

## Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe

### 1.0. Dane ogólne.

Projekt wykonano w oparciu o:

Eurokod 0 PN-EN 1990 - "Podstawy projektowania konstrukcji"

Eurokod 2 PN-EN 1992 - do obliczeń konstrukcji żelbetowych

Eurokod 5 PN-EN 1995 - do obliczeń konstrukcji drewnianych

Eurokod 7 PN-EN 1997 - do obliczeń posadowienia bezpośredniego oraz przepisy związane

### 2.0. Zebranie obciążeń:

#### 2.1. Obciążenia klimatyczne

##### 2.1.1 Parametry podstawowe:

Lokalizacja obiektu: Gogolewo

Strefa obciążeniowa dla śniegu: III.

Strefa obciążeniowa dla wiatru: 2. Wysokość terenu 99.86m.n.p.m.

Żywotność konstrukcji - 50lat.

Odległość od brzegu morza - 100km.

Wysokość konstrukcji: 9.20m.

##### 2.1.2 Obciążenie wiatrem:

Współczynniki dla obciążeń wiatrem:  $c_{dir} := 1$  - wg. tabl NA.2

$c_{season} = 1$  - wg. tabl NA.4

$c_s \cdot c_d = 1$  - wg. tabl NA.2

$K := 0.2$  - współczynnik postaci drgań (wg. pkt. 4.2)

$v_{b,0} = 26 \text{ m/s}$  (wg. tabl NB.1)

Prędkość wiatru:  $v_b := c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}$

Typ terenu - II

##### 2.1.2 Obciążenie śniegiem:

Współczynniki dla obciążeń śniegiem:

$C_e = 1.0$  - współczynnik ekspozycji

$C_t = 1.0$  - współczynnik termiczny

$s_1 = 1,2 \text{ kN/m}^2$  - obciążenie charakterystyczne

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

$s =$	<b>0,96</b>	[kN/m <sup>2</sup> ]	- obc. charakterystyczne
$s_o =$	<b>1,344</b>	[kN/m <sup>2</sup> ]	- obc. obliczeniowe

### 2.3. Obc. stałe

#### Obciążenie dachu

Rodzaj obciążenia		$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Papa termozgrzewalna	-	0,05
Wełna mineralna w spadku	średnio 11cm	0,19
Wełna mineralna	5cm	0,09
Wełna mineralna	20cm	0,30
Papa termozgrzewalna	-	0,05
Strop teriva 6.0	34cm	4,00
Tynk cem.-wap.	1.5cm	0,29
SUMA:		0,97 (4,97)

#### Obciążenie stropu:

RODZAJ OBCIĄŻENIA		$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Posadzka	0.02x21	0,03
Wylewka betoowa	6cm	1,44
Folia budowlana	-	-
Styropian akustyczny	3cm	0,01
Folia budowlana	-	-
Strop teriva 6.0	34cm	4,00
Tynk cem.-wap.	1.5cm	0,29
		<b>1,77 (5,77)</b>

2.4. Obc. zmienne na dachu 0.4kN/m<sup>2</sup>

2.5. Obc. zmienne na stropach 3.0kN/m<sup>2</sup>

Przyjęto strop gęstożebrowy typu teriva 6.0

Schemat statyczny stropu - belka swobodnie podparta.

W trakcie montażu stropu stosować się ściśle do zaleceń producenta stropu.

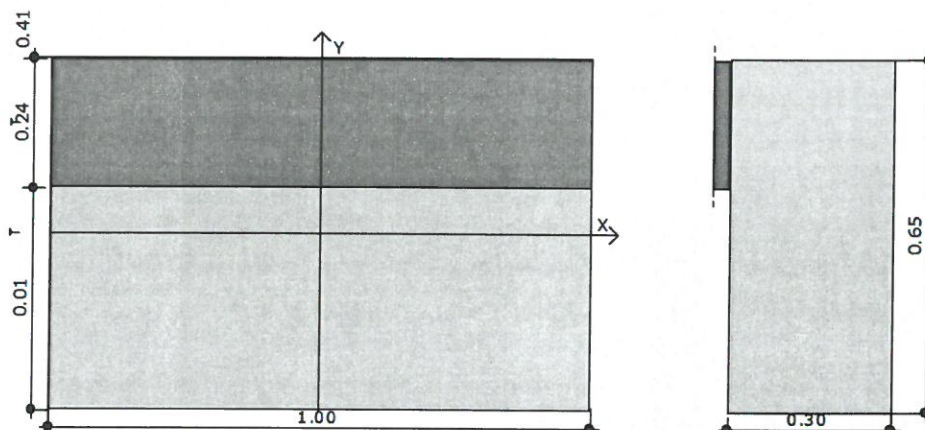
Szczególną uwagę należy zwrócić na żebra rozdzielcze, zbrojenie przypodporowe oraz odpowiednie podparcie w trakcie montażu.

## OBLICZENIA STATYCZNE ŁAW FUNDAMENTOWYCH

### Ława przy budynku projektowanym

#### Geometria

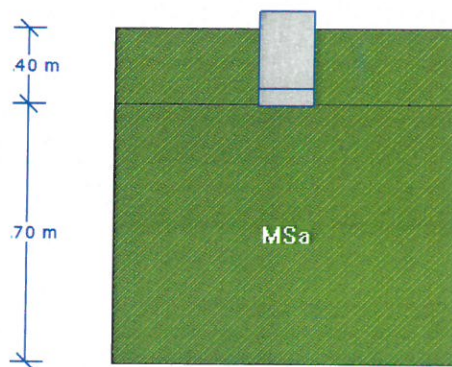
Szerokość ławy B	[m]	0.65
Długość ławy L	[m]	1.00
Wysokość ławy $H_f$	[m]	0.30
Grubość ściany b	[m]	0.24
Mimośród $e_y$	[m]	0.20



#### Materialy

Klasa betonu		C20/25
Ciężar objętościowy betonu	[kN/m <sup>3</sup> ]	24.0
Ciężar zasyпки	[kN/m <sup>3</sup> ]	18.0
Czas realizacji budynku		powyżej roku
Element prefabrykowany		Nie
Granica plastyczności stali ( $f_{yk}$ )	[MPa]	500
Średnica zbrojenia	[mm]	12.00
Grubość otuliny	[mm]	70.00

#### Warunki gruntowe



#### Legenda:

- Warstwa - numer porządkowy warstwy
- Nazwa - nazwa warstwy gruntu

Miażdżość - miażdżość 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	Miażdżość [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	$C'$ [kPa]	$C_u$ [kPa]	$M$ [kPa]	$M_o$ [kPa]
1	Piasek średni (MSa)	6.1	17.3	31.7	0.0	0.0	66675.0	83344.0

Głębokość posadowienia	[m]	1.4
Poziom wody gruntowej	[m]	0.0
Ciężar zasypki	[kN/m <sup>3</sup> ]	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	52.31	0.00	0.00	0.00	0.00
zmienne	0.00	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  $h_f = 1.40$  m

#### Schemat nr 1

#### SPRAWDZENIE PIONOWEJ NOŚNOŚCI PODŁOŻA.

#### Warunki "z odpływem"

Dodatkowe obciążenia podłoża:

Ciężaru fundamentu (całkowity):

$$G_{f,k} = V_f \cdot (\gamma_f - \gamma_w) = 0.20 \cdot (24.00 - 9.81) = 2.8 \text{ [kN]}$$

Ciężar gruntu nad fundamentem:

$$G_k = 12.87 \text{ [kN]}$$

Obliczeniowa wartość obciążenia podłoża:

$$V_d = \gamma_{G, niekorzystne} \cdot (N_{G,k} + G_{f,k} + G_k) + \gamma_Q \cdot N_{Q,k} = 1.35 \cdot (52.31 + 2.77 + 12.87) + 1.50 \cdot 0.00 = 91.73 \text{ [kN]}$$

Obciążenia przekazywane na podłoże (charakterystyczne):

$$V_k = N_{G,k} + G_{f,k} + G_k + N_{Q,k} = 52.31 + 2.77 + 12.87 + 0.00 = 67.95 \text{ [kN]}$$

$$M_{Bk} = M_{OBG,k} + M_{OBQ,k} + (H_{BG,k} + H_{BQ,k}) \cdot h = 0.00 + 0.00 + (0.00 + 0.00) \cdot 0.30 = 0.00 \text{ [kNm]}$$

$$M_{Lk} = M_{OLG,k} + M_{OLQ,k} + (H_{LG,k} + H_{LQ,k}) \cdot h = 0.00 + 0.00 + (0.00 + 0.00) \cdot 0.30 = 0.00 \text{ [kNm]}$$

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

Mimośród obciążeń:

$$e_B = \frac{M_{Bk} + e_{OB} \cdot N_{G-Q,k}}{V_k} = \frac{0.00 + 0.20 \cdot 52.31}{67.95} = 0.15 < 0.3 \quad B = 0.20 \text{ [m]}$$

Warunek spełniony

$$e_L = \frac{M_{Lk} + e_{OL} \cdot N_{G-Q,k}}{V_k} = \frac{0.00 + 0.00 \cdot 52.31}{67.95} = 0.00 < 0.3 \quad L = 0.30 \text{ [m]}$$

Warunek spełniony

Sprowadzone wymiary fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_B = 0.65 - 2 \cdot 0.15 = 0.34 \text{ [m]}$$

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

$$A' = B' \cdot L' = 0.34 \cdot 1.00 = 0.34 \text{ [m}^2\text{]}$$

Jednostkowy opór graniczny podłoża

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

$$= 0.00 \cdot 34.61 \cdot 1.00 \cdot 1.19 \cdot 1.00 + 24.16 \cdot 22.38 \cdot 1.00 \cdot 1.18 \cdot 1.00 + 0.5 \cdot 17.26 \cdot 0.34 \cdot 26.41 \cdot 1.00 \cdot 0.90 \cdot 1.00 = 70.1$$

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

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_R} = \frac{242.12}{1.40} = 172.94 \text{ [kN]}$$

Warunek obliczeniowy:

$$V_d = 91.73 < R_d = 172.94 \text{ kN}$$

Warunek nośności na wyparcie spełniony.

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

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

gdzie:

$H_d$  - wartość obliczeniowa siły poziomej przekazywanej przez fundament na grunt,

$R_d$  - opór graniczny podłoża pod fundamentem na ścięcie,

$R_{p,d}$  - opór graniczny podłoża na przesunięcie fundamentu, przyjęto = 0,0

Warunki "z odpływem"



Wartość obliczeniowa oporu granicznego gruntu pod fundamentem

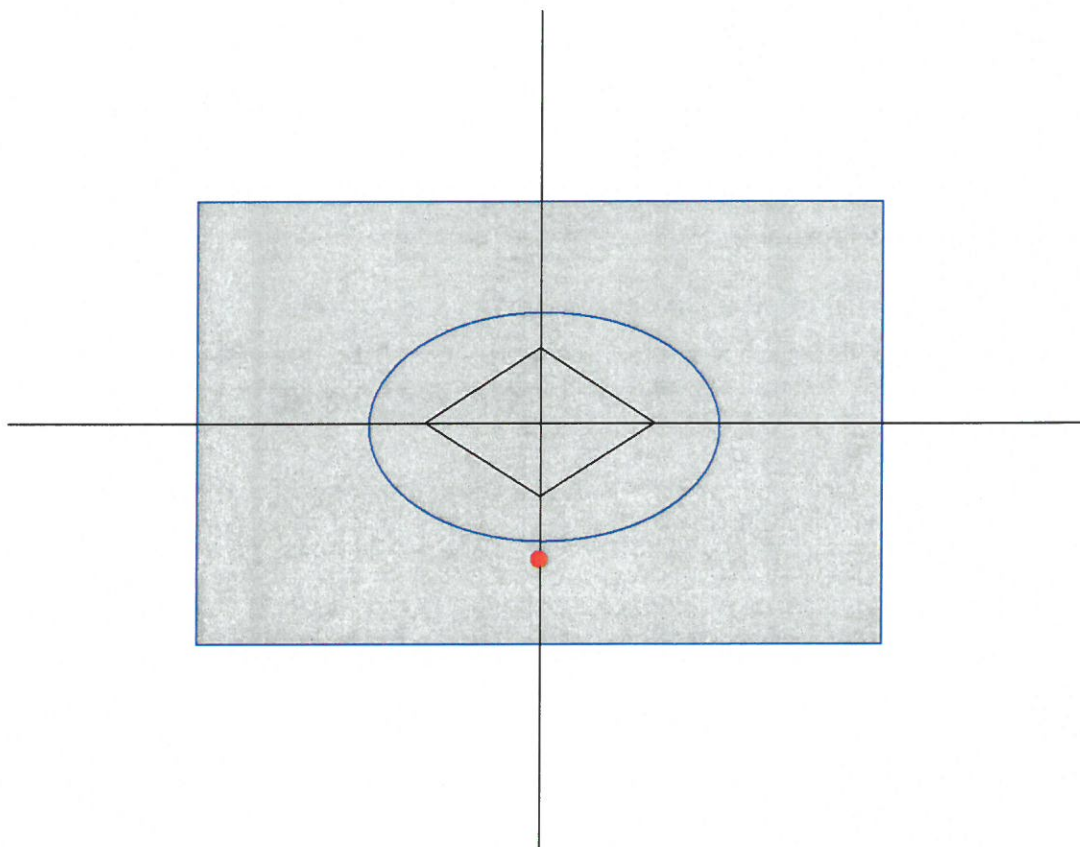
$$R_d = \min \left( \frac{V'_k \cdot \tan(\delta_k)}{\gamma_{R,h}} ; 0.4 \cdot V_d \right) = \min \left( \frac{67.95 \cdot 0.62}{1.10} ; 0.4 \cdot 91.73 \right) = 33.36 \text{ [kN]}$$

$$H_d = 0.00 < R_d = 33.36 \text{ [kN]}$$

Warunek nośności na ścięcie spełniony.

Sprawdzenie nośności pozostałych warstw

**Położenie wypadkowej sił:**



**Sprawdzenie stateczności fundamentu (EQU):**

Oznaczenia:

- std - oddziaływania stabilizujące
- dst - oddziaływania destabilizujące

Współczynniki częściowe do oddziaływań:

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

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

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

$$M_{B, \text{dst}} = 0.00 < M_{B, \text{stb}} = 11.77 \text{ [kNm]}$$

$$M_{L, \text{dst}} = 0.00 < M_{L, \text{stb}} = 35.81 \text{ [kNm]}$$

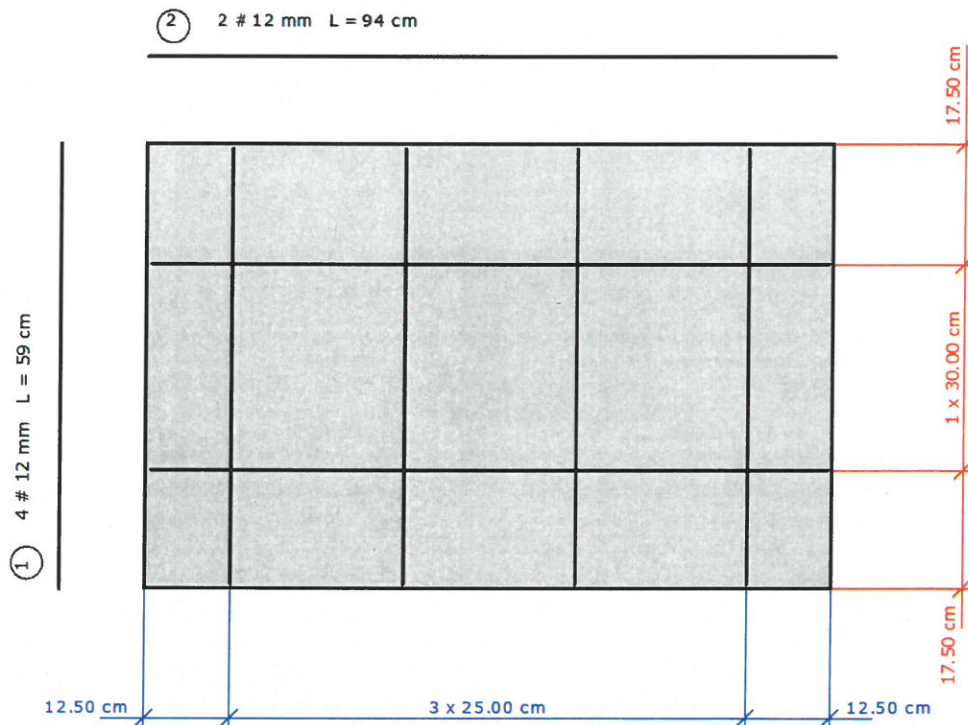
Warunek stateczności spełniony.

**Wymiarowanie zbrojenia**

Zbrojenie potrzebne dla schematu nr 1  
 $A_y = 2.26 \text{ cm}^2/\text{mb}$

Minimalne zbrojenie konstrukcyjne dla fundamentu wynosi:  $A_k = 2.99 \text{ cm}^2/\text{mb}$   
W kierunku y (B) przyjęto  $f_i = 12.0 \text{ mm}$  w rozstawie  $s_1 = 25.0 \text{ cm}$   $A_{s1} = 5.38 \text{ cm}^2/\text{mb}$

### Rozkład prętów fundamentu



Nr pręta	Ilość	Długość pręta [ cm ]	Długość całkowita [m]
1	4	59	2.36
2	2	94	1.88

Średnica	[mm]	12.0
Granica plastyczności stali	[kPa]	500
Masa jednostkowa	[kg/m]	0.888
Długość ogółem	[m]	2.71
Masa ogółem	[kg]	2.4

### Osiadanie fundamentu

Schemat nr 1

Osiadania pierwotne = 0.001 cm

Osiadania wtórne = 0.000 cm

Osiadania całkowite = 0.001 cm

Tangens kąta nachylenia względem osi X = 0.00000

Tangens kąta nachylenia względem osi Y = -0.00020

Przechyłka = 0.00020 rad

Warunek naprężeniowy

$$0.2 \cdot \sigma_{\bar{\sigma}} = 0.2 \cdot 56.27 = 11.25 \sigma_{zd} = 8.66 \left[ \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$

Głębokość, na której zachodzi warunek wytrzymałościowy = 3.26 m

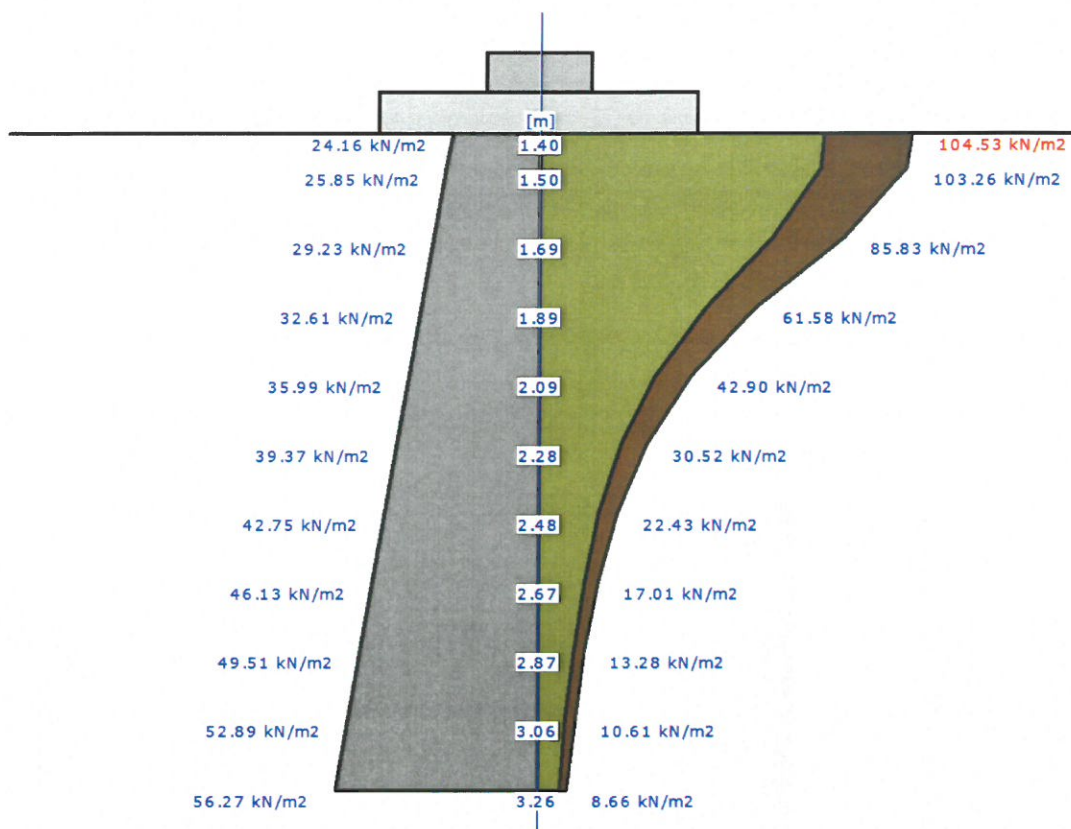


Tabela z wartościami:

Nr	H [m]	$\rho_{ZR}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\rho_{ZS}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\rho_{ZD}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Suma = $\rho_{ZS}$ + $\rho_{ZD}$ + $\rho_{ZDfund}$
0	1.40	24.16	24.16	80.37	104.53
1	1.50	25.85	23.87	79.39	103.26
2	1.69	29.23	19.84	65.99	85.83
3	1.89	32.61	14.23	47.34	61.58
4	2.09	35.99	9.92	32.98	42.90
5	2.28	39.37	7.05	23.46	30.52
6	2.48	42.75	5.18	17.24	22.43
7	2.67	46.13	3.93	13.08	17.01
8	2.87	49.51	3.07	10.21	13.28
9	3.06	52.89	2.45	8.16	10.61
10	3.26	56.27	2.00	6.66	8.66

Legenda:

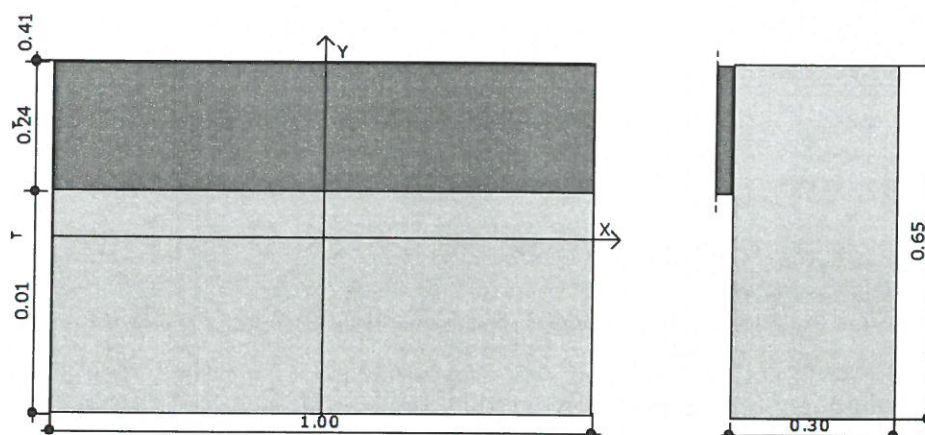
H [m]	głębokość liczona od poziomu terenu
$\rho_{ZR}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	naprężenia pierwotne
$\rho_{ZS}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	naprężenia wtórne
$\rho_{ZD}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	naprężenia dodatkowe



## Ława przy budynku istniejącym

### Geometria

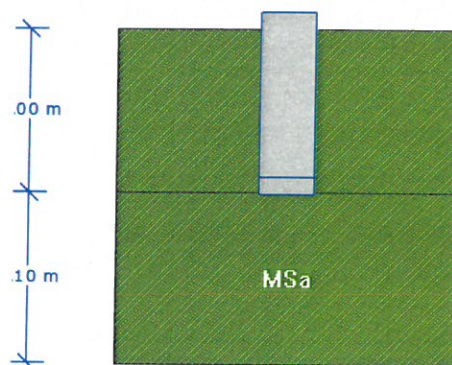
Szerokość ławy B	[m]	0.65
Długość ławy L	[m]	1.00
Wysokość ławy $H_f$	[m]	0.30
Grubość ściany b	[m]	0.24
Mimośród $e_y$	[m]	0.20



### Materiały

Klasa betonu		C20/25
Ciężar objętościowy betonu	[kN/m <sup>3</sup> ]	24.0
Ciężar zasyпки	[kN/m <sup>3</sup> ]	18.0
Czas realizacji budynku		powyżej roku
Element prefabrykowany		Nie
Granica plastyczności stali ( $f_{yk}$ )	[MPa]	500
Średnica zbrojenia	[mm]	12.00
Grubość otuliny	[mm]	70.00

### Warunki gruntowe



### Legenda:

Warstwa - numer porządkowy warstwy

Nazwa - nazwa warstwy gruntu

Miąższość - miąższość 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	Miaższość [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	$C'$ [kPa]	$C_u$ [kPa]	$M$ [kPa]	$M_o$ [kPa]
1	Piasek średni (MSa)	6.1	17.3	31.7	0.0	0.0	66675.0	83344.0

Głębokość posadowienia	[m]	3.0
Poziom wody gruntowej	[m]	0.0
Ciężar zasyпки	[kN/m <sup>3</sup> ]	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	87.63	0.00	0.00	0.00	0.00
zmienne	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

#### Stan graniczny nośności (GEO)

Podejście obliczeniowe DA2

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

$\gamma_R = 1.4$  - 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  $h_f = 3.00$  m

#### Schemat nr 1

#### SPRAWDZENIE PIONOWEJ NOŚNOŚCI PODŁOŻA.

##### Warunki "z odpływem"

Dodatkowe obciążenia podłoża:

Ciężaru fundamentu (całkowity):

$$G_{fk} = V_f \cdot (\gamma_f - \gamma_w) = 0.20 \cdot (24.00 - 9.81) = 2.8 \text{ [kN]}$$

Ciężar gruntu nad fundamentem:

$$G_k = 31.59 \text{ [kN]}$$

Obliczeniowa wartość obciążenia podłoża:

$$V_d = \gamma_{G, \text{niekorzystne}} \cdot (N_{G,k} + G_{fk} + G_k) + \gamma_Q \cdot N_{Q,k} = 1.35 \cdot (87.63 + 2.77 + 31.59) + 1.50 \cdot 0.00 = 164.68 \text{ [kN]}$$

Obciążenia przekazywane na podłoże (charakterystyczne):

$$V_k = N_{G,k} + G_{fk} + G_k + N_{Q,k} = 87.63 + 2.77 + 31.59 + 0.00 = 121.99 \text{ [kN]}$$

$$M_{Bk} = M_{OBG,k} + M_{OBQ,k} + (H_{BGk} + H_{BQk}) \cdot h = 0.00 + 0.00 + (0.00 + 0.00) \cdot 0.30 = 0.00 \text{ [kNm]}$$

$$M_{Lk} = M_{OLG,k} + M_{OLQ,k} + (H_{LGk} + H_{LQk}) \cdot h = 0.00 + 0.00 + (0.00 + 0.00) \cdot 0.30 = 0.00 \text{ [kNm]}$$

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

Mimośród obciążeń:

$$e_B = \frac{M_{Bk} + e_{0B} \cdot N_{G-Qk}}{V_k} = \frac{0.00 + 0.20 \cdot 87.63}{121.99} = 0.14 < 0.3 \quad B = 0.20 [m]$$

Warunek spełniony

$$e_L = \frac{M_{Lk} + e_{0L} \cdot N_{G-Qk}}{V_k} = \frac{0.00 + 0.00 \cdot 87.63}{121.99} = 0.00 < 0.3 \quad L = 0.30 [m]$$

Warunek spełniony

Sprawdzone wymiary fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_B = 0.65 - 2 \cdot 0.14 = 0.36 [m]$$

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

$$A' = B' \cdot L' = 0.36 \cdot 1.00 = 0.36 [m^2]$$

Jednostkowy opór graniczny podłoża

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

$$= 0.00 \cdot 34.61 \cdot 1.00 \cdot 1.20 \cdot 1.00 + 51.78 \cdot 22.38 \cdot 1.00 \cdot 1.19 \cdot 1.00 + 0.5 \cdot 17.26 \cdot 0.36 \cdot 26.41 \cdot 1.00 \cdot 0.89 \cdot 1.00 = 14.4$$

$q$  - napężenie w gruncie (obok fundamentu) w poziomie posadowienia (całkowite)

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_R} = \frac{526.99}{1.40} = 376.42 [kN]$$

Warunek obliczeniowy:

$$V_d = 164.68 < R_d = 376.42 kN$$

Warunek nośności na wyparcie spełniony.

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

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

gdzie:

$H_d$  - wartość obliczeniowa siły poziomej przekazywanej przez fundament na grunt,

$R_d$  - opór graniczny podłoża pod fundamentem na ścięcie,

$R_{p,d}$  - opór graniczny podłoża na przesunięcie fundamentu, przyjęto = 0,0

#### Warunki "z odpływem"

Wartość obliczeniowa oporu granicznego gruntu pod fundamentem

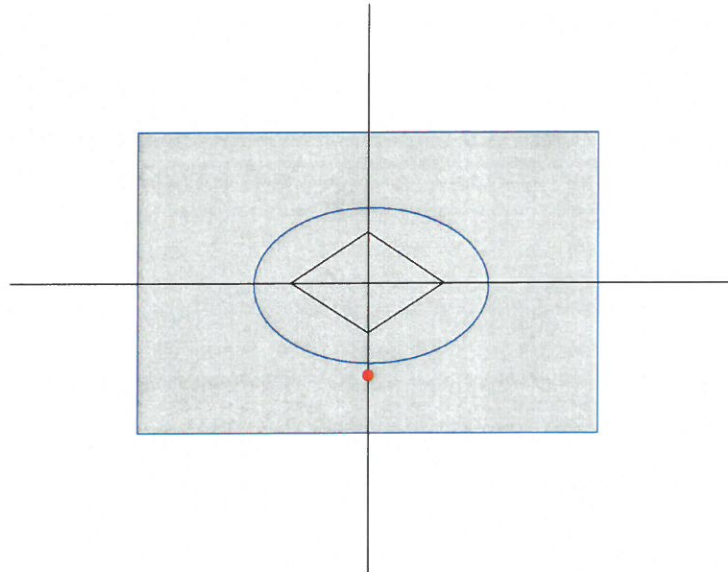
$$R_d = \min \left( \frac{V'_k \cdot \tan \left( \frac{\delta_k}{\gamma_{R,h}} \right)}{\gamma_{R,h}} ; 0.4 \cdot V_d \right) = \min \left( \frac{121.99 \cdot 0.62}{1.10} ; 0.4 \cdot 164.68 \right) = 59.88 [kN]$$

$$H_d = 0.00 < R_d = 59.88 [kN]$$

Warunek nośności na ścięcie spełniony.

Sprawdzenie nośności pozostałych warstw

Położenie wypadkowej sił:



#### Sprawdzenie stateczności fundamentu (EQU):

Oznaczenia:

- std - oddziaływania stabilizujące
- dst - oddziaływania destabilizujące

Współczynniki częściowe do oddziaływań:

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

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

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

$$M_{B, dst} = 0.00 < M_{B, stb} = 22.10 \text{ [kNm]}$$

$$M_{L, dst} = 0.00 < M_{L, stb} = 63.66 \text{ [kNm]}$$

Warunek stateczności spełniony.

#### Wymiarowanie zbrojenia

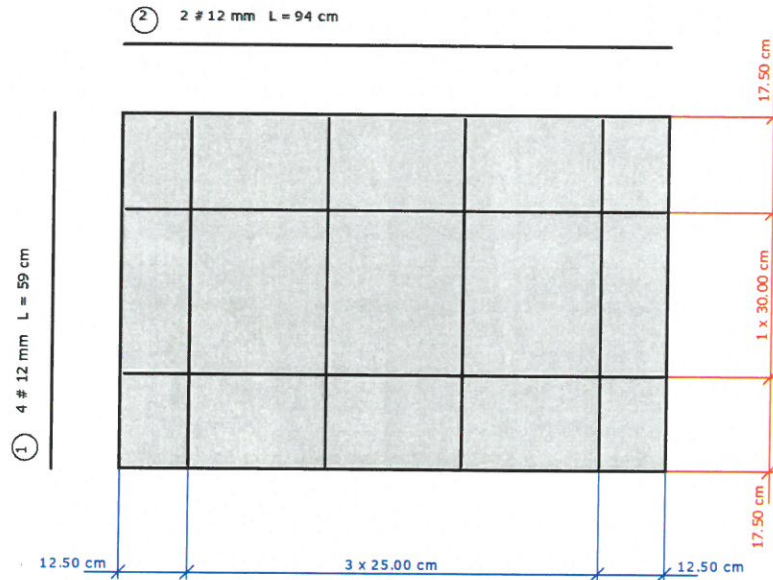
Zbrojenie potrzebne dla schematu nr 1

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

Minimalne zbrojenie konstrukcyjne dla fundamentu wynosi:  $A_k = 2.99 \text{ cm}^2/\text{mb}$

W kierunku y (B) przyjęto  $f_i = 12.0 \text{ mm}$  w rozstawie  $s_1 = 25.0 \text{ cm}$   $A_{s1} = 5.38 \text{ cm}^2/\text{mb}$

**Rozkład prętów fundamencie**



Nr pręta	Ilość	Długość pręta [cm]	Długość całkowita [m]
1	4	59	2.36
2	2	94	1.88

Średnica	[mm]	12.0
Granica plastyczności stali	[kPa]	500
Masa jednostkowa	[kg/m]	0.888
Długość ogółem	[m]	2.71
Masa ogółem	[kg]	2.4

### Osiadanie fundamentu

Schemat nr 1

Osiadania pierwotne = 0.001 cm

Osiadania wtórne = 0.000 cm

Osiadania całkowite = 0.002 cm

Tangens kąta nachylenia względem osi X = -0.00000

Tangens kąta nachylenia względem osi Y = -0.00035

Przechyłka = 0.00035 rad

Warunek naprężeniowy

$$0.2 \cdot \sigma_{\beta} = 0.2 \cdot 83.55 = 16.71 \text{ ó } \sigma_{zd} = 15.85 \left[ \frac{kN}{m^2} \right]$$

Głębokość, na której zachodzi warunek wytrzymałościowy = 4.84 m



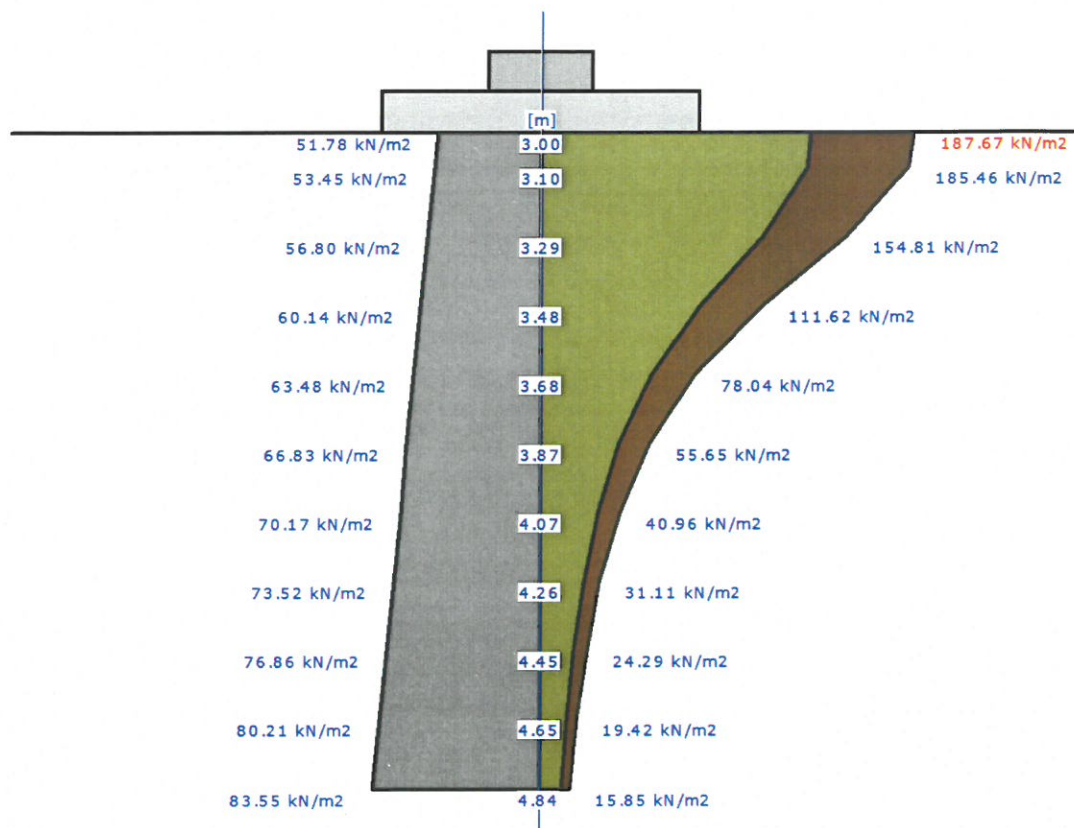


Tabela z wartościami:

Nr	H [m]	$\rho_{ZR}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\rho_{ZS}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\rho_{ZD}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Suma = $\rho_{ZS} + \rho_{ZD}$ + $\rho_{ZDsiła} + \rho_{ZDfund}$
0	3.00	51.78	51.78	135.89	187.67
1	3.10	53.45	51.17	134.29	185.46
2	3.29	56.80	42.71	112.10	154.81
3	3.48	60.14	30.80	80.82	111.62
4	3.68	63.48	21.53	56.51	78.04
5	3.87	66.83	15.35	40.30	55.65
6	4.07	70.17	11.30	29.66	40.96
7	4.26	73.52	8.58	22.52	31.11
8	4.45	76.86	6.70	17.59	24.29
9	4.65	80.21	5.36	14.06	19.42
10	4.84	83.55	4.37	11.48	15.85

Legenda:

H [m]	głębokość liczona od poziomu 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