

$$V_d = \gamma_{G, \text{niskorzystne}} \cdot (N_{G,k} + G_{f,k} + G_k) + \gamma_Q \cdot N_{Q,k} = 1.35 \cdot (639.80 + 144.00 + 0.00) + 1.50 \cdot 63.10$$

Obciążenia przekazywane na podłoże (charakterystyczne, wartości momentów bez uwzględnienia nieosiowego działania siły pionowej):

$$V_k = N_{G,k} + G_{f,k} + G_k + N_{Q,k} = 639.80 + 144.00 + 0.00 + 63.10 = 846.90 \text{ [kN]}$$

$$M_{Bk} = M_{OBG,k} + M_{OBQ,k} + (H_{BGk} + H_{BQk}) \cdot h = 0.00 + 0.00 + (0.00 + 0.00) \cdot 0.25 = 0.00 \text{ [kNm]}$$

$$M_{Lk} = M_{OLG,k} + M_{OLQ,k} + (H_{LGk} + H_{LQk}) \cdot h = 0.00 + 0.00 + (0.00 + 0.00) \cdot 0.25 = 0.00 \text{ [kNm]}$$

$$H_k = \sqrt{(H_{BGk} + H_{BQk})^2 + (H_{LGk} + H_{LQk})^2} = \sqrt{(0.00 + 0.00)^2 + (0.00 + 0.00)^2} = 0.00 \text{ [kN]}$$

Mimośród obciążeń:

$$e_B = \frac{M_{Bk} + e_{OB} \cdot N_{G,Qk}}{V_k} = \frac{0.00 + 0.00 \cdot 702.90}{846.90} = |0.00| < 0,3 \quad B = 1.20 \text{ [m]}$$

Warunek spełniony

$$e_L = \frac{M_{Lk} + e_{OL} \cdot N_{G,Qk}}{V_k} = \frac{0.00 + 0.00 \cdot 702.90}{846.90} = |0.00| < 0,3 \quad L = 1.80 \text{ [m]}$$

Warunek spełniony

Sprowadzone wymiary fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_B = 4.00 - 2 \cdot 0.00 = 4.00 \text{ [m]}$$

$$L' = L - 2 \cdot e_L = 6.00 - 2 \cdot 0.00 = 6.00 \text{ [m]}$$

$$A' = B' \cdot L' = 4.00 \cdot 6.00 = 24.00 \text{ [m}^2\text{]}$$

Jednostkowy opór graniczny podłoża

$$\frac{R_k}{A'} = c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + g' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma =$$

$$= 25.50 \cdot 10.98 \cdot 1.00 \cdot 1.23 \cdot 1.00 + 29.53 \cdot 3.94 \cdot 1.00 \cdot 1.17 \cdot 1.00 + 0.5 \cdot 10.89 \cdot 4.00 \cdot 1.58 \cdot 1.00 \cdot 0.80 \cdot 1.00 = 508.54 \text{ [kPa]}$$

q – napężenie w gruncie (obok fundamentu) w poziomie posadowienia (całkowite)

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_R} = \frac{12205.03}{1.40} = 8717.88 \text{ [kN]}$$

Warunek obliczeniowy:

$$V_d = 1152.78 < R_d = 8717.88 \text{ kN}$$

Warunek nośności na wyparcie spełniony.

Warunki "bez odpływu"

$$G_{fk} = V_f \cdot \gamma_f = 6.00 \cdot 24.00 = 144.0 \text{ [kN]}$$

Ciężar gruntu nad fundamentem:

$$G_k = 0.00 \text{ [kN]}$$

Obliczeniowa wartość obciążenia podłoża:

$$V_d = \gamma_{G, \text{niekorzystne}} \cdot (N_{Gk} + G_{fk} + G_k) + \gamma_Q \cdot N_{Qk} = 1.35 \cdot (639.80 + 144.00 + 0.00) + 1.50 \cdot 63.10$$

Obciążenia przekazywane na podłoże (charakterystyczne):

$$V_k = N_{Gk} + G_{fk} + G_k + N_{Qk} = 639.80 + 144.00 + 0.00 + 63.10 = 846.90 \text{ [kN]}$$

$$M_{Bk} = M_{OBGk} + M_{OBQk} + (H_{BGk} + H_{BQk}) \cdot h = 0.00 + 0.00 + (0.00 + 0.00) \cdot 0.25 = 0.00 \text{ [kNm]}$$

$$M_{Lk} = M_{OLGk} + M_{OLQk} + (H_{LGk} + H_{LQk}) \cdot h = 0.00 + 0.00 + (0.00 + 0.00) \cdot 0.25 = 0.00 \text{ [kNm]}$$

$$H_k = \sqrt{(H_{BGk} + H_{BQk})^2 + (H_{LGk} + H_{LQk})^2} = \sqrt{(0.00 + 0.00)^2 + (0.00 + 0.00)^2} = 0.00 \text{ [kN]}$$

Mimośród obciążeń:

$$e_B = \frac{M_{Bk} + e_{OB} \cdot N_{G-Qk}}{V_k} = \frac{0.00 + 0.00 \cdot 702.90}{846.90} = |0.00| < 0,3 \quad B = 1.20 \text{ [m]}$$

Warunek spełniony

$$e_L = \frac{M_{Lk} + e_{OL} \cdot N_{G-Qk}}{V_k} = \frac{0.00 + 0.00 \cdot 702.90}{846.90} = |0.00| < 0,3 \quad L = 1.80 \text{ [m]}$$

Warunek spełniony

Sprowadzone wymiary fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_B = 4.00 - 2 \cdot 0.00 = 4.00 \text{ [m]}$$

$$L' = L - 2 \cdot e_L = 6.00 - 2 \cdot 0.00 = 6.00 \text{ [m]}$$

$$A' = B' \cdot L' = 4.00 \cdot 6.00 = 24.00 \text{ [m}^2\text{]}$$

Jednostkowy opór graniczny podłoża:

$$\frac{R_k}{A'} = (\pi + 2) \cdot c_u \cdot b_e \cdot s_e \cdot i_e + q =$$

$$= (\pi + 2) \cdot 50.00 \cdot 1.00 \cdot 1.13 \cdot 1.00 + 29.53 = 320.89 \text{ [kPa]}$$

q – naprężenie w gruncie (obok fundamentu) w poziomie posadowienia (całkowite)

Warunek obliczeniowy:

$$V_d = 1152.78 < R_d = 5500.92 \text{ kN}$$

Warunek nośności na wyparcie spełniony.

SPRAWDZENIE NOŚNOŚCI GRUNTU NA ŚCIECIE W POZIOMIE POSADOWIENIA

$$H < R_d + R_{p,d}$$

Warunku nie sprawdzano, z uwagi na brak obciążenia poziomego.

Sprawdzenie nośności pozostałych warstw

Poziom spr.	Nawodniona	Warunki Ed/Rd(H)	z odpływem Ed/Rd(V)	Warunki Ed/Rd(H)	bez odpływu Ed/Rd(V)
2.00	TAK	0.000	0.105	0.000	0.208
3.60	TAK	0.000	0.330	0.000	0.411
4.90	TAK	0.000	0.207	0.000	0.187

Osiadanie fundamentu

Warunek naprężeniowy

$$0.2 \cdot \sigma_{zd} = 0.2 \cdot 74.15 = 14.83 < \sigma_{zd} = 13.97 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Głębokość, na której zachodzi warunek wytrzymałościowy = 5.80 m

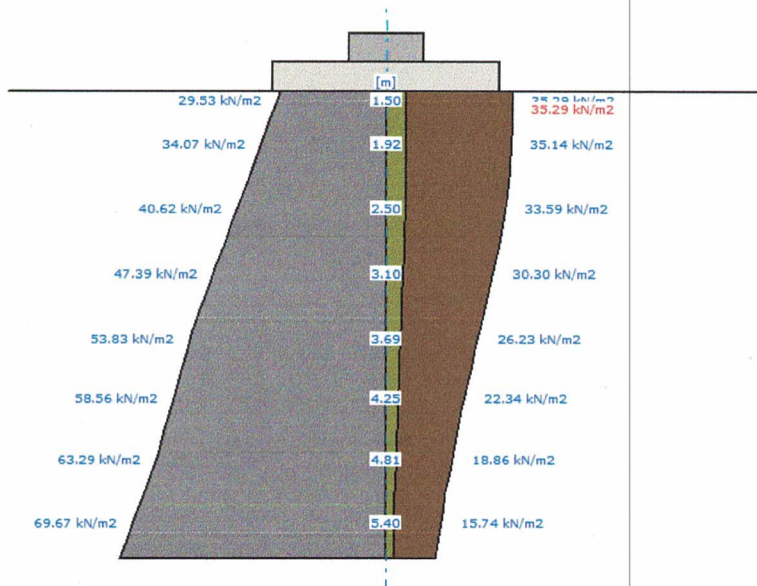


Tabela z wartościami:

Nr	H [m]	ρ_{ZR} [kN/m²]	ρ_{ZS} [kN/m²]	ρ_{ZD} [kN/m²]	Suma = $\rho_{ZS} + \rho_{ZD}$ + $\rho_{ZD_{sila}} + \rho_{ZD_{fund}}$
0	1.50	29.53	29.53	5.76	35.29
1	1.58	30.44	29.53	5.76	35.29
2	1.75	32.25	29.50	5.75	35.25
3	1.92	34.07	29.40	5.73	35.14
4	2.10	36.10	29.17	5.69	34.85
5	2.30	38.36	28.74	5.60	34.34
6	2.50	40.62	28.11	5.48	33.59
7	2.70	42.88	27.32	5.33	32.65
8	2.90	45.14	26.39	5.14	31.53
9	3.10	47.39	25.35	4.94	30.30
10	3.30	49.65	24.22	4.72	28.94
11	3.50	51.91	23.10	4.50	27.61
12	3.69	53.83	21.95	4.28	26.23
13	3.88	55.40	20.84	4.06	24.90
14	4.06	56.98	19.75	3.85	23.60
15	4.25	58.56	18.69	3.64	22.34
16	4.44	60.13	17.68	3.45	21.13
17	4.62	61.71	16.71	3.26	19.97
18	4.81	63.29	15.79	3.08	18.86
19	5.00	65.19	14.88	2.90	17.78
20	5.20	67.43	14.00	2.73	16.73
21	5.40	69.67	13.17	2.57	15.74
22	5.60	71.91	12.40	2.42	14.82
23	5.80	74.15	11.69	2.28	13.97

Legenda:

H [m]	głębokość liczona od poziomu terenu
ρ_{ZR} [kN/m ²]	naprężenia pierwotne
ρ_{ZS} [kN/m ²]	naprężenia wtórne
ρ_{ZD} [kN/m ²]	naprężenia dodatkowe

Osiadania pierwotne = 0.060 cm

Osiadania wtórne = 0.000 cm

Osiadania całkowite = 0.060 cm

Tangens kąta nachylenia względem osi X = -0.00000

Tangens kąta nachylenia względem osi Y = -0.00000

Przechyłka = 0.00000 rad

Model obliczeniowy nr 2: zbiorniki puste, teren zalany

W modelu tym sprawdza się warunek braku wypierania zespołu zbiornik - płyta przez wodę gruntową, której poziom może w, sytuacji awaryjnej, sięgnąć poziomu terenu.

Sile wyporu przeciwstawia się ciężar płyty fundamentowej, ciężar zbiornika i ciężar gruntu mokrego leżącego na płycie.

Warunek graniczny przedstawia się następująco:

$$E_{dst} \times 1,1 \leq E_{st} \times 0,9$$

Gdzie:

E_{dst} – oddziaływanie destabilizujące (wypór)

E_{st} – oddziaływanie stabilizujące ciężary

$$E_{dst} = 2 \times 6,4\text{m}^3 \times 10 \text{ kN/m}^3 = 128,0 \text{ kN}$$

E_{st} – ciężar zbiornika G_z + ciężar płyty fundamentowej G_f + ciężar gruntu nad płytą G_g

$$G_z = 21,8 \text{ kN (według danych Dostawcy)}$$

$$G_f = 4,0\text{m} \times 6,0\text{m} \times 0,25\text{m} \times (24 - 10) \text{ kN/m}^3 = 84 \text{ kN}$$

$$G_g \text{ (bez obsypki ponad zbiornik)} = 17,2\text{m}^3 \times (16,0 \text{ kN/m}^3 - 10 \text{ kN/m}^3) = 103,2 \text{ kN}$$

$$E_{st} = 21,8 + 84 + 103,2 = 209 \text{ kN}$$

Warunek graniczny:

$$128 \times 1,1 = 140,8 \text{ kN} < 209 \times 0,9 = 188,1 \text{ kN}$$

Warunek spełniony

Prefabrykowany zbiornik żelbetowy retencyjny – studnia

Zbiornik jest studnią w kształcie walca o średnicy zewnętrznej $2,5 + 2 \times 0,12 = 2,74\text{m}$, wysokości 4,0m.

Założono, że cały zbiornik będzie prefabrykowany i składać się będzie z trzech części:

- części dolnej wraz z dnem wysokości 2,5m o ciężarze 137,5 kN

- nadstawki wysokości 1,5 m o ciężarze 35,0 kN

- płyty przykrywającej grubości 17cm o ciężarze 27,0 kN

Razem ciężar studni $G = 137,5 + 35,0 + 27,0 = 199,5$ kN, w tym ciężar samego dna $= 3,14 \times (2,74)^2 \times 0,25 \times 0,20 \times 25,0 = 29,5$ kN

Model obliczeniowy nr 1: maksymalne napełnienie studni

- geometria fundamentu

Średnica zewnętrzna studni $A = 2,74$ (m)

Wysokość płyty dna $h = 0,20$ (m)

Mimośród siły pionowej w kierunku wymiaru A $e_x = 0,00$ (m)

Mimośród siły pionowej w kierunku wymiaru B $e_y = 0,00$ (m)

- poziom posadowienia płyty : $D = 4,0$ (m)

- ustabilizowany poziom wody gruntowej $D_w = 1,80$ (m) poniżej poziomu terenu

- Obciążenie zewnętrzne płyty – przyjęto z analizy możliwych sytuacji

a/ obciążenie stałe

- ciężar studni (bez dna) $G_1 = 199,5 - 29,5 = 170,0$ kN

b/ obciążenia zmienne

- ciężar wody przy maksymalnym wypełnieniu studni

$3,14 \times (2,5)^2 \times 0,25 \times (4,0 - 0,2 - 0,17) \times 10,0 \text{ kN/m}^3 = 178,1$ kN

- obciążenie od pojazdu – przyjęto maksymalny nacisk koła przyczepy ciężkiej z ładunkiem 95,0 kN

Całkowite obciążenie stałe wyniesie $Q = 170,0$ kN

Całkowite obciążenie zmienne wyniesie $P = 178,1 + 95,0 = 273,1$ kN

Parametry gruntów zalegających blisko lokalizowanej studni określają próbki pobrane z otworu badawczego nr 10.

Sprawdzenia stanów granicznych podłoża gruntowego dokonano przy użyciu programu komputerowego KONSTRUKTOR firmy InterSoft z Łodzi wg Eurokodu. Ciężar płyty fundamentowej zostanie przyjęty automatycznie przez program.

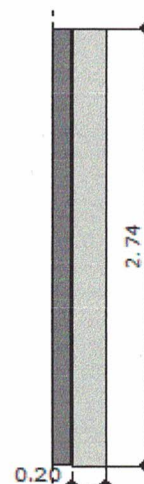
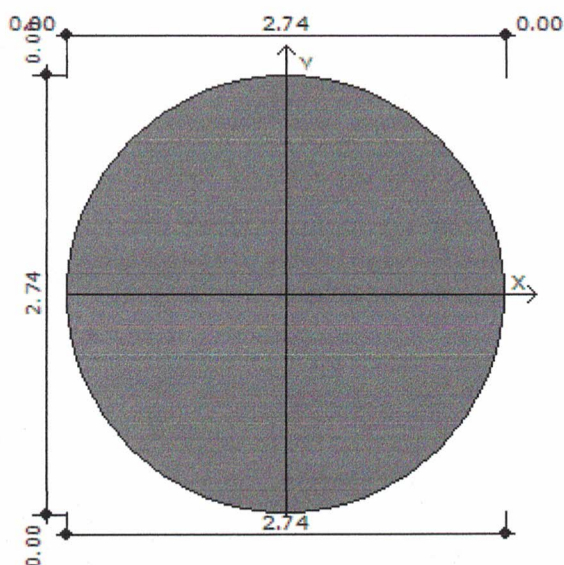
Dla zgodności oznaczeń przyjęto następujące porównania:

$M_x = M_B$; $M_y = M_L$; $F_x = F_L$; $F_y = F_B$; $e_x = e_L$; $e_y = e_B$

Geometria

Średnica podstawy D	[m]	2.74
Wysokość podstawy H_f	[m]	0.20

Mimośród e_x	[m]	0.00
Mimośród e_y	[m]	0.00



Materiały

Klasa betonu		C25/30
Ciężar objętościowy betonu	[kN/m ³]	24.0
Ciężar zasypki	[kN/m ³]	0.0
Czas realizacji budynku		poniżej roku
Element prefabrykowany		Tak

Legenda:

Warstwa - numer porządkowy warstwy

Nazwa - nazwa warstwy gruntu

Miąższość - miąższość warstwy

γ - ciężar właściwy

ϕ' - efektywny kąt tarcia wewnętrznego gruntu

C' - spójność efektywna gruntu

C_u - wytrzymałość na ścinanie

M - moduł sprężystości

M_0 - moduł sprężystości pierwotnej

Warstwa	Nazwa gruntu	Mięższość [m]	γ [kN/m ³]	ϕ' [°]	C' [kPa]	C _u [kPa]	M _o [kPa]	M [kPa]
1	Nasyp niebudowlany pył piaszczysty	1.2	16.5	30.0	0.0	0.0	51000.0	64000.0
2	Gлина B	1.0	21.1	18.1	31.0	65.0	36000.0	49000.0
3	Gлина B	0.3	20.7	15.0	25.5	50.0	25500.0	35000.0
4	Gлина piaszczysta B	1.4	20.4	12.5	21.0	30.0	18500.0	25500.0
5	Ил пыласты D	1.0	18.3	7.4	35.0	35.0	14500.0	19000.0
6	Ил D	0.4	20.0	9.8	45.0	62.0	22000.0	30000.0
7	Ил D	0.7	21.0	12.0	50.0	125.0	31000.0	43000.0

Głębokość posadowienia	[m]	4.0
Poziom wody gruntowej	[m]	1.8
Ciężar zasypki	[kN/m ³]	Brak zasypki

Obciążenia charakterystyczne rozdzielone (stałe/zmienne)

Zestaw nr 1:

Nazwa	V [kN]	M _B [kNm]	M _L [kNm]	H _B [kN]	H _L [kN]
stałe	170.00	0.00	0.00	0.00	0.00
zmienne	273.10	0.00	0.00	0.00	0.00

Stan graniczny nośności (GEO)

Podejście obliczeniowe DA2

$\gamma_{G, niekorzystne} = 1.35$, $\gamma_Q = 1.50$

$\gamma_R = 1.4$ – częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla oporu granicznego na wyparcie

$\gamma_{R,h} = 1.1$ – częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla oporu granicznego na ścięcie gruntu pod fundamentem

Głębokość posadowienia $h_f = 4.00$ m

SPRAWDZENIE PIONOWEJ NOŚNOŚCI PODŁOŻA.

Warunki "z odpływem"

Dodatkowe obciążenia podłoża:

Ciężaru fundamentu (całkowity):

$$G_{fk} = V_f \cdot (\gamma_f - \gamma_w) = 1.18 \cdot (24.00 - 9.81) = 16.7 \text{ [kN]}$$

Ciężar gruntu nad fundamentem:

$$G_k = -0.00 \text{ [kN]}$$

Obliczeniowa wartość obciążenia podłoża:

$$V_d = \gamma_{G, \text{niekorzystne}} \cdot (N_{G,k} + G_{fk} + G_k) + \gamma_Q \cdot N_{Q,k} = 1.35 \cdot (170.00 + 16.73 + -0.00) + 1.50 \cdot 273.10$$

Obciążenia przekazywane na podłoże (charakterystyczne, wartości momentów bez uwzględnienia nieosiowego działania siły pionowej):

$$V_k = N_{G,k} + G_{fk} + G_k + N_{Q,k} = 170.00 + 16.73 + -0.00 + 273.10 = 459.83 \text{ [kN]}$$

$$M_{Bk} = M_{OBG,k} + M_{OBQ,k} + (H_{BGk} + H_{BQk}) \cdot h = 0.00 + 0.00 + (0.00 + 0.00) \cdot 0.20 = 0.00 \text{ [kNm]}$$

$$M_{Lk} = M_{OLG,k} + M_{OLQ,k} + (H_{LGk} + H_{LQk}) \cdot h = 0.00 + 0.00 + (0.00 + 0.00) \cdot 0.20 = 0.00 \text{ [kNm]}$$

$$H_k = \sqrt{(H_{BG,k} + H_{BQ,k})^2 + (H_{LG,k} + H_{LQ,k})^2} = \sqrt{(0.00 + 0.00)^2 + (0.00 + 0.00)^2} = 0.00 \text{ [kN]}$$

Mimośród obciążeń:

$$e_B = \frac{M_{Bk} + e_{OB} \cdot N_{G,Qk}}{V_k} = \frac{0.00 + 0.00 \cdot 443.10}{459.83} = |0.00| < 0,3 \quad B = 0.82 \text{ [m]}$$

Warunek spełniony

$$e_L = \frac{M_{Lk} + e_{OL} \cdot N_{G,Qk}}{V_k} = \frac{0.00 + 0.00 \cdot 443.10}{459.83} = |0.00| < 0,3 \quad L = 0.82 \text{ [m]}$$

Warunek spełniony

Sprowadzone wymiary fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_B = 2.74 - 2 \cdot 0.00 = 2.74 \text{ [m]}$$

$$L' = L - 2 \cdot e_L = 2.74 - 2 \cdot 0.00 = 2.74 \text{ [m]}$$

$$A' = B' \cdot L' = 2.74 \cdot 2.74 = 7.51 \text{ [m}^2\text{]}$$

Jednostkowy opór graniczny podłoża

$$\frac{R_k}{A'} = c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + g' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma =$$

$$= 35.00 \cdot 7.30 \cdot 1.00 \cdot 1.26 \cdot 1.00 + 55.92 \cdot 1.95 \cdot 1.00 \cdot 1.13 \cdot 1.00 + 0.5 \cdot 8.49 \cdot 2.74 \cdot 0.25 \cdot 1.00 \cdot 0.70 \cdot 1.00 = 448.23 \text{ [kPa]}$$

q – napężenie w gruncie (obok fundamentu) w poziomie posadowienia (całkowite)

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_R} = \frac{3365.10}{1.40} = 2403.64 \text{ [kN]}$$

Warunek obliczeniowy:

$$V_d = 661.74 < R_d = 2403.64 \text{ kN}$$

Warunek nośności na wyparcie spełniony.

Warunki "bez odpływu"

$$G_{fk} = V_f \cdot \gamma_f = 1.18 \cdot 24.00 = 28.3 \text{ [kN]}$$

Ciężar gruntu nad fundamentem:

$$G_k = -0.00 \text{ [kN]}$$

Obliczeniowa wartość obciążenia podłoża:

$$V_d = \gamma_{G, \text{niekorzystne}} \cdot (N_{Gk} + G_{fk} + G_k) + \gamma_Q \cdot N_{Qk} = 1.35 \cdot (170.00 + 28.30 + -0.00) + 1.50 \cdot 273.10 = 677.36 \text{ [kN]}$$

Obciążenia przekazywane na podłoża (charakterystyczne):

$$V_k = N_{Gk} + G_{fk} + G_k + N_{Qk} = 170.00 + 28.30 + -0.00 + 273.10 = 471.40 \text{ [kN]}$$

$$M_{Bk} = M_{OBGk} + M_{OBQk} + (H_{BGk} + H_{BQk}) \cdot h = 0.00 + 0.00 + (0.00 + 0.00) \cdot 0.20 = 0.00 \text{ [kNm]}$$

$$M_{Lk} = M_{OLGk} + M_{OLQk} + (H_{LGk} + H_{LQk}) \cdot h = 0.00 + 0.00 + (0.00 + 0.00) \cdot 0.20 = 0.00 \text{ [kNm]}$$

$$H_k = \sqrt{(H_{BGk} + H_{BQk})^2 + (H_{LGk} + H_{LQk})^2} = \sqrt{(0.00 + 0.00)^2 + (0.00 + 0.00)^2} = 0.00 \text{ [kN]}$$

Mimośród obciążeń:

$$e_B = \frac{M_{Bk} + e_{OB} \cdot N_{G-Qk}}{V_k} = \frac{0.00 + 0.00 \cdot 443.10}{471.40} = |0.00| < 0,3 \quad B = 0.82 \text{ [m]}$$

Warunek spełniony

$$e_L = \frac{M_{Lk} + e_{OL} \cdot N_{G-Qk}}{V_k} = \frac{0.00 + 0.00 \cdot 443.10}{471.40} = |0.00| < 0,3 \quad L = 0.82 \text{ [m]}$$

Warunek spełniony

Sprowadzone wymiary fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_B = 2.74 - 2 \cdot 0.00 = 2.74 [m]$$

$$L' = L - 2 \cdot e_L = 2.74 - 2 \cdot 0.00 = 2.74 [m]$$

$$A' = B' \cdot L' = 2.74 \cdot 2.74 = 7.51 [m^2]$$

Jednostkowy opór graniczny podłoża:

$$\frac{R_k}{A'} = \left(IT + 2 \right) \cdot c_u \cdot b_e \cdot s_e \cdot i_e + q =$$

$$= \left(IT + 2 \right) \cdot 35.00 \cdot 1.00 \cdot 1.20 \cdot 1.00 + 77.50 = 293.45 [kPa]$$

q – napężenie w gruncie (obok fundamentu) w poziomie posadowienia (całkowite)

Warunek obliczeniowy:

$$V_d = 677.36 < R_d = 1573.63 kN$$

Warunek nośności na wyparcie spełniony.

SPRAWDZENIE NOŚNOŚCI GRUNTU NA ŚCIĘCIE W POZIOMIE POSADOWIENIA

$$H < R_d + R_{p,d}$$

Warunku nie sprawdzano, z uwagi na brak obciążeń poziomych

Sprawdzenie nośności pozostałych warstw

Poziom spr.	Nawodniona	Warunki Ed/Rd(H)	z odpływem Ed/Rd(V)	Warunki Ed/Rd(H)	bez odpływu Ed/Rd(V)
4.90	TAK	0.000	0.205	0.000	0.292
5.30	TAK	0.000	0.171	0.000	0.172

Osiadanie fundamentu

Osiadania pierwotne = 0.070 cm

Osiadania wtórne = 0.000 cm

Osiadania całkowite = 0.070 cm

Tangens kąta nachylenia względem osi X = -0.00000

Tangens kąta nachylenia względem osi Y = -0.00000

Przechyłka = 0.00000 rad

Warunek naprężeniowy

$$0.2 \cdot \sigma_{zd} = 0.2 \cdot 108.84 = 21.77 \text{ kN/m}^2 = 20.32 \left[\text{kN/m}^2 \right]$$

Głębokość, na której zachodzi warunek wytrzymałościowy = 8.98 m

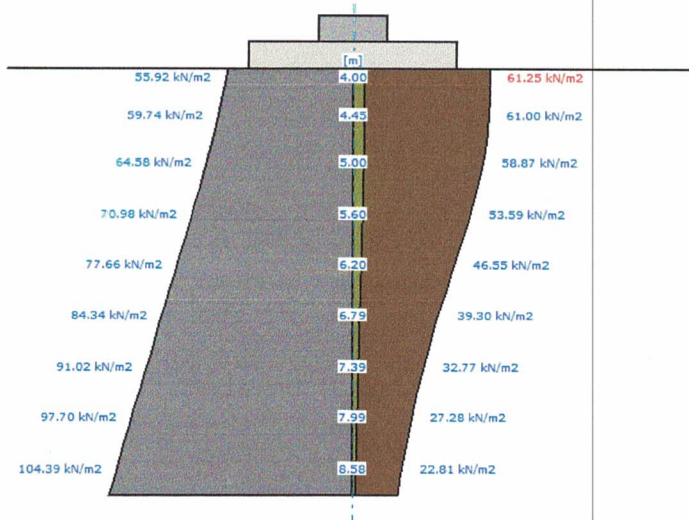


Tabela z wartościami:

Nr	H [m]	ρ _{ZR} [kN/m²]	ρ _{ZS} [kN/m²]	ρ _{ZD} [kN/m²]	Suma = ρ _{ZS} + ρ _{ZD} + ρ _{ZD} _{stila} + ρ _{ZD} _{fund}
0	4.00	55.92	55.92	5.33	61.25
1	4.09	56.68	55.91	5.33	61.24
2	4.27	58.21	55.87	5.33	61.20
3	4.45	59.74	55.69	5.31	61.00
4	4.63	61.27	55.29	5.27	60.56
5	4.81	62.79	54.66	5.21	59.87
6	5.00	64.58	53.75	5.12	58.87
7	5.20	66.62	52.40	5.00	57.39
8	5.40	68.75	50.78	4.84	55.62
9	5.60	70.98	48.93	4.66	53.59
10	5.80	73.20	46.88	4.47	51.35
11	6.00	75.43	44.72	4.26	48.99
12	6.20	77.66	42.49	4.05	46.55
13	6.39	79.89	40.25	3.84	44.09
14	6.59	82.11	38.04	3.63	41.66
15	6.79	84.34	35.88	3.42	39.30
16	6.99	86.57	33.79	3.22	37.02
17	7.19	88.79	31.80	3.03	34.84
18	7.39	91.02	29.92	2.85	32.77
19	7.59	93.25	28.14	2.68	30.82

20	7.79	95.48	26.47	2.52	29.00
21	7.99	97.70	24.91	2.37	27.28
22	8.19	99.93	23.45	2.24	25.68
23	8.39	102.16	22.09	2.11	24.20
24	8.58	104.39	20.82	1.99	22.81
25	8.78	106.61	19.65	1.87	21.52
26	8.98	108.84	18.55	1.77	20.32

Legenda:

H [m]	głębokość liczona od poziomu terenu
ρ_{ZR} [kN/m ²]	naprężenia pierwotne
ρ_{ZS} [kN/m ²]	naprężenia wtórne
ρ_{ZD} [kN/m ²]	naprężenia dodatkowe

Osiadania pierwotne = 0.070 cm

Osiadania wtórne = 0.000 cm

Osiadania całkowite = 0.070 cm

Tangens kąta nachylenia względem osi X = -0.00000

Tangens kąta nachylenia względem osi Y = -0.00000

Przechyłka = 0.00000 rad

Model obliczeniowy nr 2: studnia pusta, poziom wody gruntowej 1,8m ppt

W modelu tym sprawdza się warunek braku wypierania zespołu zbiornik - płyta przez wodę gruntową, której poziom może w, sytuacji awaryjnej, sięgnąć poziomu terenu.

Sile wyporu przeciwstawia się ciężar studni.

Warunek graniczny przedstawia się następująco:

$$E_{dst} \times 1,1 \leq E_{st} \times 0,9$$

Gdzie:

E_{dst} – oddziaływanie destabilizujące (wypór)

E_{st} – oddziaływanie stabilizujące ciężary

$$E_{dst} = 3,14 \times (2,74)^2 \times 0,25 \times (4,0m - 1,8m) \times 10 \text{ kN/m}^3 = 129,7 \text{ kN}$$

E_{st} – ciężar zbiornika Gz

$$E_{st} = 199,5 \text{ kN}$$

Warunek graniczny:

$$129,7 \times 1,1 = 142,6 \text{ kN} < 199,5 \times 0,9 = 180,0 \text{ kN}$$

Warunek jest spełniony

Ława fundamentowa

Wstępnie założono posadowienie budynku szkoły na ławach. Przyjęto szerokość ław 1,20m
Głębokość posadowienia określono na poziomie 1,13 m poniżej obecnego terenu.

Model obliczeniowy

- geometria fundamentu

Szerokość ławy $B = 1,20$ (m)

Długość ławy – jednostkowa 1,0 (m)

Wysokość ławy 0,4 (m)

Mimośród siły pionowej w kierunku wymiaru A $e_x = 0,00$ (m)

Mimośród siły pionowej w kierunku wymiaru B $e_y = 0,00$ (m)

- poziom posadowienia płyty : $D = 1,13$ (m)

- ustabilizowany poziom wody gruntowej $D_w = 1,55$ (m) poniżej poziomu terenu

- Obciążenie zewnętrzne ławy – przyjęto według danych dostarczonych przez projektanta konstrukcyjnego w wysokości 350 kN/m. Ponieważ jest to wartość końcowa obliczeniowa obciążenia, dla potrzeb niniejszego opracowania dokonano podziału obciążenia na część stałą i zmienną charakterystyczną.

- część stała charakterystyczna $q = (0,6 \times 350) / 1,35 = 155,6$ kN/m

- część zmienna charakterystyczna $p = (0,4 \times 350) / 1,50 = 93,4$ kN/m

Parametry gruntów określają próbki pobrane z otworu badawczego nr 8.

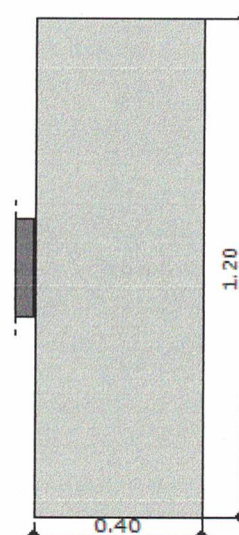
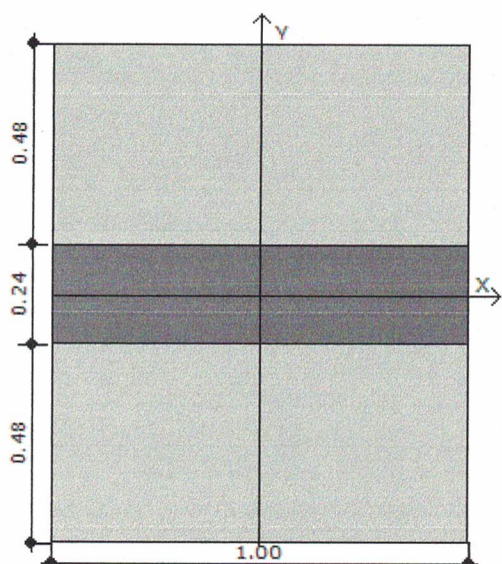
Sprawdzenia stanów granicznych podłoża gruntowego dokonano przy użyciu programu komputerowego KONSTRUKTOR firmy InterSoft z Łodzi wg Eurokodu. Ciężar płyty fundamentowej zostanie przyjęty automatycznie przez program.

Dla zgodności oznaczeń przyjęto następujące porównania:

$M_x = M_B$; $M_y = M_L$; $F_x = F_L$; $F_y = F_B$; $e_x = e_L$; $e_y = e_B$

Geometria

Szerokość ławy B	[m]	1.20
Długość ławy L	[m]	1.00
Wysokość ławy H_f	[m]	0.40
Grubość ściany b	[m]	0.24
Mimośród e_y	[m]	0.00



Materiały

Klasa betonu			C25/30
Ciężar objętościowy betonu	[kN/m ³]		24.0
Ciężar zasypki	[kN/m ³]		18.0
Czas realizacji budynku			poniżej roku
Element prefabrykowany			Nie

Legenda:

- Warstwa - numer porządkowy warstwy
- Nazwa - nazwa warstwy gruntu
- Mięższność - mięższność warstwy
- γ - ciężar właściwy
- ϕ' - efektywny kąt tarcia wewnętrznego gruntu
- C' - spójność efektywna gruntu
- C_u - wytrzymałość na ścinanie
- M - moduł sprężystości
- M_o - moduł sprężystości pierwotnej

Warstwa	Nazwa gruntu	Mięższność [m]	γ [kN/m ³]	ϕ' [°]	C' [kPa]	C_u [kPa]	M_o [kPa]	M [kPa]
1	NN Piasek pylasty	0.9	16.5	30.0	0.0	0.0	51000.0	64000.0
2	Gлина B	0.6	21.1	18.1	31.0	65.0	36000.0	49000.0
3	Gлина piaszczysta B	0.5	20.4	12.5	21.0	16.0	18500.0	25000.0
4	Gлина B	0.7	20.7	15.0	25.5	50.0	25500.0	35000.0
5	Gлина piaszczysta B	0.4	20.4	12.5	21.0	16.0	18500.0	25000.0
6	Gлина B	0.3	20.7	15.0	25.5	50.0	25500.0	35000.0

7	Gлина piaszczysta zwięzła D	0.4	20.0	9.8	45.0	62.0	22000.0	30000.0
8	Gлина piaszczysta zwięzła D	2.2	21.0	12.0	50.0	135.0	31000.0	42000.0

Głębokość posadowienia	[m]	1.1
Poziom wody gruntowej	[m]	1.6
Ciężar zasypki	[kN/m ³]	18.0

Obciążenia charakterystyczne rozdzielone (stałe/zmienne)

Zestaw nr 1:

Nazwa	V [kN]	M _B [kNm]	M _L [kNm]	H _B [kN]	H _L [kN]
stałe	155.60	0.00	0.00	0.00	0.00
zmienne	93.40	0.00	0.00	0.00	0.00

Stan graniczny nośności (GEO)

Podejście obliczeniowe DA2

$\gamma_{G, niekorzystne} = 1.35$, $\gamma_Q = 1.50$

$\gamma_R = 1,4$ - częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla oporu granicznego na wyparcie

$\gamma_{R,h} = 1,1$ - częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla oporu granicznego na ścięciu gruntu pod fundamentem

Głębokość posadowienia $h_f = 1.10$ m (względem terenu)

SPRAWDZENIE PIONOWEJ NOŚNOŚCI PODŁOŻA.

Warunki "z odpływem"

Dodatkowe obciążenia podłoża:

Ciężaru fundamentu (całkowity):

$$G_{fk} = V_f \cdot \gamma_f = 0.48 \cdot 24.00 = 11.5 [kN]$$

Ciężar gruntu nad fundamentem:

$$G_k = 12.10 [kN]$$

Obliczeniowa wartość obciążenia podłoża:

$$V_d = \gamma_{G, niekorzystne} \cdot (N_{Gk} + G_{fk} + G_k) + \gamma_Q \cdot N_{Qk} = 1.35 \cdot (155.60 + 11.52 + 12.10) + 1.50 \cdot 93.40 = 382.04 [kN]$$

Obciążenia przekazywane na podłożo (charakterystyczne, wartości momentów bez uwzględnienia nieosiowego działania siły pionowej):

$$V_k = N_{Gk} + G_{fk} + G_k + N_{Qk} = 155.60 + 11.52 + 12.10 + 93.40 = 272.62 [kN]$$

$$M_{Bk} = M_{OBG,k} + M_{OBQ,k} + (H_{BGk} + H_{BQk}) \cdot h = 0.00 + 0.00 + (0.00 + 0.00) \cdot 0.40 = 0.00 [kNm]$$

$$M_{Lk} = M_{OLG,k} + M_{OLQ,k} + (H_{LGk} + H_{LQk}) \cdot h = 0.00 + 0.00 + (0.00 + 0.00) \cdot 0.40 = 0.00 [kNm]$$

$$H_k = \sqrt{(H_{BGk} + H_{BQk})^2 + (H_{LGk} + H_{LQk})^2} = \sqrt{(0.00 + 0.00)^2 + (0.00 + 0.00)^2} = 0.00 [kN]$$

Mimośród obciążeń:

$$e_B = \frac{M_{Bk} + e_{OB} \cdot N_{GQk}}{V_k} = \frac{0.00 + 0.00 \cdot 249.00}{272.62} = |0.00| < 0,3 \quad B = 0.36 [m]$$

Warunek spełniony

$$e_L = \frac{M_{Lk} + e_{OL} \cdot N_{GQk}}{V_k} = \frac{0.00 + 0.00 \cdot 249.00}{272.62} = |0.00| < 0,3 \quad L = 0.30 [m]$$

Warunek spełniony

Sprowadzone wymiary fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_B = 1.20 - 2 \cdot 0.00 = 1.20 [m]$$

$$L' = L - 2 \cdot e_L = 1.00 - 2 \cdot 0.00 = 1.00 [m]$$

$$A' = B' \cdot L' = 1.20 \cdot 1.00 = 1.20 [m^2]$$

Jednostkowy opór graniczny podłoża

$$\frac{R_k}{A'} = c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + g' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma =$$

$$= 31.00 \cdot 13.18 \cdot 1.00 \cdot 1.46 \cdot 1.00 + 19.07 \cdot 5.31 \cdot 1.00 \cdot 1.37 \cdot 1.00 + 0.5 \cdot 21.10 \cdot 1.20 \cdot 2.82 \cdot 1.00 \cdot 0.64 \cdot 1.00 = 758.23 [kPa]$$

q – naprężenie w gruncie (obok fundamentu) w poziomie posadowienia (całkowite)

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_R} = \frac{909.88}{1.40} = 649.91 [kN]$$

Warunek obliczeniowy:

$$V_d = 382.04 < R_d = 649.91 kN$$

Warunek nośności na wyparcie spełniony.

SPRAWDZENIE NOŚNOŚCI GRUNTU NA ŚCIĘCIE W POZIOMIE POSADOWIENIA

$$H < R_d + R_{p,d}$$

Warunku nie sprawdzano z uwagi na brak obciążeń poziomych

Sprawdzenie nośności pozostałych warstw

Poziom spr.	Nawodniona	Warunki z odpływem		Warunki bez odpływu	
		Ed/Rd (H)	Ed/Rd (V)	Ed/Rd (H)	Ed/Rd (V)
1.50	NIE	0.000	0.996	–	–
1.60	TAK	0.000	0.956	0.000	2.882
2.00	TAK	0.000	0.594	0.000	0.962
2.70	TAK	0.000	0.601	0.000	1.724
3.10	TAK	0.000	0.394	0.000	0.664
3.40	TAK	0.000	0.384	0.000	0.535
3.80	TAK	0.000	0.286	0.000	0.256

Osiadanie fundamentu

Warunek naprężeniowy

$$0.2 \cdot \sigma_{zd} = 0.2 \cdot 60.82 = 12.166 \text{ kN/m}^2 = 10.81 \text{ kN/m}^2$$

Głębokość, na której zachodzi warunek wytrzymałościowy = 4.50 m

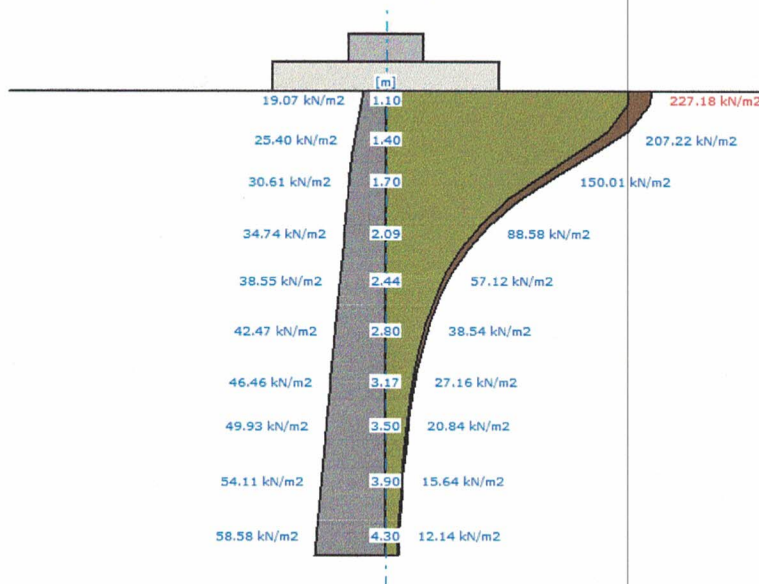


Tabela z wartościami:

Nr	H [m]	ρZR [kN/m²]	ρZS [kN/m²]	ρZD [kN/m²]	Suma = ρZS + ρZD + ρZDsiła + ρZDfund
0	1.10	19.07	19.07	208.11	227.18
1	1.20	21.18	18.98	207.13	226.11
2	1.40	25.40	17.39	189.82	207.22
3	1.55	28.53	15.09	164.73	179.82
4	1.70	30.61	12.59	137.42	150.01
5	1.90	32.73	9.59	104.69	114.28
6	2.09	34.74	7.44	81.14	88.58

7	2.26	36.64	5.93	64.70	70.63
8	2.44	38.55	4.80	52.33	57.12
9	2.61	40.46	3.94	42.95	46.89
10	2.80	42.47	3.24	35.30	38.54
11	3.00	44.59	2.67	29.11	31.77
12	3.17	46.46	2.28	24.88	27.16
13	3.32	48.10	2.01	21.93	23.94
14	3.50	49.93	1.75	19.09	20.84
15	3.70	51.97	1.51	16.46	17.97
16	3.90	54.11	1.31	14.32	15.64
17	4.10	56.34	1.15	12.57	13.72
18	4.30	58.58	1.02	11.12	12.14
19	4.50	60.82	0.91	9.90	10.81

Legenda:

H [m]	głębokość liczona od poziomu terenu
ρ_{ZR} [kN/m ²]	naprężenia pierwotne
ρ_{ZS} [kN/m ²]	naprężenia wtórne
ρ_{ZD} [kN/m ²]	naprężenia dodatkowe

Osiadania pierwotne = 0.733 cm

Osiadania wtórne = 0.000 cm

Osiadania całkowite = 0.733 cm

Tangens kąta nachylenia względem osi X = 0.00000

Tangens kąta nachylenia względem osi Y = 0.00000

Przechyłka = 0.00000 rad

Wniosek!

Z obliczeń wynikają znaczne przekroczenia stanów granicznych nośności gruntu w warunkach bez odplywu, dla przyjętej szerokości ławy. Przekroczenia są na tyle duże, że poszerzanie ław dla spełnienia warunku nośności byłoby nieekonomiczne. Dlatego proponuje się inne sposoby posadowienia, np pośrednio za pomocą pali, bądź na płycie fundamentowej.

Stopa fundamentowa nr 1

Model obliczeniowy

- geometria fundamentu

Szerokość stopy B = 3,3 (m)

Długość stopy L = 3,0 (m)

Wysokość ławy 0,4 (m)

Mimośród siły pionowej w kierunku wymiaru A $e_x = 0,00$ (m)

Mimośród siły pionowej w kierunku wymiaru B $e_y = 0,00$ (m)

- poziom posadowienia płyty : D 1,13 (m)

- ustabilizowany poziom wody gruntowej $D_w = 1,55$ (m) poniżej poziomu terenu
- Obciążenie zewnętrzne stopy – przyjęto według danych dostarczonych przez projektanta:
 $N = 215$ kN; $T_y = 20$ kN; $M_x = -70$ kNm; $T_x = 15$ kN; $M_y = 52$ kNm

Ponieważ są to wartości końcowe obliczeniowe obciążenia, dla potrzeb niniejszego opracowania dokonano podziału obciążenia na część stałą i zmienną charakterystyczną.

$$N_{st} = (0,6 \times 215) / 1,35 = 96,6 \text{ kN}$$

$$N_{zm} = (0,4 \times 215) / 1,50 = 57,3 \text{ kN}$$

$$T_{yst} = (0,6 \times 20) / 1,35 = 8,9 \text{ kN}$$

$$T_{yzm} = (0,4 \times 20) / 1,50 = 5,3 \text{ kN}$$

$$M_{xst} = (0,6 \times 70) / 1,35 = 31,1 \text{ kNm}$$

$$M_{xzm} = (0,4 \times 70) / 1,50 = 18,7 \text{ kNm}$$

$$T_{xst} = (0,6 \times 15) / 1,35 = 6,7 \text{ kN}$$

$$T_{xzm} = (0,4 \times 15) / 1,50 = 4,0 \text{ kN/m}$$

$$M_{yst} = (0,6 \times 52) / 1,35 = 23,1 \text{ kNm}$$

$$M_{yzm} = (0,4 \times 52) / 1,50 = 13,9 \text{ kNm}$$

Parametry gruntów określają próbki pobrane z otworu badawczego nr 8.

Sprawdzenia stanów granicznych podłoża gruntowego dokonano przy użyciu programu komputerowego KONSTRUKTOR firmy InterSoft z Łodzi wg Eurokodu. Ciężar płyty fundamentowej zostanie przyjęty automatycznie przez program.

Dla zgodności oznaczeń przyjęto następujące porównania:

$$M_x = M_B; M_y = M_L; F_x = F_L; F_y = F_B; e_x = e_L; e_y = e_B$$

Geometria

Szerokość stopy B	[m]	3.00	
Długość stopy L	[m]	3.00	
Wysokość stopy H_f	[m]	0.40	
Szerokość przekroju słupa b	[m]	0.40	
Wysokość przekroju słupa h	[m]	0.40	
Mimośród e_x	[m]	0.00	
Mimośród e_y	[m]	0.00	