

# Proračun nosive konstrukcije zidane građevine

---

**Bajamić, Luka**

**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:123:980900>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-04-01**



*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**

**Bajamić Luka**

**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 : Bajamić Luka**

**BROJ INDEKSA : 1593**

**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. DJELOVANJE VJETRA ( W )	19
3.4 PRORAČUN ZIDOVA NA VERTIKALNO DJELOVANJE	23
UTJECAJNE POVRŠINE KOJE PREUZIMAJU ZIDOVI	23
3.4.1. PODACI ZA PRORAČUN ZIDOVA	23
3.5. PRORAČUN ZIDOVA NA DJELOVANJE POTRESA	29
3.5.1. UKUPNA PRORAČUNSKA SILA OD POTRESA	29
3.5.2. RASPODJELA SEIZMIČKIH SILA PO ETAŽAMA	31
3.5.3. UKUPAN MOMENT OD POTRESA	31
<b>4. PRORAČUN HORIZONTALNIH KONSTRUKCIJA</b>	<b>38</b>
4.1. PRORAČUN AB PLOČA	38
4.1.1. PRORAČUN ARMATURE	39
4.2. DIMENZIONIRANJE STUBIŠTA	42
4.3. DIMENZIONIRANJE TEMELJA	43
4.3.1. TEMELJ ZIDOVA	43
<b>5. LITERATURA</b>	<b>46</b>
5. SOFTWARE	46

## 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,(Pr+2kata) i završno je oblikovana ravnim krovom. Tlocrtne dimenzije su 37,55 m x 11,80 m, visina etaže je 2.90 m. Ukupna visina građevine, mjereno od gornje plohe prizemlja iznosi 9,30 m. Vertikalna komunikacija prizemlja s etažama omogućena je stubištima. 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 u 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 A-b konstrukcije**

A-b 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 izbetonirati nakon zidanja зида. 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: 2a

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 ziđa. 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**

## 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 a-b 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 m x 24,0 = 1,20 kN/m <sup>2</sup>
- izolacije.....	0,50 kN/m <sup>2</sup>
- beton za pad.....	1,45 kN/m <sup>2</sup>
<u>međukatna konstrukcija - a-b ploča; d=15 cm; <math>\gamma=25 \text{ kN/m}^3</math></u>	<u>3.75 kN/m<sup>2</sup></u>

Stalno opterećenje .....g = 6,9 kN/m<sup>2</sup>

Promjenjivo djelovanje: .....q = 1,0 kN/m<sup>2</sup>

**POZ 100 (200) – stambeni prostori**

- pregradni zidovi.....	= 0,50 kN/m <sup>2</sup>
- završni slojevi poda.....	= 0,50 kN/m <sup>2</sup>
- cementni estrih.....	0,06m x 22 kN/m <sup>3</sup> = 1,32 kN/m <sup>2</sup>

Stalno opterećenje .....g = 6,07 kN/m<sup>2</sup>

Promjenjivo djelovanje: - sobe.....q<sub>1</sub> = 2,00 kN/m<sup>2</sup>

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

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

**NOSIVI ZIDOVI**

- unutarnja žbuka.....	0,015 m x 16 kN/m <sup>3</sup> = 0,24 kN/m <sup>2</sup>
- zid od blok opeke.....	0,25 m x 14 kN/m <sup>3</sup> = 3,50 kN/m <sup>2</sup>
<u>- vanjska žbuka.....</u>	<u>0,020 m x 16 kN/m<sup>3</sup> = 0,32 kN/m<sup>2</sup></u>

Stalno opterećenje.....g = 4,06 kN/m<sup>2</sup>

**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.

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

### Razredi važnosti građevine

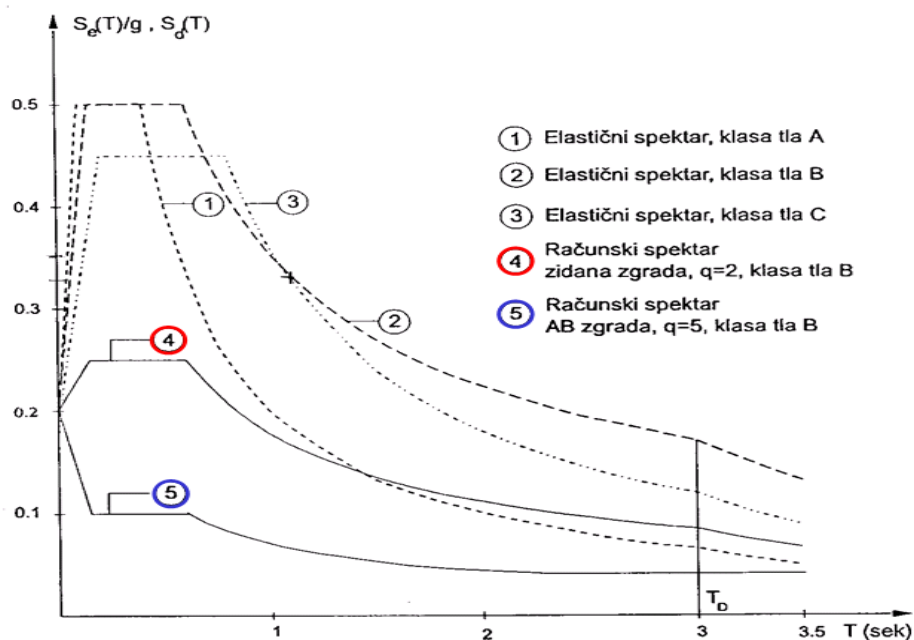
Predmetna građevina se računa prema razredu važnosti III. Te  $\gamma_I = 1.0$ .

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 na 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.



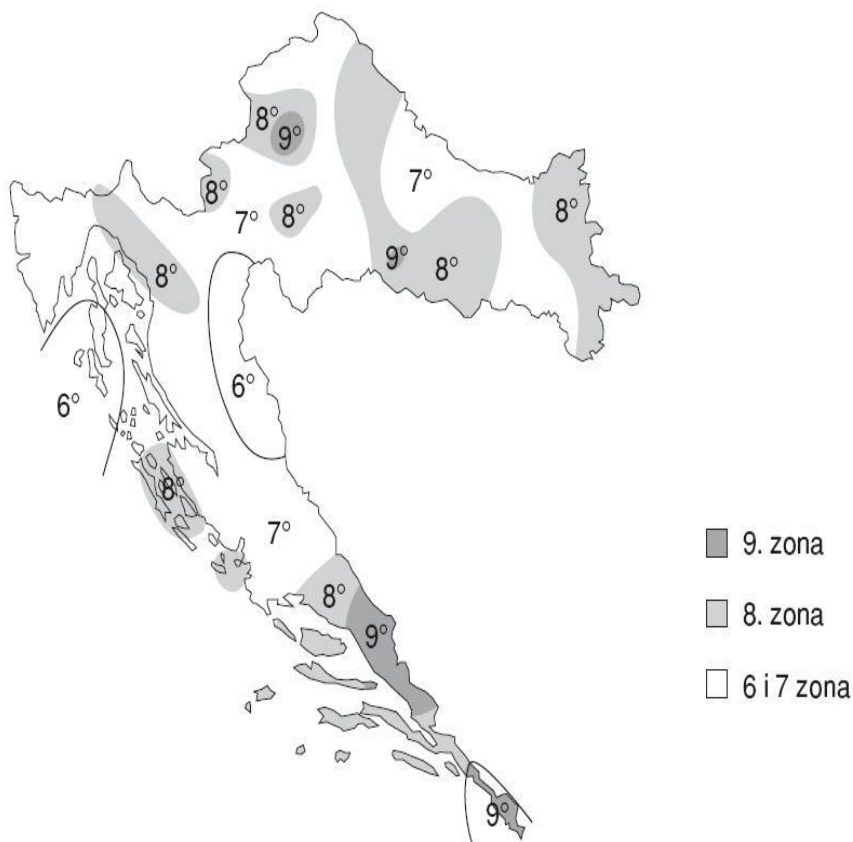
Elastični i računski spektar odziva, VIII seizmička zona,  $ag=0,2g$

### 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

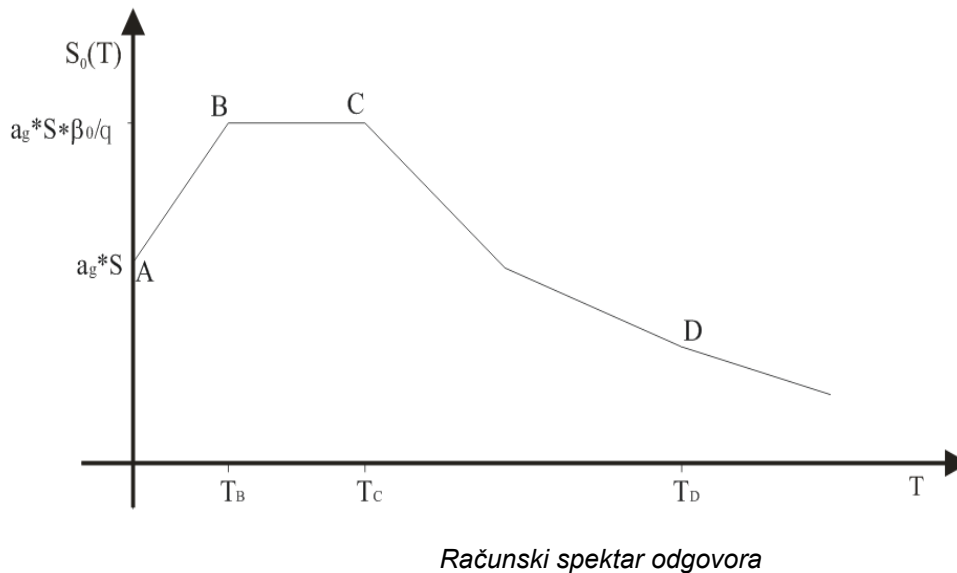
Mjerodavna za projektiranje zgrada u seizmičkim područjima



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. DJELOVANJE VJETRA

Osnovni podaci za proračun građevine na djelovanje vjetra:

Zbog lakšeg korištenja zemljovida, Republika Hrvatska podijeljena je na 10 regija, a svakoj regiji pripada određeno područje ili područja opterećenja vjetrom. Predmetna građevina nalazi se u regiji P9-južnojadransko priobalje(južno od Zadra), a to je III. područje opterećenja vjetrom.

Referentna brzina vjetra:

$$V_{ref} = C_{dir} * C_{em} * C_{alt} * V_{ref,0}$$

- osnovna referentna brzina za III. područje opterećenja vjetrom:

$$V_{ref,0} = 35,0m / s$$

- koeficijent smjera vjetra:  $C_{dir} = 1,0$

- koeficijent godišnjeg doba:  $C_{tem} = 1,0$

- koeficijent nadmorske visine:  $C_{alt} = 1 + 0,001 * a_s = 1 + 0,001 * 50 = 1,05m$

- nadmorska visina mjesta:  $a_s = 50m$

$$V_{ref} = 1,0 * 1,0 * 1,05 * 35 = 36,75m^2$$

Osnovno jednoliko raspodijeljeno opterećenje vjetra:

PODRUČJE	$V_{ref,0}(m^2)$	$w_0(kN/m^2)$
I	22	0.30
II	30	0.56
<b>III</b>	<b>35</b>	<b>0.77</b>
IV	40	1.00
V	50	1.56

Osnovno jednoliko raspodijeljeno opterećenje

$$W_0 = \frac{\rho_{zr}}{2} * v_{ref}^2$$

gustoća zraka:  $\rho_{zr} = 1,25 \text{ kg/m}^3$

$$W_0 = \frac{1,25}{2} * 36,75^2 = 0,84 \text{ kN/m}^2$$

Stvarno djelovanje vjetra na određenoj visini iznad tla:

$$W_{ref} = c_r(z) * c_t(z) * W_0$$

$c_r(z) = [k_r * \ln(z/z_0)]$  - koeficijent hrapavosti

$h=12,38 \text{ m}$  - kota najviše točke zgrade

$b=12,65 \text{ m}$  - širina zgrade

- za IV. kategoriju terena:  $k_r = 0,24$  ,  $z_0 = 1,00 \text{ m}$

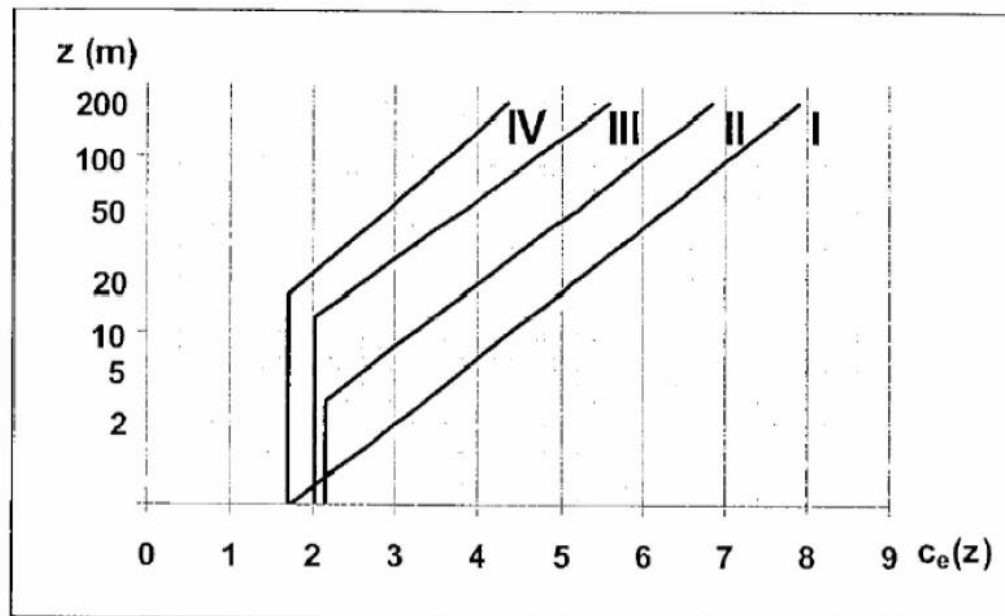
$$c_r = 0,24 * \ln(9/1) = 0,53$$

$c_t(z) = 1,0$  - koeficijent topografije

$$W_{ref} = 0,53 * 1,0 * 0,84 = 0,44 \text{ kN/m}^2$$



Koeficijent izloženosti  $C_e(z)$  u ovisnosti o visini objekta iznad terena i kategoriji zemljišta:



Za regije P5-P10

Rezultirajuća sila vjetra:

$$w = w_{ref} * c_e(z) * c_d * c_f$$

- koeficijent položaja, ovisan o visini iznad terena i kategorijama terena:  $c_e(z) = 2$
- koeficijent sile:  $c_f = 1,55$
- dinamički koeficijent odgovora konstrukcije na udar vjetra:  $c_d = 1,2$

$$w = 0,44 * 2 * 1,2 * 1,55 = 1,64 kN / m^2$$

Globalna horizontalna sila uslijed djelovanja vjetra:

$$W = w * A$$

A - površina predmetne građevine s odgovarajuće strane

$$W = 1,64 * 333 = 545,05 kN$$

Ukupna horizontalna seizmička sila predstavlja mjerodavno horizontalno opterećenje budući da je za glavni smjer dominantno po iznosu u odnosu na vjetar.

### 3.4. PRORAČUN ZIDOVA NA VERTIKALNO DJELOVANJE

#### 3.4.1 Podaci za proračun zidova:

blok opeka, dimenzije:  $d \times s \times v = 25 \times 37.5 \times 23.8$  cm

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

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

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

mort: M10 ( $f_m = 10.0$  MPa)

tlačna čvrstoća зида:  $f_k = K \times f_b^{0.7} \times f_m^{0.3} = 0.45 \cdot 11.5^{0.7} \cdot 10.0^{0.3} = 4,96$  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:  $t = 25$  cm

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

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

U proračunu zidova na vertikalna djelovanja dokazuje se da je

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

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

$L$  = računski duljina zida [m]

$t$  = debljina zida [m]

$A_z$  = 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;  **$g_z = t \cdot \gamma_z + g_{zbu\text{ke}} = 0.25 \cdot 14.0 + 0.50 = 4.00$  kN/m<sup>2</sup>**

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

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

Stalno djelovanje:

$$N_g = Au(g_{100} + g_{200} + g_{300}) + W_z$$

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

$$g_z = 4 \text{ kn/m}^2$$

$$h_z = 2,65 \text{ m}$$

$$W_z = 4 * 2,45 * 2,65 * 3 = 77,91 \text{ kN}$$

Promjenjivo djelovanje:

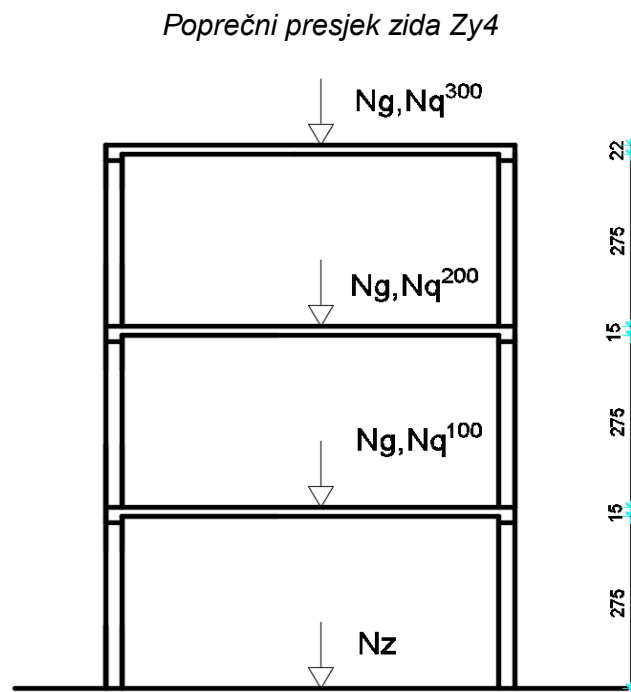
$$N_q = Au(q_{100} + q_{200} + q_{300}) + W_z$$

Računska nosivost:

$$N_{Rd} = \phi * f_k * t * L / \gamma_m$$

**Uvjet nosivosti:**

$$N_{Sd} \leq N_{Rd}$$

**Primjer: Zid Zy**Računsko vertikalno djelovanje:

$$N_{Ed} = 1,35 * N_g + 1,5 * N_q$$

Stalno djelovanje poz 100,200 i 300:

$$N_g = A_u (g_{100} + g_{200} + g_{300}) + W_z$$

$$N_g = 5,14(6,07 + 6,07 + 6,9) + 77,91 = 175,78 \text{ kN}$$

Promjenjivo djelovanje poz 100,200 i 300:

$$N_q = A_u (q_{100} + q_{200} + q_{300}) + W_z$$

$$N_q = 5,14(1,5 + 1,5 + 1) + 77,91 = 98,47$$

Računsko vertikalno djelovanje:

$$N_{Ed} = 1,35 * N_g + 1,5 * N_q$$

$$N_{Ed} = 1,35 * 175,78 + 1,5 * 98,47 = 385 \text{ kN}$$

Računska nosivost:

$$N_{Rd} = \phi * A * f_k / \gamma_m$$

$$N_{Rd} = 0,7 * 612,5 * 4,96 / 2,2 = 967 \text{ kN}$$

$$\mathbf{N_{Ed} < N_{Rd}}$$

Sljedeća tablica prikazuje dokaz nosivosti na vertikalno djelovanje za svaki pojedini zid u x i y smjeru

Zid	duljina zida L(m)	debljina zida t(m)	površina zida A(m <sup>2</sup> )	utjecajna površina Au	broj etaža a	stalno opter.poz 100,200. g(kN/m <sup>2</sup> )	stalno opter. poz 300 g(kN/m <sup>2</sup> )	promjenj. opter. Q100,Q200 q(kN/m <sup>2</sup> )	promjenj. opter. Q300 q(kN/m <sup>2</sup> )	vlastita tež. Zida (kN/m <sup>2</sup> )	vertikaln o djelovanj e Ng(kN)	vertikaln o djelovanj e Nq(kN)	računsk o vert. djel. Nsd	koeficije nt vitkosti Φ	računsk a nosivost Nrd(kN)	Nsd/Nr d (%)
zx1	7,90	0,25	1,98	10,8	3	6,07	6,9	1,5	1	251,22	456,85	294,42	1058	0,700	3117	34
zx2	7,90	0,25	1,98	10,8	3	6,07	6,9	1,5	1	251,22	456,85	294,42	1058	0,700	3117	34
zx3	2,27	0,25	0,57	0,57	3	6,07	6,9	1,5	1	72,186	82,99	74,46	224	0,700	896	25
zx4	2,27	0,25	0,57	0,57	3	6,07	6,9	1,5	1	72,186	82,99	74,46	224	0,700	896	25
zx5	3,25	0,25	0,81	0,81	3	6,07	6,9	1,5	1	103,35	118,82	106,60	320	0,700	1282	25
zx6	3,25	0,25	0,81	0,81	3	6,07	6,9	1,5	1	103,35	118,82	106,60	320	0,700	1282	25
zx7	5,00	0,25	1,25	1,25	3	6,07	6,9	1,5	1	159	182,80	164,00	493	0,700	1973	25
zx8	5,00	0,25	1,25	1,25	3	6,07	6,9	1,5	1	159	182,80	164,00	493	0,700	1973	25
zx9	0,67	0,25	0,17	0,17	3	6,07	6,9	1,5	1	21,306	24,50	21,98	66	0,700	264	25
zx10	0,67	0,25	0,17	0,17	3	6,07	6,9	1,5	1	21,306	24,50	21,98	66	0,700	264	25
zx11	2,45	0,25	0,61	0,61	3	6,07	6,9	1,5	1	77,91	89,57	80,36	241	0,700	967	25
zx12	2,45	0,25	0,61	0,61	3	6,07	6,9	1,5	1	77,91	89,57	80,36	241	0,700	967	25
zx13	0,90	0,25	0,23	0,23	3	6,07	6,9	1,5	1	28,62	32,90	29,52	89	0,700	355	25
zx14	0,90	0,25	0,23	0,23	3	6,07	6,9	1,5	1	28,62	32,90	29,52	89	0,700	355	25
zx15	3,10	0,25	0,78	0,78	3	6,07	6,9	1,5	1	98,58	113,34	101,68	306	0,700	1231	25

*Dokaz nosivosti za svaki pojedini zid u x- smjeru*

Zid	duljina zida L(m)	debljina zida t(m)	površina zida A(m <sup>2</sup> )	utjecajna površina Au	broj etaža	stalno opter.poz 100,200. g(kN/m <sup>2</sup> )	stalno opter. poz 300 g(kN/m <sup>2</sup> )	promjenj. opter. q(kN/m <sup>2</sup> )	promjenj. opter. Q300 q(kN/m <sup>2</sup> )	vlastita tež. Zida (kN/m <sup>2</sup> )	vertikalno djelovanje Ng(kN)	vertikalno djelovanje Nq(kN)	računsko vert. djel. Nsd	koeficijent vitkosti Φ	računska nosivost Nrd(kN)	Nsd/Nrd (%)
zy1	2,45	0,25	0,61	8,34	3	6,07	6,9	1,5	1	77,91	236,70	111,27	486	0,700	967	64
zy2	2,45	0,25	0,61	8,34	3	6,07	6,9	1,5	1	77,91	236,70	111,27	486	0,700	967	64
zy3	2,45	0,25	0,61	5,14	3	6,07	6,9	1,5	1	77,91	175,78	98,47	385	0,700	967	51
zy4	2,45	0,25	0,61	5,14	3	6,07	6,9	1,5	1	77,91	175,78	98,47	385	0,700	967	51
zy5	5,8	0,25	1,45	15,04	3	6,07	6,9	1,5	1	184,44	470,80	244,60	1002	0,700	2288	56
zy6	5,8	0,25	1,45	15,04	3	6,07	6,9	1,5	1	184,44	470,80	244,60	1002	0,700	2288	56
zy7	3,75	0,25	0,94	17,01	3	6,07	6,9	1,5	1	119,25	443,12	187,29	879	0,700	1480	76
zy8	3,75	0,25	0,94	17,01	3	6,07	6,9	1,5	1	119,25	443,12	187,29	879	0,700	1480	76
zy9	6,45	0,25	1,61	27,5	3	6,07	6,9	1,5	1	205,11	728,71	315,11	1456	0,700	2545	73
zy10	6,45	0,25	1,61	27,5	3	6,07	6,9	1,5	1	205,11	728,71	315,11	1456	0,700	2545	73
zy11	4,55	0,25	1,14	12,5	3	6,07	6,9	1,5	1	144,69	382,69	194,69	809	0,700	1795	58
zy12	4,55	0,25	1,14	12,5	3	6,07	6,9	1,5	1	144,69	382,69	194,69	809	0,700	1795	58
zy13	6,2	0,25	1,55	21,14	3	6,07	6,9	1,5	1	197,16	599,67	281,72	1232	0,700	2446	64
zy14	6,2	0,25	1,55	21,14	3	6,07	6,9	1,5	1	197,16	599,67	281,72	1232	0,700	2446	64
zy15	1,75	0,25	0,44	5,1	3	6,07	6,9	1,5	1	55,65	152,75	76,05	320	0,700	690	59
zy16	1,75	0,25	0,44	5,1	3	6,07	6,9	1,5	1	55,65	152,75	76,05	320	0,700	690	59
zy17	4,05	0,25	1,01	8,7	3	6,07	6,9	1,5	1	128,79	294,44	163,59	643	0,700	1598	51
zy18	4,05	0,25	1,01	8,7	3	6,07	6,9	1,5	1	128,79	294,44	163,59	643	0,700	1598	51
zy19	2,55	0,25	0,64	6,7	3	6,07	6,9	1,5	1	81,09	208,66	107,89	444	0,700	1006	56
zy20	2,55	0,25	0,64	6,7	3	6,07	6,9	1,5	1	81,09	208,66	107,89	444	0,700	1006	56
zy21	1,7	0,25	0,43	5,3	3	6,07	6,9	1,5	1	54,06	154,97	75,26	322	0,700	671	61
zy22	1,7	0,25	0,43	5,3	3	6,07	6,9	1,5	1	54,06	154,97	75,26	322	0,700	671	61
zy23	4,2	0,25	1,05	17,17	3	6,07	6,9	1,5	1	133,56	460,48	202,24	925	0,700	1657	71
zy24	4,2	0,25	1,05	17,17	3	6,07	6,9	1,5	1	133,56	460,48	202,24	925	0,700	1657	71
zy25	9,96	0,25	2,49	24,7	3	6,07	6,9	1,5	1	316,728	787,02	415,53	1686	0,700	3930	55

*Dokaz nosivosti za svaki pojedini zid u y-smjer*



### 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 zidove  $q=2,0$
- razred tla: B : - parameter tla  $S=1,2$
- dinamički koeficijent:  $\beta_0 = 2,5$

#### 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

$W$  – 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:**

$$W_{300} = (g_{300} + 0.15 \cdot q_{300}) \cdot A + L_z \cdot h_z \cdot g_z$$

$$W_{300} = (6,9 + 0.15 \cdot 1) \cdot 409,52 + 163,38 \cdot 2,65 \cdot 4 = 4618,94 \text{ kN}$$

**2. ETAŽA I POZ 200:**

$$W_{200} = (g_{200} + 0.15 \cdot q_{200}) \cdot A + L_z \cdot h_z \cdot g_z$$

$$W_{200} = (6,07 + 0.225) \cdot 409,52 + 163,38 \cdot 2,65 \cdot 4 = 4309,76 \text{ kN}$$

**1. ETAŽA I POZ 100:**

$$W_{100} = (g_{100} + 0.15 \cdot q_{100}) \cdot A + L_z \cdot h_z \cdot g_z$$

$$W_{100} = (6,07 + 0.225) \cdot 409,52 + 163,38 \cdot 2,65 \cdot 4 = 4309,76 \text{ kN}$$

Ukupna računska težina zgrade za proračun na potres

$$\mathbf{W = 4618,94 + 4309,76 + 4309,76 = 13238 \text{ kN}}$$

Specifična računska težina zgrade:

$$w = W/A_{uk} = 13238 / (409,52 \cdot 3) = 10,78 \text{ kN/m}^2$$

Ukupna potresna poprečna sila iznosi:  $F_b = S_d(T_1) \cdot W = 0,33 \cdot 13238 = 4368 \text{ kN}$

$$S_d = \alpha \cdot S \cdot B_0 / q$$

$$S_d = 0.22 \cdot 1.2 \cdot 2.5 / 2 = 0,33$$

$$F_b = 0,33 \cdot 13238 = 4368 \text{ kN}$$

$$\alpha = 0.22$$

$$S = 1.2$$

$$B_0 = 2.5$$

$$q = 2.0$$

### 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.

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

$$F_{b,300} = 4368 \cdot (4618,94 \cdot 2,90 \cdot 3) /$$

$$(4309,76 \cdot 2,90 + 4309,76 \cdot 2,90 \cdot 2 + 4618,94 \cdot 2,90 \cdot 3) = 2259,63 \text{ kN}$$

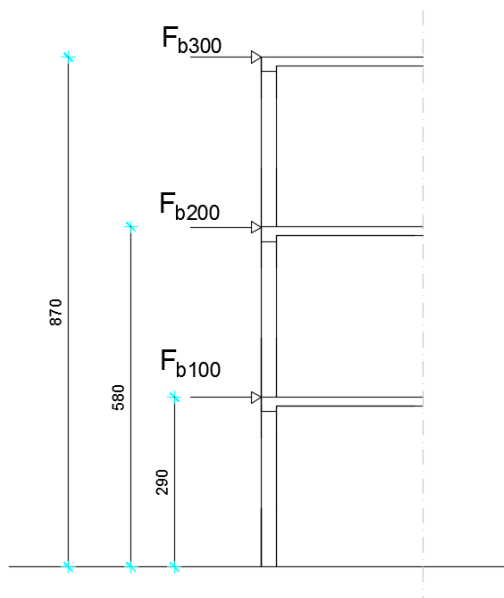
$$F_{b,200} = 4368 \cdot (4309,76 \cdot 2,90 \cdot 2) /$$

$$(4309,76 \cdot 2,90 + 4309,76 \cdot 2,90 \cdot 2 + 4618,94 \cdot 2,90 \cdot 3) = 1405,58 \text{ kN}$$

$$F_{b,100} = 4368 \cdot (4309,76 \cdot 2,90) /$$

$$(4309,76 \cdot 2,90 + 4309,76 \cdot 2,90 \cdot 2 + 4618,94 \cdot 2,90 \cdot 3) = 702,79 \text{ kN}$$

### 3.5.3. Ukupan moment od potresa



Ukupan moment savijanja od potresa:

$$M_b = F_{b,300} \cdot h_{k300} + F_{b,200} \cdot h_{k200} + F_{b,100} \cdot h_{k100}$$

$$= 2259,63 \cdot 9,7 + 1405,58 \cdot 5,8 + 702,79 \cdot 2,90$$

$$= 32108,87 \text{ kNm}$$

Ukupna poprečna seizmička katna sila raspodjeljuje se na pojedine zidove u omjeru njihove krutosti i zbroja krutosti svih zidova kata. Početna krutost određuje se u ovom slučaju prema pojednostavljenom postupku, u kojem se zanemaruje doprinos komponente savijanja, pa ovaj izraz daje veću vrijednost krutosti:

$$K = \frac{G * A}{1,2h \left[ 1 + \alpha \frac{G}{E} \left( \frac{h}{L} \right)^2 \right]}$$

gdje je:

K - krutost zida

E - modul elastičnosti:  $E = 1000 * f_k = 1000 * 4.96 = 4960 \text{ MN/m}^2$

G - modul posmika:  $G = E/2 = 4960/2 = 2480,00 \text{ MN/m}^2$

A - površina zida:  $A = L * t$

h - visina zida

Slijedeće tablice prikazuju vrijednosti proračuna krutosti za pojedine zidove u x i y smjeru

**Proračun dokaza nosivosti za svaki zid****Podaci za proračun zidova:**

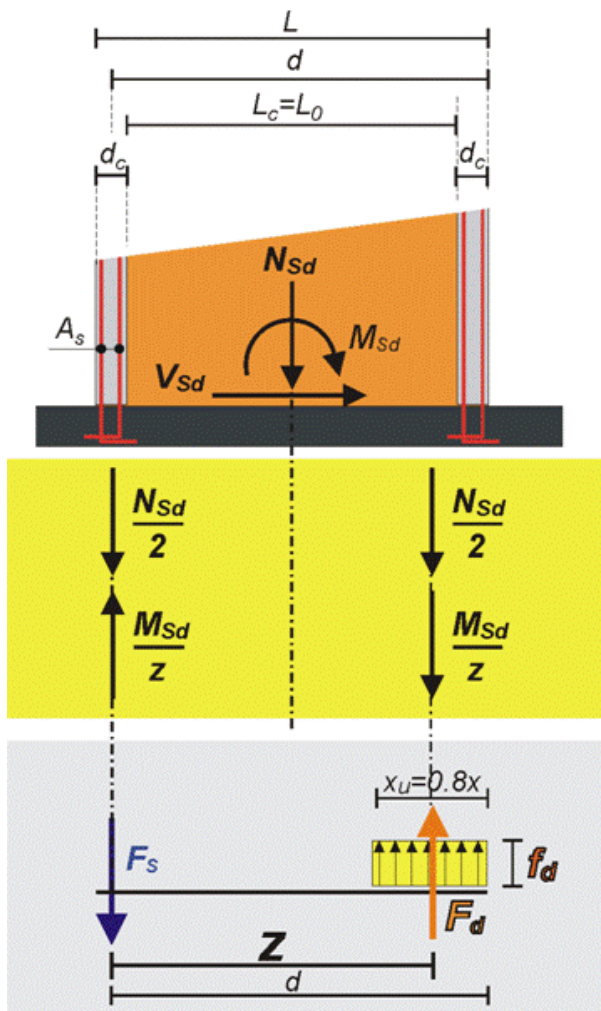
tlačna čvrstoća ziđa:  $f_k = K \times f_b^{0.7} \times f_m^{0.3} = 0.45 \times 11.5^{0.7} \times 10.0^{0.3} = 4,96 \text{ MPa}$

karakteristična posmična čvrstoća:  $f_{vk} = 0.07 \times f_b = 0.07 \times 11.5 = 0.805 \text{ MPa}$

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:  $\gamma_I = 1.0$



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

računska poprečna sila:  $V_{Sd} = V_{Ed} \cdot \psi_{I1} = V_{Ed} \cdot 1.00$

računska nosivost na poprečnu silu:

$$V_{Rd} = f_{vk} \cdot t \cdot A / \psi_{M1}$$

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

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:

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

$$f_d = f_k / \gamma_M = 4,96 / 2,2 = 2,17 \text{ N/mm}^2 = 0,217 \text{ kN/cm}^2$$

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

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

$$z = 0,8L$$

računski moment savijanja:  $M_{Sd} = M_{Ed} \cdot \psi_{I1} = M_{Ed} \cdot 1.00$

$z$  = krak unutarnjih sila

računska uzduža sila:  $N_{Sd} = N_g + \psi_{21} N_q$

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

i izračunava potrebna površina armature vertikalnih

serklaža:

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

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

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

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

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

$L_i$  – zbroj duljina svih otvora u zidu

$A$  – površina zida ( $A=t*L$ )

$t$  – debljina zida

Sljedeće tablice prikazuju proračun dokaza nosivosti na djelovanje potresa za svaki pojedini zid u x i y smjeru

ZID	DEBLJINA ZIDA t(m)	DULJINA ZIDA L(m)	POVRŠINA ZIDA A(m <sup>2</sup> )	DULJINA OTVORA Li(m)	VISINA ZIDA H(m)	k1	POČETNA KRUTOST K(Kn/m)	POP.SILA OD POT. Vsd(kN)	MOMENT OD POTRESA Msd	STALNO DJELOVANJE Ng	PROM DJELOVANJE Nq	RAČUNSKA VERT.SILA Nsd	KRAK UNUT.SILA Z	RAČUNSKO DJELOVANJE Fsd	DULJINA LAČNE ZONE Xu	RAČUNSKA NOSIVOST Vrd	RAČUNSKA NOSIVOST Frd	Vsd/Vrd	Fsd/Frd	ARMATURA As
zx1	0,25	7,90	1,98	1,80	7,95	0,73	139,90	139,90	9466,52	456,85	294,42	545,18	6,32	1225,28	2,66	722,67	2198,93	19,36	55,72	28,18
zx2	0,25	7,90	1,98	1,80	7,95	0,73	139,90	139,90	9466,52	456,85	294,42	545,18	6,32	1225,28	2,66	722,67	2198,93	19,36	55,72	28,18
zx3	0,25	2,27	0,57	0,00	7,95	1,00	6,89	6,89	466,00	82,99	74,46	105,33	1,82	203,94	0,41	207,65	337,28	3,32	60,47	4,69
zx4	0,25	2,27	0,57	0,00	7,95	1,00	6,89	6,89	466,00	82,99	74,46	105,33	1,82	203,94	0,41	207,65	337,28	3,32	60,47	4,69
zx5	0,25	3,25	0,81	0,80	7,95	0,71	13,69	13,69	926,15	118,82	106,60	150,80	2,60	280,81	0,80	297,30	661,33	4,60	42,46	6,46
zx6	0,25	3,25	0,81	0,80	7,95	0,71	13,69	13,69	926,15	118,82	106,60	150,80	2,60	280,81	0,80	297,30	661,33	4,60	42,46	6,46
zx7	0,25	5,00	1,25	0,00	7,95	1,00	62,38	62,38	4220,91	182,80	164,00	232,00	4,00	939,23	1,50	457,39	1240,00	13,64	75,74	21,60
zx8	0,25	5,00	1,25	0,00	7,95	1,00	62,38	62,38	4220,91	182,80	164,00	232,00	4,00	939,23	1,50	457,39	1240,00	13,64	75,74	21,60
zx9	0,25	1,60	0,40	0,00	7,95	1,00	2,47	2,47	167,10	24,50	21,98	31,09	1,28	115,01	0,14	146,36	115,73	1,69	99,37	2,65
zx10	0,25	1,60	0,40	0,00	7,95	1,00	2,47	2,47	167,10	24,50	21,98	31,09	1,28	115,01	0,14	146,36	115,73	1,69	99,37	2,65
zx11	0,25	2,45	0,61	0,80	7,95	0,62	5,29	5,29	358,05	89,57	80,36	113,68	1,96	125,84	0,48	224,12	396,80	2,36	31,71	2,89
zx12	0,25	2,45	0,61	0,80	7,95	0,62	5,29	5,29	358,05	89,57	80,36	113,68	1,96	125,84	0,48	224,12	396,80	2,36	31,71	2,89
zx13	0,25	1,70	0,43	0,00	7,95	1,00	2,95	2,95	199,82	32,90	29,52	41,76	1,36	126,05	0,18	155,51	148,80	1,90	84,71	2,90
zx14	0,25	1,70	0,43	0,00	7,95	1,00	2,95	2,95	199,82	32,90	29,52	41,76	1,36	126,05	0,18	155,51	148,80	1,90	84,71	2,90
zx15	0,25	6,80	0,78	3,20	7,95	-0,21	61,90	61,90	4188,46	113,34	101,68	143,84	5,44	698,02	2,22	285,41	1835,20	21,69	38,03	16,05

*Dokaz nosivosti za svaki pojedini zid u x-smjeru*



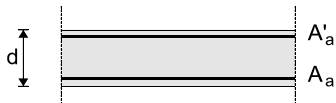
ZID	DEBLJINA ZIDA t(m)	DULJINA ZIDA L(m)	POVRŠINA ZIDA A(m <sup>2</sup> )	DULJINA OTVORA Li(m)	VISINA ZIDA H(m)	k1	POCETNA KRUTOST K(Kn/m)	POP.SILA OD POT. Vsd(kN)	MOMENT OD POTRESA Msd	STALNO DJELOVANJE Ng	PROM DJELOVANJE Nq	RAČUNSKA VERT SILA Nsd	KRAK UNUT.SILA Z	RAČUNSKO DJELOVANJE Fsd	DULJINA LAČNE ZON Xu	RAČUNSKA NOSIVOST Vrd	RAČUNSKA NOSIVOST Frd	Vsd/Vrd	Fsd/Frd	ARMATURA As
zy1	0,25	2,40	0,60	1,60	7,95	0,22	8,09	8,09	547,72	236,70	111,27	270,08	1,92	150,23	0,46	509,02	380,27	1,59	39,51	3,46
zy2	0,25	2,40	0,60	1,60	7,95	0,22	8,09	8,09	547,72	236,70	111,27	270,08	1,92	150,23	0,46	517,94	380,27	1,56	39,51	3,46
zy3	0,25	2,45	0,61	0,90	7,95	0,57	8,59	8,59	581,40	175,78	98,47	205,32	1,96	193,97	0,48	536,21	396,80	1,60	48,88	4,46
zy4	0,25	2,45	0,61	0,90	7,95	0,57	8,59	8,59	581,40	175,78	98,47	205,32	1,96	193,97	0,48	542,46	396,80	1,58	48,88	4,46
zy5	0,25	5,80	1,45	0,00	7,95	1,00	91,31	91,31	6178,51	470,80	244,60	544,18	4,64	1059,48	1,82	1296,76	1504,53	7,04	70,42	24,37
zy6	0,25	5,80	1,45	0,00	7,95	1,00	91,31	91,31	6178,51	470,80	244,60	544,18	4,64	1059,48	1,82	1307,55	1504,53	6,98	70,42	24,37
zy7	0,25	4,55	1,14	0,80	7,95	0,79	48,61	48,61	3289,30	443,12	187,29	499,31	3,64	654,00	1,32	1033,10	1091,20	4,71	59,93	15,04
zy8	0,25	4,55	1,14	0,80	7,95	0,79	48,61	48,61	3289,30	443,12	187,29	499,31	3,64	654,00	1,32	1039,55	1091,20	4,68	59,93	15,04
zy9	0,25	6,45	1,61	0,00	7,95	1,00	118,77	118,77	8036,47	728,71	315,11	823,24	5,16	1145,83	2,08	1481,72	1719,47	8,02	66,64	26,35
zy10	0,25	6,45	1,61	0,00	7,95	1,00	118,77	118,77	8036,47	728,71	315,11	823,24	5,16	1145,83	2,08	1488,90	1719,47	7,98	66,64	26,35
zy11	0,25	4,55	1,14	0,00	7,95	1,00	48,61	48,61	3289,30	382,69	194,69	441,10	3,64	683,11	1,32	1054,85	1091,20	4,61	62,60	15,71
zy12	0,25	4,55	1,14	0,00	7,95	1,00	48,61	48,61	3289,30	382,69	194,69	441,10	3,64	683,11	1,32	1058,94	1091,20	4,59	62,60	15,71
zy13	0,25	6,20	1,55	0,00	7,95	1,00	107,81	107,81	7294,86	599,67	281,72	684,18	4,96	1128,65	1,98	1448,01	1636,80	7,45	68,95	25,96
zy14	0,25	6,20	1,55	0,00	7,95	1,00	107,81	107,81	7294,86	599,67	281,72	684,18	4,96	1128,65	1,98	1452,60	1636,80	7,42	68,95	25,96
zy15	0,25	1,75	0,44	0,00	7,95	1,00	3,22	3,22	217,63	152,75	76,05	175,57	1,40	67,67	0,20	411,19	165,33	0,78	40,93	1,56
zy16	0,25	1,75	0,44	0,00	7,95	1,00	3,22	3,22	217,63	152,75	76,05	175,57	1,40	67,67	0,20	412,28	165,33	0,78	40,93	1,56
zy17	0,25	4,05	1,01	0,00	7,95	1,00	35,49	35,49	2401,72	294,44	163,59	343,52	3,24	569,51	1,12	956,45	925,87	3,71	61,51	13,10
zy18	0,25	4,05	1,01	0,00	7,95	1,00	35,49	35,49	2401,72	294,44	163,59	343,52	3,24	569,51	1,12	958,59	925,87	3,70	61,51	13,10
zy19	0,25	2,55	0,64	0,00	7,95	1,00	9,64	9,64	652,60	208,66	107,89	241,03	2,04	199,39	0,52	604,80	429,87	1,59	46,38	4,59
zy20	0,25	2,55	0,64	0,00	7,95	1,00	9,64	9,64	652,60	208,66	107,89	241,03	2,04	199,39	0,52	605,96	429,87	1,59	46,38	4,59
zy21	0,25	1,70	0,43	0,00	7,95	1,00	2,95	2,95	199,82	154,97	75,26	177,55	1,36	58,15	0,18	404,70	148,80	0,73	39,08	1,34
zy22	0,25	1,70	0,43	0,00	7,95	1,00	2,95	2,95	199,82	154,97	75,26	177,55	1,36	58,15	0,18	405,37	148,80	0,73	39,08	1,34
zy23	0,25	4,20	1,05	0,00	7,95	1,00	39,19	39,19	2651,61	460,48	202,24	521,15	3,36	528,59	1,18	1003,05	975,47	3,91	54,19	12,16
zy24	0,25	4,20	1,05	0,00	7,95	1,00	39,19	39,19	2651,61	460,48	202,24	521,15	3,36	528,59	1,18	1004,51	975,47	3,90	54,19	12,16
zy25	0,25	9,96	2,49	0,00	7,95	1,00	314,10	314,10	21253,97	787,02	415,53	911,67	7,97	2211,58	3,48	2385,38	2880,11	13,17	76,79	50,86

*Dokaz nosivosti za svaki pojedini zid u y-smjeru*

## 4.1. PRORAČUN A-B PLOČA

Osnovni podaci o konstrukciji i opterećenju:

Poprečni presjek



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

**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 **6.07 kN/m<sup>2</sup>**

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

- stubišta **3.00 kN/m<sup>2</sup>**

(Nad zidovima je ploča slobodno oslonjena.)

#### 4.4.1. Proračun armature u a-b ploči

Poprečni presjek



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

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

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

Potrebna površina armature ploče iznosi:

$$A_s = \frac{M_{sd} \cdot 100}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}}$$

odnosno:  $A_s = M_{Sd} \cdot k$

gdje je:  $k = \frac{100}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}}$

Odabrano je:  $\zeta = 0,90$

$$k = \frac{100}{0,90 \cdot 13 \cdot 43,48}$$

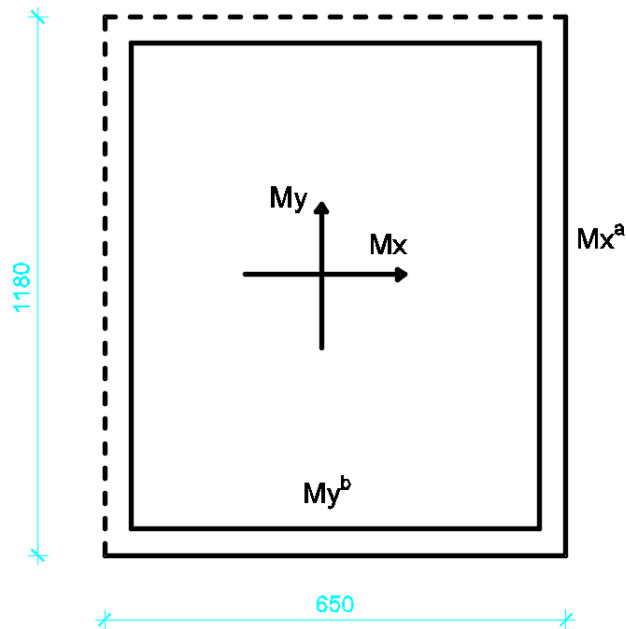
Minimalna armatura se dobije iz EC 2 po izrazu:

$$A_s = 0,197 \cdot M_{sd} (\text{cm}^2 / \text{m}')$$

$$A_{s_{MIN}} \geq \frac{0,6 \cdot b_t}{f_{yk}} \geq 0,0015 \cdot b_t \cdot d$$

$$A_{s_{MIN}} = 0,0015 \cdot 100 \cdot 13 = 1,95 (\text{cm}^2 / \text{m}')$$

## Proračun konzole shema



$$g = 6,07 \text{ kn/m}^2$$

$$q = 2,0 \text{ kn/m}^2$$

$$P = 1,35 * 6,07 + 1,5 * 2 = 11,19 \text{ kN/m}^2$$

$$M_x = k_x * P * L_x^2 = 22,76 \text{ kNm}$$

$$A_{s_x} = \frac{M_x}{0,9d * f_{yd}} = 4,63 \text{ cm}^2$$

$$M_y = k_y * P * L_y^2 = 6,20 \text{ kNm}$$

$$A_{s_y} = \frac{M_y}{0,9d * f_{yd}} = 2,73 \text{ cm}^2$$

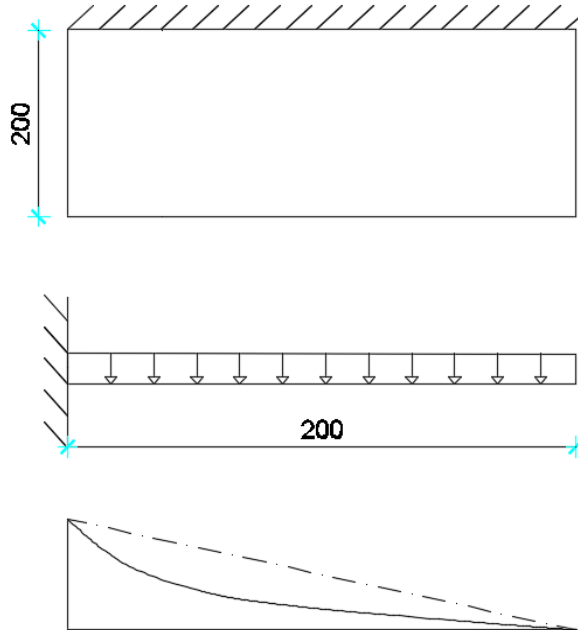
$$M_x^a = k_x^a * P * L_x^2 = 47,78 \text{ kNm}$$

$$A_{s_x}^a = \frac{M_x^a}{0,9d * f_{yd}} = 9,70 \text{ cm}^2$$

$$M_y^b = k_y^b * P * L_y^b = 6,23 \text{ kNm}$$

$$A_{s_y}^b = \frac{M_y^b}{0,9d * f_{yd}} = 9,70 \text{ cm}^2$$

## Proračun konzole shema



$$g = 6,07 \text{ kn/m}^2$$

$$q = 4,00 \text{ kn/m}^2$$

$$P = 1,35 * g + 1,5 * q$$

$$P = 1,35 * 6,07 + 1,5 * 4 = 28,48 \text{ kN/m}^2$$

$$M = \frac{P * l^2}{2} = 28,48 \text{ kNm}$$

$$A_s = \frac{M}{0,9d * f_{yd}} = 5,8 \text{ cm}^2$$

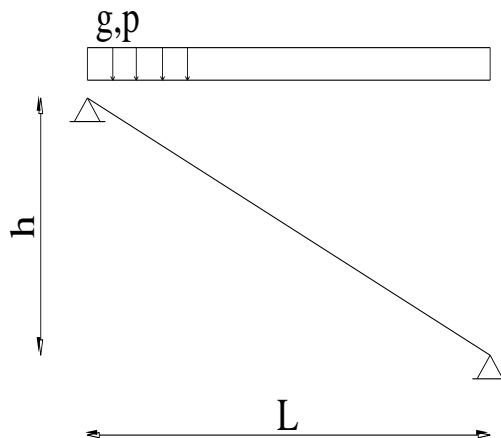
## 4.2. DIMENZIONIRANJE STUBIŠTA

Pozicija S1 – stubišni krak

OPTEREĆENJE:

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

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



$L=2,6 \text{ m}; \quad b=0,85 \text{ m}; \quad d=12 \text{ cm}$

beton: C25/30  $f_{cd} = 2,5/1,5 = 1,67 \text{ kN/cm}^2$

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

$$M_{sd} = \frac{(7,71 * 1,35 + 4 / \cos 29 * 1,5) * 2,60^2}{8} = 14,59 \text{ kNm/m}$$

Dimenzioniranje –  $M_{sd}$  :

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

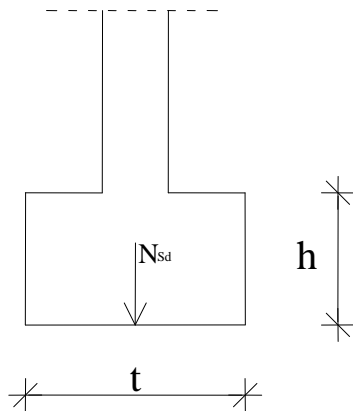
$$\mu_{sd} = \frac{1459}{85 * 12^2 * 1,67} = 0,056$$

$$\varepsilon_{S1} = 10,0\% \Rightarrow \zeta = 0,953$$

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

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

### 4.3. DIMENZIONIRANJE TEMELJA



Poprečni presjek temelja

#### 4.3.1. Temelji zidova

Računsko vertikalno djelovanje

$$N_{sd} = 1,35 * N_g + 1,5 * N_q$$

Stalno djelovanje:

$$N_g = Au(g_{100} + g_{200} + g_{300}) + W_z$$

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

$$g_z = 4 \text{ kn/m}^2$$

$$h_z = 2,65 \text{ m}$$

$$W_z = 4 * 2,45 * 2,65 * 3 = 77,91 \text{ kN}$$

Promjenjivo djelovanje:

$$N_q = Au(q_{100} + q_{200} + q_{300}) + W_z$$

Naprezanje:

$$\sigma = N_{sd} / A \leq \sigma_{dop} = 250 \text{ MPa}$$

$$A = L * t$$

*Dokaz nosivosti temelja zidova u x-smjeru*

ZID	L(m)	b(m)	Broj etaža	Stalno opter poz 100,200 g(kN/m <sup>2</sup> )	Stalno opter poz 300 g(kN/m <sup>2</sup> )	Prom opter poz 300 g(kN/m <sup>2</sup> )	Nsd	$\sigma$	$\sigma_{dop}$	%
zx1	7,90	0,60	3,00	6,07	6,90	1,00	1058,38	223,29	250,00	89,31
zx2	7,90	0,60	3,00	6,07	6,90	1,00	1058,38	223,29	250,00	89,31
zx3	2,27	0,60	3,00	6,07	6,90	1,00	223,72	164,26	250,00	65,70
zx4	2,27	0,60	3,00	6,07	6,90	1,00	223,72	164,26	250,00	65,70
zx5	3,25	0,60	3,00	6,07	6,90	1,00	320,31	164,26	250,00	65,70
zx6	3,25	0,60	3,00	6,07	6,90	1,00	320,31	164,26	250,00	65,70
zx7	5,00	0,60	3,00	6,07	6,90	1,00	492,78	164,26	250,00	65,70
zx8	5,00	0,60	3,00	6,07	6,90	1,00	492,78	164,26	250,00	65,70
zx9	1,60	0,60	3,00	6,07	6,90	1,00	66,03	68,78	250,00	27,51
zx10	1,60	0,60	3,00	6,07	6,90	1,00	66,03	68,78	250,00	27,51
zx11	2,45	0,60	3,00	6,07	6,90	1,00	241,46	164,26	250,00	65,70
zx12	2,45	0,60	3,00	6,07	6,90	1,00	241,46	164,26	250,00	65,70
zx13	1,70	0,60	3,00	6,07	6,90	1,00	88,70	86,96	250,00	34,78
zx14	1,70	0,60	3,00	6,07	6,90	1,00	88,70	86,96	250,00	34,78
zx15	6,80	0,60	3,00	6,07	6,90	1,00	305,52	74,88	250,00	29,95



*Dokaz nosivosti temelja zidova u x-smjeru*

ZID	L(m)	b(m)	Broj etaža	Stalno opter poz 100,200 g(kN/m <sup>2</sup> )	Stalno opter poz 300 g(kN/m <sup>2</sup> )	Prom opter poz 300 g(kN/m <sup>2</sup> )	Nsd	$\sigma$	$\sigma_{dop}$	%
zy1	2,45	1,00	3,00	6,07	6,90	1,00	486,45	198,55	250,00	79,42
zy2	2,45	1,00	3,00	6,07	6,90	1,00	486,45	198,55	250,00	79,42
zy3	2,45	1,00	3,00	6,07	6,90	1,00	385,00	157,14	250,00	62,86
zy4	2,45	1,00	3,00	6,07	6,90	1,00	385,00	157,14	250,00	62,86
zy5	5,80	1,00	3,00	6,07	6,90	1,00	1002,48	172,84	250,00	69,14
zy6	5,80	1,00	3,00	6,07	6,90	1,00	1002,48	172,84	250,00	69,14
zy7	3,75	1,00	3,00	6,07	6,90	1,00	879,15	234,44	250,00	93,78
zy8	3,75	1,00	3,00	6,07	6,90	1,00	879,15	234,44	250,00	93,78
zy9	6,45	1,00	3,00	6,07	6,90	1,00	1456,42	225,80	250,00	90,32
zy10	6,45	1,00	3,00	6,07	6,90	1,00	1456,42	225,80	250,00	90,32
zy11	4,55	1,00	3,00	6,07	6,90	1,00	808,67	177,73	250,00	71,09
zy12	4,55	1,00	3,00	6,07	6,90	1,00	808,67	177,73	250,00	71,09
zy13	6,20	1,00	3,00	6,07	6,90	1,00	1232,13	198,73	250,00	79,49
zy14	6,20	1,00	3,00	6,07	6,90	1,00	1232,13	198,73	250,00	79,49
zy15	1,75	1,00	3,00	6,07	6,90	1,00	320,29	183,02	250,00	73,21
zy16	1,75	1,00	3,00	6,07	6,90	1,00	320,29	183,02	250,00	73,21
zy17	4,05	1,00	3,00	6,07	6,90	1,00	642,88	158,73	250,00	63,49
zy18	4,05	1,00	3,00	6,07	6,90	1,00	642,88	158,73	250,00	63,49
zy19	2,55	1,00	3,00	6,07	6,90	1,00	443,52	173,93	250,00	69,57
zy20	2,55	1,00	3,00	6,07	6,90	1,00	443,52	173,93	250,00	69,57
zy21	1,70	1,00	3,00	6,07	6,90	1,00	322,10	189,47	250,00	75,79
zy22	1,70	1,00	3,00	6,07	6,90	1,00	322,10	189,47	250,00	75,79
zy23	4,20	1,00	3,00	6,07	6,90	1,00	925,00	220,24	250,00	88,10
zy24	4,20	1,00	3,00	6,07	6,90	1,00	925,00	220,24	250,00	88,10
zy25	9,96	1,00	3,00	6,07	6,90	1,00	1685,76	169,25	250,00	67,70

## 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.

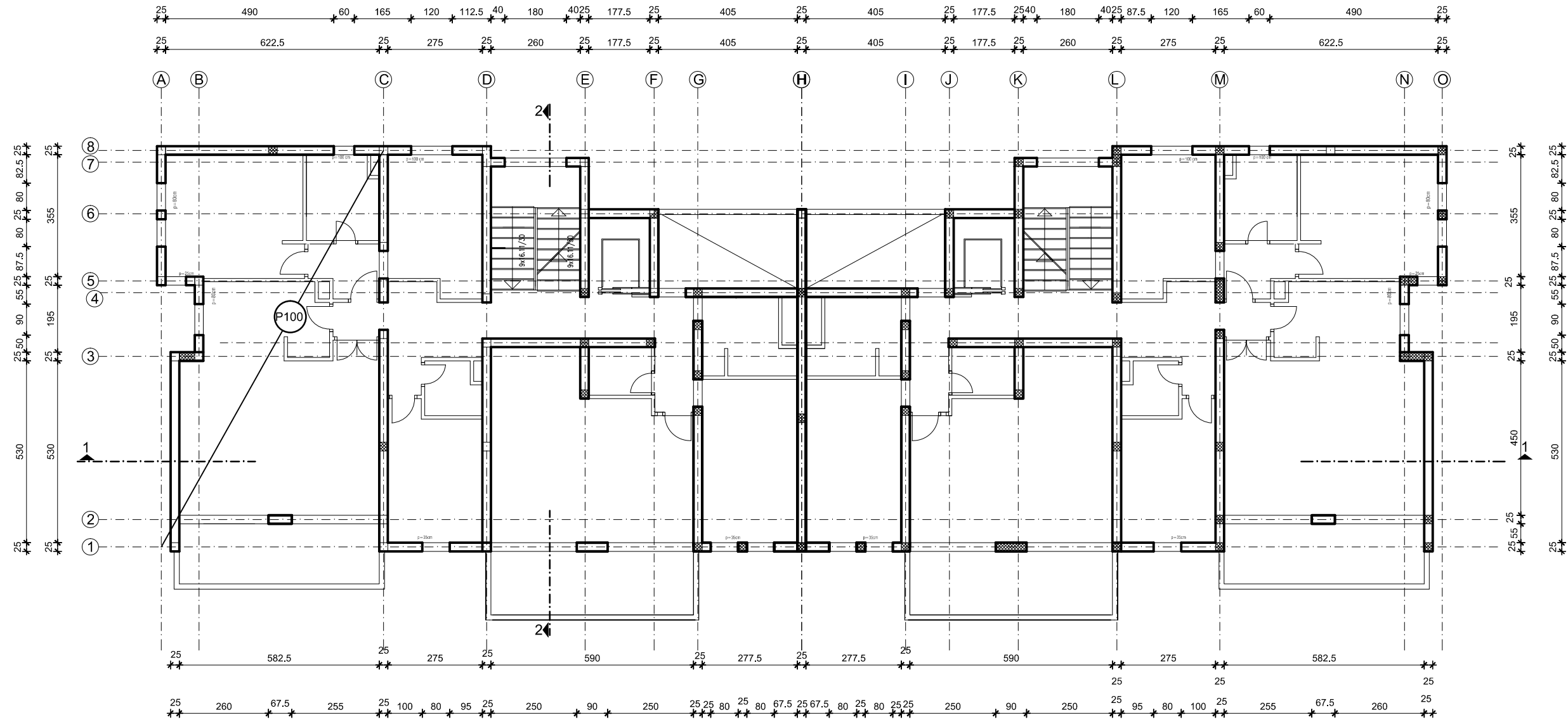
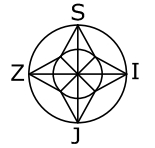
### SOFTWARE:


FEAT 2000

AutoCAD 2007

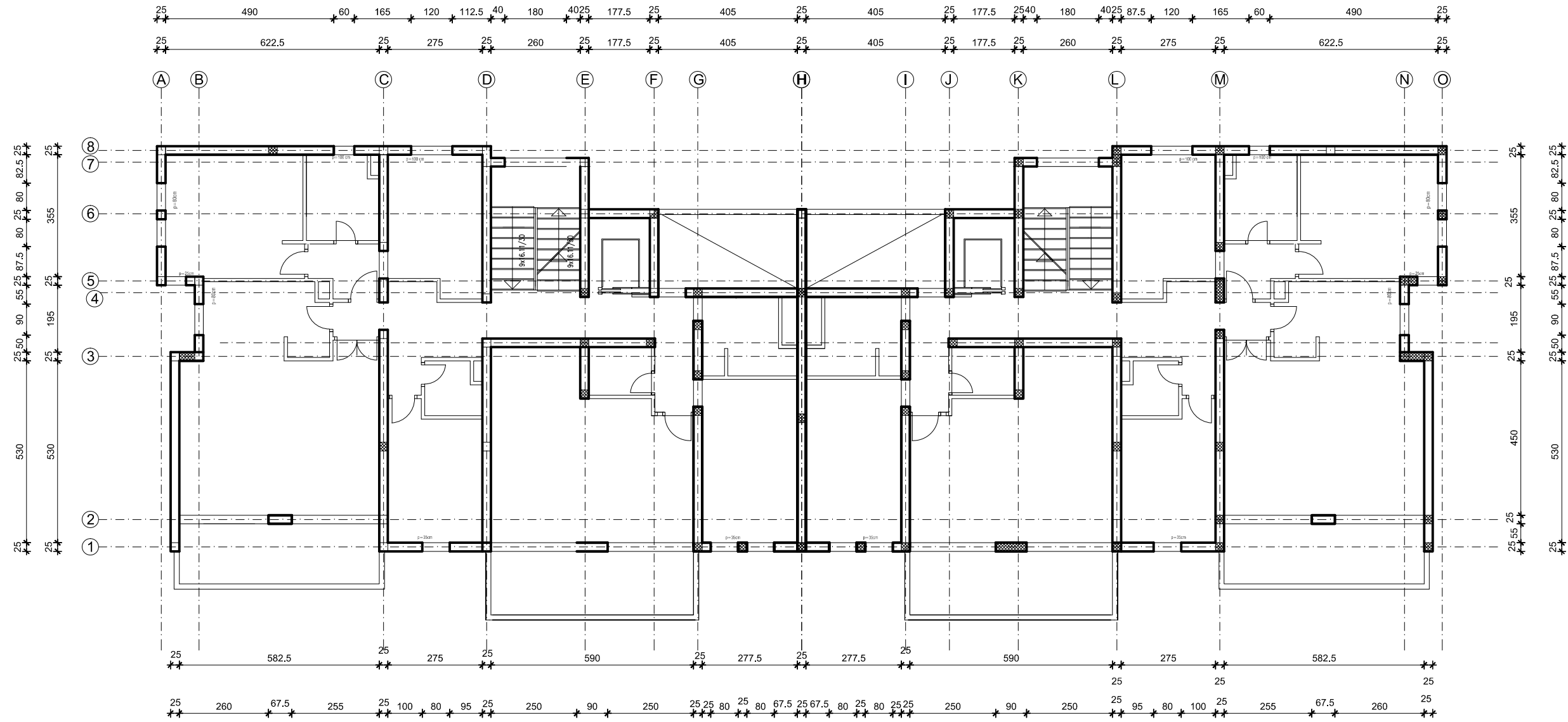
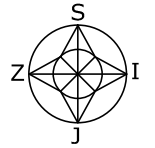
Autodesk, 2007


TLOCRT PRIZEMLJA - POZ 100  
M1:100



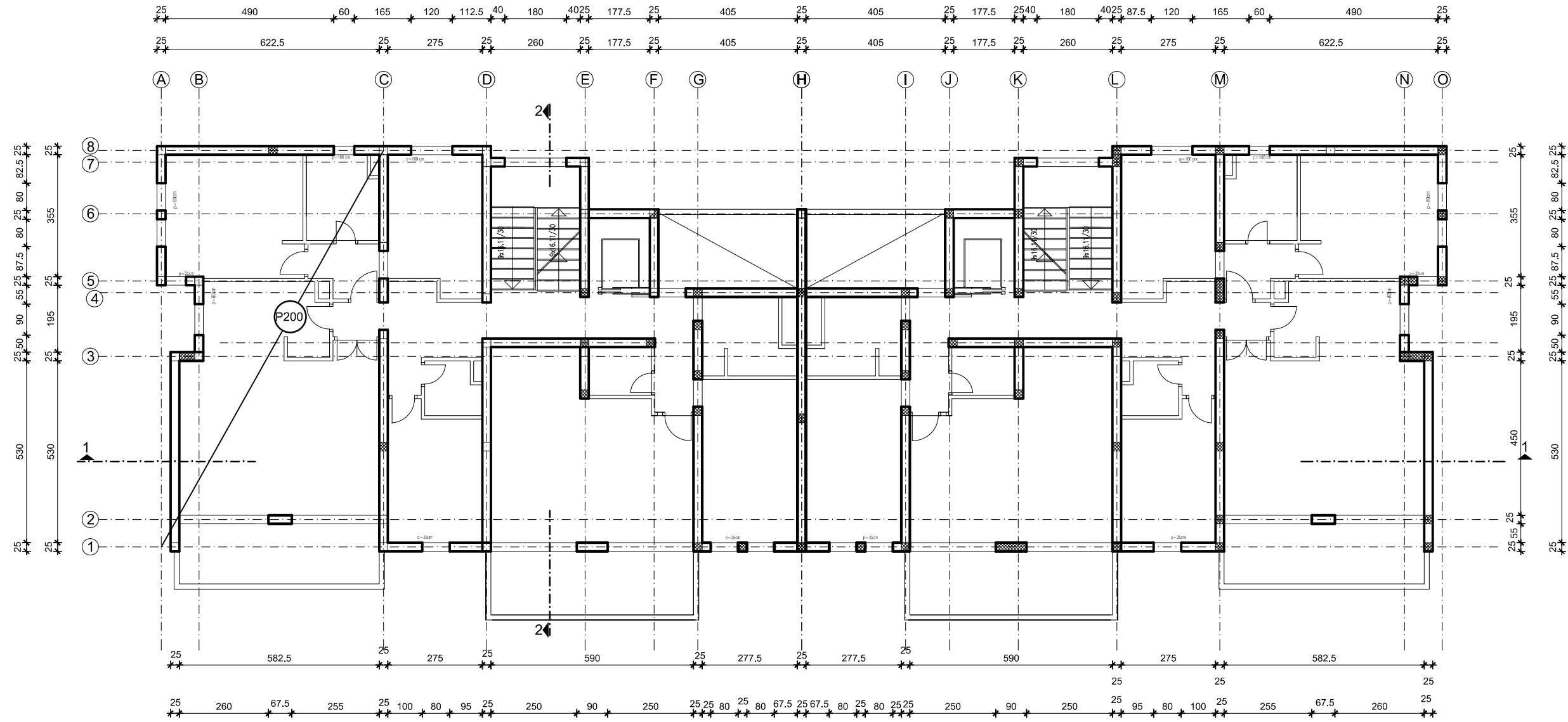
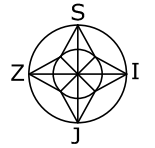
 Sveučilište u Splitu • Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT    www.gradst.hr			
investitor:	Luka Bajamić		
građevina:	VRTIĆ		
projekt:	GLAVNI PROJEKT KONSTRUKCIJE	TD 6-10/14	datum: 9/2017.
projektant:	dr.sc. Hrvoje Smoljanović, m.i.a.		
sadržaj:	POZICIJA 100	mjerilo: M 1:100	


TLOCRT PRIZEMLJA - POZ 100  
M1:100



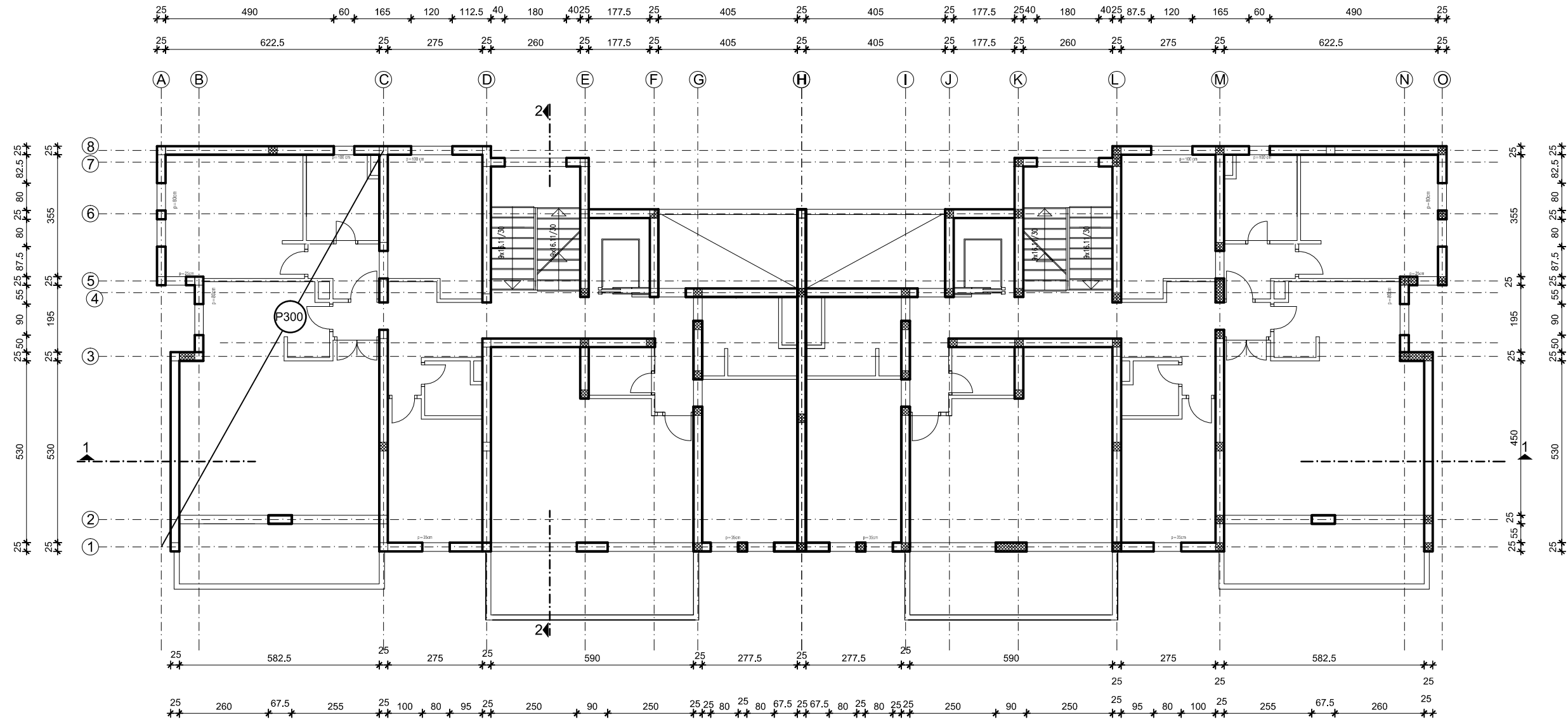
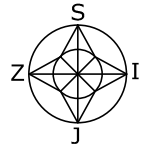
 Sveučilište u Splitu • Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT    www.gradst.hr	
investitor:	Luka Bajamić
građevina:	VRTIĆ
projekt:	GLAVNI PROJEKT KONSTRUKCIJE    TD 6-10/14    datum: 9/2017.
projektant:	dr.sc. Hrvoje Smoljanović, m.a.
sadržaj:	POZICIJA 100    mjerilo: M 1:100


TLOCRT PRIZEMLJA - POZ 200  
M1:100



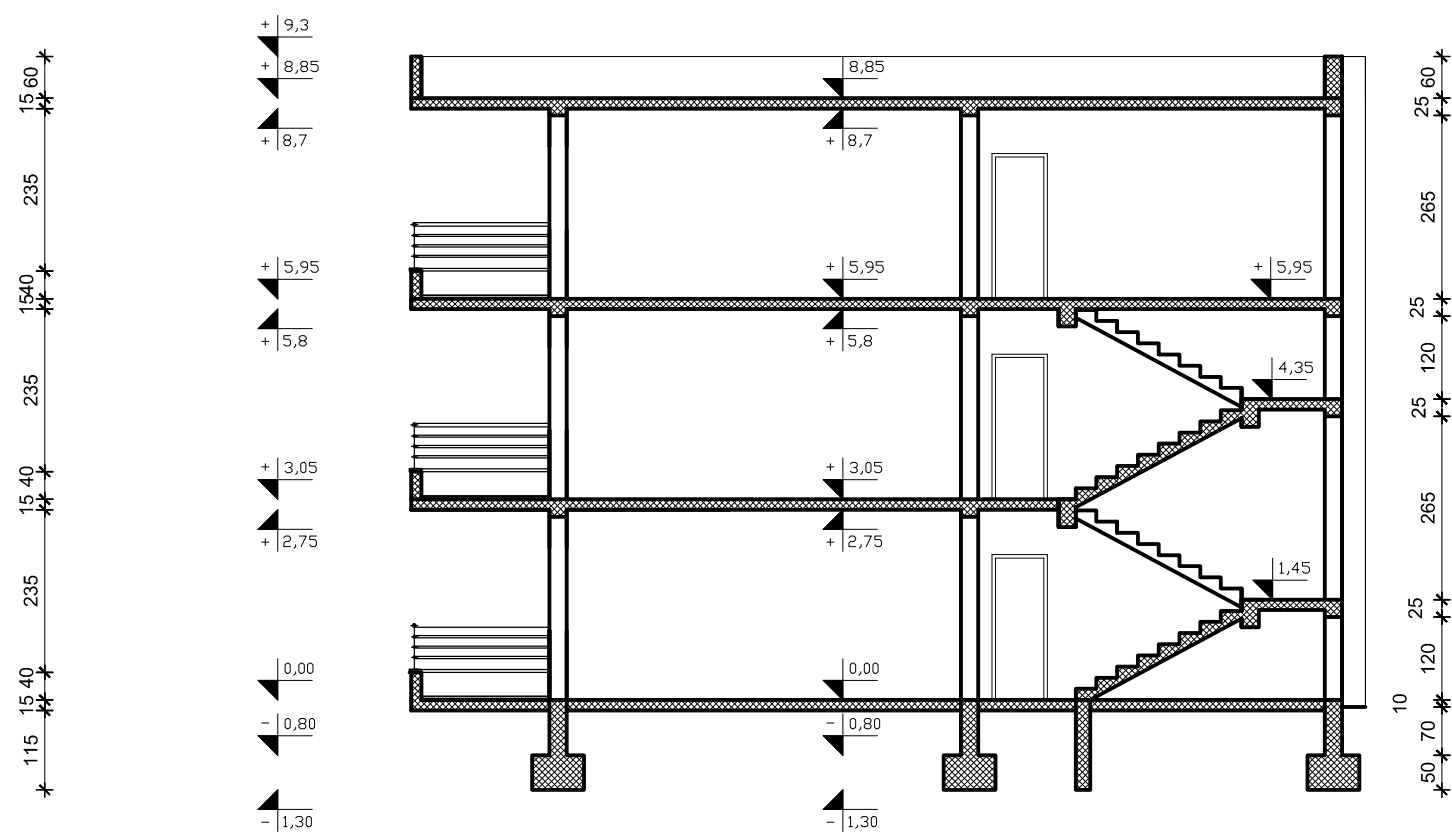
 Sveučilište u Splitu • Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT    www.gradst.hr	
investitor:	Luka Bajamić
građevina:	VRTIĆ
projekt:	GLAVNI PROJEKT KONSTRUKCIJE    TD 6-10/14    datum: 9/2017.
projektant:	dr.sc. Hrvoje Smoljanović, m.i.a.
sadržaj:	POZICIJA 200    mjerilo: M 1:100


TLOCRT PRIZEMLJA - POZ 300  
M1:100



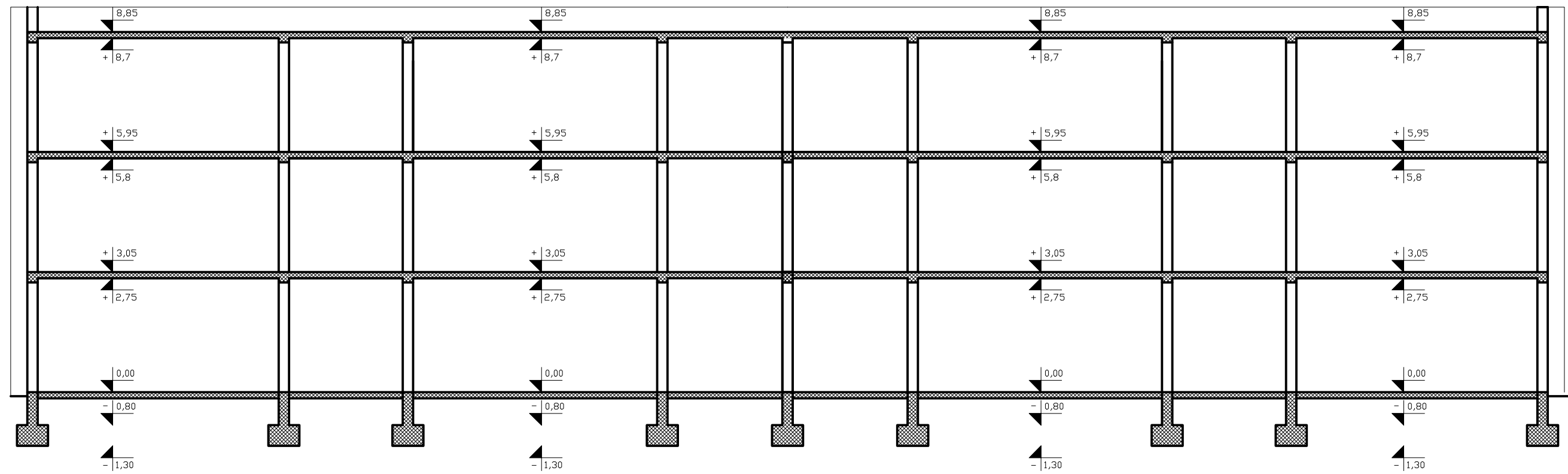
 Sveučilište u Splitu • Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT    www.gradst.hr	
investitor:	Luka Bajamić
građevina:	VRTIĆ
projekt:	GLAVNI PROJEKT KONSTRUKCIJE    TD 6-10/14    datum: 9/2017.
projektant:	dr.sc. Hrvoje Smoljanović, m.i.a.
sadržaj:	POZICIJA 300    mjerilo: M 1:100


# PRESJEK 2-2 M1:100



 Sveučilište u Splitu • Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT <a href="http://www.gradst.hr">www.gradst.hr</a>	
investitor:	Luka Bajamić
građevina:	VRTIĆ
projekt:	GLAVNI PROJEKT KONSTRUKCIJE TD 6-10/14 datum: 9/2017.
projektant:	dr.sc. Hrvoje Smoljanović, m.i.a.
sadržaj:	PRESJEK 2-2 mjerilo: M 1:100

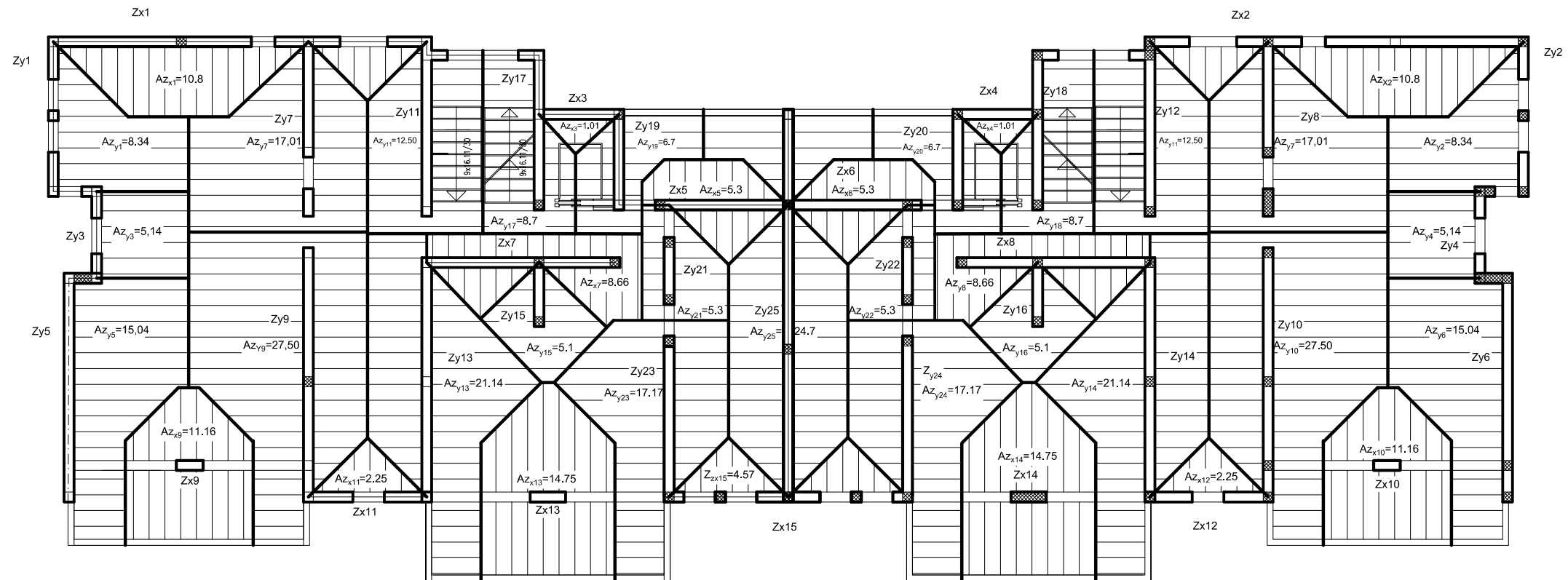
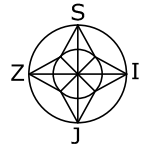
# PRESJEK 1-1 M1:100




	Sveučilište u Splitu • Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT <a href="http://www.gradst.hr">www.gradst.hr</a>
investitor:	Luka Bajamić
građevina:	VRTIĆ
projekt:	GLAVNI PROJEKT KONSTRUKCIJE TD 6-10/14 datum: 9/2017.
projektant:	dr.sc. Hrvoje Smoljanović, m.i.a.
sadržaj:	PRESJEK 1-1 mjerilo: M 1:100



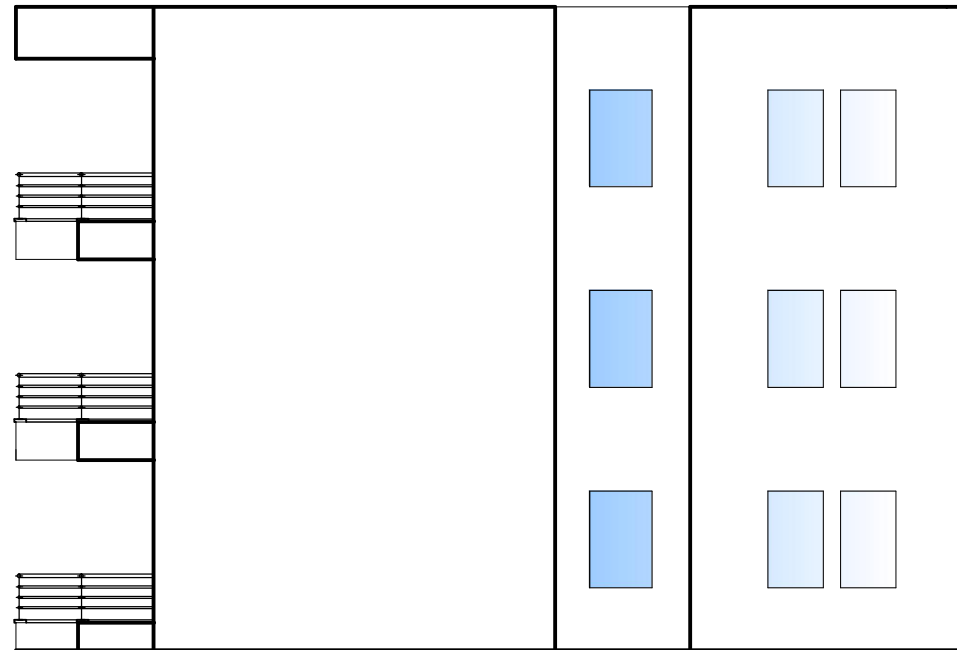
PRORAČUN UTJECAJNIH POVRŠINA NA ZIDOVE POZICIJE 100 MJ 1:100



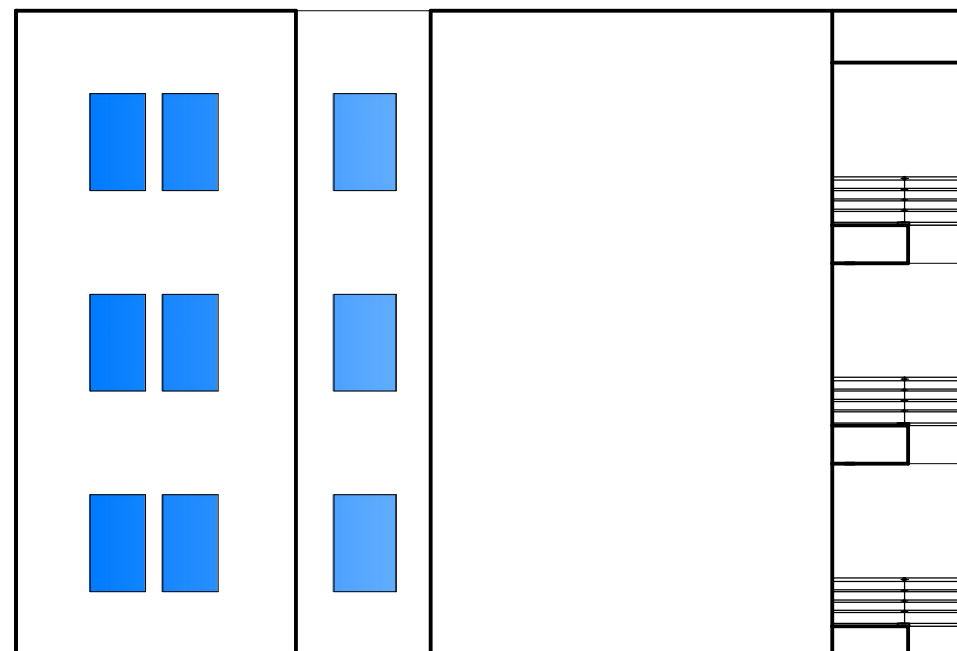
 Sveučilište u Splitu • Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT    www.gradst.hr			
investitor:	Luka Bajamić		
građevina:	VRTIĆ		
projekt:	GLAVNI PROJEKT KONSTRUKCIJE	TD 6-10/14	datum: 9/2017.
projektant:	dr.sc. Hrvoje Smoljanović, m.ia.		
sadržaj:	PRORAČUN UTJECAJNIH POVRŠINA NA ZIDOVE	mjerilo:	M 1:100


# ISTOČNO PROČELJE

PROČELJA M1:100

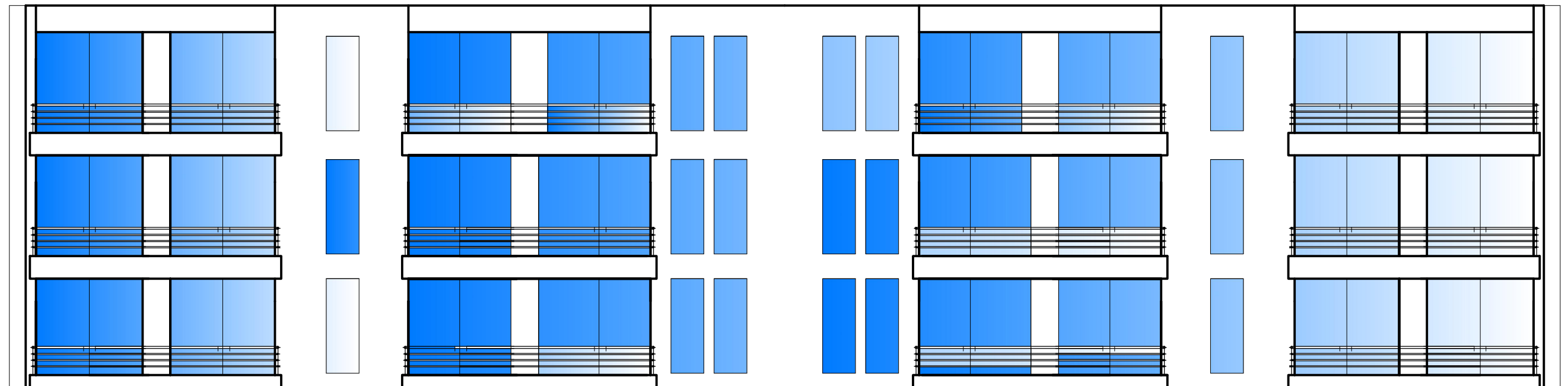



# ZAPADNO PROČELJE



	Sveučilište u Splitu • Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT <a href="http://www.gradst.hr">www.gradst.hr</a>
investitor:	Luka Bajamić
građevina:	VRTIĆ
projekt:	GLAVNI PROJEKT KONSTRUKCIJE TD 6-10/14 datum: 9/2017.
projektant:	dr.sc. Hrvoje Smoljanović, m.i.a.
sadržaj:	PROČELJA ISTOK ZAPAD mjerilo: M 1:100

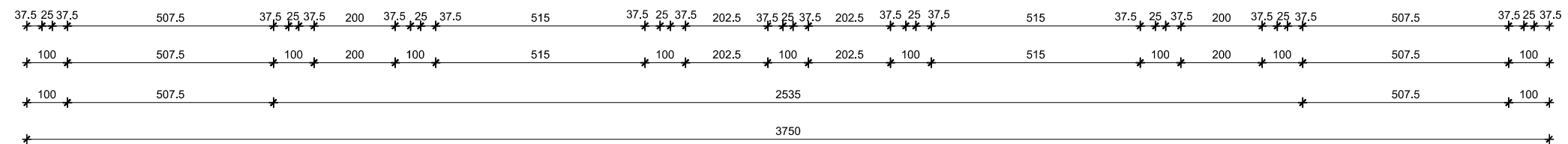
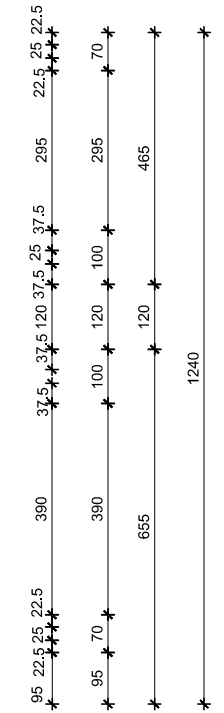
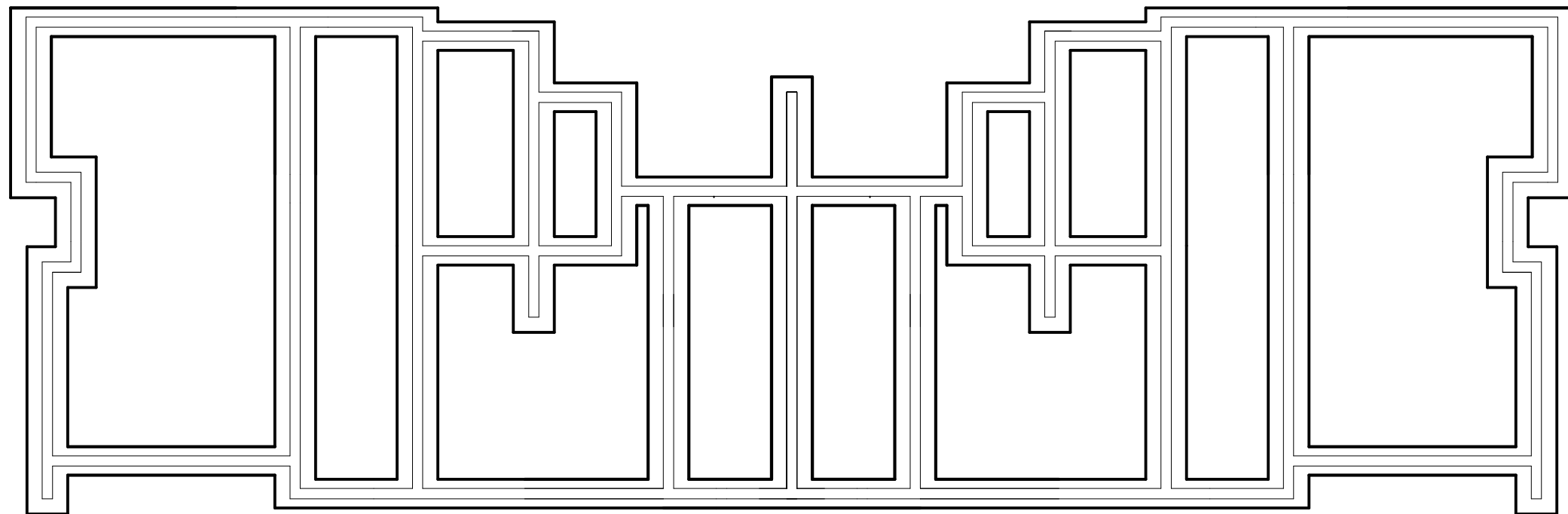
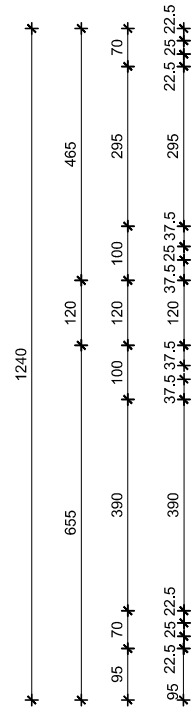
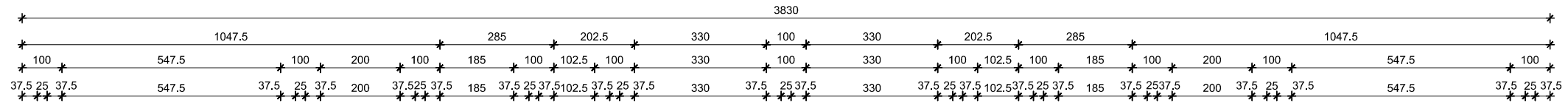
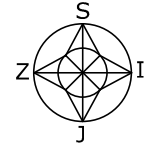
# JUŽNO PROČELJE 1-1 M1:100




	Sveučilište u Splitu • Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT <a href="http://www.gradst.hr">www.gradst.hr</a>
investitor:	Luka Bajamić
građevina:	VRTIĆ
projekt:	GLAVNI PROJEKT KONSTRUKCIJE TD 6-10/14 datum: 9/2017.
projektant:	dr.sc. Hrvoje Smoljanović, m.i.a.
sadržaj:	JUŽNO PROČELJE mjerilo: M 1:100



# TLOCRT TEMEMLJA M1:100



 Sveučilište u Splitu • Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT <a href="http://www.gradst.hr">www.gradst.hr</a>	
investitor:	Luka Bajamić
građevina:	VRTIĆ
projekt:	GLAVNI PROJEKT KONSTRUKCIJE TD 6-10/14 datum: 7/2017.
projektant:	dr.sc. Hrvoje Smoljanović, m.i.a.
sadržaj:	POZICIJA 100 mjerilo: M 1:100