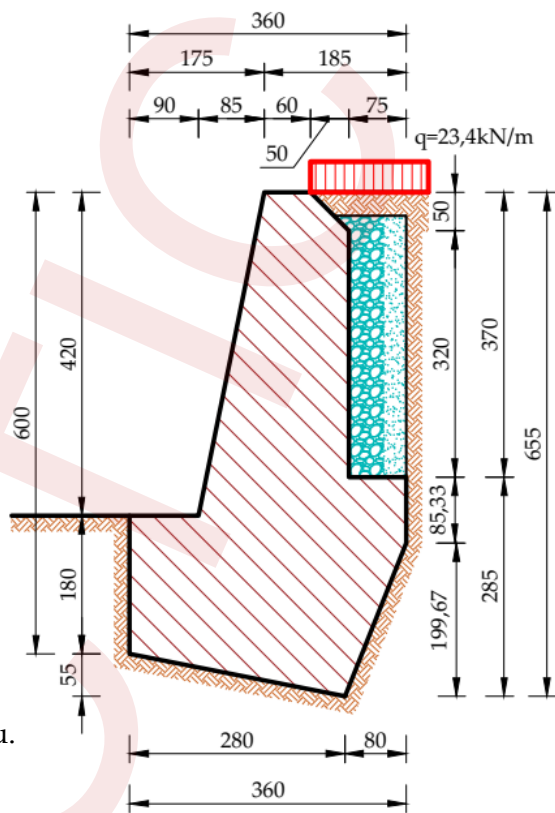


Să se proiecteze un zid de sprijin de rambleu, prin metoda coeficienților de siguranță globali, ținând cont de următoarele informații:

- Natura pământului din rambleu  
 $\phi_1 = 30^\circ$ ,  $c_1 = 0 \text{ kPa}$ ,  $\gamma_1 = 19 \text{ kN/m}^3$ ,  
 $\delta_1 = 20^\circ$
- Natura terenului de fundare  
 $\phi_2 = 22^\circ$ ,  $c_2 = 0 \text{ kPa}$ ,  $\gamma_2 = 20 \text{ kN/m}^3$ ,  
 $\delta_2 = 13^\circ$ ,  $p_{adm} = 200 \text{ kPa}$ .
- Platforma din spatele zidului de sprijin poartă o suprasarcină de  $23,4 \text{ kN/m}$  corespunzătoare convoiului A30, clasa E de încărcare.
- Forma și dimensiunile zidului de sprijin au fost alese inițial pe baza cataloagelor tip



**Pasul 1. Evaluarea greutății proprii a zidului de sprijin și a drenului (pentru un metru de zid)**

- Greutatea zidului de sprijin

$$G_z = A_z \cdot \gamma_b = 13,55 \cdot 24 = 325,2 \text{ kN}$$

unde  $A_z$  este aria zidului de sprijin determinată în Autocad și  $\gamma_b$  greutatea specifică a betonului simplu.

- Greutatea drenului

$$G_d = A_d \cdot \gamma_d = 2,9 \cdot 19 = 55,1 \text{ kN}$$

unde  $A_d$  este aria drenului determinată în Autocad și  $\gamma_d$  greutatea volumică a materialului din dren.

- Poziția punctelor de aplicație ale greutăților zidului și ale drenului se determină în Autocad folosind următoarea procedură:

- se trasează la scară conturul zidului de sprijin cu o polilinie (PL);
- se transformă polilinia în regiune (REGION);
- se mută sistemul de referință într-un punct cunoscut (UCS);
- se apelează opțiunea MASSPROP pentru regiune;
- din fișier se selectează coordonatele centrului de greutate (centroid) față de punctul de referință ales la punctul 3.

$$x_{G_z} = 1,917 \text{ m}$$

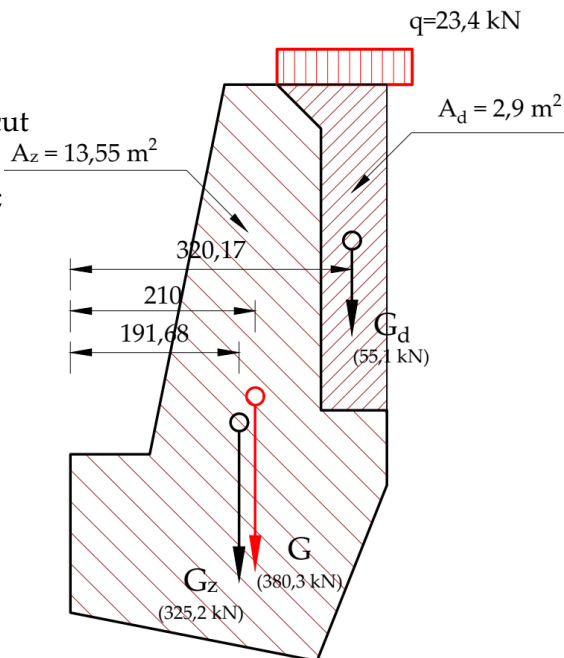
$$x_{G_d} = 3,202 \text{ m}$$

- Greutatea totală

$$G = G_z + G_d = 325,2 + 55,1 = 380,3 \text{ kN}$$

$$x_G = \frac{\sum_{i=1}^n G_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n G_i}$$

$$x_G = \frac{325,2 \cdot 1,917 + 55,1 \cdot 3,202}{325,2 + 55,1} = 2,10 \text{ m}$$



**Pasul 2. Calculul împingerii pământului pe paramentul ac**

$$\theta_1 = 90^\circ; \phi_1 = 30^\circ; \delta_1 = 20^\circ; \beta_1 = 0^\circ;$$

- Coeficientul împingerii active folosind metoda Coulomb

$$K_{a1} = \frac{1}{\sin^2(90^\circ) \cdot \sin(90^\circ - 20^\circ)} \cdot \left[ \frac{\sin(90^\circ + 30^\circ)}{1 + \sqrt{\frac{\sin(30^\circ + 20^\circ) \cdot \sin(30^\circ - 0^\circ)}{\sin(90^\circ - 20^\circ) \cdot \sin(90^\circ + 0^\circ)}}} \right]^2 = 0,297$$

- Înălțimea echivalentă

$$h_{ech1} = \frac{q}{\gamma_1} \cdot \frac{\cos\beta_1 \cdot \sin\theta_1}{\sin(\theta_1 + \beta_1)} = \frac{23,4}{19} \cdot \frac{\cos 90 \cdot \sin 90}{\sin(90 + 0)} = 1,23 \text{ m}$$

- Presiunea activă la partea superioară

$$p_{a1}^{sup} = \gamma_1 \cdot h_{ech1} \cdot K_{a1} \cdot \frac{\sin\theta_1}{\cos\delta_1} = 19 \cdot 1,23 \cdot 0,297 \cdot \frac{\sin 90}{\cos 20} = 7,39 \text{ kPa}$$

- Presiunea activă la partea inferioară

$$p_{a1}^{inf} = \gamma_1 \cdot (h_1 + h_{ech1}) \cdot K_{a1} \cdot \frac{\sin\theta_1}{\cos\delta_1} = 19 \cdot (4,55 + 1,23) \cdot 0,297 \cdot \frac{\sin 90}{\cos 20} = 34,71 \text{ kPa}$$

- Împingerea activă

$$P_{a1} = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot h_1^2 \cdot K_{a1} \cdot \left( 1 + \frac{2 \cdot h_{ech1}}{h_1} \right) = \frac{1}{2} \cdot 19 \cdot 4,55^2 \cdot 0,297 \cdot \left( 1 + \frac{2 \cdot 1,23}{4,55} \right) = 90 \text{ kN}$$

- Poziția punctului de aplicație al împingerii active

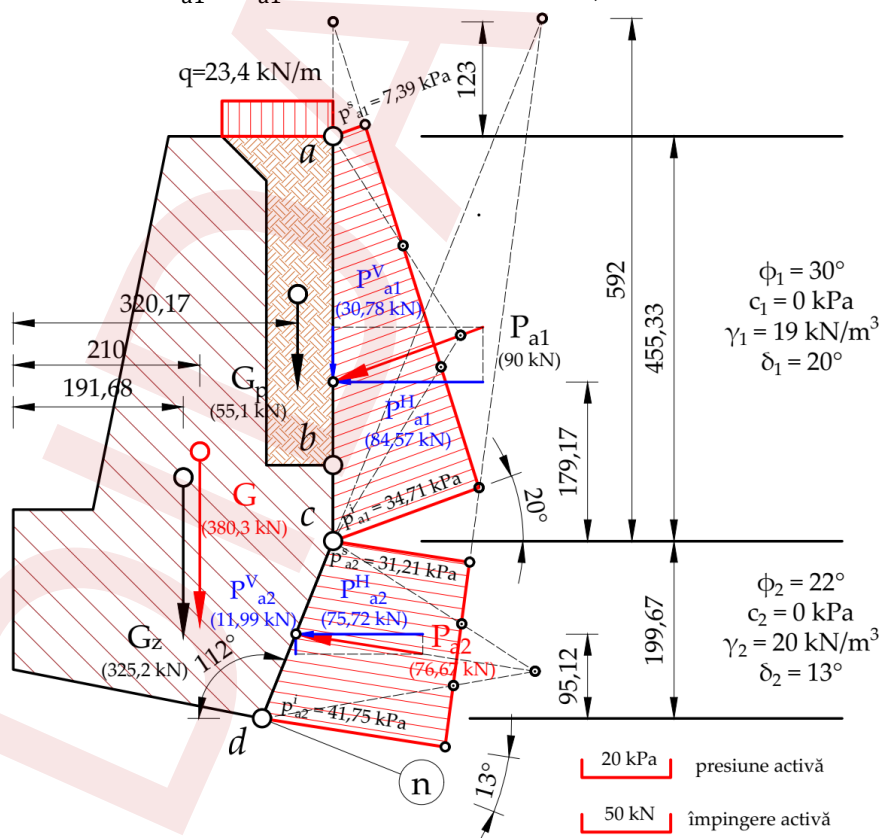
$$z_1 = \frac{2 \cdot 7,39 + 34,71}{7,39 + 34,71} \cdot \frac{4,55}{3} = 1,79 \text{ m}$$

- Componenta orizontală a împingerii active

$$P_{a1}^H = P_{a1} \cdot \cos\delta = 90 \cdot \cos 20 = 84,57 \text{ kN}$$

- Componenta verticală a împingerii active

$$P_{a1}^V = P_{a1} \cdot \sin\delta = 90 \cdot \sin 20 = 30,78 \text{ kN}$$



**Pasul 3. Calculul împingerii pământului pe paramentul cd**

$$\theta_2 = 112^\circ; \phi_2 = 22^\circ; \delta_2 = 13^\circ; \beta_2 = 0^\circ$$

- coeficientul împingerii active folosind metoda Coulomb

$$K_{a2} = 0,277$$

- înălțimea echivalentă

$$h_{ech2} = \frac{q + \gamma_1 \cdot h_1}{\gamma_2} \cdot \frac{\cos\beta_2 \cdot \sin\theta_2}{\sin(\theta_2 + \beta_2)} = \frac{23,4 + 19 \cdot 4,55}{20} \cdot \frac{\cos 0 \cdot \sin 90}{\sin(112 + 0)} = 5,92 \text{ m}$$

- presiunea activă la partea superioară

$$P_{a2}^{sup} = \gamma_2 \cdot h_{ech2} \cdot K_{a2} \cdot \frac{\sin(\theta_2)}{\cos(\delta_2)} = 20 \cdot 5,92 \cdot 0,277 \cdot \frac{\sin 112}{\cos 13} = 31,21 \text{ kPa}$$

- presiunea activă la partea inferioară

$$P_{a2}^{inf} = \gamma_2 \cdot (h_2 + h_{ech2}) \cdot K_{a2} \cdot \frac{\sin(\theta_2)}{\cos(\delta_2)} = 20 \cdot (2,00 + 5,92) \cdot 0,277 \cdot \frac{\sin 112}{\cos 13} = 41,75 \text{ kPa}$$

- împingerea activă

$$P_{a2} = \frac{1}{2} \cdot \gamma_2 \cdot h_2^2 \cdot K_{a2} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot h_{ech2}}{h_2}\right) = \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot 2,00^2 \cdot 0,277 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot 5,92}{2,00}\right) = 76,67 \text{ kN}$$

- poziția punctului de aplicație al împingerii active

$$z_2 = \frac{2 \cdot 31,21 + 41,75 \cdot 2,00}{31,21 + 41,75} \cdot \frac{2,00}{3} = 0,95 \text{ m}$$

- componenta orizontală a împingerii active

$$P_{a2}^H = P_{a2} \cdot \cos(90 + \delta_2 - \theta_2) = 76,67 \cdot \cos(90 + 13 - 112) = 75,72 \text{ kN}$$

- componenta verticală a împingerii active

$$P_{a2}^V = P_{a2} \cdot \sin(90 + \delta_2 - \theta_2) = 76,67 \cdot \sin(90 + 13 - 112) = -11,99 \text{ kN}$$

**Pasul 4. Verificarea la lunecare**

- componenta orizontală a rezultantei acțiunilor

$$R^H = P_{a1}^H + P_{a2}^H = 84,57 + 75,72 = 160,3 \text{ kN}$$

- componenta verticală a rezultantei acțiunilor

$$R^V = G + P_{a1}^V + P_{a2}^V = 380,3 + 30,78 - 11,99 = 399,1 \text{ kN}$$

- componenta normală pe planul tălpii fundației a rezultantei tuturor acțiunilor

$$N = R^V \cdot \cos\left(\text{atan}\frac{1}{5}\right) + R^H \cdot \sin\left(\text{atan}\frac{1}{5}\right)$$

$$N = 399,1 \cdot 0,980 + 160,3 \cdot 0,196 = 422,5 \text{ kN}$$

- componenta paralelă cu planul tălpii fundației a rezultantei tuturor acțiunilor

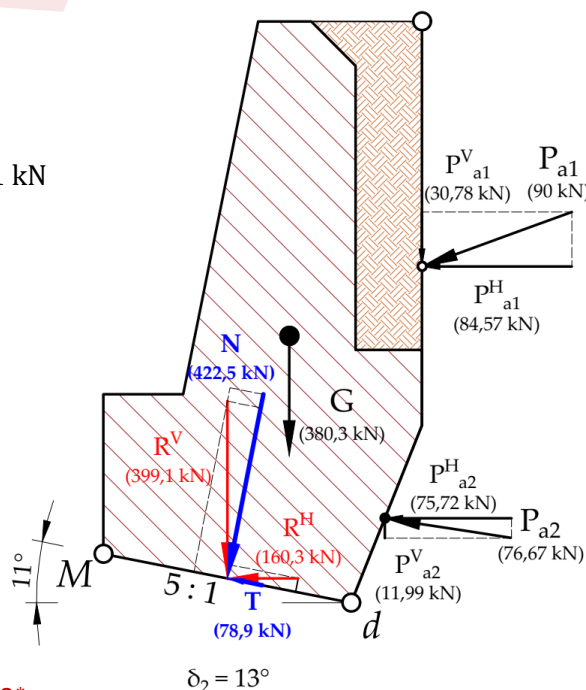
$$T = -R^V \cdot \sin\left(\text{atan}\frac{1}{5}\right) + R^H \cdot \cos\left(\text{atan}\frac{1}{5}\right)$$

$$T = -399,1 \cdot 0,196 + 160,3 \cdot 0,980 = 78,9 \text{ kN}$$

- factorul de siguranță la lunecare

$$(FS)_L = \frac{N \cdot \tan\delta_2}{T} = \frac{422,5 \cdot \tan 13}{78,9} = 1,23 < 1,30^*$$

\*Având în vedere faptul că nu s-a luat în considerare efectul rezistenței pasive a pământului din fața zidului se consideră satisfăcută condiția de verificare!



**Pasul 5. Verificarea la răsturnarea față de punctul M**

- momentul forțelor stabilizatoare față de punctul M

$$M_{stb} = G \cdot z_G = 380,3 \cdot 2,10 = 798,63 \text{ kNm}$$

- momentul forțelor destabilizatoare față de punctul M

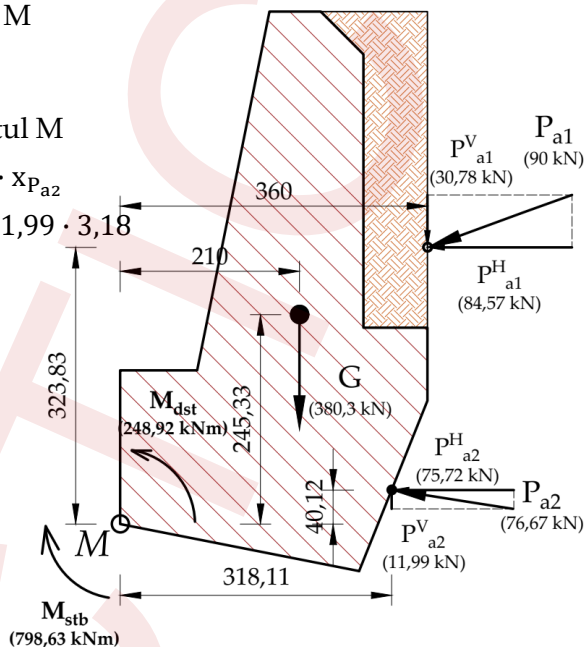
$$M_{dst} = P_{a1}^H \cdot z_{Pa1} - P_{a1}^V \cdot x_{Pa1} + P_{a2}^H \cdot z_{Pa2} - P_{a2}^V \cdot x_{Pa2}$$

$$M_{dst} = 84,57 \cdot 3,24 - 30,78 \cdot 3,60 + 75,72 \cdot 0,40 + 11,99 \cdot 3,18$$

$$M_{dst} = 231,62 \text{ kNm}$$

- factorul de siguranță la răsturnare

$$(FS)_R = \frac{M_{stb}}{M_{dst}} = \frac{798,63}{231,62} = 3,45 > 1,50$$


**Pasul 6. Verificarea presiunilor pe teren la nivelul tălpii fundației**

- momentul tuturor forțelor față de punctul O

$$M_O = P_{a1}^H \cdot z'_{Pa1} - P_{a1}^V \cdot x'_{Pa1} + P_{a2}^H \cdot z'_{Pa2} - P_{a2}^V \cdot x'_{Pa2} - G \cdot x'_G$$

$$M_O = 84,57 \cdot 3,51 - 30,78 \cdot 2,20 + 75,72 \cdot 0,68 + 11,99 \cdot 1,78 - 380,3 \cdot 0,70 = 35,75 \text{ kNm}$$

- excentricitatea

$$e = \frac{M_O}{N} = \frac{35,75}{422,5} = 0,085 \text{ m}$$

- presiunile efective minime și maxime pe talpa fundației

$$p_{ef \min, \max} = \frac{N}{b} \left( 1 \pm \frac{6 \cdot e}{b} \right)$$

$$= \frac{422,5}{2,85} \left( 1 \pm \frac{6 \cdot 0,085}{2,85} \right)$$

$$p_{ef \max} = 175 \text{ kPa} < p_{adm} = 200 \text{ kPa}$$

$$p_{ef \min} = 122 \text{ kPa} > 0$$

