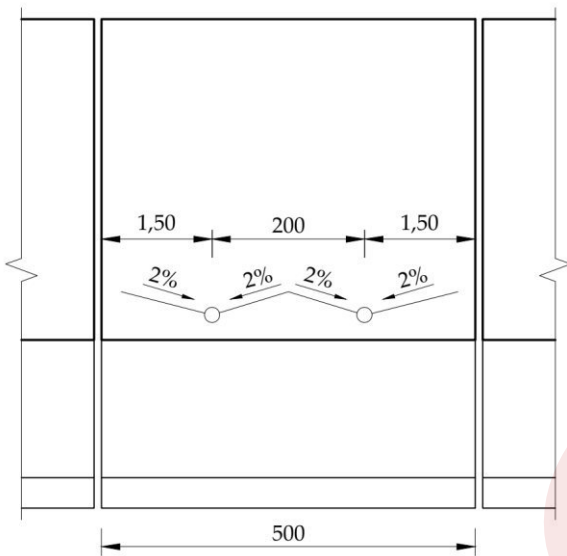
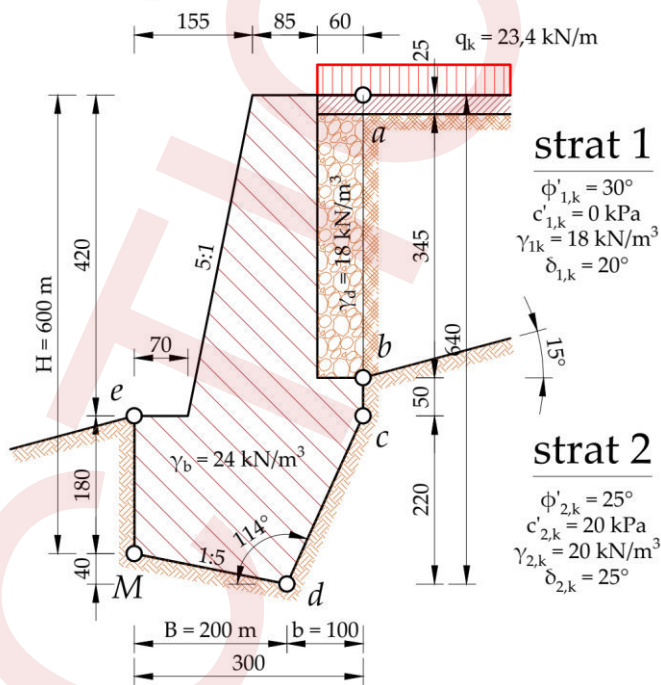


Să se proiecteze un zid de sprijin de rambleu, prin metoda coeficienților parțiali de siguranță, ținând cont de informațiile din schema prezentată mai jos:

ELEVAȚIE



SECȚIUNE TRANSVERSALĂ



strat 1

$$\begin{aligned} \phi'_{1,k} &= 30^\circ \\ c'_{1,k} &= 0 \text{ kPa} \\ \gamma_{1k} &= 18 \text{ kN/m}^3 \\ \delta_{1,k} &= 20^\circ \end{aligned}$$

strat 2

$$\begin{aligned} \phi'_{2,k} &= 25^\circ \\ c'_{2,k} &= 20 \text{ kPa} \\ \gamma_{2,k} &= 20 \text{ kN/m}^3 \\ \delta_{2,k} &= 25^\circ \end{aligned}$$

Pasul 1. Evaluarea acțiunilor caracteristice

- aria zidului (din Autocad)

$$A_z = 10,76 \text{ m}^2$$
- greutatea zidului

$$G_{z,k} = \gamma_b \cdot A_z = 24 \cdot 10,76 = 258,2 \text{ kN}$$
- abscisa centrului de greutate al zidului (din Autocad)

$$x_{Gz} = 1,562 \text{ m}$$
- aria drenului

$$A_{dr} = 2,22 \text{ m}^2$$
- greutatea drenului

$$G_{dr,k} = \gamma_{dr} \cdot A_{dr} = 18 \cdot 2,22 = 40,0 \text{ kN}$$
- abscisa centrului de greutate al drenului

$$x_{G_{dr}} = 2,70 \text{ m}$$
- greutatea totală

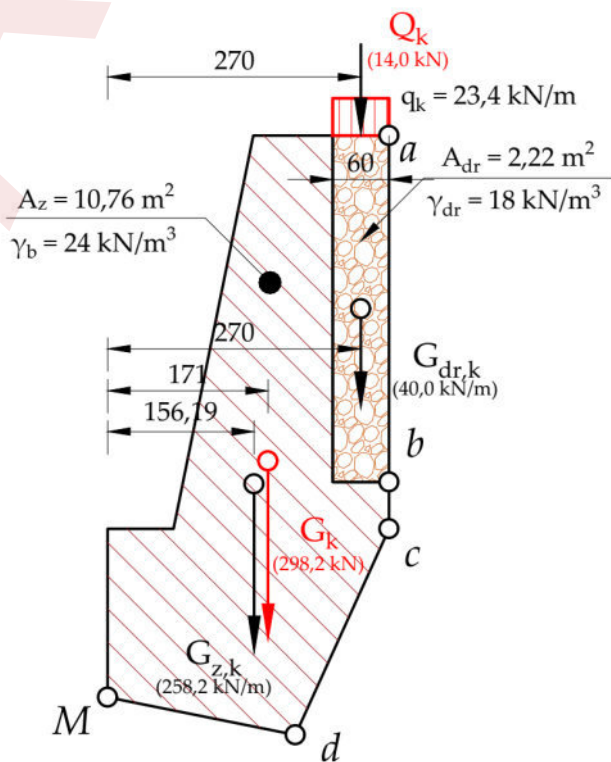
$$G_k = G_{z,k} + G_{dr,k} = 298,2 \text{ kN}$$
- abscisa greutateii totale

$$z_G = \frac{G_{z,k} \cdot x_{Gz} + G_{dr,k} \cdot x_{Gd}}{G_k}$$

$$z_G = \frac{258,2 \cdot 1,562 + 40 \cdot 2,70}{298,2} = 1,71 \text{ m}$$
- încărcarea variabilă din suprasarcină

$$Q_k = 0,60 \cdot q_k = 0,60 \cdot 23,4 = 14,0 \text{ kN}$$
- abscisa încărcării variabile

$$x_Q = 2,70 \text{ m}$$



Pasul 2. Evaluarea acțiunilor de calcul pentru A1C1, conform EC7

▣ **Proprietățile materialului**

- factorii parțiali pentru material M1: $\gamma_\phi = 1,00$; $\gamma_c = 1,00$; $\gamma_{cu} = 1,00$
- unghiul de frecare internă de calcul
- strat 1

$$\phi'_{1,d} = \tan^{-1} \left(\frac{\tan(\phi'_{1,k})}{\gamma_\phi} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{\tan 30^\circ}{1,00} \right) = 30^\circ$$

- strat 2

$$\phi'_{2,d} = \tan^{-1} \left(\frac{\tan(\phi'_{2,k})}{\gamma_\phi} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{\tan 25^\circ}{1,00} \right) = 25^\circ$$

- coeziunea efectivă de calcul
- strat 1

$$c'_{1,d} = \frac{c'_{1,k}}{\gamma_c} = \frac{0}{1,00} = 0 \text{ kPa}$$

- strat 2

$$c'_{2,d} = \frac{c'_{2,k}}{\gamma_c} = \frac{20}{1,00} = 20 \text{ kPa}$$

- unghiul de frecare pământ zid
- strat 1

$$\delta_{1,d} = \tan^{-1} \left(\frac{\tan \delta'_{1,k}}{\gamma_\phi} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{\tan 20^\circ}{1,00} \right) = 20^\circ$$

- strat 2

$$\delta_{2,d} = \tan^{-1} \left(\frac{\tan \delta'_{2,k}}{\gamma_\phi} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{\tan 25^\circ}{1,00} \right) = 25^\circ$$

▣ **Efectele acțiunilor**

- factorii parțiali A1: $\gamma_G = 1,35$; $\gamma_Q = 1,50$; $\gamma_{G,fav} = 1,00$
- rezultanta verticală de calcul din greutate proprie și suprasarcină
- nefavorabilă (pentru capacitate portantă)

$$V_d = G_d + Q_d = \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k = 1,35 \cdot 298,2 + 1,50 \cdot 14,0 = 423,6 \text{ kN}$$

- favorabilă (pentru alunecare pe talpă)

$$V_{d,fav} = G_{d,fav} = \gamma_{G,fav} \cdot G_k = 1,00 \cdot 298,2 = 298,2 \text{ kN}$$

- coeficienții împingerii active (EC7)

- zona ab ($\phi = 30^\circ$, $\delta = 20^\circ$, $\beta = 0^\circ$, $\omega = 0^\circ$)

$$K_{ay,1} = 0,285; K_{aq,1} = 0,285; K_{ac,1} = 1,238$$

- zona bc ($\phi = 25^\circ$, $\delta = 25^\circ$, $\beta = 15^\circ$, $\omega = 0^\circ$)

$$K_{ay,2} = 0,433; K_{aq,2} = 0,433; K_{ac,2} = 1,150$$

- zona cd ($\phi = 25^\circ$, $\delta = 25^\circ$, $\beta = 15^\circ$, $\omega = -24^\circ$)

$$K_{ay,3} = 0,236; K_{aq,3} = 0,293; K_{ac,3} = 1,471$$

- coeficienții împingerii pasive (EC7)

- zona eM ($\phi = 22^\circ$, $\delta = 17^\circ$, $\beta = -15^\circ$, $\omega = 0^\circ$)

$$K_{py,4} = 2,084; K_{pq,4} = 2,084; K_{pc,4} = 2,645$$

▣ **Efectele acțiunilor (continuare)**

▪ împingerea activă de calcul

- zona 1 ($h_{d,1} = 3,70 \text{ m}$, $\gamma_{d,1} = 18,0 \text{ kN/m}^3$, $\theta_{d,1} = 90^\circ$, $\beta_{d,1} = 0^\circ$, $q_{d,1} = 24,30 \text{ kN/m}^3$, $\phi'_{d,1} = 30^\circ$, $\delta'_{d,1} = 20^\circ$, $c'_{d,1} = 0 \text{ kPa}$, $a'_{d,1} = 0 \text{ kPa}$)

$$P_{a1,d} = 91,8 \text{ kN}, z_{P_{a1}} = 3,78 \text{ m}, x_{P_{a1}} = 3,00 \text{ m}$$

$$P_{a1,d}^H = 86,2 \text{ kN}; P_{a1,d}^V = 31,4 \text{ kN}; M_{1,d} = 231,8 \text{ kNm}$$

- zona 2 ($h_{d,2} = 0,50 \text{ m}$, $\gamma_{d,2} = 20 \text{ kN/m}^3$, $\theta_{d,2} = 90^\circ$, $\beta_{d,2} = 15^\circ$, $q_{d,2} = 90,90 \text{ kN/m}^3$, $\phi'_{d,2} = 25^\circ$, $\delta'_{d,1} = 25^\circ$, $c'_{d,1} = 20 \text{ kPa}$, $a'_{d,1} = 20 \text{ kPa}$)

$$P_{a2,d} = 15,2 \text{ kN}, z_{P_{a2}} = 2,04 \text{ m}, x_{P_{a2}} = 3,00 \text{ m}$$

$$P_{a2,d}^H = 13,8 \text{ kN}; P_{a2,d}^V = 6,4 \text{ kN}; M_{2,d} = 8,8 \text{ kNm}$$

- zona 3 ($h_{d,3} = 2,20 \text{ m}$, $\gamma_{d,2} = 20 \text{ kN/m}^3$, $\theta_{d,3} = 114^\circ$, $\beta_{d,3} = 15^\circ$, $q_{d,2} = 100,90 \text{ kN/m}^3$, $\phi'_{d,2} = 25^\circ$, $\delta'_{d,1} = 25^\circ$, $c'_{d,1} = 20 \text{ kPa}$, $a'_{d,1} = 20 \text{ kPa}$)

$$P_{a3,d} = 15,9 \text{ kN}, z_{P_{a3}} = 3,0 \text{ m}, x_{P_{a3}} = 1,60 \text{ m}$$

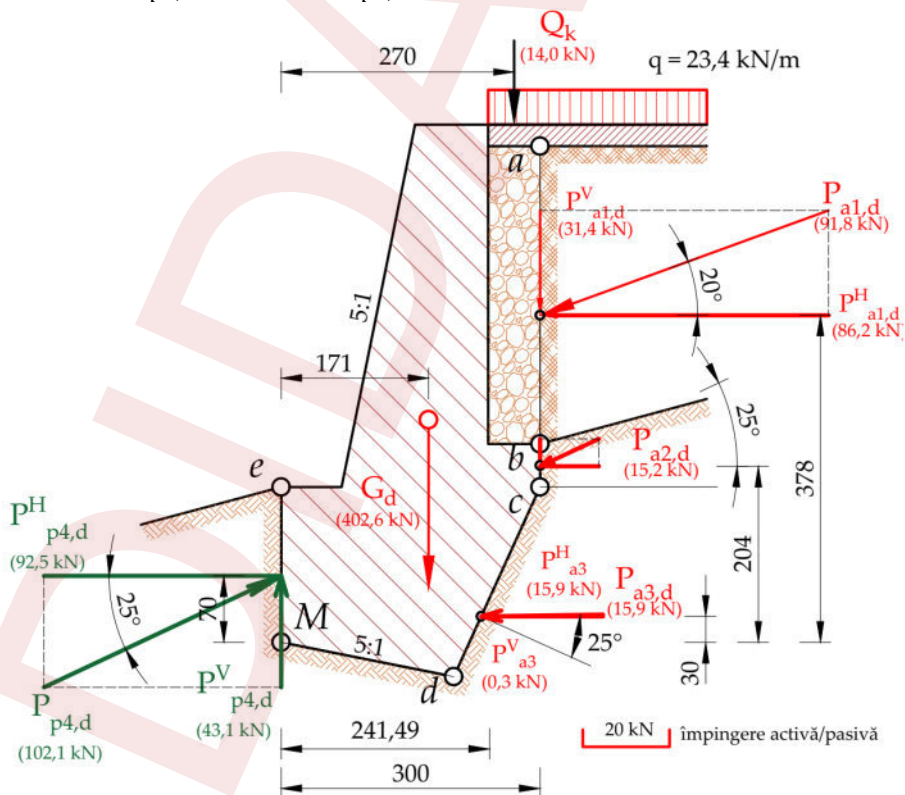
$$P_{a3,d}^H = 15,9 \text{ kN}; P_{a3,d}^V = 0,3 \text{ kN}; M_{3,d} = 4,9 \text{ kNm}$$

▪ împingerea pasivă de calcul (factor de reducere de 0,45)

- zona 4 ($h_{d,4} = 1,60 \text{ m}$, $\gamma_{d,2} = 20 \text{ kN/m}^3$, $\theta_{d,4} = 90^\circ$, $\beta_{d,4} = -15^\circ$, $q_{d,4} = 0 \text{ kN/m}^3$, $\phi'_{d,2} = 25^\circ$, $\delta'_{d,1} = 25^\circ$, $c'_{d,1} = 20 \text{ kPa}$, $a'_{d,1} = 20 \text{ kPa}$)

$$P_{p4,d} = 102,1 \text{ kN}, z_{P_{p4}} = 0,70 \text{ m}, x_{P_{p4}} = 0 \text{ m}$$

$$P_{p4,d}^H = 92,5 \text{ kN}; P_{p4,d}^V = -43,1 \text{ kN}; M_4 = -64,5 \text{ kNm}$$



Pasul 3. Verificări SLU-GEO (stări limită ultime de tip geotehnic)

□ **Verificarea la lunecare**

- forța orizontală de calcul din împingerea pământului

$$H_{Ed} = P_{a1,d}^H + P_{a2,d}^H + P_{a3,d}^H - P_{p4,d}^H = 23,4 \text{ kN}$$

- forța verticală de calcul din împingerea pământului

$$V_{Ed} = P_{a1,d}^V + P_{a2,d}^V + P_{a3,d}^V - P_{p4,d}^V = -5 \text{ kN}$$

- componenta normală la talpa fundației a rezultantei forțelor

$$N_{Ed, fav} = (V_{d, fav} + V_{Ed}) \cdot \cos\alpha + H_{Ed} \cdot \sin\alpha = 293,2 \cdot \cos 11,3^\circ + 23,4 \cdot \sin 11,3^\circ = 292,0 \text{ kN}$$

- componenta paralelă la talpa fundației a rezultantei forțelor

$$T_{Ed} = (V_{d, fav} + V_{Ed}) \cdot \sin\alpha + H_{Ed} \cdot \cos\alpha = 293,2 \cdot \sin 11,3^\circ + 23,4 \cdot \cos 11,3^\circ = 80,4 \text{ kN}$$

- rezistența la lunecare pe talpă

$$T_{Rd} = N_{Ed, fav} \cdot \tan \delta_{2,d} + a_{2,d} \cdot B_1 = 293,2 \cdot \tan 25^\circ + 20 \cdot 2,04 = 177,0 \text{ kN}$$

- gradul de utilizare

$$\Lambda_{GEO1} = \frac{T_{Ed}}{T_{Rd}} = \frac{80,4}{177,0} = 45 \% \text{ (verificat !)}$$

□ **Verificarea la răsturnare**

- momentul forțelor stabilizatoare față de punctul M

$$M_{stb,d} = V_{d, fav} \cdot x_G + M_{4,d} = 298,2 \cdot 1,71 + 61,3 = 575,7 \text{ kNm}$$

- momentul forțelor destabilizatoare față de punctul M

$$M_{dst,d} = M_{1,d} + M_{2,d} + M_{3,d} = 245,6 \text{ kNm}$$

- gradul de utilizare

$$\Lambda_{GEO2} = \frac{M_{dst,d}}{M_{stb,d}} = \frac{245,6}{575,7} = 43 \% \text{ (verificat !)}$$

□ **Verificarea capacității portante**

- componenta normală la talpa fundației a rezultantei forțelor

$$N_{Ed} = (V_d + V_{Ed}) \cdot \cos\alpha + H_{Ed} \cdot \sin\alpha = 418,6 \cdot \cos 11,3^\circ + 23,4 \cdot \sin 11,3^\circ = 415 \text{ kN}$$

- momentul tuturor forțelor față de punctul M

$$M_d = -V_d \cdot x_G + M_{1,d} + M_{2,d} + M_{3,d} - M_{4,d} = -407,6 \text{ kNm}$$

- excentricitatea

$$e_B = \left(\frac{B}{2} + \frac{M_d}{N_{Ed}} \right) = \left(\frac{2,04}{2} - \frac{407,6}{415} \right) = 0,04 \text{ m}$$

- lățimea efectivă

$$B' = B_1 - 2e = 2,04 - 2 \cdot 0 = 2,04 \text{ m}$$

- presiunea de calcul

$$q_{Ed} = \frac{N_{Ed}}{B'} = \frac{415}{2,04} = 211,32 \text{ kPa}$$

- capacitatea portantă

- factorii adimensionali pentru capacitate portantă

$$N_q = 10,66, N_\gamma = 9,01, N_c = 20,72$$

- factorii adimensionali pentru înclinarea încărcării

$$i_q = 0,64, i_\gamma = 0,51, i_c = 1,00$$

- factorii adimensionali pentru înclinarea tălpii

$$b_q = 0,64, b_\gamma = 0,51, b_c = 1,00$$