PROBUD-INVEST
PRZEDSIĘBIORSTWO USŁUG INWESTYCYJNYCH I TECHNICZNYCH

# EKSPERTYZA – ANALIZA STATYCZNA KONSTRUKCYJNA BUDYNKU HALOWEGO ŁUKOWEGO JAKO LEKKIEGO ZADASZENIA 3. KORTÓW TENISOWYCH

## W ZAKRESIE MOŻLIWOŚCI DOCIEPLENIA JEJ ZADASZENIA METODĄ WDMUCHIWANIA GRANULATU STYROPIANOWEGO POMIĘDZY WARSTWY MEMEBRANY

## HALA ZLOKALIZOWANA W POZNANIU NA OS. PIASTOWSKIM 106 A

**INWESTOR:**

Miasto Poznań – Poznańskie Ośrodki Sportu i Rekreacji
Samorządowy Zakład Budżetowy
ul. J. Spychalskiego 34
61-553 Poznań

**OBLICZENIA WYKONAŁ:**

mgr inż. Ryszard Okularczyk

Poznań, październik 2023 roku

P.U.I.i T. „PROBUD-INVEST" Ryszard Okularczyk, os. Armii Krajowej 57/6, 61-377 Poznań,
Tel. +48 602 38 56 23
Email: probudinvest@hotmail.com; probudinvest@gmail.com; probudinvest@poczta.onet.pl; probudinvest@o2.pl

## ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

**1. Strona tytułowa.**

**2. Analiza stanu technicznego istniejącego budynku halowego kortów.**

**2.1. Dokumentacja fotograficzna stanu technicznego istniejącego budynku halowego wykonana w dniu 04 października 2023 roku.**

**2.2. Opis stanu technicznego budynku halowego kortów – stan istniejący.**

**3. Analiza Statyczna Konstrukcyjna budynku halowego łukowego jako lekkiego zadaszenia 3. kortów tenisowych w zakresie możliwości docieplenia jej zadaszenia metodą wdmuchiwania granulatu styropianowego pomiędzy warstwy membrany.**

**3.1. Zestawienie pozycji obliczeniowych.**

**3.2. Obliczenia statyczne do Analizy Statycznej Konstrukcyjnej budynku halowego łukowego jako lekkiego zadaszenia 3. kortów tenisowych w zakresie możliwości docieplenia jej zadaszenia metodą wdmuchiwania granulatu styropianowego pomiędzy warstwy membrany.**

**3.3. Wnioski i zalecenia wynikające z wykonanych „Obliczeń Statycznych … „ w punkcie 3.2. niniejszego opracowania.**

**4. Wnioski końcowe i podsumowanie analiz wykonanych w punktach 2 ÷ 3 niniejszego opracowania.**

**5. Załączniki rysunkowe do „Analizy Statycznej Konstrukcyjnej …” – punkt 3.**

**5.1. Schemat pozycji obliczeniowych – ekspertyza.**

**5.2. Przekrój A. – A.. Przekrój B. – B..**

**6. Dokumentacja fotograficzna stanu istniejącego budynku halowego – wykonana w dniu 04 października 2023 roku. – wersja elektroniczna na przenośnej pamięci flash drive.**

**7. Kopia uprawnień projektowych i przynależności do W.I.I.B. autora opracowania.**

# EKSPERTYZA – ANALIZA STATYCZNA KONSTRUKCYJNA BUDYNKU HALOWEGO ŁUKOWEGO JAKO LEKKIEGO ZADASZENIA 3. KORTÓW TENISOWYCH

## W ZAKRESIE MOZLIWOŚCI DOCIEPLENIA JEJ ZADASZENIA METODĄ WDMUCHIWANIA GRANULATU STYROPIANOWEGO POMIĘDZY WARSTWY MEMBRANY HALA ZLOKALIZOWANA W POZNANIU NA OS. PIASTOWSKIM 106 A

## 2. Analiza stanu technicznego istniejącego budynku halowego kortów.

### 2.1. Dokumentacja fotograficzna stanu technicznego istniejącego budynku halowego wykonana w dniu 04 października 2023 roku.

### Hala kortu nr 1

**- Fot. DSC_0025.JPG, DSC_0026.JPG, DSC_0037.JPG, DSC_0038.JPG,** - Widok na fragment konstrukcji hali – ściana szczytowa od strony wejścia do hali tenisowej nr 1. Konstrukcja stalowa hali bez widocznych uszkodzeń i odkształceń. Powłoka balonowa zadaszenia hali od strony wnętrza bez uszkodzeń.

**- Fot. DSC_0027.JPG,** – Widok na fragment konstrukcji hali – ściana szczytowa naprzeciw wejścia. Konstrukcja stalowa hali bez widocznych uszkodzeń i odkształceń. Powłoka balonowa zadaszenia hali od strony wnętrza bez uszkodzeń.

**- Fot. DSC_0028.JPG, DSC_0029.JPG, DSC_0031.JPG, DSC_0032.JPG, DSC_0033.JPG, DSC_0036.JPG,** – Widok na szczegół konstrukcji ramy łukowej stalowej przy ścianie szczytowej. Element konstrukcji stalowej ram łukowych bez uszkodzeń. Drobne ogniska korozji na blachach połączeń montażowych ramy – konieczna bieżąca konserwacja powłok malarskich. Powłoka balonowa zadaszenia hali od strony wnętrza bez uszkodzeń.

**- Fot. DSC_0030.JPG,** – Widok na fragment konstrukcji ściany zewnętrznej hali kortu nr 1 – konstrukcja nad otworem okiennym. Konstrukcja stalowa hali i nad otworem okiennym bez widocznych uszkodzeń i odkształceń. Powłoka balonowa zadaszenia hali i nad otworem okiennym, od strony wnętrza bez uszkodzeń.

**- Fot. DSC_0034.JPG, DSC_0035.JPG,** – Widok na fragment konstrukcji ściany wewnętrznej między halą kortu nr 1 halą kortu nr 2 – widok od strony hali kortu nr 1. Widoczna konstrukcja obudowy wewnętrznego kosza między halami – widok od wnętrza hali kortu nr 1. Konstrukcja stalowa hali i nad otworem przejścia między halami bez widocznych uszkodzeń i odkształceń. Powłoka balonowa zadaszenia hali i nad otworem przejścia, od strony wnętrza bez uszkodzeń.

**- Fot. DSC_0086.JPG,** – Widok na halę kortu nr 1 od strony wejścia – widok zewnętrzny. Widoczne zacieki i pokrycie plandeki porostami i pleśnią. Powłoka wymaga okresowej konserwacji i pielęgnacji czyli umycia środkami z dodatkami pleśniobójczymi i przeciw porostom. Uszkodzeń mechanicznych plandeki na tej hali nie zauważono.

**- Fot. DSC_0087.JPG,** – Widok na halę kortu nr 1 od strony elewacji zewnętrznej. Powłoka wymaga okresowej konserwacji i pielęgnacji. Uszkodzeń mechanicznych plandeki na tej hali nie zauważono.

**- Fot. DSC_0088.JPG, DSC_0090.JPG,** – Widok na halę kortu nr 1 od strony ściany szczytowej na elewacji zewnętrznej. Powłoka wymaga okresowej konserwacji i pielęgnacji. Uszkodzeń mechanicznych plandeki na tej hali nie zauważono.

**- Fot. DSC_0089.JPG,** – Widok na halę kortu nr 1 i nr 2 od strony ścian elewacji zewnętrznych. Widoczny jest także łącznik między obu halami. Powłoki wymagają okresowej konserwacji i pielęgnacji. Uszkodzeń mechanicznych plandek na tych halach nie zauważono.

## Hala kortu nr 2

**- Fot. DSC_0043.JPG,** - Widok na fragment konstrukcji hali – ściana szczytowa od strony wejścia do hali tenisowej nr 2. Konstrukcja stalowa hali bez widocznych uszkodzeń i odkształceń. Powłoka balonowa zadaszenia hali od strony wnętrza bez uszkodzeń.

**- Fot. DSC_0044.JPG, DSC_0060.JPG, DSC_0062.JPG,** – Widok na fragment konstrukcji hali – ściana szczytowa naprzeciw wejścia. Konstrukcja stalowa hali bez widocznych uszkodzeń i odkształceń. Powłoka balonowa zadaszenia hali od strony wnętrza bez uszkodzeń.

**- Fot. DSC_0040.JPG, DSC_0041.JPG, DSC_0042.JPG, DSC_0045.JPG, DSC_0049.JPG, DSC_0050.JPG, DSC_0051.JPG, DSC_0052.JPG, DSC_0053.JPG, DSC_0054.JPG, DSC_0055.JPG, DSC_0056.JPG, DSC_0057.JPG, DSC_0063.JPG,** – Widok na szczegół konstrukcji ramy łukowej stalowej przy ścianie szczytowej. Element konstrukcji stalowej ram łukowych bez uszkodzeń. Drobne ogniska korozji na blachach połączeń montażowych ramy – konieczna bieżąca konserwacja powłok malarskich. Powłoka balonowa zadaszenia hali od strony wnętrza bez uszkodzeń.

**- Fot. DSC_0039.JPG,** – Widok na fragment konstrukcji ściany wewnętrznej między halą kortu nr 1 halą kortu nr 2 – widok od strony hali kortu nr 2. Widoczna konstrukcja obudowy wewnętrznego kosza między halami – widok od wnętrza hali kortu nr 2. Konstrukcja stalowa hali i nad otworem przejścia między halami bez widocznych uszkodzeń i odkształceń. Powłoka balonowa zadaszenia hali i nad otworem przejścia, od strony wnętrza bez uszkodzeń.

**- Fot. DSC_0046.JPG, DSC_0047.JPG, DSC_0048.JPG,** – Widok na fragment konstrukcji ściany wewnętrznej między halą kortu nr 2 halą kortu nr 2 – widok od strony hali kortu nr 2. Widoczna konstrukcja obudowy wewnętrznego kosza między halami – widok od wnętrza hali kortu nr 2. Konstrukcja stalowa hali i nad otworem przejścia między halami bez widocznych uszkodzeń i odkształceń. Powłoka balonowa zadaszenia hali i nad otworem przejścia, od strony wnętrza bez uszkodzeń.

**- Fot. DSC_0085.JPG,** – Widok na halę kortu nr 2 od strony wejścia – widok zewnętrzny. Widoczne zacieki i pokrycie plandeki porostami i pleśnią. Powłoka wymaga okresowej konserwacji i pielęgnacji czyli umycia środkami z dodatkami pleśniobójczymi i przeciw porostom. Uszkodzeń mechanicznych plandeki na tej hali nie zauważono.

**- Fot. DSC_0091.JPG,** – Widok na halę kortu nr 2 od strony ściany szczytowej na elewacji zewnętrznej. Powłoka wymaga okresowej konserwacji i pielęgnacji. Uszkodzeń mechanicznych plandeki na tej hali nie zauważono.

**- Fot. DSC_0092.JPG,** – Widok na halę kortu nr 2 i nr 3 od strony ścian elewacji zewnętrznych. Widoczny jest także łącznik między obu halami. Powłoki wymagają okresowej konserwacji i pielęgnacji. Uszkodzeń mechanicznych plandek na tych halach nie zauważono.

## Hala kortu nr 3

**- Fot. DSC_0064.JPG, DSC_0065.JPG, DSC_0081.JPG, DSC_0038.JPG, DSC_0058.JPG, DSC_0059.JPG, DSC_0061.JPG,** - Widok na fragment konstrukcji hali – ściana szczytowa od strony wejścia do hali tenisowej nr 3. Konstrukcja stalowa hali bez widocznych uszkodzeń i odkształceń. Powłoka balonowa zadaszenia hali od strony wnętrza bez uszkodzeń.

**- Fot. DSC_0066.JPG, DSC_0082.JPG, DSC_0083.JPG,** – Widok na fragment konstrukcji hali – ściana szczytowa naprzeciw wejścia. Konstrukcja stalowa hali bez widocznych uszkodzeń i odkształceń. Powłoka balonowa zadaszenia hali od strony wnętrza bez uszkodzeń.

**- Fot. DSC_0067.JPG, DSC_0068.JPG, DSC_0069.JPG, DSC_0070.JPG, DSC_0071.JPG, DSC_0072.JPG, DSC_0073.JPG, DSC_0074.JPG, DSC_0076.JPG, DSC_0077.JPG, DSC_0078.JPG, DSC_0079.JPG, DSC_0080.JPG,** – Widok na szczegół konstrukcji ramy łukowej stalowej przy ścianie szczytowej. Element konstrukcji stalowej ram łukowych bez uszkodzeń. Drobne ogniska korozji na blachach połączeń montażowych ramy – konieczna bieżąca konserwacja powłok malarskich. Powłoka balonowa zadaszenia hali od strony wnętrza bez uszkodzeń.

**- Fot. DSC_0039.JPG,** – Widok na fragment konstrukcji ściany wewnętrznej między halą kortu nr 1 halą kortu nr 2 – widok od strony hali kortu nr 2. Widoczna konstrukcja obudowy wewnętrznego kosza między halami – widok od wnętrza hali kortu nr 2. Konstrukcja stalowa hali i nad otworem przejścia między halami bez widocznych uszkodzeń i odkształceń. Powłoka balonowa zadaszenia hali i nad otworem przejścia, od strony wnętrza bez uszkodzeń.

**- Fot. DSC_0046.JPG, DSC_0047.JPG, DSC_0048.JPG,** – Widok na fragment konstrukcji ściany wewnętrznej między halą kortu nr 2 halą kortu nr 2 – widok od strony hali kortu nr 2. Widoczna konstrukcja obudowy wewnętrznego kosza między halami – widok od wnętrza hali kortu nr 2. Konstrukcja stalowa hali i nad otworem przejścia między halami bez widocznych uszkodzeń i odkształceń. Powłoka balonowa zadaszenia hali i nad otworem przejścia, od strony wnętrza bez uszkodzeń.

**- Fot. DSC_0075.JPG,** – Widok na szczegół konstrukcji otworów wentylacyjnych na agregatem grzewczym kortu nr 3 – szczegół ten dotyczy także pozostałych kortów. Umieszczony otwór wentylacji nawiewnej w niesprzyjających warunkach atmosferycznych takie umieszczenie powoduje wykraplanie się wilgoci na sterowniki ogrzewacza oraz na podłogę hali – w chwili oględzin doszło do takich wykroplin na korcie nr 2 od strony wejścia.

**- Fot. DSC_0084.JPG,** – Widok na halę kortu nr 3 od strony wejścia – widok zewnętrzny. Widoczne zacieki i pokrycie plandeki porostami i pleśnią. Powłoka wymaga okresowej konserwacji i pielęgnacji czyli umycia środkami z dodatkami pleśniobójczymi i przeciw porostom. Uszkodzeń mechanicznych plandeki na tej hali nie zauważono.

**- Fot. DSC_0093.JPG,** – Widok na halę kortu nr 3 od strony ściany szczytowej na elewacji zewnętrznej. Powłoka wymaga okresowej konserwacji i pielęgnacji. Uszkodzeń mechanicznych plandeki na tej hali nie zauważono.

**- Fot. DSC_0094.JPG, DSC_0095.JPG,** – Widok na halę kortu nr 3 od strony elewacji zewnętrznej. Powłoka wymaga okresowej konserwacji i pielęgnacji. Uszkodzeń mechanicznych plandeki na tej hali nie zauważono.

## 2.2. Opis stanu technicznego budynku halowego kortów – stan istniejący.

### 2.2.1. Adres Inwestycji:

61-164 Poznań, os. Piastowskie 106 A

### 2.2.2. Podstawa opracowania:

1/ Zlecenie Zamawiającego: Miasto Poznań – Poznańskie Ośrodki Sportu i Rekreacji, Samorządowy Zakład Budżetowy

61-553 Poznań, ul. J. Spychalskiego 34

2/ Oględziny konstrukcji budynku halowego łukowego jako lekkiego zadaszenia 3. kortów zlokalizowanego w Poznaniu na os. Piastowskim 106 A ze szczególnym uwzględnieniem uszkodzeń i nieprawidłowości w konstrukcji

hali, jakie mogą mieć wpływ na zamierzone do wykonania prace docieplenia jej zadaszenia metodą wdmuchiwania granulatu styropianowego pomiędzy warstwy membrany.

3/ Dokumentacja fotograficzna stanu technicznego istniejącego budynku halowego wykonana w czasie oględzin budynku w dniu 04 października 2023 roku.

4/ Dokumentacja projektowa archiwalna „Projekt Wykonawczy trzech zadaszonych kortów wraz z zapleczem szatniowym, Poznań os. Piastowskie 106A" wykonana przez pracownię „Abrys Agencja Projektowa Juliusz Malepszak" z Poznania w maju 2016 roku.

5/ Normy przedmiotowe oraz przepisy Prawa Budowlanego.

**2.2.3. Opis ogólny i stanu technicznego konstrukcji istniejącej hali tenisowej:**

**2.2.3.1. Opis ogólny konstrukcji istniejącej hali tenisowej:**

Rozpatrywany budynek został wybudowany w 2016 roku. Jest to obiekt w zabudowie zwartej w postaci trzynawowego zespołu hal mieszczących trzy korty tenisowe. Obiekt powstał na terenie ośrodka sportowego POSiR w Poznaniu na os. Piastowskim 106A. Rozpatrywany budynek jest obiektem jednokondygnacyjnym. Posadowiony został na płycie fundamentowej z betonu sprężonego. Konstrukcję nośną stanowią łukowe ramy stalowe z giętych dwuteowników gorącowalcowanych. Nawy połączone są łącznikami stanowiącymi jednocześnie powierzchnie koszów rynnowych między nawami. Pokrycie naw głównych i łączników z podwójnej tkaniny plandekowej z wdmuchiwanym sprężonym powietrzem między dwie powierzchnie. Projektowane jest zastąpienie warstwy sprężonego powietrza między plandekami zasypką izolacyjną z granulatu styropianowego. Niniejsza analiza ma sprawdzić możliwość zmiany technologii izolacji warstw dachowych obiektu i określić warunki jej zastosowania.

**2.2.3.2. Opis stanu technicznego konstrukcji istniejącej hali tenisowej:**

Na podstawie oględzin obiektu i sporządzonej dokumentacji fotograficznej nie stwierdzono widocznych i mierzalnych odkształceń elementów stalowych konstrukcji nośnej obiektu. Oględzinom poddano także wszystkie węzły montażowe zarówno ram nośnych łukowych jak też ramek pomocniczych tworzących konstrukcję łączników między nawami. W węzłach z połączeniami śrubowymi nie stwierdzono widocznych odkształceń blach czołowych połączeń, nie stwierdzono przesunięć tych blach ani nie zauważono żadnych poluzowanych śrub montażowych. Jedyną usterką zauważoną na niektórych blachach w/w połączeń były stosunkowo małe ogniska powierzchniowe rdzy. Ogniska te należy usunąć w trakcie najbliższego bieżącego przeglądu konserwacyjnego. Te drobne ogniska rdzy po oczyszczeniu powierzchniowym należy zabezpieczyć przy pomocy powłok malarskich z użyciem farb i preparatów antykorozyjnych.

Oględzinom i sprawdzeniu poddano także czołowe połączenia spawane elementów łukowych ram. Połączenia te w chwili przeglądu nie budziły zastrzeżeń, ale ze względu na ich umiejscowienie i charakter statyczny należy je sprawdzać w czasie każdego rocznego i pięcioletniego przeglądu sprawności technicznej budynków wymaganego przez Prawo Budowlane.

Oględzinom poddano także stan techniczny powłok plandekowych poszycia dachowego zarówno plandeki zewnętrznej jak również plandek wewnętrznych. Nie stwierdzono żadnych uszkodzeń mechanicznych ani punktowych odkształceń lub defektów struktury plandek. Jedynie na plandekach zewnętrznych występują zabrudzenia, część powierzchni jest pokryta porostami, pleśniami i glonami – dotyczy to szczególnie plandeki na elewacji północnej w nawie kortu nr 3 oraz ściany boczne łączników między nawami. Do usunięcia tych defektów wystarczające będzie okresowe oczyszczenie tych plandek oraz ich regularna okresowa konserwacja.

Na posadzkach kortów nie widać żadnych śladów uszkodzeń, spękań i rys, które mogły by świadczyć o nieprawidłowej pracy płyty fundamentowej. Płyty fundamentowe kortów są bez zastrzeżeń.

Ogólny wniosek z wykonanych oględzin pozwala stwierdzić, iż stan techniczny omawianego obiektu w chwili obecnej nie budzi zastrzeżeń.

## 3. Analiza Statyczna Konstrukcyjna budynku halowego łukowego jako lekkiego zadaszenia 3. kortów tenisowych w zakresie możliwości docieplenia jej zadaszenia metodą wdmuchiwania granulatu styropianowego pomiędzy warstwy membrany.

### 3.1. Zestawienie pozycji obliczeniowych.

**POZ. 1 -** Rama łukowa główna.

**POZ. 2 -** Płatew podłużna kosza między nawami łukowymi o $L_o$ = 4,50 m.

**POZ. 3 -** Belka poprzeczna pod podporami płatwi POZ. 2.

**POZ. 4 -** Ramka szczytowa hali.

### 3.2. Obliczenia statyczne do Analizy Statycznej Konstrukcyjnej budynku halowego łukowego jako lekkiego zadaszenia 3. kortów tenisowych w zakresie możliwości docieplenia jej zadaszenia metodą wdmuchiwania granulatu styropianowego pomiędzy warstwy membrany.

- Dane wyjściowe dla projektowanych zmian:

- Ciężar jednostkowy pojedynczej plandeki – **0,0068 kN/m$^2$ (680 g/m$^2$) ≈ 0,007 kN/m$^2$ (700 g/m$^2$),**
- Ciężar jednostkowy podwójnej plandeki – **2 x 0,007 kN/m$^2$ (700 g/m$^2$) = 0,014 kN/m$^2$ (1400 g/m$^2$),**

- Ciężar jednostkowy sprężonego powietrza (dla ciśnienia atmosferycznego) – **1,3 g/1 l = 1300 g / m$^3$ ≈ 0,013 kN/m$^3$ ,**
- Ciężar jednostkowy sprężonego powietrza (dla ciśnienia 10 atm) – **1300 g / m$^3$ x 10 = 13000 g / m$^3$ = 0,13 kN/m$^3$,**
- Ciężar jednostkowy warstwy granulatu styropianowego między warstwami plandeki – **2,0 kg / m$^2$ =**

**0,02 kN/m²,**

- Ciężar jednostkowy oprzyrządowania do pikowania plandek – przyjęto szacunkowo – **0,005 kN/m²,**

- Przyjęte zasady projektowania elementów konstrukcyjnych hali wg normy **PN-EN – 13782 – „Obiekty tymczasowe, namioty , bezpieczeństwo ….'**

**-** Obciążenie wiatrem – I strefa, obciążenie $q_k$ = 0,30 kN/m², dla prędkości wiatru 22 m/s = 79 km/h, teren B, redukcja o 20% dla obiektów namiotowych,

- Obciążenie śniegiem – $s_k$ = 0,20 kN/m²; dopuszczalna grubość warstwy zalegającego śniegu osiadłego suchego g = 0,08 m (g = 8,0 cm) – obciążenie zredukowane dla obiektów namiotowych,

## POZ. 1 – Rama łukowa główna

1.1. Obciążenia;

**obciążenia stałe**

| nr | Rodzaj obciążenia | Wartość | Jednostka | Mnożnik [m] | obciążenie charakter. [kN/m] | współ. obc. | Obciążenie oblicz. [kN/m] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ciężar własny plandeki | 0.014 | [kN/m²] | 4.500 | 0.063 | 1.20 | 0.076 |
| 2 | ciężar własny płatwi i stężeń | 0.020 | [kN/m²] | 4.500 | 0.090 | 1.20 | 0.108 |
| 3 | ciężar własny warstwy granulatu styropianowe-go | 0.020 | [kN/m²] | 4.500 | 0.090 | 1.20 | 0.108 |
| 4 | ciężar własny oprzyrządowa-nia do pikowania plandek | 0.005 | [kN/m²] | 4.500 | 0.023 | 1.20 | 0.027 |
| | | | | | | | |
| | | | | 4.500 | $g^k_1$ = 0.266 | 1.20 | $g^d_1$ = 0.319 |
| | | | | | | | |

**obciążenie śniegiem – równomierne – EUROKOD PN-EU**

| nr | Rodzaj obciążenia | Wartość | Jednostka | Mnożnik [m] | obciążenie charakter. [kN/m] | współ. obc. | Obciążenie oblicz. [kN/m] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Obciążenie śniegiem | 0.200 | [kN/m²] | 4.500 | 0.900 | 1.500 | 1.350 |
| | | | | | | | |
| | | | | 4.500 | $s^k_1$ = 0.900 | 1.500 | $s^d_1$ = 1.350 |
| | | | | | | | |

**obciążenie śniegiem - nierównomierne – I – EUROKOD PN-EU**

| nr | Rodzaj | Wartość | Jednostka | Mnożnik | obciążenie | współ. | Obciążenie |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | obciążenia | | | [m] | charakter. [kN/m] | obc. | oblicz. [kN/m] |
| 1 | Obciążenie śniegiem | 0.500 | [kN/m²] | 4.500 | 2.250 | 1.500 | 3.375 |
| | | | | | | | |
| | | | | 4.500 | $s^k_2$ = 2.250 | 1.500 | $s^d_2$ = 3.375 |
| | | | | | | | |

**obciążenie śniegiem - nierownomierne – II – EUROKOD PN-EU**

| nr | Rodzaj obciążenia | Wartość | Jednostka | Mnożnik [m] | obciążenie charakter. [kN/m] | współ. obc. | Obciążenie oblicz. [kN/m] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Obciążenie śniegiem | 0.250 | [kN/m²] | 4.500 | 1.125 | 1.500 | 1.688 |
| | | | | | | | |
| | | | | 4.500 | $s^k_3$ = 1.125 | 1.500 | $s^d_3$ = 1.688 |
| | | | | | | | |

**obciążenie wiatrem - "a"**

| nr | Rodzaj obciążenia | Wartość | Jednostka | Mnożnik [m] | obciążenie charakter. [kN/m] | współ. obc. | Obciążenie oblicz. [kN/m] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Obciążenie wiatrem | 0.359 | [kN/m²] | 4.500 | 1.616 | 1.500 | 2.423 |
| | | | | | | | |
| | | | | 4.500 | $w^k_2$ = 1.616 | 1.500 | $w^d_2$ = 2.423 |
| | | | | | | | |

**obciążenie wiatrem "b"**

| nr | Rodzaj obciążenia | Wartość | Jednostka | Mnożnik [m] | obciążenie charakter. [kN/m] | współ. obc. | Obciążenie oblicz. [kN/m] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Obciążenie wiatrem | -0.616 | [kN/m²] | 4.500 | -2.772 | 1.500 | -4.158 |
| | | | | | | | |
| | | | | 4.500 | $w^k_3$ = -2.772 | 1.500 | $w^d_3$ = -4.158 |
| | | | | | | | |

**obciążenie wiatrem "c"**

| nr | Rodzaj obciążenia | Wartość | Jednostka | Mnożnik [m] | obciążenie charakter. [kN/m] | współ. obc. | Obciążenie oblicz. [kN/m] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Obciążenie wiatrem | -0.205 | [kN/m²] | 4.500 | -0.923 | 1.500 | -1.384 |
| | | | | | | | |
| | | | | 4.500 | $w^k_4$ = -0.923 | 1.500 | $w^d_4$ = -1.384 |
| | | | | | | | |

**obciążenia użytkowe - technologiczne**

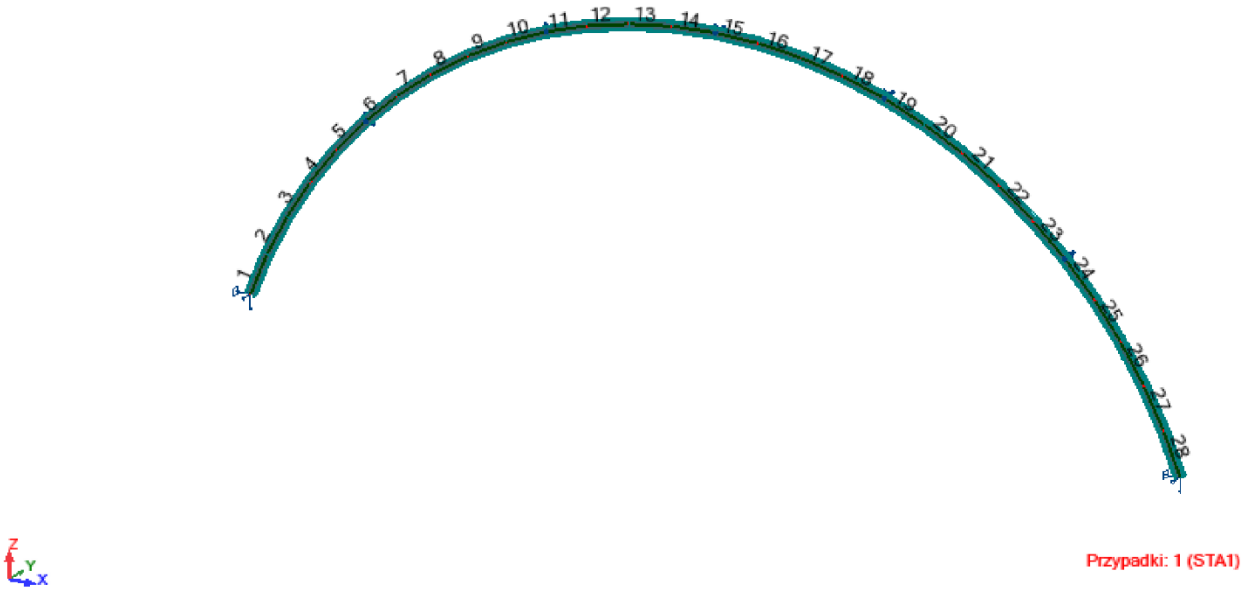
| nr | Rodzaj | Wartość | Jednostka | Mnożnik | obciążenie | współ. | Obciążenie |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

| | obciążenia | | | [m] | charakter. [kN/m] | obc. | oblicz. [kN/m] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Obciążenie użytkowe - technologiczne | 0.010 | [kN/m²] | 4.500 | 0.045 | 1.20 | 0.054 |
| | | | | | | | |
| | | | | 4.500 | $g^k_1$ = 0.045 | 1.20 | $g^d_1$ = 0.054 |
| | | | | | | | |

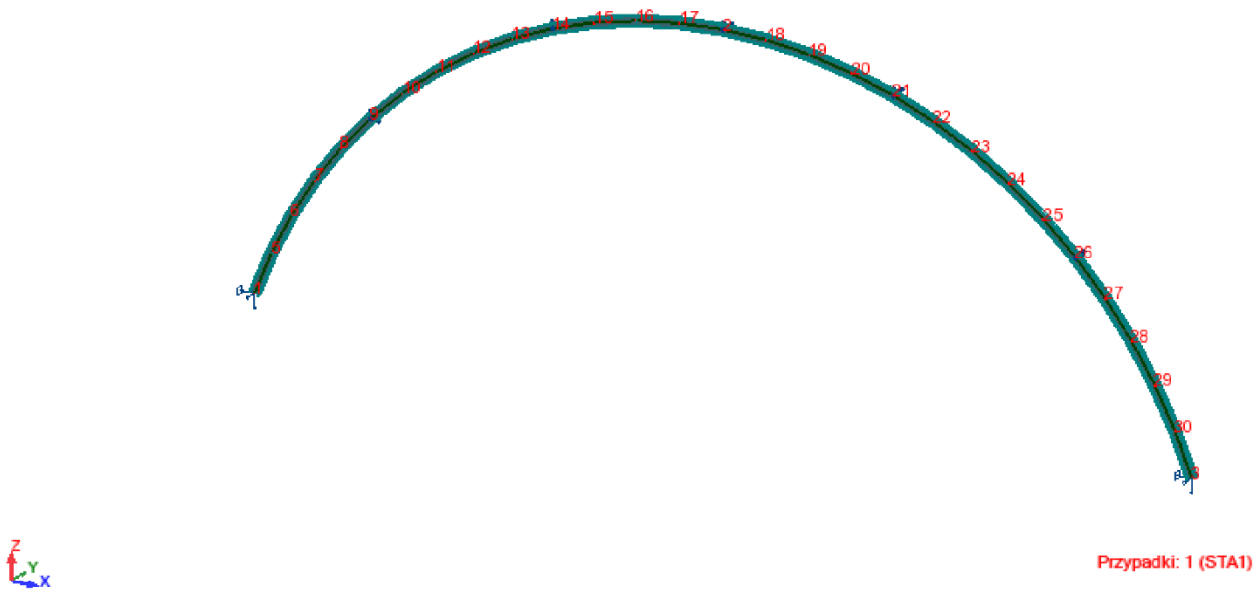
1.2. Schemat statyczny:

Projektuje się ramę łukową – schemat ramy łukowej przegubowo podpartej o rozpiętości B = 16,534 m i wysokości F = 7,58 m. W płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny łuku, jest on podparty przegubowo – 5. podpór jest rozmieszczonych co 30,0 º.

**- Schemat ramy – pręty** ( schemat obliczeniowy)



**- Schemat ramy – węzły** ( schemat obliczeniowy)




1.3. Wymiarowanie:

Wymiarowanie – program obliczeniowy „ROBOT ARSAP-2013”:

- Reakcje podporowe ramy:

**Reakcje w układzie globalnym - Przypadki: 1do17**
**Obwiednia 1**
**w układzie globalnym - Przypadki: 1do17**

| Filtrowanie | Węzeł | Przypadek |
|---|---|---|
| **Lista pełna** | 1do3 5do30 | 1do17 |
| **Wybór** | 1do3 9 14 21 26 | 1do17 |
| | | |
| **Ilość całkowita** | 29 | 17 |
| **Ilość wybrana** | 7 | 17 |

**w układzie globalnym - Przypadki: 1do17**

| Węzeł/Przypadek | | FX (kN) | FY (kN) | FZ (kN) | MX (kNm) | MY (kNm) | MZ (kNm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1/** | **12 (K)** | **13,42>>** | 0,0 | 21,34 | 0,0 | -0,00 | 0,0 |
| **1/** | **17 (K)** | **-15,23<<** | 0,0 | -18,83 | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| **1/** | **1** | 2,34 | **0,0>>** | 4,05 | 0,0 | -0,00 | 0,0 |
| **1/** | **1** | 2,34 | **0,0<<** | 4,05 | 0,0 | -0,00 | 0,0 |
| **1/** | **12 (K)** | 13,42 | 0,0 | **21,34>>** | 0,0 | -0,00 | 0,0 |
| **1/** | **16 (K)** | -11,50 | 0,0 | **-20,18<<** | 0,0 | -0,00 | 0,0 |
| **1/** | **1** | 2,34 | 0,0 | 4,05 | **0,0>>** | -0,00 | 0,0 |
| **1/** | **1** | 2,34 | 0,0 | 4,05 | **0,0<<** | -0,00 | 0,0 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1/** | **15 (K)** | -14,84 | 0,0 | -18,17 | 0,0 | **0,00**>> | 0,0 |
| **1/** | **8 (K)** | -2,68 | 0,0 | -6,81 | 0,0 | **-0,00**<< | 0,0 |
| **1/** | **1** | 2,34 | 0,0 | 4,05 | 0,0 | -0,00 | **0,0**>> |
| **1/** | **1** | 2,34 | 0,0 | 4,05 | 0,0 | -0,00 | **0,0**<< |
| **2/** | **17 (K)** | **0,00**>> | 0,0 | 0,00 | 0,0 | -0,00 | 0,0 |
| **2/** | **10 (K)** | **-0,00**<< | 0,0 | 0,00 | 0,0 | -0,00 | 0,0 |
| **2/** | **1** | -0,00 | **0,0**>> | 0,00 | 0,0 | -0,00 | 0,0 |
| **2/** | **1** | -0,00 | **0,0**<< | 0,00 | 0,0 | -0,00 | 0,0 |
| **2/** | **8 (K)** | -0,00 | 0,0 | **0,00**>> | 0,0 | -0,00 | 0,0 |
| **2/** | **13 (K)** | -0,00 | 0,0 | **-0,00**<< | 0,0 | -0,00 | 0,0 |
| **2/** | **1** | -0,00 | 0,0 | 0,00 | **0,0**>> | -0,00 | 0,0 |
| **2/** | **1** | -0,00 | 0,0 | 0,00 | **0,0**<< | -0,00 | 0,0 |
| **2/** | **2** | -0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | **-0,00**>> | 0,0 |
| **2/** | **8 (K)** | -0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | **-0,00**<< | 0,0 |
| **2/** | **1** | -0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | -0,00 | **0,0**>> |
| **2/** | **1** | -0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | -0,00 | **0,0**<< |
| **3/** | **16 (K)** | **15,23**>> | 0,0 | -18,83 | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| **3/** | **12 (K)** | **-13,42**<< | 0,0 | 21,34 | 0,0 | -0,00 | 0,0 |
| **3/** | **1** | -2,34 | **0,0**>> | 4,05 | 0,0 | -0,00 | 0,0 |
| **3/** | **1** | -2,34 | **0,0**<< | 4,05 | 0,0 | -0,00 | 0,0 |
| **3/** | **13 (K)** | -13,19 | 0,0 | **22,64**>> | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| **3/** | **17 (K)** | 11,50 | 0,0 | **-20,18**<< | 0,0 | -0,00 | 0,0 |
| **3/** | **1** | -2,34 | 0,0 | 4,05 | **0,0**>> | -0,00 | 0,0 |
| **3/** | **1** | -2,34 | 0,0 | 4,05 | **0,0**<< | -0,00 | 0,0 |
| **3/** | **10 (K)** | 6,64 | 0,0 | -4,14 | 0,0 | **0,00**>> | 0,0 |
| **3/** | **9 (K)** | 2,68 | 0,0 | -6,81 | 0,0 | **-0,00**<< | 0,0 |
| **3/** | **1** | -2,34 | 0,0 | 4,05 | 0,0 | -0,00 | **0,0**>> |
| **3/** | **1** | -2,34 | 0,0 | 4,05 | 0,0 | -0,00 | **0,0**<< |
| **9/** | **10 (K)** | **0,00**>> | 0,0 | -0,00 | 0,0 | -0,00 | 0,0 |
| **9/** | **1** | **-0,00**<< | 0,0 | -0,00 | 0,0 | -0,00 | 0,0 |
| **9/** | **1** | -0,00 | **0,0**>> | -0,00 | 0,0 | -0,00 | 0,0 |
| **9/** | **1** | -0,00 | **0,0**<< | -0,00 | 0,0 | -0,00 | 0,0 |
| **9/** | **11 (K)** | 0,00 | 0,0 | **0,00**>> | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| **9/** | **8 (K)** | 0,00 | 0,0 | **-0,00**<< | 0,0 | -0,00 | 0,0 |
| **9/** | **1** | -0,00 | 0,0 | -0,00 | **0,0**>> | -0,00 | 0,0 |
| **9/** | **1** | -0,00 | 0,0 | -0,00 | **0,0**<< | -0,00 | 0,0 |
| **9/** | **17 (K)** | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | **0,00**>> | 0,0 |
| **9/** | **13 (K)** | 0,00 | 0,0 | -0,00 | 0,0 | **-0,00**<< | 0,0 |
| **9/** | **1** | -0,00 | 0,0 | -0,00 | 0,0 | -0,00 | **0,0**>> |
| **9/** | **1** | -0,00 | 0,0 | -0,00 | 0,0 | -0,00 | **0,0**<< |
| **14/** | **9 (K)** | **0,00**>> | 0,0 | -0,00 | 0,0 | -0,00 | 0,0 |
| **14/** | **10 (K)** | **-0,00**<< | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| **14/** | **1** | 0,00 | **0,0**>> | 0,00 | 0,0 | -0,00 | 0,0 |
| **14/** | **1** | 0,00 | **0,0**<< | 0,00 | 0,0 | -0,00 | 0,0 |
| **14/** | **8 (K)** | -0,00 | 0,0 | **0,00**>> | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| **14/** | **11 (K)** | -0,00 | 0,0 | **-0,00**<< | 0,0 | -0,00 | 0,0 |
| **14/** | **1** | 0,00 | 0,0 | 0,00 | **0,0**>> | -0,00 | 0,0 |
| **14/** | **1** | 0,00 | 0,0 | 0,00 | **0,0**<< | -0,00 | 0,0 |
| **14/** | **10 (K)** | -0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | **0,00**>> | 0,0 |
| **14/** | **9 (K)** | 0,00 | 0,0 | -0,00 | 0,0 | **-0,00**<< | 0,0 |
| **14/** | **1** | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | -0,00 | **0,0**>> |
| **14/** | **1** | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | -0,00 | **0,0**<< |
| **21/** | **11 (K)** | **0,00**>> | 0,0 | -0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| **21/** | **8 (K)** | **-0,00**<< | 0,0 | 0,00 | 0,0 | -0,00 | 0,0 |
| **21/** | **1** | -0,00 | **0,0**>> | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| **21/** | **1** | -0,00 | **0,0**<< | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| **21/** | **10 (K)** | -0,00 | 0,0 | **0,00**>> | 0,0 | -0,00 | 0,0 |
| **21/** | **15 (K)** | 0,00 | 0,0 | **-0,00**<< | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| **21/** | **1** | -0,00 | 0,0 | 0,00 | **0,0**>> | 0,00 | 0,0 |
| **21/** | **1** | -0,00 | 0,0 | 0,00 | **0,0**<< | 0,00 | 0,0 |
| **21/** | **9 (K)** | 0,00 | 0,0 | -0,00 | 0,0 | **0,00**>> | 0,0 |
| **21/** | **10 (K)** | -0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | **-0,00**<< | 0,0 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **21/** | **1** | -0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | **0,0>>** |
| **21/** | **1** | -0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | **0,0<<** |
| **26/** | **13 (K)** | **0,00>>** | 0,0 | -0,00 | 0,0 | -0,00 | 0,0 |
| **26/** | **9 (K)** | **-0,00<<** | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| **26/** | **1** | -0,00 | **0,0>>** | -0,00 | 0,0 | -0,00 | 0,0 |
| **26/** | **1** | -0,00 | **0,0<<** | -0,00 | 0,0 | -0,00 | 0,0 |
| **26/** | **8 (K)** | -0,00 | 0,0 | **0,00>>** | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| **26/** | **13 (K)** | 0,00 | 0,0 | **-0,00<<** | 0,0 | -0,00 | 0,0 |
| **26/** | **1** | -0,00 | 0,0 | -0,00 | **0,0>>** | -0,00 | 0,0 |
| **26/** | **1** | -0,00 | 0,0 | -0,00 | **0,0<<** | -0,00 | 0,0 |
| **26/** | **9 (K)** | -0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | **0,00>>** | 0,0 |
| **26/** | **13 (K)** | 0,00 | 0,0 | -0,00 | 0,0 | **-0,00<<** | 0,0 |
| **26/** | **1** | -0,00 | 0,0 | -0,00 | 0,0 | -0,00 | **0,0>>** |
| **26/** | **1** | -0,00 | 0,0 | -0,00 | 0,0 | -0,00 | **0,0<<** |

- Zestawienie tabelaryczne wyników wymiarowania ramy:

PN-EN 1993-1:2006/AC:2009 - Weryfikacja prętów ( SGN ) 1do28

Rezultaty | Komunikaty

| Pręt | | Profil | Materiał | Lay | Laz | Wytęż. | Przypadek |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | OK | IPE 180 | S 235 | 10.56 | 38.19 | 0.15 | 17 KOMB10 |
| 2 | OK | IPE 180 | S 235 | 10.56 | 38.19 | 0.27 | 17 KOMB10 |
| 3 | OK | IPE 180 | S 235 | 10.56 | 38.19 | 0.36 | 17 KOMB10 |
| 4 | OK | IPE 180 | S 235 | 10.56 | 38.19 | 0.42 | 17 KOMB10 |
| 5 | OK | IPE 180 | S 235 | 10.56 | 38.19 | 0.45 | 17 KOMB10 |
| 6 | OK | IPE 180 | S 235 | 10.56 | 38.19 | 0.45 | 17 KOMB10 |
| 7 | OK | IPE 180 | S 235 | 10.56 | 38.19 | 0.45 | 17 KOMB10 |
| 8 | OK | IPE 180 | S 235 | 10.56 | 38.19 | 0.41 | 17 KOMB10 |
| 9 | OK | IPE 180 | S 235 | 10.56 | 38.19 | 0.38 | 10 KOMB3 |
| 10 | OK | IPE 180 | S 235 | 10.56 | 38.19 | 0.36 | 10 KOMB3 |
| 11 | OK | IPE 180 | S 235 | 10.56 | 38.19 | 0.33 | 10 KOMB3 |
| 12 | OK | IPE 180 | S 235 | 10.56 | 38.19 | 0.29 | 10 KOMB3 |
| 13 | OK | IPE 180 | S 235 | 10.56 | 38.19 | 0.24 | 10 KOMB3 |
| 14 | OK | IPE 180 | S 235 | 10.56 | 38.19 | 0.18 | 10 KOMB3 |
| 15 | OK | IPE 180 | S 235 | 10.56 | 38.19 | 0.15 | 17 KOMB10 |
| 16 | OK | IPE 180 | S 235 | 10.56 | 38.19 | 0.19 | 17 KOMB10 |
| 17 | OK | IPE 180 | S 235 | 10.56 | 38.19 | 0.23 | 10 KOMB3 |
| 18 | OK | IPE 180 | S 235 | 10.56 | 38.19 | 0.34 | 10 KOMB3 |
| 19 | OK | IPE 180 | S 235 | 10.56 | 38.19 | 0.43 | 10 KOMB3 |
| 20 | OK | IPE 180 | S 235 | 10.56 | 38.19 | 0.51 | 10 KOMB3 |
| 21 | OK | IPE 180 | S 235 | 10.56 | 38.19 | 0.55 | 10 KOMB3 |
| 22 | OK | IPE 180 | S 235 | 10.56 | 38.19 | 0.55 | 10 KOMB3 |
| 23 | OK | IPE 180 | S 235 | 10.56 | 38.19 | 0.54 | 10 KOMB3 |
| 24 | OK | IPE 180 | S 235 | 10.56 | 38.19 | 0.49 | 10 KOMB3 |
| 25 | OK | IPE 180 | S 235 | 10.56 | 38.19 | 0.42 | 16 KOMB9 |
| 26 | OK | IPE 180 | S 235 | 10.56 | 38.19 | 0.36 | 16 KOMB9 |
| 27 | OK | IPE 180 | S 235 | 10.56 | 38.19 | 0.27 | 16 KOMB9 |
| 28 | OK | IPE 180 | S 235 | 10.56 | 38.19 | 0.15 | 16 KOMB9 |

## POZ. 2 - Płatew podłużna kosza między nawami łukowymi o $L_o$ = 4,50 m

2.1. Obciążenia;

**obciążenia stałe**

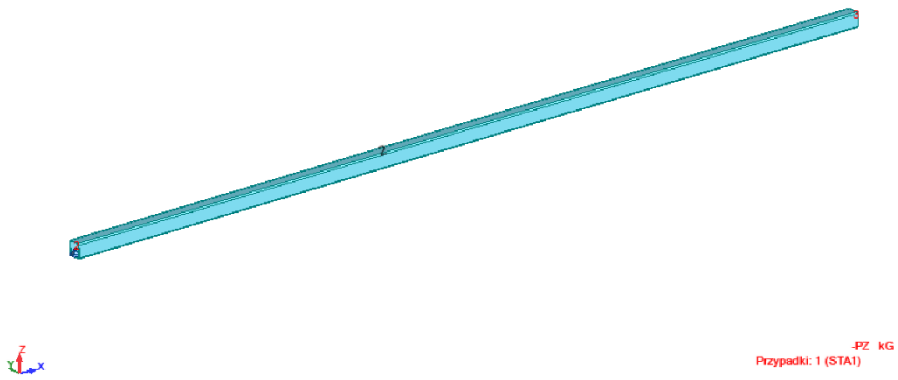
| nr | Rodzaj obciążenia | Wartość | Jednostka | Mnożnik [m] | obciążenie charakter. [kN/m] | współ. obc. | Obciążenie oblicz. [kN/m] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ciężar własny plandeki | 0.014 | [kN/m²] | 0.305 | 0.0043 | 1.20 | 0.0052 |
| 2 | ciężar własny warstwy granulatu styropianowe-go | 0.020 | [kN/m²] | 0.305 | 0.0061 | 1.20 | 0.0074 |
| 3 | ciężar własny oprzyrządowa-nia do pikowania plandek | 0.005 | [kN/m²] | 0.305 | 0.0016 | 1.20 | 0.0019 |
| | | | | | | | |
| | | | | 0.305 | $g^k_1$ = 0.012 | 1.20 | $g^d_1$ = 0.015 |
| | | | | | | | |

**obciążenie śniegiem - nierownomierne - II**

| nr | Rodzaj obciążenia | Wartość | Jednostka | Mnożnik [m] | obciążenie charakter. [kN/m] | współ. obc. | Obciążenie oblicz. [kN/m] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Obciążenie śniegiem | 2.160 | [kN/m²] | 0.305 | 0.659 | 1.500 | 0.989 |
| | | | | | | | |
| | | | | 0.305 | $s^k_3$ = 0.659 | 1.500 | $s^d_3$ = 0.989 |
| | | | | | | | |

2.2. Schemat statyczny:

Belka płatwi stalowej o rozpiętości $L_o$ = 4,50 m. Podparcie na belkach poprzecznych przegubowe. Nachylenie belki pod kątem $\alpha$ = 4,7 °.



2.3. Wymiarowanie:

Wymiarowanie – program obliczeniowy „ROBOT ARSAP 2013”:

# OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

---

**NORMA:** *PN-EN 1993-1:2006/AC:2009, Eurocode 3: Design of steel structures.*
**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

---

**GRUPA:**
**PRĘT:** 2 **PUNKT:** 2 **WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.50 L = 2.26 m

---

**OBCIĄŻENIA:**
*Decydujący przypadek obciążenia:* 5 KOMB2 (1+2)*1.20+3*1.50

---

**MATERIAŁ:**
S 235 ( S 235 ) fy = 215.00 MPa

---

**PARAMETRY PRZEKROJU: RK 80x80x5**

| | | | |
|---|---|---|---|
| h=8.0 cm | gM0=1.00 | gM1=1.00 | |
| b=8.0 cm | Ay=7.35 cm2 | Az=7.35 cm2 | Ax=14.70 cm2 |
| tw=0.5 cm | Iy=137.00 cm4 | Iz=137.00 cm4 | Ix=210.94 cm4 |
| tf=0.5 cm | Wply=41.10 cm3 | Wplz=39.74 cm3 | |

---

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

My,Ed = 3.24 kN*m
My,pl,Rd = 8.84 kN*m
My,c,Rd = 8.84 kN*m
Mb,Rd = 8.84 kN*m

KLASA PRZEKROJU = 1

---

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

| | | | |
|---|---|---|---|
| z = 1.00 | Mcr = 172.18 kN*m | Krzywa,LT - d | XLT = 1.00 |
| Lcr,upp=4.51 m | Lam_LT = 0.23 | fi,LT = 0.45 | XLT,mod = 1.00 |

---

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**

względem osi y: względem osi z:

---

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**
***Kontrola wytrzymałości przekroju:***
My,Ed/My,c,Rd = 0.37 < 1.00 (6.2.5.(1))
***Kontrola stateczności globalnej pręta:***
My,Ed/Mb,Rd = 0.37 < 1.00 (6.3.2.1.(1))

---

**PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE**

***Ugięcia***
uy = 0.0 cm < uy max = L/200.00 = 2.3 cm Zweryfikowano
***Decydujący przypadek obciążenia:*** 1 STA1
uz = 1.2 cm < uz max = L/200.00 = 2.3 cm Zweryfikowano
***Decydujący przypadek obciążenia:*** 3 SN1

***Przemieszczenia*** *Nie analizowano*

---

***Profil poprawny !!!***

**Reakcje w układzie globalnym - Przypadki: 1do5**
**Obwiednia 1**
**w układzie globalnym - Przypadki: 1do5**

| Filtrowanie | Węzeł | Przypadek |
|---|---|---|
| Lista pełna | 2 3 | 1do5 |
| Wybór | 2 3 | 1do5 |
| | | |
| Ilość całkowita | 2 | 5 |
| Ilość wybrana | 2 | 5 |

**w układzie globalnym - Przypadki: 1do5**

| Węzeł/Przypadek | | FX (kN) | FZ (kN) | MY (kNm) |
|---|---|---|---|---|
| 2/ | 4 (K) | **0,00**>> | 0,59 | -0,00 |
| 2/ | 5 (K) | **-0,00**<< | 2,82 | -0,00 |
| 2/ | 5 (K) | -0,00 | **2,82**>> | -0,00 |
| 2/ | 2 | 0,00 | **0,03**<< | 0,0 |
| 2/ | 2 | 0,00 | 0,03 | **0,0**>> |
| 2/ | 4 (K) | 0,00 | 0,59 | **-0,00**<< |
| 3/ | 2 | **-0,00**>> | 0,03 | 0,0 |
| 3/ | 5 (K) | **-0,00**<< | 2,82 | -0,00 |
| 3/ | 5 (K) | -0,00 | **2,82**>> | -0,00 |
| 3/ | 2 | -0,00 | **0,03**<< | 0,0 |
| 3/ | 2 | -0,00 | 0,03 | **0,0**>> |
| 3/ | 5 (K) | -0,00 | 2,82 | **-0,00**<< |

## POZ. 3 - Belka poprzeczna pod podporami płatwi POZ. 2

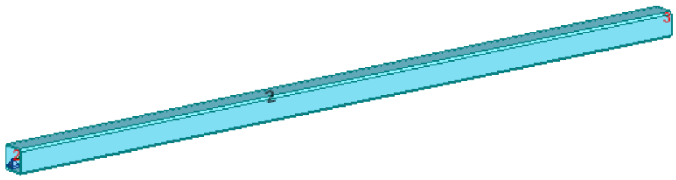
3.1. Obciążenia;

**obciążenie od reakcji z płatwi POZ. 2**

| nr | Rodzaj obciążenia | Wartość | Jednostka | Mnożnik [m²] | obciążenie charakter. [kN] | współ. obc. | Obciążenie oblicz. [kN] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Obciążenie od reakcji z płatwi POZ. 2 | 2 x 2,82 / (0,305 x 1,275) = 14,504 | [kN/m²] | 1.000 | 14,504 | 1.275 | 18.492 |
| | | | | 1.000 | $p^k_1$= 14.504 | 1.275 | $p^d_1$= 18.492 |

3.2. Schemat statyczny:

Projektuje się belkę jednoprzęsłową o długości $L_o$ = 1,05 x 2,285 = 2,400 m. Podparcie na podporach przegubowe.



3.3. Wymiarowanie:

Wymiarowanie – program obliczeniowy „ROBOT ARSAP 2013”:

# OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

---

**NORMA:** *PN-EN 1993-1:2006/AC:2009, Eurocode 3: Design of steel structures.*
**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

---

**GRUPA:**
**PRĘT:** 2 **PUNKT:** 2 **WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.50 L = 1.20 m

---

**OBCIĄŻENIA:**
*Decydujący przypadek obciążenia:* 2 STA2

---

**MATERIAŁ:**
S 235 ( S 235 ) fy = 215.00 MPa

---

**PARAMETRY PRZEKROJU: RK 80x80x5**

| | | | |
|---|---|---|---|
| h=8.0 cm | gM0=1.00 | gM1=1.00 | |
| b=8.0 cm | Ay=7.35 cm2 | Az=7.35 cm2 | Ax=14.70 cm2 |
| tw=0.5 cm | Iy=137.00 cm4 | Iz=137.00 cm4 | Ix=210.94 cm4 |
| tf=0.5 cm | Wply=41.10 cm3 | Wplz=39.74 cm3 | |

---

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

My,Ed = 10.44 kN*m
My,pl,Rd = 8.84 kN*m
My,c,Rd = 8.84 kN*m
Mb,Rd = 8.84 kN*m

KLASA PRZEKROJU = 1

---

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

| | | | |
|---|---|---|---|
| z = 1.00 | Mcr = 318.95 kN*m | Krzywa,LT - d | XLT = 1.00 |
| Lcr,upp=2.40 m | Lam_LT = 0.17 | fi,LT = 0.42 | XLT,mod = 1.00 |

---

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**

względem osi y: względem osi z:

---

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

***Kontrola wytrzymałości przekroju:***
My,Ed/My,c,Rd = 1.18 > 1.00 (6.2.5.(1))
***Kontrola stateczności globalnej pręta:***
My,Ed/Mb,Rd = 1.18 > 1.00 (6.3.2.1.(1))

---

**PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE**

***Ugięcia***
uy = 0.0 cm < uy max = L/200.00 = 1.2 cm Zweryfikowano
***Decydujący przypadek obciążenia:*** 1 STA1
uz = 2.2 cm > uz max = L/200.00 = 1.2 cm Nie zweryfikowano
***Decydujący przypadek obciążenia:*** 2 STA2

***Przemieszczenia*** *Nie analizowano*

---

***Profil niepoprawny !!!***

**W celu zwiększenia nośności belki (kalenicowej) koszowej należy ją wzmocnić przez wstawienie dodatkowego profilu pod belką koszową z rury kwadratowej RK 80x80x5. Belkę istniejącą wzmocnić przez dodanie profilu metodą spawania spoiną ciągłą, przez połączenie profili j.w. przez skręcenie wkrętami samowiercącymi lub przez wzmocnienie przy pomocy podklejenie profilu wzmacnianego przy pomocy taśm z włókien węglowych.**

**Reakcje w układzie globalnym - Przypadki: 1 2**
**Obwiednia 1**
**w układzie globalnym - Przypadki: 1 2**

| Filtrowanie | Węzeł | Przypadek |
|---|---|---|
| Lista pełna | 2 3 | 1 2 |
| Wybór | 2 3 | 1 2 |
| | | |
| Ilość całkowita | 2 | 2 |
| Ilość wybrana | 2 | 2 |

**w układzie globalnym - Przypadki: 1 2**

| Węzeł/Przypadek | | FX (kN) | FZ (kN) | MY (kNm) |
|---|---|---|---|---|
| 2/ | 1 | **0,0**>> | 0,27 | 0,00 |
| 2/ | 1 | **0,0**<< | 0,27 | 0,00 |
| 2/ | 2 | 0,0 | **17,40**>> | 0,0 |
| 2/ | 1 | 0,0 | **0,27**<< | 0,00 |
| 2/ | 1 | 0,0 | 0,27 | **0,00**>> |
| 2/ | 2 | 0,0 | 17,40 | **0,0**<< |
| 3/ | 1 | **0,0**>> | 0,27 | -0,00 |
| 3/ | 1 | **0,0**<< | 0,27 | -0,00 |
| 3/ | 2 | 0,0 | **17,40**>> | 0,0 |
| 3/ | 1 | 0,0 | **0,27**<< | -0,00 |
| 3/ | 2 | 0,0 | 17,40 | **0,0**>> |
| 3/ | 1 | 0,0 | 0,27 | **-0,00**<< |

## POZ. 4 – Rama szczytowa hali

4.1. Obciążenia;

**obciążenia stałe – projektowane do zastosowania**

| nr | Rodzaj obciążenia | Wartość | Jednostka | Mnożnik [m] | obciążenie charakter. [kN/m] | współ. obc. | Obciążenie oblicz. [kN/m] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ciężar własny plandeki | 0.014 | [kN/m²] | 4.030 | 0.056 | 1.20 | 0.068 |
| 2 | ciężar własny płatwi i stężeń | 0.020 | [kN/m²] | 4.030 | 0.081 | 1.20 | 0.097 |
| 3 | ciężar własny warstwy granulatu styropianowe-go | 0.020 | [kN/m²] | 4.030 | 0.081 | 1.20 | 0.097 |
| 4 | ciężar własny oprzyrządowa-nia do pikowania plandek | 0.005 | [kN/m²] | 4.030 | 0.021 | 1.20 | 0.024 |
| | | | | | | | |
| | | | | 4.030 | $g^k_1$ = 0.239 | 1.20 | $g^d_1$ = 0.286 |
| | | | | | | | |

**obciążenia stałe – wg PB z 2016 roku**

| nr | Rodzaj obciążenia | Wartość | Jednostka | Mnożnik [m] | obciążenie charakter. [kN/m] | współ. obc. | Obciążenie oblicz. [kN/m] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ciężar własny plandeki | 0.00 | [kN/m²] | 4.50 | 0.04 | 1.20 | 0.05 |
| 2 | ciężar własny płatwi i stężeń | 0.02 | [kN/m²] | 4.50 | 0.09 | 1.20 | 0.11 |
| 3 | ciężar jednostkowy sprężonego powietrza między plandekami | 0,7 x 0,13 = 0,091 | [kN/m²] | 4.50 | 0.41 | 1.20 | 0.49 |
| | | | | | $g^k_1$=0.54 | 1.20 | $g^d_1$=0.65 |

**Obciążenia stałe na jakie projektowana była rama szczytowa (wg projektu powtarzalnego z 2016 r) były znacząco większe niż obciążenia jakie wygenerowane będą przez zastąpienie sprężonego powietrza między plandekami przez zasypkę z granulatu styropianowego.**

**Obciążenia klimatyczne odniesione były (wg projektu powtarzalnego z 2016 roku.) dla typowego rozmiaru odległości ostatniej ramy nośnej łukowej do ramki szczytowej z projektu powtarzalnego, który wynosił ok. 9,0 m gdy w projekcie w adaptacji z 2016 r. rozmiar ten został zmniejszony do odległości 8,06 m. Wartości normowe zostały takie same, ale realne obciążenia z w/w powodu były i będą mniejsze. Z tego powodu nie**

**będzie wykonana osobna analiza statyczna dla omawianej ramki.**

**W projekcie powtarzalnym projektowano zastosowanie do profili zamkniętych ramki zastosowanie stali S235 ale w Projekcie Wykonawczym zmieniono stal na wyższą gatunkowo, czyli na stal S355. Z tego powodu oraz przesłanek wymienionych powyżej dla analizy statycznej, rezygnuje się z analizy wytrzymałościowej rozpatrywanej ramki.**

**Ramka ściany szczytowej w obecnej wersji pod względem statycznym i wytrzymałościowym jest w stanie bezpiecznie przenieść założone obciążenia związane ze zmianą technologii wypełnienia kieszeni plandekowych zadaszenia kortów ze sprężonego powietrza na zasypkę styropianową.**

**W trakcie eksploatacji zadaszenia plandekowego kortu należy przestrzegać zaleceń wynikających z zastosowanego systemu docieplenia.**

## 3.3. Wnioski i zalecenia wynikające z wykonanych „Obliczeń Statycznych …" w punkcie 3.2. niniejszego opracowania:

3.3.1. **W trakcie eksploatacji zadaszenia plandekowego kortu należy przestrzegać zaleceń wynikających z zastosowanego systemu docieplenia.**

3.3.2. **Bardzo ważne jest także ścisłe stosowanie się do wymogu bezpiecznej eksploatacji hali zawartej w Opisie Technicznym do Projektu Wykonawczego w punkcie 3, podpunkt nr 3.2.:**

3. ZADASZENIE KORTÓW

3.1. Dane ogólne

Zaprojektowano 3 korty zadaszone lekką konstrukcją stalową złożoną z łukowych dźwigarów stalowych. Dźwigar zaprojektowano jak element łączony z trzech części. Całość powiązana jest systemem płatwi stalowych. Pokrycie zewnętrzne stanowi wysoko wytrzymała tkanina syntetyczna do wykonywania przekryć dwupowłokowych. Korty będą połączone między sobą za pomocą łączników o konstrukcji ze stalowych profili, przekrycie tkanina syntetyczna.

Poniższy opis prezentuje założenie wyjściowe oraz przyjęte rozwiązania konstrukcyjne w celu zapewnienia bezpieczeństwa użytkowania ww. obiektów stanowiących własność Poznańskich Ośrodków Sportu i Rekreacji.

3.2. Przyjęte obciążenia

- obciążenie wiatrem – I strefa wg PN-EN 1991 1-4
- obciążenie śniegiem ustalono indywidualnie – zgodnie z PN-EN 13782 – dotyczącej projektowania lekkich zadaszeń namiotowych – przyjęto obciążenie podstawowe w wysokości 0,20 kN/m2 (= 8 cm warstwy śniegu) pokrycia w strefie zalegania pokrywy śnieżnej.
  UWAGA:
- Po osiągnięciu w.w. Wartości obciążenia (grubości warstwy śniegu), należy uruchomić nadmuchowy system grzewczy w celu eliminacji pokrywy śnieżnej lub wyłączyć obiekt z użytkowania. W okresie zimowym – z możliwymi opadami śniegu, należy utrzymywać temperatury dodatnie odpowiednie do eliminacji pokrywy śnieżnej!!

3.3.3. Rama łukowa główna **POZ. 1** nie wymaga wzmocnień – konieczna jest natomiast bieżąca konserwacja powłok malarskich antykorozyjnych. Dotyczy to szczególnie węzłów montażowych

– widoczne są punktowe gniazda korozyjne.

3.3.4. Płatew podłużna kosza **POZ. 2** nie wymaga wzmocnień – konieczna jest natomiast bieżąca konserwacja powłok malarskich antykorozyjnych.

3.3.5. Belka poprzeczna **POZ. 3** wymaga wzmocnienia. **W celu zwiększenia nośności belki (kalenicowej) koszowej należy ją wzmocnić jedną z niżej podanych metod: a) - przez wspawanie dodatkowej belki pod belkę koszową; belkę istniejącą zespawać spoiną ciągłą z belką dodaną; spawać przy pomocy MIGOMAT-u w osłonie gazu obojętnego. b) – przez dokręcenie pod belką koszową wzmacnianą dodatkowego profilu np. ceowego lub R.K. łączoną z profilem istniejącym na blachy boczne lub obejmy typu"U"; łączenie na wkręty samowiercące. c) - przez podklejenie profilu istniejącego taśmami z włókien węglowych systemowych np. typu S&P lub SIKA. Odpowiedni system wzmocnienia w.o. belek koszowych (kalenicowych) oraz dobór profili lub systemu musi być dobrany w P.W. Wzmocnienia konstrukcji – wg odrębnego opracowania projektowego.**
Konieczna jest natomiast bieżąca konserwacja powłok malarskich antykorozyjnych. Dotyczy to szczególnie węzłów montażowych spawanych.

3.3.6. Rama szczytowa **POZ. 4** nie wymaga wzmocnień – konieczna jest natomiast bieżąca konserwacja powłok malarskich antykorozyjnych. Dotyczy to szczególnie węzłów montażowych spawanych. **Ramka ściany szczytowej w obecnej wersji pod względem statycznym i wytrzymałościowym jest w stanie bezpiecznie przenieść założone obciążenia związane ze zmianą technologii wypełnienia kieszeni plandekowych zadaszenia kortów ze sprężonego powietrza na zasypkę styropianową.**

## 4. Wnioski końcowe i podsumowanie analiz wykonanych w punktach 2 ÷ 3 niniejszego opracowania:

- Konstrukcja stalowa hali jest w dobrym stanie technicznym i oprócz bieżącej konserwacji powłok malarskich antykorozyjnych nie wymaga większych prac renowacyjnych.
- Ze względu na niedostateczną nośność belek poprzecznych koszy kalenicowych na zadaszeniu łączników między nawami łukowymi konieczne będzie wzmocnienie tych elementów przed podspawanie dodatkowej belki pod belką istniejącą. Ze względu na docieplenie także tychże koszy nie będzie pełnej i skutecznej kontroli nad zalegającą okresowo warstwą śniegu powyżej grubości założonej w PB z 2016 roku a także i możliwości szybkiego i skutecznego

jego usuwania przy pomocy dodatkowego podgrzewania plandeki kosza. W obliczeniach sprawdzających założono możliwość jego dłuższego zalegania w formie worków śnieżnych, do czasu ich skutecznego usunięcia.

- Jednakże w miarę możliwości i bez zbędnej zwłoki należy kontrolować grubość powłoki śnieżnej na bieżąco i natychmiast podejmować prace zmierzające do usuwania śniegu szczególnie dotyczy to koszy zadaszenie łączników przejść między halami łukowymi oraz daszków nad otworami okiennymi na zewnętrznych ścianach podłużnych. Nie dopuszczać do powstawania na plandekach oblodzenia!.

- Ponieważ w trakcie oględzin zauważono wykropliny z otworów na kominy wentylacyjne (w trakcie stosunkowo wietrznej i słonecznej pogody) po ociepleniu hali i przy uwzględnieniu szczelności tkaniny plandekowej, należy liczyć się z możliwością powstawania większych ilości wykroplin szczególnie zimą oraz na przełomie jej z późną jesienią i wczesną wiosną. Należy skonsultować problem wentylacji hal po ich dociepleniu zasypką styropianową.

**- Bardzo ważne jest także ścisłe stosowanie się do wymogu bezpiecznej eksploatacji hali zawartej w Opisie Technicznym do Projektu Wykonawczego w punkcie 3, podpunkt nr 3.2.:**

3. ZADASZENIE KORTÓW

3.1. Dane ogólne

Zaprojektowano 3 korty zadaszone lekką konstrukcją stalową złożoną z łukowych dźwigarów stalowych. Dźwigar zaprojektowano jak element łączony z trzech części. Całość powiązana jest systemem płatwi stalowych. Pokrycie zewnętrzne stanowi wysoko wytrzymała tkanina syntetyczna do wykonywania przekryć dwupowłokowych. Korty będą połączone między sobą za pomocą łączników o konstrukcji ze stalowych profili, przekrycie tkanina syntetyczna.

Poniższy opis prezentuje założenie wyjściowe oraz przyjęte rozwiązania konstrukcyjne w celu zapewnienia bezpieczeństwa użytkowania ww. obiektów stanowiących własność Poznańskich Ośrodków Sportu i Rekreacji.

3.2. Przyjęte obciążenia

- obciążenie wiatrem – I strefa wg PN-EN 1991 1-4
- obciążenie śniegiem ustalono indywidualnie – zgodnie z PN-EN 13782 – dotyczącej projektowania lekkich zadaszeń namiotowych – przyjęto obciążenie podstawowe w wysokości 0,20 kN/m2 (= 8 cm warstwy śniegu) pokrycia w strefie zalegania pokrywy śnieżnej.
  UWAGA:
- Po osiągnięciu w.w. Wartości obciążenia (grubości warstwy śniegu), należy uruchomić nadmuchowy system grzewczy w celu eliminacji pokrywy śnieżnej lub wyłączyć obiekt z użytkowania. W okresie zimowym – z możliwymi opadami śniegu, należy utrzymywać temperatury dodatnie odpowiednie do eliminacji pokrywy śnieżnej!!

Obliczenia wykonał:

mgr inż. Ryszard Okularczyk