

# Proračun nosive konstrukcije zidane građevine

---

**Pavić, Branimir**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2017**

*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:123:724420>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-05**



*Repository / Repozitorij:*

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



UNIVERSITY OF SPLIT



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

**BRANIMIR PAVIĆ**

**ZIDANE KONSTRUKCIJE  
STRUČNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**

**ZAVRŠNI RAD  
PRORAČUN NOSIVE KONSTRUKCIJE  
ZIDANE GRAĐEVINE**

**SPLIT , 2017.**

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

Split, Matice hrvatske 15

**STUDIJ : Stručni studij Građevinarstvo**

**STUDENT : Branimir Pavić**

**BROJ INDEKSA : 1652**

**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 . Građevina se nalazi u VIII potresnoj zoni i I području opterećenja vjetrom . Proračun provesti u svemu prema europskim normama EC1 , EC6 I EC8 , dopunjeno podacima o opterećenima prema odgovarajućim hrvatskim normama i pravilnicima .

**U Splitu , rujan 2017.**

**Voditelj završnog rada :**

---

**Dr. sc. Hrvoje Smoljanović**

<b>1. TEHNIČKI OPIS</b>	<b>3</b>
1.1. OPĆENITO	3
1.2. OPIS NOSIVE KONSTRUKCIJE	3
1.2.1. TEMELJI	3
1.2.2. AB KONSTRUKCIJE	3
1.2.3. ZIDOVI	4
1.2.4. OSTALE KONSTRUKCIJE	4
<b>2. GRAĐEVINSKI NACRTI</b>	<b>5</b>
2.1. TLOCRT TEMELJA	6
2.2. TLOCRT PRIZEMLJA – POZICIJA 100	7
2.3. TLOCRT PRVOG KATA – POZICIJA 200	8
2.4. TLOCRT DRUGOG KATA – POZICIJA 300	9
2.5. PRESJECI	10
2.6. PROČELJA	11
<b>3. PRORAČUN NOSIVE KONSTRUKCIJE</b>	<b>12</b>
3.1. DJELOVANJA	12
3.1.1. STALNO OPTEREĆENJE ( G )	13
3.1.2. PROMJENJIVO OPTEREĆENJE ( Q )	14
3.2. DJELOVANJE POTRESA	15
3.2.1. TEMELJNI ZAHTJEVI	15
3.2.2. KATEGORIJA TEMELJNOG TLA	16
3.2.3. RAČUNSKO UBRZANJE TLA	17
3.2.4. SPEKTAR ODGOVORA UBRZANJA PODLOGE	18

3.3. OPTEREĆENJE VJETROM ( W )	19
3.3.1. OPĆI PODACI	19
3.4. PRORAČUN ZIDOVA NA VERTIKALNO DJELOVANJE	21
3.4.1. UTJECAJNE POVRŠINE KOJE PREUZIMAJU ZIDOVI	21
3.4.2. PODACI ZA PRORAČUN ZIDOVA	22
3.5. PRORAČUN ZIDOVA NA DJELOVANJE POTRESA	28
3.5.1. UKUPNA PRORAČUNSKA SILA POTRESA	28
3.5.2. RASPODJELA SEIZMIČKIH SILA PO ETAŽAMA	31
3.5.3. UKUPAN MOMENT OD POTRESA	32
<b>4. PRORAČUN HORIZONTALNIH KONSTRUKCIJA</b>	<b>36</b>
4.1. PRORAČUN AB PLOČA	36
4.1.1. GRANIČNA STANJA I PRORAČUN ARMATURE	36
4.2. PRORAČUN GREDE	42
4.3. DIMENZIONIRANJE STUBIŠTA	45
4.4. DIMENZIONIRANJE TEMELJA	46
4.4.1. TEMELJ ZIDOVA	46
<b>5. LITERATURA</b>	<b>49</b>
5.1. SOFTWARE	49

## **1. TEHNIČKI OPIS**

### **1.1. Općenito**

Predmetna građevina je locirana u VIII. potresnoj zoni tj. računsko ubrzanje tla jednako je  $a_g=0,2g$  prema EC8. i III. području opterećenja vjetrom . Predmetna građevina je u tlocrtnom smislu razvedenog oblika,(P+2 kata) i završno je oblikovana ravnim krovom. Tlocrtne dimenzije su 23.75 m x 14.10 m, visina etaže je 2.90 m . Ukupna visina građevine , mjereno od gornje plohe prizemlja iznosi 9.45 m . Vertikalna komunikacija prizemlja s etažama omogućena je stubištem i dizalom . Vertikalna opterećenja se preuzimaju 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 temelja na tlo .

### **1.2 OPIS NOSIVE KONSTRUKCIJE**

#### **1.2.1 Temelji**

Računska nosivost tla iznosi  $\sigma_{rd} = 250$  kPa , prema Geomehaničkom elaboratu . Temeljne trake izvesti (širine  $b=50$  cm i  $b=60$  cm i visine  $h= 50$  cm) izvesti od betona C25/30, armirati s B-500 . Nadtemeljne zidove ( $d=25$  cm) i podnu ploču ( $d=15$  cm) izvesti od betona C25/30, armirati s B-500 .

#### **1.2.2. AB konstrukcije**

AB ploče izraditi od betona C25/30 i armirati mrežastom armaturom B500B . Vertikalne i horizontalne serklaže izraditi od betona C20/25 i armirati s RA 400/500 i GA 240/360 . Vertikalne i horizontalne serklaže betonirati nakon zidanja ziđa . Trakasti temelji su izvedeni od betona klase C25/30 prema EC2 i armirani armaturnim šipkama B500B .

### **1.2.3 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 : (  $\frac{1}{4}$  -  $\frac{1}{2}$  ) : ( 4 - 4 $\frac{1}{4}$  )

### **1.2.4 Ostale konstrukcije**

Vertikalne i horizontalne serklaže izvesti od betona C25/30 i armirati s B-500 .

Vertikalne serklaže (25x25 cm) izvesti nakon zidanja zida . Moguće je ugraditi posebne blokove koji oblikuju oplatu serklaža.

Horizontalne serklaže izvesti u razini međukatnih konstrukcija od betona C25/30 i armirati s B-500 .

## **2. GRAĐEVINSKI NACRTI**



## **2.1. TLOCRT TEMELJA**

## **2.2. TLOCRT PRIZEMLJA – POZICIJA 100**

### **2.3. TLOCRT PRVOG KATA – POZICIJA 200**

## **2.4. TLOCRT DRUGOG KATA – POZICIJA 300**

## **2.5. PRESJECI**

## 2.6. PROČELJA

### 3. PRORAČUN NOSIVE KONSTRUKCIJE

#### 3.1. Djelovanja

Nosiva konstrukcija predmetne građevine proračunava se po graničnih stanja, prema EC1, EC6 i EC8, a za sljedeća osnovna djelovanja:

**G - 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> - Djelovanje potresa** : Opterećenje S<sub>x</sub> odgovara djelovanju potresa u globalnom smjeru x . Kombinira se s djelovanjima G , Q<sub>s</sub> .

**S<sub>y</sub> - Djelovanje potresa** : Opterećenje S<sub>y</sub> odgovara djelovanju potresa u globalnom smjeru y. Kombinira se s djelovanjima G , Q<sub>s</sub> .

**W - Djelovanje vjetra** : Opterećenje W računa se za građevinu u cjelini , te uspoređuje s ukupnom horizontalnom silom usljed djelovanja vjetra .

**3.1.1. Stalno opterećenje ( G )**

Stalno opterećenje uključeno je u proračun prema slijedećem : Specifična težina opečnog zidnog elementa od  $\gamma = 14.0 \text{ kN/m}^3$ . Za izračun vlastite težine serklaža i ploča uzima se  $\gamma = 25.0 \text{ kN/m}^3$ . Stalno opterećenje AB ploče automatski je uvršteno u SCIA-i .

**POZ 300 – krov**

- završna obloga – betonske ploče na podmetačima..... $0,05 \text{ m} \times 24,0 = 1,20 \text{ kN/m}^2$
- izolacije..... $0,20 \text{ kN/m}^2$
- beton za pad..... $0,08 \text{ m} \times 12 \text{ kN/m}^3 = 0,96 \text{ kN/m}^2$
- unutarnja žbuka..... $0,015 \text{ m} \times 16 \text{ kN/m}^3 = 0,24 \text{ kN/m}^2$

---

Dodatno stalno opterećenje ..... $d_g = 2,60 \text{ kN/m}^2$

Promjenjivo djelovanje: ..... $q = 1,0 \text{ kN/m}^2$

**POZ 100 (200) – stambeni prostori**

- pregradni zidovi..... $= 0,50 \text{ kN/m}^2$
- završni slojevi poda..... $= 0,20 \text{ kN/m}^2$
- cementni estrih..... $0,05 \text{ m} \times 22 \text{ kN/m}^3 = 1,10 \text{ kN/m}^2$
- unutarnja žbuka..... $0,015 \text{ m} \times 16 \text{ kN/m}^3 = 0,24 \text{ kN/m}^2$

---

Dodatno stalno opterećenje ..... $d_g = 2,04 \text{ kN/m}^2$

Promjenjivo djelovanje: - sobe..... $q_1 = 2,00 \text{ kN/m}^2$

- hodnici..... $q_3 = 3,00 \text{ kN/m}^2$

- balkoni..... $q_2 = 4,00 \text{ kN/m}^2$

**NOSIVI ZIDOV I**

- unutarnja žbuka..... $0,015 \text{ m} \times 16 \text{ kN/m}^3 = 0,24 \text{ kN/m}^2$
- zid od blok opeke..... $0,25 \text{ m} \times 14 \text{ kN/m}^3 = 3,50 \text{ kN/m}^2$
- vanjska žbuka..... $0,020 \text{ m} \times 16 \text{ kN/m}^3 = 0,32 \text{ kN/m}^2$

---

Stalno opterećenje..... $g = 4,06 \text{ kN/m}^2$



**BALKONI**

- završni sloj poda..... = 0,20 kN/m<sup>2</sup>
- izolacije, folije, instalacije, glet..... = 0,20 kN/m<sup>2</sup>
- a-b ploča.....0,15 m x 25 kN/m<sup>3</sup> = 3,75 kN/m<sup>2</sup>
- Stalno opterećenje.....g = 4,15 kN/m<sup>2</sup>
- Promjenjivo opterećenje.....q<sub>2</sub> = 4,00 kN/m<sup>2</sup>

**STEPENIŠNI KRAKOVI**

- obloga od kamenih ploča u cementnom mortu.....=2,00 kN/m<sup>2</sup>
- a-b ploča: d=12 cm, dsr= 18 cm, 0,18 m x 25 kN/m<sup>3</sup> = 4,5 / cos38° = 5,71 kN/m<sup>2</sup>
- Stalno opterećenje..... g = 7,71 kN/m<sup>2</sup>
- Promjenjivo opterećenje..... q = 3,00 kN/m<sup>2</sup>

**PODESTI**

- obloga od kamenih ploča u cementnom mortu..... = 2,00 kN/m<sup>2</sup>
- a-b ploča podesta.....0,15 m x 25 kN/m<sup>3</sup> = 3,75 kN/m<sup>2</sup>
- Stalno opterećenje.....g = 5,75 kN/m<sup>2</sup>

**3.1.2. Promjenjivo opterećenje ( Q )**

- stanovi.....q<sub>1</sub> = 2,00 kN/m<sup>2</sup>
- balkoni..... q<sub>2</sub> = 4,00 kN/m<sup>2</sup>
- hodnici.....q<sub>3</sub> = 3,00 kN/m<sup>2</sup>

## **3.2. DJELOVANJE POTRESA**

### **3.2.1. 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 koji se naziva „ elastičnim spektrom odgovora “ . EC 1998 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 pri proračunskom djelovanju ne dođe do općeg rušenja ili rušenja pojedinih dijelova te da zadrži svoju konstrukcijsku cjelovitost i preostalu cjelovitost nakon potresa . Drugi je ograničenje oštećenja . 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 pouzdanost je uključeno preko razreda važnosti građevine u faktoru važnosti  $\gamma_I$  . Predmetna građevina ima faktor važnosti 1.0 .

<b>Razred važnosti</b>	<b>Opis i namjena zgrade</b>	<b>Faktor važnosti zgrade <math>\gamma_I</math></b>
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

Razredi važnosti građevine

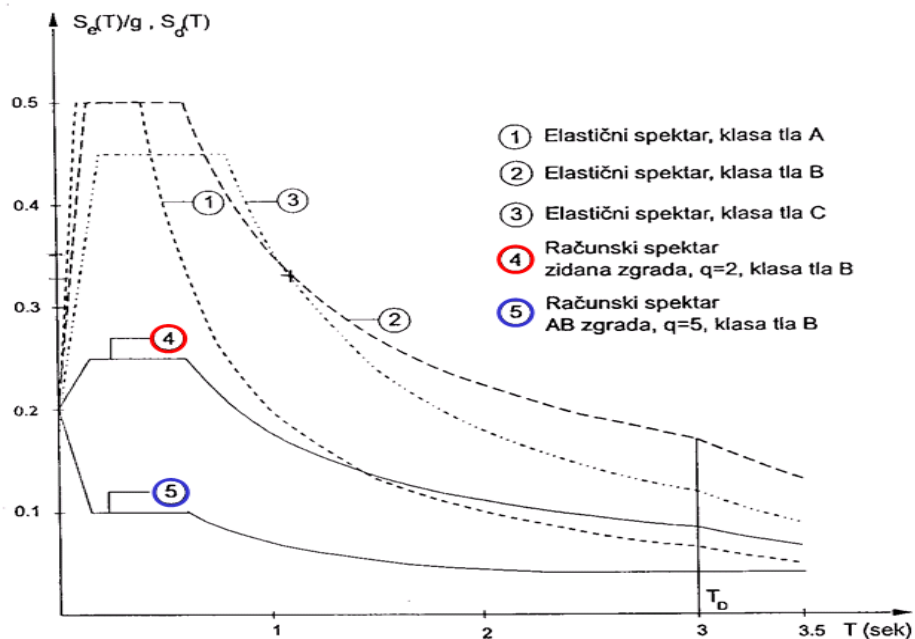
Predmetna građevina se računa prema razredu važnosti III . Građevina se proračunava na horizontalno potresno djelovanje , koje se opisuje dvjema okomitim komponentama  $S_x$  i  $S_y$

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 .

### 3.2.2. 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  $v_s$  najmanje 200 m/s pri dubini od 10 metara .



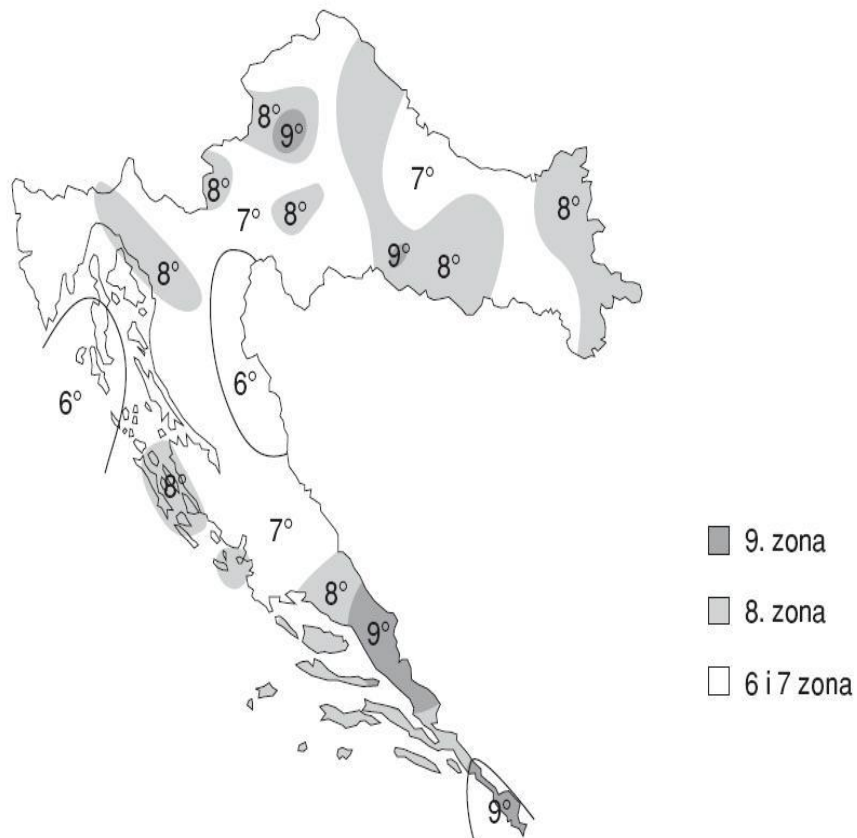
Elastični i računski spektar odziva, VIII seizmička zona,  $a_g=0,2g$

### 3.2.3. Računsko ubrzanje tla

Seizmička opasnost i potrebni parametri za pojedina seizmička područja utvrđuju se na osnovi detaljne seizmičke rajonizacije i seizmičke mikrorajonizacije . Predmetna građevina nalazi se prema HRN u VIII. seizmičkoj zoni , te se prema EC8 uzima računsko ubrzanje tla od  $a_g = 0.2g$  . Projektni potres je najjači očekivani potres koji može pogoditi objekt u tijeku njegova amortizacijskog razdoblja , a usvaja se onaj potres koji se javlja jednom u 500 godina .

#### SEIZMIČKA KARTA HRVATSKE

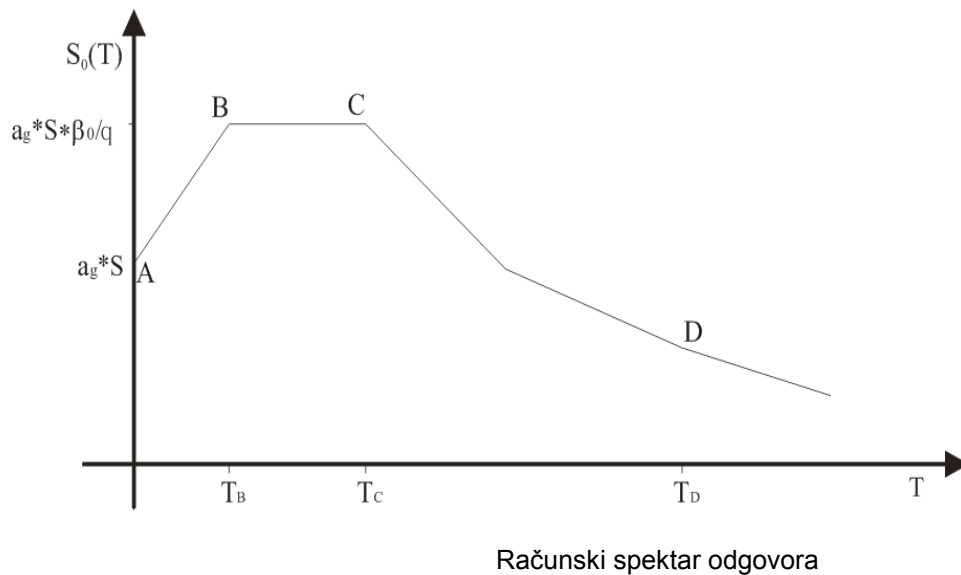
Mjerodavna za projektiranje zgrada u seizmičkim područjima



Seizmička karta Hrvatske

### **3.2.4. Spektar odgovora ubrzanja podloge**

Da bi se izbjegla opsežna nelinearna analiza sustava, uzima se u obzir mogućnost disipacije energije konstrukcije preko duktilnosti njenih elemenata te se koristi linearna analiza zasnovana na računskom spektru odgovora, koji je reduciran u odnosu na elastični. Računski spektar odgovora dobiva se iz elastičnog njegovom redukcijom uz pomoć faktora ponašanja  $q$ . Računski spektar je normaliziran u odnosu na ubrzanje gravitacije  $g$ . Definiran je prema sljedećem crtežu i izrazu :



### 3.3 OPTEREĆENJE VJETROM ( W )

#### 3.3.1. Opći podaci

$$\psi_0=0.6 ; \psi_1=0.5$$

osnovna brzina vjetra :  $v_{b,0} = 30 \text{ m/s}$

kategorija terena : I.

tlak pri osnovnoj brzini :  $q_b = \rho_{zrak} * v_b^2 / 2 = 1.25 * (30^2) / 2 / 1000 = q_b = 0.56 \text{ kN/m}^2$

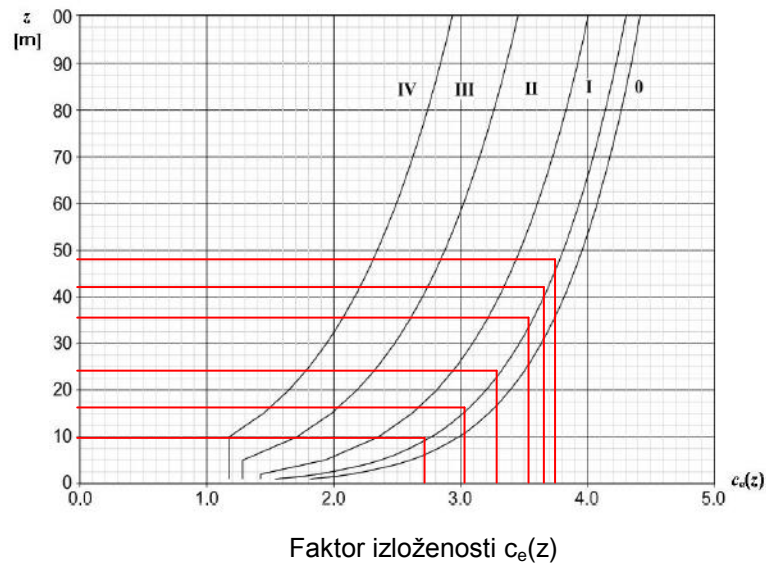
tlak pri vršnoj brzini :  $q_p(z) = c_e(z) * q_b$

tlak vjetra na vanjske površine :

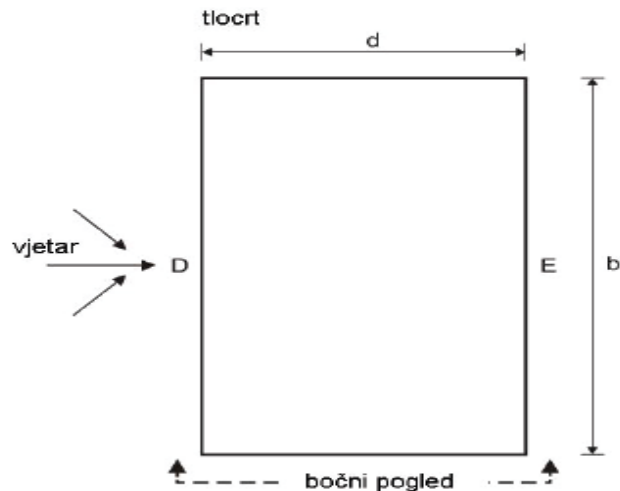
$$w_e = q_p(z_e) * c_{pe}$$

tlak vjetra na unutarnje površine:

$$w_i = q_p(z_i) * c_{pi}$$



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



Visina zgrade (iznad okolnog terena): 9.45 m

$$q_b = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

$z_e$ [m]	$c_e(z)$	D		E	
		$c_{pe,10}$	$w_e$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{pe,10}$	$w_e$ [kN/m <sup>2</sup> ]
$h \leq 10$	2,75	0,8	1,23	-0,5	-0,77
$10 < h < 24$	3,30	0,8	1,48	-0,5	-0,92
$24 < h < 36$	3,55	0,8	1,59	-0,5	-0,99
$36 < h < 42$	3,70	0,8	1,66	-0,5	-1,04

### Računska sila od vjetra :

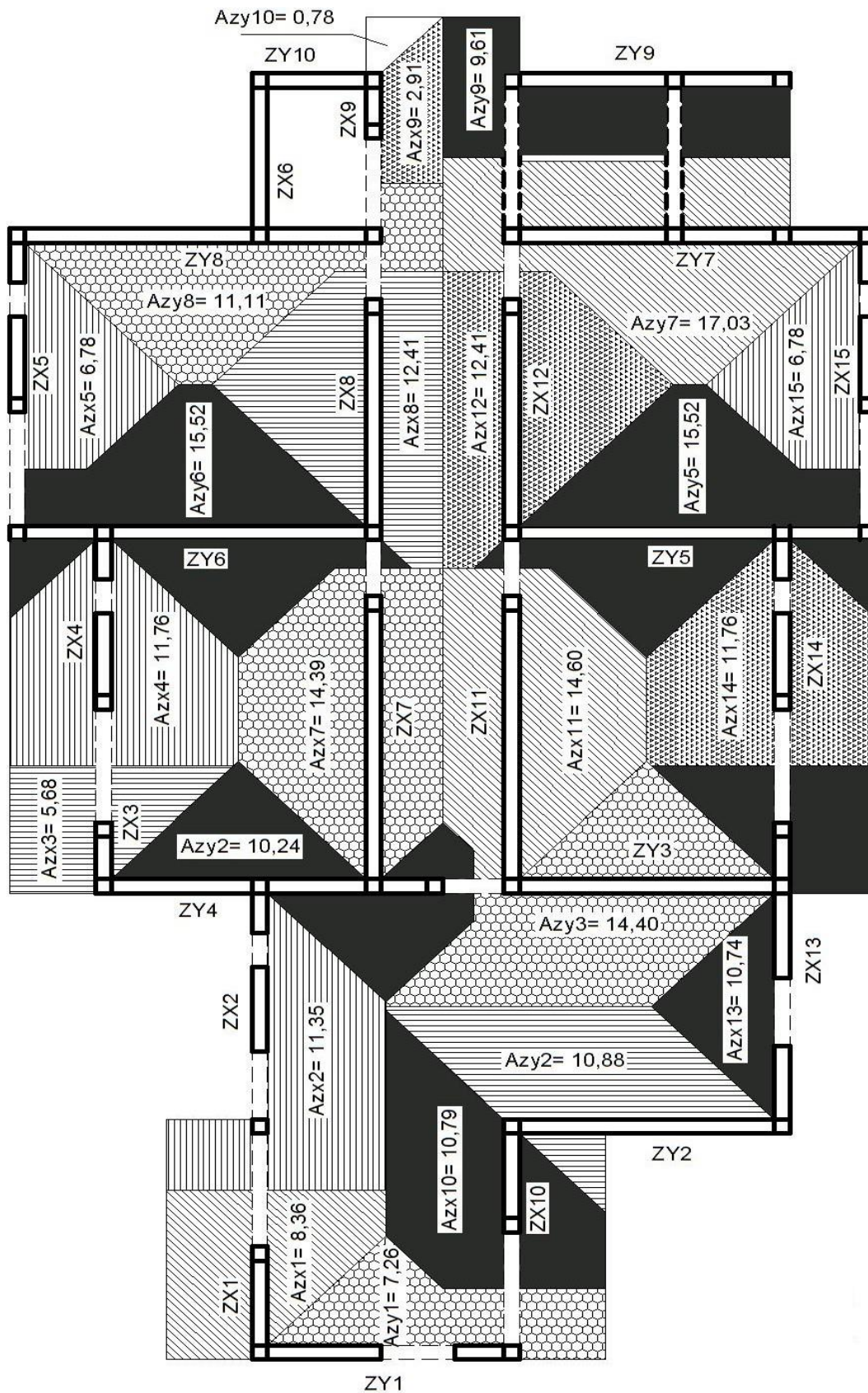
$$W_x = w_e \cdot b \cdot H = 1.23 \cdot 23.75 \cdot 9.45 = 276.06 \text{ kN}$$

$$W_y = w_e \cdot d \cdot H = 1.23 \cdot 14.10 \cdot 9.45 = 163.89 \text{ kN}$$

UKUPNA SEIZMIČKA SILA PREDSTAVLJA MJERODAVNO HORIZONTALNO OPTEREĆENJE BUDUĆI DA JE ZA OBA GLAVNA SMJERA DOMINANTNA PO IZNOSU U ODNOSU NA VJETAR .

### 3.4. PRORAČUN ZIDOVA NA VERTIKALNO DJELOVANJE

#### 3.4.1. Utjecajne površine koje preuzimaju zidovi :





**3.4.2. Podaci za proračun zidova :**

blok opeka, dimenzije:  $d * \text{š} * v = 25 * 37.5 * 23.8 \text{ cm}$

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

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

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

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

tlačna čvrstoća zida:  $f_k = K * f_b^{0.7} * f_m^{0.3} = 0.55 * 11.5^{0.65} * 10.0^{0.25} = 4.78 \text{ MPa}$

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

parcijalni koef. sigurnosti za materijale:

$\gamma_M = 2.2$  (razred proizvodnje I., razred izvedbe B.)

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

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

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

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;  $g_z = t \cdot \gamma_z + g_{zbuke} = 0.25 * 14.0 + 0.50 = 4.00 \text{ kN/m}^2$

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

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

**Stalno djelovanje :**

$$N_g = (g * A_U) * n + W_z$$

- težina zida:  $W_z = g_z * L * h * n$

$$h_z = 2,75 \text{ m}$$

**Promjenjivo djelovanje :**

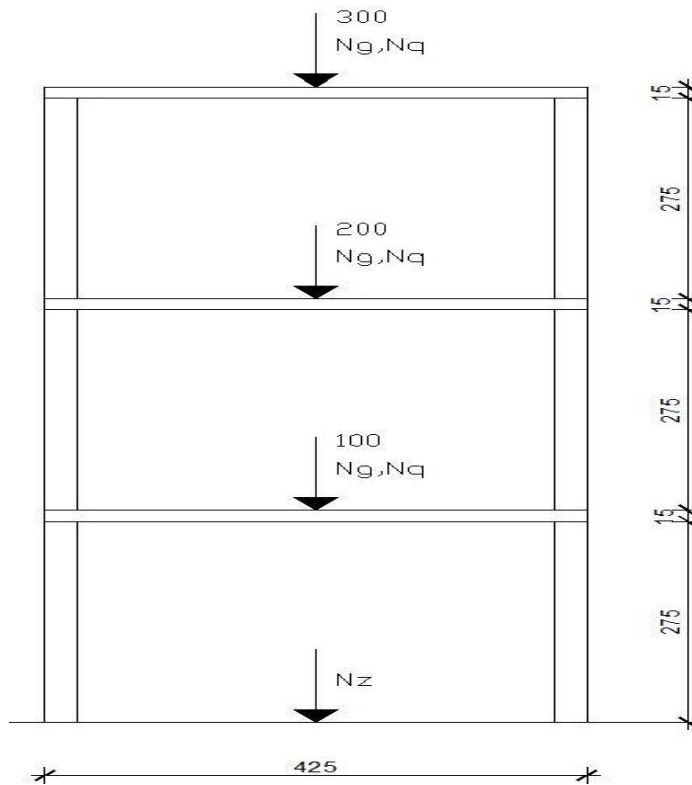
$$N_q = (q * A_U) * n$$

**Računska nosivost :**

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

**Uvjet nosivosti :**

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

**Primjer: Zid Zx8**

Poprečni presjek zida Zx8

**Računsko vertikalno djelovanje:**

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

**Stalno djelovanje poz 100,200**

$$N_g = (g * A_U) * n + W_z = 5,79 * 12,41 * 2 + 98,6 = 242,31 \text{ kN}$$

- težina zida:  $W_z = 4,00 * 4,25 * 5,80 = 98,6 \text{ kN}$

**Promjenjivo djelovanje poz 100,200**

$$N_q = (q * A_U) * n = 1,5 * 12,41 * 2 = 37,23 \text{ kN}$$

$$N_{ed}^{100, 200} = 1,35 * 242,31 + 1,5 * 37,23 = 382,96 \text{ kN}$$

Stalno djelovanje poz 300 :

$$\text{- težina zida: } Wz = 4,00 * 4,25 * 3,65 = 62,05 \text{ kN}$$

$$Ng = 6,35 * 12,41 + 62,05 = 140,85 \text{ kN}$$

Promjenjivo djelovanje poz 300:

$$Nq = 1,00 * 12,41 = 12,41 \text{ kN}$$

$$N_{ed}^{300} = 1,35 * 140,85 + 1,5 * 78,80 = 208,77 \text{ kN}$$

$$N_{ed} = 382,96 + 208,77 = 591,73 \text{ kN}$$

Računska nosivost:

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

$$N_{Rd} = 0,7 * 1,06 * 0,478 * 10000 / 2,2 = 1615,97 \text{ Kn}$$

$$\mathbf{NSd < NRd}$$

SLJEDEĆE TABLICE PRIKAZUJU DOKAZ NOSIVOSTI NA VERTIKALNO DJELOVANJE ZA SVAKI ZID U SMJERU X I Y .

ZID	DULJINA ZIDA (m)	DEBLJINA ZIDA t (m)	DULJINA OTVORA (m)	POVRŠINA ZIDA Az (m <sup>2</sup> )	UTJECAJNA POVRŠINA Au (m <sup>2</sup> )	STALNO OPTEREĆENJE G100 , G200 (kN/m <sup>2</sup> )	STALNO OPTEREĆENJE G300 (kN/m <sup>2</sup> )	PROMJENJIVO OPTEREĆENJE Q100 , Q200 (kN/m <sup>2</sup> )	PROMJENJIVO OPTEREĆENJE Q300 (kN/m <sup>2</sup> )	TEŽINA ZIDA Gz (kN)	N <sub>g</sub> (kN)	N <sub>q</sub> (kN)	N <sub>ed</sub> (kN)	N <sub>rd</sub> (kN)	N <sub>ed</sub> /N <sub>rd</sub> (%)
ZX1	2,00	0,25	0,00	0,50	8,36	5,79	6,35	1,50	1,00	75,60	225,49	33,44	354,58	760,45	46,63
ZX2	3,05	0,25	0,60	0,76	11,35	5,79	6,35	1,50	1,00	92,61	296,12	45,40	467,86	1159,69	40,34
ZX3	1,25	0,25	0,00	0,31	5,68	5,79	6,35	1,50	1,00	47,25	149,09	22,72	235,35	475,28	49,52
ZX4	3,25	0,25	0,60	0,81	11,76	5,79	6,35	1,50	1,00	100,17	311,03	47,04	490,45	1235,74	39,69
ZX5	3,25	0,25	0,60	0,81	6,78	5,79	6,35	1,50	1,00	100,17	221,74	27,12	340,02	1235,74	27,52
ZX6	3,00	0,25	0,00	0,75	0,00	5,79	6,35	1,50	1,00	113,40	113,40	0,00	153,09	1140,68	13,42
ZX7	5,25	0,25	0,00	1,31	14,39	5,79	6,35	1,50	1,00	198,45	456,46	57,56	702,56	1996,19	35,20
ZX8	4,25	0,25	0,00	1,06	12,41	5,79	6,35	1,50	1,00	160,65	383,16	49,64	591,73	1615,97	36,62
ZX9	1,15	0,25	0,00	0,29	2,91	5,79	6,35	1,50	1,00	43,47	95,65	11,64	146,58	437,26	33,52
ZX10	2,00	0,25	0,00	0,50	10,79	5,79	6,35	1,50	1,00	75,60	269,06	43,16	427,98	760,45	56,28
ZX11	5,25	0,25	0,00	1,31	14,60	5,79	6,35	1,50	1,00	198,45	460,23	58,40	708,91	1996,19	35,51
ZX12	4,25	0,25	0,00	1,06	12,41	5,79	6,35	1,50	1,00	160,65	383,16	49,64	591,73	1615,97	36,62
ZX13	5,50	0,25	0,00	1,38	10,74	5,79	6,35	1,50	1,00	207,90	400,47	42,96	605,07	2091,25	28,93
ZX14	3,25	0,25	0,60	0,81	11,76	5,79	6,35	1,50	1,00	100,17	311,03	47,04	490,45	1235,74	39,69
ZX15	3,25	0,25	0,60	0,81	6,78	5,79	6,35	1,50	1,00	100,17	221,74	27,12	340,02	1235,74	27,52

**DOKAZ NOSIVOSTI ZA SVAKI POJEDINI ZID U X - SMJERU**

ZID	DULJINA ZIDA (m)	DEBLJINA ZIDA t (m)	DULJINA OTVORA (m)	POVRŠINA ZIDA Az (m <sup>2</sup> )	UTJECAJNA POVRŠINA Au (m <sup>2</sup> )	STALNO OPTEREĆENJE G100, G200 (kN/m <sup>2</sup> )	STALNO OPTEREĆENJE G300 (kN/m <sup>2</sup> )	PROMJENJIVO OPTEREĆENJE Q100, Q200 (kN/m <sup>2</sup> )	PROMJENJIVO OPTEREĆENJE Q300 (kN/m <sup>2</sup> )	TEŽINA ZIDA Gz (kN)	Ng (kN)	Nq (kN)	Ned (kN)	Nrd (kN)	Ned/Nrd (%)
ZY1	4,35	0,25	1,20	1,09	7,26	5,79	6,35	1,50	1,00	119,07	249,24	29,04	380,04	1653,99	22,98
ZY2	4,65	0,25	0,00	1,16	10,88	5,79	6,35	1,50	1,00	175,77	370,85	43,52	565,93	1768,06	32,01
ZY3	4,65	0,25	0,00	1,16	14,40	5,79	6,35	1,50	1,00	175,77	433,96	57,60	672,25	1768,06	38,02
ZY4	5,65	0,25	0,00	1,41	10,24	5,79	6,35	1,50	1,00	213,57	397,17	40,96	597,62	2148,28	27,82
ZY5	6,05	0,25	0,00	1,51	15,22	5,79	6,35	1,50	1,00	228,69	501,58	60,88	768,46	2300,38	33,41
ZY6	6,05	0,25	0,00	1,51	15,22	5,79	6,35	1,50	1,00	228,69	501,58	60,88	768,46	2300,38	33,41
ZY7	6,05	0,25	0,00	1,51	17,03	5,79	6,35	1,50	1,00	228,69	534,04	68,12	823,13	2300,38	35,78
ZY8	6,05	0,25	0,00	1,51	11,11	5,79	6,35	1,50	1,00	228,69	427,89	44,44	644,31	2300,38	28,01
ZY9	4,65	0,25	0,00	1,16	9,61	5,79	6,35	1,50	1,00	175,77	348,08	38,44	527,56	1768,06	29,84
ZY10	2,10	0,25	0,00	0,53	0,78	5,79	6,35	1,50	1,00	79,38	93,37	3,12	130,72	798,48	16,37

**DOKAZ NOSVOSTI ZA SVAKI POJEDINI ZID U Y - SMJERU**

### **3.5. PRORAČUN ZIDOVA NA DJELOVANJE POTRESA**

Parametri za proračun:

- seizmička zona: VIII. : - proračunsko ubrzanje tla  $a_g=0,2g$
- razred važnosti građevine: III. : - faktor važnosti zgrade  $\gamma_i = 1,0$
- faktor ponašanja: - za omeđeno zidē  $q=2,0$
- razred tla: B : - parameter tla  $S=0,9$
- dinamički koeficijent:  $\beta_0 = 2,5$
- $\alpha = 0,22$

#### **3.5.1. Ukupna proračunska sila potresa**

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

$S_d(T_1)$  – ordinata proračunskog spektra za period  $T_1$

$T_1$  – osnovni period vibracija za horizontalno poprečno gibanje u promatranom smjeru

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

$$S_d = 0,23$$

$W$  – ukupna težina zgrade:  $W = \sum G_{kj} + \sum \psi_{Ei} * Q_{ki}$

$\psi_{Ei}$  - koeficijent kombinacije za promjenjivo djelovanje za proračun učinka potresnog djelovanja, dobije se prema :

$$\psi_{Ei} = \varphi * \psi_{2i}$$

$\psi_{2i}$  - koeficijent za kvazistalnu vrijednost promjenjivog djelovanja

$\varphi$  – koeficijent uporabnog opterećenja

$$\psi_{2i} = 0,3$$

$$\varphi = 1,0$$

$$\psi_{Ei} = 1,0 * 0,3 = 0,3$$

**W = računska težina zgrade :****3. ETAŽA I POZ 300:**- parapetni zid POZ 300:  $g_z \cdot h_z \cdot L_{uk}$ 

$$= 4.0 \cdot 0.5 \cdot 67,95 = \quad \quad \quad \mathbf{136 \text{ kN}}$$

- ploče POZ 300:  $(g + \varphi \cdot \psi_{2i}) \cdot A$ 

$$= (6.35 + 1.0 \cdot 0.3 \cdot 2.0) \cdot 221,74 = \quad \quad \quad \mathbf{1541 \text{ kN}}$$

- grede , nadvoji i serklaži POZ 300:  $b \cdot h \cdot L_{uk} \cdot \gamma_c$ 

$$= 0,25 \cdot 0,40 \cdot 25,2 \cdot 25 +$$

$$0,25 \cdot 0,15 \cdot 115,75 \cdot 25 + 0,25 \cdot 0,25 \cdot 67,95 \cdot 25 +$$

$$0,25 \cdot 0,25 \cdot 123,7 \cdot 25 +$$

$$0,25 \cdot 0,25 \cdot 5 \cdot 25 = \quad \quad \quad \mathbf{479 \text{ kN}}$$

- 1/2 zidova 3. etaže:  $(g_z \cdot h_z \cdot L_{uk})/2$ 

$$= (4.0 \cdot 2.60 \cdot 91,8)/2 = \quad \quad \quad \mathbf{477 \text{ kN}}$$

---


$$\mathbf{W300 = 2633 \text{ kN}}$$

**2. ETAŽA I POZ 200:**- 1/2 zidova 3. etaže:  $(g_z \cdot h_z \cdot L_{uk})/2$ 

$$= (4.0 \cdot 2.60 \cdot 91,8)/2 = \quad \quad \quad \mathbf{477 \text{ kN}}$$

- ploče POZ 200:  $(g + \varphi \cdot \psi_{2i}) \cdot A$ 

$$= (5,79 + 1.0 \cdot 0.3 \cdot 2.0) \cdot 250,79 = \quad \quad \quad \mathbf{1603 \text{ kN}}$$

- grede , nadvoji i serklaži POZ 200:  $b \cdot h \cdot L_{uk} \cdot \gamma_c$ 

$$= 0,25 \cdot 0,40 \cdot 25,2 \cdot 25 +$$

$$0,25 \cdot 0,15 \cdot 115,75 \cdot 25 +$$

$$0,25 \cdot 0,25 \cdot 109,2 \cdot 25 +$$

$$0,25 \cdot 0,25 \cdot 5 \cdot 25 = \quad \quad \quad \mathbf{351 \text{ kN}}$$

- 1/2 zidova 2. etaže:  $(g_z \cdot h_z \cdot L_{uk})/2$ 

$$= (4.0 \cdot 2.60 \cdot 91,8)/2 = \quad \quad \quad \mathbf{477 \text{ kN}}$$

---


$$\mathbf{W200 = 2908 \text{ kN}}$$



**1. ETAŽA I POZ 100:**- 1/2 zidova 2. etaže:  $(g_z \cdot h_z \cdot L_{uk})/2$ 

$$= (4.0 \cdot 2.60 \cdot 91,8)/2 = \quad \quad \quad \mathbf{477 \text{ kN}}$$

- ploče POZ 100:  $(g + \varphi \cdot \psi_{2i}) \cdot A$ 

$$= (5,79 + 1.0 \cdot 0.3 \cdot 2.0) \cdot 253,29 = \quad \quad \quad \mathbf{1619 \text{ kN}}$$

- grede , nadvoji i serklaži POZ 100:  $b \cdot h \cdot L_{uk} \cdot \gamma_c$ 

$$= 0,25 \cdot 0,40 \cdot 25,2 \cdot 25 +$$

$$0,25 \cdot 0,15 \cdot 115,75 \cdot 25 +$$

$$0,25 \cdot 0,25 \cdot 109,2 \cdot 25 +$$

$$0,25 \cdot 0,25 \cdot 5 \cdot 25 = \quad \quad \quad \mathbf{351 \text{ kN}}$$

- 1/2 zidova 1. etaže:  $(g_z \cdot h_z \cdot L_{uk})/2$ 

$$= (4.0 \cdot 2.60 \cdot 91,8)/2 = \quad \quad \quad \mathbf{477 \text{ kN}}$$

---


$$\mathbf{W_{100} = 2924 \text{ kN}}$$

Ukupna računaska težina zgrade za proračun na potres :

$$\mathbf{W = 2633 + 2908 + 2924 = 8465 \text{ kN}}$$

Specifična računaska težina zgrade :

$$\mathbf{w = W / A_{uk} = 8465 / ( 221,74 + 250,79 + 253,29) = 11,663 \text{ kN/m}^2}$$

Ukupna potresna poprečna sila iznosi :

$$\mathbf{F_b = 0.230 \cdot 8465 = 1947 \text{ kN}}$$

### 3.5.2. Raspodjela proračunskih seizmičkih sila po etažama

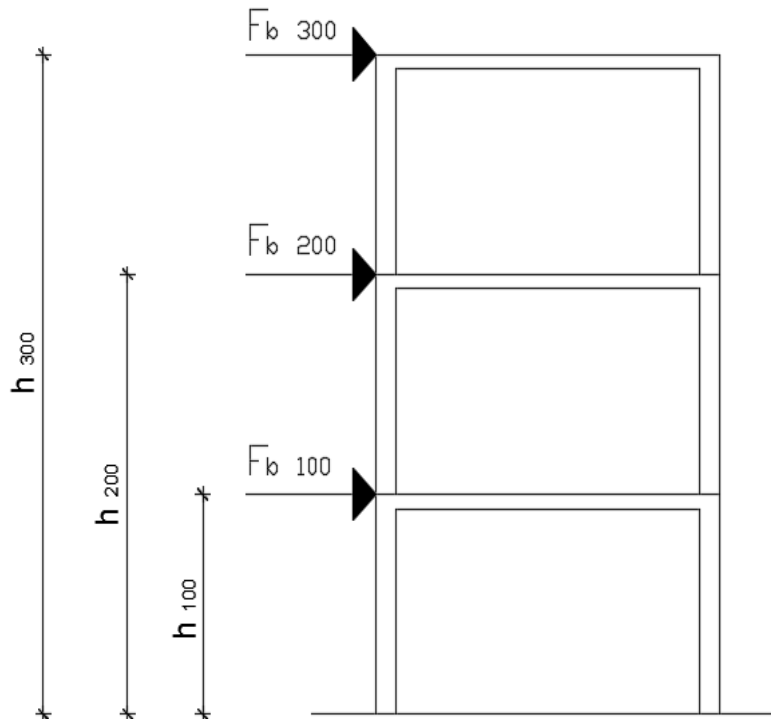
Da bi se mogli proračunati učinci seizmičkih sila u konstrukciji , kao što su proračunski momenti savijanja (  $M$  ) , te proračunke uzdužne (  $N$  ) i poprečne (  $V$  ) sile u pojedinim elementima konstrukcije , potrebno je ukupnu seizmičku silu  $F_b$  rasporediti po visini konstrukcije .

$$F_{b,i} = F_b \cdot (W_i \cdot h_i) / (\sum W_i \cdot h_i)$$

$$F_{b,300} = 1947 \cdot (2633 \cdot 2.90 \cdot 3) / (2924 \cdot 2.90 + 2908 \cdot 2.90 \cdot 2 + 2633 \cdot 2.90 \cdot 3) = 924 \text{ kN}$$

$$F_{b,200} = 1947 \cdot (2908 \cdot 2.90 \cdot 2) / (2924 \cdot 2.90 + 2908 \cdot 2.90 \cdot 2 + 2633 \cdot 2.90 \cdot 3) = 681 \text{ kN}$$

$$F_{b,100} = 1947 \cdot (2924 \cdot 2.90) / (2924 \cdot 2.90 + 2908 \cdot 2.90 \cdot 2 + 2633 \cdot 2.90 \cdot 3) = 342 \text{ kN}$$



### 3.5.3. Ukupan moment od potresa

$$M_b = F_{b300} * h_{k300} + F_{b200} * h_{k200} + F_{b100} * h_{k100}$$

$$= 924 * 8.7 + 681 * 5.8 + 342 * 2.90 = 12980 \text{ kNm}$$

#### Podaci za proračun zidova :

tlačna čvrstoća zida:  $f_k = K \times f_b^{0.65} \times f_m^{0.25} = 0.55 * 11.5^{0.65} * 10.0^{0.25} = 4.78 \text{ Mpa}$

karakteristična posmična čvrstoća:  $f_{vk} = 0.065 \times f_b = 0.065 * 11.5 = 0.75 \text{ MPa}$

računska čvrstoća armature:  $f_{yd} = f_y / \gamma_s = 500 / 1.15 = 434.78 \text{ MPa}$

parcijalni koef. sigurnosti za materijale:  $\gamma_M = 2.2$  (razred proizvodnje I., razred izvedbe)

koeficijent važnosti građevine :  $\gamma_I = 1.0$

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

početna krutost zida bez otvora: 
$$K_e = \frac{G * A}{1,2h \left[ 1 + \alpha \frac{G}{E} \left( \frac{h}{L} \right)^2 \right]}$$

početna krutost zida s otvorima za prozore : 
$$K_{e,otv.} = \frac{G * A}{1,2h \left[ 1 + \alpha \frac{G}{E} \left( \frac{h}{L} \right)^2 \right]} * k_1$$

$$k_1 = \left( 1 - \frac{t * \Sigma L_i}{0,85 * A} \right)$$

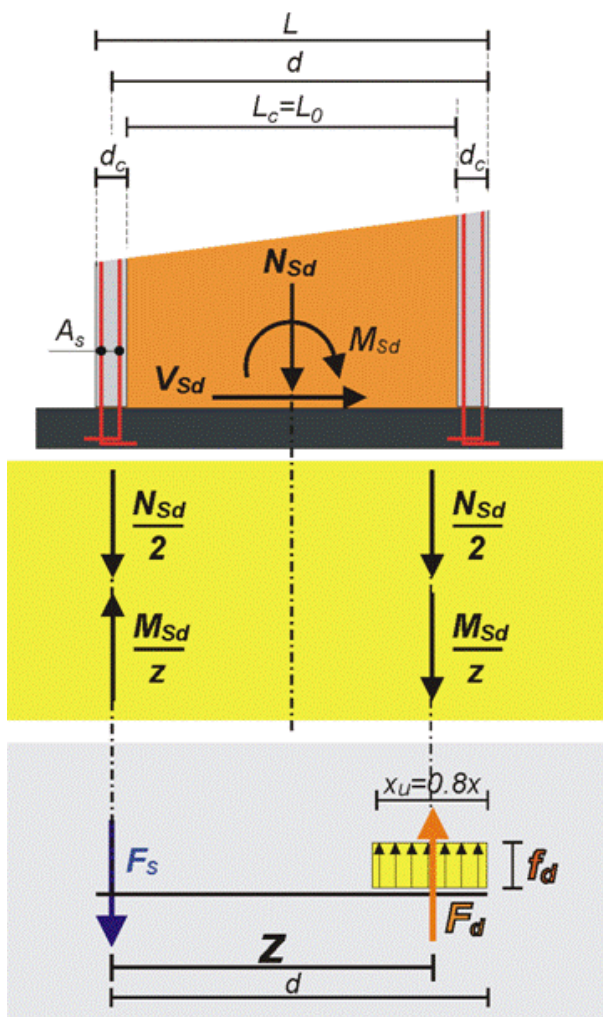
K - krutost zida

E - modul elastičnosti:  $E = 1000 * f_k = 1000 * 4.78 = 4780 \text{ MN/m}^2$

G - modul posmika:  $G = E/6 = 4780/6 = 796,67 \text{ MN/m}^2$

A - površina zida:  $A = L * t$

h - visina zida



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

računska poprečna sila:  $V_{Sd} = V_{Ed} \cdot \square_I = V_{Ed} \cdot 1.00$

računska nosivost na poprečnu silu :

$$V_{Rd} = f_{vk} \cdot A / \square_M$$

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

Duljina tlačno napreznog dijela zida:

$$L_c = L/2 \cdot [1 + L \cdot N_{sd} / (6 \cdot M_{sd})]$$

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

računska vlačna sila:  $F_{Sd} = - M_{sd} / z + N_{sd} / 2$

Računska nosivost zida:

$$F_{Rd} = x_u \cdot t \cdot f_d$$

$$f_d = f_k / \gamma_M = 4,78 / 2,2 = 2,17 \text{ N/mm}^2 = 0,217 \text{ kN/cm}^2$$

$$x_u = 2(d - z);$$

$$d = L - 0,15;$$

$$z = 0,8L$$

računski moment savijanja :

$$M_{Sd} = M_{Ed} \cdot \square_I = M_{Ed} \cdot 1.00$$

$z$  = krak unutarnjih sila

računska uzduža sila :

$$N_{Sd} = N_g + \square \square \square_{2i} N_q$$

$$N_{Sd} = 1,0 \cdot N_g + 1,0 \cdot 0,3 \cdot N_q$$

i izračunava potrebna površina armature

vertikalnih serklaža :

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

ZID	DULJINA ZIDA L (m)	DULJINA OTVORA Li (m)	DEBLJINA ZIDA t (m)	POVRŠINA ZIDA Az (m <sup>2</sup> )	VISINA ZIDA h (m)	K1	KRUTOST K (kN/m)	MOMENT OD POTRESA Med (kNm)	POPREČNA SILA OD POTRESA Ved (kNm)	Ng (kN)	Nq (kN)	Ned (kN)	KRAK UNUTARNJIH SILA Z(m)	RAČUNSKO DJELOVANJE Fed (kN)	DULJINA TLAČNE ZONE xu (m)	DULJINA TLAČNO NAPREZANOG DIJELA ZIDA Lc (m)	RAČUNSKA NOSIVOST NA POPREČNE SILE Vrd (kN)	RAČUNSKA NOSIVOST NA TLAČNU SILU Frd (kN)	Ved/Vrd (%)	Fed/Frd (%)	POTREBNA ARMATURA VERTIKALNOG SERKLAŽA As (cm <sup>2</sup> )
ZX1	2,00	0,00	0,25	0,50	9,45	1,00	2,6	189	28	225,5	33,4	235,53	1,60	235,8	0,50	1,42	120,7	271,3	23,5	86,9	5,42
ZX2	3,05	0,60	0,25	0,61	9,45	0,89	6,8	490	73	296,1	45,4	309,74	2,44	355,5	0,92	2,02	171,8	499,1	42,7	71,2	8,18
ZX3	1,25	0,00	0,25	0,31	9,45	1,00	0,7	48	7	149,1	22,7	155,91	1,00	126,3	0,20	1,05	89,1	135,6	8,1	93,1	2,90
ZX4	3,25	0,60	0,25	0,66	9,45	0,88	8,2	589	88	311,0	47,0	325,14	2,60	389,0	1,00	2,11	179,9	542,5	49,1	71,7	8,95
ZX5	3,25	0,60	0,25	0,66	9,45	0,88	8,2	589	88	221,7	27,1	229,87	2,60	341,3	1,00	1,97	167,8	542,5	52,6	62,9	7,85
ZX6	3,00	0,00	0,25	0,75	9,45	1,00	8,1	583	87	113,4	0,0	113,40	2,40	299,6	0,90	1,65	140,3	488,3	62,3	61,4	6,89
ZX7	5,25	0,00	0,25	1,31	9,45	1,00	33,0	2372	356	411,1	57,6	428,37	4,20	779,0	1,80	3,04	409,1	976,5	87,0	79,8	17,92
ZX8	4,25	0,00	0,25	1,06	9,45	1,00	19,9	1435	215	383,2	49,6	398,05	3,40	621,2	1,40	2,54	298,3	759,5	72,2	81,8	14,29
ZX9	1,15	0,00	0,25	0,29	9,45	1,00	0,5	38	6	95,6	11,6	99,14	0,92	90,6	0,16	0,86	73,6	108,5	7,7	83,5	2,08
ZX10	2,00	0,00	0,25	0,50	9,45	1,00	2,6	189	28	269,1	43,2	282,01	1,60	259,0	0,50	1,50	127,7	271,3	22,2	95,5	5,96
ZX11	5,25	0,00	0,25	1,31	9,45	1,00	33,0	2372	356	460,2	58,4	477,75	4,20	803,7	1,80	3,09	400,6	976,5	88,8	82,3	18,48
ZX12	4,25	0,00	0,25	1,06	9,45	1,00	19,9	1435	215	383,2	49,6	398,05	3,40	621,2	1,40	2,54	340,9	759,5	63,2	81,8	14,29
ZX13	5,50	1,20	0,25	1,08	9,45	0,62	20,5	1477	222	355,1	43,0	368,00	4,40	519,7	1,90	3,38	340,9	1030,8	65,0	50,4	11,95
ZX14	3,25	0,60	0,25	0,66	9,45	0,88	8,2	589	88	311,0	47,0	325,14	2,60	389,0	1,00	2,11	179,9	542,5	49,1	71,7	8,95
ZX15	3,25	0,60	0,25	0,66	9,45	0,88	8,2	589	88	221,7	27,1	229,87	2,60	341,3	1,00	1,97	167,8	542,5	52,6	62,9	7,85
							180,3	12980	1947												

**DOKAZ NOSIVOSTI ZA SVAKI POJEDINI ZID U X - SMJERU**

ZID	DULJINA ZIDA L (m)	DULJINA OTVORA Li (m)	DEBLJINA ZIDA t (m)	POVRŠINA ZIDA Az (m <sup>2</sup> )	VISINA ZIDA h (m)	K1	KRUTOST K (kN/m)	MOMENT OD POTRESA Med (kNm)	POPREČNA SILA OD POTRESA Ved (kNm)	N <sub>g</sub> (kN)	N <sub>q</sub> (kN)	N <sub>ed</sub> (kN)	KRAK UNUTARNJIH SILA Z(m)	RAČUNSKO DJELOVANJE Fed (kN)	DULJINA TLAČNE ZONE xu (m)	DULJINA TLAČNO NAPREZANOG DIJELA ZIDA Lc (m)	RAČUNSKA NOSIVOST NA POPREČNE SILE Vrd (kN)	RAČUNSKA NOSIVOST NA TLAČNU SILU Frd (kN)	Ved/Vrd (%)	Fed/Frd (%)	POTREBNA ARMATURA VERTIKALNOG SERKLAŽA As (cm <sup>2</sup> )
ZY1	4,35	1,20	0,25	0,79	9,45	0,72	15,3	636	95	249,2	29,0	257,95	3,48	311,7	1,44	2,81	239,9	781,2	39,7	39,9	7,17
ZY2	4,65	0,00	0,25	1,16	9,45	1,00	24,8	1032	155	370,8	43,5	383,90	3,72	469,3	1,56	3,00	255,3	846,3	60,6	55,5	10,79
ZY3	4,65	0,00	0,25	1,16	9,45	1,00	24,8	1032	155	434,0	57,6	451,24	3,72	503,0	1,56	3,11	265,3	846,3	58,3	59,4	11,57
ZY4	5,65	0,00	0,25	1,41	9,45	1,00	38,9	1617	243	397,2	41,0	409,46	4,52	562,4	1,96	3,50	298,2	1063,3	81,3	52,9	12,94
ZY5	6,05	0,00	0,25	1,51	9,45	1,00	45,1	1877	282	501,6	60,9	519,85	4,84	647,8	2,12	3,87	329,8	1150,1	85,4	56,3	14,90
ZY6	6,05	0,00	0,25	1,51	9,45	1,00	45,1	1877	282	501,6	60,9	519,85	4,84	647,8	2,12	3,87	329,8	1150,1	85,4	56,3	14,90
ZY7	6,05	0,00	0,25	1,51	9,45	1,00	45,1	1877	282	534,0	68,1	554,47	4,84	665,1	2,12	3,93	334,6	1150,1	84,2	57,8	15,30
ZY8	6,05	0,00	0,25	1,51	9,45	1,00	45,1	1877	282	427,9	44,4	441,22	4,84	608,5	2,12	3,74	318,9	1150,1	88,3	52,9	13,99
ZY9	4,65	0,00	0,25	1,16	9,45	1,00	24,8	1032	155	348,1	38,4	359,61	3,72	457,1	1,56	2,95	251,7	846,3	61,5	54,0	10,51
ZY10	2,10	0,00	0,25	0,53	9,45	1,00	3,0	125	19	93,4	3,1	94,30	1,68	121,8	0,54	1,33	113,1	293,0	16,6	41,6	2,80
							312,1	12980	1947												

**DOKAZ NOSIVOSTI ZA SVAKI POJEDINI ZID U Y - SMJERU**

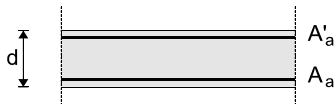
## 4. PRORAČUN HORIZONTALNIH KONSTRUKCIJA

### 4.1. Proračun AB ploča

#### 4.1.1. Granična stanja i proračun armature

Osnovni podaci o konstrukciji i opterećenju :

Poprečni presjek



$d=15 \text{ cm}; \quad a=a'=2.0 \text{ cm}; \quad E=30.5 \text{ GPa}$

**beton :**                    C 25/30      $f_{cd}=2.5/1.5=1.67 \text{ kN/cm}^2$

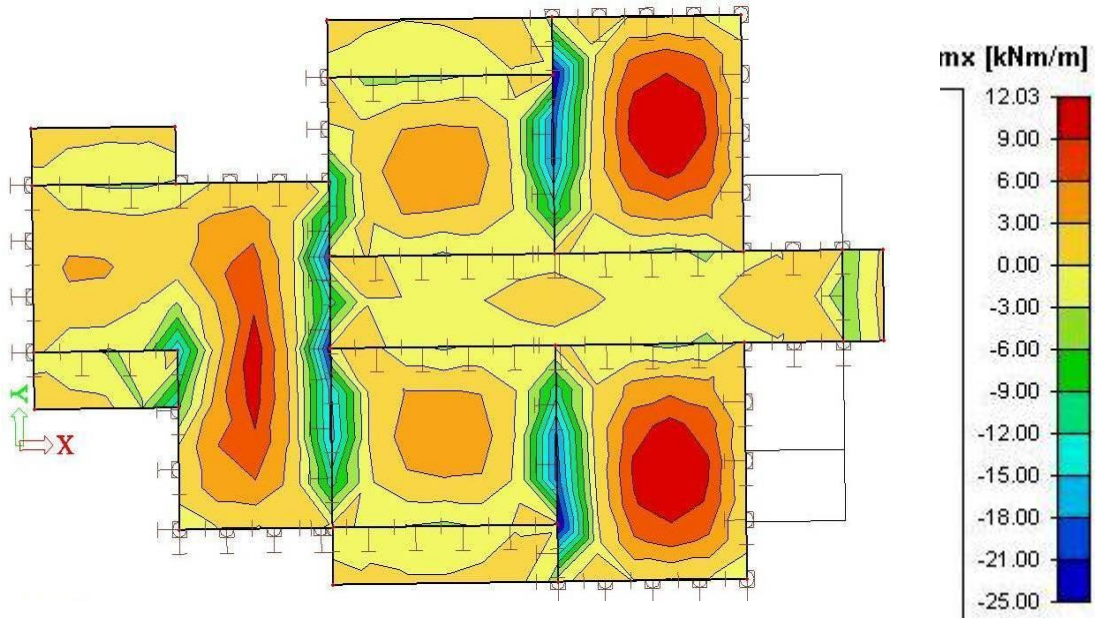
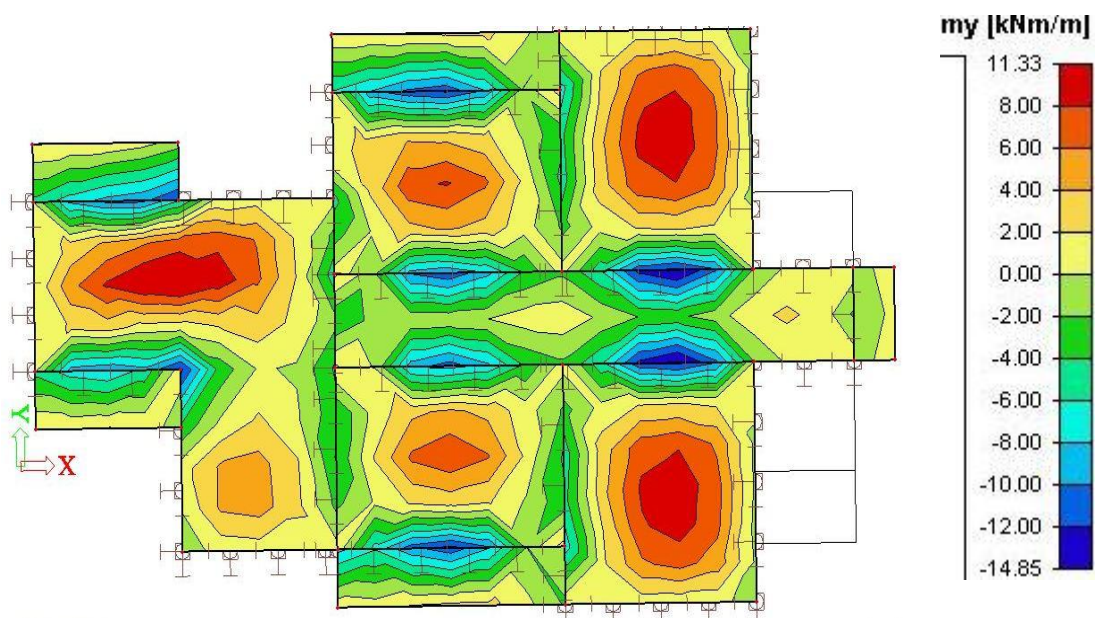
**armatura :**                B 500 B      $f_{yd}=50/1.15=43.48 \text{ kN/cm}^2$

Opterećenje:

vlastita težina i stalni teret                    **5.79 kN/m<sup>2</sup>**

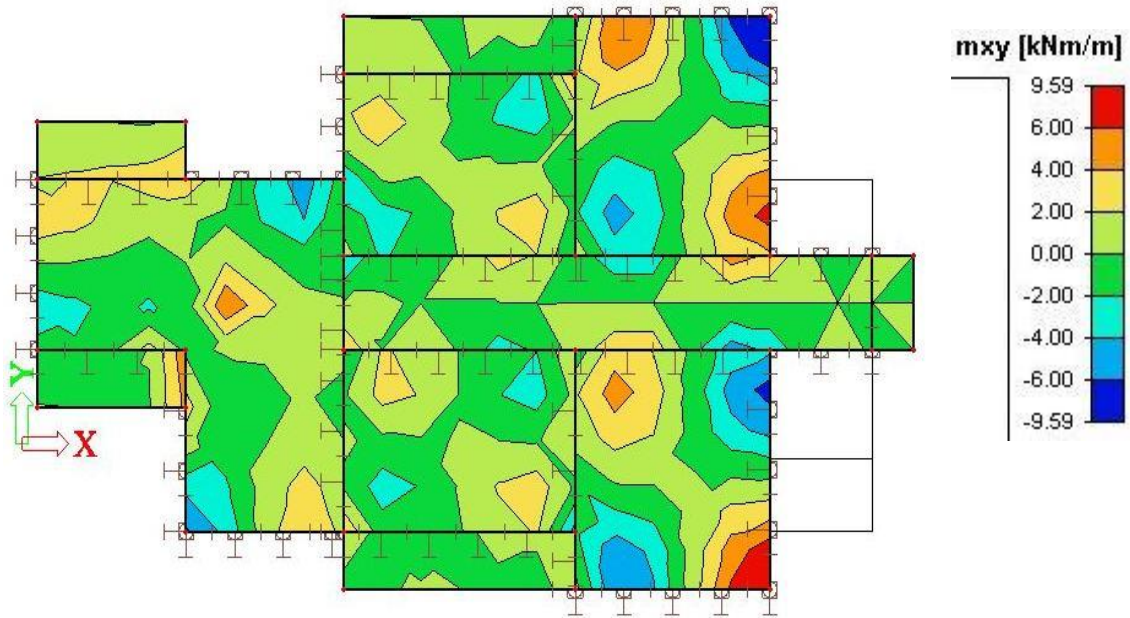
promjenjivo: - stanovi                            **2.00 kN/m<sup>2</sup>**

\_\_\_\_\_ - stubišta                                 **3.00 kN/m<sup>2</sup>**

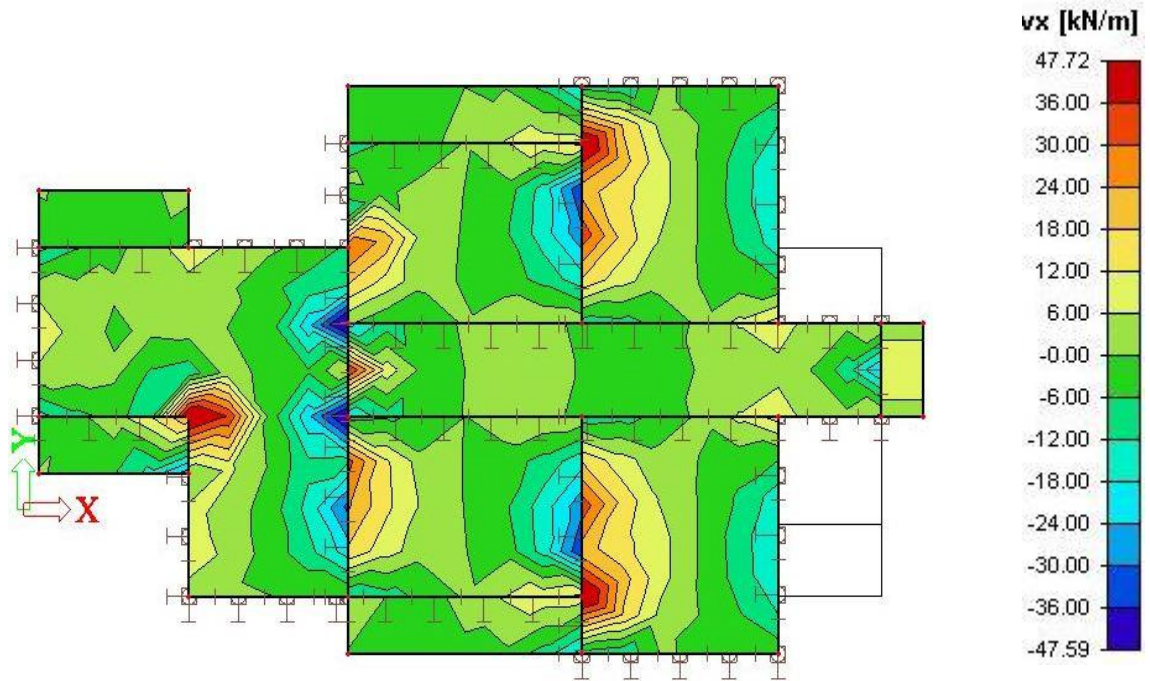
**GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI ( GSN : ...)****MOMENTI SAVIJANJA : X -SMJER****MOMENTI SAVIJANJA : Y –SMJER**



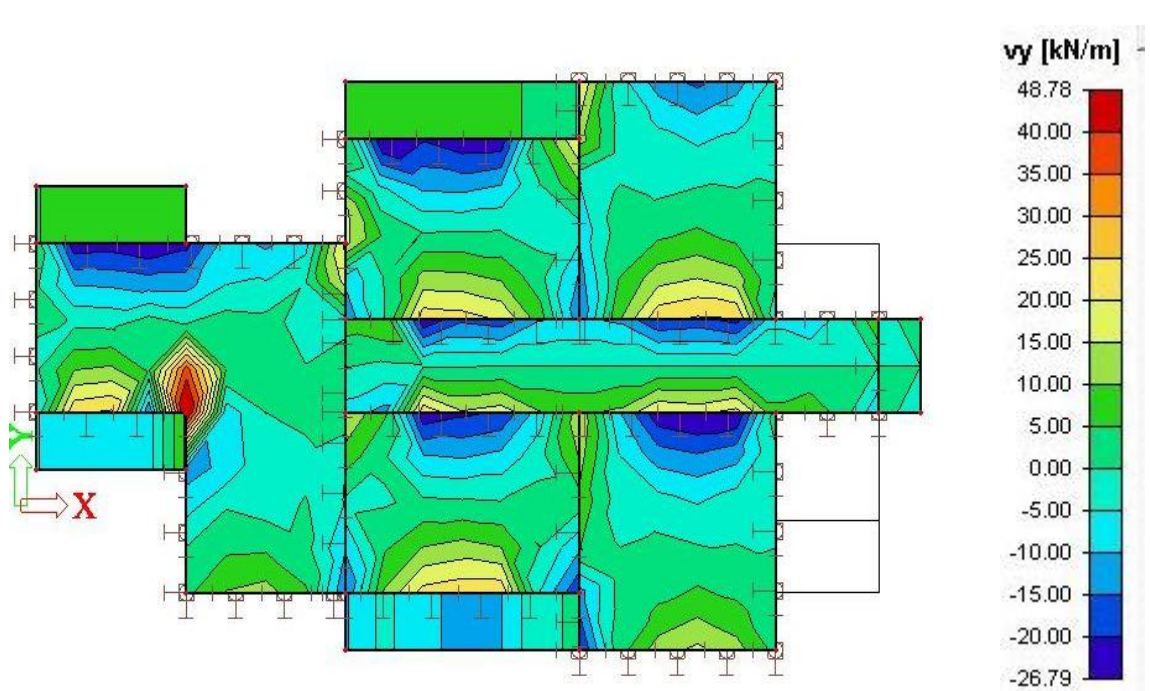
## MOMENTI SAVIJANJA : XY –SMJER



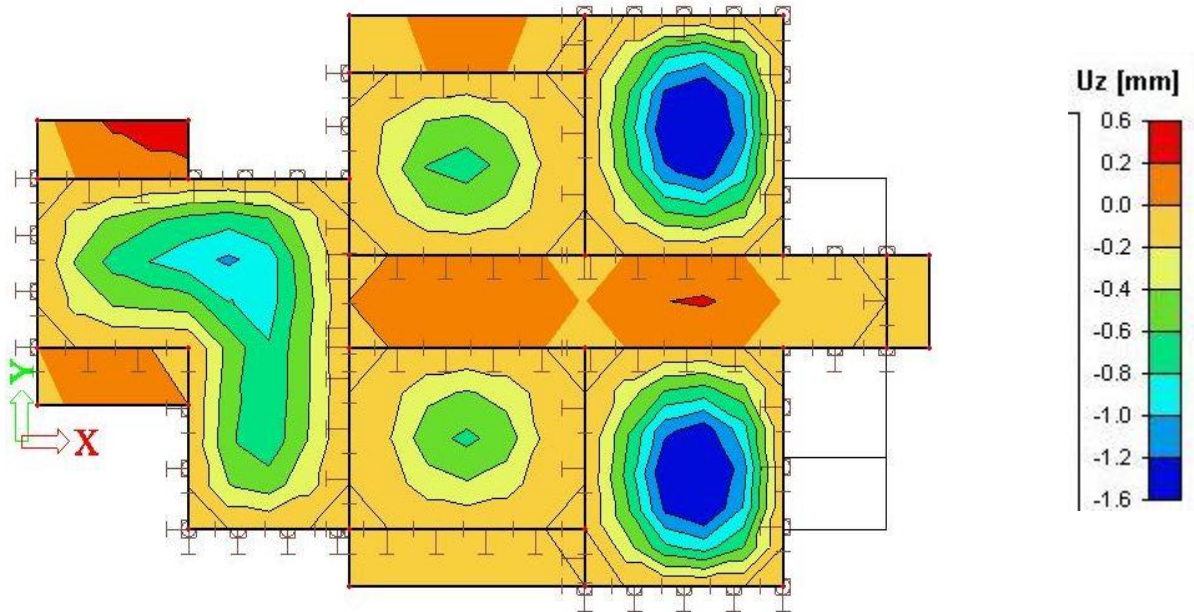
## POPREČNE SILE : X - SMJER



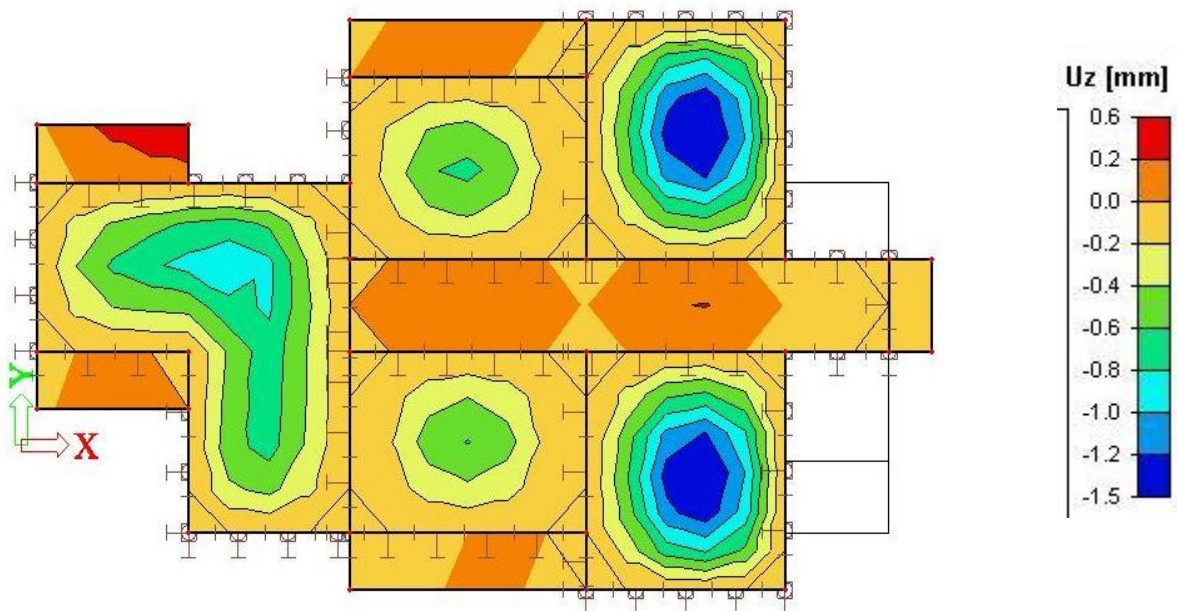
## POPREČNE SILE : Y - SMJER



**GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI 1 (GSU 1 : )**  
PROGIBI PLOČE



**GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI 2 (GSU 2 : )**  
PROGIBI PLOČE

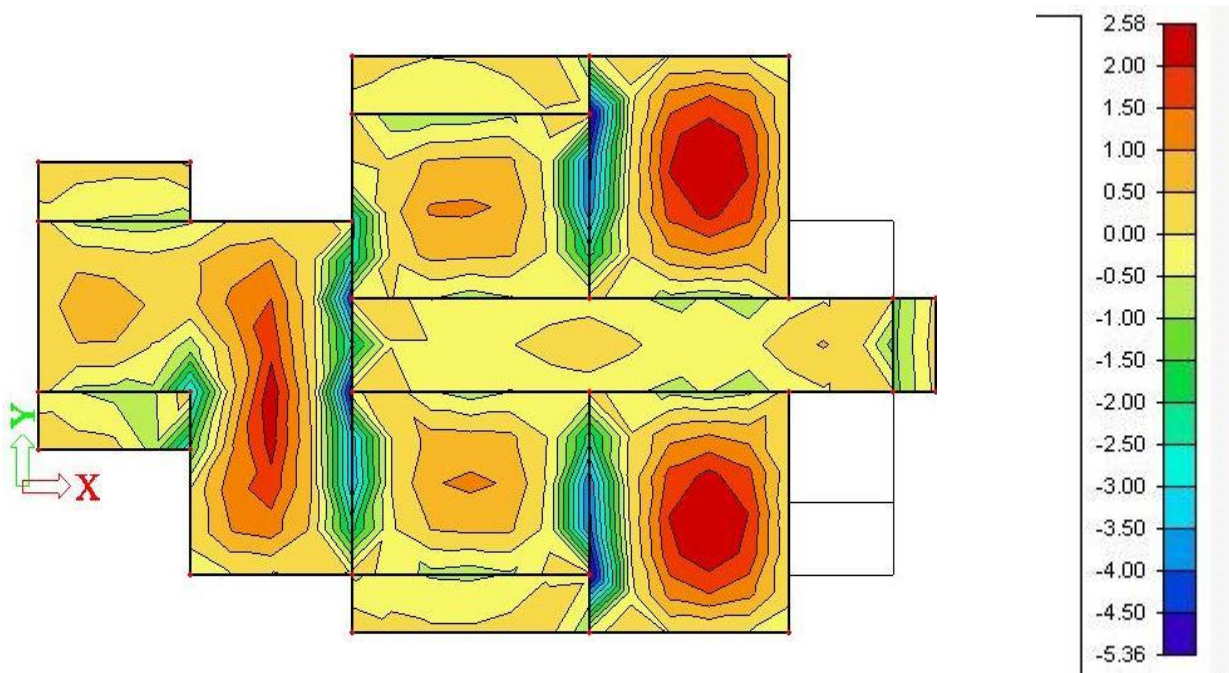




POTREBNA ARMATURA ZA PLOČU DEBLJINE 15 cm

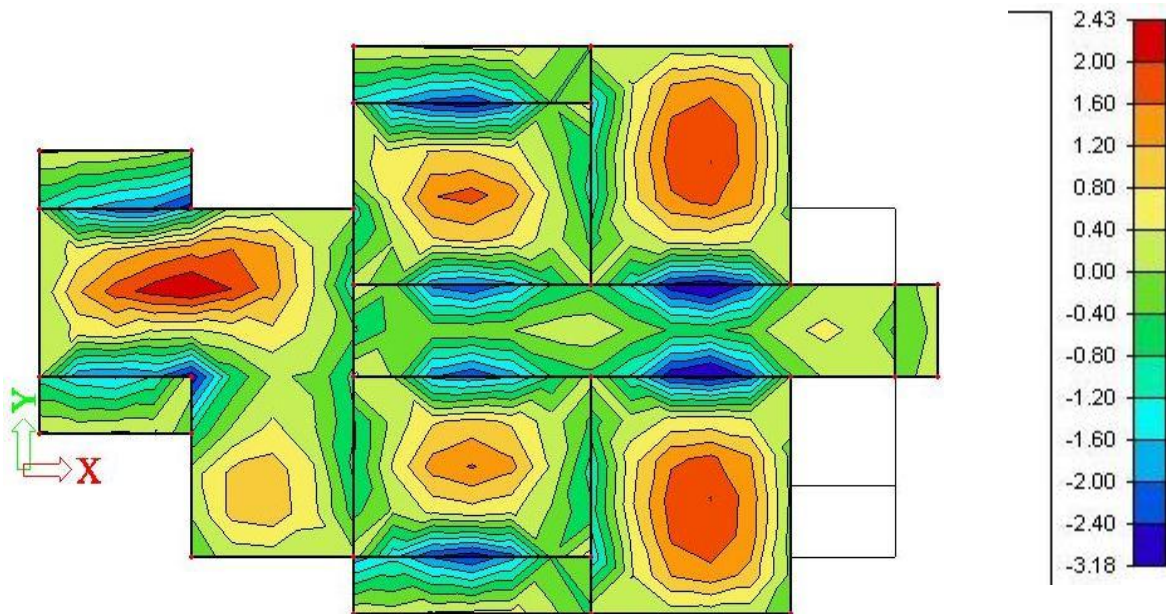
$A_s$  -X SMJER

$A_s$  (cm<sup>2</sup>/m)



$A_s$  -Y SMJER

$A_s$  (cm<sup>2</sup>/m)



**4.2. Proračun grede G 101**Limitirajući moment savijanja:

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

Minimalna armatura / maksimalna armatura:

$$A_{s,min} = 0.0015 \cdot b_w \cdot d / A_{s,max} = 0.31 \cdot b_w \cdot d \cdot (f_{cd}/f_{yd})$$

Potrebna površina armature:

$$\text{-za } M_{Sd} \leq M_{Rd}: A_{s1} = M_{Sd} \cdot 100 / (\eta \cdot d \cdot f_{yd}); \quad \eta \leq 0.9$$

$$\text{-za } M_{Sd} > M_{Rd}: A_{s1} = M_{Rd,lim} \cdot 100 / (\eta_{lim} \cdot d \cdot f_{yd}) + (M_{Sd} - M_{Rd,lim}) \cdot 100 / ((d - d_2) \cdot f_{yd});$$

$$\eta_{lim} \leq 0.892$$

$$A_{s2} = (M_{Sd} - M_{Rd,lim}) \cdot 100 / ((d - d_2) \cdot \sigma_{s2}); \quad \eta \leq 0.9$$

$$\sigma_{s2} = \epsilon_{s2} \cdot E_s$$

$$\epsilon_{s2} = 3.5 \cdot (\xi_{lim} - d_2/d) / \xi_{lim} \quad (\text{‰}); \quad \xi_{lim} = 0.259$$

Preraspodjela momenata savijanja u gredama:iznad ležaja :  $0.85M_{ed}$  ; u polju :  $1.30M_{ed}$ Proračunska posmična otpornost elementa bez poprečne armature:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \eta \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \quad (f_{ck} \text{ u MPa})$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2.0 \quad (d \text{ u mm})$$

$$\eta = A_{s1} / (b_w \cdot d) \leq 0.02$$

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

$$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c \quad k_1 = 0.15$$

Nosivost tlačnih štapova :

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

$$\eta = 0.6(1 - f_{ck}/250) \quad (f_{ck} \text{ u MPa})$$

Minimalna armatura – vilice :

$$A_{sw,min} = \eta_{min} \cdot s_w \cdot b_w / m = 0.0011 \cdot s_w \cdot b_w / m$$

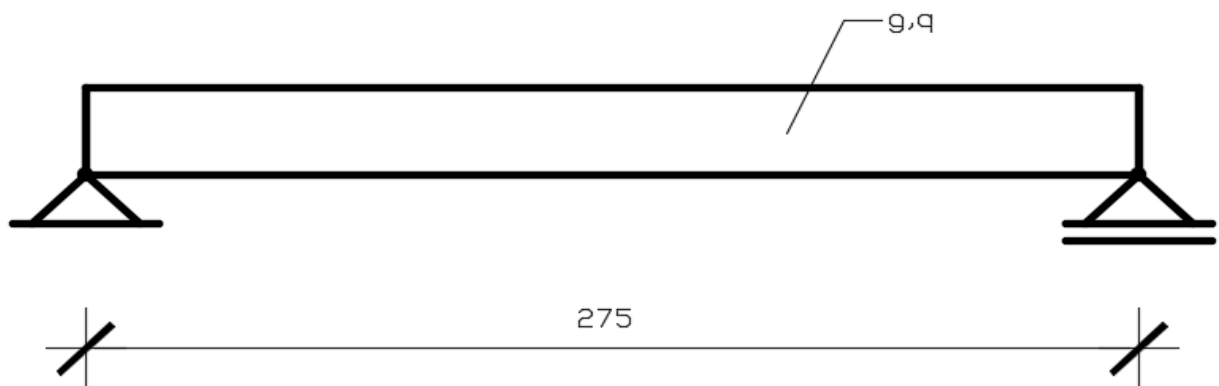
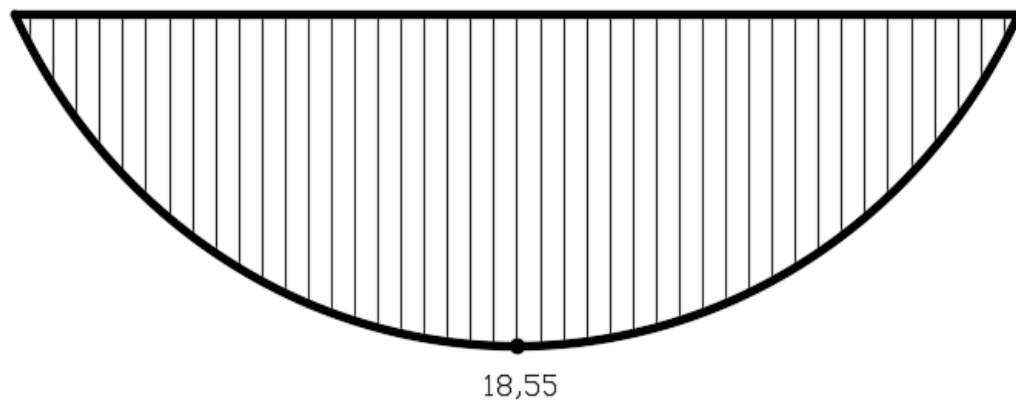
Nosivost na poprečnu silu s armaturom :

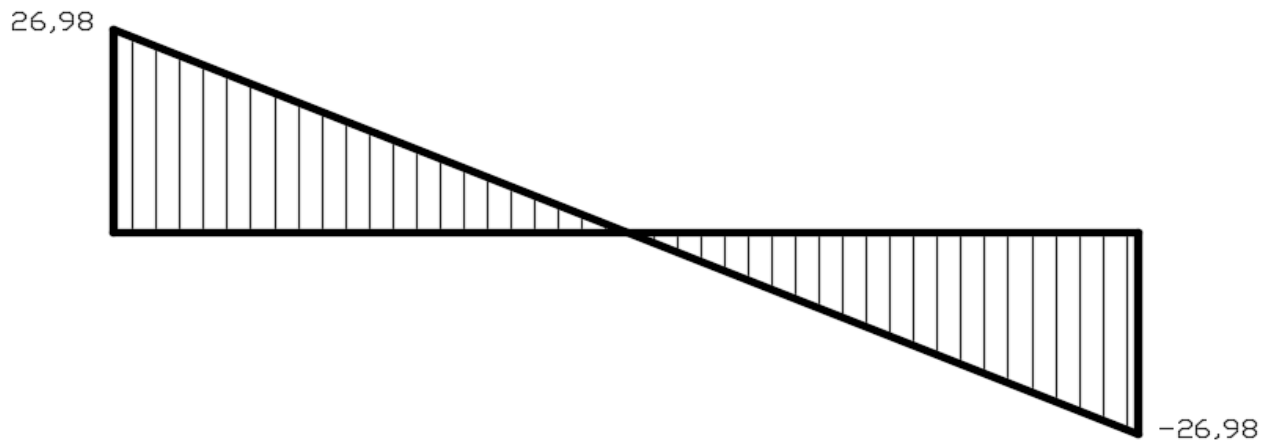
$$V_{Rd,s} = A_{sw} * f_{yw,d} * m * z / s_w; A_{sw} = \text{površina jedne grane vilice}$$

$$s_w = \text{razmak spona}; f_{yw,d} = 500 / 1.15 = 434.8 \text{ MPa}; m = 2 \text{ (reznost)}$$

Ukupna nosivost na poprečnu silu :

$$V_{Rd} = V_{Rd,s}$$

**MOMENT Med ( kNm ) :**

**POPREČNA SILA Ved ( Kn ) :****GREDA G101**

Poprečni presjek		Gradivo		Dimenzioniranje na $M_{Sd}$		S preraspodjelom:		$\rho$ [%]		
$b_w =$	25 cm	C25/30:	$f_{ck} =$ 25 MPa	ležaj:	Med = 0 kNm	0 kNm	$A_{s1} =$ 0,0 cm <sup>2</sup>	0,00%		
$h =$	40 cm						$A_{s2} =$ 0,0 cm <sup>2</sup>	0,00%		
$a =$	3 cm	B 500B	$f_y =$ 500 MPa	polje:	Med = 18,55 kNm	24 kNm	$A_{s1} =$ 1,8 cm <sup>2</sup>	0,21%		
$d =$	34 cm		$\gamma_c = 1.5$ $\gamma_s = 1.15$				$A_{s2} =$ 0,0 cm <sup>2</sup>	0,00%		
$V_{Rd,c} =$ 52,2 kN		$M_{Rd,lim} =$ 76,6 kNm		Dimenzioniranje na Ved						
$V_{Rd,max} =$ 382,5 kN		$A_{s,min} =$ 1,3 cm <sup>2</sup>		Ved [kN]	vlisce $\phi:$	$s_w$ [cm]	m	$A_{sw}$ [cm <sup>2</sup> ]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]
$v =$ 0,54		$A_{s,max} =$ 10,1 cm <sup>2</sup>		26,98	8	15	2	0,50	89,1	89,1
$k =$ 1,77 (<2.0)		$A_{sw,min} =$ 0,2 cm <sup>2</sup> / $s_w$								

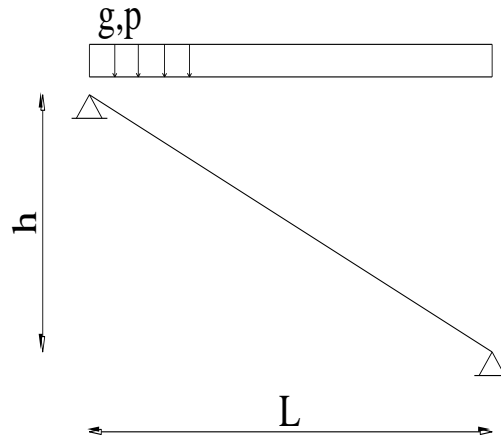
### 4.3. Dimenzioniranje stubišta

Pozicija S1 – stubišni krak

OPTEREĆENJE:

stalno  $g=7,71 \text{ kN/m}^2$

promjenjivo  $q=3,00 \text{ kN/m}^2$



$L=2,40 \text{ m}; \quad b=1,20 \text{ m}; \quad d=12 \text{ cm}$

beton: C25/35,  $f_{cd} = 2,5/1,5 = 1,67 \text{ kN/cm}^2$

armatura: B500B, šipkasta  $f_{yd} = 50/1,15 = 43,48 \text{ kN/cm}^2$

$$M_{sd} = \frac{(7,71 \cdot 1,35 + 3 / \cos 29 \cdot 1,5) \cdot 2,40^2}{8} = 11,46 \text{ kNm/m}$$

Dimenzioniranje –  $M_{sd}$  :

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$$

$$\mu_{sd} = \frac{1146}{120 \cdot 12^2 \cdot 1,67} = 0,056$$

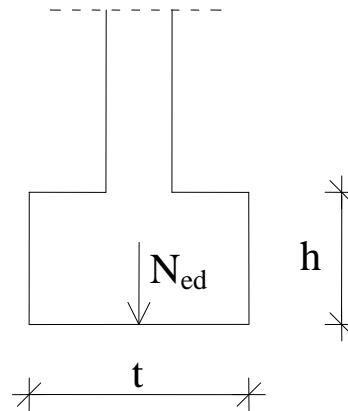
$$\varepsilon_{s1} = 10,0\% \Rightarrow \zeta = 0,953$$

$$A_s = \frac{M_{sd}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}}$$

$$A_s = \frac{1146}{0,953 \cdot 12 \cdot 43,48} = 2,30 \text{ cm}^2$$



#### 4.4. Dimenzioniranje temelja



Poprečni presjek temelja

##### 4.4.1. Temelji zidova

Računsko vertikalno djelovanje

$$N_{ed} = 1,0 * N_g + 1,0 * N_q$$

Stalno djelovanje:

$$N_g = g * l * b * 4 + W_z + W_{H.S.} + W_{V.S.} + W_T$$

- težina zida:  $W_z = g_z * l_z * h_z * 3$

$$g_z = 4,00 \text{ kN/m}^2 ; \quad h_z = 2,75 \text{ m}$$

- težina horizontalnog serklaža:  $W_{H.S.} = t_{H.S.} * l_{H.S.} * h_{H.S.} * 25 * 3$

$$t_{H.S.} = 0,25 \text{ m} ; \quad h_{H.S.} = 0,15 \text{ m}$$

- težina vertikalnog serklaža:  $W_{V.S.} = t_{V.S.} * l_{V.S.} * h_{V.S.} * 25 * 3$

$$t_{V.S.} = 0,25 \text{ m} ; \quad h_{V.S.} = 2,75 \text{ m}$$

- težina temelja:  $W_T = l_T * t_T * h_T * 25$

$$h_T = 0,50 \text{ m}$$

Promjenjivo djelovanje:

$$N_q = q * l * b * 3$$

Naprezanje:

$$\sigma = N_{ed} / A \leq \sigma_{dop} = 250 \text{ kPa}$$

$$A = L * B$$

TEMELJ	DULJINA TEMELJA L (m)	DEBLJINA TEMELJA B (m)	Ned (KN)	$\sigma$ (MPa)	$\sigma_{dop}$ (MPa)	$\sigma/\sigma_{dop}$ %
TX1	8,50	0,50	822,44	193,52	250,00	77,41
TX2	6,50	0,60	725,80	186,10	250,00	74,44
TX3	5,50	0,50	340,02	123,64	250,00	49,46
TX4	3,00	0,50	153,09	102,06	250,00	40,82
TX5	14,50	0,60	1440,87	165,62	250,00	66,25
TX6	4,25	0,50	427,98	201,40	250,00	80,56
TX7	11,75	0,60	1300,64	184,49	250,00	73,80
TX8	10,75	0,50	1095,52	203,82	250,00	81,53
TX9	5,50	0,50	340,02	123,64	250,00	49,46

***DOKAZ NOSIVOSTI TEMELJA U X - SMJERU***

TEMELJ	DULJINA TEMELJA L (m)	DEBLJINA TEMELJA B (m)	Ned (KN)	$\sigma$ (MPa)	$\sigma_{dop}$ (MPa)	$\sigma/\sigma_{dop}$ %
TY1	4,35	0,50	380,04	174,73	250,00	69,89
TY2	4,67	0,60	565,93	201,97	250,00	80,79
TY3	11,30	0,60	1269,87	187,30	250,00	74,92
TY4	14,10	0,60	1536,92	181,67	250,00	72,67
TY5	14,10	0,60	1467,44	173,46	250,00	69,38
TY6	8,75	0,50	658,28	150,46	250,00	60,19

***DOKAZ NOSIVOSTI TEMELJA U Y - SMJERU***

## 5. LITERATURA

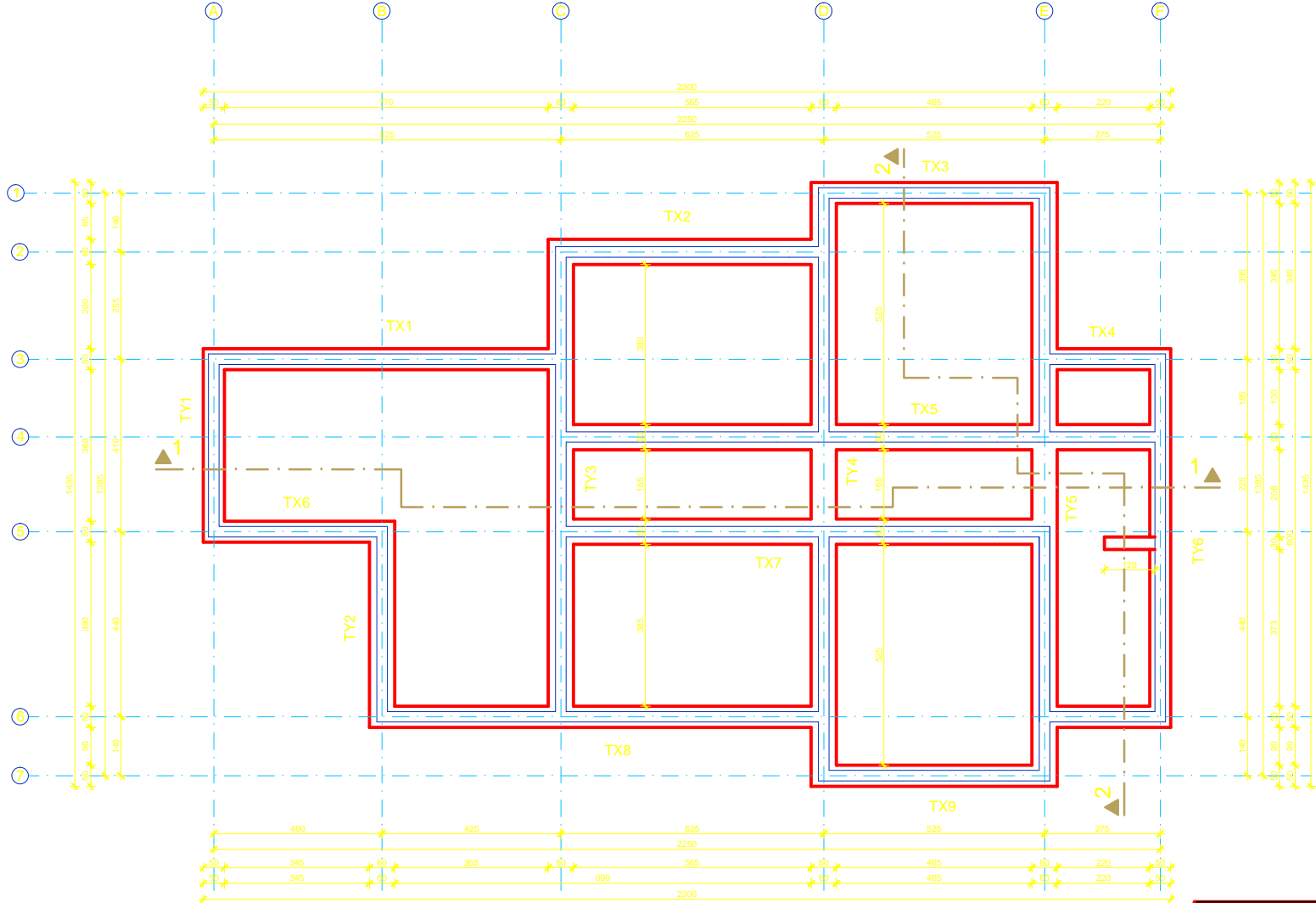
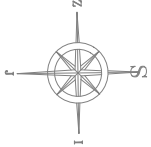
- [1] Eurocode 2 – Design of Concrete Structures, Part 1; General Rules and Rules for Buildings, Revised final draft, Brussels, October 1990.
- [2] EC EN 1998-1-1:2004, Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 1; General rules, seismic actions and rules for buildings, European committee for standardization, Brussels 2004.
- [3] Tomičić, I., *Betonske konstrukcije*, Društvo hrvatskih građevinskih konstruktora, Zagreb, 1996.
- [4] Sorić, Z. *Zidane konstrukcije I.*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2004.

### 5.1 SOFTWARE :

SCIA

AutoCAD 2016

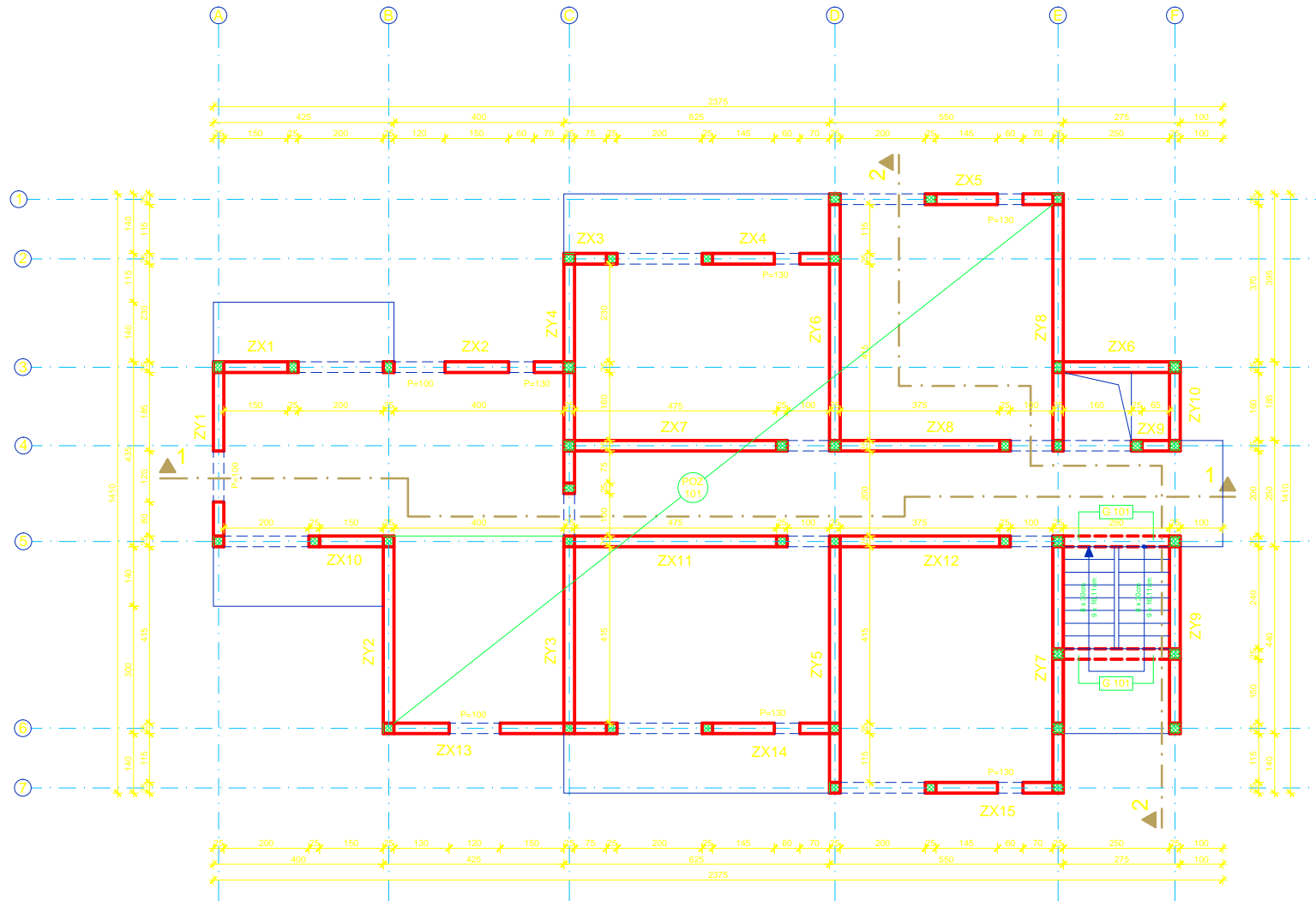
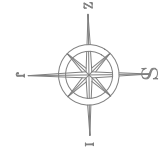
# TLOCRT TEMELJA M1:100



	FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE	
	Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT <a href="http://www.gradst.hr">www.gradst.hr</a>	
	Studij:	STRUČNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA
	Predmet:	ZIDANE KONSTRUKCIJE
	Zadatak:	ZAVRSNI RAD <span style="float: right;">datum: 09/2017.</span>
	Tema:	PRORAČUN NOSIVE KONSTRUKCIJE ZIDANE ZGRADE
Izradio:	BRANIMIR PAVIĆ	
Sadržaj:	TLOCRT TEMELJA <span style="float: right;">mjerilo: M 1:100</span>	

# TLOCRT PRIZEMLJA - POZ 100

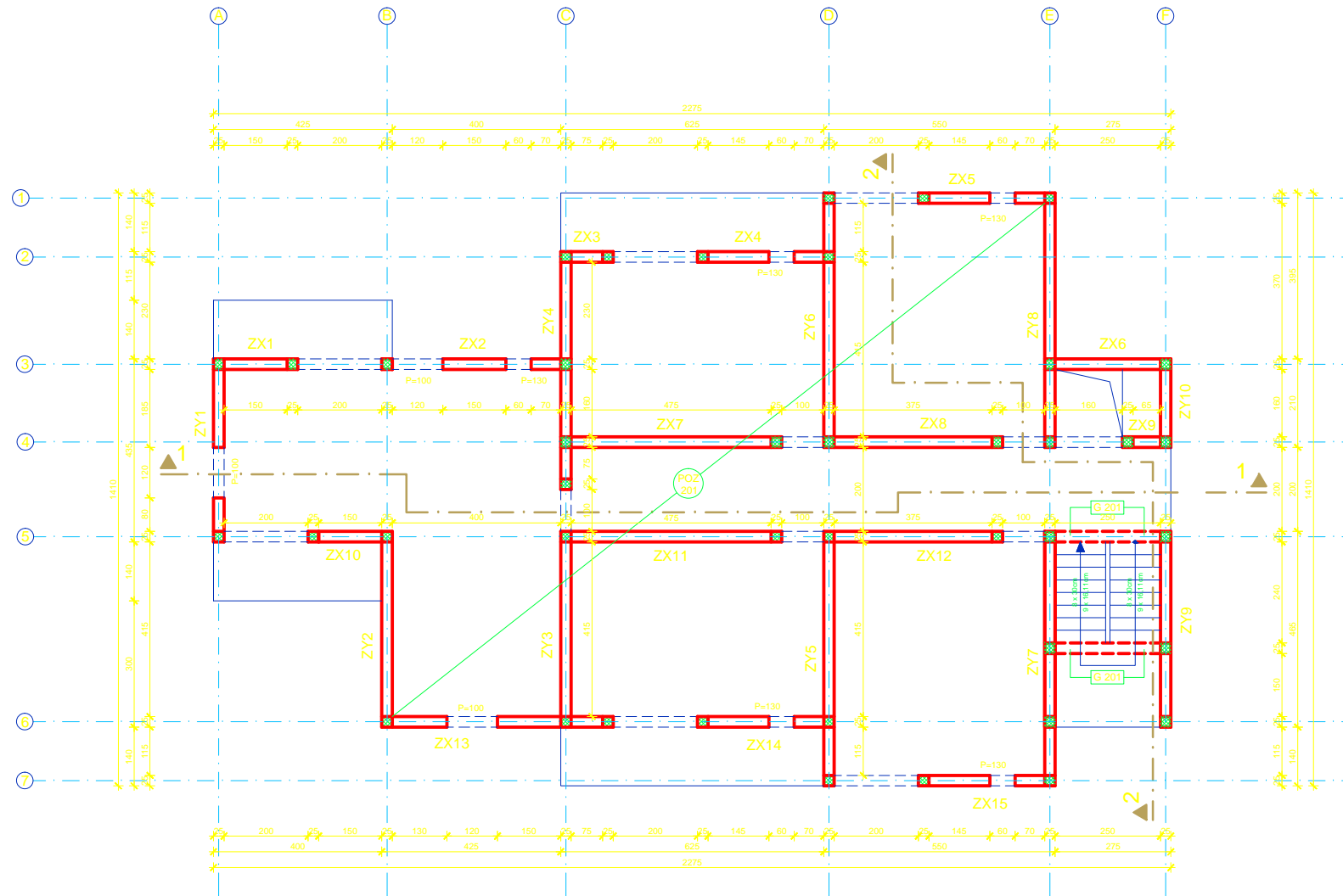
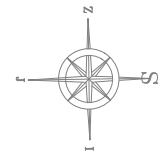
## M1:100



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT [www.gradst.hr](http://www.gradst.hr)

Studij:	STRUČNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA		
Predmet:	ZIDANE KONSTRUKCIJE		
Zadatak:	ZAVRŠNI RAD	datum:	09/2017
Tema:	PRORAČUN NOSIVE KONSTRUKCIJE ZIDANE ZGRADE		
Izradio:	BRANIMIR PAVIĆ		
Sadržaj:	TLOCRT PRIZEMLJA - POZICIJA 100	mjerilo:	M 1:100

# TLOCRT PRVOG KATA - POZ 200 M1:100

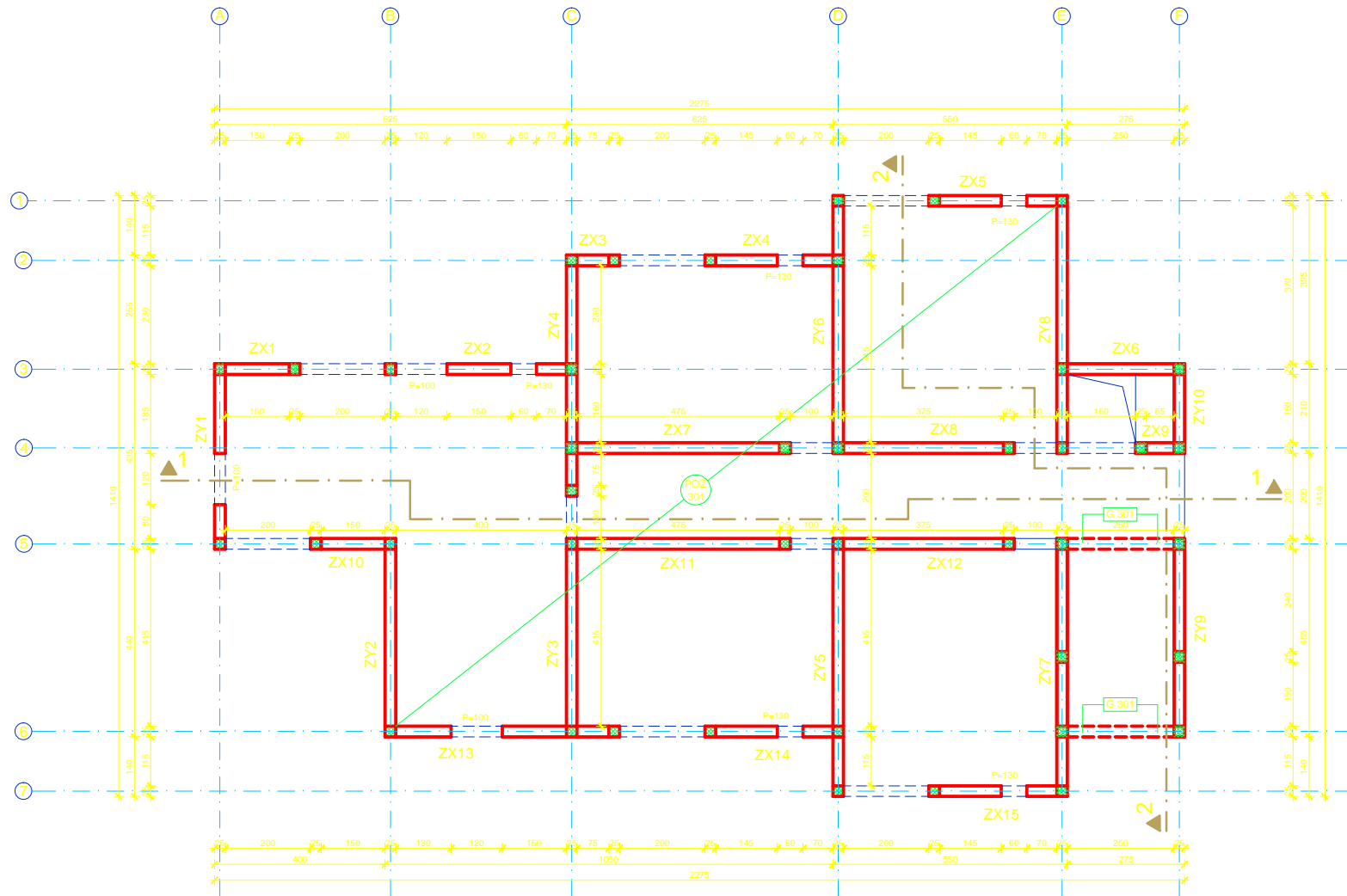
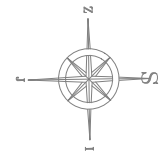


FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT [www.gradst.hr](http://www.gradst.hr)

Studij:	STRUČNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA		
Predmet:	ZIDANE KONSTRUKCIJE		
Zadatak:	ZAVRŠNI RAD	datum:	09/2017
Tema:	PRORAČUN NOSIVE KONSTRUKCIJE ZIDANE ZGRADE		
Izradio:	BRANIMIR PAVIĆ		
Sadržaj:	TLOCRT PRVOG KATA - POZICIJA 200	mjerilo:	M 1:100

# TLOCRT DRUGOG KATA - POZ 300

## M1:100

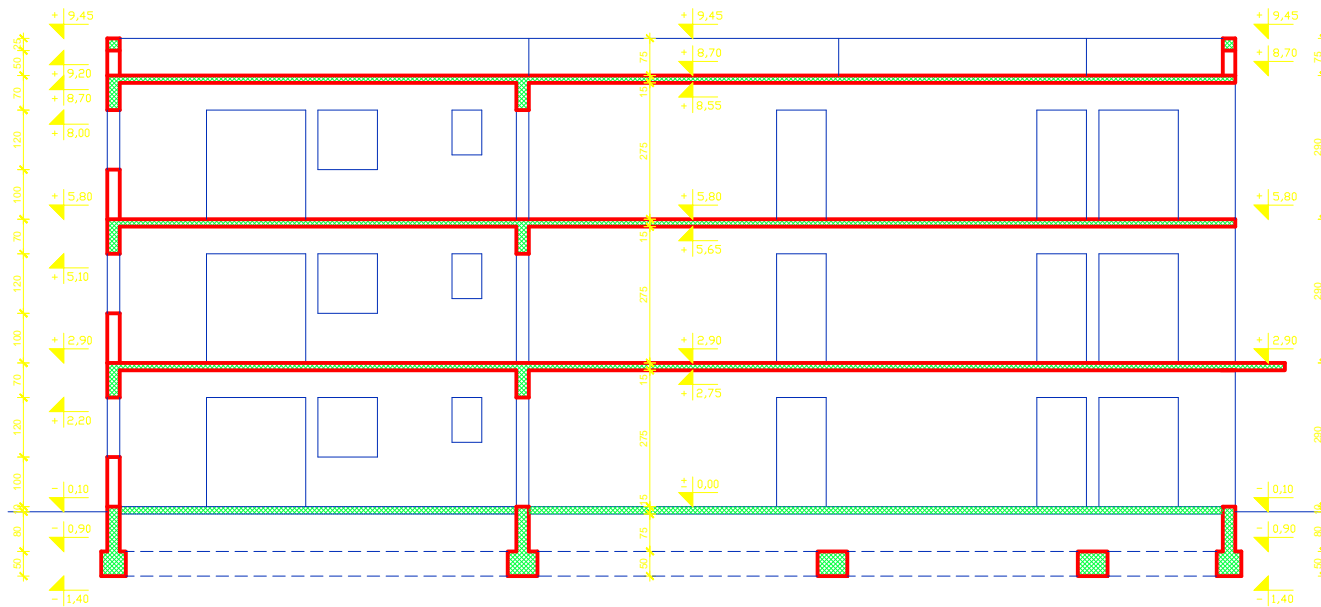


FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT [www.gradst.hr](http://www.gradst.hr)

Studij:	STRUČNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA		
Predmet:	ZIDANE KONSTRUKCIJE		
Zadatak:	ZAVRSNI RAD	datum:	09/2017
Tema:	PRORAČUN NOSIVE KONSTRUKCIJE ZIDANE ZGRADE		
Izradio:	BRANIMIR PAVIĆ		
Sadržaj:	TLOCRT DRUGOG KATA - POZICIJA 300	mjerilo:	M 1:100



# PRESJEK 1-1 M1:100



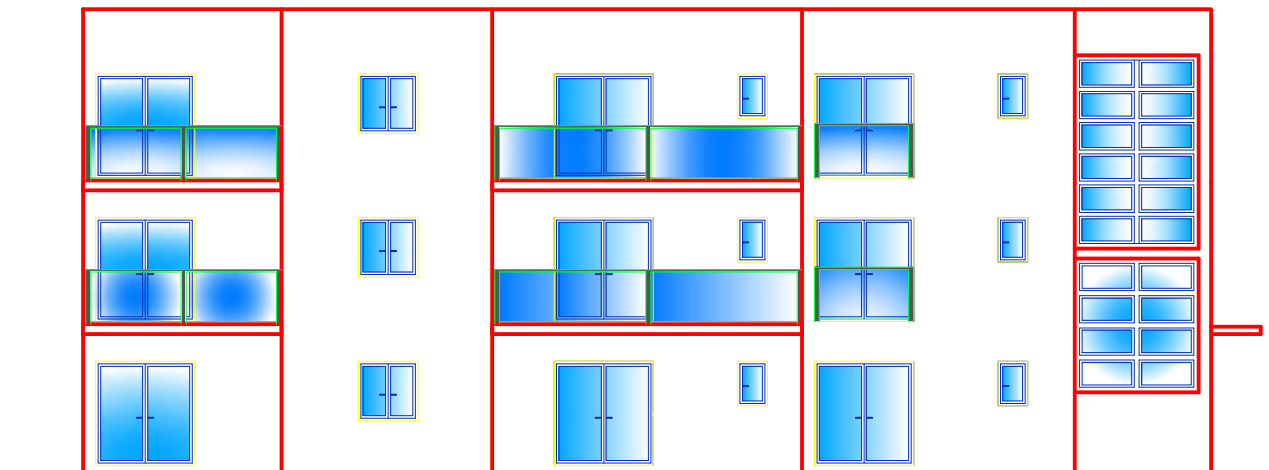
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr

Studij:	STRUČNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA	
Predmet:	ZIDANE KONSTRUKCIJE	
Zadatak:	ZAVRSNI RAD	datum: 09/2017
Tema:	PRORAČUN NOSIVE KONSTRUKCIJE ZIDANE ZGRADE	
Izradio:	BRANIMIR PAVIĆ	
Sadržaj:	PRESJEK 1-1	mjerilo: M 1:100

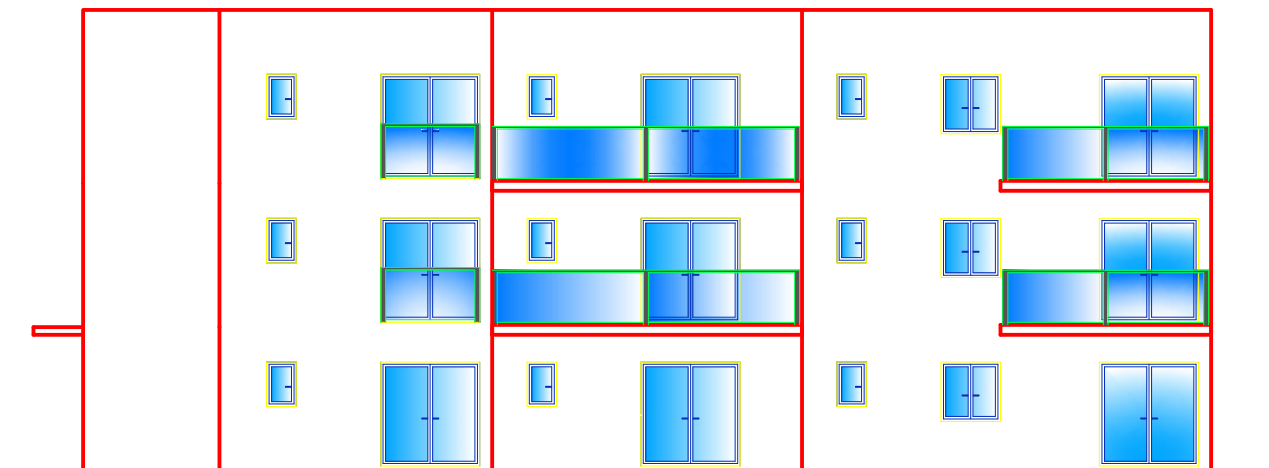


## ISTOČNO PROČELJE

PROČELJA M1:100



## ZAPADNO PROČELJE

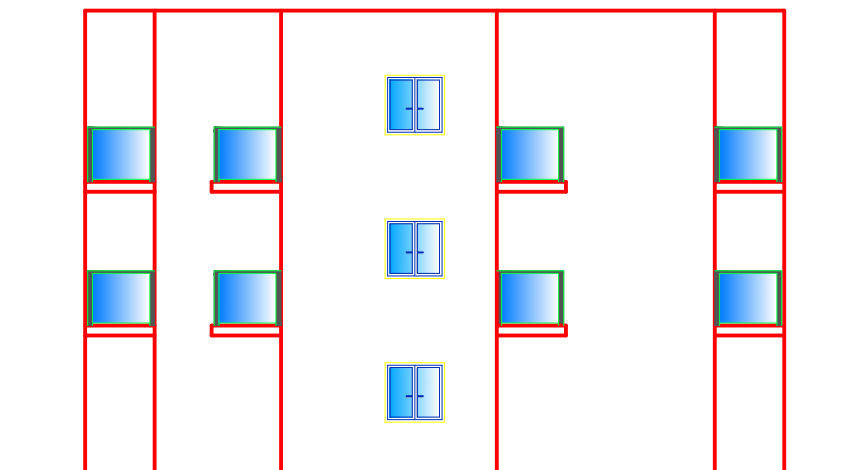


FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT [www.gradst.hr](http://www.gradst.hr)

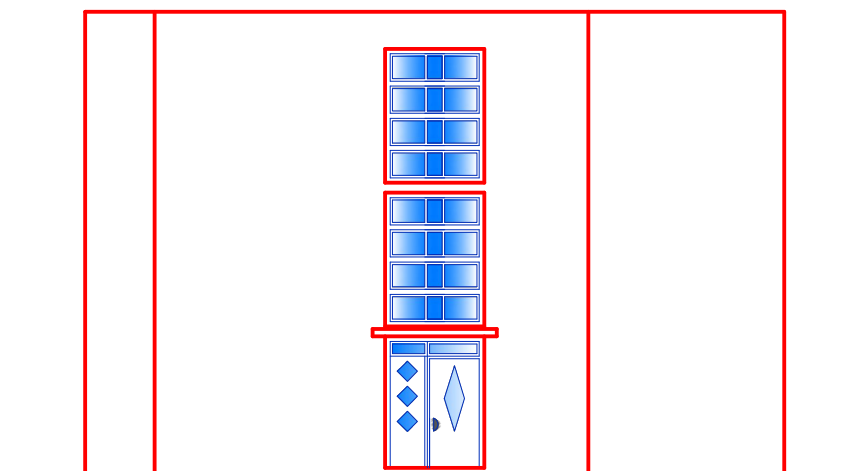
Studij:	STRUČNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA		
Predmet:	ZIDANE KONSTRUKCIJE		
Zadatak:	ZAVRŠNI RAD	datum:	09/2017
Tema:	PRORAČUN NOSIVE KONSTRUKCIJE ZIDANE ZGRADE		
Izradio:	BRANIMIR PAVIĆ		
Sadržaj:	ISTOČNO I ZAPADNO PROČELJE	mjerilo:	M 1:100

## JUŽNO PROČELJE

PROČELJA M1:100



## SJEVERNO PROČELJE



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT [www.gradst.hr](http://www.gradst.hr)

Studij:	STRUČNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA	
Predmet:	ZIDANE KONSTRUKCIJE	
Zadatak:	ZAVRŠNI RAD	datum: 09/2017.
Tema:	PRORAČUN NOSIVE KONSTRUKCIJE ZIDANE ZGRADE	
Izradio:	BRANIMIR PAVIĆ	
Sadržaj:	SJEVERNO I JUŽNO PROČELJE	mjerilo: M 1:100