

PROJEKT KONSTRUKCYJNY BUDOWLANY			STRONA -2-
			OBLICZENIA STATYCZNE

cementowej			
Posadzka żwirobetonowa gr.6 cm 0,06m x 21 kN/m ³	1,26	1,3	1,64
Tynk cementowo – wap. od spodu 0,015m x 19,0 kN/m ³	0,29	1,3	0,37
Razem:	6,99		8,59

Obciążenia zmienne

Wyszczególnienie	Obciążenie charakterystyczne [kN/m ²]	Współczynnik obciążenia γ_f	Obciążenie obliczeniowe [kN/m ²]
Ściany działowe z cegły dziurawki gr. 12cm obustronnie tynkowane (obciążenie zastępcze h=2,65) 1,25 kN/m ²	1,25	1,2	1,5
Obciążenie zmienne użytkowe (sala sportowa) 5,0 kN/m ²	5,0	1,4	7,0
Razem:	6,25		8,5

1.3. Biegi klatki schodowej

Obciążenia stałe

Wyszczególnienie	Obciążenie charakterystyczne [kN/m ²]	Współczynnik obciążenia γ_f	Obciążenie obliczeniowe [kN/m ²]
Płyta żelbetowa gr.18cm 0,18m x 25,0 kN/m ³	4,5	1,2	5,4
Ciężar własny stopni żelbetowych (0,164x0,28)/(0,325x2) x 25,0 kN/m ³	1,76	1,2	2,11
Okładzina z terakoty na zaprawie cementowej (16,4+28)/32,5 x 0,44 kN/m ²	0,6	1,3	0,78
Tynk cementowo – wap. od spodu 0,015m x 19,0 kN/m ³	0,29	1,3	0,37
Razem:	7,15		8,66

Obciążenia zmienne

Wyszczególnienie	Obciążenie charakterystyczne [kN/m ²]	Współczynnik obciążenia γ_f	Obciążenie obliczeniowe [kN/m ²]
Obciążenie zmienne użytkowe 4,0 kN/m ²	4,0	1,3	5,2
Razem:	4,0		5,2

PROJEKT KONSTRUKCYJNY BUDOWLANY

STRONA
-3-OBLICZENIA
STATYCZNE

1.4. Spocznik klatki schodowej

Obciążenia stałe

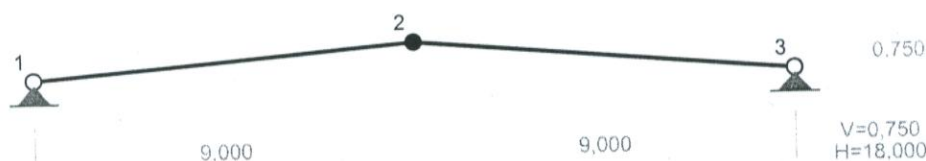
Wyszczególnienie	Obciążenie charakterystyczne [kN/m ²]	Współczynnik obciążenia γ	Obciążenie obliczeniowe [kN/m ²]
Płyta żelbetowa gr. 18cm 0,18m x 25,0 kN/m ³	4,5	1,2	5,4
Okładzina z terakoty na zaprawie cementowej 0,44 kN/m ²	0,44	1,3	0,57
Tynk cementowo – wap. od spodu 0,015m x 19,0 kN/m ³	0,29	1,3	0,37
Razem:	5,23		6,34

Obciążenia zmienne

Wyszczególnienie	Obciążenie charakterystyczne [kN/m ²]	Współczynnik obciążenia γ	Obciążenie obliczeniowe [kN/m ²]
Obciążenie zmienne użytkowe 4,0 kN/m ²	4,0	1,3	5,2
Razem:	4,0		5,2

2. Konstrukcja dachu

WĘZŁY:



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000
2	9,000	0,750
3	18,000	0,000

PODPORY:

Podatności

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

STAROSTWO POWIATOWE
w KOLNIE
18-500 Kolno, ul. 11 Listopada 1
tel. 86 278 48 83, fax 86 278 20 92

PROJEKT KONSTRUKCYJNY BUDOWLANY

STRONA
-4-OBLICZENIA
STATYCZNE

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

OSIADANIA:

Węzeł: Kąt: Wx (Wo*) [m]: Wy [m]: FIo [grad]:

B r a k O s i a d a ń

PRĘTY:



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	10	1	2	9,000	0,750	9,031	1,000	1 B 90,0x40,0
2	01	2	3	9,000	-0,750	9,031	1,000	1 B 90,0x40,0

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	3600,0	2430000	480000	54000	54000	90,0	51 Drewno GL35

STAROSTWO POWIATOWE
w KOLNIE
18-500 Kolno, ul. 11 Listopada 1
tel. 86 278 48 83, fax 86 278 20 92

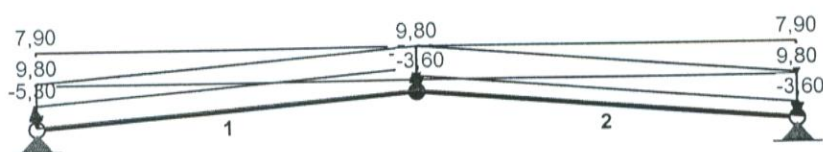
PROJEKT KONSTRUKCYJNY BUDOWLANY

STRONA
-5-OBLICZENIA
STATYCZNE

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [N/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
51 Drewno GL35	13000	35,000	5,00E-06

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA:

([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	A ""			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe-Y	0,0	7,90	7,90	0,00	9,03
2	Liniowe-Y	0,0	7,90	7,90	0,00	9,03
Grupa:	B ""			Zmienne	$\gamma_f = 1,40$	
1	Liniowe	4,8	-5,30	-5,30	0,00	9,03
2	Liniowe	-4,8	-3,60	-3,60	0,00	9,03
Grupa:	C ""			Zmienne	$\gamma_f = 1,20$	
1	Liniowe	0,0	9,80	9,80	0,00	9,03
2	Liniowe	0,0	9,80	9,80	0,00	9,03

W Y N I K I
Teoria I-go rzędu

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

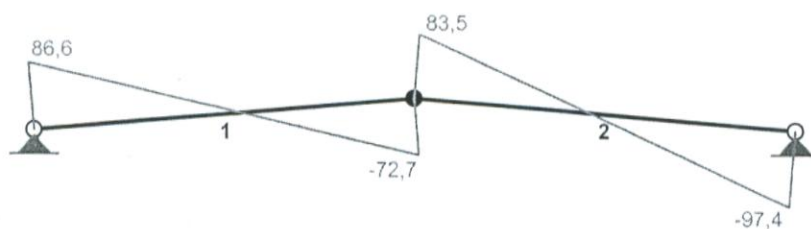
Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,10
A - ""	Zmienne	1	1,00
B - ""	Zmienne	1	1,00
C - ""	Zmienne	1	1,20

STAROSTWO POWIATOWE
w KOLNIE
18-500 Kolno, ul. 11 Listopada 1
tel. 86 278 48 83, fax 86 278 20 92

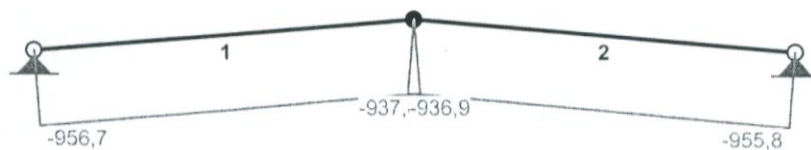
MOMENTY:



TNĄCE:



NORMALNE:



SIŁY PRZEKROJOWE:

T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,0	86,6	-956,7
	0,54	4,904	212,6*	0,1	-946,4
	1,00	9,031	62,7	-72,7	-937,8
2	0,00	0,000	62,7	83,5	-936,9
	0,46	4,163	236,7*	0,1	-945,6
	1,00	9,031	0,0	-97,4	-955,8

STAROSTWO POWIATOWE
w KOLNIE
ul. 11 Listopada 1
tel. 86 278 48 83, fax 86 278 20 92

PROJEKT KONSTRUKCYJNY BUDOWLANY

STRONA
-7-

OBLICZENIA
STATYCZNE

* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA:



NAPRĘŻENIA: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC

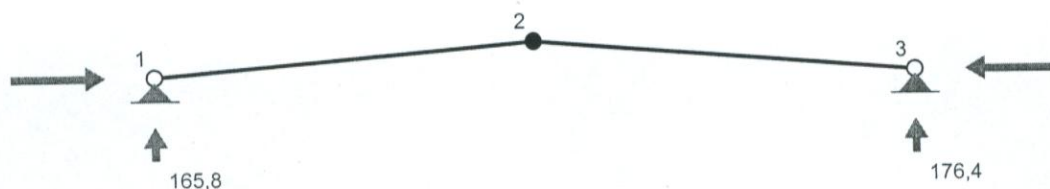
Pręt:	x/L:	x[m]:	SigmaG: [MPa]	SigmaD:	SigmaMax/Ro:
-------	------	-------	------------------	---------	--------------

51 Drewno GL35

1	0,00	0,000	-2,7	-2,7	0,076
	0,54	4,904	-6,6	1,3	0,188*
	1,00	9,031	-3,8	-1,4	0,108
2	0,00	0,000	-3,8	-1,4	0,108
	0,46	4,163	-7,0	1,8	0,200*
	1,00	9,031	-2,7	-2,7	0,076

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



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

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
1	946,2	165,8	960,6	
3	-944,4	176,4	960,7	

STAROSTWO POWIATOWE
W KOLNIE
18-500 Kolno, ul. 11 Listopada 1
tel. 86 278 48 83, fax 86 278 20 92

PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW:

T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC

Węzeł:	Ux[m]:	Uy[m]:	Wypadkowe[m]:	Fi[rad] ([deg]):
1	-0,00000	-0,00000	0,00000	
2	-0,00000	-0,02200	0,02200	-0,00012 (-0,007)
3	0,00000	-0,00000	0,00000	

PRZEMIESZCZENIA:



DEFORMACJE:

T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC

Pręt:	Wa[m]:	Wb[m]:	F1a[deg]:	F1b[deg]:	f[m]:	L/f:
1	-0,0000	-0,0219	-0,254	-0,007	0,0059	1543,7
2	-0,0219	0,0000	-0,007	0,268	0,0065	1388,7

4. Fundamenty

4.1 – Stopa fundamentowa F1

1. Podłoże gruntowe

1.1. Teren

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

1.2. Warstwy gruntu

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

1.3. Parametry geotechniczne występujących gruntów

Symbol	I_D	I_L	ρ	stopień	c_u	Φ_u	M_0	M
gruntu	[-]	[-]	[t/m ³]	wilgotn.	[kPa]	[°]	[kPa]	[kPa]

STAROSTWO POWIATOWE
w KOLNIE
18-500 Kolno, ul. 11 Listopada 1
tel. 86 278 48 83, fax 86 278 20 92

PROJEKT KONSTRUKCYJNY BUDOWLANY							STRONA -9-	
							OBLICZENIA STATYCZNE	
Pd	0,48		1,65	m.wilg.	0,00	30,3	59633	74542
Gp		0,30	2,10		13,30	13,2	23636	39394

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**

Wymiary słupa: $b = 0,50 \text{ m}$, $l = 0,38 \text{ m}$,

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. Posadzki

3.1. Posadzka 1

Względny poziom posadzki: $p_{p1} = 0,00 \text{ m}$, grubość: $h = 0,10 \text{ m}$,

Charakterystyczny ciężar objętościowy: $\gamma_{p1 \text{ char}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$,

Obciążenie posadzki: $q_{p1} = 0,00 \text{ kN/m}^2$, współcz. obciążenia: $\gamma_{qf} = 1,20$,

Wymiary posadzki: $d_x = 2,00 \text{ m}$, $d_y = 2,00 \text{ m}$.

3.2. Posadzka 4

Względny poziom posadzki: $p_{p4} = 0,00 \text{ m}$, grubość: $h = 0,10 \text{ m}$,

Charakterystyczny ciężar objętościowy: $\gamma_{p4 \text{ char}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$,

Obciążenie posadzki: $q_{p4} = 0,00 \text{ kN/m}^2$, współcz. obciążenia: $\gamma_{qf} = 1,20$,

Wymiary posadzki: $d_x = 2,00 \text{ m}$, $d_y = 2,00 \text{ m}$.

4. Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 0,80 \text{ m}$.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H_x	H_y	M_x	M_y	γ
	obciążenia*	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
1	D	274,8	-3,8	0,0	0,00	-35,90	1,20
2	D	106,8	27,5	0,0	0,00	109,30	1,20
3	D	274,8	25,7	0,0	0,00	92,10	1,20
4	D	106,8	-2,0	0,0	0,00	-18,70	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,

Średnica prętów zbrojeniowych:

na kierunku x: $d_x = 16,0 \text{ mm}$, na kierunku y: $d_y = 16,0 \text{ mm}$,

Kierunek zbrojenia głównego: x,

Grubość otuliny: 5,0 cm.

W warunku na przebicie nie uwzględniać strzemion.

6. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia: $z_f = 1,20 \text{ m}$

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B_x = 3,20 \text{ m}$, $B_y = 2,00 \text{ m}$,

STAROSTWO POWIATOWE
w KOLNIE
18-500 Kolno, ul. 11 Listopada 1
tel. 86 278 48 83, fax 86 278 20 92

I/66

Wysokość: $H = 0,50 \text{ m}$,Mimośrod: $E_x = 0,00 \text{ m}$, $E_y = 0,00 \text{ m}$.**7. Stan graniczny I****7.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów**

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
1	D	1,20	0,35	0,17
* 2	D	1,20	0,31	0,91
3	D	1,20	0,41	0,46
4	D	1,20	0,22	0,14

7.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B_x = 3,20 \text{ m}$, $B_y = 2,00 \text{ m}$.Względny poziom posadowienia: $H = 1,20 \text{ m}$.

Rodzaj obciążenia: D,

Zestawienie obciążeń:

Pozycja	Obc. char.	E_x	E_y	γ	Obc. obl.	Mom. obl.	Mom. obl.
	[kN]	[m]	[m]	[-]	G [kN]	M_{Gx} [kNm]	M_{Gy} [kNm]
Fundament	78,48	0,00	0,00	1,1(0,9)	86,33	0,00	0,00
Grunt - pole 1	19,19	0,82	-0,51	1,2(0,8)	23,03	-11,80	18,90
Grunt - pole 2	22,39	-0,82	-0,51	1,2(0,8)	26,87	-13,77	-22,05
Grunt - pole 3	22,39	-0,82	0,51	1,2(0,8)	26,87	13,77	-22,05
Grunt - pole 4	19,19	0,82	0,51	1,2(0,8)	23,03	11,80	18,90
C.wl. posadzki 1	3,42	0,82	-0,51	1,3(0,8)	4,44	-2,28	3,64
C.wl. posadzki 4	3,42	0,82	0,51	1,3(0,8)	4,44	2,28	3,64

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

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = 274,80 \text{ kN}$, mimośrody wzgl. podst. fund. $E_x = 0,00 \text{ m}$, $E_y = 0,00 \text{ m}$,siła pozioma: $H_x = -3,80 \text{ kN}$, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,40 \text{ m}$,siła pozioma: $H_y = 0,00 \text{ kN}$, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,40 \text{ m}$,moment: $M_x = 0,00 \text{ kNm}$, moment: $M_y = -35,90 \text{ kNm}$.**Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu**

Obciążenie pionowe:

$$N_r = N + G = 274,80 + 195,00 + 142,62 = 469,80 + 417,42 \text{ kN}.$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 274,80 \cdot 0,00 - 0,00 \cdot 0,40 + 0,00 + (0,00) = 0,00 + 0,00$$

kNm.

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -274,80 \cdot 0,00 + (-3,80) \cdot 0,40 + (-35,90) + 0,99 = -36,43$$

| -37,13 kNm.

Mimośrody sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 37,13/417,42 = 0,09 \text{ m},$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/417,42 = 0,00 \text{ m}.$$

STAROSTA POWIATOWE
500 Kolno, ul. 11 Listopada 1
tel. 86 278 48 83, fax 86 278 20 92

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,028 + 0,000 = 0,028 \text{ m} < 0,167.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B_x' = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 3,20 - 2 \cdot 0,08 = 3,04 \text{ m}, \quad B_y' = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 2,00 - 2 \cdot 0,00 = 2,00 \text{ m}.$$

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

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,88 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 1,20 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,88 \cdot 9,81 \cdot 1,20 = 22,15 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 13,20 \cdot 0,90 = 11,88^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 11,97 \text{ kPa},$$

$$N_B = 0,31 \quad N_C = 9,22, \quad N_D = 2,94.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 3,80/469,80 = 0,01, \quad \text{tg } \delta_x / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0081/0,2104 = 0,038,$$

$$i_{Bx} = 0,98, \quad i_{Cx} = 0,98, \quad i_{Dx} = 0,99.$$

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/469,80 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,2104 = 0,000,$$

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

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:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_y' / B_x' = 0,84, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_y' / B_x' = 1,20, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_y' / B_x' = 1,99$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 1656,61 \text{ kN}.$$

$$Q_{fNBy} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 1650,31 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 469,80 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 1650,31 = 1336,75 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

7.3. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 2

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B_x = 3,20 \text{ m}$, $B_y = 2,00 \text{ m}$.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,20 \text{ m}$.

Rodzaj obciążenia: D,

Zestawienie obciążeń:

Pozycja	Obc. char.	E_x	E_y	γ	Obc. obl.	Mom. obl.	Mom. obl.
	[kN]	[m]	[m]	[-]	G [kN]	M_{Gx} [kNm]	M_{Gy} [kNm]
Fundament	78,48	0,00	0,00	1,1(0,9)	86,33	0,00	0,00
Grunt - pole 1	19,19	0,82	-0,51	1,2(0,8)	23,03	-11,80	18,90
Grunt - pole 2	22,39	-0,82	-0,51	1,2(0,8)	26,87	-13,77	-22,05
Grunt - pole 3	22,39	-0,82	0,51	1,2(0,8)	26,87	13,77	-22,05
Grunt - pole 4	19,19	0,82	0,51	1,2(0,8)	23,03	11,80	18,90
C.wł. posadzki 1	3,42	0,82	-0,51	1,3(0,8)	4,44	-2,28	3,64
C.wł. posadzki 4	3,42	0,82	0,51	1,3(0,8)	4,44	2,28	3,64

Uwaga: Przy sprawdzaniu położenia wypadkowej alternatywnie brano pod uwagę obciążenia

obliczeniowe wyznaczone przy zastosowaniu dolnych współczynników obciążenia.

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = 106,80 \text{ kN}$, mimośrodowy wzgl. podst. fund. $E_x = 0,00 \text{ m}$, $E_y = 0,00 \text{ m}$,

siła pozioma: $H_x = 27,50 \text{ kN}$, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,40 \text{ m}$,

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

moment: $M_x = 0,00 \text{ kNm}$, moment: $M_y = 109,30 \text{ kNm}$.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = N + G = 106,80 + 195,00 = 301,80 \text{ kN}.$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 106,80 \cdot 0,00 - 0,00 \cdot 0,40 + 0,00 + (0,00) = 0,00 \text{ kNm}.$$

kNm.

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -106,80 \cdot 0,00 + 27,50 \cdot 0,40 + 109,30 + 0,99 = 121,29 \text{ kNm}.$$

Mimośrodowy sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 120,59/249,42 = 0,48 \text{ m},$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/249,42 = 0,00 \text{ m}.$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,151 + 0,000 = 0,151 \text{ m} < 0,167.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B'_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 3,20 - 2 \cdot 0,40 = 2,40 \text{ m}, \quad B'_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 2,00 - 2 \cdot 0,00 = 2,00 \text{ m}.$$

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

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,88 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 1,20 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,88 \cdot 9,81 \cdot 1,20 = 22,15 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 13,20 \cdot 0,90 = 11,88^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 11,97 \text{ kPa},$$

$$N_B = 0,31 \quad N_C = 9,22, \quad N_D = 2,94.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 27,50/301,80 = 0,09, \quad \text{tg } \delta_x / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0911/0,2104 = 0,433,$$

$$i_{Bx} = 0,70, \quad i_{Cx} = 0,81, \quad i_{Dx} = 0,87.$$

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/301,80 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,2104 = 0,000,$$

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

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:

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

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{INBx} = B'_x \cdot B'_y \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_x \cdot i_{Bx}) = 1183,15 \text{ kN}.$$

$$Q_{INBy} = B'_x \cdot B'_y \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_y \cdot i_{By}) = 1407,81 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 301,80 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{INBx}, Q_{INBy}) = 0,81 \cdot 1183,15 = 958,35 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

7.4. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 3

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B_x = 3,20 \text{ m}$, $B_y = 2,00 \text{ m}$.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,20 \text{ m}$.

Rodzaj obciążenia: D,

Zestawienie obciążeń:

Pozycja	Obc. char.	E_x	E_y	γ	Obc. obl.	Mom. obl.	Mom. obl.
	[kN]	[m]	[m]	[-]	G [kN]	M_{Gx} [kNm]	M_{Gy} [kNm]
Fundament	78,48	0,00	0,00	1,1(0,9)	86,33	0,00	0,00
Grunt - pole 1	19,19	0,82	-0,51	1,2(0,8)	23,03	-11,80	18,90
Grunt - pole 2	22,39	-0,82	-0,51	1,2(0,8)	26,87	-13,77	-22,05
Grunt - pole 3	22,39	-0,82	0,51	1,2(0,8)	26,87	13,77	-22,05
Grunt - pole 4	19,19	0,82	0,51	1,2(0,8)	23,03	11,80	18,90
C.wl. posadzki 1	3,42	0,82	-0,51	1,3(0,8)	4,44	-2,28	3,64
C.wl. posadzki 4	3,42	0,82	0,51	1,3(0,8)	4,44	2,28	3,64

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

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = 274,80 \text{ kN}$, mimośrodowy wzgl. podst. fund. $E_x = 0,00 \text{ m}$, $E_y = 0,00 \text{ m}$,

siła pozioma: $H_x = 25,70 \text{ kN}$, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,40 \text{ m}$,

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

moment: $M_x = 0,00 \text{ kNm}$, moment: $M_y = 92,10 \text{ kNm}$.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = N + G = 274,80 + 195,00 + 142,62 = 469,80 + 141,72 \text{ kN}.$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 274,80 \cdot 0,00 - 0,00 \cdot 0,40 + 0,00 + (0,00) + (0,00) = 0,00 + 0,00 \text{ kNm}.$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -274,80 \cdot 0,00 + 25,70 \cdot 0,40 + 92,10 + 0,99 + 0,29 = 103,37 + 102,67 \text{ kNm}.$$

Mimośrody sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 102,67/469,80 = 0,22 \text{ m},$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/469,80 = 0,00 \text{ m}.$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,077 + 0,000 = 0,077 \text{ m} < 0,167.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B'_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 3,20 - 2 \cdot 0,22 = 2,76 \text{ m}, \quad B'_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 2,00 - 2 \cdot 0,00 = 2,00 \text{ m}.$$

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

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,88 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 1,20 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,88 \cdot 9,81 \cdot 1,20 = 22,15 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: $\Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 13,20 \cdot 0,90 = 11,88^\circ$,

spójność: $c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 11,97 \text{ kPa}$,

$N_B = 0,31$ $N_C = 9,22$ $N_D = 2,94$.

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 25,70/469,80 = 0,05$, $\text{tg } \delta_x/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0547/0,2104 = 0,260$,

$i_{Bx} = 0,84$, $i_{Cx} = 0,89$, $i_{Dx} = 0,93$.

$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/469,80 = 0,00$, $\text{tg } \delta_y/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,2104 = 0,000$,

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

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:

$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_y'/B_x' = 0,82$, $m_C = 1 + 0,3 \cdot B_y'/B_x' = 1,22$, $m_D = 1 + 1,5 \cdot B_y'/B_x' = 2,09$

Odpór graniczny podłoża:

$Q_{fNBx} = B_x' \cdot B_y' \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 1412,90 \text{ kN}$.

$Q_{fNBy} = B_x' \cdot B_y' \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 1543,79 \text{ kN}$.

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$N_r = 469,80 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 1412,90 = 1144,45 \text{ kN}$.

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

7.5. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 4

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B_x = 3,20 \text{ m}$, $B_y = 2,00 \text{ m}$.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,20 \text{ m}$.

Rodzaj obciążenia: D,

Zestawienie obciążeń:

Pozycja	Obc. char.	E_x	E_y	γ	Obc. obl.	Mom. obl.	Mom. obl.
	[kN]	[m]	[m]	[-]	G [kN]	M_{Gx} [kNm]	M_{Gy} [kNm]
Fundament	78,48	0,00	0,00	1,1(0,9)	86,33	0,00	0,00
Grunt - pole 1	19,19	0,82	-0,51	1,2(0,8)	23,03	-11,80	18,90
Grunt - pole 2	22,39	-0,82	-0,51	1,2(0,8)	26,87	-13,77	-22,05
Grunt - pole 3	22,39	-0,82	0,51	1,2(0,8)	26,87	13,77	-22,05
Grunt - pole 4	19,19	0,82	0,51	1,2(0,8)	23,03	11,80	18,90
C.wl. posadzki 1	3,42	0,82	-0,51	1,3(0,8)	4,44	-2,28	3,64
C.wl. posadzki 4	3,42	0,82	0,51	1,3(0,8)	4,44	2,28	3,64

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

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = 106,80 \text{ kN}$, mimośrodowy wzgl. podst. fund. $E_x = 0,00 \text{ m}$, $E_y = 0,00 \text{ m}$,

siła pozioma: $H_x = -2,00 \text{ kN}$, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,40 \text{ m}$,

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

moment: $M_x = 0,00 \text{ kNm}$, moment: $M_y = -18,70 \text{ kNm}$.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$N_r = N + G = 106,80 + 195,00 = 301,80 \text{ kN}$ | $249,42 \text{ kN}$.

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 106,80 \cdot 0,00 - 0,00 \cdot 0,40 + 0,00 + (0,00) | (0,00) = 0,00 | 0,00 \text{ kNm.}$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -106,80 \cdot 0,00 + (-2,00) \cdot 0,40 + (-18,70) + 0,99 | 0,29 = -18,51 | -19,21 \text{ kNm.}$$

Mimośrod y sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 19,21/249,42 = 0,08 \text{ m,}$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/249,42 = 0,00 \text{ m.}$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,024 + 0,000 = 0,024 \text{ m} < 0,167.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B_x' = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 3,20 - 2 \cdot 0,06 = 3,08 \text{ m,} \quad B_y' = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 2,00 - 2 \cdot 0,00 = 2,00 \text{ m.}$$

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

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,88 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 1,20 \text{ m,}$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,88 \cdot 9,81 \cdot 1,20 = 22,15 \text{ kPa.}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 13,20 \cdot 0,90 = 11,88^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 11,97 \text{ kPa,}$$

$$N_B = 0,31 \quad N_C = 9,22, \quad N_D = 2,94.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 2,00/301,80 = 0,01, \quad \text{tg } \delta_x / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0066/0,2104 = 0,032,$$

$$i_{Bx} = 0,98, \quad i_{Cx} = 0,99, \quad i_{Dx} = 0,99.$$

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/301,80 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,2104 = 0,000,$$

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

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:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_y'/B_x' = 0,84, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_y'/B_x' = 1,19, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_y'/B_x' = 1,97$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 1674,21 \text{ kN.}$$

$$Q_{fNBy} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 1662,43 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 301,80 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 1662,43 = 1346,57 \text{ kN.}$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

8. Stan graniczny II

8.1. Osiadanie fundamentu

Osiedanie całkowite:

$$\text{Osiedanie pierwotne: } s' = 0,16 \text{ cm.}$$

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

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

$$\text{Osiedanie: } s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,16 + 0 \cdot 0,00 = 0,16 \text{ cm,}$$

Sprawdzenie warunku osiadania:

STAROSTWO POWIATOWE
w KOLNIE
18-500 Kolno, ul. 11 Listopada 1
tel. 86 278 48 83, fax 86 278 20 92

Warunek nie jest określony.

8.2. Szczegółowe wyniki osiadania fundamentu

Nr warstwy	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Napr. pierwotne [kPa]	Napr. wtórne [kPa]	Napr. dodatk. [kPa]	Osiadanie pierwotne [cm]	Osiadanie wtórne [cm]	Osiadanie sumaryczne [cm]
1	0,0	0,10	1	0	0	0,00	0,00	0,00
2	0,1	0,37	6	0	0	0,00	0,00	0,00
3	0,5	0,37	13	0	0	0,00	0,00	0,00
4	0,8	0,37	21	0	0	0,00	0,00	0,00
5	1,2	0,40	29	0	32	0,05	0,00	0,05
6	1,6	0,40	37	0	26	0,04	0,00	0,04
7	2,0	0,40	45	0	21	0,04	0,00	0,04
8	2,4	0,40	54	0	17	0,03	0,00	0,03
					Suma	0,16	0,00	0,16

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 V [kN]	Nośność betonu V_r [kN]	Nośność strzemion V_s [kN]
1	1	86	363	-
2	1	71	363	-
* 3	1	109	363	-
4	1	35	363	-

9.2. Sprawdzenie stopy na przebicie dla obciążenia nr 1

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 275$ kN,

momenty: $M_{xr} = 0,00$ kNm, $M_{yr} = -37,42$ kNm.

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,14$ m, $e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,00$ m.

Oddziaływanie podłoża na fundament:

Oddziaływania na krawędziach fundamentu w przekroju środkowym A-A:

$q_1 = 32$ kPa, $q_2 = 54$ kPa.

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1: $c = 0,91$ m, $q_c = 48$ kPa.

Przebicie stopy w przekroju 1:

Siła ścinająca: $V_{sd} = \int_{Ac} q \cdot dA = 86$ kN.

Nośność betonu na ścinanie: $V_{Rd} = (b+d) \cdot d \cdot f_{ctd} = (0,38+0,44) \cdot 0,44 \cdot 1000 = 363$ kN.

$V_{sd} = 86$ kN < $V_{Rd} = 363$ kN.

Wniosek: warunek na przebicie jest spełniony.

STAROSTWO POWIATOWE
w KOLNIE
18-500 Kolno, ul. 11 Listopada 1
tel. 86 278 48 83, fax 86 278 20 92