

*BIURO USŁUG INWESTYCYJNYCH  
JAS-PROJEKT  
ŁÓDŹ ul.MARATOŃSKA 87c/16*



BUDYNEK CENTRUM WYTCHNIENIOWEGO POWIATOWE CENTRUM  
OPIEKUŃCZO-MIESZKALNE KAT.XI

## **Raport obliczeniowy**

**Lokalizacja:**

ul. Batalionów Chłopskich dz. nr ew. 4873,4714  
06-400 Ciechanów

**Inwestor:**

Powiat Ciechanowski  
Starostwo Powiatowe w Ciechanowie  
ul. 17-go Stycznia 7, 06-400 Ciechanów

## Zawartość

<b>1. Zakres opracowania .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Zebranie obciążeń .....</b>	<b>3</b>
2.1. Stropodach – płyta stropowa PS-1 .....	3
2.2. Płyta zadaszania PZ-1 .....	4
<b>3. Analiza statyczno-wytrzymałościowa elementów konstrukcji. ....</b>	<b>5</b>
3.1. Stropodach – płyta stropowa PS-1 .....	5
3.2. Stropodach PS-2 .....	10
3.3. Słupy stalowe zadaszania .....	15
3.4. Ława fundamentowa ŁF-1 .....	18
3.5. Stopa fundamentowa SF-1/SF-2 .....	24
3.6. Stopa fundamentowa SF-3 .....	31
3.7. Stopa fundamentowa SF-4 .....	38
3.8. Mur oporowy MO-3 .....	44

## 1. Zakres opracowania

Celem niniejszego opracowania jest przeprowadzenie obliczeń związanych z zaprojektowaniem konstrukcji budynku Centrum Wytnieniowego zlokalizowanego w miejscowości Ciechanów na działce ewid. nr 4873, 4714.

## 2. Zebranie obciążeń

W niniejszym punkcie przedstawione zostaną obciążenia stałe i zmiennego działające na konstrukcję budynku.

### 2.1. Stropodach – płyta stropowa PS-1

Obciążenie stałe stropodachu [A]						
Materiał	Ciężar [kN/m <sup>3</sup> ]	Grubość [m]	$g_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_{Gj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf}$	$g_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]
2x papa termozgrzewana	-	-	0,15	1,35	1,00	0,20
Styropapa EPS 100	0,45	0,25	0,11	1,35	1,00	0,15
Szlichta cementowa	24	0,04	0,96	1,35	1,00	1,30
Warstwa spadkowa z keramzytu fr. 10-20mm (5-40cm) gr. <sub>śr</sub> =22,5cm	3	0,225	0,68	1,35	1,00	0,91
Papa asfaltowa	-	-	0,05	1,35	1,00	0,07
Płyta stropowa	-	-	-	-	-	-
Instalacje	-	-	0,20	1,35	1,00	0,27
Sufit podwieszany	-	-	0,29	1,35	1,00	0,39
Suma			2,44	-	-	3,29

Obciążenie użytkowe stropodachu [A]			
Rodzaj obciążenia	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_{Gj,sup}$	$q_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Kat. H - Dachy bez dostępu, z wyjątkiem zwykłego utrzymania i napraw	0,40	1,5	0,60

Obciążenie śniegiem stropodachu [A]			
Określenie wartości obciążenia równomiernego śniegiem dachu			
Wzór normowy	$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$		
Strefa obciążenia śniegiem gruntu	2		
Wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem gruntu	$s_k =$	0,9	kN/m <sup>2</sup>
Współczynnik ekspozycji	$C_e =$	1	
Współczynnik termiczny	$C_t =$	1	
Podstawowy współczynnik kształtu dachu	$\mu_i =$	0,8	
Wartość obciążenia równomiernego dachu	$s =$	0,72	kN/m <sup>2</sup>

## 2.2. Płyta zadaszania PZ-1

Obciążenie stałe stropu międzykondygacyjnego [A1]						
Materiał	Ciężar [kN/m <sup>3</sup> ]	Grubość [m]	$g_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_{Gj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf}$	$g_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]
2x papa termozgrzewana	-	-	0,15	1,35	1,00	0,20
Szlichta cementowa (1-6cm) gr.śr=3,5cm	24	0,035	0,84	1,35	1,00	1,13
Płyta stropowa	-	-	-	-	-	-
Styropian FS30	0,45	0,05	0,02	1,35	1,00	0,03
Tynk cementowo-wapienny	19	0,015	0,29	1,35	1,00	0,38
Suma			1,30	-	-	1,75

Obciążenie użytkowe płyty zadaszania [A1]			
Rodzaj obciążenia	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_{Gj,sup}$	$q_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Kat. H - Dachy bez dostępu, z wyjątkiem zwykłego utrzymania i napraw	0,40	1,5	0,60

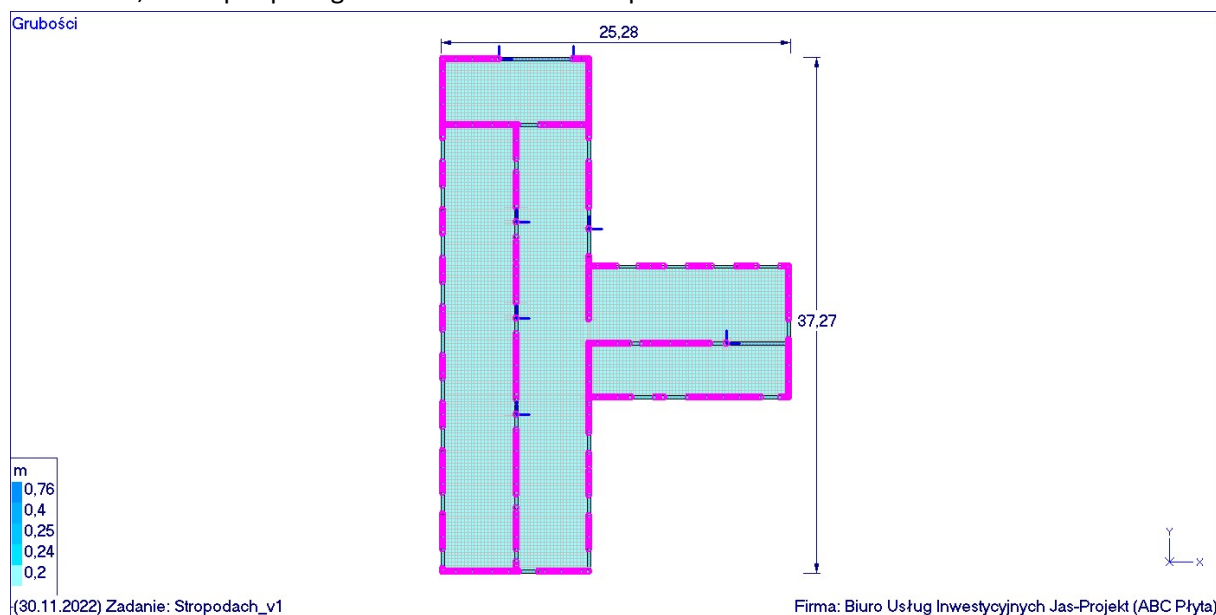
Obciążenie śniegiem płyty zadaszania [A1]			
Określenie wartości obciążenia równomiernego śniegiem dachu			
Wzór normowy	$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$		
Strefa obciążenia śniegiem gruntu	2		
Wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem gruntu	$s_k =$	0,9	kN/m <sup>2</sup>
Współczynnik ekspozycji	$C_e =$	1	
Współczynnik termiczny	$C_t =$	1	
Podstawowy współczynnik kształtu dachu	$\mu_1 =$	0,8	
Wartość obciążenia równomiernego dachu	$s =$	0,72	kN/m <sup>2</sup>
Określenie wartości obciążenia śniegiem dachu hali magazynu przy attyce			
Wysokość attyki	$h =$	1,32	m
Współczynnik kształtu dachu przy attyce	$\mu_2 = \gamma \cdot h / s_k =$	2,93	
	0,8	$< \mu_2 <$	4,0
	Przyjęto:	$\mu_2 =$	2,93
Wartość obciążenia dachu przy attyce	$s =$	2,64	kN/m <sup>2</sup>
Długość zasy śnieżnej	$l_s = 2 \cdot h =$	2,64	m
	5m	$< l_s <$	15m
	Przyjęto:	$l_s =$	5m

### 3. Analiza statyczno-wytrzymałościowa elementów konstrukcji.

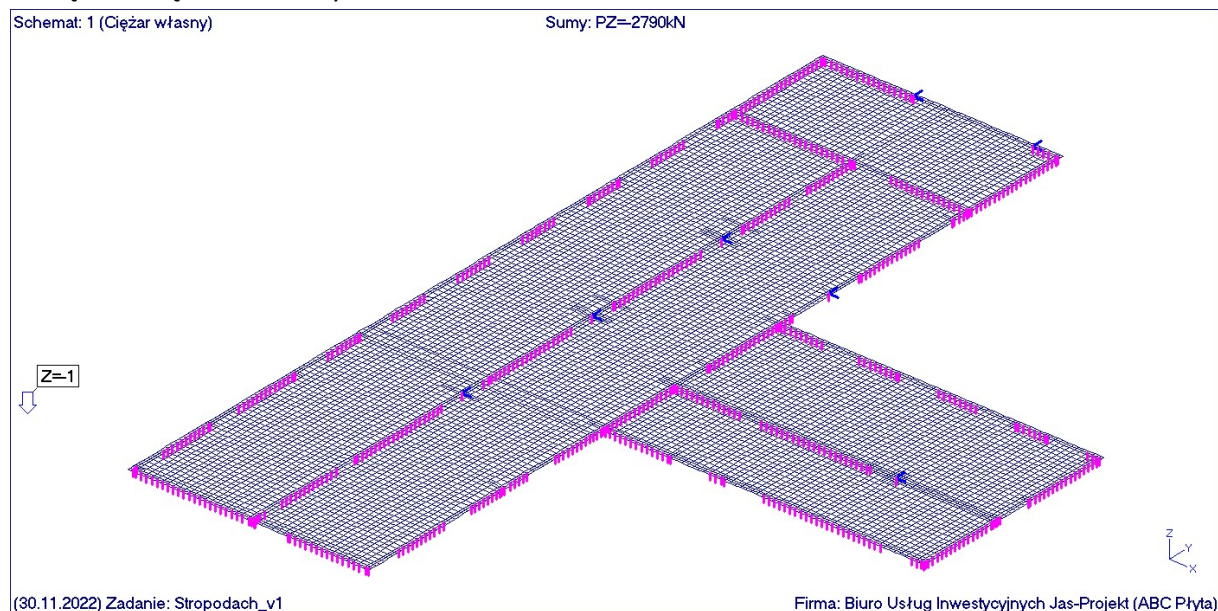
#### 3.1. Stropodach – płyta stropowa PS-1

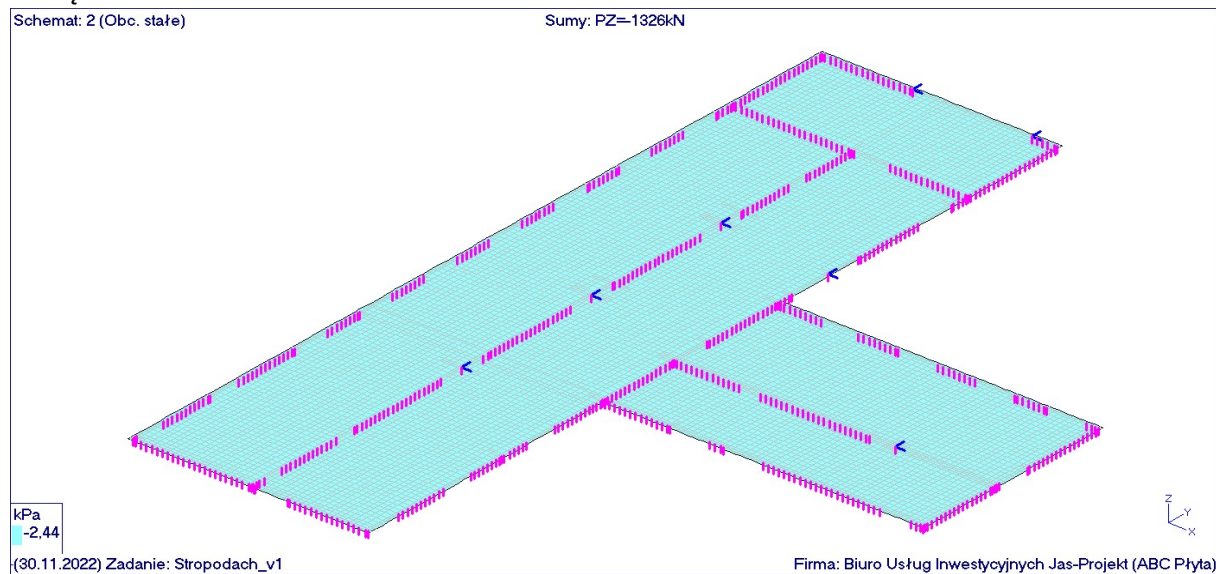
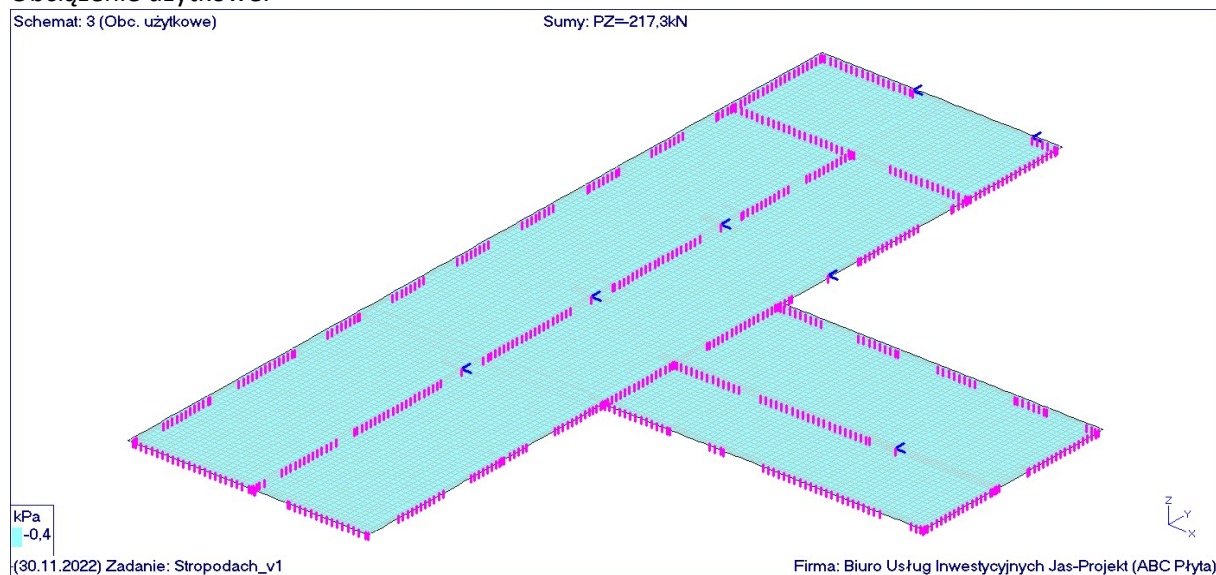
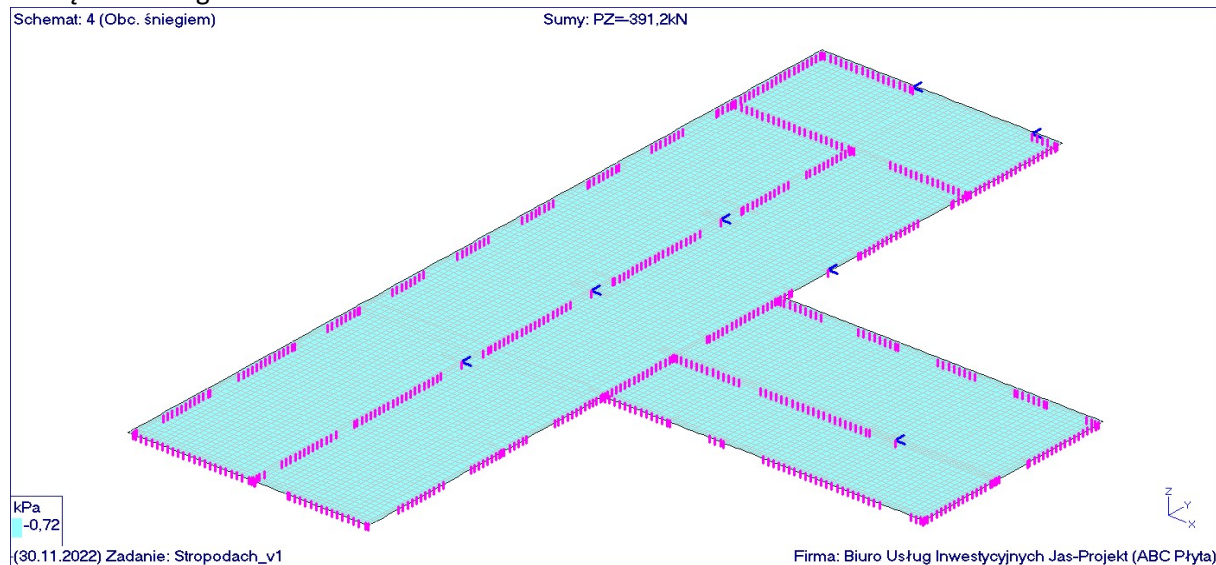
W poniższym punkcie przedstawione zostaną parametry modelu obliczeniowego stropodachu PS-1 wraz zadanymi obciążeniami oraz wymiarowaniem zbrojenia.

Geometria, układ podpór i grubości elementów stropodachu:

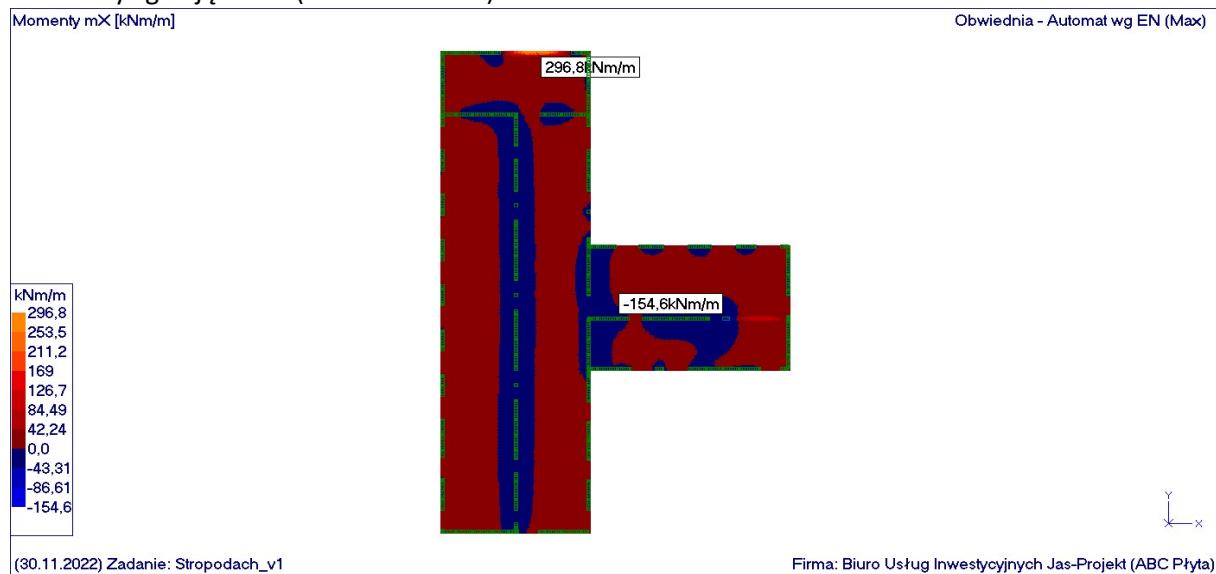


Obciążenie ciężarem własnym:

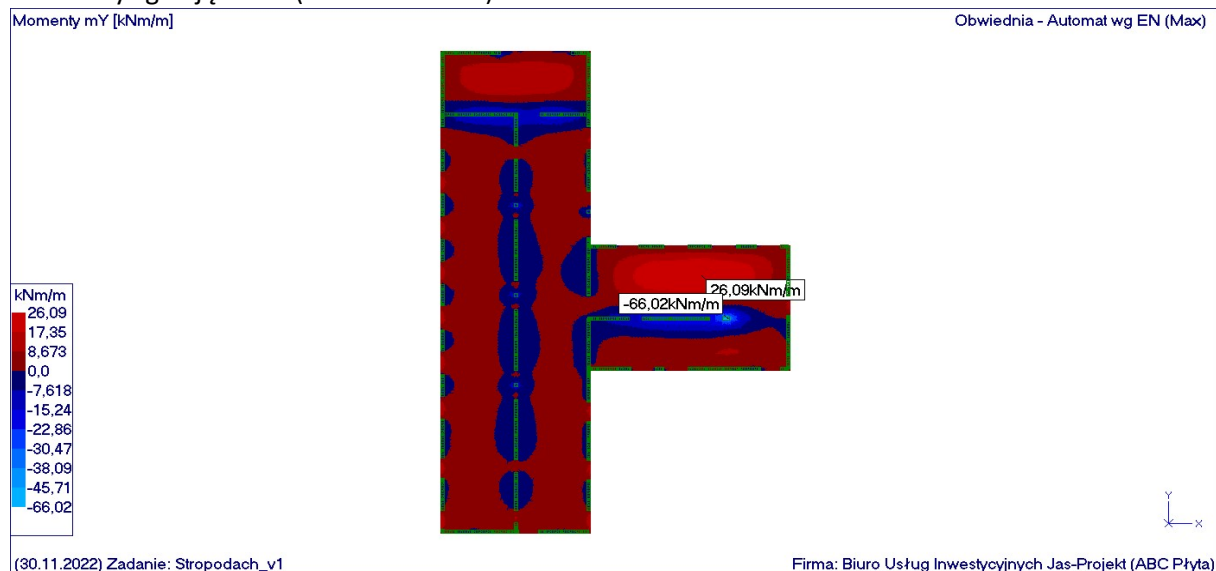


**Obciążenie stałe:****Obciążenie użytkowe:****Obciążenie śniegiem:**

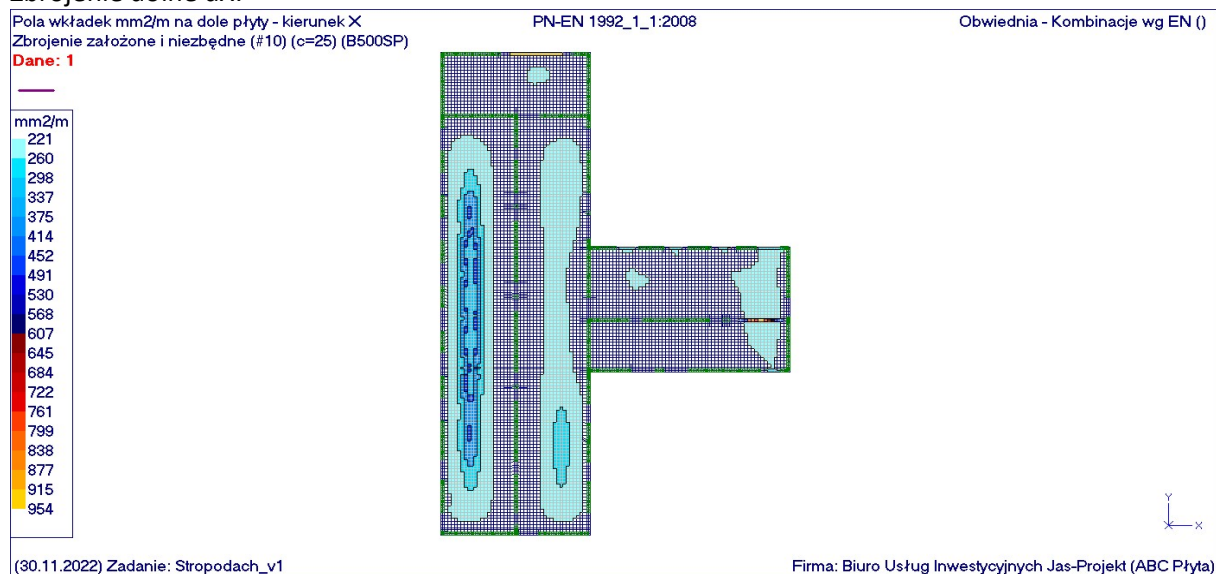
## Momenty zginające mX (obwiednia max):

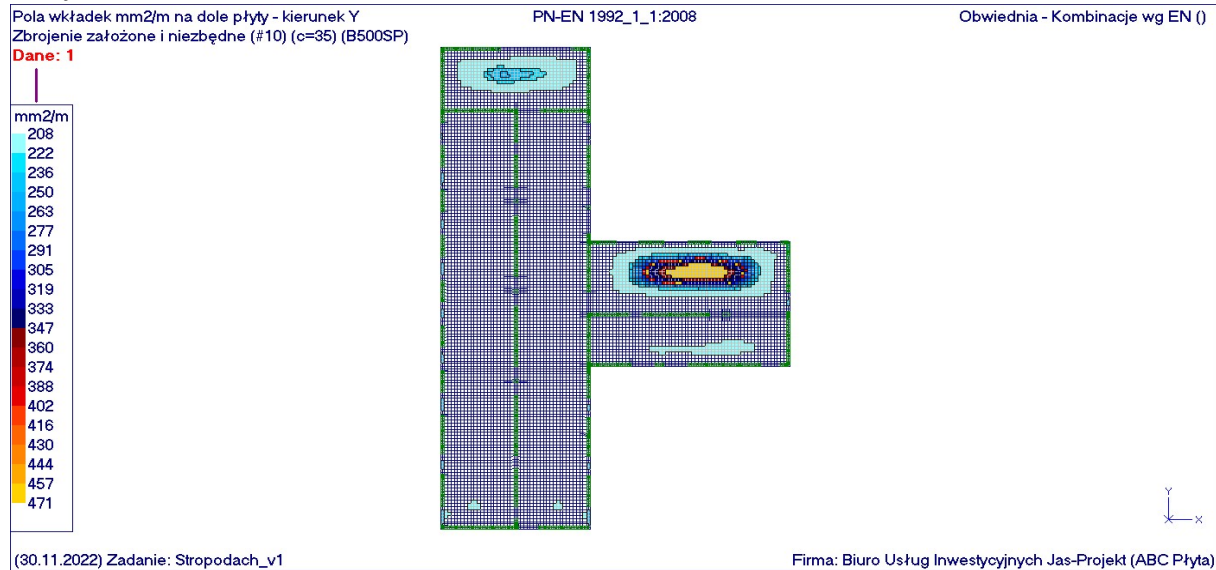
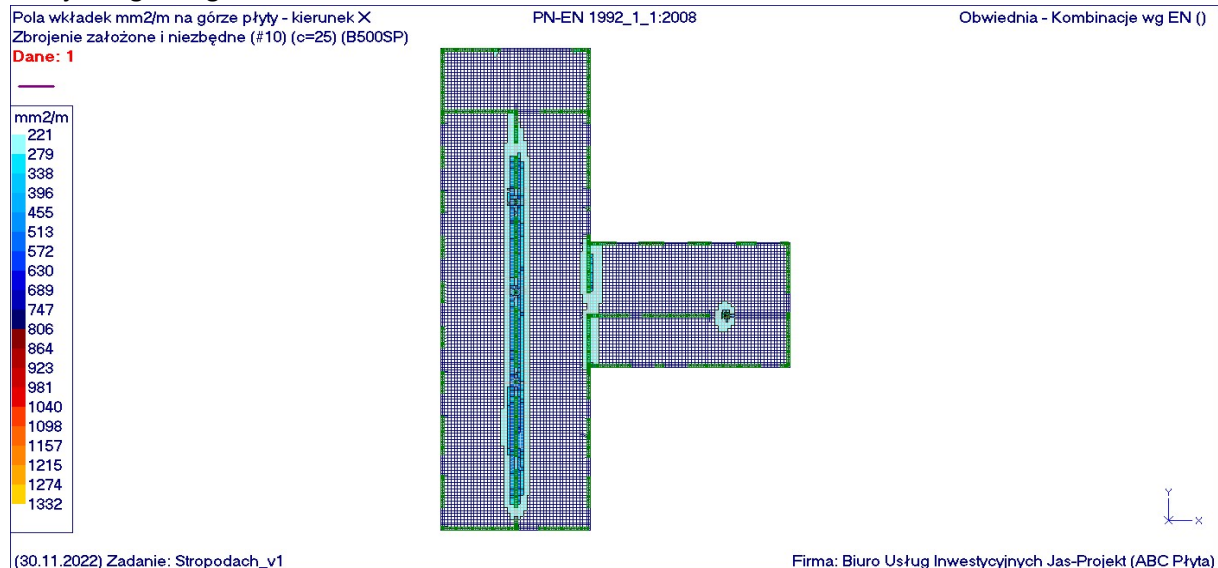
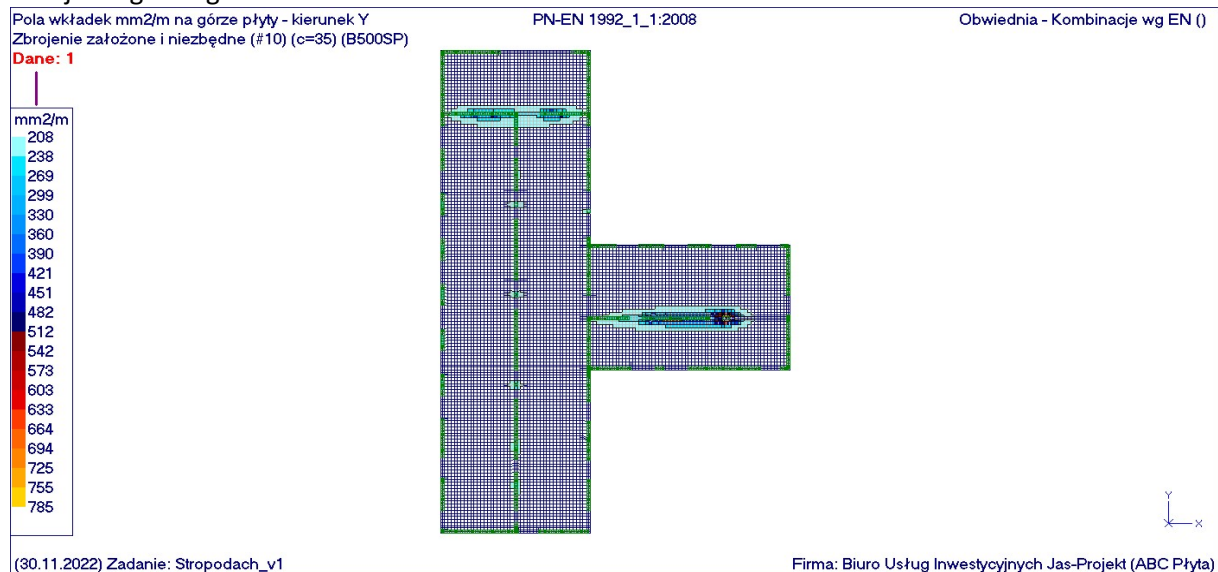


## Momenty zginające mY (obwiednia max):

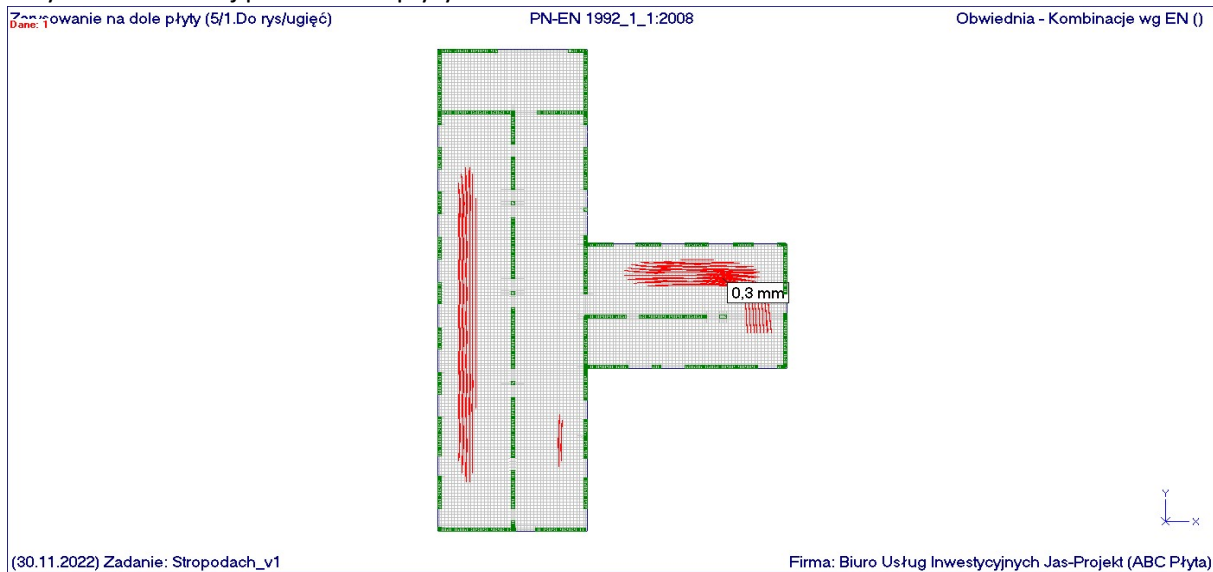


## Zbrojenie dolne dX:

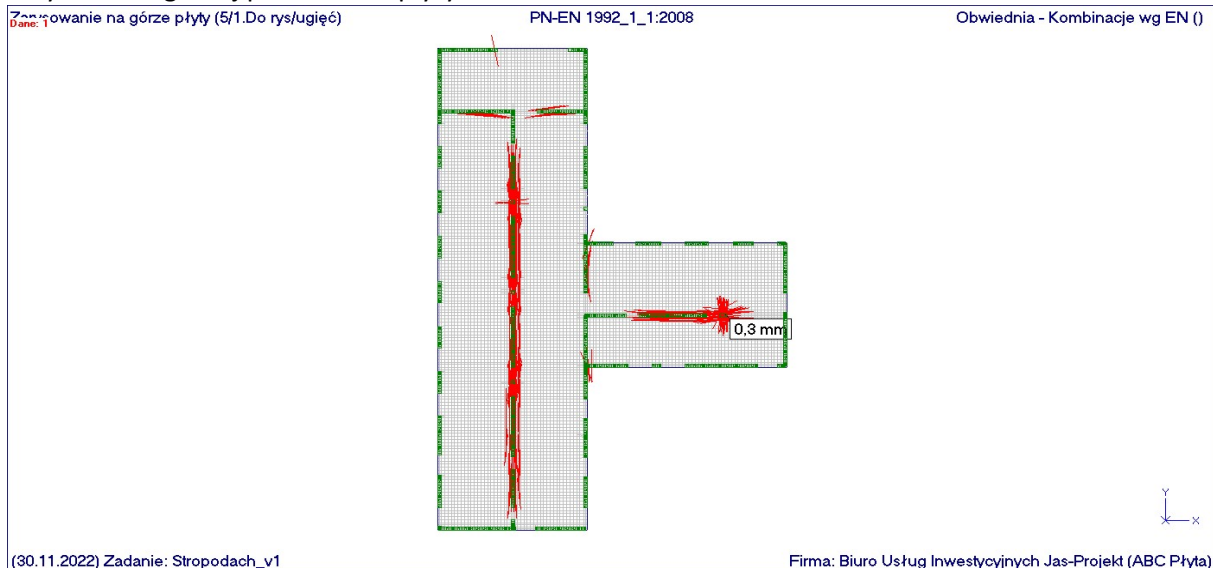


**Zbrojenie dolne dY:****Zbrojenie górne gX:****Zbrojenie górne gY:**

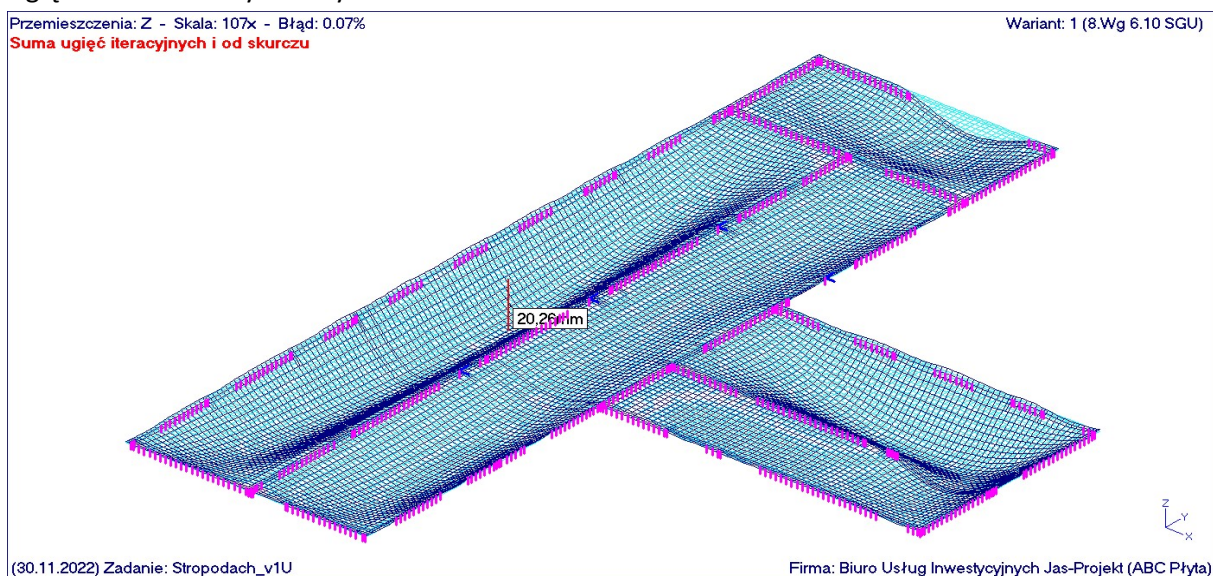
## Zarysowanie dolnej powierzchni płyty:



## Zarysowanie górnej powierzchni płyty:



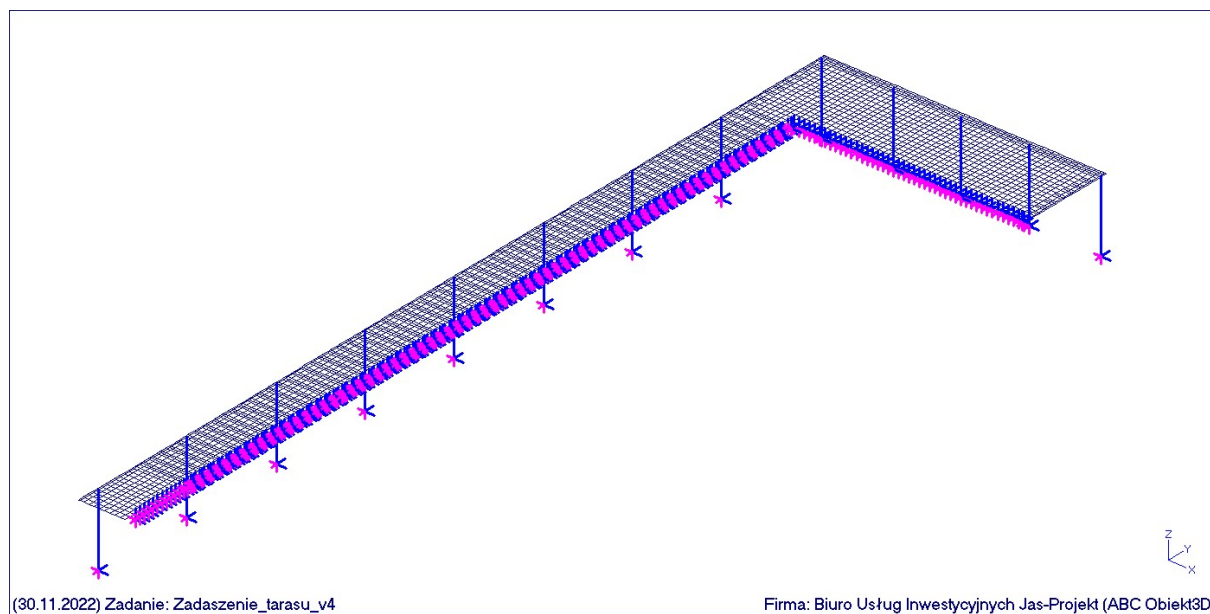
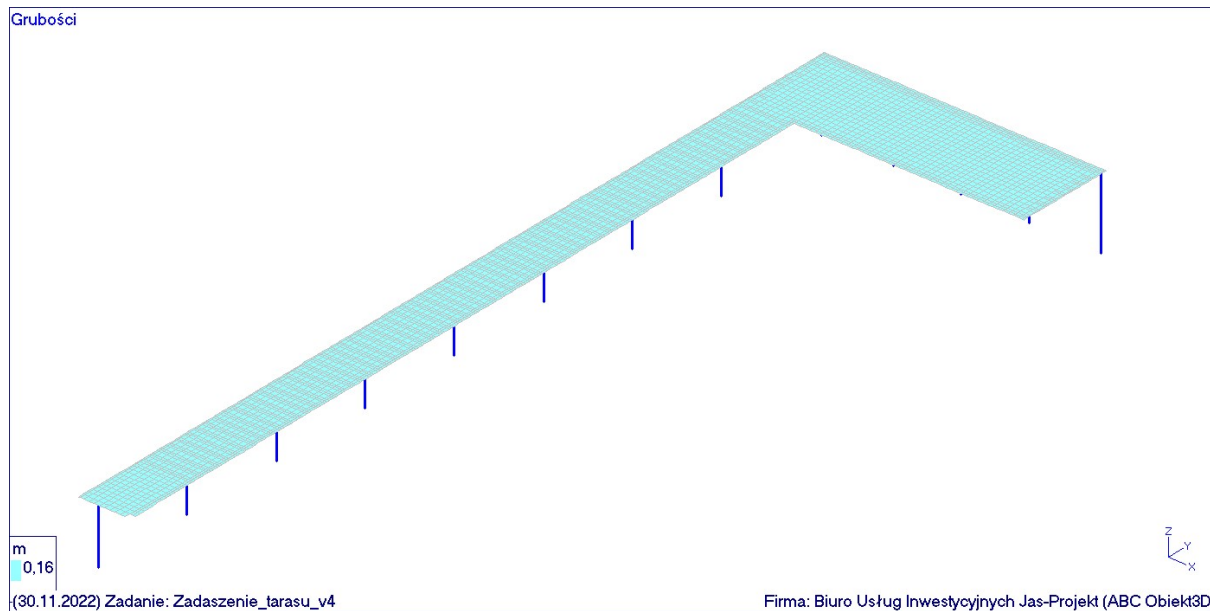
## Ugięcie w stanie zarysowanym:



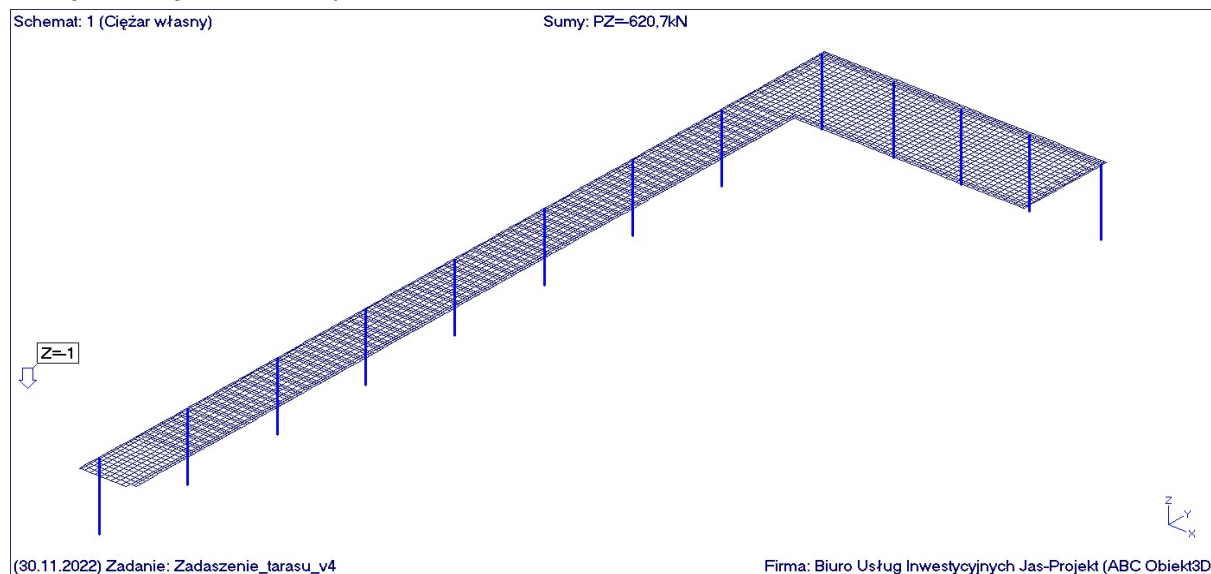
### 3.2. Stropodach PS-2

W poniższym punkcie przedstawione zostaną parametry modelu obliczeniowego płyty zadaszenia PZ-1 wraz z stalowymi słupami stanowiącymi jej podpory.

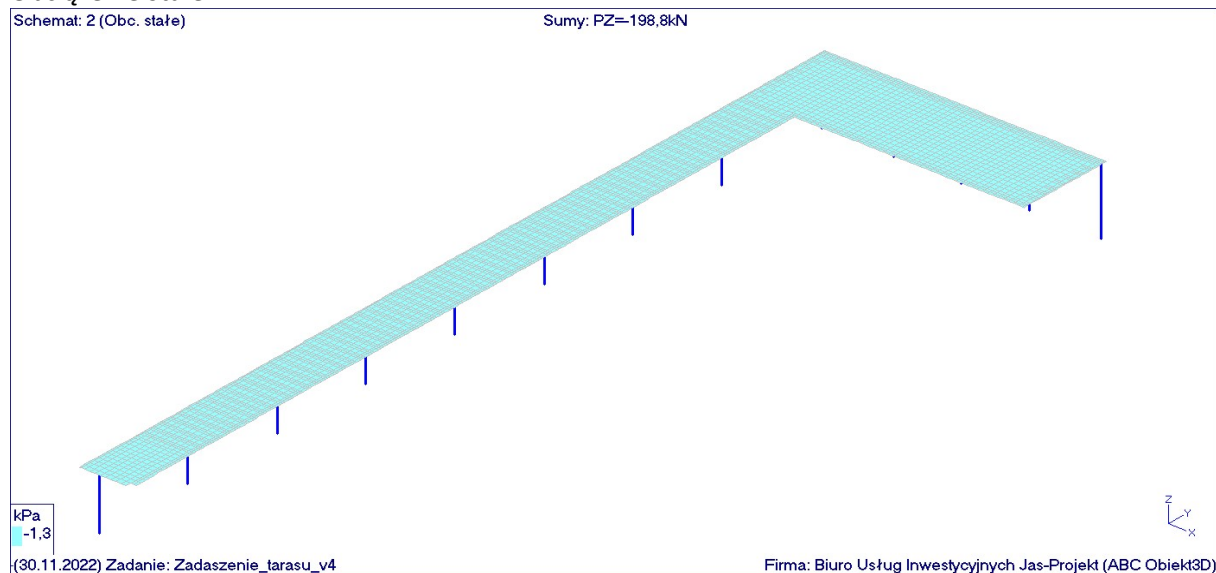
Geometria, układ podpór i grubości elementów:



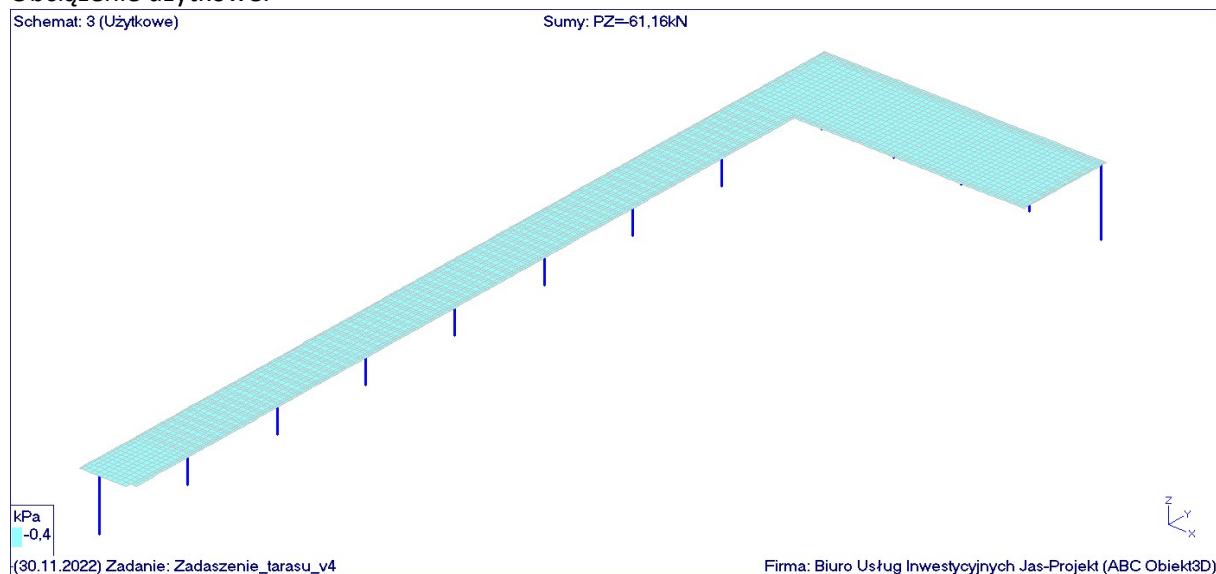
## Obciążenie ciężarem własnym:



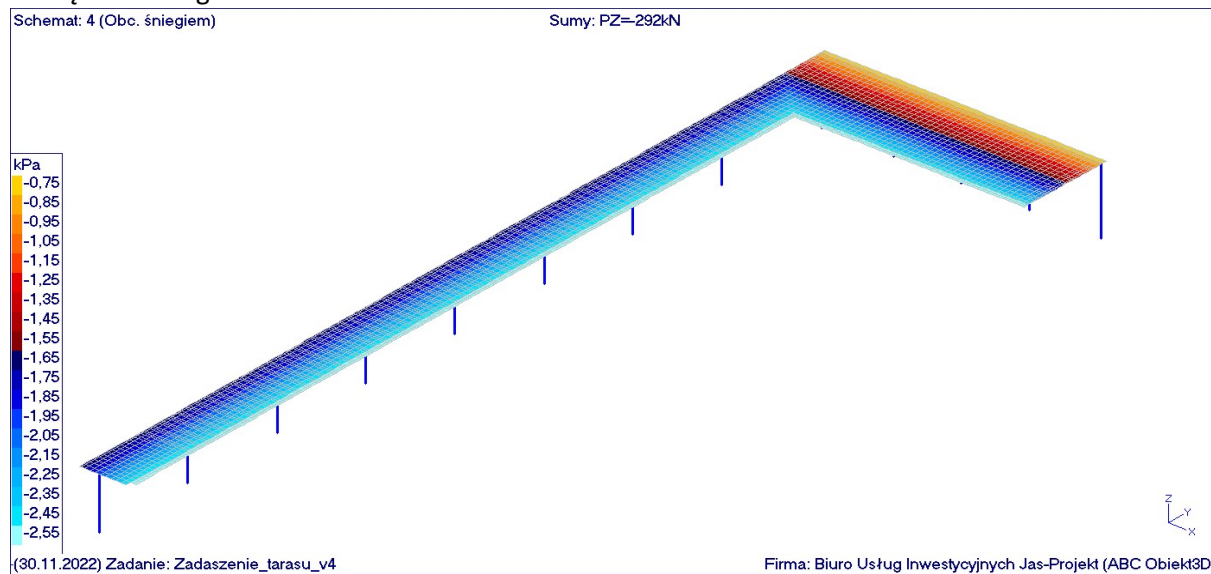
## Obciążenie stałe:



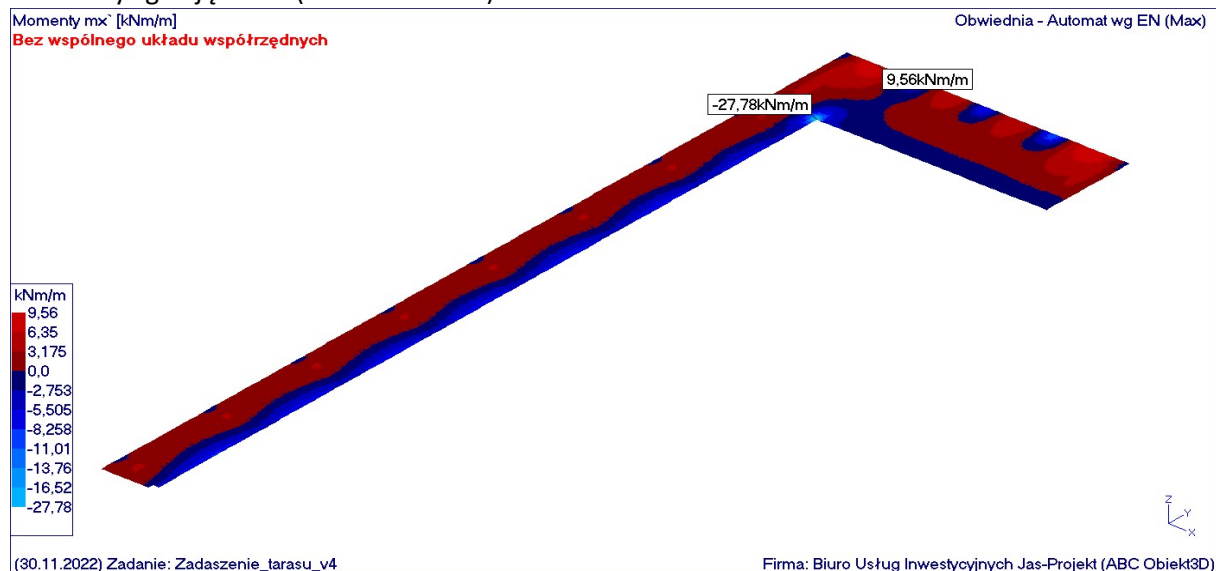
## Obciążenie użytkowe:



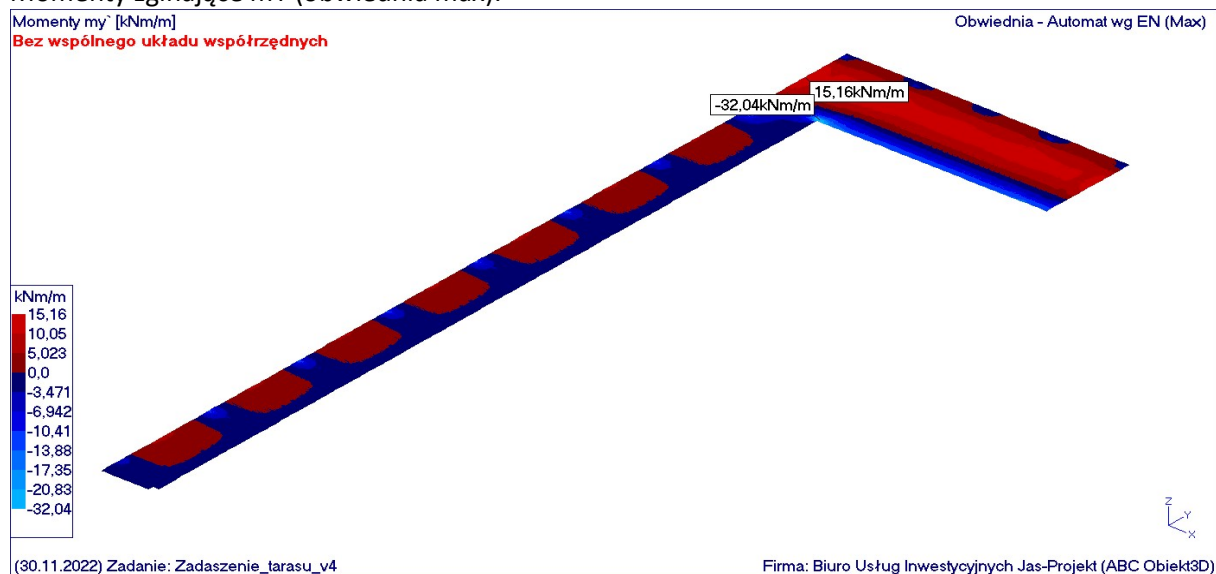
## Obciążenie śniegiem:



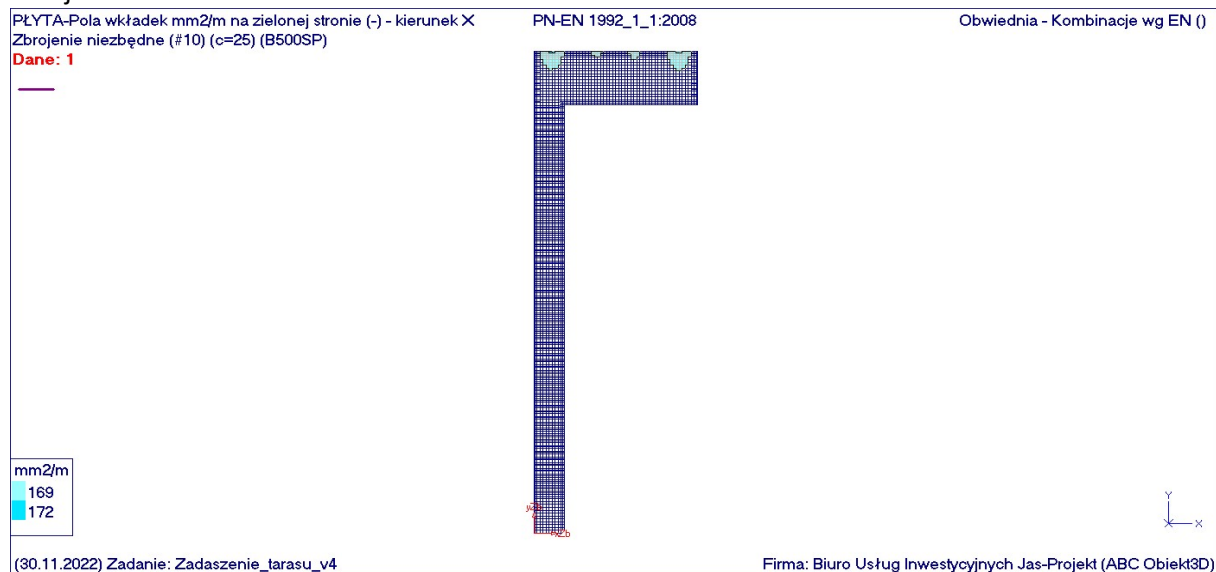
## Momenty zginające mX (obwiednia max):



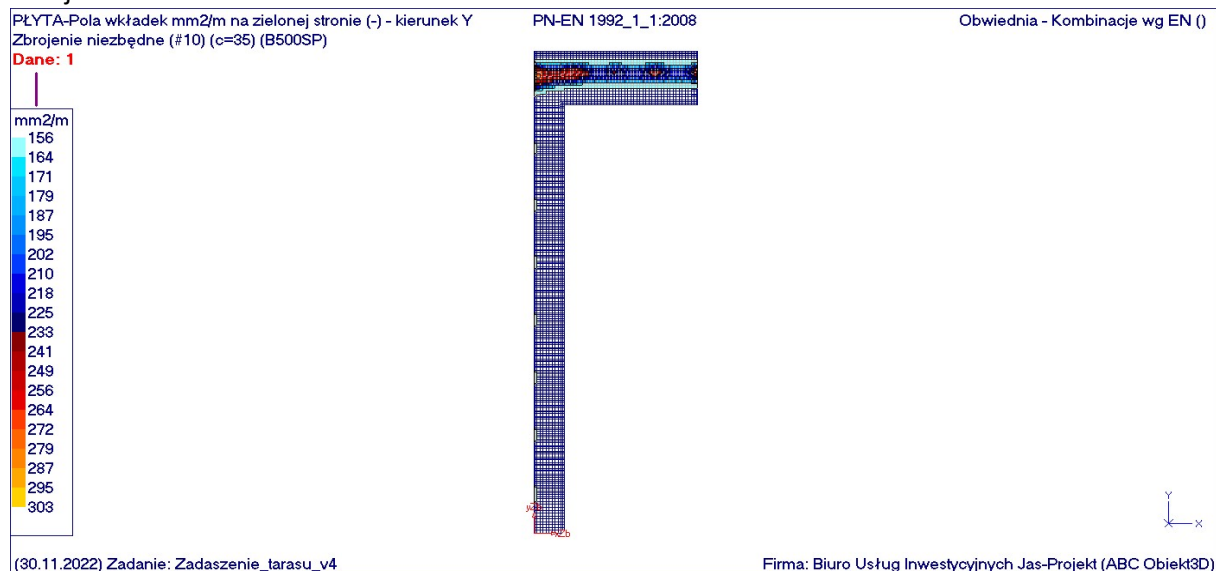
## Momenty zginające mY (obwiednia max):



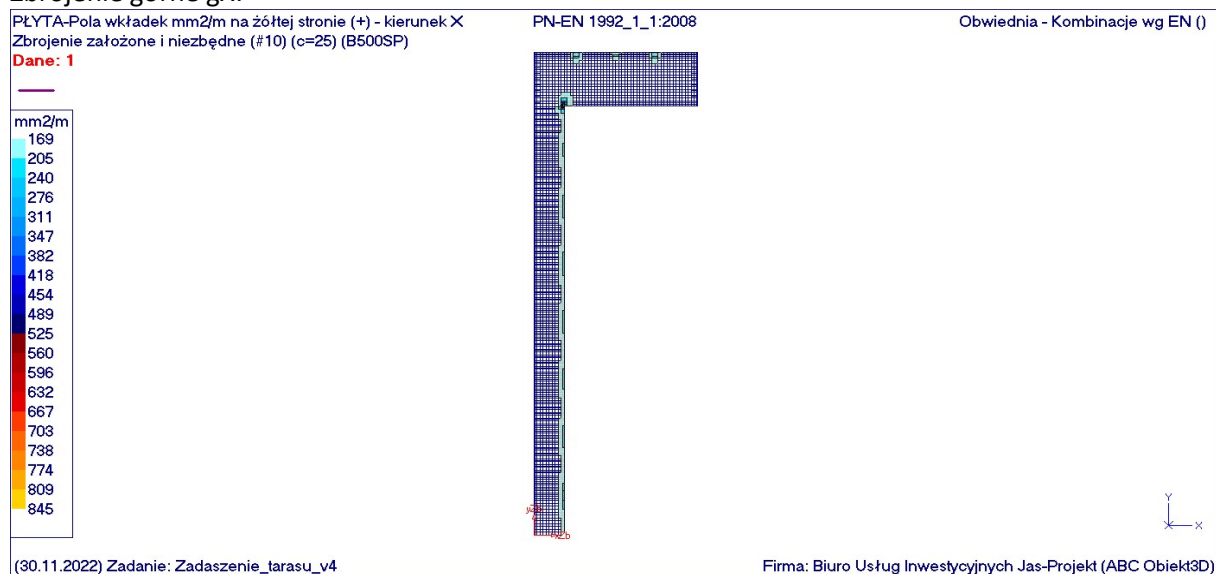
## Zbrojenie dolne dX:



## Zbrojenie dolne dY:



## Zbrojenie górne gX:



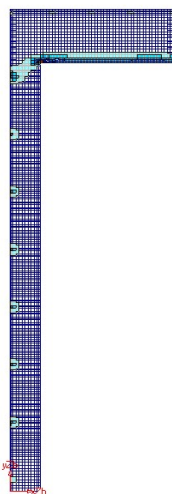
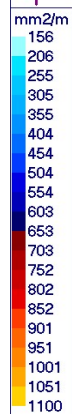
## Zbrojenie górne gY:

PŁYTA-Pola wkładek mm<sup>2</sup>/m na żółtej stronie (+) - kierunek Y  
Zbrojenie założone i niezbędne (#10) (c=35) (B500SP)

PN-EN 1992\_1\_1:2008

Obwiednia - Kombinacje wg EN ()

Dane: 1



(30.11.2022) Zadanie: Zadaszenie\_tarasu\_v4

Firma: Biuro Usług Inwestycyjnych Jas-Projekt (ABC Obiekt3D)

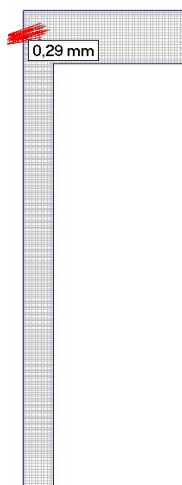
## Zarysowanie dolnej powierzchni płyty:

Zarysowanie na zielonej stronie (-) (Do rys)

PN-EN 1992\_1\_1:2008

Obwiednia - Kombinacje wg EN ()

Dane: 1



(30.11.2022) Zadanie: Zadaszenie\_tarasu\_v4

Firma: Biuro Usług Inwestycyjnych Jas-Projekt (ABC Obiekt3D)

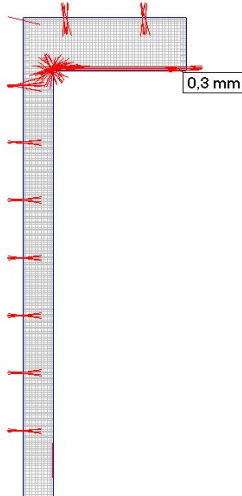
## Zarysowanie górnej powierzchni płyty:

Zarysowanie na żółtej stronie (+) (Do rys)

PN-EN 1992\_1\_1:2008

Obwiednia - Kombinacje wg EN ()

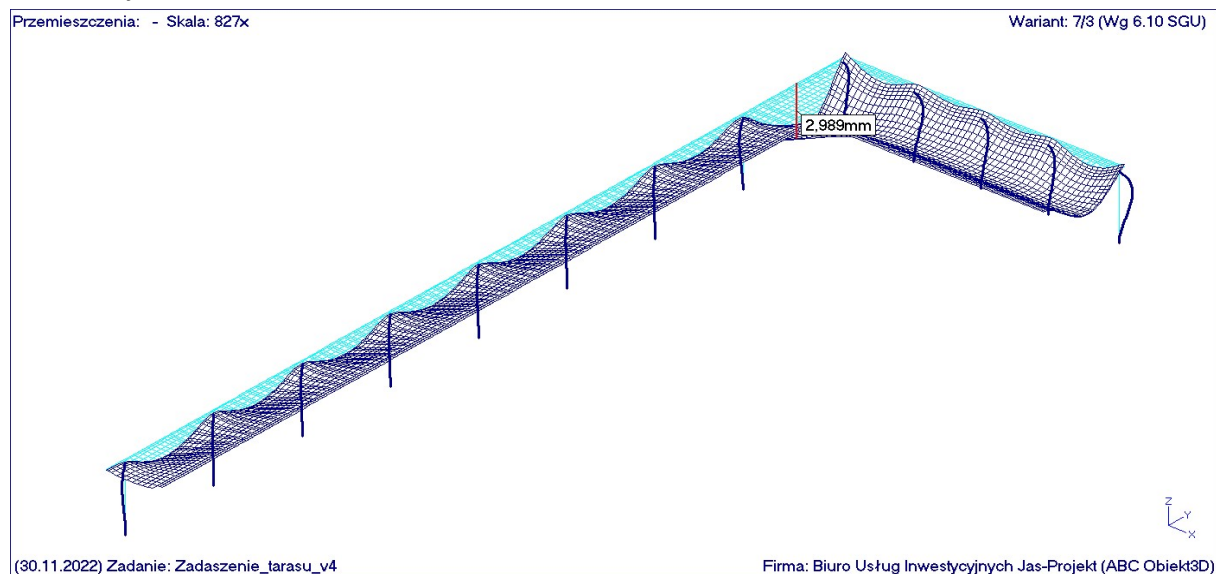
Dane: 1



(30.11.2022) Zadanie: Zadaszenie\_tarasu\_v4

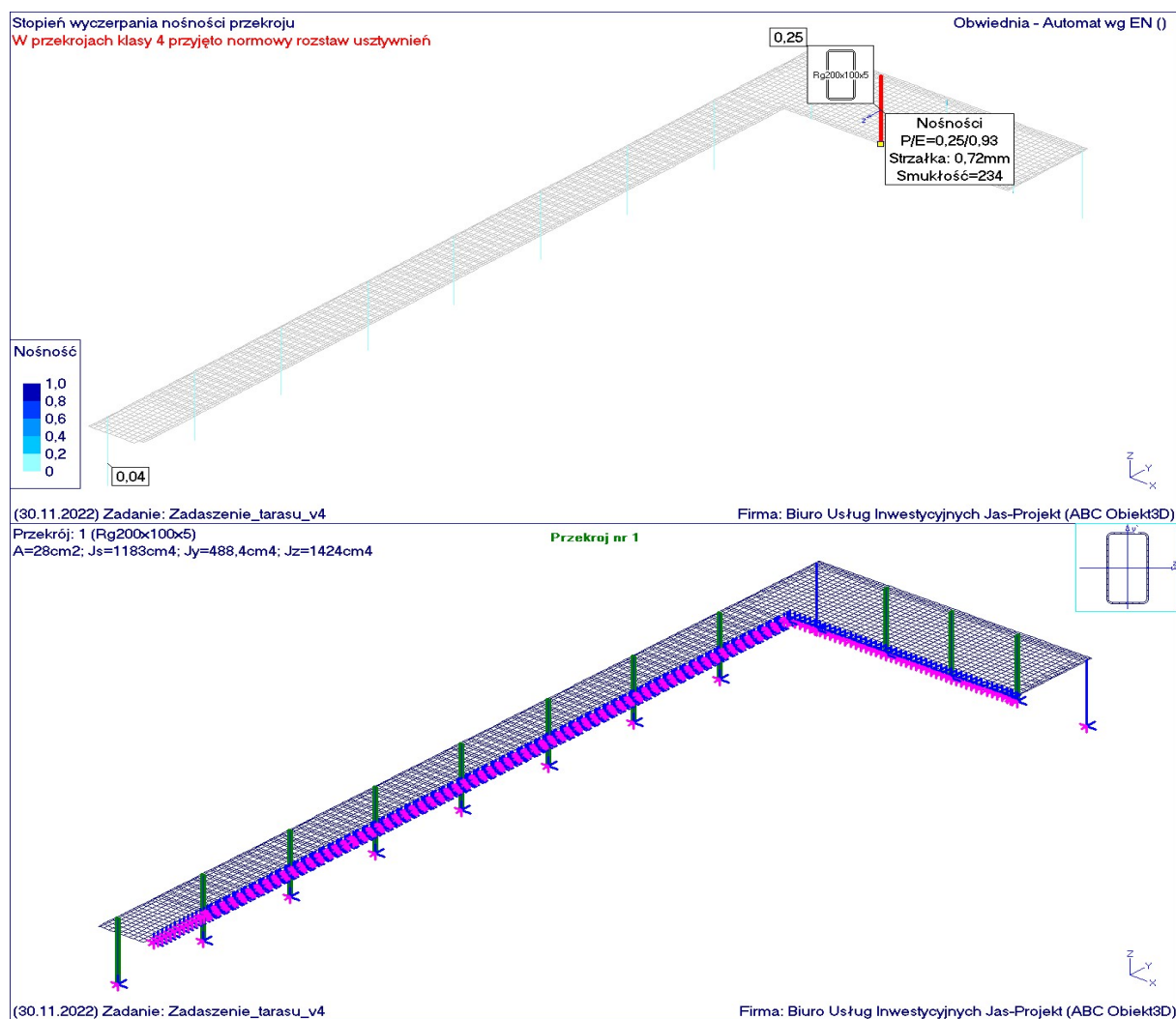
Firma: Biuro Usług Inwestycyjnych Jas-Projekt (ABC Obiekt3D)

## Deformacja układu:



## 3.3. Słupy stalowe zadaszenia

W poniższym punkcie przedstawione zostaną wyniki wymiarowania słupów stalowych stanowiących podpory płyty zadaszenia PZ-1.



ABC Obiekt3D wersja 6.21; Użytkownik: Biuro Usług Inwestycyjnych Jas-Projekt

Data: 30.11.2022; Czas: 16:54:52; Zadanie: Zadaszenie\_tarasu\_v4; Typ: Obiekt3D

Opis:

OBIEKT: Słup (Rg200x100x5)  
 Od węzła: 4188 do węzła: 2699 (L= 3,35 m)  
 Elementów: 1 (5)  
 Przekrój nr: 1 (Rg200x100x5) Rura prostokątna  
 Materiał: S235  
 $(m0=1,0 \ m1=1,0 \ m2=1,25)$   
 Granica plastyczności  $f_y = 235 \text{ MPa}$   
 Odległość między przekrojami < 0,125 m  
 STRZAŁKA UGIĘCIA (s obwiedni char.)  
 $f = 0,7169 \text{ mm} < 13,4 \text{ mm} (L/250)$   
 USTALENIE KLASY PRZEKROJU

RURA

Wytrzymał. obliczeń. ( $f_d$ ) = 235 MPa  
 $Eps = (\text{stosunek } 215/f_d) = 0,9565$   
 Wysokość ścianki ( $b$ ) = 200 mm  
 Grubość ścianki ( $t$ ) = 5 mm  
 Współczynnik ( $\alpha$ ) = 0,5  
 Współczynnik ( $K_2$ ) = 0,4  
 Stosunek ( $b/t$ ) = 40  
 Klasa N = 4 (max  $b/t = 26,78$ )  
 Klasa Mx = 1 (max  $b/t = 62,22$ )  
 Klasa Vy = 1 (max  $b/t = 66,96$ )

RURA

Wytrzymał. obliczeń. ( $f_d$ ) = 235 MPa  
 $Eps = (\text{stosunek } 215/f_d) = 0,9565$   
 Wysokość ścianki ( $b$ ) = 100 mm  
 Grubość ścianki ( $t$ ) = 5 mm  
 Współczynnik ( $\alpha$ ) = 0,5  
 Współczynnik ( $K_2$ ) = 0,4  
 Stosunek ( $b/t$ ) = 20  
 Klasa N = 1 (max  $b/t = 22$ )  
 Klasa My = 1 (max  $b/t = 62,22$ )  
 Klasa Vx = 1 (max  $b/t = 66,96$ )

KLASY PRZEKROJU

Ściskanie osiowe : 4  
 Ścinanie wzdłuż Y: 1  
 Zginanie względem X: 4  
 Ścinanie wzdłuż X: 1  
 Zginanie względem Y: 1

CECHY GEOMETRYCZNE PRZEKROJU

Pole przek. poprz. (A) = 28 cm<sup>2</sup>  
 Pola na ścinanie ( $A_{vy}$ ) = 9,5 cm<sup>2</sup>  
 Wsk. na zginanie ( $W_{cy}$ ) = 142,4 cm<sup>3</sup> ( $W_{cz}$ ) = 97,67 cm<sup>3</sup>  
 Wsk. na zginanie ( $W_{ty}$ ) = 142,4 cm<sup>3</sup> ( $W_{tz}$ ) = 97,67 cm<sup>3</sup>

NOŚNOŚCI OBLICZENIOWE PRZEKROJU

ŚCIANKA - ściskanie

Szerokość ścianki ( $b$ ) = 200 mm  
 Grubość ścianki ( $t$ ) = 5 mm  
 Stosunek  $a/b$  ( $\beta$ ) = 2  
 Mnożnik napr. śred. ( $\eta$ ) = 1  
 Smukłość względna ( $\lambda_p$ ) = 0,7468  
 Wsp. niestateczności miejscowej ( $\phi_{ip}$ ) = 1  
 NA ŚCISKANIE ( $N_{Rc}$ ) = 658 kN  
 Wsp. redukc. nośności przek. ( $\psi_{ic}$ ) = 1  
 Na ścinanie ( $V_{Ry}$ ) = 265,8 kN  
 Na ścinanie ( $V_{Rx}$ ) = 129,5 kN

ŚCIANKA PIONOWA - zginanie X

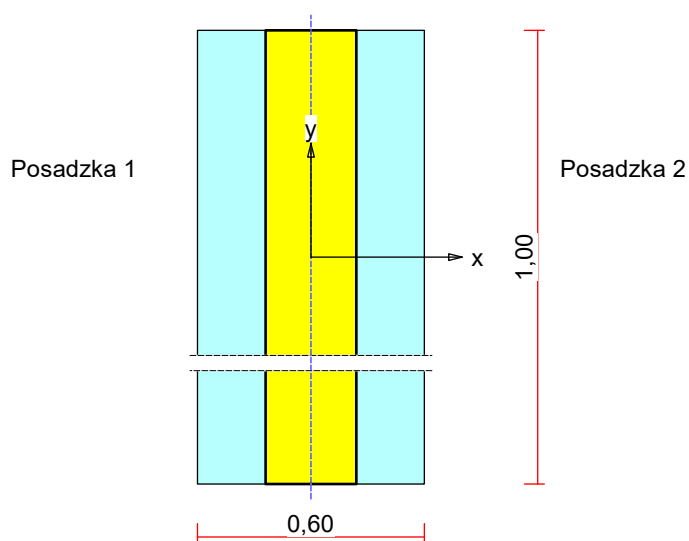
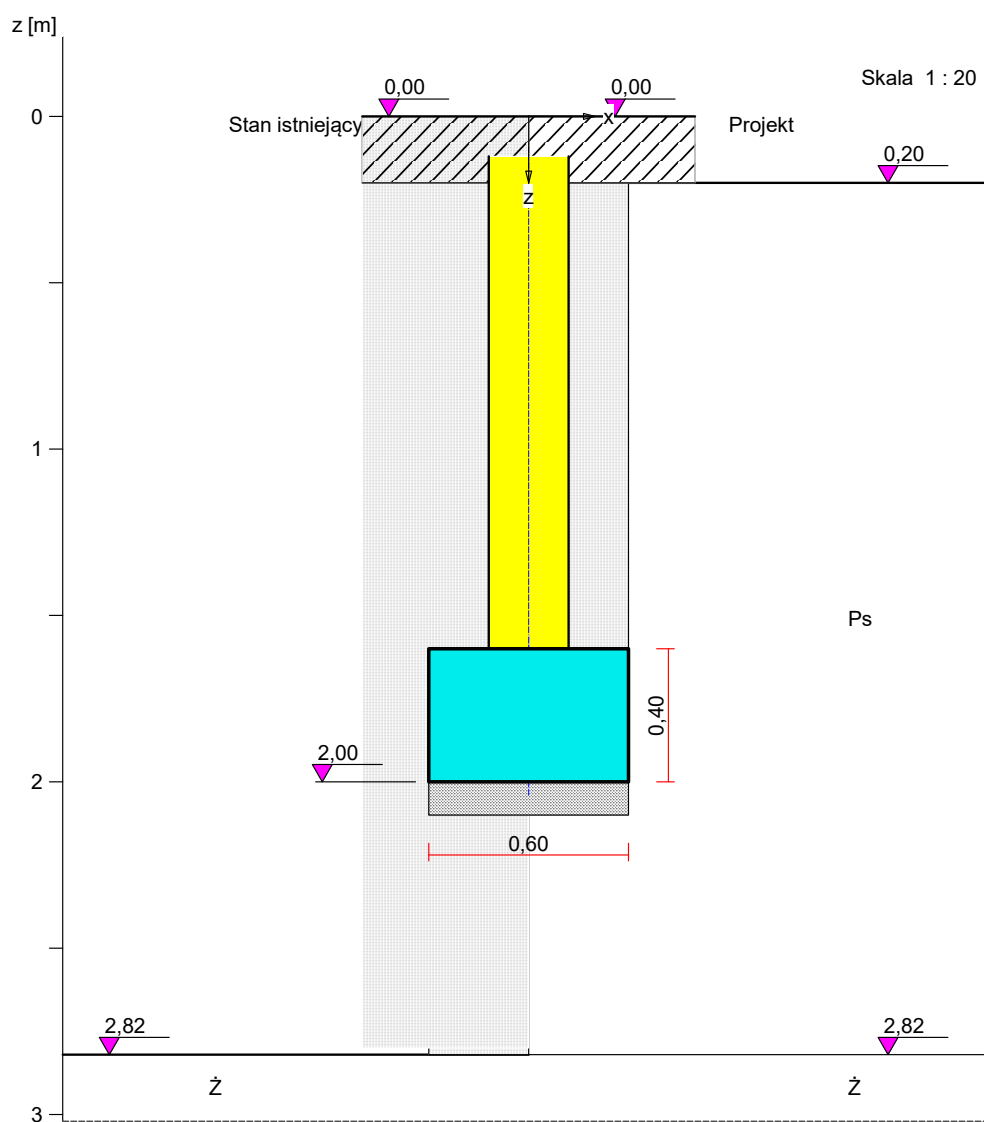
Szerokość ścianki ( $b$ ) = 200 mm  
 Grubość ścianki ( $t$ ) = 5 mm

Stosunek  $a/b$  ( $\beta$ ) = 2

ABC Obiekt3D wersja 6.21; Użytkownik: Biuro Usług Inwestycyjnych Jas-Projekt

Mnożnik napr.śred.(ni)= 0,0  
 Smukłość względna (lp)= 0,2987  
 Wsp.niestateczności miejscowej (fi\_p)= 1  
 ŚCIANKA POZIOMA - zginanie X  
 Szerokość ścianki (b)= 100 mm  
 Grubość ścianki (t)= 5 mm  
 Stosunek a/b (beta)= 2  
 Mnożnik napr.śred.(ni)= 1  
 Smukłość względna (lp)= 0,2734  
 Wsp.niestateczności miejscowej (fi\_p)= 1  
 NA ZGINANIE (MRx)= 33,47 kNm  
 Wsp.reduk.nośności przek.(psiG)= 1  
 Na zginanie (MRy)= 22,95 kNm  
**OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE**  
 Nrx:  
 1 (\*1,35)  
 2 (\*1,35)  
 3 (\*1,05)  
 4 (\*1,05)  
 Ściskanie (Nc)= 58,24 kN  
 Ścinanie (Vs)= 2,292 kN Ścinanie (Vy)= 0,09421 kN  
 Zginanie (My)= 5,119 kNm Zginanie (Mz)= 0,2104 kNm  
**STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU**  
 $My/MRy+Mz/MRz= 0,16 < 1$   
 $Nc/NRc+My/MRy+Mz/MRz= 0,25 < 1$   
 $Vy/VRy, Nc= 0 < 1$   
 $Vz/VRz, Nc= 0,01 < 1$   
**STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - WYBOCZENIE**  
 Dł.oblicz.pręta (Loy)= 3,35 m (Loz)= 3,35 m  
 Wsp.dł.wybozczen. (miy)= 2,92 (miz)= 2,92  
 Dł.wybozczeniowa (Ley)= 9,782 m (Lez)= 9,782 m  
 Pr.bezwładności (iy)= 7,13 cm (iz)= 4,18 cm  
 Smukłość pręta (l\_y)= 137,2 (l\_z)= 234,2  
 Smukłość porówn. (l\_p)= 80,35 (l\_p)= 80,35  
 Smukłość względna (lwy)= 1,707 (lwz)= 2,915  
 Wsp.wybozczeniowy (fiy)= 0,3093 (fiz)= 0,1153  
**STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - ZWICHRZENIE**  
 Zabezpieczenie przed zwichrzeniem; fiL= 1.0  
**STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI ELEMENTU**  
 $My/(fiL*MRy)+Mz/MRz= 0,16 < 1$   
 $Nc/(fi*NRc)= 0,77 < 1$   
 Wsp.beta by= 1 by= 1  
 Poprawki Dy= 0,02 Dy= 0,0  
 $Nc/(fiy*NRc)+by*My/(fiL*MRy)+bz*Mz/MRz+Dy= 0,47 < 1$   
 $Nc/(fiy*NRc)+by*My/(fiL*MRy)+bz*Mz/MRz+Dz= 0,93 < 1$

### 3.4. Ława fundamentowa ŁF-1



## 1. Podłoże gruntowe

### 1.1. Teren

Istniejący względny poziom terenu:  $z_t = 2,82$  m,

Projektowany względny poziom terenu:  $z_{tp} = 0,20$  m.

### 1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom stropu	Grubość warstwy	Nazwa gruntu	Poz. wody grunt.
	[m]	[m]		[m]
1	2,82	1,00	Żwir	brak wody
2	3,82	0,60	Żwir	brak wody
3	4,42	0,90	Gлина pylasta zwięzła	brak wody
4	5,32	nieokreśl.	Gлина pylasta zwięzła	brak wody

### 1.3. Wymiana gruntu

Lp.	Poziom stropu	Grubość warstwy	Nazwa gruntu	Poz. wody grunt.
	[m]	[m]		[m]
1	0,20	2,62	Piasek średni	brak wody

### 1.4. Zasyпка

Charakterystyczny ciężar objętościowy:  $\gamma_{z \text{ char}} = 20,00$  kN/m<sup>3</sup>,

Współczynnik obciążenia:  $\gamma_{zf} = 1,20$ .

## 2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **ściana**

Szerokość:  $b = 0,24$  m, długość:  $l = 1,00$  m,

Współrzędne końców osi ściany:

$x_1 = 0,00$  m,  $y_1 = 0,00$  m,  $x_2 = 1,00$  m,  $y_2 = 0,00$  m,

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego:  $\phi = -90,00^\circ$ .

## 3. Posadzki

### 3.1. Posadzka 1

Względny poziom posadzki:  $p_{p1} = 0,00$  m,

Grubość:  $h = 0,20$  m, charakt. ciężar objętościowy:  $\gamma_{p1 \text{ char}} = 22,00$  kN/m<sup>3</sup>,

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

Wymiar posadzki:  $d_x = 2,00$  m.

### 3.2. Posadzka 2

Względny poziom posadzki:  $p_{p2} = 0,00$  m,

Grubość:  $h = 0,20$  m, charakt. ciężar objętościowy:  $\gamma_{p2 \text{ char}} = 22,00$  kN/m<sup>3</sup>,

Obciążenie posadzki:  $q_{p2} = 0,00$  kN/m<sup>2</sup>, współczynnik obciążenia:  $\gamma_{qf} = 1,20$ .

Wymiar posadzki:  $d_x = 2,00$  m.

## 4. Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia:  $z_{obc} = 1,40$  m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	Hx	My	$\gamma$
	obciążenia*	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[-]
1	D+K	112,0	0,0	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:  $d_x = 12,0$  mm, na kierunku y:  $d_y = 12,0$  mm,

Kierunek zbrojenia głównego: x,

Grubość otuliny: 5,0 cm.

Dopuszcza się zbrojenie strzemionami, jeżeli warunek na przebicie tego wymaga.

## 6. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia:  $z_f = 2,00$  m

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy:  $B = 0,60$  m,  $L = 1,00$  m,

Wysokość:  $H = 0,40$  m, mimośród:  $E = 0,00$  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+K	2,00	0,17	0,00
	D+K	2,82	0,04	0,00

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

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego:  $B = 0,60$  m,  $L = 1,00$  m.

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

Rodzaj obciążenia: D+K,

#### Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa:  $N = 112,00$  kN/m, mimośród względem podstawy fund.  $E = 0,00$  m,

siła pozioma:  $H_x = 0,00$  kN/m, mimośród względem podstawy fund.  $E_z = 0,60$  m,

moment:  $M_y = 0,00$  kNm/m.

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa:  $G = 21,64$  kN/m, moment:  $M_{Gy} = 0,00$  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:

$$N_r = (N + G) \cdot L = (112,00 + 21,64 \mid 14,63) \cdot 1,00 = 133,64 \mid 126,63 \text{ kN.}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_r = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L = (-112,00 \cdot 0,00 + 0,00 \mid 0,00) \cdot 1,00 = 0,00 \mid 0,00 \text{ kNm.}$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_r / N_r| = 0,00 / 126,63 = 0,00 \text{ m.}$$

$$e_r = 0,00 \text{ m} < 0,15 \text{ m.}$$

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

### Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_r = 0,60 - 2 \cdot 0,00 = 0,60 \text{ m}, \quad L' = L = 1,00 \text{ m}.$$

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

$$\text{średnia gęstość obl.: } \rho_{D(r)} = 1,64 \text{ t/m}^3, \quad \text{min. wysokość: } D_{\min} = 2,00 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,64 \cdot 9,81 \cdot 2,00 = 32,13 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 36,00 \cdot 0,90 = 32,40^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \cdot 0,90 = 0,00 \text{ kPa},$$

$$N_B = 11,09 \quad N_C = 36,71, \quad N_D = 24,30.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_r = 0,00 \cdot 1,00 / 133,64 = 0,0000, \quad \text{tg } \delta / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000 / 0,6346 = 0,000,$$

$$i_B = 1,00, \quad i_C = 1,00, \quad i_D = 1,00.$$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,80 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 15,89 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B' / L' = 0,85, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B' / L' = 1,18, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B' / L' = 1,90.$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{INB} = B' L' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B' \cdot i_B) = 943,70 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 133,64 \text{ kN} < m \cdot Q_{INB} = 0,81 \cdot 943,70 = 764,40 \text{ kN}.$$

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

## 8. Stan graniczny II

### 8.1. Osiadanie fundamentu

**Osiadanie całkowite:**

$$\text{Osiadanie pierwotne: } s' = 0,54 \text{ cm}.$$

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

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

$$\text{Osiadanie: } s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,54 + 0 \cdot 0,00 = 0,54 \text{ cm},$$

Sprawdzenie warunku osiadania:

**Warunek nie jest określony.**

## 9. Wymiarowanie fundamentu

### 9.1. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na przebiecie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność betonu	Nośność strzemion
		V [kN/m]	V <sub>r</sub> [kN/m]	V <sub>s</sub> [kN/m]
* 1	1	0	344	–

### 9.2. Sprawdzenie ławy na przebiecie dla obciążenia nr 1

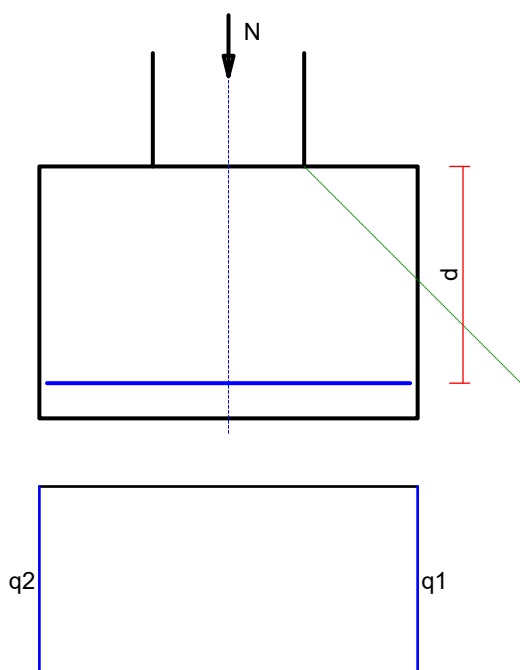
**Zestawienie obciążeń:**

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

$$\text{siła pionowa: } N_r = 112 \text{ kN/m}, \quad \text{moment: } M_r = 0,00 \text{ kNm/m}.$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_r/N_r| = 0,00 \text{ m.}$$



#### Przebiecie ławy w przekroju 1:

Siła ścinająca:  $V_{Sd} = 0,5 \cdot (q_1 + q_c) \cdot c = 0 \text{ kN/m.}$

Nośność betonu na ścinanie:  $V_{Rd} = f_{ctd} \cdot d = 1000 \cdot 0,34 = 344 \text{ kN/m.}$

$V_{Sd} = 0 \text{ kN/m} < V_{Rd} = 344 \text{ kN/m.}$

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

#### 9.3. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na zginanie

Nr obc.	Przekrój	Moment zginający	Nośność betonu
		M [kNm/m]	$M_r$ [kNm/m]
* 1	1	3	–

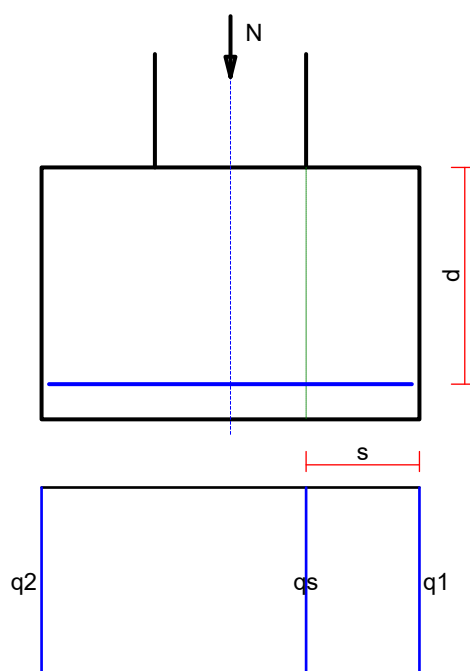
#### 9.4. Sprawdzenie ławy na zginanie dla obciążenia nr 1

##### Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa:  $N_r = 112 \text{ kN/m,}$  moment:  $M_r = 0,00 \text{ kNm/m.}$

Mimośród siły względem środka podstawy:  $e_r = |M_r/N_r| = 0,00 \text{ m.}$



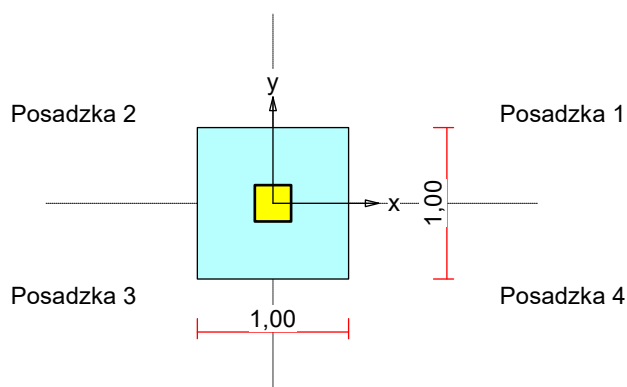
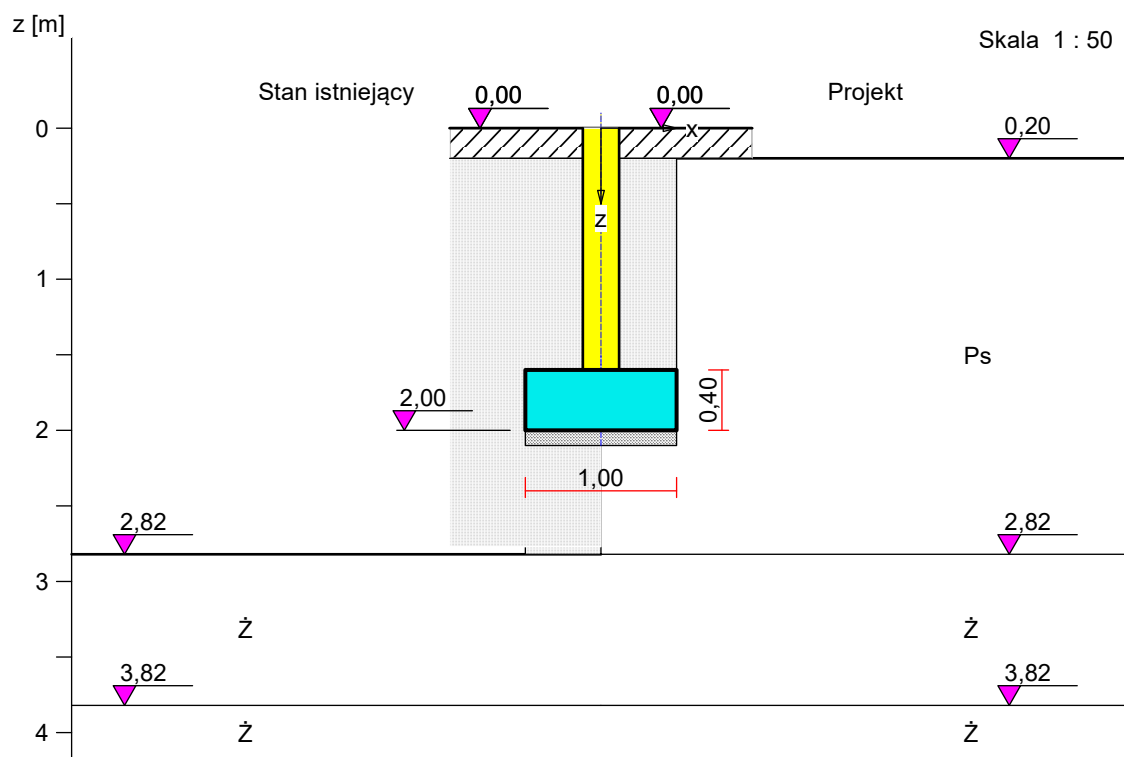
**Zginanie ławy w przekroju 1:**

Moment zginający:  $M_{Sd} = (2 \cdot q_1 + q_s) \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 186,7 + 186,7) \cdot 0,03 = 3 \text{ kNm/m}$ .

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

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

### 3.5. Stopa fundamentowa SF-1/SF-2



## 1. Podłoże gruntowe

### 1.1. Teren

Istniejący względny poziom terenu:  $z_t = 2,82$  m,

Projektowany względny poziom terenu:  $z_{tp} = 0,20$  m.

### 1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody grunt. [m]
1	2,82	1,00	Żwir	brak wody
2	3,82	0,60	Żwir	brak wody
3	4,42	0,90	Gлина pylasta zwięzła	brak wody
4	5,32	nieokreśl.	Gлина pylasta zwięzła	brak wody

**1.3. Wymiana gruntu**

Lp.	Poziom stropu	Grubość warstwy	Nazwa gruntu	Poz. wody grunt.
	[m]	[m]		[m]
1	0,20	2,62	Piasek średni	brak wody

**1.4. Zasyпка**

Charakterystyczny ciężar objętościowy:  $\gamma_{z\text{ char}} = 20,00 \text{ kN/m}^3$ ,

Współczynnik obciążenia:  $\gamma_{zf} = 1,20$ .

**2. Konstrukcja na fundamencie**

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**

Wymiary słupa:  $b = 0,24 \text{ m}$ ,  $l = 0,24 \text{ m}$ ,

Współrzędne osi słupa:  $x_0 = 5,00 \text{ m}$ ,  $y_0 = 0,00 \text{ m}$ ,

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:  $h = 0,20 \text{ m}$ ,

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 2**

Względny poziom posadzki:  $p_{p2} = 0,00 \text{ m}$ , grubość:  $h = 0,20 \text{ m}$ ,

Charakterystyczny ciężar objętościowy:  $\gamma_{p2\text{ char}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$ ,

Obciążenie posadzki:  $q_{p2} = 0,00 \text{ kN/m}^2$ , współcz. obciążenia:  $\gamma_{qf} = 1,20$ ,

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

**3.3. Posadzka 3**

Względny poziom posadzki:  $p_{p3} = 0,00 \text{ m}$ , grubość:  $h = 0,20 \text{ m}$ ,

Charakterystyczny ciężar objętościowy:  $\gamma_{p3\text{ char}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$ ,

Obciążenie posadzki:  $q_{p3} = 0,00 \text{ kN/m}^2$ , współcz. obciążenia:  $\gamma_{qf} = 1,20$ ,

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

**3.4. Posadzka 4**

Względny poziom posadzki:  $p_{p4} = 0,00 \text{ m}$ , grubość:  $h = 0,20 \text{ m}$ ,

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:  $z_{obc} = 1,40 \text{ m}$ .

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H <sub>x</sub>	H <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	$\gamma$
	obciążenia*	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
1	D+K	130,0	0,0	0,0	0,00	3,30	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:  $d_x = 12,0$  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.

## 6. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia:  $z_f = 2,00$  m

Kształt fundamentu: **prosty**

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

Wysokość:  $H = 0,40$  m,

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

## 7. Stan graniczny I

### 7.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośrodów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D+K	2,00	0,11	0,08
	D+K	2,82	0,05	0,06
	D+K	3,82	0,03	0,03

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

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

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

Rodzaj obciążenia: D+K,

#### Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa:  $N = 130,00$  kN, mimośrody wzgl. podst. fund.  $E_x = 0,00$  m,  $E_y = 0,00$  m,

siła pozioma:  $H_x = 0,00$  kN, mimośród względem podstawy fund.  $E_z = 0,60$  m,

siła pozioma:  $H_y = 0,00$  kN, mimośród względem podstawy fund.  $E_z = 0,60$  m,

moment:  $M_x = 0,00$  kNm, moment:  $M_y = 3,30$  kNm.

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek:

siła pionowa:  $G = 50,48$  kN/m, momenty:  $M_{Gx} = 0,00$  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:

$$N_r = N + G = 130,00 + 50,48 \mid 33,26 = 180,48 \mid 163,26 \text{ kN.}$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 130,00 \cdot 0,00 - 0,00 \cdot 0,60 + 0,00 + 0,00 \mid (0,00) = 0,00 \mid 0,00 \text{ kNm.}$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -130,00 \cdot 0,00 + 0,00 \cdot 0,60 + 3,30 + (0,00) \mid (0,00) = 3,30 \mid 3,30 \text{ kNm.}$$

Mimośrody sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 3,30/163,26 = 0,02 \text{ m,}$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/163,26 = 0,00 \text{ m.}$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,020 + 0,000 = 0,020 \text{ m} < 0,250.$$

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

### Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B'_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 1,00 - 2 \cdot 0,02 = 0,96 \text{ m}, \quad B'_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 1,00 - 2 \cdot 0,00 = 1,00 \text{ m.}$$

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

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,64 \text{ t/m}^3,$$

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

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,64 \cdot 9,81 \cdot 2,00 = 32,13 \text{ kPa.}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 36,00 \cdot 0,90 = 32,40^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa,}$$

$$N_B = 11,09 \quad N_C = 36,71, \quad N_D = 24,30.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 0,00/180,48 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_x / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,6346 = 0,000,$$

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

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/180,48 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,6346 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,82 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 16,05 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B'_x/B'_y = 0,76, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B'_x/B'_y = 1,29, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B'_x/B'_y = 2,45$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B'_x \cdot B'_y (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_x \cdot i_{Bx}) = 1964,08 \text{ kN.}$$

$$Q_{fNBy} = B'_x \cdot B'_y (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_y \cdot i_{By}) = 1968,83 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 180,48 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 1964,08 = 1590,90 \text{ kN.}$$

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

## 8. Stan graniczny II

### 8.1. Osiadanie fundamentu

**Osiadanie całkowite:**

$$\text{Osiadanie pierwotne: } s' = 0,55 \text{ cm.}$$

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

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

$$\text{Osiadanie: } s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,55 + 0 \cdot 0,00 = 0,55 \text{ cm,}$$

Sprawdzenie warunku osiadania:

**Warunek nie jest określony.**

## 9. Wymiarowanie fundamentu

### 9.1. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na przebiecie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność betonu	Nośność strzemion
		V [kN]	V <sub>r</sub> [kN]	V <sub>s</sub> [kN]
* 1	1	6	190	–

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

### Zestawienie obciążeń:

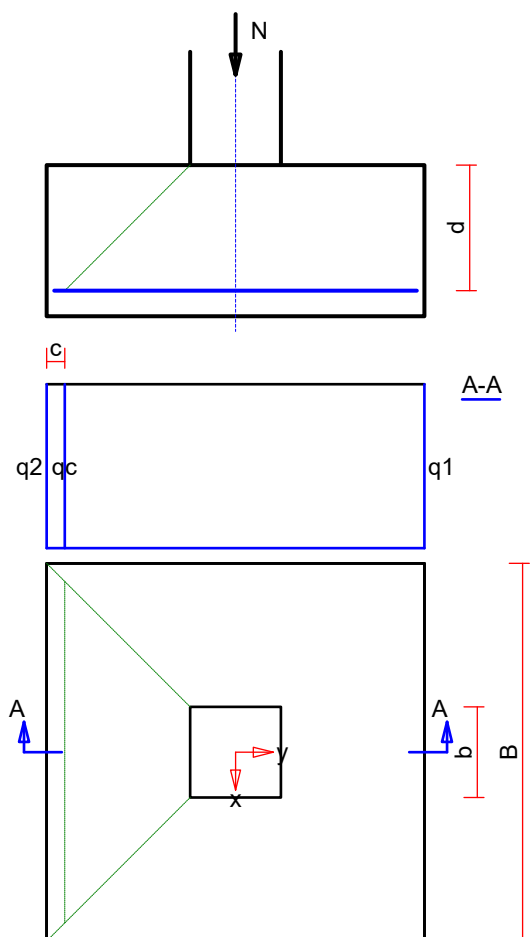
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa:  $N_r = 130 \text{ kN}$ ,

momenty:  $M_{xr} = 0,00 \text{ kNm}$ ,  $M_{yr} = 3,30 \text{ kNm}$ .

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,03 \text{ m}$ ,  $e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,00 \text{ m}$ .



### Przebiecie stopy w przekroju 1:

Siła ścinająca:  $V_{Sd} = \int_{Ac} q \cdot dA = 6 \text{ kN}$ .

Nośność betonu na ścinanie:  $V_{Rd} = (b+d) \cdot d \cdot f_{ctd} = (0,24+0,33) \cdot 0,33 \cdot 1000 = 190 \text{ kN}$ .

$V_{Sd} = 6 \text{ kN} < V_{Rd} = 190 \text{ kN}$ .

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

## 9.3. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na zginanie

Nr obc.	Kierunek	Przekrój	Moment zginający	Nośność przekroju
			M [kNm]	$M_r$ [kNm]
* 1	x	1	12	74
	y	1	11	71

Uwaga: Momenty zginające wyznaczono metodą wsporników prostokątnych.

#### 9.4. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 1 na kierunku x

##### Zestawienie obciążeń:

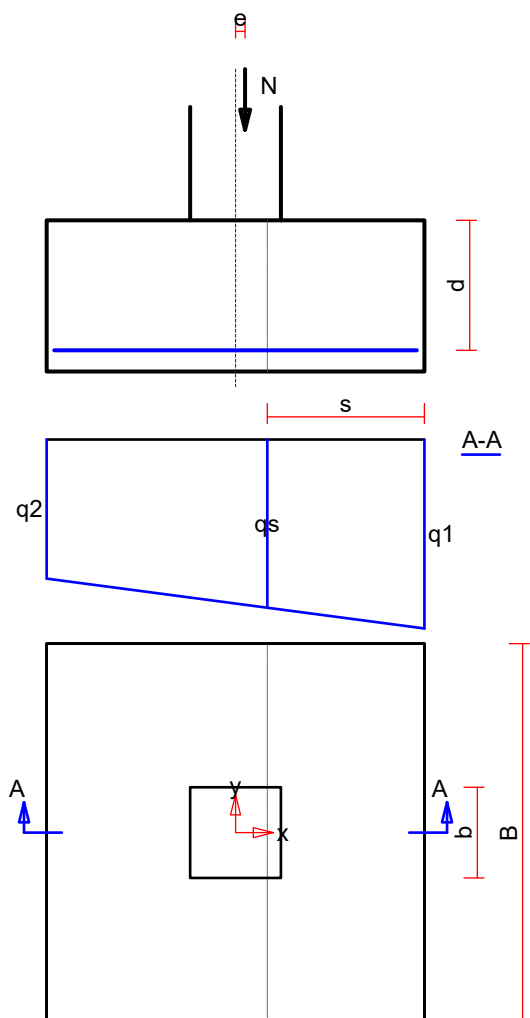
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa:  $N_r = 130 \text{ kN}$ ,

momenty:  $M_{xr} = 0,00 \text{ kNm}$ ,  $M_{yr} = 3,30 \text{ kNm}$ .

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,03 \text{ m}$ ,  $e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,00 \text{ m}$ .



##### Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 150 + 133) \cdot 1,00 \cdot 0,17 / 6 = 12 \text{ kNm}.$$

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

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

$$A_s = 1,0 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 5,7 \text{ cm}^2.$$

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

### 9.5. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 1 na kierunku y

#### Zestawienie obciążeń:

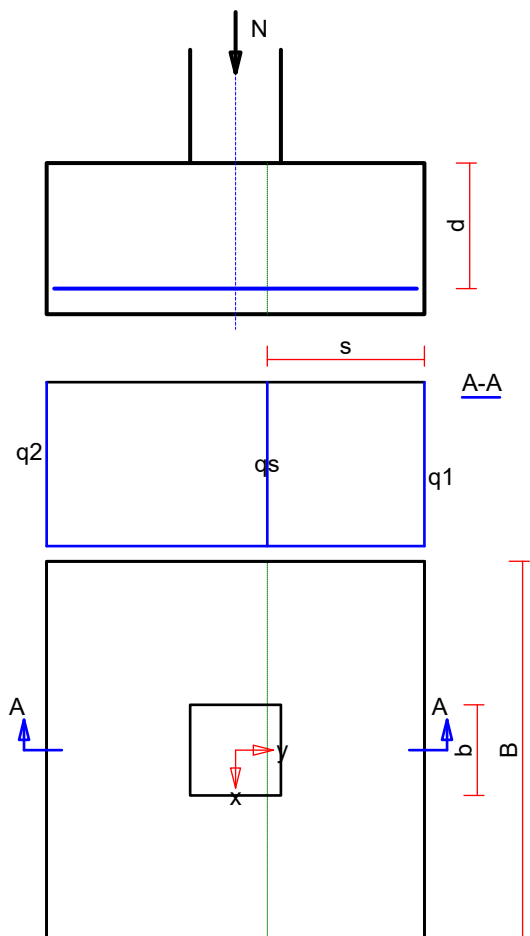
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa:  $N_r = 130 \text{ kN}$ ,

momenty:  $M_{xr} = 0,00 \text{ kNm}$ ,  $M_{yr} = 3,30 \text{ kNm}$ .

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,03 \text{ m}$ ,  $e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,00 \text{ m}$ .



#### Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 130 + 130) \cdot 1,00 \cdot 0,17 / 6 = 11 \text{ kNm}.$$

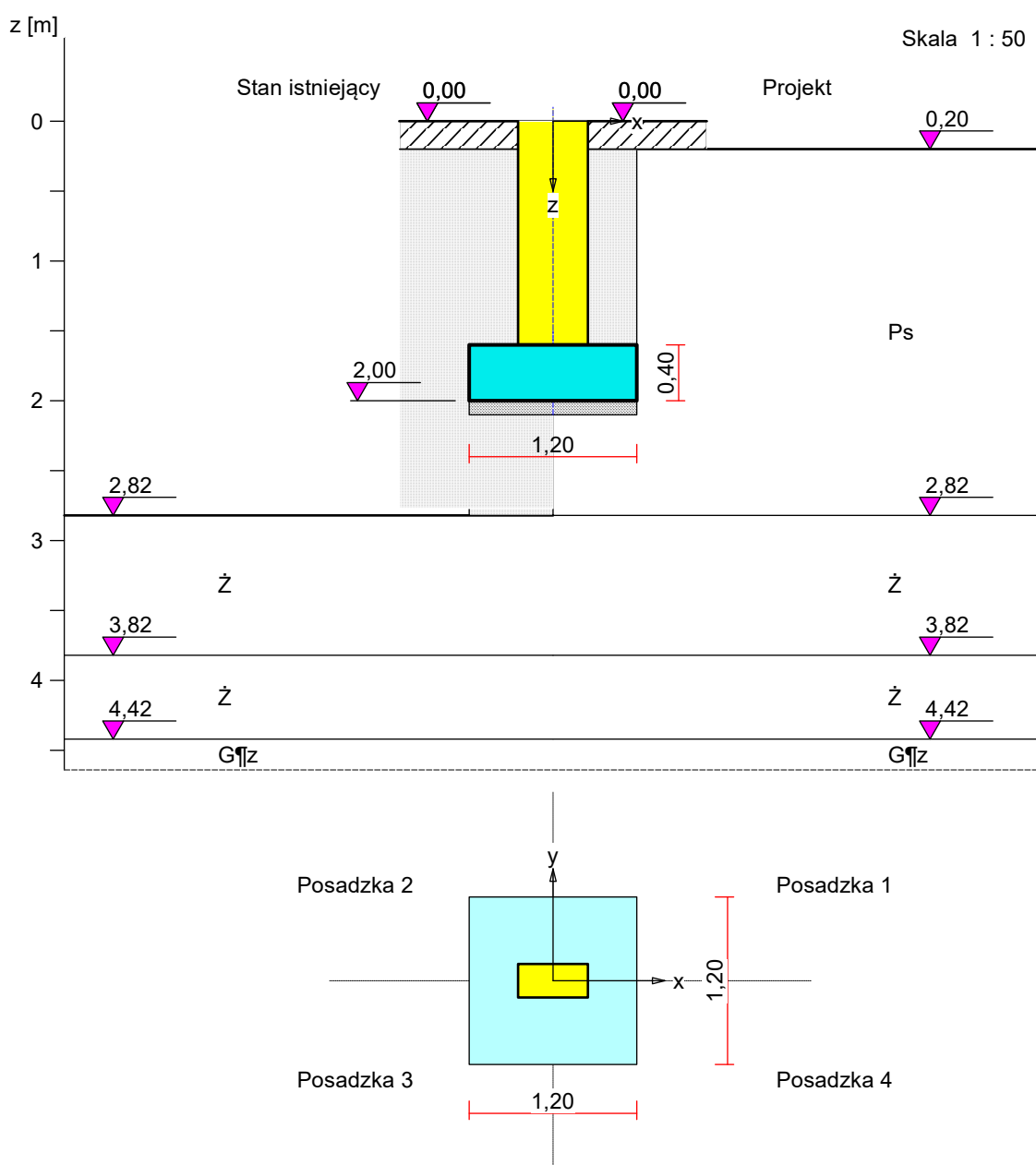
Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia:  $A_s = 0,9 \text{ cm}^2$ .

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

$$A_s = 0,9 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 5,7 \text{ cm}^2.$$

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

### 3.6. Stopa fundamentowa SF-3



## 1. Podłoże gruntowe

### 1.1. Teren

Istniejący względny poziom terenu:  $z_t = 2,82$  m,

Projektowany względny poziom terenu:  $z_{tp} = 0,20$  m.

### 1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody grunt. [m]
1	2,82	1,00	Żwir	brak wody
2	3,82	0,60	Żwir	brak wody
3	4,42	0,90	Gлина pylasta zwiężła	brak wody
4	5,32	nieokreśl.	Gлина pylasta zwiężła	brak wody

**1.3. Wymiana gruntu**

Lp.	Poziom stropu	Grubość warstwy	Nazwa gruntu	Poz. wody grunt.
	[m]	[m]		[m]
1	0,20	2,62	Piasek średni	brak wody

**1.4. Zasyпка**

Charakterystyczny ciężar objętościowy:  $\gamma_{z\text{ char}} = 20,00 \text{ kN/m}^3$ ,

Współczynnik obciążenia:  $\gamma_{zf} = 1,20$ .

**2. Konstrukcja na fundamencie**

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**

Wymiary słupa:  $b = 0,50 \text{ m}$ ,  $l = 0,24 \text{ m}$ ,

Współrzędne osi słupa:  $x_0 = 10,00 \text{ m}$ ,  $y_0 = 0,00 \text{ m}$ ,

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:  $h = 0,20 \text{ m}$ ,

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 2**

Względny poziom posadzki:  $p_{p2} = 0,00 \text{ m}$ , grubość:  $h = 0,20 \text{ m}$ ,

Charakterystyczny ciężar objętościowy:  $\gamma_{p2\text{ char}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$ ,

Obciążenie posadzki:  $q_{p2} = 0,00 \text{ kN/m}^2$ , współcz. obciążenia:  $\gamma_{qf} = 1,20$ ,

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

**3.3. Posadzka 3**

Względny poziom posadzki:  $p_{p3} = 0,00 \text{ m}$ , grubość:  $h = 0,20 \text{ m}$ ,

Charakterystyczny ciężar objętościowy:  $\gamma_{p3\text{ char}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$ ,

Obciążenie posadzki:  $q_{p3} = 0,00 \text{ kN/m}^2$ , współcz. obciążenia:  $\gamma_{qf} = 1,20$ ,

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

**3.4. Posadzka 4**

Względny poziom posadzki:  $p_{p4} = 0,00 \text{ m}$ , grubość:  $h = 0,20 \text{ m}$ ,

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:  $z_{obc} = 1,40 \text{ m}$ .

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H <sub>x</sub>	H <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	$\gamma$
	obciążenia*	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
1	D+K	262,0	0,0	0,0	0,00	3,30	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:  $d_x = 12,0$  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.

## 6. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia:  $z_f = 2,00$  m

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy:  $B_x = 1,20$  m,  $B_y = 1,20$  m,

Wysokość:  $H = 0,40$  m,

Mimośrod:  $E_x = 0,00$  m,  $E_y = 0,00$  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+K	2,00	0,14	0,04
	D+K	2,82	0,06	0,03
	D+K	3,82	0,03	0,02

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

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego:  $B_x = 1,20$  m,  $B_y = 1,20$  m.

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

Rodzaj obciążenia: D+K,

#### Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa:  $N = 262,00$  kN, mimośrody wzgl. podst. fund.  $E_x = 0,00$  m,  $E_y = 0,00$  m,

siła pozioma:  $H_x = 0,00$  kN, mimośród względem podstawy fund.  $E_z = 0,60$  m,

siła pozioma:  $H_y = 0,00$  kN, mimośród względem podstawy fund.  $E_z = 0,60$  m,

moment:  $M_x = 0,00$  kNm, moment:  $M_y = 3,30$  kNm.

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek:

siła pionowa:  $G = 71,14$  kN/m, momenty:  $M_{Gx} = 0,00$  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:

$$N_r = N + G = 262,00 + 71,14 \mid 46,93 = 333,14 \mid 308,93 \text{ kN.}$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 262,00 \cdot 0,00 - 0,00 \cdot 0,60 + 0,00 + 0,00 \mid 0,00 = 0,00 \mid 0,00 \text{ kNm.}$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -262,00 \cdot 0,00 + 0,00 \cdot 0,60 + 3,30 + 0,00 \mid (0,00) = 3,30 \mid 3,30 \text{ kNm.}$$

Mimośrody sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 3,30/308,93 = 0,01 \text{ m,}$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/308,93 = 0,00 \text{ m.}$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,009 + 0,000 = 0,009 \text{ m} < 0,250.$$

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

### Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B'_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 1,20 - 2 \cdot 0,01 = 1,18 \text{ m}, \quad B'_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 1,20 - 2 \cdot 0,00 = 1,20 \text{ m.}$$

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

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,64 \text{ t/m}^3,$$

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

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,64 \cdot 9,81 \cdot 2,00 = 32,13 \text{ kPa.}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 36,00 \cdot 0,90 = 32,40^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa,}$$

$$N_B = 11,09 \quad N_C = 36,71, \quad N_D = 24,30.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 0,00/333,14 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_x / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,6346 = 0,000,$$

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

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/333,14 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,6346 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,83 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 16,17 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B'_x/B'_y = 0,75, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B'_x/B'_y = 1,30, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B'_x/B'_y = 2,48$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B'_x \cdot B'_y (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_x \cdot i_{Bx}) = 2962,08 \text{ kN.}$$

$$Q_{fNBy} = B'_x \cdot B'_y (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_y \cdot i_{By}) = 2965,87 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 333,14 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 2962,08 = 2399,28 \text{ kN.}$$

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

## 8. Stan graniczny II

### 8.1. Osiadanie fundamentu

**Osiadanie całkowite:**

$$\text{Osiadanie pierwotne: } s' = 0,55 \text{ cm.}$$

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

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

$$\text{Osiadanie: } s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,55 + 0 \cdot 0,00 = 0,55 \text{ cm,}$$

Sprawdzenie warunku osiadania:

**Warunek nie jest określony.**

## 9. Wymiarowanie fundamentu

### 9.1. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na przebiecie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność betonu	Nośność strzemion
		V [kN]	V <sub>r</sub> [kN]	V <sub>s</sub> [kN]
* 1	1	32	276	–

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

### Zestawienie obciążeń:

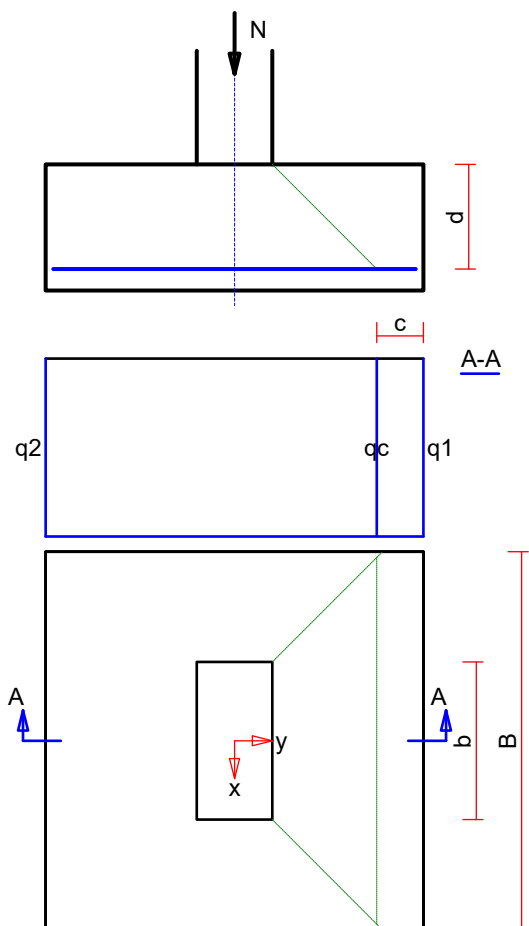
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa:  $N_r = 262 \text{ kN}$ ,

momenty:  $M_{xr} = 0,00 \text{ kNm}$ ,  $M_{yr} = 3,30 \text{ kNm}$ .

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,01 \text{ m}$ ,  $e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,00 \text{ m}$ .



### Przebieg stopy w przekroju 1:

Siła ścinająca:  $V_{Sd} = \int_{Ac} q \cdot dA = 32 \text{ kN}$ .

Nośność betonu na ścinanie:  $V_{Rd} = (b+d) \cdot d \cdot f_{ctd} = (0,50+0,33) \cdot 0,33 \cdot 1000 = 276 \text{ kN}$ .

$V_{Sd} = 32 \text{ kN} < V_{Rd} = 276 \text{ kN}$ .

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

## 9.3. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na zginanie

Nr obc.	Kierunek	Przekrój	Moment zginający	Nośność przekroju
			M [kNm]	$M_r$ [kNm]
* 1	x	1	21	74
	y	1	29	71

Uwaga: Momenty zginające wyznaczono metodą wsporników prostokątnych.

#### 9.4. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 1 na kierunku x

##### Zestawienie obciążeń:

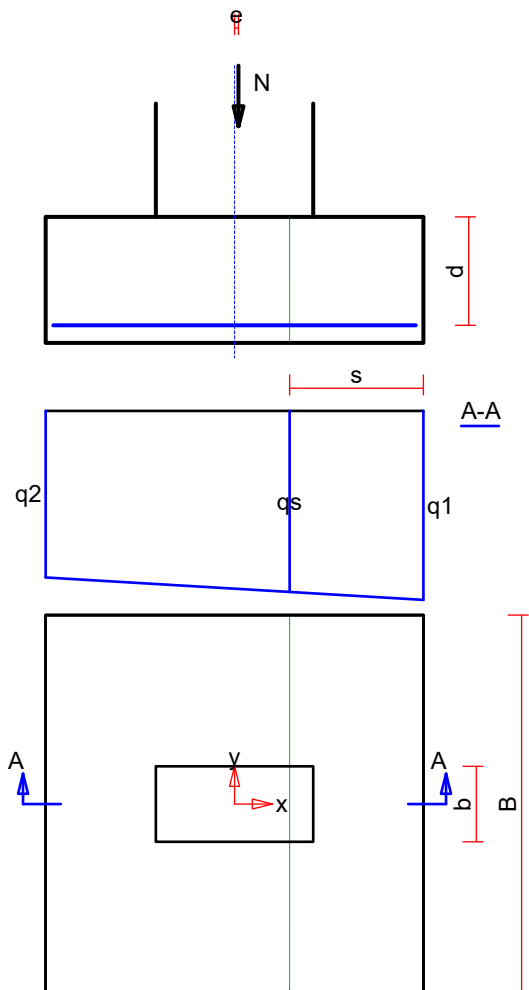
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa:  $N_r = 262 \text{ kN}$ ,

momenty:  $M_{xr} = 0,00 \text{ kNm}$ ,  $M_{yr} = 3,30 \text{ kNm}$ .

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,01 \text{ m}$ ,  $e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,00 \text{ m}$ .



##### Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{Sd} = (2 \cdot q_1 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 193 + 185) \cdot 1,20 \cdot 0,18 / 6 = 21 \text{ kNm}.$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia:  $A_s = 1,6 \text{ cm}^2$ .

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

$$A_s = 1,6 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 5,7 \text{ cm}^2.$$

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

### 9.5. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 1 na kierunku y

#### Zestawienie obciążeń:

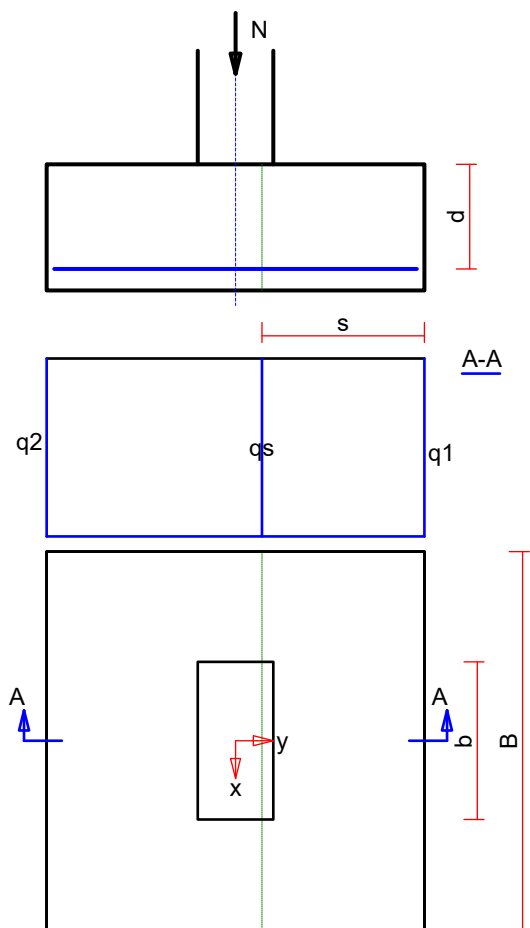
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa:  $N_r = 262 \text{ kN}$ ,

momenty:  $M_{xr} = 0,00 \text{ kNm}$ ,  $M_{yr} = 3,30 \text{ kNm}$ .

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,01 \text{ m}$ ,  $e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,00 \text{ m}$ .



#### Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 182 + 182) \cdot 1,20 \cdot 0,27^2 / 6 = 29 \text{ kNm}.$$

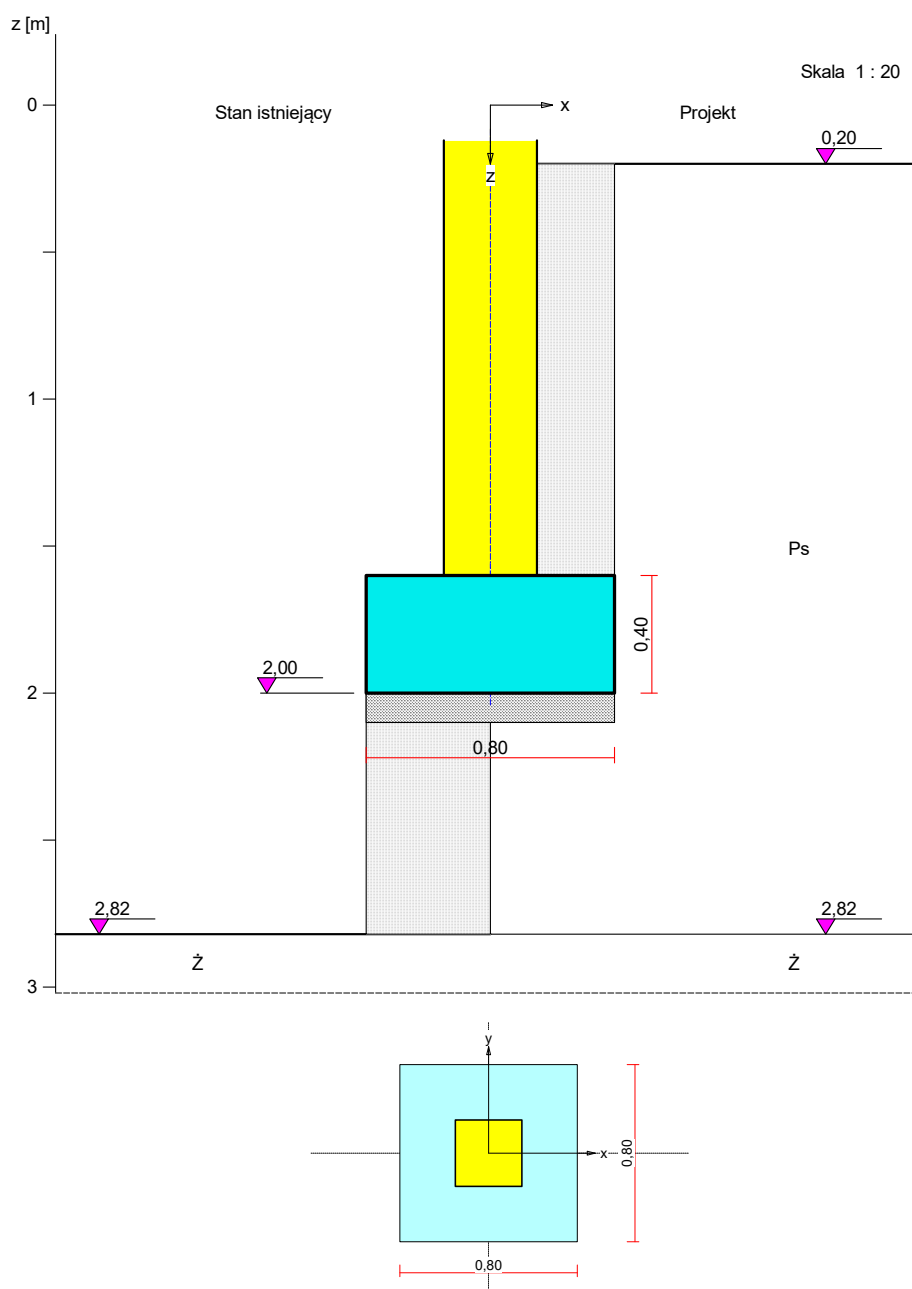
Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia:  $A_s = 2,3 \text{ cm}^2$ .

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

$$A_s = 2,3 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 5,7 \text{ cm}^2.$$

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

### 3.7. Stopa fundamentowa SF-4



## 1. Podłoże gruntowe

### 1.1. Teren

Istniejący względny poziom terenu:  $z_t = 2,82$  m,

Projektowany względny poziom terenu:  $z_{tp} = 0,20$  m.

### 1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody grunt. [m]
1	2,82	1,00	Żwir	brak wody
2	3,82	0,60	Żwir	brak wody
3	4,42	0,90	Gлина pylasta zwięzła	brak wody
4	5,32	nieokreśl.	Gлина pylasta zwięzła	brak wody

**1.3. Wymiana gruntu**

Lp.	Poziom stropu	Grubość warstwy	Nazwa gruntu	Poz. wody grunt.
	[m]	[m]		[m]
1	0,20	2,62	Piasek średni	brak wody

**1.4. Zasyпка**

Charakterystyczny ciężar objętościowy:  $\gamma_{z\text{ char}} = 20,00 \text{ kN/m}^3$ ,

Współczynnik obciążenia:  $\gamma_{zf} = 1,20$ .

**2. Konstrukcja na fundamencie**

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**

Wymiary słupa:  $b = 0,30 \text{ m}$ ,  $l = 0,30 \text{ m}$ ,

Współrzędne osi słupa:  $x_0 = 10,00 \text{ m}$ ,  $y_0 = 10,00 \text{ m}$ ,

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

**3. Obciążenie od konstrukcji**

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

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H <sub>x</sub>	H <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	$\gamma$
	obciążenia*	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
1	D+K	61,0	0,1	2,2	2,50	0,10	1,20

\* D - obciążenia stałe, zmienne długotrwale,

D+K - obciążenia stałe, zmienne długotrwale i krótkotrwale.

**4. 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.

**5. Wymiary fundamentu**

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

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy:  $B_x = 0,80 \text{ m}$ ,  $B_y = 0,80 \text{ m}$ ,

Wysokość:  $H = 0,40 \text{ m}$ ,

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

**6. Stan graniczny I****6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośrodów**

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D+K	2,00	0,11	0,14
	D+K	2,82	0,03	0,12

**6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1**

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego:  $B_x = 0,80 \text{ m}$ ,  $B_y = 0,80 \text{ m}$ .

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

Rodzaj obciążenia: D+K,

### Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa:  $N = 61,00$  kN, mimośrodowo wzgl. podst. fund.  $E_x = 0,00$  m,  $E_y = 0,00$  m,

siła pozioma:  $H_x = 0,10$  kN, mimośród względem podstawy fund.  $E_z = 2,00$  m,

siła pozioma:  $H_y = 2,20$  kN, mimośród względem podstawy fund.  $E_z = 2,00$  m,

moment:  $M_x = 2,50$  kNm, moment:  $M_y = 0,10$  kNm.

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek:

siła pionowa:  $G = 26,93$  kN/m, momenty:  $M_{Gx} = 0,00$  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:

$$N_r = N + G = 61,00 + 26,93 = 87,93 \text{ kN}.$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 61,00 \cdot 0,00 - 2,20 \cdot 2,00 + 2,50 + 0,00 = -1,90 \text{ kNm}.$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -61,00 \cdot 0,00 + 0,10 \cdot 2,00 + 0,10 + 0,00 = 0,30 \text{ kNm}.$$

Mimośrodowość sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 0,30/87,93 = 0,00 \text{ m},$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 1,90/87,93 = 0,02 \text{ m}.$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,005 + 0,030 = 0,035 \text{ m} < 0,250.$$

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

### Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B'_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 0,80 - 2 \cdot 0,00 = 0,80 \text{ m}, \quad B'_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 0,80 - 2 \cdot 0,02 = 0,76 \text{ m}.$$

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

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,62 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 1,80 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,62 \cdot 9,81 \cdot 1,80 = 28,61 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 36,00 \cdot 0,90 = 32,40^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa},$$

$$N_B = 11,09 \quad N_C = 36,71, \quad N_D = 24,30.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 0,10/87,93 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_x/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0011/0,6346 = 0,002,$$

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

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 2,20/87,93 = 0,03, \quad \text{tg } \delta_y/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0250/0,6346 = 0,039,$$

$$i_{By} = 0,92, \quad i_{Cy} = 0,95, \quad i_{Dy} = 0,95.$$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,80 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 15,89 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B'_y/B'_x = 0,76, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B'_y/B'_x = 1,29, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B'_y/B'_x = 2,43$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 1075,75 \text{ kN.}$$

$$Q_{fNBy} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 1023,45 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 87,93 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 1023,45 = 828,99 \text{ kN.}$$

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

## 7. Stan graniczny II

### 7.1. Osiadanie fundamentu

**Osiadanie całkowite:**

Osiadanie pierwotne:  $s' = 0,53 \text{ cm}$ .

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

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża:  $\lambda = 0$ .

Osiadanie:  $s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,53 + 0 \cdot 0,00 = 0,53 \text{ cm}$ ,

Sprawdzenie warunku osiadania:

**Warunek nie jest określony.**

## 8. Wymiarowanie fundamentu

### 8.1. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na przebiecie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność betonu	Nośność strzemion
		V [kN]	V <sub>r</sub> [kN]	V <sub>s</sub> [kN]
* 1	1	0	222	–

### 8.2. Sprawdzenie stopy na przebiecie dla obciążenia nr 1

**Zestawienie obciążeń:**

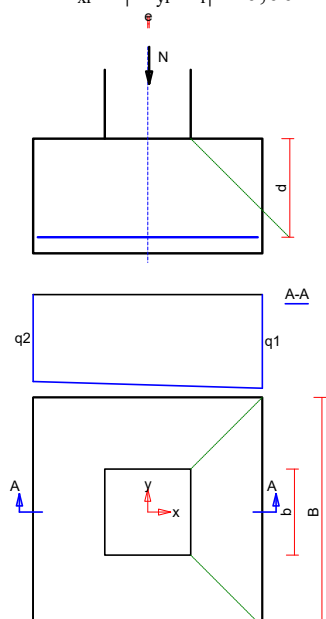
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa:  $N_r = 61 \text{ kN}$ ,

momenty:  $M_{xr} = -1,90 \text{ kNm}$ ,  $M_{yr} = 0,30 \text{ kNm}$ .

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,00 \text{ m}, \quad e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,03 \text{ m}.$$



**Przebiecie stopy w przekroju 1:**

Siła ścinająca:  $V_{Sd} = \int_{Ac} q \cdot dA = 0 \text{ kN}$ .

Nośność betonu na ścinanie:  $V_{Rd} = (b+d) \cdot d \cdot f_{ctd} = (0,30+0,34) \cdot 0,34 \cdot 1000 = 222 \text{ kN}$ .

$$V_{Sd} = 0 \text{ kN} < V_{Rd} = 222 \text{ kN}.$$

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

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

Nr obc.	Kierunek	Przekrój	Moment zginający M [kNm]	Nośność przekroju M <sub>r</sub> [kNm]
* 1	x	1	3	59
	y	1	4	57

Uwaga: Momenty zginające wyznaczone metodą wsporników prostokątnych.

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

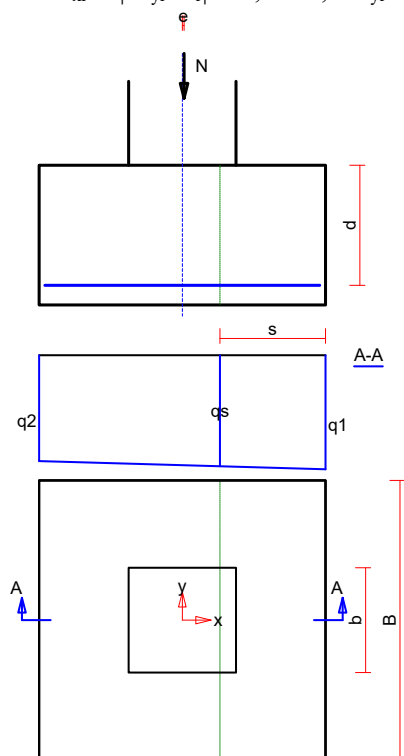
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa:  $N_r = 61 \text{ kN}$ ,

momenty:  $M_{xr} = -1,90 \text{ kNm}$ ,  $M_{yr} = 0,30 \text{ kNm}$ .

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,00 \text{ m}, \quad e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,03 \text{ m}.$$

**Zginanie stopy w przekroju 1:**

Moment zginający:

$$M_{Sd} = (2 \cdot q_1 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 99 + 96) \cdot 0,80 \cdot 0,09 / 6 = 3 \text{ kNm}.$$

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

Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia:  $A_{Rs} = 4,5 \text{ cm}^2$ .

$$A_s = 0,3 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 4,5 \text{ cm}^2.$$

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

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

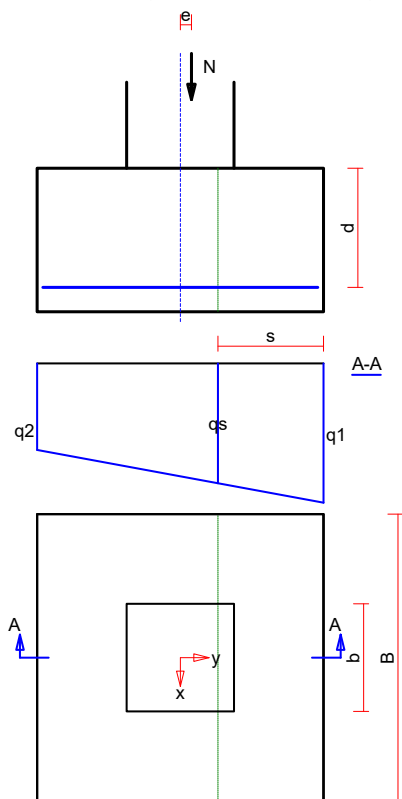
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa:  $N_r = 61 \text{ kN}$ ,

momenty:  $M_{xr} = -1,90 \text{ kNm}$ ,  $M_{yr} = 0,30 \text{ kNm}$ .

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,00 \text{ m}$ ,  $e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,03 \text{ m}$ .

**Zginanie stopy w przekroju 1:**

Moment zginający:

$$M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 118 + 101) \cdot 0,80 \cdot 0,09 / 6 = 4 \text{ kNm}.$$

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

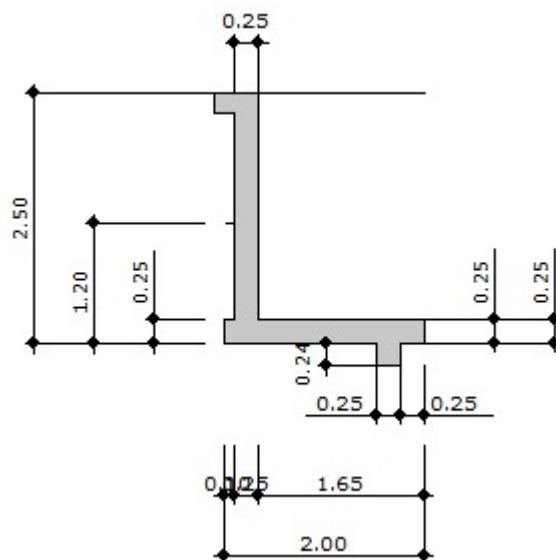
Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia:  $A_{Rs} = 4,5 \text{ cm}^2$ .

$$A_s = 0,3 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 4,5 \text{ cm}^2.$$

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

### 3.8. Mur oporowy MO-3

#### Geometria:

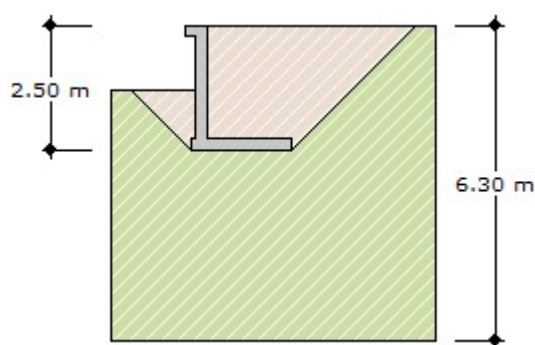


Wysokość ściany $H$	[m]	2.50
Szerokość ściany $B$	[m]	2.00
Długość ściany $L$	[m]	1.00
Grubość górna ściany $B_5$	[m]	0.25
Grubość dolna ściany $B_2$	[m]	0.25
Minimalna głębokość posadowienia $D_{\min}$	[m]	1.20
Odsadzka lewa $B_1$	[m]	0.10
Odsadzka prawa $B_3$	[m]	1.65
Minimalna grubość odsadzki lewej $A_2$	[m]	0.25
Minimalna grubość odsadzki prawej $A_3$	[m]	0.25
Maksymalna grubość podstawy $A_4$	[m]	0.25
Kąt delta	[°]	0.00
Wysokość ostrogi $O_1$	[m]	0.24
Szerokość ostrogi $O_2$	[m]	0.25
Odległość od krawędzi $O_3$	[m]	0.25

#### Materiały

Klasa betonu		C20/25
Klasa stali		RB500W
Otulina	[cm]	4.00
Średnica prętów zbrojeniowych ściany $\phi_1$	[mm]	12.0
Średnica prętów zbrojeniowych podstawy $\phi_2$	[mm]	12.0
Dopuszczalne rozwarście rys	[mm]	0.3

#### Warunki gruntowe

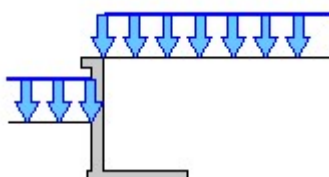


Warstwa	Nazwa gruntu	Miaższość [m]	$\rho^{(n)}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\phi_u^{(n)}$ [°]	$C_u^{(n)}$ [kPa]	$M^{(n)}$ [kPa]	$M_0^{(n)}$ [kPa]
1	Grunt spoisty typu B	6.30	1.90	20.13	35.48	64102.37	48088.80

Metoda określania parametrów geotechnicznych	B
--	---

**Parametry zasypki**

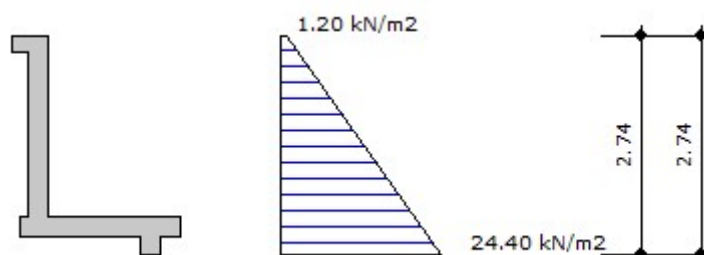
Nazwa gruntu		Piasek gruby, piasek średni
$\rho^{(n)}$	[t/m <sup>3</sup> ]	1.80
$\phi_u^{(n)}$	[°]	30.00
$C_u^{(n)}$	[kPa]	0.00

**Obciążenia**

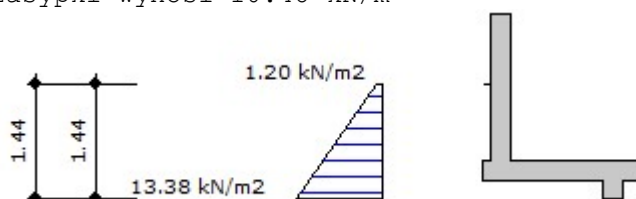
Nr	Rodzaj	Wartość	$X_{pocz}$ [m]	$X_{kon}$ [m]	$\gamma_{min}$	$\gamma_{max}$
1	Naziom góra [kN/m²]	2.50	-	-	0.90	1.20
2	Naziom dół [kN/m²]	2.50	-	-	0.90	1.20

**Parcie zasypki**

Wypadkowe parcie zasypki na ścianę oporową wynosi 35.04 kN/m

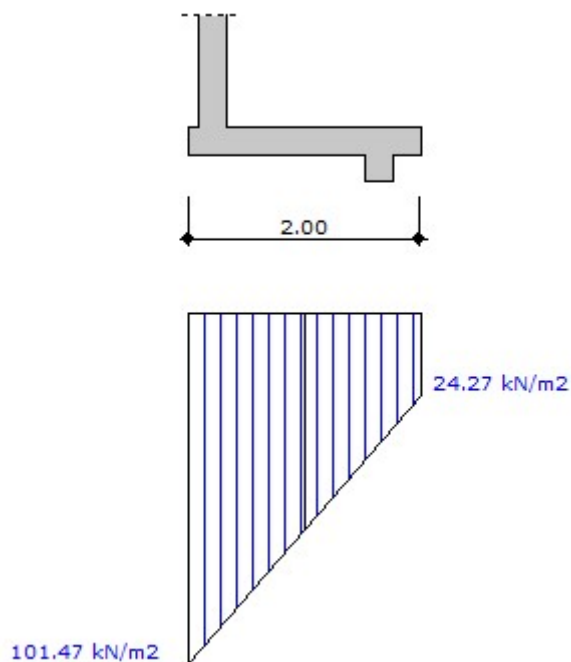


Wypadkowy odpór zasypki wynosi 10.48 kN/m

**Sprawdzenie stanu granicznego nośności gruntu**

Nośność gruntu bezpośrednio pod płytą fundamentową.

Nośność jest OK.  $G = 116.01 \text{ kN} \leq m \cdot Q_{nf} = 0.81 \cdot 599.70 = 485.76 \text{ kN}$ .

**Naprężenia pod płytą fundamentową**

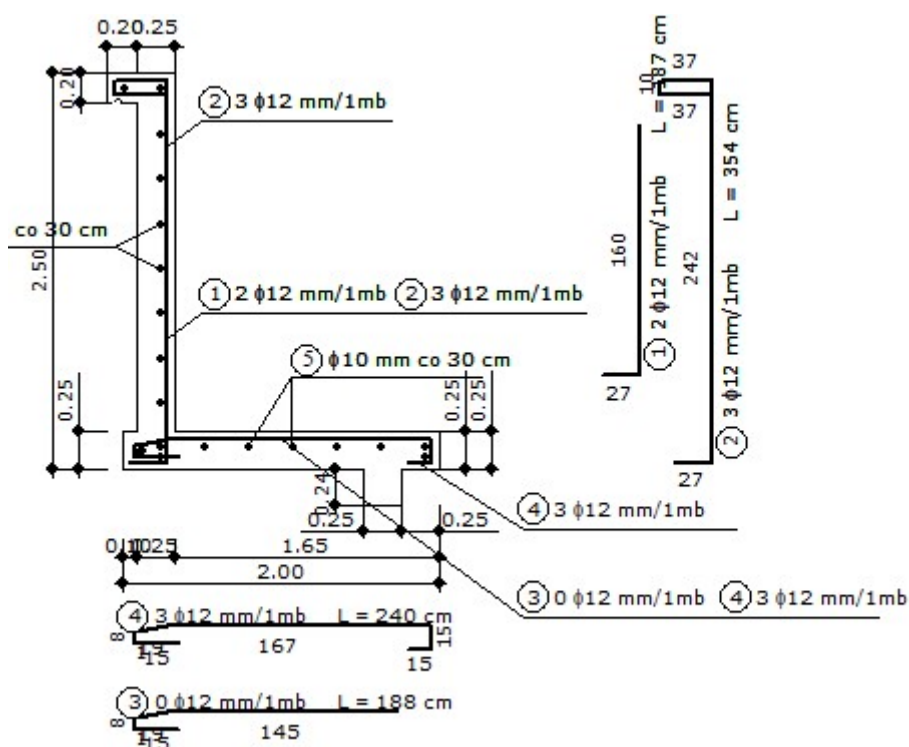
Naprężenia w narożach płyty fundamentowej.

Wartość  $q_1 = 24.27 \text{ kN/m}^2$

Wartość  $q_2 = 101.47 \text{ kN/m}^2$

**Wymiarowanie zbrojenia**

Element	Moment [kNm]	Zbrojenie wyliczone [cm²]	Zbrojenie przyjęte [cm²]
Ściana	21.02	2.73	5.65
Podstawa z lewej	0.33	2.73	3.39
Podstawa z prawej	18.92	2.73	3.39



**Stateczność fundamentu****Stateczność na obrót**

Stateczność OK.  $M_{or} = 23.59 \text{ kNm/m} \leq m_o * M_{ur} = 0.90 * 84.17 = 75.76 \text{ kNm/m}$

**Stateczność na przesuw**

Przesuw na styku fundamentu i gruntu, w płaszczyźnie poziomej przechodzącej przez spód ostrogi.

Obliczenie stateczności z uwzględnieniem kąta tarcia wewnętrznego gruntu pod podstawą fundamentu.

Stateczność OK.  $Q_{tr} = 29.47 \text{ kN/m} \leq m * Q_{tf1} = 0.95 * 94.51 = 89.78 \text{ kN/m}$

**Osiadanie fundamentu**

Osiadania pierwotne = 0.0004 cm

Osiadania wtórne = 0.0002 cm

Osiadania całkowite = 0.0007 cm

Przechyłka = 0.000090 rad

Stosunek różnicy osiadań ściany jest dopuszczalny i wynosi  $0.0000 \leq 0.006$

Warunek naprężeniowy  $0.3 * \sigma_{zp} = 0.3 * 49.15 \text{ kN/m}^2 = 14.74 \text{ kN/m}^2 \geq \sigma_{zd} = 9.15 \text{ kN/m}^2$

Głębokość, na której zachodzi warunek wytrzymałościowy = 1.50 m

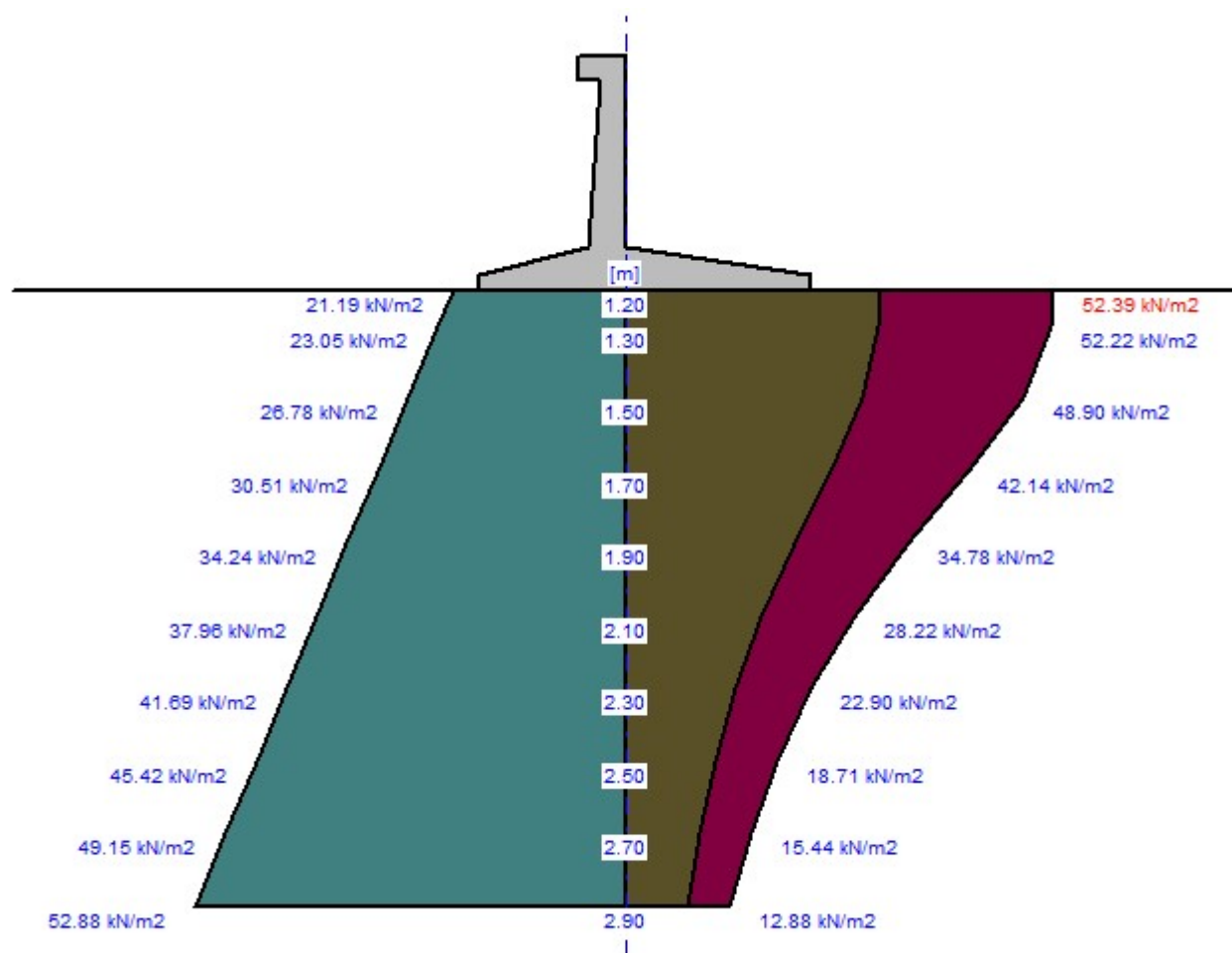
**Rozkład naprężeń pod ścianką**

Tabela z wartościami:

Nr	H [m]	$\sigma_{ZR}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{ZS}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{ZD}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Suma = $\sigma_{ZS} + \sigma_{ZD}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
0	1.20	21.19	21.19	31.20	52.39
1	1.30	23.05	21.12	31.10	52.22
2	1.50	26.78	19.78	29.12	48.90
3	1.70	30.51	17.04	25.10	42.14
4	1.90	34.24	14.07	20.72	34.78
5	2.10	37.96	11.41	16.80	28.22
6	2.30	41.69	9.26	13.64	22.90
7	2.50	45.42	7.57	11.14	18.71
8	2.70	49.15	6.24	9.20	15.44
9	2.90	52.88	5.21	7.67	12.88

Legenda:

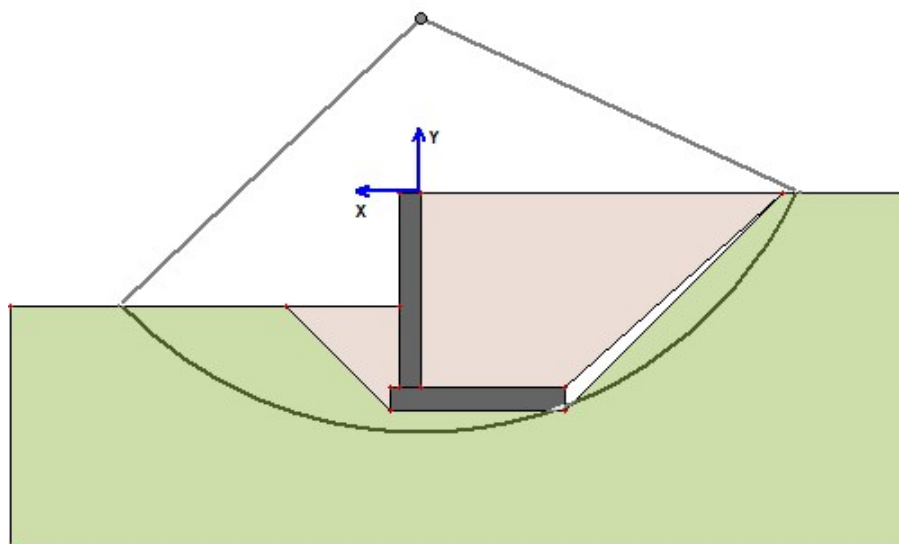
- H [m] - głębokość liczona od poziomu terenu  
 $\sigma_{ZR}$  [kN/m<sup>2</sup>] - naprężenia pierwotne  
 $\sigma_{ZS}$  [kN/m<sup>2</sup>] - naprężenia wtórne  
 $\sigma_{ZD}$  [kN/m<sup>2</sup>] - naprężenia dodatkowe od obciążenia własnego

**Przemieszczenia korony ściany**

Przemieszczenie względne wywołane nierównomiernym osiadaniem  $f_1/H = 0.0000 \leq 0.006$

Przemieszczenie względne wywołane odkształceniem elementu żelbetowego  $f_2/H = 0.0014 \leq 0.004$

Sumaryczne ugięcie korony ściany  $f = f_1 + f_2 = 0.02 \text{ cm} + 0.35 \text{ cm} = 0.37 \text{ cm} \leq 0.015 \cdot H = 3.75 \text{ cm}$

**Najniekorzystniejszy łuk**

Charakterystyka łuku:

$x_{\dot{s}r} = 0.00 \text{ m}$ ;  $y_{\dot{s}r} = 2.00 \text{ m}$ ;  $R = 4.80 \text{ m}$ ;

Współczynniki bezpieczeństwa (pewności) :

Fmaxmax	Fmaxmin	Fminmax	Fminmin
12.05	12.13	11.08	11.19

Objętość gruntu leżącego wewnątrz danego łuku poślizgu dla 1 mb. zbocza  $V = 12.30 \text{ m}^3$