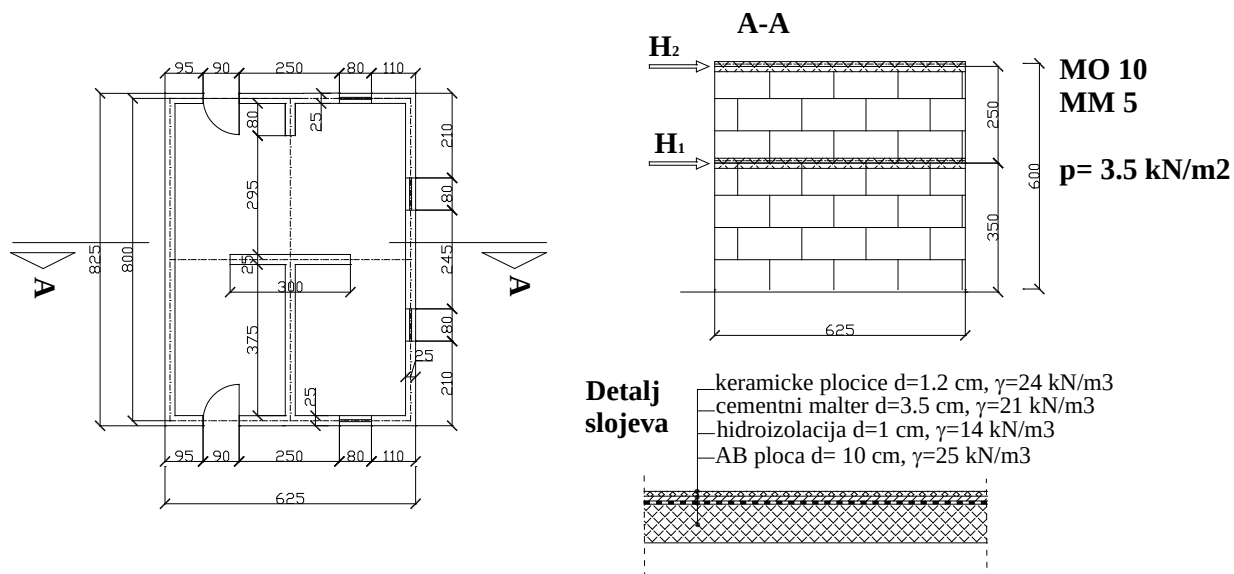


Zadatak

Za zidanu konstrukciju prikazanu na slici potrebno je uraditi sljedeće:

- 1.1. U osnovi izvršiti pozicioniranje konstruktivnih elemenata. Poprečne presjeke pozicija, sa usvojenim dimenzijama, dati u razmjeri R 1:20.

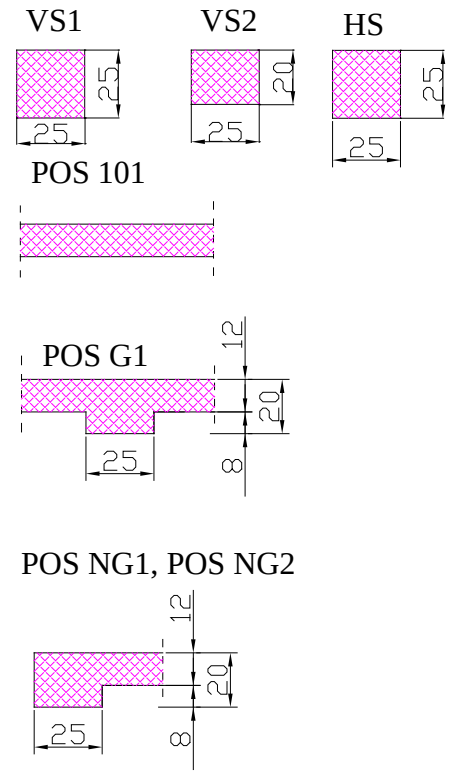
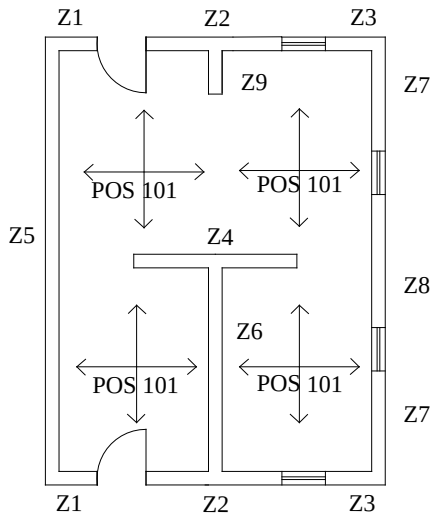
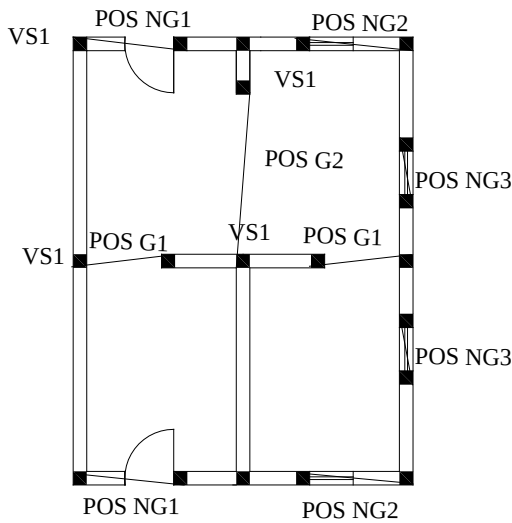


Napomena: Zidovi su $d=25 \text{ cm}$, MO10 i MM 5. Težina zida od opeke $d=25 \text{ cm}$ je 4.0 kN/m^2 . Zid se zida sa materijalima I kategorije i kontrola izvođenja je A klase.

- 1.2. Za zidanu konstrukciju prikazanu na slici potrebno je sprovesti seizmički proračun (proračun seizmičkih sila ESO metodom – Metodom ekvivalentnog statičkog opterećenja).
- 1.3. Za kritični zid odrediti statičke uticaje i izvršiti kontrolu naprezanja u zidu (kontrolu napona pritiska, kontrolu glavnih napona zatezanja i kontrolu na savijanje).

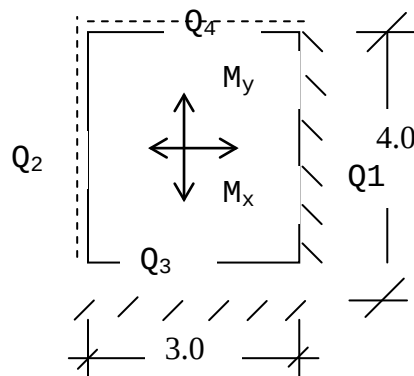
RJEŠENJE:

1.1. PLAN POZICIJA



1.2. PROVJERA SEIZMIČKE OTPORNOSTI OBJEKTA

- Statički sistem ploče



$l_y/l_x=1.3 \Rightarrow$ Ploča nosi u dva pravca

- Analiza opterećenja

a/ Stalno opterećenje

- keramičke pločice	$0.012 \cdot 24 =$	0.288	kN/m^2
- cementna košuljica	$0.035 \cdot 21 =$	0.735	kN/m^2
- hidroizolacija	$0.01 \cdot 14 =$	0.14	kN/m^2
- sopstvena težina ploče	$0.10 \cdot 25 =$	2.50	kN/m^2
	$g =$	3.66	kN/m^2

b/ korisno opterećenje

$$p = 3.5 \text{ kN/m}^2$$

- Statički uticaji

g

$$Q_1 = 0.346 \cdot 3.66 \cdot 3.0 = 3.80 \text{ kN/m}$$

$$Q_2 = 0.233 \cdot 3.66 \cdot 3.0 = 2.56 \text{ kN/m}$$

$$Q_3 = 0.244 \cdot 3.66 \cdot 4.0 = 3.57 \text{ kN/m}$$

$$Q_4 = 0.177 \cdot 3.66 \cdot 4.0 = 2.59 \text{ kN/m}$$

p

$$Q_1 = 0.346 \cdot 3.5 \cdot 3.0 = 3.63 \text{ kN/m}$$

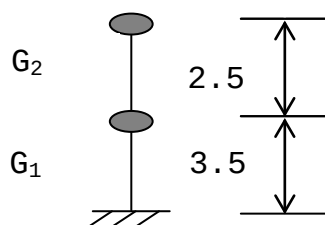
$$Q_2 = 0.233 \cdot 3.5 \cdot 3.0 = 2.45 \text{ kN/m}$$

$$Q_3 = 0.244 \cdot 3.5 \cdot 4.0 = 3.42 \text{ kN/m}$$

$$Q_4 = 0.177 \cdot 3.5 \cdot 4.0 = 2.48 \text{ kN/m}$$

❖ Određivanje seizmičkih sila ESO - metodom (Metoda ekvivalentnog statičkog opterećenja)

• Određivanje težine i mase pojedinih spratova



Težina pojedinih spratova određuje se prema formuli:

$$\Sigma G_g + \Sigma 0.5 \times Q_p$$

gdje su:

G_g - stalna dejstva; Q_p - promjenjiva dejstva.

G_2

- od ploce POS 200	$6.25 \cdot 8.25 \cdot (3.66 + 0.5 \cdot 3.5) =$	278.95 kN
- od zidova	$(2 \cdot 0.95 + 2 \cdot 2.5 + 3.0 + 2 \cdot 1.1 + 7.75 + 3.75 +$ $+ 2 \cdot 1.85 + 2.45 + 0.8) \cdot 4.0 \cdot 2.5 / 2 =$	<u>152.75 kN</u>
	$G_2 =$	431.70 kN

G_1

- od ploce POS 100	$6.25 \cdot 8.25 \cdot (3.66 + 0.5 \cdot 3.5) =$	278.95 kN
- od zidova	$(2 \cdot 0.95 + 2 \cdot 2.5 + 3.0 + 2 \cdot 1.1 + 7.75 + 3.75 +$ $+ 2 \cdot 1.85 + 2.45 + 0.8) \cdot 4.0 \cdot (2.5 + 3.5) / 2 =$	<u>366.60 kN</u>
	$G_1 =$	645.55 kN

• Ukupna težina objekta je jednaka:

$$G = 431.7 + 645.55 = 1077.25 \text{ kN}$$

Ukupni seizmički koeficijent proračunava se prema obrascu: $K = K_o \times K_s \times K_d \times K_p$

gdje je

K_o - koeficijent kategorije objekta. Stambene zgrade spadaju u objekte II kategorije pa je za njih ovaj koeficijent jednak $K_o = 1.0$

K_s - koeficijent seizmičkog inteziteta za IX zonu iznosi 0.100

K_d - koeficijent dinamičnosti zavisi od kategorije tla i sopstvene periode konstrukcije. Objekat se nalazi na tlu dobre nosivosti i ima sopstvenu periodu $T > 0.2s$, pa se na osnovu ovih podataka usvaja $K_d = 1.0$

K_p - koeficijent prigušenja zavisi od tipa konstrukcije i za zidane konstrukcije on iznosi 1.6

$$K = K_o \times K_s \times K_d \times K_p = 1.0 \times 0.100 \times 1.0 \times 1.6 = 0.16$$

- Ukupna seizmička sila je jednaka:

$$S = K \cdot G = 0.16 \cdot 1077.25 = 172.36 \text{ kN}$$

❖ Distribucija cjelokupne seizmičke sile po visini objekta

$$S_s = S \cdot z_i G_i / \sum z_i G_i$$

Distribucija po visini

sprat	Gi (kN)	zi (m)	ziGi	ziGi/ΣziGi	Si (kN)
2	431.7	6	2590.2	0.5341	92.06
1	645.55	3.5	2259.43	0.4659	80.3
			4849.63	1	172.36

❖ Raspodjela seizmičke sile na zidove

$$\text{Krutost zidova je } k = \frac{G}{1.2h} \frac{A}{1 + \frac{G}{E} \times \frac{1}{1.2} \left(\frac{h}{l} \right)^2} \quad \text{seizmička sila po zidu } S_i = S \frac{k_i}{\sum k_i}$$

❖ Raspodjela seizmičke sile na zidove X pravca

Raspored seizmičkih sila na zidove I sprata

zidovi	l	d	h	A	k	Sxi
Z1	0.95	0.25	3.5	0.2375	10564.26	3.69
Z2	2.5	0.25	3.5	0.625	54795.75	19.16
Z3	1.1	0.25	3.5	0.275	14329.04	5.01
Z4	3	0.25	3.5	0.75	69221.1	24.2
Z1	0.95	0.25	3.5	0.2375	10564.26	3.69
Z2	2.5	0.25	3.5	0.625	54795.75	19.16
Z3	1.1	0.25	3.5	0.275	14329.04	5.01
Σ					228599.2	80.3

Raspored seizmičkih sila na zidove II sprata

zidovi	l	d	h	A	k	Sxi
Z1	0.95	0.25	2.5	0.2375	20599.45	5.19
Z2	2.5	0.25	2.5	0.625	83409.09	21.01
Z3	1.1	0.25	2.5	0.275	26620	6.71
Z4	3	0.25	2.5	0.75	102950.65	25.94
Z1	0.95	0.25	2.5	0.2375	20599.45	5.19
Z2	2.5	0.25	2.5	0.625	83409.09	21.01
Z3	1.1	0.25	2.5	0.275	26620	6.71
Σ					364207,73	92.06

❖ Raspodjela seizmičke sile na zidove Y pravca

Raspored seizmičkih sila na zidove I sprata

zidovi	l	d	h	A	k	Syi
Z5	8.25	0.25	3.5	2.0625	212444.25	36.35
Z6	4.25	0.25	3.5	1.0625	104334.73	17.85
Z9	1.05	0.25	3.5	0.2625	13038.16	2.23
Z7	2.1	0.25	3.5	0.525	43082.61	7.37
Z8	2.45	0.25	3.5	0.6125	53339.41	9.13
Z7	2.1	0.25	3.5	0.525	43082.61	7.37
Σ					469321.77	80.3

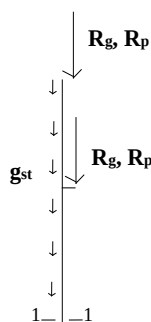
Raspored seizmičkih sila na zidove II sprata

zidovi	l	d	h	A	k	Syi
Z5	8.25	0.25	2.5	2.0625	300020	40.6
Z6	4.25	0.25	2.5	1.0625	150758.44	20.4
Z9	1.05	0.25	3.5	0.2625	13038.16	1.76
Z7	2.1	0.25	2.5	0.525	67503.22	9.14
Z8	2.45	0.25	2.5	0.6125	81435.65	11.02
Z7	2.1	0.25	2.5	0.525	67503.22	9.14
Σ					680258.69	92.06

1.3. KONTROLA NAPREZANJA U ZIDU Z4

❖ Statički uticaji u zidu Z4

- Statički uticaji od stalnog i povremenog opterećenja

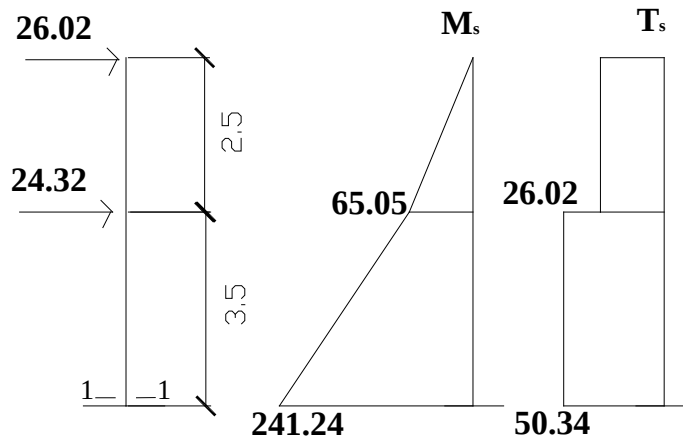


- u presjeku 1-1:

$$N_g = 2 \cdot R_g \cdot l_z + g_{st} \cdot l_z \cdot H_z = 2 \cdot 7.14 \cdot 3.0 + 4.0 \cdot 3.0 \cdot 6.0 = 114.84 \text{ kN}$$

$$N_p = 2 \cdot R_p \cdot l_z = 2 \cdot 6.84 \cdot 3.0 = 41.04 \text{ kN}$$

- Statički uticaji od seizmičkih sila



❖ Kontrola glavnih zatežućih napona u zidu Z4

- Granični glavni zatežućí napon u zidu: $\sigma_{0 \text{ ruš}} = 0,18 \text{ MPa}$

- u presjeku 1-1:

$$N_u = 1.0 \cdot N_g + 0.35 \cdot N_p = 1.0 \cdot 114.84 + 0.35 \cdot 41.04 = 129.20 \text{ kN}$$

$$T_u = 1.5 \cdot T_s = 1.5 \cdot 50.34 = 75.51 \text{ kN}$$

- Glavni zatežućí naponi računaju se po obrascu (PIOVS'81):

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{\sigma_0^2}{4} + (1.5 \cdot \tau_0)^2} - \frac{\sigma_0}{2}$$

gdje je:

$$\sigma_0 \text{ je normalni napon u zidu } \sigma_0 = \frac{N_u}{A} = \frac{129.20}{25 \cdot 300} = 0,017 \text{ kN/cm}^2 = 0,17 \text{ MPa}$$

$$\tau_0 \text{ je smičući napon u zidu } \tau_0 = \frac{T_u}{A} = \frac{75.51}{25 \cdot 300} = 0,010 \text{ kN/cm}^2 = 0,10 \text{ MPa}$$

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{\sigma_0^2}{4} + (1.5 \cdot \tau_0)^2} - \frac{\sigma_0}{2} = \sqrt{\frac{0.17^2}{4} + (1.5 \cdot 0.10)^2} - \frac{0.17}{2} = 0,087 \text{ MPa} < 0,18 \text{ MPa}$$

Dimenzije zida su zadovoljavajuće.

- **Dimenzionisanje vertikalnih serklaža**

Normalizovana čvrstoća na pritisak giter opeke: $f_b = 10 \text{ N/mm}^2$

Čvrstoća na pritisak maltera: $f_m = 5 \text{ N/mm}^2$

Karakteristična čvrstoća zidarije na pritisak f_k za zid u kome postoji podužna malterska

spojnica: $f_k = 0.55 \cdot f_b^{0.65} \cdot f_m^{0.25} = 3.67 \text{ MPa}$

Minimalna armatura je $4R \phi 14$.

- u presjeku 1-1:

$$M_u = 1.5 \cdot M_s = 1.5 \cdot 241.24 = 361.86 \text{ kN}$$

$$N_u = 129.20 \text{ kN}$$

- **Položaj neutralne ose x određuje se iz izraza:**

$$A_a \cdot \sigma_v + N_u - 0.8 \cdot x \cdot d \cdot \frac{f_k}{\gamma_m} = 0$$

$$4 \cdot 1.54 \cdot 40.0 + 129.20 - 0.8 \cdot 25 \cdot x \cdot \frac{0.367}{2.5} = 0, \quad x = 127.93 \text{ cm}$$

- **Granični moment savijanja koji zid može da primi:**

$$M_{gr} = A_a \cdot \frac{\sigma_v}{1.0} \left(\frac{1}{2} - \frac{0.25}{2} \right) + 0.8 \cdot x \cdot d \cdot \frac{f_k}{\gamma_m} \cdot \left(\frac{1}{2} - 0.4 \cdot x \right)$$

$$M_{gr} = 4 \cdot 1.54 \cdot \frac{40}{1.0} \cdot \left(\frac{3.00}{2} - \frac{0.25}{2} \right) + 0.8 \cdot 127.93 \cdot 25 \cdot \frac{0.367}{2.5} \cdot \left(\frac{3.00}{2} - \frac{0.8 \cdot 1.2793}{2} \right) = 710 \text{ kNm}$$

$$M_{gr} = 710 \text{ kNm} > M_u = 361.86 \text{ kNm}$$

Minimalna armatura u vertikalnim serklažima zadovoljava.