

# OBLICZENIA ŚCIAN OPOROWYCH

Ściana oporowa między działkami 134B, 135B

## Parametry geotechniczne

parametry dla zasypki piasek pylasty

kąt tarcia wewnętrznego

$$\Phi^{(n)} = 32,8^\circ$$

ciężar objętościowy

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

dopuszczalne naprężenia w gruncie

$$q_{dop} = 150 \text{ kPa}$$

## Geometria ściany

$$B = 1,95 \text{ m}$$

$$B_1 = 0,2 \text{ m}$$

$$B_2 = 0,3 \text{ m}$$

$$B_3 = 1,45 \text{ m}$$

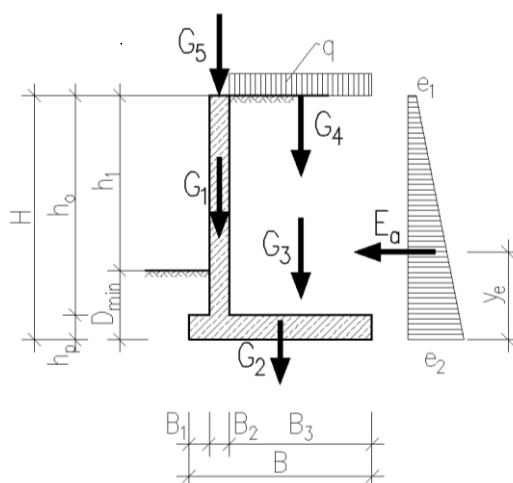
$$H = 2,48 \text{ m}$$

$$h_p = 0,25 \text{ m}$$

$$h_o = 2,23 \text{ m}$$

$$D_{min} = 1 \text{ m}$$

$$h_1 = 1,48 \text{ m}$$



## Obciążenia działające na ścianę oporową

obciążenie naziomu:

$$q = 3 \text{ kN/m}^2$$

składowe obciążenia pionowego:

$$G_1^{(n)} = h_o \cdot B_2 \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 16,73 \text{ kN}$$

$$G_{1,max} = G_1 \cdot \gamma_f = 18,40 \text{ kN}$$

$$\gamma_f = 1,1$$

$$G_{1,min} = G_1 \cdot \gamma_f = 15,05 \text{ kN}$$

$$\gamma_f = 0,9$$

$$G_2^{(n)} = B \cdot h_p \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 12,19 \text{ kN}$$

$$G_{2,max} = G_2 \cdot \gamma_f = 13,41 \text{ kN}$$

$$\gamma_f = 1,1$$

$$G_{2,min} = G_2 \cdot \gamma_f = 10,97 \text{ kN}$$

$$\gamma_f = 0,9$$

$$G_3^{(n)} = h_o \cdot B_3 \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 64,67 \text{ kN}$$

$$G_{3,max} = G_3 \cdot \gamma_f = 77,60 \text{ kN}$$

$$\gamma_f = 1,2$$

$$G_{3,min} = G_3 \cdot \gamma_f = 51,74 \text{ kN}$$

$$\gamma_f = 0,8$$

$$G_4^{(n)} = B_3 \cdot q = 4,35 \text{ kN}$$

$$G_{4,max} = G_4 \cdot \gamma_f = 5,66 \text{ kN}$$

$$\gamma_f = 1,3$$

$$G_{4,min} = G_4 \cdot \gamma_f = 3,48 \text{ kN}$$

$$\gamma_f = 0,8$$

$$\begin{aligned}
G_5^{(n)} &= 0,00 \text{ kN} \\
G_{5,\max} = G_5 \cdot \gamma_f &= 0,00 \text{ kN} & \gamma_f &= 1,1 \\
G_{5,\min} = G_5 \cdot \gamma_f &= 0,00 \text{ kN} & \gamma_f &= 0,9
\end{aligned}$$

Dodatkowy moment powodujący obrót ściany

$$\begin{aligned}
M_{Sd} &= 0 \text{ kNm} \\
M_{Sd,\max} &= 0 \text{ kNm} \\
M_{Sd,\min} &= 0 \text{ kNm} \\
\Sigma G_i^{(n)} &= 97,93 \text{ kN} \\
\Sigma G_i^{\max} &= 115,06 \text{ kN} \\
\Sigma G_i^{\min} &= 81,24 \text{ kN}
\end{aligned}$$

Współczynnik parcia granicznego czynnego dla gładkiej ściany

$$K = \operatorname{tg}^2(45^\circ - 0,5 \cdot \Phi^{(n)}) = 0,297$$

Wartość jednostkowa parcia

$$\begin{aligned}
z=0 & \quad e_1 = q \cdot K_a = 0,892 \text{ kN/m}^2 \\
z=h_0 & \quad e_2 = (q+z \cdot g) \cdot K_a = 14,150 \text{ kN/m}^2
\end{aligned}$$

położenie wypadkowej parcia

$$y_e = (e_1 \cdot H \cdot 0,5 + 0,5 \cdot e_2 \cdot H \cdot (H/3)) / (e_1 \cdot H + 0,5 \cdot e_2 \cdot H) = 0,435 \text{ m}$$

Wartość charakterystyczna wypadkowej parcia

$$E_a = 0,5 \cdot (e_1 + e_2) \cdot H = 18,651 \text{ kN/m}$$

Wartość charakterystyczna momentu od wypadkowej parcia

$$M_{ek} = E_a \cdot y_e = 8,110 \text{ kNm}$$

Wartość obliczeniowa wypadkowej parcia

$$E_{a,\max/\min} = E_a \cdot \gamma_{f1} \cdot \gamma_{f2}$$

$$\begin{aligned}
\gamma_{f1} &= 1,2(0,8) & \text{dla gruntu zasypowego} \\
\gamma_{f1} &= 1,1(0,9) & \text{dla gruntu rodzimego} \\
\gamma_{f2} &= 1 & \text{w obliczeniach stanów granicznych gruntu} \\
\gamma_{f2} &= 1,1(0,9) & \text{w obliczeniach stanów granicznych konstrukcji}
\end{aligned}$$

przyjęto:

$$\begin{aligned}
\gamma_{f1} &= 1,2 & \gamma_{f1} &= 0,8 \\
\gamma_{f2} &= 1,1 \\
E_{a,\max} &= 24,62 \text{ kN} \\
E_{a,\min} &= 16,41 \text{ kN}
\end{aligned}$$

Wartość obliczeniowa momentu od wypadkowej parcia

$$\begin{aligned}
M_{e,\max} &= E_{a,\max} \cdot y_e = 10,71 \text{ kNm} \\
M_{e,\min} &= E_{a,\min} \cdot y_e = 7,14 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

Sprawdzenie rozkładu naprężeń w podstawie

\* dla obc. charakterystycznych

$$q_{1,2} = (\Sigma G_i^{(n)}/F) \pm (\Sigma M_o/W_x)$$

F - powierzchnia podstawy fundamentu (1mb x B)

$$F = 1,95 \text{ m}^2$$

$W_x$  - wskaźnik dla podstawy fundamentu

$$W_x = 0,63375 \text{ m}^3$$

$$\Sigma M_o = M(G_1) - M(G_3) - M(G_4) + M(G_5) + M_{ek} + M_{Sd}$$

$$\Sigma M_o = 1,308 \text{ kNm}$$

$q_1 =$	52,286 kPa	$< q_{dop} =$	150 kPa	war. spełniony
$q_2 =$	48,157 kPa	$> 0$	nie występuje odrywanie płyty fundamentu	

Mimośród położenia wypadkowej  $e_B = \Sigma M / \Sigma G_i < B/6$

$$e_B = 0,013 \text{ m} < B/6 = 0,325 \text{ m}$$

Warunek spełniony, wypadkowa w rdzeniu podstawy

\*) dla obciążeń obliczeniowych maksymalnych pionowych i minimalnych poziomych

$$q_{1,2} = (\Sigma G_i^{\max}/F) \pm (\Sigma M_o/W_x)$$

$$\Sigma M_o = M(G_{1,\max}) - M(G_{3,\max}) - M(G_{4,\max}) + M(G_{5,\max}) + M_{e,\min} + M_{Sd,\min}$$

$$\Sigma M_o = 16,453 \text{ kNm}$$

$q_1 =$	84,968 kPa	$< q_{dop} =$	150 kPa	war. spełniony
$q_2 =$	33,045 kPa	$> 0$	nie występuje odrywanie płyty fundamentu	

Mimośród położenia wypadkowej

$$e_B = 0,143 \text{ m} < B/6 = 0,325 \text{ m}$$

Warunek spełniony, wypadkowa w rdzeniu podstawy

\*) dla obciążeń obliczeniowych minimalnych pionowych i maksymalnych poziomych

$$q_{1,2} = (\Sigma G_i^{\min}/F) \pm (\Sigma M_o/W_x)$$

$$\Sigma M_o = M(G_{1,\min}) - M(G_{3,\min}) - M(G_{4,\min}) + M(G_{5,\min}) + M_{e,\max} + M_{Sd,\max}$$

$$\Sigma M_o = 15,10155 \text{ kNm}$$

$q_1 =$	65,489 kPa	$< q_{dop} =$	150 kPa	war. spełniony
$q_2 =$	17,831 kPa	$> 0$	nie występuje odrywanie płyty fundamentu	

Mimośród położenia wypadkowej

$$e_B = 0,186 \text{ m} < B/6 = 0,325 \text{ m}$$

Warunek spełniony, wypadkowa w rdzeniu podstawy

Sprawdzenie stateczności na obrót

$$M_o \leq m_o \cdot M_u$$

gdzie:

$M_o$  moment wszystkich sił obliczeniowych powodujących obrót ściany  
 $m_o$  współczynnik warunków pracy  
 $m_o = 0,9$  dla obciążenia naziomu  $q < 10$  kPa  
 $M_u$  moment wszystkich sił obliczeniowych przeciwdziałających obrotowi ścian

$$M_o = E_a \cdot y_e + M_{sd} = 8,110 \text{ kNm}$$
$$M_u = 83,603 \text{ kNm}$$
$$M_o = 8,110 \text{ kNm} < m_o \cdot M_u = 75,242 \text{ kNm}$$

warunek spełniony

#### Sprawdzenie stateczności na przesuw

$$x_p \leq m_p \cdot x_u$$

gdzie:

$x_p$  suma rzutów na płaszczyznę podstawy fundamentu wszystkich sił obliczeniowych powodujących przesuw ściany

$$x_p = E_{a,max}$$

$m_p$  współczynnik warunków pracy ściany oporowej  
 $m_p = 0,95$  dla obciążeni a naziomu  $q < 10$  kPa

$x_u$  suma rzutów na płaszczyznę podstawy fundamentu wszystkich sił obliczeniowych przeciwdziałających przesunięciu ściany, w tym również opór tarcia

$$x_u = \Sigma G_{i,min} \cdot f$$

gdzie:

$\Sigma G_{i,min}$  składowa obliczeniowych obciążeń podłoża prostopadła do płaszczyzny fundamentu

$f$  współczynnik tarcia,  $f=0,55$  (beton chropowaty)

$$x_u = 44,680 \text{ kN}$$
$$x_p = 24,620 \text{ kN} < m_p \cdot x_u = 42,446 \text{ kN}$$

warunek spełniony

#### Wymiarowanie zbrojenia

Beton	B25	$f_{cd} =$	13,3 MPa
		$f_{ctm} =$	2,2 MPa
Stal	A-II	$f_{yd} =$	310 MPa
		$f_{yk} =$	355 MPa

Zbrojenie minimalne

$$A_{s,min1} = (0,26 \cdot b \cdot d) \cdot f_{ctm} / f_{yk} = 3,64 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s,min2} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 3,06 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Pionowa część ściany obciążona jest parciem gruntu, wartość momentu zginającego przy

podstawie wynosi

$$M = 16,333 \text{ kNm}$$

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

$$h = 0,3 \text{ m}$$

$$a_1 = 0,065 \text{ m}$$

$$d = h - a_1 = 0,235 \text{ m}$$

$$s_{c,eff} = M / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd}) = 0,0222$$

$$x_{eff} = 1 - (1 - 2 \cdot s_{c,eff})^{0,5} = 0,0225$$

$$A_s = x_{eff} \cdot (f_{cd} / f_{yd}) \cdot b \cdot d = 2,27 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{Przyjęto: } \phi \quad 10 \text{ mm} \quad A_{s1} = 0,785 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

ilość wkładek na szerokości

$$b: \quad 5 \text{ szt.} \quad (\text{ze warunku na zbrojenie minimalne})$$

$$\text{konstrukcyjnie przyjęto} \quad 5 \text{ szt.}$$

$$\text{rozstaw na szerokości } b: \quad 200 \text{ mm}$$

$$A_{s,rz} = 3,925 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Pozioma płyta obciążona ciężarem naziomu i gruntu

$$q = 47,6 \text{ kN/m}^2$$

$$M = 50,0395 \text{ kNm}$$

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

$$h = 0,25 \text{ m}$$

$$a_1 = 0,065 \text{ m}$$

$$d = h - a_1 = 0,185 \text{ m}$$

$$s_{c,eff} = M / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd}) = 0,1099$$

$$x_{eff} = 1 - (1 - 2 \cdot s_{c,eff})^{0,5} = 0,1167$$

$$A_s = x_{eff} \cdot (f_{cd} / f_{yd}) \cdot b \cdot d = 9,27 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{Przyjęto: } \phi \quad 10 \text{ mm} \quad A_{s1} = 0,785 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{ilość wkładek na mb:} \quad 12 \text{ szt.}$$

$$\text{konstrukcyjnie przyjęto} \quad 5 \text{ szt.}$$

$$\text{rozstaw:} \quad 83 \text{ mm}$$

$$A_{s,rz} = 9,42 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

## Ściana oporowa pomiędzy działkami 133B, 134B

### Parametry geotechniczne

parametry dla zasypki piasek pylasty

kąt tarcia wewnętrznego

$$\Phi^{(n)} = 32,8^\circ$$

ciężar objętościowy

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

dopuszczalne naprężenia w gruncie

$$q_{dop} = 150 \text{ kPa}$$

### Geometria ściany

$$B = 1,2 \text{ m}$$

$$B_1 = 0,15 \text{ m}$$

$$B_2 = 0,3 \text{ m}$$

$$B_3 = 0,75 \text{ m}$$

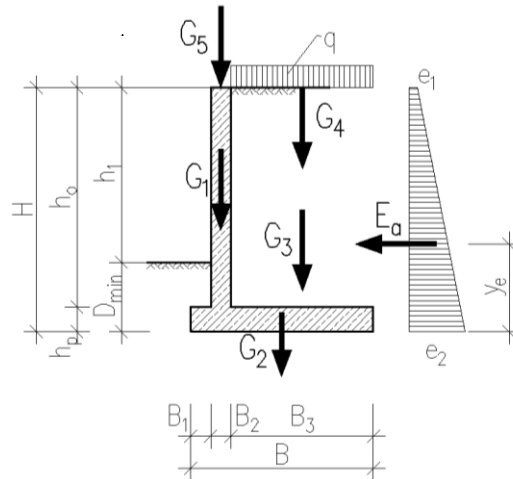
$$H = 1,42 \text{ m}$$

$$h_p = 0,25 \text{ m}$$

$$h_o = 1,17 \text{ m}$$

$$D_{min} = 1 \text{ m}$$

$$h_1 = 0,42 \text{ m}$$



### Obciążenia działające na ścianę oporową

obciążenie naziomu:

$$q = 3 \text{ kN/m}^2$$

składowe obciążenia pionowego:

$$G_1^{(n)} = h_o \cdot B_2 \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 8,78 \text{ kN}$$

$$G_{1,max} = G_1 \cdot \gamma_f = 9,65 \text{ kN}$$

$$\gamma_f = 1,1$$

$$G_{1,min} = G_1 \cdot \gamma_f = 7,90 \text{ kN}$$

$$\gamma_f = 0,9$$

$$G_2^{(n)} = B \cdot h_p \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 7,50 \text{ kN}$$

$$G_{2,max} = G_2 \cdot \gamma_f = 8,25 \text{ kN}$$

$$\gamma_f = 1,1$$

$$G_{2,min} = G_2 \cdot \gamma_f = 6,75 \text{ kN}$$

$$\gamma_f = 0,9$$

$$G_3^{(n)} = h_o \cdot B_3 \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 17,55 \text{ kN}$$

$$G_{3,max} = G_3 \cdot \gamma_f = 21,06 \text{ kN}$$

$$\gamma_f = 1,2$$

$$G_{3,min} = G_3 \cdot \gamma_f = 14,04 \text{ kN}$$

$$\gamma_f = 0,8$$

$$G_4^{(n)} = B_3 \cdot q = 2,25 \text{ kN}$$

$$G_{4,max} = G_4 \cdot \gamma_f = 2,93 \text{ kN}$$

$$\gamma_f = 1,3$$

$$G_{4,min} = G_4 \cdot \gamma_f = 1,80 \text{ kN}$$

$$\gamma_f = 0,8$$

$$G_5^{(n)} = 0,00 \text{ kN}$$

$$G_{5,max} = G_5 \cdot \gamma_f = 0,00 \text{ kN}$$

$$\gamma_f = 1,1$$

$$G_{5,min} = G_5 \cdot \gamma_f = 0,00 \text{ kN}$$

$$\gamma_f = 0,9$$

Dodatkowy moment powodujący obrót ściany

$$M_{Sd} = 0 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd,max} = 0 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd,min} = 0 \text{ kNm}$$

$$\Sigma G_i^{(n)} = 36,08 \text{ kN}$$

$$\Sigma G_i^{max} = 41,89 \text{ kN}$$

$$\Sigma G_i^{min} = 30,49 \text{ kN}$$

Współczynnik parcia granicznego czynnego dla gładkiej ściany

$$K = \tan^2(45^\circ - 0,5 \cdot \Phi^{(n)}) = 0,297$$

Wartość jednostkowa parcia

$$z=0 \quad e_1 = q \cdot K_a = 0,892 \text{ kN/m}^2$$

$$z=h_o \quad e_2 = (q+z \cdot g) \cdot K_a = 7,848 \text{ kN/m}^2$$

położenie wypadkowej parcia

$$y_e = (e_1 \cdot H + 0,5 H + 0,5 e_2 \cdot H \cdot (H/3)) / (e_1 \cdot H + 0,5 e_2 \cdot H) = 0,403 \text{ m}$$

Wartość charakterystyczna wypadkowej parcia

$$E_a = 0,5 \cdot (e_1 + e_2) \cdot H = 6,205 \text{ kN/mb}$$

Wartość charakterystyczna momentu od wypadkowej parcia

$$M_{ek} = E_a \cdot y_e = 2,501 \text{ kNm}$$

Wartość obliczeniowa wypadkowej parcia

$$E_{a,max/min} = E_a \cdot \gamma_{f1} \cdot \gamma_{f2}$$

$$\gamma_{f1} = 1,2(0,8) \quad \text{dla gruntu zasypowego}$$

$$\gamma_{f1} = 1,1(0,9) \quad \text{dla gruntu rodzimego}$$

$$\gamma_{f2} = 1 \quad \text{w obliczeniach stanów granicznych gruntu}$$

$$\gamma_{f2} = 1,1(0,9) \quad \text{w obliczeniach stanów granicznych konstrukcji}$$

przyjęto:

$$\gamma_{f1} = 1,2 \quad \gamma_{f1} = 0,8$$

$$\gamma_{f2} = 1,1$$

$$E_{a,max} = 8,19 \text{ kN}$$

$$E_{a,min} = 5,46 \text{ kN}$$

Wartość obliczeniowa momentu od wypadkowej parcia

$$M_{e,max} = E_{a,max} \cdot y_e = 3,30 \text{ kNm}$$

$$M_{e,min} = E_{a,min} \cdot y_e = 2,20 \text{ kNm}$$

Sprawdzenie rozkładu naprężeń w podstawie

\* dla obc. charakterystycznych

$$q_{1,2} = (\Sigma G_i^{(n)} / F) \pm (\Sigma M_o / W_x)$$

F - powierzchnia podstawy fundamentu (1mb x B)

$$F = 1,2 \text{ m}^2$$

$W_x$  - wskaźnik dla podstawy fundamentu

$$W_x = 0,24 \text{ m}^3$$

$$\Sigma M_o = M(G_1) - M(G_3) - M(G_4) + M(G_5) + M_{ek} + M_{Sd}$$

$$\Sigma M_o = 0,679 \text{ kNm}$$

$q_1 =$	32,890 kPa	$< q_{dop} =$	150 kPa	war. spełniony
$q_2 =$	27,235 kPa	$> 0$	nie występuje odrywanie płyty fundamentu	

Mimośród położenia wypadkowej  $e_B = \Sigma M / \Sigma G_i < B/6$

$$e_B = 0,019 \text{ m} < B/6 = 0,200 \text{ m}$$

Warunek spełniony, wypadkowa w rdzeniu podstawy

\*) dla obciążeń obliczeniowych maksymalnych pionowych i minimalnych poziomych

$$q_{1,2} = (\Sigma G_i^{\max} / F) \pm (\Sigma M_o / W_x)$$

$$\Sigma M_o = M(G_{1,\max}) - M(G_{3,\max}) - M(G_{4,\max}) + M(G_{5,\max}) + M_{e,\min} + M_{Sd,\min}$$

$$\Sigma M_o = 4,702 \text{ kNm}$$

$q_1 =$	54,498 kPa	$< q_{dop} =$	150 kPa	war. spełniony
$q_2 =$	15,315 kPa	$> 0$	nie występuje odrywanie płyty fundamentu	

Mimośród położenia wypadkowej

$$e_B = 0,112 \text{ m} < B/6 = 0,200 \text{ m}$$

Warunek spełniony, wypadkowa w rdzeniu podstawy

\*) dla obciążeń obliczeniowych minimalnych pionowych i maksymalnych poziomych

$$q_{1,2} = (\Sigma G_i^{\min} / F) \pm (\Sigma M_o / W_x)$$

$$\Sigma M_o = M(G_{1,\min}) - M(G_{3,\min}) - M(G_{4,\min}) + M(G_{5,\min}) + M_{e,\max} + M_{Sd,\max}$$

$$\Sigma M_o = 4,496298 \text{ kNm}$$

$q_1 =$	44,141 kPa	$< q_{dop} =$	150 kPa	war. spełniony
$q_2 =$	6,672 kPa	$> 0$	nie występuje odrywanie płyty fundamentu	

Mimośród położenia wypadkowej

$$e_B = 0,147 \text{ m} < B/6 = 0,200 \text{ m}$$

Warunek spełniony, wypadkowa w rdzeniu podstawy

#### Sprawdzenie stateczności na obrót

$$M_o \leq m_o \cdot M_u$$

gdzie:

$M_o$  moment wszystkich sił obliczeniowych powodujących obrót ściany

$m_o$  współczynnik warunków pracy

$$m_o = 0,9 \quad \text{dla obciążenia naziemu } q < 10 \text{ kPa}$$



$M_u$  moment wszystkich sił obliczeniowych przeciwdziałających obrotowi ścian

$$M_o = E_a \cdot y_e + M_{sd} = 2,501 \text{ kNm}$$

$$M_u = 19,487 \text{ kNm}$$

$$M_o = 2,501 \text{ kNm} < m_o \cdot M_u = 17,539 \text{ kNm}$$

warunek spełniony

#### Sprawdzenie stateczności na przesuw

$$x_p \leq m_p \cdot x_u$$

gdzie:

$x_p$  suma rzutów na płaszczyznę podstawy fundamentu wszystkich sił obliczeniowych powodujących przesuw ściany

$$x_p = E_{a, \max}$$

$m_p$  współczynnik warunków pracy ściany oporowej

$$m_p = 0,95 \quad \text{dla} \\ \text{obciążenia} \\ \text{naziomu } q \\ < 10 \text{ kPa}$$

$x_u$  suma rzutów na płaszczyznę podstawy fundamentu wszystkich sił obliczeniowych przeciwdziałających przesunięciu ściany, w tym również opór tarcia

$$x_u = \Sigma G_{i, \min} \cdot f$$

gdzie:

$\Sigma G_{i, \min}$  składowa obliczeniowych obciążeń podłoża prostopadła do płaszczyzny fundamentu

$f$  współczynnik tarcia,  $f=0,55$  (beton chropowaty)

$$x_u = 16,768 \text{ kN}$$

$$x_p = 8,191 \text{ kN} < m_p \cdot x_u = 15,930 \text{ kN}$$

warunek spełniony

#### Wymiarowanie zbrojenia

Beton **B25**  $f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$

$$f_{ctm} = 2,2 \text{ MPa}$$

Stal **A-II**  $f_{yd} = 310 \text{ MPa}$

$$f_{yk} = 355 \text{ MPa}$$

Zbrojenie minimalne

$$A_{s, \min 1} = (0,26 \cdot b \cdot d) \cdot f_{ctm} / f_{yk} = 3,64 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s, \min 2} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 3,06 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Pionowa część ściany obciążona jest parciem gruntu, wartość momentu zginającego przy podstawie wynosi

$$M = 3,237 \text{ kNm}$$

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

$$h = 0,3 \text{ m}$$

$$a_l = 0,065 \text{ m}$$

$$d = h - a_1 \quad 0,235 \text{ m}$$

$$s_{c,eff} = M / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd}) = 0,0044$$

$$x_{eff} = 1 - (1 - 2 \cdot s_{c,eff})^{0,5} = 0,0044$$

$$A_s = x_{eff} \cdot (f_{cd} / f_{yd}) \cdot b \cdot d = 0,45 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{Przyjęto: } \phi \quad 10 \text{ mm} \quad A_{s1} = 0,785 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

ilość wkładek na szerokości

b: 5 szt. (ze warunku na zbrojenie minimalne)

konstrukcyjnie przyjęto 5 szt.

rozstaw na szerokości b: 200 mm

$$A_{s,rz} = 3,925 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Pozioma płyta obciążona ciężarem naziomu i gruntu

$$q = 26,4 \text{ kN/m}^2$$

$$M = 7,425 \text{ kNm}$$

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

$$h = 0,25 \text{ m}$$

$$a_1 = 0,065 \text{ m}$$

$$d = h - a_1 \quad 0,185 \text{ m}$$

$$s_{c,eff} = M / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd}) = 0,0163$$

$$x_{eff} = 1 - (1 - 2 \cdot s_{c,eff})^{0,5} = 0,0164$$

$$A_s = x_{eff} \cdot (f_{cd} / f_{yd}) \cdot b \cdot d = 1,31 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{Przyjęto: } \phi \quad 10 \text{ mm} \quad A_{s1} = 0,785 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

ilość wkładek na mb: 5 szt. (ze warunku na zbrojenie minimalne)

konstrukcyjnie przyjęto 5 szt.

rozstaw: 200 mm

$$A_{s,rz} = 3,925 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$