

Să se dimensioneze un zid de sprijin din pământ armat, folosind Metoda Coeficienților de Siguranță Parțiali, ținând cont de următoarele informații

- Greutățile volumice ale umpluturii armate (γ_1) și terenul de sub și din spatele structurii (γ) a fost determinată în laborator și s-au obținut următoarele rezultate:

| Valori greutatei volumice | Nr. încercare | | | | |
|---------------------------------|---------------|-------|------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| γ_1 (kN/m ³) | 18,0 | 17,9 | 18,1 | 17,95 | 18,12 |
| γ (kN/m ³) | 17,3 | 17,48 | 17,5 | 17,32 | 17,4 |

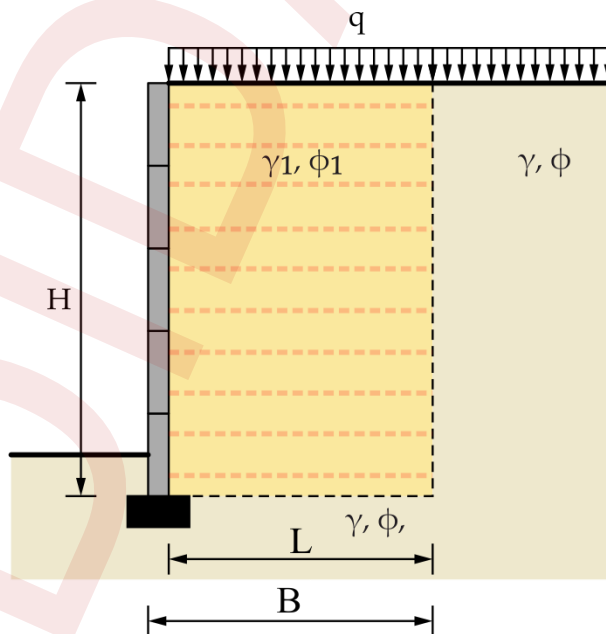
- Parametrii rezistenței la forfecare au fost determinați, atât pentru umplutura armată, cât și pentru teren, prin încercări de forfecare directă, pentru care s-au obținut următoarele rezultate:

- Pentru umplutura armată (ϕ_1 ; c_1)

| Valori σ | Valori τ (kPa) pentru încercarea nr. | | | | | |
|-----------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 100 | 60,08 | 55,43 | 57,73 | 58,90 | 56,57 | 58,43 |
| 200 | 120,17 | 110,86 | 115,47 | 117,81 | 113,15 | 116,87 |
| 300 | 180,25 | 166,29 | 173,20 | 176,71 | 169,73 | 175,30 |

- Pentru teren (ϕ ; c)

| Valori σ (kPa) | Valori τ (kPa) pentru încercarea nr. | | | | | |
|-----------------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 100 | 53,17 | 52,05 | 50,95 | 53,39 | 55,43 | 54,29 |
| 200 | 106,34 | 104,11 | 101,9 | 106,79 | 110,86 | 108,59 |
| 300 | 159,51 | 156,17 | 152,86 | 160,18 | 166,29 | 162,88 |



Pasul 1. Determinarea valorilor caracteristice a parametrilor geotehnici

- Greutatea volumică a umpluturii armate

$$\gamma_{u,k} = 17,4 \text{ kN/m}^3$$

- Parametrii rezistenței la forfecare pentru umplutura armată

$$\phi_{u,k} = 30^\circ, c_{u,k} = 0 \text{ kPa}$$

- Parametrii rezistenței la forfecare pentru teren

$$\phi_{t,k} = 27^\circ, c_{t,k} = 0 \text{ kPa}$$

Pasul 2. Predimensionare

$$\frac{L}{H} = 0,70 \Rightarrow L = 2,80 \text{ m}$$

Pasul 3. Evaluarea valorilor caracteristice ale încărcărilor

- Greutatea proprie a structurii

$$G = L \cdot H \cdot 1 \cdot \gamma_1 = 2,8 \cdot 4 \cdot 18,014 = 201,75 \text{ kN/m}$$

- Suprasarcina

$$Q = q \cdot L = 10 \cdot 2,8 = 28 \text{ kN/m}$$

- Coeficientul împingerii active:

$$K_a = \text{tg}^2 \left(45 - \frac{27}{2} \right) = 0,375$$

- Împingerea activă din greutate proprie

$$P_a = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_a = \frac{1}{2} \cdot 17,4 \cdot 4^2 \cdot 0,375 = 52,2 \text{ kN/m}$$

- Împingerea activă din suprasarcină

$$P_{aq} = q \cdot H \cdot K_a = 10 \cdot 4 \cdot 0,375 = 15 \text{ kN/m}$$

Pasul 4. Evaluarea valorilor de calcul ale încărcărilor

- Abordarea de calcul 1 – Combinația 1

$$G = 201,75 \text{ kN/m (alunecarea pe talpă, răsturnare)}$$

$$G = 272,36 \text{ kN/m (capacitate portantă)}$$

$$Q = 0 \text{ kN/m (alunecare pe talpă, răsturnare)}$$

$$Q = 42 \text{ kN/m (capacitate portantă)}$$

$$P_a = 70,47 \text{ kN/m}; P_{aq} = 20,25 \text{ kN/m}$$

$$\text{tg} \phi = 0,509$$

$$\text{tg} \phi_1 = 0,577$$

$$\gamma = 17,4 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_1 = 18,014 \text{ kN/m}^3$$

- Abordarea de calcul 1 – Combinația 2

$$G = 201,75 \text{ kN/m}$$

$$Q = 0 \text{ kN/m (alunecare pe talpă, răsturnare)}$$

$$Q = 36,4 \text{ kN/m (capacitate portantă)}$$

$$P_a = 52,2 \text{ kN/m}; P_{aq} = 15 \text{ kN/m}$$

$$\text{tg} \phi = 0,407$$

$$\text{tg} \phi_1 = 0,462$$

$$\gamma = 17,4 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_1 = 18,014 \text{ kN/m}^3$$

Abordarea de calcul 2

$$G = 201,75 \text{ kN/m (alunecarea pe talpă, răsturnare)}$$

$$G = 272,36 \text{ kN/m (capacitate portantă)}$$

$$Q = 0 \text{ kN/m (alunecare pe talpă, răsturnare)}$$

$$Q = 42 \text{ kN/m (capacitate portantă)}$$

$$P_a = 70,47 \text{ kN/m; } P_{aq} = 20,25 \text{ kN/m}$$

$$\text{tg}\phi = 0,509$$

$$\text{tg}\phi_1 = 0,577$$

$$\gamma = 17,4 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_1 = 18,014 \text{ kN/m}^3$$

Abordarea de calcul 3

$$G = 201,75 \text{ kN/m (alunecarea pe talpă, răsturnare)}$$

$$G = 272,36 \text{ kN/m (capacitate portantă)}$$

$$Q = 0 \text{ kN/m (alunecare pe talpă, răsturnare)}$$

$$Q = 42 \text{ kN/m (capacitate portantă)}$$

$$P_a = 52,2 \text{ kN/m; } P_{aq} = 15 \text{ kN/m}$$

$$\text{tg}\phi = 0,407$$

$$\text{tg}\phi_1 = 0,462$$

$$\gamma = 17,4 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_1 = 18,014 \text{ kN/m}^3$$

Pasul 5. Verificarea stabilității la lunecare pe talpă

Abordarea de calcul 1 – Combinația 1

- Stabilitatea la alunecare la contactul umplutură armată – teren

$$R_h = P_a + P_{aq} = 70,47 + 20,25 = 90,72 \text{ kN/m}$$

$$R_v = G + Q = 201,75 + 0 = 201,75 \text{ kN/m}$$

$$R_h \leq R_v \cdot \text{tg}\phi + c \cdot L$$

$$90,72 \leq 201,75 \cdot 0,509 = 102,69$$

VERIFICAREA LA ALUNECARE ESTE ÎNDEPLINITĂ LA CONTACTUL UMPLUTURĂ ARMATĂ – TEREN PENTRU COMBINAȚIA DE ÎNCĂRCĂRI A1C1!

- Stabilitatea la alunecare la contactul armătură – teren

$$f_{a1} \cdot R_h \leq R_v \cdot \text{tg}\delta_a + c_a \cdot L$$

- Factorul parțial pentru alunecarea pe talpă: $f_{a1} = 1$

$$R_h = P_a + P_{aq} = 90,72 \text{ kN/m}$$

$$R_v = G + Q = 201,75 \text{ kN/m}$$

- Unghiul de frecare dintre armătură și teren:

$$\text{tg}\delta_a = (0,85 \div 0,95) \cdot \text{tg}\phi = 0,43 \div 0,48 = 0,45 \text{ (pentru geogrilă)}$$

$$1 \cdot 90,72 \leq 201,75 \cdot 0,45$$

$$90,72 \leq 90,78$$

SE POATE CONSIDERA CĂ STABILITATEA LA ALUNECARE LA CONTACTUL ARMĂTURĂ – TEREN SE VERIFICĂ PENTRU COMBINAȚIA DE ÎNCĂRCĂRI A1C1 !

□ Abordarea de calcul 1 – Combinația 2

- Stabilitatea la alunecare la contactul umplutură armată – teren

$$R_h = P_a + P_{aq} = 52,2 + 15 = 67,2 \text{ kN/m}$$

$$R_v = G + Q = 201,75 + 0 = 201,75 \text{ kN/m}$$

$$R_h \leq R_v \cdot \operatorname{tg}\phi + c \cdot L$$

$$67,2 \leq 201,75 \cdot 0,407 = 81,81$$

VERIFICAREA LA ALUNECARE ESTE ÎNDEPLINITĂ LA CONTACTUL UMLUTURĂ ARMATĂ – TEREN PENTRU COMBINAȚIA DE ÎNCĂRCĂRI A1C2!

- Stabilitatea la alunecare la contactul armătură – teren

$$f_{a1} \cdot R_h \leq R_v \cdot \operatorname{tg}\delta_a + c_a \cdot L$$

- Factorul parțial pentru alunecarea pe talpă: $f_{a1} = 1$

$$R_h = P_a + P_{aq} = 67,2 \text{ kN/m}$$

$$R_v = G + Q = 223,37 \text{ kN/m}$$

- Unghiul de frecare dintre armătură și teren:

$$\operatorname{tg}\delta_a = (0,85 \div 0,95) \cdot \operatorname{tg}\phi = 0,35 \div 0,39 = 0,37 \text{ (pentru geogrilă)}$$

$$1 \cdot 67,2 \leq 201,75 \cdot 0,37$$

$$67,2 \leq 74,65$$

VERIFICAREA LA ALUNECARE ESTE ÎNDEPLINITĂ LA CONTACTUL ARMĂTURĂ – TEREN PENTRU COMBINAȚIA DE ÎNCĂRCĂRI A1C2 !

□ Abordarea de calcul 2

- Stabilitatea la alunecare la contactul umplutură armată – teren

$$R_h = P_a + P_{aq} = 70,47 + 20,25 = 90,72 \text{ kN/m}$$

$$R_v = G + Q = 201,75 + 0 = 201,75 \text{ kN/m}$$

$$R_h \leq R_v \cdot \operatorname{tg}\phi + c \cdot L$$

$$90,72 \leq 201,75 \cdot 0,509 = 102,69$$

VERIFICAREA LA ALUNECARE ESTE ÎNDEPLINITĂ LA CONTACTUL UMLUTURĂ ARMATĂ – TEREN PENTRU ABORDAREA DE CALCUL A2!

- Stabilitatea la alunecare la contactul armătură – teren

$$f_{a1} \cdot R_h \leq R_v \cdot \operatorname{tg}\delta_a + c_a \cdot L$$

- Factorul parțial pentru alunecarea pe talpă: $f_{a1} = 1$

$$R_h = P_a + P_{aq} = 90,72 \text{ kN/m}$$

$$R_v = G + Q = 201,75 \text{ kN/m}$$

- Unghiul de frecare dintre armătură și teren:

$$\operatorname{tg}\delta_a = (0,85 \div 0,95) \cdot \operatorname{tg}\phi = 0,44 \div 0,49 = 0,45 \text{ (pentru geogrilă)}$$

$$1 \cdot 90,72 \leq 201,75 \cdot 0,45$$

$$90,72 \leq 90,78$$

VERIFICAREA LA ALUNECARE ESTE ÎNDEPLINITĂ LA CONTACTUL ARMĂTURĂ – TEREN PENTRU ABORDAREA DE CALCUL A2!

Abordarea de calcul 3

- Stabilitatea la alunecare la contactul umplutură armată – teren

$$R_h = P_a + P_{aq} = 52,2 + 15 = 67,2 \text{ kN/m}$$

$$R_v = G + Q = 201,75 + 0 = 201,75 \text{ kN/m}$$

$$R_h \leq R_v \cdot \text{tg}\phi + c \cdot L$$

$$67,2 \leq 201,75 \cdot 0,407 = 102,69$$

VERIFICAREA LA ALUNECARE ESTE ÎNDEPLINITĂ LA CONTACTUL UMPLUTURĂ ARMATĂ – TEREN PENTRU ABORDAREA DE CALCUL A3!

- Stabilitatea la alunecare la contactul armătură – teren

$$f_{a1} \cdot R_h \leq R_v \cdot \text{tg}\delta_a + c_a \cdot L$$

- Factorul parțial pentru alunecarea pe talpă $f_{a1} = 1$

$$R_h = P_a + P_{aq} = 67,20 \text{ kN/m}$$

$$R_v = G + Q = 201,75 \text{ kN/m}$$

- Unghiul de frecare dintre armătură și teren

$$\text{tg}\delta_a = (0,85 \div 0,95) \cdot \text{tg}\phi = 0,34 \div 0,39 = 0,37 \text{ (pentru geogriilă)}$$

$$1 \cdot 90,72 \leq 201,75 \cdot 0,37$$

$$67,20 \leq 74,65$$

VERIFICAREA LA ALUNECARE ESTE ÎNDEPLINITĂ LA CONTACTUL ARMĂTURĂ – TEREN PENTRU ABORDAREA DE CALCUL A3!

Pasul 6. Verificarea stabilității la răsturnare

Abordarea 1 – Combinația 1

- Momentul tuturor forțelor față de centrul bazei, M_0

$$M_0 = 70,47 \cdot \frac{4}{3} + 20,25 \cdot \frac{4}{2} = 134,46 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

- Rezultanta forțelor verticale, R_v

$$R_v = G + Q = 201,75 + 0 = 201,75 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

- Excentricitatea, e

$$e = \frac{M_0}{R_v} = \frac{134,46}{201,75} = 0,67 > \frac{L}{6} = 0,47 \text{ m}$$

NE SE VERIFICĂ CONDIȚIA $e \leq L/6!$

Se mărește $L=3,4 \text{ m}$

Pasul 7. Se reevaluează încărcările pentru noua lungime a structurii de sprijin

Evaluarea greutateii și suprasarcinii

$$G = L \cdot H \cdot 1 \cdot \gamma_1 = 3,4 \cdot 4 \cdot 18,014 = 245 \text{ kN/m}$$

$$Q = q \cdot L = 10 \cdot 3,4 = 34 \text{ kN/m}$$

Abordarea de calcul 1 – Combinația 1

$G = 245 \text{ kN/m}$ (alunecarea pe talpă, răsturnare)
 $G = 330,75 \text{ kN/m}$ (capacitate portantă)
 $Q = 0 \text{ kN/m}$ (alunecare pe talpă, răsturnare)
 $Q = 51 \text{ kN/m}$ (capacitate portantă)
 $P_a = 70,47 \text{ kN/m}$; $P_{aq} = 20,25 \text{ kN/m}$
 $\text{tg}\phi = 0,509$
 $\text{tg}\phi_1 = 0,577$
 $\gamma = 17,4 \text{ kN/m}^3$
 $\gamma_1 = 18,014 \text{ kN/m}^3$

Abordarea de calcul 1 – Combinația 2

$G = 245 \text{ kN/m}$
 $Q = 0 \text{ kN/m}$ (alunecare pe talpă, răsturnare)
 $Q = 44,2 \text{ kN/m}$ (capacitate portantă)
 $P_a = 52,2 \text{ kN/m}$; $P_{aq} = 15 \text{ kN/m}$
 $\text{tg}\phi = 0,407$
 $\text{tg}\phi_1 = 0,462$
 $\gamma = 17,4 \text{ kN/m}^3$
 $\gamma_1 = 18,014 \text{ kN/m}^3$

Rezultanta forțelor verticale, R_v

$$R_v = G + Q = 245 + 0 = 245 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Excentricitatea, e

$$e = \frac{M_0}{R_v} = \frac{134,46}{245} = 0,55 < \frac{L}{6} = 0,47 \text{ m}$$

SE VERIFICĂ CONDIȚIA $e \leq L/6!$

Abordarea 1 – Combinația 2

Momentul tuturor forțelor față de centrul bazei, M_0

$$M_0 = 52,2 \cdot \frac{4}{3} + 15 \cdot \frac{4}{2} = 99,6 \text{ kN/m}$$

Rezultanta forțelor verticale, R_v

$$R_v = G + Q = 245 + 0 = 245 \text{ kN/m}$$

Excentricitatea, e

$$e = \frac{M_0}{R_v} = \frac{99,6}{245} = 0,406 < \frac{L}{6} = 0,56 \text{ m}$$

SE VERIFICĂ CONDIȚIA $e \leq L/6!$

Abordarea 2 identică cu Abordarea 1 – Combinația 2

Abordarea 3 identică cu Abordarea 1 – Combinația 2

Abordarea de calcul 2

$G = 245 \text{ kN/m}$ (alunecarea pe talpă, răsturnare)
 $G = 330,75 \text{ kN/m}$ (capacitate portantă)
 $Q = 0 \text{ kN/m}$ (alunecare pe talpă, răsturnare)
 $Q = 51 \text{ kN/m}$ (capacitate portantă)
 $P_a = 70,47 \text{ kN/m}$; $P_{aq} = 20,25 \text{ kN/m}$
 $\text{tg}\phi = 0,509$
 $\text{tg}\phi_1 = 0,577$
 $\gamma = 17,4 \text{ kN/m}^3$
 $\gamma_1 = 18,014 \text{ kN/m}^3$

Abordarea de calcul 3

$G = 245 \text{ kN/m}$ (alunecarea pe talpă, răsturnare)
 $G = 330,75 \text{ kN/m}$ (capacitate portantă)
 $Q = 0 \text{ kN/m}$ (alunecare pe talpă, răsturnare)
 $Q = 51 \text{ kN/m}$ (capacitate portantă)
 $P_a = 52,2 \text{ kN/m}$; $P_{aq} = 15 \text{ kN/m}$
 $\text{tg}\phi = 0,407$
 $\text{tg}\phi_1 = 0,462$
 $\gamma = 17,4 \text{ kN/m}^3$
 $\gamma_1 = 18,014 \text{ kN/m}^3$

Pasul 8. Verificarea presiunilor pe teren

□ Abordarea 1 – Combinația 1

- Presiunea pe bază, σ_v :

$$\sigma_v = \frac{R_v}{L - 2 \cdot e} = \frac{330,75 + 51}{3,4 - 2 \cdot 0,548} = 165,69 \text{ kPa}$$

$$\sigma_v \leq p_{cr} + \gamma_f \cdot D_m$$

$$p_{cr} = c_f \cdot N_c + \frac{1}{2} \cdot \gamma_f \cdot L \cdot N_\gamma = \frac{1}{2} \cdot 17,4 \cdot 3,4 \cdot 12,43 = 367,68 \text{ kPa}$$

$$D_m = 1 \text{ m}$$

$$165,69 \leq 367,68 + 17,4 \cdot 1 = 385,08$$

CAPACITATEA PORTANTĂ A TERENULUI NU ESTE DEPĂȘITĂ!

□ Abordarea 1 – Combinația 1

- Presiunea pe bază, σ_v :

$$\sigma_v = \frac{R_v}{L - 2 \cdot e} = \frac{245 + 44,2}{3,4 - 2 \cdot 0,406} = 111,75 \text{ kPa}$$

$$\sigma_v \leq p_{cr} + \gamma_f \cdot D_m$$

$$p_{cr} = c_f \cdot N_c + \frac{1}{2} \cdot \gamma_f \cdot L \cdot N_\gamma = \frac{1}{2} \cdot 17,4 \cdot 3,4 \cdot 7,95 = 235,16 \text{ kPa}$$

$$D_m = 1 \text{ m}$$

$$165,69 \leq 235,16 + 17,4 \cdot 1 = 252,56$$

CAPACITATEA PORTANTĂ A TERENULUI NU ESTE DEPĂȘITĂ!

□ Abordarea 2

- Presiunea pe bază, σ_v :

$$\sigma_v = \frac{R_v}{L - 2 \cdot e} = \frac{330,75 + 51}{3,4 - 2 \cdot 0,548} = 165,69 \text{ kPa}$$

$$\sigma_v \leq p_{cr} + \gamma_f \cdot D_m$$

$$p_{cr} = c_f \cdot N_c + \frac{1}{2} \cdot \gamma_f \cdot L \cdot N_\gamma = \frac{1}{2} \cdot 17,4 \cdot 3,4 \cdot 12,43 = 367,68 \text{ kPa}$$

$$D_m = 1 \text{ m}$$

Se aplică un factor parțial rezistențelor terenului $\gamma_{R,v} = 1,4$

$$165,69 \leq \frac{367,68}{1,4} + 17,4 \cdot 1 = 280,03$$

CAPACITATEA PORTANTĂ A TERENULUI NU ESTE DEPĂȘITĂ!

□ Abordarea 3

- Presiunea pe bază, σ_v :

$$\sigma_v = \frac{R_v}{L - 2 \cdot e} = \frac{330,75 + 51}{3,4 - 2 \cdot 0,406} = 147,51 \text{ kPa}$$

$$\sigma_v \leq p_{cr} + \gamma_f \cdot D_m$$

$$p_{cr} = c_f \cdot N_c + \frac{1}{2} \cdot \gamma_f \cdot L \cdot N_\gamma = \frac{1}{2} \cdot 17,4 \cdot 3,4 \cdot 7,95 = 235,16 \text{ kPa}$$

$$D_m = 1 \text{ m}$$

$$147,51 \leq 235,16 + 17,4 \cdot 1 = 252,56$$

CAPACITATEA PORTANTĂ A TERENULUI NU ESTE DEPĂȘITĂ!

Pasul 9. Verificarea armăturilor la rupere

- Calculul rezistenței la întindere a armăturii

Se alege ca armătură o geogrilă cu rezistența caracteristică $T = 33 \text{ kN/m}$.

Pentru determinarea valorii de calcul a rezistenței la întindere a geogrilei se aplică aceiași factori parțiali ca la exemplul de calcul anterior.

Rezultă valoarea de calcul a rezistenței geogrilei $18,75 \text{ kN/m}$.

- Pasul 10. Calculul forței de întindere în armături

Se alege inițial o dispunere uniformă a armăturilor la o distanță de $0,30 \text{ m}$.

Întrucât se consideră greutatea și suprasarcina ca fiind defavorabile, rezultă că cea mai defavorabilă combinație este, din acest punct de vedere, Abordarea de Calcul 1 – Combinația 1:

$$G = 330,75 \text{ kN/m}$$

$$Q = 51 \text{ kN}$$

iar factorul parțial aplicat presiunii pământului este $1,35$.

- forța de întindere datorată greutății proprii a umpluturii armate și suprasarcinii ce acționează la suprafața terenului, T_{i1}

$$T_{i1} = \sigma_{vi} \cdot s_{vi} \cdot K_a$$

$$\sigma_{vi} = \frac{R_{vi}}{L_i - 2 \cdot e_i}$$

- Calculule pentru fiecare nivel de armătură sunt prezentate în tabelul de mai jos

| cota | G_i | R_{vi} | P_{ai} | P_{aqi} | M_{0i} | e_i | $L_i - 2 \cdot e_i$ | σ_{vi} | T_{i1} |
|------|--------|----------|----------|-----------|----------|-------|---------------------|---------------|----------|
| 0,3 | 24,81 | 75,81 | 0,40 | 0,46 | 0,11 | 0,001 | 3,397 | 22,3 | 2,51 |
| 0,7 | 57,88 | 108,88 | 2,16 | 2,48 | 1,37 | 0,013 | 3,375 | 32,2 | 3,63 |
| 1,1 | 90,95 | 141,95 | 5,33 | 6,13 | 5,32 | 0,038 | 3,325 | 42,6 | 4,80 |
| 1,5 | 124,03 | 175,03 | 9,91 | 11,39 | 13,50 | 0,077 | 3,246 | 53,9 | 6,07 |
| 1,9 | 157,10 | 208,10 | 15,90 | 18,28 | 27,43 | 0,132 | 3,136 | 66,3 | 7,46 |
| 2,3 | 190,17 | 241,17 | 23,30 | 26,78 | 48,66 | 0,202 | 2,996 | 80,4 | 9,05 |
| 2,7 | 223,25 | 274,24 | 32,11 | 36,91 | 78,72 | 0,287 | 2,856 | 97,0 | 10,92 |
| 3,1 | 256,32 | 307,32 | 42,33 | 48,65 | 119,14 | 0,388 | 2,625 | 117,0 | 13,17 |
| 3,5 | 289,39 | 340,39 | 53,95 | 62,02 | 171,47 | 0,503 | 2,392 | 141,2 | 16,00 |
| 3,9 | 322,46 | 373,47 | 66,99 | 77,00 | 237,24 | 0,635 | 2,129 | 175,3 | 19,73 |

Se observă că ultimul rând de armătură nu se verifică la rupere. Întrucât distanța dintre armături nu trebuie să fie mai mică de $0,30 \text{ m}$, se poate alege un alt tip de geogrilă, cu o rezistență caracteristică mai mare, de exemplu de 40 kN/m .

Rezultă o rezistență de calcul de $22,7 \text{ kN/m}$. În acest caz, pentru o distribuție uniformă a armăturilor la o distanță de $0,30 \text{ m}$, toate armăturile se verifică la rupere.

Pasul 10. Verificarea armăturilor la smulgere

$$T_i \leq \frac{P_i \cdot [\text{tg}\delta_a \cdot L_{pi}(\gamma_1 \cdot h_i + q) + c_a \cdot L_{pi}]}{f_{sm}}$$

- Perimetrul armăturii este egal cu 8,8 m pe fiecare metru liniar de zid.

- $f_{sm} = 1,30$

- Unghiul de frecare dintre armătură și teren:

$$\text{tg}\delta_a = (0,85 \div 0,95) \cdot \text{tg}\phi = 0,44 \div 0,49$$

(pentru geogrilă)

- $c_a = 0$

Se notează cu X termenul din dreapta al inegalității. Calculele pentru fiecare nivel de armătură sunt date în tabelul următor

| Cota | T_{i1} | L_{pi} | X |
|------|----------|----------|--------|
| 0,3 | 2,51 | 1,265 | 59,36 |
| 0,6 | 3,34 | 1,438 | 67,48 |
| 0,9 | 4,21 | 1,611 | 75,59 |
| 1,2 | 5,11 | 1,784 | 83,71 |
| 1,5 | 6,07 | 1,957 | 91,83 |
| 1,8 | 7,10 | 2,130 | 99,95 |
| 2,1 | 8,23 | 2,304 | 108,11 |
| 2,4 | 9,49 | 2,477 | 116,23 |
| 2,7 | 10,92 | 2,650 | 124,35 |
| 3 | 12,56 | 2,823 | 132,47 |
| 3,3 | 14,50 | 2,996 | 140,58 |
| 3,6 | 16,84 | 3,169 | 148,70 |
| 3,9 | 19,73 | 3,342 | 156,82 |

Se observă că inegalitatea este verificată pentru toate armăturile.

Pasul 10. Geometria finală

