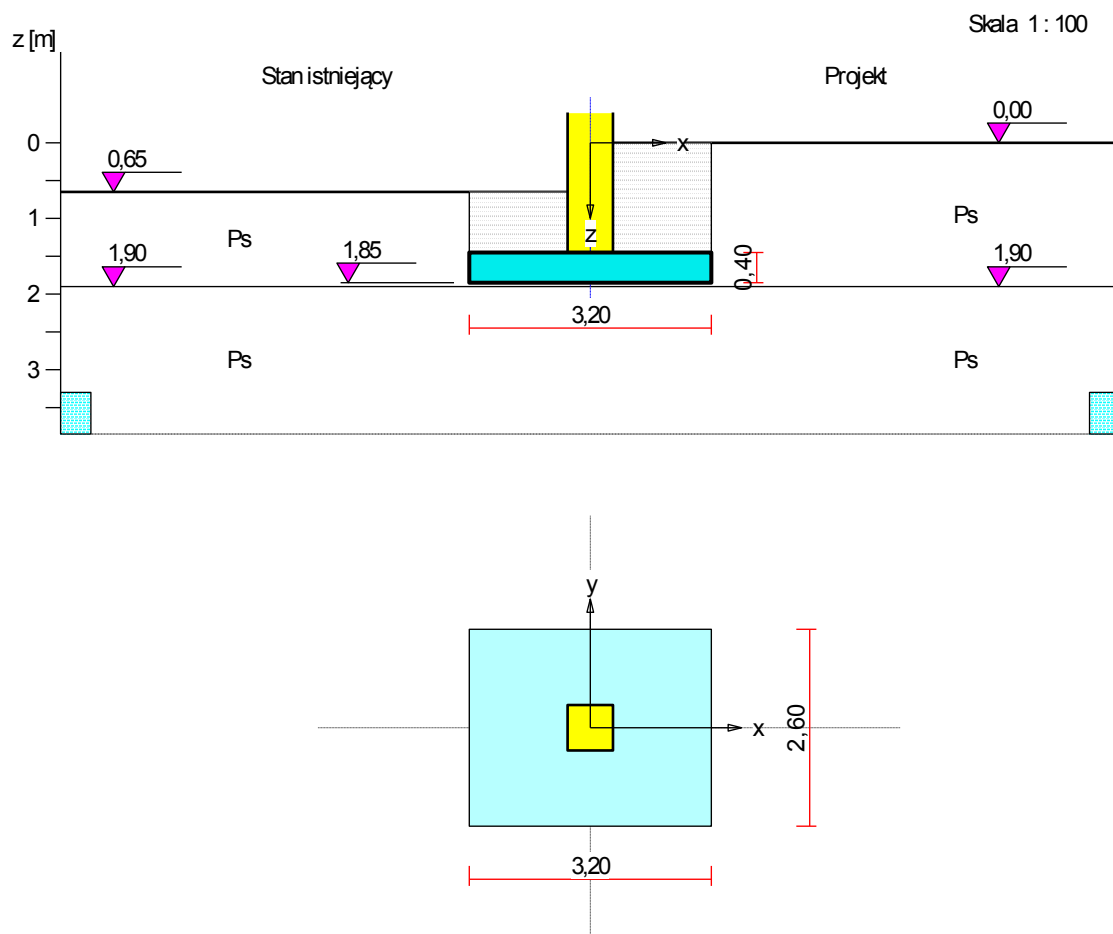


FUNDAMENT 1. STOPA PROSTOKĄTNA

Nazwa fundamentu: stopa prostokątna



1. Podłoże gruntowe

1.1. Teren

Względny poziom terenu: istniejący $z_t = 0,65$ m, projektowany $z_{tp} = 0,00$ m.

1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody gruntu [m]	I_D/I_L	Stopień wilgotn.
1	0,65	1,25	Piasek średni	brak wody	0,40	m.wilg.
2	1,90	nieokreśl.	Piasek średni	3,30	0,50	m.wilg.

1.3. Zasyпка

Ciężar objętościowy: $\gamma_{z \text{ char}} = 20,00$ kN/m³, współcz. obciążenia: $\gamma_{zf} = 1,20$.

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**

Wymiary słupa: $b = 0,60$ m, $l = 0,60$ m,

Współrzędne osi słupa: $x_0 = 2,20$ m, $y_0 = 12,20$ m,

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: $\phi = 0,00^\circ$.

3. Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 1,45$ m.

Wypadkowa obciążenia konstrukcji powyżej 3*B ponad poziomem posadowienia.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H _x	H _y	M _x	M _y	γ
	obciążenia	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
1	D	204,7	20,6	0,0	0,00	164,60	1,20
2	D	294,2	54,3	0,0	0,00	387,50	1,20
3	D	311,6	38,0	0,0	0,00	303,60	1,20
4	D	150,4	21,6	0,0	0,00	114,20	1,20

4. Materiał

Rodzaj materiału: **żelbet**

Klasa betonu: B25, nazwa stali: RB 500,

Średnica prętów zbrojeniowych: $d_x = 12,0$ mm, $d_y = 12,0$ mm,

Kierunek zbrojenia głównego: x, grubość otuliny: 5,0 cm.

5. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia: $z_f = 1,85$ m

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B_x = 3,20$ m, $B_y = 2,60$ m,

Wysokość: $H = 0,40$ 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	1,85	0,09	0,38
	D	1,90	0,08	0,37
	D	3,30	0,05	0,25
* 2	D	1,85	0,17	0,77
	D	1,90	0,15	0,77
	D	3,30	0,07	0,55
3	D	1,85	0,13	0,59
	D	1,90	0,12	0,58
	D	3,30	0,06	0,41
4	D	1,85	0,08	0,30
	D	1,90	0,07	0,29
	D	3,30	0,05	0,20

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 2

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B_x = 3,20$ m, $B_y = 2,60$ m.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,85$ m.

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = 294,20$ kN, mimośrody wzgl. podst. fund. $E_x = 0,00$ m, $E_y = 0,00$ m,

siła pozioma: $H_x = 54,30$ kN, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,40$ m,

siła pozioma: $H_y = 0,00$ kN, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,40$ m,

momenty: $M_x = 0,00 \text{ kNm}$, $M_y = 387,50 \text{ kNm}$.

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek:

siła pionowa: $G = 366,79 \text{ kN/m}$, momenty: $M_{Gx} = 0,00 \text{ kNm/m}$, $M_{Gy} = 0,00 \text{ kNm/m}$.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = N + G = 294,20 + 366,79 = 660,99 \text{ kN}.$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 294,20 \cdot 0,00 + (0,00) = 0,00 \text{ kNm}.$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -294,20 \cdot 0,00 + 54,30 \cdot 0,40 + 387,50 + (0,00) = 409,22 \text{ kNm}.$$

Mimośrodki sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 409,22/660,99 = 0,62 \text{ m},$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/660,99 = 0,00 \text{ m}.$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,193 + 0,000 = 0,193 \text{ m} < 0,250.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B_x' = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 3,20 - 2 \cdot 0,62 = 1,96 \text{ m}, \quad B_y' = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 2,60 - 2 \cdot 0,00 = 2,60 \text{ m}.$$

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

$$\text{średnia gęstość obl.: } \rho_{D(r)} = 1,53 \text{ t/m}^3, \quad \text{min. wysokość: } D_{\min} = 1,85 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,53 \cdot 9,81 \cdot 1,85 = 27,77 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{kąt tarcia wewn.: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 32,40 \cdot 0,90 = 29,16^\circ, \quad \text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa},$$

$$N_B = 6,59 \quad N_C = 28,21, \quad N_D = 16,74.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 54,30/660,99 = 0,08, \quad \text{tg } \delta_x / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0821/0,5580 = 0,147,$$

$$i_{Bx} = 0,75, \quad i_{Cx} = 0,85, \quad i_{Dx} = 0,86.$$

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/660,99 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,5580 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,40 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 12,36 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_x'/B_y' = 0,81, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_x'/B_y' = 1,23, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_x'/B_y' = 2,13$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 4841,89 \text{ kN}.$$

$$Q_{fNBy} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 5930,05 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 660,99 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 4841,89 = 3921,93 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

7. Wymiarowanie fundamentu

7.1. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na przebicie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność betonu	Nośność strzemion
		V [kN]	V _r [kN]	V _s [kN]
1	1	109	325	—
* 2	1	212	325	—
3	1	186	325	—

4	1	79	325	-
---	---	----	-----	---

7.2. Sprawdzenie stopy na przebicie dla obciążenia nr 2

Zestawienie obciążeń:

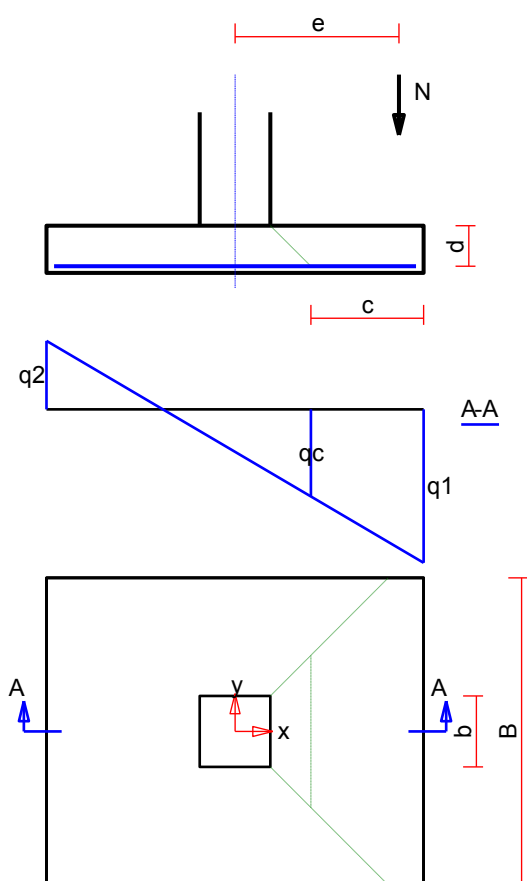
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 294 \text{ kN}$,

momenty: $M_{xr} = 0,00 \text{ kNm}$, $M_{yr} = 409,22 \text{ kNm}$.

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 1,39 \text{ m}$, $e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,00 \text{ m}$.



Przebiecie stopy w przekroju 1:

Siła ścinająca: $V_{sd} = \int_{Ac} q \cdot dA = 212 \text{ kN}$.

Nośność betonu na ścinanie: $V_{Rd} = (b+d) \cdot d \cdot f_{ctd} = (0,60+0,34) \cdot 0,34 \cdot 1000 = 325 \text{ kN}$.

$V_{sd} = 212 \text{ kN} < V_{Rd} = 325 \text{ kN}$.

Wniosek: warunek na przebicie jest spełniony.

7.3. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na zginanie

Nr obc.	Kierunek	Przekrój	Moment zginający	Nośność przekroju
			M [kNm]	M_r [kNm]
1	x	1	131	265
	y	1	47	170

* 2	x	1	253	265
	y	1	67	170
* 3	x	1	222	265
	y	1	71	170
4	x	1	95	265
	y	1	34	170

Uwaga: Momenty zginające wyznaczono metodą wsporników prostokątnych.

7.4. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 2 na kierunku x

Zestawienie obciążeń:

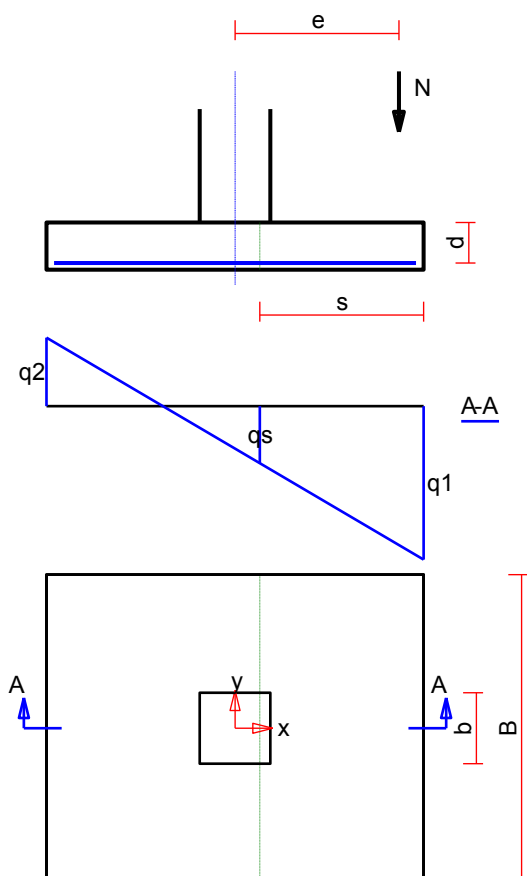
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 294 \text{ kN}$,

momenty: $M_{xr} = 0,00 \text{ kNm}$, $M_{yr} = 409,22 \text{ kNm}$.

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 1,39 \text{ m}$, $e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,00 \text{ m}$.



Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{Sd} = (2 \cdot q_1 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 128 + 47) \cdot 2,60 \cdot 1,93 / 6 = 253 \text{ kNm}.$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_s = 19,5 \text{ cm}^2$.

Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_{Rs} = 20,4 \text{ cm}^2$.

$$A_s = 19,5 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 20,4 \text{ cm}^2.$$

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

7.5. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 3 na kierunku y

Zestawienie obciążeń:

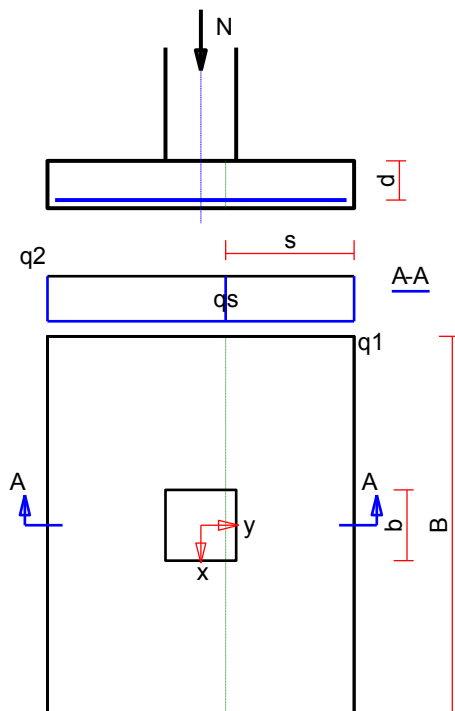
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 312 \text{ kN}$,

momenty: $M_{xr} = 0,00 \text{ kNm}$, $M_{yr} = 318,80 \text{ kNm}$.

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 1,02 \text{ m}, \quad e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,00 \text{ m}.$$



Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 37 + 37) \cdot 3,20 \cdot 1,19 / 6 = 71 \text{ kNm}.$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_s = 5,7 \text{ cm}^2$.

Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_{Rs} = 13,6 \text{ cm}^2$.

$$A_s = 5,7 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 13,6 \text{ cm}^2.$$

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

8. Zbrojenie stopy

Zbrojenie główne na kierunku x:

Średnica prętów: $\phi = 12 \text{ mm}$.

Konieczna liczba prętów: $L_{xs} = 18$.

Przyjęta liczba prętów: $L_{xr} = 18$ co $13,9/15,6 \text{ cm}$. **ZMIANA WSZYSTKIE PRĘTY CO OK. 12CM**

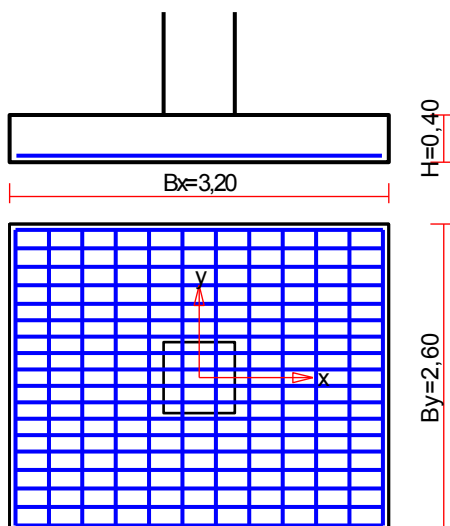
Zbrojenie główne na kierunku y:

Średnica prętów: $\phi = 12 \text{ mm}$.

Konieczna liczba prętów: $L_{ys} = 12$.

Przyjęta liczba prętów: $L_{yr} = 12$ co $28,2 \text{ cm}$.

ZMIANA PRĘTY CO MAX 25CM



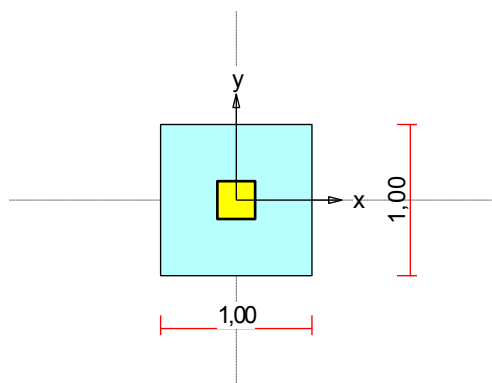
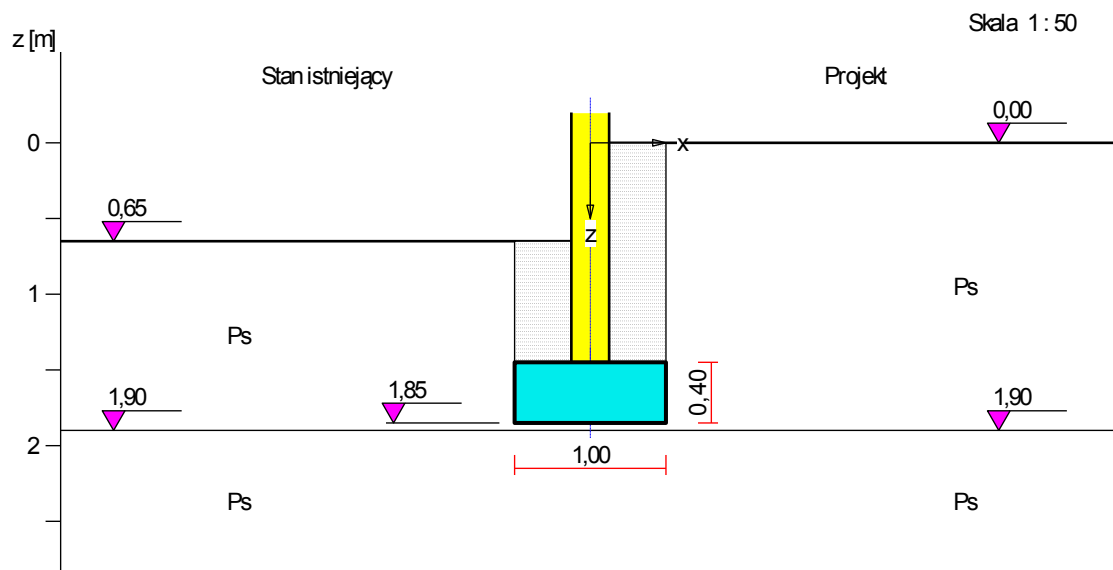
Ilość stali: 76 kg.

Ilość betonu: $3,33 \text{ m}^3$.

Ilość stali na 1 m^3 betonu: $22,8 \text{ kg/m}^3$.

FUNDAMENT 2. STOPA PROSTOKĄTNA

Nazwa fundamentu: stopa prostokątna



1. Podłoże gruntowe

1.1. Teren

Względny poziom terenu: istniejący $z_t = 0.65$ m, projektowany $z_{tp} = 0.00$ m.

1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody gruntowej [m]	I_D/I_L	Stopień wilgotn.
1	0.65	1.25	Piasek średni	brak wody	0.40	m.wilg.
2	1.90	nieokreśl.	Piasek średni	brak wody	0.50	m.wilg.

1.3. Zasyпка

Ciężar objętościowy: $\gamma_{z \text{ char}} = 20.00$ kN/m³, współcz. obciążenia: $\gamma_{zf} = 1.20$.

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: słup prostokątny

Wymiary słupa: $b = 0.25$ m, $l = 0.25$ m,

Współrzędne osi słupa: $x_0 = 6.30$ m, $y_0 = 14.60$ m,

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: $\phi = 0.00^\circ$.

3. Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 1,45$ m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H_x	H_y	M_x	M_y	γ
	obciążenia	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[–]
1	D	74,3	0,0	0,0	0,00	0,00	1,20
2	D	53,5	0,0	0,0	0,00	0,00	1,20
3	D	58,7	0,0	0,0	0,00	0,00	1,20
4	D	73,1	2,6	0,0	0,00	6,10	1,20
5	D	57,5	2,6	0,0	0,00	6,10	1,20

4. Materiał

Rodzaj materiału: **żelbet**

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

Średnica prętów zbrojeniowych: $d_x = 14,0$ mm, $d_y = 14,0$ mm,

Kierunek zbrojenia głównego: x , grubość otuliny: 5,0 cm.

5. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia: $z_f = 1,85$ m

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B_x = 1,00$ m, $B_y = 1,00$ m,

Wysokość: $H = 0,40$ 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	1,85	0,12	0,00
	D	1,90	0,10	0,00
2	D	1,85	0,10	0,00
	D	1,90	0,09	0,00
3	D	1,85	0,10	0,00
	D	1,90	0,09	0,00
4	D	1,85	0,15	0,25
	D	1,90	0,13	0,24
* 5	D	1,85	0,13	0,28
	D	1,90	0,12	0,28

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 5

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B_x = 1,00$ m, $B_y = 1,00$ m.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,85$ m.

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = 57,50$ kN, mimośrody wzgl. podst. fund. $E_x = 0,00$ m, $E_y = 0,00$ m,

siła pozioma: $H_x = 2,60$ kN, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,40$ m,

siła pozioma: $H_y = 0,00$ kN, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,40$ m,

momenty: $M_x = 0,00$ kNm, $M_y = 6,10$ kNm.

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek:

siła pionowa: $G = 43,42 \text{ kN/m}$, momenty: $M_{Gx} = 0,00 \text{ kNm/m}$, $M_{Gy} = 0,00 \text{ kNm/m}$.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = N + G = 57,50 + 43,42 = 100,92 \text{ kN}.$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 57,50 \cdot 0,00 + 0,00 = 0,00 \text{ kNm}.$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -57,50 \cdot 0,00 + 2,60 \cdot 0,40 + 6,10 + 0,00 = 7,14 \text{ kNm}.$$

Mimośrod y sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 7,14/100,92 = 0,07 \text{ m},$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/100,92 = 0,00 \text{ m}.$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,071 + 0,000 = 0,071 \text{ m} < 0,250.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B'_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 1,00 - 2 \cdot 0,07 = 0,86 \text{ m}, \quad B'_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 1,00 - 2 \cdot 0,00 = 1,00 \text{ m}.$$

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

$$\text{średnia gęstość obl.: } \rho_{D(r)} = 1,53 \text{ t/m}^3, \quad \text{min. wysokość: } D_{\min} = 1,85 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,53 \cdot 9,81 \cdot 1,85 = 27,77 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{kąt tarcia wewn.: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 32,40 \cdot 0,90 = 29,16^\circ, \quad \text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa},$$

$$N_B = 6,59 \quad N_C = 28,21, \quad N_D = 16,74.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 2,60/100,92 = 0,03, \quad \text{tg } \delta_x/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0258/0,5580 = 0,046,$$

$$i_{Bx} = 0,92, \quad i_{Cx} = 0,95, \quad i_{Dx} = 0,96.$$

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/100,92 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,5580 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,70 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 15,01 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B'_x/B'_y = 0,79, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B'_x/B'_y = 1,26, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B'_x/B'_y = 2,29$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B'_x \cdot B'_y (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_x \cdot i_{Bx}) = 924,47 \text{ kN}.$$

$$Q_{fNBy} = B'_x \cdot B'_y (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_y \cdot i_{By}) = 979,57 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 100,92 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 924,47 = 748,82 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

7. Wymiarowanie fundamentu

7.1. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na przebicie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność betonu	Nośność strzemion
		$V \text{ [kN]}$	$V_r \text{ [kN]}$	$V_s \text{ [kN]}$
1	1	3	190	–
2	1	2	190	–
3	1	3	190	–
* 4	1	4	203	–

5	1	3	203	-
---	---	---	-----	---

7.2. Sprawdzenie stopy na przebicie dla obciążenia nr 4

Zestawienie obciążeń:

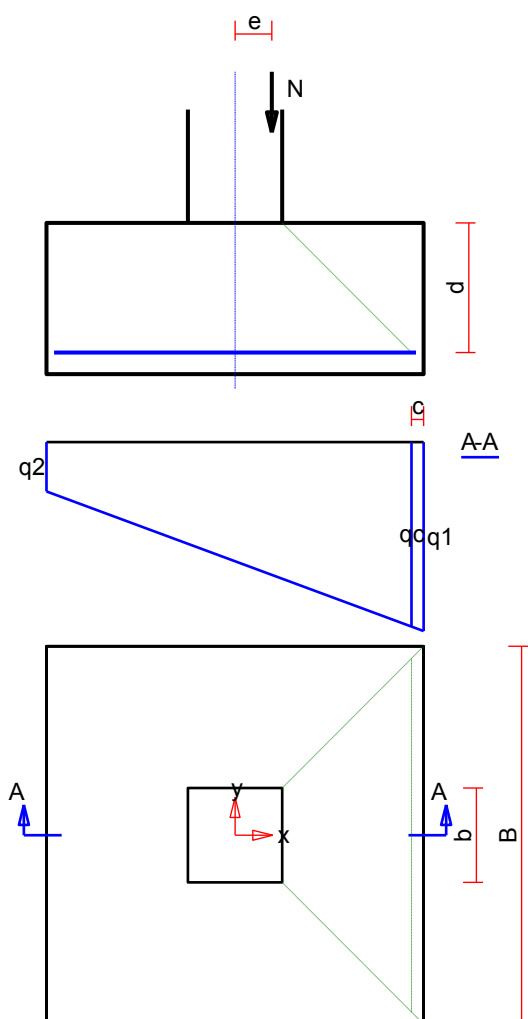
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 73 \text{ kN}$,

momenty: $M_{xr} = 0,00 \text{ kNm}$, $M_{yr} = 7,14 \text{ kNm}$.

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,10 \text{ m}$, $e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,00 \text{ m}$.



Przebicie stopy w przekroju 1:

Siła ścinająca: $V_{Sd} = \int_{Ac} q \cdot dA = 4 \text{ kN}$.

Nośność betonu na ścinanie: $V_{Rd} = (b+d) \cdot d \cdot f_{ctd} = (0,25+0,34) \cdot 0,34 \cdot 1000 = 203 \text{ kN}$.

$V_{Sd} = 4 \text{ kN} < V_{Rd} = 203 \text{ kN}$.

Wniosek: warunek na przebicie jest spełniony.

7.3. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na zginanie

Nr obc.	Kierunek	Przekrój	Moment zginający	Nośność przekroju
---------	----------	----------	------------------	-------------------

			M [kNm]	M _r [kNm]
* 1	x	1	6	50
	y	1	6	48
2	x	1	5	50
	y	1	5	48
3	x	1	5	50
	y	1	5	48
* 4	x	1	9	50
	y	1	6	48
5	x	1	8	50
	y	1	5	48

Uwaga: Momenty zginające wyznaczone metodą wsporników prostokątnych.

7.4. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 1 na kierunku y

Zestawienie obciążeń:

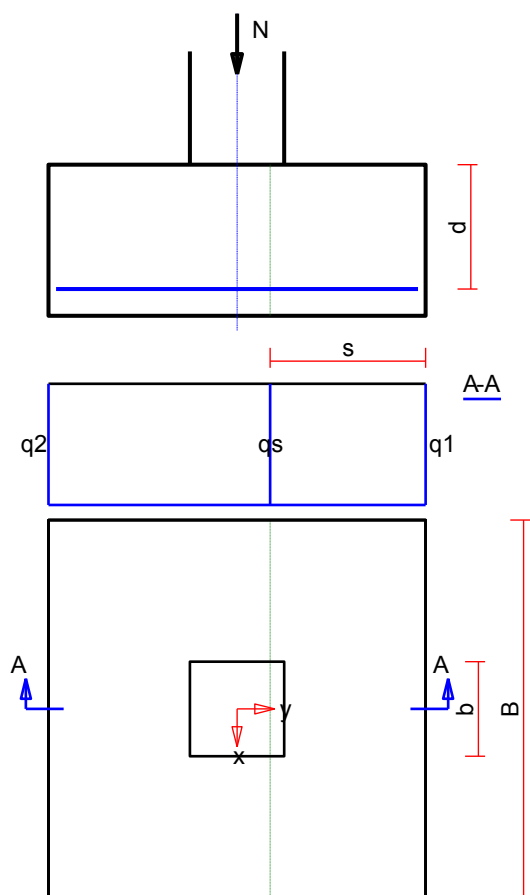
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 74 \text{ kN}$,

momenty: $M_{xr} = 0,00 \text{ kNm}$, $M_{yr} = 0,00 \text{ kNm}$.

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,00 \text{ m}$, $e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,00 \text{ m}$.



Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 74 + 74) \cdot 1,00 \cdot 0,17 / 6 = 6 \text{ kNm.}$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_s = 1,0 \text{ cm}^2$.

Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_{Rs} = 7,7 \text{ cm}^2$.

$$A_s = 1,0 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 7,7 \text{ cm}^2.$$

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

7.5. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 4 na kierunku x

Zestawienie obciążeń:

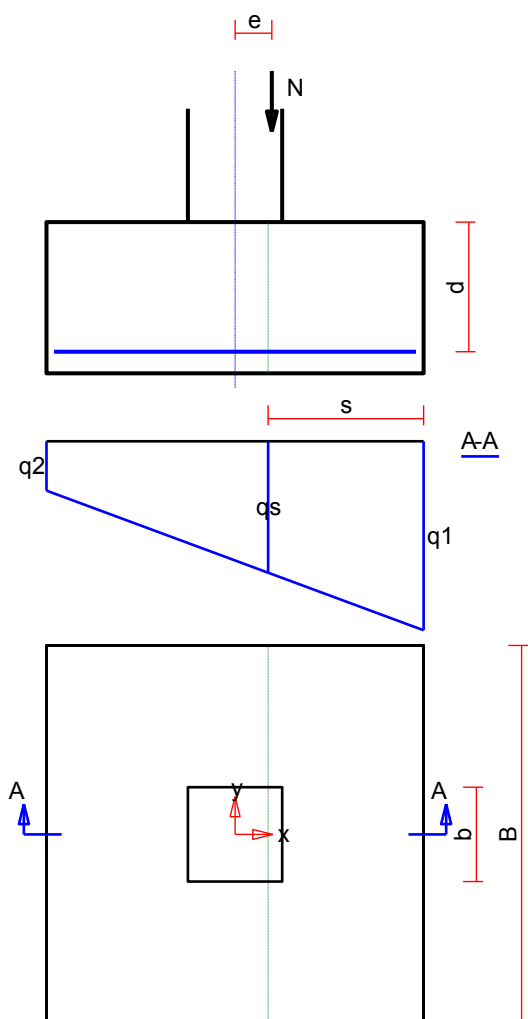
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 73 \text{ kN}$,

momenty: $M_{xr} = 0,00 \text{ kNm}$, $M_{yr} = 7,14 \text{ kNm}$.

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$$e_{xr} = |M_{yr} / N_r| = 0,10 \text{ m}, \quad e_{yr} = |M_{xr} / N_r| = 0,00 \text{ m}.$$



Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 116 + 81) \cdot 1,00 \cdot 0,17 / 6 = 9 \text{ kNm.}$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_s = 1,4 \text{ cm}^2$.

Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_{Rs} = 7,7 \text{ cm}^2$.

$$A_s = 1,4 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 7,7 \text{ cm}^2.$$

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

8. Zbrojenie stopy

Zbrojenie główne na kierunku x:

Średnica prętów: $\phi = 14 \text{ mm}$.

Konieczna liczba prętów: $L_{xs} = 5$.

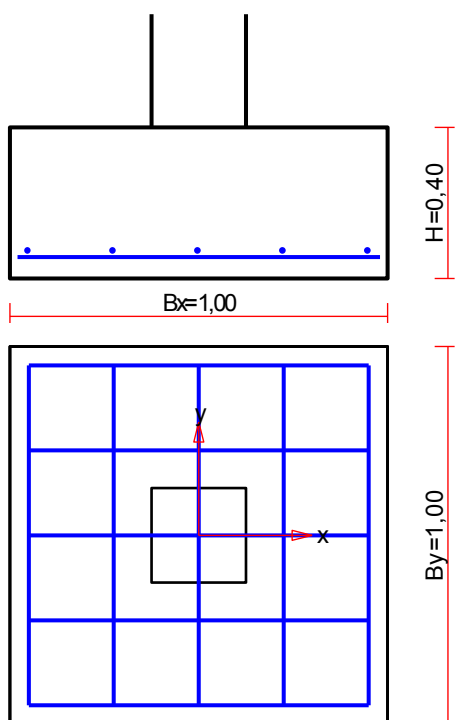
Przyjęta liczba prętów: $L_{xr} = 5$ co 22,5 cm.

Zbrojenie główne na kierunku y:

Średnica prętów: $\phi = 14 \text{ mm}$.

Konieczna liczba prętów: $L_{ys} = 5$.

Przyjęta liczba prętów: $L_{yr} = 5$ co 22,5 cm.



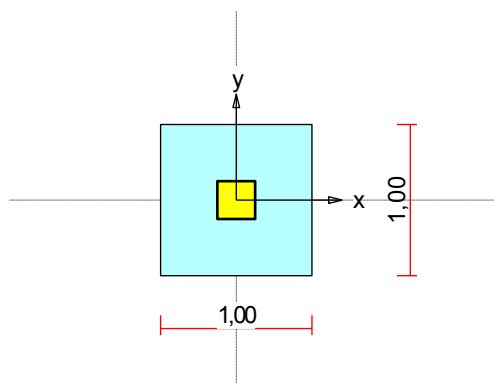
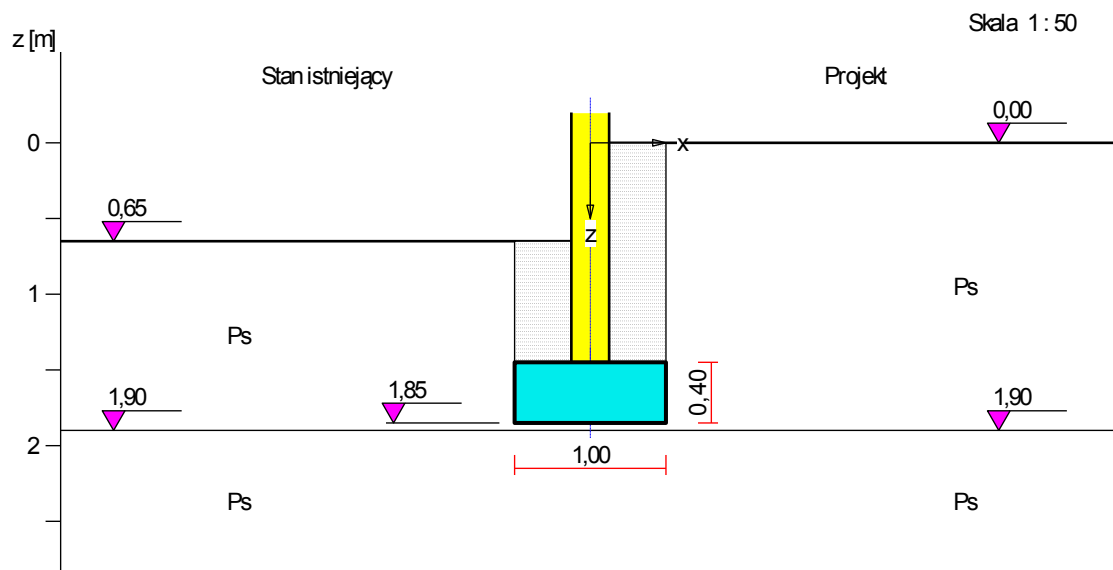
Ilość stali: 11 kg.

Ilość betonu: $0,40 \text{ m}^3$.

Ilość stali na 1 m^3 betonu: $27,1 \text{ kg/m}^3$.

FUNDAMENT 3. STOPA PROSTOKĄTNA

Nazwa fundamentu: stopa prostokątna



1. Podłoże gruntowe

1.1. Teren

Względny poziom terenu: istniejący $z_t = 0,65$ m, projektowany $z_{tp} = 0,00$ m.

1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody gruntowej [m]	I_D/I_L	Stopień wilgotn.
1	0,65	1,25	Piasek średni	brak wody	0,40	m.wilg.
2	1,90	nieokreśl.	Piasek średni	brak wody	0,50	m.wilg.

1.3. Zasyпка

Ciężar objętościowy: $\gamma_{z \text{ char}} = 20,00$ kN/m³, współcz. obciążenia: $\gamma_{zf} = 1,20$.

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**

Wymiary słupa: $b = 0,25$ m, $l = 0,25$ m,

Współrzędne osi słupa: $x_0 = 8,96$ m, $y_0 = 17,26$ m,

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: $\phi = 0,00^\circ$.

3. Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 1,45$ m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H_x	H_y	M_x	M_y	γ
	obciążenia	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
1	D	56,1	0,0	0,0	0,00	0,00	1,20
2	D	85,3	2,8	0,0	0,00	6,30	1,20
3	D	56,1	1,7	0,0	0,00	3,70	1,20

4. Material

Rodzaj materiału: **żelbet**

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

Średnica prętów zbrojeniowych: $d_x = 14,0$ mm, $d_y = 14,0$ mm,

Kierunek zbrojenia głównego: x, grubość otuliny: 5,0 cm.

5. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia: $z_f = 1,85$ m

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B_x = 1,00$ m, $B_y = 1,00$ m,

Wysokość: $H = 0,40$ m,

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

6. Stan graniczny I

6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośrodów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
1	D	1,85	0,10	0,00
	D	1,90	0,09	0,00
* 2	D	1,85	0,16	0,23
	D	1,90	0,15	0,23
3	D	1,85	0,12	0,18
	D	1,90	0,11	0,17

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 2

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B_x = 1,00$ m, $B_y = 1,00$ m.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,85$ m.

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = 85,30$ kN, mimośrody wzgl. podst. fund. $E_x = 0,00$ m, $E_y = 0,00$ m,

siła pozioma: $H_x = 2,80$ kN, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,40$ m,

siła pozioma: $H_y = 0,00$ kN, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,40$ m,

momenty: $M_x = 0,00$ kNm, $M_y = 6,30$ kNm.

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek:

siła pionowa: $G = 43,42$ kN/m, momenty: $M_{Gx} = 0,00$ kNm/m, $M_{Gy} = 0,00$ kNm/m.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$N_r = N + G = 85,30 + 43,42 = 128,72$ kN.

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 85,30 \cdot 0,00 + 0,00 = 0,00 \text{ kNm.}$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -85,30 \cdot 0,00 + 2,80 \cdot 0,40 + 6,30 + 0,00 = 7,42 \text{ kNm.}$$

Mimośrod y sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 7,42/128,72 = 0,06 \text{ m,}$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/128,72 = 0,00 \text{ m.}$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,058 + 0,000 = 0,058 \text{ m} < 0,250.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B'_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 1,00 - 2 \cdot 0,06 = 0,88 \text{ m,} \quad B'_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 1,00 - 2 \cdot 0,00 = 1,00 \text{ m.}$$

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

$$\text{średnia gęstość obl.: } \rho_{D(r)} = 1,53 \text{ t/m}^3, \quad \text{min. wysokość: } D_{\min} = 1,85 \text{ m,}$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,53 \cdot 9,81 \cdot 1,85 = 27,77 \text{ kPa.}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{kąt tarcia wewn.: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 32,40 \cdot 0,90 = 29,16^\circ, \quad \text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa,}$$

$$N_B = 6,59 \quad N_C = 28,21, \quad N_D = 16,74.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 2,80/128,72 = 0,02, \quad \text{tg } \delta_x / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0218/0,5580 = 0,039,$$

$$i_{Bx} = 0,93, \quad i_{Cx} = 0,96, \quad i_{Dx} = 0,96.$$

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/128,72 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,5580 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,70 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 15,01 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B'_x/B'_y = 0,78, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B'_x/B'_y = 1,27, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B'_x/B'_y = 2,33$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B'_x \cdot B'_y (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_x \cdot i_{Bx}) = 976,78 \text{ kN.}$$

$$Q_{fNBy} = B'_x \cdot B'_y (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_y \cdot i_{By}) = 1025,08 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 128,72 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 976,78 = 791,19 \text{ kN.}$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

7. Wymiarowanie fundamentu

7.1. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na przebicie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność betonu	Nośność strzemion
		V [kN]	V _r [kN]	V _s [kN]
1	1	2	190	–
* 2	1	4	190	–
3	1	2	190	–

7.2. Sprawdzenie stopy na przebicie dla obciążenia nr 2

Zestawienie obciążeń:

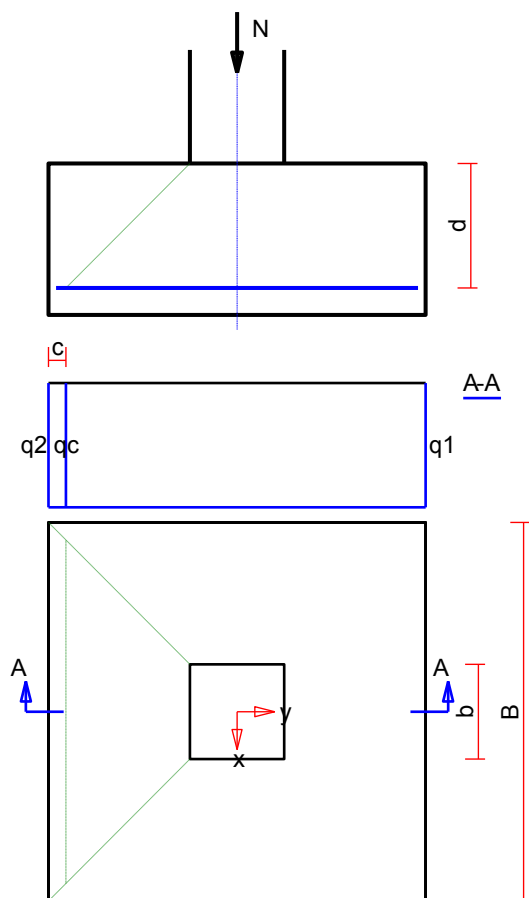
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

$$\text{siła pionowa: } N_r = 85 \text{ kN,}$$

$$\text{momenty: } M_{xr} = 0,00 \text{ kNm,} \quad M_{yr} = 7,42 \text{ kNm.}$$

Mimośrod y siły względem środka podstawy:

$$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,09 \text{ m}, \quad e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,00 \text{ m}.$$



Przebiecie stopy w przekroju 1:

Siła ścinająca: $V_{Sd} = \int_{Ac} q \cdot dA = 4 \text{ kN}$.

Nośność betonu na ścinanie: $V_{Rd} = (b+d) \cdot d \cdot f_{ctd} = (0,25+0,33) \cdot 0,33 \cdot 1000 = 190 \text{ kN}$.

$$V_{Sd} = 4 \text{ kN} < V_{Rd} = 190 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek na przebiecie jest spełniony.

7.3. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na zginanie

Nr obc.	Kierunek	Przekrój	Moment zginający M [kNm]	Nośność przekroju M _r [kNm]
1	x	1	5	50
	y	1	5	48
* 2	x	1	10	50
	y	1	7	48
3	x	1	6	50
	y	1	5	48

Uwaga: Momenty zginające wyznaczono metodą wsporników prostokątnych.

7.4. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 2 na kierunku x

Zestawienie obciążeń:

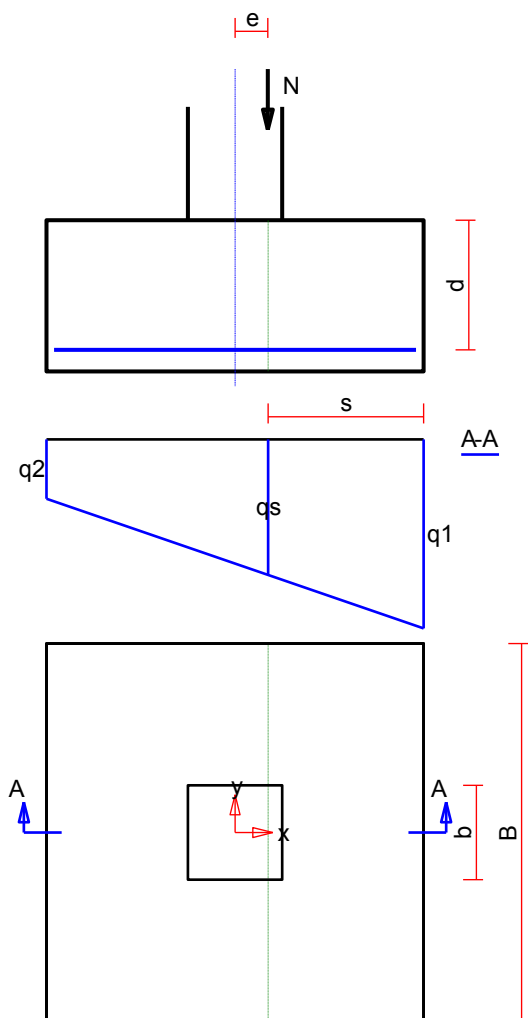
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 85 \text{ kN}$,

momenty: $M_{xr} = 0,00 \text{ kNm}$, $M_{yr} = 7,42 \text{ kNm}$.

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,09 \text{ m}$, $e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,00 \text{ m}$.



Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 130 + 93) \cdot 1,00 \cdot 0,17 / 6 = 10 \text{ kNm}.$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_s = 1,5 \text{ cm}^2$.

Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_{Rs} = 7,7 \text{ cm}^2$.

$$A_s = 1,5 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 7,7 \text{ cm}^2.$$

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

7.5. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 2 na kierunku y

Zestawienie obciążeń:

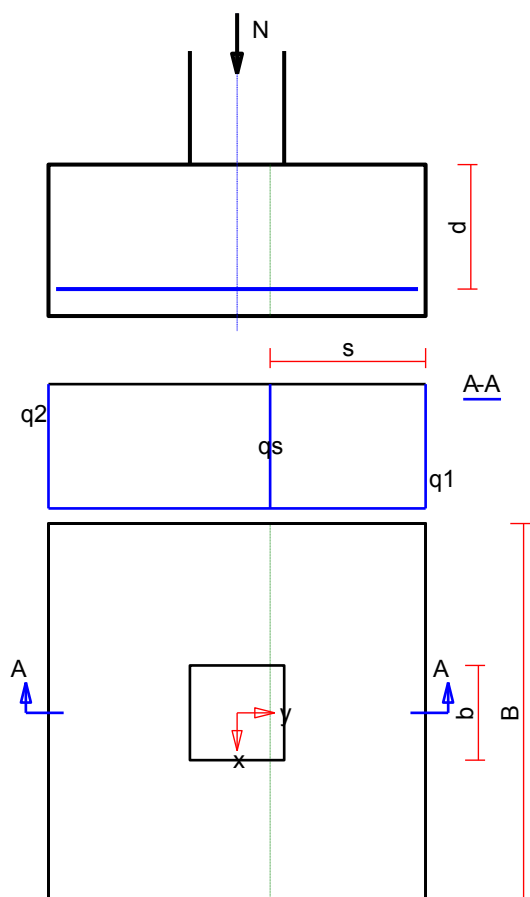
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 85 \text{ kN}$,

momenty: $M_{xr} = 0,00 \text{ kNm}$, $M_{yr} = 7,42 \text{ kNm}$.

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,09 \text{ m}$, $e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,00 \text{ m}$.



Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 85 + 85) \cdot 1,00 \cdot 0,17 / 6 = 7 \text{ kNm}.$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_s = 1,2 \text{ cm}^2$.

Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_{Rs} = 7,7 \text{ cm}^2$.

$$A_s = 1,2 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 7,7 \text{ cm}^2.$$

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

8. Zbrojenie stopy

Zbrojenie główne na kierunku x:

Średnica prętów: $\phi = 14 \text{ mm}$.

Konieczna liczba prętów: $L_{xs} = 5$.

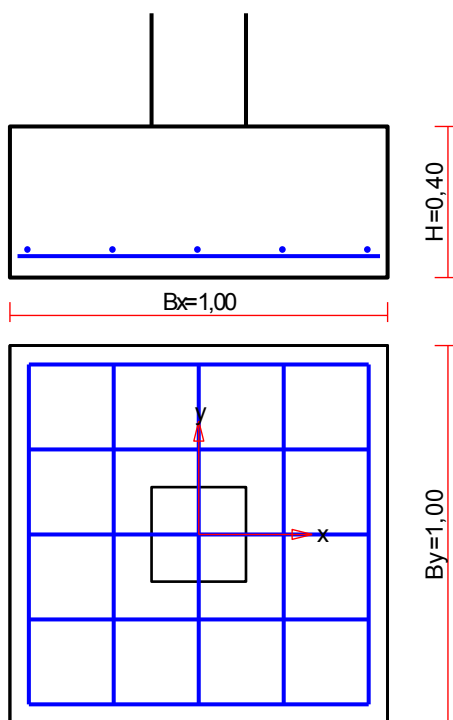
Przyjęta liczba prętów: $L_{xr} = 5$ co 22,5 cm.

Zbrojenie główne na kierunku y:

Średnica prętów: $\phi = 14$ mm.

Konieczna liczba prętów: $L_{ys} = 5$.

Przyjęta liczba prętów: $L_{yr} = 5$ co 22,5 cm.



Ilość stali: 11 kg.

Ilość betonu: 0,40 m³.

Ilość stali na 1 m³ betonu: 27,1 kg/m³.