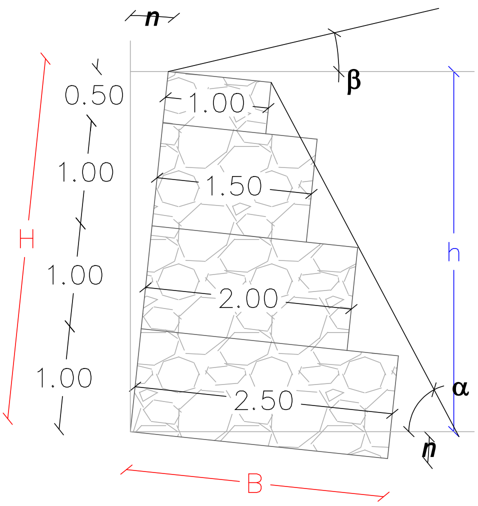
Univerzitet Crne Gore
Građevinski fakultet Podgorica

Statički proračun gabionskog zida visine 3.5m
(zid oslonjen na aluvijalno tlo)



Fizičko-mehanički parametri tla:

Aluvijon:
zapreminska težina: $\gamma=21kN/m^3$
zapremiska težina u potopljenom stanju: $\gamma=11kN/m^3$
ugao unutrašnjeg trenja: $\phi=33^\circ$
kohezija: c = 0 kN/m^2

Zasip iza zida:
zapreminska težina: $\gamma=21kN/m^3$
ugao unutrašnjeg trenja: $\phi=35^\circ$
kohezija: c = 0 kN/m^2

zapreminska težina: gabiona $\gamma_g=17\ kN/m^3$

Geometrijske karakteristike zida:

$A_1 = 0{,}5\ m^2/m$
$A_2 = 1{,}5\ m^2/m$
$A_3 = 2{,}0\ m^2/m$
$A_4 = 2{,}5\ m^2/m$

ΣA = 6,5 m²/m

Univerzitet Crne Gore
Građevinski fakultet Podgorica

Položaj težišta:

$x_t = \frac{0,5*0,5+1,5*0,75+2*1+2,5*1,25}{6,5} = 1,00m$

C (1,0;1,48)

$z_t = \frac{0,5*3,25+1,5*2,5+2*1,5+2,5*0,5}{6,5} = 1,48m$

Analiza opterećenja

1.Vertikalne sile

1.1. Sopstvena težina zida:

$G_1 = A_1 \cdot \gamma_g = 0,5 \cdot 17 = 8,50$ kN/m

$G_2 = A_2 \cdot \gamma_g = 1,5 \cdot 17 = 25,5$ kN/m

$G_3 = A_3 \cdot \gamma_g = 2 \cdot 17 = 34,00$ kN/m

$G_4 = A_4 \cdot \gamma_g = 2,5 \cdot 17 = 42,5$ kN/m

ΣG = 110,5 kN/m

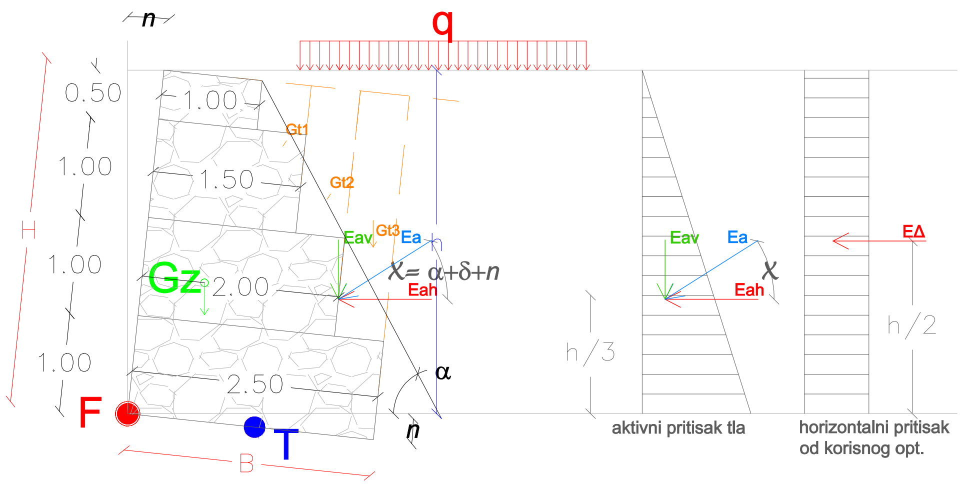
1.2. Težina tla iza zida:

$G_{tla1} = 0,5 \cdot 0,5 \cdot \gamma_{tla} = 0,5 \cdot 0,5 \cdot 21 = 5,25$ kN/m

$G_{tla2} = 0,5 \cdot 1,5 \cdot \gamma_{tla} = 0,5 \cdot 1,5 \cdot 21 = 15,75$ kN/m

$G_{tla3} = 0,5 \cdot 2,5 \cdot \gamma_{tla} = 0,5 \cdot 2,5 \cdot 21 = 26,25$ kN/m

ΣG_{tla} = 47,25 kN/m



2.Horizontalne sile

2.1. Aktivni pritisak tla po Coulomb-u

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

ϕ-ugao nutrašnjeg trenja zasipa iza zida
α- nagib zida prema nasipu
β -ugao nasipa iza zida
η- nagib lica zida u odnosu na vertikalu
δ- ugao trenja na kontaktu zida i tla
Za $\phi = 35°$; $\alpha=80^0$; $\beta=0^0$; $\delta=1/2\ \phi = 17.5^0$; $\eta=6^0$ dobija se

$$k_a=\frac{\sin^2(80+35)}{\sin^2 80 x \sin(80-17,5) x\left[1+\sqrt{\frac{\sin(35+17,5) x \sin(35-0)}{\sin(80-17,5) x \sin(80+0)}}\right]^2}=0,3224$$

$E_a = 0,5\cdot h^2\gamma\cdot k_a = 0,5\cdot 3,48^2\cdot 21\cdot 0,3224$
$E_a = 40,945$ kN/m
$E_{ah} = E_a\cdot\cos X = E_a\cdot\cos(\delta+\alpha+n) = 40,945\cdot\cos 33,5°$
E_{ah} =34,143 kN/m
$E_{av} = E_a\cdot\sin X = E_a\cdot\sin(\delta+\alpha+n) = 40,95\cdot\sin 33,5°$
E_{av} = 22,599 kN/m

2.2. Horizontalni pritisci od korisnog (saobraćajnog opterećenja)

$E_q = q\cdot h\cdot k_a = 33,33\cdot 3,48\cdot 0,3224$
E_q = 37,348 kN/m

3.Provjera stabilnosti zida

3.1. I kombinacija opterećenja: stalno +korisno

3.1.1. Stabilnost na preturanje

—— > 1,5

M_s=G_z·1,00+G_{t1}·1,25+G_{t2}·1,75+G_{t3}·2,25+E_{av}·2
M_s=110,5·1,00+5,25·1,25+15,75·1,75+26,25·2,25+22,59 ·2
M_s=248,867 kNm/m

M_p = E_{ah}·H/3+ E_q·H/2 =34,143·1,166+37,348 ·1,75
M_p = 104,96 kNm/m

$F_{SP} = \frac{248{,}867}{104{,}96}$ =2,37> 1,5 → *Stabilnost na preturanje je zadovoljena*

3.1.2. Stabilnost na klizanje

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

ΣV = G_z+G_{t1}+G_{t2}+G_{t3}+Ea_v =110,5+5,25+15,75+26,25+22,599
ΣV = 180,349 kN/m
ΣH = E_{ah} +E_q = 34,134+37,348
ΣH = 71,491 kN/m

$F_{SK} = \frac{180{,}349 \times tg33}{71{,}491}$ =1,63 > 1,5 → *Stabilnost na klizanje je zadovoljena*

3.1.3. Kontrola napona u tlu

Uticaji svedeni na težište temeljne spojnice

Ukupno vertikalno opterećenje temelja

ΣV = G_z+G_{t1}+G_{t2}+G_{t3}+Ea_v =110,5+5,25+15,75+26,25+22,599
ΣV = 180,349 kN/m

Ukupno horizontalno opterećenje temelja
ΣH = E_{ah} +E_q = 34,134+37,348
ΣH = 71,491 kN/m

Ukupan moment

M= $G_z \cdot 0{,}25$ - $G_{t1} \cdot 0$- $G_{t2} \cdot 0{,}5$- $G_{t3} \cdot 1.00$- + $E_{ah} \cdot 1{,}166$ - $E_{av} \cdot 0{,}75$ + $E_q \cdot 1{,}74$

M= 110,5·0,25 – 5,25·0- 15,75·0,5- 26,25·1.00- + 34,143·1,166 - 22,599·0,75 + 37,348·1,74
M= 81,347 kNm/m'

Naponi u temeljnoj spojnici

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

$W = \frac{B^2}{6} = \frac{2{,}5*2{,}5}{6} = 1{,}041$

$\sigma_{1/2} = \frac{180{,}349}{2{,}5} \pm \frac{81{,}347}{1{,}041}$
σ_1 =150,282 kN/m^2
σ_2 =-6,00 kN/m^2

$e = \frac{M}{V} = \frac{81{,}347}{180{,}349}$ =0,45 m

B' = B-2·e = 2,5-2·0,45
B' = 1,6 m^2
$\sigma' = \frac{\Sigma V}{B'} = \frac{180{,}349}{1{,}6}$ =112,7 kN/m^2

Dozvoljeno opterećenje po pravilniku

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

B'-redukovana širina temeljne spojnice

B' = 1,6m^2

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

$\gamma' = 11$ kN/m^3

q_o–najmanje vertikalno opterećenje u nivou temeljne spojnice

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

N_q, N_γ ,N_c, faktori nosivist ikoji 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:

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

$N_\gamma = 1{,}80(N_q-1)tg\phi_m \rightarrow N_\gamma = 1{,}80(15{,}47-1)tg28{,}42 = 14{,}043$

$N_c = (N_q-1)\,ctg\phi_m \rightarrow N_c = (15{,}47-1)\,ctg28{,}42 = 26{,}64$

S_γ,S_c – faktori oblika

$S_\gamma = 1\text{-}0{,}4\frac{B'}{L'} \rightarrow S_\gamma = 1\text{-}0{,}4\,\frac{1{,}6}{1} = 0{,}36$

$S_C = 1+0{,}2\frac{B'}{L'} \rightarrow S_c=1+0{,}2\,\frac{1{,}6}{1}=1{,}32$

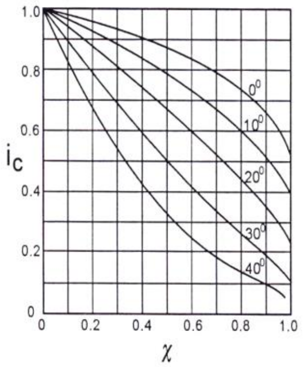
d_c- faktor dubine

$d_c= 1+0{,}35\frac{Df}{B'} \leq 1{,}35 \rightarrow d_c= 1+0{,}35\frac{0{,}7}{1{,}6} = 1{,}1$

i_γ, i_c-faktori nagiba (inklinacije) sile zavise od ugla ϕ_m i odnosa χ

$\chi =\frac{H}{A'cm+Vtg\phi m} \rightarrow \chi =\frac{65{,}672}{1{,}6*0+180{,}349tg28{,}42}$

$\chi =0{,}60 \rightarrow i_\gamma=0{,}39;\ \ i_c =0{,}54$

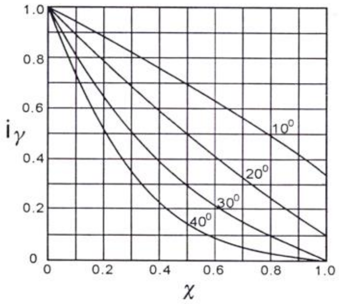


c_m – dozvoljena mobilisan kohezija (F_{sc}=2,00)

$c_m =0$

ϕ_m – dozvoljeni mobilisani ugao smičuće otpornosti ($F_{s\phi}$=1,20)

$tg\phi_m= \frac{tg\phi}{Fs\phi} \rightarrow tg\phi_m= \frac{tg33}{1{,}20} \rightarrow \phi_m=28{,}42$



$\sigma_{dop} =0{,}5\cdot 1{,}6\cdot 11\cdot 14{,}05\cdot 0{,}36\cdot 0{,}39 + (0 +14{,}7\cdot tg28{,}42)\ 26{,}64\cdot 1{,}32\cdot 1{,}1\cdot 0{,}54 + 14{,}7$

σ_{dop} = 197,403 kN/m^2

$\sigma' =112{,}7$ kN/m$^2 \leq \sigma_{dop}$ = 197,403 kN/m^2 → *kontrola napona je zadovoljena*