



**Spis treści**

1 Dane ogólne .....	3
1.1. Przedmiot i zakres opracowania .....	3
1.2. Podstawa opracowania .....	3
2 Opis techniczny .....	3
2.1. Ogólna charakterystyka budynku .....	3
2.2. Elementy konstrukcji budynku .....	4
2.3. Blacha trapezowa .....	4
2.4. Kratownica główna .....	4
2.5. Stężenia .....	4
2.6. Podest pod centrale wentylacyjną .....	5
2.7. Projektowane otwory okienne .....	5
2.8. Zabezpieczenie antykorozyjne .....	5
2.9. Rozbieżności względem dokumentacji archiwalnej .....	5
2.10. Zebranie obciążeń .....	5
2.11. Zebranie obciążeń na blachę trapezową .....	6
2.12. Obliczenia kratownic .....	7
2.13. Obliczenia sprawdzające hali .....	15
2.14. Sprawdzenie stopy fundamentowej hali .....	18

**Spis rysunków:**

NR RYSUNKU	TYTUŁ RYSUNKU	SKALA
K-1	SCHEMAT KONSTRUKCJI DACHU	1:50
K-2	PRZEKRÓJ PODŁUŻNY	1:50
K-3	KRATOWNICA K.1 - RYSUNEK MONTAŻOWY	1:20/10
K-4	ELEMENT K.1.1 - RYSUNEK MONTAŻOWY	1:20/10
K-5	ELEMENTY T.1, T.2.1, T.2.2, T.3.1, T.4, T.5 i BL.1 - RYSUNEK WARSZTATOWY	1:20/10
K-6	ELEMENTY OP.1, OP.2.1, OP.3 i LT1 - RYSUNEK WARSZTATOWO - MONTAŻOWY	1:10
K-7	PODESTA STALOWY POD CENTRALE - RYSUNEK WARSZTATOWO - MONTAŻOWY	1:50/20/10
K-8	SCHEMAT KONSTRUKCJI W POZIOMIE PARTERU	1:50
K-9	BELKI BS.1	1:20

**Oświadczenie**

Zgodnie z art. 20 ust.4 ustawy z dnia 7 lipca 1994r Prawo Budowlane (tj. Dz.U. Nr 156 z 2006r. poz. 1118 z późn. zm.) oświadczam, że:

PROJEKT BUDOWLANO - WYKONAWCZY PRZEBUDOWY DACHU SALI GIMNASTYCZNEJ PRZY SZKOLE PODSTAWOWEJ WE WSZEBORACH, sporządzony w marcu 2021r. jest wykonany zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projektant: mgr inż. Maciej Wasiela  
 upr.bud.nr LOD/1261/POOK/09  
 izba nr ŁOD/BO/8973/10

Sprawdzający: mgr inż. Krzysztof Chojnacki  
 upr.bud.nr LOD/1620/POOK/11  
 izba nr ŁOD/BO/9451/11

## **1 Dane ogólne**

### **1.1. Przedmiot i zakres opracowania**

Przedmiotem opracowania jest budynek sali gimnastycznej przy szkole podstawowej we Wszebórach przy ul. Trakt Napoleoński 45 na działce nr 126 w obrębie 143405-2, 0024 w gminie Dąbrówka.

Zakres opracowania obejmuje: projekt budowlany konstrukcji przebudowy dachu sali gimnastycznej zlokalizowanej jw.

### **1.2. Podstawa opracowania**

[1] Projekt budowlano-wykonawczy architektury wykonany przez jednostkę projektową RADOSŁAW GUZOWSKI ARCHITEKT,

[2] Ekspertyza techniczna pod względem możliwości wymiany rodzaju pokrycia dachu hal sportowych typu „Davis Cup” zlokalizowanych przy szkołach podstawowych w Józefowie, Guzowatce oraz Wszebórach w Gminie Dąbrówka wykonana przez Macieja Wasiela oraz Krzysztofa Chojnackiego,

[3] Projekt architektoniczno-budowlany hali sportowej typu Davis Cup wykonany przez dr inż. Jacka Jakackiego z marca 2006r.,

[4] Aktualne normy, obowiązujące przepisy i literatura techniczna,

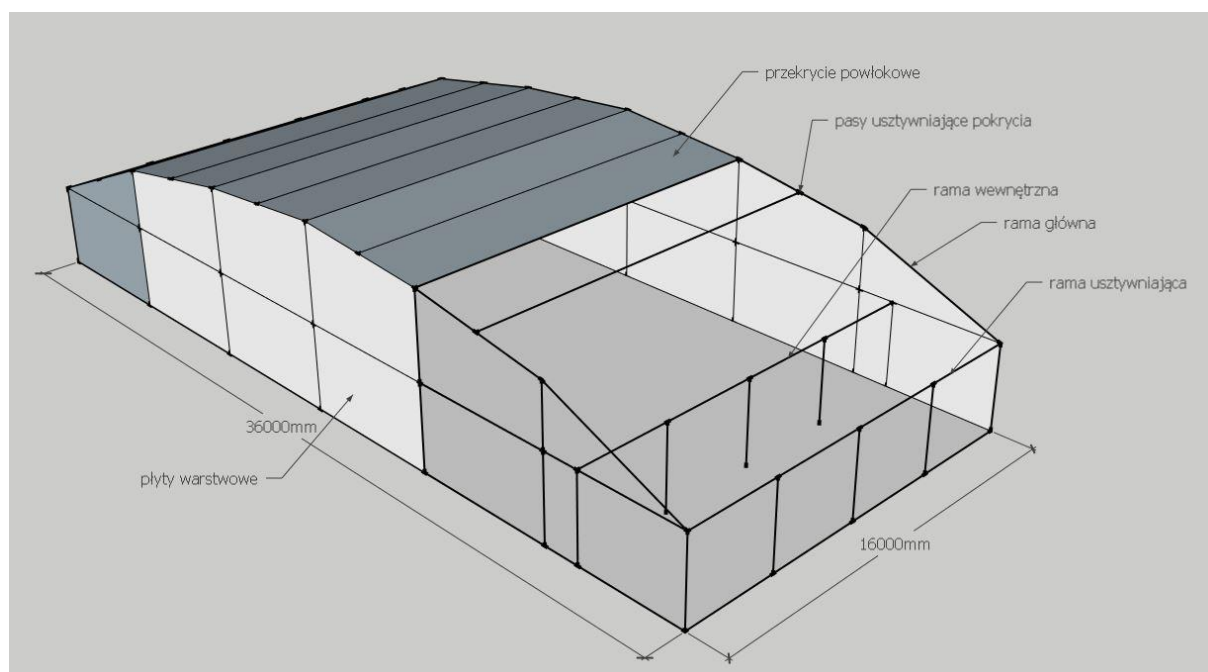
- PN-80/B-02001 Obciążenia stałe. Obciążenia budowli.
- PN-80/B-02000 Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.
- PN-80/B-02003 Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe. Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne.
- PN-EN 1991-1-3 Eurokod1 Oddziaływania na konstrukcję. Obciążenia śniegiem.
- PN-77/B-02011 Obciążenie wiatrem. Obciążenia w obliczeniach statycznych.
- PN-B-02011:1977/Az-1 Obciążenie wiatrem. Obciążenia w obliczeniach statycznych.
- PN-88/B-02014 Obciążenie gruntem. Obciążenia budowli.
- PN-B-03264:2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- PN-90/B-03200 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- PN-86/B-02480 Grunty budowlane. Określenia symbole, podział i opis gruntów.
- PN-81/B-03020 Posadowienie bezpośrednie budowli. Grunty budowlane. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z późniejszymi zmianami.

## **2 Opis techniczny**

### **2.1. Ogólna charakterystyka budynku**

Obiekt będący przedmiotem opracowania to budynek wybudowany w 2006r jako hale sportowe jednonawowe typu Davis Cup z zapleczem socjalnym. Jest to budynek parterowy, niepodpiwniczony na planie prostokąta. Rozpiętości w osiach budynku to 36,00m x 16,00m a powierzchnia hali sportowej to 538 m<sup>2</sup>. Maksymalna wysokość konstrukcji hali wynosi 7,65m.

## 2.2. Elementy konstrukcji budynku



Zgodnie z dokumentacją [3] podstawowymi elementami konstrukcji budynku są ramy stalowe, spawane o rozpiętości 36m każda, zlokalizowane wzdłuż ścian podłużnych hali. Wewnętrzny rozstaw słupów ram wynosi 6m. Pas górny ram głównych nachylony pod różnymi kątami upodobniony do łuku. Ramy główne oddalone są od siebie o 16m a ich usztywnieniem podłużnym jest konstrukcja stalowa prętowa w postaci rami stalowej w ścianach zewnętrznych poprzecznych oraz jedna rama wewnętrzna wydzielająca część sportową od socjalnej. Dodatkowo ramy główne są wsparte od zewnątrz prętami z rury stalowej zamocowanymi w żelbetowych słupach.

Ramy główne posadowione na żelbetowych stopach fundamentowych o wymiarach 1,6m x 1,6m zlokalizowanych pod każdym słupem rami. Ściany fundamentowe oraz cokoły z blozków fundamentowych. Ściany zewnętrzne wykonano z płyt warstwowych w połączeniu z panelami z poliwęglanu. Ściany wewnętrzne wykonane jako systemowe kartonowo-gipsowe.

Przekrycie dachu hali stanowi dwuwarstwowa syntetyczna powłoka z tropikiem, wypełniona zewnątrz sprężonym powietrzem. Dodatkowo w rozstawie co 3,0m powłoka stężona pasami ściągającymi.

## 2.3. Blacha trapezowa

Zaprojektowano układ dachu bezpłatwiowy. Bezpośrednio na kratownicach stalowych (rozstaw co 6,0m), które są zlokalizowane w węzłach głównych rami stalowej w ścianie podłużnej zaprojektowano blachę trapezową w układzie jednoprzęsłowym. Należy zastosować blachę trapezową T160/1.15mm pozytywną. Na połaciach gdzie przewidziano panele fotowoltaiczne zaprojektowano blachę trapezową T160/1.50mm. Blachę mocować do pasów górnych kratownic w każdej fałdzie.

## 2.4. Kratownica główna

Zaprojektowano kratownicę o wysokości w osiach 1,5m ze stali S235JR. Pas górny kratownicy z rury kwadratowej 180x180x6mm, pas dolny z rury kwadratowej 160x160x6mm, natomiast krzyżulce z rury kwadratowej 100x100x4mm. Geometria kratownicy została pokazana na rysunku K-3. Po środku zaprojektowano połączenie montażowe na śruby. Połączenie należy

## 2.5. Stężenia

W celu ograniczenia długości wyboczeniowej kratownicy w co 3 węzły pasa górnego zaprojektowano stężenie z postaci rury stalowej kwadratowej o

przekroju 160x160x4mm. Dodatkowo zaprojektowano do mocowania świetlików wymiany stalowej z tej samej rury kwadratowej. Układ stężeń pokazano na rysunku K-1. Wszystkie elementy ze stali S235JR.

## 2.6. Podest pod centrale wentylacyjną

Jako układ wsporczy pod centrale wentylacyjną zaprojektowano ruszt stalowy z dwuteowników HEA140 zamocowany do istniejącej konstrukcji oraz wsparty na stalowej ramie z rury kwadratowej o przekroju słupów i rygla 180x180x6mm. Dokładny rozstaw belek rusztu należy dopasować do wytycznych montażowych dostawcy centrali.

## 2.7. Projektowane otwory okienne

Nad projektowanymi otworami okiennymi w ścianach obudowy z płyt warstwowych zaprojektowano belki-nadproża z profilu kwadratowego RK120x120x5mm. Belki łączone ze słupami na obwodowe spoiny pachwinowe, montażowe gr.4mm.

W narożniku budynku, w miejscu zmienionej lokalizacji drzwi przewidziano usunięcie fragmentu cokołu betonowego ścian. Przemurowanie przy braku części cokołu wykonać z bloczków betonowych 15MPa na zaprawie cementowej M10. Fragment muru przewiązać z istniejącym cokołem na pręty 2#6 umieszczane w spoinach poziomych, wklejane w istniejący mur na żywicę np. Fischer FIS V360.

## 2.8. Zabezpieczenie antykorozyjne

Dla konstrukcyjnych elementów stalowych przyjęto klasę korozyjności C3 (wg PN-EN ISO 12944).

Przed nanoszeniem powłok powierzchnie należy oczyścić do stopnia czystości Sa2½ (wg PN-ISO 8501-1:1996).

Dopuszcza się wykonanie zabezpieczenia antykorozyjnego wg rozwiązania wykonawcy po uzgodnieniu z projektantem. Wszystkie produkty malarskie stosować zgodnie z wytycznymi producentów oraz zaleceniami odnośnie łączenia farb w zestawy.

## 2.9. Rozbieżności względem dokumentacji archiwalnej

- Na podstawie opracowania [1] oraz [3] stwierdza się, że ramy główne konstrukcji nośnej wzdłuż ścian podłużnych zostały wykonane z profili okrągłych o średnicy 244.5mm. Nie zmierzono grubości rury, do obliczeń sprawdzających przyjęto, że jest to 7.1mm.
- Usztywnienie zewnętrzne ram głównych w postaci rury okrągłej 193.7x8mm.
- Posadowienie budynku zgodne z dokumentacją [3].

## 2.10. Zebranie obciążeń

Założenia:

- nowe pokrycie dachu w postaci: membrana lub papa, wełna mineralna gr.20-30cm, paroizolacja, blacha trapezowa; ewentualnie gotowe płyty warstwowe z rdzeniem poliuretanowym,
- układ bezpłatwiowy z kratownicami w węzłach głównych ram czyli w rozstawie co 6,0m
- brak ingerencji w konstrukcję główną hali tj. ramy stalowe oraz w zaprojektowane i wykonane fundamenty,
- Obciążenie śniegiem: II strefa obciążenia śniegiem wg PN-EN 1991-1-3, obciążenie podstawowe  $s_k = 0.72\text{kN/m}^2$ , na zadaszeniach przylegających uwzględniono możliwość pojawienia się worków śnieżnych,
- Obciążenie wiatrem: I strefa obciążenia wiatrem wg PN-B-02011:1977/Az1.
- Obciążenie technologiczne podwieszone do dachu: brak,
- Blacha trapezowa: element przekrycia dachu w układzie jednoprzęsłowym, obciążony ciężarem własnym, warstw pokrycia dachowego oraz obciążeniami zmiennymi śniegiem i wiatrem, mocowany do płatwi stanowiący ich usztywnienie,

## 2.11. Zebranie obciążeń na blachę trapezową

<b>Obciążenia stałe dachu</b> [kN/m <sup>2</sup> ]	$g_k$	$\gamma_f$	$g_o$
Membrana	0,05	1,20	0,06
Wełna mineralna 25cm	0,42	1,20	0,51
Paroizolacja	0,05	1,20	0,06
Blacha trapezowa	0,18	1,10	0,20
<b>Razem</b>	<b>0,70</b>	<b>1,19</b>	<b>0,83</b>

## 2.12.

Przyjęto blachę T160/1.15mm w układzie jednoprzęsłowym, pozytywn.

Blachę mocować do pasów górnych kratownic w każdej fałdzie.

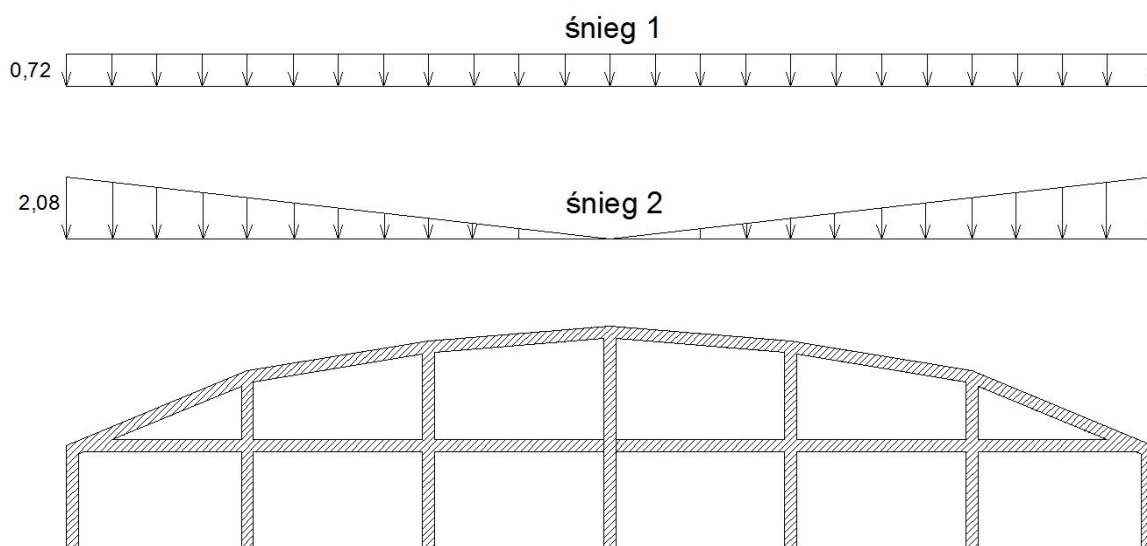
Dodatkowo na potrzeby obliczeń uwzględniono obciążenie zastępcze od instalacji, oświetlenia ect. w wymiarze 0,3 kN/m<sup>2</sup>

**Obciążenia śniegiem dachu** [kN/m<sup>2</sup>]

podano wartości charakterystyczne

druga strefa obciążenia śniegiem

$\gamma_f=1,5$

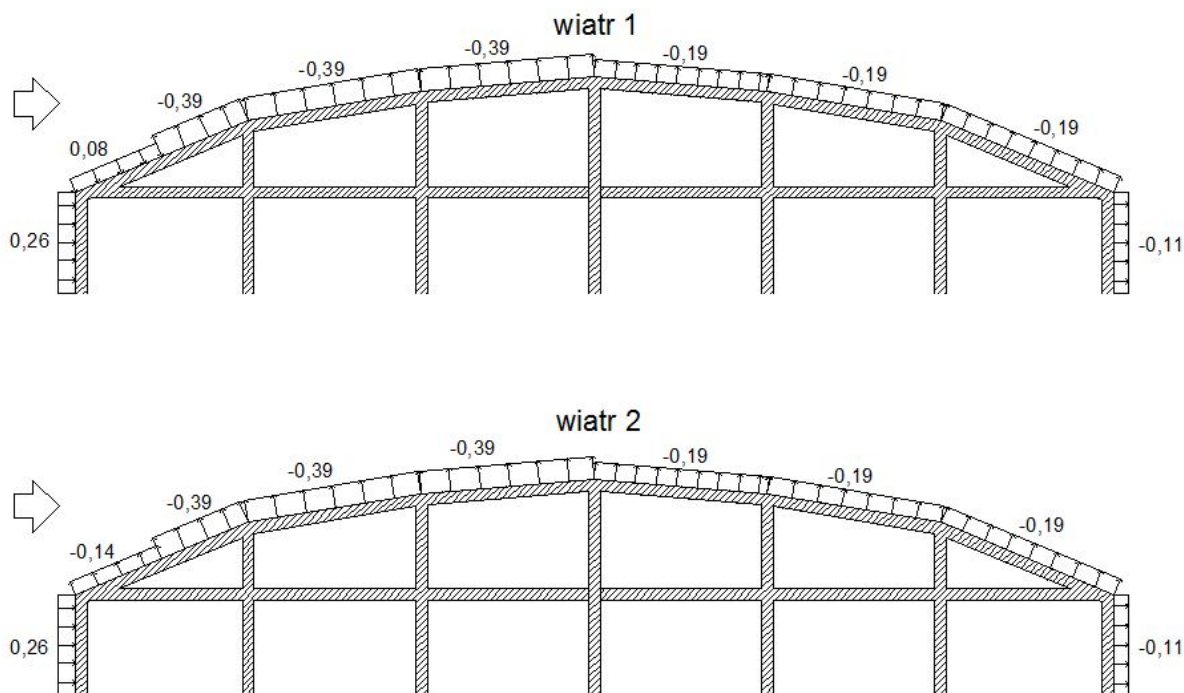


**Obciążenia wiatrem dachu** [kN/m<sup>2</sup>]

podano wartości charakterystyczne

pierwsza strefa obciążenia wiatrem

$\gamma_f=1,$



## 2.13. Obliczenia kratownic

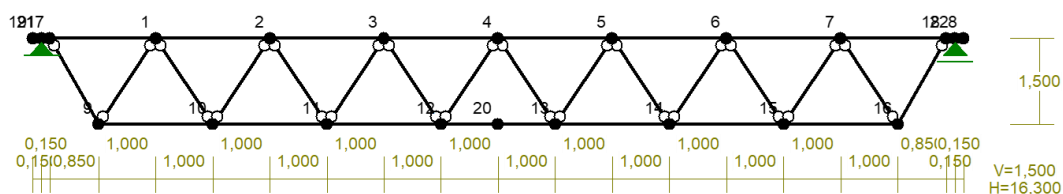
Założenia:

- rozstaw kratownicy co 6,0m
- belki jednoprzęsłowe oparte przegubowo na ramach głównych
- średnie obciążenie śniegiem  $1,8 \text{ kN/m}^2$
- nie uwzględniono ssania wiatru
- obciążenie od instalacji na pasie dolnym kratownicy

Wszystkie warianty obciążenia śniegiem i wiatrem zostały uwzględnione w dalszej części opracowania dla obliczeń sprawdzających całej hali.

Poniżej zaprezentowano wyniki dla płaskiej kratownicy

WĘZŁY:



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	2,150	1,500	12	7,150	0,000
2	4,150	1,500	13	9,150	0,000
3	6,150	1,500	14	11,150	0,000
4	8,150	1,500	15	13,150	0,000
5	10,150	1,500	16	15,150	0,000

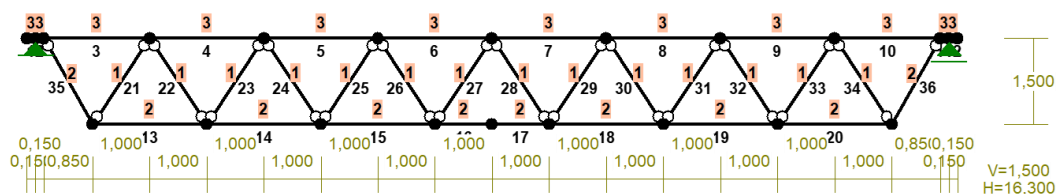
6	12,150	1,500	17	0,300	1,500
7	14,150	1,500	18	16,000	1,500
8	16,300	1,500	19	0,000	1,500
9	1,150	0,000	20	8,150	0,000
10	3,150	0,000	21	0,150	1,500
11	5,150	0,000	22	16,150	1,500

**PODPORY:**

P o d a t n o ś c i

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

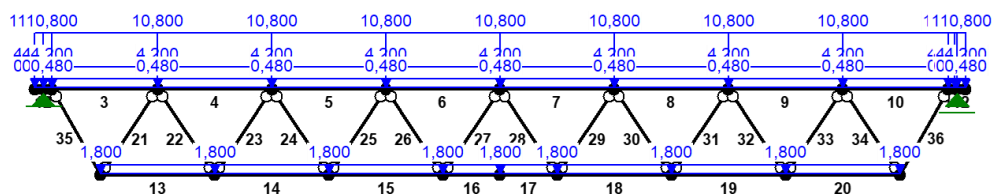
21	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	
22	przesuwana	0,0	0,000E+00*		

**PRZEKROJE PRĘTÓW:**

**PRĘTY UKŁADU:**

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

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	19	21	0,150	0,000	0,150	1,000	3 H 180x180x6
2	00	21	17	0,150	0,000	0,150	1,000	3 H 180x180x6
3	00	17	1	1,850	0,000	1,850	1,000	3 H 180x180x6
4	00	1	2	2,000	0,000	2,000	1,000	3 H 180x180x6
5	00	2	3	2,000	0,000	2,000	1,000	3 H 180x180x6
6	00	3	4	2,000	0,000	2,000	1,000	3 H 180x180x6
7	00	4	5	2,000	0,000	2,000	1,000	3 H 180x180x6
8	00	5	6	2,000	0,000	2,000	1,000	3 H 180x180x6
9	00	6	7	2,000	0,000	2,000	1,000	3 H 180x180x6
10	00	7	18	1,850	0,000	1,850	1,000	3 H 180x180x6
11	00	18	22	0,150	0,000	0,150	1,000	3 H 180x180x6
12	00	22	8	0,150	0,000	0,150	1,000	3 H 180x180x6
13	00	9	10	2,000	0,000	2,000	1,000	2 H 160x160x6
14	00	10	11	2,000	0,000	2,000	1,000	2 H 160x160x6
15	00	11	12	2,000	0,000	2,000	1,000	2 H 160x160x6
16	00	12	20	1,000	0,000	1,000	1,000	2 H 160x160x6
17	00	20	13	1,000	0,000	1,000	1,000	2 H 160x160x6
18	00	13	14	2,000	0,000	2,000	1,000	2 H 160x160x6
19	00	14	15	2,000	0,000	2,000	1,000	2 H 160x160x6
20	00	15	16	2,000	0,000	2,000	1,000	2 H 160x160x6
21	11	9	1	1,000	1,500	1,803	1,000	1 H 100x100x 4.0
22	11	1	10	1,000	-1,500	1,803	1,000	1 H 100x100x 4.0
23	11	10	2	1,000	1,500	1,803	1,000	1 H 100x100x 4.0
24	11	2	11	1,000	-1,500	1,803	1,000	1 H 100x100x 4.0
25	11	11	3	1,000	1,500	1,803	1,000	1 H 100x100x 4.0
26	11	3	12	1,000	-1,500	1,803	1,000	1 H 100x100x 4.0
27	11	12	4	1,000	1,500	1,803	1,000	1 H 100x100x 4.0





28	11	4	13	1,000	-1,500	1,803	1,000	1	H 100x100x 4.0
29	11	13	5	1,000	1,500	1,803	1,000	1	H 100x100x 4.0
30	11	5	14	1,000	-1,500	1,803	1,000	1	H 100x100x 4.0
31	11	14	6	1,000	1,500	1,803	1,000	1	H 100x100x 4.0
32	11	6	15	1,000	-1,500	1,803	1,000	1	H 100x100x 4.0
33	11	15	7	1,000	1,500	1,803	1,000	1	H 100x100x 4.0
34	11	7	16	1,000	-1,500	1,803	1,000	1	H 100x100x 4.0
35	10	17	9	0,850	-1,500	1,724	1,000	2	H 160x160x6
36	01	16	18	0,850	1,500	1,724	1,000	2	H 160x160x6

#### WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm <sup>2</sup> ]	I <sub>x</sub> [cm <sup>4</sup> ]	I <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ]	W <sub>g</sub> [cm <sup>3</sup> ]	W <sub>d</sub> [cm <sup>3</sup> ]	h[cm]	Materiał:
1	15,2	233	233	47	47	10,0	2 St3S (X,Y,V,W)
2	37,0	1463	1463	183	183	16,0	2 St3S (X,Y,V,W)
3	41,8	2110	2110	234	234	18,0	2 St3S (X,Y,V,W)

#### STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [kN/mm <sup>2</sup> ]	Napręż.gr.: [N/mm <sup>2</sup> ]	AlfaT: [1/K]
2 St3S (X,Y,V,	205	205,000	1,20E-05

#### OBCIĄŻENIA:

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

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A	"warstwy"			Stałe	γ <sub>f</sub> = 1,19	
1	Liniowe	0,0	4,200	4,200	0,00	0,15
2	Liniowe	0,0	4,200	4,200	0,00	0,15
3	Liniowe	0,0	4,200	4,200	0,00	1,85
4	Liniowe	0,0	4,200	4,200	0,00	2,00
5	Liniowe	0,0	4,200	4,200	0,00	2,00
6	Liniowe	0,0	4,200	4,200	0,00	2,00
7	Liniowe	0,0	4,200	4,200	0,00	2,00
8	Liniowe	0,0	4,200	4,200	0,00	2,00
9	Liniowe	0,0	4,200	4,200	0,00	2,00
10	Liniowe	0,0	4,200	4,200	0,00	1,85
11	Liniowe	0,0	4,200	4,200	0,00	0,11
11	Liniowe	0,0	4,200	4,200	0,11	0,15
12	Liniowe	0,0	4,200	4,200	0,00	0,15

Grupa: B	"śnieg"			Zmienne	γ <sub>f</sub> = 1,50	
1	Liniowe	0,0	10,800	10,800	0,00	0,15
2	Liniowe	0,0	10,800	10,800	0,00	0,15
3	Liniowe	0,0	10,800	10,800	0,00	1,85
4	Liniowe	0,0	10,800	10,800	0,00	2,00

5	Liniove	0,0	10,800	10,800	0,00	2,00
6	Liniove	0,0	10,800	10,800	0,00	2,00
7	Liniove	0,0	10,800	10,800	0,00	2,00
8	Liniove	0,0	10,800	10,800	0,00	2,00
9	Liniove	0,0	10,800	10,800	0,00	2,00
10	Liniove	0,0	10,800	10,800	0,00	1,85
11	Liniove	0,0	10,800	10,800	0,00	0,11
11	Liniove	0,0	10,800	10,800	0,11	0,15
12	Liniove	0,0	10,800	10,800	0,00	0,15

Grupa: C "wiatr"				Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniove	0,0	0,480	0,480	0,00	0,15
2	Liniove	0,0	0,480	0,480	0,00	0,15
3	Liniove	0,0	0,480	0,480	0,00	1,85
4	Liniove	0,0	0,480	0,480	0,00	2,00
5	Liniove	0,0	0,480	0,480	0,00	2,00
6	Liniove	0,0	0,480	0,480	0,00	2,00
7	Liniove	0,0	0,480	0,480	0,00	2,00
8	Liniove	0,0	0,480	0,480	0,00	2,00
9	Liniove	0,0	0,480	0,480	0,00	2,00
10	Liniove	0,0	0,480	0,480	0,00	1,85
11	Liniove	0,0	0,480	0,480	0,00	0,11
11	Liniove	0,0	0,480	0,480	0,11	0,15
12	Liniove	0,0	0,480	0,480	0,00	0,15

Grupa: D "instalacje"				Zmienne	$\gamma_f = 1,20$	
13	Liniove	0,0	1,800	1,800	0,00	2,00
14	Liniove	0,0	1,800	1,800	0,00	2,00
15	Liniove	0,0	1,800	1,800	0,00	2,00
16	Liniove	0,0	1,800	1,800	0,00	1,00
17	Liniove	0,0	1,800	1,800	0,00	1,00
18	Liniove	0,0	1,800	1,800	0,00	2,00
19	Liniove	0,0	1,800	1,800	0,00	2,00
20	Liniove	0,0	1,800	1,800	0,00	2,00

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

**Teoria I-go rzędu**

**Kombinatoryka obciążeń**

**OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:**

Grupa:	Znaczenie:	$\psi_d$ :	$\gamma_f$ :
-----			
Ciężar wł.			1,10
A -"warstwy"	Stałe		1,19
B -"śnieg"	Zmienne	1	1,00
C -"wiatr"	Zmienne	1	1,00
D -"instalacje"	Zmienne	1	1,00

**RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:**

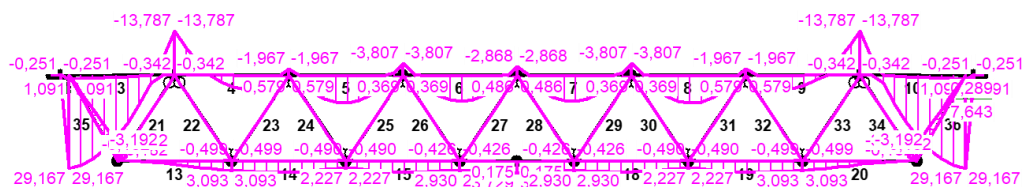
Grupa obc.:	Relacje:
-----	
Ciężar wł.	ZAWSZE
-----	
A -"warstwy"	EWENTUALNIE
B -"śnieg"	EWENTUALNIE
C -"wiatr"	EWENTUALNIE
D -"instalacje"	EWENTUALNIE

**KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:**

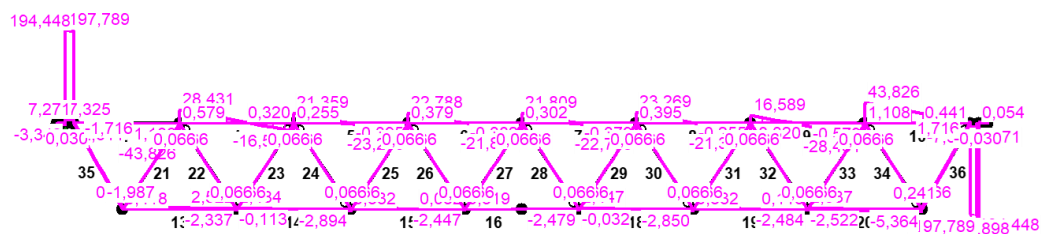
Nr: Specyfikacja:

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

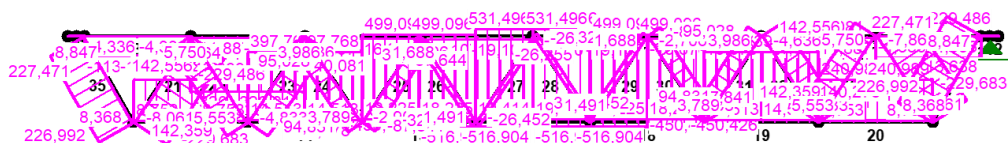
MOMENTY-OBWIEDNIE:



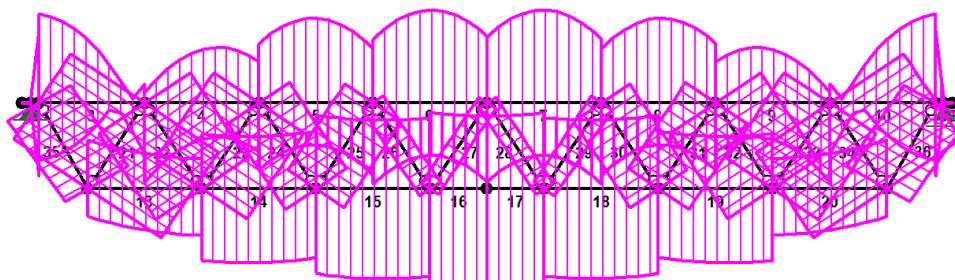
TAŁCĄCE-OBWIEDNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE:



NAPEŻENIA-OBWIEDNIE:



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

Pręt:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	Sigma:	Kombinacja obciążeń:
		-----		[MPa]	
		Ro			
1	0,150	0,005*		1,069	ABC
	0,000	-0,000*		-0,000	ABC
	0,000		0,000*	0,000	ABC
	0,150		-0,005*	-1,069	ABC
2	0,000	0,005*		1,069	ABCD
	0,150	-0,607*		-124,426	ABCD
	0,150		0,607*	124,426	ABCD
	0,000		-0,005*	-1,069	ABC
3	1,850	0,156*		32,071	ABC
	0,000	-0,740*		-151,639	ABCD
	0,000		0,474*	97,214	ABCD
	1,850		-0,420*	-86,029	ABCD
4	0,000	-0,007*		-1,389	
	1,250	-0,464*		-95,172	ABCD
	1,625		-0,011*	-2,321	
	0,000		-0,661*	-135,448	ABCD
5	2,000	-0,020*		-4,103	
	1,000	-0,706*		-144,830	ABCD
	0,875		-0,014*	-2,958	
	2,000		-0,598*	-122,637	ABCD
6	0,000	-0,023*		-4,686	
	1,000	-0,774*		-158,697	ABCD
	1,000		-0,018*	-3,618	
	0,000		-0,676*	-138,556	ABCD
7	2,000	-0,023*		-4,686	
	1,000	-0,774*		-158,697	ABCD
	1,000		-0,018*	-3,618	
	2,000		-0,676*	-138,556	ABCD
8	0,000	-0,020*		-4,103	
	1,000	-0,706*		-144,830	ABCD
	1,125		-0,014*	-2,958	
	0,000		-0,598*	-122,637	ABCD
9	2,000	-0,007*		-1,389	
	0,750	-0,464*		-95,172	ABCD
	0,375		-0,011*	-2,321	
	2,000		-0,661*	-135,448	ABCD
10	0,000	0,156*		32,071	ABC
	1,850	-0,740*		-151,639	ABCD
	1,850		0,474*	97,214	ABCD
	0,000		-0,420*	-86,029	ABCD
11	0,150	0,005*		1,069	ABCD
	0,000	-0,607*		-124,426	ABCD
	0,000		0,607*	124,426	ABCD
	0,150		-0,005*	-1,069	ABCD

12	0,000	<b>0,005*</b>		1,069	ABC
	0,150	<b>0,000*</b>		0,000	
	0,150		<b>0,000*</b>	0,000	ABC
	0,000		<b>-0,005*</b>	-1,069	ABCD
13	0,000	<b>0,403*</b>		82,654	ABCD
	1,250	<b>0,009*</b>		1,871	
	2,000		<b>0,387*</b>	79,297	ABCD
	0,000		<b>0,007*</b>	1,373	
14	2,000	<b>0,478*</b>		98,061	ABCD
	1,000	<b>0,015*</b>		3,042	
	0,875		<b>0,617*</b>	126,404	ABCD
	2,000		<b>0,019*</b>	3,867	
15	0,000	<b>0,612*</b>		125,477	ABCD
	1,000	<b>0,020*</b>		4,047	
	1,125		<b>0,749*</b>	153,547	ABCD
	0,000		<b>0,024*</b>	4,871	
16	0,000	<b>0,635*</b>		130,192	ABCD
	1,000	<b>0,021*</b>		4,297	
	1,000		<b>0,801*</b>	164,191	ABCD
	0,000		<b>0,026*</b>	5,336	
17	1,000	<b>0,635*</b>		130,192	ABCD
	0,000	<b>0,021*</b>		4,297	
	0,000		<b>0,801*</b>	164,191	ABCD
	1,000		<b>0,026*</b>	5,336	
18	2,000	<b>0,612*</b>		125,477	ABCD
	1,000	<b>0,020*</b>		4,047	
	0,875		<b>0,749*</b>	153,547	ABCD
	2,000		<b>0,024*</b>	4,871	
19	0,000	<b>0,478*</b>		98,061	ABCD
	1,000	<b>0,015*</b>		3,042	
	1,125		<b>0,617*</b>	126,404	ABCD
	0,000		<b>0,019*</b>	3,867	
20	2,000	<b>0,403*</b>		82,654	ABCD
	0,750	<b>0,009*</b>		1,871	
	0,000		<b>0,387*</b>	79,297	ABCD
	2,000		<b>0,007*</b>	1,373	
21	1,803	<b>-0,025*</b>		-5,174	
	0,901	<b>-0,740*</b>		-151,677	ABCD
	0,901		<b>-0,022*</b>	-4,604	
	0,000		<b>-0,737*</b>	-151,107	ABCD
22	0,000	<b>0,457*</b>		93,787	ABCD
	0,901	<b>0,015*</b>		3,083	
	0,901		<b>0,460*</b>	94,357	ABCD
	1,803		<b>0,018*</b>	3,653	
23	1,803	<b>-0,015*</b>		-3,050	
	0,901	<b>-0,453*</b>		-92,858	ABCD
	0,901		<b>-0,012*</b>	-2,480	
	0,000		<b>-0,450*</b>	-92,288	ABCD
24	0,000	<b>0,305*</b>		62,518	ABCD
	0,901	<b>0,009*</b>		1,923	
	0,901		<b>0,308*</b>	63,088	ABCD

	1,803		0,012*	2,493	
25	1,803	-0,009*		-1,780	
	0,901	-0,285*		-58,360	ABCD
	0,901		-0,006*	-1,210	
	0,000		-0,282*	-57,790	ABCD
26	0,000	0,103*		21,186	ABCD
	0,901	0,002*		0,411	
	0,901		0,106*	21,756	ABCD
	1,803		0,005*	0,981	
27	1,803	-0,001*		-0,268	D
	0,901	-0,088*		-17,973	ABC
	0,901		0,001*	0,302	D
	0,000		-0,085*	-17,403	ABC
28	0,000	-0,001*		-0,268	D
	0,901	-0,088*		-17,973	ABC
	0,901		0,001*	0,302	D
	1,803		-0,085*	-17,403	ABC
29	1,803	0,103*		21,186	ABCD
	0,901	0,002*		0,411	
	0,901		0,106*	21,756	ABCD
	0,000		0,005*	0,981	
30	0,000	-0,009*		-1,780	
	0,901	-0,285*		-58,360	ABCD
	0,901		-0,006*	-1,210	
	1,803		-0,282*	-57,790	ABCD
31	1,803	0,305*		62,518	ABCD
	0,901	0,009*		1,923	
	0,901		0,308*	63,088	ABCD
	0,000		0,012*	2,493	
32	0,000	-0,015*		-3,050	
	0,901	-0,453*		-92,858	ABCD
	0,901		-0,012*	-2,480	
	1,803		-0,450*	-92,288	ABCD
33	1,803	0,457*		93,787	ABCD
	0,901	0,015*		3,083	
	0,901		0,460*	94,357	ABCD
	0,000		0,018*	3,653	
34	0,000	-0,025*		-5,174	
	0,901	-0,740*		-151,677	ABCD
	0,901		-0,022*	-4,604	
	1,803		-0,737*	-151,107	ABCD
35	1,724	0,385*		78,867	ABCD
	0,323	0,012*		2,361	
	0,000		0,300*	61,545	ABCD
	1,724		0,006*	1,269	
36	0,000	0,385*		78,867	ABCD
	1,401	0,012*		2,361	
	1,724		0,300*	61,545	ABCD
	0,000		0,006*	1,269	

\* = Wartości ekstremalne

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

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

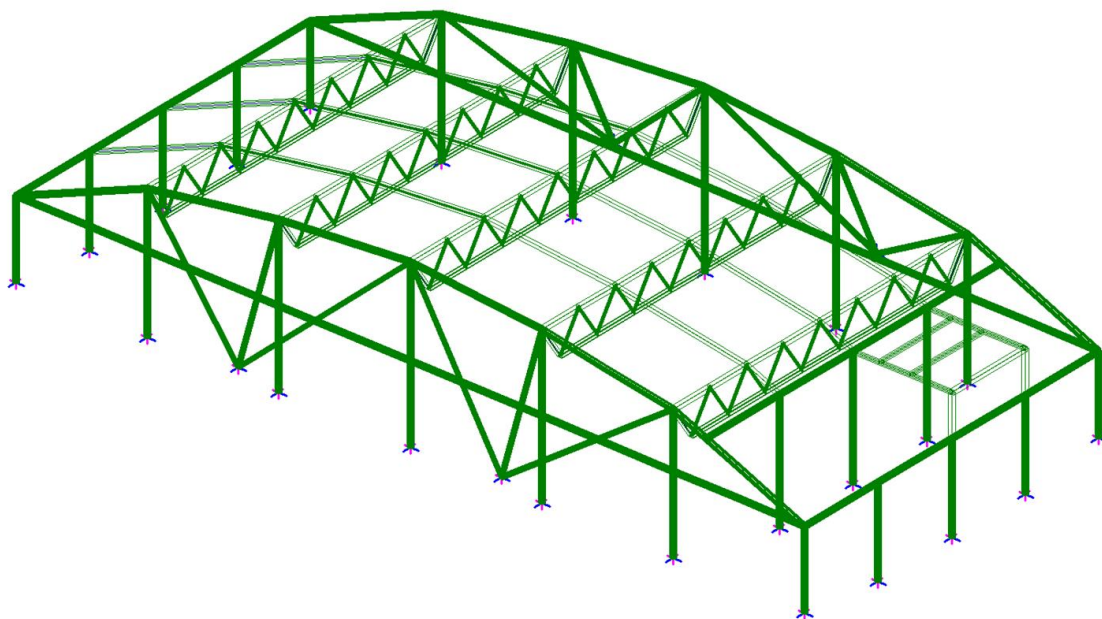
Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
21	<b>-0,000*</b>	201,131	201,131		ABCD
	<b>-0,000*</b>	7,379	7,379		
	-0,000	<b>201,131*</b>	201,131		ABCD
	-0,000	<b>7,379*</b>	7,379		
	-0,000	201,131	<b>201,131*</b>		ABCD
22	<b>0,000*</b>	201,131	201,131		ABCD
	<b>0,000*</b>	7,379	7,379		
	0,000	<b>201,131*</b>	201,131		ABCD
	0,000	<b>7,379*</b>	7,379		
	0,000	201,131	<b>201,131*</b>		ABCD

\* = Wartości ekstremalne

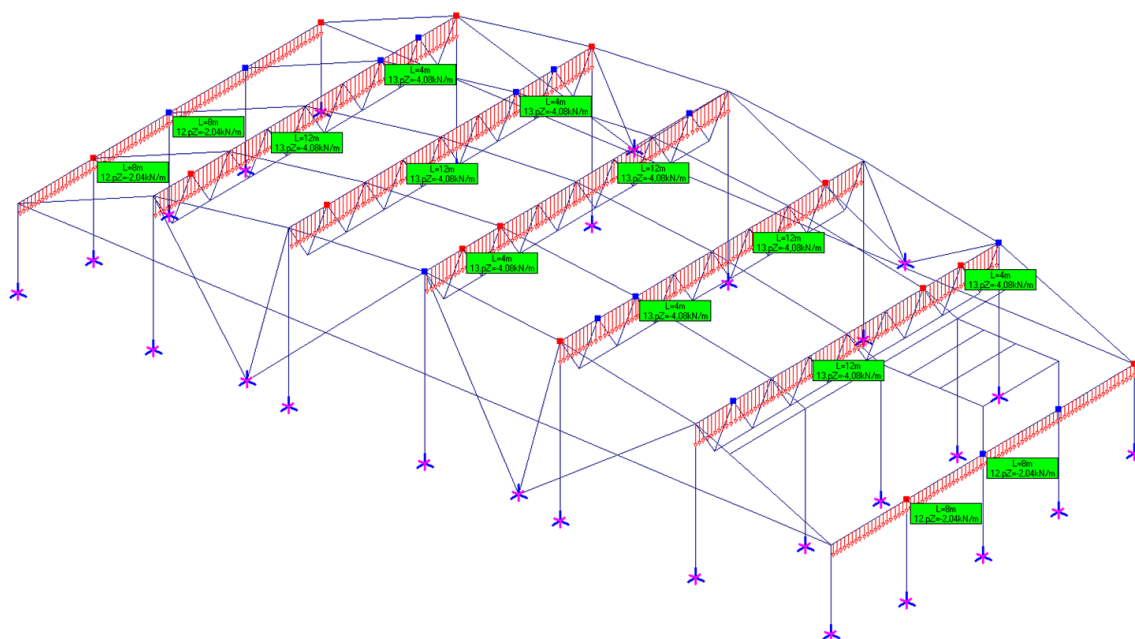
## 2.14. Obliczenia sprawdzające hali

Do obliczeń wykorzystano program komputerowy ABC Rama 3D.

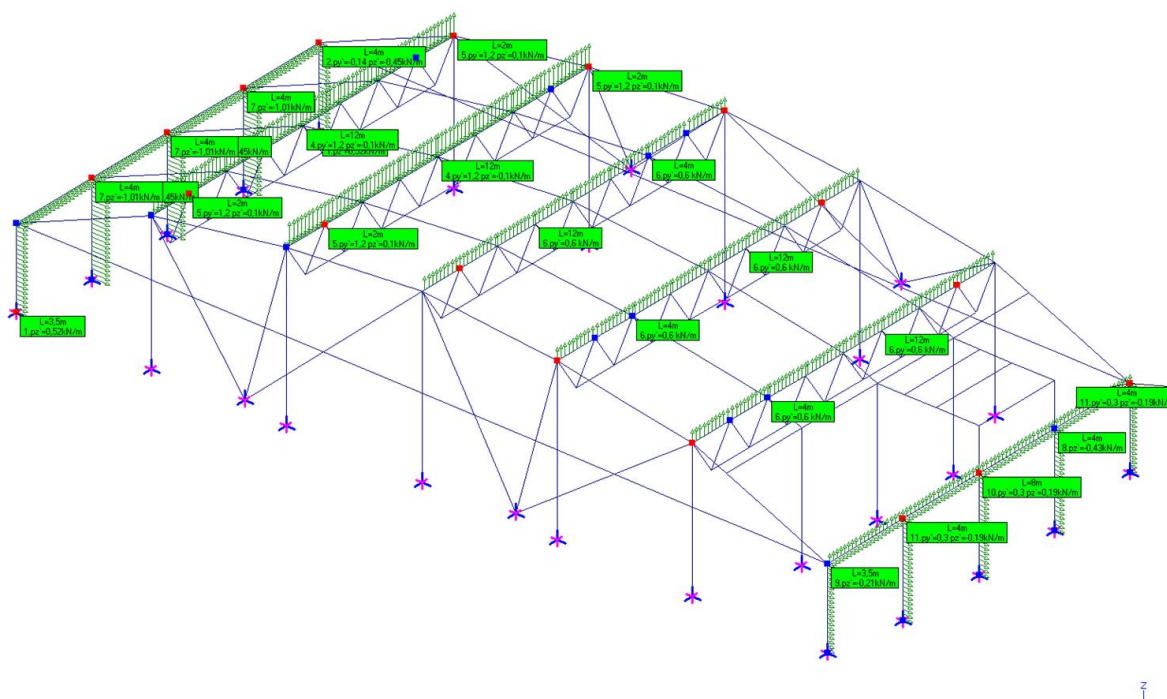
Model obliczeniowy:



Obciążenia od warstw dachowych:

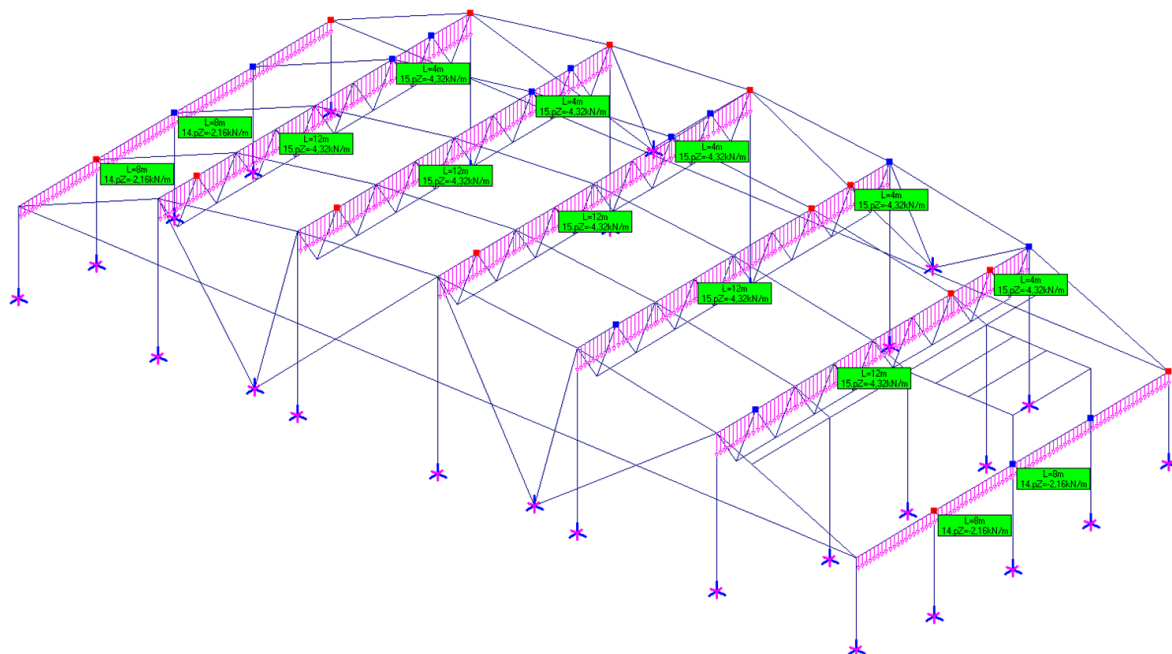


Obciążenia od wiatru:



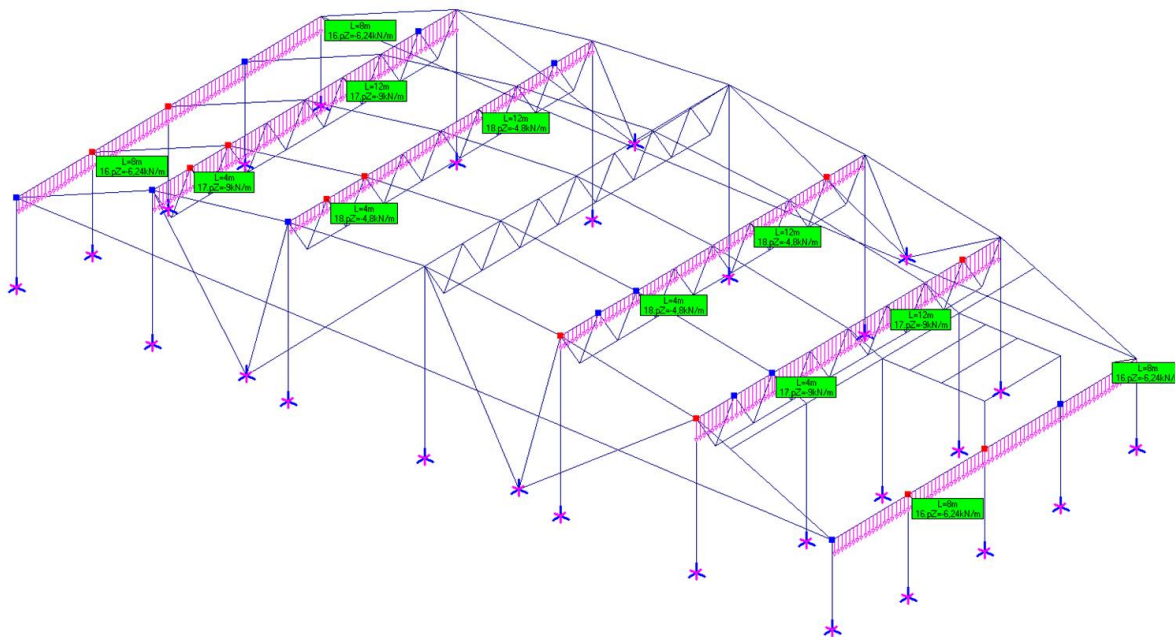


Obciążenia śniegiem wariant 1:



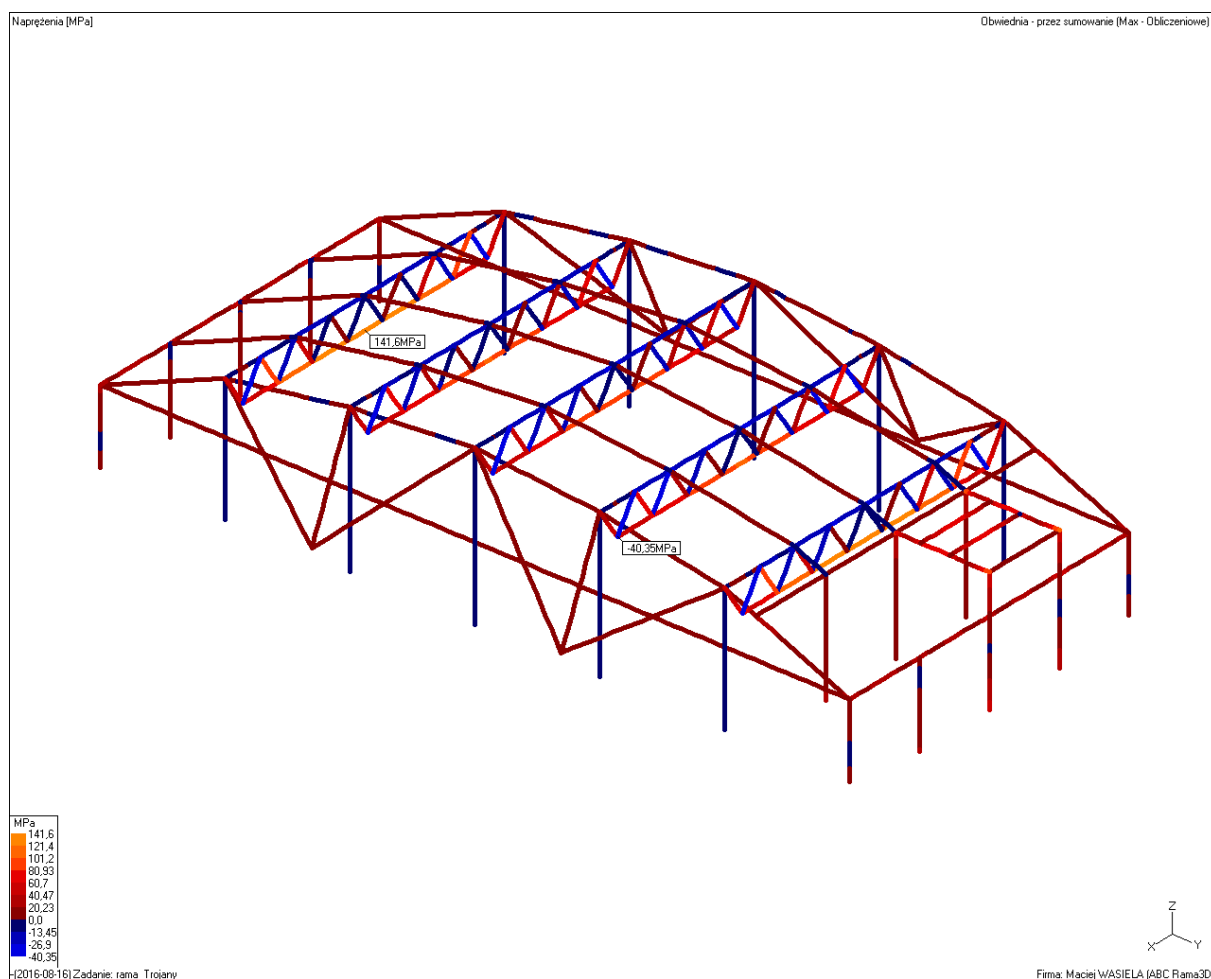
7

Obciążenia śniegiem wariant 2:



8

Naprężenia normalne w przekroju:



#### Wnioski:

Naprężenia w ramach stalowych nie zostały przekroczone po wykonaniu dodatkowych kratownic utrzymujących ciężar nowego przekrycia dachowego. Wzrosły natomiast reakcje na fundamenty.

### 2.15. Sprawdzenie stopy fundamentowej hali

Stosownie do §4.2 i §4.3 Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych oraz zgodnie z dokumentacją [2], obiekt zaliczono do II kategorii geotechnicznej w prostych warunkach gruntowych.

Dokonano sprawdzenia naprężeń pod stopą fundamentową zaprojektowaną zgodnie z opracowaniem [3]. Do obliczeń przyjęto stopę fundamentową o wymiarach 1,60m x 1,60m x 0,40m posadowioną na głębokości 1,10m poniżej przyległego terenu. Przyjęto zgodnie z projektem archiwalnym, że stopy są wykonane z betonu B30 i zbrojone prętami  $\phi$ 20 ze stali A-III.

Sprawdzono dwa warianty obciążeń:

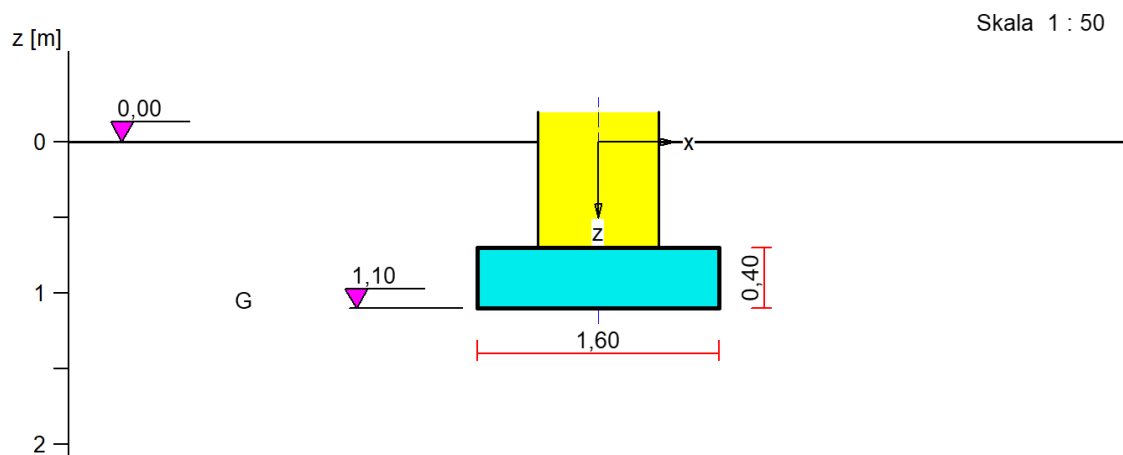
- maksymalna siła pionowa
- maksymalny moment zginający

Badania geotechniczne podłoża nie zostały wykonane na potrzeby ekspertyzy. Do obliczeń fundamentów przyjęto, że w poziomie posadowienia zalegają grunty spoiste w postaci glin o stopniu plastyczności  $I_L = 0.3$ . Ponadto przyjęto, że w poziomie posadowienia nie występuje woda gruntowa.

W przypadku stwierdzenia w poziomie posadowienia innych gruntów lub gruntów

o gorszych parametrach geotechnicznych, bądź występowania wody gruntowej należy skontaktować się z projektantem celem skorygowania obliczeń sprawdzających.

Wyniki obliczeń sprawdzających:



## Podłoże gruntowe

### Teren

Istniejący względny poziom terenu:  $z_t = 0,00$  m,

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

### Warstwy gruntu

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

### Parametry geotechniczne występujących gruntów

Symbol	$I_D$	$I_L$	$\rho$	stopień	$c_u$	$\Phi_u$	$M_0$	M
gruntu	[-]	[-]	[t/m <sup>3</sup> ]	wilgotn.	[kPa]	[°]	[kPa]	[kPa]
G		0,30	2,05		28,00	16,4	29253	39004

## Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**

Wymiary słupa:  $b = 0,80$  m,  $l = 0,80$  m,

Współrzędne osi słupa:  $x_0 = 7,90$  m,  $y_0 = 9,30$  m,

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

## Obciążenie od konstrukcji

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

Wypadkowa obciążenia konstrukcji powyżej  $3 \cdot B$  ponad poziomem posadowienia.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	$H_x$	$H_y$	$M_x$	$M_y$	$\gamma$
	obciążenia*	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
1	D	180,0	0,0	0,0	10,00	10,00	1,20

\* D - obciążenia stałe, zmienne długotrwałe,

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

## Material

Rodzaj materiału: **żelbet**

Klasa betonu: B30, nazwa stali: 34GS,

Średnica prętów zbrojeniowych:

na kierunku x:  $d_x = 20,0$  mm, na kierunku y:  $d_y = 20,0$  mm,

Kierunek zbrojenia głównego: x,

Grubość otuliny: 5,0 cm.

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

## Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia:  $z_f = 1,10$  m

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy:  $B_x = 1,60$  m,  $B_y = 1,60$  m,

Wysokość:  $H = 0,40$  m,

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

## Stan graniczny I

### Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D	1,10	0,23	0,22

### Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego:  $B_x = 1,60$  m,  $B_y = 1,60$  m.

Względny poziom posadowienia:  $H = 1,10$  m.

Rodzaj obciążenia: D,

### Zestawienie obciążeń:

Pozycja	Obc. char.	$E_x$	$E_y$	$\gamma$	Obc. obl.	Mom. obl.	Mom. obl.
	[kN]	[m]	[m]	[-]	G [kN]	$M_{Gx}$ [kNm]	$M_{Gy}$ [kNm]
Fundament	25,11	0,00	0,00	1,1(0,9)	27,62	0,00	0,00
Grun - pole 1	6,76	0,47	-0,47	1,2(0,8)	8,11	-3,78	3,78
Grun - pole 2	6,76	-0,47	-0,47	1,2(0,8)	8,11	-3,78	-3,78
Grun - pole 3	6,76	-0,47	0,47	1,2(0,8)	8,11	3,78	-3,78
Grun - pole 4	6,76	0,47	0,47	1,2(0,8)	8,11	3,78	3,78

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

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa:  $N = 180,00$  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.  $E_z = 1,10$  m,

siła pozioma:  $H_y = 0,00$  kN, mimośród względem podstawy fund.  $E_z = 1,10$  m,

moment:  $M_x = 10,00$  kNm, moment:  $M_y = 10,00$  kNm.

### Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = N + G = 180,00 + 60,06 + 44,23 = 240,06 + 224,23 \text{ kN.}$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 180,00 \cdot 0,00 - 0,00 \cdot 1,10 + 10,00 + (0,00) + 0,00 = 10,00 + 10,00$$

kNm.

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -180,00 \cdot 0,00 + 0,00 \cdot 1,10 + 10,00 + (0,00) + 0,00 = 10,00 + 10,00$$

kNm.

Mimośrody sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 10,00/224,23 = 0,04 \text{ m},$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 10,00/224,23 = 0,04 \text{ m},$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,028 + 0,028 = 0,056 \text{ m} < 0,250.$$

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

### Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B_x' = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 1,60 - 2 \cdot 0,04 = 1,52 \text{ m}, \quad B_y' = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 1,60 - 2 \cdot 0,04 = 1,52 \text{ m}.$$

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

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,84 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 1,10 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,84 \cdot 9,81 \cdot 1,10 = 19,91 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 16,40 \cdot 0,90 = 14,76^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 25,20 \text{ kPa},$$

$$N_B = 0,56 \quad N_C = 10,83, \quad N_D = 3,85.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 0,00/240,06 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_x / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,2635 = 0,000,$$

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

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/240,06 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,2635 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 2,05 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 18,10 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_y'/B_x' = 0,75, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_y'/B_x' = 1,30, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_y'/B_x' = 2,50$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B_x' B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 1283,68 \text{ kN},$$

$$Q_{fNBy} = B_x' B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 1283,68 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 240,06 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 1283,68 = 1039,78 \text{ kN}.$$

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

## Stan graniczny II

### Osiadanie fundamentu

**Osiadanie całkowite:**

Osiadanie pierwotne:  $s' = 0,18 \text{ cm}$ .

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

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

Osiadanie:  $s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,18 + 0 \cdot 0,00 = 0,18 \text{ cm}$ ,

Sprawdzenie warunku osiadania:

**Warunek nie jest określony.**

### Wymiarowanie fundamentu

#### 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	10	430	—

**Sprawdzenie stopy na przebicie dla obciążenia nr 1****Zestawienie obciążeń:**

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa:  $N_r = 180 \text{ kN}$ ,

momenty:  $M_{xr} = 10,00 \text{ kNm}$ ,  $M_{yr} = 10,00 \text{ kNm}$ .

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,06 \text{ m}$ ,  $e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,06 \text{ m}$ .

**Oddziaływanie podłoża na fundament:**

Oddziaływanie na krawędziach fundamentu w przekroju środkowym A-A:

$q_1 = 56 \text{ kPa}$ ,  $q_2 = 85 \text{ kPa}$ .

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1:  $c = 0,08 \text{ m}$ ,  $q_c = 83 \text{ kPa}$ .

**Przebicie stopy w przekroju 1:**

Siła ścinająca:  $V_{Sd} = \int_{Ac} q \cdot dA = 10 \text{ kN}$ .

Nośność betonu na ścinanie:  $V_{Rd} = (b+d) \cdot d \cdot f_{ctd} = (0,80+0,32) \cdot 0,32 \cdot 1200 = 430 \text{ kN}$ .

$V_{Sd} = 10 \text{ kN} < V_{Rd} = 430 \text{ kN}$ .

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

**Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na zginanie**

Nr obc.	Kierunek	Przekrój	Moment zginający M [kNm]	Nośność przekroju M <sub>r</sub> [kNm]
* 1	x	1	18	236
	y	1	18	222

Uwaga: Momenty zginające wyznaczono metodą wsporników prostokątnych.

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

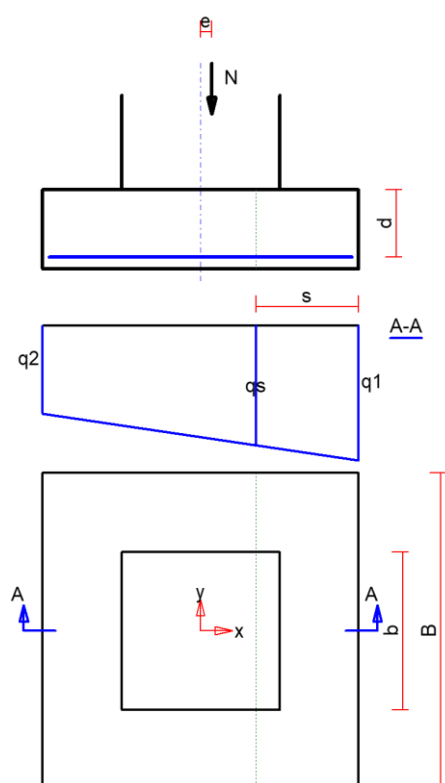
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa:  $N_r = 180 \text{ kN}$ ,

momenty:  $M_{xr} = 10,00 \text{ kNm}$ ,  $M_{yr} = 10,00 \text{ kNm}$ .

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,06 \text{ m}$ ,  $e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,06 \text{ m}$ .



### Oddziaływanie podłoża na fundament:

Oddziaływania na krawędziach fundamentu w przekroju środkowym A-A:

$$q_1 = 85 \text{ kPa}, \quad q_2 = 56 \text{ kPa}.$$

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1:  $s = 0,52 \text{ m}$ ,  $q_s = 75 \text{ kPa}$ .

### Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 85 + 75) \cdot 1,60 \cdot 0,27^2 / 6 = 18 \text{ kNm}.$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia:  $A_s = 1,7 \text{ cm}^2$ .

Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia:  $A_{Rs} = 22,0 \text{ cm}^2$ .

$$A_s = 1,7 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 22,0 \text{ cm}^2.$$

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

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

#### Zestawienie obciążeń:

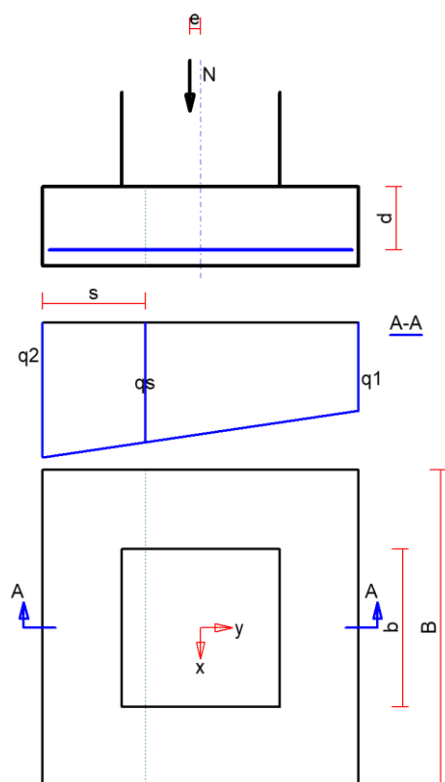
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa:  $N_r = 180 \text{ kN}$ ,

momenty:  $M_{xr} = 10,00 \text{ kNm}$ ,  $M_{yr} = 10,00 \text{ kNm}$ .

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$$e_{xr} = |M_{yr} / N_r| = 0,06 \text{ m}, \quad e_{yr} = |M_{xr} / N_r| = 0,06 \text{ m}.$$



### Oddziaływanie podłoża na fundament:

Oddziaływania na krawędziach fundamentu w przekroju środkowym A-A:

$$q_1 = 56 \text{ kPa}, \quad q_2 = 85 \text{ kPa}.$$

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1:  $s = 0,52 \text{ m}$ ,  $q_s = 75 \text{ kPa}$ .

### Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{sd} = (2 \cdot q_2 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 85 + 75) \cdot 1,60 \cdot 0,27 / 6 = 18 \text{ kNm}.$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia:  $A_s = 1,8 \text{ cm}^2$ .

Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia:  $A_{Rs} = 22,0 \text{ cm}^2$ .

$$A_s = 1,8 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 22,0 \text{ cm}^2.$$

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

Autorzy opracowania:

mgr inż.            Maciej Wasiela  
upr.bud.nr        LOD/1261/POOK/09  
izba nr            ŁOD/BO/8973/10

mgr inż.            Krzysztof Chojnacki  
upr.bud.nr        LOD/1620/POOK/11  
izba nr            ŁOD/BO/9451/11