

OBLICZENIA STATYCZNE

POSADOWIENIA SŁUPÓW OŚWIETLENIOWYCH ORAZ SŁUPÓW OGRODZENIA I PIŁKOCHWYTU

do projektu budowlano-wykonawczego

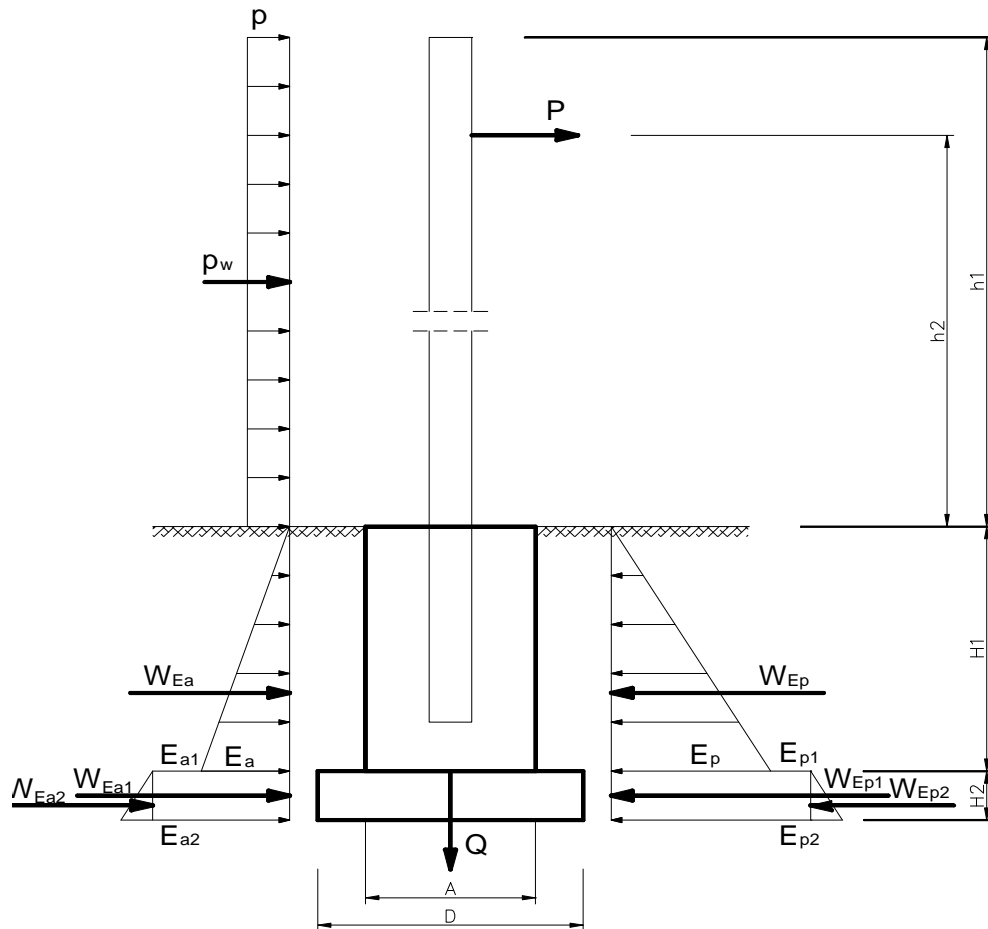
REMONTU DWÓCH BOISK MAŁYCH NA TERENIE AKADEMICKIEGO OŚRODKA SPORTOWEGO POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

Gdańsk, al. Zwycięstwa, obręb 56, działka nr 267/11

1.0	Fundament masztu oświetleniowego.....	str. 2
2.0	Fundament słupa ogrodzenia.....	str. 6
3.0	Fundament słupa piłkochwyty.....	str. 9

1.0 Fundament masztu oświetleniowego

1.1 Schemat statyczny



1.2 Parametry gruntu

współczynniki materiałowe	$\gamma_{m1} =$	0,9	$\gamma_{m2} =$	1,1
ciężar objętościowy gruntu			$\gamma_k =$	20,0 kN/m ³
kąt tarcia wewnętrznego			$\Phi_k =$	25,0 °
wartość obliczeniowa kąta tarcia wewnętrznego				
$\Phi_{obl} = \Phi_k \cdot \gamma_{m1}$			$\Phi_{obl} =$	22,5 °

1.3 Geometria fundamentu i słupa

Przyjęto fundament prefabrykowany typ **F-5/2**

szerokość kominka fundamentu	$A =$	0,65 m
szerokość stopy fundamentu	$D =$	1,05 m
wysokość kominka fundamentu	$H_1 =$	2,30 m
wysokość stopy fundamentu	$H_2 =$	0,20 m
średnica słupa (wartość uśredniona)	$d =$	0,24 m
wysokość słupa ponad poziom fundamentu	$h_1 =$	16,0 m

1.4 Obciążenia

1.4.1 Ciężar fundamentu i słupa

1.4.1.1 Ciężar słupa

ciężar słupa wraz z oprawami w kilogramach $G_s = 580,0 \text{ kg}$

wartość charakterystyczna obciążenia od ciężaru słupa

$$Q_{sk} = G_s \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 / 1000 \quad Q_{sk} = 5,7 \text{ kN}$$

współczynnik obciążenia $\gamma_{f1} = 0,9$

wartość obliczeniowa obciążenia od ciężaru słupa

$$Q_{sobl} = Q_{sk} \cdot \gamma_{f1} \quad Q_{sobl} = 5,1 \text{ kN}$$

1.4.1.2 Ciężar fundamentu

ciężar objętościowy żelbetu $\rho = 25,0 \text{ kN/m}^3$

wartość charakterystyczna obciążenia od ciężaru fundamentu

$$Q_{fk} = (A^2 \cdot H_1 + D^2 \cdot H_2) \cdot \rho \quad Q_{fk} = 29,8 \text{ kN}$$

współczynnik obciążenia $\gamma_{f2} = 0,9$

wartość obliczeniowa obciążenia od ciężaru słupa

$$Q_{fobl} = Q_{fk} \cdot \gamma_{f2} \quad Q_{fobl} = 26,8 \text{ kN}$$

1.4.1.3 Ciężar gruntu na fundamencie

wartość charakterystyczna obciążenia od ciężaru gruntu na fundamencie

$$G_k = (D^2 - A^2) \cdot H_1 \cdot \gamma_k \quad G_k = 31,3 \text{ kN}$$

współczynnik obciążenia $\gamma_{f2} = 0,9$

wartość obliczeniowa obciążenia od ciężaru słupa

$$G_{obl} = G_k \cdot \gamma_{f2} \quad G_{obl} = 28,2 \text{ kN}$$

1.4.2 Siła pozioma na szczycie słupa

wartość charakterystyczna obciążenia $P_k = 0,5 \text{ kN}$

wysokość przyłożenia siły ponad poziom fundamentu $h_2 = 16,0 \text{ m}$

współczynnik obciążenia $\gamma_{f3} = 1,2$

wartość obliczeniowa obciążenia $P_{obl} = P_k \cdot \gamma_{f3}$

$$P_{obl} = 0,6 \text{ kN}$$

1.4.3 Obciążenie wiatrem na całej wysokości słupa

wartość charakterystyczna ciśnienia wiatru (strefa II) $q_k = 0,42 \text{ kN/m}^2$

wartość współczynnika ekspozycji terenu $C_e = 1,00$

wartość współczynnika oporu aerodynamicznego

$C_{\infty} = 0,70$ wg Z1-17 - powierzchnia gładka; $d \cdot \sqrt{(0,1 \cdot q_k \cdot C_e)} \geq 1,5$

$\lambda = 2 \cdot h_1 / d$ $\lambda = 133,33$

$k = 0,67 - 0,18 \cdot \lg(1/\lambda)$ $k = 1,05 > 1$

przyjęto: $k = 1,0$

$C_x = k \cdot C_{\infty}$ $C_x = 0,70$

wartość współczynnika działania porywów wiatru $\beta = 2,20$

obciążenie charakterystyczne wywołane parciem wiatru

$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C_x \cdot \beta$ $p_k = 0,65 \text{ kN/m}^2$

współczynnik obciążenia $\gamma_{f4} = 1,5$

obciążenie obliczeniowe wywołane parciem wiatru

$p_{obl} = p_k \cdot \gamma_{f4}$ $p_{obl} = 0,97 \text{ kN/m}^2$

wypadkowa obciążenia wiatrem działająca na słup

$p_w = p_{obl} \cdot h_1 \cdot d$ $p_w = 3,73 \text{ kN}$

1.5 Parcie i odpór gruntu

1.5.1 Parcie gruntu

współczynnik parcia czynnego

$k_a = \tan^2(45^\circ - \Phi_{obl} / 2)$ $k_a = 0,45$

parcie czynne na kominek fundamentu

$E_a = k_a \cdot \gamma_k \cdot \gamma_{m2} \cdot A \cdot H_1$ $E_a = 14,68 \text{ kN/m}$

wypadkowa parcia czynnego na kominek

$W_{ea} = E_a \cdot H_1 / 2$ $W_{ea} = 16,89 \text{ kN}$

parcie czynne na stopę fundamentu

$E_{a1} = k_a \cdot \gamma_k \cdot \gamma_{m2} \cdot D \cdot H_1$ $E_{a1} = 23,72 \text{ kN/m}$

$E_{a2} = k_a \cdot \gamma_k \cdot \gamma_{m2} \cdot D \cdot (H_1 + H_2)$ $E_{a2} = 25,78 \text{ kN/m}$

PRACOWNIA PROJEKTOWANIA I REALIZACJI ABRAMSKI-ŻUREK

wypadkowe parcia czynnego na stopę fundamentu

$$W_{ea1} = E_{a1} \cdot H_2$$

$$W_{ea1} = 4,74 \text{ kN}$$

$$W_{ea2} = (E_{a2} - E_{a1}) \cdot H_2 / 2$$

$$W_{ea2} = 0,21 \text{ kN}$$

1.5.2 Odpór gruntu

współczynnik parcia biernego

$$k_p = \operatorname{tg}^2 (45^\circ + \Phi_{obl} / 2)$$

$$k_p = 2,24$$

parcie bierne na kominek fundamentu

$$E_p = k_p \cdot \gamma_k \cdot \gamma_{m1} \cdot A \cdot H_1$$

$$E_p = 60,27 \text{ kN/m}$$

wypadkowa parcia biernego na kominek fundamentu

$$W_{ep} = E_p \cdot H_1 / 2$$

$$W_{ep} = 69,31 \text{ kN}$$

parcie bierne na stopę fundamentu

$$E_{p1} = k_p \cdot \gamma_k \cdot \gamma_{m1} \cdot D \cdot H_1$$

$$E_{p1} = 97,37 \text{ kN/m}$$

$$E_{p2} = k_p \cdot \gamma_k \cdot \gamma_{m1} \cdot D \cdot (H_1 + H_2)$$

$$E_{p2} = 105,83 \text{ kN/m}$$

wypadkowe parcia biernego na stopę fundamentu

$$W_{ep1} = E_{p1} \cdot H_2$$

$$W_{ep1} = 19,47 \text{ kN}$$

$$W_{ep2} = (E_{p2} - E_{p1}) \cdot H_2 / 2$$

$$W_{ep2} = 0,85 \text{ kN}$$

1.6 Stateczność fundamentu

moment wywracający

$$M_w = P_{obl} \cdot (h_2 + H_1 + H_2) + p_w \cdot (0,5 \cdot h_1 + H_1 + H_2) + \\ + W_{ea} \cdot (H_2 + H_1 / 3) + W_{ea1} \cdot H_2 / 2 + W_{ea2} \cdot H_2 / 3$$

$$M_w = 67,03 \text{ kNm}$$

moment utrzymujący

$$M_u = (Q_{sobl} + Q_{fobl} + G_{obl}) \cdot D / 2 + \\ + W_{ep} \cdot (H_2 + H_1 / 3) + W_{ep1} \cdot H_2 / 2 + W_{ep2} \cdot H_2 / 3$$

$$M_u = 100,56 \text{ kNm}$$

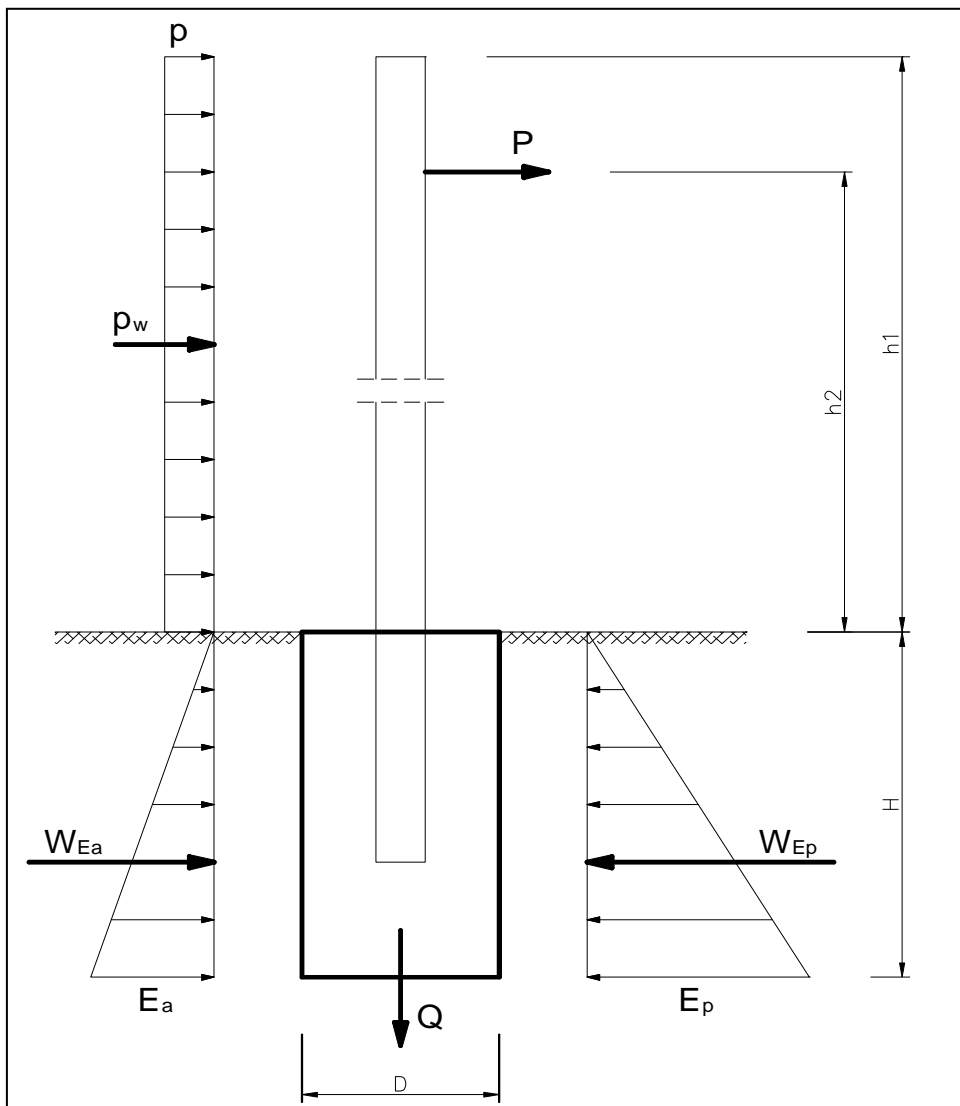
warunek stateczności

$$M_w / M_u = 0,67 < 1$$

warunek jest spełniony

2.0 Fundament słupa ogrodzenia

2.1 Schemat statyczny



2.2 Parametry gruntu

współczynniki materiałowe

$$\gamma_{m1} = 0,9$$

$$\gamma_{m2} = 1,1$$

ciężar objętościowy gruntu

$$\gamma_k = 20,0 \text{ kN/m}^3$$

kąt tarcia wewnętrznego

$$\Phi_k = 25,0^\circ$$

wartość obliczeniowa kąta tarcia wewnętrznego

$$\Phi_{obl} = \Phi_k \cdot \gamma_{m1}$$

$$\Phi_{obl} = 22,5^\circ$$

2.3 Geometria fundamentu i słupa

wymiar boku fundamentu

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

wysokość fundamentu

$$H = 1,50 \text{ m}$$

wysokość słupa ponad poziom fundamentu

$$h_1 = 4,10 \text{ m}$$

2.4 Obciążenia

2.4.1 Ciężar fundamentu i słupa

2.4.1.1 Ciężar słupa

ciężar słupa wraz z ogrodzeniem

$$G_s = 150,0 \text{ kg}$$

wartość charakterystyczna obciążenia od ciężaru słupa

$$Q_{sk} = G_s \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 / 1000$$

$$Q_{sk} = 1,5 \text{ kN}$$

współczynnik obciążenia

$$\gamma_{f1} = 0,9$$

wartość obliczeniowa obciążenia od ciężaru słupa

$$Q_{sobl} = Q_{sk} \cdot \gamma_{f1}$$

$$Q_{sobl} = 1,3 \text{ kN}$$

2.4.1.2 Ciężar fundamentu

ciężar objętościowy żelbetu

$$\rho = 25,0 \text{ kN/m}^3$$

wartość charakterystyczna obciążenia od ciężaru fundamentu

$$Q_{fk} = D^2 \cdot H \cdot \rho$$

$$Q_{fk} = 6,0 \text{ kN}$$

współczynnik obciążenia

$$\gamma_{f2} = 0,9$$

wartość obliczeniowa obciążenia od ciężaru słupa

$$Q_{fobl} = Q_{fk} \cdot \gamma_{f2}$$

$$Q_{fobl} = 5,4 \text{ kN}$$

2.4.2 Siła pozioma działająca na słup (obciążenie wyjątkowe)

wartość charakterystyczna obciążenia

$$P_k = 0,25 \text{ kN}$$

wysokość przyłożenia siły ponad poziom fundamentu

$$h_2 = 2,7 \text{ m}$$

współczynnik obciążenia

$$\gamma_{f3} = 1,2$$

wartość obliczeniowa obciążenia

$$P_{obl} = P_k \cdot \gamma_{f3}$$

$$P_{obl} = 0,30 \text{ kN}$$

2.4.3 Obciążenie wiatrem na całej wysokości słupa

wartość charakterystyczna ciśnienia wiatru (strefa II)

$$q_k = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

wartość współczynnika ekspozycji terenu

$$C_e = 0,70$$

wysokość ogrodzenia

$$h_o = 4,10 \text{ m}$$

rozstaw słupów

$$s_o = 2,52 \text{ m}$$

suma powierzchni rzutów wszystkich elementów ogrodzenia

$$F = 1,60 \text{ m}^2$$

wartość współczynnika wypełnienia

$$\varphi = F / (h_o \cdot s_o)$$

$$\varphi = 0,15$$

wartość współczynnika oporu aerodynamicznego

$$C_x = 1,20 - 0,80 \cdot \varphi$$

$$C_x = 1,08$$

PRACOWNIA PROJEKTOWANIA I REALIZACJI ABRAMSKI-ŻUREK

wartość współczynnika działania porywów wiatru	$\beta =$	2,20
obciążenie charakterystyczne wywołane parciem wiatru		
$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C_x \cdot \beta$	$p_k =$	0,70 kN/m ²
współczynnik obciążenia	$\gamma_{f4} =$	1,5
obciążenie obliczeniowe wywołane parciem wiatru		
$p_{obl} = p_k \cdot \gamma_{f4}$	$p_{obl} =$	1,04 kN/m ²
wypadkowa obciążenia wiatrem działająca na słup		
$p_w = p_{obl} \cdot F$	$p_w =$	1,67 kN

2.5 Parcie i odpór gruntu

2.5.1 Parcie gruntu

współczynnik parcia czynnego

$$k_a = \operatorname{tg}^2 (45^\circ - \Phi_{obl} / 2) \quad k_a = 0,45$$

parcie czynne na fundament

$$E_a = k_a \cdot \gamma_k \cdot \gamma_{m2} \cdot H \cdot D \quad E_a = 5,89 \text{ kN/m}$$

wypadkowa parcia czynnego

$$W_{ea} = E_a \cdot H / 2 \quad W_{ea} = 4,42 \text{ kN}$$

2.5.2 Odpór gruntu

współczynnik parcia biernego

$$k_p = \operatorname{tg}^2 (45^\circ + \Phi_{obl} / 2) \quad k_p = 2,24$$

parcie bierne na fundament

$$E_p = k_p \cdot \gamma_k \cdot \gamma_{m1} \cdot H \cdot D \quad E_p = 24,19 \text{ kN/m}$$

wypadkowa parcia biernego

$$W_{ep} = E_p \cdot H / 2 \quad W_{ep} = 18,14 \text{ kN}$$

2.6 Stateczność fundamentu

moment wywracający

$$M_w = P_{obl} \cdot (H + h_2) + p_w \cdot (H + 0,5 \cdot h_1) + W_{ea} \cdot H / 3$$

$$M_w = 9,40 \text{ kNm}$$

moment utrzymujący

$$M_u = (Q_{sobl} + Q_{fobl}) \cdot D / 2 + W_{ep} \cdot H / 3$$

$$M_u = 10,42 \text{ kNm}$$

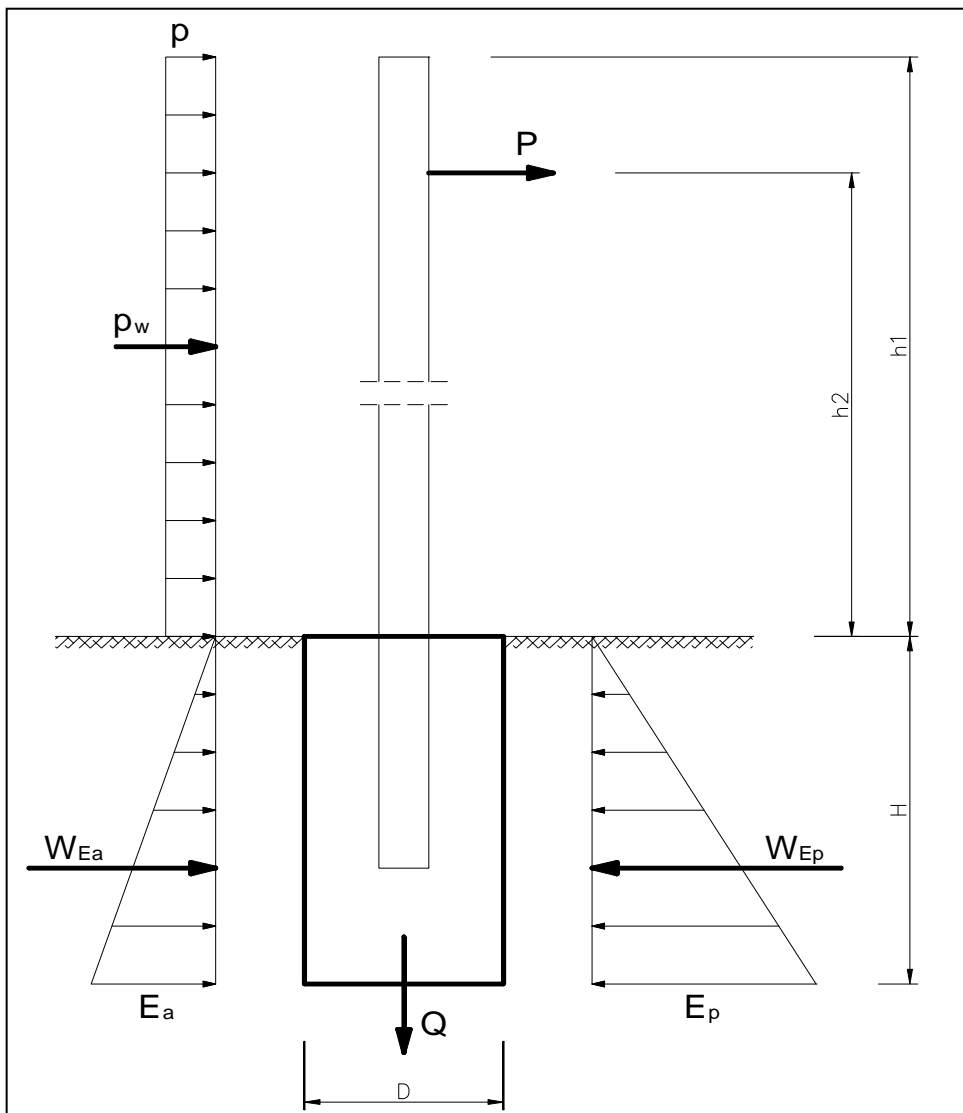
warunek stateczności

$$M_w / M_u = 0,90 < 1$$

warunek jest spełniony

3.0 Fundament słupa piłkochwyty

3.1 Schemat statyczny



3.2 Parametry gruntu

współczynniki materiałowe

$$\gamma_{m1} = 0,9$$

$$\gamma_{m2} = 1,1$$

ciężar objętościowy gruntu

$$\gamma_k = 20,0 \text{ kN/m}^3$$

kąt tarcia wewnętrznego

$$\Phi_k = 25,0^\circ$$

wartość obliczeniowa kąta tarcia wewnętrznego

$$\Phi_{obl} = \Phi_k \cdot \gamma_{m1}$$

$$\Phi_{obl} = 22,5^\circ$$

3.3 Geometria fundamentu i słupa

wymiar boku fundamentu

$$D = 0,50 \text{ m}$$

wysokość fundamentu

$$H = 1,70 \text{ m}$$

wysokość słupa ponad poziom fundamentu

$$h_1 = 6,00 \text{ m}$$

3.4 Obciążenia

3.4.1 Ciężar fundamentu i słupa

3.4.1.1 Ciężar słupa

ciężar słupa wraz z siatką piłkochwyty

$$G_s = 60,0 \text{ kg}$$

wartość charakterystyczna obciążenia od ciężaru słupa

$$Q_{sk} = G_s \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 / 1000$$

$$Q_{sk} = 0,6 \text{ kN}$$

współczynnik obciążenia

$$\gamma_{f1} = 0,9$$

wartość obliczeniowa obciążenia od ciężaru słupa

$$Q_{sobl} = Q_{sk} \cdot \gamma_{f1}$$

$$Q_{sobl} = 0,5 \text{ kN}$$

3.4.1.2 Ciężar fundamentu

ciężar objętościowy żelbetu

$$\rho = 25,0 \text{ kN/m}^3$$

wartość charakterystyczna obciążenia od ciężaru fundamentu

$$Q_{fk} = D^2 \cdot H \cdot \rho$$

$$Q_{fk} = 10,6 \text{ kN}$$

współczynnik obciążenia

$$\gamma_{f2} = 0,9$$

wartość obliczeniowa obciążenia od ciężaru słupa

$$Q_{fobl} = Q_{fk} \cdot \gamma_{f2}$$

$$Q_{fobl} = 9,6 \text{ kN}$$

3.4.2 Siła pozioma działająca na słup (obciążenie wyjątkowe)

wartość charakterystyczna obciążenia

$$P_k = 0,25 \text{ kN}$$

wysokość przyłożenia siły ponad poziom fundamentu

$$h_2 = 4,0 \text{ m}$$

współczynnik obciążenia

$$\gamma_{f3} = 1,2$$

wartość obliczeniowa obciążenia

$$P_{obl} = P_k \cdot \gamma_{f3}$$

$$P_{obl} = 0,30 \text{ kN}$$

3.4.3 Obciążenie wiatrem na całej wysokości słupa

wartość charakterystyczna ciśnienia wiatru (strefa II)

$$q_k = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

wartość współczynnika ekspozycji terenu

$$C_e = 0,80$$

wysokość piłkochwyty

$$h_o = 6,00 \text{ m}$$

rozstaw słupów

$$s_o = 4,00 \text{ m}$$

suma powierzchni rzutów wszystkich elementów ogrodzenia

$$F = 2,20 \text{ m}^2$$

wartość współczynnika wypełnienia

$$\varphi = F / (h_o \cdot s_o)$$

$$\varphi = 0,09$$

wartość współczynnika oporu aerodynamicznego

$$C_x = 1,20 - 0,80 \cdot \varphi$$

$$C_x = 1,13$$

PRACOWNIA PROJEKTOWANIA I REALIZACJI ABRAMSKI-ŻUREK

wartość współczynnika działania porywów wiatru	$\beta =$	2,20
obciążenie charakterystyczne wywołane parciem wiatru		
$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C_x \cdot \beta$	$p_k =$	0,83 kN/m ²
współczynnik obciążenia	$\gamma_{f4} =$	1,5
obciążenie obliczeniowe wywołane parciem wiatru		
$p_{obl} = p_k \cdot \gamma_{f4}$	$p_{obl} =$	1,25 kN/m ²
wypadkowa obciążenia wiatrem działająca na słup		
$p_w = p_{obl} \cdot F$	$p_w =$	2,75 kN

3.5 Parcie i odpór gruntu

3.5.1 Parcie gruntu

współczynnik parcia czynnego

$$k_a = \operatorname{tg}^2 (45^\circ - \Phi_{obl} / 2) \quad k_a = 0,45$$

parcie czynne na fundament

$$E_a = k_a \cdot \gamma_k \cdot \gamma_{m2} \cdot H \cdot D \quad E_a = 8,35 \text{ kN/m}$$

wypadkowa parcia czynnego

$$W_{ea} = E_a \cdot H / 2 \quad W_{ea} = 7,10 \text{ kN}$$

3.5.2 Odpór gruntu

współczynnik parcia biernego

$$k_p = \operatorname{tg}^2 (45^\circ + \Phi_{obl} / 2) \quad k_p = 2,24$$

parcie bierne na fundament

$$E_p = k_p \cdot \gamma_k \cdot \gamma_{m1} \cdot H \cdot D \quad E_p = 34,27 \text{ kN/m}$$

wypadkowa parcia biernego

$$W_{ep} = E_p \cdot H / 2 \quad W_{ep} = 29,13 \text{ kN}$$

3.6 Stateczność fundamentu

moment wywracający

$$M_w = P_{obl} \cdot (H + h_2) + p_w \cdot (H + 0,5 \cdot h_1) + W_{ea} \cdot H / 3$$

$$M_w = 18,65 \text{ kNm}$$

moment utrzymujący

$$M_u = (Q_{sobl} + Q_{fobl}) \cdot D / 2 + W_{ep} \cdot H / 3$$

$$M_u = 19,03 \text{ kNm}$$

warunek stateczności

$$M_w / M_u = 0,98 < 1$$

warunek jest spełniony