

1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest analiza istniejącej konstrukcji wiaty o konstrukcji stalowej zlokalizowanej przy ul. Odolanowskiej 17 w Raczycach. Analizę przeprowadzono pod kątem możliwości zainstalowania nowoprojektowanych urządzeń fotowoltaicznych.

Szczegółowy zakres ekspertyzy:

- ocena stanu technicznego istniejącej konstrukcji w celu możliwości montażu nowoprojektowanych urządzeń,
- analiza stanów granicznych nośności oraz użyteczności głównych elementów konstrukcji,
- przedstawienie rozwiązań umożliwiających w sposób bezpieczny możliwość montażu urządzeń.

2. Podstawa opracowania

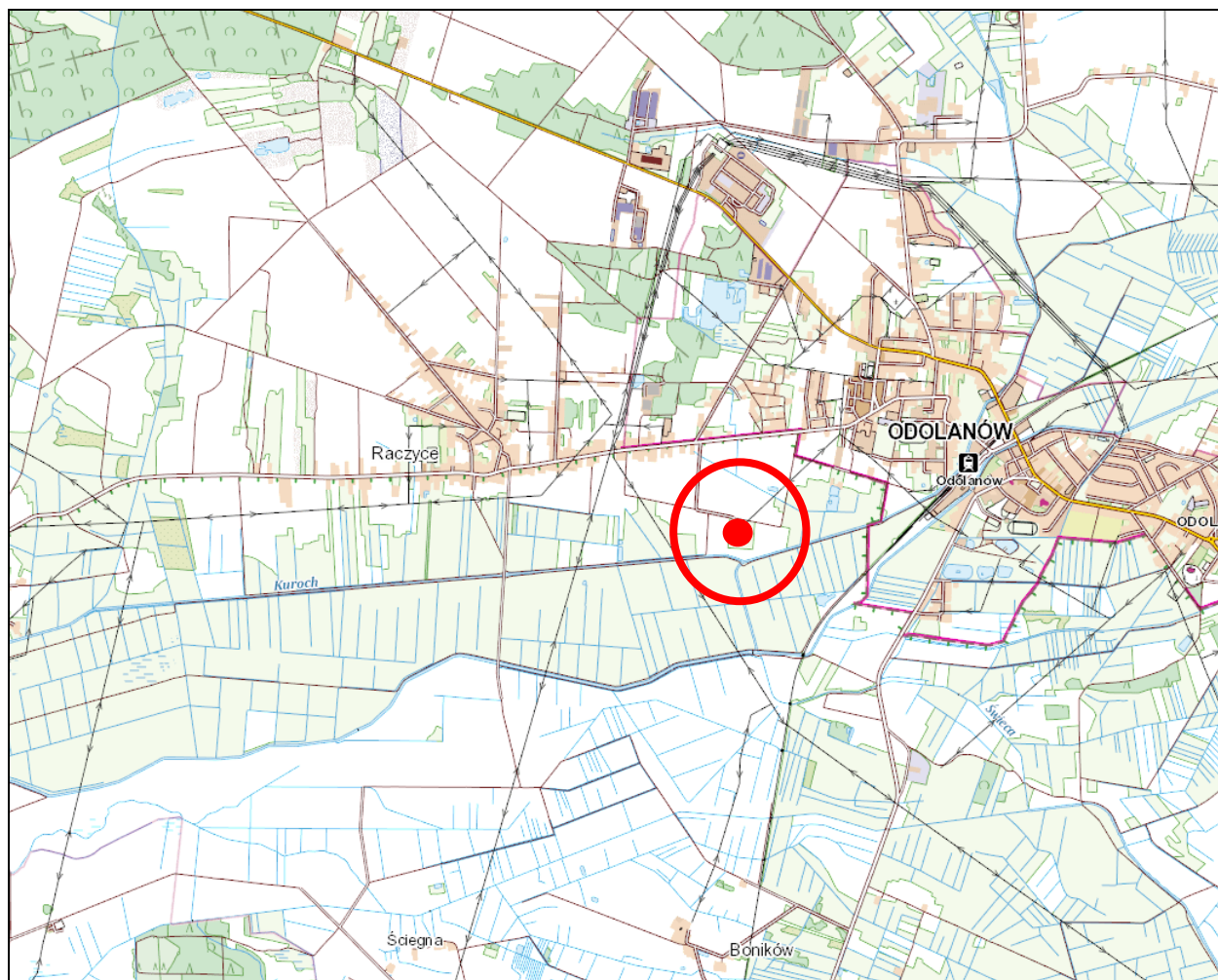
Podstawą niniejszej analizy jest:

- umowa ze Zleceniodawcą,
- uzgodnienia ze Zleceniodawcą,
- Projekt budowlany „Wiaty” – opracowany przez Conbud PRACOWNIA PROJEKTOWA w marcu 2019r.
- dokumentacja fotograficzna,
- wytyczne producenta instalacji fotowoltaicznej przewidzianej do montażu na istniejącym dachu,
- obowiązujące normy budowlane:
 - PN-EN 1990 Podstawy projektowania konstrukcji.
 - PN-EN 1991 Oddziaływania na konstrukcję.
 - PN-EN 1992 Projektowanie konstrukcji z betonu.
 - PN-EN 1993 Projektowanie konstrukcji stalowych.
 - PN-EN 1994 Projektowanie konstrukcji zespolonych stalowo – betonowych.
 - PN-EN 1995 Projektowanie konstrukcji drewnianych.
 - PN-EN 1996 Projektowanie konstrukcji murowych
 - PN-EN 1997 Projektowanie geotechniczne
 - PN-B-01040 Rysunek konstrukcyjny budowlany. Zasady ogólne.

3. Lokalizacja i ogólna charakterystyka obiektu

Wiata, której dotyczy niniejsze opracowanie zlokalizowana jest przy ul. Odolanowskiej 17 w miejscowości Raczyce. Jest to obiekt z jednonawowy, częściowo obudowany (ściany podłużne wykończone blachą trapezową). Konstrukcja w rzucie ma kształt prostokąta o wymiarach ok. 21,66 x 20,12 m. Wysokość budynku od poziomu posadowienia do najwyższego punktu dachu wynosi ok.: 7,40m.

LOKALIZACJA OBIEKTU KTÓREGO DOTYCZY OPRACOWANIE:



OGÓLNY WIDOK BUDYNKU KTÓREGO DOTYCZY OPRACOWANIE:



4. Analiza konstrukcji wiaty

Analiza statyczno – wytrzymałościowa konstrukcji zakłada:

- przyjęcie modelu odzwierciedlającego rzeczywistą pracę konstrukcji,
- główne elementy nośne konstrukcji zostały przeanalizowane i zwymiarowane na podstawie modeli obliczeniowych, odzwierciedlających ich rzeczywisty schemat pracy w ustroju konstrukcyjnym. Wybrane sytuacje obliczeniowe zostały tak dobrane, aby uwzględnić wszystkie możliwe warunki, które mogą wystąpić w trakcie użytkowania obiektu.
- zestawienie obciążeń stałych, klimatycznych, dodatkowych zgodnie z normami europejskimi PN-EN oraz porównane z obciążeniami zakładanymi podczas projektowania wiaty.
- Obliczenia i analizę wyników wyężenia (Stan Graniczny Nośności) i ugięć (Stan Graniczny Użytkowalności) w poszczególnych elementach analizowanej konstrukcji.
- określenie czy istnieje możliwość zamontowania nowoprojektowanej instalacji fotowoltaicznej na istniejącej konstrukcji dachu.

5. Opis konstrukcji wiaty

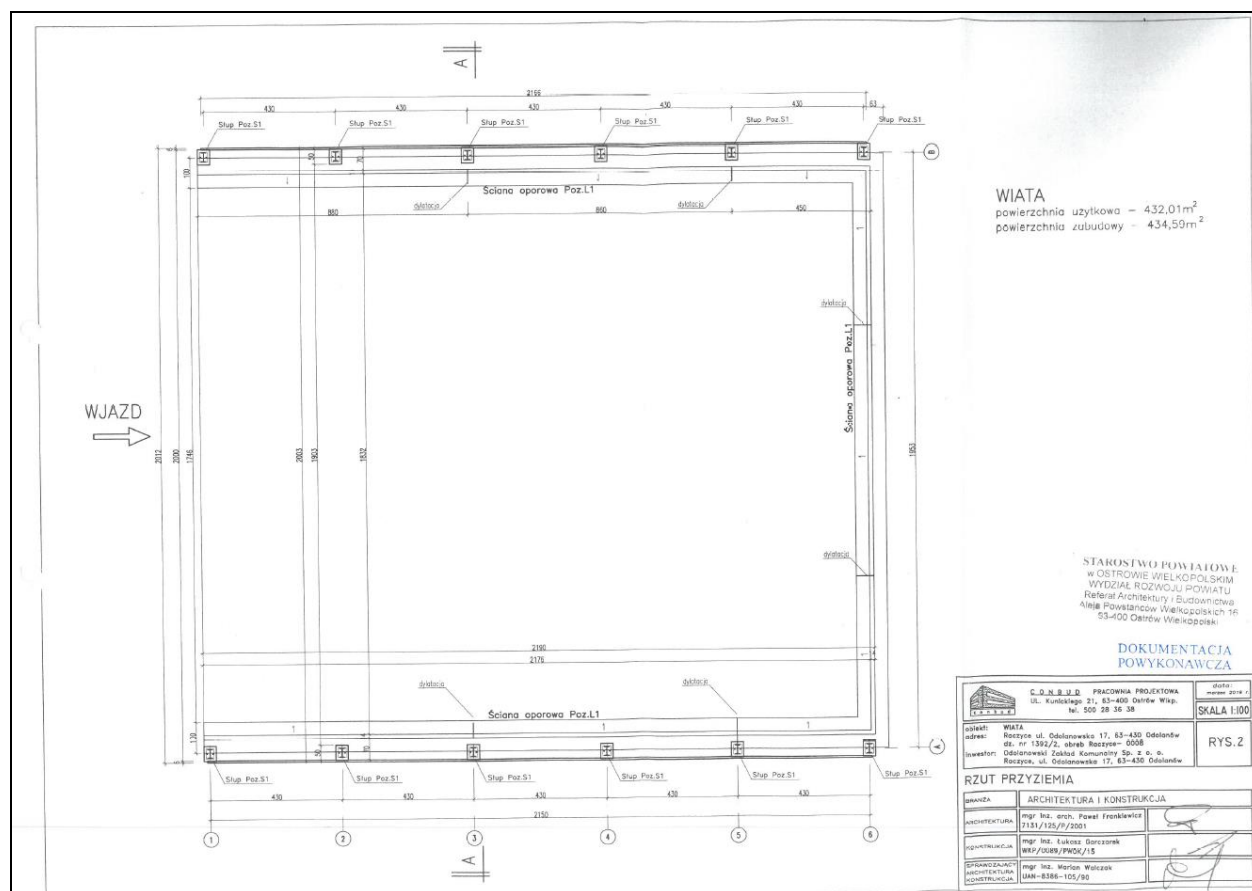
Konstrukcja wiaty której dotyczy opracowanie została wykonana jako stalowa ze stali S235JR (zgodnie z opisem i częścią rysunkową archiwalnego projektu budowlanego).

Obiekt zaprojektowany został w układzie ramowym o rozstawie osiowym równym 4,30m. Schemat statystyczny ram stalowych przyjęto jako przegubowo połączony w stopach fundamentowych oraz o węzłach sztywnych w narożach oraz w kalenicy. Słupy ramy zostały wykonane z profili gorącowalcowanych IPE 300, dodatkowo zastosowano wzmocnienia słupów o przekroju 1/2 IPE 300. Rygle wykonano z profili IPE 300, podobnie jak w przypadku słupów zastosowano wzmocnienia rygli profilem 1/2 IPE 300. Podkonstrukcję pod obudowę dachu stanowią płaty gorącowalcowane z kształtowników C120, natomiast dla obudowy ściennej kształtowniki rurowe.

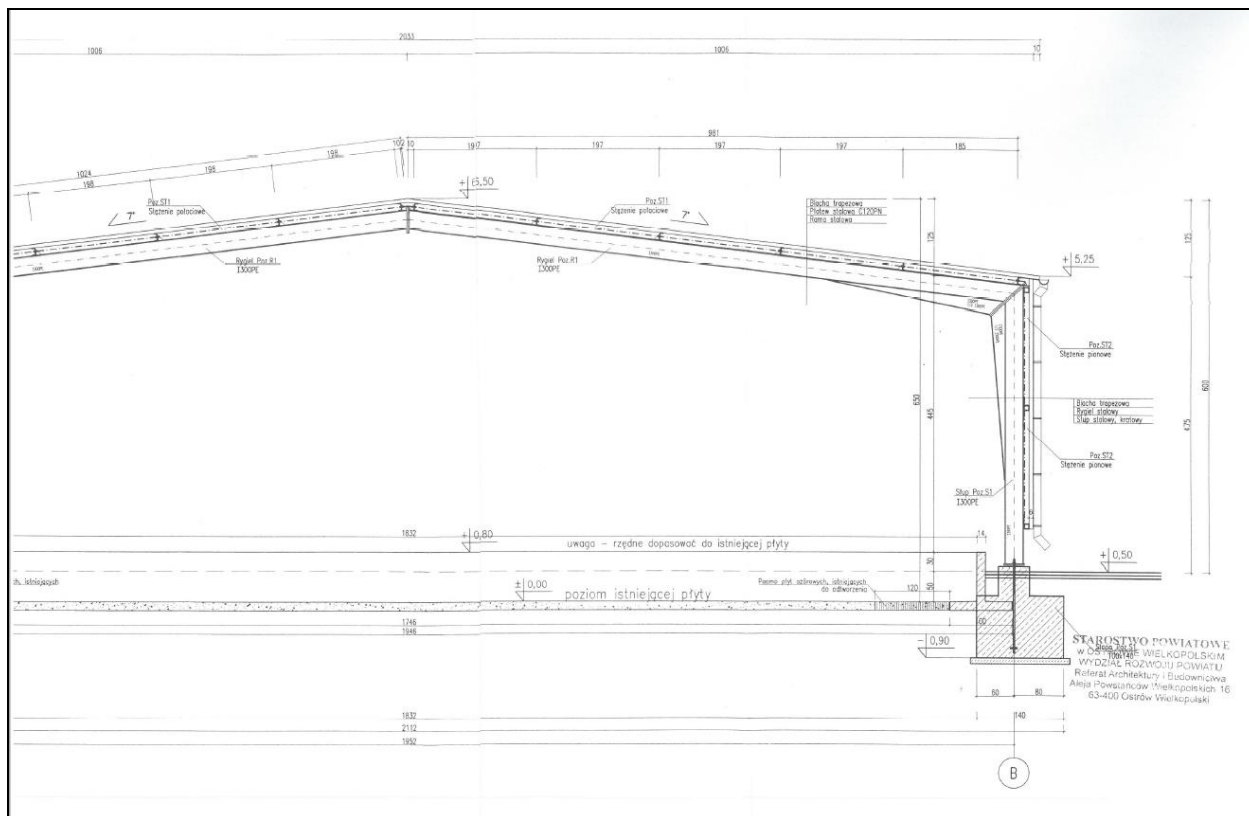
Stateczność całej konstrukcji zapewnia system stężeń pościowych i ściennych wykonanych z prętów gładkich, gwintowanych.

Konstrukcja posadowiona została w sposób bezpośredni na żelbetowych stopach fundamentowych z rdzeniami na gruncie rodzimym nośnym.

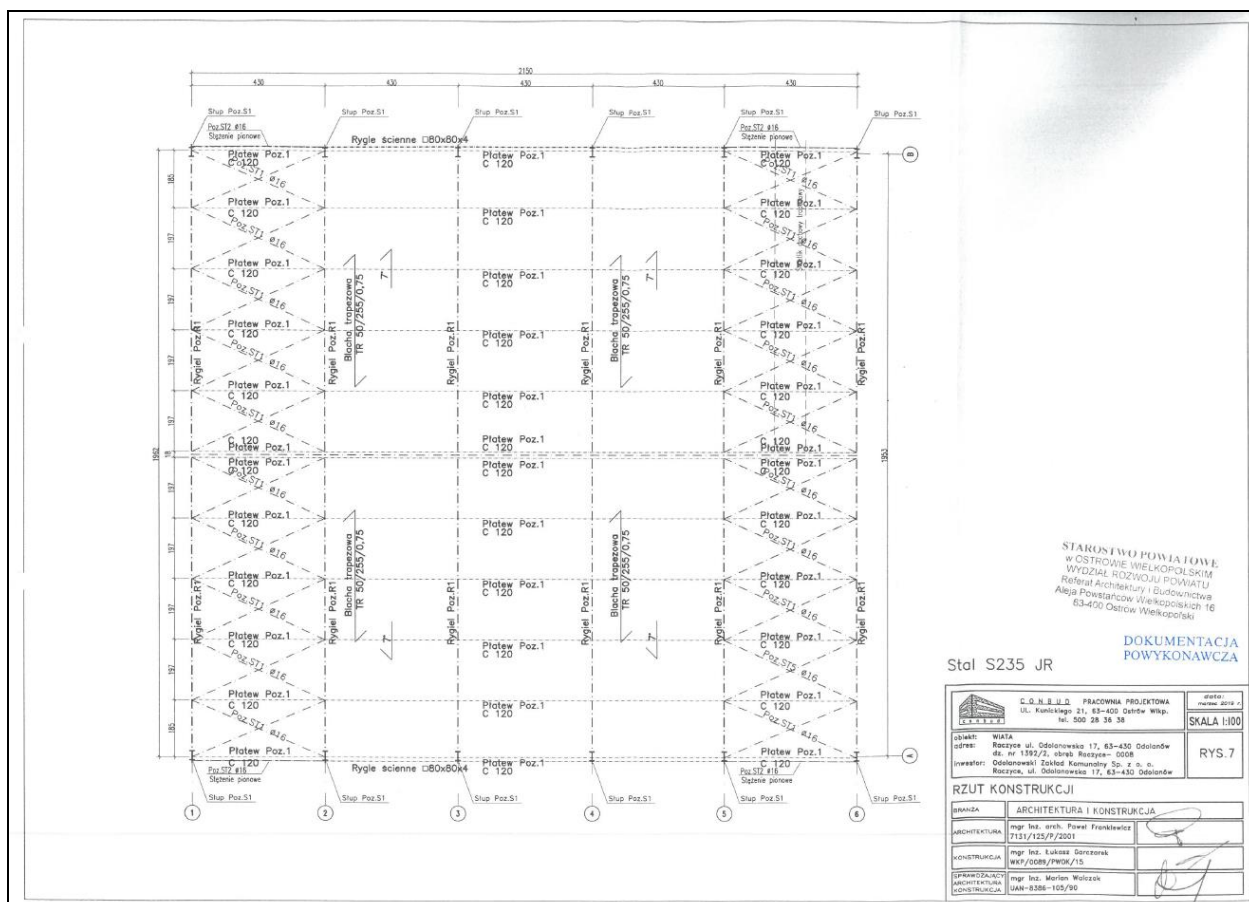
Wyciąg z dokumentacji archiwalnej:



Rys. 1 Rzut przyziemia istniejącej wiaty będącej przedmiotem opracowania.



Rys. 2 Fragment przekroju poprzecznego wiaty.



Rys. 2 System stężeń połaciowych i ściennych

6. Lokalizacja nowoprojektowanych urządzeń

Na istniejącej konstrukcji dachu przewiduje się wykonanie następujących urządzeń:

- przewiduje się montaż instalacji fotowoltaicznej na jednej z połaci dachowych istniejącej wiaty. Przyjęto obciążenie od projektowanej instalacji na poziomie ok. 25 kg/m^2

Wyżej wymienione urządzenia przewidziano zlokalizować na południowej połaci dachu.

7. Zestawienie obciążeń i obliczenia statyczno-wytrzymałościowe

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe podzielono na siedem zasadniczych części:

- część 1 – zestawienie obciążeń,
- część 2 – schemat statyczny i obliczenia,
- część 3 – analiza wyboczeniowa wiaty LBA,
- część 4 – analiza płatwi dachowych,
- część 5 – analiza rygli stalowych,
- część 6 – analiza słupów stalowych,
- część 7 – weryfikacja fundamentów,

7.1. Część 1 - Zestawienie obciążeń

Obciążenia z dokumentacji archiwalnej projektu budowlanego

(Zestawienia obciążeń dokonano na podstawie wycofanych norm PN-B)

- obciążenie stałe połaci dachowej:

OBCIĄŻENIA STAŁE [kN/m ²] - warstwy dachowe			
RODZAJ OBCIĄŻENIA	OBC. CHARAKT. [kN/m ²]	WSP. OBC.	OBC. OBL. [kN/m ²]
OBCIĄŻENIA STAŁE wg PN-82/B-02001			
Blacha trapezowa	0,140	1,20	0,17
Obciążenie technologiczne	0,050	1,20	0,06
Razem =	0,19	2,40	0,23

- obciążenie śniegiem:

RODZAJ OBCIĄŻENIA	OBC. CHARAKT. [kN/m ²]	WSP. OBC.	OBC. OBL. [kN/m ²]
OBCIĄŻENIE ŚNIEGIEM wg PN-80/B-02010			
Strefa obciążenia śniegiem II	Q _k =	0,90	kN/m ²
Kąt spadku 7°	C ₁ =	0,80	
Sk ₁ = Q _k x C ₁ = 0,90 x 0,80	0,72	1,50	1,08

- obciążenie wiatrem:

OBciążENIE WIATREM wg PN-77/B-02011			
$p_k = q_k \times C_e \times C_s \times \beta$			
Strefa obciążenia wiatrem I kąt 7 stopnie			
Char. ciśnienie prędkości wiatru	$q_k =$	0,30	kN/m ²
Wsp. ekspozycji C_e wg Tab. 4 ($h=6,0m$)= $0,5+0,05 \times 6,0$	$C_e =$	0,80	
Wsp. Działania porywów wiatru	$\beta =$	1,80	
Wiatr działający na połac dachową			
wsp. ciśnienia zewnętrznego według załącznika Z1-1 $H/L < 2$ $B/L < 1$			
W1 nawietrzna ssanie	$C_z =$	-0,40	
W2 zawietrzna ssanie	$C_z =$	-0,90	
RODZAJ OBciążENIA	OBC. CHARAKT. [kN/m ²]	WSP. OBC.	OBC. OBL. [kN/m ²]
W1 nawietrzna parcie = $0,30 \times 0,80 \times (-0,40) \times 1,80$	-0,17	1,5	-0,26
W2 zawietrzna ssanie = $0,30 \times 0,80 \times (-0,90) \times 1,80$	-0,39	1,5	-0,59
Wiatr prostopadły do krótszego boku			
wsp. ciśnienia zewnętrznego według załącznika Z1-1 $H/B < 2$ $B/L < 1$			
W2 ściana nawietrzna	$C_z =$	0,70	
W3 ściana zawietrzna	$C_z =$	-0,30	
RODZAJ OBciążENIA	OBC. CHARAKT. [kN/m ²]	WSP. OBC.	OBC. OBL. [kN/m ²]
W3 ściana nawietrzna = $0,30 \times 0,80 \times 0,70 \times 1,80$	0,30	1,5	0,45
W4 ściana zawietrzna = $0,30 \times 0,80 \times (-0,30) \times 1,80$	-0,13	1,5	-0,20

Obciążenia konstrukcji zgodnie z nowymi normami europejskimi PN-EN:

Obciążenie stałe - istniejące

L.p.	Opis oddziaływania	Wartość char. kN/m ²
1.	Blacha trapezowa	0,14
2.	Obciążenie technologiczne	0,05
$\Sigma:$		0,19

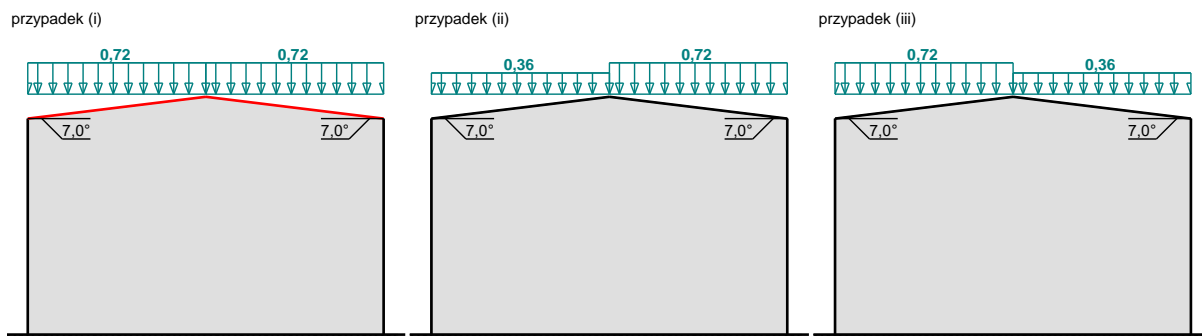
Obciążenie stałe - nowoprojektowane

L.p.	Opis oddziaływania	Wartość char. kN/m ²
1.	Projektowana instalacja PV	0,25
$\Sigma:$		0,25

Obciążenie śniegiem

Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 / Dachy dwupołaciowe (5.3.3)

s [kN/m²]



Cały dach - przypadek (i) - równomierny układ obciążenia:

- Dach dwupołaciowy
- Warunki lokalizacyjne: normalne, przypadek A (brak wyjątkowo obfitych opadów śniegu i brak wyjątkowych zamieci)
- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu (wg załącznika krajowego):
 - Strefa obciążenia śniegiem 2
 - $s_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$
- Współczynnik ekspozycji:
 - Teren: normalny
 - $C_e = 1,0$
- Współczynnik termiczny: $C_t = 1,0$
- Współczynnik kształtu dachu:
 - Kąt nachylenia połaci dachowej: $\alpha = 7,0^\circ$
 - $\mu_2 = 0,8$

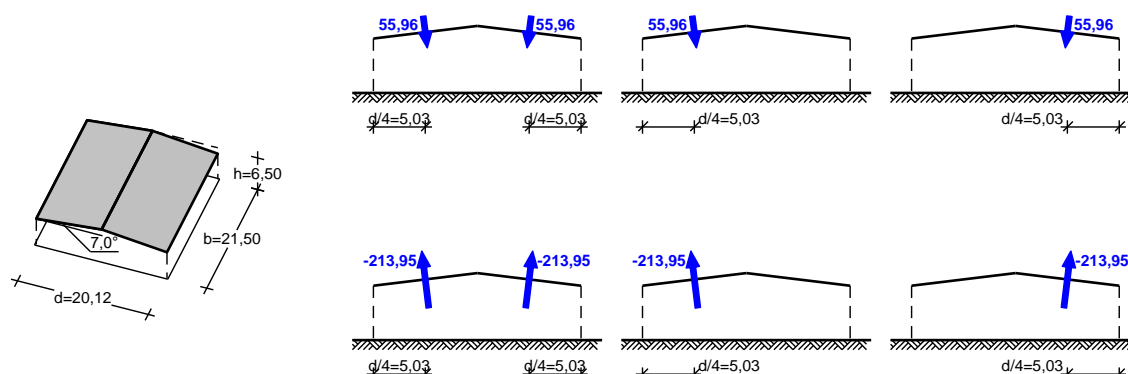
Obciążenie charakterystyczne śniegiem:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,72 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie wiatrem - dach

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Wiaty dwuspadowe - siła oddziaływania wiatru (7.3)

F_w [kN]



Połąc - maksymalna siła oddziaływania wiatru:

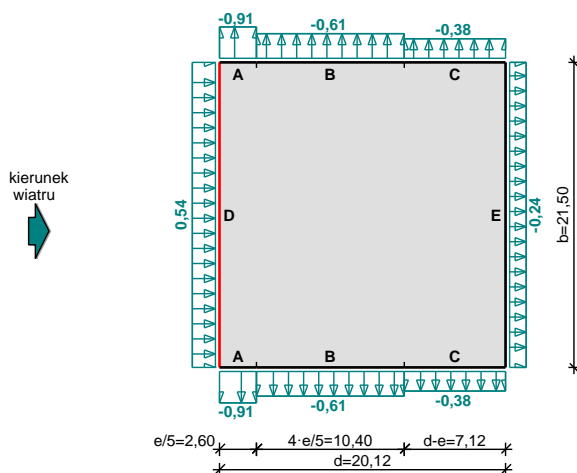
- Wiaty dwuspadowe o wymiarach: $b = 21,50 \text{ m}$, $d = 20,12 \text{ m}$, $h = 6,50 \text{ m}$, kąt nachylenia połaci $\alpha = 7,0^\circ$
- Współczynnik ograniczenia (blokowania) przepływu: $\varphi = 1,00$

- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:
Strefa obciążenia wiatrem 1; A = 117 m n.p.m.
 $v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$ (wg załącznika krajowego)
 - Współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1,0$
 - Współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1,00$
 - Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00 \text{ m/s}$
 - Kategoria terenu I $\rightarrow z_0 = 0,01 \text{ m}$, $z_{min} = 1 \text{ m}$
 - Wysokość odniesienia: $z_e = h = 6,50 \text{ m}$
 - Współczynnik orografii: $c_o(z_e) = 1$
 - Współczynnik turbulencji: $k_t = 1,0$
 - Współczynnik terenu: $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,170$
 - Współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = k_r \cdot \ln(z_e/z_0) = 0,170 \cdot \ln(6,50/0,01) = 1,10$ (wg p.4.3.2 normy)
 - Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 24,19 \text{ m/s}$
 - Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = k_t / (c_o(z_e) \cdot \ln(z_e/z_0)) = 0,154$
 - Gęstość powietrza: $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$
 - Szczytowe ciśnienie prędkości: $q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 760,9 \text{ Pa} = 0,761 \text{ kPa}$
 - Współczynnik konstrukcyjny: $c_{sCd} = 1,000$
 - Globalny współczynnik siły aerodynamicznej: $c_f = 0,340$
 - Powierzchnia odniesienia: $A_{ref} = 0,5 \cdot d \cdot b = 216,29 \text{ m}^2$
- Wypadkowa siła oddziaływania wiatru:
 $F_W = c_{sCd} \cdot c_f \cdot q_p(z_e) \cdot A_{ref} = 1,000 \cdot 0,340 \cdot 0,761 \cdot 216,29 = 55,96 \text{ kN}$

Obciążenie wiatrem - ściany

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Ściany pionowe budynków na rzucie prostokąta - ciśnienie zewnętrzne (7.2.2)

$F_{w,e} \text{ [kN/m}^2\text{]}$



Ściana nawietrzna - pole D:

- Budynek o wymiarach: $d = 20,12 \text{ m}$, $b = 21,50 \text{ m}$, $h = 6,50 \text{ m}$
- Wymiar $e = \min(b, 2 \cdot h) = 13,0 \text{ m}$
- Obliczany element: element konstrukcyjny
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:
Strefa obciążenia wiatrem 1; A = 117 m n.p.m.
 $v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$ (wg załącznika krajowego)
- Współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00 \text{ m/s}$
- Kategoria terenu I $\rightarrow z_0 = 0,01 \text{ m}$, $z_{min} = 1 \text{ m}$
- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 6,50 \text{ m}$
- Współczynnik orografii: $c_o(z_e) = 1$
- Współczynnik turbulencji: $k_t = 1,0$
- Współczynnik terenu: $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,170$
- Współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = k_r \cdot \ln(z_e/z_0) = 0,170 \cdot \ln(6,50/0,01) = 1,10$ (wg p.4.3.2 normy)
- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 24,19 \text{ m/s}$
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = k_t / (c_o(z_e) \cdot \ln(z_e/z_0)) = 0,154$
- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$

- Szczytowe ciśnienie prędkości: $q_p(z_e) = [1+7 \cdot l_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 760,9 \text{ Pa} = 0,761 \text{ kPa}$
 - Współczynnik konstrukcyjny: $c_{sCd} = 1,000$
 - Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = +0,710$
- Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:
 $F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,761 \cdot 0,710 = \mathbf{0,54 \text{ kN/m}^2}$

Ze względu na większą wartość obciążenia wiatrem w przypadku norm EC, podczas wykonywania weryfikacji statyczno-wytrzymałościowej posłużono się wartościami obciążenia wiatrem zgodnymi z normami europejskimi EC.

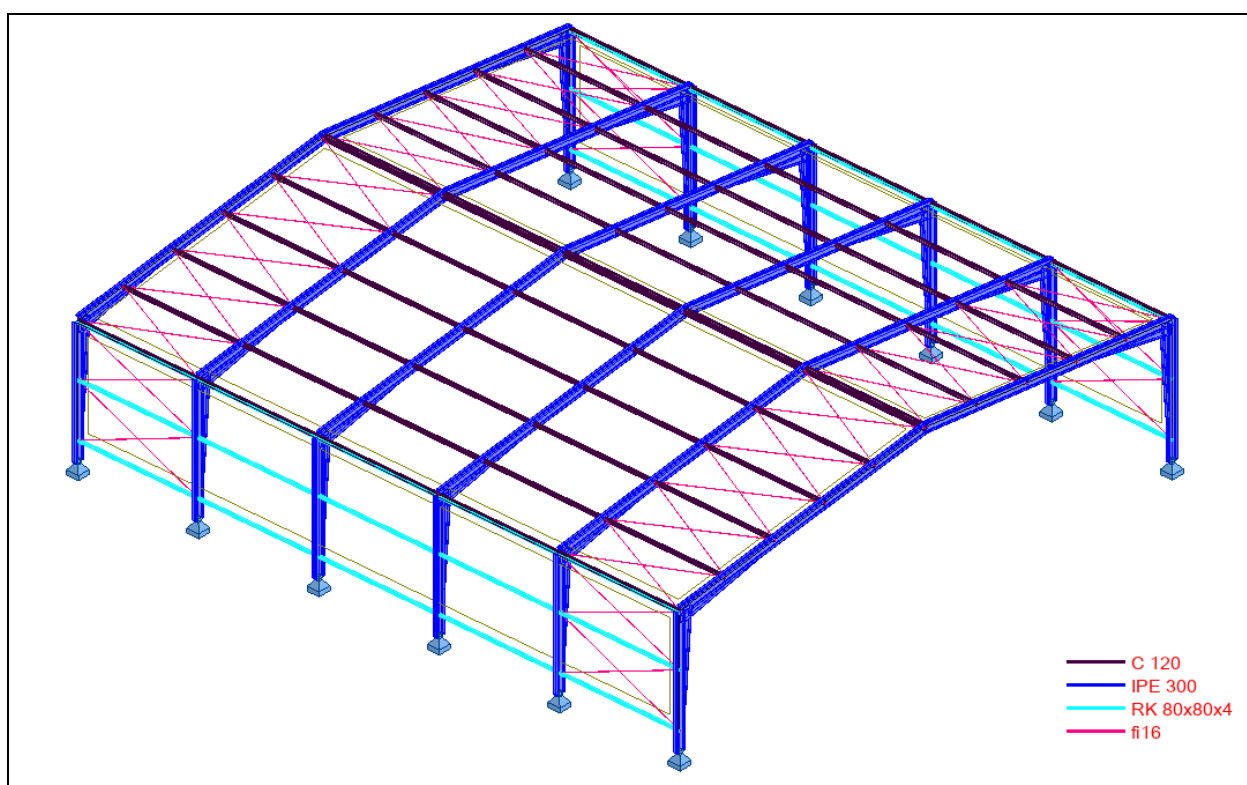
7.2. Część 2 – schemat statyczny i obliczenia

Model obliczeniowy konstrukcji hali stworzony został w programie Autodesk Robot Structural Analysis Professional. Model odzwierciedla rzeczywiste wymiary konstrukcji, podatność i sztywność elementów co wpływa na dokładność obliczeń statyczno – wytrzymałościowych.

Założenia obliczeniowe w modelu konstrukcji:

- Stal konstrukcyjna: S235JR
- Fundamenty żelbetowe z rdzeniami: Beton C25/30 (B30) zbrojony stalą A-IIIN (B500SP)
- Rygle dachowe – belki o sztywnych połączeniach w narożach ramy, zabezpieczone przed zwirzeniem i wyboczeniem poprzez płatwie dachowe.
- Słupy stalowe – połączone sztywno z ryglami w narożu ramy oraz przegubowo do rdzeni fundamentowych
- Stężenia – elementy podatne – rozciągane zapewniające stateczność całej konstrukcji

Widok modelu obliczeniowego:

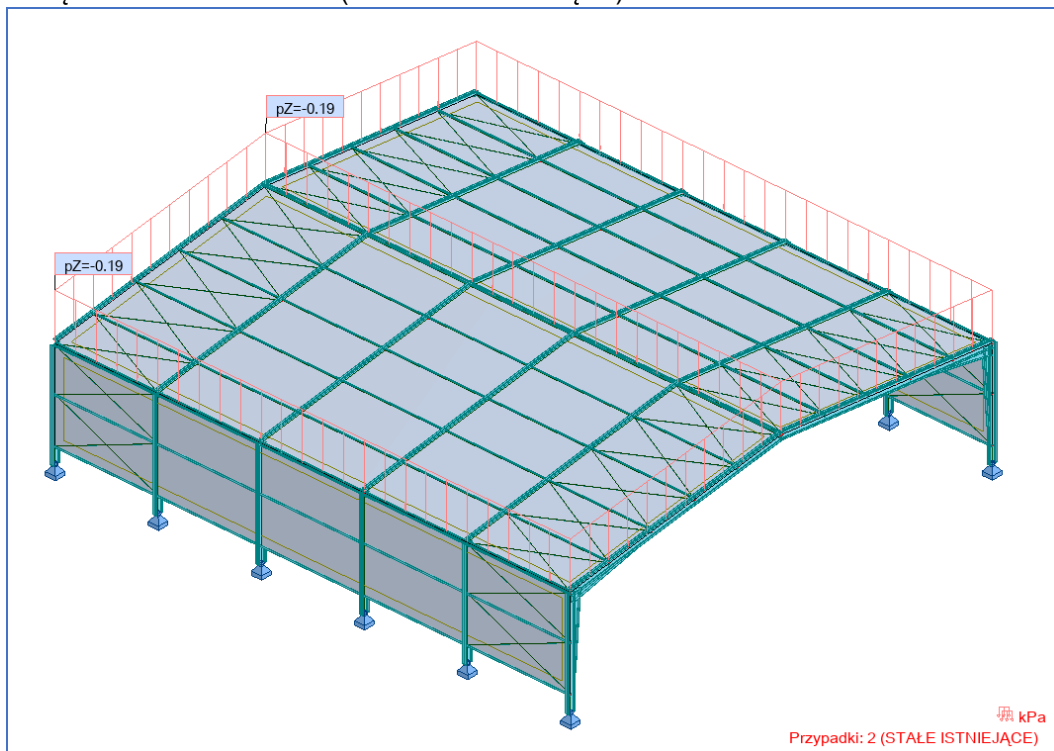


Obciążenia w modelu konstrukcji

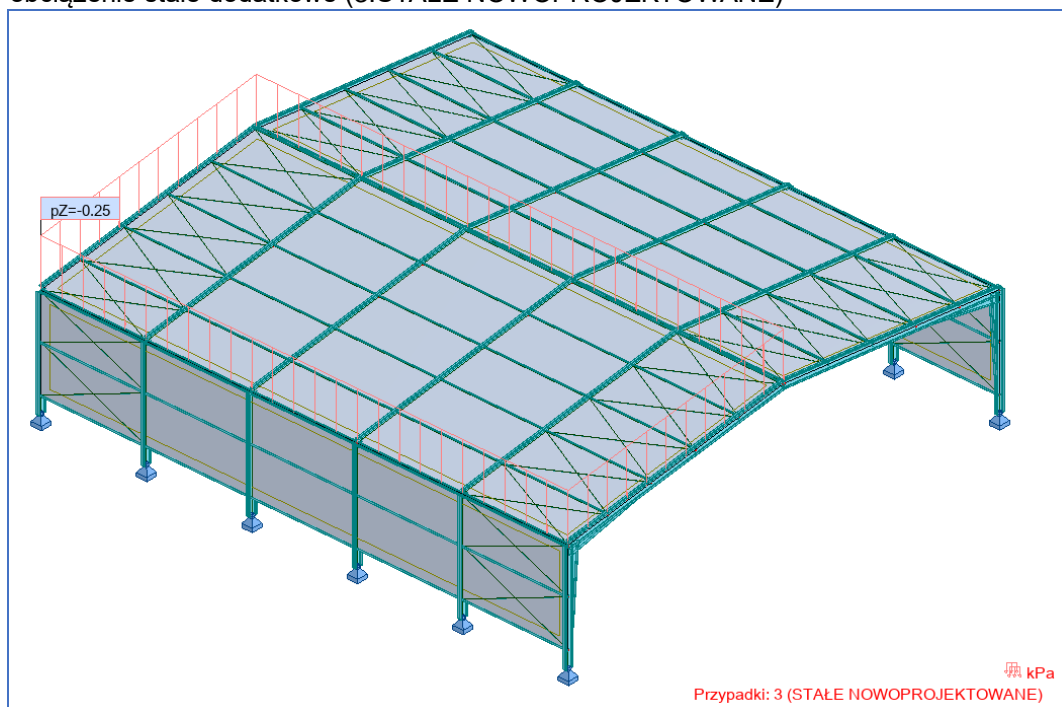
- obciążenie stałe (1.STA1)

Obciążenie ciężarem własnym zostało automatycznie uwzględnione w modelu konstrukcji

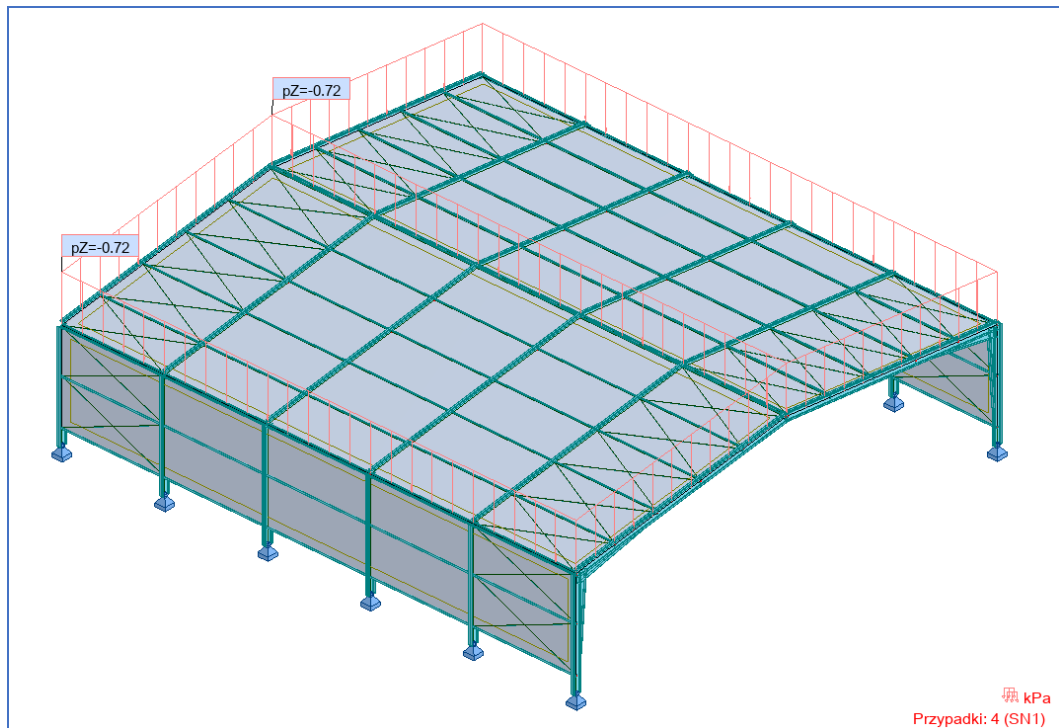
- obciążenie stałe dodatkowe (2.STAŁE ISTNIEJĄCE)



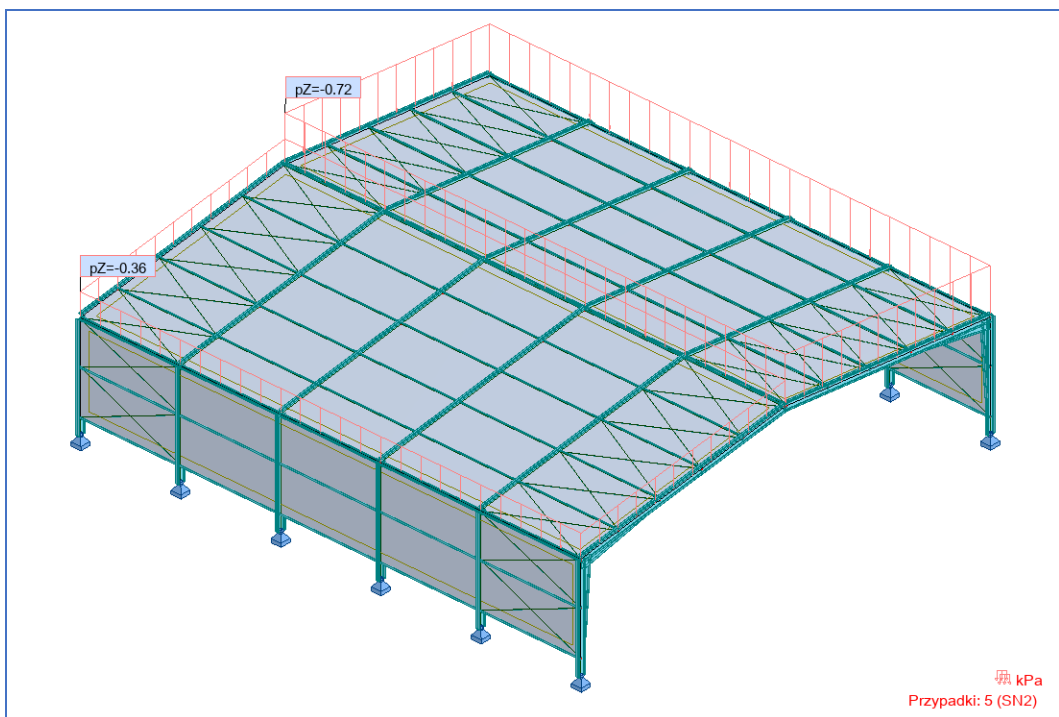
- obciążenie stałe dodatkowe (3.STAŁE NOWOPROJEKTOWANE)



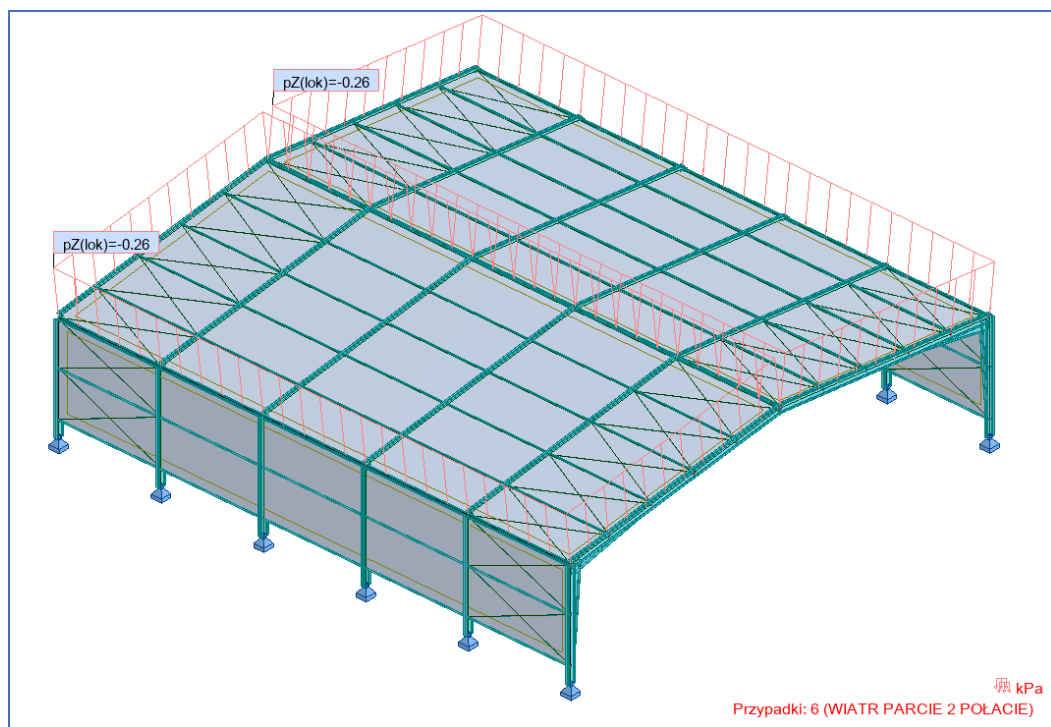
- obciążenie śniegiem – przypadek 1 (4.SN1)



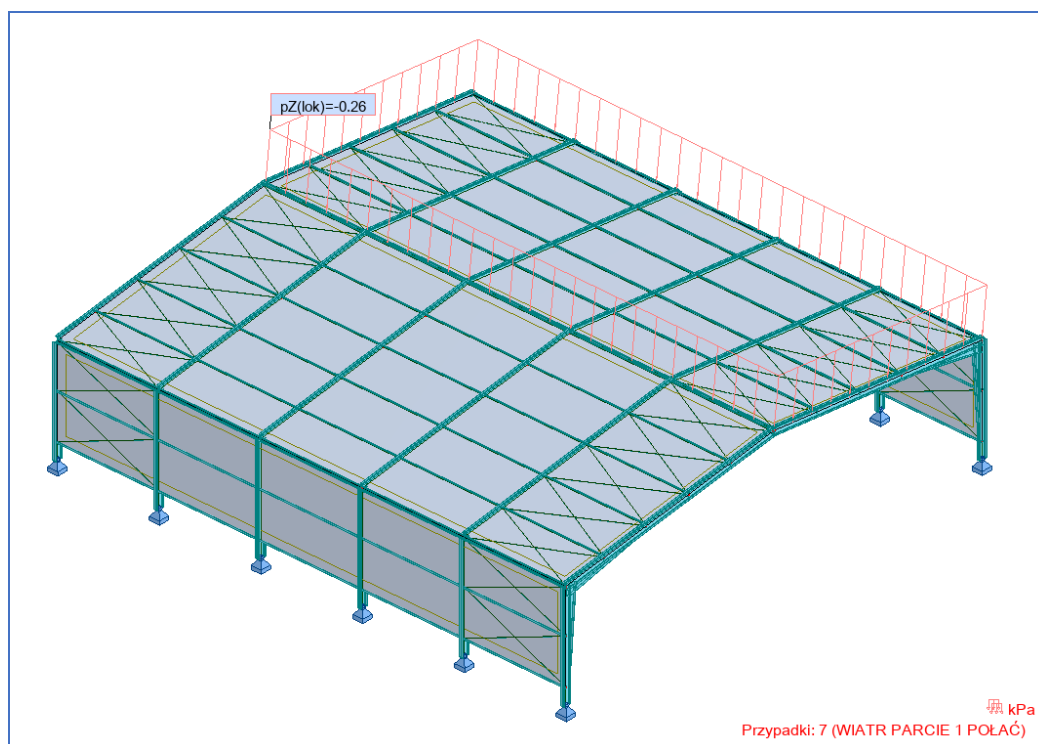
- obciążenie śniegiem – przypadek 2 (5.SN2)



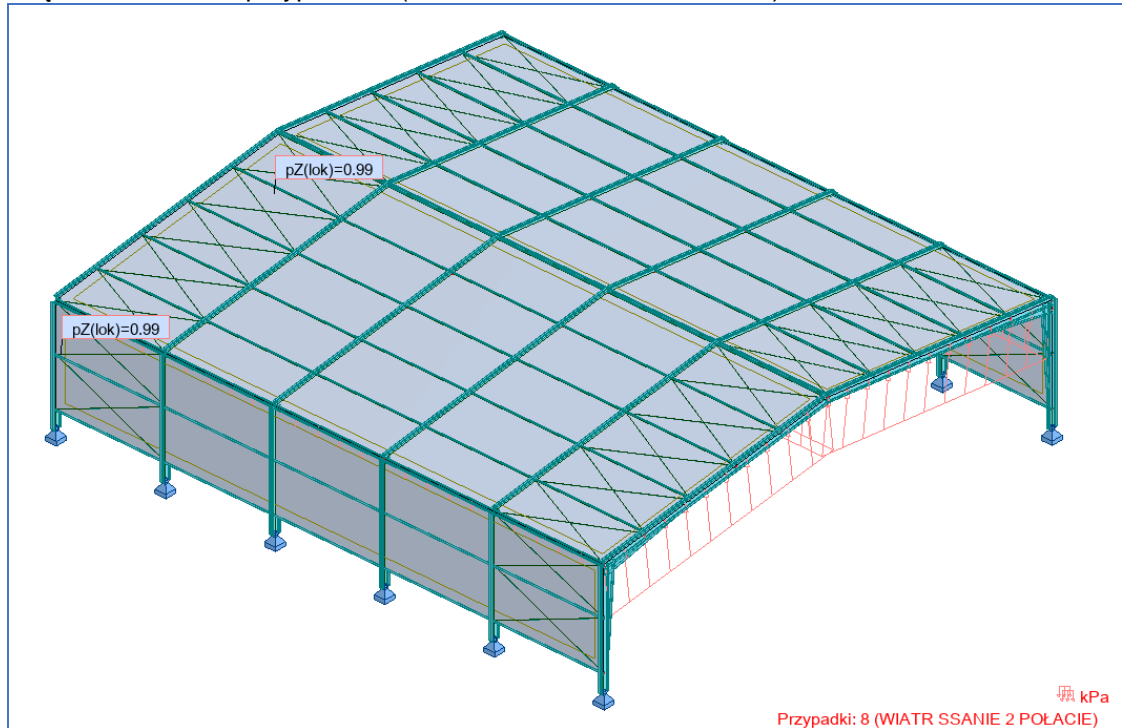
- obciążenie wiatrem – przypadek 1(6.WIATR PARCIE 2 POŁACIE)



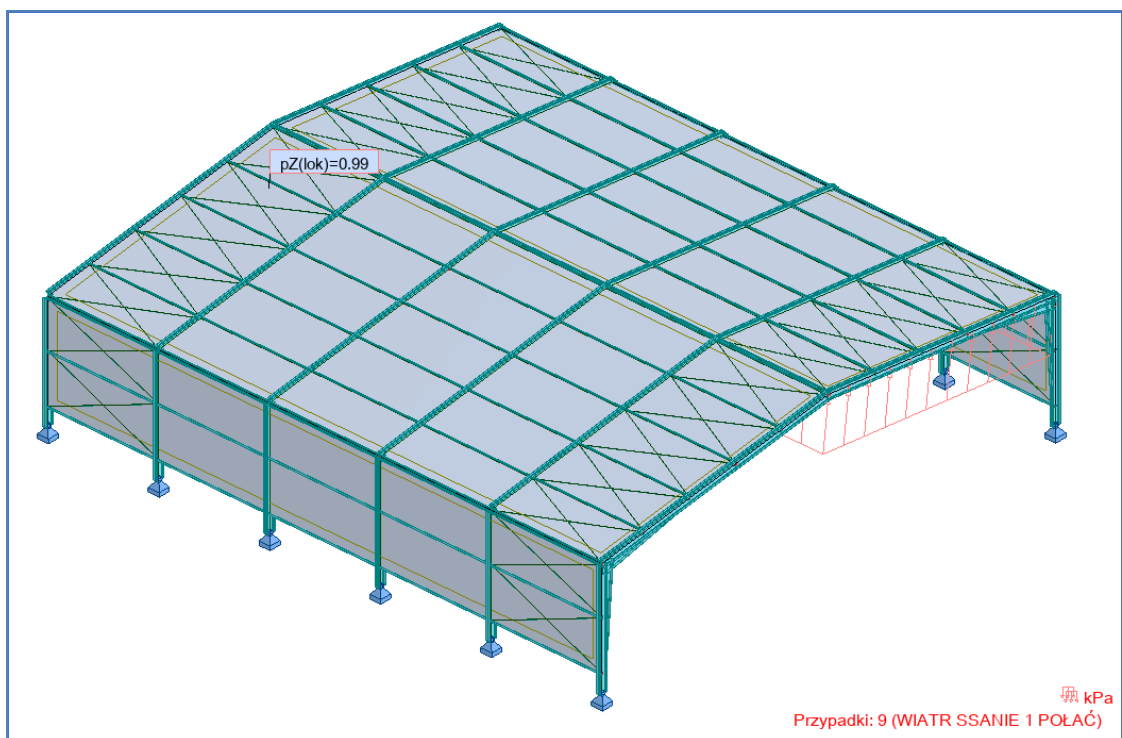
- obciążenie wiatrem – przypadek 2 (7. WIATR PARCIE 1 POŁAĆ)



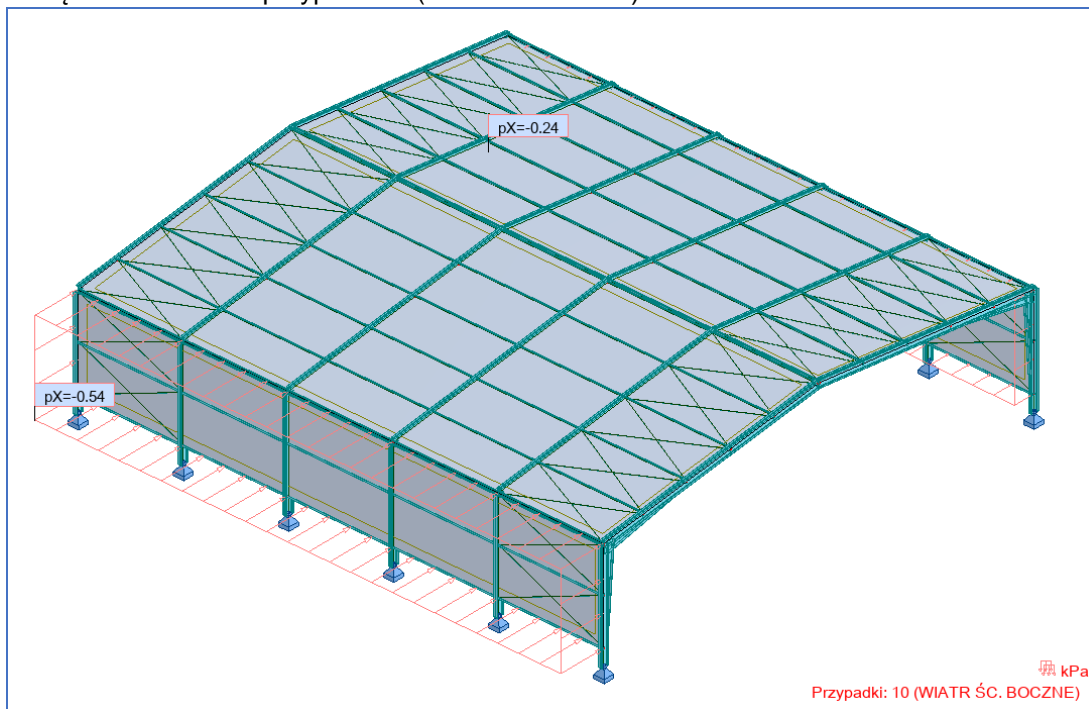
- obciążenie wiatrem – przypadek 3 (8. WIATR SSANIE 2 POŁACIE)



- obciążenie wiatrem – przypadek 4 (9. WIATR SSANIE 1 POŁAĆ)



- obciążenie wiatrem – przypadek 5 (10.W1 ŚCIANY 2)



Kombinacje obciążeń

Tabela kombinacji obciążeń z programu Autodesk Robot:

Kombinacja	Nazwa	Typ analizy	Typ kombin	Natura przypadku	Definicja
11	SGN/1=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.35$
12	SGN/2=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.35+4*0.75$
13	SGN/3=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.35+5*0.75$
14	SGN/4=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.35+6*0.90$
15	SGN/5=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.35+6*0.90+4*0.75$
16	SGN/6=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.35+6*0.90+5*0.75$
17	SGN/7=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.35+7*0.90$
18	SGN/8=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.35+7*0.90+4*0.75$
19	SGN/9=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.35+7*0.90+5*0.75$
20	SGN/10=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.35+8*0.90$
21	SGN/11=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.35+8*0.90+4*0.75$
22	SGN/12=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.35+8*0.90+5*0.75$
23	SGN/13=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.35+9*0.90$
24	SGN/14=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.35+9*0.90+4*0.75$
25	SGN/15=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.35+9*0.90+5*0.75$
26	SGN/16=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.35+10*0.90$
27	SGN/17=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.35+10*0.90+4*0.75$
28	SGN/18=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.35+10*0.90+5*0.75$
29	SGN/19=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$1*1.35+(2+3)*1.00$
30	SGN/20=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$1*1.35+(2+3)*1.00+4*0.75$
31	SGN/21=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$1*1.35+(2+3)*1.00+5*0.75$
32	SGN/22=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$1*1.35+(2+3)*1.00+6*0.90$
33	SGN/23=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$1*1.35+(2+3)*1.00+6*0.90+4*0.75$
34	SGN/24=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$1*1.35+(2+3)*1.00+6*0.90+5*0.75$
35	SGN/25=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$1*1.35+(2+3)*1.00+7*0.90$
36	SGN/26=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$1*1.35+(2+3)*1.00+7*0.90+4*0.75$
37	SGN/27=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$1*1.35+(2+3)*1.00+7*0.90+5*0.75$
38	SGN/28=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$1*1.35+(2+3)*1.00+8*0.90$
39	SGN/29=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$1*1.35+(2+3)*1.00+8*0.90+4*0.75$
40	SGN/30=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$1*1.35+(2+3)*1.00+8*0.90+5*0.75$
41	SGN/31=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$1*1.35+(2+3)*1.00+9*0.90$
42	SGN/32=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$1*1.35+(2+3)*1.00+9*0.90+4*0.75$
43	SGN/33=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$1*1.35+(2+3)*1.00+9*0.90+5*0.75$
44	SGN/34=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$1*1.35+(2+3)*1.00+10*0.90$
45	SGN/35=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$1*1.35+(2+3)*1.00+10*0.90+4*0.75$
46	SGN/36=1*1.35 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$1*1.35+(2+3)*1.00+10*0.90+5*0.75$
47	SGN/37=1*1.00 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.35$
48	SGN/38=1*1.00 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.35+4*0.75$
49	SGN/39=1*1.00 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.35+5*0.75$
50	SGN/40=1*1.00 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.35+6*0.90$
51	SGN/41=1*1.00 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.35+6*0.90+4*0.75$
52	SGN/42=1*1.00 +	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.35+6*0.90+5*0.75$

53	SGN/43=1*1.00 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.35+7*0.90$
54	SGN/44=1*1.00 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.35+7*0.90+4*0.75$
55	SGN/45=1*1.00 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.35+7*0.90+5*0.75$
56	SGN/46=1*1.00 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.35+8*0.90$
57	SGN/47=1*1.00 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.35+8*0.90+4*0.75$
58	SGN/48=1*1.00 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.35+8*0.90+5*0.75$
59	SGN/49=1*1.00 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.35+9*0.90$
60	SGN/50=1*1.00 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.35+9*0.90+4*0.75$
61	SGN/51=1*1.00 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.35+9*0.90+5*0.75$
62	SGN/52=1*1.00 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.35+10*0.90$
63	SGN/53=1*1.00 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.35+10*0.90+5*0.75$
64	SGN/54=1*1.00 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.35+10*0.90+5*0.75$
65	SGN/55=1*1.00 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00$
66	SGN/56=1*1.00 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+4*0.75$
67	SGN/57=1*1.00 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+5*0.75$
68	SGN/58=1*1.00 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+6*0.90$
69	SGN/59=1*1.00 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+6*0.90+4*0.75$
70	SGN/60=1*1.00 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+6*0.90+5*0.75$
71	SGN/61=1*1.00 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+7*0.90$
72	SGN/62=1*1.00 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+7*0.90+4*0.75$
73	SGN/63=1*1.00 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+7*0.90+5*0.75$
74	SGN/64=1*1.00 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+8*0.90$
75	SGN/65=1*1.00 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+8*0.90+4*0.75$
76	SGN/66=1*1.00 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+8*0.90+5*0.75$
77	SGN/67=1*1.00 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+9*0.90$
78	SGN/68=1*1.00 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+9*0.90+4*0.75$
79	SGN/69=1*1.00 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+9*0.90+5*0.75$
80	SGN/70=1*1.00 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+10*0.90$
81	SGN/71=1*1.00 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+10*0.90+4*0.75$
82	SGN/72=1*1.00 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+10*0.90+5*0.75$
83	SGN/73=1*1.15 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.15$
84	SGN/74=1*1.15 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.15+6*1.50$
85	SGN/75=1*1.15 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.15+6*1.50+4*0.75$
86	SGN/76=1*1.15 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.15+6*1.50+5*0.75$
87	SGN/77=1*1.15 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.15+7*1.50$
88	SGN/78=1*1.15 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.15+7*1.50+4*0.75$
89	SGN/79=1*1.15 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.15+7*1.50+5*0.75$
90	SGN/80=1*1.15 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.15+8*1.50$
91	SGN/81=1*1.15 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.15+8*1.50+4*0.75$
92	SGN/82=1*1.15 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.15+8*1.50+5*0.75$
93	SGN/83=1*1.15 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.15+9*1.50$
94	SGN/84=1*1.15 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.15+9*1.50+4*0.75$

95	SGN/85=1*1.15 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.15+9*1.50+5*0.75$
96	SGN/86=1*1.15 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.15+10*1.50$
97	SGN/87=1*1.15 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.15+10*1.50+4*0.75$
98	SGN/88=1*1.15 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.15+10*1.50+5*0.75$
99	SGN/89=1*1.15 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.15+(2+3)*1.00$
100	SGN/90=1*1.15 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.15+(2+3)*1.00+6*1.50$
101	SGN/91=1*1.15 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.15+(2+3)*1.00+6*1.50+4*0.75$
102	SGN/92=1*1.15 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.15+(2+3)*1.00+6*1.50+5*0.75$
103	SGN/93=1*1.15 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.15+(2+3)*1.00+7*1.50$
104	SGN/94=1*1.15 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.15+(2+3)*1.00+7*1.50+4*0.75$
105	SGN/95=1*1.15 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.15+(2+3)*1.00+7*1.50+5*0.75$
106	SGN/96=1*1.15 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.15+(2+3)*1.00+8*1.50$
107	SGN/97=1*1.15 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.15+(2+3)*1.00+8*1.50+4*0.75$
108	SGN/98=1*1.15 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.15+(2+3)*1.00+8*1.50+5*0.75$
109	SGN/99=1*1.15 +	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.15+(2+3)*1.00+9*1.50$
110	SGN/100=1*1.15	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.15+(2+3)*1.00+9*1.50+4*0.75$
111	SGN/101=1*1.15	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.15+(2+3)*1.00+9*1.50+5*0.75$
112	SGN/102=1*1.15	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.15+(2+3)*1.00+10*1.50$
113	SGN/103=1*1.15	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.15+(2+3)*1.00+10*1.50+4*0.75$
114	SGN/104=1*1.15	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.15+(2+3)*1.00+10*1.50+5*0.75$
115	SGN/105=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.15$
116	SGN/106=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.15+6*1.50$
117	SGN/107=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.15+6*1.50+4*0.75$
118	SGN/108=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.15+6*1.50+5*0.75$
119	SGN/109=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.15+7*1.50$
120	SGN/110=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.15+7*1.50+4*0.75$
121	SGN/111=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.15+7*1.50+5*0.75$
122	SGN/112=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.15+8*1.50$
123	SGN/113=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.15+8*1.50+4*0.75$
124	SGN/114=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.15+8*1.50+5*0.75$
125	SGN/115=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.15+9*1.50$
126	SGN/116=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.15+9*1.50+4*0.75$
127	SGN/117=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.15+9*1.50+5*0.75$
128	SGN/118=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.15+10*1.50$
129	SGN/119=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.15+10*1.50+4*0.75$
130	SGN/120=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.15+10*1.50+5*0.75$
131	SGN/121=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00$
132	SGN/122=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+6*1.50$
133	SGN/123=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+6*1.50+4*0.75$
134	SGN/124=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+6*1.50+5*0.75$
135	SGN/125=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+7*1.50$
136	SGN/126=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+7*1.50+4*0.75$

137	SGN/127=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+7*1.50+5*0.75$
138	SGN/128=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+8*1.50$
139	SGN/129=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+8*1.50+4*0.75$
140	SGN/130=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+8*1.50+5*0.75$
141	SGN/131=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+9*1.50$
142	SGN/132=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+9*1.50+4*0.75$
143	SGN/133=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+9*1.50+5*0.75$
144	SGN/134=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+10*1.50$
145	SGN/135=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+10*1.50+4*0.75$
146	SGN/136=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+10*1.50+5*0.75$
147	SGN/137=1*1.15	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.15+4*1.50$
148	SGN/138=1*1.15	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.15+5*1.50$
149	SGN/139=1*1.15	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.15+6*0.90+4*1.50$
150	SGN/140=1*1.15	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.15+6*0.90+5*1.50$
151	SGN/141=1*1.15	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.15+7*0.90+4*1.50$
152	SGN/142=1*1.15	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.15+7*0.90+5*1.50$
153	SGN/143=1*1.15	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.15+8*0.90+4*1.50$
154	SGN/144=1*1.15	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.15+8*0.90+5*1.50$
155	SGN/145=1*1.15	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.15+9*0.90+4*1.50$
156	SGN/146=1*1.15	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.15+9*0.90+5*1.50$
157	SGN/147=1*1.15	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.15+10*0.90+4*1.50$
158	SGN/148=1*1.15	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.15+10*0.90+5*1.50$
159	SGN/149=1*1.15	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.15+(2+3)*1.00+4*1.50$
160	SGN/150=1*1.15	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.15+(2+3)*1.00+5*1.50$
161	SGN/151=1*1.15	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.15+(2+3)*1.00+6*0.90+4*1.50$
162	SGN/152=1*1.15	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.15+(2+3)*1.00+6*0.90+5*1.50$
163	SGN/153=1*1.15	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.15+(2+3)*1.00+7*0.90+4*1.50$
164	SGN/154=1*1.15	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.15+(2+3)*1.00+7*0.90+5*1.50$
165	SGN/155=1*1.15	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.15+(2+3)*1.00+8*0.90+4*1.50$
166	SGN/156=1*1.15	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.15+(2+3)*1.00+8*0.90+5*1.50$
167	SGN/157=1*1.15	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.15+(2+3)*1.00+9*0.90+4*1.50$
168	SGN/158=1*1.15	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.15+(2+3)*1.00+9*0.90+5*1.50$
169	SGN/159=1*1.15	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.15+(2+3)*1.00+10*0.90+4*1.50$
170	SGN/160=1*1.15	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.15+(2+3)*1.00+10*0.90+5*1.50$
171	SGN/161=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.15+4*1.50$
172	SGN/162=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.15+5*1.50$
173	SGN/163=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.15+6*0.90+4*1.50$
174	SGN/164=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.15+6*0.90+5*1.50$
175	SGN/165=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.15+7*0.90+4*1.50$
176	SGN/166=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.15+7*0.90+5*1.50$
177	SGN/167=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.15+8*0.90+4*1.50$
178	SGN/168=1*1.00	Kombinacja NL	Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.15+8*0.90+5*1.50$

179	SGN/169=1*1.00	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.15+9*0.90+4*1.50$
180	SGN/170=1*1.00	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.15+9*0.90+5*1.50$
181	SGN/171=1*1.00	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.15+10*0.90+4*1.50$
182	SGN/172=1*1.00	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$1*1.00+(2+3)*1.15+10*0.90+5*1.50$
183	SGN/173=1*1.00	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+4*1.50$
184	SGN/174=1*1.00	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+5*1.50$
185	SGN/175=1*1.00	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+6*0.90+4*1.50$
186	SGN/176=1*1.00	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+6*0.90+5*1.50$
187	SGN/177=1*1.00	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+7*0.90+4*1.50$
188	SGN/178=1*1.00	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+7*0.90+5*1.50$
189	SGN/179=1*1.00	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+8*0.90+4*1.50$
190	SGN/180=1*1.00	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+8*0.90+5*1.50$
191	SGN/181=1*1.00	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+9*0.90+4*1.50$
192	SGN/182=1*1.00	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+9*0.90+5*1.50$
193	SGN/183=1*1.00	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+10*0.90+4*1.50$
194	SGN/184=1*1.00	Kombinacja NL		Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00+10*0.90+5*1.50$
195	SGU:CHR/1=1*1.	Kombinacja NL	SGU:C	stałe	$(1+2+3)*1.00$
196	SGU:CHR/2=1*1.	Kombinacja NL	SGU:C	stałe	$(1+2+3+6)*1.00$
197	SGU:CHR/3=1*1.	Kombinacja NL	SGU:C	stałe	$(1+2+3+6)*1.00+4*0.50$
198	SGU:CHR/4=1*1.	Kombinacja NL	SGU:C	stałe	$(1+2+3+6)*1.00+5*0.50$
199	SGU:CHR/5=1*1.	Kombinacja NL	SGU:C	stałe	$(1+2+3+7)*1.00$
200	SGU:CHR/6=1*1.	Kombinacja NL	SGU:C	stałe	$(1+2+3+7)*1.00+4*0.50$
201	SGU:CHR/7=1*1.	Kombinacja NL	SGU:C	stałe	$(1+2+3+7)*1.00+5*0.50$
202	SGU:CHR/8=1*1.	Kombinacja NL	SGU:C	stałe	$(1+2+3+8)*1.00$
203	SGU:CHR/9=1*1.	Kombinacja NL	SGU:C	stałe	$(1+2+3+8)*1.00+4*0.50$
204	SGU:CHR/10=1*	Kombinacja NL	SGU:C	stałe	$(1+2+3+8)*1.00+5*0.50$
205	SGU:CHR/11=1*	Kombinacja NL	SGU:C	stałe	$(1+2+3+9)*1.00$
206	SGU:CHR/12=1*	Kombinacja NL	SGU:C	stałe	$(1+2+3+9)*1.00+4*0.50$
207	SGU:CHR/13=1*	Kombinacja NL	SGU:C	stałe	$(1+2+3+9)*1.00+5*0.50$
208	SGU:CHR/14=1*	Kombinacja NL	SGU:C	stałe	$(1+2+3+10)*1.00$
209	SGU:CHR/15=1*	Kombinacja NL	SGU:C	stałe	$(1+2+3+10)*1.00+4*0.50$
210	SGU:CHR/16=1*	Kombinacja NL	SGU:C	stałe	$(1+2+3+10)*1.00+5*0.50$
211	SGU:CHR/17=1*	Kombinacja NL	SGU:C	stałe	$(1+2+3+4)*1.00$
212	SGU:CHR/18=1*	Kombinacja NL	SGU:C	stałe	$(1+2+3+5)*1.00$
213	SGU:CHR/19=1*	Kombinacja NL	SGU:C	stałe	$(1+2+3+4)*1.00+6*0.60$
214	SGU:CHR/20=1*	Kombinacja NL	SGU:C	stałe	$(1+2+3+5)*1.00+6*0.60$
215	SGU:CHR/21=1*	Kombinacja NL	SGU:C	stałe	$(1+2+3+4)*1.00+7*0.60$
216	SGU:CHR/22=1*	Kombinacja NL	SGU:C	stałe	$(1+2+3+5)*1.00+7*0.60$
217	SGU:CHR/23=1*	Kombinacja NL	SGU:C	stałe	$(1+2+3+4)*1.00+8*0.60$
218	SGU:CHR/24=1*	Kombinacja NL	SGU:C	stałe	$(1+2+3+5)*1.00+8*0.60$
219	SGU:CHR/25=1*	Kombinacja NL	SGU:C	stałe	$(1+2+3+4)*1.00+9*0.60$
220	SGU:CHR/26=1*	Kombinacja NL	SGU:C	stałe	$(1+2+3+5)*1.00+9*0.60$
221	SGU:CHR/27=1*	Kombinacja NL	SGU:C	stałe	$(1+2+3+4)*1.00+10*0.60$
222	SGU:CHR/28=1*	Kombinacja NL	SGU:C	stałe	$(1+2+3+5)*1.00+10*0.60$

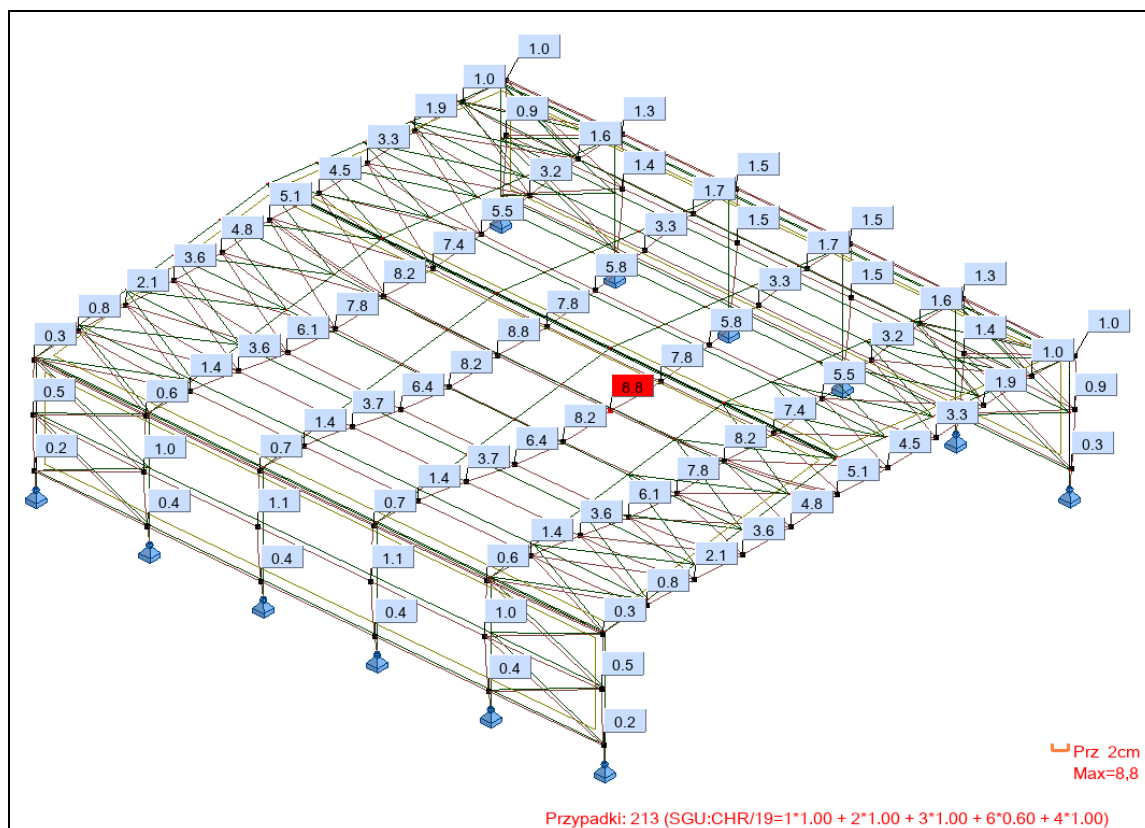
Wymiarowanie konstrukcji stalowej

Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wyteż	Przypadek
1 Pręt_1	IPE 300	S 235	35.21	32.41	0.50	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
2	IPE 300	S 235	70.56	58.13	0.56	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
3 Belka ipe300_3	IPE 300	S 235	70.56	58.13	0.54	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
4 Słup ipe300_4	IPE 300	S 235	35.21	32.41	0.51	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
5 Słup ipe300_5	IPE 300	S 235	35.21	32.41	0.78	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
6 Pręt_1	IPE 300	S 235	35.21	32.41	0.80	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
7	IPE 300	S 235	70.56	58.13	0.97	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
8 Belka ipe300_8	IPE 300	S 235	70.56	58.13	0.97	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
9 Słup ipe300_9	IPE 300	S 235	35.21	32.41	0.81	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
10 Pręt_1	IPE 300	S 235	35.21	32.41	0.81	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
11 Pręt_1	IPE 300	S 235	70.56	58.13	0.97	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
12 Belka ipe300_12	IPE 300	S 235	70.56	58.13	0.97	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
13 Słup ipe300_13	IPE 300	S 235	35.21	32.41	0.81	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50

14 Pręt_1	IPE 300	S 235	35.21	32.41	0.81	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
15 Pręt_1	IPE 300	S 235	70.56	58.13	0.97	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
16 Belka ipe300_16	IPE 300	S 235	70.56	58.13	0.97	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
17 Stup ipe300_17	IPE 300	S 235	35.21	32.41	0.78	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
18 Pręt_1	IPE 300	S 235	35.21	32.41	0.80	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
19 Pręt_1	IPE 300	S 235	70.56	58.13	0.97	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
20 Belka ipe300_20	IPE 300	S 235	70.56	58.13	0.97	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
21 Stup ipe300_21	IPE 300	S 235	35.21	32.41	0.51	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
22 Pręt_1	IPE 300	S 235	35.21	32.41	0.50	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
23 Pręt_1	IPE 300	S 235	70.56	58.13	0.56	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
24 Belka ipe300_24	IPE 300	S 235	70.56	58.13	0.54	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
25 Platew_25	C 120	S 235	464.64	1348.72	0.45	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
26 Platew_26	C 120	S 235	464.64	1348.72	0.97	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
27 Platew_27	C 120	S 235	464.64	1348.72	0.93	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
28 Platew_28	C 120	S 235	464.64	1348.72	0.95	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
29 Platew_29	C 120	S 235	464.64	1348.72	0.97	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
30 Platew_30	C 120	S 235	464.64	1348.72	0.57	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
31 Platew_31	C 120	S 235	464.64	1348.72	0.39	152 SGN/142=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 7*0.90 + 5*1.50
32 Platew_32	C 120	S 235	464.64	1348.72	0.85	152 SGN/142=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 7*0.90 + 5*1.50
33 Platew_33	C 120	S 235	464.64	1348.72	0.80	152 SGN/142=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 7*0.90 + 5*1.50
34 Platew_34	C 120	S 235	464.64	1348.72	0.82	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
35 Platew_35	C 120	S 235	464.64	1348.72	0.84	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
36 Platew_36	C 120	S 235	464.64	1348.72	0.52	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
37 Platew_37	RK 80x80x4	S 235	697.55	697.55	0.10	112 SGN/102=1*1.15 + 2*1.00 + 3*1.00 + 10*1.50
38 Platew_38	RK 80x80x4	S 235	697.55	697.55	0.18	144 SGN/134=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 10*1.50
39 Platew_39	RK 80x80x4	S 235	697.55	697.55	0.09	128 SGN/118=1*1.00 + 2*1.15 + 3*1.15 + 10*1.50
40 Platew_40	RK 80x80x4	S 235	697.55	697.55	0.22	97 SGN/87=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 10*1.50 + 4*0.75
41 Platew_41	RK 80x80x4	S 235	697.55	697.55	0.42	97 SGN/87=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 10*1.50 + 4*0.75
42 Platew_42	RK 80x80x4	S 235	697.55	697.55	0.21	97 SGN/87=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 10*1.50 + 4*0.75
43 Stężenia 43	fi16	S 235	1175.27	1175.27	0.01	138 SGN/128=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 8*1.50
44 Stężenia 44	fi16	S 235	1175.27	1175.27	0.01	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
46 Stężenia 46	fi16	S 235	1165.39	1165.39	0.01	138 SGN/128=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 8*1.50
47 Stężenia 47	fi16	S 235	1165.39	1165.39	0.02	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
48 Stężenia 48	fi16	S 235	1166.71	1166.71	0.22	138 SGN/128=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 8*1.50
49 Stężenia 49	fi16	S 235	1184.01	1184.01	0.37	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
50 Stężenia 50	fi16	S 235	1184.01	1184.01	0.25	138 SGN/128=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 8*1.50
51 Stężenia 51	fi16	S 235	1184.01	1184.01	0.40	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
52 Stężenia 52	fi16	S 235	1184.01	1184.01	0.23	138 SGN/128=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 8*1.50
53 Stężenia 53	fi16	S 235	1184.01	1184.01	0.35	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
54 Stężenia 54	fi16	S 235	1184.01	1184.01	0.26	138 SGN/128=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 8*1.50
55 Stężenia 55	fi16	S 235	1184.01	1184.01	0.38	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
56 Stężenia 56	fi16	S 235	1184.01	1184.01	0.24	138 SGN/128=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 8*1.50
57 Stężenia 57	fi16	S 235	1166.71	1166.71	0.33	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
58	fi16	S 235	1175.27	1175.27	0.01	138 SGN/128=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 8*1.50

Steżenia 58						
59 Steżenia 59	fi16	S 235	1175.27	1175.27	0.01	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
60 Steżenia 60	fi16	S 235	1165.39	1165.39	0.01	138 SGN/128=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 8*1.50
61 Steżenia 61	fi16	S 235	1165.39	1165.39	0.02	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
62 Steżenia 62	fi16	S 235	1166.71	1166.71	0.21	138 SGN/128=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 8*1.50
63 Steżenia 63	fi16	S 235	1184.01	1184.01	0.39	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
64 Steżenia 64	fi16	S 235	1184.01	1184.01	0.23	138 SGN/128=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 8*1.50
65 Steżenia 65	fi16	S 235	1184.01	1184.01	0.41	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
66 Steżenia 66	fi16	S 235	1184.01	1184.01	0.21	138 SGN/128=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 8*1.50
67 Steżenia 67	fi16	S 235	1184.01	1184.01	0.36	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
68 Steżenia 68	fi16	S 235	1184.01	1184.01	0.24	138 SGN/128=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 8*1.50
69 Steżenia 69	fi16	S 235	1184.01	1184.01	0.40	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
70 Steżenia 70	fi16	S 235	1184.01	1184.01	0.23	138 SGN/128=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 8*1.50
71 Steżenia 71	fi16	S 235	1166.71	1166.71	0.34	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
72 Steżenia 72	fi16	S 235	1175.27	1175.27	0.01	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
73 Steżenia 73	fi16	S 235	1175.27	1175.27	0.01	138 SGN/128=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 8*1.50
74 Steżenia 74	fi16	S 235	1165.39	1165.39	0.02	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
75 Steżenia 75	fi16	S 235	1165.39	1165.39	0.01	138 SGN/128=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 8*1.50
76 Steżenia 76	fi16	S 235	1166.71	1166.71	0.33	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
77 Steżenia 77	fi16	S 235	1184.01	1184.01	0.24	138 SGN/128=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 8*1.50
78 Steżenia 78	fi16	S 235	1184.01	1184.01	0.38	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
79 Steżenia 79	fi16	S 235	1184.01	1184.01	0.26	138 SGN/128=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 8*1.50
80 Steżenia 80	fi16	S 235	1184.01	1184.01	0.35	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
81 Steżenia 81	fi16	S 235	1184.01	1184.01	0.23	138 SGN/128=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 8*1.50
82 Steżenia 82	fi16	S 235	1184.01	1184.01	0.40	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
83 Steżenia 83	fi16	S 235	1184.01	1184.01	0.25	138 SGN/128=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 8*1.50
84 Steżenia 84	fi16	S 235	1184.01	1184.01	0.37	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
85 Steżenia 85	fi16	S 235	1166.71	1166.71	0.22	138 SGN/128=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 8*1.50
86 Steżenia 86	fi16	S 235	1175.27	1175.27	0.01	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
87 Steżenia 87	fi16	S 235	1175.27	1175.27	0.01	138 SGN/128=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 8*1.50
88 Steżenia 88	fi16	S 235	1165.39	1165.39	0.02	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
89 Steżenia 89	fi16	S 235	1165.39	1165.39	0.01	138 SGN/128=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 8*1.50
90 Steżenia 90	fi16	S 235	1166.71	1166.71	0.34	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
91 Steżenia 91	fi16	S 235	1184.01	1184.01	0.23	138 SGN/128=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 8*1.50
92 Steżenia 92	fi16	S 235	1184.01	1184.01	0.40	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
93 Steżenia 93	fi16	S 235	1184.01	1184.01	0.24	138 SGN/128=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 8*1.50
94 Steżenia 94	fi16	S 235	1184.01	1184.01	0.36	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
95 Steżenia 95	fi16	S 235	1184.01	1184.01	0.21	138 SGN/128=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 8*1.50
96 Steżenia 96	fi16	S 235	1184.01	1184.01	0.41	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
97 Steżenia 97	fi16	S 235	1184.01	1184.01	0.23	138 SGN/128=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 8*1.50
98 Steżenia 98	fi16	S 235	1184.01	1184.01	0.39	149 SGN/139=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
99 Steżenia 99	fi16	S 235	1166.71	1166.71	0.21	138 SGN/128=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 8*1.50

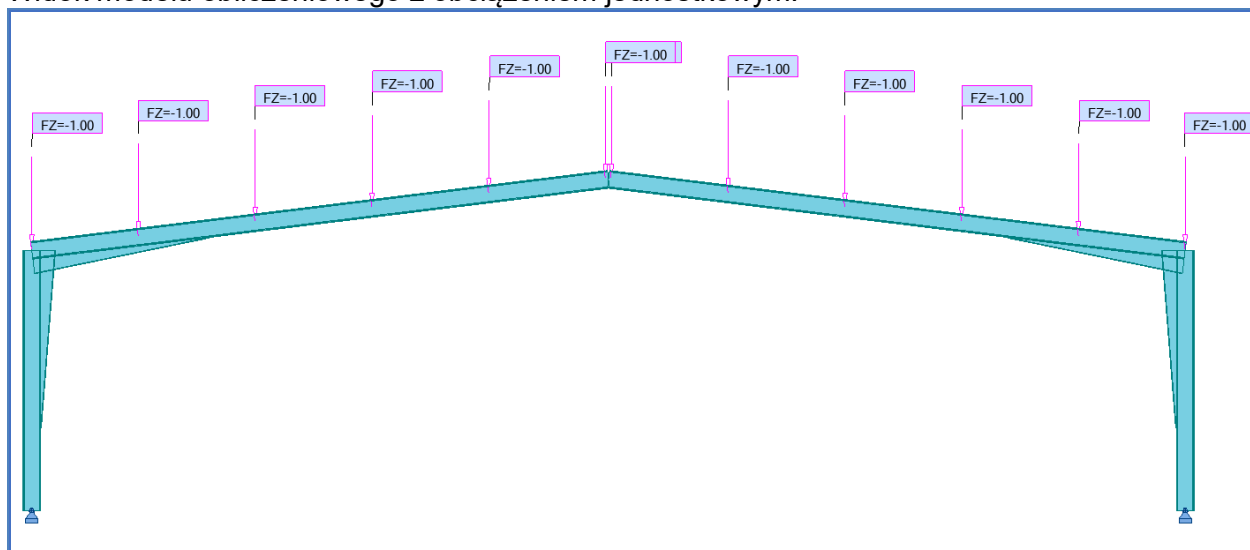
Przemieszczenia konstrukcji



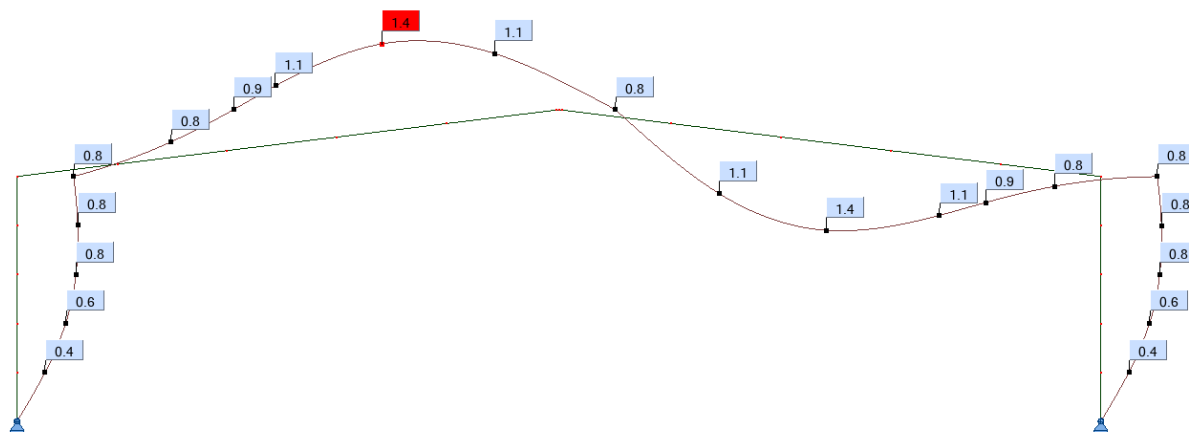
7.3. Część 3 – analiza LBA

Dla konstrukcji została przeprowadzona liniowa analiza wyboczeniowa dla wyznaczenia współczynnika wyboczeniowego dla słupa stalowego.

Widok modelu obliczeniowego z obciążeniem jednostkowym:



Określenie postaci wyboczeniowej - przechyłowej (postać 3):



Odczytanie współczynnika krytycznego:

Przypadek/Forma	Wsp.krytyczny	Dokładność
2/ 1	1,73241e+02	1,93954e-06
2/ 2	5,63568e+02	5,68139e-05
2/ 3	1,01152e+03	5,08071e-05
2/ 4	1,42114e+03	1,53074e-04
2/ 5	2,00406e+03	3,43588e-04
2/ 6	2,77544e+03	5,75996e-04
2/ 7	3,80360e+03	7,14677e-04
2/ 8	4,89161e+03	2,36737e-03
2/ 9	6,01844e+03	2,36140e-03
2/ 10	7,34054e+03	7,16989e-03

Obliczenie współczynnika długości wyboczeniowej dla słupa:

Moduł Younga

$$E := 210 \text{ GPa}$$

Moduł bezwładności przekroju

$$I := 8360 \text{ cm}^4$$

Długość pręta

$$l := 4.4 \text{ m}$$

Współczynnik wyboczeniowy

$$w := 1011.52$$

Siła podłużna przy obciążeniu jednostkowym

$$N := 6.00 \text{ kN}$$

Siła krytyczna

$$N_{cr} := w \cdot N = 6069.12 \text{ kN}$$

Długość wyboczeniowa pręta

$$l_{crit} := \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{N_{cr}}} = 5.343 \text{ m}$$

Współczynnik długości wyboczeniowej

$$\alpha := \frac{l_{crit}}{l} = 1.21$$

7.4. Część 4 – analiza płatwi dachowych

Założenia obliczeniowe i model obliczeniowy konstrukcji płatwi ceowych

W celu weryfikacji nośności płatwi dachowych stworzony został model trójwymiarowy obiektu obciążony przez nowoprojektowane urządzenia instalacji fotowoltaicznej oraz obciążenia dotychczas istniejące.

Główne założenia obliczeniowe:

- obciążenia zestawiono oraz porównano z obciążeniami dobranymi podczas wykonywania projektu budowlanego konstrukcji wiaty,
- założenia materiałowe przyjęto zgodnie ze specyfikacją wykonawczą na odpowiednich rysunkach warstwowych / wykonawczych elementów
- przeanalizowano wszystkie elementy dociążone nowoprojektowanymi urządzeniami,
- zweryfikowano SGN (Stan Graniczny Nośności) oraz SGU (Stan Graniczny Użytkowości) oraz ustalono zapasy nośności

Płatew ceowa C120

Analiza archiwalnej dokumentacji konstrukcji:

W celu określenia nośności płatwi dachowych przeanalizowano archiwalną dokumentację wykonawczą konstrukcji. Na jej podstawie dokonano analizy nośności elementów przy uwzględnieniu nowoprojektowanych obciążeń.

Na podstawie dokumentacji stwierdzić można:

- płatew wieloprzęsłowa wolnopodparta na ryglach dachowych,
- płatwie o profilu C120
- stal S235JR

Poniżej przedstawiono obliczenia dla najmocniej wyężonej płatwi dachowej:

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

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

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 29 Platew_29
2.15 m

PUNKT: 2

WSPÓŁRZĘDNA: x = 0.10 L =

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: $149 \text{ SGN}/139 = 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.15 + 3 \cdot 1.15 + 6 \cdot 0.90 + 4 \cdot 1.50$
 $(1+2+3) \cdot 1.15 + 6 \cdot 0.90 + 4 \cdot 1.50$

MATERIAŁ:

S 235 (S 235) $f_y = 215.00 \text{ MPa}$



PARAMETRY PRZESZKROJU: C 120

h=12.0 cm

gM0=1.00

gM1=1.00

b=5.5 cm	Ay=11.12 cm ²	Az=8.54 cm ²	Ax=17.00 cm ²
tw=0.7 cm	Iy=364.00 cm ⁴	Iz=43.20 cm ⁴	Ix=4.15 cm ⁴
tf=0.9 cm	Wply=74.86 cm ³	Wplz=25.16 cm ³	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N _{Ed} = 13.22 kN	My _{Ed} = -6.12 kN*m	Mz _{Ed} = -0.10 kN*m	Vy _{Ed} = -0.10 kN
N _{c,Rd} = 365.50 kN	My _{Ed,max} = -6.29 kN*m	Mz _{Ed,max} = -0.17 kN*m	Vy _{T,Rd} = 137.86 kN
N _{b,Rd} = 365.50 kN	My _{c,Rd} = 16.09 kN*m	Mz _{c,Rd} = 5.41 kN*m	Vz _{Ed} = 1.15 kN
	MN _{y,Rd} = 16.07 kN*m	MN _{z,Rd} = 5.40 kN*m	Vz _{T,Rd} = 105.91 kN
	Mb _{Rd} = 6.49 kN*m		Tt _{Ed} = 0.00 kN*m
			KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

z = 0.00	Mcr = 9.08 kN*m	Krzywa _{LT} - d	XLT = 0.40
L _{cr,low} = 4.30 m	Lam _{LT} = 1.33	fi _{LT} = 1.52	XLT _{mod} = 0.40

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$$k_{yy} = 0.90$$



względem osi z:

$$k_{yz} = 0.54$$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.04 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.38 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{1.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.40 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{xy,Ed}/(\tau_{xy}/(\sqrt{3}) \cdot gM_0) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{xz,Ed}/(\tau_{xz}/(\sqrt{3}) \cdot gM_0) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$$M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.97 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM_1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM_1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM_1) = 0.93 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM_1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM_1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM_1) = 0.65 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

Profil poprawny !!!

Warunki SGN oraz SGU został spełnione. Istnieje możliwość dociążenia istniejących płatwi dachowych.

7.5. Część 5 – analiza rygli stalowych

Założenia obliczeniowe i model obliczeniowy konstrukcji rygli stalowych

W celu weryfikacji nośności rygli stalowych stworzony został trójwymiarowy obiektu obciążony przez nowoprojektowane urządzenia instalacji fotowoltaicznej oraz obciążenia dotychczas istniejące.

Główne założenia obliczeniowe:

- obciążenia zestawiono oraz porównano z obciążeniami dobranymi podczas wykonywania projektu budowlanego konstrukcji wiaty,
- założenia materiałowe przyjęto zgodnie ze specyfikacją wykonawczą na odpowiednich rysunkach warstwowych / wykonawczych elementów
- przeanalizowano wszystkie elementy dociążone nowoprojektowanymi urządzeniami,

- zweryfikowano SGN (Stan Graniczny Nośności) oraz SGU (Stan Graniczny Użytkowości) oraz ustalono zapasy nośności

Rygiel IPE 300

Analiza archiwalnej dokumentacji konstrukcji:

W celu określenia nośności rygli stalowych przeanalizowano archiwalną dokumentację wykonawczą konstrukcji. Na jej podstawie dokonano analizy nośności elementów przy uwzględnieniu nowoprojektowanych obciążeń

Na podstawie dokumentacji stwierdzić można:

- rygle o sztywnych połączeniach ze słupami,
- rygle o profilu IPE300
- stal S235JR

Poniżej przedstawiono obliczenia dla najmocniej wyężonego rygla stalowego:

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

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

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 19 Pręt_1
0.00 m

PUNKT: 1

WSPÓŁRZĘDNA: x = 0.00 L =

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: $149 \text{ SGN}/139 = 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.15 + 3 \cdot 1.15 + 6 \cdot 0.90 + 4 \cdot 1.50$
 $(1+2+3) \cdot 1.15 + 6 \cdot 0.90 + 4 \cdot 1.50$

MATERIAŁ:

S 235 (S 235) $f_y = 215.00 \text{ MPa}$



PARAMETRY PRZEKROJU: IPE 300

h=55.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=15.0 cm	Ay=32.10 cm ²	Az=37.53 cm ²	Ax=86.84 cm ²
tw=0.7 cm	Iy=32803.26 cm ⁴	Iz=905.65 cm ⁴	Ix=29.35 cm ⁴
tf=1.1 cm	Wply=1361.54 cm ³	Wplz=127.04 cm ³	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N _{Ed} = 66.21 kN	My _{Ed} = -228.72 kN*m	Mz _{Ed} = -0.30 kN*m	Vy _{Ed} = -0.22 kN
Nc _{Rd} = 1867.07 kN	My _{pl,Rd} = 292.73 kN*m	Mz _{pl,Rd} = 27.31 kN*m	Vy _{T,Rd} = 397.82 kN
Nb _{Rd} = 1443.40 kN	My _{c,Rd} = 292.73 kN*m	Mz _{c,Rd} = 27.31 kN*m	Vz _{Ed} = 63.26 kN
	MN _{y,Rd} = 292.36 kN*m	MN _{z,Rd} = 27.28 kN*m	Vz _{T,Rd} = 465.37 kN
	Mb _{Rd} = 247.79 kN*m		Tt _{Ed} = 0.01 kN*m
			KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

z = 1.00	Mcr = 780.70 kN*m	Krzywa _{LT} - d	XLT = 0.83
Lcr _{low} = 1.96 m	Lam _{LT} = 0.61	fi _{LT} = 0.72	XLT _{mod} = 0.85

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 9.80 \text{ m}$ $\lambda_{m_y} = 0.72$
 $L_{cr,y} = 9.80 \text{ m}$ $X_y = 0.77$
 $\lambda_{my} = 70.56$ $k_{zy} = 1.00$



względem osi z:

$L_z = 9.80 \text{ m}$ $\lambda_{m_z} = 0.59$
 $L_{cr,z} = 1.96 \text{ m}$ $X_z = 0.79$
 $\lambda_{mz} = 58.13$ $k_{zz} = 0.92$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.04 < 1.00$ (6.2.4.(1))
 $M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.78 < 1.00$ (6.2.9.1.(2))
 $M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.01 < 1.00$ (6.2.9.1.(2))
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.62 < 1.00$ (6.2.9.1.(6))
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00$ (6.2.6-7)
 $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.14 < 1.00$ (6.2.6-7)
 $\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00$ (6.2.6)
 $\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00$ (6.2.6)

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$\lambda_{bda,y} = 70.56 < \lambda_{bda,max} = 210.00$ $\lambda_{bda,z} = 58.13 < \lambda_{bda,max} = 210.00$ STABILNY
 $M_{y,Ed}/M_{b,Rd} = 0.92 < 1.00$ (6.3.2.1.(1))
 $N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.90 < 1.00$ (6.3.3.(4))
 $N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.97 < 1.00$ (6.3.3.(4))

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):

$u_y = 0.0 \text{ cm} < u_{y,max} = L/200.00 = 4.9 \text{ cm}$ Zweryfikowano
Decydujący przypadek obciążenia: 213 SGU:CHR/19=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 6*0.60 + 4*1.00
(1+2+3+4)*1.00+6*0.60

$u_z = 1.9 \text{ cm} < u_{z,max} = L/200.00 = 4.9 \text{ cm}$ Zweryfikowano
Decydujący przypadek obciążenia: 205 SGU:CHR/11=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 9*1.00 (1+2+3+9)*1.00



Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY): Nie analizowano

Profil poprawny !!!

Rygiel spełnia warunki SGN i SGU przy działaniu obciążeń istniejących oraz nowoprojektowanych wywołanych projektowaną instalacją fotowoltaiczną.

7.6. Część 6 – analiza słupów stalowych

Założenia obliczeniowe i model obliczeniowy konstrukcji rygli stalowych

W celu weryfikacji nośności słupów stalowych stworzony został trójwymiarowy obiektu obciążony przez nowoprojektowane urządzenia instalacji fotowoltaicznej oraz obciążenia dotychczas istniejące.

Główne założenia obliczeniowe:

- obciążenia zestawiono oraz porównano z obciążeniami dobranymi podczas wykonywania projektu budowlanego konstrukcji wiaty,
- założenia materiałowe przyjęto zgodnie ze specyfikacją wykonawczą na odpowiednich rysunkach warstwowych / wykonawczych elementów
- przeanalizowano wszystkie elementy dociążone nowoprojektowanymi urządzeniami,
- zweryfikowano SGN (Stan Graniczny Nośności) oraz SGU (Stan Graniczny Użytkowości) oraz ustalono zapasy nośności

Analiza archiwalnej dokumentacji konstrukcji:

W celu określenia nośności słupów stalowych przeanalizowano archiwalną dokumentację wykonawczą konstrukcji. Na jej podstawie dokonano analizy nośności elementów przy uwzględnieniu nowoprojektowanych obciążeń

Na podstawie dokumentacji stwierdzić można:

- słupy o przegubowych połączeniach z fundamentem,
- słupy o profilu IPE300
- stal S235JR

Poniżej przedstawiono obliczenia dla najmocniej wyężonego słupa stalowego:

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

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

TYP ANALIZY: *Weryfikacja prętów*

GRUPA:

PRĘT: 14 Pręt_1
4.40 m

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 1.00 L =$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: $149 \text{ SGN}/139 = 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.15 + 3 \cdot 1.15 + 6 \cdot 0.90 + 4 \cdot 1.50$
 $(1+2+3) \cdot 1.15 + 6 \cdot 0.90 + 4 \cdot 1.50$

MATERIAŁ:

S 235 (S 235) $f_y = 215.00 \text{ MPa}$

**PARAMETRY PRZEKROJU: IPE 300**

$h = 55.0 \text{ cm}$	$gM0 = 1.00$	$gM1 = 1.00$	
$b = 15.0 \text{ cm}$	$A_y = 32.10 \text{ cm}^2$	$A_z = 37.53 \text{ cm}^2$	$A_x = 86.84 \text{ cm}^2$
$t_w = 0.7 \text{ cm}$	$I_y = 32803.26 \text{ cm}^4$	$I_z = 905.65 \text{ cm}^4$	$I_x = 29.35 \text{ cm}^4$
$t_f = 1.1 \text{ cm}$	$W_{ply} = 1361.54 \text{ cm}^3$	$W_{plz} = 127.04 \text{ cm}^3$	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = 82.50 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = 237.59 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,Ed} = 0.05 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,Ed} = -0.33 \text{ kN}$
$N_{c,Rd} = 1867.07 \text{ kN}$	$M_{y,pl,Rd} = 292.73 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,pl,Rd} = 27.31 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,T,Rd} = 397.30 \text{ kN}$
$N_{b,Rd} = 1743.32 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 292.73 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,c,Rd} = 27.31 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,Ed} = 53.95 \text{ kN}$
	$M_{N,y,Rd} = 292.16 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{N,z,Rd} = 27.26 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,T,Rd} = 464.97 \text{ kN}$
	$M_{b,Rd} = 292.73 \text{ kN}\cdot\text{m}$		$T_{t,Ed} = -0.02 \text{ kN}\cdot\text{m}$
			KLASA PRZEKROJU = 1

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

$z = 0.00$	$M_{cr} = 1675.21 \text{ kN}\cdot\text{m}$	Krzywa,LT - d	$X_{LT} = 0.98$
$L_{cr,upp} = 1.10 \text{ m}$	$\lambda_{m,LT} = 0.42$	$\phi_{i,LT} = 0.57$	$X_{LT,mod} = 1.00$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

względem osi y:

$L_y = 4.40 \text{ m}$	$\lambda_{m,y} = 0.36$
$L_{cr,y} = 5.32 \text{ m}$	$X_y = 0.94$
$\lambda_{my} = 35.21$	$k_{zy} = 0.93$



względem osi z:

$L_z = 4.40 \text{ m}$	$\lambda_{m,z} = 0.33$
$L_{cr,z} = 1.10 \text{ m}$	$X_z = 0.93$
$\lambda_{mz} = 32.41$	$k_{zz} = 0.90$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.04 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.81 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.66 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.12 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{xy,Ed}/(\sigma_{yk}/\sqrt{3} \cdot g_{M0}) = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{xz,Ed}/(\sigma_{yk}/\sqrt{3} \cdot g_{M0}) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$$\lambda_{y} = 35.21 < \lambda_{y,max} = 210.00 \quad \lambda_{z} = 32.41 < \lambda_{z,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$M_{y,Ed}/M_{b,Rd} = 0.81 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.78 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.80 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia (UKŁAD LOKALNY): Nie analizowano



Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):

$$v_x = 2.8 \text{ cm} < v_{x,max} = L/150.00 = 2.9 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

$$\text{Decydujący przypadek obciążenia: } 205 \text{ SGU: CHR/11} = 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 3 \cdot 1.00 + 9 \cdot 1.00 \cdot (1+2+3+9) \cdot 1.00$$

$$v_y = 0.0 \text{ cm} < v_{y,max} = L/150.00 = 2.9 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

$$\text{Decydujący przypadek obciążenia: } 213 \text{ SGU: CHR/19} = 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 3 \cdot 1.00 + 6 \cdot 0.60 + 4 \cdot 1.00 \cdot (1+2+3+4) \cdot 1.00 + 6 \cdot 0.60$$

Profil poprawny !!!

Słup spełnia warunki SGN i SGU przy działaniu obciążeń istniejących oraz nowoprojektowanych wywołanych urządzeniami instalacji fotowoltaicznej.

7.7. Część 7 – Weryfikacja fundamentów

W celu weryfikacji posadowienia wiaty pod działaniem nowoprojektowanych urządzeń instalacji fotowoltaicznej przeprowadzono analizę nośności podłoża pod działaniem obciążenia pionowego. Nie przeprowadzono obliczeń odrywania oraz poślizgu fundamentów ze względu na to, że analizy te zostały przeprowadzone w dokumentacji archiwalnej projektu budowlanego.

W celu weryfikacji przyjęto posadowienie na warstwie gliny pylastej, plastycznej o stopniu plastyczności $IL = 0,30$. Zgodnie z literaturą fachową Z. Wiłun « Zarys geotechniki » przyjęto maksymalne dopuszczalne naprężenia pod fundamentem równe 150kPa

Siła osiowa maksymalna działająca na fundament:

	FZ (kN)
MAX	87,63
Węzeł	26
Przypadek	149
MIN	-41,62
Węzeł	69
Przypadek	8

Wymiary fundamentu zgodnie z dokumentacją archiwalną równe: 1,00m x 1,40m

$$\sigma_{max} = \frac{N}{A} + \rho_{fund} = \frac{87,63kN}{1,00m * 1,40m} + 0,80m * \frac{25,00kN}{m^3} = 82,60kPa$$

Warunek na nośność pionową podłoża gruntowego został spełniony.

8. Podsumowanie i wnioski końcowe

Na podstawie przeprowadzonej ekspertyzy oraz po wykonaniu obliczeń statyczno – wytrzymałościowych z uwzględnieniem projektowanych prac związanych z montażem nowoprojektowanej instalacji fotowoltaicznej na istniejącej wiacie stalowej przy Odolanowskim Zakładzie Komunalnym w Raczycach, stwierdza się, że:

- 1) Przeprowadzona analiza wykazała, że nośność elementów głównej konstrukcji: płatwi, rygli i słupów stalowych pod działaniem obciążeń stałych, technologicznych, klimatycznych i nowoprojektowanej instalacji fotowoltaicznej została zapewniona. Dopuszcza się zamontowanie nowoprojektowanej instalacji fotowoltaicznej na południowej połaci istniejącej konstrukcji wiaty.
- 2) Montaż instalacji fotowoltaicznej wykonać zgodnie z zaleceniami producenta systemu.
- 3) Podpory montażowe zapewniające oparcie systemu powinny być wykonane na tyle gęsto aby możliwie jak najbardziej „rozproszyć” obciążenie na całej połaci dachowej.
- 4) Nie dopuszcza się zastosowania systemu balastowego montażu podkonstrukcji.

Zaznacza się, że zalecenia i wnioski ekspertyzy były przeprowadzone wyłącznie pod kątem prac związanych z możliwością montażu nowoprojektowanej instalacji fotowoltaicznej na istniejącej konstrukcji wiaty przy Odolanowskim Zakładzie Komunalnym w Raczycach.

Opracował:

mgr inż. Robert Welenc