

OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

1. ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE

1.1. MATERIAŁY

beton C30/37 (B37), $R_b=19,8\text{MPa}$,
stal zbrojeniowa AIIIIN, $R_a=400\text{MPa}$,

1.2. PODŁOŻE GRUNTOWE.

Posadowienie nastąpi w warstwie geotechnicznej IV – grunt skalisty miękki, flisz, warstwy sromowieckie - bardzo spękany

Uogólnione parametry fizyko – mechaniczne:

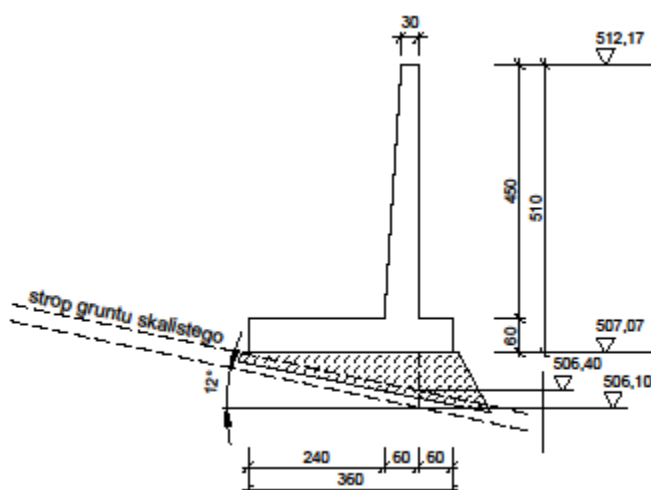
Warstwa geotechniczna	grunt skalisty miękki
Stan gruntu	bardzo spękany
Stopień plastyczności	-
Wilgotność naturalna	-
gęstość objętościowa	2,11G/cm3
Wytrzymałość na ściskanie jednoosiowe	$R_c= 4,1\text{MPa}$

1.3. ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE.

Zgodnie z opracowaną "Dokumentacją geologiczno-inżynierską" mur oporowy należy posadowić na warstwie geologicznej nr 4 tj. grunt skalisty miękki który tworzą ciemnopopielate, wapniste piaskowce cienkoławicowe przewarstwione cienkimi łupkami marglistymi.

Badania geologiczne wykazały, że w miejscu posadowienia muru oporowego rzędna występowania podłoża skalistego waha się od około 506,1m npm do około 506,4 m npm. Podłoże skaliste zalega w opada pod kątem około 12° .

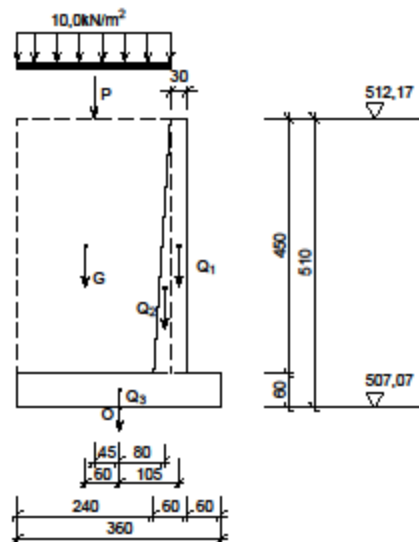
Nośność podłoża skalistego wynosi około 4,1 MPa.



2. SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI MURU OPOROWEGO.

Przyjęto obciążenie powierzchni gruntu (naziomu) obciążeniem powierzchniowym o wartości $10,0\text{kN/m}^2$.

Obciążenia pionowe:



$$Q_1 = 0,30 \cdot 4,50 \cdot 25,0 = 33,8 \text{ kN},$$

$$Q_2 = 0,5 \cdot 0,3 \cdot 4,50 \cdot 25,0 = 16,9 \text{ kN},$$

$$Q_3 = 3,60 \cdot 0,60 \cdot 25,0 = 54,0 \text{ kN},$$

$$G = 2,40 \cdot 4,50 \cdot 21,1 = 227,9 \text{ kN},$$

$$P = 2,70 \cdot 10,10 = 27,0 \text{ kN},$$

Suma obciążeń pionowych:

$$V_K = Q_1 + Q_2 + Q_3 + G + P = 359,6 \text{ kN}$$

Wartość charakterystyczna momentu utrzymującego od obciążeń pionowych w pkt. O:

$$M_{Och} = 33,8 \cdot 1,05 + 16,9 \cdot 0,80 - 227,9 \cdot 0,60 - 27 \cdot 0,45 = -100,0 \text{ kN}$$

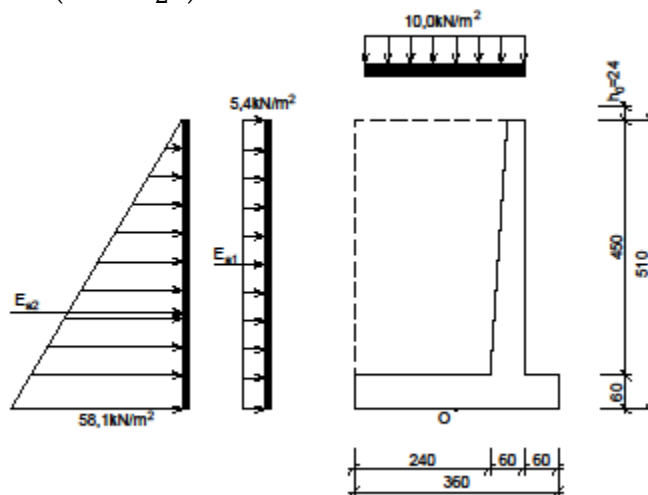
Wartość obliczeniowa momentu utrzymującego od obciążeń pionowych w pkt. O:

$$M_{Obl} = 1,35 \cdot 33,8 \cdot 1,05 + 1,35 \cdot 16,9 \cdot 0,80 - 1,35 \cdot 227,9 \cdot 0,60 - 1,50 \cdot 27 \cdot 0,45 = -136,7 \text{ kN}$$

Obciążenia poziome (parcie gruntu):

parametry gruntu: $\gamma = 21,1 \text{ kN/m}^3$, $\phi = 17,3^\circ$,

$$K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{17,3}{2} \right) = 0,54$$



$$e_{a1} = 10,0 \cdot 0,54 = 5,4 \text{ kN/m}^2,$$

$$e_{a2} = 21,1 \cdot 5,1 \cdot 0,54 = 58,1 \text{ kN/m}^2,$$

$$E_{a1} = 5,4 \cdot 5,1 = 27,5 \text{ kN},$$

$$E_{a2} = 0,5 \cdot 58,1 \cdot 5,1 = 148,1 \text{ kN}$$

Wartość charakterystyczne momentu wywracającego od parcia gruntu w pkt. O:

$$M_{Owk} = 27,5 \cdot \frac{5,1}{2} + 148,1 \cdot \frac{5,1}{3} = 321,9 \text{ kN}$$

Wartość obliczeniowa momentu wywracającego od parcia gruntu w pkt. O:

$$M_{Owk} = 1,5 \cdot 27,5 \cdot \frac{5,1}{2} + 1,35 \cdot 148,1 \cdot \frac{5,1}{3} = 445,1 \text{ kN}$$

Suma sił pionowych:

$$V_K = 359,6 \text{ kN},$$

$$V_{ch} = 1,35 \cdot (33,8 + 16,9 + 54,0 + 227,9) + 1,5 \cdot 27,0 = 489,5 \text{ kN},$$

Suma sił poziomych:

$$H_K = 27,5 + 148,1 = 175,6 \text{ kN},$$

$$H_{ch} = 1,5 \cdot 27,5 + 1,35 \cdot 148,1 = 241,2 \text{ kN}$$

Suma momentów zginających:

$$M_K = 321,9 - 100,00 = 221,9 \text{ kNm},$$

$$M_{ch} = 445,1 - 136,7 = 308,3 \text{ kNm},$$

Sprawdzenie wymiarów muru oporowego:

$$e = \frac{221,9}{359,6} = 0,61 \text{ m} \cong \frac{B}{6} = \frac{3,6}{6} = 0,60 \text{ m}$$

nie nastąpi odrywanie muru oporowego od podłoża.

3. SPRAWDZENIE NAPRĘŻEŃ POD MUREM OPOROWYM.

obciążenia całkowite na podstawę ściany oporowej w pkt. O:

$$V_{ch} = 1,35 \cdot (33,8 + 16,9 + 54,0 + 227,9) + 1,5 \cdot 27,0 = 489,5 \text{ kN},$$

Suma sił poziomych:

$$H_{ch} = 1,5 \cdot 27,5 + 1,35 \cdot 148,1 = 241,2 \text{ kN}$$

Suma momentów zginających:

$$M_{ch} = 445,1 - 136,7 = 308,3 \text{ kNm},$$

naprężenia pod podstawą ściany:

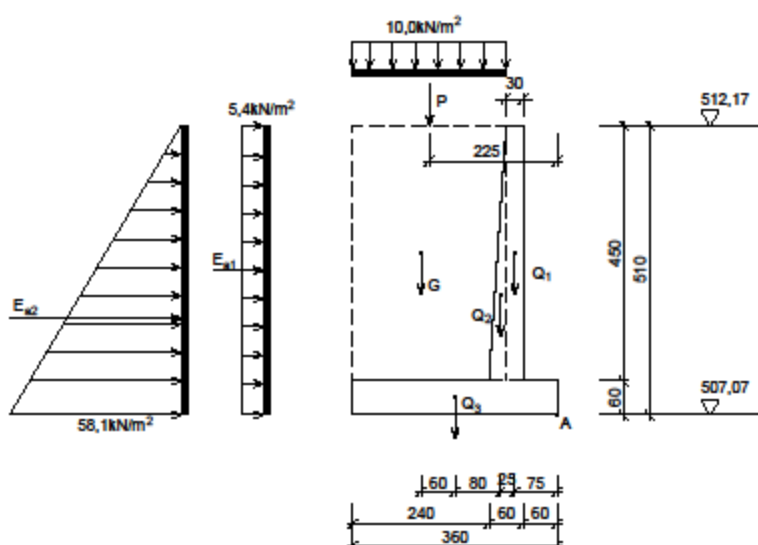
$$q_1 = \frac{489,5}{1,0 \cdot 3,6} + \frac{308,3 \cdot 6}{1,0 \cdot 3,6^2} = 136,0 + 142,7 = 278,7 \text{ kN/m}^2 < 0,9 \cdot q_{dop} = 0,9 \cdot 4,1 \text{ MPa} = 3690 \text{ kN/m}^2$$

$$q_2 = \frac{489,5}{1,0 \cdot 3,6} - \frac{308,3 \cdot 6}{1,0 \cdot 3,6^2} = 136,0 - 142,7 = -6,7 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{6,7}{278,7 + 6,7} = 0,02 < 0,25$$

naprężenia w gruncie pod podstawą fundamentu nie zostały przekroczone oraz stateczność fundamentu jest zachowana.

4. SPRAWDZENIE MURU OPOROWEGO NA OBRÓT.



Wartość obliczeniowa momentu zabezpieczającego przed obrotem w pkt. A:

$$M_{A1} = 0,9 \cdot 33,8 \cdot 0,75 + 0,9 \cdot 16,9 \cdot 1,0 + 0,9 \cdot 54,0 \cdot 1,8 + 0,9 \cdot 227,9 \cdot 2,4 + 27 \cdot 2,25 = 678,5 \text{ kN},$$

Wartość obliczeniowa momentu wywracającego w pkt. A:

$$M_{Awk} = 1,5 \cdot 27,5 \cdot \frac{5,1}{2} + 1,35 \cdot 148,1 \cdot \frac{5,1}{3} = 445,1 \text{ kN}$$

$M_{A1}=678,5\text{kNm}>M_{Awk}=445,1\text{kNm}$
Mur oporowy jest zabezpieczony przed obrotem.

5. ZBROJENIE.

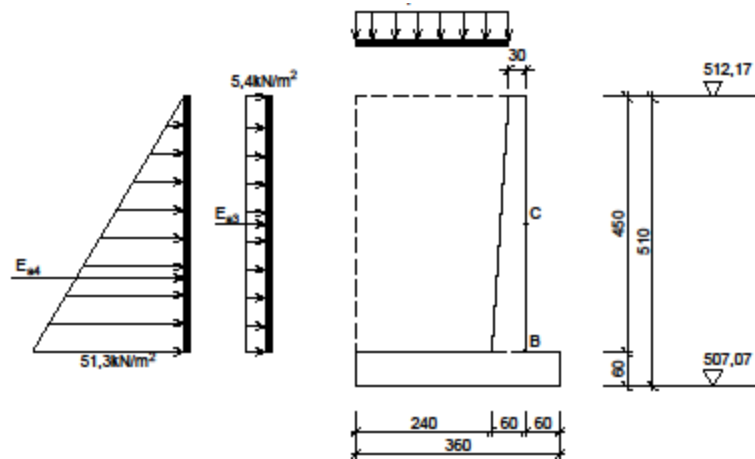
zbrojenie w pkt. B

$$e_{a3} = 10,0 \cdot 0,54 = 5,4\text{kN/m}^2,$$

$$e_{a4} = 21,1 \cdot 4,5 \cdot 0,54 = 51,3\text{kN/m}^2,$$

$$E_{a3} = 5,4 \cdot 4,5 = 24,3\text{kN},$$

$$E_{a4} = 0,5 \cdot 51,3 \cdot 4,5 = 115,4\text{kN}$$



Wartość obliczeniowa momentu zginającego od parcia gruntu w pkt. B:

$$M_B = 1,5 \cdot 24,3 \cdot \frac{4,5}{2} + 1,35 \cdot 115,1 \cdot \frac{4,5}{3} = 315,1\text{kNm}$$

$$h = 0,60\text{m},$$

$$h_0 = 0,55\text{m},$$

$$A_0 = \frac{315,1}{19800 \cdot 1,0 \cdot 0,55^2} = 0,053 \rightarrow \zeta = 0,970$$

$$F_a = \frac{315,1}{400000 \cdot 0,970 \cdot 0,55} = 0,00147\text{m}^2 = 14,7\text{cm}^2$$

przyjęto zbrojenie #16 co ~12,5cm $F=16,08\text{cm}^2$,

zbrojenie rozdzielcze #10 co ~30cm,

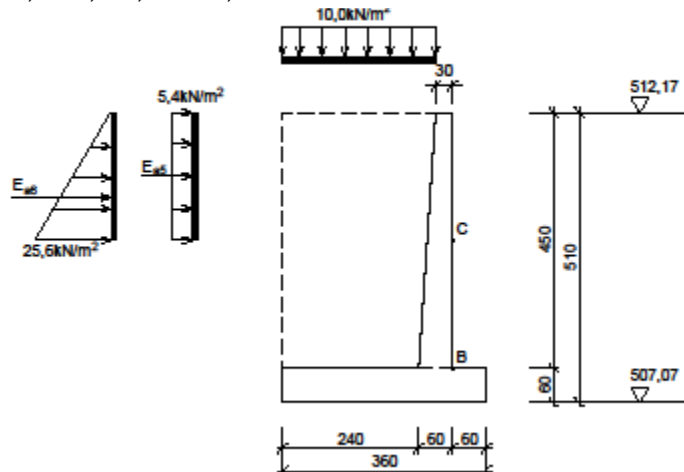
zbrojenie w pkt. C

$$e_{a3} = 10,0 \cdot 0,54 = 5,4\text{kN/m}^2,$$

$$e_{a4} = 21,1 \cdot 2,25 \cdot 0,54 = 25,6\text{kN/m}^2,$$

$$E_{a3} = 5,4 \cdot 2,25 = 12,2\text{kN},$$

$$E_{a4} = 0,5 \cdot 25,6 \cdot 2,25 = 28,8\text{kN}$$



$$M_C = 1,5 \cdot 12,2 \cdot \frac{2,25}{2} + 1,35 \cdot 28,8 \cdot \frac{2,25}{3} = 49,71\text{kNm}$$

$$h = 0,45\text{m},$$

$$h_0 = 0,40\text{m},$$

$$A_0 = \frac{49,7}{19800 * 1,0 * 0,40^2} = 0,016 \rightarrow \zeta = 0,980$$

$$F_a = \frac{49,7}{400000 * 0,980 * 0,40} = 0,00032\text{m}^2 = 3,2\text{cm}^2$$

przyjęto zbrojenie #12 co ~25cm $F=4,52\text{cm}^2$,

zbrojenie rozdzielcze #10 co ~30cm,

Opracował:
mgr inż. Zbigniew Tomczyk