

# **ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ**

## **WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH**

NAZWA ZAMIERZENIA BUDOWLANEGO :

**PRZEBUDOWA I ROZBUDOWA BUDYNKU ZESPOŁU SZKÓŁ  
W MOSZCZENICY Z DOSTOSOWANIEM DO POTRZEB OSÓB  
NIEPEŁNOSPRAWNYCH, POPRZECZ BUDOWĘ ZEWNĘTRZNEGO  
SZYBU WINDOWEGO I WC DLA OSÓB NIEPEŁNOSPRAWNYCH.**

KATEGORIA OBIEKTU BUDOWLANEGO :

**Kat. IX.**

ADRES OBIEKTU BUDOWLANEGO :

**ul. Leśna 5, 38-321 Moszczenica, woj. małopolskie**

JEDNOSTKA EWID. :	<b>Gmina Moszczenica [120507_2]</b>
OBRĘB :	<b>Moszczenica [0001]</b>
DZIAŁKA NR EWID. :	<b>3628</b>

INWESTOR :

**GMINA MOSZCZENICA**

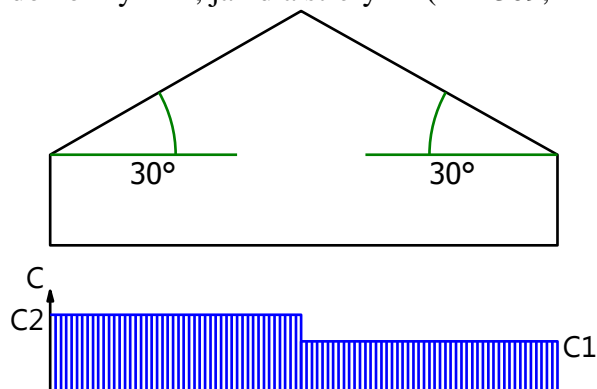
**Ul. Samorządowa 4 , 38-321 Moszczenica,  
woj. małopolskie**

**Gorlice, sierpień 2022**

## A. Zestawienie obciążeń zmiennych środowiskowych.

### 1. Obciążenia zmienne – ŚNIEG - dach dwuspadowy – kąt $30^\circ$ .

Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu  $q_k = 1,25 \text{ kN/m}^2$  przyjęto zgodnie ze zmianą do normy Az1, jak dla strefy III ( $H = 309,1 \text{ m n.p.m.}$ ).



#### 1.1. Śnieg C1.

Współczynnik kształtu  $C = 0,8 \cdot (60 - 30) / 30 = 0,80$  jak dla dachu dwuspadowego.

Charakterystyczna wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_k = 1,25 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 \cdot (60 - 30) / 30 = 1,00 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia śniegiem:

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

#### 1.2. Śnieg C2.

Współczynnik kształtu  $C = 1,2 \cdot (60 - 30) / 30 = 1,20$  jak dla dachu dwuspadowego.

Charakterystyczna wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_k = 1,25 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,2 \cdot (60 - 30) / 30 = 1,50 \text{ kN/m}^2.$$

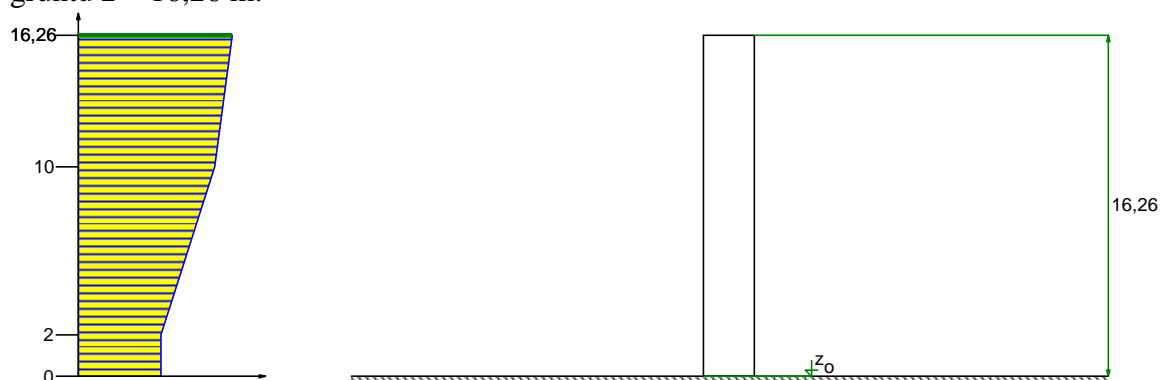
Obliczeniowa wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_o = 2,25 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

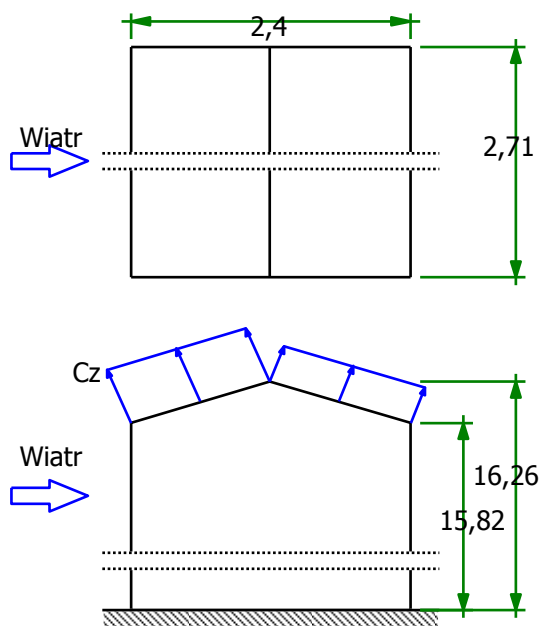
### 2. Obciążenia zmienne – WIATR - dach dwuspadowy – kąt $30^\circ$ .

Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru  $q_k = 0,29 \text{ kN/m}^2$  przyjęto jak dla strefy III ( $H = 309,1 \text{ m n.p.m.}$ ).

Współczynnik ekspozycji  $C_e = 1,13$  przyjęto jak dla terenu A i wysokości nad poziomem gruntu  $z = 16,26 \text{ m}$ .



Współczynnik działania porywów wiatru  $\beta = 1,80$  przyjęto jak do obliczeń budowli niepodatnych na dynamiczne działanie wiatru (logarytmiczny dekrement tłumienia  $\Delta = 0,20$ ; okres drgań własnych  $T = 0,20 \text{ s}$ ).



### 2.1. Wariant - połać nawietrzna

Współczynnik aerodynamiczny  $C$  połaci nawietrznej dachu dwuspadowego ( $\alpha = 30^\circ$ ) wg wariantu I równy jest  $C = C_z - C_w = -1,21$ , gdzie:

$C_z = -1,21$  jest współczynnikiem ciśnienia zewnętrznego,

$C_w = 0,00$  jest współczynnikiem ciśnienia wewnętrznego.

Charakterystyczna wartość obciążenia wiatrem:

$$Q_k = 0,29 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,13 \cdot (-1,21 - 0,00) \cdot 1,8 = -0,71 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia wiatrem:

$$Q_o = -1,06 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

### 2.2. Wariant - połać zawietrzna.

Współczynnik aerodynamiczny  $C$  połaci zawietrznej dachu dwuspadowego ( $\alpha = 30^\circ$ ) wg wariantu I równy jest  $C = C_z - C_w = -0,78$ , gdzie:

$C_z = -0,78$  jest współczynnikiem ciśnienia zewnętrznego,

$C_w = 0,00$  jest współczynnikiem ciśnienia wewnętrznego.

Charakterystyczna wartość obciążenia wiatrem:

$$Q_k = 0,29 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,13 \cdot (-0,78 - 0,00) \cdot 1,8 = -0,46 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia wiatrem:

$$Q_o = -0,69 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

## B. Zestawienie obciążeń na elementy konstrukcji.

### 1. Dach - blacha płaska panelowa na łątach.

Opis obciążenia		Obciążenie charakterystyczne kN/m <sup>2</sup>	Współczynnik obciążenia $\gamma_f$	Obciążenie obliczeniowe kN/m <sup>2</sup>
Lp.	Stałe			
1	Blacha płaska panelowa	0,08	1,20	0,10
2	Łaty 4x5cm co~30cm	0,05	1,10	0,05
3	Kontrłaty 4x4cm	0,01	1,10	0,01
4	Folia wiatrochronna	0,002	1,30	0,002
Suma Stałe $\Sigma$		<b>0,14</b>	<b>1,15</b>	<b>0,16</b>
	Zmienne			
5	Śnieg	1,50	1,50	2,25
Suma Zmienne $\Sigma$		<b>1,50</b>	<b>1,50</b>	<b>2,25</b>
Suma $\Sigma$		<b>1,64</b>	<b>1,47</b>	<b>2,41</b>

**2. Krokiew 8x16cm co ~80cm - blacha płaska panelowa na łątach.**

Opis obciążenia		Obciążenie charakterystyczne kN/m	Współczynnik obciążenia $\gamma_f$	Obciążenie obliczeniowe kN/m
<b>Lp.</b>	<b>Stałe</b>			
1	Blacha płaska panelowa	0,06	1,20	0,08
2	Łaty 4x5cm co~30cm	0,04	1,10	0,04
3	Kontrłaty 4x4cm	0,01	1,10	0,01
4	Folia wiatrochronna	0,002	1,30	0,002
5	Krokiew 8x16cm	0,08	1,10	0,084
<b>Suma Stałe <math>\Sigma</math></b>		<b>0,19</b>	<b>1,13</b>	<b>0,22</b>
	<b>Zmienne</b>			
6	Śnieg	1,20	1,50	1,80
<b>Suma Zmienne <math>\Sigma</math></b>		<b>1,20</b>	<b>1,50</b>	<b>1,80</b>
<b>Suma <math>\Sigma</math></b>		<b>1,39</b>	<b>1,45</b>	<b>2,02</b>

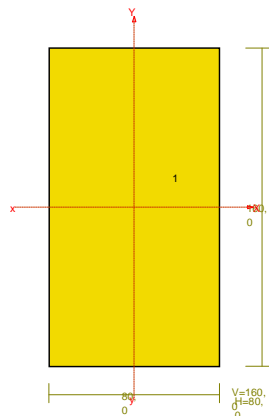
**3. Zestawienie żelbetową płytę szybu windy.**

Opis obciążenia		Obciążenie charakterystyczne kN	Współczynnik obciążenia $\gamma_f$	Obciążenie obliczeniowe kN
<b>Lp.</b>	<b>Stałe</b>			
1	Konstrukcja dachu	2,20	1,14	2,51
2	Strop żelbetowy gr.20cm	25,31	1,10	27,84
3	Reakcja na podszybie od windy	53,00	1,10	58,30
4	Szyb żelbetowy windy	807,01	1,10	887,71
5	Grunt	49,200	1,10	54,12
6	Płyta fundamentowa	140,438	1,10	154,48
<b>Suma Stałe <math>\Sigma</math></b>		<b>1077,16</b>	<b>1,10</b>	<b>1184,96</b>
	<b>Zmienne</b>			
7	Śnieg	15,00	1,50	22,50
<b>Suma Zmienne <math>\Sigma</math></b>		<b>15,00</b>	<b>1,50</b>	<b>22,50</b>
<b>Suma <math>\Sigma</math></b>		<b>1092,16</b>	<b>1,11</b>	<b>1207,46</b>

**C. Schematy statyczne i wymiarowanie elementów.****I. Dach - schemat i obliczenia statyczne.**

PRZEKRÓJ Nr: 1

Nazwa: "B 160x80"



CHARAKTERYSTYKA PRZEKROJU:

Materiał: 71 Drewno C24

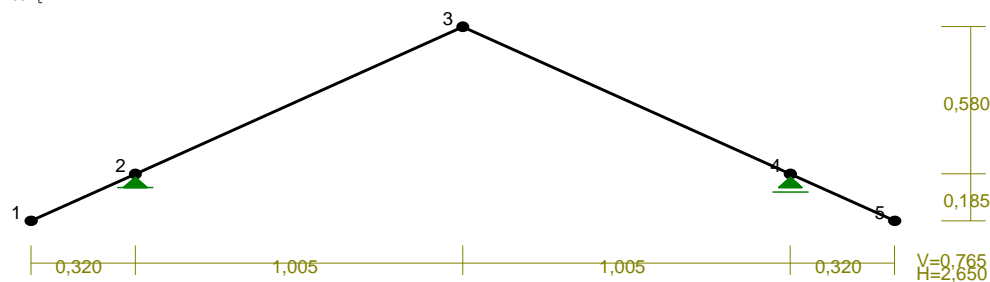
Gł.centrosie bezwładn. [cm]:	Xc=	4,0	Yc=	8,0
			alfa=	-0,0
Momenty bezwładności [cm <sup>4</sup> ]:	Jx=	2730,7	Jy=	682,7
Moment dewiacji [cm <sup>4</sup> ]:			Dxy=	0,0
Gł.momenty bezwładn. [cm <sup>4</sup> ]:	Ix=	2730,7	Iy=	682,7

## OBLICZENIA STATYCZNE

Promień bezwładności [cm]: ix= 4,6 iy= 2,3  
 Wskaźniki wytrzymał. [cm<sup>3</sup>]: Wx= 341,3 Wy= 170,7  
 Wx= -341,3 Wy= -170,7  
 Powierzchnia przek. [cm<sup>2</sup>]: F= 128,0  
 Masa [kg/m]: m= 5,4  
 Moment bezwładn.dla zginania w płaszczyzn. [cm<sup>4</sup>]: Jzg= 2730,7

Nr.	Oznaczenie	Fi: [deg]	Xs: [cm]	Ys: [cm]	Sx: [cm <sup>3</sup> ]	Sy: [cm <sup>3</sup> ]	F: [cm <sup>2</sup> ]
1	B 160x80	0	0,00	0,00	0,0	0,0	128,0

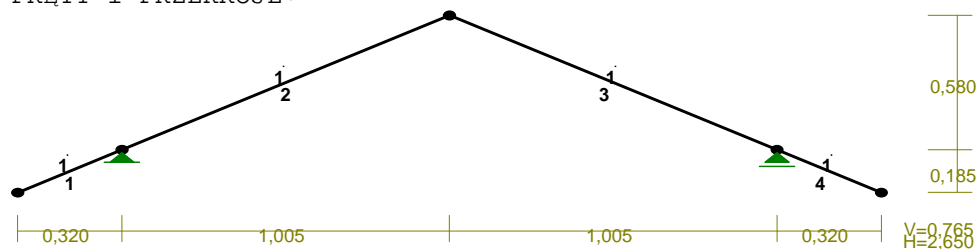
### WĘZŁY:



### WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000	4	2,330	0,185
2	0,320	0,185	5	2,650	0,000
3	1,325	0,765			

### PRĘTY I PRZEKROJE:



### 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	0,320	0,185	0,370	1,000	1 B 160x80
2	00	2	3	1,005	0,580	1,160	1,000	1 B 160x80
3	00	3	4	1,005	-0,580	1,160	1,000	1 B 160x80
4	00	4	5	0,320	-0,185	0,370	1,000	1 B 160x80

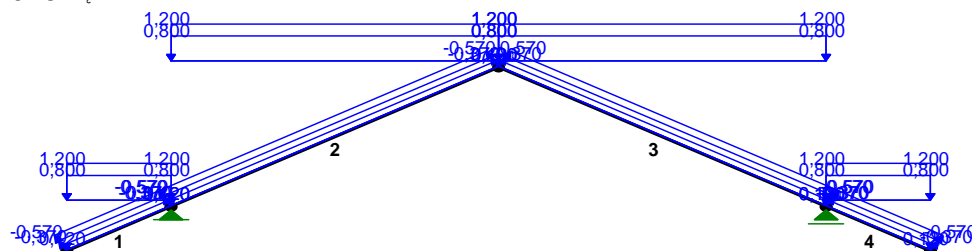
### WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm <sup>2</sup> ]	Ix[cm <sup>4</sup> ]	Iy[cm <sup>4</sup> ]	Wg[cm <sup>3</sup> ]	Wd[cm <sup>3</sup> ]	h[cm]	Materiał:
1	128,0	2731	683	341	341	16,0	71 Drewno C24

### STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [kN/mm <sup>2</sup> ]	Napręż.gr.: [N/mm <sup>2</sup> ]	AlfaT: [1/K]
71 Drewno C24	11	24,000	5,00E-06

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

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

-----						
Grupa:	A "Połąc"			Stałe	$\gamma_f = 1,16$	
1	Liniowe	0,0	0,120	0,120	0,00	0,37
2	Liniowe	0,0	0,120	0,120	0,00	1,16
3	Liniowe	0,0	0,120	0,120	0,00	1,16
4	Liniowe	0,0	0,120	0,120	0,00	0,37
Grupa:	B "Śnieg C1"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe-Y	0,0	0,800	0,800	0,00	0,37
2	Liniowe-Y	0,0	0,800	0,800	0,00	1,16
3	Liniowe-Y	0,0	1,200	1,200	0,00	1,16
4	Liniowe-Y	0,0	1,200	1,200	0,00	0,37
Grupa:	C "Śnieg C2"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe-Y	0,0	1,200	1,200	0,00	0,37
2	Liniowe-Y	0,0	1,200	1,200	0,00	1,16
3	Liniowe-Y	0,0	0,800	0,800	0,00	1,16
4	Liniowe-Y	0,0	0,800	0,800	0,00	0,37
Grupa:	D "Wiatr W1"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	30,0	-0,570	-0,570	0,00	0,37
2	Liniowe	30,0	-0,570	-0,570	0,00	1,16
3	Liniowe	-30,0	-0,370	-0,370	0,00	1,16
4	Liniowe	-30,0	-0,370	-0,370	0,00	0,37
Grupa:	E "Wiatr W2"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	30,0	-0,370	-0,370	0,00	0,37
2	Liniowe	30,0	-0,370	-0,370	0,00	1,16
3	Liniowe	-30,0	-0,570	-0,570	0,00	1,16
4	Liniowe	-30,0	-0,570	-0,570	0,00	0,37

W Y N I K I wg PN 82/B-02000

Teoria I-go rzędu

Kombinatoryka obciążeń

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	$\psi_d$ :	$\gamma_f$ :
-----			
Ciężar wł.			1,10
A - "Połąc"	Stałe		1,16
B - "Śnieg C1"	Zmienne	1	1,00
C - "Śnieg C2"	Zmienne	1	1,00
D - "Wiatr W1"	Zmienne	1	1,00
E - "Wiatr W2"	Zmienne	1	1,00

RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
-------------	----------

Ciężar wł.	ZAWSZE
A - "Połąc"	ZAWSZE

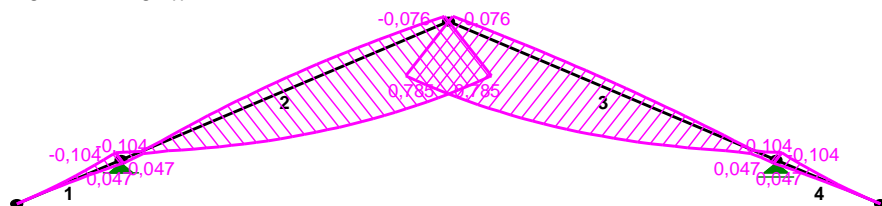
B - "Śnieg C1"	EWENTUALNIE
	Nie występuje z: C
C - "Śnieg C2"	EWENTUALNIE
	Nie występuje z: B
D - "Wiatr W1"	EWENTUALNIE
	Nie występuje z: E
E - "Wiatr W2"	EWENTUALNIE
	Nie występuje z: D

**KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:**

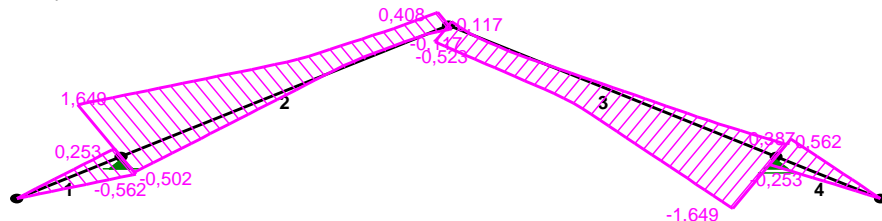
Nr: Specyfikacja:

1 ZAWSZE :  
EWENTUALNIE: A+B+C+D+E

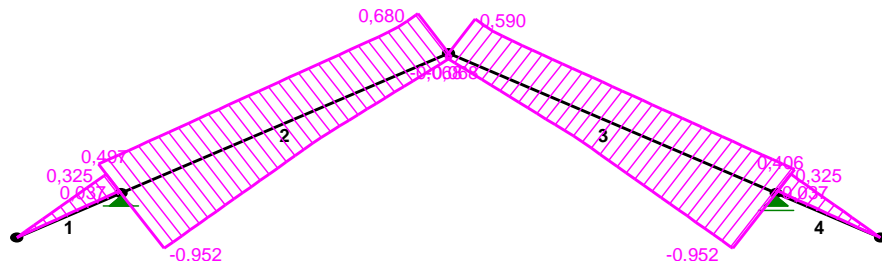
**MOMENTY-OBWIEDNIE:**



**TNĄCE-OBWIEDNIE:**



**NORMALNE-OBWIEDNIE:**



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

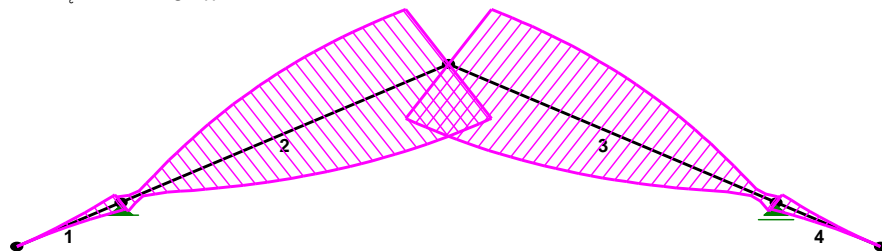
Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,370	<b>0,047*</b>	0,253	0,037	AD
	0,370	<b>-0,104*</b>	-0,562	0,325	AC
	0,370	-0,104	<b>-0,562*</b>	0,325	AC
	0,370	-0,104	-0,562	<b>0,325*</b>	AC
	0,000	0,000	-0,000	<b>0,000*</b>	AB
2	1,088	<b>0,789*</b>	-0,007	0,004	AC
	0,725	<b>-0,138*</b>	-0,007	0,280	AD
	0,000	-0,104	<b>1,649*</b>	-0,952	AC
	1,160	0,738	0,132	<b>0,680*</b>	ACE
	0,000	-0,104	1,649	<b>-0,952*</b>	AC
3	0,073	<b>0,789*</b>	0,007	0,004	AB
	1,160	<b>-0,104*</b>	-1,649	-0,952	AB
	1,160	-0,104	<b>-1,649*</b>	-0,952	AB
	0,000	0,738	-0,288	<b>0,590*</b>	ABE
	1,160	-0,104	-1,649	<b>-0,952*</b>	AB
4	0,000	<b>0,047*</b>	-0,253	0,037	AE

# OBLICZENIA STATYCZNE

0,000	<b>-0,104*</b>	0,562	0,325	AB
0,000	-0,104	<b>0,562*</b>	0,325	AB
0,000	-0,104	0,562	<b>0,325*</b>	AB
0,370	-0,000	-0,000	<b>0,000*</b>	ACD

\* = Wartości ekstremalne

NAPEŻENIA-OBWIEDNIE:



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

Pręt: x[m]: SigmaG: SigmaD: Sigma: Kombinacja obciążeń:  
-----  
[MPa]  
Ro

1	0,370	<b>0,014*</b>		0,330	AC
	0,370	<b>-0,006*</b>		-0,134	AD
	0,370		<b>0,006*</b>	0,140	AD
	0,370		<b>-0,012*</b>	-0,279	AC
2	0,725	<b>0,018*</b>		0,426	AD
	1,088	<b>-0,096*</b>		-2,312	AC
	1,088		<b>0,096*</b>	2,312	AC
	0,725		<b>-0,016*</b>	-0,382	AD
3	0,363	<b>0,013*</b>		0,321	AD
	0,073	<b>-0,096*</b>		-2,312	AB
	0,073		<b>0,096*</b>	2,312	AB
	1,160		<b>-0,016*</b>	-0,379	AB
4	0,000	<b>0,014*</b>		0,330	AB
	0,000	<b>-0,006*</b>		-0,134	AE
	0,000		<b>0,006*</b>	0,140	AE
	0,000		<b>-0,012*</b>	-0,279	AB

\* = Wartości ekstremalne

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

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
2	<b>0,230*</b>	1,511	1,528		ACD
	<b>0,230*</b>	-0,739	0,774		AD
	<b>-0,230*</b>	1,728	1,743		ACE
	<b>-0,230*</b>	-0,522	0,570		AE
	-0,000	<b>2,553*</b>	2,553		AC
	0,230	<b>-0,739*</b>	0,774		AD
	-0,000	2,553	<b>2,553*</b>		AC
4	<b>0,000*</b>	2,553	2,553		AB
	<b>-0,000*</b>	-0,739	0,739		AE
	<b>0,000*</b>	0,303	0,303		A
	0,000	<b>2,553*</b>	2,553		AB
	-0,000	<b>-0,739*</b>	0,739		AE
	0,000	2,553	<b>2,553*</b>		AB

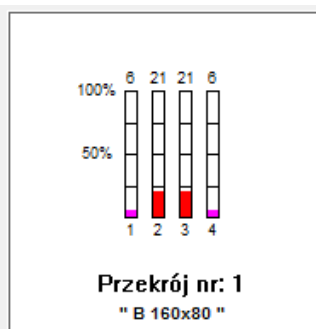
\* = Wartości ekstremalne

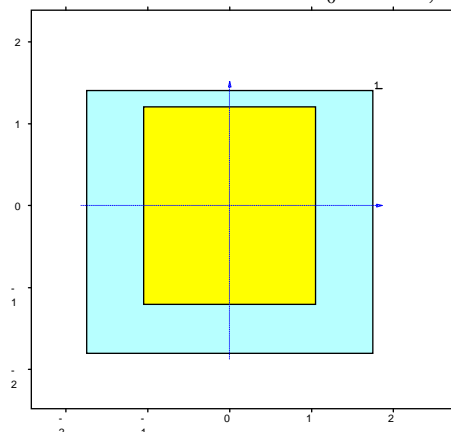


**PRZEMIESZCZENIA - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu**

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

Węzeł:	Ux[m]:	Uy[m]:	Wypadkowe[m]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,00035	0,00061	0,00070	AC AC AC
2	0,00000	0,00000	0,00000	ACE AC AC
3	0,00071	0,00124	0,00143	AB AB AB
4	0,00143	0,00000	0,00143	AB AB AB
5	0,00178	0,00061	0,00188	AB AB AB

**WYKORZYSTANIE PRZEKROJÓW**

**II. Fundament szybu windy.**
**DANE OGÓLNE PROJEKTU**
**1. Metryka projektu**

 Poziom odniesienia:  $P_0 = +309,10$  m n.p.m.

**2. Fundamenty**

Liczba fundamentów: 1

**2.1. Fundament nr 1**

 Klasa fundamentu: **stopa prostokątna**,

 Typ konstrukcji: **słup prostokątny**,

Położenie fundamentu względem układu globalnego:

 Wymiary podstawy fundamentu:  $B_x = 3,50$  m,  $B_y = 3,21$  m,

Współrzędne środka fundamentu:

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

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

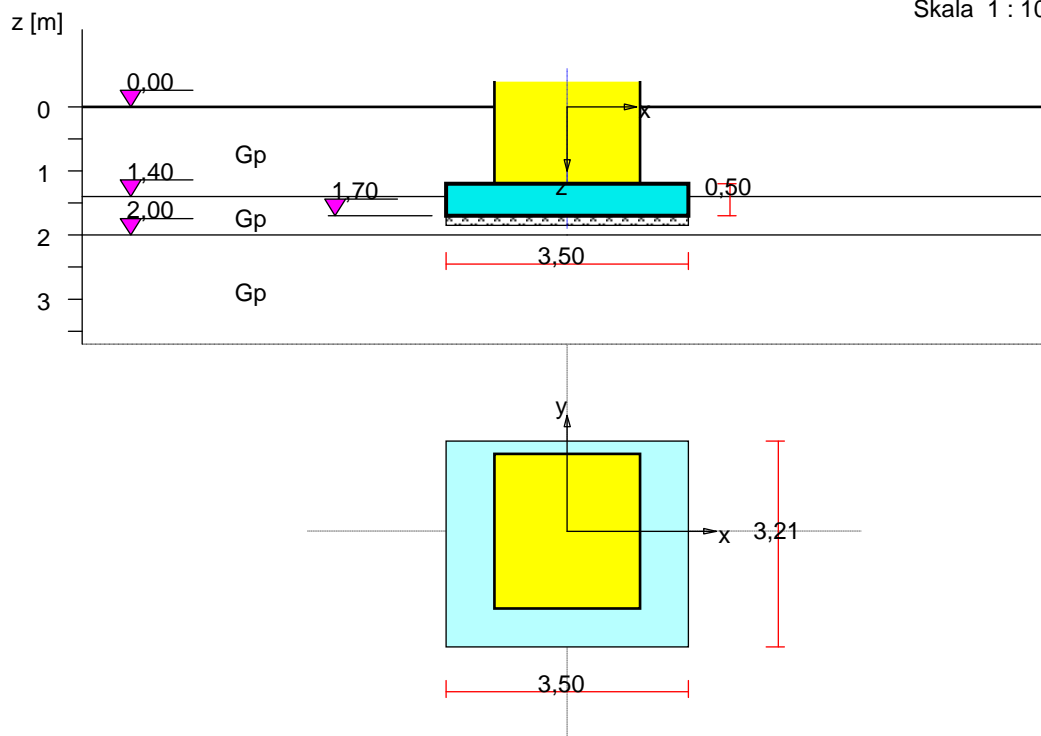
### 3. Wykopy

Liczba wykopów: 0

## FUNDAMENT 1. STOPA PROSTOKĄTNA

Nazwa fundamentu: stopa prostokątna

Skala 1 : 100



## 1. Podłoże gruntowe

### 1.1. Teren

Istniejący względny poziom terenu:  $z_t = 0,00 \text{ m}$ ,

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

### 1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody grunt. [m]
1	0,00	1,40	Gлина piaszczysta	brak wody
2	1,40	0,60	Gлина piaszczysta	brak wody
3	2,00	nieokreśl.	Gлина piaszczysta	brak wody

### 1.3. Parametry geotechniczne występujących gruntów

Symbol gruntu	$I_p$ [-]	$I_L$ [-]	$\rho$ [t/m <sup>3</sup> ]	stopień wilgotn.	$c_u$ [kPa]	$\Phi_u$ [ <sup>0</sup> ]	$M_0$ [kPa]	$M$ [kPa]
Gp		0,17	2,20		18,30	15,3	31483	52472
Gp		0,35	2,10		11,90	12,4	21284	35473
Gp		0,45	2,10		9,50	10,8	17350	28916

## 2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: słup prostokątny

Wymiary słupa:  $b = 2,10 \text{ m}$ ,  $l = 2,41 \text{ m}$ ,

Współrzędne osi słupa:  $x_0 = 0,00 \text{ m}$ ,  $y_0 = 0,00 \text{ m}$ ,

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

### 3. Warstwa wyrównawcza pod fundamentem

Grubość:  $h = 0,15 \text{ m}$ ,

Charakterystyczny ciężar objętościowy:  $\gamma_{\text{ww char}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$ ,

### 4. Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia:  $z_{\text{obc}} = 1,20 \text{ m}$ .

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	$H_x$	$H_y$	$M_x$	$M_y$	$\gamma$
	obciążenia *	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
1	D	951,7	0,0	0,0	0,00	0,00	1,11
2	D	939,7	0,0	0,0	24,60	0,00	1,20

\* D – obciążenia stałe, zmienne długotrwałe,

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

### 5. Materiał

Rodzaj materiału: **żelbet**

Klasa betonu: B25, nazwa stali: RB 500 W,

Średnica prętów zbrojeniowych:

na kierunku x:  $d_x = 12,0 \text{ mm}$ , na kierunku y:  $d_y = 12,0 \text{ mm}$ ,

Kierunek zbrojenia głównego: x,

Grubość otuliny: 5,0 cm.

W warunku na przebicie nie uwzględniać strzemion.

### 6. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia:  $z_f = 1,70 \text{ m}$

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy:  $B_x = 3,50 \text{ m}$ ,  $B_y = 3,21 \text{ m}$ ,

Wysokość:  $H = 0,50 \text{ m}$ ,

Mimośrod:  $E_x = 0,00 \text{ m}$ ,  $E_y = -0,20 \text{ m}$ .

### 7. Stan graniczny I

#### 7.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośrodów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
1	D	1,70	0,32	0,27
*	D	2,00	0,42	0,25
2	D	1,70	0,31	0,23
	D	2,00	0,41	0,21

#### 7.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego:  $B_x = 3,50 \text{ m}$ ,  $B_y = 3,21 \text{ m}$ .

Względny poziom posadowienia:  $H = 1,70 \text{ m}$ .

Rodzaj obciążenia: D,

**Zestawienie obciążeń:**

Pozycja	Obc. char.	$E_x$	$E_y$	$\gamma$	Obc. obl.	Mom. obl.	Mom. obl.
	[kN]	[m]	[m]	[-]	G [kN]	$M_{Gx}$ [kNm]	$M_{Gy}$ [kNm]
Fundament	137,77	0,00	0,00	1,1(0,9)	151,55	0,00	0,00
Grunt - pole 1	29,50	1,25	-1,01	1,2(0,8)	35,41	-35,71	44,12
Grunt - pole 2	29,50	-1,25	-1,01	1,2(0,8)	35,41	-35,71	-44,12
Grunt - pole 3	46,81	-1,11	0,90	1,2(0,8)	56,17	50,72	-62,29
Grunt - pole 4	46,81	1,11	0,90	1,2(0,8)	56,17	50,72	62,29

Uwaga: Przy sprawdzaniu położenia wypadkowej alternatywnie brano pod uwagę obciążenia obliczeniowe wyznaczone przy zastosowaniu dolnych współczynników obciążenia.

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa:  $N = 951,70$  kN, mimośrodowość wzgl. podst. fund.  $E_x = 0,00$  m,  $E_y = -0,20$  m,  
 siła pozioma:  $H_x = 0,00$  kN, mimośród względem podstawy fund.  $E_z = 0,50$  m,  
 siła pozioma:  $H_y = 0,00$  kN, mimośród względem podstawy fund.  $E_z = 0,50$  m,  
 moment:  $M_x = 0,00$  kNm, moment:  $M_y = 0,00$  kNm.

### Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = N + G = 951,70 + 334,70 + 246,10 = 1286,40 + 1197,80 \text{ kN.}$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 951,70 \cdot (-0,20) - 0,00 \cdot 0,50 + 0,00 + 30,03 + 20,02 = -160,31 - 170,32 \text{ kNm.}$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -951,70 \cdot 0,00 + 0,00 \cdot 0,50 + 0,00 + 0,00 + (0,00) = 0,00 + 0,00 \text{ kNm.}$$

Mimośrodowość sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 0,00/1197,80 = 0,00 \text{ m,}$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 170,32/1197,80 = 0,14 \text{ m.}$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,000 + 0,044 = 0,044 \text{ m} < 0,167.$$

**Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.**

### Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B'_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 3,50 - 2 \cdot 0,00 = 3,50 \text{ m, } B'_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 3,21 - 2 \cdot 0,12 = 2,96 \text{ m.}$$

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

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,91 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 1,70 \text{ m,}$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,91 \cdot 9,81 \cdot 1,70 = 31,78 \text{ kPa.}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 15,30 \cdot 0,90 = 13,77^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 16,47 \text{ kPa,}$$

$$N_B = 0,46 \quad N_C = 10,24, \quad N_D = 3,51.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 0,00/1286,40 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_x/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,2451 = 0,000,$$

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

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/1286,40 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,2451 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 2,11 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 18,62 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B'_y/B'_x = 0,79, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B'_y/B'_x = 1,25, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B'_y/B'_x = 2,27$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B'_x \cdot B'_y \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_x \cdot i_{Bx}) = 5058,30 \text{ kN.}$$

$$Q_{fNBy} = B'_x \cdot B'_y \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_y \cdot i_{By}) = 5020,46 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 1286,40 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 5020,46 = 4066,57 \text{ kN.}$$

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

### Sprawdzenie warunku granicznej nośności dla fundamentu zastępczego

Wymiary podstawy fundamentu zastępczego:  $B_x = 3,58$  m,  $B_y = 3,29$  m.

Względny poziom posadowienia:  $H = 2,00$  m.

Ciężar fundamentu zastępczego:  $G_z = 83,64$  kN.

Całkowite obciążenie pionowe fundamentu zastępczego:

$$N_r = N + G + G_z = 951,70 + 334,70 + 83,64 = 1370,04 \text{ kN.}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 951,70 \cdot (-0,20) + 30,03 = -160,31 \text{ kNm.}$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -951,70 \cdot 0,00 + 0,00 = 0,00 \text{ kNm.}$$

Mimośrod sili względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 0,00/1370,04 = 0,00 \text{ m,}$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 160,31/1370,04 = 0,12 \text{ m.}$$

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B_x' = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 3,58 - 2 \cdot 0,00 = 3,58 \text{ m,} \quad B_y' = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 3,29 - 2 \cdot 0,12 = 3,05 \text{ m.}$$

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

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,92 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 2,00 \text{ m,}$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,92 \cdot 9,81 \cdot 2,00 = 37,61 \text{ kPa.}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 12,40 \cdot 0,90 = 11,16^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 10,71 \text{ kPa,}$$

$$N_B = 0,26 \quad N_C = 8,87, \quad N_D = 2,75.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 0,00/1370,04 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_x / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,1973 = 0,000,$$

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

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/1370,04 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,1973 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

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

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_y'/B_x' = 0,79, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_y'/B_x' = 1,26, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_y'/B_x' = 2,28$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 4022,19 \text{ kN.}$$

$$Q_{fNBy} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 4000,59 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 1370,04 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 4000,59 = 3240,48 \text{ kN.}$$

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

### 7.3. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 2

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego:  $B_x = 3,50 \text{ m}$ ,  $B_y = 3,21 \text{ m}$ .

Względny poziom posadowienia:  $H = 1,70 \text{ m}$ .

Rodzaj obciążenia: D,

**Zestawienie obciążeń:**

Pozycja	Obc. char.	$E_x$	$E_y$	$\gamma$	Obc. obl.	Mom. obl.	Mom. obl.
	[kN]	[m]	[m]	[-]	G [kN]	$M_{Gx}$ [kNm]	$M_{Gy}$ [kNm]
Fundament	137,77	0,00	0,00	1,1(0,9)	151,55	0,00	0,00
Grunt - pole 1	29,50	1,25	-1,01	1,2(0,8)	35,41	-35,71	44,12
Grunt - pole 2	29,50	-1,25	-1,01	1,2(0,8)	35,41	-35,71	-44,12
Grunt - pole 3	46,81	-1,11	0,90	1,2(0,8)	56,17	50,72	-62,29
Grunt - pole 4	46,81	1,11	0,90	1,2(0,8)	56,17	50,72	62,29

Uwaga: Przy sprawdzaniu położenia wypadkowej alternatywnie brano pod uwagę obciążenia obliczeniowe wyznaczone przy zastosowaniu dolnych współczynników obciążenia.

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa:  $N = 939,70 \text{ kN}$ , mimośrod wzgl. podst. fund.  $E_x = 0,00 \text{ m}$ ,  $E_y = -0,20 \text{ m}$ ,

siła pozioma:  $H_x = 0,00 \text{ kN}$ , mimośród względem podstawy fund.  $E_z = 0,50 \text{ m}$ ,

siła pozioma:  $H_y = 0,00 \text{ kN}$ , mimośród względem podstawy fund.  $E_z = 0,50 \text{ m}$ ,

moment:  $M_x = 24,60 \text{ kNm}$ , moment:  $M_y = 0,00 \text{ kNm}$ .

### **Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu**

Obciążenie pionowe:

$$N_r = N + G = 939,70 + 334,70 + 246,10 = 1274,40 + 1185,80 \text{ kN}.$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 939,70 \cdot (-0,20) - 0,00 \cdot 0,50 + 24,60 + 30,03 + 20,02 = -133,31 + 143,32 \text{ kNm}.$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -939,70 \cdot 0,00 + 0,00 \cdot 0,50 + 0,00 + 0,00 + (0,00) = 0,00 + 0,00 \text{ kNm}.$$

Mimośrod sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 0,00/1185,80 = 0,00 \text{ m},$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 143,32/1185,80 = 0,12 \text{ m}.$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,000 + 0,038 = 0,038 \text{ m} < 0,167.$$

**Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.**

### **Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego**

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B'_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 3,50 - 2 \cdot 0,00 = 3,50 \text{ m}, \quad B'_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 3,21 - 2 \cdot 0,10 = 3,00 \text{ m}.$$

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

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,91 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 1,70 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,91 \cdot 9,81 \cdot 1,70 = 31,78 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 15,30 \cdot 0,90 = 13,77^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 16,47 \text{ kPa},$$

$$N_B = 0,46 \quad N_C = 10,24, \quad N_D = 3,51.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 0,00/1274,40 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_x / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,2451 = 0,000,$$

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

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/1274,40 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,2451 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 2,11 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 18,62 \text{ kN/m}^3.$$

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:

$$Q_{fNBx} = B'_x \cdot B'_y \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_x \cdot i_{Bx}) = 5151,94 \text{ kN}.$$

$$Q_{fNBy} = B'_x \cdot B'_y \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_y \cdot i_{By}) = 5116,57 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 1274,40 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 5116,57 = 4144,42 \text{ kN}.$$

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

### **Sprawdzenie warunku granicznej nośności dla fundamentu zastępczego**

Wymiary podstawy fundamentu zastępczego:  $B_x = 3,58 \text{ m}$ ,  $B_y = 3,29 \text{ m}$ .

Względny poziom posadowienia:  $H = 2,00 \text{ m}$ .

Ciężar fundamentu zastępczego:  $G_z = 83,64 \text{ kN}$ .

Całkowite obciążenie pionowe fundamentu zastępczego:

$$N_r = N + G + G_z = 939,70 + 334,70 + 83,64 = 1358,04 \text{ kN}.$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 939,70 \cdot (-0,20) + 24,60 + 30,03 = -133,31 \text{ kNm.}$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -939,70 \cdot 0,00 + 0,00 = 0,00 \text{ kNm.}$$

Mimośrodki sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 0,00/1358,04 = 0,00 \text{ m,}$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 133,31/1358,04 = 0,10 \text{ m.}$$

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B_x' = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 3,58 - 2 \cdot 0,00 = 3,58 \text{ m,} \quad B_y' = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 3,29 - 2 \cdot 0,10 = 3,09 \text{ m.}$$

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

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,92 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 2,00 \text{ m,}$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,92 \cdot 9,81 \cdot 2,00 = 37,61 \text{ kPa.}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 12,40 \cdot 0,90 = 11,16^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 10,71 \text{ kPa,}$$

$$N_B = 0,26 \quad N_C = 8,87, \quad N_D = 2,75.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 0,00/1358,04 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_x / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,1973 = 0,000,$$

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

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/1358,04 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,1973 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

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

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_y'/B_x' = 0,78, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_y'/B_x' = 1,26, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_y'/B_x' = 2,30$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 4092,77 \text{ kN.}$$

$$Q_{fNBy} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 4072,55 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 1358,04 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 4072,55 = 3298,77 \text{ kN.}$$

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

## 8. Stan graniczny II

### 8.1. Osiadanie fundamentu

**Osiadanie całkowite:**

$$\text{Osiadanie pierwotne: } s' = 0,59 \text{ cm.}$$

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

$$\text{Współczynnik stopnia odprężenia podłoża: } \lambda = 0.$$

$$\text{Osiadanie: } s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,59 + 0 \cdot 0,00 = 0,59 \text{ cm,}$$

Sprawdzenie warunku osiadania:

**Warunek nie jest określony.**

### 8.2. Szczegółowe wyniki osiadania fundamentu

Nr	Poziom	Grubość	Napr.	Napr.	Napr.	Osiadanie	Osiadanie	Osiadanie
warstwy	stropu	warstwy	pierwotne	wtórne	dodatk.	pierwotne	wtórne	sumaryczne
	[m]	[m]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[cm]	[cm]	[cm]
1	0,0	0,47	5	0	0	0,00	0,00	0,00
2	0,5	0,47	14	0	0	0,00	0,00	0,00
3	0,9	0,47	24	0	0	0,00	0,00	0,00
4	1,4	0,30	32	0	0	0,00	0,00	0,00
5	1,7	0,30	39	0	72	0,07	0,00	0,07

6	2,0	0,64	48	0	60	0,18	0,00	0,18
7	2,6	0,64	62	0	47	0,14	0,00	0,14
8	3,3	0,64	75	0	36	0,11	0,00	0,11
9	3,9	0,64	88	0	28	0,08	0,00	0,08
					Suma	0,59	0,00	0,59

Uwaga: Wartości naprężeń są średnimi wartościami naprężeń w warstwie

## 9. Wymiarowanie fundamentu

### 9.1. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na przebicie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność betonu	Nośność strzemion
		V [kN]	V <sub>r</sub> [kN]	V <sub>s</sub> [kN]
* 1	1	69	1267	–
2	1	69	1267	–

### 9.2. Sprawdzenie stopy na przebicie dla obciążenia nr 1

#### Zestawienie obciążeń:

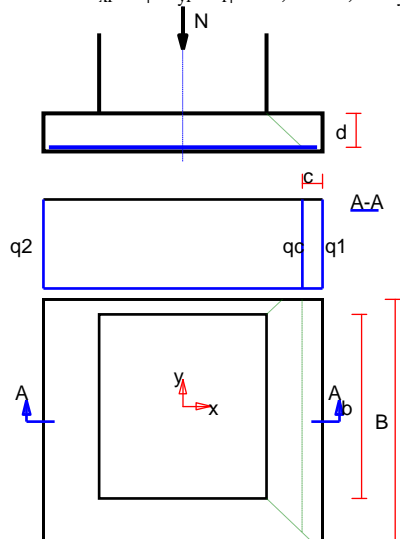
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa:  $N_r = 952$  kN,

momenty:  $M_{xr} = -190,34$  kNm,  $M_{yr} = 0,00$  kNm.

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,00$  m,  $e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,20$  m.



#### Oddziaływanie podłoża na fundament:

Oddziaływania na krawędziach fundamentu w przekroju środkowym A-A:

$q_1 = 85$  kPa,  $q_2 = 85$  kPa.

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1:  $c = 0,26$  m,  $q_c = 85$  kPa.

#### Przebicie stopy w przekroju 1:

Siła ścinająca:  $V_{Sd} = \int_{Ac} q \cdot dA = 69$  kN.

Nośność betonu na ścinanie:  $V_{Rd} = (b+d) \cdot d \cdot f_{ctd} = (2,41+0,44) \cdot 0,44 \cdot 1000 = 1267$  kN.

$V_{Sd} = 69$  kN <  $V_{Rd} = 1267$  kN.

**Wniosek: warunek na przebicie jest spełniony.**

### 9.3. Sprawdzenie stopy na przebicie dla obciążenia nr 2

#### Zestawienie obciążeń:

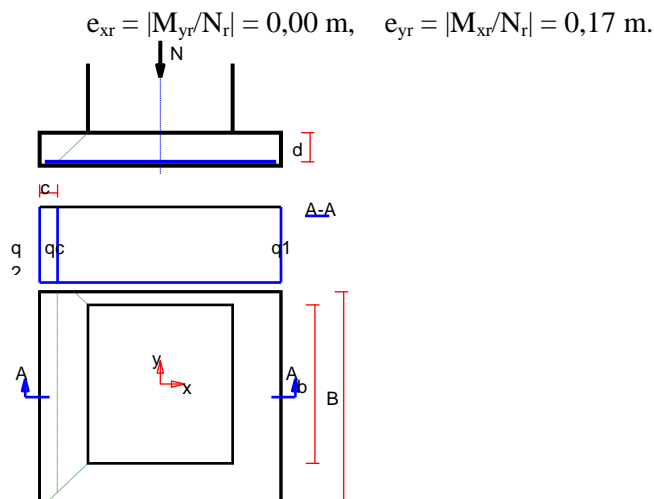
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa:  $N_r = 940$  kN,

momenty:  $M_{xr} = -163,34$  kNm,  $M_{yr} = 0,00$  kNm.

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:



**Oddziaływanie podłoża na fundament:**

Oddziaływania na krawędziach fundamentu w przekroju środkowym A-A:

$$q_1 = 84 \text{ kPa}, \quad q_2 = 84 \text{ kPa}.$$

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1:  $c = 0,26 \text{ m}, \quad q_c = 84 \text{ kPa}.$

**Przebiecie stopy w przekroju 1:**

Siła ścinająca:  $V_{Sd} = \int_{Ac} q \cdot dA = 69 \text{ kN}.$

Nośność betonu na ścinanie:  $V_{Rd} = (b+d) \cdot d \cdot f_{ctd} = (2,41+0,44) \cdot 0,44 \cdot 1000 = 1267 \text{ kN}.$

$$V_{Sd} = 69 \text{ kN} < V_{Rd} = 1267 \text{ kN}.$$

**Wniosek: warunek na przebiecie jest spełniony.**

**9.4. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na zginanie**

Nr obc.	Kierunek	Przekrój	Moment zginający M [kNm]	Nośność przekroju M <sub>r</sub> [kNm]
* 1	x	1	140	228
	y	1	96	240
* 2	x	1	138	228
	y	1	100	240

Uwaga: Momenty zginające wyznaczono metodą wsporników prostokątnych.

**9.5. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 1 na kierunku x****Zestawienie obciążeń:**

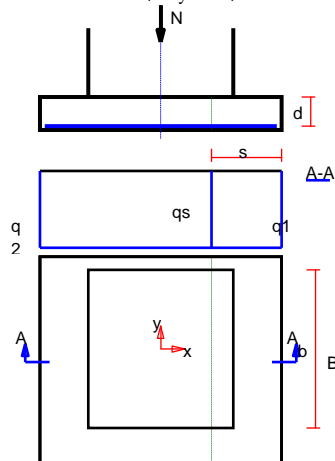
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa:  $N_r = 952 \text{ kN},$

momenty:  $M_{xr} = -190,34 \text{ kNm}, \quad M_{yr} = 0,00 \text{ kNm}.$

Mimośrodność siły względem środka podstawy:

$$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,00 \text{ m}, \quad e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,20 \text{ m}.$$



**Oddziaływanie podłoża na fundament:**

Oddziaływania na krawędziach fundamentu w przekroju środkowym A-A:

$$q_1 = 85 \text{ kPa}, \quad q_2 = 85 \text{ kPa}.$$

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1:  $s = 1,01 \text{ m}$ ,  $q_s = 85 \text{ kPa}$ .

**Zginanie stopy w przekroju 1:**

Moment zginający:

$$M_{Sd} = (2 \cdot q_1 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 85 + 85) \cdot 3,21 \cdot 1,03^2 / 6 = 140 \text{ kNm}.$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia:  $A_s = 8,3 \text{ cm}^2$ .

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

$$A_s = 8,3 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 13,6 \text{ cm}^2.$$

**Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.**

**9.6. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 1 na kierunku y****Zestawienie obciążeń:**

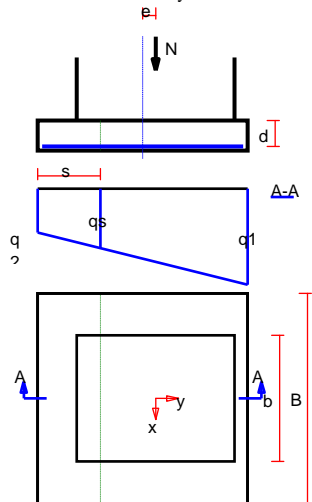
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa:  $N_r = 952 \text{ kN}$ ,

momenty:  $M_{xr} = -190,34 \text{ kNm}$ ,  $M_{yr} = 0,00 \text{ kNm}$ .

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$$e_{xr} = |M_{yr} / N_r| = 0,00 \text{ m}, \quad e_{yr} = |M_{xr} / N_r| = 0,20 \text{ m}.$$

**Oddziaływanie podłoża na fundament:**

Oddziaływania na krawędziach fundamentu w przekroju środkowym A-A:

$$q_1 = 116 \text{ kPa}, \quad q_2 = 53 \text{ kPa}.$$

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1:  $s = 0,96 \text{ m}$ ,  $q_s = 72 \text{ kPa}$ .

**Zginanie stopy w przekroju 1:**

Moment zginający:

$$M_{Sd} = (2 \cdot q_2 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 53 + 72) \cdot 3,50 \cdot 0,92^2 / 6 = 96 \text{ kNm}.$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia:  $A_s = 5,9 \text{ cm}^2$ .

Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia:  $A_{Rs} = 14,7 \text{ cm}^2$ .

$$A_s = 5,9 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 14,7 \text{ cm}^2.$$

**Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.**

**9.7. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 2 na kierunku x****Zestawienie obciążeń:**

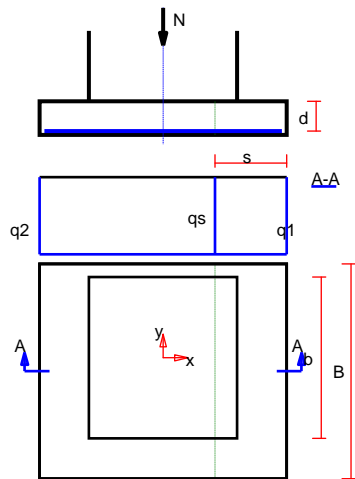
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa:  $N_r = 940 \text{ kN}$ ,

momenty:  $M_{xr} = -163,34 \text{ kNm}$ ,  $M_{yr} = 0,00 \text{ kNm}$ .

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$$e_{xr} = |M_{yr} / N_r| = 0,00 \text{ m}, \quad e_{yr} = |M_{xr} / N_r| = 0,17 \text{ m}.$$

**Oddziaływanie podłoża na fundament:**

Oddziaływania na krawędziach fundamentu w przekroju środkowym A-A:

$$q_1 = 84 \text{ kPa}, \quad q_2 = 84 \text{ kPa}.$$

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1:  $s = 1,01 \text{ m}$ ,  $q_s = 84 \text{ kPa}$ .

**Zginanie stopy w przekroju 1:**

Moment zginający:

$$M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 84 + 84) \cdot 3,21 \cdot 1,03^2 / 6 = 138 \text{ kNm}.$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia:  $A_s = 8,2 \text{ cm}^2$ .

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

$$A_s = 8,2 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 13,6 \text{ cm}^2.$$

**Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.**

**9.8. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 2 na kierunku y****Zestawienie obciążeń:**

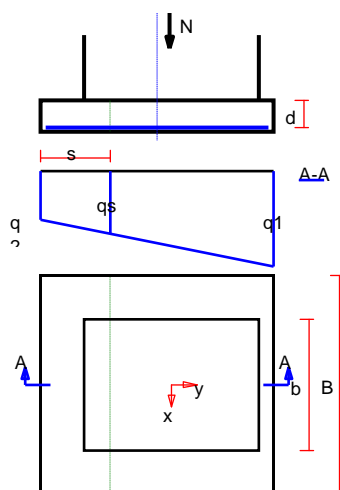
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa:  $N_r = 940 \text{ kN}$ ,

momenty:  $M_{xr} = -163,34 \text{ kNm}$ ,  $M_{yr} = 0,00 \text{ kNm}$ .

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$$e_{xr} = |M_{yr} / N_r| = 0,00 \text{ m}, \quad e_{yr} = |M_{xr} / N_r| = 0,17 \text{ m}.$$

**Oddziaływanie podłoża na fundament:**

Oddziaływania na krawędziach fundamentu w przekroju środkowym A-A:

$$q_1 = 111 \text{ kPa}, \quad q_2 = 56 \text{ kPa}.$$

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1:  $s = 0,96 \text{ m}$ ,  $q_s = 73 \text{ kPa}$ .

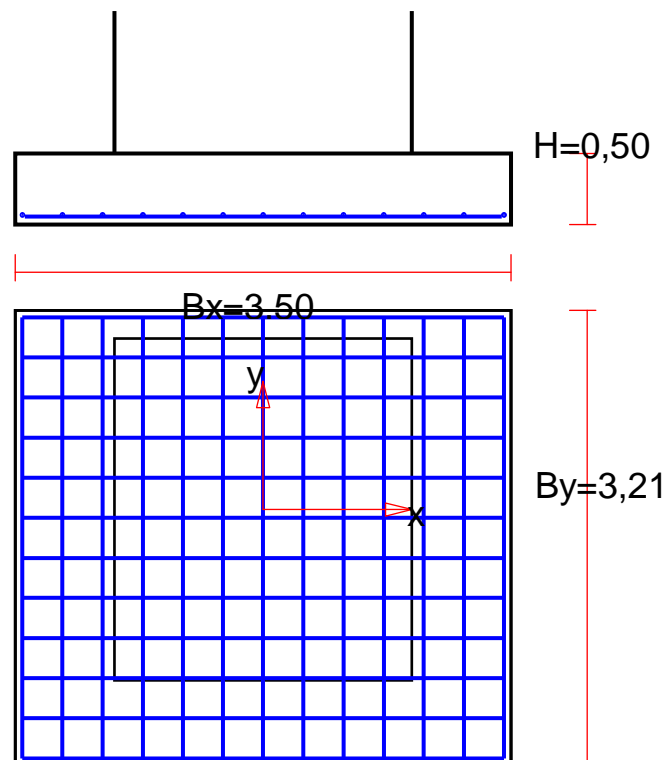
**Zginanie stopy w przekroju 1:**

Moment zginający:

$$M_{Sd} = (2 \cdot q_2 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 56 + 73) \cdot 3,50 \cdot 0,92 / 6 = 100 \text{ kNm.}$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia:  $A_s = 6,1 \text{ cm}^2$ .Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia:  $A_{Rs} = 14,7 \text{ cm}^2$ .

$$A_s = 6,1 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 14,7 \text{ cm}^2.$$

**Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.****10. Zbrojenie stopy****Zbrojenie główne na kierunku x:**Średnica prętów:  $\phi = 12 \text{ mm}$ .Konieczna liczba prętów:  $L_{xs} = 12$ .Przyjęta liczba prętów:  $L_{xr} = 12$  co 28,3 cm.**Zbrojenie główne na kierunku y:**Średnica prętów:  $\phi = 12 \text{ mm}$ .Konieczna liczba prętów:  $L_{ys} = 13$ .Przyjęta liczba prętów:  $L_{yr} = 13$  co 28,3 cm.**Ilość stali: 74 kg.****Ilość betonu: 5,62 m<sup>3</sup>.****Ilość stali na 1 m<sup>3</sup> betonu: 13,2 kg/m<sup>3</sup>.**