

OBLICZENIA FILARÓW WIEŻY KOŚCIOŁA PO WYKONANIU PRZEBIĆ NA PARTERZE BUDYNKU

1. ZAKRES OPRACOWANIA

Opracowanie obejmuje obliczenia statyczne filarów powstałych po wykonaniu przebić na parterze budynku kościoła w Nowym Mieście Lubawskim. Obliczeniom filary oraz sprawdzono naprężenia w gruncie w poziomie posadowienia

2. ZAŁOŻENIA

Przyjęto następujące założenia :

– ciężar hełmu wieży	800kN
– ciężar ściany	19kN/m ³
– wysokość ściany od poziomu posadowienia do hełmu	H=24,5m
– wysokość ściany do poziomu projektowanych nadproży	H=21,0m
– klasa cegieł	7MPa
– klasa zaprawy	5MPa
– wysokość filarów	h= 215cm
– długość kolumn jet-grouting poniżej posadzki piwnic	H=8,0m

Przyjęto , że palisada będzie wykonana pod całym obwodem wieży. Po wykonaniu otworów w ścianach i wycięciu w palisadzie projektowanych otworów drzwiowych naprężenia od powstałych filarów palisady są przenoszone na podstawy kolumn.

3. SPRAWDZENIE FILARA W OSI B

3.1. NOŚNOŚĆ FILARA

Tablica 1. obciążenie od ściany gr.75cm / 1mb

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m
1.	Cegła budowlana wypalana z gliny, pełna grub. 75 cm i szer.2100 cm [18,0kN/m ³ ·0,75m·21,00m]	283,50	1,10	--	311,85
2.	stropy 4x16	53,00	1,20	--	63,60
3.	hełm	33,00	1,20	--	39,60
Σ :		369,50	1,12	--	415,05

Obciążenie skupione na filar $N = 1,61 \times 63,60 + 3,46 \times 311,85 = 1181$ kN

filar w osi B

DANE:Materiał:

Ściana z elementów ceramicznych grupy 1

Znormalizowana wytrzymałość elementu na ściskanie $f_b = 7,50$ MPa

Kategoria wykonania elementu I

Zaprawa murarska: zwykła klasy M5, przepisana $\rightarrow f_m = 5,0$ MPa

\rightarrow Wytrzymałość charakterystyczna muru na ściskanie $f_k = 2,99$ MPa

Geometria:

Grubość słupa $t = 75,0$ cm

Szerokość słupa $b = 200,0$ cm

Wysokość słupa $h = 215,0$ cm

Obciążenia obliczeniowe:

Obciążenie skupione pionowe $N_{sd} = 1181,00$ kN

Moment zginający $M_{sd,x} = 0,00$ kNm

Moment zginający $M_{sd,y} = 0,00$ kNm

Ciężar objętościowy muru $\rho = 18,0$ kN/m³; $\gamma_f = 1,10$

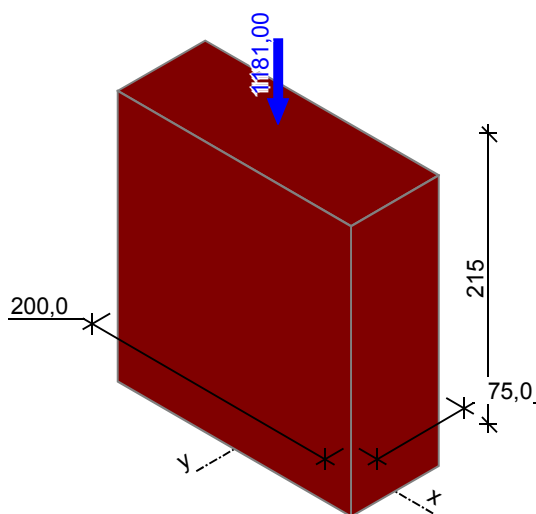
\rightarrow ciężar własny słupa $G_s = 63,86$ kN/mb

ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE:

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Kategoria wykonania robót: B

\rightarrow Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla muru $\gamma_m = 2,2$

WYNIKI - SŁUP (wg PN-B-03002:2007):

Warunek nośności pod stropem:

$$A = 1,50 \text{ m}^2, f_d = 1,36 \text{ MPa}, \Phi_{1,x} = 0,973, \Phi_{1,y} = 0,990$$

$$N_{1R,d,x} = 1983,25 \text{ kN}, N_{1R,d,y} = 2017,21 \text{ kN}, N_{0R,d} = A \cdot f_d = 2037,58 \text{ kN}$$

$$N_{1d} = 1181,00 \text{ kN} < N_{1R,d,xy} = 1/[(1/N_{1R,d,x}) + (1/N_{1R,d,y}) - (1/N_{0R,d})] = 1963,94 \text{ kN} \quad (60,1\%)$$

Warunek nośności w strefie środkowej:

$$A = 1,50 \text{ m}^2, f_d = 1,36 \text{ MPa}, \Phi_{m,x} = 0,948, \Phi_{m,y} = 0,989$$

$$N_{mR,d,x} = 1931,56 \text{ kN}, N_{mR,d,y} = 2014,54 \text{ kN}, N_{0R,d} = 2037,58 \text{ kN}$$

$$N_{md} = 1212,93 \text{ kN} < N_{mR,d,xy} = 1/[(1/N_{mR,d,x}) + (1/N_{mR,d,y}) - (1/N_{0R,d})] = 1910,84 \text{ kN} \quad (63,5\%)$$

Warunek nośności nad stropem:

$$A = 1,50 \text{ m}^2, f_d = 1,36 \text{ MPa}, \Phi_{2,x} = 0,973, \Phi_{2,y} = 0,990$$

$$N_{2R,d,x} = 1983,25 \text{ kN}, N_{2R,d,y} = 2017,21 \text{ kN}, N_{0R,d} = 2037,58 \text{ kN}$$

$$N_{2d} = 1244,86 \text{ kN} < N_{2R,d,xy} = 1/[(1/N_{2R,d,x}) + (1/N_{2R,d,y}) - (1/N_{0R,d})] = 1963,94 \text{ kN} \quad (63,4\%)$$

3.2. NAPRĘŻENIA W GRUNCIE

Obciążenie skupione w poziomie posadowienia N = 1297 kN

OPIS PODŁOŻA

Zestawienie warstw podłoża

N r	nazwa gruntu	h [m]	nawodn iona	$\rho_o^{(n)}$ [t/m ³]	$\gamma_{f,min}$	$\gamma_{f,max}$	$\phi_u^{(r)}$ [°]	$c_u^{(r)}$ [kPa]	M_o [kPa]	M [kPa]
1	Piaski drobne	4,00	nie	1,65	0,90	1,10	27,37	0,00	61908	77386

OBCIĄŻENIA FUNDAMENTU

Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

N r	typ obc.	N [kN]	T_B [kN]	M_B [kNm]	T_L [kN]	M_L [kNm]	e [kPa]	Δe [kPa/m]
1	całkowite	1297,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

WYNIKI-PROJEKTOWANIE

Nośność pała wciskanego o średnicy 1000mm dla panujących warunków gruntowych :

$$A = 3,14 \times 0,5 \times 0,5 = 0,785 \text{ m}^2$$

Opór graniczny pod podstawą pała dla piasków drobnych o $I_d=0,5$ $q = 2175 \text{ kPa}$ (dla pała o dł. 10m)

Założono dł. pali pod wieżą $L=8,0\text{m}$ dla której nośność pała na wciskanie wynosi $q = 0,8 \times 2175 = 1740 \text{ kPa}$

$$\text{Nośność pojedynczego pała } N = 0,785 \times 1740 = 1365,9 \text{ kN}$$

Pod filarem znajdują się 2szt. Kolumn

Wsp. Zmniejszający powierzchnię z uwagi na zachodzenie pól kolumn na siebie $a = 0,8$

Sprawdzenie naprężeń w gruncie pod podstawą pali :

$$\mathbf{N = 1297 \text{ kN} < N_r = 2 \times 1740 \times 0,8 = 2784 \text{ kN}}$$

4. SPRAWDZENIE FILARA POMIĘDZY DRZWIAMI

4.1. NOŚNOŚĆ FILARA MUROWANEGO BEZ WZMOCNIENIA

Tablica 2. obciążenie od ściany gr.100cm / 1mb

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m
1.	Cegła budowlana wypalana z gliny, pełna grub. 100 cm i szer.2100 cm [18,0kN/m ³ ·1,00m·21,00m]	378,00	1,10	--	415,80
2.	stropy 4x16	53,00	1,20	--	63,60
3.	hełm	33,00	1,20	--	39,60
Σ :		464,00	1,12	--	519,00

Obciążenie skupione na filar N = 2,12 m x 519 - 79 = 1021 kN

filar między drzwiami

DANE:

Materiał:

Ściana z elementów ceramicznych grupy 1

Znormalizowana wytrzymałość elementu na ściskanie $f_b = 7,50$ MPa

Kategoria wykonania elementu I

Zaprawa murarska: zwykła klasy M5, przepisana $\rightarrow f_m = 5,0$ MPa

\rightarrow Wytrzymałość charakterystyczna muru na ściskanie $f_k = 2,99$ MPa

Geometria:

Grubość słupa $t = 72,0$ cm

Szerokość słupa $b = 100,0$ cm

Wysokość słupa $h = 215,0$ cm

Obciążenia obliczeniowe:

Obciążenie skupione pionowe $N_{sd} = 1021,00$ kN

Moment zginający $M_{sd,x} = 0,00$ kNm

Moment zginający $M_{sd,y} = 0,00$ kNm

Ciężar objętościowy muru $\rho = 18,0$ kN/m³; $\gamma_f = 1,10$

\rightarrow ciężar własny słupa $G_s = 30,65$ kN/mb

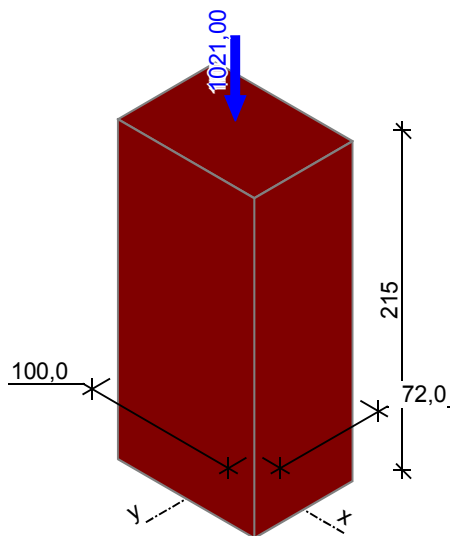
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE:

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Kategoria wykonania robót: B

\rightarrow Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla muru $\gamma_m = 2,2$

WYNIKI - SŁUP (wg PN-B-03002:2007):



Warunek nośności pod stropem:

$$A = 0,72 \text{ m}^2, f_d = 1,36 \text{ MPa}, \Phi_{1,x} = 0,972, \Phi_{1,y} = 0,980$$

$$N_{1R,d,x} = 950,87 \text{ kN}, N_{1R,d,y} = 958,48 \text{ kN}, N_{0R,d} = A \cdot f_d = 978,04 \text{ kN}$$

$$N_{1d} = 1021,00 \text{ kN} > N_{1R,d,xy} = 1/[(1/N_{1R,d,x}) + (1/N_{1R,d,y}) - (1/N_{0R,d})] = 932,37 \text{ kN} \quad (109,5\%) \quad (!!!)$$

Warunek nośności w strefie środkowej:

$$A = 0,72 \text{ m}^2, f_d = 1,36 \text{ MPa}, \Phi_{m,x} = 0,944, \Phi_{m,y} = 0,968$$

$$N_{mR,d,x} = 923,26 \text{ kN}, N_{mR,d,y} = 947,16 \text{ kN}, N_{0R,d} = 978,04 \text{ kN}$$

$$N_{md} = 1036,33 \text{ kN} > N_{mR,d,xy} = 1/[(1/N_{mR,d,x}) + (1/N_{mR,d,y}) - (1/N_{0R,d})] = 895,69 \text{ kN} \quad (115,7\%) \quad (!!!)$$

Warunek nośności nad stropem:

$$A = 0,72 \text{ m}^2, f_d = 1,36 \text{ MPa}, \Phi_{2,x} = 0,972, \Phi_{2,y} = 0,980$$

$$N_{2R,d,x} = 950,87 \text{ kN}, N_{2R,d,y} = 958,48 \text{ kN}, N_{0R,d} = 978,04 \text{ kN}$$

$$N_{2d} = 1051,65 \text{ kN} > N_{2R,d,xy} = 1/[(1/N_{2R,d,x}) + (1/N_{2R,d,y}) - (1/N_{0R,d})] = 932,37 \text{ kN} \quad (112,8\%) \quad (!!!)$$

Zaprojektowano obejmę stalową z czterech I 220 HEB połączoną przewiązkami 20x150 co 635mm

Siły przekrojowe:

$$x_a = 0,000; x_b = 3,320.$$

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: A

$$N = -1026,2 \text{ kN},$$

$$\text{Naprężenia w skrajnych włóknach: } \sigma_t = -56,4 \text{ MPa} \quad \sigma_c = -56,4 \text{ MPa}.$$

Połączenie gałęzi:

Przyjęto, że gałęzie połączone są przewiązkami o szerokości $b = 150,0 \text{ mm}$ i grubości $g = 20,0 \text{ mm}$ w odstępach $l_1 = 635,0 \text{ mm}$, wykonanymi ze stali St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W.

Smukłość gałęzi:

$$\lambda_v = \lambda_1 = l_1 / i_1 = 664,0 / 55,9 = 11,88$$

$$\lambda_p = 84 \sqrt{215 / f_d} = 84 \times \sqrt{215 / 215} = 84,00$$

Współczynniki redukcji nośności:

Współczynnik niestateczności dla ścianki przy ściskaniu wynosi $\varphi_p = 1,000$. Współczynnik niestateczności gałęzi wynosi:

$$\bar{\lambda} = \lambda_1 / \lambda_p = 11,88 / 84,00 = 0,141 \quad \square \quad \varphi_1 = 0,992.$$

W związku z tym współczynniki redukcji nośności wynoszą:

$$\text{- dla ściskania:} \quad \psi_o = 0,992$$

Smukłość zastępcza pręta:

- dla wyboczenia w płaszczyźnie prostopadłej do osi X

$$\lambda = l_{wx} / i_x = 3320,0 / 354,4 = 9,37$$

$$\lambda_m = \sqrt{\lambda^2 + \lambda_v^2} \text{ m} / 2 = \sqrt{9,37^2 + 11,88^2} = 15,13$$

$$\bar{\lambda}_m = \frac{\lambda_m}{\lambda_p} \sqrt{\psi_o} = \frac{15,13}{84,00} \times \sqrt{0,992} = 0,179$$

Nośność przewiązek:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,320$.

Przewiązki prostopadłe do osi X:

$$Q = 1,2 \quad V = 1,2 \times 0,0 = 0,0 \text{ kN}$$

$$Q \square 0,012 \quad A f_d = 0,012 \times 182,00 \times 215 \times 10^{-1} = 47,0 \text{ kN}$$

Przyjęto $Q = 47,0 \text{ kN}$

$$V_Q = \frac{Q l_1}{n(m-1)a} = \frac{47,0 \times 664,0}{2 \times (2-1) \times 700,0} = 22,3 \text{ kN} \quad M_Q = \frac{Q l_1}{m n} = \frac{47,0 \times 0,7}{2 \times 2} = 7,8 \text{ kNm}$$

$$V_R = 0,58 \varphi_{pv} A_v f_d = 0,58 \times 1,000 \times 0,9 \times 150,0 \times 20,0 \times 205 \times 10^{-3} = 321,0 \text{ kN}$$

$$M_R = W f_d = 20,0 \times 150,0^2 / 6 \times 205 \times 10^{-6} = 15,4 \text{ kNm}$$

$$V_Q = 22,3 < 321,0 = V_R \quad M_Q = 7,8 < 15,4 = M_R$$

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \square \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 3,320$$

$$l_w = 1,000 \times 3,320 = 3,320 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 3,320$$

$$l_w = 1,000 \times 3,320 = 3,320 \text{ m}$$

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 228630,0}{3,320^2} 10^{-2} = 419672,6 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 16180,0}{3,320^2} 10^{-2} = 29700,0 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na ściskanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,320$:

$$N_{RC} = \psi A f_d = 0,992 \times 182,0 \times 215 \times 10^{-1} = 3881,7 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

$$\lambda_p = 84 \sqrt{215 / f_d} = 84 \times \sqrt{215 / 215} = 84,00$$

- dla wyboczenia prostopadłego do osi X:

$$\bar{\lambda} = \bar{\lambda}_m = 0,179 \quad \square \text{ Tab.11 b } \quad \varphi = 0,997$$

- dla wyboczenia prostopadłego do osi Y:

$$\lambda_y = l_{wy} / i_y = 3320,0 / 94,3 = 35,21$$

$$\bar{\lambda} = \lambda_y / \lambda_p = 35,21 / 84,00 = 0,419 \quad \square \text{ Tab.11 b } \quad \varphi = 0,963$$

Przyjęto: $\varphi = \varphi_{\min} = 0,963$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{RC}} = \frac{1026,2}{0,963 \times 3881,7} = 0,275 < 1$$

4.2. NAPRĘŻENIA W GRUNCIE

Tablica 2. obciążenie od ściany gr.100cm / 1mb

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m
1.	Cegła budowlana wypalana z gliny, pełna grub. 100 cm i szer.2300 cm [18,0kN/m ³ ·1,00m·23,00m]	414,00	1,10	--	455,40
2.	stropy 4x16	53,00	1,20	--	63,60

3.	hełm	33,00	1,20	--	39,60
Σ:		500,00	1,12	--	558,60

Obciążenie skupione w poziomie posadowienia N = 1183 kN

OPIS PODŁOŻA

Zestawienie warstw podłoża

N	nazwa gruntu	h [m]	nawodn iona	$\rho_o^{(n)}$ [t/m ³]	$\gamma_{f,min}$	$\gamma_{f,max}$	$\phi_u^{(r)}$ [°]	$c_u^{(r)}$ [kPa]	M_o [kPa]	M [kPa]
1	Piaski drobne	4,00	nie	1,65	0,90	1,10	27,37	0,00	61908	77386

OBCIĄŻENIA FUNDAMENTU

Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

N	typ obc.	N [kN]	T_B [kN]	M_B [kNm]	T_L [kN]	M_L [kNm]	e [kPa]	Δe [kPa/m]
1	całkowite	1183	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

WYNIKI-PROJEKTOWANIE

Nośność pala wciskanego o średnicy 1000mm dla panujących warunków gruntowych :

$$A = 3,14 \times 0,5 \times 0,5 = 0,785 \text{ m}^2$$

Opór graniczny pod podstawą pala dla piasków drobnych o $l_d=0,5$ $q = 2175 \text{ kPa}$ (dla pala o dł. 10m)

Założono dł. pali pod wieżą $L=8,0\text{m}$ dla której nośność pala na wciskanie wynosi $q = 0,8 \times 2175 = 1740 \text{ kPa}$

Nośność pojedynczego pala $N = 0,785 \times 1740 = 1365,9 \text{ kN}$

Pod filarem znajdują się 1szt. kolumn

Sprawdzenie naprężeń w gruncie pod podstawą pali :

$$\underline{N = 1183 \text{ kN} < N_r = 1365,9 \text{ kN}}$$

5. SPRAWDZENIE NAROŻNIKA

5.1. NOŚNOŚĆ FILARA MUROWANEGO BEZ WZMOCNIENIA

Tablica 2. obciążenie od ściany gr.100cm / 1mb

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m
1.	Cegła budowlana wypalana z gliny, pełna grub. 100 cm i szer.2100 cm [18,0kN/m ³ ·1,00m·21,00m]	378,00	1,10	--	415,80
2.	stropy 4x16	53,00	1,20	--	63,60

3. hełm	33,00	1,20	--	39,60
Σ :	464,00	1,12	--	519,00

Obciążenie skupione na filar $N = 4,00m \times 519 + 200 + 52 = 2328 \text{ kN}$

DANE:

Materiał:

Ściana z elementów ceramicznych grupy 1

Znormalizowana wytrzymałość elementu na ściskanie $f_b = 7,50 \text{ MPa}$

Kategoria wykonania elementu I

Zaprawa murarska: zwykła klasy M5, przepisana $\rightarrow f_m = 5,0 \text{ MPa}$

\rightarrow Wytrzymałość charakterystyczna muru na ściskanie $f_k = 2,99 \text{ MPa}$

Geometria:

Grubość słupa $t = 134,0 \text{ cm}$

Szerokość słupa $b = 178,0 \text{ cm}$

Wysokość słupa $h = 215,0 \text{ cm}$

Obciążenia obliczeniowe:

Obciążenie skupione pionowe $N_{Sd} = 2328,00 \text{ kN}$

Moment zginający $M_{Sd,x} = 0,00 \text{ kNm}$

Moment zginający $M_{Sd,y} = 0,00 \text{ kNm}$

Ciężar objętościowy muru $\rho = 18,0 \text{ kN/m}^3$; $\gamma_f = 1,10$

\rightarrow ciężar własny słupa $G_s = 101,54 \text{ kN/mb}$

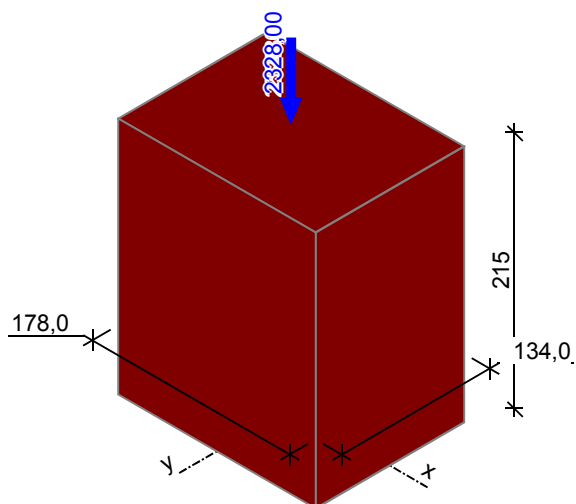
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE:

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Kategoria wykonania robót: B

\rightarrow Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla muru $\gamma_m = 2,2$

WYNIKI - SŁUP (wg PN-B-03002:2007):



Warunek nośności pod stropem:

$$A = 2,39 \text{ m}^2, f_d = 1,36 \text{ MPa}, \Phi_{1,x} = 0,985, \Phi_{1,y} = 0,989$$

$$N_{1R,d,x} = 3191,67 \text{ kN}, N_{1R,d,y} = 3203,62 \text{ kN}, N_{0R,d} = A \cdot f_d = 3240,03 \text{ kN}$$

$$N_{1d} = 2328,00 \text{ kN} < N_{1R,d,xy} = 1/[(1/N_{1R,d,x}) + (1/N_{1R,d,y}) - (1/N_{0R,d})] = 3156,34 \text{ kN} \quad (73,8\%)$$

Warunek nośności w strefie środkowej:

$$A = 2,39 \text{ m}^2, f_d = 1,36 \text{ MPa}, \Phi_{m,x} = 0,980, \Phi_{m,y} = 0,987$$

$$N_{mR,d,x} = 3176,20 \text{ kN}, N_{mR,d,y} = 3197,49 \text{ kN}, N_{0R,d} = 3240,03 \text{ kN}$$

$$N_{md} = 2378,77 \text{ kN} < N_{mR,d,xy} = 1/[(1/N_{mR,d,x}) + (1/N_{mR,d,y}) - (1/N_{0R,d})] = 3135,30 \text{ kN} \quad (75,9\%)$$

Warunek nośności nad stropem:

$$A = 2,39 \text{ m}^2, f_d = 1,36 \text{ MPa}, \Phi_{2,x} = 0,985, \Phi_{2,y} = 0,989$$

$$N_{2R,d,x} = 3191,67 \text{ kN}, N_{2R,d,y} = 3203,62 \text{ kN}, N_{0R,d} = 3240,03 \text{ kN}$$

$$N_{2d} = 2429,54 \text{ kN} < N_{2R,d,xy} = 1/[(1/N_{2R,d,x}) + (1/N_{2R,d,y}) - (1/N_{0R,d})] = 3156,34 \text{ kN} \quad (77,0\%)$$

Wzmocnienie stalowe przyjęto ze względów konstrukcyjnych

5.2. NAPRĘŻENIA W GRUNCIE

Obciążenie skupione w poziomie posadowienia $N = 2328 + 329 = 2657 \text{ kN}$

OPIS PODŁOŻA

Zestawienie warstw podłoża

N r	nazwa gruntu	h [m]	nawodn iona	$\rho_o^{(n)}$ [t/m ³]	$\gamma_{f,min}$	$\gamma_{f,max}$	$\phi_u^{(r)}$ [°]	$c_u^{(r)}$ [kPa]	M_0 [kPa]	M [kPa]
1	Piaski drobne	4,00	nie	1,65	0,90	1,10	27,37	0,00	61908	77386

OBCIĄŻENIA FUNDAMENTU

Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

N r	typ obc.	N [kN]	T_B [kN]	M_B [kNm]	T_L [kN]	M_L [kNm]	e [kPa]	Δe [kPa/m]
1	całkowite	1183	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

WYNIKI-PROJEKTOWANIE

Nośność pala wciskanego o średnicy 1000mm dla panujących warunków gruntowych :

$$A = 3,14 \times 0,5 \times 0,5 = 0,785 \text{ m}^2$$

Opór graniczny pod podstawą pala dla piasków drobnych o $l_d=0,5$ $q = 2175 \text{ kPa}$ (dla pala o dł. 10m)

Założono dł. pali pod wieżą $L=8,0\text{m}$ dla której nośność pala na wciskanie wynosi $q = 0,8 \times 2175 = 1740 \text{ kPa}$

Nośność pojedynczego pala $N = 0,785 \times 1740 = 1365,9 \text{ kN}$

Pod filarem znajdują się 3szt. Kolumn

Wsp. Zmniejszający powierzchnię z uwagi na zachodzenie pól kolumn na siebie $a = 0,8$

Sprawdzenie naprężeń w gruncie pod podstawą pali :

$$\mathbf{N = 2657 \text{ kN} < N_r = 3 \times 1365,9 \times 0,8 = 3278,16 \text{ kN}}$$