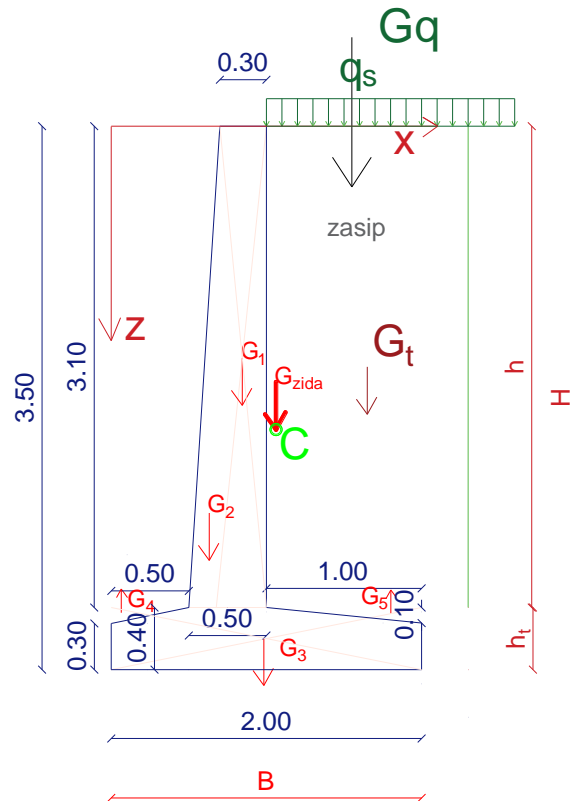


Statički proračun armirano-betonskog zida visine 3.5m  
(zid oslonjen na aluvijalno tlo)



**Fizičko-mehanički parametri tla:**

Aluvijon:

zapreminska težina:  $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$

zapreminska težina u potopljenom stanju:  $\gamma = 11 \text{ kN/m}^3$

ugao unutrašnjeg trenja:  $\phi = 33^\circ$

kohezija:  $c = 0 \text{ kN/m}^2$

Zasip iza zida:

zapreminska težina:  $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$

ugao unutrašnjeg trenja:  $\phi = 35^\circ$

kohezija:  $c = 0 \text{ kN/m}^2$

**Geometrijske karakteristike zida:**

$$A_1 = 3,1 \cdot 0,2 \cdot 0,5 = 0,31 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$A_2 = 3,1 \cdot 0,3 = 0,93 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$A_3 = 2,0 \cdot 0,4 = 0,8 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$A_4 = 0,1 \cdot 0,5 \cdot 0,5 = 0,025 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$A_5 = 1,0 \cdot 0,1 \cdot 0,5 = 0,05 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$\Sigma A = A_1 + A_2 + A_3 - A_4 - A_5 = 1,965 \text{ m}^2/\text{m}$$

Položaj težišta:

$$x_t = \frac{0,31 \cdot 0,633 + 0,93 \cdot 0,85 + 0,8 \cdot 1 - 0,025 \cdot 0,166 - 0,05 \cdot 1,666}{1,965} = 0,86 \text{ m}$$

$$z_t = \frac{0,31 \cdot 2,26 + 0,93 \cdot 1,55 + 0,8 \cdot 3,3 - 0,025 \cdot 3,133 - 0,05 \cdot 3,133}{1,965} = 2,28 \text{ m}$$

**C ( 0,86; 2,28)**

## **Analiza opterećenja**

### **1. Vertikalne sile**

#### 1.1. Sopstvena težina zida:

$$G_1 = A_1 \cdot \gamma_b = 0,3 \cdot 25 = 7,5 \text{ kN/m}$$

$$G_2 = A_2 \cdot \gamma_b = 0,93 \cdot 25 = 22,5 \text{ kN/m}$$

$$G_3 = A_3 \cdot \gamma_b = 0,8 \cdot 25 = 20,00 \text{ kN/m}$$

$$G_4 = A_4 \cdot \gamma_b = 0,025 \cdot 25 = 0,625 \text{ kN/m}$$

$$G_5 = A_5 \cdot \gamma_b = 0,05 \cdot 25 = 1,25 \text{ kN/m}$$

$$\Sigma G = 49,12 \text{ kN/m}$$

#### 1.2. Težina tla iza zida:

$$G_{tla1} = b_1 \cdot h \cdot \gamma_{tla} = 1,0 \cdot 3,1 \cdot 21 = 65,10 \text{ kN/m}$$

$$G_{tla2} = b_1 \cdot 0,10,5 \cdot \gamma_{tla} = 1,0 \cdot 0,1 \cdot 0,5 \cdot 21 = 1,05 \text{ kN/m}$$

#### 1.3. Težina od korisnog opterećenja

(-saobraćajno opterećenje od vozila V600 – q= 33,33 kN/m<sup>2</sup>)

$$G_q = 33,33 \cdot 1,0 = 33,33 \text{ kN/m}$$

### **2. Horizontalne sile**

#### 2.1. Aktivni pritisak tla po Coulomb-u

$$k_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) \left[ 1 + \frac{\sqrt{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}}{\sqrt{\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2} = 0,246$$

$\phi$ -ugao nutrašnjeg trenja zasipa iza zida

$\alpha$ - nagib zida prema nasipu

$\beta$ -ugao nasipa iza zida

$\eta$ - nagib lica zida u odnosu na vertikalnu

$\delta$ - ugao trenja na kontaktu zida i tla

Za  $\phi = 35^\circ$ ;  $\alpha = 90^\circ$ ;  $\beta = 0^\circ$ ;  $\delta = 1/2 \phi = 17,5^\circ$ ;  $\eta = 0^\circ$  dobija se

$$k_a = \frac{\sin^2(90+35)}{\sin^2 90 \times \sin(90-17,5) \times \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(35+17,5) \times \sin(35-0)}{\sin(90-17,5) \times \sin(90+0)}} \right]^2} = 0,246$$

$$E_a = 0,5 \cdot H^2 \cdot \gamma \cdot k_a = 0,5 \cdot 3,5^2 \cdot 21 \cdot 0,246$$

$$E_a = 31,641 \text{ kN/m}$$

$$E_{ah} = E_a \cdot \cos \delta = 31,641 \cdot \cos 17,5^\circ$$

$$E_{ah} = 30,176 \text{ kN/m}$$

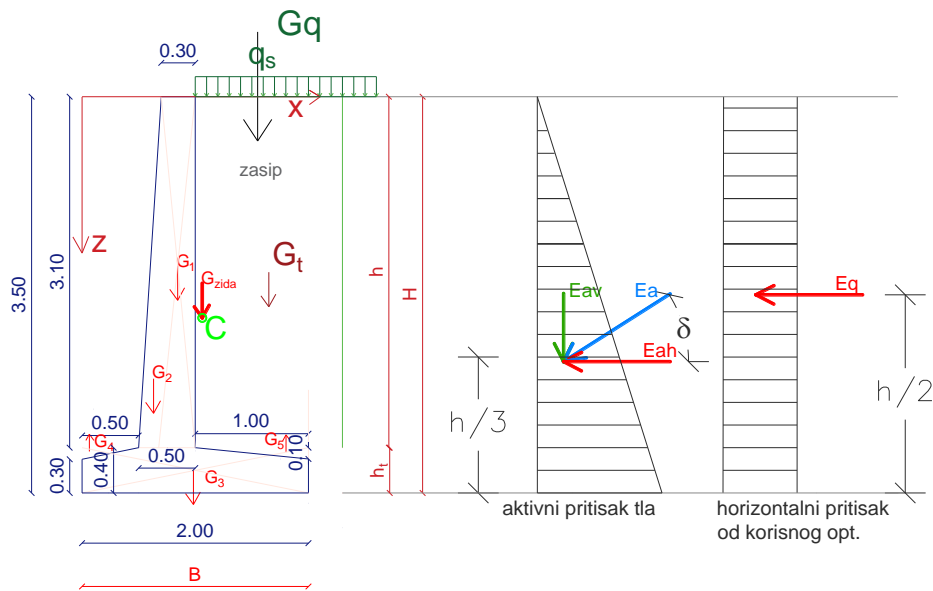
$$E_{av} = E_a \cdot \sin \delta = 31,641 \cdot \sin 17,5^\circ$$

$$E_{av} = 9,514 \text{ kN/m}$$

## 2.2. Horizontalni pritisci od korisnog (saobraćajnog opterećenja)

$$E_q = q \cdot H \cdot k_a = 33,33 \cdot 3,5 \cdot 0,246$$

$$E_q = 28,697 \text{ kN/m}$$



### **3. Provjera stabilnosti zida**

#### 3.1. I kombinacija opterećenja: stalno +korisno

##### 3.1.1. Stabilnost na preturanje

$$F_{SP} = \frac{M_S}{M_P} > 1,5$$

$$M_S = G_z \cdot 0,864 + G_{t1} \cdot 1,5 + G_{t2} \cdot 1,66 + G_q \cdot 1,5 + E_{av} \cdot 1,0$$

$$M_S = 49,12 \cdot 0,864 + 65,10 \cdot 1,5 + 1,05 \cdot 1,66 + 33,33 \cdot 1,5 + 9,514 \cdot 1,0$$

$$M_S = 201,34 \text{ kNm/m}$$

$$M_P = E_{ah} \cdot H/3 + E_q \cdot H/2 = 30,176 \cdot 1,166 + 28,697 \cdot 1,75$$

$$M_P = 85,404 \text{ kNm/m}$$

$$F_{SP} = \frac{201,34}{85,404} = 2,35 > 1,5 \rightarrow \text{Stabilnost na preturanje je zadovoljena}$$

##### 3.1.2. Stabilnost na klizanje

$$F_{SK} = \frac{\sum V \times \text{tg} \phi}{\sum H} > 1,5$$

$$\Sigma V = G_z + G_{t1} + G_{t2} + G_q + E_{av} = 49,12 + 65,10 + 1,05 + 33,33 + 9,514$$

$$\Sigma V = 158,114 \text{ kN/m}$$

$$\Sigma H = E_{ah} + E_q = 30,176 + 28,697$$

$$\Sigma H = 58,875 \text{ kN/m}$$

$$F_{SK} = \frac{158,114 \times \text{tg} 33}{58,875} = 1,74 > 1,5 \rightarrow \text{Stabilnost na klizanje je zadovoljena}$$

##### 3.1.3. Kontrola napona u tlu

###### Uticaji svedeni na težište temeljne spojnice

Ukupno vertikalno opterećenje temelja

$$\Sigma V = G_z + G_{t1} + G_{t2} + G_q + E_{av} = 49,12 + 65,10 + 1,05 + 33,33 + 9,514$$

$$\Sigma V = 158,114 \text{ kN/m}$$

Ukupno horizontalno opterećenje temelja

$$\Sigma H = E_{ah} + E_q = 30,176 + 28,697$$

$$\Sigma H = 58,875 \text{ kN/m}$$

Ukupan moment

$$M = G_2 \cdot 0,136 - G_{t1} \cdot 0,5 - G_{t2} \cdot 0,66 - G_q \cdot 0,5 + E_{ah} \cdot 1,166 - E_{av} \cdot 0 + E_q \cdot 1,75$$

$$M = 49,12 \cdot 0,136 - 65,10 \cdot 0,5 - 1,05 \cdot 0,66 - 33,33 \cdot 0,5 + 30,176 \cdot 1,166 - 9,514 \cdot 0 + 28,697 \cdot 1,75$$

$$M = 42,195 \text{ kNm/m'}$$

**Naponi u temeljnoj spojnici**

$$\sigma_{1/2} = \frac{\Sigma V}{B} \pm \frac{M}{W}$$

$$W = \frac{B^2}{6} = \frac{4}{6} = 0,666$$

$$\sigma_{1/2} = \frac{158,144}{2} \pm \frac{42,195}{0,666}$$

$$\sigma_1 = 142,41 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_2 = 15,70 \text{ kN/m}^2$$

$$e = \frac{M}{V} = \frac{42,195}{158,114} = 0,266 \text{ m}$$

$$c = B/2 - e = 2/2 - 0,266$$

$$c = 0,7333$$

$$B' = 2 \cdot c = 1,466$$

$$\sigma' = \frac{\Sigma V}{B'} = \frac{158,144}{1,466} = 107 \text{ kN/m}^2$$

Dozvoljeno opterećenje po pravilniku

$$\sigma_{dop} = 0,5 \cdot B' \cdot \gamma' \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot i_\gamma + (c_m + q_o \cdot \text{tg} \phi_m) N_c \cdot S_c \cdot d_c \cdot i_c + q_o$$

*B'-redukovana širina temeljne spojnice*

$$B' = 1,466 \text{ m}^2$$

*γ'-efektivna zapreminska težina tla ispod nivoa temeljne spojnice tj. zapreminska težina umanjena za veličinu uzgona ukoliko uzgon postoji*

$$\gamma' = 11 \text{ kN/m}^3$$

*q<sub>o</sub> – najmanje vertikalno opterećenje u nivou temeljne spojnice*

$$q_o = \gamma D_f \rightarrow q_o = 21 \cdot 0,7 = 14,7 \text{ kN/m}^2$$

*N<sub>q</sub>, N<sub>γ</sub>, N<sub>c</sub>, faktori nosivosti i koji zavise samo od φ i oblika mehanizma loma tla*

*Za faktore nosivosti u našoj zemlji primjenjuju se izrazi koje je predložio Hansen, a mogu se aproksimirati izrazima:*

$$N_q = e^{\pi \text{tg} \phi_m} (45 + \phi_m/2) \rightarrow N_q = e^{\pi \text{tg} 28,42} (45 + 28,42/2) = 15,47$$

$$N_\gamma = 1,80(N_q - 1) \text{tg} \phi_m \rightarrow N_\gamma = 1,80(15,47 - 1) \text{tg} 28,42 = 14,043$$

$$N_c = (N_q - 1) \text{ctg} \phi_m \rightarrow N_c = (15,47 - 1) \text{ctg} 28,42 = 26,64$$

*S<sub>γ</sub>, S<sub>c</sub> – faktori oblika*

$$S_\gamma = 1 - 0,4 \frac{B'}{L'} \rightarrow S_\gamma = 1 - 0,4 \frac{1,466}{1} = 0,44$$