

## **1 Przedmiot i zakres opracowania**

Przedmiotem opracowania jest PROJEKT ARCHITEKTONICZNO-BUDOWLANY budowy lodowiska w zakresie branży konstrukcyjnej, tj. obejmujący obliczenia statyczno-wytrzymałościowe głównych elementów konstrukcyjnych.

## **2 Podstawowe normy**

**Eurokod - Podstawy projektowania konstrukcji**

PN-EN 1990:2004

**Eurokod 1 - Oddziaływania na konstrukcje - Część 1-1:**

**Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.**

PN-EN 1991-1-1:2004

**Eurokod 1 - Oddziaływania na konstrukcje - Część 1-3:**

**Oddziaływania ogólne - Obciążenie śniegiem**

PN-EN 1991-1-3:2005

**Eurokod 1 - Oddziaływania na konstrukcje – Część 1-4:**

**Oddziaływania ogólne - Oddziaływania wiatru**

PN-EN 1991-1-4:2008

**Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje - Część 1-5:**

**Oddziaływania ogólne - Oddziaływania termiczne**

PN-EN 1991-1-5:2005

**Eurokod 1 - Oddziaływania na konstrukcje - Część 1-6:**

**Oddziaływania ogólne - Oddziaływania w czasie wykonywania konstrukcji**

PN-EN 1991-1-6:2007

**Eurokod 2 - Projektowanie konstrukcji z betonu - Część 1-1:**

**Reguły ogólne i reguły dla budynków**

PN-EN 1992-1-1:2008

**Eurokod 3 - Projektowanie konstrukcji stalowych - Część 1-1:**

**Reguły ogólne i reguły dla budynków**

PN-EN 1993-1-1:2006

**Eurokod 5 - Projektowanie konstrukcji drewnianych – Część 1-1:**

**Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków**

PN-EN 1995-1-1:2010

**Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 1:**

**Zasady ogólne**

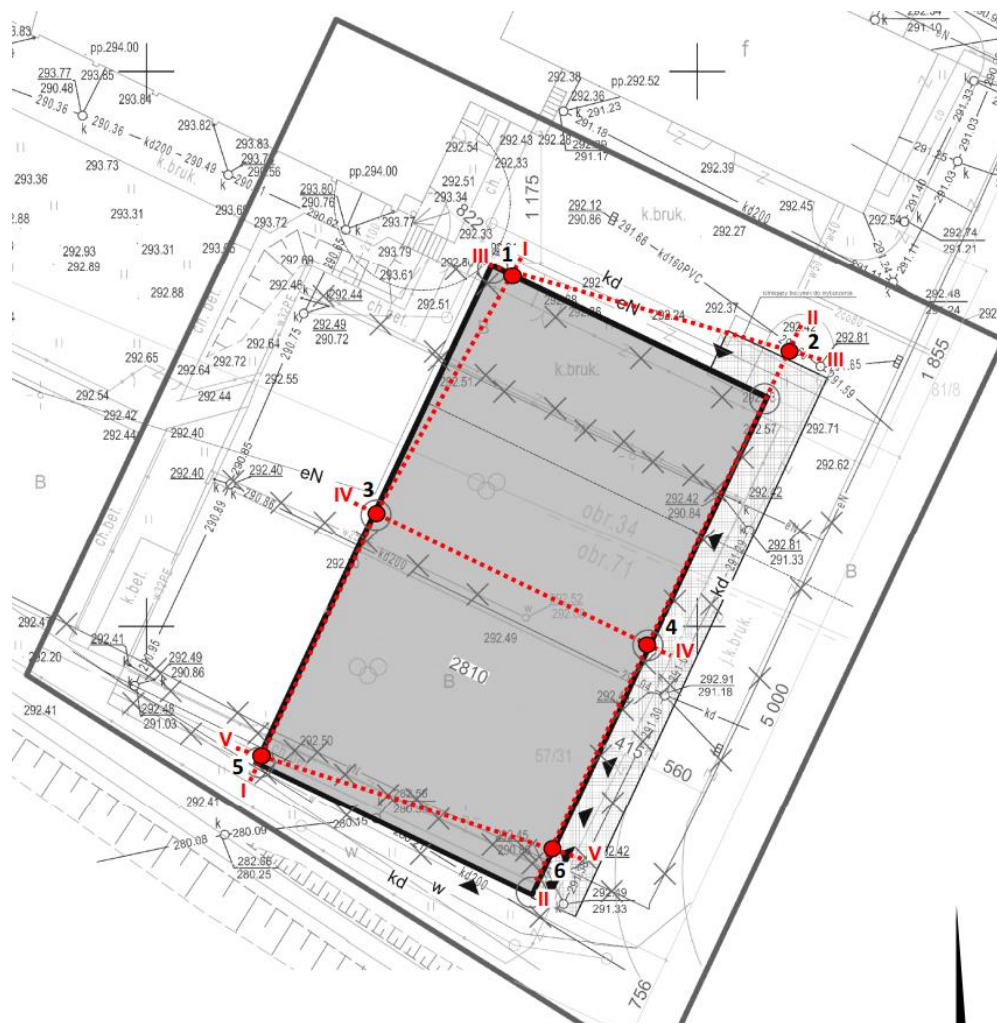
PN-EN 1997-1:2008

### 3 Warunki hydrogeologiczne

Warunki gruntowo-wodne określono na podstawie opracowania „Opinia geotechniczna – dokumentacja badań podłoża gruntowego, projekt geotechniczny” dla projektowanej budowy lodowiska przygotowanego przez firmę Geoefekt w maju 2020r. Na terenie projektowanego obiektu stwierdzono występowanie w poziomie posadowienia pospółki przewarstwionej pospółką gliniastą i piaskiem średnim, a głębiej (od około 3,5÷4,0m p.p.t.) zwietrzeliny gliniastej łupka. Podłoże gruntowe charakteryzuje się korzystnymi właściwościami wytrzymałościowymi i odkształceniowymi.

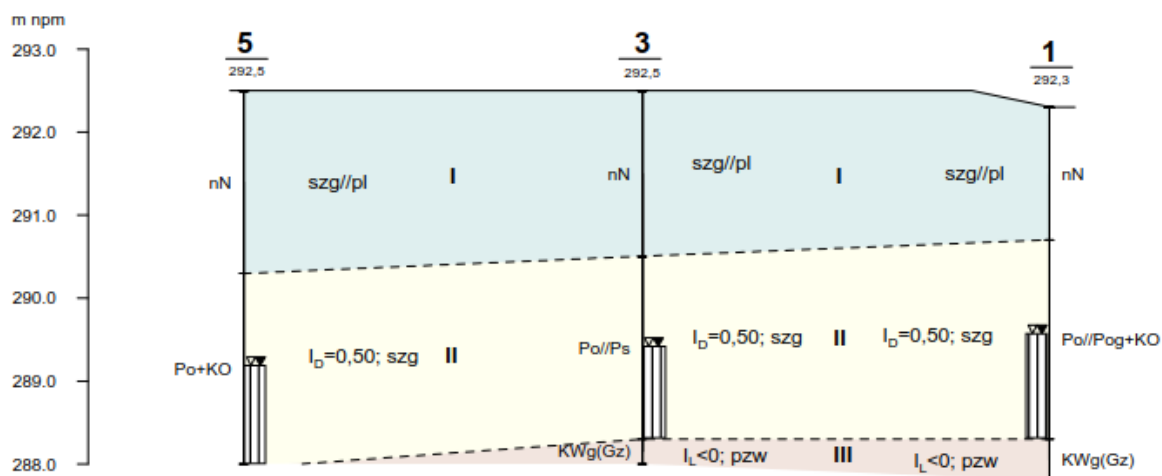
W wykonanych otworach badawczych stwierdzono występowanie wody gruntowej na głębokości 2,7÷3,3m.

Poniżej zamieszczono mapę dokumentacyjną i charakterystyczne przekroje geologiczne:



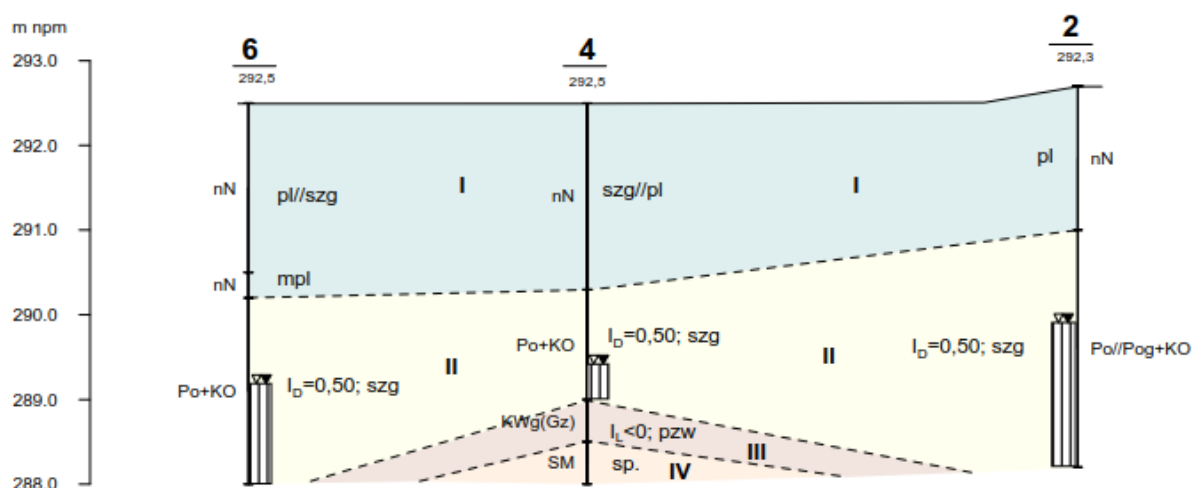
## Przekrój geotechniczny I - I

NE



## Przekrój geotechniczny II - II

NE



Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 roku w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych oraz na podstawie Opinii Geotechnicznej projektowane obiekty zaliczono do drugiej kategorii geotechnicznej. W obszarze projektowanego obiektu występują proste warunki gruntowe.

## 4 Ogólna charakterystyka konstrukcji obiektu

Projektowany obiekt to hala lodowiska, ze łukowym przekryciem o zmiennym promieniu łuku. Dźwigary dachowe o przekroju prostokątnym z drewna klejonego. Pomiędzy dźwigarami płatwie (belki z drewna klejonego), na których rozpięte zostanie pokrycie dachu z podwójnej membrany PCV. Układ główny stężony podłużnie poprzez zastosowanie tężników prętowych (ciągów) w przedostatnich polach układu dźwigarów. Konstrukcja posadowiona bezpośrednio poprzez stopy fundamentowe.

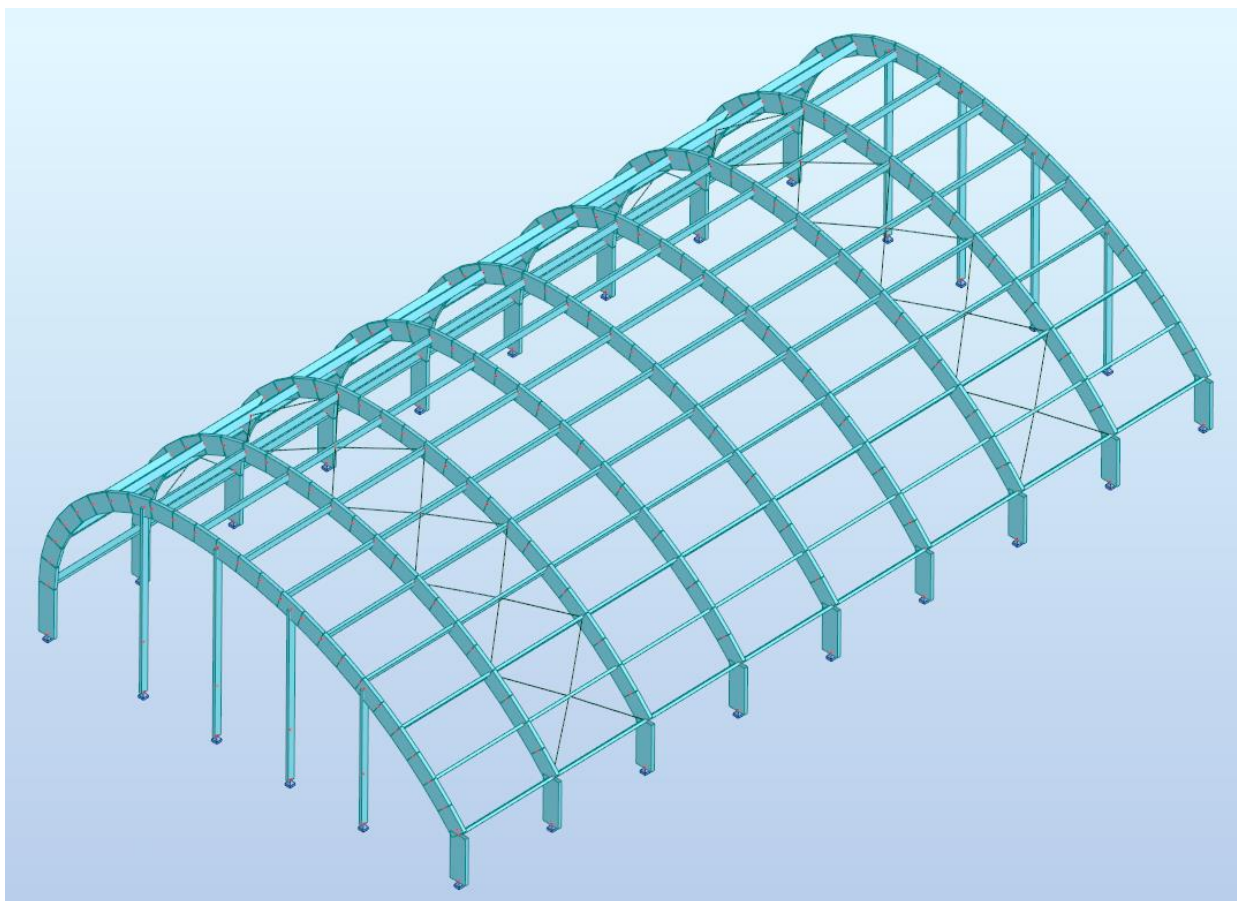
## 5 Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe

Obliczenia statyczne wykonano za pomocą programu „Autodesk Robot Structural Analysis Professional”, opartego na metodzie elementów skończonych.

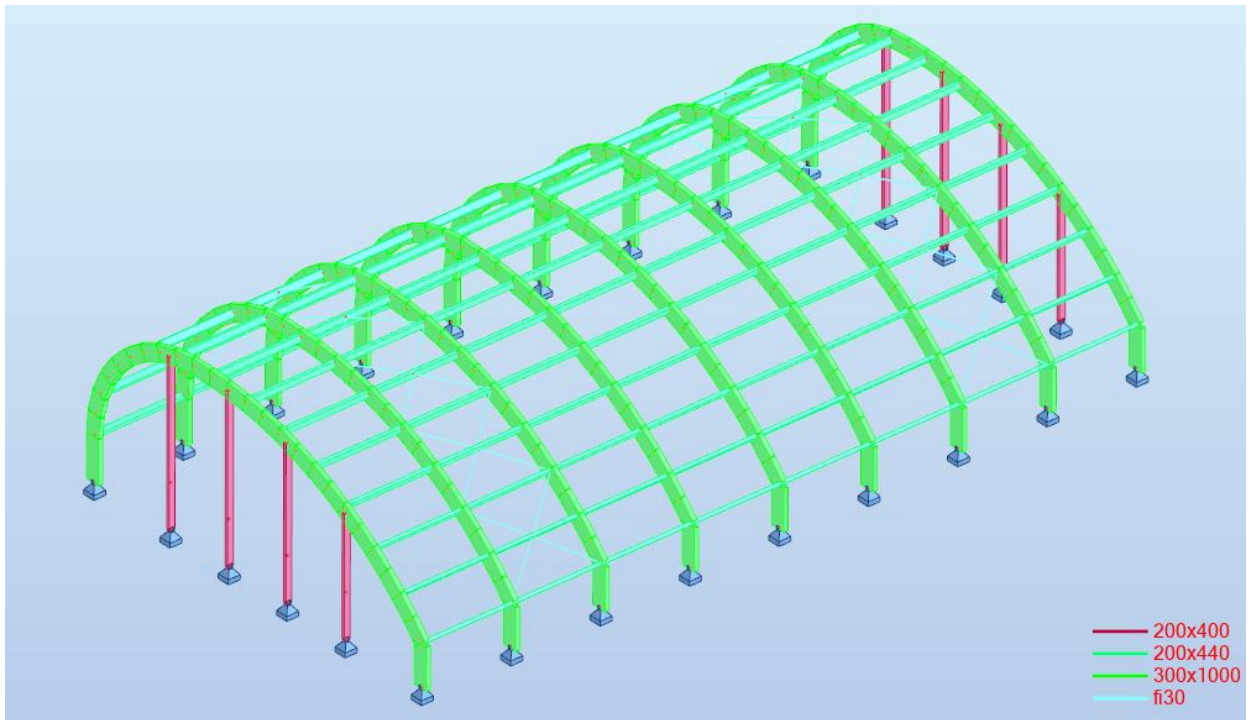
### 5.1 Założenia geometryczne i warunki podparcia

Wykonano przestrzenny, prętowy model konstrukcji drewnianej (ze stężeniami stalowymi).

Wszystkie elementy konstrukcji zamodelowano w środku ciężkości przekroju. Odcinki łuku zdyskretyzowane 26 prętami prostymi. Płatwie o układzie statycznym belek swobodnie podpartych. Stężenia dachowe z prętów stalowych pełnych (ciągnowe) w układzie „x” w obu polach przedskrajnych. Słupy ścian szczytowych wahaczowe z oparciem górnym na łukach skrajnych dźwigarów dachowych.



Model układu konstrukcji głównej.



Przyjęte profile.

## 5.2 Założenia materiałowe

Dla elementów z drewna klejonego (dźwigary dachowe, płatwie) przyjęto klasę wytrzymałości GL24h wg PN-EN 14080:2013. Zakładana jest 2 klasa użytkowania konstrukcji.

Połączenia śrubowe na śruby klasy min. 5.6 wg PN-EN ISO 4014, nakrętki klasy min. 5 wg PN-EN ISO 4032. Wszystkie łączniki ocynkowane.

Stal konstrukcyjna S235JR – zabezpieczenie korozyjne jak dla klasy środowiska C3.

## 5.3 Obciążenia

- a) Ciężar własny konstrukcji:
  - przyłożony przy użyciu automatycznej funkcji programu obliczeniowego (ze współczynnikiem 1,15).
- b) Obciążenia stałe niekonstrukcyjne:
  - obciążenie pokryciem dachu:  $0,2 \text{ kN/m}^2$ ;
  - przeszklenia ścian szczytowych:  $0,5 \text{ kN/m}^2$ .
- c) Obciążenia śniegiem (Nowy Sącz – 3 strefa obciążenia śniegiem, obiekt położony na wys. ok. 293m):
  - $s_k = 0,006 \cdot 293 - 0,6$ ;  $s_k \geq 1,2 \rightarrow s_k = 1,2 \text{ kN/m}^2$ ;
  - $C_e = 1,0$ ;  $C_t = 1,0$ ;  $\mu_1 = 0,8$  (dla  $\beta \leq 60^\circ$ );
  - $s = 0,96 \text{ kN/m}^2$ .
- d) Obciążenie wiatrem:
  - $f_{we} = C_s C_d \cdot C_e(z) \cdot q_{b,0} \cdot c_{pe10}$ ;  $f_{we} = 1,0 \cdot 1,98 \cdot 0,3 \cdot c_{pe10} = 0,6 \cdot c_{pe10}$ ;
  - obciążenia powierzchni dachu:
    - $f/d = 0,3$ ;  $h/d = 0,1 \rightarrow c_{pe10(A)} = 0,42$ ;  $c_{pe10(B)} = -1,00$ ;  $c_{pe10(C)} = -0,40$ ;
    - $f_{we} = 0,26 \text{ kN/m}^2$  (pierwsza ćwiartka łuku dachu od nawietrznej);

$f_{we} = -0,60 \text{ kN/m}^2$  (środkowa połowa łuku dachu);

$f_{we} = -0,24 \text{ kN/m}^2$  (pierwsza ćwiartka łuku dachu od zawietrznej);

Wartości  $c_{pe10}$  dla dachu przy kierunku wiatru prostopadłym do ściany szczytowej zgodnie z tab. 7.4b normy.

– obciążenia ścian:

$f_{we} = 0,42 \text{ kN/m}^2$  (ściana nawietrzna);

$f_{we} = -0,42 \text{ kN/m}^2$  (ściany boczne);

$f_{we} = -0,18 \text{ kN/m}^2$  (ściana zawietrzna);

e) Obciążenie użytkowe dachu:

– obciążenie powierzchni dachu od urządzeń podwieszonych i obsługi:  $0,5 \text{ kN/m}^2$ .

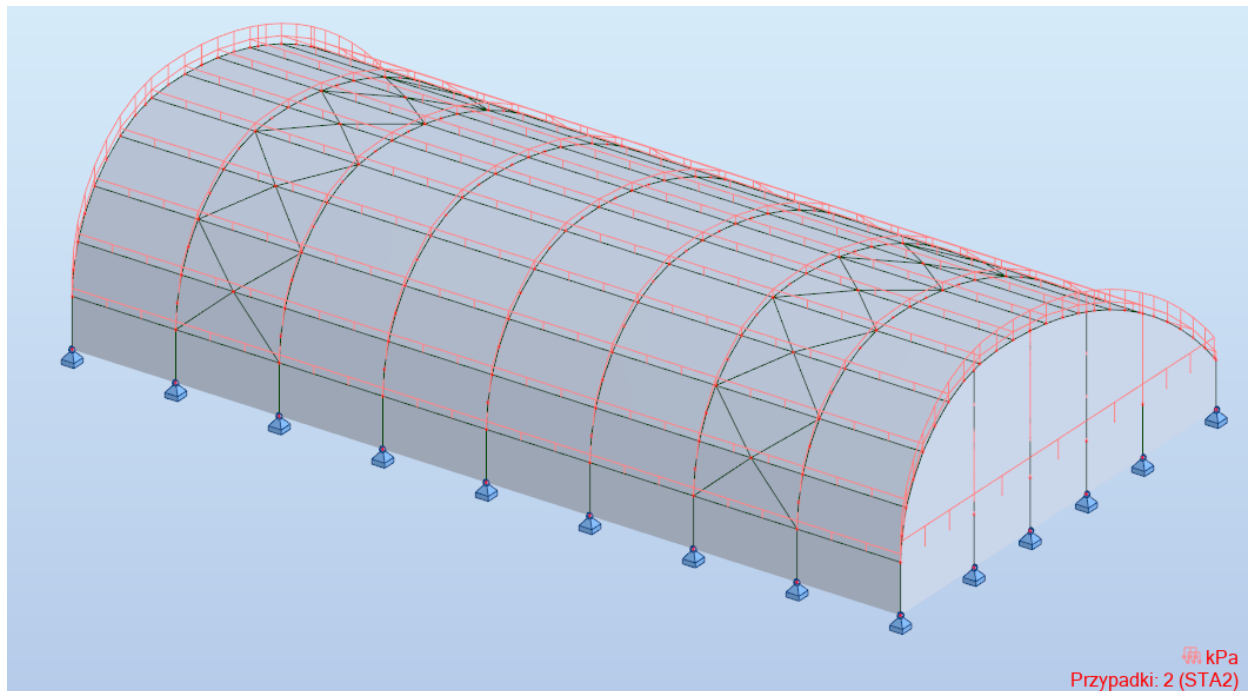
f) Obciążenia termiczne konstrukcji (przyjęte jako równomierne nagrzanie/ochłodzenie konstrukcji głównej):

– obciążenie przyrostem temperatury o 25 stopni w stosunku do temperatury scalania;

– obciążenie obniżeniem temperatury o 20 stopni w stosunku do temperatury scalania;

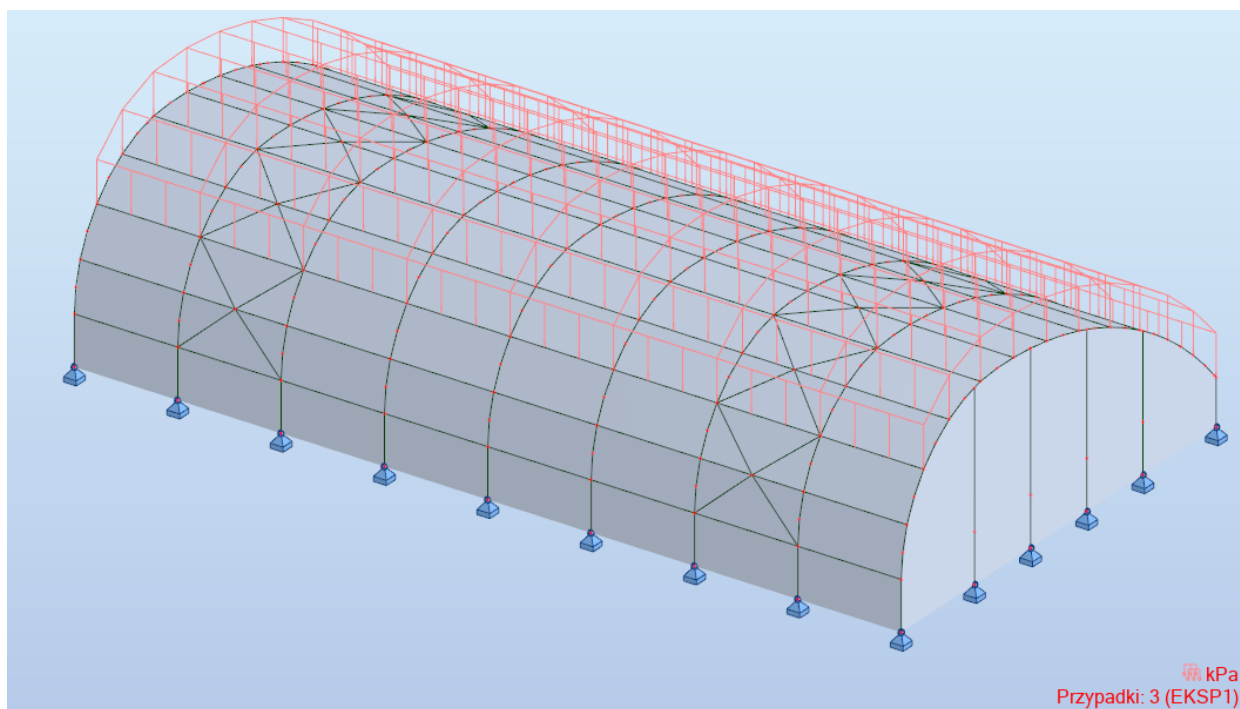
Obciążenia zostały przyłożone na dach za pośrednictwem paneli rozkładających obciążenie w wybranym kierunku.

Poniżej zamieszczono schematy obciążeń konstrukcji:

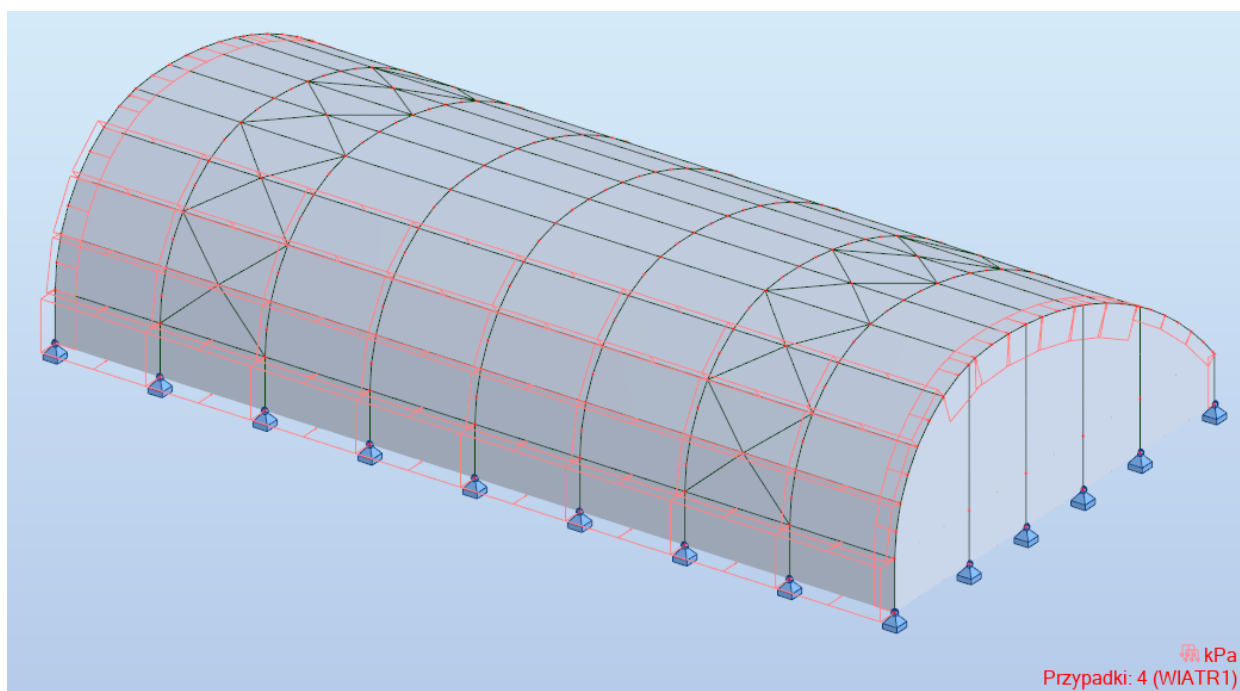


Obciążenia stałe niekonstrukcyjne (STA2).

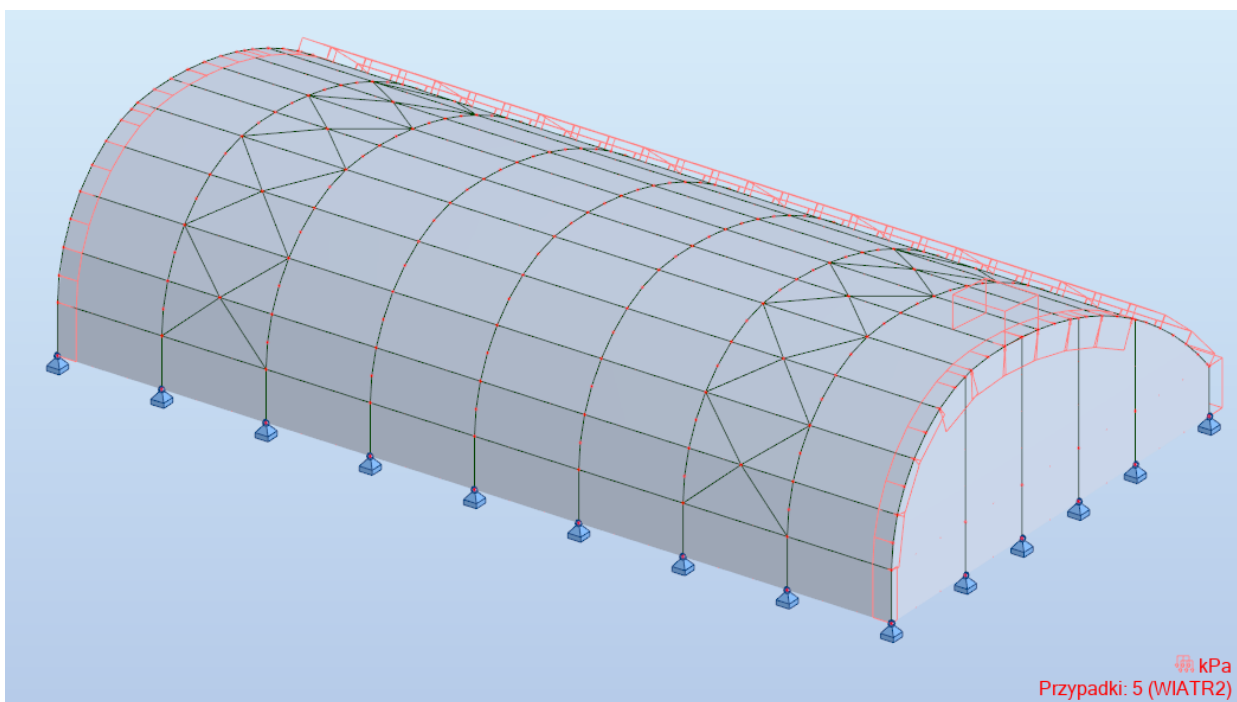




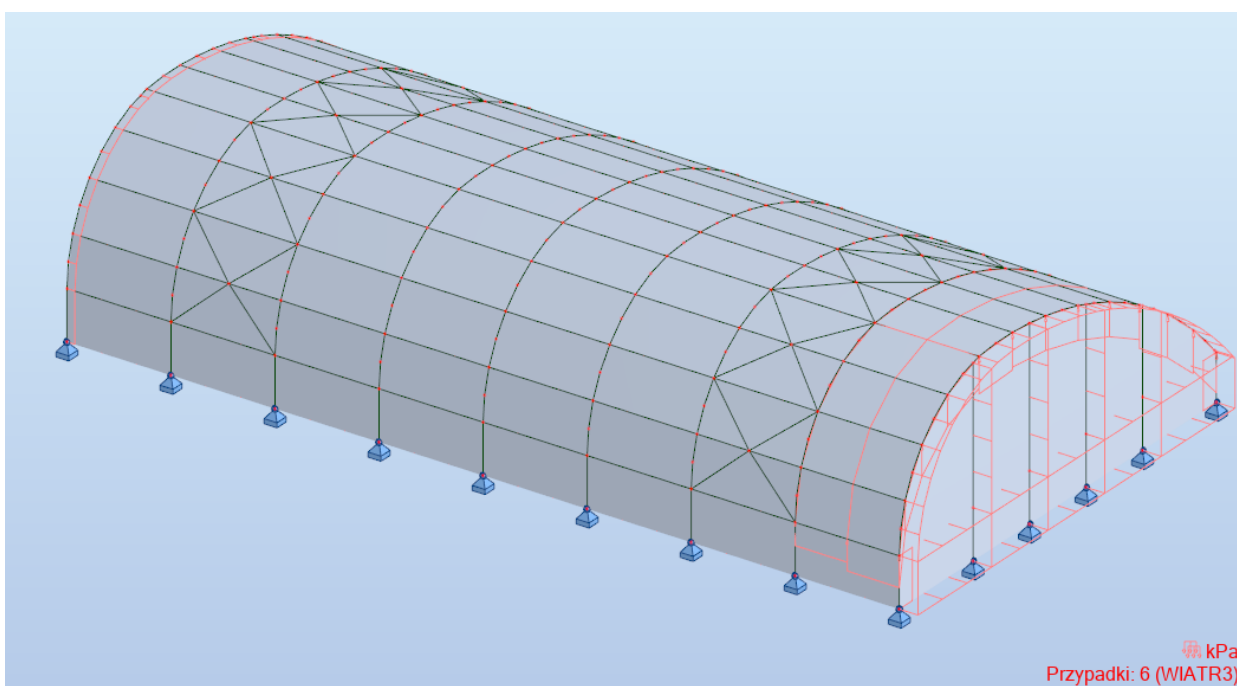
Obciążenia użytkowe dachu (EKSP1).



Wiatr na kierunku X+ (WIATR1).

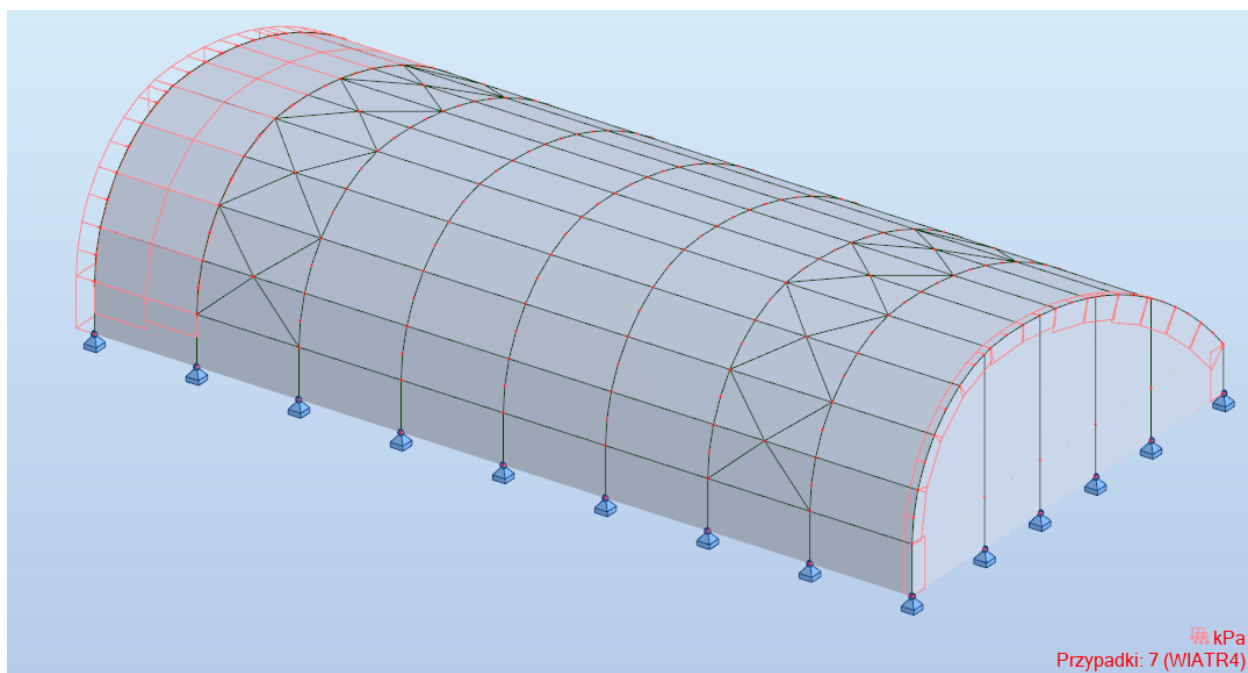


Wiatr na kierunku X- (WIATR2).

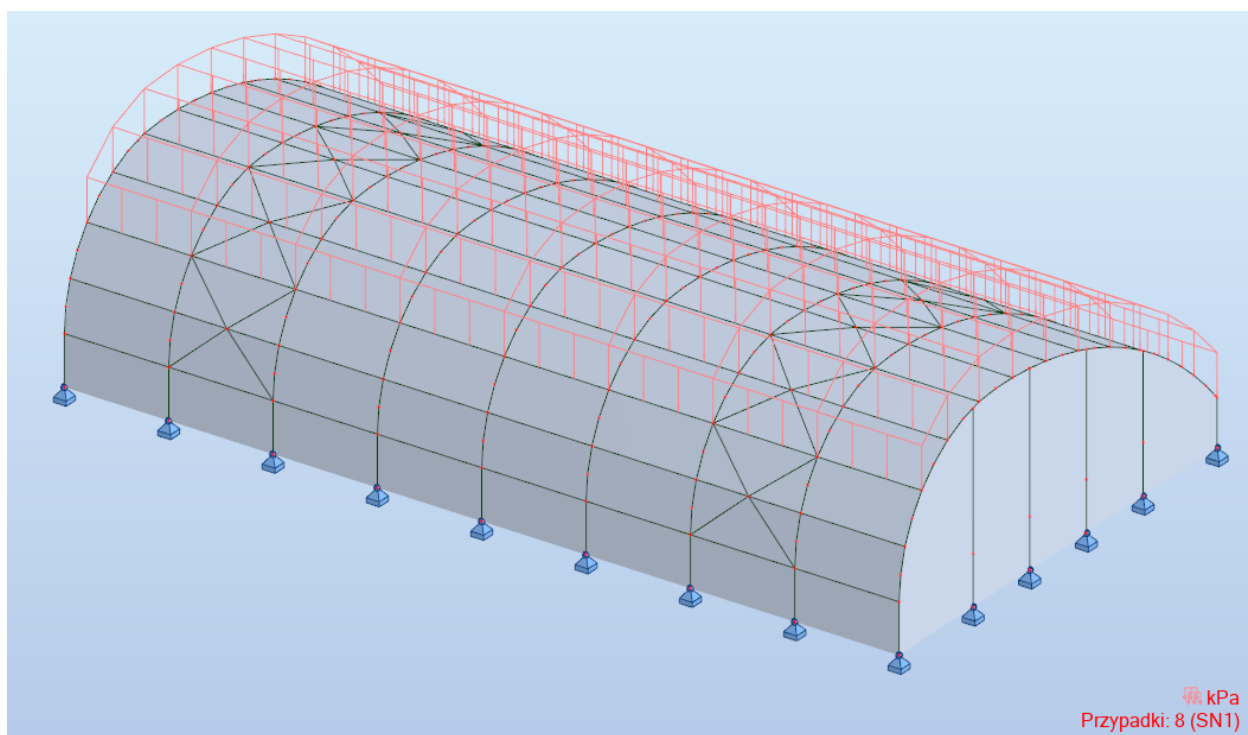


Wiatr na kierunku Y+ (WIATR3).





Wiatr na kierunku Y- (WIATR4).



Śnieg (SN1).

Wszystkie przypadki obciążeń zadane w modelu obliczeniowym zestawiono w poniższej tabeli:

Przypadek	Etykieta	Nazwa przypadku	Natura
1	STA1	Ciężar własny konstrukcji	Konstrukcyjne
2	STA2	Obciążenia stałe	Niekonstrukcyjne
3	EKSP1	Obciążenie użytkowe	Kategoria H
4	WIATR1	Wiatr w kierunku + X	Wiatr
5	WIATR2	Wiatr w kierunku - X	Wiatr
6	WIATR2	Wiatr w kierunku + Y	Wiatr
7	WIATR2	Wiatr w kierunku - Y	Wiatr
8	SN1	Śnieg	Śnieg
9	TEMP1	Przyrost temperatury o 25° w stosunku do temp. wykonania	Temperatura
10	TEMP2	Obniżenie temperatury o 20° w stosunku do temp. wykonania	Temperatura

## 5.4 Kombinacje obciążeń

Przyjęto następujące wartości współczynników częściowych dla oddziaływań:

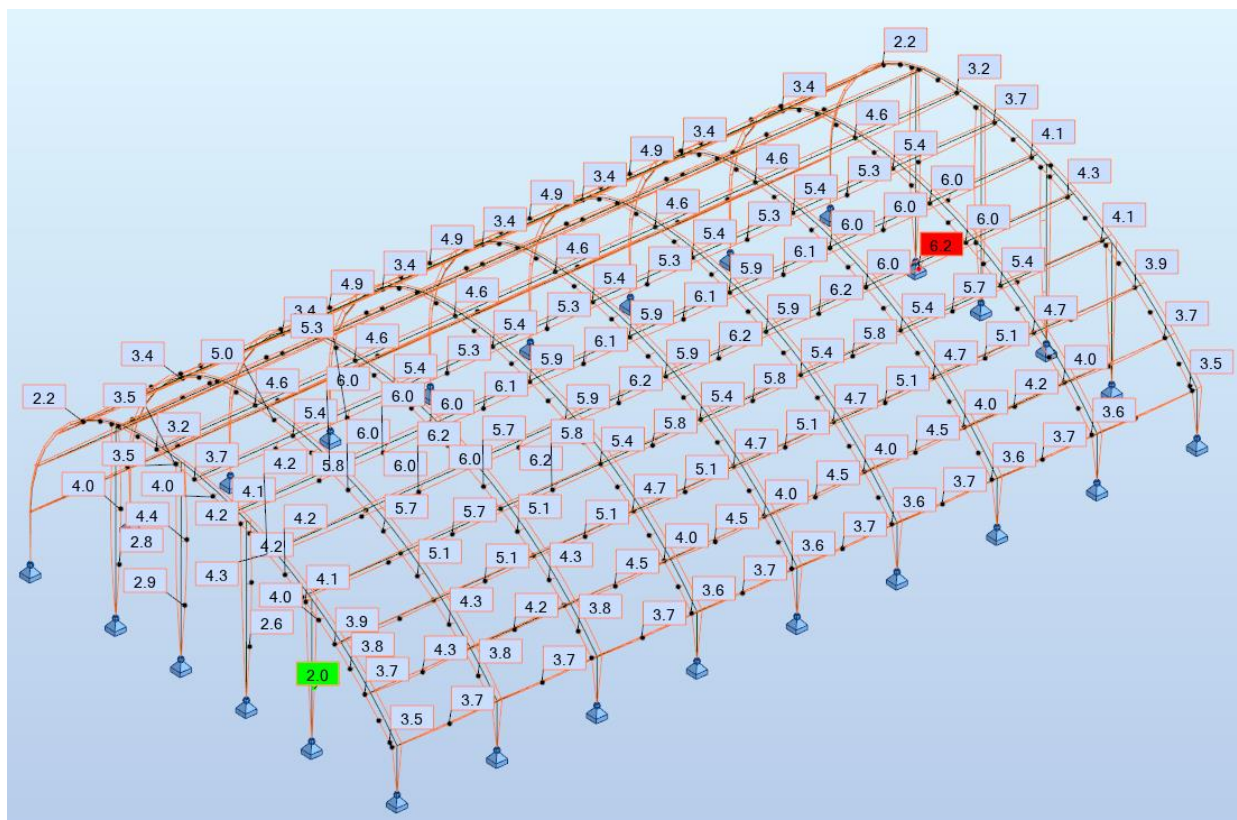
- dla obciążeń stałych:  $\gamma_f = 1,35$ ,
- dla pozostałych obciążeń:  $\gamma_f = 1,50$ .

Wygenerowano automatycznie kombinacje dla stanów nośności (SGN) oraz użyteczności (SGU: charakterystycznej, częstej oraz quasi-stałej) zgodnie z PN-EN 1990:2004.

## 5.5 Wyniki obliczeń statyczno-wytrzymałościowych

Wyniki obliczeń statycznych przedstawiono w postaci wykresów przemieszczeń globalnych całej konstrukcji obiektu oraz wykresów sił wewnętrznych dla poszczególnych elementów. Wyniki obliczeń wytrzymałościowych zaprezentowano w formie not obliczeniowych najbardziej wyężonych prętów z każdej grupy.

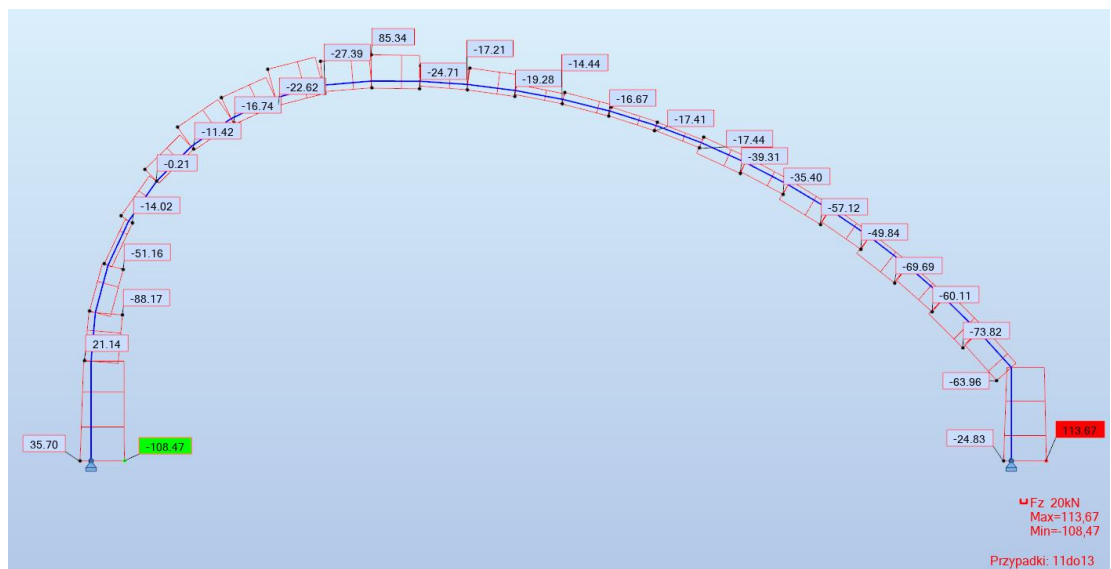
### 5.5.1. Wykresy przemieszczeń konstrukcji (SGU)



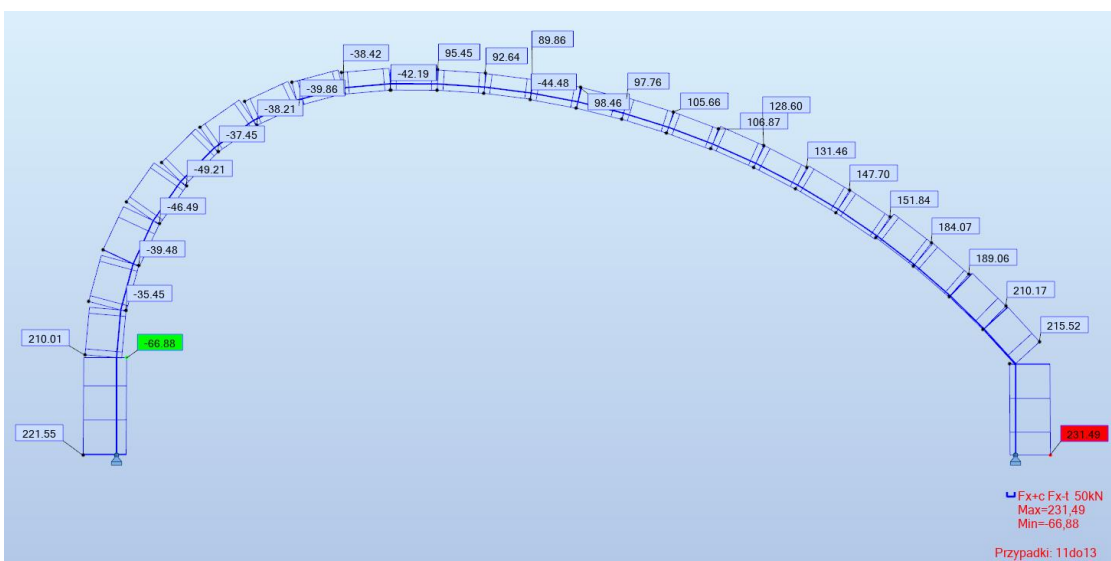
## 5.5.2. Dźwigary dachowe



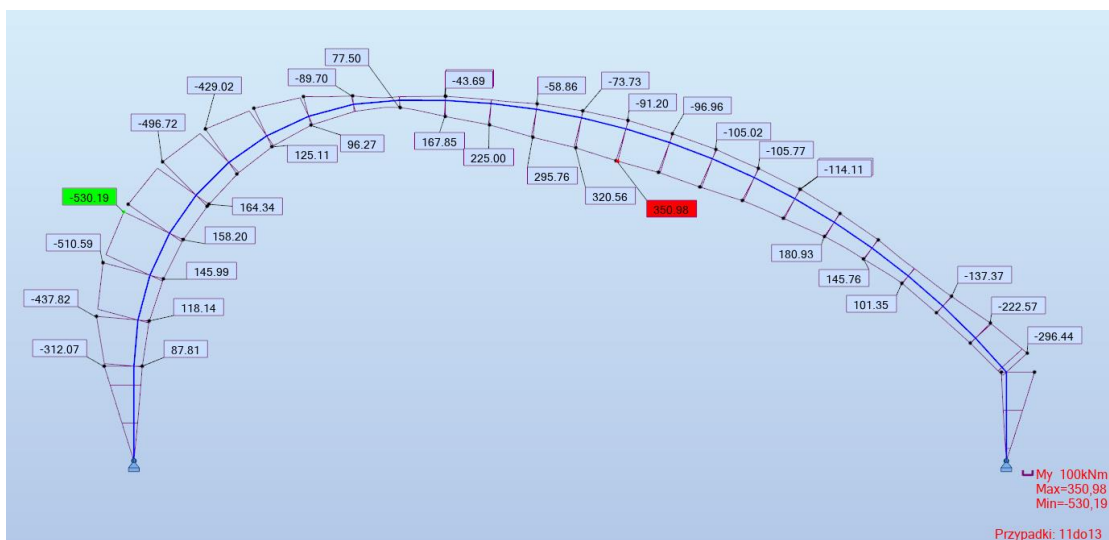
Obwiednia momentów zginających  $M_y$  – dźwigar skrajny.



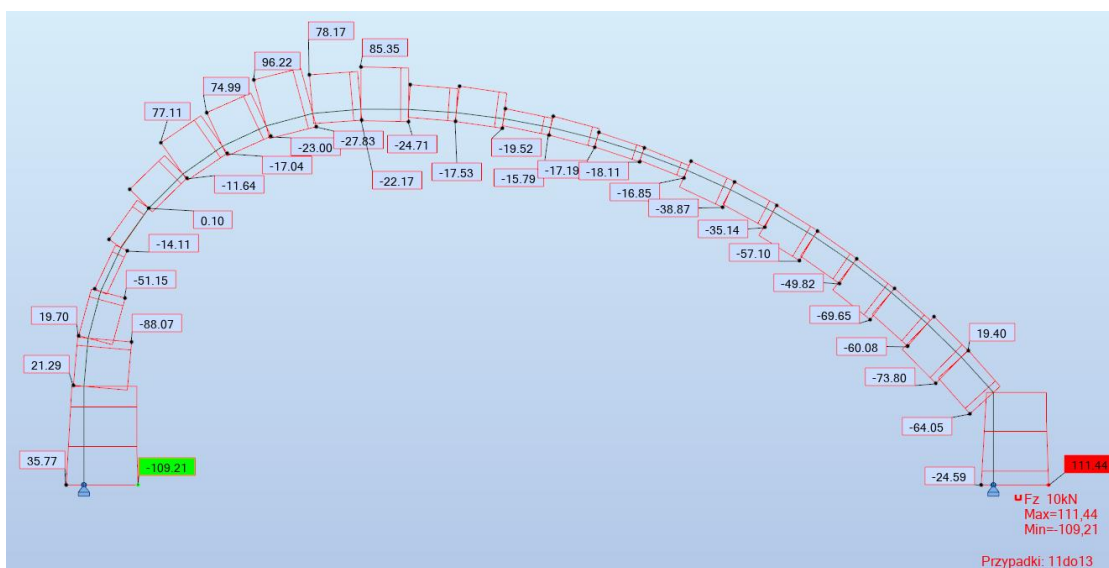
Obwiednia sił tnących – dźwigar skrajny.



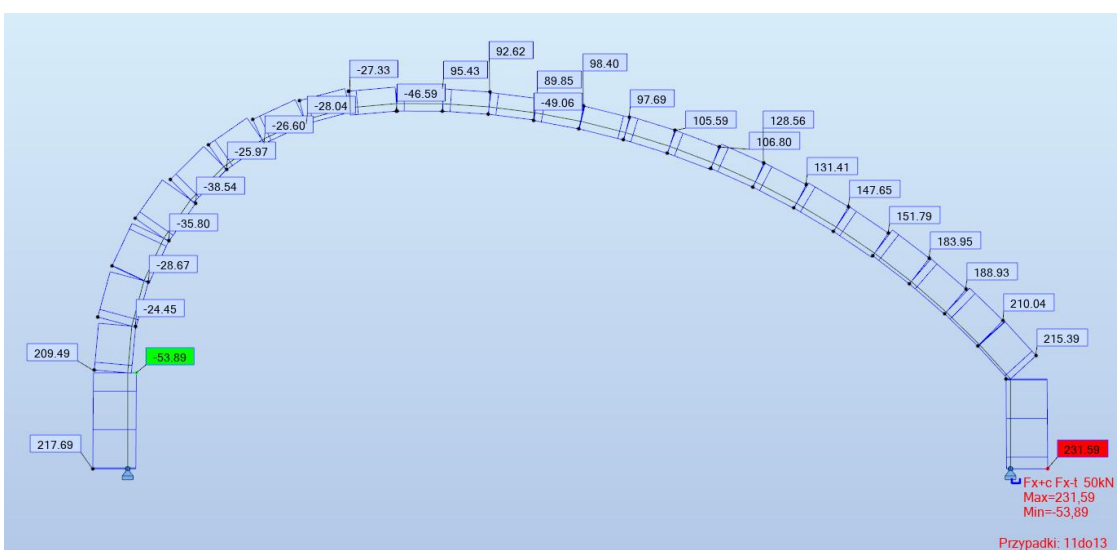
Obwiednia sił osiowych – dźwigar skrajny.



Obwiednia momentów zginających  $M_y$  – dźwigar pośredni.



Obwiednia sił tnących – dźwigar pośredni.



Obwiednia sił osiowych – dźwigar pośredni.

Nota obliczeniowa najbardziej wyężonego pręta:

**NORMA:** PN-EN 1995-1:2005/NA2010/A2:2014

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 11 SGN /279/ 1\*1.15 + 2\*1.15 + 3\*1.05 + 8\*1.50

**MATERIAŁ** GL24h

gM = 1.25

f<sub>v,k</sub> = 3.50 MPa

E<sub>0,05</sub> = 9600.00 MPa

f<sub>m,0,k</sub> = 24.00 MPa

f<sub>t,90,k</sub> = 0.50 MPa

G<sub>moyen</sub> = 650.00 MPa

f<sub>t,0,k</sub> = 19.20 MPa

f<sub>c,90,k</sub> = 2.50 MPa

Klasa użyteczności: 1

f<sub>c,0,k</sub> = 24.00 MPa

E<sub>0,moyen</sub> = 11500.00 MPa

Beta<sub>c</sub> = 0.10



**PARAMETRY PRZESZKROJU: 300x1000**

ht=100.0 cm

bf=30.0 cm

ea=15.0 cm

es=15.0 cm

A<sub>y</sub>=2000.00 cm<sup>2</sup>

I<sub>y</sub>=250000.00 cm<sup>4</sup>

W<sub>y</sub>=50000.00 cm<sup>3</sup>

A<sub>z</sub>=2000.00 cm<sup>2</sup>

I<sub>z</sub>=225000.00 cm<sup>4</sup>

W<sub>z</sub>=15000.00 cm<sup>3</sup>

A<sub>x</sub>=3000.00 cm<sup>2</sup>

I<sub>x</sub>=729900.0 cm<sup>4</sup>

**NAPRĘŻENIA**

Sig<sub>c,0,d</sub> = N/A<sub>x</sub> = 217.54/3000.00 = 0.73 MPa

Sig<sub>m,y,d</sub> = M<sub>y</sub>/W<sub>y</sub> = 530.33/50000.00 = 10.61 MPa

Sig<sub>m,z,d</sub> = M<sub>z</sub>/W<sub>z</sub> = 0.18/15000.00 = 0.01 MPa

Tau<sub>y,d</sub> = 1.5\*-0.64/3000.00 = -0.00 MPa

Tau<sub>z,d</sub> = 1.5\*24.12/3000.00 = 0.12 MPa

Tau<sub>tory,d</sub> = 0.00 MPa, Tau<sub>torz,d</sub> = 0.00 MPa

**NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE**

f<sub>c,0,d</sub> = 11.52 MPa

f<sub>m,y,d</sub> = 11.52 MPa

f<sub>m,z,d</sub> = 12.35 MPa

f<sub>v,d</sub> = 1.68 MPa

**Współczynniki i parametry dodatkowe**

km = 0.70

kh = 1.07

kmod = 0.60

K<sub>sys</sub> = 1.00

kcr = 0.67



**PARAMETRY ZWICHYZENIOWE:**

l<sub>ef</sub> = 1.29 m

Lambda<sub>rel</sub> m = 0.23

Sig<sub>cr</sub> = 451.75 MPa

k<sub>crit</sub> = 1.00

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi Y:



względem osi Z:

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

(Sig<sub>c,0,d</sub>/f<sub>c,0,d</sub>)<sup>2</sup> + Sig<sub>m,y,d</sub>/f<sub>m,y,d</sub> + km\*Sig<sub>m,z,d</sub>/f<sub>m,z,d</sub> = 0.93 < 1.00 (6.19)

Sig<sub>m,y,d</sub>/(k<sub>crit</sub>\*f<sub>m,y,d</sub>) = 10.61/(1.00\*11.52) = 0.92 < 1.00 (6.33)

(Tau<sub>y,d</sub>/kcr+Tau<sub>tory,d</sub>/kshape)/f<sub>v,d</sub> = 0.00 < 1.00 (Tau<sub>z,d</sub>/kcr+Tau<sub>torz,d</sub>/kshape)/f<sub>v,d</sub> = 0.11 < 1.00 (6.13-4)

**PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE**



**Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):**

u<sub>fin,y</sub> = 0.0 cm < u<sub>fin,max,y</sub> = L/200.00 = 0.7 cm

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: (1+0.6)\*1 + (1+0.6)\*2 + (0.7+0.3\*0.6)\*3 + (1+0\*0.6)\*7 + (0.5+0\*0.6)\*8 + (0.6+0\*0.6)\*10

u<sub>fin,z</sub> = 0.0 cm < u<sub>fin,max,z</sub> = L/200.00 = 0.7 cm

Zweryfikowano

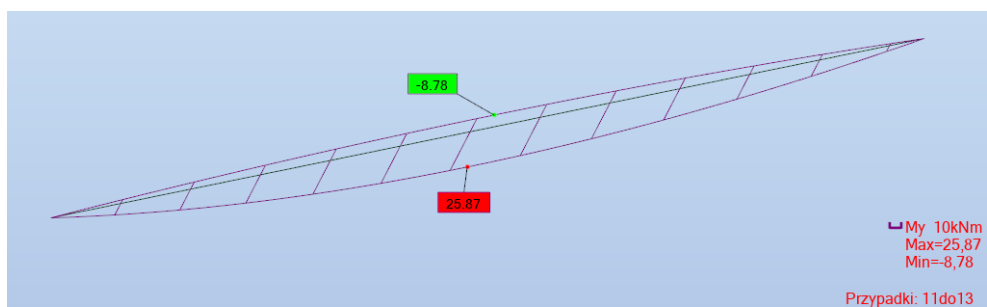
Decydujący przypadek obciążenia: (1+0.6)\*1 + (1+0.6)\*2 + (0.7+0.3\*0.6)\*3 + (1+0\*0.6)\*8 + (0.6+0\*0.6)\*10



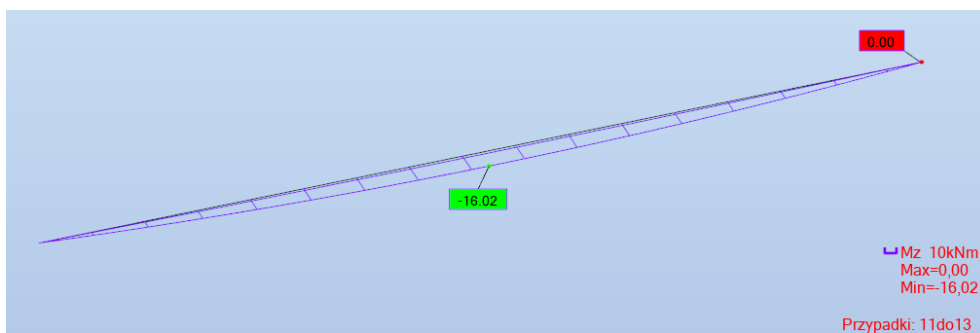
**Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):**

Profil poprawny !!!

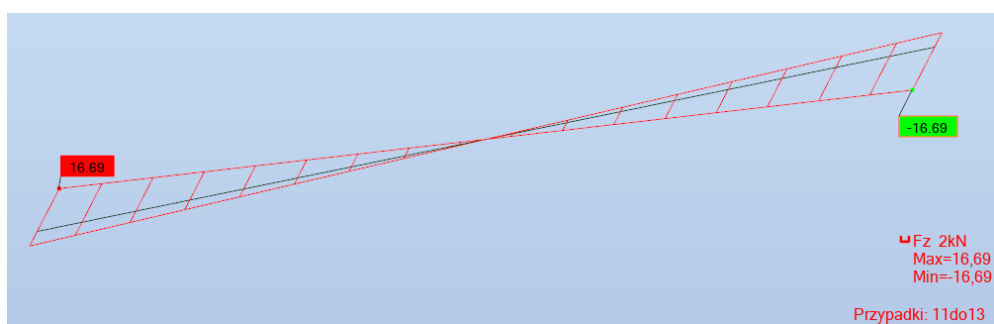
### 5.5.3. Płatwie dachowe



Obwiednia momentów zginających  $M_y$ .



Obwiednia momentów zginających  $M_z$ .



Obwiednia sił tnących .



Nota obliczeniowa najbardziej wyężonej łatwi:

**NORMA:** PN-EN 1995-1:2005/NA2010/A2:2014

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**OBCIĄŻENIA:**

*Decydujący przypadek obciążenia:*  $11 \text{ SGN} / 285 / 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.15 + 3 \cdot 1.05 + 5 \cdot 0.90 + 8 \cdot 1.50$

**MATERIAŁ** GL24h

$gM = 1.25$

$f_{v,k} = 3.50 \text{ MPa}$

$E_{0,05} = 9600.00 \text{ MPa}$

$f_{m,0,k} = 24.00 \text{ MPa}$

$f_{t,90,k} = 0.50 \text{ MPa}$

$G_{\text{moyen}} = 650.00 \text{ MPa}$

$f_{t,0,k} = 19.20 \text{ MPa}$

$f_{c,90,k} = 2.50 \text{ MPa}$

Klasa użyteczności: 1

$f_{c,0,k} = 24.00 \text{ MPa}$

$E_{0,\text{moyen}} = 11500.00 \text{ MPa}$

$\beta_c = 0.10$



**PARAMETRY PRZESZCROJU: 200x440**

$h_t = 44.0 \text{ cm}$

$b_f = 20.0 \text{ cm}$

$ea = 10.0 \text{ cm}$

$es = 10.0 \text{ cm}$

$A_y = 586.67 \text{ cm}^2$

$I_y = 141973.33 \text{ cm}^4$

$W_y = 6453.33 \text{ cm}^3$

$A_z = 586.67 \text{ cm}^2$

$I_z = 29333.33 \text{ cm}^4$

$W_z = 2933.33 \text{ cm}^3$

$A_x = 880.00 \text{ cm}^2$

$I_x = 83733.3 \text{ cm}^4$

**NAPRĘŻENIA**

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -3.08/880.00 = -0.03 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = -22.81/6453.33 = -3.53 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = -17.64/2933.33 = -6.01 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{\text{tory},d} = 0.00 \text{ MPa}$ ,  $\text{Tau}_{\text{torz},d} = 0.00 \text{ MPa}$

**NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE**

$f_{t,0,d} = 10.14 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 11.88 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = 12.67 \text{ MPa}$

**Współczynniki i parametry dodatkowe**

$k_m = 0.70$

$k_h = 1.10$

$k_{\text{mod}} = 0.60$

$K_{\text{sys}} = 1.00$



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

$l_{ef} = 5.58 \text{ m}$

$\lambda_{\text{rel m}} = 0.49$

$\text{Sig}_{cr} = 98.68 \text{ MPa}$

$k_{crit} = 1.00$

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi Y:



względem osi Z:

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.69 < 1.00 \quad (6.18)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 3.53/(1.00 \cdot 11.88) = 0.30 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{\text{tory},d}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{\text{torz},d}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$

**PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE**



**Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):**

$u_{fin,y} = 1.8 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 3.1 \text{ cm}$

Zweryfikowano

*Decydujący przypadek obciążenia:*  $(1+0.6) \cdot 1 + (1+0.6) \cdot 2 + (0.7+0.3 \cdot 0.6) \cdot 3 + (0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 7 + (1+0 \cdot 0.6) \cdot 8 + (0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 10$

$u_{fin,z} = 0.5 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 3.1 \text{ cm}$

Zweryfikowano

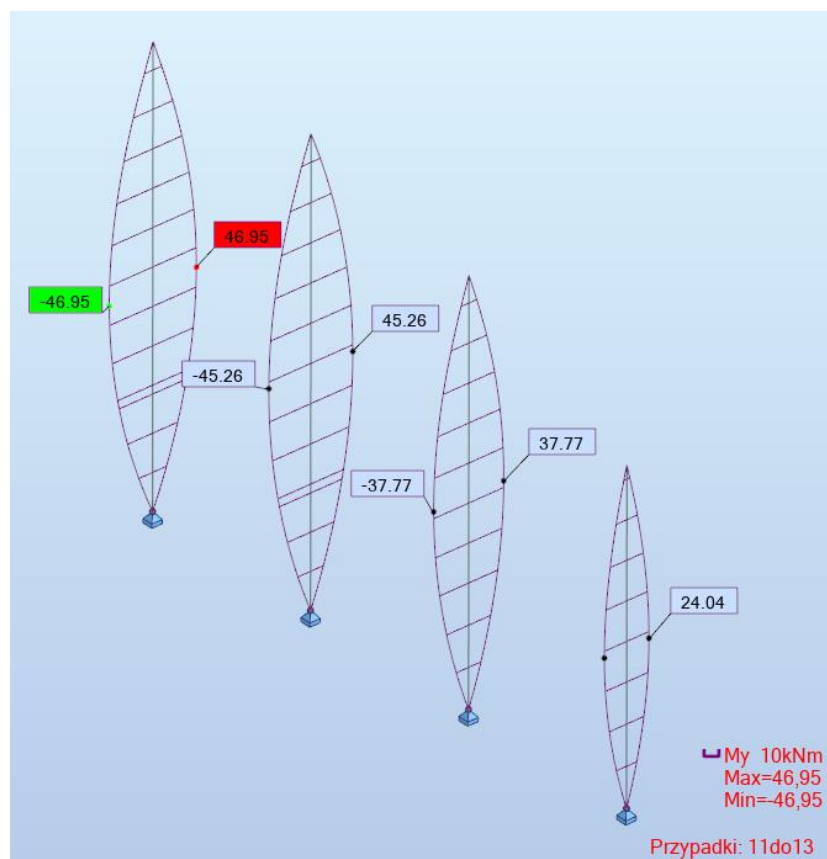
*Decydujący przypadek obciążenia:*  $(1+0.6) \cdot 1 + (1+0.6) \cdot 2 + (0.7+0.3 \cdot 0.6) \cdot 3 + (0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 5 + (1+0 \cdot 0.6) \cdot 8 + (0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 10$



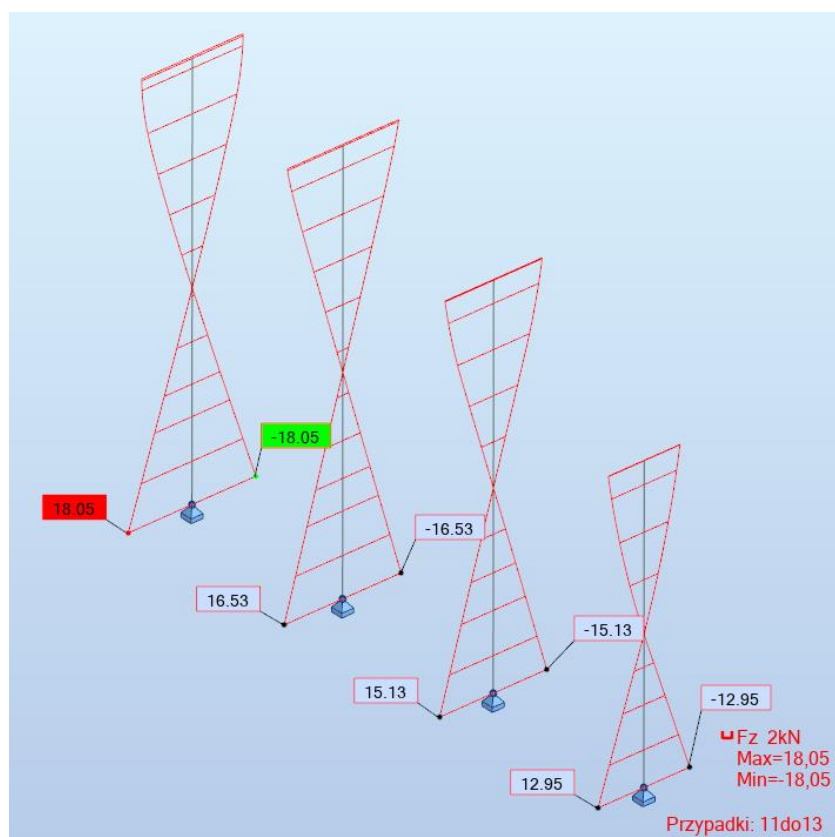
**Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):**

**Profil poprawny !!!**

#### 5.5.4. Słupy ścian szczytowych



Obwiednie momentów zginających  $M_y$ .



Obwiednie sił osiowych.

Nota obliczeniowa najbardziej wyężonego słupa:

**NORMA:** PN-EN 1995-1:2005/NA2010/A2:2014

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 11 SGN /228/ 1\*1.15 + 2\*1.15 + 7\*1.50

**MATERIAŁ** GL24h

gM = 1.25

f<sub>v,k</sub> = 3.50 MPa

E<sub>0,05</sub> = 9600.00 MPa

f<sub>m,0,k</sub> = 24.00 MPa

f<sub>t,90,k</sub> = 0.50 MPa

G<sub>moyen</sub> = 650.00 MPa

f<sub>t,0,k</sub> = 19.20 MPa

f<sub>c,90,k</sub> = 2.50 MPa

Klasa użyteczności: 1

f<sub>c,0,k</sub> = 24.00 MPa

E<sub>0,moyen</sub> = 11500.00 MPa

Beta<sub>c</sub> = 0.10



**PARAMETRY PRZĘKROJU: 200x400**

ht=40.0 cm

bf=20.0 cm

ea=10.0 cm

es=10.0 cm

A<sub>y</sub>=533.33 cm<sup>2</sup>

I<sub>y</sub>=106666.67 cm<sup>4</sup>

W<sub>y</sub>=5333.33 cm<sup>3</sup>

A<sub>z</sub>=533.33 cm<sup>2</sup>

I<sub>z</sub>=26666.67 cm<sup>4</sup>

W<sub>z</sub>=2666.67 cm<sup>3</sup>

A<sub>x</sub>=800.00 cm<sup>2</sup>

I<sub>x</sub>=73179.1 cm<sup>4</sup>

**NAPRĘŻENIA**

Sig<sub>c,0,d</sub> = N/A<sub>x</sub> = 14.01/800.00 = 0.18 MPa

Sig<sub>m,y,d</sub> = M<sub>y</sub>/W<sub>y</sub> = 46.81/5333.33 = 8.78 MPa

Tau<sub>z,d</sub> = 1.5\*0.99/800.00 = 0.02 MPa

**NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE**

f<sub>c,0,d</sub> = 11.52 MPa

f<sub>m,y,d</sub> = 12.00 MPa

f<sub>v,d</sub> = 1.68 MPa

**Współczynniki i parametry dodatkowe**

kh = 1.10

kh<sub>y</sub> = 1.04

kmod = 0.60

K<sub>sys</sub> = 1.00

kcr = 0.67



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi Y:

L<sub>Y</sub> = 10.86 m

Lambda<sub>rel Y</sub> = 1.50

L<sub>FY</sub> = 10.86 m

Lambda<sub>Y</sub> = 94.04

ky = 1.68

kcy = 0.41



względem osi Z:

L<sub>Z</sub> = 10.86 m

Lambda<sub>rel Z</sub> = 2.99

L<sub>FZ</sub> = 10.86 m

Lambda<sub>Z</sub> = 188.07

kz = 5.11

kc<sub>z</sub> = 0.11

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

Sig<sub>c,0,d</sub>/(k<sub>c,y</sub>\*f<sub>c,0,d</sub>) + Sig<sub>m,y,d</sub>/f<sub>m,y,d</sub> = 0.18/(0.41\*11.52) + 8.78/12.00 = 0.77 < 1.00 (6.23)

(Tau<sub>z,d</sub>/kcr)/f<sub>v,d</sub> = (0.02/0.67)/1.68 = 0.02 < 1.00 (6.13)

**PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE**



**Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):**



**Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):**

v<sub>x</sub> = 1.9 cm < v<sub>max,x</sub> = L/150.00 = 7.2 cm

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: SGU:CHR /82/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 3\*0.70 + 8\*1.00 + 10\*0.60

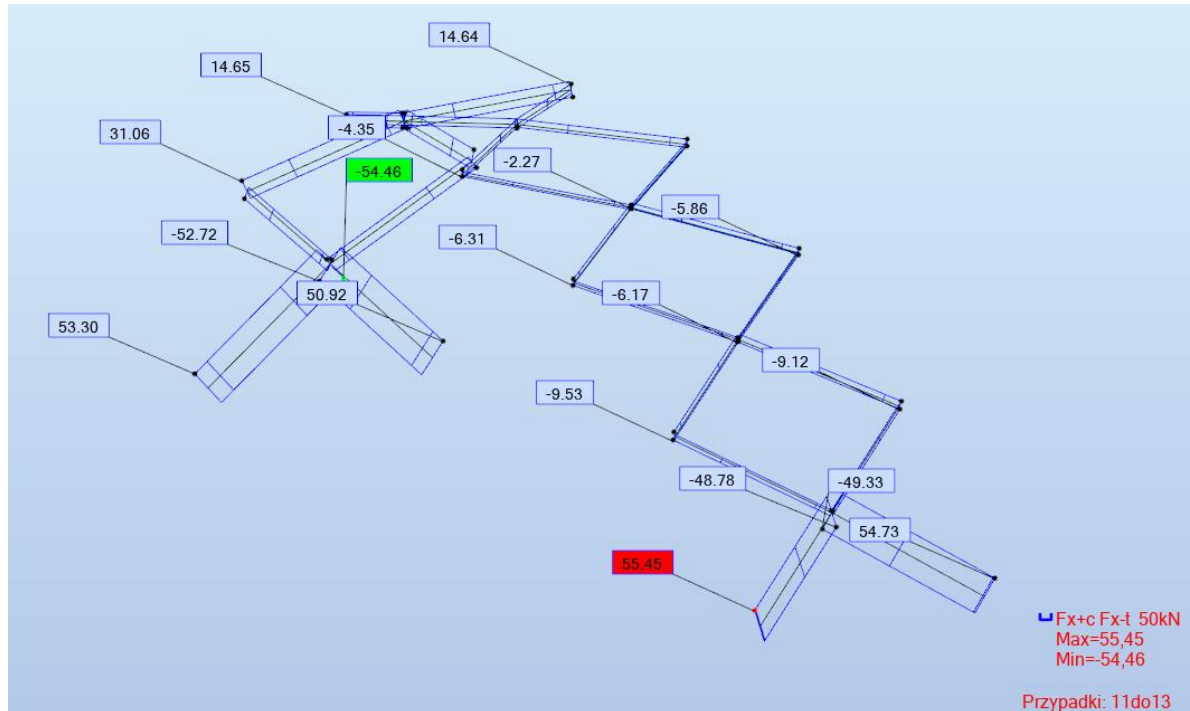
v<sub>y</sub> = 1.7 cm < v<sub>max,y</sub> = L/150.00 = 7.2 cm

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: SGU:CHR /79/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 7\*1.00 + 10\*0.60

**Profil poprawny !!!**

### 5.5.5. Stężenia dachowe



Obwiednie sił osiowych.

Nota obliczeniowa najbardziej wyczerpanego stężenia:

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

#### OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia:  $164 \text{ SGN}/139 = 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.15 + 3 \cdot 1.50 + 6 \cdot 0.90 + 8 \cdot 0.75$   
 $(1+2) \cdot 1.15 + 3 \cdot 1.50 + 6 \cdot 0.90 + 8 \cdot 0.75$

#### MATERIAŁ:

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00 \text{ MPa}$



#### PARAMETRY PRZEKROJU: fi30

$h=3.0 \text{ cm}$	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
	$A_y=4.50 \text{ cm}^2$	$A_z=4.50 \text{ cm}^2$	$A_x=7.07 \text{ cm}^2$
$t_w=1.5 \text{ cm}$	$I_y=3.98 \text{ cm}^4$	$I_z=3.98 \text{ cm}^4$	$I_x=7.95 \text{ cm}^4$
	$W_{ply}=4.50 \text{ cm}^3$	$W_{plz}=4.50 \text{ cm}^3$	

#### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = 55.45 \text{ kN}$   
 $N_{t,Rd} = 166.11 \text{ kN}$

KLASA PRZEKROJU = 1

#### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0.34 < 1.00$  (6.2.3.(1))

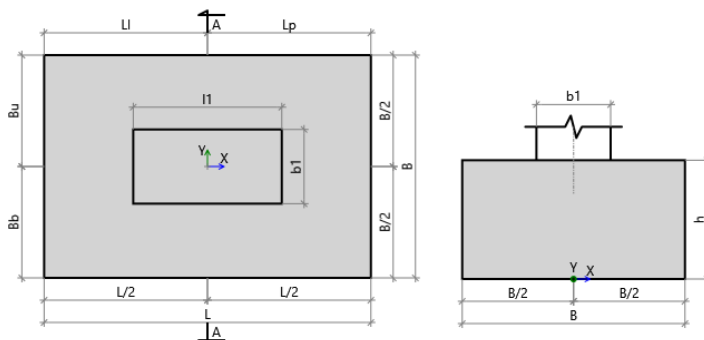
**Profil poprawny !!!**

## 5.6 Fundamenty

Przyjęto posadowienie na głębokości około 2,5m poniżej projektowanego poziomu terenu

Jeśli w poziomie dna wykopu stwierdzone zostaną warunki gruntowe znacząco odbiegające od zakładanych w projekcie, prace należy wstrzymać i dalsze działanie skonsultować z projektantem.

### 5.6.1 Stopa fundamentowa główna pośrednia F1



Szerokość fundamentu	B	= 1,60 m
Długość fundamentu	L	= 2,50 m
Wysokość fundamentu	H	= 0,80 m
Wymiary słupa	l1	= 0,80 m
	b1	= 0,50 m
Poziom posadowienia fundamentu	zFL	= -2,50 m
Poziom wody gruntowej	zWL	= -3,00 m

Nr	Name	$\gamma_{soil}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [deg]	C' [kPa]	Cu [kPa]	MOi [kPa]
1	Pospółka	9,36	26,50	18,50	38,0	0,00	0,00	120539,37

#### Weryfikacja nośności gruntu

Krytyczny SGN3 **q<sub>max</sub> / q<sub>ult</sub> = 27% Spełnia**

#### Weryfikacja poślizgu

Krytyczny SGN1 **H<sub>xd</sub> / R<sub>xres</sub> = 40% Spełnia**

#### Weryfikacja poślizgu

Krytyczny SGN2 **Hyd / R<sub>yres</sub> = 8% Spełnia**

#### Weryfikacja obrotu

Krytyczny SGN1 **M<sub>xOT</sub> / M<sub>xres</sub> = 3% Spełnia**

#### Weryfikacja obrotu

Krytyczny SGN1 **M<sub>yOT</sub> / M<sub>yres</sub> = 56% Spełnia**

#### Sprawdzenie wyporu (UPL)

Krytyczny SGN1 **V<sub>dst,d</sub> / G<sub>stb,d</sub> = 0% Spełnia**

Beton C25/30. Stal B500SP – pręty Ø16mm w rozstawach co 200mm w obu kierunkach.

#### Zginanie w kierunku x - Zbrojenie dołem

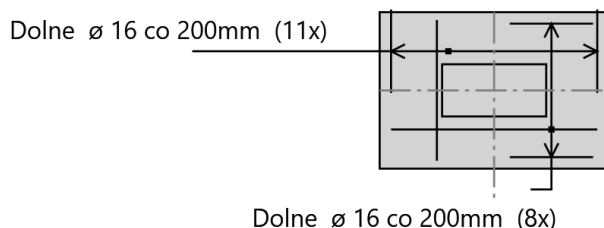
Krytyczny SGN1 **As.xreq / As.xprov = 64% Spełnia**

#### Zginanie w kierunku y - Zbrojenie dołem

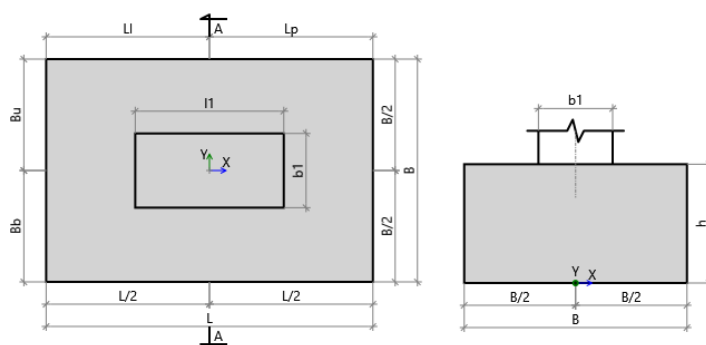
Krytyczny SGN3 **As.yreq / As.yprov = 11% Spełnia**

#### Sprawdzenie przebiecia fundamentu

Krytyczny SGN3 **VE<sub>d</sub> / VR<sub>d,c</sub> = 14% Spełnia**



## 5.6.2 Stopa fundamentowa główna skrajna F2



Szerokość fundamentu	B	= 1,40 m
Długość fundamentu	L	= 2,00 m
Wysokość fundamentu	H	= 0,80 m
Wymiary słupa	l1	= 0,80 m
	b1	= 0,50 m
Poziom posadowienia fundamentu	zFL	= -2,50 m
Poziom wody gruntowej	zWL	= -3,00 m

Nr	Name	$\gamma_{\text{soil}}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'$ [deg]	C' [kPa]	Cu [kPa]	MOi [kPa]
1	Pospółka	9,36	26,50	18,50	38,0	0,00	0,00	120539,37

### Weryfikacja nośności gruntu

Krytyczny SGN1 **q<sub>max</sub> / q<sub>ult</sub> = 28% Spełnia**

### Weryfikacja poślizgu

Krytyczny SGN1 **H<sub>xd</sub> / R<sub>xres</sub> = 32% Spełnia**

### Weryfikacja poślizgu

Krytyczny SGN2 **H<sub>yd</sub> / R<sub>yres</sub> = 9% Spełnia**

### Weryfikacja obrotu

Krytyczny SGN1 **M<sub>xOT</sub> / M<sub>xres</sub> = 0% Spełnia**

### Weryfikacja obrotu

Krytyczny SGN1 **M<sub>yOT</sub> / M<sub>yres</sub> = 55% Spełnia**

### Sprawdzenie wyporu (UPL)

Krytyczny SGN1 **V<sub>dst,d</sub> / G<sub>stb,d</sub> = 0% Spełnia**

Beton C25/30. Stal B500SP – pręty Ø16mm w rozstawach co 200mm w obu kierunkach.

### Zginanie w kierunku x - Zbrojenie dołem

Krytyczny SGN1 **As<sub>xreq</sub> / As<sub>xprov</sub> = 43% Spełnia**

### Zginanie w kierunku y - Zbrojenie dołem

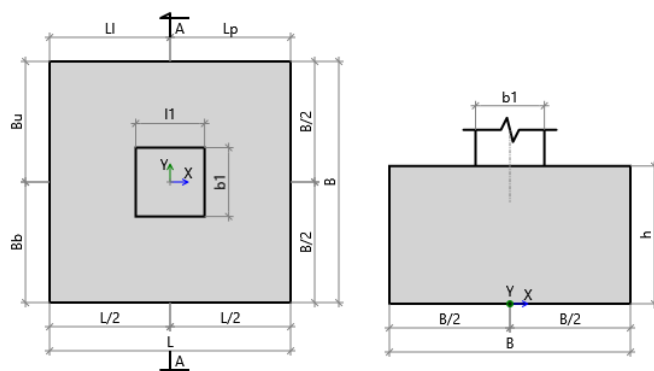
Krytyczny SGN3 **As<sub>yreq</sub> / As<sub>yprov</sub> = 10% Spełnia**

### Sprawdzenie przebiccia fundamentu

Krytyczny SGN3 **VE<sub>d</sub> / VR<sub>d,c</sub> = 10% Spełnia**



### 5.6.3 Stopa fundamentowa słupa ściany szczytowej F3



Szerokość fundamentu	B	= 1,50 m
Długość fundamentu	L	= 1,50 m
Wysokość fundamentu	H	= 0,60 m
Wymiary słupa	l1	= 0,50 m
	b1	= 0,50 m
Poziom posadowienia fundamentu	zFL	= -2,50 m
Poziom wody gruntowej	zWL	= -3,00 m

Nr	Name	$\gamma_{soil}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [deg]	C' [kPa]	Cu [kPa]	MOi [kPa]
1	Pospółka	9,36	26,50	18,50	38,0	0,00	0,00	120539,37

#### Weryfikacja nośności gruntu

Krytyczny SGN1 **q<sub>max</sub> / q<sub>ult</sub> = 19% Spełnia**

#### Weryfikacja poślizgu

Krytyczny SGN1 **H<sub>xd</sub> / R<sub>xres</sub> = 19% Spełnia**

#### Weryfikacja poślizgu

Krytyczny SGN1 **H<sub>yd</sub> / R<sub>yres</sub> = 0% Spełnia**

#### Weryfikacja obrotu

Krytyczny SGN1 **M<sub>xOT</sub> / M<sub>xres</sub> = 0% Spełnia**

#### Weryfikacja obrotu

Krytyczny SGN1 **M<sub>yOT</sub> / M<sub>yres</sub> = 41% Spełnia**

#### Sprawdzenie wyporu (UPL)

Krytyczny SGN1 **V<sub>dst,d</sub> / G<sub>stb,d</sub> = 0% Spełnia**

Beton C25/30. Stal B500SP – pręty Ø16mm w rozstawach co 200mm w obu kierunkach.

#### Zginanie w kierunku x - Zbrojenie dołem

Krytyczny SGN1 **As<sub>xreq</sub> / As<sub>xprov</sub> = 12% Spełnia**

#### Zginanie w kierunku y - Zbrojenie dołem

Krytyczny SGN3 **As<sub>yreq</sub> / As<sub>yprov</sub> = 13% Spełnia**

#### Sprawdzenie przebiecia fundamentu

Krytyczny SGN3 **VE<sub>d</sub> / VR<sub>d,c</sub> = 3% Spełnia**

## 6 Uwagi końcowe

Wszelkie roboty budowlane należy prowadzić zgodnie z przepisami BHP, a szczególnie zawartymi w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 06.02.2003 w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz.U.2003r. Nr47, poz.401).

KONIEC OBLICZEŃ