

CZĘŚĆ OBLICZENIOWA

1. ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE

Założenia przyjęte do obliczeń:

Opracowanie wykonano w oparciu o następujące normy;

PN/-82/B-02000,02001,02003 - obciążenia budowli,

PN/80/B-02010 - obciążenia śniegiem,

PN/77/B-02011 – obciążenia wiatrem,

PN/90/B-03200 - konstrukcje stalowe,

PN/B-03269/1999 - konstrukcje betonowe, żelbetowe,

PN-81/B-03020 - posadowienie bezpośrednie budowli,

Oraz następujące uwarunkowania:

III strefa obciążenia śniegiem i I strefa wiatrowa,

Dopuszczalny nacisk na grunt 150 kPa

I kategoria geotechniczna gruntu,

Proste warunki gruntowe,

Strefa przemarzania 0,80m,

2. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

2.1. UŻYTKOWE

Powierzchnie magazynowe:

$$Q_k = 15,0 \text{ kN/m}^2 = 15,00 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_o = 18,0 \text{ kN/m}^2, \quad g_f = 1,20, \quad y_d = 1,00.$$

2.2. STAŁE

$$Q_k = 0,10 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,11 \text{ kN/m}^2, \quad g_{f1} = 1,10,$$

$$Q_{o2} = 0,09 \text{ kN/m}^2, \quad g_{f2} = 0,90.$$

2.3. ŚNIEG

2.3.1. Dachy dwuspadowy

$$Q_k = 1,2 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 = 0,96 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_o = 1,44 \text{ kN/m}^2, \quad g_f = 1,50.$$

2.4. WIATR

2.4.1. Dach dwuspadowy WI Naw.

$$Q_k = 0,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,75 \cdot (-0,90 - 0,00) \cdot 1,8 = -0,36 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_o = -0,54 \text{ kN/m}^2, \quad g_f = 1,50.$$

2.4.2. Dach dwuspadowy WI Zaw.

$$Q_k = 0,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,75 \cdot (-0,40 - 0,00) \cdot 1,8 = -0,16 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_o = -0,24 \text{ kN/m}^2, \quad g_f = 1,50.$$

2.4.3. Budynek - nawietrzna

$$Q_k = 0,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,75 \cdot (0,70 - (-0,70)) \cdot 1,8 = 0,57 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_o = 0,85 \text{ kN/m}^2, \quad g_f = 1,50.$$

2.4.4. Budynek - zawietrzna

$$Q_k = 0,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,75 \cdot (-0,40 - 0,00) \cdot 1,8 = -0,16 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_o = -0,24 \text{ kN/m}^2, \quad g_f = 1,50.$$

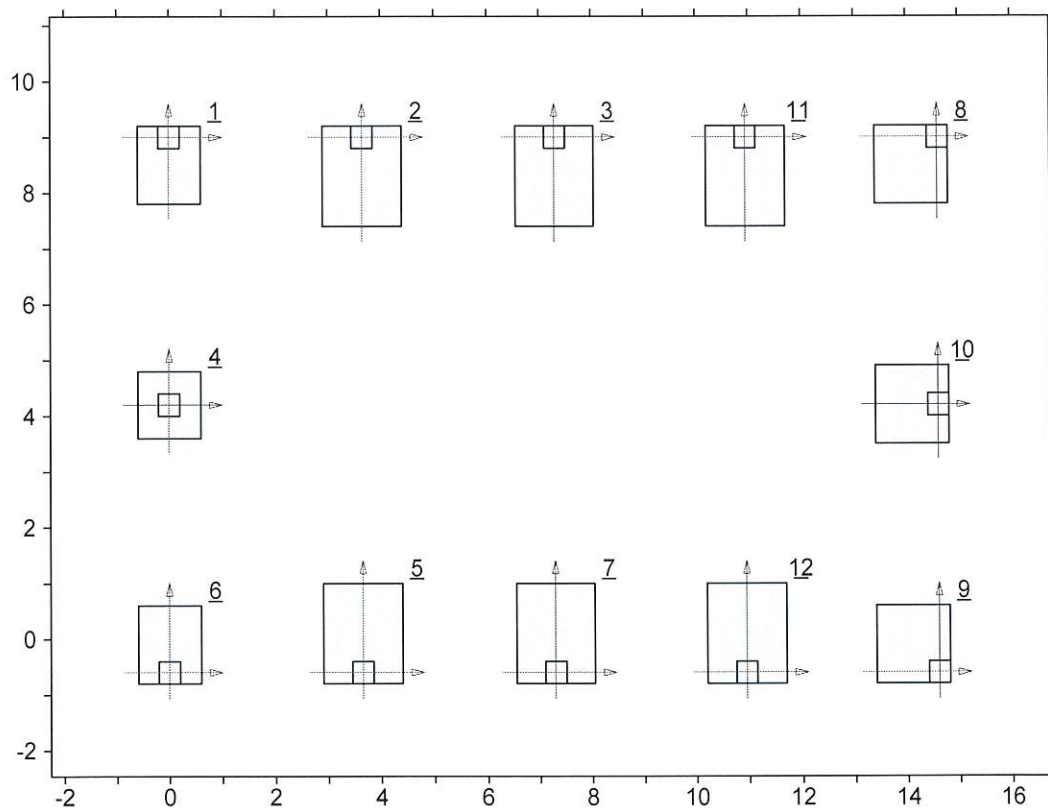
2.4.5. Budynek - boczna

$$Q_k = 0,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,75 \cdot (-0,70 - 0,00) \cdot 1,8 = -0,28 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_o = -0,42 \text{ kN/m}^2, \quad g_f = 1,50.$$

3. OBLICZENIA

3.1. FUNDAMENTY



Fundament nr 2

Klasa fundamentu: **stopa prostokątna**,

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**,

Położenie fundamentu względem układy globalnego:

Wymiary podstawy fundamentu: $B_x = 1,50 \text{ m}$, $B_y = 1,80 \text{ m}$,

Współrzędne środka fundamentu:

$x_{of} = 0,00 \text{ m}$, $y_{of} = 0,00 \text{ m}$,

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

Fundament nr 4

Klasa fundamentu: **stopa prostokątna**,

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**,

Położenie fundamentu względem układy globalnego:

Wymiary podstawy fundamentu: $B_x = 1,20 \text{ m}$, $B_y = 1,20 \text{ m}$,

Współrzędne środka fundamentu:

$x_{of} = 0,00 \text{ m}$, $y_{of} = 0,00 \text{ m}$,

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

Fundament nr 8

Klasa fundamentu: **stopa prostokątna**,

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**,

Położenie fundamentu względem układy globalnego:

Wymiary podstawy fundamentu: $B_x = 1,40 \text{ m}$, $B_y = 1,40 \text{ m}$,

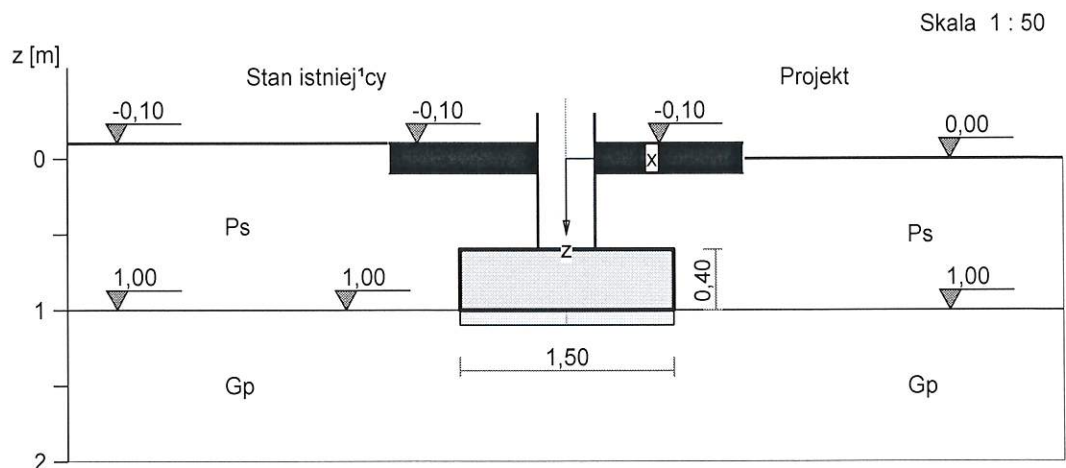
Współrzędne środka fundamentu:

$x_{of} = 0,00 \text{ m}$, $y_{of} = -0,50 \text{ m}$,

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

3.1.1. Stopa żelbetowa 1,5x1,8m

Fundament 2. stopa prostokątna
Nazwa fundamentu: stopa prostokątna



Podłoże gruntowe

Teren

Istniejący względny poziom terenu: $z_t = -0,10$ m,

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

Warstwy gruntu

Lp.	Poziom stropu	Grubość warstwy	Nazwa gruntu	Poz. wody grunt.
	[m]	[m]		[m]
1	-0,10	1,10	Piasek średni	brak wody
2	1,00	nieokreśl.	Gлина piaszczysta	brak wody

Konstrukcja na fundamentcie

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**

Wymiary słupa: $b = 0,40$ m, $l = 0,40$ m,

Współrzędne osi słupa: $x_0 = 3,65$ m, $y_0 = 9,00$ m,

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: $f = 0,00^0$.

Posadzki

Posadzka 3

Względny poziom posadzki: $p_{p3} = -0,10$ m, grubość: $h = 0,20$ m,

Charakterystyczny ciężar objętościowy: $g_{p3 \text{ char}} = 22,00$ kN/m³,

Obciążenie posadzki: $q_{p3} = 15,00$ kN/m², współcz. obciążenia: $g_{qf} = 1,20$,

Wymiary posadzki: $d_x = 2,00$ m, $d_y = 2,00$ m.

Posadzka 4

Względny poziom posadzki: $p_{p4} = -0,10$ m, grubość: $h = 0,20$ m,

Charakterystyczny ciężar objętościowy: $g_{p4 \text{ char}} = 22,00$ kN/m³,

Obciążenie posadzki: $q_{p4} = 15,00$ kN/m², współcz. obciążenia: $g_{qf} = 1,20$,

Wymiary posadzki: $d_x = 2,00$ m, $d_y = 2,00$ m.

Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 0,00$ m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H _x	H _y	M _x	M _y	g
	obciążenia*	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
1	D	67,9	0,0	4,5	-1,30	0,00	1,20
2	D	65,5	0,0	1,1	-0,40	0,00	1,20
3	D	70,0	0,0	3,9	0,00	0,00	1,20
4	D	70,0	0,0	-5,7	0,00	0,00	1,20

* D - obciążenia stałe, zmienne długotrwałe,

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

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: 5,0 cm.

W warunku na przebicie nie uwzględniać strzemion.

Wymiary fundamentu

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

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B_x = 1,50$ m, $B_y = 1,80$ m,

Wysokość: $H = 0,40$ m,

Mimośrodki: $E_x = 0,00$ m, $E_y = -0,70$ m.

Stan graniczny I

Zestawienie wyników analizy nośności i mimośrodków

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D	1,00	0,15	0,98
2	D	1,00	0,14	0,89
3	D	1,00	0,15	0,96
4	D	1,00	0,14	0,78

Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B_x = 1,50$ m, $B_y = 1,80$ m.

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

Rodzaj obciążenia: D,

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = 67,90$ kN, mimośrodky wzgl. podst. fund. $E_x = 0,00$ m, $E_y = -0,70$ m,

siła pozioma: $H_x = 0,00$ kN, mimośrodek względem podstawy fund. $E_z = 1,00$ m,

siła pozioma: $H_y = 4,50$ kN, mimośrodek względem podstawy fund. $E_z = 1,00$ m,

moment: $M_x = -1,30$ kNm, moment: $M_y = 0,00$ kNm.

Ciążar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek:

siła pionowa: $G = 110,02$ kN/m, momenty: $M_{Gx} = 7,60$ kNm/m, $M_{Gy} = 0,00$ kNm/m.

Uwaga: Przy sprawdzaniu położenia wypadkowej alternatywnie brano pod uwagę obciążenia

obliczeniowe wyznaczone przy zastosowaniu dolnych współczynników obciążenia.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = N + G = 67,90 + 110,02 \cdot 49,24 = 177,92 \cdot 117,14 \text{ kN.}$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 67,90 \cdot (-0,70) - 4,50 \cdot 1,00 + (-1,30) + 7,60$$

$$| 1,53 = -45,73 \cdot -51,80 \text{ kNm.}$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -67,90 \cdot 0,00 + 0,00 \cdot 1,00 + 0,00 + (0,00) |$$

$$0,00 = 0,00 \cdot 0,00 \text{ kNm.}$$

Mimośrodky sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 0,00/117,14 = 0,00 \text{ m,}$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 51,80/117,14 = 0,44 \text{ m.}$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,000 + 0,246 = 0,246 \text{ m} < 0,250.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 1,50 - 2 \cdot 0,00 = 1,50 \text{ m, } B_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 1,80 - 2 \cdot 0,26 = 1,29 \text{ m.}$$

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

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } r_{D(t)} = 1,53 \text{ t/m}^3,$$

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

obciążenie: $r_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,53 \cdot 9,81 \cdot 1,00 = 15,01 \text{ kPa}$.

Współczynniki nośności podłoża:

obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: $F_{u(r)} = F_{u(n)} \cdot g_m = 20,70 \cdot 0,90 = 18,63^\circ$,

spójność: $c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot g_m = 33,39 \text{ kPa}$,

$N_B = 1,16 \quad N_C = 13,62, \quad N_D = 5,59$.

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$\text{tg } d_x = |H_x|/N_r = 0,00/177,92 = 0,00, \quad \text{tg } d_x/\text{tg } F_{u(r)} = 0,0000/0,3371 = 0,000,$

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

$\text{tg } d_y = |H_y|/N_r = 4,50/177,92 = 0,03, \quad \text{tg } d_y/\text{tg } F_{u(r)} = 0,0253/0,3371 = 0,075,$

$i_{By} = 0,93, \quad i_{Cy} = 0,95, \quad i_{Dy} = 0,96$.

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$r_{B(n)} \cdot g_m \cdot g = 2,10 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 18,54 \text{ kN/m}^3$.

Współczynniki kształtu:

$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_y/B_x = 0,79, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_y/B_x = 1,26, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_y/B_x = 2,29$

Odpór graniczny podłoża:

$Q_{fNBx} = B_x \cdot B_y (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot r_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot r_{B(r)} \cdot g \cdot B_x \cdot i_{Bx}) = 1521,68 \text{ kN}$.

$Q_{fNBy} = B_x \cdot B_y (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot r_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot r_{B(r)} \cdot g \cdot B_y \cdot i_{By}) = 1447,97 \text{ kN}$.

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$N_r = 177,92 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 1447,97 = 1172,86 \text{ kN}$.

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

Stan graniczny II

Osiadanie fundamentu

Osiadanie całkowite:

Osiadanie pierwotne: $s = 0,07 \text{ cm}$.

Osiadanie wtórne: $s = 0,00 \text{ cm}$.

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża: $I = 0$.

Osiadanie: $s = s + I \cdot s = 0,07 + 0 \cdot 0,00 = 0,07 \text{ cm}$,

Sprawdzenie warunku osiadania:

Dopuszczalne osiadanie: $s_{\text{dop}} = 5,00 \text{ cm}$.

$s = 0,07 \text{ cm} < s_{\text{dop}} = 5,00 \text{ cm}$

Wniosek: Warunek osiadania jest spełniony.

Wymiarowanie fundamentu

Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na przebiecie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność betonu	Nośność strzemion
		$V \text{ [kN]}$	$V_r \text{ [kN]}$	$V_s \text{ [kN]}$
1	1	7	256	-
2	1	6	256	-
* 3	1	7	256	-
4	1	7	256	-

Sprawdzenie stopy na przebiecie dla obciążenia nr 3

Zestawienie obciążeń:

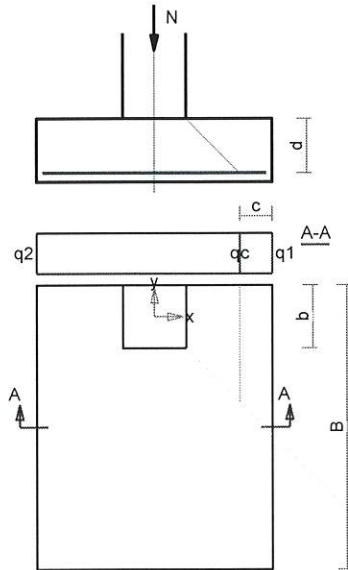
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 70 \text{ kN}$,

momenty: $M_{x_r} = -52,90 \text{ kNm}$, $M_{y_r} = 0,00 \text{ kNm}$.

Mimośrodki siły względem środka podstawy:

$e_{x_r} = |M_{y_r}/N_r| = 0,00 \text{ m}$, $e_{y_r} = |M_{x_r}/N_r| = 0,76 \text{ m}$.



Przebiecie stopy w przekroju 1:

Siła ścinająca: $V_{Sd} = A_c \cdot q \cdot dA = 7 \text{ kN}$.

Nośność betonu na ścinanie: $V_{Rd} = (b+d) \cdot d \cdot f_{ctd} = (0,40+0,34) \cdot 0,34 \cdot 1000 = 256 \text{ kN}$.

$V_{Sd} = 7 \text{ kN} < V_{Rd} = 256 \text{ kN}$.

Wniosek: warunek na przebiecie jest spełniony.

Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na zginanie

Nr obc.	Kierunek	Przechrój	Moment zginający	
			M [kNm]	Nośność przekroju M_r [kNm]
1	x	1	8	51
	y	1	0	43
2	x	1	8	51
	y	1	0	43
* 3	x	1	9	51
	y	1	0	43
* 4	x	1	9	51
	y	1	2	43

Uwaga: Momenty zginające wyznaczone metodą wsporników prostokątnych.

Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 3 na kierunku x

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 70 \text{ kN}$,

momenty: $M_{x_r} = -52,90 \text{ kNm}$, $M_{y_r} = 0,00 \text{ kNm}$.

Mimośrodry siły względem środka podstawy:

$$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,00 \text{ m}, \quad e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,76 \text{ m}.$$

Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 26 + 26) \cdot 1,80 \cdot 0,37 / 6 = 9 \text{ kNm}.$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_s = 1,3 \text{ cm}^2$.

Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_{Rs} = 7,9 \text{ cm}^2$.

$$A_s = 1,3 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 7,9 \text{ cm}^2.$$

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 4 na kierunku y

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 70 \text{ kN}$,

momenty: $M_{xr} = -43,30 \text{ kNm}$, $M_{yr} = 0,00 \text{ kNm}$.

Mimośrodry siły względem środka podstawy:

$$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,00 \text{ m}, \quad e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,62 \text{ m}.$$

Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{sd} = (2 \cdot q_2 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot -28 + 59) \cdot 1,50 \cdot 2,13 / 6 = 2 \text{ kNm}.$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_s = 0,4 \text{ cm}^2$.

Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_{Rs} = 6,8 \text{ cm}^2$.

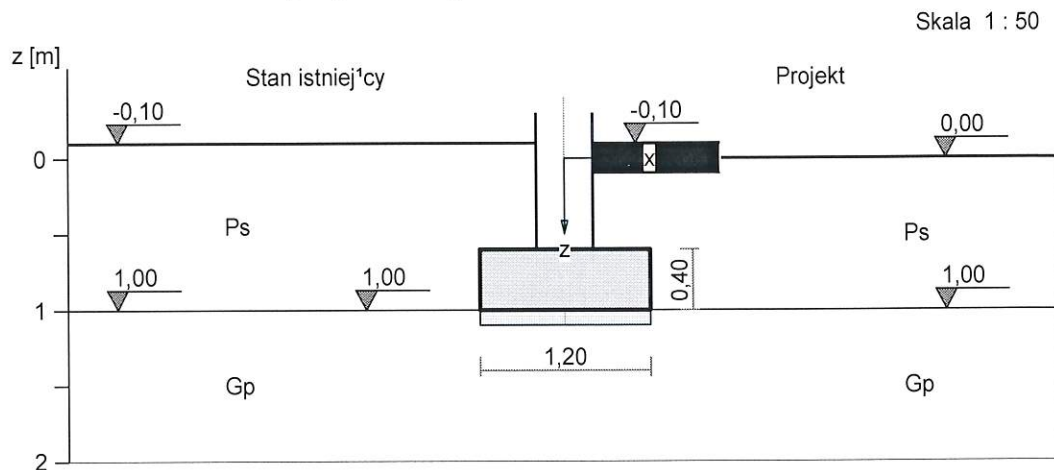
$$A_s = 0,4 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 6,8 \text{ cm}^2.$$

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

3.1.2. Stopa żelbetowa 1,2x1,2m

Fundament 4. stopa prostokątna

Nazwa fundamentu: stopa prostokątna



Podłoże gruntowe
Teren

Istniejący względny poziom terenu: $z_t = -0,10$ m,
Projektowany względny poziom terenu: $z_{tp} = 0,00$ m.

Warstwy gruntu

Lp.	Poziom stropu	Grubość warstwy	Nazwa gruntu	Poz. wody grunt.
	[m]	[m]		[m]
1	-0,10	1,10	Piasek średni	brak wody
2	1,00	nieokreśl.	Gлина piaszczysta	brak wody

Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**

Wymiary słupa: $b = 0,40$ m, $l = 0,40$ m,

Współrzędne osi słupa: $x_0 = 0,00$ m, $y_0 = 4,20$ m,

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

Posadzki

Posadzka 1

Względny poziom posadzki: $p_{p1} = -0,10$ m, grubość: $h = 0,20$ m,

Charakterystyczny ciężar objętościowy: $g_{p1 \text{ char}} = 22,00$ kN/m³,

Obciążenie posadzki: $q_{p1} = 15,00$ kN/m², współcz. obciążenia: $g_{qf} = 1,20$,

Wymiary posadzki: $d_x = 2,00$ m, $d_y = 3,00$ m.

Posadzka 4

Względny poziom posadzki: $p_{p4} = -0,10$ m, grubość: $h = 0,20$ m,

Charakterystyczny ciężar objętościowy: $g_{p4 \text{ char}} = 22,00$ kN/m³,

Obciążenie posadzki: $q_{p4} = 15,00$ kN/m², współcz. obciążenia: $g_{qf} = 1,20$,

Wymiary posadzki: $d_x = 2,00$ m, $d_y = 3,00$ m.

Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 0,00$ m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H _x	H _y	M _x	M _y	g
	obciążenia*	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
1	D	27,8	0,0	0,0	0,00	0,00	1,20
2	D	27,3	0,0	-0,8	2,00	0,00	1,20

* D - obciążenia stałe, zmienne długotrwałe,

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

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: 5,0 cm.

W warunku na przebicie nie uwzględniać strzemion.

Wymiary fundamentu

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

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B_x = 1,20 \text{ m}$, $B_y = 1,20 \text{ m}$,
Wysokość: $H = 0,40 \text{ m}$,
Mimośrodki: $E_x = 0,00 \text{ m}$, $E_y = 0,00 \text{ m}$.

Stan graniczny I

Zestawienie wyników analizy nośności i mimośrodków

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
1	D	1,00	0,09	0,21
* 2	D	1,00	0,09	0,34

Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 2

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B_x = 1,20 \text{ m}$, $B_y = 1,20 \text{ m}$.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,00 \text{ m}$.

Rodzaj obciążenia: D,

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = 27,30 \text{ kN}$, mimośrody wzgl. podst. fund. $E_x = 0,00 \text{ m}$, $E_y = 0,00 \text{ m}$,

siła pozioma: $H_x = 0,00 \text{ kN}$, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 1,00 \text{ m}$,

siła pozioma: $H_y = -0,80 \text{ kN}$, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 1,00 \text{ m}$,

moment: $M_x = 2,00 \text{ kNm}$, moment: $M_y = 0,00 \text{ kNm}$.

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek:

siła pionowa: $G = 44,81 \text{ kN/m}$, momenty: $M_{Gx} = 0,00 \text{ kNm/m}$, $M_{Gy} = 4,52 \text{ kNm/m}$.

Uwaga: Przy sprawdzaniu położenia wypadkowej alternatywnie brano pod uwagę obciążenia

obliczeniowe wyznaczone przy zastosowaniu dolnych współczynników obciążenia.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = N + G = 27,30 + 44,81 \mid 24,36 = 72,11 \mid 51,66 \text{ kN}.$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 27,30 \cdot 0,00 - (-0,80) \cdot 1,00 + 2,00 + 0,00 \mid 0,00 = 2,80 \mid 2,80 \text{ kNm}.$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -27,30 \cdot 0,00 + 0,00 \cdot 1,00 + 0,00 + 4,52 \mid 0,45 = 4,52 \mid 0,45 \text{ kNm}.$$

Mimośrody sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 4,52/72,11 = 0,06 \text{ m},$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 2,80/72,11 = 0,04 \text{ m}.$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,052 + 0,032 = 0,085 \text{ m} < 0,250.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 1,20 - 2 \cdot 0,06 = 1,07 \text{ m}, \quad B_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 1,20 - 2 \cdot 0,04 = 1,12 \text{ m}.$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 2):

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } r_{D(r)} = 1,53 \text{ t/m}^3,$$

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

$$\text{obciążenie: } r_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,53 \cdot 9,81 \cdot 1,00 = 15,01 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzny: } F_{u(r)} = F_{u(n)} \cdot g_m = 20,70 \cdot 0,90 = 18,63^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot g_m = 33,39 \text{ kPa},$$

$$N_B = 1,16 \quad N_C = 13,62, \quad N_D = 5,59.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } d_x = |H_x|/N_r = 0,00/72,11 = 0,00, \quad \text{tg } d_x/\text{tg } F_{u(r)} = 0,0000/0,3371 = 0,000,$$

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

$$\text{tg } d_y = |H_y|/N_r = 0,80/72,11 = 0,01, \quad \text{tg } d_y/\text{tg } F_{u(r)} = 0,0111/0,3371 = 0,033,$$

$$i_{By} = 0,97, \quad i_{Cy} = 0,98, \quad i_{Dy} = 0,98.$$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$r_{B(n)} \cdot g_m \cdot g = 2,10 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 18,54 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_x/B_y = 0,76, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_x/B_y = 1,29, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_x/B_y = 2,44$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B_x B_y (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot r_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot r_{B(r)} \cdot g \cdot B_x \cdot i_{Bx}) = 973,87 \text{ kN}.$$

$$Q_{fNBy} = B_x B_y (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot r_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot r_{B(r)} \cdot g \cdot B_y \cdot i_{By}) = 956,06 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 72,11 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 956,06 = 774,41 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

Stan graniczny II

Osiadanie fundamentu

Osiadanie całkowite:

$$\text{Osiadanie pierwotne: } s = 0,05 \text{ cm}.$$

$$\text{Osiadanie wtórne: } s = 0,00 \text{ cm}.$$

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża: $l = 0$.

$$\text{Osiadanie: } s = s + l \cdot s = 0,05 + 0 \cdot 0,00 = 0,05 \text{ cm},$$

Sprawdzenie warunku osiadania:

$$\text{Dopuszczalne osiadanie: } s_{\text{dop}} = 5,00 \text{ cm}.$$

$$s = 0,05 \text{ cm} < s_{\text{dop}} = 5,00 \text{ cm}$$

Wniosek: Warunek osiadania jest spełniony.

Wymiarowanie fundamentu

Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na przebiecie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność betonu	Nośność strzemion
		V [kN]	V _r [kN]	V _s [kN]
1	1	1	243	-
* 2	1	2	243	-

Sprawdzenie stopy na przebiecie dla obciążenia nr 2

Zestawienie obciążeń:

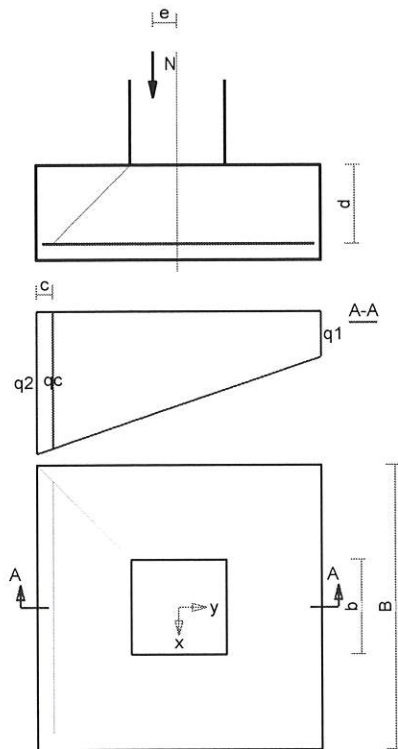
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

$$\text{siła pionowa: } N_r = 27 \text{ kN},$$

$$\text{momenty: } M_{xr} = 2,80 \text{ kNm}, \quad M_{yr} = 0,00 \text{ kNm}.$$

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

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



Przebiecie stopy w przekroju 1:

Siła ścinająca: $V_{Sd} = A_c q \cdot dA = 2 \text{ kN}$.

Nośność betonu na ścinanie: $V_{Rd} = (b+d) \cdot d \cdot f_{ctd} = (0,40+0,33) \cdot 0,33 \cdot 1000 = 243 \text{ kN}$.

$V_{Sd} = 2 \text{ kN} < V_{Rd} = 243 \text{ kN}$.

Wniosek: warunek na przebiecie jest spełniony.

Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na zginanie

Nr obc.	Kierunek	Przechrój	Moment zginający	
			M [kNm]	Nośność przekroju M_r [kNm]
* 1	x	1	2	37
	y	1	2	35
* 2	x	1	2	37
	y	1	3	35

Uwaga: Momenty zginające wyznaczono metodą wsporników prostokątnych.

Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 1 na kierunku x

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 28 \text{ kN}$,

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

Mimośrodki 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:

$$M_{Sd} = (2 \cdot q_1 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 19 + 19) \cdot 1,20 \cdot 0,21^2 / 6 = 2 \text{ kNm.}$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_s = 0,4 \text{ cm}^2$.

Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_{Rs} = 5,7 \text{ cm}^2$.

$$A_s = 0,4 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 5,7 \text{ cm}^2.$$

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 2 na kierunku y

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 27 \text{ kN}$,

momenty: $M_{xr} = 2,80 \text{ kNm}$, $M_{yr} = 0,00 \text{ kNm}$.

Mimośrodki siły względem środka podstawy:

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

Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{Sd} = (2 \cdot q_2 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 29 + 21) \cdot 1,20 \cdot 0,21^2 / 6 = 3 \text{ kNm.}$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_s = 0,5 \text{ cm}^2$.

Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_{Rs} = 5,7 \text{ cm}^2$.

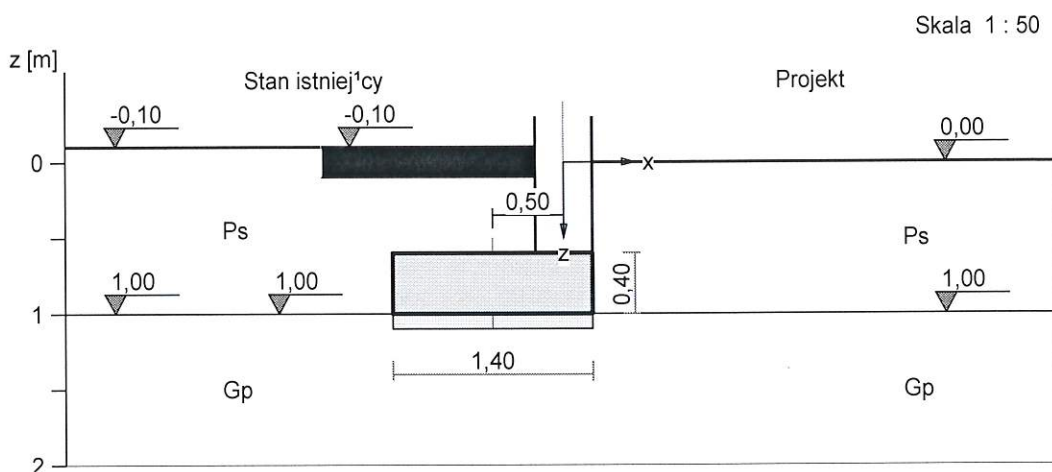
$$A_s = 0,5 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 5,7 \text{ cm}^2.$$

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

3.1.3. Stopa żelbetowa 1,4x1,4m

Fundament 8. stopa prostokątna

Nazwa fundamentu: stopa prostokątna



Podłoże gruntowe
Teren

Istniejący względny poziom terenu: $z_t = -0,10$ m,
Projektowany względny poziom terenu: $z_{tp} = 0,00$ m.

Warstwy gruntu

Lp.	Poziom stropu	Grubość warstwy	Nazwa gruntu	Poz. wody grunt.
	[m]	[m]		[m]
1	-0,10	1,10	Piasek średni	brak wody
2	1,00	nieokreśl.	Gлина piaszczysta	brak wody

Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**

Wymiary słupa: $b = 0,40$ m, $l = 0,40$ m,

Współrzędne osi słupa: $x_0 = 14,60$ m, $y_0 = 9,00$ m,

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

Posadzki

Posadzka 3

Względny poziom posadzki: $p_{p3} = -0,10$ m, grubość: $h = 0,20$ m,

Charakterystyczny ciężar objętościowy: $g_{p3 \text{ char}} = 22,00$ kN/m³,

Obciążenie posadzki: $q_{p3} = 15,00$ kN/m², współcz. obciążenia: $g_{qf} = 1,20$,

Wymiary posadzki: $d_x = 2,00$ m, $d_y = 2,00$ m.

Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 0,00$ m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H_x	H_y	M_x	M_y	g
	obciążenia*	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
1	D	14,3	2,1	0,0	0,00	-0,80	1,20
2	D	16,4	-0,5	0,0	0,00	-0,20	1,20
3	D	16,3	0,0	1,5	0,10	0,00	1,20
4	D	15,0	0,0	-1,8	1,10	0,00	1,20

* D - obciążenia stałe, zmienne długotrwałe,

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

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: 5,0 cm.

W warunku na przebicie nie uwzględniać strzemion.

Wymiary fundamentu

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

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B_x = 1,40$ m, $B_y = 1,40$ m,

Wysokość: $H = 0,40$ m,

Mimośrody: $E_x = -0,50$ m, $E_y = -0,50$ m.

Stan graniczny I

Zestawienie wyników analizy nośności i mimośrodków

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
1	D	1,00	0,08	0,79
2	D	1,00	0,08	0,77
* 3	D	1,00	0,08	0,88
4	D	1,00	0,07	0,58

Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 3

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B_x = 1,40 \text{ m}$, $B_y = 1,40 \text{ m}$.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,00 \text{ m}$.

Rodzaj obciążenia: D,

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = 16,30 \text{ kN}$, mimośrodky wzgl. podst. fund. $E_x = -0,50 \text{ m}$, $E_y = -0,50 \text{ m}$,

siła pozioma: $H_x = 0,00 \text{ kN}$, mimośrodek względem podstawy fund. $E_z = 1,00 \text{ m}$,

siła pozioma: $H_y = 1,50 \text{ kN}$, mimośrodek względem podstawy fund. $E_z = 1,00 \text{ m}$,

moment: $M_x = 0,10 \text{ kNm}$, moment: $M_y = 0,00 \text{ kNm}$.

Ciążar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek:

siła pionowa: $G = 73,17 \text{ kN/m}$, momenty: $M_{Gx} = 4,44 \text{ kNm/m}$, $M_{Gy} = -4,44 \text{ kNm/m}$.

Uwaga: Przy sprawdzaniu położenia wypadkowej alternatywnie brano pod uwagę obciążenia

obliczeniowe wyznaczone przy zastosowaniu dolnych współczynników obciążenia.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = N + G = 16,30 + 73,17 = 89,47 \text{ kN}$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 16,30 \cdot (-0,50) - 1,50 \cdot 1,00 + 0,10 + 4,44 = -5,11 \text{ kNm}$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -16,30 \cdot (-0,5) + 0,0 \cdot 1,0 + 0,0 + (-4,44) = 3,71 \text{ kNm}$$

Mimośrodky sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry} / N_r| = 3,71 / 89,47 = 0,04 \text{ m}$$

$$e_{ry} = |M_{rx} / N_r| = 5,11 / 89,47 = 0,06 \text{ m}$$

$$e_{rx} / B_x + e_{ry} / B_y = 0,04 + 0,06 = 0,10 \text{ m} < 0,250 \text{ m}$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 1,40 - 2 \cdot 0,04 = 1,32 \text{ m}, \quad B_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 1,40 - 2 \cdot 0,06 = 1,29 \text{ m}$$

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

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } r_{D(r)} = 1,53 \text{ t/m}^3,$$

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

$$\text{obciążenie: } r_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,53 \cdot 9,81 \cdot 1,00 = 15,01 \text{ kPa}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: } F_{u(r)} = F_{u(n)} \cdot g_m = 20,70 \cdot 0,90 = 18,63^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot g_m = 33,39 \text{ kPa},$$

$$N_B = 1,16 \quad N_C = 13,62, \quad N_D = 5,59.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\operatorname{tg} d_x = |H_x|/N_r = 0,00/89,47 = 0,00, \quad \operatorname{tg} d_x/\operatorname{tg} F_{u(r)} = 0,0000/0,3371 = 0,000,$$

$$i_{B_x} = 1,00, \quad i_{C_x} = 1,00, \quad i_{D_x} = 1,00.$$

$$\operatorname{tg} d_y = |H_y|/N_r = 1,50/89,47 = 0,02, \quad \operatorname{tg} d_y/\operatorname{tg} F_{u(r)} = 0,0168/0,3371 = 0,050,$$

$$i_{B_y} = 0,95, \quad i_{C_y} = 0,97, \quad i_{D_y} = 0,98.$$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$r_{B(n)} \cdot g_m \cdot g = 2,10 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 18,54 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_y/B_x = 0,76, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_y/B_x = 1,29, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_y/B_x = 2,46$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{rNBx} = B_x B_y (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{C_x} + m_D \cdot N_D \cdot r_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{D_x} + m_B \cdot N_B \cdot r_{B(r)} \cdot g \cdot B_x \cdot i_{B_x}) = 1381,87 \text{ kN}.$$

$$Q_{rNBy} = B_x B_y (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{C_y} + m_D \cdot N_D \cdot r_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{D_y} + m_B \cdot N_B \cdot r_{B(r)} \cdot g \cdot B_y \cdot i_{B_y}) = 1340,81 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 89,47 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{rNBx}, Q_{rNBy}) = 0,81 \cdot 1340,81 = 1086,06 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

Stan graniczny II

Osiadanie fundamentu

Osiadanie całkowite:

$$\text{Osiadanie pierwotne: } s = 0,01 \text{ cm}.$$

$$\text{Osiadanie wtórne: } s = 0,00 \text{ cm}.$$

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża: $l = 0$.

$$\text{Osiadanie: } s = s + l \cdot s = 0,01 + 0 \cdot 0,00 = 0,01 \text{ cm},$$

Sprawdzenie warunku osiadania:

Warunek nie jest określony.

Wymiarowanie fundamentu

Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na przebicie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność	Nośność
		V [kN]	betonu	strzemion
			V_r [kN]	V_s [kN]
1	1	0	256	-
2	1	0	256	-
3	1	0	256	-
* 4	1	2	243	-

Sprawdzenie stopy na przebicie dla obciążenia nr 4

Zestawienie obciążeń:

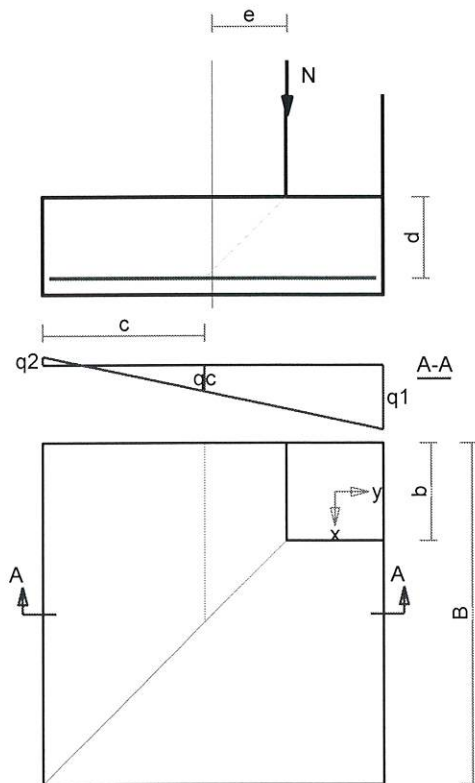
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

$$\text{siła pionowa: } N_r = 15 \text{ kN},$$

$$\text{momenty: } M_{xr} = -4,60 \text{ kNm}, \quad M_{yr} = 7,50 \text{ kNm}.$$

Mimośrodki siły względem środka podstawy:

$$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,50 \text{ m}, \quad e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,31 \text{ m}.$$



Przebiecie stopy w przekroju 1:

Siła ścinająca: $V_{Sd} = \int_{Ac} q \cdot dA = 2 \text{ kN}$.

Nośność betonu na ścinanie: $V_{Rd} = (b+d) \cdot d \cdot f_{ctd} = (0,40+0,33) \cdot 0,33 \cdot 1000 = 243 \text{ kN}$.

$V_{Sd} = 2 \text{ kN} < V_{Rd} = 243 \text{ kN}$.

Wniosek: warunek na przebiecie jest spełniony.

Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na zginanie

Nr obc.	Kierunek	Przekrój	Moment zginający	
			M [kNm]	Nośność przekroju M_r [kNm]
1	x	1	0	44
	y	1	0	43
* 2	x	1	0	44
	y	1	0	43
3	x	1	0	44
	y	1	0	43
* 4	x	1	0	44
	y	1	2	43

Uwaga: Momenty zginające wyznaczone metodą wsporników prostokątnych.

Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 2 na kierunku x

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 16 \text{ kN}$,

momenty: $M_{x_r} = -8,20 \text{ kNm}$, $M_{y_r} = 7,50 \text{ kNm}$.

Mimośrodki siły względem środka podstawy:

$$e_{x_r} = |M_{y_r}/N_r| = 0,46 \text{ m}, \quad e_{y_r} = |M_{x_r}/N_r| = 0,50 \text{ m}.$$

Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{Sd} = (2 \cdot q_2 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot -8 + 17) \cdot 1,40 \cdot 1,12 / 6 = 0 \text{ kNm}.$$

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

Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_{Rs} = 6,8 \text{ cm}^2$.

$$A_s = 0,0 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 6,8 \text{ cm}^2.$$

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 4 na kierunku y

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 15 \text{ kN}$,

momenty: $M_{x_r} = -4,60 \text{ kNm}$, $M_{y_r} = 7,50 \text{ kNm}$.

Mimośrodki siły względem środka podstawy:

$$e_{x_r} = |M_{y_r}/N_r| = 0,50 \text{ m}, \quad e_{y_r} = |M_{x_r}/N_r| = 0,31 \text{ m}.$$

Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{Sd} = (2 \cdot q_2 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot -2 + 13) \cdot 1,40 \cdot 1,12 / 6 = 2 \text{ kNm}.$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_s = 0,3 \text{ cm}^2$.

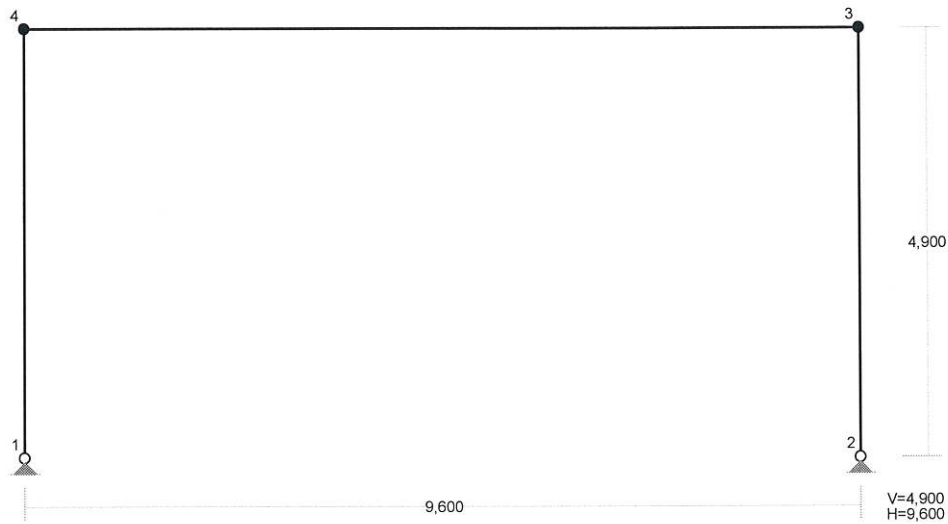
Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_{Rs} = 6,8 \text{ cm}^2$.

$$A_s = 0,3 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 6,8 \text{ cm}^2.$$

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

3.2. UKŁAD RAMOWY

NAZWA: RAMA W OSI „2”, „3” i „4”.



WEZŁY:

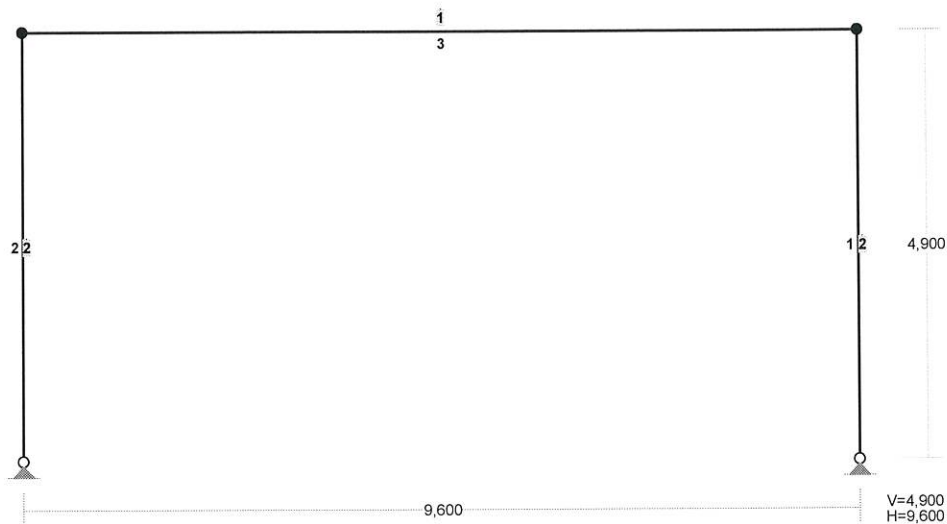
Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000
2	9,600	0,000
3	9,600	4,900
4	0,000	4,900

PODPORY:

Podatności

Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Dx(Do*):	Dy:	DFi:
		[m / k N]	[rad/kNm]		
1	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	
2	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	

PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;
10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub
22 - ciągnio

Pręt: Typ: A: B: Lx[m]: Ly[m]: L[m]: Red.EJ: Przekrój:

1	01	3	2	0,000	-4,900	4,900	1,000	2 160 HEA
2	01	4	1	0,000	-4,900	4,900	1,000	2 160 HEA
3	00	4	3	9,600	0,000	9,600	1,000	1 330 PE

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr. A[cm²] Ix[cm⁴] Iy[cm⁴] Wg[cm³] Wd[cm³] h[cm] Materiał:

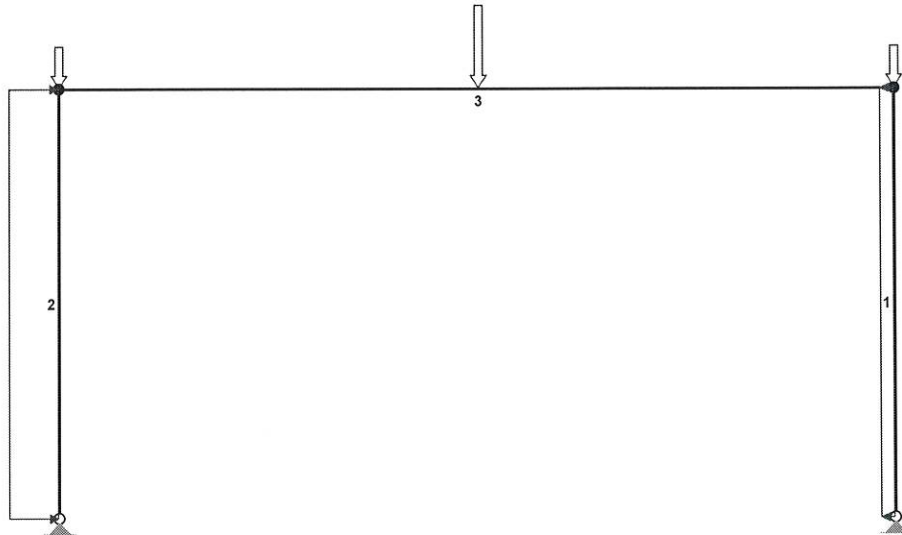
1	62,6	11770	788	713	713	33,0	4	18G2 (A)
2	38,8	1673	616	220	220	15,2	4	18G2 (A)

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał: Moduł E: Napręż.gr.: AlfaT:
[N/mm²] [N/mm²] [1/K]

4 18G2 (A)	205	295,000	1,20E-05
------------	-----	---------	----------

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1(Tg): P2(Td): a[m]: b[m]:

Grupa: A ""		Zmienne		gf= 1,00	
3	Skupione	-0,0	25,000	0,00	
3	Skupione	0,0	50,000	4,80	
3	Skupione	0,0	25,000	9,60	
Grupa: B ""		Zmienne		gf= 1,50	
1	Liniowe	90,0	-0,584	-0,584	0,00 4,90
1.3.4. Budynek - zawietrzn p=-0,160*3,650					
2	Liniowe	90,0	2,080	2,080	0,00 4,90
1.3.3. Budynek - nawietrzn p=0,570*3,650					

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa: Znaczenie: yd: gf:

Ciężar wł.			1,10
A -""	Zmienne	1	1,00 1,00
B -""	Zmienne	1	1,00 1,50

SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AB

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	-36,595	9,615	-55,402
	1,00	4,900	0,000	5,322	-57,043

2	0,00	0,000	9,647	-9,615	-49,788
	0,63	3,082	-5,164*	0,002	-50,820
	1,00	4,900	0,000	5,677	-51,429
3	0,00	0,000	-9,647	24,788	-9,615
	0,50	4,800	103,106*	-27,807	-9,615
	0,50	4,800	103,106*	22,193	-9,615
	1,00	9,600	-36,595	-30,402	-9,615

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AB

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	-5,677	51,429	51,742	
2	-5,322	57,043	57,291	




KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

Nr: Specyfikacja:

1 ZAWSZE : A
EWENTUALNIE: B

NOŚNOŚĆ PRĘTÓW: T.I rzędu
Obciążenia obl. dłg.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Przekrój:Pręt: Warunek: Wykorzystanie: Kombinacja obc.

1	3	SGU	82,0%		A
2	1	Śc.zg.(58)	84,7%		AB
	2	Śc.zg.(58)	55,2%		A

3.3. RYGIEL

NAZWA: Rygiel IPE160

PRZEKRÓJ Nr: 1

Nazwa: "I 160 PE"

CHARAKTERYSTYKA PRZEKROJU: Materiał: 2 St3S (X,Y,V,W)

Gł.centrosie bezwładn.[cm]: Xc= 4,1 Yc= 8,0
alfa= -0,0

Momenty bezwładności [cm⁴]: Jx= 869,0 Jy= 68,3

Moment dewiacji [cm⁴]: Dxy= 0,0

Gł.momenty bezwładn. [cm⁴]: Ix= 869,0 Iy= 68,3

Promienie bezwładności [cm]: ix= 6,6 iy= 1,8

Wskaźniki wytrzymał. [cm³]: Wx= 108,6 Wy= 16,7

Wx= -108,6 Wy= -16,7

Powierzchnia przek. [cm²]: F= 20,1

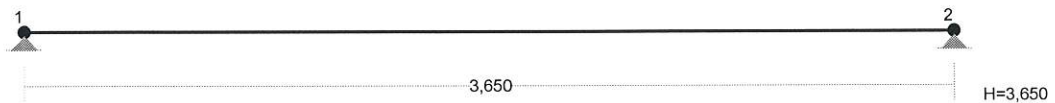
Masa [kg/m]: m= 15,8

Moment bezwładn.dla zginania w płaszcz.ukł. [cm⁴]: Jzg= 869,0

Nr. Oznaczenie Fi: Xs: Ys: Sx: Sy: F:
[deg] [cm] [cm] [cm³] [cm³] [cm²]

1 I 160 PE 0 0,00 0,00 0,0 0,0 20,1

WEZŁY:



WEZŁY:

Nr: X [m]: Y [m]:

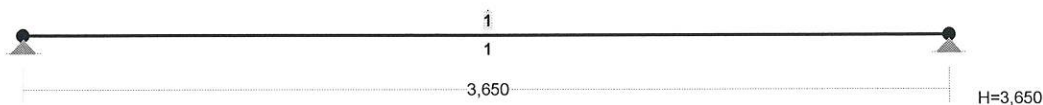
1 0,000 0,000
2 3,650 0,000

PODPORY: Podatności

Węzeł: Rodzaj: Kąt: Dx(Do*): Dy: DFi:
[m / k N] [rad/kNm]

1 stała 0,0 0,000E+00 0,000E+00
2 stała 0,0 0,000E+00 0,000E+00

PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;
10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub
22 - ciągnio

Pręt: Typ: A: B: Lx[m]: Ly[m]: L[m]: Red.EJ: Przekrój:

1 00 1 2 3,650 0,000 3,650 1,000 1 | 160 PE

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr. A[cm²] Ix[cm⁴] Iy[cm⁴] Wg[cm³] Wd[cm³] h[cm] Materiał:

1 20,1 869 68 109 109 16,0 2 St3S (X,Y,V,W)

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał: Moduł E: Napręż.gr.: AlfaT:
[N/mm²] [N/mm²] [1/K]

2 St3S (X,Y,V, 205 205,000 1,20E-05

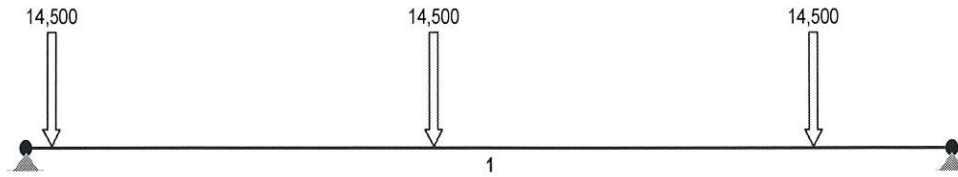
ZESTAWIENIE MATERIAŁU:

Oznaczenie: Materiał: Długość[m] Masa[t]

I 160 PE St3S (X,Y,V, 1x 3,65 = 3,65 0,058

MASA CAŁKOWITA USTROJU: **0,058**

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1(Tg): P2(Td): a[m]: b[m]:

Grupa:	A ""	Zmienne	gf=	1,00
1	Skupione	0,0	14,500	0,10
1	Skupione	0,0	14,500	1,60
1	Skupione	0,0	14,500	3,10

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa: Znaczenie: yd: gf:

Ciężar wł.				1,10
A -""	Zmienne	1	1,00	1,00

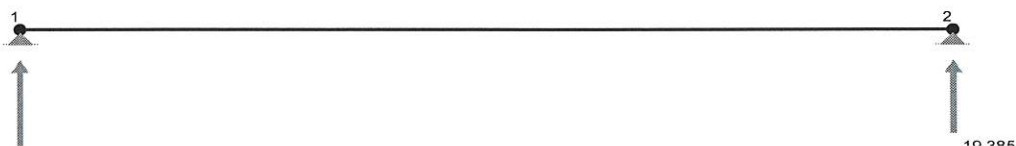
SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,000	24,748	0,000
	0,44	1,600	17,625*	9,971	0,000
	1,00	3,650	-0,000	-19,385	0,000

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	0,000	24,748	24,748	
2	0,000	19,385	19,385	

NOŚNOŚĆ PRĘTÓW: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

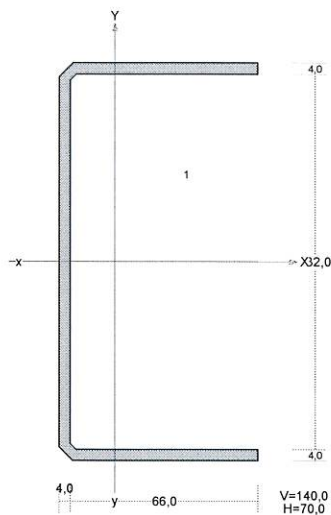
Przekrój:Pręt: Warunek nośności: Wykorzystanie:

1 1 Nośność (Stateczność) przy zgi 75,5%

3.4. PŁATEW

NAZWA: Płatew
PRZEKRÓJ Nr: 1

Nazwa: "U 140x70x4~"



Skala 1:2

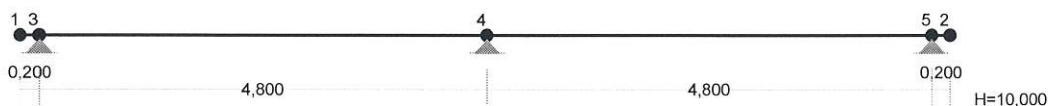
CHARAKTERYSTYKA PRZEKROJU: Materiał: 2 St3S (X,Y,V,W)

Gł.centrosie bezwładn.[cm]: $X_c = 1,9$ $Y_c = 7,0$
 $alfa = -0,0$
 Momenty bezwładności [cm⁴]: $J_x = 320,9$ $J_y = 51,6$
 Moment dewiacji [cm⁴]: $D_{xy} = 0,0$
 Gł.momenty bezwładn. [cm⁴]: $I_x = 320,9$ $I_y = 51,6$
 Promienie bezwładności [cm]: $i_x = 5,5$ $i_y = 2,2$
 Wskaźniki wytrzymał. [cm³]: $W_x = 45,8$ $W_y = 10,2$
 $W_x = -45,8$ $W_y = -26,5$
 Powierzchnia przek. [cm²]: $F = 10,6$
 Masa [kg/m]: $m = 8,3$
 Moment bezwładn.dla zginania w płaszc.ukł. [cm⁴]: $J_{zg} = 320,9$

Nr. Oznaczenie F_i : X_s : Y_s : S_x : S_y : F :
 [deg] [cm] [cm] [cm³] [cm³] [cm²]

1 U 140x70x4~ 0 0,00 0,00 0,0 0,0 10,6

WEZŁY:



WEZŁY:

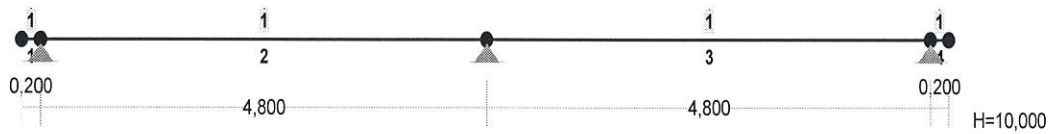
Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000	4	5,000	0,000
2	10,000	0,000	5	9,800	0,000
3	0,200	0,000			

PODPORY:

Podatności

Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	$D_x(D_0^*)$:	D_y :	DFi:
			[m / k N]	[rad/kNm]	
3	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	
4	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	
5	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	

PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;
10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub
22 - ciągnio

Pręt: Typ: A: B: Lx[m]: Ly[m]: L[m]: Red.EJ: Przekrój:

1	00	1	3	0,200	0,000	0,200	1,000	1	U	140x70x4~
2	00	3	4	4,800	0,000	4,800	1,000	1	U	140x70x4~
3	00	4	5	4,800	0,000	4,800	1,000	1	U	140x70x4~
4	00	5	2	0,200	0,000	0,200	1,000	1	U	140x70x4~

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr. A[cm²] Ix[cm⁴] Iy[cm⁴] Wg[cm³] Wd[cm³] h[cm] Materiał:

1	10,6	321	52	46	46	14,0	2	St3S (X,Y,V,W)
---	------	-----	----	----	----	------	---	----------------

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał: Moduł E: Napręż.gr.: AlfaT:
[N/mm²] [N/mm²] [1/K]

2	St3S (X,Y,V,	205	205,000	1,20E-05
---	--------------	-----	---------	----------

ZESTAWIENIE MATERIAŁU:

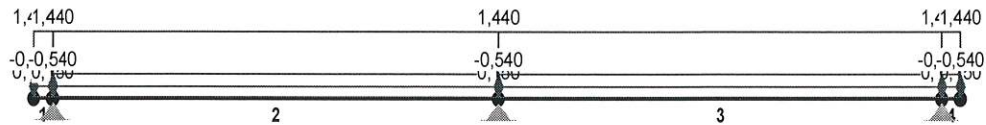
Oznaczenie: Materiał: Długość[m] Masa[t]

U 140x70x4~	St3S (X,Y,V,	2x 0,20 + 2x 4,80	= 10,00	0,083
-------------	--------------	-------------------	---------	-------

MASA CAŁKOWITA USTROJU:

0,083

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1(Tg): P2(Td): a[m]: b[m]:

Grupa: A "Pokrycie"		Stałe		gf= 1,10/0,90	
1	Liniowe	0,0	0,150	0,150	0,20
	1.1.1. Cięża p=0,100*1,500				
2	Liniowe	0,0	0,150	0,150	4,80
	1.1.1. Cięża p=0,100*1,500				
3	Liniowe	0,0	0,150	0,150	4,80
	1.1.1. Cięża p=0,100*1,500				
4	Liniowe	0,0	0,150	0,150	0,20
	1.1.1. Cięża p=0,100*1,500				

Grupa: B "Śnieg"		Zmienne		gf= 1,50	
1	Liniowe	0,0	1,440	1,440	0,20
	1.2.1. Dachy dwuspadow p=0,960*1,500				
2	Liniowe	0,0	1,440	1,440	4,80
	1.2.1. Dachy dwuspadow p=0,960*1,500				
3	Liniowe	0,0	1,440	1,440	4,80
	1.2.1. Dachy dwuspadow p=0,960*1,500				
4	Liniowe	0,0	1,440	1,440	0,20
	1.2.1. Dachy dwuspadow p=0,960*1,500				

Grupa: C "Wiatr"		Zmienne		gf= 1,50	
1	Liniowe	0,0	-0,540	-0,540	0,20
	1.3.1. Dach dwuspadowy WI Naw p=-0,360*1,500				
2	Liniowe	0,0	-0,540	-0,540	4,80
	1.3.1. Dach dwuspadowy WI Naw p=-0,360*1,500				
3	Liniowe	0,0	-0,540	-0,540	4,80
	1.3.1. Dach dwuspadowy WI Naw p=-0,360*1,500				
4	Liniowe	0,0	-0,540	-0,540	0,20
	1.3.1. Dach dwuspadowy WI Naw p=-0,360*1,500				

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa: Znaczenie: yd: gf:

Ciężar wł.			1,10	
A -"Pokrycie"	Stałe		1,10/0,90	
B -"Śnieg"	Zmienne	1	1,00	1,50
C -"Wiatr"	Zmienne	1	1,00	1,50

RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE
A -"Pokrycie"	ZAWSZE
B -"Śnieg"	EWENTUALNIE
C -"Wiatr"	EWENTUALNIE

KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

Nr: Specyfikacja:

- 1 ZAWSZE : A
EWENTUALNIE: B/C

SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt: x[m]: M[kNm]: Q[kN]: N[kN]: Kombinacja obciążeń:

1	0,200	0,012*	0,117	0,000	aC
	0,200	-0,048*	-0,483	0,000	AB
	0,200	-0,048	-0,483*	0,000	AB
	0,200	-0,048	-0,483	0,000*	AB
	0,000	-0,000	-0,000	0,000*	AB
	0,200	-0,048	-0,483	0,000*	AB
	0,000	-0,000	-0,000	0,000*	AB
2	1,800	3,893*	0,015	0,000	AB
	4,800	-6,934*	-7,233	0,000	AB
	4,800	-6,934	-7,233*	0,000	AB
	4,800	-6,934	-7,233	0,000*	AB
	1,800	3,893	0,015	0,000*	AB
	4,800	-6,934	-7,233	0,000*	AB
	1,800	3,893	0,015	0,000*	AB
3	3,000	3,893*	-0,015	0,000	AB
	0,000	-6,934*	7,233	0,000	AB
	0,000	-6,934	7,233*	0,000	AB
	0,000	-6,934	7,233	0,000*	AB
	3,000	3,893	-0,015	0,000*	AB
	0,000	-6,934	7,233	0,000*	AB
	3,000	3,893	-0,015	0,000*	AB
4	0,000	0,012*	-0,117	0,000	aC
	0,000	-0,048*	0,483	0,000	AB
	0,000	-0,048	0,483*	0,000	AB
	0,000	-0,048	0,483	0,000*	AB
	0,200	-0,000	-0,000	0,000*	aB
	0,000	-0,048	0,483	0,000*	AB
	0,200	-0,000	-0,000	0,000*	aB

REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

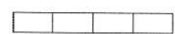


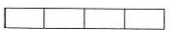
Węzeł: H[kN]: V[kN]: R[kN]: M[kNm]: Kombinacja obciążeń:

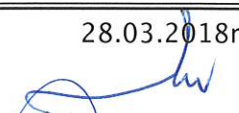
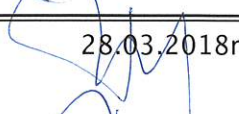
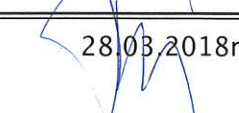
3	0,000*	4,847	4,847	AB
	0,000*	-1,171	1,171	aC
	0,000*	0,514	0,514	A
	0,000	4,847*	4,847	AB
	0,000	-1,171*	1,171	aC
	0,000	4,847	4,847*	AB
4	0,000*	14,467	14,467	AB
	0,000*	-3,496	3,496	aC
	0,000*	1,534	1,534	A
	0,000	14,467*	14,467	AB
	0,000	-3,496*	3,496	aC
	0,000	14,467	14,467*	AB
5	0,000*	4,847	4,847	AB
	0,000*	-1,171	1,171	aC
	0,000*	0,514	0,514	A
	0,000	4,847*	4,847	AB
	0,000	-1,171*	1,171	aC
	0,000	4,847	4,847*	AB

* = Wartości ekstremalne

NOŚNOŚĆ PRĘTÓW: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Przekrój:Pręt: Warunek: Wykorzystanie: Kombinacja obc.

1	1 Napręż.(1)	0,9%		AB
	2 Zgin.(54)	83,6%		AB
	3 Zgin.(54)	83,6%		AB
	4 Napręż.(1)	0,9%		AB

ARCHITEKTURA GŁÓWNY PROJEKTANT	inż. Piotr Schulz nr upr. GP-KZ 7342/148/93 proj. architektoniczne	28.03.2018r 
ARCHITEKTURA SPR.	mgr inż. Mirosława Pilarska nr upr. 472/68 konstrukcyjno-budowlana	28.03.2018r 
KONSTRUKCJA	mgr inż. Mirosława Pilarska nr upr. 472/68 konstrukcyjno-budowlana	28.03.2018r 
KONSTRUKCJA SPR.	mgr inż. Krzysztof Wiśniewski nr upr. KUP/0028/PWOK/13 konstrukcyjno-budowlana	28.03.2018r 