

# Proračun mehaničke otpornosti i stabilnosti obiteljske kuće

---

Vrkić, Nino

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:237:069823>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-14**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Civil Engineering,  
University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu

GRAĐEVINSKI FAKULTET

Nino Vrkić

**Proračun mehaničke otpornosti i stabilnosti  
obiteljske kuće**

ZAVRŠNI ISPIT

Zagreb, 2024



Sveučilište u Zagrebu

GRAĐEVINSKI FAKULTET

Nino Vrkić

# **Proračun mehaničke otpornosti i stabilnosti obiteljske kuće**

ZAVRŠNI ISPIT

Mentorica: izv.prof.dr.sc. Marta Šavor Novak

Zagreb, 2024



University of Zagreb

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

Nino Vrkić

# Structural design of a family house

FINAL EXAM

Supervisor: assoc.prof. Marta Šavor Novak

Zagreb, 2024

## SAŽETAK

Tema ovog završnog rada je proračun mehaničke otpornosti i stabilnosti obiteljske kuće. Cilj ovoga završnog rada je prikazati proces proračuna obiteljske kuće uzimajući u obzir sve relevantne čimbenike koji utječu na sigurnost i stabilnost građevine. Proračun će se izraditi prema europskim normama što osigurava usklađenost s najvišim standardima sigurnosti i kvalitete. Kuća koja će biti predmet proračuna je zidana konstrukcija, te će se izvršiti analiza opterećenja uključujući vlastitu težinu, stalna i uporabna opterećenja, opterećenje snijegom, opterećenja uzrokovana potresom. Numerički model biti će izrađen koristeći program SCIA Engineer koji omogućava preciznu i detaljnu analizu konstrukcije temeljenu na metodi konačnih elemenata. Metodologija u ovom radu uključuje pregled stručne literature, analizu studija slučaja praktične primjene proračuna obiteljske kuće.

**Ključne riječi:** obiteljska kuća, zidana konstrukcija, numerički model, dimenzioniranje.

## SUMMARY

The topic of this thesis is the calculation of the mechanical resistance and stability of a family house. The aim of this thesis is to present the calculation process of a family house, taking into account all relevant factors that affect the safety and stability of the building. The calculation will be carried out in accordance with European standards, ensuring compliance with the highest safety and quality standards. The house to be calculated is a masonry structure, and the analysis will include loads such as the house's self weight, permanent and service loads, snow loads, earthquake loads. A numerical model will be created using the SCIA Engineer software, which enables precise and detailed structural analysis using the finite element method. The methodology in this thesis includes a review of professional literature, analysis of case studies, and practical applications of the family house calculation.

Keywords: family house, masonry structure, numerical model, design.

---

## Sadržaj

<b>SAŽETAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>v</b>
<b>1. TEHNIČKI OPIS .....</b>	<b>7</b>
1.1. Općenito.....	7
1.2. Karakteristike materijala.....	7
1.3. Površine prostorija.....	9
<b>2. NUMERIČKI MODEL ZGRADE .....</b>	<b>10</b>
2.1. Opis modela.....	10
2.2. Analiza opterećenja.....	12
2.2.1. Vlastita težina.....	12
2.2.2. Dodatno stalno opterećenje.....	14
2.2.3. Uporabno opterećenje.....	17
2.2.4. Snijeg .....	19
2.2.5. Potres .....	21
2.2.6. Kombinacije opterećenja .....	24
2.3. Rezultati proračuna .....	28
2.3.1. Vlastiti oblici titranja.....	28
2.3.2. Pomaci.....	29
2.3.3. Katne poprečne sile .....	31
2.3.4. Ukupna vertikalna sila.....	32
2.3.5. Ploče .....	33
2.3.6. Zidovi .....	39
2.4. Dimenzioniranje.....	43
2.4.1. Ploča 100.....	43
2.4.2. ZID Zx2 .....	46
<b>3. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>49</b>
<b>4. GRAFIČKI PRILOZI .....</b>	<b>50</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>51</b>
<b>POPIS SLIKA.....</b>	<b>53</b>

## 1. TEHNIČKI OPIS

### 1.1. Općenito

Izrađen je numerički model te proračun obiteljske kuće smještene u Zadru. Parcela ima osiguran pristup s javne prometnice te je povezana na postojeću infrastrukturu Obiteljska kuća je katnica s prizemljem visine 2,70 m i katom visine 2,70 m. Nosivi zidovi izvedeni su kao omeđeno ziđe; od blok opeke Phoroterm profi 25 zidane cementno vapnenim mortom M10 te vertikalnih I horizontalnih serklaža. Unutarnje pregrade su izvedene od opeke Phoroterm profi 10. Međukatna konstrukcija izvedena je kao armirano betonska ploča debljine 16 cm. Vertikalna povezanost između etaža ostvarena je armirano betonskim stubištem. Krov je drveni, kosi prekriven crijepom Tondach planoton 10 crvene boje. Temelji su izvedeni kao trakasti od betona C30/37 I armature RA500.

### 1.2. Karakteristike materijala.

#### TEHNIČKE KARAKTERISTIKE

Dimenzije		37,5x25x24,9 cm
Debljina zida	d	25 cm
NF		11,97
Masa	m	17,6 kg/kom
Potrošnja opeke m <sup>2</sup>		10,67 kom/m <sup>2</sup>
Potrošnja opeke m <sup>3</sup>		42,7 kom/m <sup>3</sup>
Utrošak tankoslojnog morta		2,5 // 10 l/m <sup>2</sup> // l/m <sup>3</sup>
Utrošak DRYFIX.extra		6 m <sup>2</sup> /doza
m <sup>2</sup> od m <sup>3</sup> opeke		4 m <sup>2</sup>
Težina m <sup>2</sup> zida (tankoslojni/DRYFIX.extra)		1,91 // 1,88 kN/m <sup>2</sup>
Težina m <sup>3</sup> zida (tankoslojni/DRYFIX.extra)		7,64 // 7,52 kN/m <sup>3</sup>

#### MEHANIČKE KARAKTERISTIKE

Tlačna čvrstoća	f <sub>b</sub>	10 N/mm <sup>2</sup>
Karakteristična tlačna čvrstoća zida (tankoslojni/DRYFIX.extra)	f <sub>k</sub>	4,52 // 3,75 N/mm <sup>2</sup>



Slika 1. Tehničke karakteristike opeke Phoroterm profi 25 korištene za zidanje nosivih zidova [1]



**TEHNIČKE KARAKTERISTIKE**

Dimenzije		50x10x24,9 cm
Debljina zida	d	10 cm
NF		6,38
Masa	m	8,3 kg/kom
Potrošnja opeke m <sup>2</sup>		8 kom/m <sup>2</sup>
Potrošnja opeke m <sup>3</sup>		80 kom/m <sup>3</sup>
Utrošak tankoslojnog morta		1 // 10 l/m <sup>2</sup> // l/m <sup>3</sup>
Utrošak DRYFIX.extra		12 m <sup>2</sup> /doza
m <sup>2</sup> od m <sup>3</sup> opeke		10 m <sup>2</sup>
Težina m <sup>2</sup> zida (tankoslojni/DRYFIX.extra)		0,68 // 0,67 kN/m <sup>2</sup>



Slika 2. Tehničke karakteristike opeke Phorotherm profi 10 korištene za zidanje pregradnih zidova [2]

Klase	M 1	M 2,5	M 5	M 10	M 15	M 20	M d
Čvrstoća N/mm <sup>2</sup>	1	2,5	5	10	15	20	

Slika 3. Karakteristike i sastav morta [3]

**TEHNIČKE KARAKTERISTIKE**

Dimenzije	29,5 x 48,5 cm
Klizno letvanje	36,0 - 40,0 cm
Utrošak na m <sup>2</sup>	10 - 11 kom/m <sup>2</sup>
Masa	3,99 kg
Srednja pokrovna širina (cca)	25,2 cm



Slika 4. Tehničke karakteristike crijepa Tondach planoton 10 [4]

### 1.3. Površine prostorija.

Površine prostorija prizemlja:

Soba 1	18,68m <sup>2</sup>
Soba 2	18,68m <sup>2</sup>
Kupaonica	6,69m <sup>2</sup>
Kuhinja,blagovaonica,dnevni boravak	23,63m <sup>2</sup>

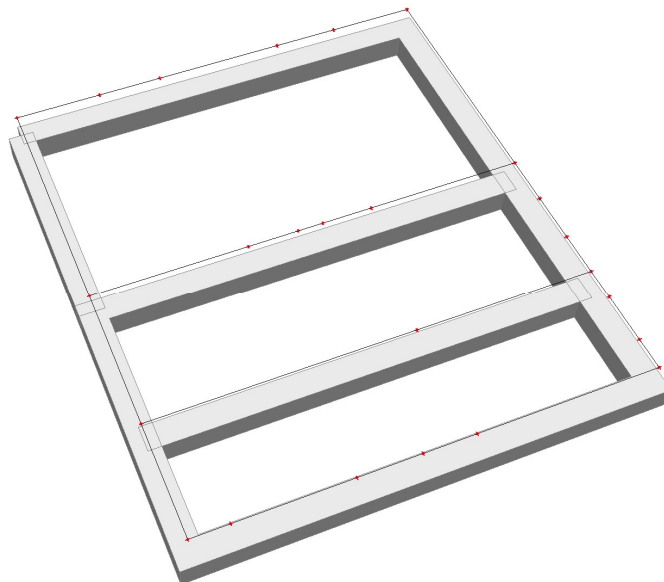
Površine prostorija prvog kata

Soba 1	18,68m <sup>2</sup>
Soba 2	18,68m <sup>2</sup>
Kupaonica	6,69m <sup>2</sup>
Kuhinja,blagovaonica,dnevni boravak	23,63m <sup>2</sup>

## 2. NUMERIČKI MODEL ZGRADE

### 2.1. Opis modela

Za potrebe proračuna nosivih elemenata konstrukcije, i horizontalnih i vertikalnih, izrađen je trodimenzionalni model koji uključuje štapne i plošne elemente. Ovaj model obuhvaća sve ploče, stupove i zidove, od temelja do krovne ploče, s izuzetkom podne ploče i drvenog krovišta. Za proračun vertikalnih elemenata na horizontalna djelovanja provedena je dinamička analiza, s tim da je ispod temeljnih traka koje su modelirane kao gredni elementi (50/50) zadan linijski ležaj koji aproksimira krutost podloge koja iznosi  $100 \text{ MN/m}^3$ .

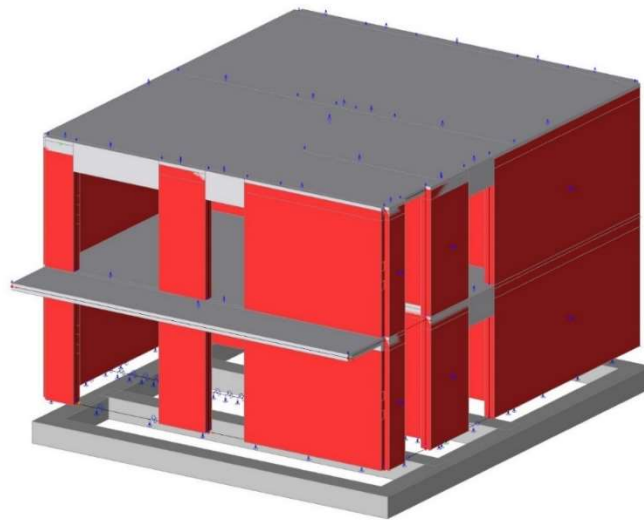


Slika 5. Prikaz temeljnih traka iz modela

Name	Slb3
Type	Line
Constraint	Custom
X	Rigid
Y	Rigid
Z	Flexible
Stiffness Z [MN/m <sup>2</sup> ]	50,0000
Rx	Free
Ry	Free
Rz	Free

Slika 6. Karakteristike ležajeva ispod temeljnih traka

Model je opterećen svim dalje opisanim opterećenjima linijski ili plošno ovisno o karakteru opterećenja.



Slika 7. Model konstrukcije

## 2.2. Analiza opterećenja

### 2.2.1. Vlastita težina

Specifična težina armiranog betona od  $\gamma=25.0 \text{ kN/m}^3$

Stalno opterećenje od vlastite težine elemenata a-b konstrukcije i zidanih nosivih zidova zadaje se izravno u proračunskom modelu. sukladno dimenzijama poprečnih presjeka.

Zamjenjujuće opterećenje od vlastite težine a-b ploče stubišta nanosi se linijski na rub stropne ploče prizemlja gdje se nalazi stubište, jer stubište nije obuhvaćeno modelom. Proračunato je uzimajući u obzir debljinu stubišne ploče te specifičnu težinu betona.

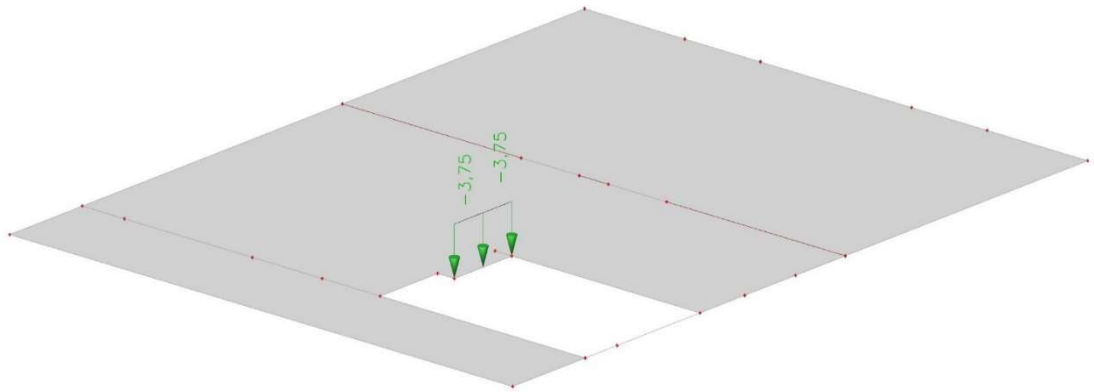
$$\gamma = 25.0 \text{ kN/m}^3$$

$$d_{pl} = 15.0 \text{ cm}$$

$$l_{kraka} = 2.0 \text{ m}$$

$$G_{strib} = \gamma \times d_{pl} = 25 \times 0.15 = 3.75 \text{ kN/m}^2$$

$$g_{strib} = \frac{G_{strib} \times l_{kraka}}{2} = \frac{3.75 \times 2.0}{2} = 3.75 \text{ kN/m}$$



Slika 8. Zamjenjujuće linijsko opterećenje stubišta na stropnu ploču prizemlja

Specifična težina drveta  $\gamma=5.0 \text{ kN/m}^3$

Zamjenjujuće opterećenje od vlastite težine drvenih rogova nanosi se na rub stropne ploče prvog kata gdje se grede nadzidnice naslanjaju na ploču, jer drveno krovište nije obuhvaćeno modelom.

$$\gamma = 5.0 \text{ kN/m}^3$$

$$b/h = 14.0/14.0 \text{ cm}$$

$$l_{\text{roga}} \approx 6.0 \text{ m}$$

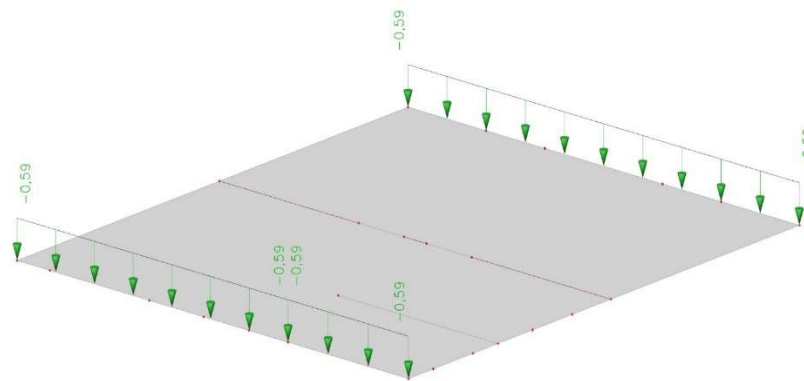
$$n = 12 \text{ pari rogova}$$

$$l_{\text{krova}} = 12 \text{ m}$$

$$G_{\text{rogova}} = \gamma \times b \times h \times l_{\text{roga}} \times n = 5 \times 0.14 \times 0.14 \times 6 \times 24 = 14,11 \text{ kN}$$

$$g_{\text{rogova,desno}} = \frac{G_{\text{rogova}}}{l_{\text{krova}} \times 2} = \frac{14,11}{12 \times 2} = 0.59 \text{ kN/m}$$

$$g_{\text{rogova,lijevo}} = \frac{G_{\text{rogova}}}{l_{\text{krova}} \times 2} = \frac{14,11}{12 \times 2} = 0.59 \text{ kN/m}$$



Slika 9. Zamjenjujuće linijsko opterećenje od vlastite težine rogova na stropnu ploču prvog kata

## 2.2.2. Dodatno stalno opterećenje

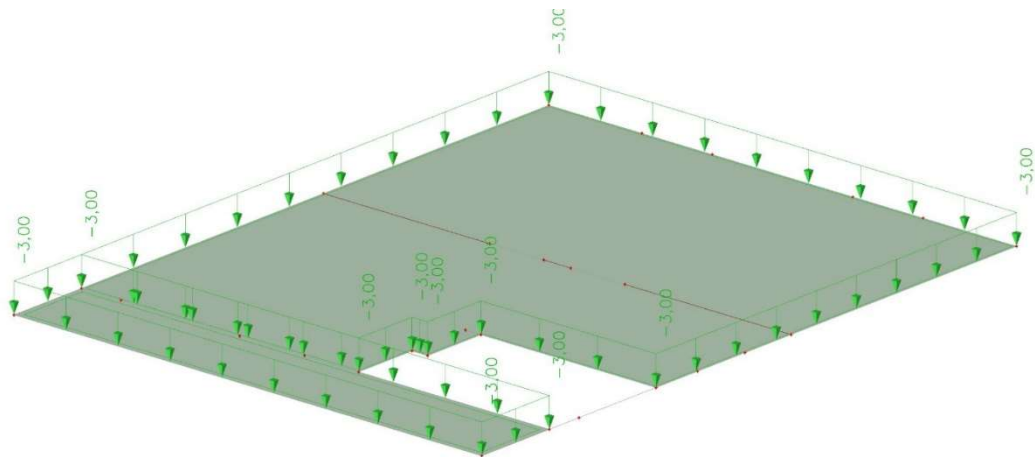
Stalna djelovanja po međukatnim konstrukcijama:

### Međukatna konstrukcije:

slojevi poda i pregradni zidovi	2.50 kN/m <sup>2</sup>
žbuka, instalacije i sl	0.50 kN/m <sup>2</sup>
dodatno stalno djelovanje	$g=3,00$ kN/m <sup>2</sup>

### Međukatna konstrukcija - terase:

završna obrada poda	0.50 kN/m <sup>2</sup>
armirani plivajući cementni estrih, d=5.0 cm	1.20 kN/m <sup>2</sup>
laki beton ( $\rho \leq 1000$ kg/m <sup>3</sup> ) u padu, min. 3 cm	1.10 kN/m <sup>2</sup>
glet masa, instalacije, ostalo stalno opterećenje	0.20 kN/m <sup>2</sup>
dodatno stalno djelovanje	$g=3.00$ kN/m <sup>2</sup>



Slika 10. Dodatno stalno površinsko opterećenje na stropnu ploču prizemlja

Zamjenjujuće dodatno stalno opterećenje od ploče stubišta nanosi se linijski na rub stropne ploče prizemlja gdje se nalazi stubište.

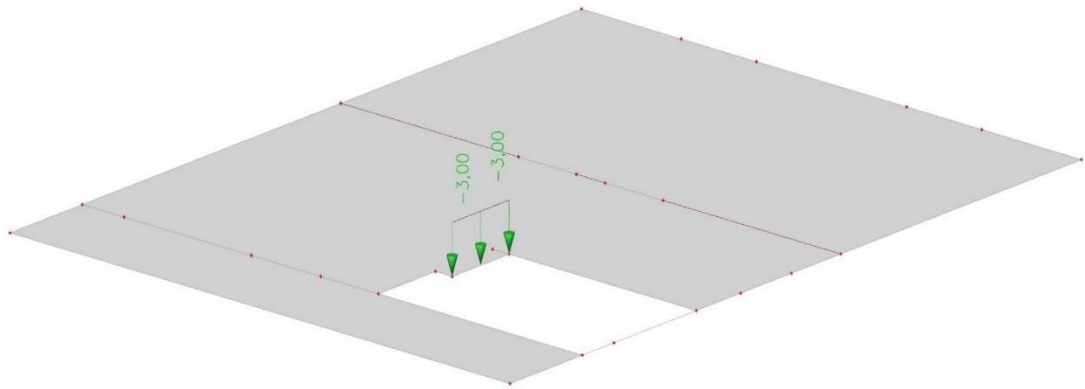
**Stubište:**

stubišna obloga	3.0 kN/m <sup>2</sup>
dodatno stalno djelovanje	g=3.00 kN/m <sup>2</sup>

$$G_{\text{dod,stub}} = 3.0 \text{ kN/m}^2$$

$$l_{\text{kraka}} = 2.0 \text{ m}$$

$$g_{\text{dod,stub}} = \frac{G_{\text{dod,stub}} \times l_{\text{kraka}}}{2} = \frac{3.0 \times 2.0}{2} = 3.0 \text{ kN/m}$$



Slika 11. Zamjenjujuće linijsko dodatno stalno opterećenje od stubišta na stropnu ploču prizemlja



Zamjenjujuće dodatno stalno opterećenje sa krova nanosi se linijski na rubove stropne ploče prvog kata gdje gdje se oslanjaju rogovi na grede nadzidnice.

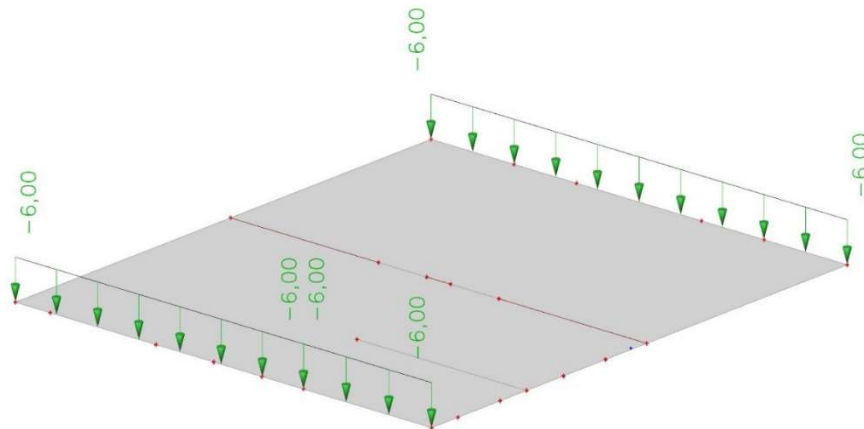
### Kosi krov:

crijep	0.50 kN/m <sup>2</sup>
letve	0.25 kN/m <sup>2</sup>
k. letve	0.20 kN/m <sup>2</sup>
žbuka. instalacije i sl	0.05 kN/m <sup>2</sup>
dodatno stalno djelovanje	$g=1.00$ kN/m <sup>2</sup>

$$l_{\text{krova}} = 12 \text{ m}$$

$$g_{\text{dod,desno}} = \frac{g_{\text{dod}} \times l_{\text{krova}}}{2} = \frac{1 \times 12}{2} = 6.00 \text{ kN/m}$$

$$g_{\text{dod,lijevo}} = \frac{g_{\text{dod}} \times l_{\text{krova}}}{2} = \frac{1 \times 12}{2} = 6.00 \text{ kN/m}$$



Slika 12. Zamjenjujuće linijsko dodatno stalno opterećenje sa krova na stropnu ploču prvog kata

### 2.2.3. Uporabno opterećenje

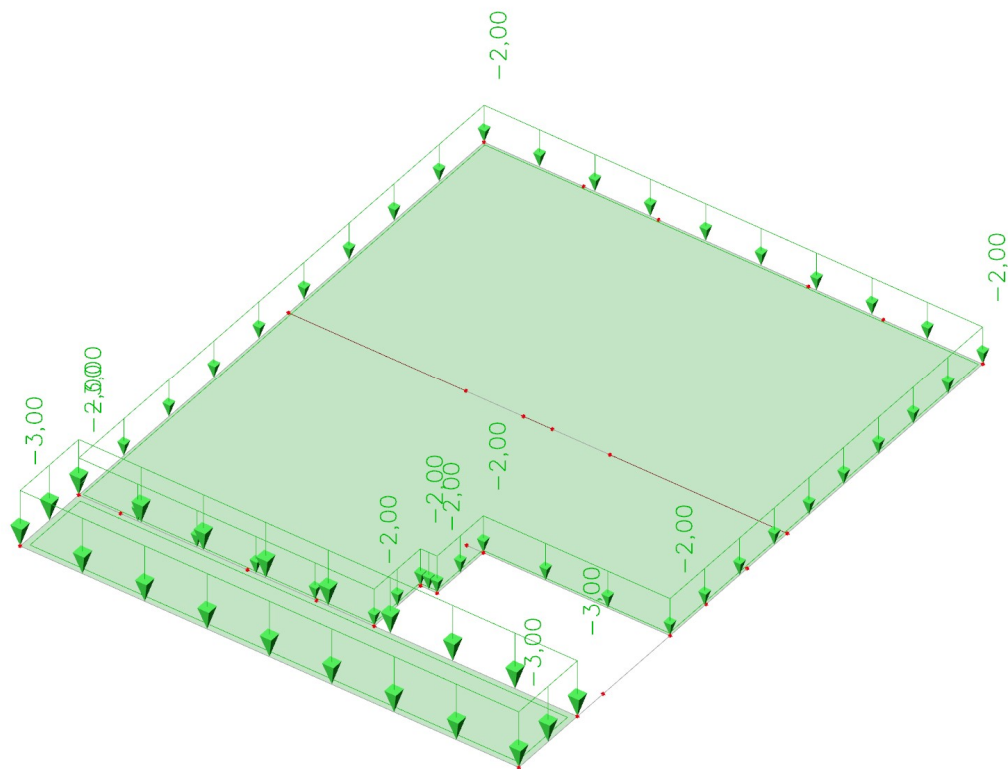
Uporabna opterećenja po međukatnim konstrukcijama:

#### Međukatna konstrukcije:

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

#### Međukatna konstrukcija - terase:

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



Slika 13. Uporabno površinsko opterećenje na stropnu ploču prizemlja

Zamjenjujuće uporabno opterećenje sa ploče stubišta nanosi se linijski na rub stropne ploče prizemlja gdje se nalazi stubište.

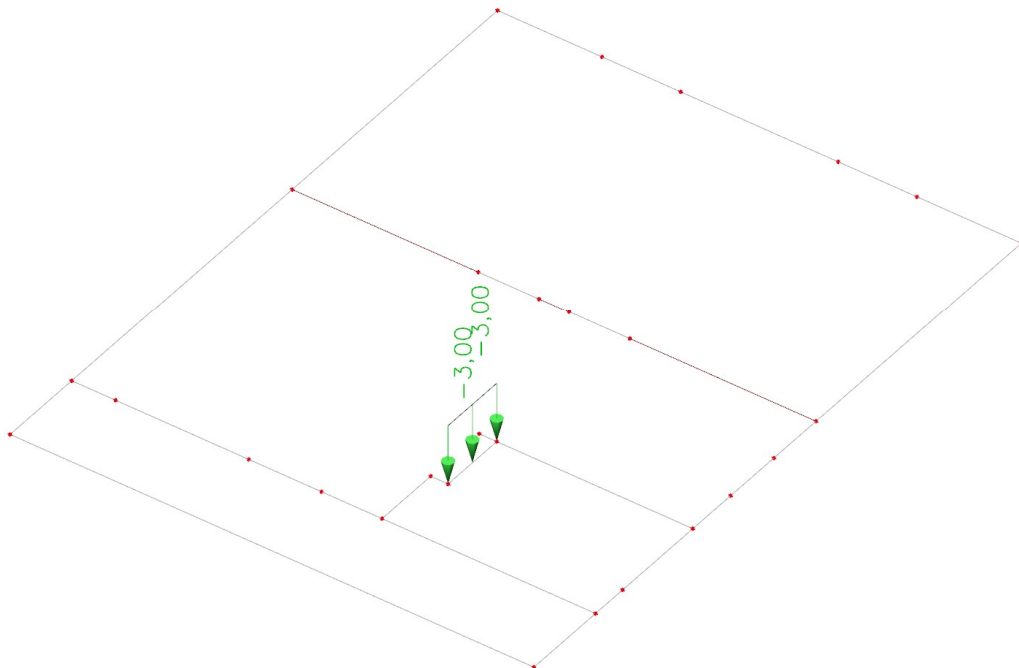
Stubište:

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

$$Q_{\text{stub}} = 3.0 \text{ kN/m}^2$$

$$l_{\text{kraka}} = 2.0 \text{ m}$$

$$q_{\text{stub}} = \frac{Q_{\text{stub}} \times l_{\text{kraka}}}{2} = \frac{3.0 \times 2.0}{2} = 3.0 \text{ kN/m}$$



Slika 14. Zamjenjujuće linijsko uporabno opterećenje od stubišta na stropnu ploču prizemlja

### 2.2.4. Snijeg

Nadmorska visina do (m)	s <sub>k</sub> (kN/m <sup>2</sup> )			
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
100	1,10	1,10	0,45	0,35
200	1,30	1,40	0,80	0,50
300	1,55	1,75	1,20	0,70
400	1,80	2,20	1,65	0,90
500	2,05	2,65	2,15	1,15
600	2,35	3,15	2,70	-
700	2,65	3,70	3,30	-
800	2,95	4,25	3,95	-
900	3,25	4,90	4,65	-
1000	3,60	5,55	5,40	-
1100	3,95	6,25	6,20	-
1200	4,30	7,00	7,05	-
1300	-	7,80	7,95	-
1400	-	8,65	8,90	-
1500	-	9,50	9,90	-
1600	-	10,40	10,95	-
1700	-	11,40	12,05	-
1800	-	-	13,20	-



Slika 15. Karakteristično opterećenje snijegom [5]

Računa se po formuli:

$$s = \mu_i(\alpha) * C_e * C_t * s_k$$

$\alpha = 20^\circ$ , dvostrešni krov s obe strane jednakog nagiba- jednako opterećenje na obje plohe

Pri čemu su:

$\mu_i(\alpha)$  -koeficijent oblika opterećenja snijegom, očitavamo iz tablice za zadani kut  $\alpha$ , u ovom slučaju iznosi 0,8

$C_e$ - koeficijent izloženosti, usvojena vrijednost 1,0

$C_t$  - toplinski koeficijent, usvojena vrijednost 1,0

$s_k$ - karakteristična vrijednost opterećenja snijegom na tlu, očitavamo sa karte za zadano područje te iz tablice ovisno o nadmorskoj visini, za grad Zadar ona iznosi  $0,45 \text{ kN/m}^2$ .

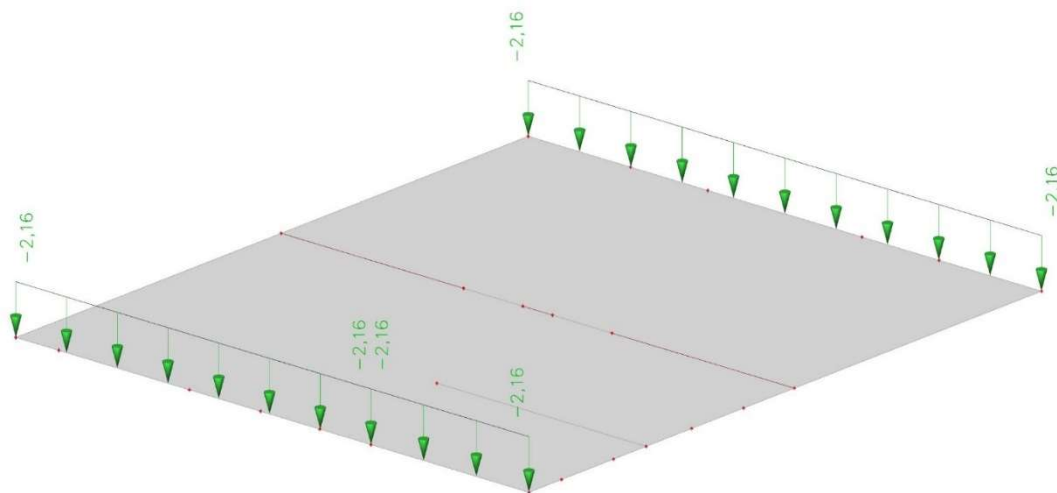
Uvrštavamo vrijednosti i dobivamo:

$$s = 0,8 * 1,0 * 1,0 * 0,45 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 0,36 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$l_{\text{krova}} = 12 \text{ m}$$

$$s_{\text{desno}} = \frac{s \times l_{\text{krova}}}{2} = \frac{0,36 \times 12}{2} = 2,16 \text{ kN/m}$$

$$s_{\text{lijevo}} = \frac{s \times l_{\text{krova}}}{2} = \frac{0,36 \times 12}{2} = 2,16 \text{ kN/m}$$



Slika 16. Zamjenjujuće linijsko opterećenje od vlastite snijega na stropnu ploču prvog kata

## 2.2.5. Potres



Slika 17. Podatci za odabranu lokaciju [6]

Računsko ubrzanje tla:

Granično stanje nosivosti: ( $T_{NCR}=475$  godina):  $a_{gr.GSN}=0.181$  g = 1,78 m/s<sup>2</sup>

Granično stanje uporabljivosti: ( $T_{NCR}=95$  godina):  $a_{gr.GSU}=0.089$  g = 0,87 m/s<sup>2</sup>

Faktor važnosti građevine:  $\gamma = 1.0$

Kategorija tla B

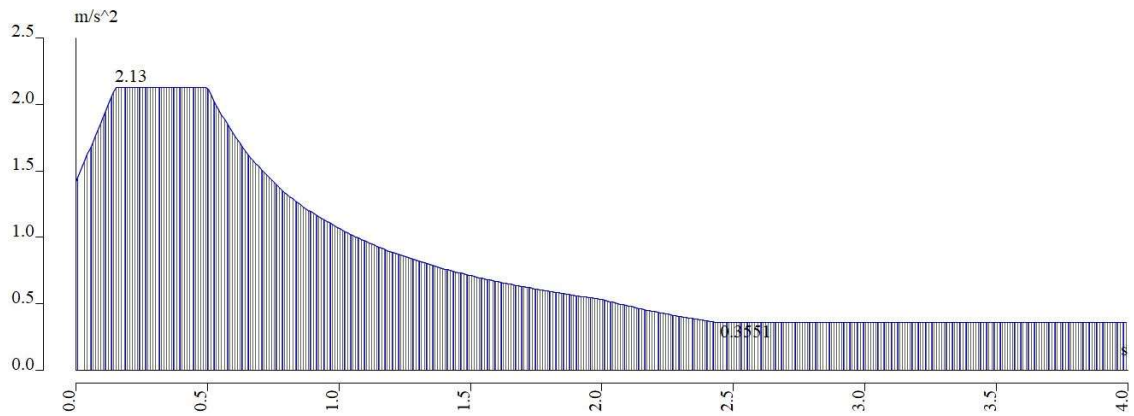
Računska težina:  $W = 1.0G + 0.3Q$

Računska sila od potresa:

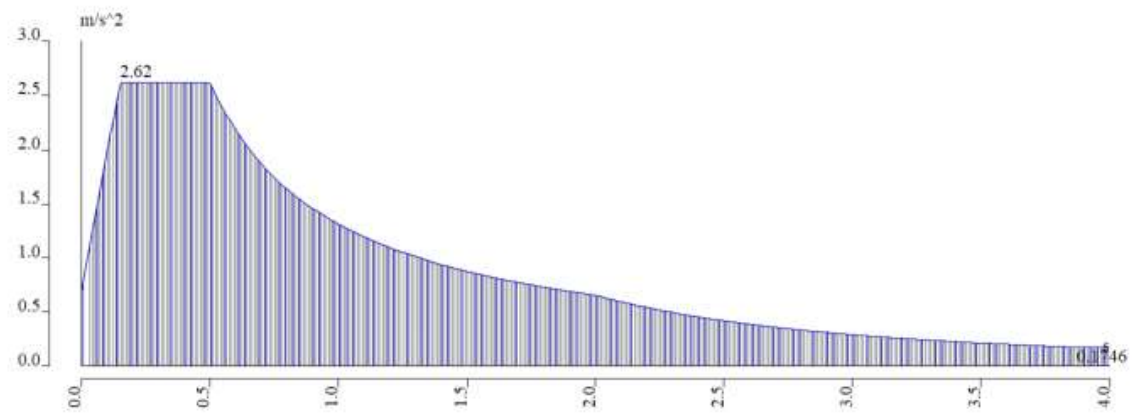
$$F_b = S_d(T) W; \text{ odnosno: } F_X = S_{d,x}(T) * W \text{ i } F_Y = S_{d,y}(T) * W$$

Faktor ponašanja kojim se uzima u obzir kapacitet trošenja energije za svaki proračunski smjer:

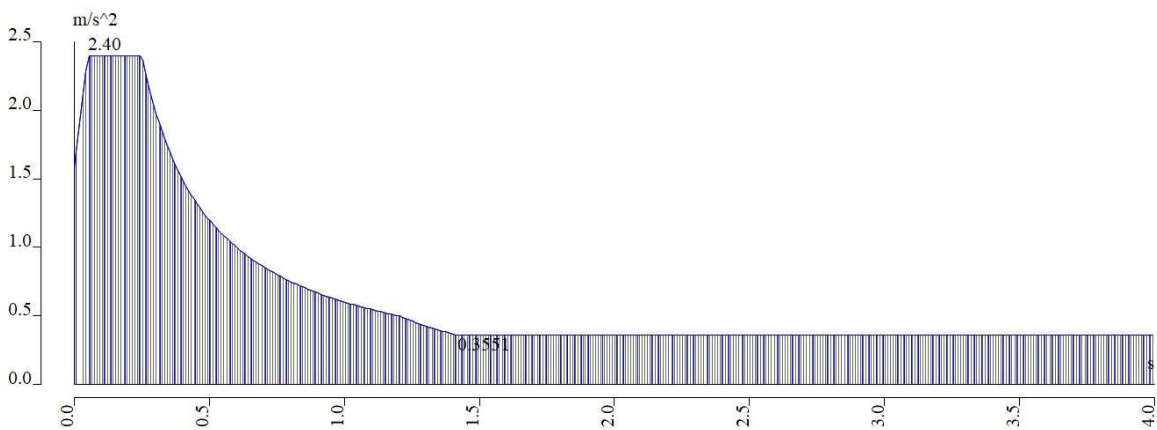
Odabrana vrijednost faktora:  $q = 2.5$  (ziđe)



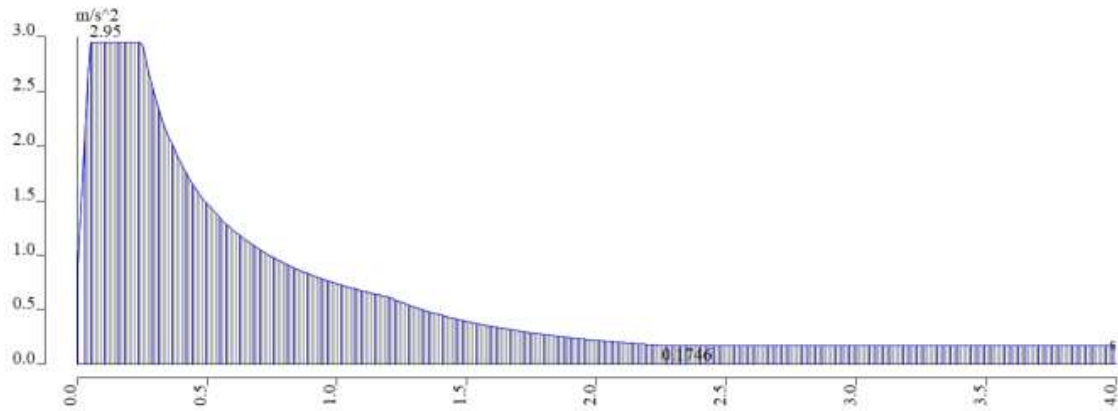
Slika 18. Računski spektr odgovora TIP 1 za  $a_{gr.GSN}=0.181 g = 1,78 m/s^2$ ,  $q = 2.5$ . tlo B



Slika 19. Elastični spektr odgovora TIP 1 za  $a_{gr.GSU}=0.089 g = 0,87 m/s^2$ ,  $q = 1.0$ . tlo B



Slika 20. Računski spektr odgovora TIP 2 za  $a_{gr.GSN}=0.181 g = 1,78 m/s^2$ ,  $q = 2.5$ . tlo B



Slika 21. Elastični spektar odgovora TIP 2 za  $a_{gr.GSU}=0.089\text{ g} = 0,87\text{ m/s}^2$ ,  $q = 1.0$ . tlo B



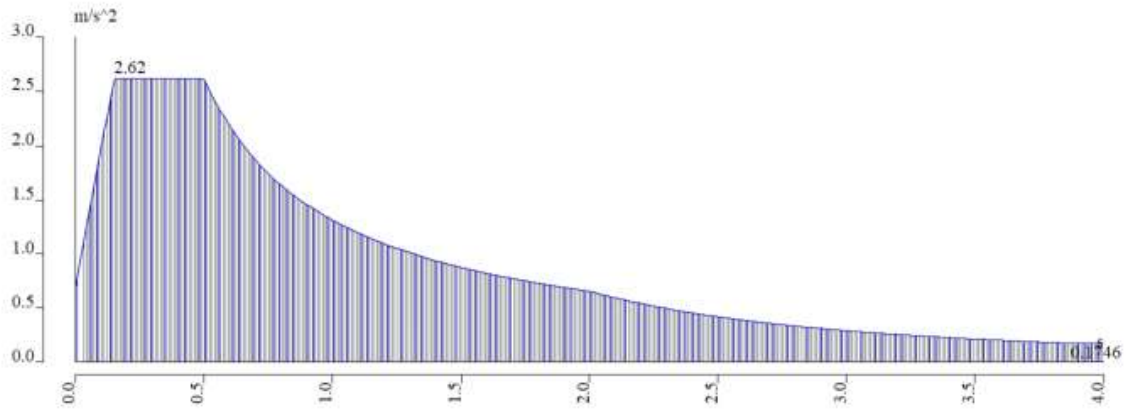
## 2.2.6. Kombinacije opterećenja

Name	Type	Load cases	Coeff. [-]
<i>*Evaluation version* *Evaluation version* *Evaluation version* *Evaluation version* *Evaluation v</i>			
GSU	Envelope - serviceability	vl.t. - Self weight	1,000
		uporabno opt.	1,000
		dod.st.	1,000
GSU sa snjedom	Envelope - serviceability	vl.t. - Self weight	1,000
		uporabno opt.	1,000
		dod.st.	1,000
		snijeg	0,700
GSU POTRES X1	Envelope - serviceability	vl.t. - Self weight	1,000
		uporabno opt.	0,300
		dod.st.	1,000
		potres X 1 GSU	1,000
GSU POTRES Y1	Envelope - serviceability	vl.t. - Self weight	1,000
		uporabno opt.	0,300
		dod.st.	1,000
		potres Y 1 GSU	1,000
GSU POTRES X2	Envelope - serviceability	vl.t. - Self weight	1,000
		uporabno opt.	0,300
		dod.st.	1,000
		potres X2 GSU	1,000
GSU POTRES Y2	Envelope - serviceability	vl.t. - Self weight	1,000
		uporabno opt.	0,300
		dod.st.	1,000
		potres Y2 GSU	1,000

Slika 22. Sve korištene kombinacije opterećenja za granično stanje uporabljivosti

Name	Type	Load cases	Coeff. [-]
<i>*Evaluation version* *Evaluation version* *Evaluation version* *Evaluation version* *Evaluat</i>			
GSU sa snjedom	Envelope - serviceability	vl.t.	1,000
		uporabno opt.	1,000
		dod.st.	1,000
		snijeg	0,700

Slika 23. Mjerodavne kombinacija opterećenja za GSU-ploče



Slika 24. Mjerodavni spektar odziva za GSU-tip 1:

Name	Type	Load cases	Coeff. [-]
<i>*Evaluation version*</i>			
GSU POTRES X1	Envelope - serviceability	vl.t.	1,000
		uporabno opt.	0,300
		dod.st.	1,000
		potres X 1 GSU	1,000
GSU POTRES Y1	Envelope - serviceability	vl.t.	1,000
		uporabno opt.	0,300
		dod.st.	1,000
		potres Y 1 GSU	1,000

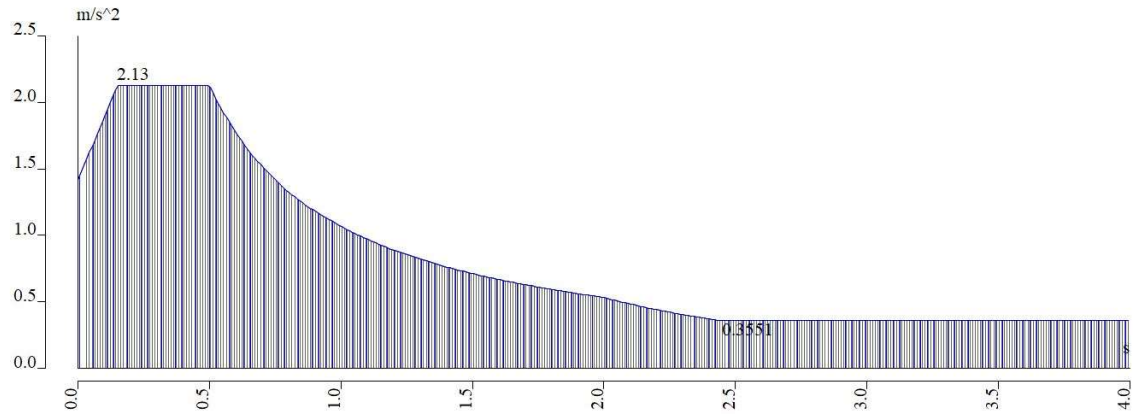
Slika 25. Mjerodavne kombinacija opterećenja za GSU-zidove-spektar tip 1:

Name	Type	Load cases	Coeff. [-]
<i>*Evaluation version* *Evaluation version* *Evaluation version* *Evaluation version* *Evaluation version*</i>			
GSN	Envelope - ultimate	vl.t. - Self weight	1,350
		uporabno opt.	1,500
		dod.st.	1,350
GSN sa snijegom	Envelope - ultimate	vl.t. - Self weight	1,350
		uporabno opt.	1,500
		dod.st.	1,350
		snijeg	1,050
GSN POTRES X1	Envelope - ultimate	vl.t. - Self weight	1,000
		uporabno opt.	0,300
		dod.st.	1,000
		potres X 1 GSN	1,000
GSN POTRES Y1	Envelope - ultimate	vl.t. - Self weight	1,000
		uporabno opt.	0,300
		dod.st.	1,000
		potres Y1 GSN	1,000
GSN POTRES X2	Envelope - ultimate	vl.t. - Self weight	1,000
		uporabno opt.	0,300
		dod.st.	1,000
		potres X2 GSN	1,000
GSN POTRES Y2	Envelope - ultimate	vl.t. - Self weight	1,000
		uporabno opt.	0,300
		dod.st.	1,000
		potres Y2 GSN	1,000

Slika 26. Sve korištene kombinacije opterećenja za granično stanje nosivosti

Name	Type	Load cases	Coeff. [-]
<i>*Evaluation version* *Evaluation version* *Evaluation version* *Evaluation version* *Evaluation version*</i>			
GSN sa snijegom	Envelope - ultimate	vl.t.	1,350
		uporabno opt.	1,500
		dod.st.	1,350
		snijeg	1,050

Slika 27. Mjerodavne kombinacija opterećenja za GSN-ploče:



Slika 28. Mjerodavni spektar odziva za GSN-tip 1:

Name	Type	Load cases	Coeff. [-]
<i>*Evaluation version* *Evaluation version* *Evaluation version* *Evaluation version* *Evaluation version*</i>			
GSN POTRES X1	Envelope - ultimate	vl.t.	1,000
		uporabno opt.	0,300
		dod.st.	1,000
		potres X 1 GSN	1,000
GSN POTRES Y1	Envelope - ultimate	vl.t.	1,000
		uporabno opt.	0,300
		dod.st.	1,000
		potres Y1 GSN	1,000

Slika 29. Mjerodavne kombinacija opterećenja za GSN-zidove-spektar tip 1:

## 2.3. Rezultati proračuna

### 2.3.1. Vlastiti oblici titranja

#### Calculation protocol

##### Solution of Free vibration

Number of 2D elements	18603
Number of 1D elements	1009
Number of mesh nodes	18981
Number of equations	113886
Combination of mass groups	CM1
Modification group	None
Number of frequencies	50
Method	Lanczos
Bending theory	Mindlin
Type of analysis model	Standard
Modal mass matrix	Diagonal

##### Sum of masses

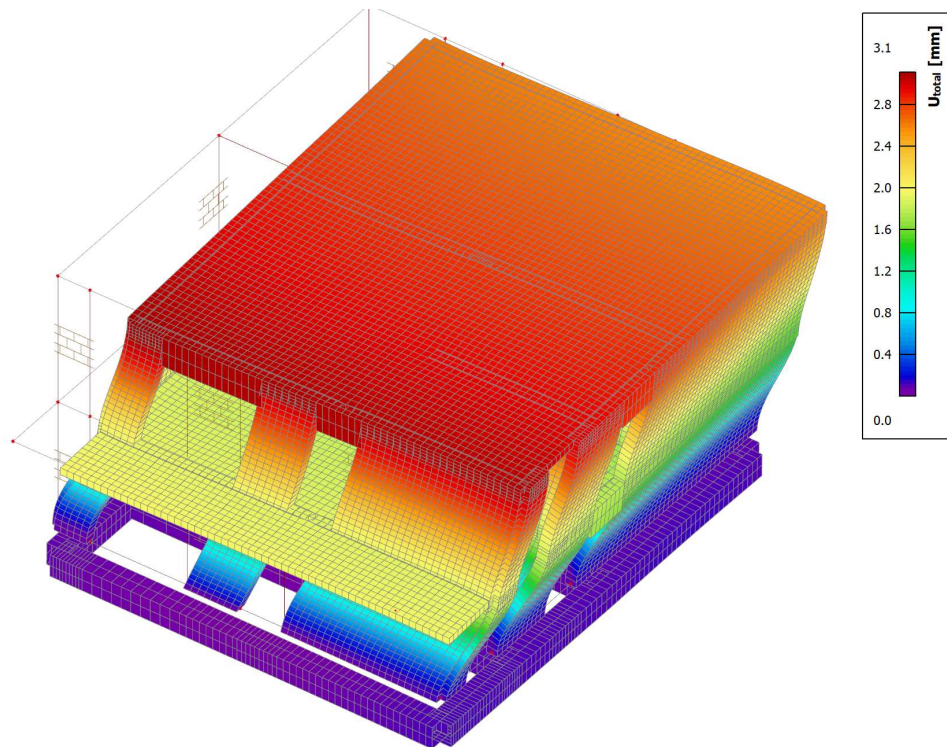
	Mass type	X [kg]	Y [kg]	Z [kg]
CM1	Moving mass	229965,98	229965,98	229965,98
CM1	Total mass	265061,76	265061,76	265061,76

##### Relative modal masses

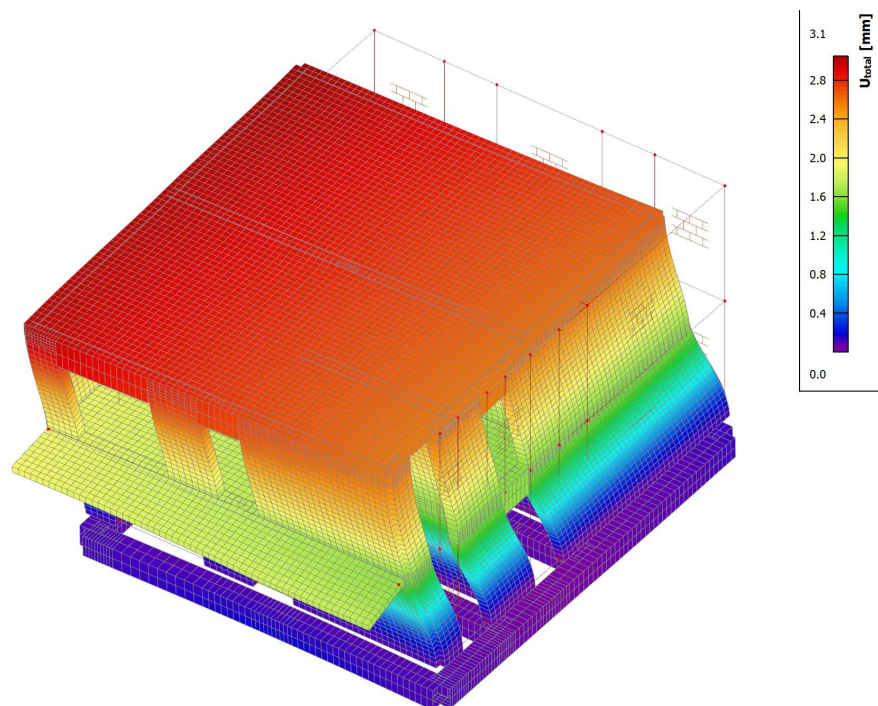
Mode	ωega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	Γ <sub>xi</sub>	Γ <sub>yi</sub>	Γ <sub>zi</sub>	W <sub>xi</sub> /W <sub>xtot</sub>	W <sub>yi</sub> /W <sub>ytot</sub>	W <sub>zi</sub> /W <sub>ztot</sub>	xi <sub>R</sub> /W <sub>xtot</sub>	yi <sub>R</sub> /W <sub>ytot</sub>	zi <sub>R</sub> /W <sub>ztot</sub>
1	13.9461	0,45	2,22	442,3588	-56,7931	-1,4476	0,8509	0,0140	0,0000	0,0005	0,0319	0,0062
2	14.3274	0,44	2,28	-59,4368	-443,5631	-2,3211	0,0154	0,8556	0,0000	0,0294	0,0006	0,0061
3	16.1352	0,39	2,57	29,2054	-38,9655	0,0065	0,0037	0,0066	0,0000	0,0005	0,0008	0,8577
4	38.3585	0,16	6,10	115,7466	-18,4349	3,8521	0,0583	0,0015	0,0001	0,0039	0,1257	0,0014
5	39.8129	0,16	6,34	-25,6069	-108,4308	4,1624	0,0029	0,0511	0,0001	0,1188	0,0060	0,0021
6	44.4535	0,14	7,07	22,9992	-31,9417	-0,0119	0,0023	0,0044	0,0000	0,0083	0,0037	0,0519
7	78.3327	0,08	12,47	0,0196	-1,0730	-320,5777	0,0000	0,0000	0,4469	0,1947	0,0001	0,0000
8	86.7051	0,07	13,80	-0,0930	-8,8200	277,0218	0,0000	0,0003	0,3337	0,3708	0,0216	0,0000
9	89.2299	0,07	14,20	2,1707	-0,0524	-0,1255	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
10	89.8834	0,07	14,31	-7,9432	0,2249	-2,7151	0,0003	0,0000	0,0000	0,0001	0,0006	0,0000
11	91.8914	0,07	14,62	-6,8005	1,0763	-2,1539	0,0002	0,0000	0,0000	0,0004	0,0008	0,0002
12	92.5667	0,07	14,73	13,5935	-0,4944	9,4079	0,0008	0,0000	0,0004	0,0004	0,0017	0,0006
13	93.2111	0,07	14,84	-15,8691	0,9869	2,7402	0,0011	0,0000	0,0000	0,0001	0,0008	0,0013
14	93.5378	0,07	14,89	-0,6238	-11,4818	-38,1407	0,0000	0,0006	0,0063	0,0111	0,0551	0,0002
15	94.2064	0,07	14,99	13,5646	1,0639	3,1639	0,0008	0,0000	0,0001	0,0001	0,0025	0,0008
16	100.721	0,06	16,03	0,9636	-1,7946	-35,2202	0,0000	0,0000	0,0054	0,0000	0,4333	0,0001
17	104	0,06	16,55	-2,3823	1,6262	-95,4718	0,0000	0,0000	0,0396	0,0014	0,0904	0,0001
18	107.416	0,06	17,10	1,4006	-2,1569	-23,4992	0,0000	0,0000	0,0024	0,0754	0,0703	0,0000
19	122.102	0,05	19,43	-0,2620	1,1645	47,6216	0,0000	0,0000	0,0099	0,0160	0,0022	0,0000
20	122.688	0,05	19,53	-8,6976	0,6304	-17,6696	0,0003	0,0000	0,0014	0,0100	0,0001	0,0003
21	125.449	0,05	19,97	-20,0856	-0,7574	9,0757	0,0018	0,0000	0,0004	0,0003	0,0009	0,0016
22	130.257	0,05	20,73	5,1307	-7,8200	-111,9492	0,0001	0,0003	0,0545	0,0051	0,0129	0,0000
23	130.951	0,05	20,84	-14,5595	-1,1679	-40,3484	0,0009	0,0000	0,0071	0,0014	0,0040	0,0007
24	132.76	0,05	21,13	3,2548	6,2422	-45,5007	0,0000	0,0002	0,0090	0,0560	0,0117	0,0002
25	140.517	0,04	22,36	-0,8114	-39,1540	12,5948	0,0000	0,0067	0,0007	0,0016	0,0002	0,0055
26	145.395	0,04	23,14	-1,7129	11,9667	75,2868	0,0000	0,0006	0,0246	0,0014	0,0006	0,0007
27	146.468	0,04	23,31	-4,7882	-11,9908	-6,2975	0,0001	0,0006	0,0002	0,0003	0,0050	0,0027
28	147.434	0,04	23,46	9,0430	-23,7231	-5,5382	0,0004	0,0024	0,0001	0,0020	0,0018	0,0044
29	148.793	0,04	23,68	-28,2460	-3,1869	-22,7628	0,0035	0,0000	0,0023	0,0000	0,0191	0,0005
30	151.956	0,04	24,18	8,0960	28,9448	10,5171	0,0003	0,0036	0,0005	0,0024	0,0001	0,0009
31	153.606	0,04	24,45	1,4293	5,7658	-93,6359	0,0000	0,0001	0,0381	0,0214	0,0026	0,0006
32	155.4	0,04	24,73	14,7033	-24,5278	-7,6890	0,0009	0,0026	0,0003	0,0022	0,0003	0,0004
33	159.332	0,04	25,36	15,5451	6,0836	-3,6717	0,0011	0,0002	0,0001	0,0011	0,0027	0,0034
34	159.827	0,04	25,44	-8,8490	-4,1532	16,3578	0,0003	0,0001	0,0012	0,0001	0,0011	0,0029
35	162.253	0,04	25,82	-1,5790	-4,7325	-5,1964	0,0000	0,0001	0,0001	0,0027	0,0012	0,0000
36	164.858	0,04	26,24	8,3718	1,8363	-1,9217	0,0003	0,0000	0,0000	0,0004	0,0009	0,0000
37	167.625	0,04	26,68	-15,4407	2,5961	-6,6751	0,0010	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0001
38	168.757	0,04	26,86	-12,2175	19,9022	10,6987	0,0006	0,0017	0,0005	0,0005	0,0017	0,0010
39	171.385	0,04	27,28	-3,2100	-1,7896	14,8384	0,0000	0,0000	0,0010	0,0012	0,0000	0,0003
40	172.235	0,04	27,41	2,1752	-7,5255	1,1120	0,0000	0,0002	0,0000	0,0008	0,0000	0,0000
41	173.486	0,04	27,61	-29,4670	-5,7578	-2,4530	0,0038	0,0001	0,0000	0,0000	0,0015	0,0003
42	174.416	0,04	27,76	-9,2667	-13,4174	-1,4696	0,0004	0,0008	0,0000	0,0009	0,0013	0,0010
43	178.01	0,04	28,33	-1,8265	-0,2341	-0,3000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000
44	178.32	0,04	28,38	-23,0126	-3,8971	-1,2179	0,0023	0,0001	0,0000	0,0001	0,0041	0,0000
45	179.263	0,04	28,53	3,4722	-1,8032	-0,5956	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000
46	181.971	0,03	28,96	-1,0772	-21,4542	-1,3620	0,0000	0,0020	0,0000	0,0016	0,0000	0,0030
47	183.103	0,03	29,14	-2,8299	6,2586	1,1055	0,0000	0,0002	0,0000	0,0001	0,0003	0,0004
48	184.046	0,03	29,29	22,0468	-3,2284	-4,7546	0,0021	0,0000	0,0001	0,0000	0,0056	0,0000
49	184.767	0,03	29,41	21,0248	1,5512	-3,4810	0,0019	0,0000	0,0001	0,0000	0,0076	0,0001
50	185.232	0,03	29,48	20,8074	-3,4056	4,7814	0,0019	0,0001	0,0001	0,0003	0,0039	0,0004
							0,9609	0,9571	0,9873	0,9458	0,9394	0,9602

Slika 30. Rezultati modalne analize

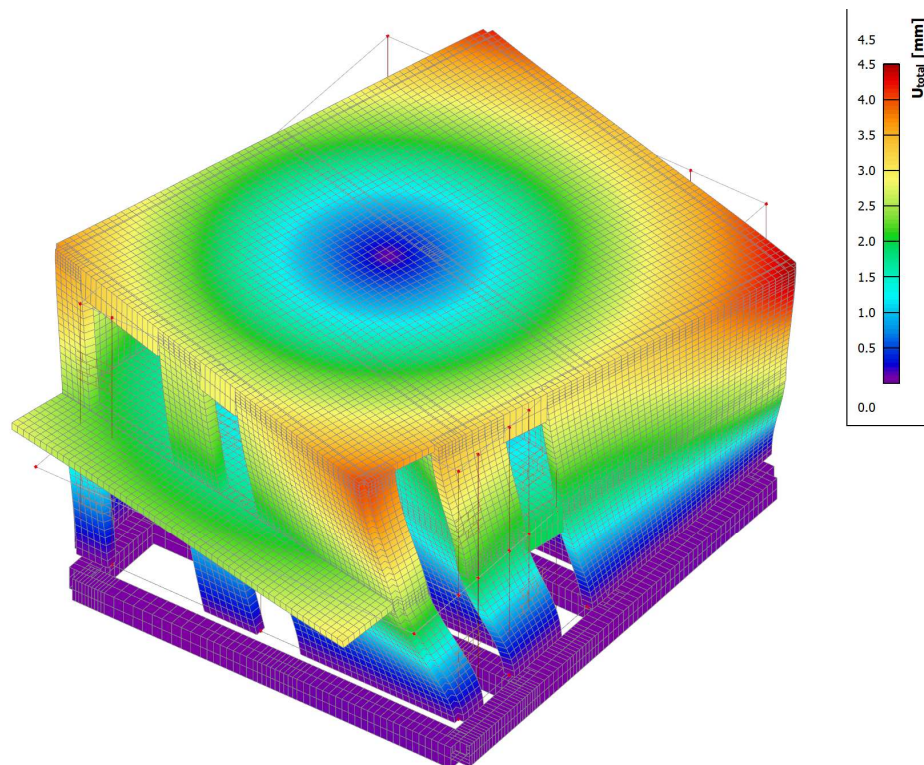
2.3.2. Pomaci



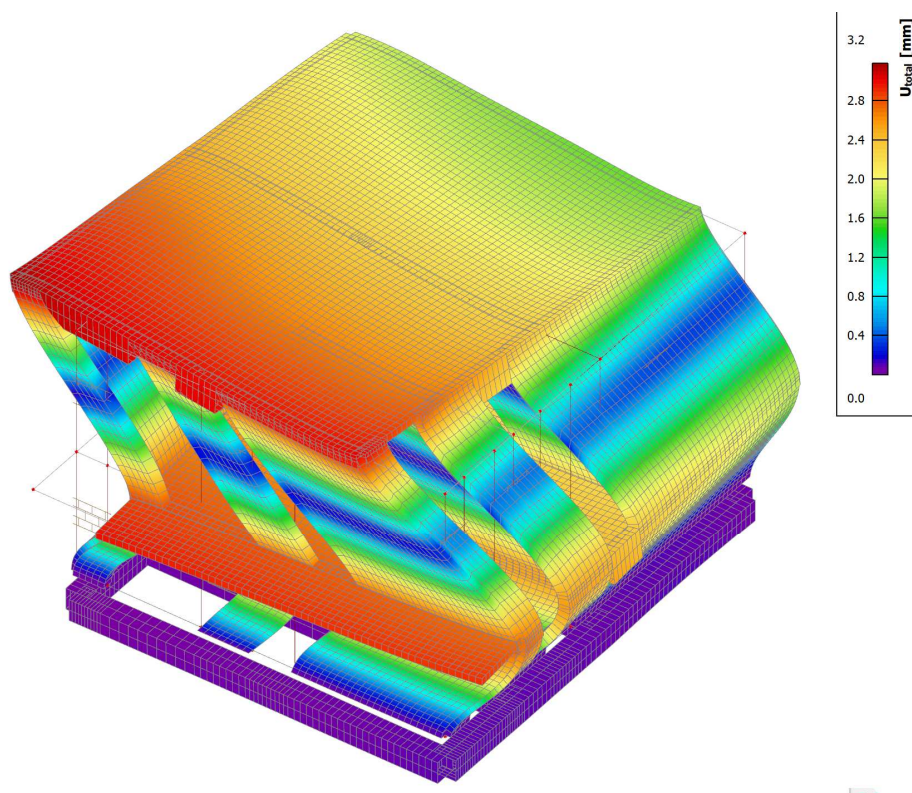
Slika 31. Ukupni pomak konstrukcije-PRVI VLASTITI VEKTOR



Slika 32. Ukupni pomak konstrukcije-DRUGI VLASTITI VEKTOR

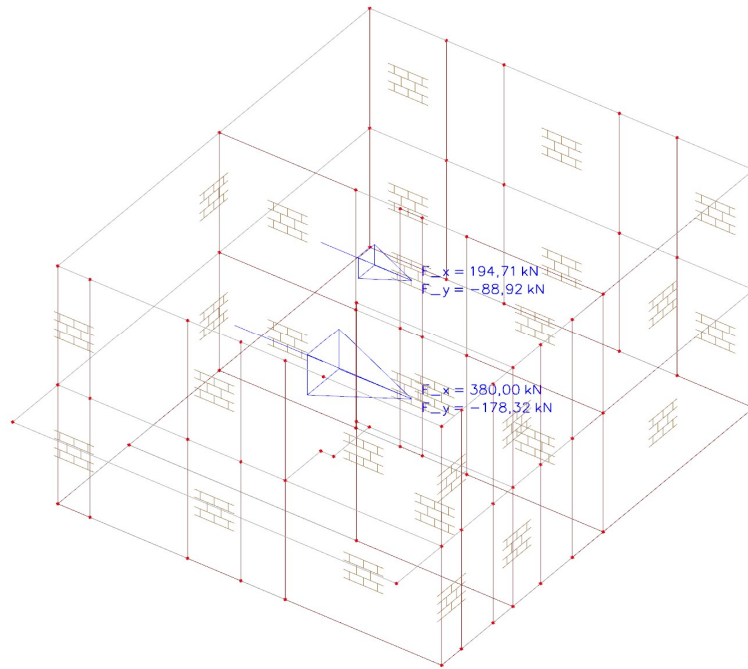


Slika 33. Ukupni pomak konstrukcije-TREĆI VLASTITI VEKTOR

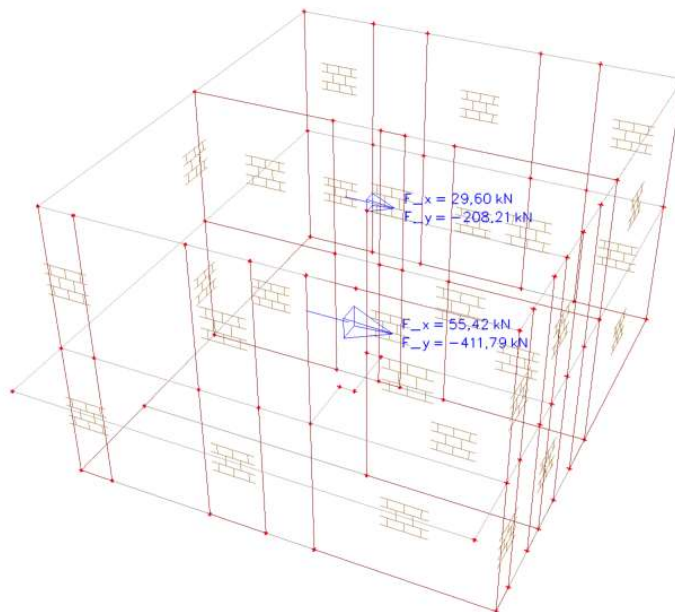


Slika 34. Ukupni pomak konstrukcije-ČETVRTI VLASTITI VEKTOR

### 2.3.3. Katne poprečne sile



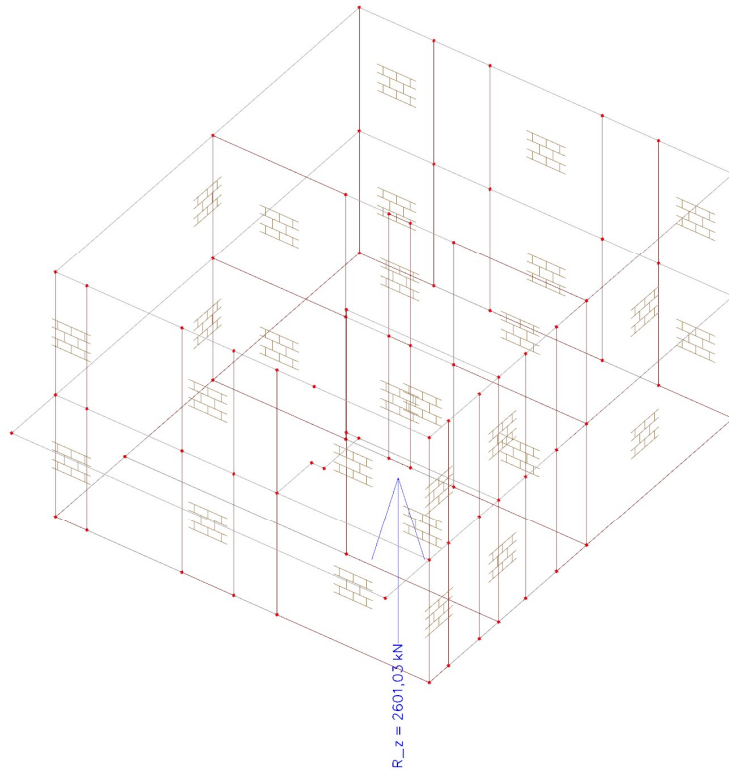
Slika 35. Katne poprečne sile za kombinaciju GSN POTRES X1



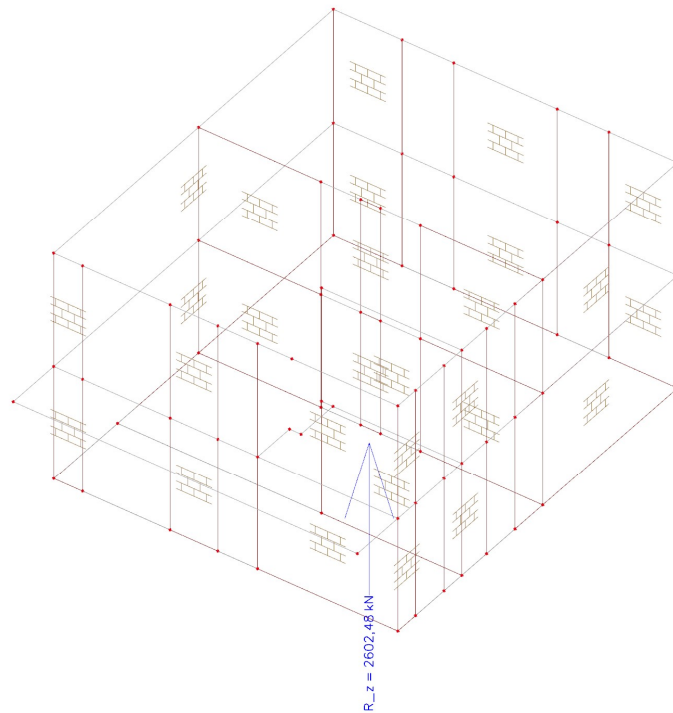
Slika 36. Katne poprečne sile za kombinaciju GSN POTRES Y1



### 2.3.4. Ukupna vertikalna sila



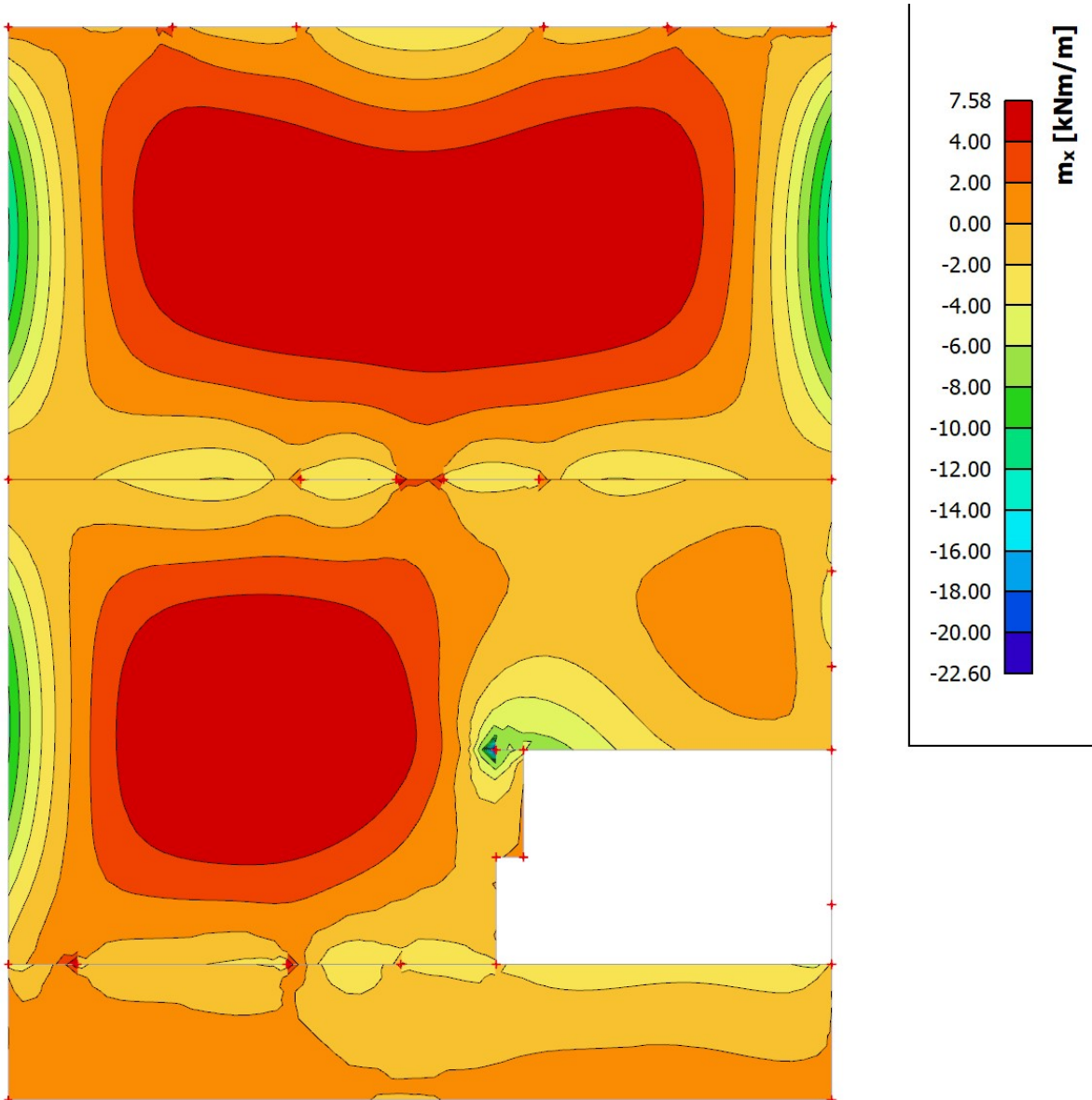
Slika 37. Ukupna vertikalna sila za kombinaciju GSN POTRES X1



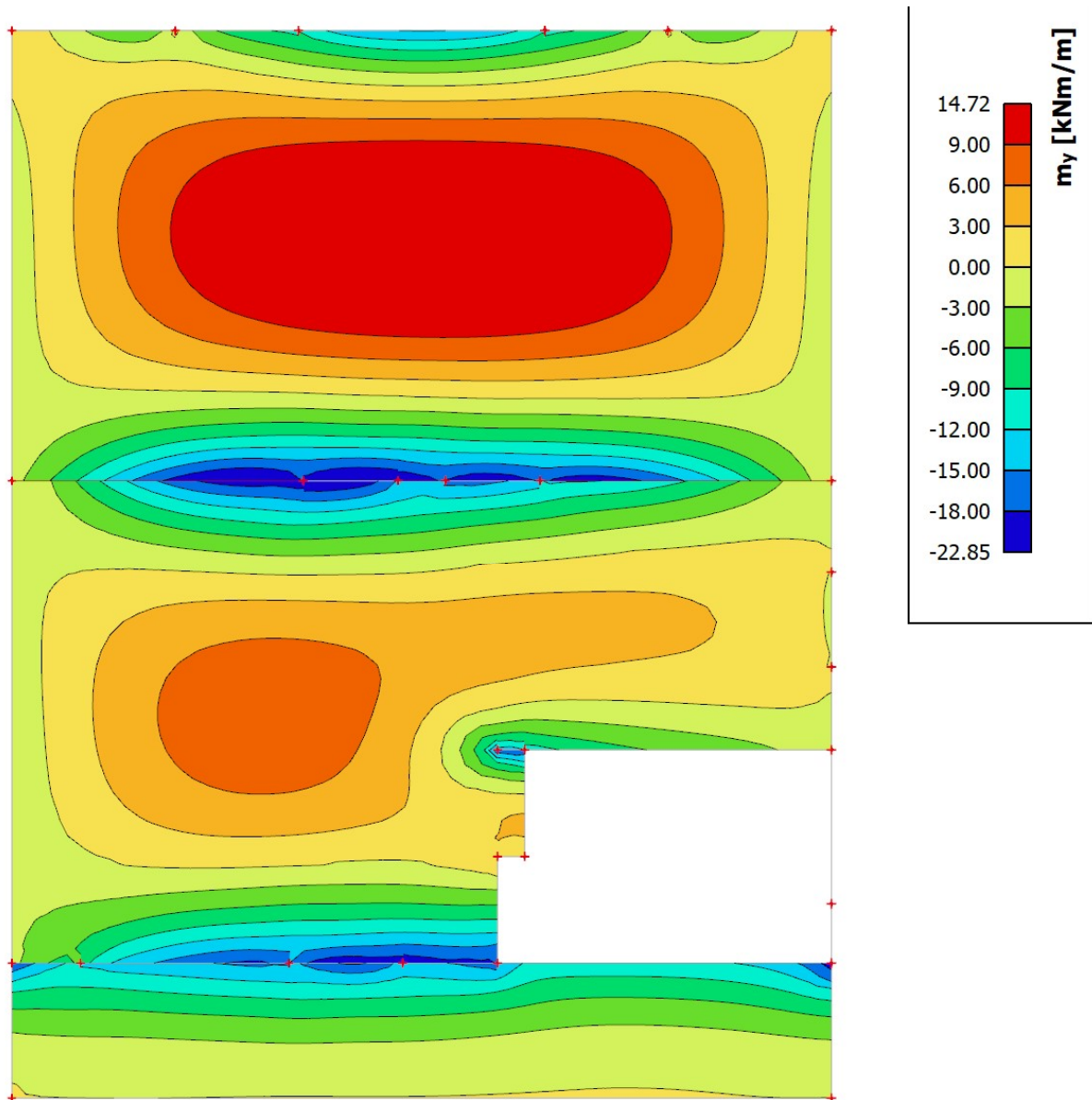
Slika 38. Ukupna vertikalna sila za kombinaciju GSN POTRES Y1

### 2.3.5. Ploče

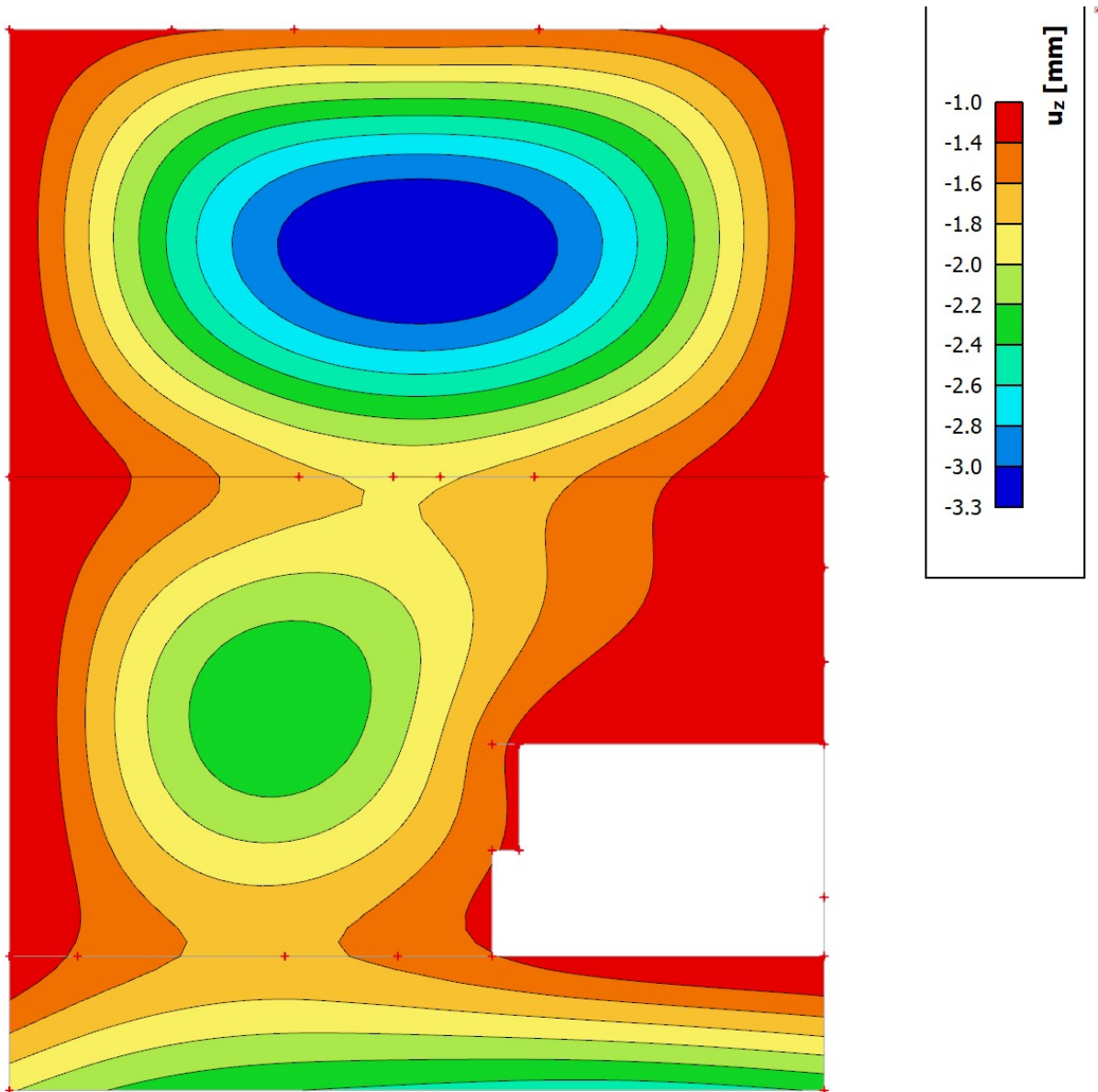
#### 2.3.5.1. Ploča 100



Slika 39. Momentni dijagram  $M_x$  na ploči 100 za anvelopu uobičajenih kombinacija opterećenja za GSN

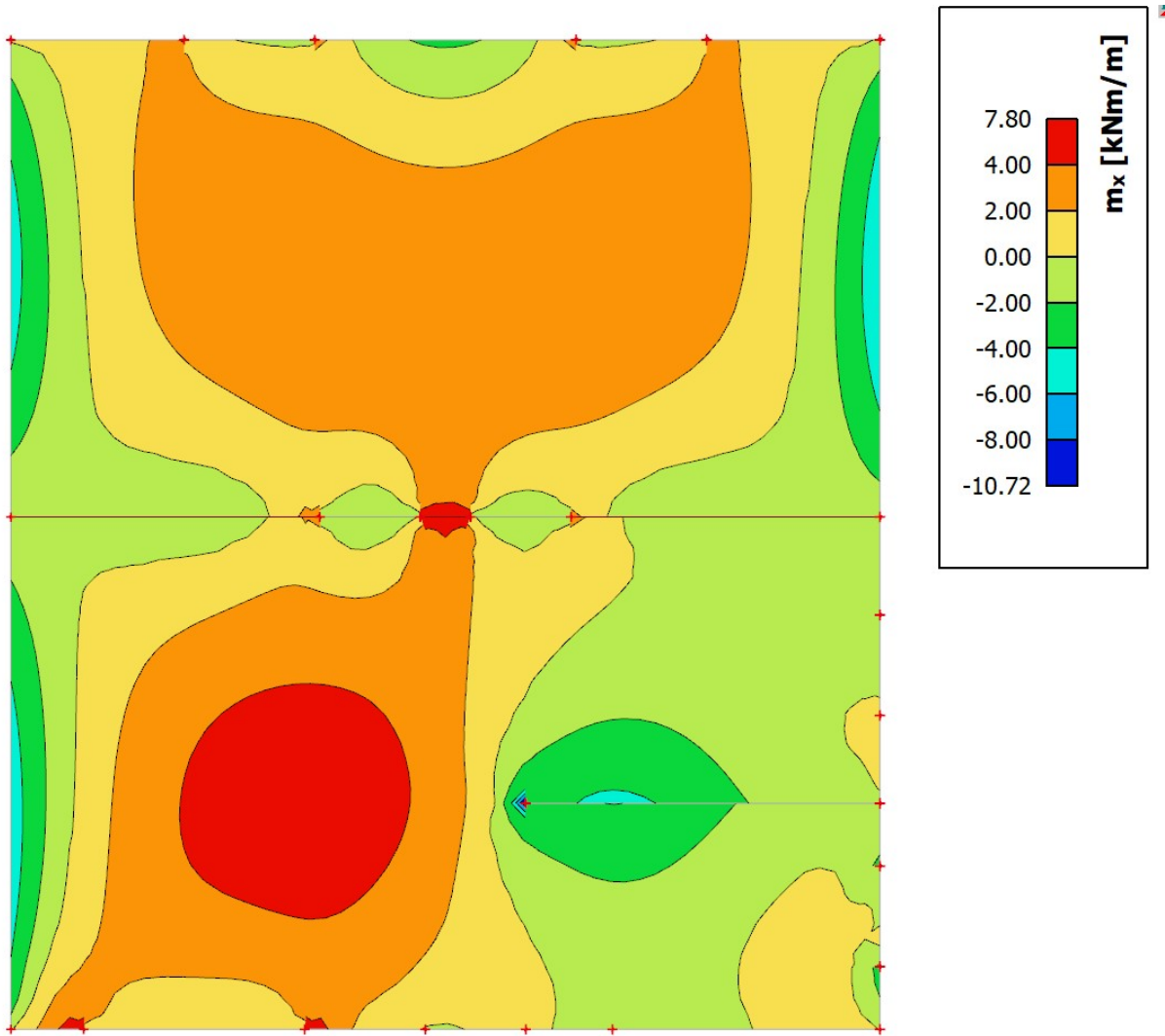


Slika 40. Momentni dijagram  $M_y$  na ploči 100 za anvelopu uobičajenih kombinacija opterećenja za GSN

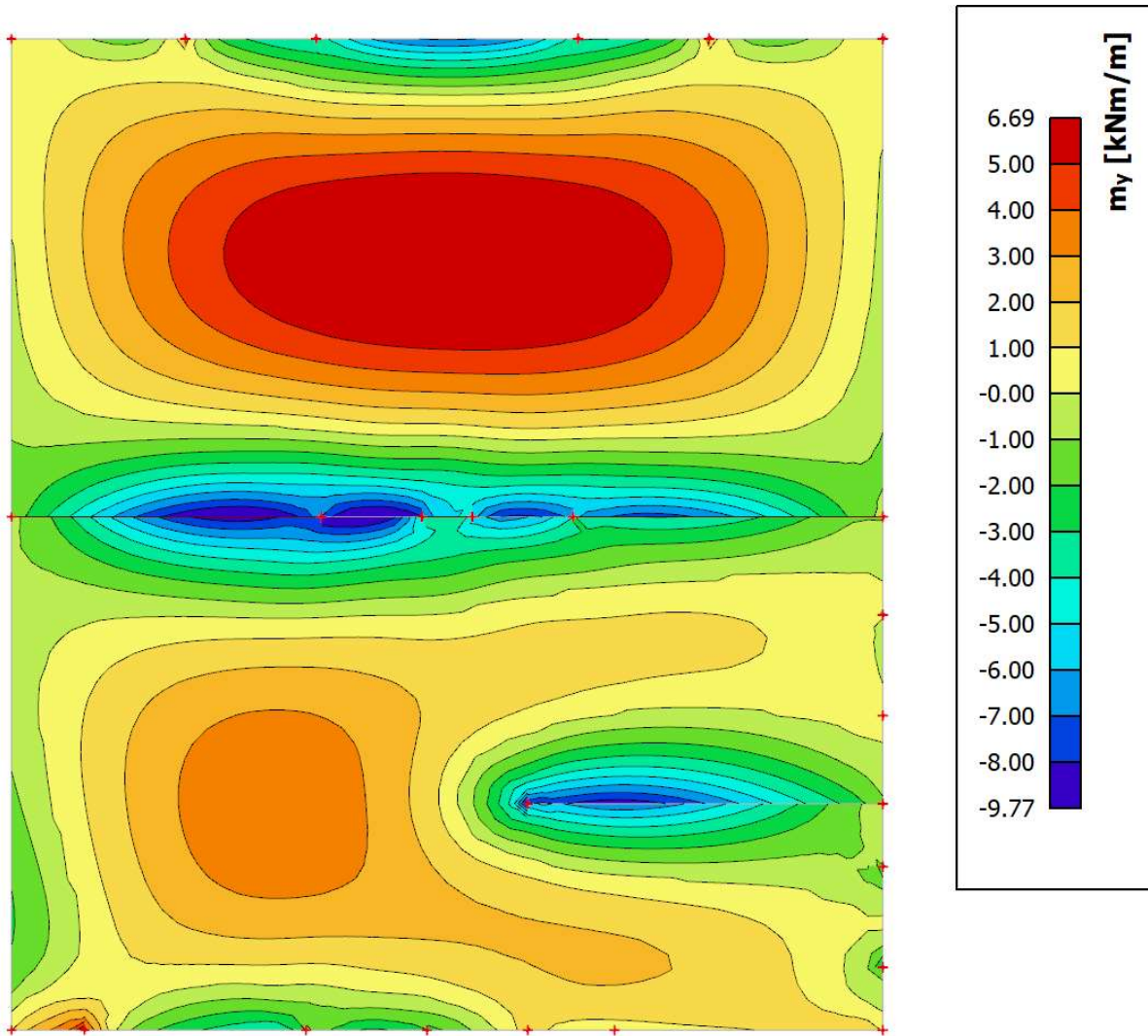


Slika 41. Pomak  $U_z$  ploče 100 za anvelopu uobičajenih kombinacija opterećenja za GSU

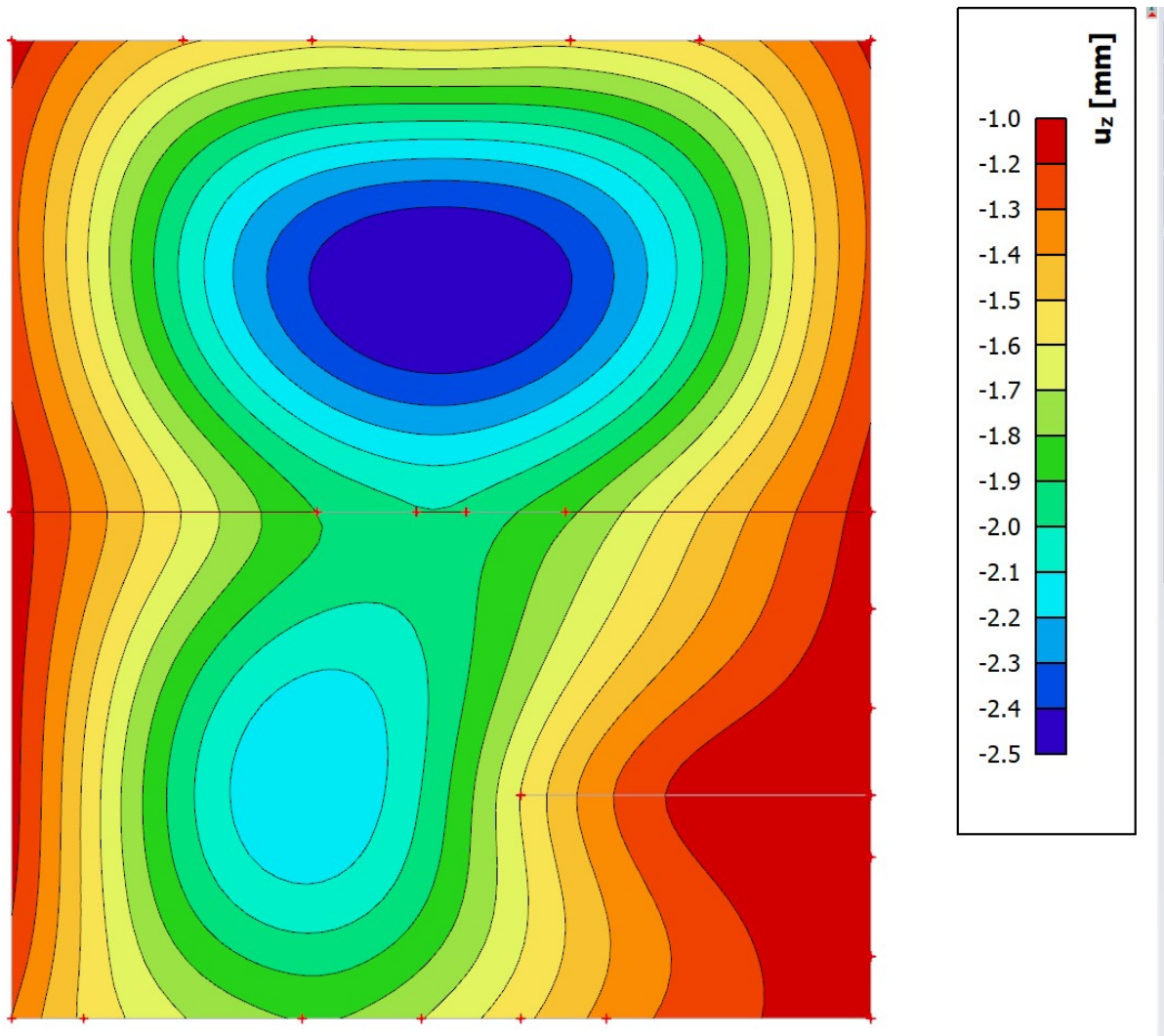
## 2.3.5.2. Ploča 200



Slika 42. Momentni dijagram  $M_x$  na ploči 200 za anvelopu uobičajenih kombinacija opterećenja za GSN

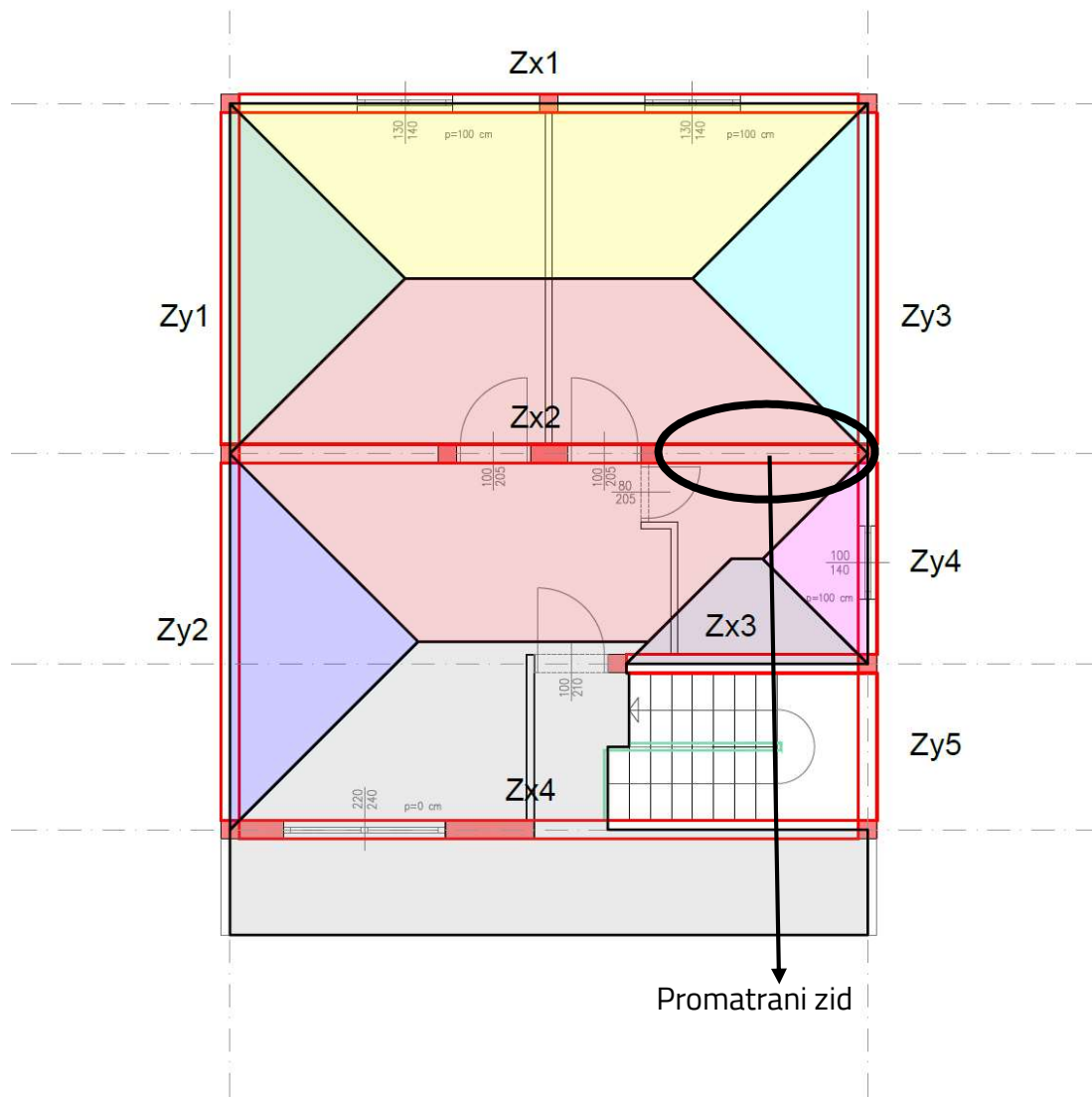


Slika 43. Momentni dijagram  $M_y$  na ploči 200 za anvelopu uobičajenih kombinacija opterećenja za GSN



Slika 44. Pomak  $U_z$  ploče 200 za anvelopu uobičajenih kombinacija opterećenja za GSU

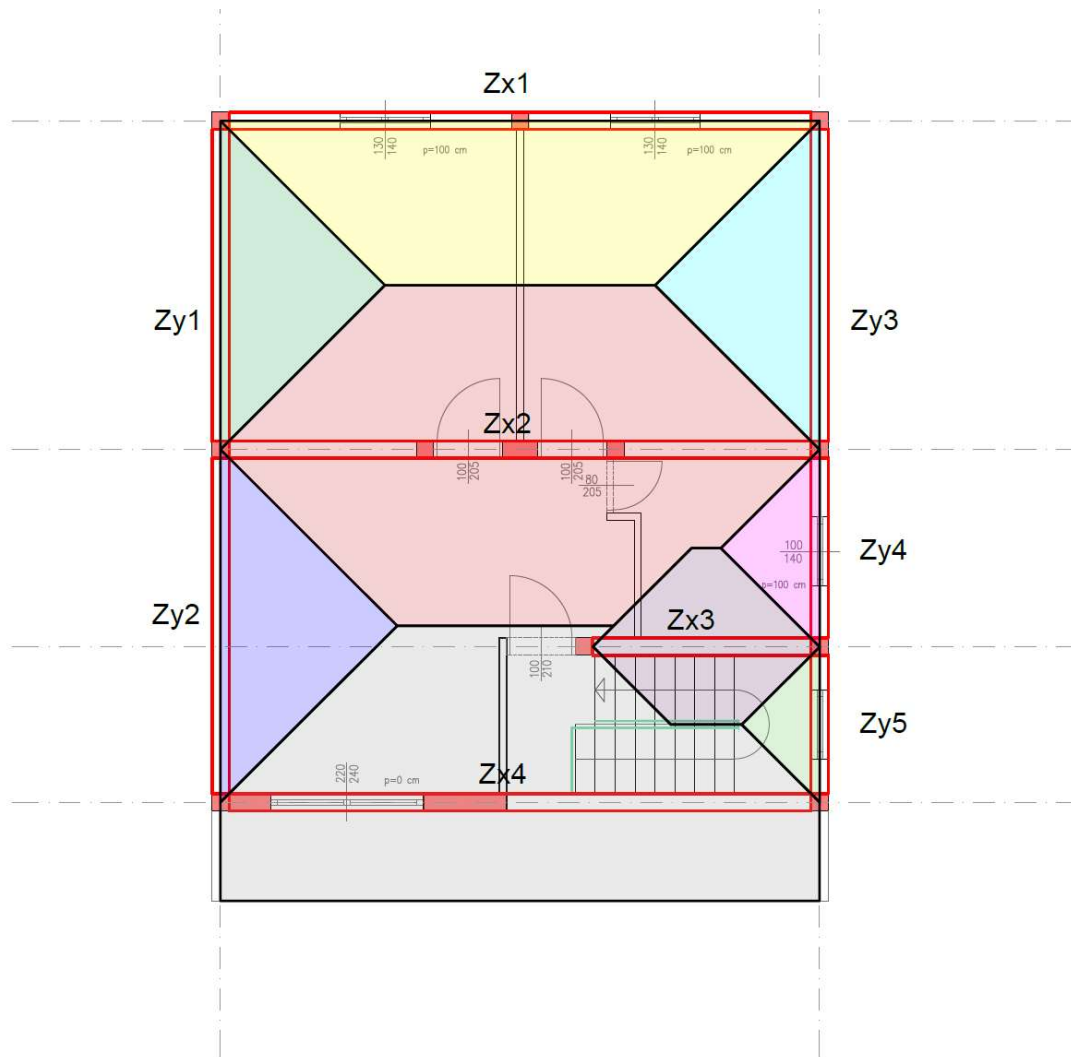
2.3.6. Zidovi



ZID	duljina zida (m)	utjecajna površina (m <sup>2</sup> )
Zx1	8,65	14,90
Zx2	8,65	29,98
Zx3	3,30	5,05
Zx4	8,65	26,51
Zy1	4,75	5,64
Zy2	5,10	6,50
Zy3	4,75	5,64
Zy4	2,85	2,03
Zy5	2,25	/(stubište)

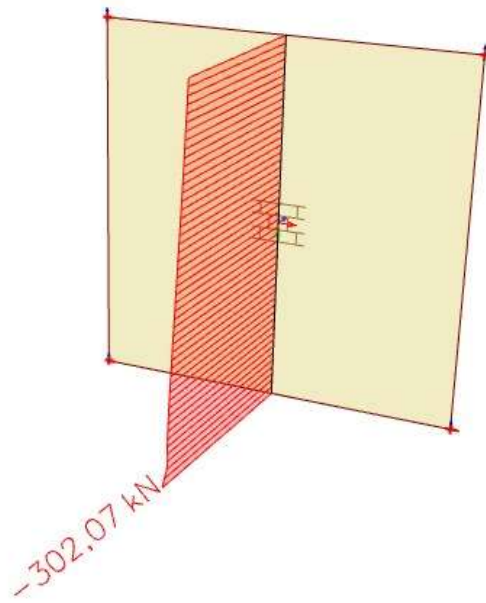
Slika 45. Grafički prikaz utjecajnih površina zidova prizemlja



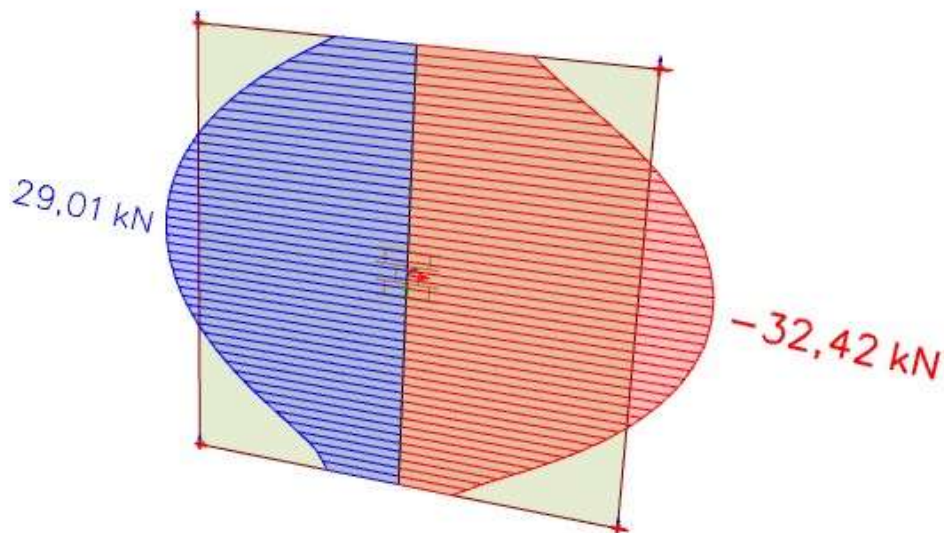


ZID	duljina zida (m)	utjecajna površina (m <sup>2</sup> )
Zx1	8,65	14,90
Zx2	8,65	29,98
Zx3	3,30	5,05
Zx4	8,65	26,51
Zy1	4,75	5,64
Zy2	5,10	6,50
Zy3	4,75	5,64
Zy4	2,85	2,03
Zy5	2,25	1,26

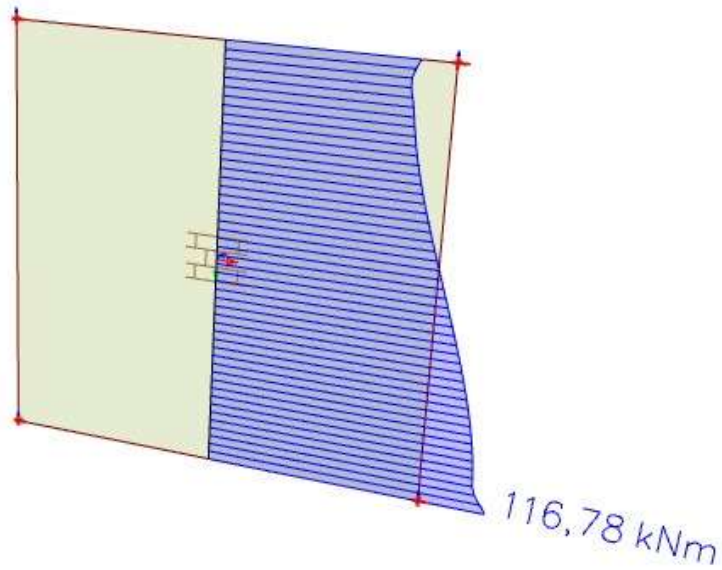
Slika 46. Grafički prikaz utjecajnih površina zidova prvog kata



Slika 47. Unutarnje sile (N) na zidu kojega dimenzioniram za proračunsku kombinaciju GSN potres X1



Slika 48. Unutarnje sile ( $V_y$ ) na zidu kojega dimenzioniram za proračunsku kombinaciju GSN potres X1



Slika 49. Unutarnje sile ( $M_z$ ) na zidu kojega dimenzioniram za proračunsku kombinaciju GSN potres X1

## 2.4. Dimenzioniranje

### 2.4.1. Ploča 100

#### 2.4.1.1. Dimenzioniranje ploče na mjerodavnu kombinaciju GSN uobičajena

Poprečni presjek ploče:

$$h = 16 \text{ cm}$$

$$a = 3 \text{ cm}$$

$$a' = 3 \text{ cm}$$

$$d = 13 \text{ cm}$$

$$b_w = 100 \text{ cm}$$

Beton: C 25/30

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 31 \text{ Gpa}$$

$$\gamma_c = 1,5$$

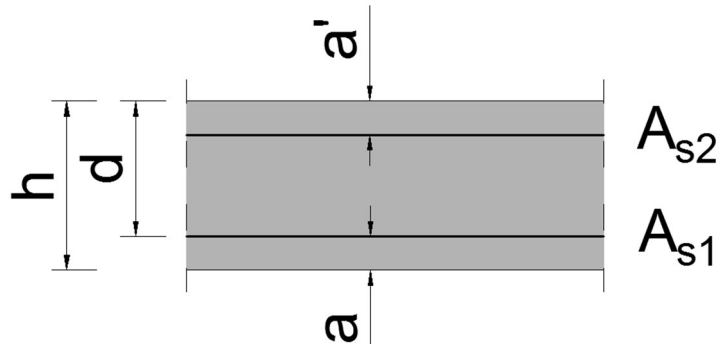
$$f_{cd} = 16,67 \text{ MPa}$$

Armatura: B500B

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$\gamma_s = 1,15$$

$$f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$$



Limitirajući moment savijanja:

$$M_{Rd,lim} = 0,159 * (b_w * d_2) * f_{cd} \rightarrow M_{Rd,lim} = 44,785 \text{ kNm}$$

Min. i max. površina vlačne armature:

$$A_{s,min} = 0,0015 * b * d \rightarrow A_{s,min} = 1,95 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,min} = 0,6 * b * d * f_{yk} \rightarrow A_{s,min} = 1,56 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = 0,31 * b * d * \left( \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \right) \rightarrow A_{s,max} = 15,45 \text{ cm}^2$$

Potrebna armatura ploče na ležaju ( $\zeta = 0,9$ ):

$$A_{s1,s2} = M_{sd}/(\zeta * d * f_{yd}) \rightarrow A_{s1,s2} = M_{sd} * 0,197$$

$$M_{sd} = 22,85 \text{ kNm}$$

$$A_{s1,s2} = 22,85 * 0,197$$

$$A_{s1,s2} = 4,50 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura na ležaju je mreža Q503 ( $A_s = 5,03 \text{ cm}^2$ )

Potrebna armatura ploče u polju ( $\zeta = 0,9$ ):

$$A_{s1,s2} = M_{sd}/(\zeta * d * f_{yd}) \rightarrow A_{s1,s2} = M_{sd} * 0,197$$

$$M_{sd} = 14,72 \text{ kNm}$$

$$A_{s1,s2} = 14,72 * 0,197$$

$$A_{s1,s2} = 2,90 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura na ležaju je mreža Q335 ( $A_s = 3,35 \text{ cm}^2$ )

#### 2.4.1.2. Provjera širine pukotina za GSU:

Armiranobetonske ploče opterećene savijanjem ne treba provjeravati na granično stanje širine pukotina ako njihova debljina ne prelazi 20 cm i ako su pravilno dimenzionirane i armirane prema graničnim stanjima nosivosti. Armiranobetonski elementi uvijek moraju biti armirani u zonama vlačnih naprezanja s barem minimalnom količinom armature kako bi se ograničile širine pukotina.

Minimalnu armaturu možemo izračunati prema izrazu:

$$A_{s,min} = k_c * k * f_{ct,eff} * \frac{A_{ct}}{\sigma_s}$$

Pri čemu je:

- $k_c$  – koeficijent koji uzima u obzir raspodjelu naprezanja po visini presjeka u trenutku pojave prve pukotine ( $k_c = 1.0$  za centrični vlak;  $k_c = 0.4$  za čisto savijanje)
- $k$  – korekcijski koeficijent ( $k = 1.0$  za  $h \leq 300 \text{ mm}$ )
- $f_{ct,eff}$  – vlačna čvrstoća betona u trenutku formiranja prve pukotine, odnosno prosječna vlačna čvrstoća betona koja se očekuje u vrijeme pojave prvih pukotina

$$f_{ct,eff} = 2.6 \text{ MPa} = 0.26 \text{ kN/cm}^2 \text{ za beton klase C 25/30}$$

- $A_{ct}$  – vlačna površina betona; Vlačno područje je dio presjeka koji je prema proračunu vlačno napregnut neposredno prije pojave prve pukotine

$$A_{ct} = 2,5 * \left( c + \frac{\varnothing}{2} \right) = 2,5 * (2,5 + 0,4) * 100$$

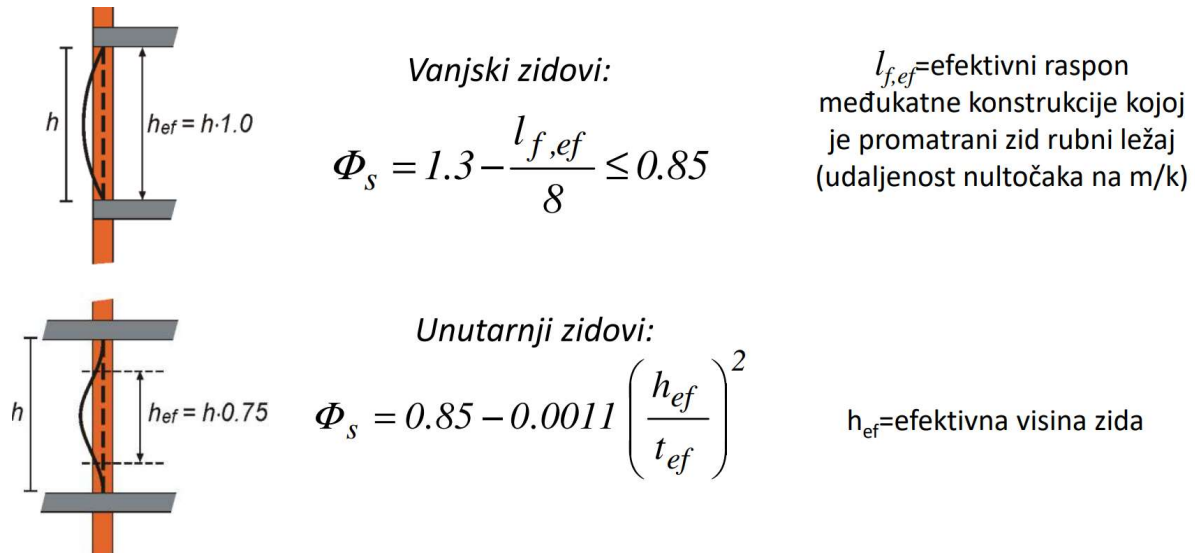
- $\sigma_s$  – naprezanje u armaturi neposredno nakon pojave pukotine. Dopušteno je uzeti da je to čvrstoća pri popuštanju armature  $f_{yk}$  (za B 500B  $f_{yk} = 43,5 \text{ kN/cm}^2$ )

$$A_{s,min} = k_c * k * f_{ct,eff} * \frac{A_{ct}}{\sigma_s} = 0,4 * 1,0 * 0,26 * \frac{2,5 * 2,9 * 100}{43,5} = 1,73 \text{ cm}^2$$

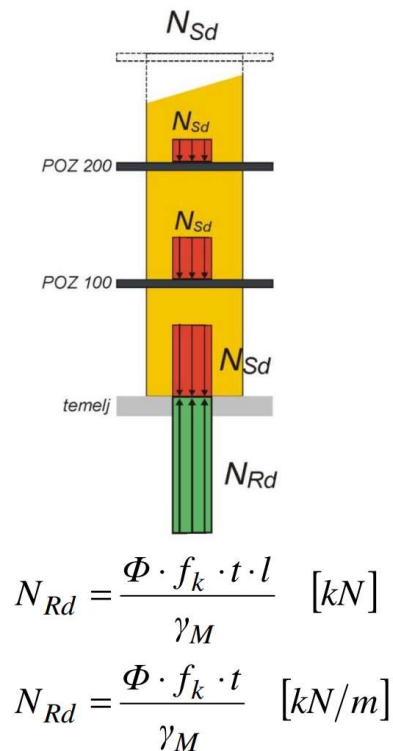
Odabrana armatura ploča pozicije 100 zadovoljava potrebe minimalne armature

## 2.4.2. ZID Zx2

## 2.4.2.1. Proračun zida Zx2 na vertikalno djelovanje



Slika 50. Izračun koeficijenta vitkosti zida [7]



Slika 51. Proračun nosivosti zida na vertikalna opterećenja [7]

**Dokaz mehaničke otpornosti zida na vertikalna djelovanja (EN 1996-3)**

$h = 2,80 \text{ m}$  = katna visina  $\gamma_{wF} = 1,15$  = parcijalni faktor sigurnosti za zide  
 $f_{ct} = 4,52 \text{ MPa}$  = tlačna čvrstoća zida  $\gamma_c = 1,50$  = parcijalni faktor sigurnosti za betn  
 $f_{cd} = 25,0 \text{ MPa}$  = tlačna čvrstoća betona  $n = 2$  = broj etaža

$$N_{Ed} = 1.3N_k + 1.5N_{k2} \quad N_{Ed} = \varphi \cdot f_{cd} \cdot A$$

zid	dimenzije zida i otvora				površina utjecaja		opt. međukatne k.		opt. krov		v.l. težina zida [kN/m <sup>3</sup> ]	vertikalno djelovanje [kN]	vertikalno djelovanje [kN]	računsko vert. djel. [kN]	koef. vitkosti $\varphi$	računska nosivost [kN]	$N_{Ed}/N_{Rd}$ [%]
	debljina zida [m]	dužina zida L [m]	dužina otvora o [m]	neto pov. zida A [m <sup>2</sup> ]	utjecajna dužina L' [m]	utjecajna širina B [m]	stajno opter. g [kN/m <sup>2</sup> ]	promj. opter. q [kN/m <sup>2</sup> ]	stajno opter. g [kN/m <sup>2</sup> ]	promj. opter. q [kN/m <sup>2</sup> ]							
Zx2	0,25	3,08	0,00	0,77	6,65	3,47	7,00	2,00	4,00	0,00	8,00	341	60	550	0,77	2552	22

Slika 52. Proračun zida na vertikalna opterećenja

**2.4.2.2. Proračun zida Zx2 na horizontalna djelovanja**

**Dokaz nosivosti u tlačnom području:**

$$F_d = \frac{N_{Sd}}{2} + \frac{M_{Sd}}{z} < F_{d,R} = x_u \cdot t \cdot f_d$$

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

**Potrebna armatura vert. serklaža:**

$$A_{s1} = A_{s2} = \frac{I}{f_{yd}} \left( \frac{M_{Sd}}{z} - \frac{N_{Sd}}{2} \right) \quad z \cong 0.8d$$

Slika 53. Proračun zida na horizontalna opterećenja (potres) [7]



Računska nosivost na poprečnu silu :

$$V_{Rd} = f_{vk} * \frac{A}{\gamma_M} * 1000 = 0,065 * 1,15 * f_b * \frac{L * t}{1,5} * 1000$$

$$V_{Rd} = 0,065 * 1,15 * 10 * \frac{3,08 * 0,25}{1,5} * 1000 = 383,72 \text{ kN} > V_{Sd} = 32,42 \text{ kN}$$

Dokaz nosivosti u tlačnom području:

$$F_d = \frac{N_{Sd}}{2} + \frac{M_{Sd}}{z} < F_{d,R} = x_u * t * f_d$$

$$F_d = \frac{302,07}{2} + \frac{116,78}{0,8 * 3,08} < F_{d,R} = 2 * (3,08 - 0,8 * 3,08) * 0,25 * 4520$$

$$F_d = 198,43 \text{ kN} < F_{d,R} = 1390 \text{ kN}$$

Proračun potrebne armature na rubu:

$$A_{s1} = A_{s2} = \frac{1}{f_{yd}} \left( \frac{M_{Sd}}{z} - \frac{N_{Sd}}{2} \right)$$

$$A_{s1} = A_{s2} = \frac{1}{43,5} * \left( \frac{116,78}{0,8 * 3,08} - \frac{-302,07}{2} \right)$$

$$A_{s1} = A_{s2} = 4,56 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{odabrano } 4\emptyset 14 (6,16 \text{ cm}^2)$$

### 3. ZAKLJUČAK

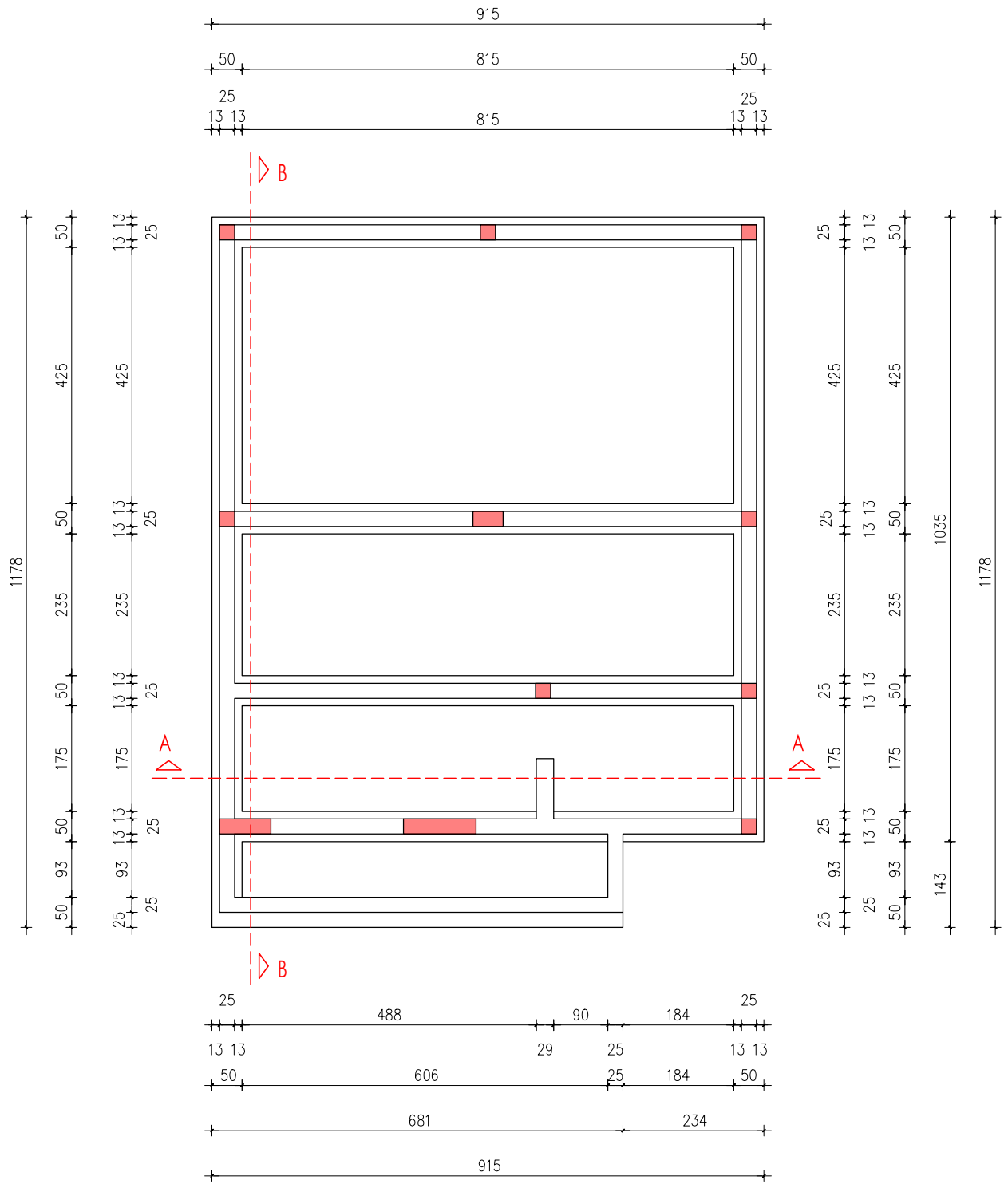
U ovom završnom radu prikazan je proračun zidane obiteljske kuće pod djelovanjem različitih opterećenja, uključujući vlastitu težinu, uporabno opterećenje, opterećenje snijegom i seizmička opterećenja. Rezultati su pokazali kako se konstrukcija ponaša pod navedenim opterećenjima. Analiza je pokazala da objekt zadovoljava zahtjeve nosivosti i uporabivosti. Kombinacija opterećenja nije dovela do pojave kritičnih naprezanja koja bi ugrozila stabilnost kuće, što potvrđuje otpornost zidane konstrukcije na vanjske sile, dok je analiza horizontalnih opterećenja uzrokovanih potresima pokazala da su svi ključni elementi konstrukcije stabilni. Zidovi, ploče i ostali nosivi elementi pokazuju dovoljnu otpornost. Radom je potvrđeno da, uz ispravno projektiranje i primjenu relevantnih standarda, zidana konstrukcija može osigurati trajnu stabilnost i otpornost objekta.

#### 4. GRAFIČKI PRILOZI

NAZIV NACRTA	MJERILO
1. Tlocrt temelja	1:100
2. Tlocrt prizemlja	1:100
3. Tlocrt kata	1:100
4. Tlocrt krovišta i Tlocrt krovnih ploha	1:100
5. Presjek A-A i Presjek B-B	1:100
6. Fasade	1:100

# TLOCRT TEMELJA

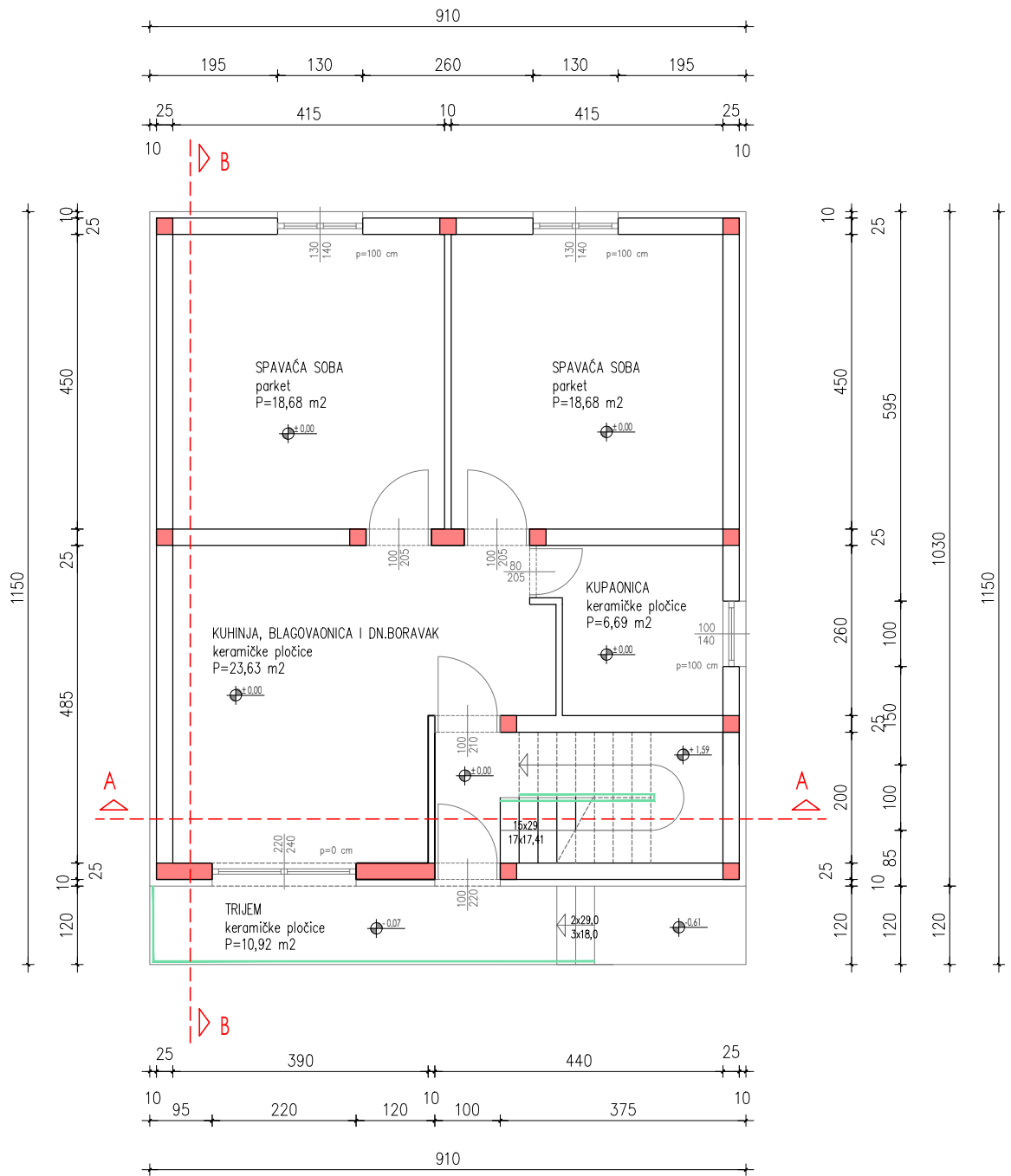
MJ 1:100



GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU		
Kolegij:	ZAVRŠNI RAD	Mjerilo:
Sadržaj:	TLOCRT TEMELJA	1:100
Izradio:	NINO VRKIĆ	Ak.god.
Mentor:	izv.prof.dr.sc MARTA ŠAVOR NOVAK	2023./2024.
NACRT BROJ:		1

# TLOCRT PRIZEMLJA

MJ 1:100

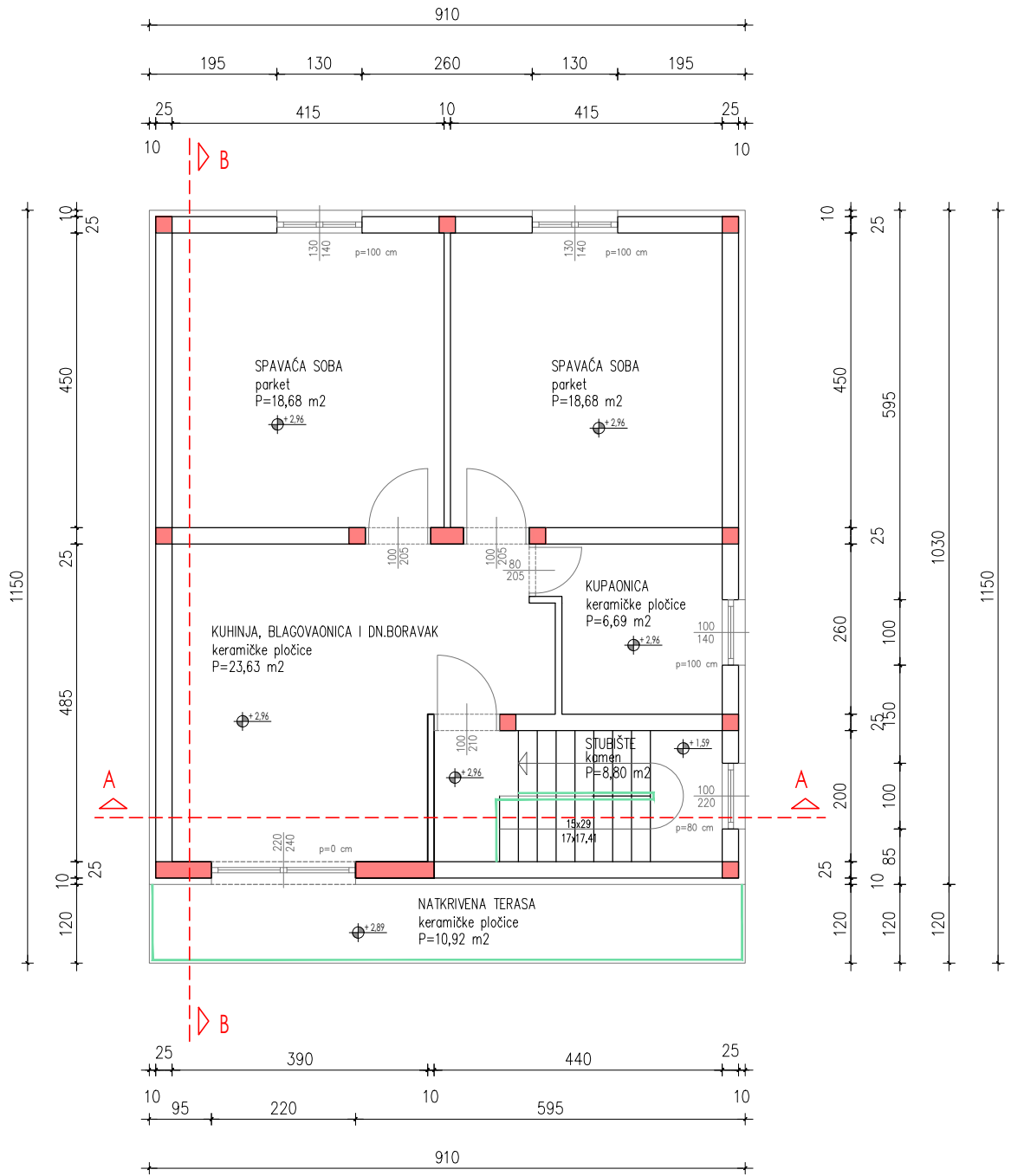


GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

Kolegij:	ZAVRŠNI RAD	Mjerilo:
Sadržaj:	TLOCRT PRIZEMLJA	1:100
Izradio:	NINO VRKIĆ	Ak.god.
Mentor:	izv.prof.dr.sc MARTA ŠAVOR NOVAK	2023./2024.
NACRT BROJ:		2

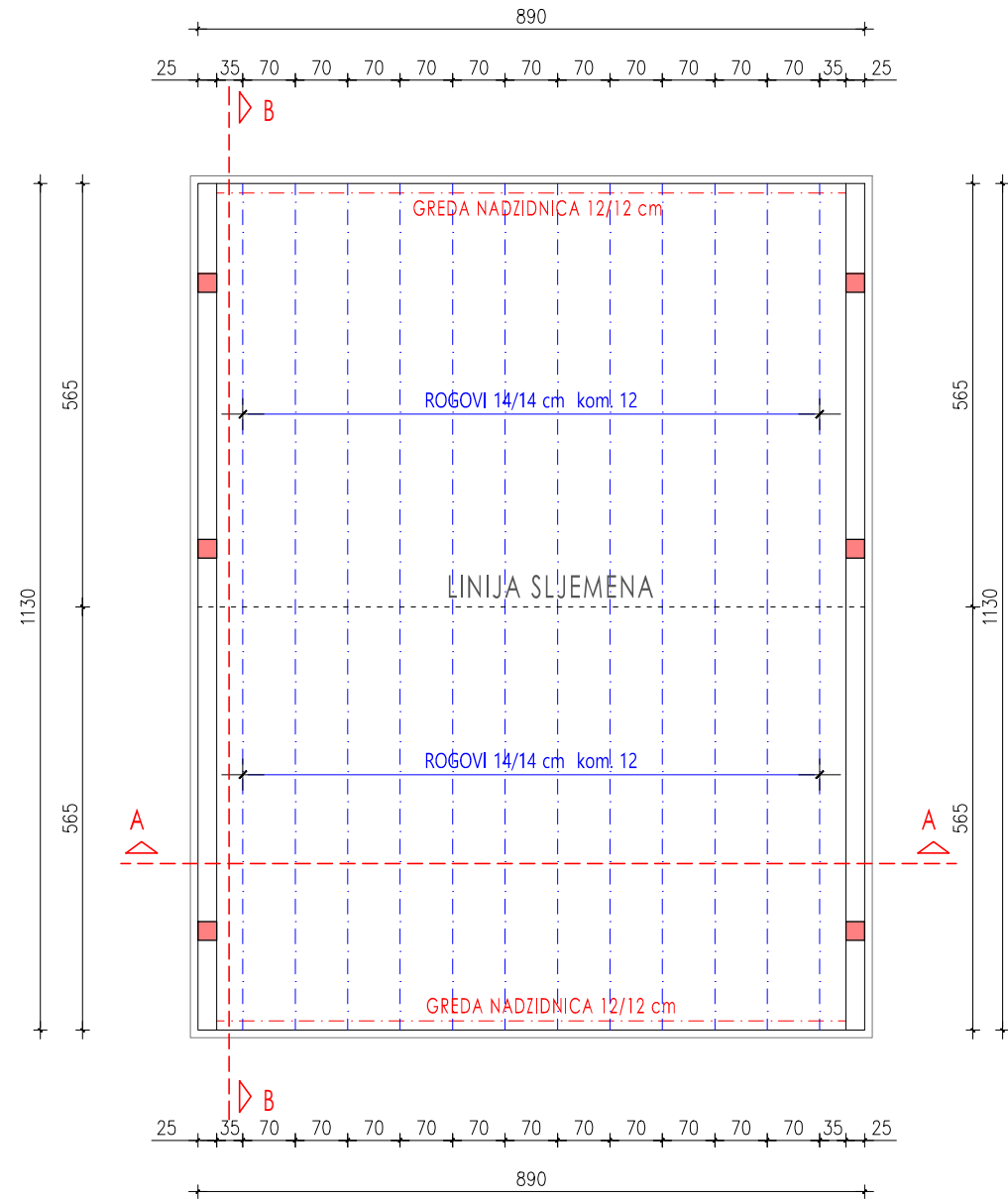
# TLOCRT KATA

MJ 1:100



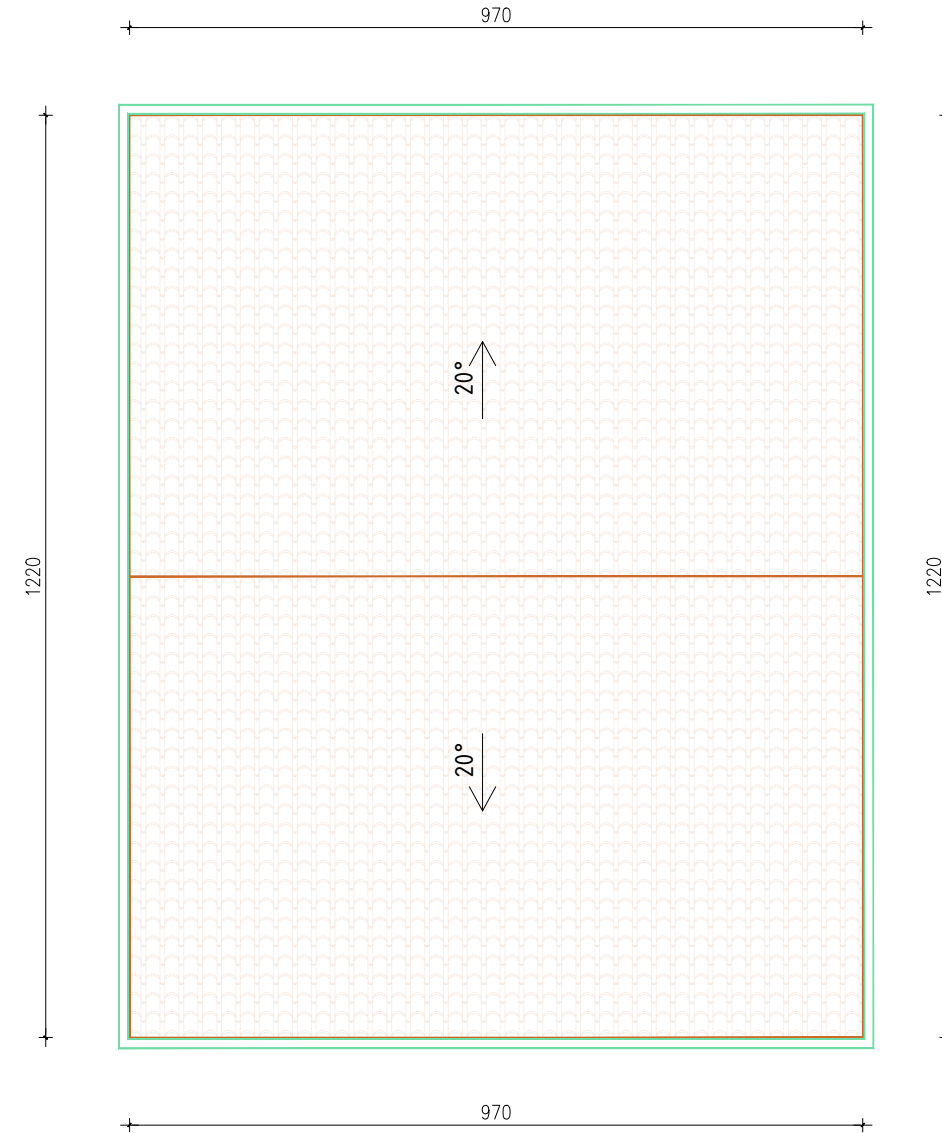
GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU		
Kolegij:	ZAVRŠNI RAD	Mjerilo:
Sadržaj:	TLOCRT KATA	1:100
Izradio:	NINO VRKIĆ	Ak.god.
Mentor:	izv.prof.dr.sc MARTA ŠAVOR NOVAK	2023./2024.
NACRT BROJ:		3

# TLOCRT KROVIŠTA



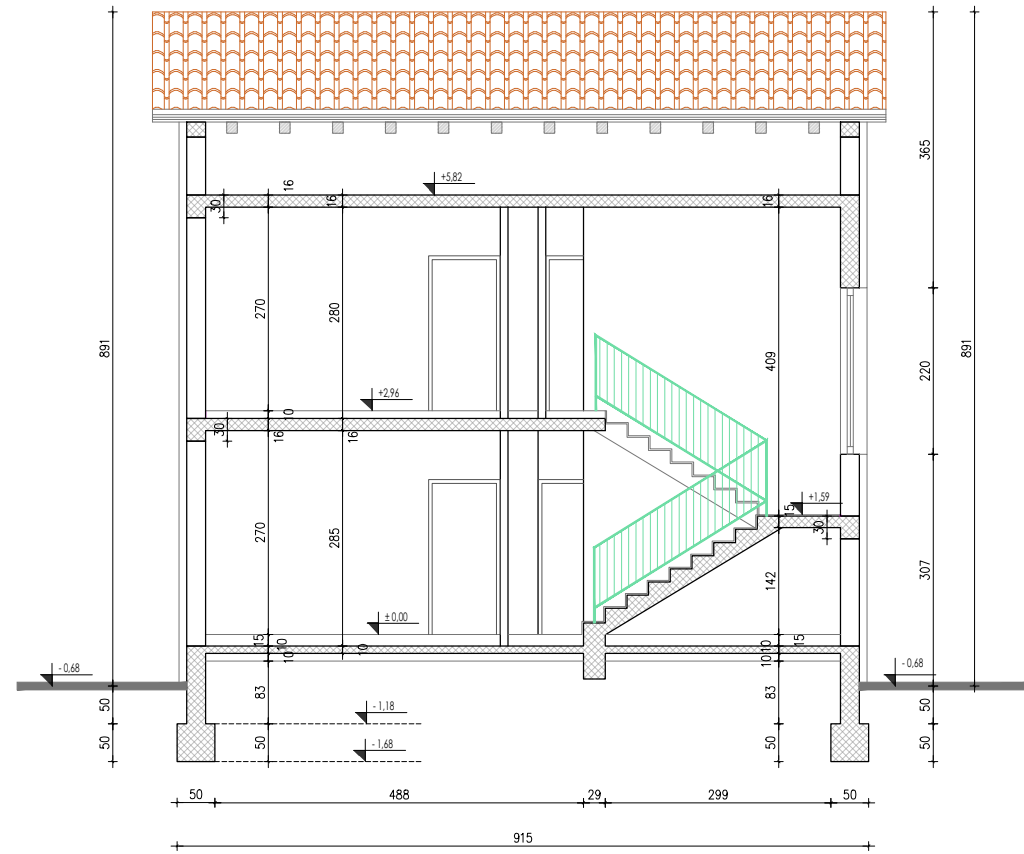
# TLOCRT KROVNIH PLOHA

MJ 1:100

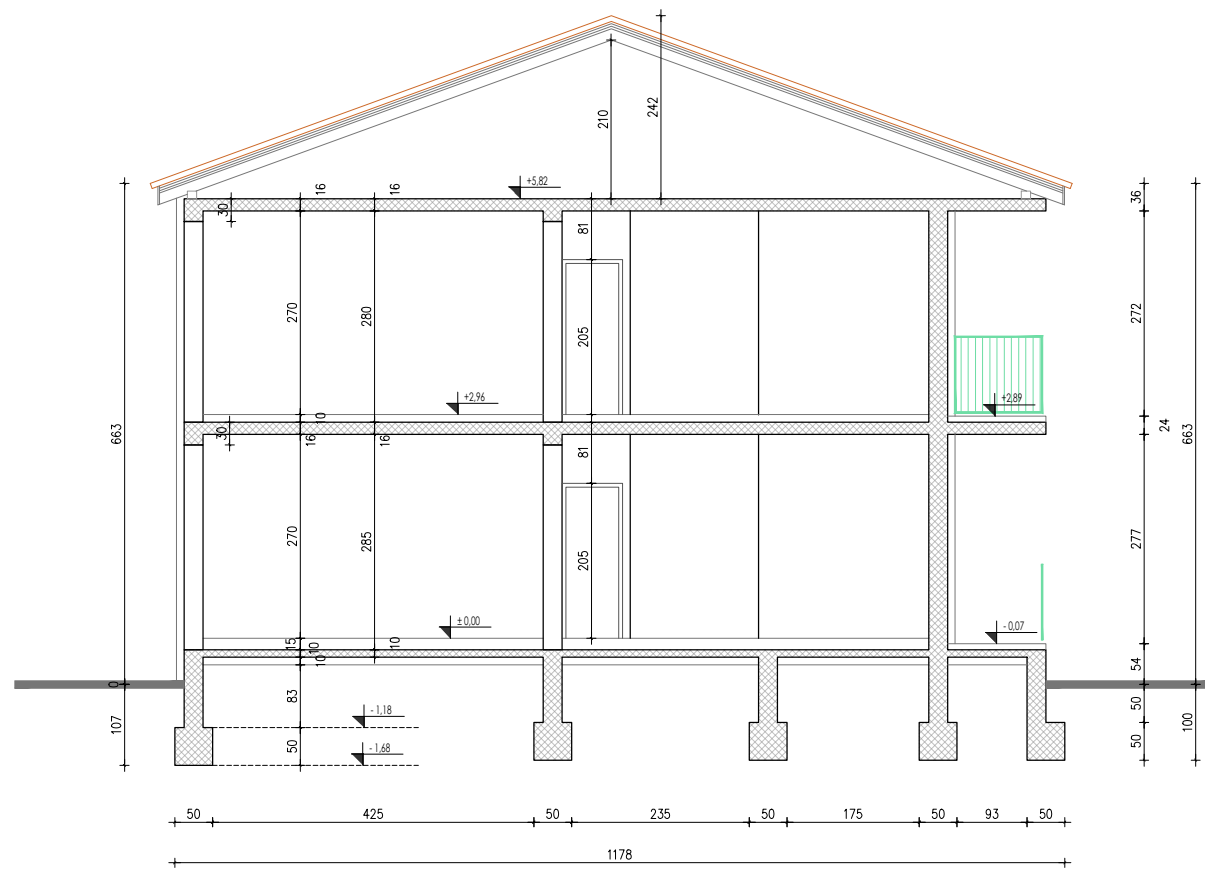


GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU		
Kolegij:	ZAVRŠNI RAD	Mjerilo:
Sadržaj:	TLOCRT KROVIŠTA I TLOCRT KROVNIH PLOHA	1:100
Izradio:	NINO VRKIĆ	Ak.god.
Mentor:	izv.prof.dr.sc MARTA ŠAVOR NOVAK	2023./2024.
NACRT BROJ:		4

# PRESJEK A-A



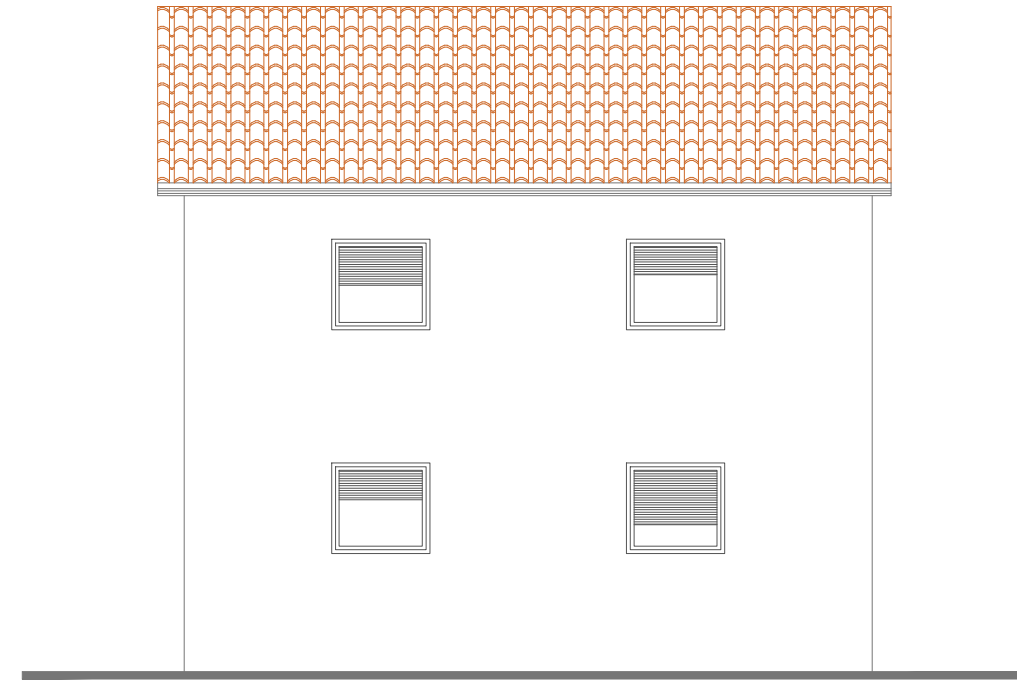
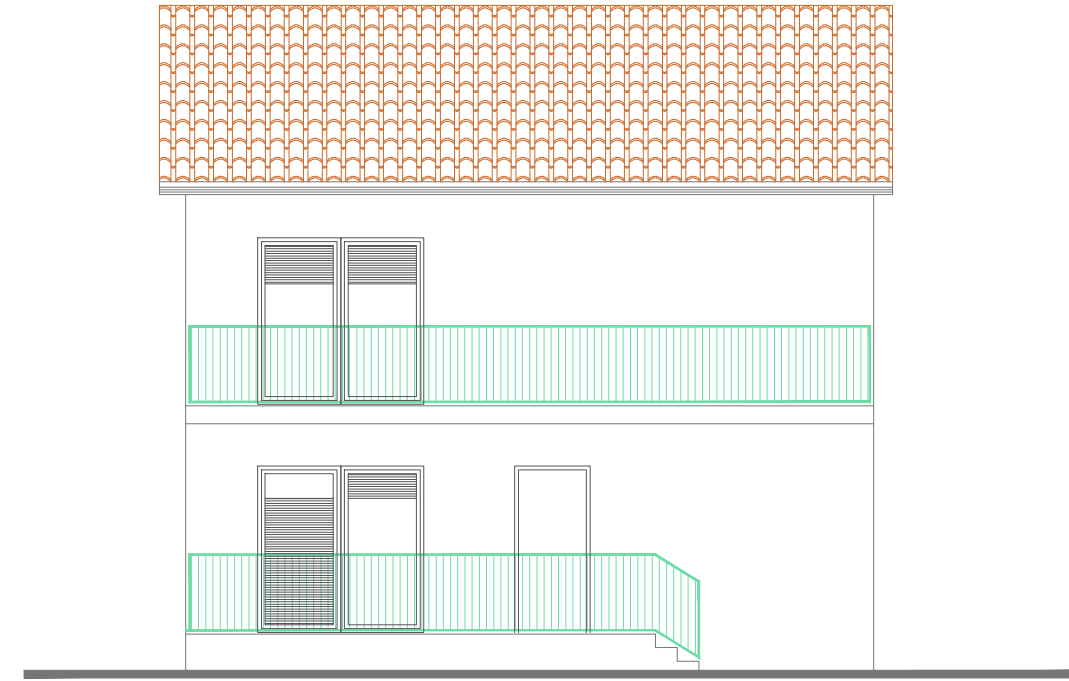
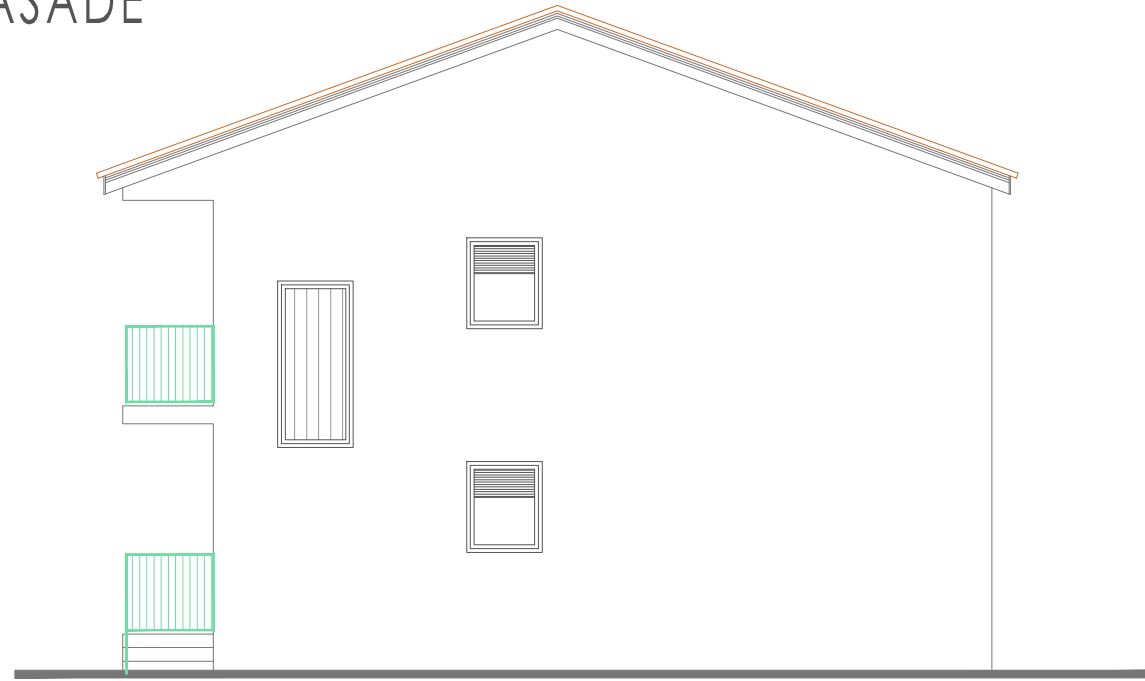
# PRESJEK B-B



GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU		
Kolegij:	ZAVRŠNI RAD	Mjerilo:
Sadržaj:	PRESJEK A-A I PRESJEK B-B	1:100
Izradio:	NINO VRKIĆ	Ak.god.
Mentor:	izv.prof.dr.sc MARTA ŠAVOR NOVAK	2023./2024.
NACRT BROJ:		5



# FASADE



GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU		
Kolegij:	ZAVRŠNI RAD	Mjerilo:
Sadržaj:	FASADE	1:100
Izradio:	NINO VRKIĆ	Ak.god.
Mentor:	izv.prof.dr.sc MARTA ŠAVOR NOVAK	2023./2024.
NACRT BROJ:		6

---

## LITERATURA

- [1] Wienerberger, Porotherm 25 Profi: tehnički list Dostupno: [https://www.wienerberger.hr/content/dam/wienerberger/croatia/marketing/documents-magazines/technical/tehnicki-listovi/HR\\_MKT\\_TEC\\_WAL\\_POR\\_Porotherm\\_25\\_Profi.pdf](https://www.wienerberger.hr/content/dam/wienerberger/croatia/marketing/documents-magazines/technical/tehnicki-listovi/HR_MKT_TEC_WAL_POR_Porotherm_25_Profi.pdf) [Pristupljeno: 16. rujna 2024]
- [2] Wienerberger, Porotherm 10 Profi: tehnički list;. Dostupno: [https://www.wienerberger.hr/content/dam/wienerberger/croatia/marketing/documents-magazines/technical/tehnicki-listovi/HR\\_MKT\\_TEC\\_WAL\\_POR\\_Porotherm\\_10\\_Profi.pdf](https://www.wienerberger.hr/content/dam/wienerberger/croatia/marketing/documents-magazines/technical/tehnicki-listovi/HR_MKT_TEC_WAL_POR_Porotherm_10_Profi.pdf) [Pristupljeno: 16. rujna 2024]
- [3] A Špišić MORT U GRAĐEVINARSTVU *Tehnički glasnik* 6, 1(2012), 54-59 Dostupno : <https://hrcak.srce.hr/file/124926>
- [4] Wienerberger, Planoton 10: tehnički list; Dostupno: [https://www.wienerberger.hr/content/dam/wienerberger/croatia/marketing/documents-magazines/technical/tehnicki-listovi/tondach/HR\\_MKT\\_TEC\\_ROF\\_TON\\_Planoton\\_10\\_Tehnicky\\_list.pdf](https://www.wienerberger.hr/content/dam/wienerberger/croatia/marketing/documents-magazines/technical/tehnicki-listovi/tondach/HR_MKT_TEC_ROF_TON_Planoton_10_Tehnicky_list.pdf) [Pristupljeno: 16. rujna 2024]
- [5] Ksenija Zaninović, Marjana Gajić-Čapka, Boris Androić, Ivica Džeba, Darko Dujmović Određivanje karakterističnog opterećenja snijegom. *Građevinar*, 7. 2. 2001., UDK 624.042:551.578 , Dostupno : <https://hrcak.srce.hr/file/18625> [Pristupljeno: 16. rujna 2024]
- [6] prof. dr. sc. Marijan Herak sa suradnicima: mr.sc. I. Allegretti, prof. dr. sc. D. Herak, mr. sc. I. Ivančić, mr.sc. V. Kuk, mr.sc. K. Marić, dr. sc. S. Markušić, mr. sc. I. Sović. Karte potresnih područja Republike Hrvatske Geofizički odsjek Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu Horvatovac 95 Zagreb Dostupno: <http://seizkarta.gfz.hr/hazmap/karta.php>. [Pristupljeno: 16. rujna 2024]
- [7] prof. dr. sc Boris Trogrlić zapisi s predavanja s kolegija Zidane konstrukcije. Split, 2018. Dostupno: [https://gradst.unist.hr/Portals/9/docs/katedre/Teorija%20konstrukcija/Zidane\\_zgrade/ZIDANE%20KONSTRUKCIJE%20-%20MASONRY%20STRUCTURES.pdf](https://gradst.unist.hr/Portals/9/docs/katedre/Teorija%20konstrukcija/Zidane_zgrade/ZIDANE%20KONSTRUKCIJE%20-%20MASONRY%20STRUCTURES.pdf) [Pristupljeno: 16. rujna 2024]

---

[8] Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-1: Opća djelovanja -- Obujamske težine, vlastite težine i uporabna opterećenja zgrada (EN 1991-1-1:2002+AC:2009) Dostupno : <https://repozitorij.hzn.hr/norm/HRN+EN+1991-1-1%3A2012> [Pristupljeno: 16. rujna 2024]

[9] Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija -- 1. dio: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade (EN 1998-1:2004+AC:2009) Dostupno: <https://repozitorij.hzn.hr/norm/HRN+EN+1998-1%3A2011> [Pristupljeno: 16. rujna 2024]

[10] Eurokod 2 -- Projektiranje betonskih konstrukcija -- Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade, mostove i građevinske konstrukcije (EN 1992-1-1:2023) Dostupno: <https://repozitorij.hzn.hr/norm/HRN+EN+1992-1-1%3A2023> [Pristupljeno: 16. rujna 2024]

[11] Eurokod 6 -- Projektiranje zidanih konstrukcija -- Dio 1-1: Opća pravila za armirane i nearmirane zidane konstrukcije -- Nacionalni dodatak Dostupno: <https://repozitorij.hzn.hr/norm/HRN+EN+1996-1-1%3A2022%2FNA%3A2024> [Pristupljeno: 16. rujna 2024]

## POPIS SLIKA

Slika 1. Tehničke karakteristike opeke Phoroterm profi 25 korištene za zidanje nosivih zidova [1] .....	7
Slika 2. Tehničke karakteristike opeke Phoroterm profi 10 korištene za zidanje pregradnih zidova [2].....	8
Slika 3. Karakteristike i sastav morta [3].....	8
Slika 4. Tehničke karakteristike crijepa Tondach planoton 10 [4].....	8
Slika 5. Prikaz temeljnih traka iz modela .....	10
Slika 6. Karakteristike ležajeva ispod temeljnih traka .....	10
Slika 7. Model konstrukcije .....	11
Slika 8. Zamjenjujuće linijsko opterećenje stubišta na stropnu ploču prizemlja.....	12
Slika 9. Zamjenjujuće linijsko opterećenje od vlastite težine rogova na stropnu ploču prvog kata .....	13
Slika 10. Dodatno stalno površinsko opterećenje na stropnu ploču prizemlja.....	14
Slika 11. Zamjenjujuće linijsko dodatno stalno opterećenje od stubišta na stropnu ploču prizemlja .....	15
Slika 12. Zamjenjujuće linijsko dodatno stalno opterećenje sa krova na stropnu ploču prvog kata .....	16
Slika 13. Uporabno površinsko opterećenje na stropnu ploču prizemlja .....	17
Slika 14. Zamjenjujuće linijsko uporabno opterećenje od stubišta na stropnu ploču prizemlja .....	18
Slika 15. Karakteristično opterećenje snijegom [5] .....	19
Slika 16. Zamjenjujuće linijsko opterećenje od vlastite snijega na stropnu ploču prvog kata .....	20
Slika 17. Podatci za odabranu lokaciju [6].....	21
Slika 18. Računski spektar odgovora TIP 1 za $a_{gr.GSN}=0.181 g = 1,78 m/s^2$ , $q = 2.5$ . tlo B ....	22
Slika 19. Elastični spektar odgovora TIP 1 za $a_{gr.GSU}=0.089 g = 0,87 m/s^2$ , $q = 1.0$ . tlo B ....	22
Slika 20. Računski spektar odgovora TIP 2 za $a_{gr.GSN}=0.181 g = 1,78 m/s^2$ , $q = 2.5$ . tlo B ....	22
Slika 21. Elastični spektar odgovora TIP 2 za $a_{gr.GSU}=0.089 g = 0,87 m/s^2$ , $q = 1.0$ . tlo B ....	23
Slika 22. Sve korištene kombinacije opterećenja za granično stanje uporabljivosti.....	24
Slika 23. Mjerodavne kombinacija opterećenja za GSU-ploče .....	24
Slika 24. Mjerodavni spektar odziva za GSU-tip 1:.....	25
Slika 25. Mjerodavne kombinacija opterećenja za GSU-zidove-spektar tip 1: .....	25
Slika 26. Sve korištene kombinacije opterećenja za granično stanje nosivosti .....	26
Slika 27. Mjerodavne kombinacija opterećenja za GSN-ploče: .....	26

Slika 28. Mjerodavni spektar odziva za GSN-tip 1:.....	27
Slika 29. Mjerodavne kombinacija opterećenja za GSN-zidove-spektar tip 1: .....	27
Slika 30. Rezultati modalne analize.....	28
Slika 31. Ukupni pomak konstrukcije-PRVI VLASTITI VEKTOR .....	29
Slika 32. Ukupni pomak konstrukcije-DRUGI VLASTITI VEKTOR.....	29
Slika 33. Ukupni pomak konstrukcije-TREĆI VLASTITI VEKTOR .....	30
Slika 34. Ukupni pomak konstrukcije-ČETVRTI VLASTITI VEKTOR.....	30
Slika 35. Katne poprečne sile za kombinaciju GSN POTRES X1 .....	31
Slika 36. Katne poprečne sile za kombinaciju GSN POTRES Y1 .....	31
Slika 37. Ukupna vertikalna sila za kombinaciju GSN POTRES X1 .....	32
Slika 38. Ukupna vertikalna sila za kombinaciju GSN POTRES Y1.....	32
Slika 39. Momentni dijagram $M_x$ na ploči 100 za anvelopu uobičajenih kombinacija opterećenja za GSN.....	33
Slika 40. Momentni dijagram $M_y$ na ploči 100 za anvelopu uobičajenih kombinacija opterećenja za GSN.....	34
Slika 41. Pomak $U_z$ ploče 100 za anvelopu uobičajenih kombinacija opterećenja za GSU..	35
Slika 42. Momentni dijagram $M_x$ na ploči 200 za anvelopu uobičajenih kombinacija opterećenja za GSN.....	36
Slika 43. Momentni dijagram $M_y$ na ploči 200 za anvelopu uobičajenih kombinacija opterećenja za GSN.....	37
Slika 44. Pomak $U_z$ ploče 200 za anvelopu uobičajenih kombinacija opterećenja za GSU..	38
Slika 45. Grafički prikaz utjecajnih površina zidova prizemlja .....	39
Slika 46. Grafički prikaz utjecajnih površina zidova prvog kata.....	40
Slika 47. Unutarnje sile ( $N$ ) na zidu kojega dimenzioniram za proračunsku kombinaciju GSN potres X1 .....	41
Slika 48. Unutarnje sile ( $V_y$ ) na zidu kojega dimenzioniram za proračunsku kombinaciju GSN potres X1 .....	41
Slika 49. Unutarnje sile ( $M_z$ ) na zidu kojega dimenzioniram za proračunsku kombinaciju GSN potres X1 .....	42
Slika 50. Izračun koeficijenta vitkosti zida [7].....	46
Slika 51. Proračun nosivosti zida na vertikalna opterećenja [7].....	46
Slika 52. Proračun zida na vertikalna opterećenja.....	47
Slika 53. Proračun zida na horizontalna opterećenja (potres) [7] .....	47