

INWESTOR

**Gmina Elbląg
82-300 Elbląg
ul. Browarna 85**



PROJEKT WYKONAWCZY

(konstrukcja fundamentów pod zbiorniki
retencyjne)

PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Stacja Podnoszenia Ciśnienia Wody
wraz ze zbiornikami retencyjnymi i
siecią wodociągową
w Gronowie Górnym gm.Elbląg
działki Nr 68,172,175

Elbląg czerwiec 2013 r.

KARTA PRZEWODNIA OPRACOWANIA

Inwestor: Gmina Elbląg

82-300 Elbląg ul. Browarna 85

Nazwa obiektu: Stacja Podnoszenia Ciśnienia Wody wraz ze zbiornikami
retencyjnymi oraz siecią wodociagową

Adres obiektu: Gronowa Górne Gm. Elbląg , działki Nr
68,172,175

Rodzaj opracowania: Konstrukcja fundamentów pod zbiorniki
retencyjne ZB1 i ZB2

Stadium: Projekt wykonawczy

Zespół projektowy	
<p>PROJEKTANT: mgr inż. Edward Szczerba Uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej Nr ewid. 153/01/OL</p>	

Elbląg , czerwiec 2013 r

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

- 1. Opis techniczny**
- 2. Oświadczenie projektanta**
- 3. Kopia uprawnień i przynależności projektanta do Izby Inżynierów Budownictwa**
- 4. Obliczenia**
- 5. Część rysunkowa – rysunek Nr 1**

OPIS TECHNICZNY

I. Podstawa opracowania

Projekt konstrukcyjny wykonawczy fundamentów wykonano w oparciu o dane techniczne z projektu branży instalacyjnej, dane techniczne zbiorników oraz opinię geotechniczną wykonaną przez Elbląskie Przedsiębiorstwo Geologiczne mgr inż. Daniel Kochanowski z listopada 2012 r.

Konstrukcję zaprojektowano na podstawie obliczeń statycznych (obliczenia w załączeniu).

II. Opis przyjętego rozwiązania

W podłożu występują korzystne warunki do posadowienia fundamentów.

Występują grunty nośne w postaci średniozagęszczonych piasków drobnych oraz piasków gliniastych w stanie twardoplastycznym.

Projektuje się fundamenty w postaci płyt żelbetowych opartych na poduszce z zagęszczonej do stopnia $ID=0,7$ podsypce ze żwiru lub pospółki

Należy wykonać wykop do głębokości 1,0 m poniżej terenu. Równolegle należy wykonać wszystkie podejścia rurociągów w obrębie zbiornika.

Luźny grunt występujący poza obrysem fundamentu na szerokość 1,5m oraz rozluźniony grunt przy robotach instalacyjnych należy usunąć i zastąpić żwirem lub pospółką zagęszczoną mechanicznie warstwami o grubości około 20-30 cm.

Podsypkę wykonać ze żwiru lub pospółki zagęszczoną mechanicznie warstwami o grubości 20-30 cm do stopnia $ID=0,7$

Do wykonania konstrukcji fundamentu należy stosować beton klasy C25/30, stopniu mrozoodporności F75 oraz stopniu wodoszczelności W8 o oznaczeniu C25/30, F75, W8 według normy PN-88/B-06250 – beton zwykły [7].

Do wykonania głównego zbrojenia należy stosować pręty żebrowane klasy A-III znaku 34GS. Strzemiona mogą być wykonane ze stali klasy A-I (St3SX)

Betonowanie fundamentu należy wykonać w 3 etapach :

- płytę żelbetową
- Rowek w płycie z zamocowaniem zbiornika
- Wylewkę betonową na dnie zbiornika

Etapowanie robót oraz wszystkie pozostałe szczegóły dotyczące fundamentowania pokazano w części rysunkowej opracowania.

III. Uwagi końcowe

Roboty budowlane należy prowadzić pod nadzorem osoby uprawnionej. Wszelkie zmiany w stosunku do projektu należy uzgodnić z autorem opracowania.

OŚWIADCZENIE:

Ja niżej podpisany oświadczam, że niniejszy projekt został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

OBLICZENIA

0.0. OBCIĄŻENIA

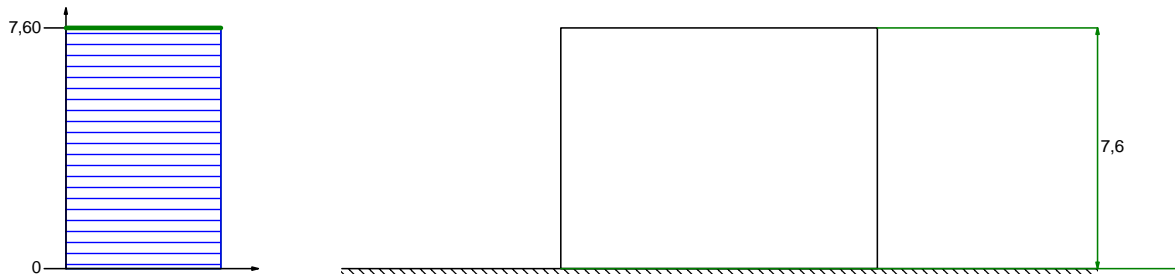
0.1. wiatr

Rodzaj: wiatr

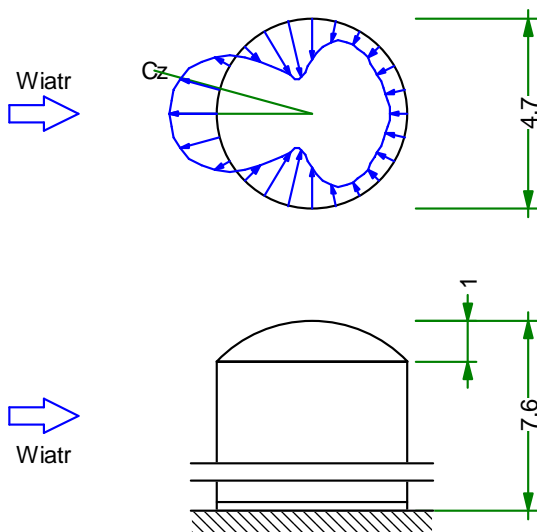
Typ: zmienne

0.1.1. Wiatr-ściany

- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru $q_k = 0,25 \text{ kN/m}^2$ przyjęto jak dla strefy I.
- Współczynnik ekspozycji $C_e = 1,00$ przyjęto jak dla terenu A i wysokości nad poziomem gruntu $z = 7,60 \text{ m}$. Ponieważ $H/L \leq 2$ przyjęto stały po wysokości rozkład współczynnika ekspozycji C_e o wartości jak dla punktu najwyższego.



- Współczynnik działania porywów wiatru $\beta = 1,80$ przyjęto jak do obliczeń budowli niepodatnych na dynamiczne działanie wiatru (logarytmiczny dekrement tłumienia $\Delta = 0,20$; okres drgań własnych $T = 0,20 \text{ s}$).
- Współczynnik aerodynamiczny C w przypadku obliczania obciążenia wiatrem płaszcza na południku $\alpha = 15^\circ$ od kierunku wiatru dla budowli walcowej otwartej od góry i od dołu równy jest $C = C_z - C_w = 1,26$, gdzie:
 $C_z = 0,86$ jest współczynnikiem ciśnienia zewnętrznego,
 $C_w = -0,40$ jest współczynnikiem ciśnienia wewnętrznego.

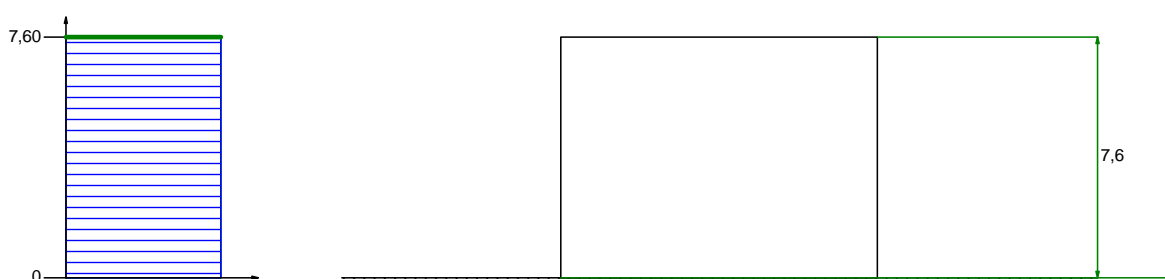


- Charakterystyczna wartość obciążenia wiatrem:
 $Q_k = 0,25 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,00 \cdot (0,86 - (-0,40)) \cdot 1,8 = 0,57 \text{ kN/m}^2$.
- Obliczeniowa wartość obciążenia wiatrem:
 $Q_o = 0,74 \text{ kN/m}^2$, $\gamma_f = 1,30$.

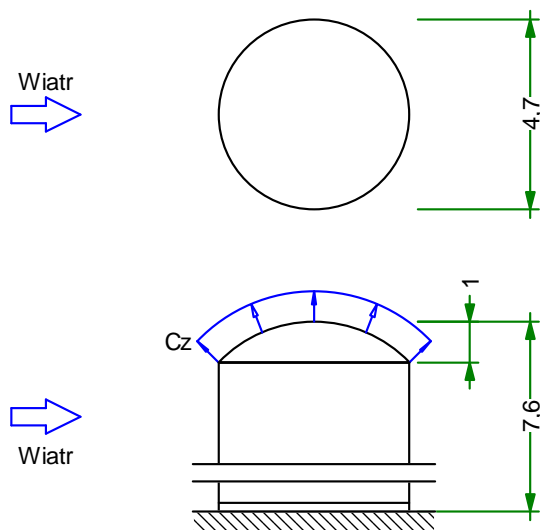
Siła pozioma od parcia wiatru :
 $0,74 \times 7,5 \times 4,675 = 25,95 \text{ kN}$

0.1.2. Wiatr-dach

- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru $q_k = 0,25 \text{ kN/m}^2$ przyjęto jak dla strefy I.
- Współczynnik ekspozycji $C_e = 1,00$ przyjęto jak dla terenu A i wysokości nad poziomem gruntu $z = 7,60 \text{ m}$. Ponieważ $H/L \leq 2$ przyjęto stały po wysokości rozkład współczynnika ekspozycji C_e o wartości jak dla punktu najwyższego.



- Współczynnik działania porywów wiatru $\beta = 1,80$ przyjęto jak do obliczeń budowli niepodatnych na dynamiczne działanie wiatru (logarytmiczny dekrement tłumienia $\Delta = 0,20$; okres drgań własnych $T = 0,20 \text{ s}$).
- Współczynnik aerodynamiczny C w przypadku obliczania obciążenia wiatrem na dach budowli walcowej otwartej od góry i od dołu równy jest $C = C_z - C_w = -0,76$, gdzie:
 $C_z = -1,16$ jest współczynnikiem ciśnienia zewnętrznego,
 $C_w = -0,40$ jest współczynnikiem ciśnienia wewnętrznego.



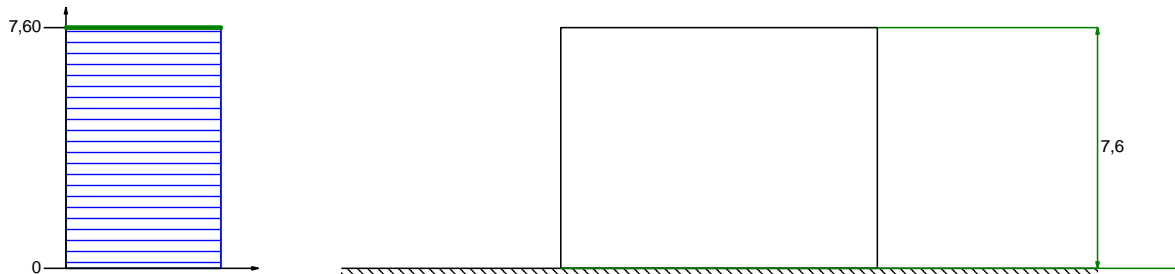
- Charakterystyczna wartość obciążenia wiatrem:
 $Q_k = 0,25 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,00 \cdot (-1,16 - (-0,40)) \cdot 1,8 = -0,34 \text{ kN/m}^2$.
- Obliczeniowa wartość obciążenia wiatrem:

$$Q_o = -0,44 \text{ kN/m}^2,$$

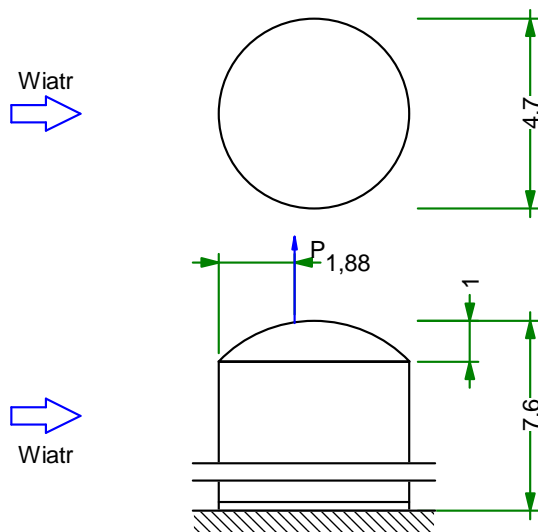
$$\gamma_f = 1,30.$$

0.1.3. Wiatr-dach-obc całkowite

- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru $q_k = 0,25 \text{ kN/m}^2$ przyjęto jak dla strefy I.
- Współczynnik ekspozycji $C_e = 1,00$ przyjęto jak dla terenu A i wysokości nad poziomem gruntu $z = 7,60 \text{ m}$. Ponieważ $H/L \leq 2$ przyjęto stały po wysokości rozkład współczynnika ekspozycji C_e o wartości jak dla punktu najwyższego.



- Współczynnik działania porywów wiatru $\beta = 1,80$ przyjęto jak do obliczeń budowli niepodatnych na dynamiczne działanie wiatru (logarytmiczny dekrement tłumienia $\Delta = 0,20$; okres drgań własnych $T = 0,20 \text{ s}$).
- Współczynnik aerodynamiczny C w przypadku obliczania całkowitego obciążenia P , działającego na dach budowli walcowej jak na rysunku (wariant (b), ciśnienie wewnętrzne $p_w = 0,00 \text{ kPa}$, mimośród przyłożenia siły $e = D / 10 = 0,47 \text{ m}$) równy jest $C = C_z = -1,16$, gdzie C_z jest współczynnikiem ciśnienia zewnętrznego.



- Charakterystyczna wartość obciążenia wiatrem:
 $Q_k = 0,785 \cdot (4,7 \text{ m})^2 \cdot (0 \text{ kN/m}^2 - (-1,16)) \cdot 0,25 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,00 \cdot 1,8 = 9,05 \text{ kN}.$
- Obliczeniowa wartość obciążenia wiatrem:
 $Q_o = 11,77 \text{ kN}, \quad \gamma_f = 1,30.$

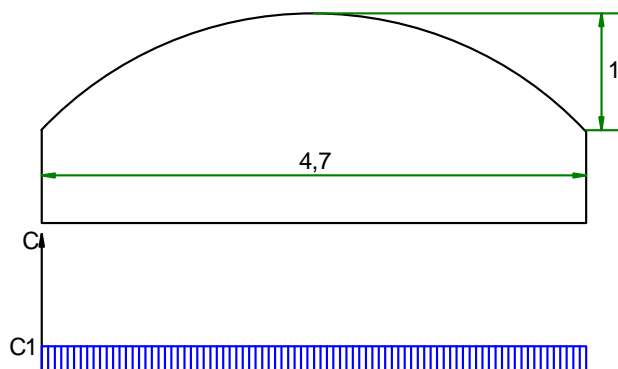
0.2. Śnieg

Rodzaj: śnieg

Typ: zmienne

0.2.1. Śnieg

- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu $q_k = 0,70 \text{ kN/m}^2$ przyjęto jak dla strefy I i zwiększono o 20% jak dla budynków nieocieplonych i nieogrzewanych.
- Współczynnik kształtu $C = 0,80$ jak dla dachu łukowego lub kopuły (schemat obciążenia wg wariantu I).



- Charakterystyczna wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_k = 1,2 \cdot 0,7 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 = 0,67 \text{ kN/m}^2.$$

- Obliczeniowa wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_o = 0,94 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,40.$$

Obciążenie liniowe na dno $= 0,94 \cdot 3,14 \cdot 4,7 \cdot 0,25 / (4,7 \cdot 3,14) = 1,10 \text{ kN/m}$

0.3. Ciężar-ściany

Rodzaj: ciężar

Typ: stałe

0.3.1. Ciężar

- Charakterystyczna wartość obciążenia:

$$Q_k = 3,00 \text{ kN/m}.$$

- Obliczeniowe wartości obciążenia:

$$Q_{o1} = 3,30 \text{ kN/m}, \quad \gamma_{f1} = 1,10,$$

$$Q_{o2} = 2,70 \text{ kN/m}, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Składniki obciążenia:

- plaszcz stalowy

$$Q_k = 78,5 \text{ kN/m}^3 \cdot 7 \text{ m} \cdot 0,0025 \text{ m} = 1,37 \text{ kN/m}.$$

$$Q_{o1} = 1,51 \text{ kN/m}, \quad \gamma_{f1} = 1,10,$$

$$Q_{o2} = 1,23 \text{ kN/m}, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

- wełna mineralna

$$Q_k = 1,2 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,1 \text{ m} \cdot 7,5 \text{ m} = 0,90 \text{ kN/m}.$$

$$Q_{o1} = 0,99 \text{ kN/m}, \quad \gamma_{f1} = 1,10,$$

$$Q_{o2} = 0,81 \text{ kN/m}, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

- Nowy składnik

$$Q_k = 0,097 \text{ kN/m}^2 \cdot 7,5 \text{ m} = 0,73 \text{ kN/m}.$$

$$Q_{o1} = 0,80 \text{ kN/m}, \quad \gamma_{f1} = 1,10,$$

$$Q_{o2} = 0,66 \text{ kN/m}, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

0.4. Ciężar-dno

Rodzaj: ciężar

Typ: stałe

0.4.1. Ciężar-dno

- Charakterystyczna wartość obciążenia:

$$Q_k = 8,25 \text{ kN/m}^2.$$

- Obliczeniowe wartości obciążenia:

$$Q_{o1} = 9,07 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,10,$$

$$Q_{o2} = 7,43 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Składniki obciążenia:

- plyta żelbetowa 18 cm

$$Q_k = 25,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,18 \text{ m} = 4,50 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 4,95 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,10,$$

$$Q_{o2} = 4,05 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$
- posadzka

$$Q_k = 25,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,15 \text{ m} = 3,75 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 4,13 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,10,$$

$$Q_{o2} = 3,38 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

0.5. woda

Rodzaj: użytkowe

Typ: zmienne

0.5.1. woda

- Charakterystyczna wartość obciążenia:

$$Q_k = 10,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 6,775 \text{ m} = 67,75 \text{ kN/m}^2.$$
- Obliczeniowa wartość obciążenia:

$$Q_o = 81,30 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,20,$$

$$\psi_d = 1,00.$$

1.0. SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI

Moment wywracający od wiatru $M_w = 25,95 \text{ kN} \times 3,75 \text{ m} = 97,31 \text{ kNm}$

Moment utrzymujący od ciężaru płyty $M_u = 4,95 \times 3,14 \times 5,375 \times 5,375 \times 0,25 \times 5,375 \times 0,5 = 301,7 \text{ kNm}$

Stateczność zapewniona.

2.0. KONSTRUKCJA PŁYTY

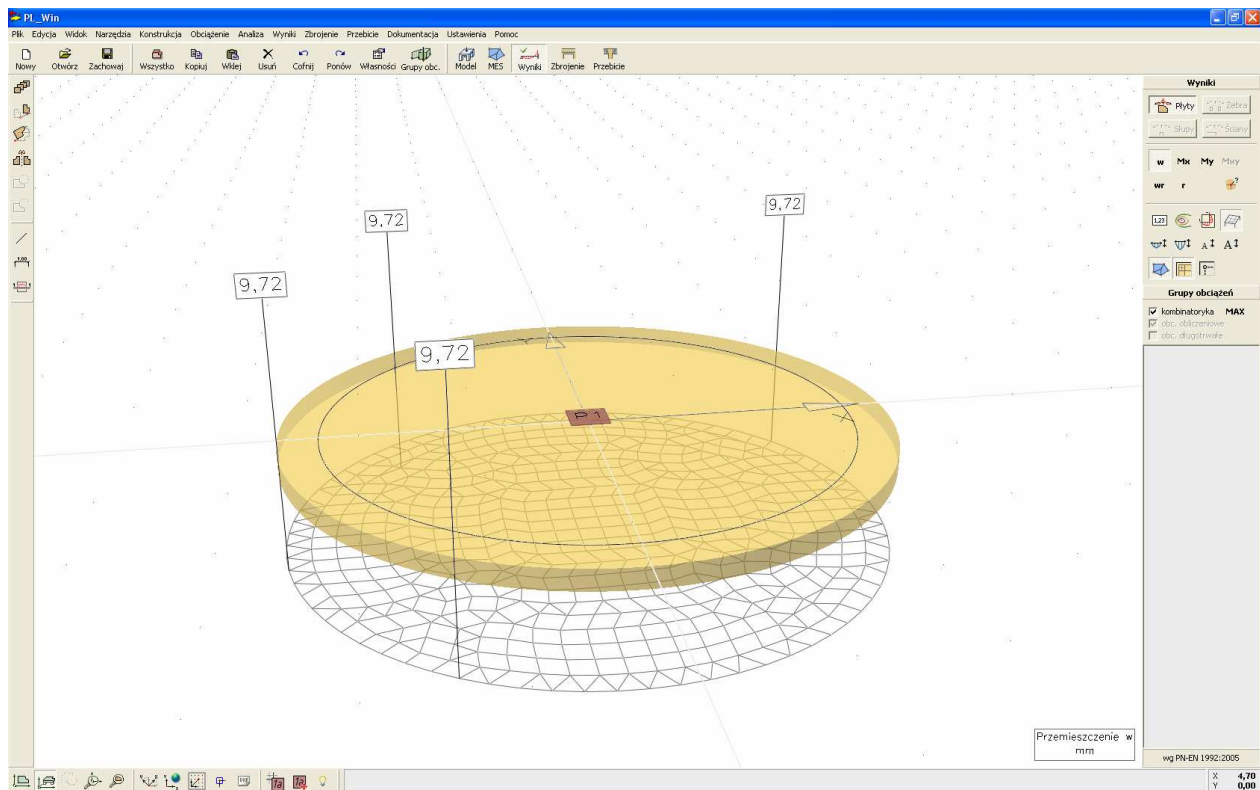
Oszacowanie współczynnika sprężystości podłoża płyty

Dane			Wartość	Jednostka
Fundament:	Kołowy			
Grubość warstwy gruntu		6,00		m
Promień fundamentu		5,50		m
Żwirny gliniaste				
Spójność		31,54		kPa
Symbol Genezy : B				
Stopień plastyczności/zagęszczenia		0,20		
Kąt tarcia wewnętrzny		18,27		stopni
Wyniki			Wartość	Jednostka
Moduł pierwotnego odkształcenia gruntu		28059,17		MPa
Moduł wtórnego odkształcenia gruntu		9285,00		kN / m3

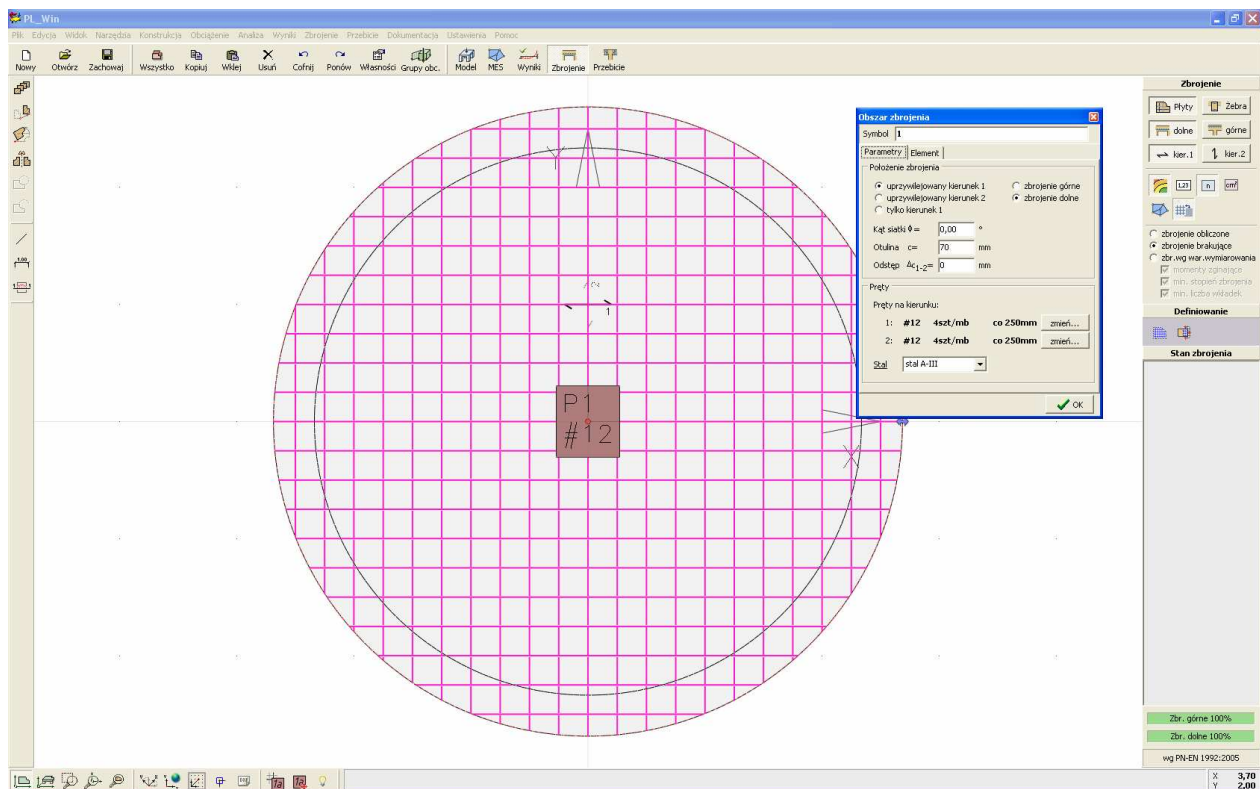
OBCIĄŻENIE PIONOWE PŁYTY = 81,3+4,13=85,43 kN/m²

OBCIĄŻENIE OBWODOWE PŁYTY $= 3,3 + 1,1 = 4,4 \text{ kN/mb}$

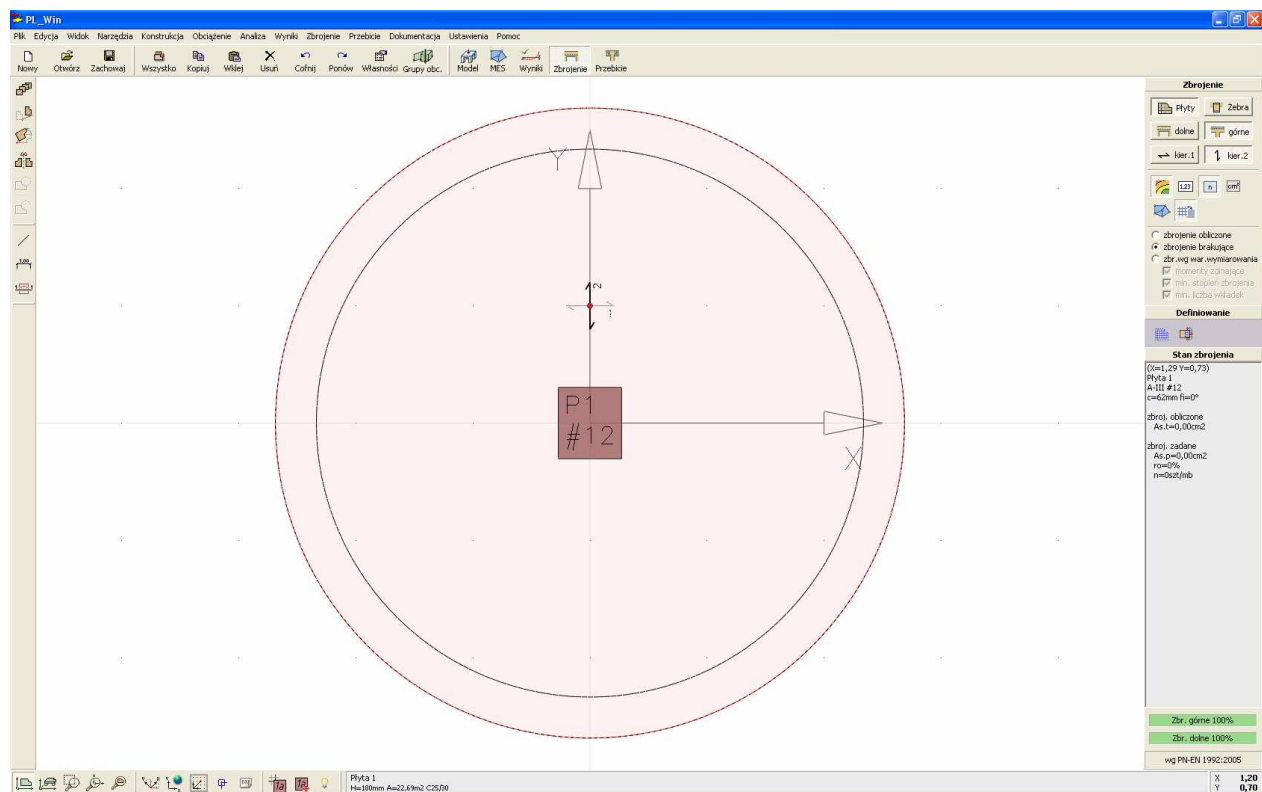
Ugięcie teoretyczne płyty fundamentowej



Zbrojenie dolne płyty:



Zbrojenie górne płyty (zbędne)



3.0. SPRAWDZENIE NOŚNOŚCI PODŁOŻA

Obciążenie pionowe = $85,43 \cdot 4,7 \cdot 4,7 \cdot 3,14 \cdot 0,25 + 4,4 \cdot 4,7 \cdot 3,14 = 1546 \text{ kN}$

DANE OGÓLNE PROJEKTU

1. Metryka projektu

Projekt: ,

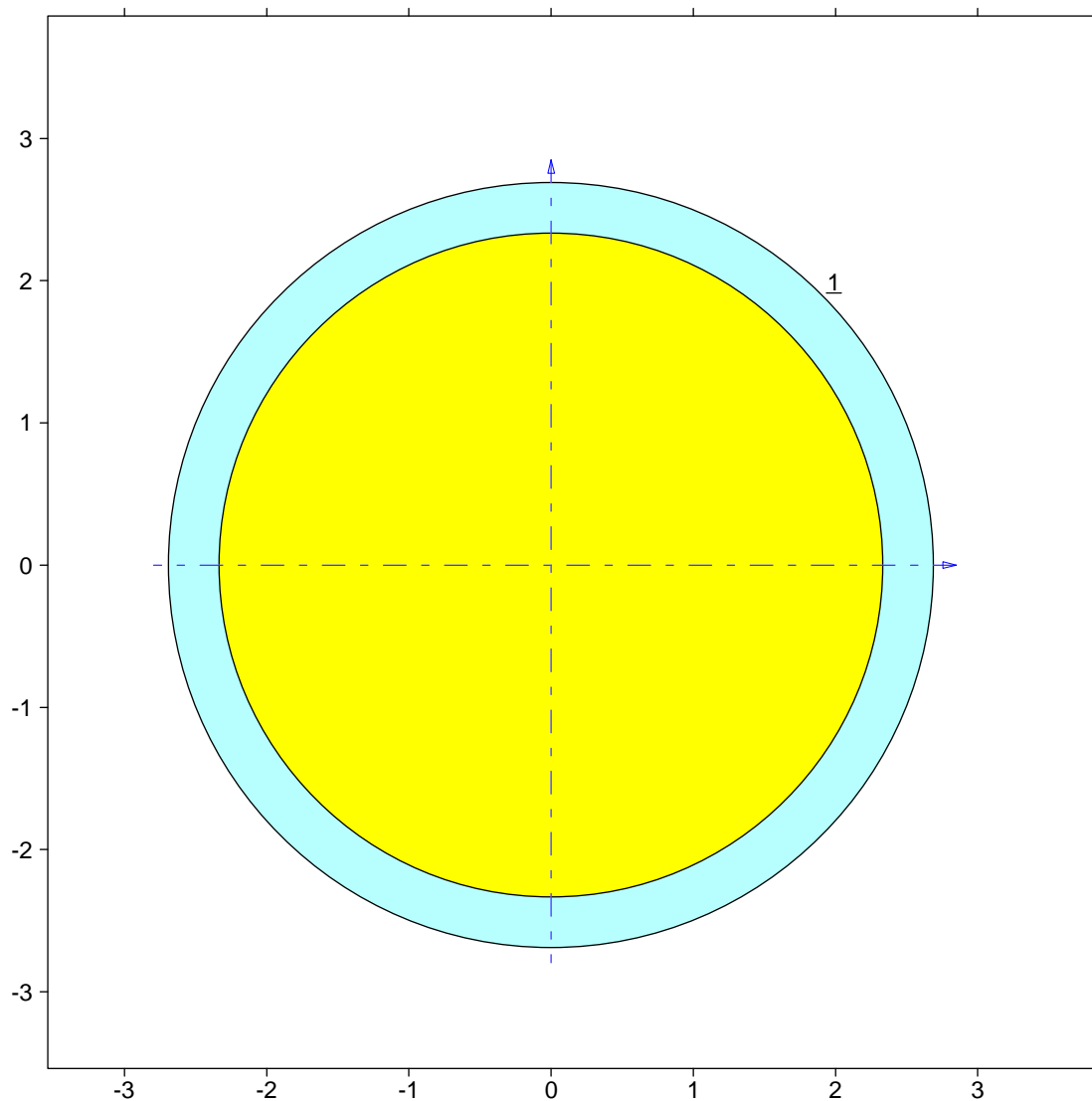
Pozycja:

Projektant: ,

Komentarz:

Data ostatniej aktualizacji danych: 2013-06-11

Poziom odniesienia: $P_0 = +0,00 \text{ m n.p.m.}$



2. Fundamenty

Liczba fundamentów: 1

2.1. Fundament nr 1

Klasa fundamentu: **stopa kołowa**,

Typ konstrukcji: **słup kołowy**,

Położenie fundamentu względem układu globalnego:

Średnica podstawy fundamentu: $B = 5,38$ m,

Współrzędne środka fundamentu:

$x_{0f} = 0,00$ m, $y_{0f} = 0,00$ m,

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: $\phi = 0,0^0$.

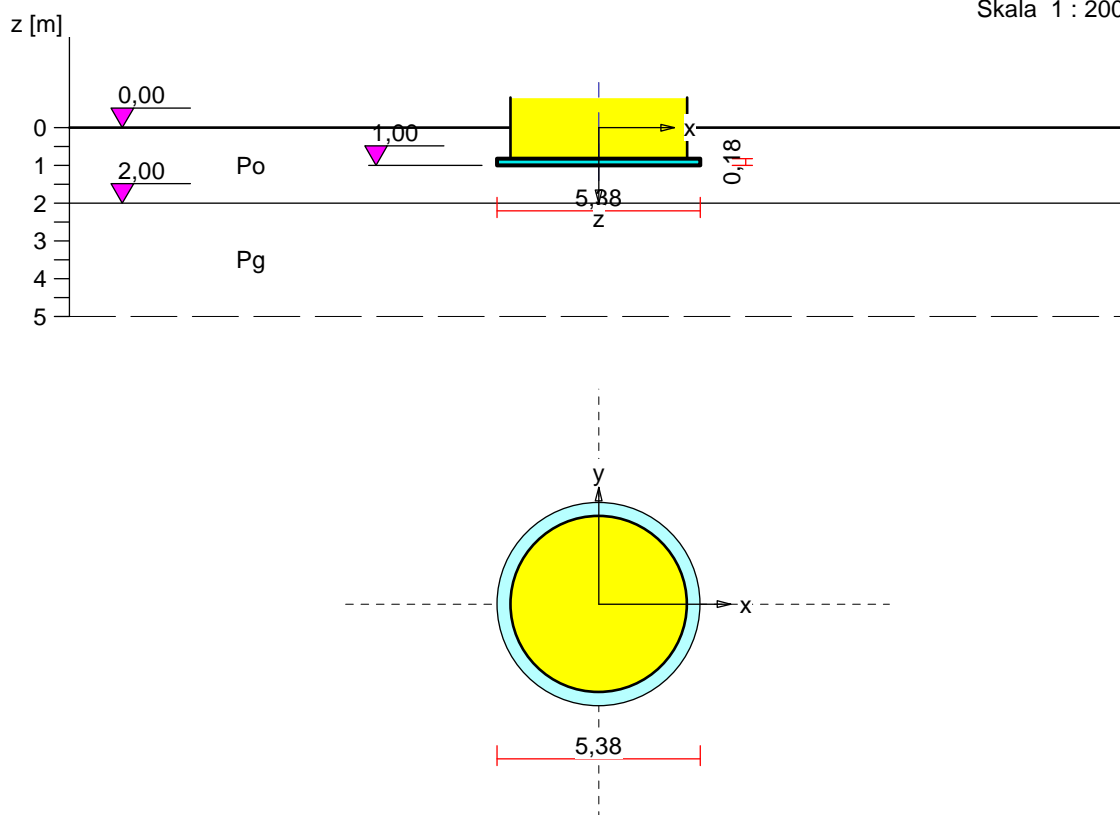
3. Wykopy

Liczba wykopów: 0

FUNDAMENT 1. STOPA KOŁOWA

Nazwa fundamentu: stopa kołowa

Skala 1 : 200



1. Podłoże gruntowe

1.1. Teren

Istniejący względny poziom terenu: $z_t = 0,00$ m,

Projektowany względny poziom terenu: $z_{tp} = 0,00$ m.

1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody grunt. [m]
1	0,00	2,00	Pospółka	brak wody
2	2,00	nieokreśl.	Piasek gliniasty	brak wody

1.3. Parametry geotechniczne występujących gruntów

Symbol gruntu	I_D [-]	I_L [-]	ρ [t/m ³]	stopień wilgotn.	c_u [kPa]	Φ_u [°]	M_0 [kPa]	M [kPa]
Po	0,70		1,85	m.wilg.	0,00	39,9	196083	196083
Pg		0,20	2,15		31,50	18,3	36933	49244

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **słup kołowy**

Średnica słupa: $d = 4,67$ m,

Współrzędne osi słupa: $x_0 = 0,00$ m, $y_0 = 0,00$ m,
 Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: $\phi = 0,00^\circ$.

3. Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 1,32$ m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H_x	H_y	M_x	M_y	γ
	obciążenia*	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
1	D	1546,0	0,0	0,0	0,00	0,00	1,20

* D – obciążenia stałe, zmienne długotrwałe,
 D+K - obciążenia stałe, zmienne długotrwałe i krótkotrwałe.

4. Materiał

Rodzaj materiału: **żelbet**

Klasa betonu: B25, nazwa stali: St3S-b,

Średnica prętów zbrojeniowych:

na kierunku x: $d_x = 12,0$ mm, na kierunku y: $d_y = 12,0$ mm,

Kierunek zbrojenia głównego: x,

Grubość otuliny: 7,0 cm.

W warunku na przebicie nie uwzględniać strzemion.

5. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia: $z_f = 1,00$ m

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B = 5,38$ m,

Wysokość: $H = 0,18$ m,

Mimośrod: $E_x = 0,00$ m, $E_y = 0,00$ m.

6. Stan graniczny I

6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
1	D	1,00	0,03	0,00
*	D	2,00	0,12	0,00

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiar podstawy fundamentu rzeczywistego: $B = 5,38$ m,.

Wymiar podstawy równoważnej stopy kwadratowej: $B_{zast} = 0.885 \cdot B = 4,76$ m,.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,00$ m.

Rodzaj obciążenia: D,

Zestawienie obciążeń:

Pozycja	Obc. char.	E_x	E_y	γ	Obc. obl.	Mom. obl.	Mom. obl.
	[kN]	[m]	[m]	[-]	G [kN]	M_{Gx} [kNm]	M_{Gy} [kNm]
Fundament	100,08	0,00	0,00	1,1(0,9)	110,08	0,00	0,00
Grunt - pole 1	20,48	1,26	-1,26	1,2(0,8)	24,58	-30,91	30,91
Grunt - pole 2	20,48	-1,26	-1,26	1,2(0,8)	24,58	-30,91	-30,91

Grunt - pole 3	20,48	-1,26	1,26	1,2(0,8)	24,58	30,91	-30,91
Grunt - pole 4	20,48	1,26	1,26	1,2(0,8)	24,58	30,91	30,91

Uwaga: Przy sprawdzaniu położenia wypadkowej alternatywnie brano pod uwagę obciążenia obliczeniowe wyznaczone przy zastosowaniu dolnych współczynników obciążenia.

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = 1546,00$ kN, mimośrodowość wzgl. podst. fund. $E_x = 0,00$ m, $E_y = 0,00$ m,

siła pozioma: $H_x = 0,00$ kN, mimośród względem podstawy fund. $E_z = -0,32$ m,

siła pozioma: $H_y = 0,00$ kN, mimośród względem podstawy fund. $E_z = -0,32$ m,

moment: $M_x = 0,00$ kNm, moment: $M_y = 0,00$ kNm.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = N + G = 1546,00 + 208,39 + 155,60 = 1754,39 + 1701,60 \text{ kN.}$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 1546,00 \cdot 0,00 - 0,00 \cdot (-0,32) + 0,00 + 0,00 + (0,00) = 0,00 + 0,00 \text{ kNm.}$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -1546,00 \cdot 0,00 + 0,00 \cdot (-0,32) + 0,00 + 0,00 + (0,00) = 0,00 + 0,00 \text{ kNm.}$$

Mimośrodość sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 0,00/1701,60 = 0,00 \text{ m,}$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/1701,60 = 0,00 \text{ m.}$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,000 + 0,000 = 0,000 \text{ m} < 0,167.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B_x' = B_{zast} - 2 \cdot e_{rx} = 4,76 - 2 \cdot 0,00 = 4,76 \text{ m, } B_y' = B_{zast} - 2 \cdot e_{ry} = 4,76 - 2 \cdot 0,00 = 4,76 \text{ m.}$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 1):

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,67 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{min} = 1,00 \text{ m,}$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{min} = 1,67 \cdot 9,81 \cdot 1,00 = 16,33 \text{ kPa.}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 39,90 \cdot 0,90 = 35,91^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa,}$$

$$N_B = 19,73 \quad N_C = 50,16 \quad N_D = 37,32.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 0,00/1754,39 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_x/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,7241 = 0,000,$$

$$i_{Bx} = 1,00, \quad i_{Cx} = 1,00, \quad i_{Dx} = 1,00.$$

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/1754,39 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,7241 = 0,000,$$

$$i_{By} = 1,00, \quad i_{Cy} = 1,00, \quad i_{Dy} = 1,00.$$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 2,09 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 18,43 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_y'/B_x' = 0,75, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_y'/B_x' = 1,30, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_y'/B_x' = 2,50$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{INBx} = B_x' \cdot B_y' \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 63978,67 \text{ kN.}$$

$$Q_{INBy} = B_x' \cdot B_y' \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 63978,67 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 1754,39 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNB_y}) = 0,81 \cdot 63978,67 = 51822,72 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności dla fundamentu zastępczego

Wymiar podstawy fundamentu zastępczego: $B = 5,76 \text{ m}$.

Wymiar podstawy równoważnej stopy kwadratowej: $B_{zast} = 0,885 \cdot B = 5,09 \text{ m}$.

Względny poziom posadowienia: $H = 2,00 \text{ m}$.

Ciężar fundamentu zastępczego: $G_z = 518,15 \text{ kN}$.

Całkowite obciążenie pionowe fundamentu zastępczego:

$$N_r = N + G + G_z = 1546,00 + 208,39 + 518,15 = 2272,54 \text{ kN}.$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 1546,00 \cdot 0,00 + 0,00 = 0,00 \text{ kNm}.$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -1546,00 \cdot 0,00 + 0,00 = 0,00 \text{ kNm}.$$

Mimośrod sili względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 0,00/2272,54 = 0,00 \text{ m},$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/2272,54 = 0,00 \text{ m}.$$

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B'_x = B_{zast} - 2 \cdot e_{rx} = 5,09 - 2 \cdot 0,00 = 5,09 \text{ m}, \quad B'_y = B_{zast} - 2 \cdot e_{ry} = 5,09 - 2 \cdot 0,00 = 5,09 \text{ m}.$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 1):

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,67 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{min} = 2,00 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{min} = 1,67 \cdot 9,81 \cdot 2,00 = 32,67 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 18,30 \cdot 0,90 = 16,47^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 28,35 \text{ kPa},$$

$$N_B = 0,78 \quad N_C = 11,96, \quad N_D = 4,53.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 0,00/2272,54 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_x / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,2956 = 0,000,$$

$$i_{Bx} = 1,00, \quad i_{Cx} = 1,00, \quad i_{Dx} = 1,00.$$

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/2272,54 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,2956 = 0,000,$$

$$i_{By} = 1,00, \quad i_{Cy} = 1,00, \quad i_{Dy} = 1,00.$$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 2,15 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 18,98 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B'_y/B'_x = 0,75, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B'_y/B'_x = 1,30, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B'_y/B'_x = 2,50$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B'_x \cdot B'_y \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_x \cdot i_{Bx}) = 22525,43 \text{ kN}.$$

$$Q_{fNB_y} = B'_x \cdot B'_y \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_y \cdot i_{By}) = 22525,43 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 2272,54 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNB_y}) = 0,81 \cdot 22525,43 = 18245,59 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

7. Stan graniczny II

7.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie całkowite:

Osiadanie pierwotne: $s' = 0,16$ cm.

Osiadanie wtórne: $s'' = 0,00$ cm.

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża: $\lambda = 0$.

Osiadanie: $s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,16 + 0 \cdot 0,00 = 0,16$ cm,

Sprawdzenie warunku osiadania:

Warunek nie jest określony.

7.2. Szczegółowe wyniki osiadania fundamentu

Nr	Poziom	Grubość	Napr.	Napr.	Napr.	Osiadanie	Osiadanie	Osiadanie
warstwy	stropu	warstwy	pierwotne	wtórne	dodatk.	pierwotne	wtórne	sumaryczne
	[m]	[m]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[cm]	[cm]	[cm]
1	0,0	1,00	9	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1,0	1,00	27	0	39	0,02	0,00	0,02
3	2,0	1,00	47	0	30	0,08	0,00	0,08
4	3,0	1,00	68	0	22	0,06	0,00	0,06
					Suma	0,16	0,00	0,16

Uwaga: Wartości naprężeń są średnimi wartościami naprężeń w warstwie