

# P R O J E K T   T E C H N I C Z Y

PRZEBUDOWA DACHU I ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH SALI GIMNASTYCZNEJ PRZY ZESPOLE SZKÓŁ IM.  
BITWY WARSZAWSKIEJ 1920 ROKU W JÓZEFOWIE, ZE ZMIANĄ POKRYCIA ORAZ WYKONANIEM  
INSTALACJI WENTYLACJI MECHANICZNEJ, ELEKTRYCZNEJ ORAZ FOTOWOLTAIKI

05-254 JÓZEFÓW; UL. KOŚCIELNA 2 ; działka nr 246 ; obręb 0009 , gmina Dąbrówka , powiat Wołomiński ,  
województwo Mazowieckie; jednostka ewidencyjna – Dąbrówka

KATEGORIA OBIEKTU BUDOWLANEGO: IX

## CZĘŚĆ 2. KONSTRUKCJA

Branża:	Projektant, nr i rodzaj uprawnień	Podpis:
Architektura:		
Projektant:	mgr inż. Maciej Wasiela upr. bud. nr LOD/1261/POOK/09	
Sprawdzający:	mgr inż. Krzysztof Chojnacki upr.bud.nr LOD/BO/8973/10	

Inwestor:



Urząd Gminy Dąbrówka  
ul. Kościuszki 14  
05-252 Dąbrówka

Jednostka projektowa:

**RADOSŁAW GUZOWSKI ARCHITEKT**

UL. WÓRONICZA 31 / 266

02- 640 WARSZAWA

TEL. 22 119 28 31

GUZOWSKI@RGARCHITEKT.COM



11.2022 Warszawa

## 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.....	4
2.7.	Projektowane otwory okienne .....	4
2.8.	Zabezpieczenie antykorozyjne .....	5
2.9.	Rozbieżności względem dokumentacji archiwalnej.....	5
2.10.	Zebranie obciążeń .....	5
2.11.	Zebranie obciążeń na blachę trapezową.....	5
2.12.	Obliczenia kratownic.....	6
2.13.	Obliczenia sprawdzające hali .....	13
2.14.	Sprawdzenie stopy fundamentowej hali .....	17

## 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 TECHNICZNY PRZEBUDOWY DACHU I ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH SALI GIMNASTYCZNEJ PRZY ZESPOLE SZKÓŁ IM. BITWY WARSZAWSKIEJ 1920R. W JÓZEFOWIE, UL. KOŚCIELNA 2, DZ. NR EW. 246, OBRĘB 0009, GMINA DĄBRÓWKA, sporządzony w listopadzie 2022r. jest wykonany zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projektant:	mgr inż.	Maciej Wasieła
	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 Zespole Szkół im. Bitwy Warszawskiej 1920 roku w Józefowie przy ul. Kościelnej 2, na działce nr 246 w obrębie 0009, w gminie Dąbrówka.

Zakres opracowania obejmuje: projekt techniczny konstrukcji przebudowy dachu i ścian zewnętrznych sali gimnastycznej zlokalizowanej jw.

## 1.2. Podstawa opracowania

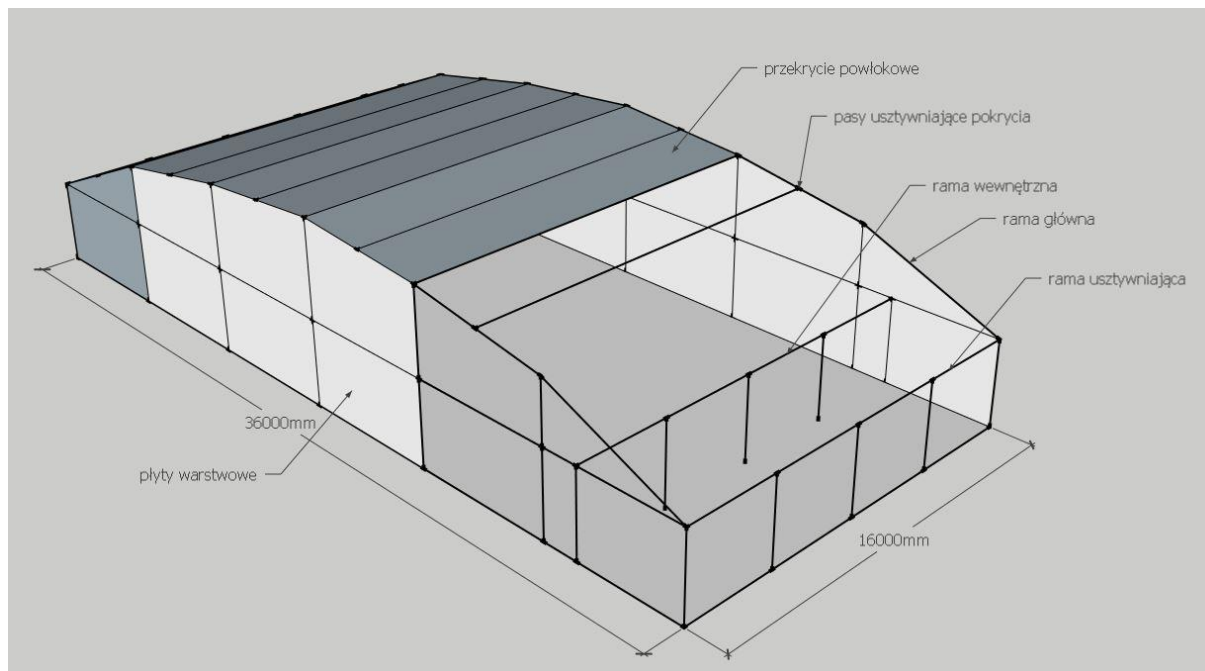
- [1] Projekt techniczny architektury wykonany przez jednostką projektową RADOSŁAW GUZOWSKI ARCHITEKT,
- [2] Ekspertyza techniczna pod względem możliwości wymiany rodzaju pokrycia dachu hal sportowych typu „Davis Cup” zlokalizowanych przy szkołach podstawowych w Józefowie, Guzowatce oraz Wszeborach w 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 ramy 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 ramy. Ściany fundamentowe oraz cokoły z bloczków fundamentowych. Ściany zewnętrzne wykonane 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 ramy stalowej w ścianie podłużnej zaprojektowano blachę trapezową w układzie jednoprzęsłowym. Należy zastosować blachę trapezową T160/1.15mm pozytyw. Na połaciach gdzie przewidziano panele fotowoltaiczne zaprojektowano blachę trapezową T160/1.50mm. Blachę mocować do pasów górnych kratownic w każdej faldzie.

## 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 wyboeczeniowej 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. Przymurowanie przy brakującej 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: na pasie dolnym  $0.3 \text{ kN/m}$ ,
- 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 [kN/m<sup>2</sup>]</b>	<b><math>g_k</math></b>	<b><math>\gamma_f</math></b>	<b><math>g_o</math></b>
Membrana	0,05	1,35	
Wełna mineralna 25cm	0,40	1,35	
Paroizolacja	0,02	1,35	
Blacha trapezowa	0,18	1,35	
Sufit podwieszony	0,18	1,35	
<b>Razem</b>	<b>0,83</b>	1,35	<b>1,12</b>

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

Blachę mocować do pasów górnych kratownic w każdej faldzie.

Dodatkowo na potrzeby obliczeń uwzględniono obciążenie

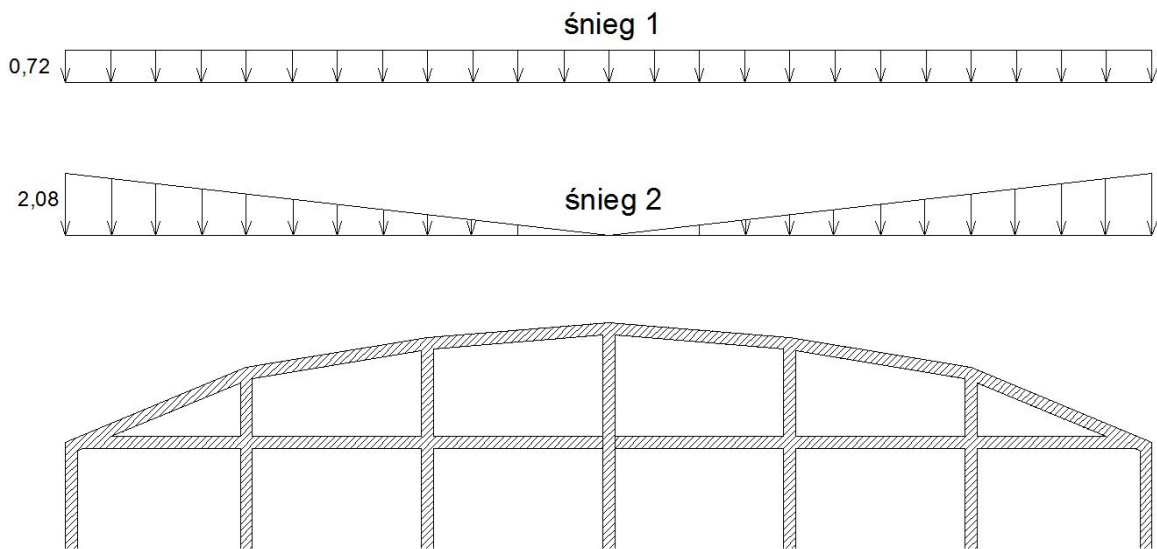
zastępcze od instalacji, oświetlenia ect. w wymiarze  $0,3 \text{ kN/m}^2$

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

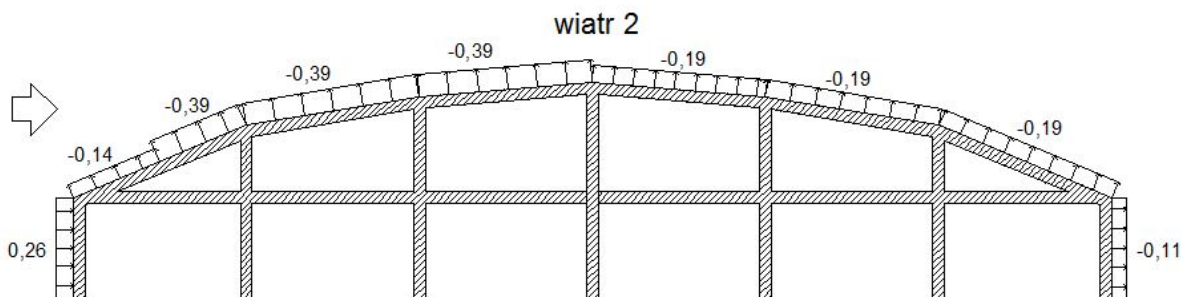
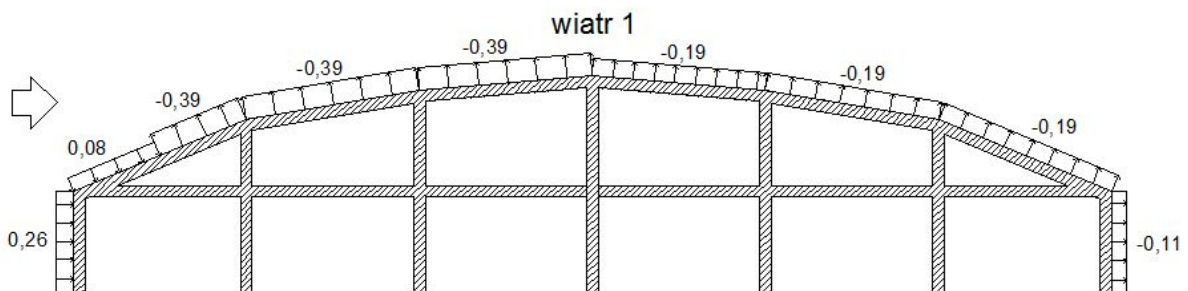
podano wartości charakterystyczne

druga strefa obciążenia śniegiem

$s_k = 1,5$



**Obciążenia wiatrem dachu [ $\text{kN/m}^2$ ]**  
 podano wartości charakterystyczne  
 pierwsza strefa obciążenia wiatrem  
 $\mu = 1,$



## 2.12. Obliczenia kratownic

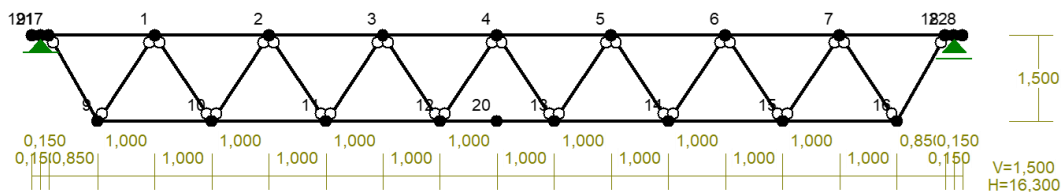
Założenia:

- rozstaw kratownicy co  $6,0\text{m}$
- 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

# WEZŁY:



# WEZŁY:

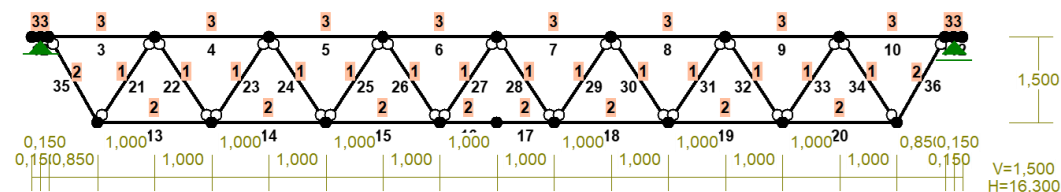
Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	2,150	1,500	12	7,150	0,000
2	4,150	1,500	13	9,150	0,000
3	6,150	1,500	14	11,150	0,000
4	8,150	1,500	15	13,150	0,000
5	10,150	1,500	16	15,150	0,000
6	12,150	1,500	17	0,300	1,500
7	14,150	1,500	18	16,000	1,500
8	16,300	1,500	19	0,000	1,500
9	1,150	0,000	20	8,150	0,000
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	przesuwna	0,0	0,000E+00*		

# PRZEKROJE PRĘTÓW:



# PRĘTY UKŁADU:

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

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 PRZĘKROJOWE:

Nr.	A[cm <sup>2</sup> ]	Ix[cm <sup>4</sup> ]	Iy[cm <sup>4</sup> ]	Wg[cm <sup>3</sup> ]	Wd[cm <sup>3</sup> ]	h[cm]	Materiał:
1	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)

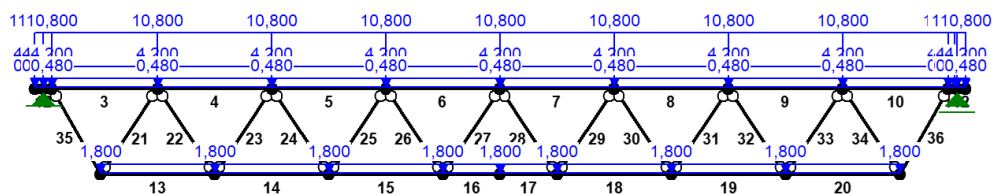
#### STAŁE MATERIAŁOWE:

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:

#### OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	A "warstwy"			Stałe	gf= 1,35	
1	Linowe	0,0	4,980	4,980	0,00	0,15



2	Linowe	0,0	4,980	4,980	0,00	0,15
3	Linowe	0,0	4,980	4,980	0,00	1,85
4	Linowe	0,0	4,980	4,980	0,00	2,00
5	Linowe	0,0	4,980	4,980	0,00	2,00
6	Linowe	0,0	4,980	4,980	0,00	2,00
7	Linowe	0,0	4,980	4,980	0,00	2,00
8	Linowe	0,0	4,980	4,980	0,00	2,00
9	Linowe	0,0	4,980	4,980	0,00	2,00
10	Linowe	0,0	4,980	4,980	0,00	1,85
11	Linowe	0,0	4,980	4,980	0,00	0,11
11	Linowe	0,0	4,980	4,980	0,11	0,15
12	Linowe	0,0	4,980	4,980	0,00	0,15

Grupa:	B "śnieg"			Zmienne	gf= 1,50	
1	Linowe	0,0	10,800	10,800	0,00	0,15
2	Linowe	0,0	10,800	10,800	0,00	0,15
3	Linowe	0,0	10,800	10,800	0,00	1,85
4	Linowe	0,0	10,800	10,800	0,00	2,00
5	Linowe	0,0	10,800	10,800	0,00	2,00



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

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

Grupa: D "instalacje"		Zmienne		gf= 1,50		
13	Linowe	0,0	1,800	1,800	0,00	2,00
14	Linowe	0,0	1,800	1,800	0,00	2,00
15	Linowe	0,0	1,800	1,800	0,00	2,00
16	Linowe	0,0	1,800	1,800	0,00	1,00
17	Linowe	0,0	1,800	1,800	0,00	1,00
18	Linowe	0,0	1,800	1,800	0,00	2,00
19	Linowe	0,0	1,800	1,800	0,00	2,00
20	Linowe	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

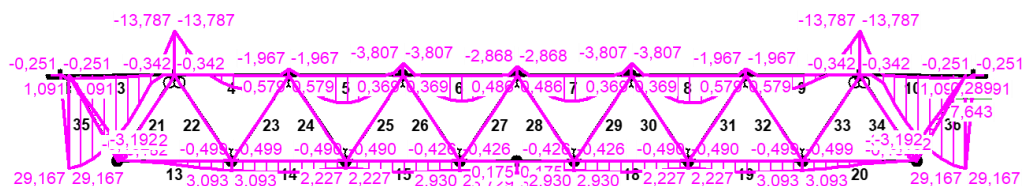
### OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:		Znaczenie:		yd:	gf:
Ciężar wł.		Stałe			1,35
A -"warstwy"		Zmienne		1	1,00
B -"śnieg"		Zmienne		1	1,00
C -"wiatr"		Zmienne		1	1,00
D -"instalacje"		Zmienne		1	1,00

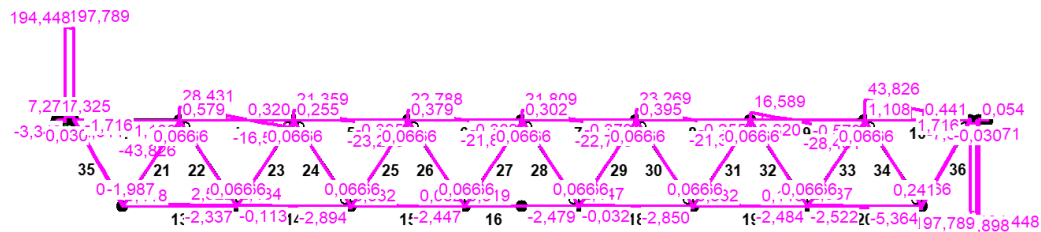
### KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

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

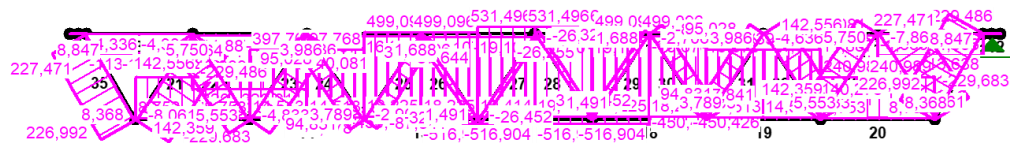
### MOMENTY-OBWIEDNIE:



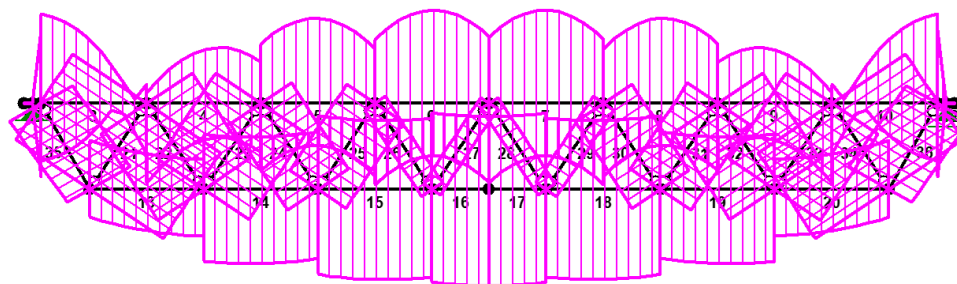
### TNĄCE-OBWIEDNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE :



NAPĘŻENIA-OBWIEDNIE:



**NAPĘŻENIA - 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	0,005*		1,069	ABC
	0,150	0,000*		0,000	
	0,150		0,000*	0,000	ABC
	0,000		-0,005*	-1,069	ABCD
13	0,000	0,403*		82,654	ABCD
	1,250	0,009*		1,871	
	2,000		0,387*	79,297	ABCD
	0,000		0,007*	1,373	
14	2,000	0,478*		98,061	ABCD
	1,000	0,015*		3,042	
	0,875		0,617*	126,404	ABCD
	2,000		0,019*	3,867	
15	0,000	0,612*		125,477	ABCD
	1,000	0,020*		4,047	
	1,125		0,749*	153,547	ABCD
	0,000		0,024*	4,871	
16	0,000	0,635*		130,192	ABCD
	1,000	0,021*		4,297	
	1,000		0,801*	164,191	ABCD
	0,000		0,026*	5,336	
17	1,000	0,635*		130,192	ABCD
	0,000	0,021*		4,297	
	0,000		0,801*	164,191	ABCD
	1,000		0,026*	5,336	
18	2,000	0,612*		125,477	ABCD
	1,000	0,020*		4,047	
	0,875		0,749*	153,547	ABCD
	2,000		0,024*	4,871	
19	0,000	0,478*		98,061	ABCD
	1,000	0,015*		3,042	
	1,125		0,617*	126,404	ABCD
	0,000		0,019*	3,867	
20	2,000	0,403*		82,654	ABCD
	0,750	0,009*		1,871	
	0,000		0,387*	79,297	ABCD
	2,000		0,007*	1,373	
21	1,803	-0,025*		-5,174	
	0,901	-0,740*		-151,677	ABCD
	0,901		-0,022*	-4,604	
	0,000		-0,737*	-151,107	ABCD
22	0,000	0,457*		93,787	ABCD
	0,901	0,015*		3,083	

	0,901		0,460*	94,357	ABCD
	1,803		0,018*	3,653	
23	1,803	-0,015*		-3,050	
	0,901	-0,453*		-92,858	ABCD
	0,901		-0,012*	-2,480	
	0,000		-0,450*	-92,288	ABCD
24	0,000	0,305*		62,518	ABCD
	0,901	0,009*		1,923	
	0,901		0,308*	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	-0,000*	201,131	201,131		ABCD
	-0,000*	7,379	7,379		
	-0,000	201,131*	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

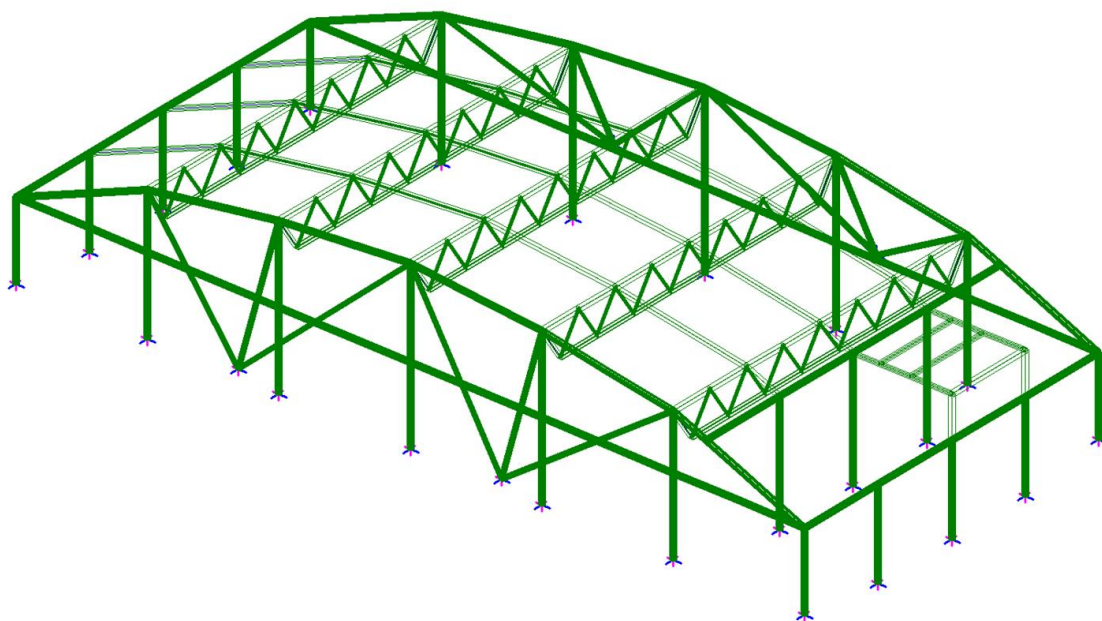
---

\* = Wartości ekstremalne

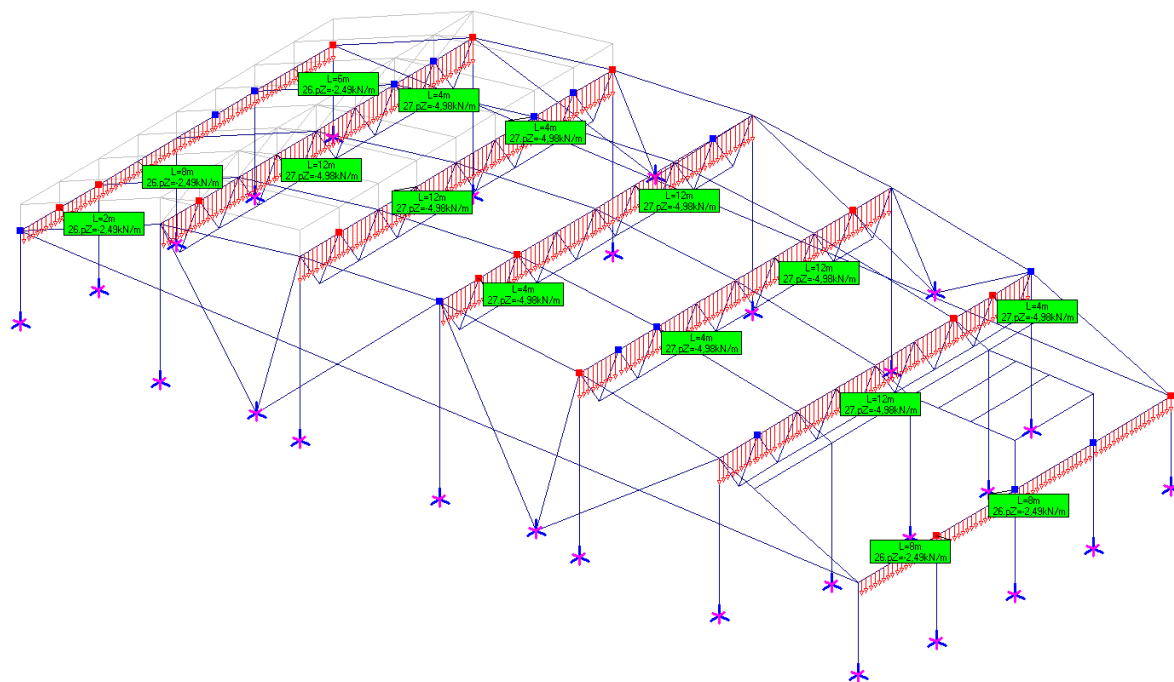
## 2.13. Obliczenia sprawdzające hali

Do obliczeń wykorzystano program komputerowy ABC Rama 3D.

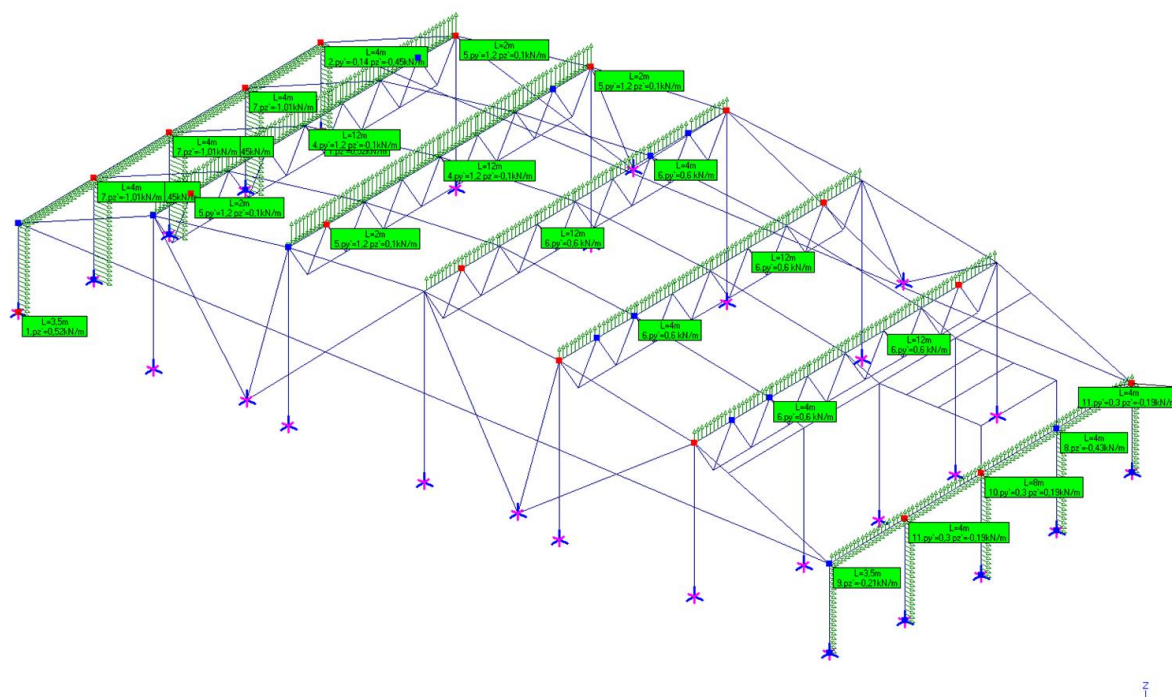
Model obliczeniowy:



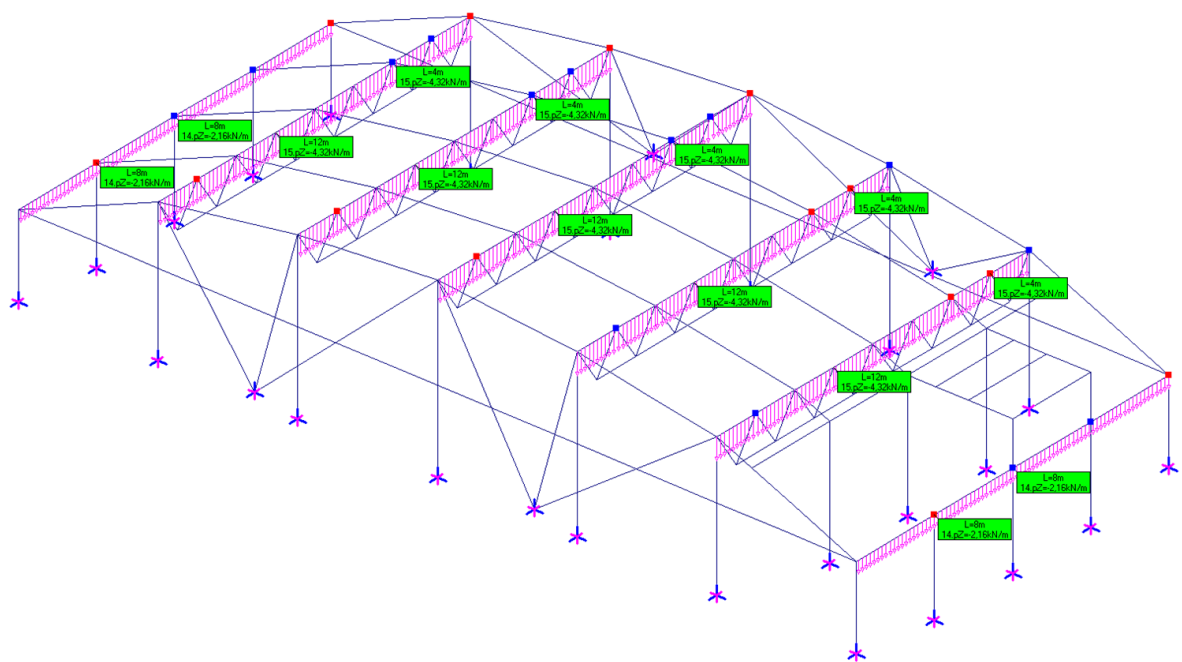
Obciążenia od warstw dachowych:



Obciążenia od wiatru:

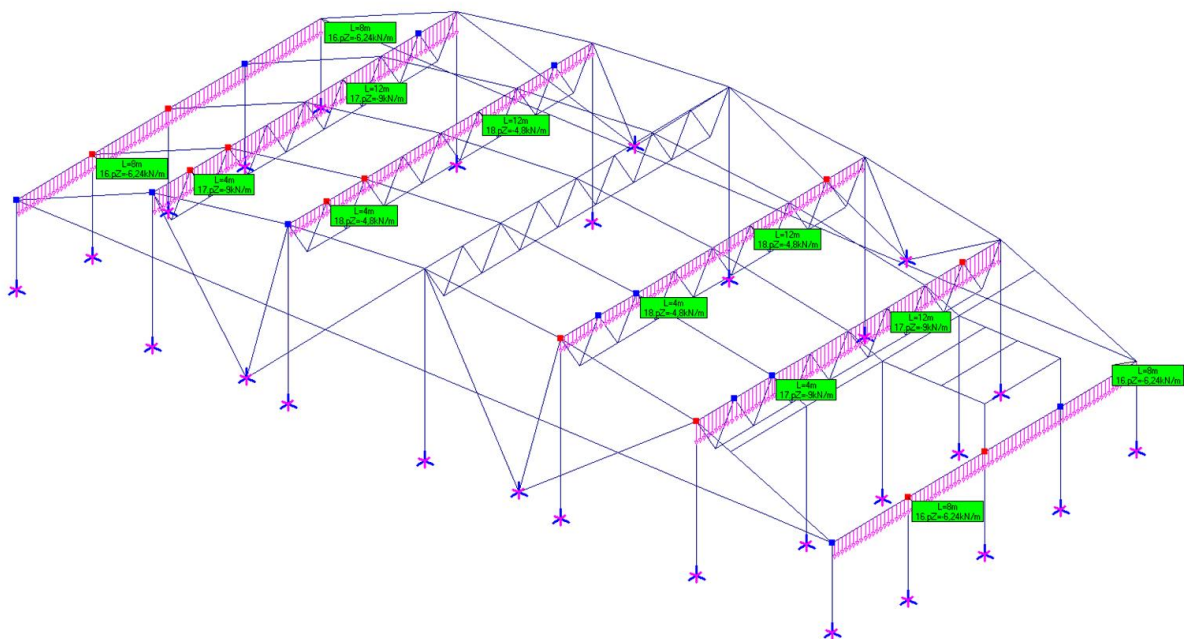


Obciążenia śniegiem wariant 1:



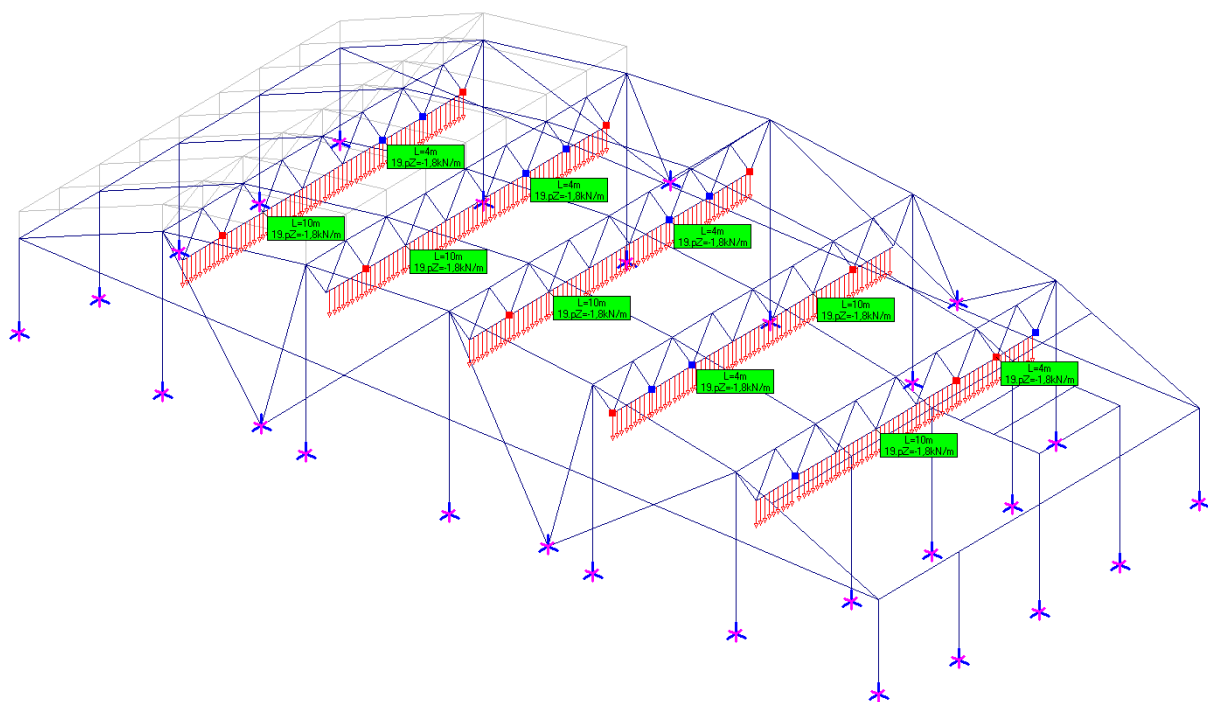
7

Obciążenia śniegiem wariant 2:

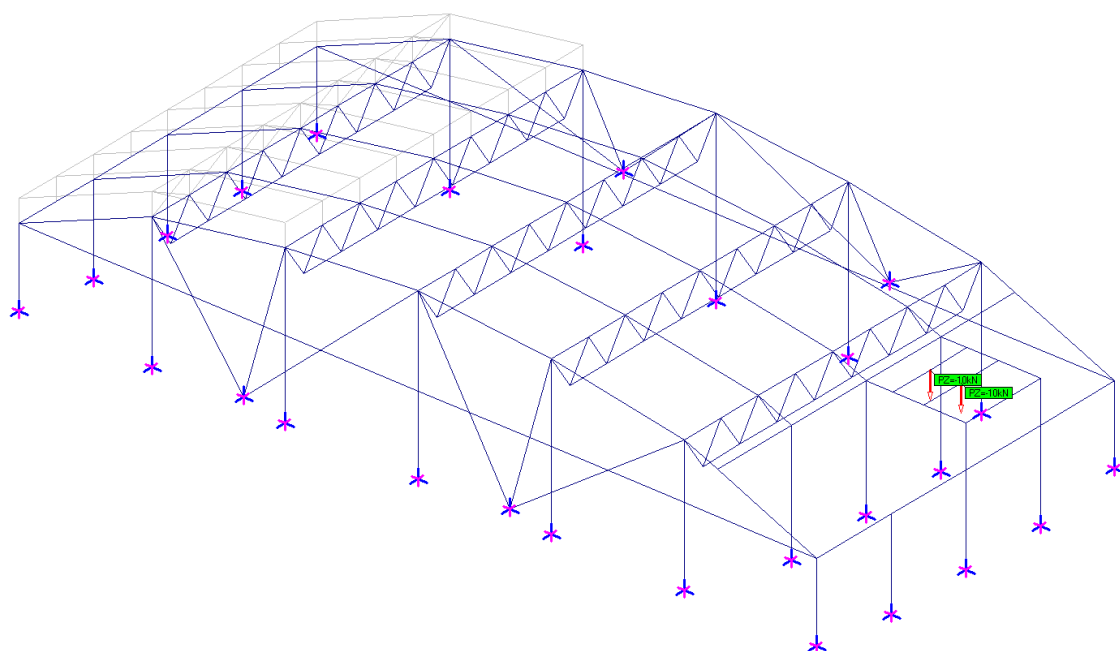


8

Obciążenie od instalacji:

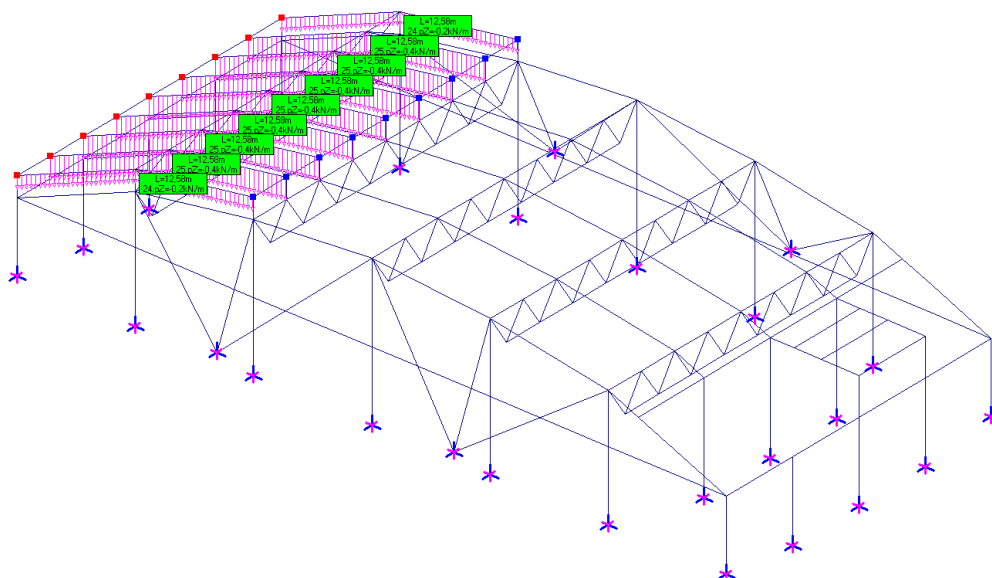


Obciążenie podestu od centrali wentylacyjnej:

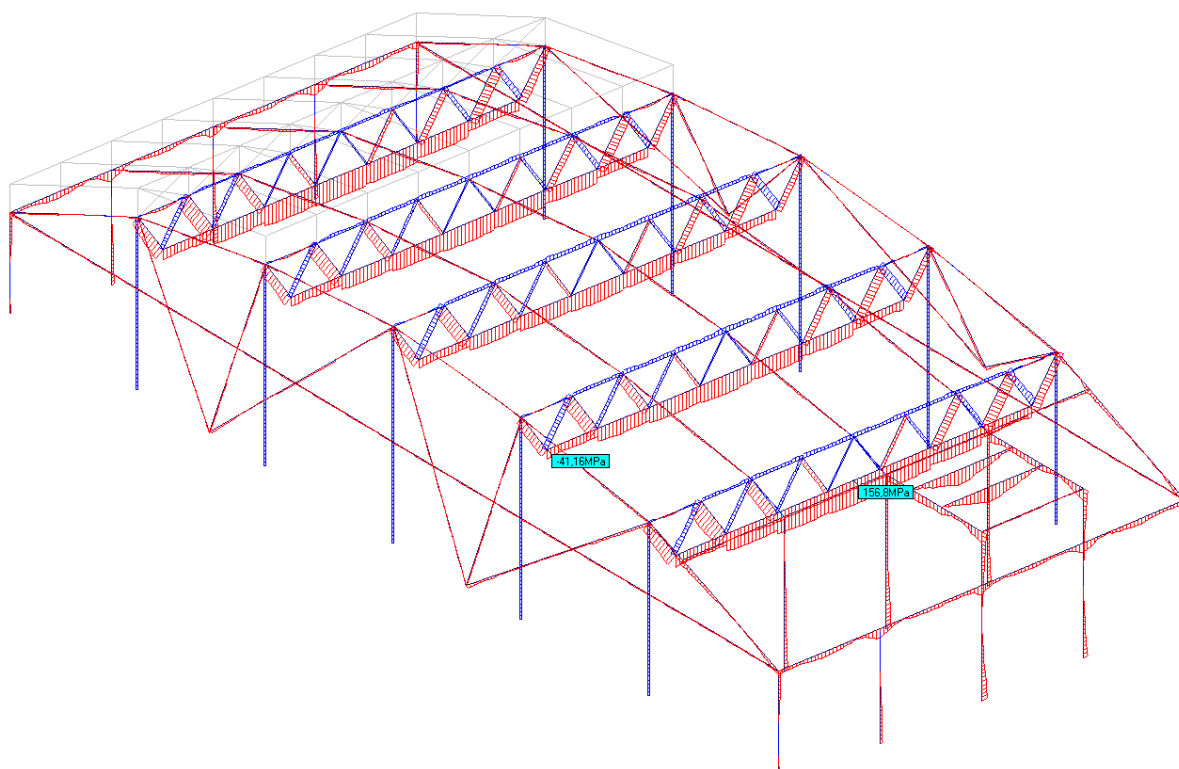


Obciążenie od instalacji fotowoltaicznej:





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.

## 2.14. 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.

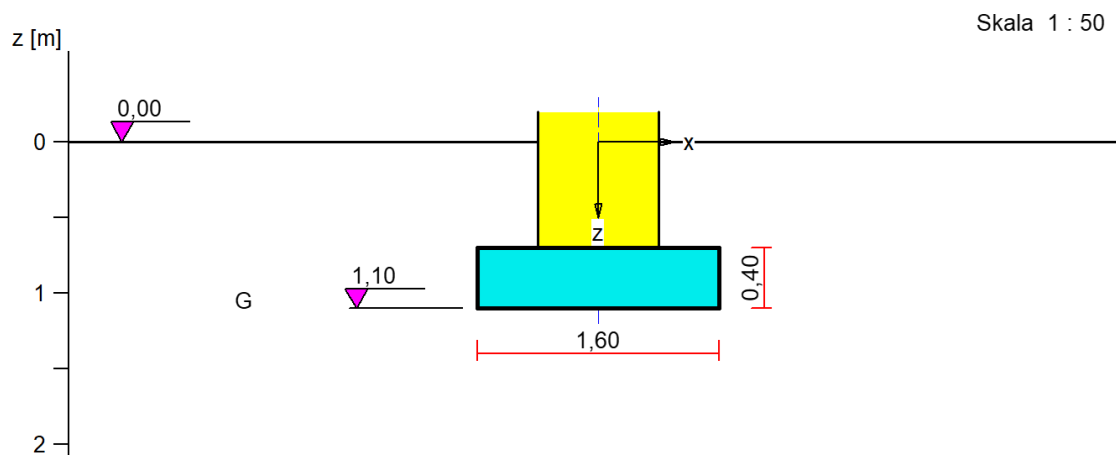
Sprawdzono dwa warianty obciążeń:

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

### Parametry geotechniczne występujących gruntów

Symbol gruntu	$I_D$ [-]	$I_L$ [-]	$r$ [t/m <sup>3</sup> ]	stopień wilgotn.	$C_u$ [kPa]	$F_u$ [°]	$M_0$ [kPa]	$M$ [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:  $\varphi = 0,00^\circ$ .

## Obciążenie od konstrukcji

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

Wypadkowa obciążenia konstrukcji powyżej 3\*B ponad poziomem posadowienia.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	$H_x$	$H_y$	$M_x$	$M_y$	g
	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.

## Materiał

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.	$E_x$	$E_y$	g	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
Grunt - pole 1	6,76	0,47	-0,47	1,2(0,8)	8,11	-3,78	3,78
Grunt - pole 2	6,76	-0,47	-0,47	1,2(0,8)	8,11	-3,78	-3,78
Grunt - pole 3	6,76	-0,47	0,47	1,2(0,8)	8,11	3,78	-3,78
Grunt - 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:

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

Momenty względem środka podstawy:

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

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

Mimośrodowość 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:

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

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

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

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

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

Współczynniki nośności podłoża:

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

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

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

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

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

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

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

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

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

Współczynniki kształtu:

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

Odpór graniczny podłoża:

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

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

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:**

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

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

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża:  $l = 0$ .

Osiadanie:  $s = s_{\square} + l \cdot s_{\square\square} = 0,18 + 0 \cdot 0,00 = 0,18 \text{ cm}$ ,

Sprawdzenie warunku osiadania:

**Warunek nie jest określony.**

## Wymiarowanie fundamentu

### Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na przebicie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca $V$ [kN]	Nośność betonu $V_r$ [kN]	Nośność strzemion $V_s$ [kN]
* 1	1	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:  $M_{xr} = 10,00 \text{ kNm}$ ,  $M_{yr} = 10,00 \text{ kNm}$ .

Mimośrodki 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:

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

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

#### Przebicie stopy w przekroju 1:

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

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 $M_r$ [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:

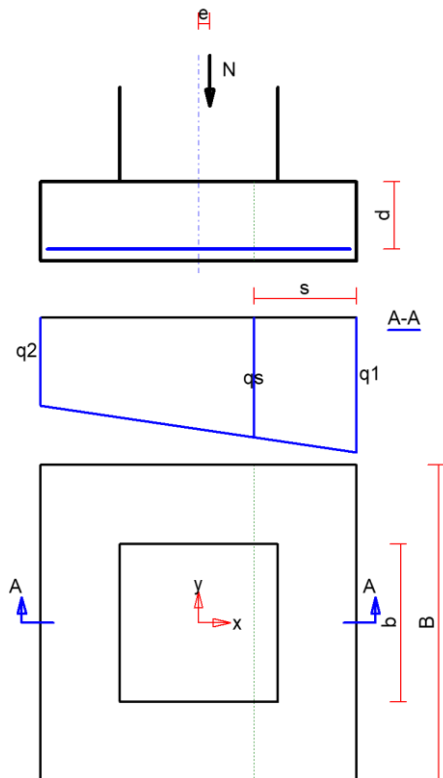
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

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

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

Mimośrodki 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:

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

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:

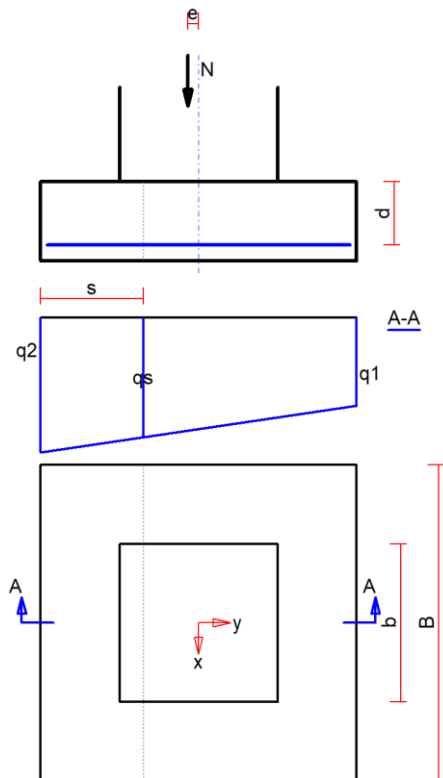
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

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:

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

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