJAS  
 M 1:100



- 1 Q503; 200/200 7 kom
- 1a Q503; 380/215 1 kom
- 1b Q503; 600/215 1 kom
- 1c Q503; 248/174 2 kom
- 2 Q385; 267/133 4 kom
- 2a Q385; 267/215 2 kom

 SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE	Završni rad	
	TEMA: PRORAČUN NOSIVE KONSTRUKCIJE ZIDANE GRAĐEVINE	
	TEMA: Anamarija Šćepanović	
	SADRŽAJ: Plan P100-armatura,gornji pojas	MJERILO: M1:100
	DATUM: 2021	BROJ PRJEDLOGA: 12