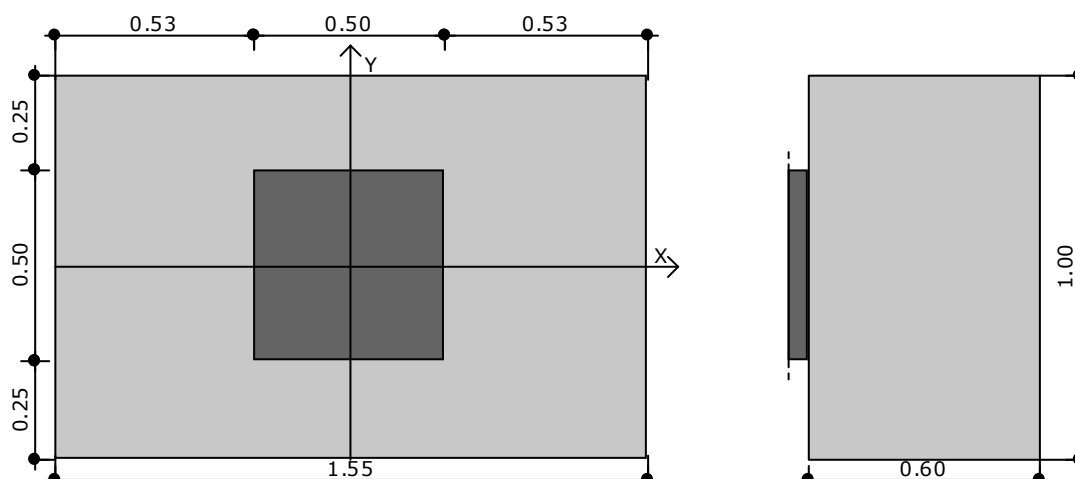


## Geometria

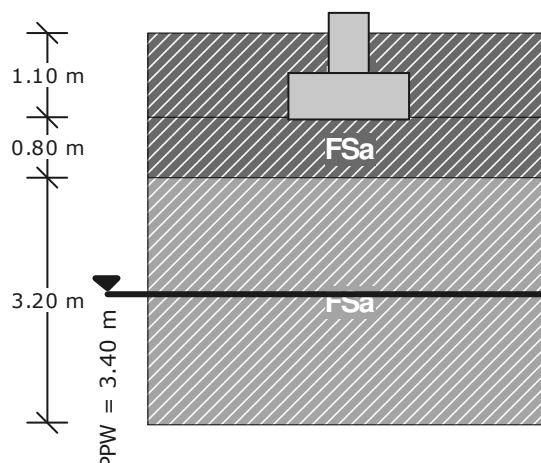
Szerokość stopy B	[m]	1.00
Długość stopy L	[m]	1.55
Wysokość stopy $H_f$	[m]	0.60
Szerokość przekroju słupa b	[m]	0.50
Wysokość przekroju słupa h	[m]	0.50
Mimośród $e_x$	[m]	0.00
Mimośród $e_y$	[m]	0.00



## Materialy

Klasa betonu		C25/30
Ciężar objętościowy betonu	[kN/m <sup>3</sup> ]	25.0
Ciężar zasypki	[kN/m <sup>3</sup> ]	18.0
Czas realizacji budynku		poniżej roku
Element prefabrykowany		Nie
Granica plastyczności stali ( $f_{yk}$ )	[MPa]	500
Średnica zbrojenia	[mm]	12.00
Grubość otuliny	[mm]	50.00

## Warunki gruntowe



### Legenda:

- Warstwa - numer porządkowy warstwy
- Nazwa - nazwa warstwy gruntu
- Miaższność - miaższność warstwy
- $\gamma$  - ciężar właściwy
- $\phi'$  - 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	Miaższność [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	$C'$ [kPa]	$C_u$ [kPa]	$M_o$ [kPa]	$M$ [kPa]
1	Piasek drobny (FSa)	1.9	15.3	26.7	0.0	0.0	46611.0	58264.0
2	Piasek drobny (FSa)	3.2	15.8	27.6	0.0	0.0	67912.0	84890.0

Głębokość posadowienia	[m]	1.1
Poziom wody gruntowej	[m]	3.4
Ciężar zasypki	[kN/m <sup>3</sup> ]	18.0

## Kompletny zestaw obciążeń (ULS/SLS)

### Zestaw nr 1:

Nazwa	V [kN]	$M_B$ [kNm]	$M_L$ [kNm]	$H_B$ [kN]	$H_L$ [kN]
ULS	59.73	3.20	30.47	2.40	13.30
SLS	58.17	3.20	30.47	2.40	13.30

### Zestaw nr 2:

Nazwa	V [kN]	$M_B$ [kNm]	$M_L$ [kNm]	$H_B$ [kN]	$H_L$ [kN]
ULS	59.73	-3.20	-30.47	-2.40	-13.30
SLS	58.17	-3.20	-30.47	-2.40	-13.30

## Stan graniczny nośności (GEO)

Podejście obliczeniowe DA2

$$\gamma_{G, \text{niekorzystne}} = 1.35, \gamma_o = 1.50$$

$\gamma_R = 1.4$  - 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  $h_f = 1.10 \text{ m}$

## Schemat nr 1

### SPRAWDZENIE PIONOWEJ NOŚNOŚCI PODŁOŻA.

#### Warunki "z odpływem"

Dodatkowe obciążenia podłoża:

Ciężaru fundamentu (całkowity):

$$G_{f,k} = V_f \cdot (\gamma_f - \gamma_w) = 0.93 \cdot (25.00 - 9.81) = 14.1 \text{ [kN]}$$

Ciężar gruntu nad fundamentem:

$$G_k = 11.70 \text{ [kN]}$$

Obliczeniowa wartość obciążenia podłoża:

$$V_d = N_d + \gamma_{G, niekorzystne} \cdot (G_{f,k} + G_k) = 59.73 + 1.35 \cdot (14.13 + 11.70) = 94.60 \text{ [kN]}$$

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

$$V_k = N_k + G_{f,k} + G_k = 58.17 + 14.13 + 11.70 = 84.00 \text{ [kN]}$$

$$M_{Bk} = M_{OB,k} + H_{Bk} \cdot h = 3.20 + 2.40 \cdot 0.60 = 4.64 \text{ [kNm]}$$

$$M_{Lk} = M_{OL,k} + H_{Lk} \cdot h = 30.47 + 13.30 \cdot 0.60 = 38.45 \text{ [kNm]}$$

$$H_k = \sqrt{H_{Bk}^2 + H_{Lk}^2} = \sqrt{2.40^2 + 13.30^2} = 13.51 \text{ [kN]}$$

Mimośród obciążeń:

$$e_B = \frac{M_{Bk} + e_{OB} \cdot N_{G,Q,k}}{V_k} = \frac{4.64 + 0.00 \cdot 58.17}{84.00} = 0.06 < 0.3 \quad B = 0.30 \text{ [m]}$$

Warunek spełniony

$$e_L = \frac{M_{Lk} + e_{OL} \cdot N_{G,Q,k}}{V_k} = \frac{38.45 + 0.00 \cdot 58.17}{84.00} = 0.46 < 0.3 \quad L = 0.46 \text{ [m]}$$

Warunek spełniony

Sprowadzone wymiary fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_B = 1.00 - 2 \cdot 0.06 = 0.89 [m]$$

$$L' = L - 2 \cdot e_L = 1.55 - 2 \cdot 0.46 = 0.63 [m]$$

$$A' = B' \cdot L' = 0.89 \cdot 0.63 = 0.56 [m^2]$$

Jednostkowy opór graniczny podłoża

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

$$= 0.00 \cdot 23.42 \cdot 1.00 \cdot 1.68 \cdot 0.74 + 16.83 \cdot 12.78 \cdot 1.00 \cdot 1.63 \cdot 0.76 + 0.5 \cdot 15.30 \cdot 0.89 \cdot 11.85 \cdot 1.00 \cdot 0.58 \cdot 0.64 = 295.47 [kPa]$$

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

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_R} = \frac{166.76}{1.40} = 119.11 [kN]$$

Warunek obliczeniowy:

$$V_d = 94.60 < R_d = 119.11 kN$$

Warunek nośności na wyparcie spełniony.

#### SPRAWDZENIE NOŚNOŚCI GRUNTU NA ŚCIECIE W POZIOMIE POSADOWIENIA

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

gdzie:

H<sub>d</sub> - wartość obliczeniowa siły poziomej przekazywanej przez fundament na grunt,

R<sub>d</sub> - opór graniczny podłoża pod fundamentem na ściecie,

R<sub>p,d</sub> - opór graniczny podłoża na przesunięcie fundamentu, przyjęto = 0,0

#### Warunki "z odpływem"

Wartość obliczeniowa oporu granicznego gruntu pod fundamentem

$$R_d = \min \left( \frac{V'_k \cdot \tan(\delta_k)}{\gamma_{R,h}}; 0.4 \cdot V_d \right) = \min \left( \frac{84.00 \cdot 0.50}{1.10}; 0.4 \cdot 94.60 \right) = 34.40 [kN]$$

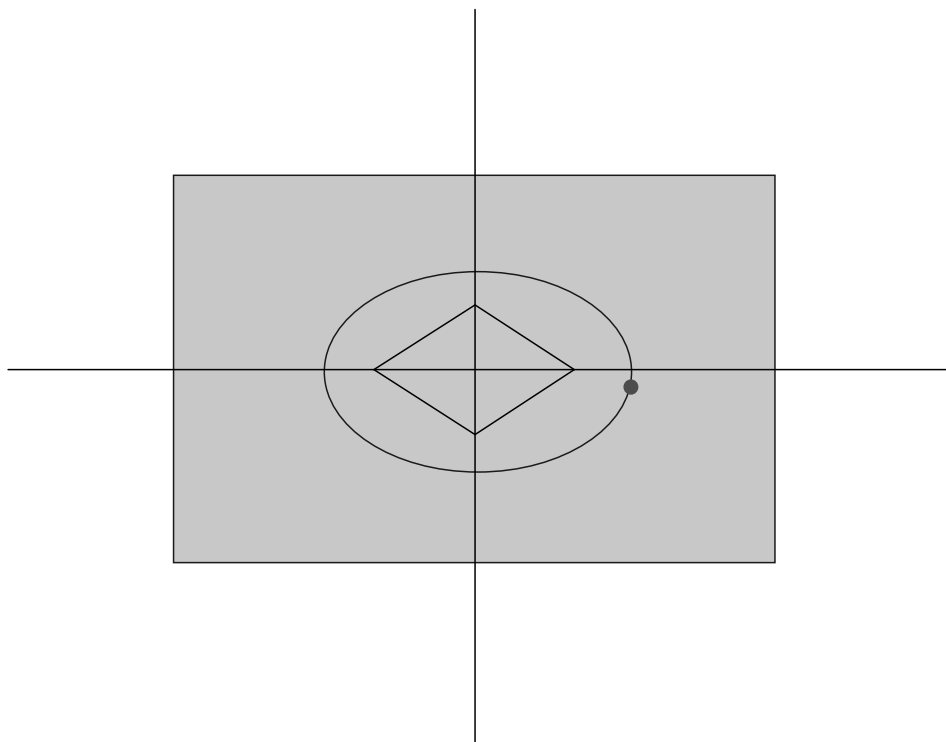
$$H_d = 13.51 < R_d = 34.40 [kN]$$

Warunek nośności na ściecie spełniony.

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)
1.90	NIE	0.280	0.294	–	–

Położenie wypadkowej sił:



Sprawdzenie stateczności fundamentu (EQU):

Oznaczenia:

- std - oddziaływania stabilizujące
- dst - oddziaływania destabilizujące

Współczynniki częściowe do oddziaływań:

$$\gamma_{G, dst} = 1.10$$

$$\gamma_{G, stb} = 0.90$$

$$\gamma_{Q, dst} = 1.50$$

$$M_{B, dst} = 4.64 < M_{B, stb} = 42.50 [kNm]$$

$$M_{L, dst} = 38.45 < M_{L, stb} = 65.87 [kNm]$$

Warunek stateczności spełniony.

Schemat nr 2

## SPRAWDZENIE PIONOWEJ NOŚNOŚCI PODŁOŻA.

### Warunki "z odpływem"

Dodatkowe obciążenia podłoża:

Ciężaru fundamentu (całkowity):

$$G_{fk} = V_f \cdot (\gamma_f - \gamma_w) = 0,93 \cdot (25,00 - 9,81) = 14,1 \text{ [kN]}$$

Ciężar gruntu nad fundamentem:

$$G_k = 11,70 \text{ [kN]}$$

Obliczeniowa wartość obciążenia podłoża:

$$V_d = N_d + \gamma_{G, niekorzystne} \cdot (G_{fk} + G_k) = 59,73 + 1,35 \cdot (14,13 + 11,70) = 94,60 \text{ [kN]}$$

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

$$V_k = N_k + G_{fk} + G_k = 58,17 + 14,13 + 11,70 = 84,00 \text{ [kN]}$$

$$M_{Bk} = M_{OB,k} + H_{Bk} \cdot h = (-3,20) + (-2,40) \cdot 0,60 = -4,64 \text{ [kNm]}$$

$$M_{Lk} = M_{OL,k} + H_{Lk} \cdot h = (-30,47) + (-13,30) \cdot 0,60 = -38,45 \text{ [kNm]}$$

$$H_k = \sqrt{H_{Bk}^2 + H_{Lk}^2} = \sqrt{(-2,40)^2 + (-13,30)^2} = 13,51 \text{ [kN]}$$

Mimośród obciążeń:

$$e_B = \frac{M_{Bk} + e_{OB} \cdot N_{G,Q,k}}{V_k} = \frac{(-4,64) + 0,00 \cdot 58,17}{84,00} = |-0,06| < 0,3 \quad \cdot B = 0,30 \text{ [m]}$$

Warunek spełniony

$$e_L = \frac{M_{Lk} + e_{OL} \cdot N_{G,Q,k}}{V_k} = \frac{(-38,45) + 0,00 \cdot 58,17}{84,00} = |-0,46| < 0,3 \quad \cdot L = 0,46 \text{ [m]}$$

Warunek spełniony

Sprowadzone wymiary fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_B = 1,00 - 2 \cdot 0,06 = 0,89 \text{ [m]}$$

$$L'=L-2 \cdot e_L = 1.55 - 2 \cdot 0.46 = 0.63[m]$$

$$A'=B' \cdot L' = 0.89 \cdot 0.63 = 0.56[m^2]$$

Jednostkowy opór graniczny podłoża

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

$$= 0.00 \cdot 23.42 \cdot 1.00 \cdot 1.68 \cdot 0.74 + 16.83 \cdot 12.78 \cdot 1.00 \cdot 1.63 \cdot 0.76 + 0.5 \cdot 15.30 \cdot 0.89 \cdot 11.85 \cdot 1.00 \cdot 0.58 \cdot 0.64 = 295.47[kPa]$$

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

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_R} = \frac{166.76}{1.40} = 119.11[kN]$$

Warunek obliczeniowy:

$$V_d = 94.60 < R_d = 119.11 kN$$

Warunek nośności na wyparcie spełniony.

#### SPRAWDZENIE NOŚNOŚCI GRUNTU NA ŚCIĘCIE W POZIOMIE POSADOWIENIA

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

gdzie:

H<sub>d</sub> - wartość obliczeniowa siły poziomej przekazywanej przez fundament na grunt,

R<sub>d</sub> - opór graniczny podłoża pod fundamentem na ścięcie,

R<sub>p,d</sub> - opór graniczny podłoża na przesunięcie fundamentu, przyjęto = 0,0

#### Warunki "z odpływem"

Wartość obliczeniowa oporu granicznego gruntu pod fundamentem

$$R_d = \min \left( \frac{V'_k \cdot \tan(\delta_k)}{\gamma_{R,h}}; 0.4 \cdot V_d \right) = \min \left( \frac{84.00 \cdot 0.50}{1.10}; 0.4 \cdot 94.60 \right) = 34.40[kN]$$

$$H_d = 13.51 < R_d = 34.40[kN]$$

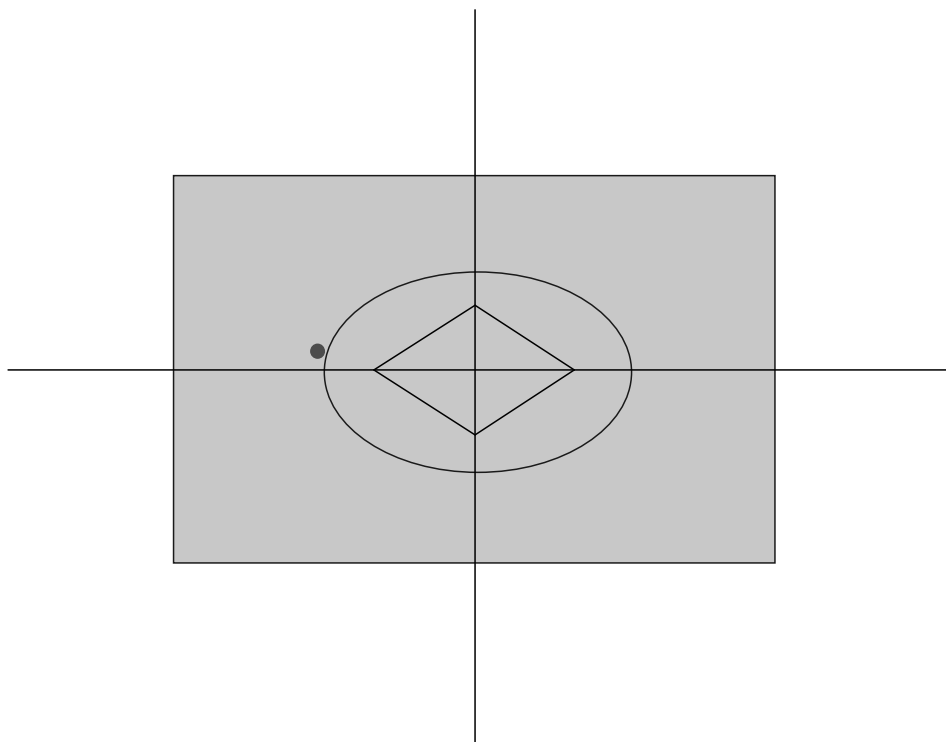
Warunek nośności na ścięcie spełniony.

Sprawdzenie nośności pozostałych warstw

Poziom spr.	Nawodniona	Warunki z odpływem Ed/Rd (H) Ed/Rd (V)	Warunki bez odpływu Ed/Rd (H) Ed/Rd (V)
-------------	------------	---	--

1.90	NIE	0.280	0.294	-	-
------	-----	-------	-------	---	---

Położenie wypadkowej sił:



**Sprawdzenie stateczności fundamentu (EQU) :**

Oznaczenia:

- std - oddziaływania stabilizujące
- dst - oddziaływania destabilizujące

Współczynniki częściowe do oddziaływań:

$$\gamma_{G, dst} = 1.10$$

$$\gamma_{G, stb} = 0.90$$

$$\gamma_{Q, dst} = 1.50$$

$$M_{B, dst} = 4.64 < M_{B, stb} = 42.50 [kNm]$$

$$M_{L, dst} = 38.45 < M_{L, stb} = 65.87 [kNm]$$

Warunek stateczności spełniony.

**Sprawdzenie przebiecia fundamentu:**

Wymiary obwodu kontrolnego:

$$b_L = 2.68[m]$$

$$b_B = 2.68[m]$$

Nośność na przebicie spełniona, obwód krytyczny poza stopą.

### Wymiarowanie zbrojenia

Zbrojenie potrzebne dla schematu nr 1

$$A_y = 1.46 \text{ cm}^2/\text{mb}$$

$$A_x = 2.26 \text{ cm}^2/\text{mb}$$

Zbrojenie potrzebne dla schematu nr 2

$$A_y = 1.46 \text{ cm}^2/\text{mb}$$

$$A_x = 2.26 \text{ cm}^2/\text{mb}$$

Minimalne zbrojenie konstrukcyjne dla fundamentu wynosi:  $A_k = 7.34 \text{ cm}^2/\text{mb}$

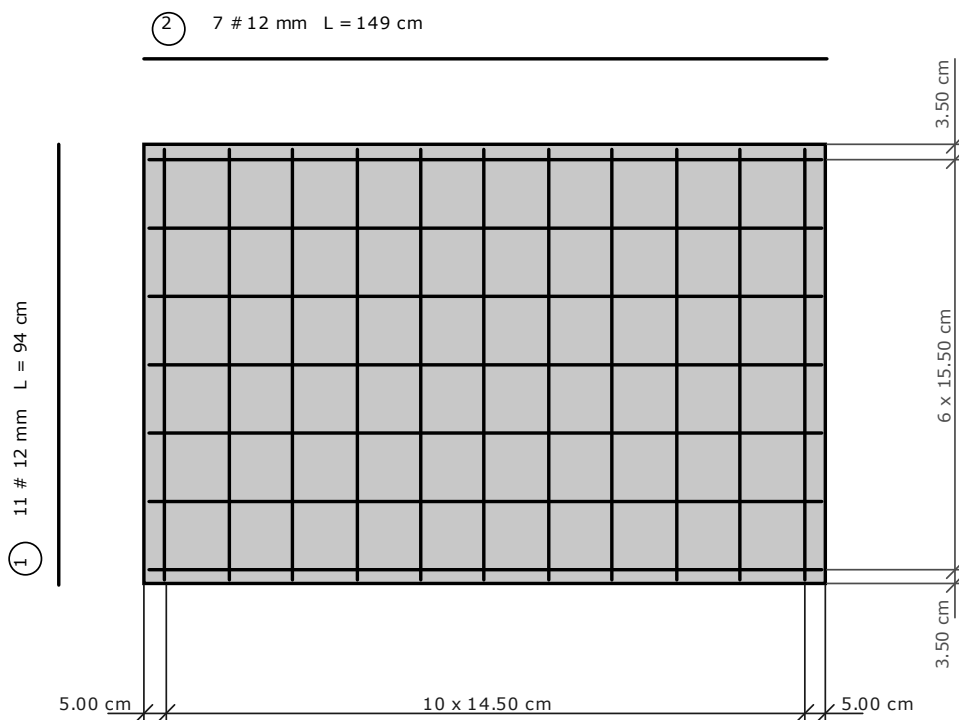
W kierunku y (B) przyjęto  $f_i = 12.0 \text{ mm}$  w rozstawie  $s_1 = 14.9 \text{ cm}$

$$A_{s1} = 8.03 \text{ cm}^2/\text{mb}$$

W kierunku x (L) przyjęto  $f_i = 12.0 \text{ mm}$  w rozstawie  $s_2 = 15.7 \text{ cm}$

$$A_{s2} = 7.92 \text{ cm}^2/\text{mb}$$

### **Rozkład prętów fundamentcie**



Nr pręta	Ilość	Długość pręta [cm]	Długość całkowita [m]
1	11	94	10.34
2	7	149	10.43

Średnica	[mm]	12.0
Granica plastyczności stali	[MPa]	500
Masa jednostkowa	[kg/m]	0.888
Długość ogółem	[m]	20.77
Masa ogółem	[kg]	18.4

### Osiadanie fundamentu

Schemat nr 1

Osiadania pierwotne = 0.075 cm

Osiadania wtórne = 0.000 cm

Osiadania całkowite = 0.075 cm

Tangens kąta nachylenia względem osi X = 0.00099

Tangens kąta nachylenia względem osi Y = -0.00021

Przechyłka = 0.00101 rad

Warunek naprężeniowy

$$0.2 \cdot \sigma_{\beta} = 0.2 \cdot 49.61 = 9.92 \sigma_{sd} = 9.07 \left[ \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$

Głębokość, na której zachodzi warunek wytrzymałościowy = 3.20 m

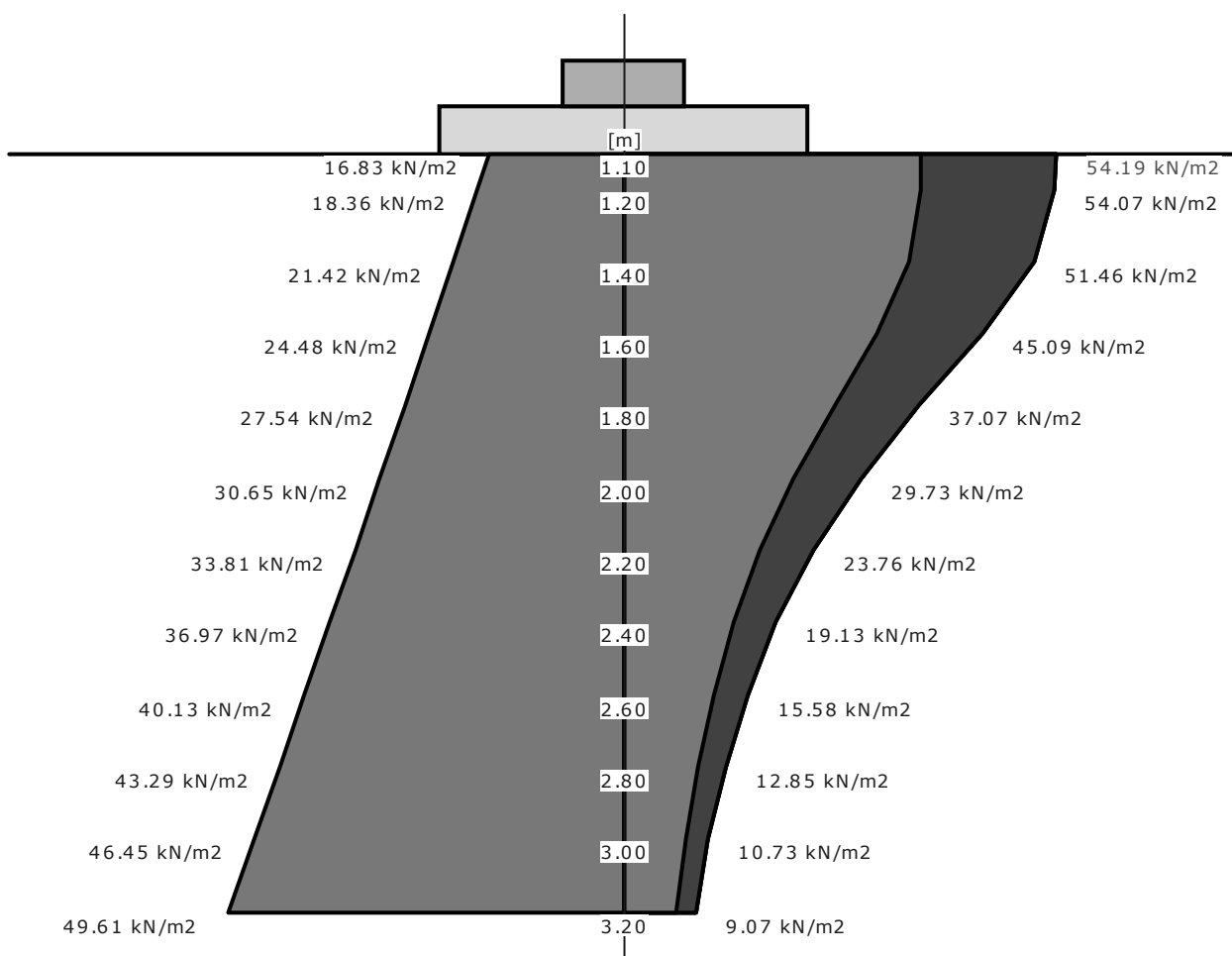


Tabela z wartościami:

Nr	H [m]	$\rho_{zR}$ [kN/m²]	$\rho_{zS}$ [kN/m²]	$\rho_{zD}$ [kN/m²]	Suma = $\rho_{zS} + \rho_{zD} + \rho_{zD_{sila}} + \rho_{zD_{fund}}$
0	1.10	16.83	16.83	37.36	54.19
1	1.20	18.36	16.77	37.31	54.07
2	1.40	21.42	15.60	35.86	51.46
3	1.60	24.48	13.22	31.86	45.09
4	1.80	27.54	10.59	26.48	37.07
5	2.00	30.65	8.33	21.40	29.73
6	2.20	33.81	6.57	17.19	23.76
7	2.40	36.97	5.24	13.88	19.13
8	2.60	40.13	4.24	11.33	15.58
9	2.80	43.29	3.48	9.36	12.85
10	3.00	46.45	2.90	7.83	10.73
11	3.20	49.61	2.44	6.62	9.07

Schemat nr 2

Osiadania pierwotne = 0.075 cm

Osiadania wtórne = 0.000 cm

Osiadania całkowite = 0.075 cm

Tangens kąta nachylenia względem osi X = -0.00099

Tangens kąta nachylenia względem osi Y = 0.00021

Przechyłka = 0.00101 rad

Warunek naprężeniowy

$$0.2 \cdot \sigma_{\beta} = 0.2 \cdot 49.61 = 9.922 \sigma_{sd} = 9.07 \left[ \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$

Głębokość, na której zachodzi warunek wytrzymałościowy = 3.20 m

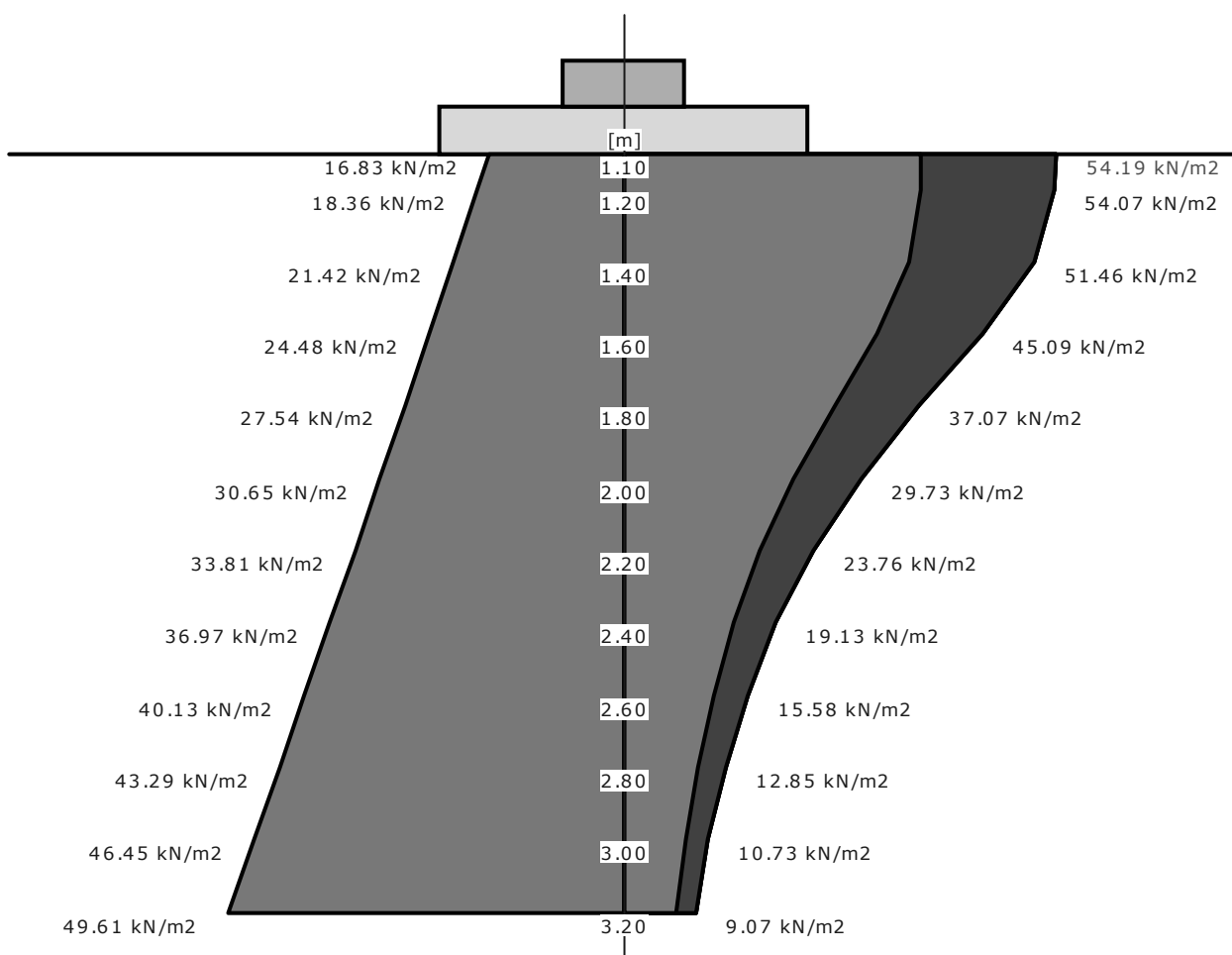


Tabela z wartościami:

Nr	H [m]	$\rho_{zR}$ [kN/m²]	$\rho_{zS}$ [kN/m²]	$\rho_{zD}$ [kN/m²]	Suma = $\rho_{zS} + \rho_{zD} + \rho_{zD_{sila}} + \rho_{zD_{fund}}$
0	1.10	16.83	16.83	37.36	54.19
1	1.20	18.36	16.77	37.31	54.07
2	1.40	21.42	15.60	35.86	51.46
3	1.60	24.48	13.22	31.86	45.09
4	1.80	27.54	10.59	26.48	37.07
5	2.00	30.65	8.33	21.40	29.73
6	2.20	33.81	6.57	17.19	23.76
7	2.40	36.97	5.24	13.88	19.13
8	2.60	40.13	4.24	11.33	15.58
9	2.80	43.29	3.48	9.36	12.85
10	3.00	46.45	2.90	7.83	10.73
11	3.20	49.61	2.44	6.62	9.07

Legenda:

H [m]	głębokość liczona od poziomemu terenu
$\rho_{zR}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	naprężenia pierwotne
$\rho_{zS}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	naprężenia wtórne
$\rho_{zD}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	naprężenia dodatkowe