

EKSPERTYZA TECHNICZNA OKREŚLAJĄCA NOŚNOŚĆ KONSTRUKCJI DACHU ORAZ MOŻLIWOŚĆ MONTAŻU INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ NA DACHU PAWILONU 8A

OBIEKT: MIĘDZYNARODOWE TARGI POZNAŃSKIE
PAWILON NR 8A

ZAMAWIAJĄCY: MIĘDZYNARODOWE TARGI POZNAŃSKIE SP. Z O.O.
ul. Głogowska 14
60-734 Poznań

WYKONAWCA: EKSPERTIS Sp. z o. o. Sp. k.
ul. Nieszawska 1
61-021 Poznań

Opracowali:

dr inż. Paweł Szymański

rzecznawca budowlany nr RZE/X/0022/14
w spec. konstrukcyjno-budowlanej w zakresie
konstrukcji monolitycznych i murowych
upr. nr WKP/0031/OWOK/12
do kierowania robotami budowlanymi
bez ograniczeń w spec. konstrukcyjno-budowlanej

dr inż. Michał Pikos

upr. bud. nr ewid. WKP/0051/PWOK/14
do projektowania i kierowania robotami
budowlanymi bez ograniczeń
w spec. konstrukcyjno-budowlanej

mgr inż. Piotr Antecki

upr. bud. nr ewid. WKP/0212/POOK/14
do projektowania bez ograniczeń
w spec. konstrukcyjno-budowlanej

mgr inż. Michał Nackoski

SPIS ZAWARTOŚCI OPRACOWANIA

1. WSTĘP	4
1.1. PODSTAWA OPRACOWANIA	4
1.2. PRZEDMIOT OPRACOWANIA.....	4
1.3. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA	4
1.4. MATERIAŁY WYJŚCIOWE	4
1.5. WIZJE LOKALNE Z ODKRYWKAMI I POMIARAMI.....	5
1.6. OBOWIĄZUJĄCE NORMY	5
1.7. OPROGRAMOWANIE	5
2. OGÓLNY OPIS BUDYNKU	6
3. ZAŁOŻENIA DO ROZMIESZCZENIA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ NA DACHU PAWILONU 8A	8
4. PAWILON 8A – BUDYNEK GŁÓWNY	9
4.1. WSTĘP	9
4.2. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ.....	9
4.2.1. OBCIĄŻENIA STAŁE.....	9
4.2.2. OBCIĄŻENIA UŻYTKOWE.....	9
4.2.3. OBCIĄŻENIA OD URZĄDZEŃ	10
4.2.4. OBCIĄŻENIA OD INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ	10
4.2.5. OBCIĄŻENIE DACHU ŚNIEGIEM	10
4.2.6. OBCIĄŻENIE DACHU WIATREM	12
4.2.7. OBCIĄŻENIE ŚCIAN WIATREM.....	13
4.3. MODELE OBLICZENIOWE.....	16
4.3.1. MODEL 1 – UKŁAD W OSI 8A.G.....	16
4.3.2. MODEL 2 – UKŁAD W OSI 8A.C.....	22
4.3.3. MODEL 3 – UKŁAD W OSI 8A.B.....	29
4.4. PODSTAWOWE WYNIKI OBLICZEŃ DLA MODELU 1 – UKŁAD W OSIACH 8A.G	35
4.5. PODSTAWOWE WYNIKI OBLICZEŃ DLA MODELU 2 – UKŁAD W OSIACH 8A.C	39
4.6. PODSTAWOWE WYNIKI OBLICZEŃ DLA MODELU 3 – UKŁAD W OSIACH 8A.B	43
4.7. PODSTAWOWE WYNIKI WĘZŁÓW I STYKÓW MONTAŻOWYCH	47
4.7.1. STYK MONTAŻOWY RYGLA GŁÓWNEGO (I 1800x400x14x10)	47
4.7.2. STYK MONTAŻOWY WSPORNIKA (I 800x300x16x8)	49
4.7.3. NAROŻE RAMY W OSIACH 8A.1 (ZE WSPORNIKIEM)	51
4.7.4. NAROŻE RAMY W OSIACH 8A.1 (ZE WSPORNIKIEM)	53
4.8. PODSTAWOWE WYNIKI OBLICZEŃ DLA BLACHY TRAPEZOWEJ	55
4.9. WNIOSKI.....	57
5. PAWILON 8A – BLOK ŻELBETOWY	58

5.1. WSTĘP	58
5.2. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ.....	58
5.2.1. OBCIĄŻENIA STAŁE.....	58
5.2.2. OBCIĄŻENIA OD INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ	59
5.2.3. OBCIĄŻENIA OD TURBIN WIATROWYCH.....	59
5.3. MODEL OBLICZENIOWY.....	60
5.4. PODSTAWOWE WYNIKI OBLICZEŃ	62
5.5. WNIOSKI.....	65
6. PAWILON 8A – DACH NAD ANTRESOLĄ.....	66
6.1. WSTĘP	66
6.2. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ.....	66
6.2.1. OBCIĄŻENIA STAŁE.....	66
6.2.2. OBCIĄŻENIA UŻYTKOWE.....	66
6.2.3. OBCIĄŻENIA OD INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ	66
6.2.4. OBCIĄŻENIE DACHU ŚNIEGIEM	67
6.3. MODELE OBLICZENIOWE.....	68
6.3.1. MODEL 21 – RYGIEL IPE 400 (POZ. 3.1).....	69
6.3.2. MODEL 22 – RYGIEL HEA 160 (POZ. 3.11).....	72
6.4. PODSTAWOWE WYNIKI OBLICZEŃ DLA MODELU 21 – RYGIEL IPE 400 (POZ. 3.1).....	77
6.5. PODSTAWOWE WYNIKI OBLICZEŃ DLA MODELU 22 – RYGIEL HEA 160 (POZ. 3.11)	79
6.6. PODSTAWOWE WYNIKI OBLICZEŃ DLA BLACHY TRAPEZOWEJ	81
6.7. WNIOSKI.....	81
7. WNIOSKI	82
SPIS RYSUNKÓW.....	83
SPIS TABEL.....	85
ZAŁĄCZNIKI	86

1. WSTĘP

1.1. PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawą niniejszego opracowania jest zamówienie nr 116805 z dnia 19 sierpnia 2022 r.

Zamawiający: *MIĘDZYNARODOWE TARGI POZNAŃSKIE sp. z o.o.*

ul. Głogowska 14, 60-734 Poznań

Wykonawca: *EKSPERTIS Sp. z o.o. Sp. k.,*

ul. Nieszawska 1, 61-021 Poznań

1.2. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest ekspertyza techniczna konstrukcji dachu Pawilonu 8A zlokalizowanego na terenie Międzynarodowych Targów Poznańskich.

1.3. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Celem opracowania jest określenie nośności konstrukcji dachu w celu oceny możliwości montażu instalacji fotowoltaicznej w obszarach określonych przez Zamawiającego.

Zakres opracowania obejmuje:

- Wizję lokalną na obiekcie;
- Analizę archiwalnych dokumentacji projektowych;
- Wykonanie niezbędnych pomiarów na obiekcie;
- Wykonanie analizy nośności elementów konstrukcji budynku pod kątem możliwości montażu instalacji fotowoltaicznej;
- Opracowanie wyników analiz z wnioskami i zaleceniami.

1.4. MATERIAŁY WYJŚCIOWE

- [1] **PROJEKT BUDOWLANY KONSTRUKCJI – PRZEBUDOWA I ROZBUDOWA PAWILONU 8A WRAZ Z ŁĄCZNIKIEM NADZIEMNYM DO PAWILONY 15;** *ul. Głogowska 14, 60-734 Poznań;* Opracowany przez Archikwadrat spółka z o.o. ul. Morawskiego 1, Poznań 60-239, czerwiec 2013
- [2] **PROJEKT POWYKONAWCZY KONSTRUKCJI – PRZEBUDOWA I ROZBUDOWA PAWILONU 8A WRAZ Z ŁĄCZNIKIEM NADZIEMNYM DO PAWILONY 15;** *ul. Głogowska 14, 60-734 Poznań;* Opracowany przez INTORO spółka z o.o. ul. Wojska Polskiego 45/2, Poznań 60-624, czerwiec / lipiec 2013
- [3] **PROJEKT POWYKONAWCZY - ARCHITEKTURA – BUDOWA PAWILONU 8A WRAZ Z ŁĄCZNIKIEM MIĘDZY PAWILONAMI 8 I 8A W ZESPOLE BUDYNKÓW 7, 7A, 8 I 8A ORAZ KŁADKĄ ZEWNĘTRZNĄ DO PAWILONU 15;** *ul. Głogowska 14, 60-734 Poznań.* Opracowany przez Archikwadrat spółka z o.o. ul. Morawskiego 1, Poznań 60-239, luty 2013
- [4] **PROJEKT POWYKONAWCZY – BRANŻA SANITARNA – PRZEBUDOWA I ROZBUDOWA PAWILONU 8A WRAZ Z ŁĄCZNIKIEM NADZIEMNYM DO PAWILONY 15;** *ul. Głogowska 14, 60-734 Poznań;* Opracowany przez Archikwadrat spółka z o.o. ul. Morawskiego 1, Poznań 60-239, wrzesień 2013
- [5] **WYTYCZNE DO ROZMIESZCZENIA PANELI FOTOWOLTAICZNYCH –** przekazane przez Zleceniodawcę w formie elektronicznej.

1.5. WIZJE LOKALNE Z ODKRYWKAMI I POMIARAMI

[W1] Wizja lokalna z określeniem warstw dachowych z dnia 30 września 2022 r.

1.6. OBOWIĄZUJĄCE NORMY

W szczególności:

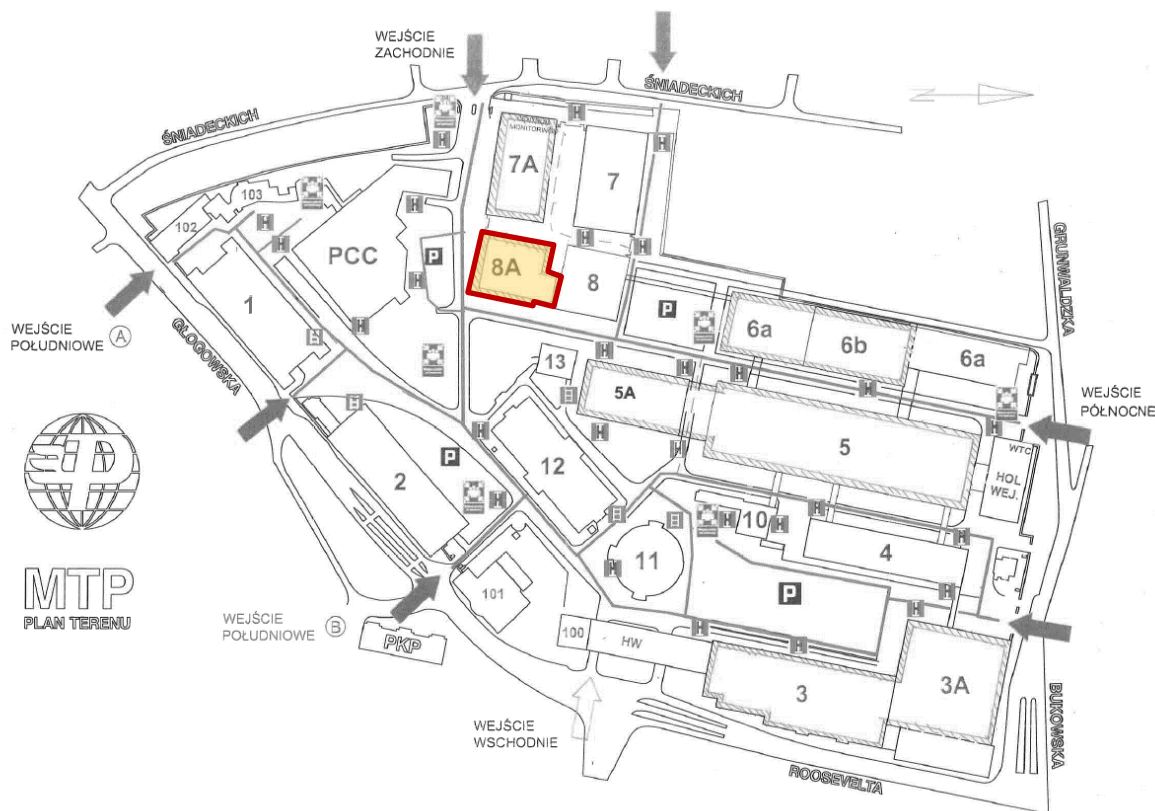
- [N1] **PN-EN 1990**; Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji.
- [N2] **PN-EN 1991-1-1**; Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje; Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.
- [N3] **PN-EN 1991-1-2**; Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje; Część 1-2: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania na konstrukcje w warunkach pożaru.
- [N4] **PN-EN 1991-1-3**; Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje; Część 1-3: Oddziaływania ogólne. Obciążenie śniegiem.
- [N5] **PN-EN 1991-1-4**; Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje; Część 1-4: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatrem
- [N6] **PN-EN 1992-1-1**; Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu; Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- [N7] **PN-EN 1993-1-1**; Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych; Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- [N8] **PN-EN 1993-1-5**; Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych; Część 1-5: Blachownice.
- [N9] **PN-EN 1993-1-8**; Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych; Część 1-8: Projektowanie węzłów.

1.7. OPROGRAMOWANIE

- [S1] **Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2022** firmy Autodesk
- [S2] **RM-WIN WERSJA 11** firmy Cadsis
- [S3] **IDEA StatiCa** firmy Idea StatiCa
- [S4] **BP6** – Program do obliczania nośności blach trapezowych Wersja 6.6.2

2. OGÓLNY OPIS BUDYNKU

Pawilon 8A zlokalizowany jest na terenie Międzynarodowych Targów Poznańskich przy ul. Głogowskiej 14. Pawilon wchodzi w skład kompleksu czterech pawilonów (7, 7A, 8, 8A) zwanego potocznie „czteropakiem”. Budynek został zrealizowany w latach 2013-2014 w miejscu wyburzonego Pawilonu 8.

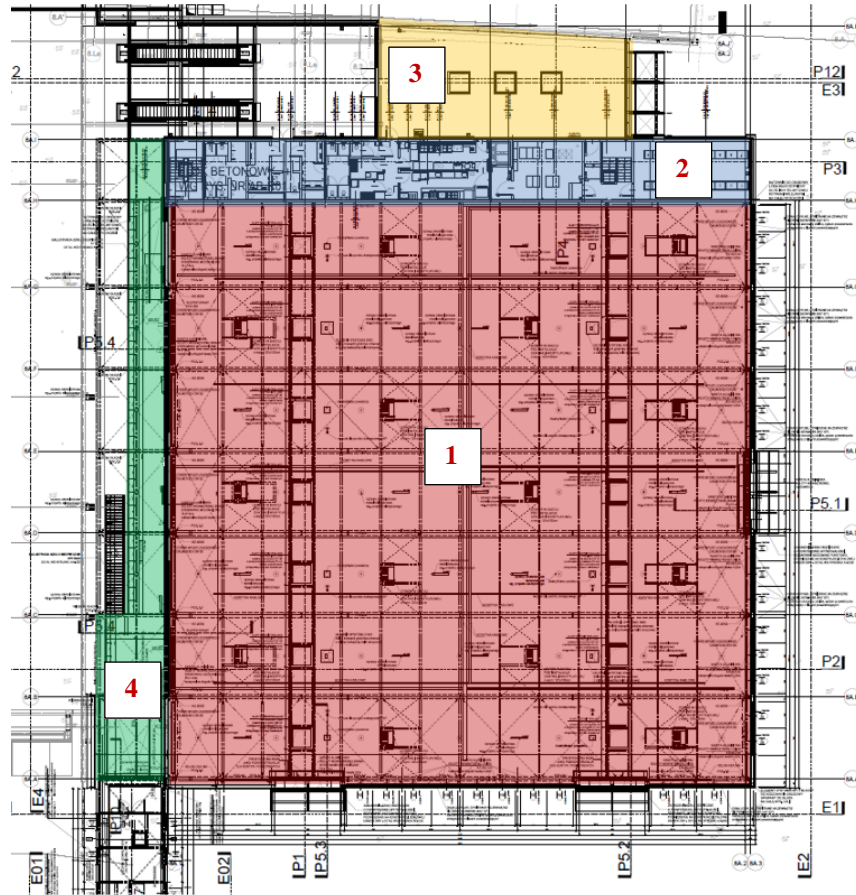


Rys. 1 Lokalizacja Pawilonu 8A

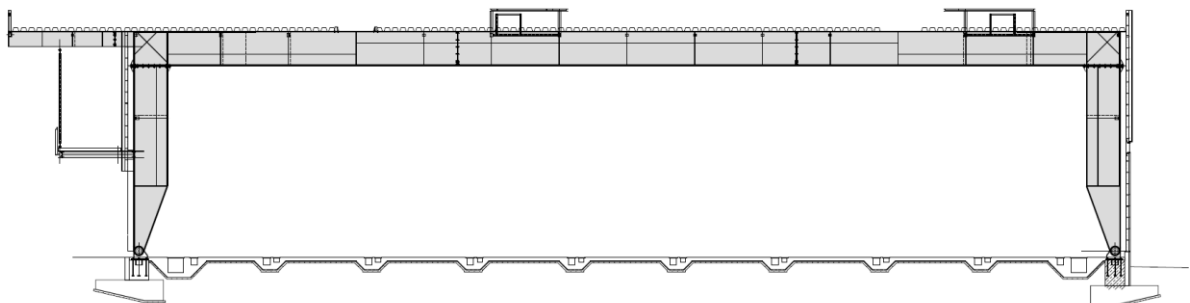
W skład Pawilonu 8A wchodzi 4 obiekty:

- Budynek główny (1) – zrealizowany w formie jednonawowej hali o konstrukcji stalowej. Główne układy nośne stanowią portalowe ramy stalowe o rozpiętości osiowej 51.88 m, w rozstawach od 7.450 do 7.885 m ($6 \times 7.45 + 7.885 = 52.585$ m). Rygiel dachowy płaski, z dwuteowych profili blachownicowych sztywno połączony z słupami. Słupy ram przegubowo połączone z fundamentami. Wysokość ram stalowych 12.00 m, wysokość hali do poziomu attyki 13.27 m. Sztywność przestrzenną zapewnia układ poziomych stężeń dachowych i pionowych między słupami. Spadki dachu realizowane w warstwach izolacyjnych.
- Blok żelbetowych (2) – zlokalizowany od strony północnej hali, trzykondygnacyjny, podpiwniczony budynek pomocniczy i techniczny wykonany w konstrukcji żelbetowej, monolitycznej. Szerokość budynku 5.50 m, długość 51.88 m, wysokość konstrukcji 12.50 m, wysokość do poziomu attyki 13.27 m.
- Antresola z zadaszeniem stalowym (3) – zlokalizowana od strony północnej, między Blokiem Żelbetowym, a istniejącym Pawilonem 8.

- Kładka komunikacyjjna (4) – zlokalizowana wzdłuż Pawilonu 8A od strony zachodniej. Wykonana w konstrukcji stalowej z jednej strony podwieszona do dźwigarów dachowych z drugiej do słupów stalowych w osi 8A.1 Pawilonu 8A. Strop kładki wykonany w formie płyty żelbetowej o grubości 14 cm.



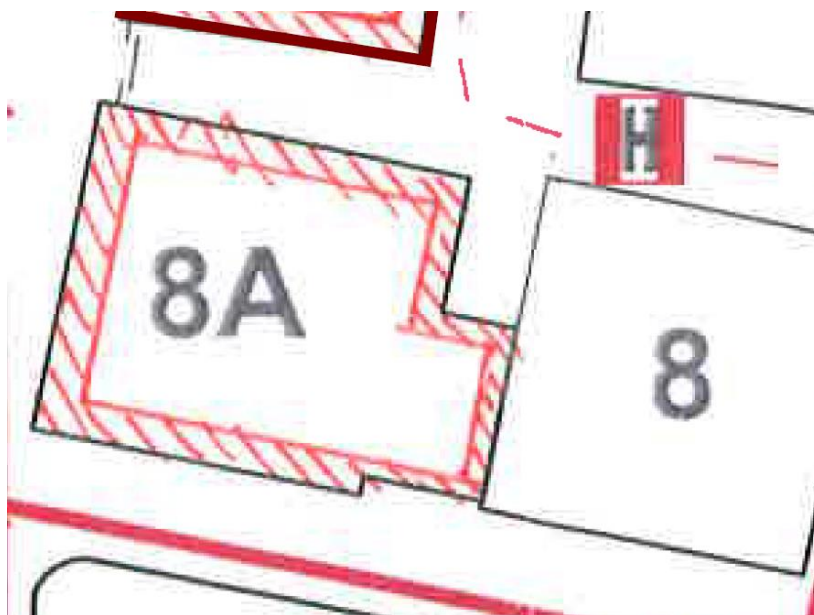
Rys. 2 Rzut Pawilonu 8A z podziałem na obiekty (1-Budynek Główny, 2-Blok Żelbetowy, 3-Antresola, 4-Kładka komunikacyjjna)



Rys. 3 Rzut Pawilonu 8A – widok stalowej ramy głównej

3. ZAŁOŻENIA DO ROZMIESZCZENIA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ NA DACHU PAWILONU 8A

Zgodnie z wytycznymi [5] przekazanymi przez Zleceniodawcę panele fotowoltaiczne planuje się rozmieścić w pasmach o szerokości 2-3 wzdłuż elewacji budynków. Poglądowe oznaczenie lokalizacji pasm przedstawiono na szkicu poniżej.



Rys. 4 Wytyczne rozmieszczenia paneli fotowoltaicznych dla Pawilonu 8A [5]

4. PAWILON 8A – BUDYNEK GŁÓWNY

4.1. WSTĘP

Konstrukcja stalowa Budynku Głównego Pawilonu 8A została zaprojektowana wg zestawu norm PN-B. Analizę nośności konstrukcji z uwzględnieniem dodatkowych obciążeń od instalacji fotowoltaicznej przeprowadzono zgodnie z wymogami obowiązującego zestawu norm PN-EN. Komplet wyników obliczeń znajduje się w archiwum firmy Ekspertis.

4.2. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

4.2.1. OBCIĄŻENIA STAŁE

Obciążenia stałe dla dachu przyjęto zgodnie z wytycznymi dokumentacji powykonawczej [3] dla układu warstw D01. Wykonane w trakcie wizji lokalnej kontrolne przewierty potwierdziły układ warstw.

D01	ICOPAL	PAPA TERMOZGRZEWAŁNA WIERZCHNIEGO KRYCIA - NRO	0,5cm
		PAPA TERMOZGRZEWAŁNA PODKŁADOWA - NRO	0,5cm
		STYROPIAN EPS 100/038 SPADKOWY Z WARSTWĄ WIERZCHNIĄ PAPY	12-32cm
	R15	WEŁNA MINERALNA TWARDA NP. MONROCK FIRMY ROCKWOOL	8cm
		PAROIZOLACJA - FOLIA PE	0,3mm
		BLACHA TRAPEZOWA	16cm
	R30	GŁÓWNA KONSTRUKCJA STALOWA - R30	wg konstr.

Rys. 5 Układ warstw dachu D01 dla Budynku Głównego Pawilonu 8A wg dokumentacji powykonawczej [3]

Tab. 1 Zestawienie obciążeń stałych dla dachu Budynku Głównego Pawilonu 8A

L.P	Pozycja	Wartość charakterystyczna kN/m ²	γ_f	Wartość obliczeniowa kN/m ²
Obciążenia stałe (D01)				
1	2x Papa termozgrzewalna	0,14	1,35	0,19
2	Styropian (12-47 cm / średnio 30 cm)	0,14	1,35	0,18
3	Wełna mineralna twarda 8 cm	0,13	1,35	0,17
4	Paroizolacja - Folia PE	0,01	1,35	0,01
SUMA STAŁE		0,41	1,35	0,56
5	Blacha trapezowa T160x1.25	0,20	1,35	0,26
SUMA BLACHA		0,20	1,35	0,26
RAZEM STAŁE		0,61	1,35	0,82

4.2.2. OBCIĄŻENIA UŻYTKOWE

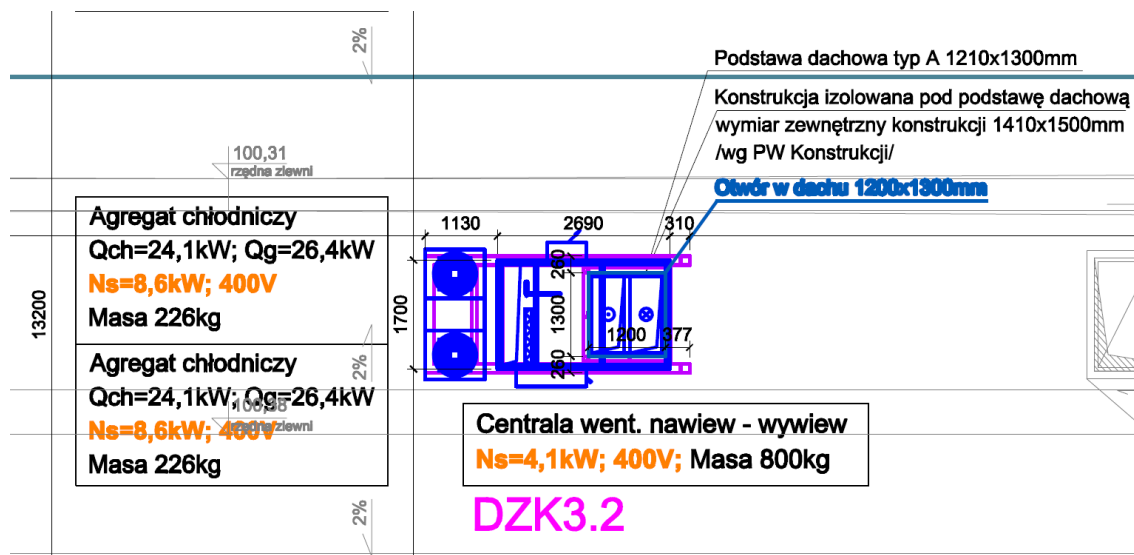
Obciążenia użytkowe podwieszane do dachu przyjęto w oparciu o wytyczne z dokumentacji [1] – 0.15 kN/m²

Obciążenie zmienne: U, podwieszenie	obc char kN/m ²	współcz. obciążenia	obc.obl kN/m ²
Obciążenie użytkowe 15 kg/m ²	0.15	1.40	0.21

Rys. 6 Obciążenia użytkowe podwieszane do dachu wg dokumentacji [1]

4.2.3. OBCIĄŻENIA OD URZĄDZEŃ

Lokalizacje i wartości obciążenia od urządzeń przyjęto wg wytycznych z rysunku W07 z dokumentacji [4].



Rys. 7 Fragment rysunku W07 z dokumentacji [4] z masami urządzeń na dachu budynku

4.2.4. OBCIĄŻENIA OD INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Na potrzeby analiz przyjęto maksymalny ciężar paneli fotowoltaicznych z podkonstrukcją o wartości 50 kg/m^2 (0.50 kN/m^2).

4.2.5. OBCIĄŻENIE DACHU ŚNIEGIEM

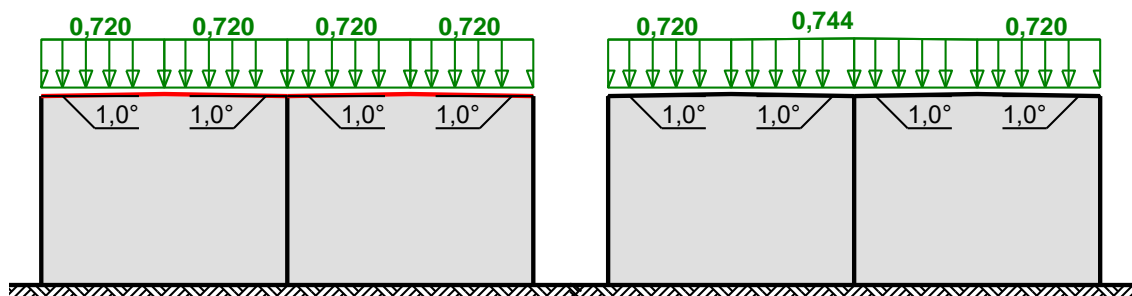
- Obciążenie podstawowe

Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 / Dachy wielopołaciowe (p.5.3.4)

przypadek (i)

przypadek (ii)

s [kN/m²]



Rys. 8 Obciążenie dachu śniegiem – schemat obciążenia podstawowego

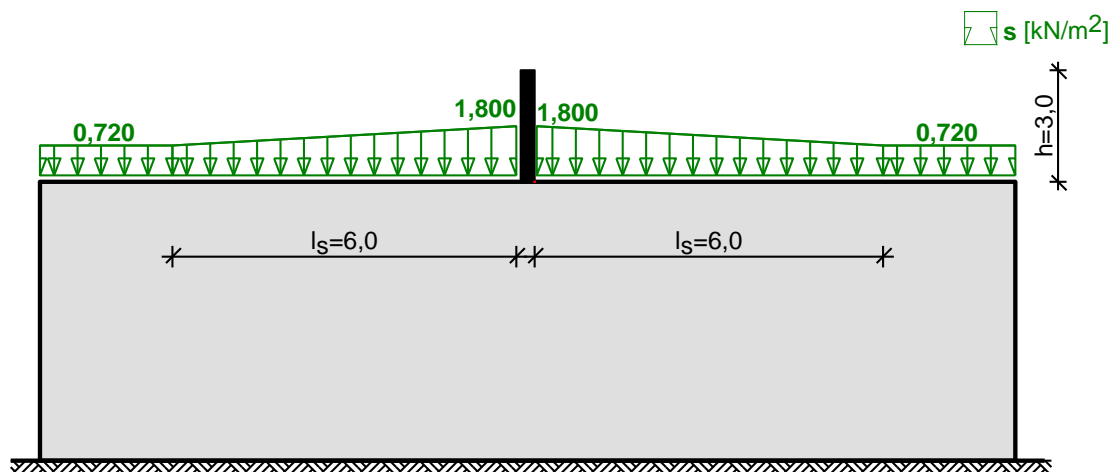
- Dach wielopołaciowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu (wg Załącznika krajowego NA):
 - strefa obciążenia śniegiem 2 $\rightarrow s_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$
- Warunki lokalizacyjne: normalne, przypadek A (brak wyjątkowych opadów i brak wyjątkowych zamieci)
- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa
- Współczynnik ekspozycji:
 - teren normalny $\rightarrow C_e = 1,0$
- Współczynnik termiczny $\rightarrow C_t = 1,0$
- Współczynnik kształtu dachu:
 - nachylenie połaci $\alpha = 1,0^\circ$
 - $\mu_1 = 0,8$

Obciążenie charakterystyczne:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,900 = \mathbf{0,720 \text{ kN/m}^2}$$

- **Worki śnieżne przy atykach i urządzeniach**

Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 / Zaspy przy wystęпах i przeszkodach (p.6.2).



Rys. 9 Obciążenie dachu śniegiem – schemat obciążenia przy atykach i urządzeniach

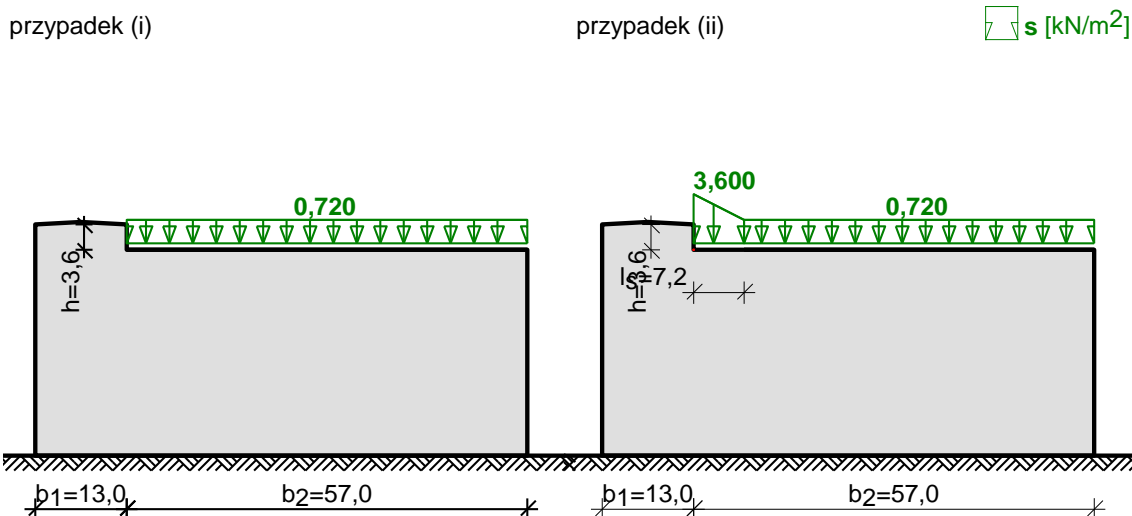
- Zaspy przy wystęпах i przeszkodach, $h = 3,0 \text{ m}$
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu (wg Załącznika krajowego NA):
 - strefa obciążenia śniegiem 2 $\rightarrow s_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$
- Długość zaspy:
 - $l_s = 2 \cdot h = 2 \cdot 3,0 = 6,0 \text{ m}$
- Współczynnik kształtu dachu:
 - $\mu_2 = \gamma \cdot h / s_k = 2 \cdot 3,0 / 0,900 = 6,667 > 2,0 \rightarrow \mu_2 = 2,0$

Obciążenie charakterystyczne:

$$s = \mu_2 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 2,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,900 = \mathbf{1,800 \text{ kN/m}^2}$$

• **Worki śnieżne przy przylegających wyższych budynkach**

Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 / Dachy bliskie i przylegające do wyższych budowli (p.5.3.6)



Rys. 10 Obciążenie dachu śniegiem – schemat obciążenia przy przylegających wyższych budynkach

- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu (wg Załącznika krajowego NA):

- strefa obciążenia śniegiem 2 → $s_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$

- Długość zasy: $l_s = 2 \cdot h = 2 \cdot 3,6 = 7,2 \text{ m}$

- Współczynniki kształtu dachu:

$\mu_s = 0$

$\mu_w = 4,0$

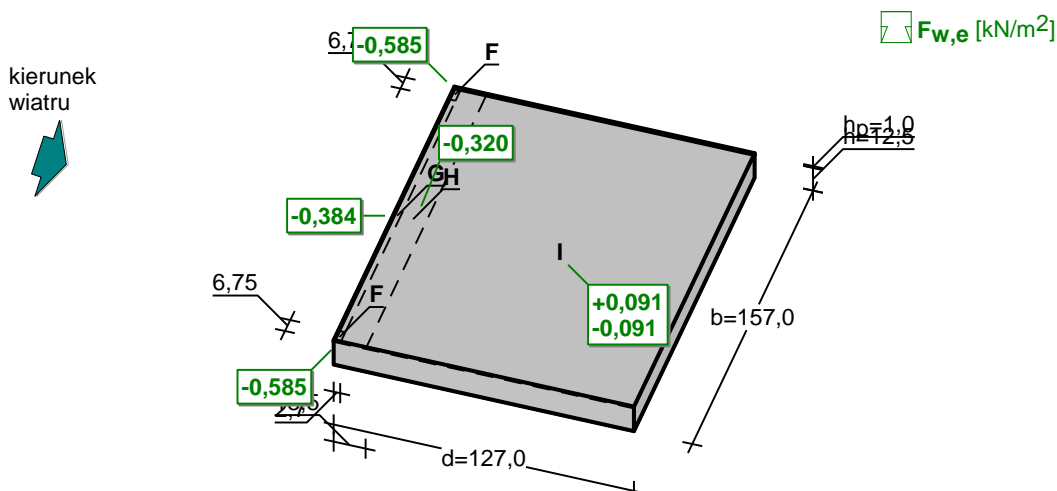
$\mu_{t2} = \mu_s + \mu_w = 0 + 4,000 = 4,000$

Obciążenie charakterystyczne:

$s = \mu_{t2} \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 4,000 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,900 = 3,600 \text{ kN/m}^2$

4.2.6. OBCIĄŻENIE DACHU WIATREM

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Dachy płaskie (p.7.2.3)



Rys. 11 Obciążenie dachu wiatrem – wartości charakterystyczne obciążenia

- Dach o wymiarach: $d = 127,0$ m, $b = 157,0$ m, $h = 12,5$ m
- Dach płaski, kąt nachylenia połaci $-5^\circ < \alpha < 5^\circ$, z atyką o wysokości $h_p = 1,0$ m
- Wymiar $e = \min(b, 2 \cdot h) = 25,0$ m
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru (wg Załącznika krajowego NA):
 - strefa obciążenia wiatrem 1; $A = 80$ m n.p.m. $\rightarrow v_{b,0} = 22$ m/s
- Współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00$ m/s
- Wysokość odniesienia: $z_e = h + h_p - h_{dis} = 12,50$ m
- Kategoria terenu IV \rightarrow współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = 0,6 \cdot (12,5/10)^{0,24} = 0,63$ (wg Załącznika krajowego NA.6)
- Współczynnik rzeźby terenu (orografii): $c_o(z_e) = 1,00$
- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 13,93$ m/s
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = 0,396$
- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25$ kg/m³
- Wartość szczytowa ciśnienia prędkości:
 $q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 457,1$ Pa = 0,457 kPa
- Współczynnik konstrukcyjny: $c_s c_d = 1,000$

Połąć w przekroju $x/b = 0,44$ - pole G:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,840$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,457 \cdot (-0,840) = -0,384 \text{ kN/m}^2$$

Połąć w przekroju $x/b = 0,44$ - pole H:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,7$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,457 \cdot (-0,7) = -0,320 \text{ kN/m}^2$$

Połąć w przekroju $x/b = 0,44$ - pole I - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,2$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,457 \cdot 0,2 = 0,091 \text{ kN/m}^2$$

Połąć w przekroju $x/b = 0,44$ - pole I - ssanie:

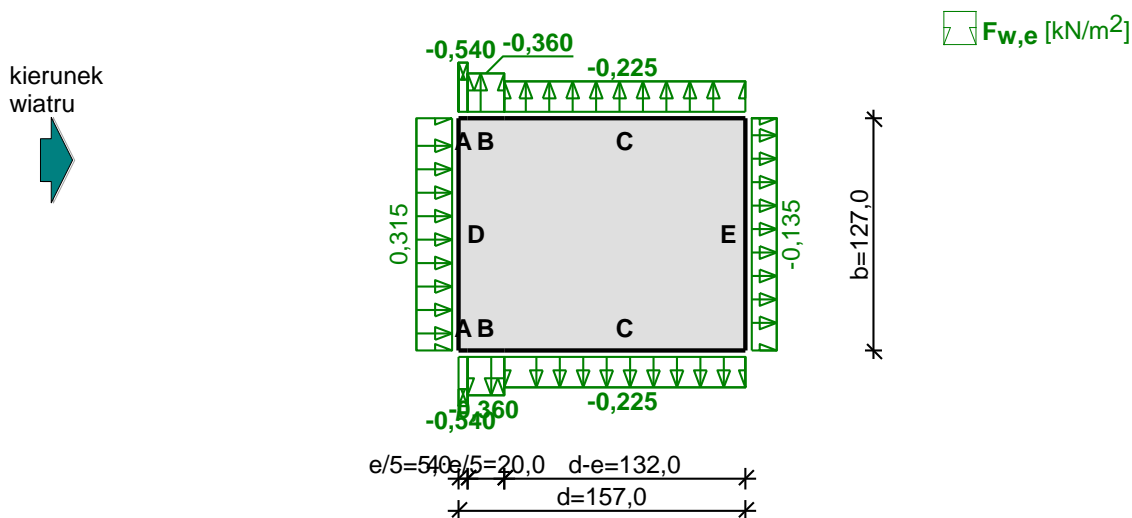
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,2$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,457 \cdot (-0,2) = -0,091 \text{ kN/m}^2$$

4.2.7. OBCIĄŻENIE ŚCIAN WIATREM

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



Rys. 12 Obciążenie ścian wiatrem – wartości charakterystyczne obciążenia dla kierunków północ / południe

- Budynek o wymiarach: $d = 157,0$ m, $b = 127,0$ m, $h = 12,5$ m
- Wymiar $e = \min(b, 2 \cdot h) = 25,0$ m
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru (wg Załącznika krajowego NA):
 - strefa obciążenia wiatrem 1; $A = 80$ m n.p.m. $\rightarrow v_{b,0} = 22$ m/s
- Współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00$ m/s
- Wysokość odniesienia: $z_e = h - h_{dis} = 11,50$ m
- Kategoria terenu IV \rightarrow współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = 0,6 \cdot (11,5/10)^{0,24} = 0,62$ (wg Załącznika krajowego NA.6)
- Współczynnik rzeźby terenu (orografii): $c_o(z_e) = 1,00$
- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 13,65$ m/s
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = 0,409$
- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25$ kg/m³
- Wartość szczytowa ciśnienia prędkości:
 - $q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 450,2$ Pa = 0,450 kPa
- Współczynnik konstrukcyjny: $c_{sCd} = 1,000$

Elewacja nawietrzna - pole D:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = +0,700$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,450 \cdot 0,700 = \mathbf{0,315 \text{ kN/m}^2}$$

Elewacja zawietrzna - pole E:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,3$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,450 \cdot (-0,3) = \mathbf{-0,135 \text{ kN/m}^2}$$

Elewacja boczna - pole A:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,2$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,450 \cdot (-1,2) = \mathbf{-0,540 \text{ kN/m}^2}$$

Elewacja boczna - pole B:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,8$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

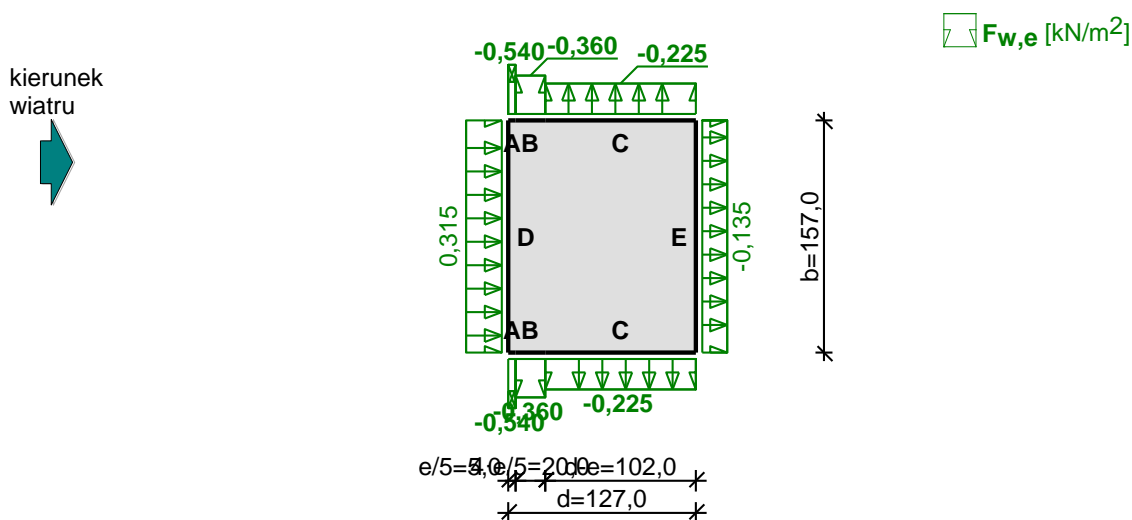
$$F_{w,e} = C_s C_d \cdot q_p(Z_e) \cdot C_{pe} = 1,000 \cdot 0,450 \cdot (-0,8) = -0,360 \text{ kN/m}^2$$

Elewacja boczna - pole C:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $C_{pe} = C_{pe,10} = -0,5$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = C_s C_d \cdot q_p(Z_e) \cdot C_{pe} = 1,000 \cdot 0,450 \cdot (-0,5) = -0,225 \text{ kN/m}^2$$



Rys. 13 Obciążenie ścian wiatrem – wartości charakterystyczne obciążenia dla kierunków wschód / zachód

- Budynek o wymiarach: $d = 127,0 \text{ m}$, $b = 157,0 \text{ m}$, $h = 12,5 \text{ m}$

- Wymiar $e = \min(b, 2 \cdot h) = 25,0 \text{ m}$

Elewacja nawietrzna - pole D:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $C_{pe} = C_{pe,10} = +0,700$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = C_s C_d \cdot q_p(Z_e) \cdot C_{pe} = 1,000 \cdot 0,450 \cdot 0,700 = 0,315 \text{ kN/m}^2$$

Elewacja zawietrzna - pole E:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $C_{pe} = C_{pe,10} = -0,3$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = C_s C_d \cdot q_p(Z_e) \cdot C_{pe} = 1,000 \cdot 0,450 \cdot (-0,3) = -0,135 \text{ kN/m}^2$$

Elewacja boczna - pole A:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $C_{pe} = C_{pe,10} = -1,2$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = C_s C_d \cdot q_p(Z_e) \cdot C_{pe} = 1,000 \cdot 0,450 \cdot (-1,2) = -0,540 \text{ kN/m}^2$$

Elewacja boczna - pole B:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $C_{pe} = C_{pe,10} = -0,8$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = C_s C_d \cdot q_p(Z_e) \cdot C_{pe} = 1,000 \cdot 0,450 \cdot (-0,8) = -0,360 \text{ kN/m}^2$$

Elewacja boczna - pole C:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $C_{pe} = C_{pe,10} = -0,5$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = C_s C_d \cdot q_p(Z_e) \cdot C_{pe} = 1,000 \cdot 0,450 \cdot (-0,5) = -0,225 \text{ kN/m}^2$$

4.3. MODELE OBLICZENIOWE

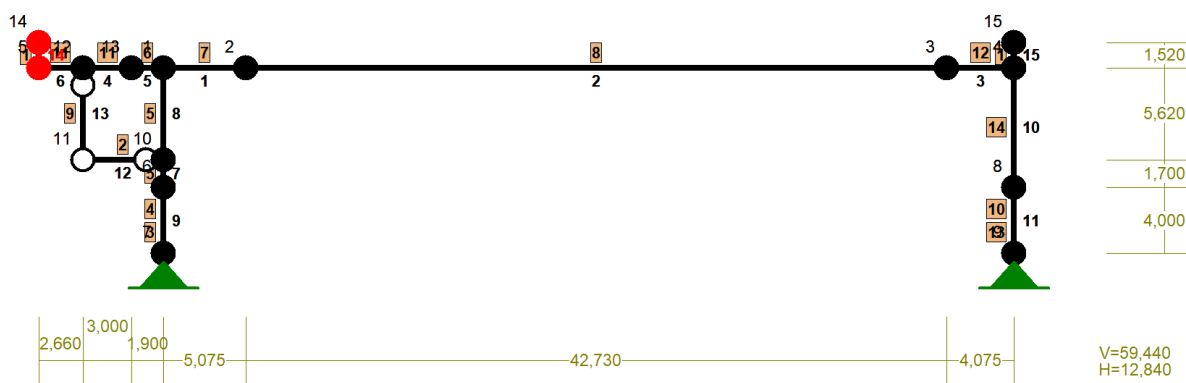
Analizę nośności konstrukcji stalowej przeprowadzono w programie RM-Win wersja 11 [S2]. Główną konstrukcję zamodelowano w formie płaskich ram. Elementy konstrukcji zamodelowano jako elementy prętowe. Analizę połączeń przeprowadzono w programie IDEA Statica [S3]. Analizy przeprowadzono zgodnie z wytycznymi zestawu norm PN-EN.

Na potrzeby analiz zbudowano trzy modele obliczeniowe:

- Model 1 – układ w osi 8A.G
- Model 2 – układ w osi 8A.C
- Model 3 – układ w osi 8A.B

Przekroje dla profili stalowych przyjęto wg rysunku TH8A_K04B dokumentacji powykonawczej [2].

4.3.1. MODEL 1 – UKŁAD W OSI 8A.G



Rys. 14 Widok Modelu 1 (oś 8A.G) z oznaczeniem nr prętów i przekrojów

- Lista przekrojów

PRZEKRÓJ Nr: 1	H 140x140x 5.6
PRZEKRÓJ Nr: 2	I 360 PE
PRZEKRÓJ Nr: 3	S 500x400x25x14
PRZEKRÓJ Nr: 4	S 1800x400x25x14
PRZEKRÓJ Nr: 5	S 1800x400x30x16
PRZEKRÓJ Nr: 6	S 800x300x20x10
PRZEKRÓJ Nr: 7	S 1818x400x32x15
PRZEKRÓJ Nr: 8	S 1800x400x14x10
PRZEKRÓJ Nr: 9	R 88.9x 5.0
PRZEKRÓJ Nr: 10	S 1800x400x20x14
PRZEKRÓJ Nr: 11	S 800x300x16x8
PRZEKRÓJ Nr: 12	S 1816x400x30x14
PRZEKRÓJ Nr: 13	S 500x400x20x14
PRZEKRÓJ Nr: 14	S 1800x400x25x14

• Wielkości przekrojowe:

Nr.	A [cm ²]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	W _g [cm ³]	W _d [cm ³]	h [cm]	Materiał:
1	29,6	885	885	126	126	14,0	1 S 235
2	72,7	16270	1040	904	904	36,0	3 S 355
3	263,0	123548	26677	4942	4942	50,0	3 S 355
4	445,0	2200677	26707	24452	24452	180,0	3 S 355
5	518,4	2582323	32059	28692	28692	180,0	3 S 355
6	196,0	219141	9006	5479	5479	80,0	3 S 355
7	519,1	2716214	34183	29881	29881	181,8	3 S 355
8	289,2	1356832	14948	15076	15076	180,0	3 S 355
9	13,2	116	116	26	26	8,9	3 S 355
10	406,4	1903454	21374	21149	21149	180,0	3 S 355
11	157,4	177737	7203	4443	4443	80,0	3 S 355
12	485,8	2545771	32040	28037	28037	181,6	3 S 355
13	224,4	103569	21344	4143	4143	50,0	3 S 355
14	445,0	2200677	26707	24452	24452	180,0	3 S 355

• Stałe materiałowe:

Materiał:	Moduł E: [kN/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
1 S 235	210	235,000	1,2E-5
3 S 355	210	355,000	1,2E-5

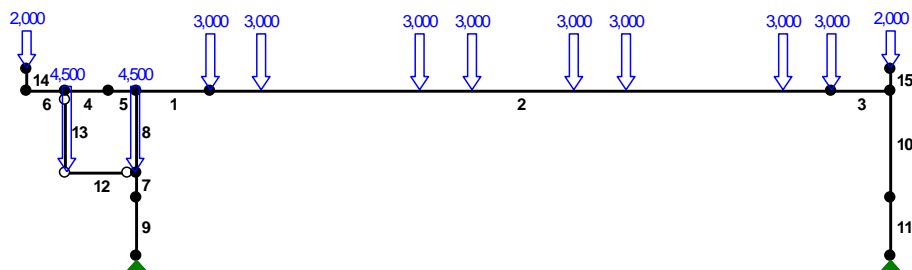
• Obciążenia

OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1 (Tg): P2 (Td): a [m]: b [m]:

Grupa: CW "Ciężar własny" Stałe $\gamma_G = 1,35/1,00$

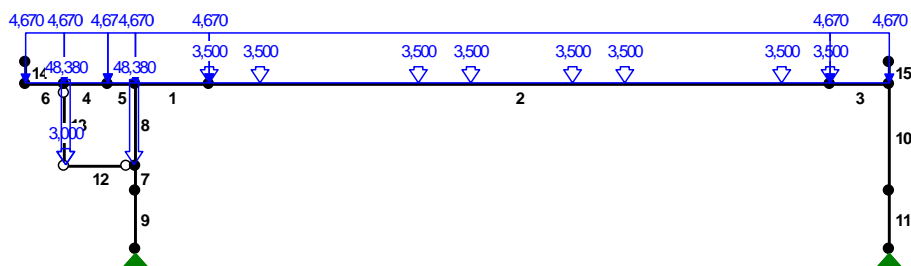
OBCIĄŻENIA: A "PODKONSTRUKCJE"



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A "PODKONSTRUKCJE"			Stałe		$\gamma_G = 1,35/1,00$	
2	Skupione	0,0	3,000		0,00	
2	Skupione	0,0	3,000		3,50	
2	Skupione	0,0	3,000		14,40	
2	Skupione	0,0	3,000		18,00	
2	Skupione	0,0	3,000		25,00	
2	Skupione	0,0	3,000		28,60	
2	Skupione	0,0	3,000		39,40	
2	Skupione	0,0	3,000		42,73	
12	Skupione	0,0	4,500		0,10	
12	Skupione	0,0	4,500		4,80	
14	Skupione	0,0	0,000		1,52	
14	Skupione	0,0	2,000		1,52	
15	Skupione	0,0	2,000		1,52	

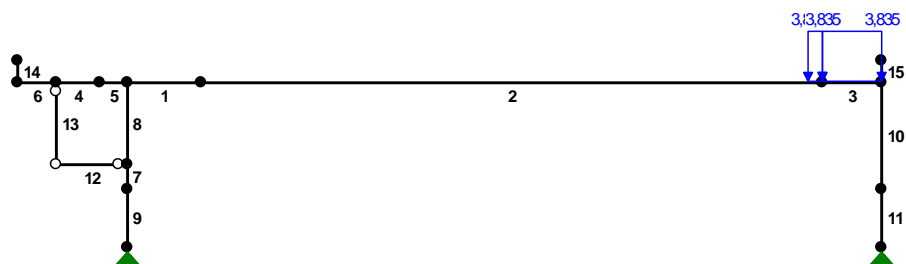
OBCIĄŻENIA: B "STALE + CENTRALE"



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: B "STALE + CENTRALE"			Stałe		$\gamma_G = 1,35/1,00$	
1	Liniiowe	0,0	4,670	4,670	0,00	5,08
2	Liniiowe	0,0	4,670	4,670	0,00	42,73
2	Skupione	0,0	3,500		0,00	
2	Skupione	0,0	3,500		3,50	
2	Skupione	0,0	3,500		14,40	
2	Skupione	0,0	3,500		18,00	
2	Skupione	0,0	3,500		25,00	
2	Skupione	0,0	3,500		28,60	
2	Skupione	0,0	3,500		39,40	
2	Skupione	0,0	3,500		42,73	
3	Liniiowe	0,0	4,670	4,670	0,00	4,07
4	Liniiowe	0,0	4,670	4,670	0,00	3,00
5	Liniiowe	0,0	4,670	4,670	0,00	1,90
6	Liniiowe	0,0	4,670	4,670	0,00	2,66
12	Skupione	0,0	3,000		0,10	
12	Skupione	0,0	48,380		0,10	
12	Skupione	0,0	48,380		4,80	

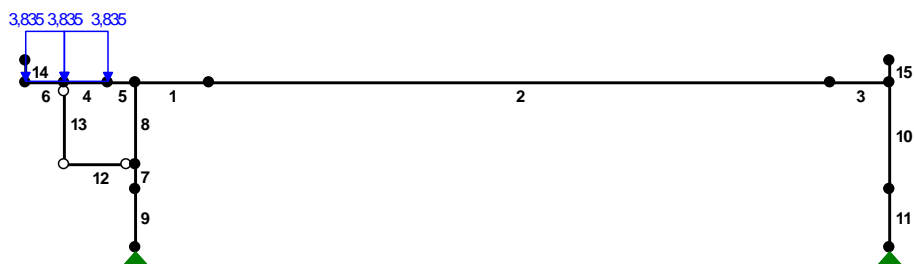
OBCIĄŻENIA: H "FOTOWOLTAIKA PASMO 1"



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg) :	P2 (Td) :	a [m] :	b [m] :
Grupa:	H "FOTOWOLTAIKA PASMO 1"			Stałe	$\gamma_G = 1,35/1,00$	
2	Liniowe	0,0	3,835	3,835	41,73	42,73
3	Liniowe	0,0	3,835	3,835	0,00	4,07

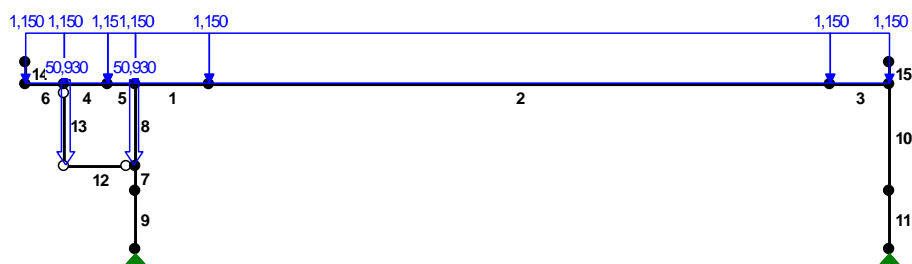
OBCIĄŻENIA: I "FOTOWOLTAIKA PASMO 2"



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg) :	P2 (Td) :	a [m] :	b [m] :
Grupa:	I "FOTOWOLTAIKA PASMO 2"			Stałe	$\gamma_G = 1,35/1,00$	
4	Liniowe	0,0	3,835	3,835	0,00	3,00
6	Liniowe	0,0	3,835	3,835	0,00	2,66

OBCIĄŻENIA: C "UŻYTKOWE"

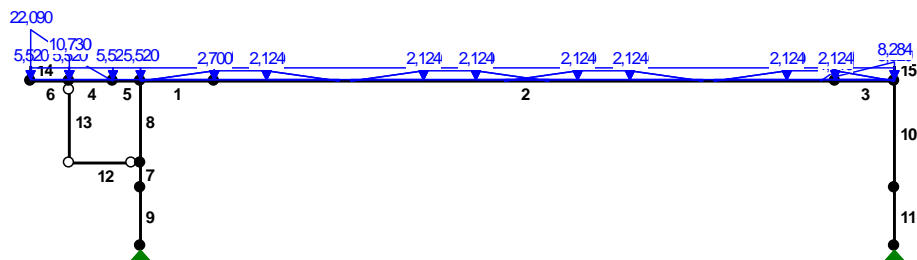


OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg) :	P2 (Td) :	a [m] :	b [m] :

Grupa:	C "UŻYTKOWE"			Zmienne	$\gamma_Q = 1,50$	
1	Liniiowe	0,0	1,150	1,150	0,00	5,08
2	Liniiowe	0,0	1,150	1,150	0,00	42,73
3	Liniiowe	0,0	1,150	1,150	0,00	4,07
4	Liniiowe	0,0	1,150	1,150	0,00	3,00
5	Liniiowe	0,0	1,150	1,150	0,00	1,90
6	Liniiowe	0,0	1,150	1,150	0,00	2,66
12	Skupione	0,0	50,930		0,10	
12	Skupione	0,0	50,930		4,80	

OBCIĄŻENIA: D "ŚNIEG"



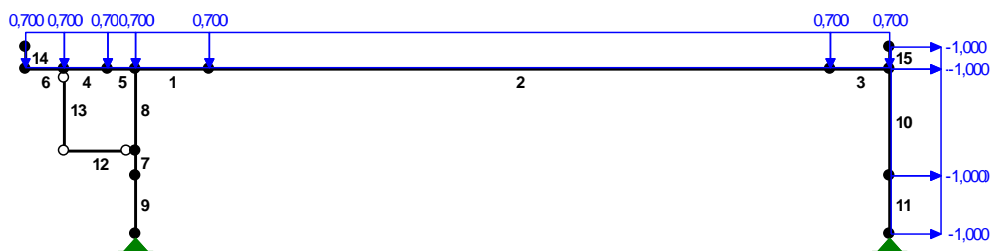
OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg) :	P2 (Td) :	a [m] :	b [m] :

Grupa:	D "ŚNIEG"			Zmienne	$\gamma_Q = 1,50$	
1	Liniiowe	0,0	5,520	5,520	0,00	5,08
1	Liniiowe	0,0	0,000	1,080	0,00	5,08
1	Liniiowe	0,0	0,000	2,124	0,00	5,08
2	Liniiowe	0,0	5,520	5,520	0,00	42,73
2	Liniiowe	0,0	0,000	1,610	41,73	42,73
2	Liniiowe	0,0	1,080	0,000	3,60	8,60
2	Liniiowe	0,0	2,700	2,700	0,00	3,60
2	Liniiowe	0,0	0,000	1,080	9,40	14,40
2	Liniiowe	0,0	2,700	2,700	14,40	18,00
2	Liniiowe	0,0	1,080	0,000	18,00	23,00
2	Liniiowe	0,0	0,000	1,080	20,00	25,00
2	Liniiowe	0,0	2,700	2,700	25,00	28,60
2	Liniiowe	0,0	1,080	0,000	28,60	33,60

2	Liniowe	0,0	0,000	1,080	34,40	39,40
2	Liniowe	0,0	2,700	2,700	39,40	42,73
2	Liniowe	0,0	0,000	2,124	9,40	14,40
2	Liniowe	0,0	0,000	2,124	20,00	25,00
2	Liniowe	0,0	0,000	2,124	34,40	39,40
2	Liniowe	0,0	2,124	0,000	3,60	8,60
2	Liniowe	0,0	2,124	0,000	18,00	23,00
2	Liniowe	0,0	2,124	0,000	28,60	33,60
3	Liniowe	0,0	5,520	5,520	0,00	4,07
3	Liniowe	0,0	1,610	8,284	0,00	4,07
3	Liniowe	0,0	1,080	0,000	0,00	4,07
3	Liniowe	0,0	2,124	0,000	0,00	4,07
4	Liniowe	0,0	5,520	5,520	0,00	3,00
4	Liniowe	0,0	10,730	0,000	0,00	3,00
5	Liniowe	0,0	5,520	5,520	0,00	1,90
6	Liniowe	0,0	5,520	5,520	0,00	2,66
6	Liniowe	0,0	22,090	10,730	0,00	2,66

OBCIĄŻENIA: F "WIATR LEWA"

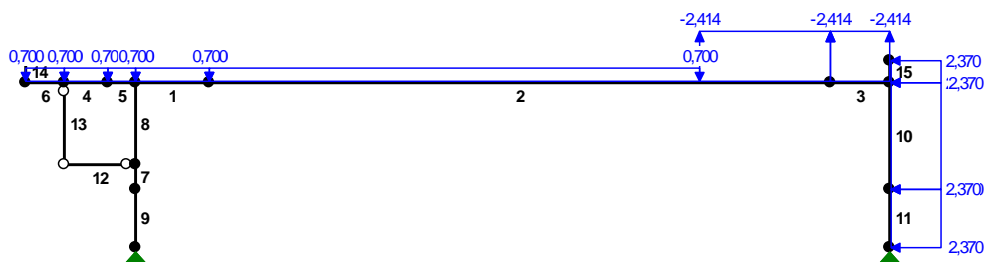


OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kat: P1 (Tg) : P2 (Td) : a [m] : b [m] :

Grupa:	F	"WIATR LEWA"	Zmienne	$\gamma_Q = 1,50$		
1	Liniowe	0,0	0,700	0,700	0,00	5,08
2	Liniowe	0,0	0,700	0,700	0,00	42,73
3	Liniowe	0,0	0,700	0,700	0,00	4,07
4	Liniowe	0,0	0,700	0,700	0,00	3,00
5	Liniowe	0,0	0,700	0,700	0,00	1,90
6	Liniowe	0,0	0,700	0,700	0,00	2,66
10	Liniowe	-90,0	-1,000	-1,000	0,00	7,32
11	Liniowe	-90,0	-1,000	-1,000	0,00	4,00
15	Liniowe	-90,0	-1,000	-1,000	0,00	1,52

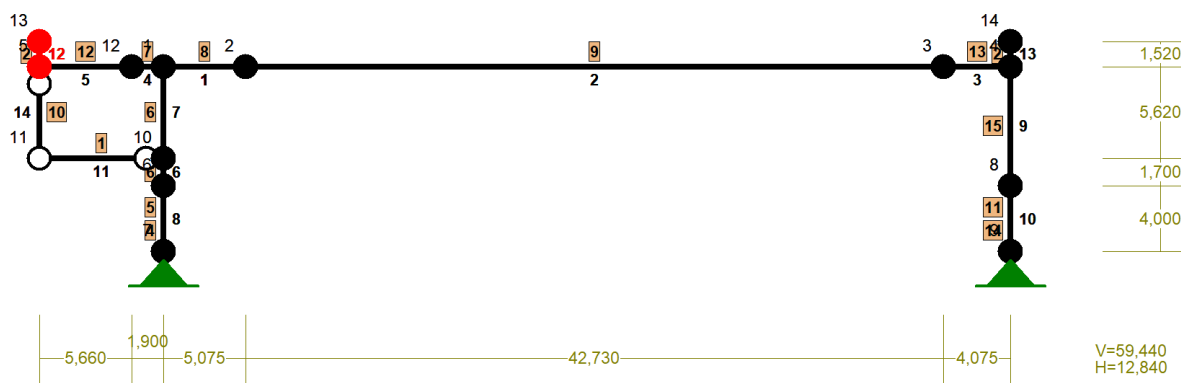
OBCIĄŻENIA: G "WIATR PRAWA"



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg) :	P2 (Td) :	a [m] :	b [m] :
Grupa:	G "WIATR PRAWA"			Zmienne	$\gamma_Q = 1,50$	
1	Liniiowe	0,0	0,700	0,700	0,00	5,08
2	Liniiowe	0,0	-2,414	-2,414	33,73	42,73
2	Liniiowe	0,0	0,700	0,700	0,00	33,73
3	Liniiowe	0,0	-2,414	-2,414	0,00	4,07
4	Liniiowe	0,0	0,700	0,700	0,00	3,00
5	Liniiowe	0,0	0,700	0,700	0,00	1,90
6	Liniiowe	0,0	0,700	0,700	0,00	2,66
10	Liniiowe	-90,0	2,370	2,370	0,00	7,32
11	Liniiowe	-90,0	2,370	2,370	0,00	4,00
15	Liniiowe	-90,0	2,370	2,370	0,00	1,52

4.3.2. MODEL 2 – UKŁAD W OSI 8A.C



Rys. 15 Widok Modelu 2 (oś 8A.C) z oznaczeniem nr prętów i przekrojów

• Lista przekrojów

PRZEKRÓJ Nr: 1	I 360 HEA
PRZEKRÓJ Nr: 2	H 140x140x 5.6
PRZEKRÓJ Nr: 3	I 360 PE
PRZEKRÓJ Nr: 4	S 500x400x25x14
PRZEKRÓJ Nr: 5	S 1800x400x25x14
PRZEKRÓJ Nr: 6	S 1800x400x30x16
PRZEKRÓJ Nr: 7	S 800x300x20x10
PRZEKRÓJ Nr: 8	S 1818x400x32x15
PRZEKRÓJ Nr: 9	S 1800x400x14x10
PRZEKRÓJ Nr: 10	R 88.9x 5.0
PRZEKRÓJ Nr: 11	S 1800x400x20x14
PRZEKRÓJ Nr: 12	S 800x300x16x8
PRZEKRÓJ Nr: 13	S 1816x400x30x14
PRZEKRÓJ Nr: 14	S 500x400x20x14
PRZEKRÓJ Nr: 15	S 1800x400x25x14

• Wielkości przekrojowe:

Nr.	A[cm ²]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	W _g [cm ³]	W _d [cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	142,8	33090	7887	1891	1891	35,0	3 S 355
2	29,6	885	885	126	126	14,0	1 S 235
4	263,0	123548	26677	4942	4942	50,0	3 S 355
5	445,0	2200677	26707	24452	24452	180,0	3 S 355
6	518,4	2582323	32059	28692	28692	180,0	3 S 355
7	196,0	219141	9006	5479	5479	80,0	3 S 355
8	519,1	2716214	34183	29881	29881	181,8	3 S 355
9	289,2	1356832	14948	15076	15076	180,0	3 S 355
10	13,2	116	116	26	26	8,9	3 S 355
11	406,4	1903454	21374	21149	21149	180,0	3 S 355
12	157,4	177737	7203	4443	4443	80,0	3 S 355
13	485,8	2545771	32040	28037	28037	181,6	3 S 355
14	224,4	103569	21344	4143	4143	50,0	3 S 355
15	445,0	2200677	26707	24452	24452	180,0	3 S 355

• Stałe materiałowe:

Materiał:	Moduł E: [kN/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
1 S 235	210	235,000	1,2E-5
3 S 355	210	355,000	1,2E-5

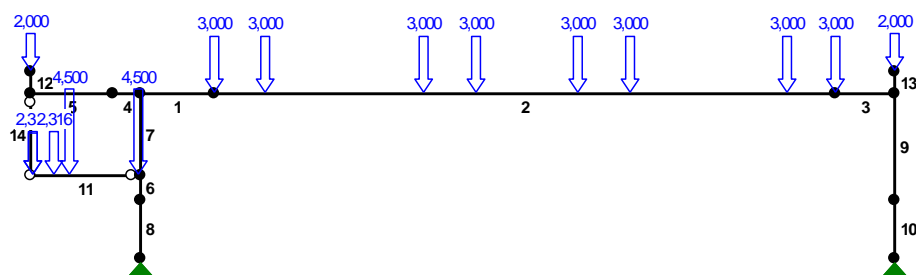
• Obciążenia

OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1 (Tg): P2 (Td): a[m]: b[m]:

Grupa: CW "Ciężar własny" Stałe $\gamma_G = 1,35/1,00$

OBCIĄŻENIA: A "PODKONSTRUKCJE"



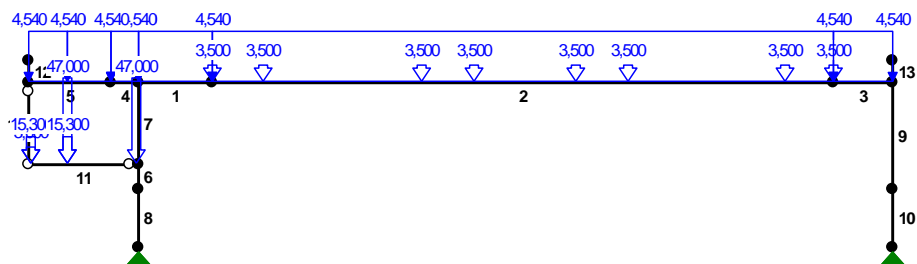
OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1 (Tg): P2 (Td): a[m]: b[m]:

Grupa: A "PODKONSTRUKCJE" Stałe $\gamma_G = 1,35/1,00$

2	Skupione	0,0	3,000	0,00		
2	Skupione	0,0	3,000	3,50		
2	Skupione	0,0	3,000	14,40		
2	Skupione	0,0	3,000	18,00		
2	Skupione	0,0	3,000	25,00		
2	Skupione	0,0	3,000	28,60		
2	Skupione	0,0	3,000	39,40		
2	Skupione	0,0	3,000	42,73		
11	Skupione	0,0	2,250	0,15		
11	Skupione	0,0	4,500	7,41		
11	Skupione	0,0	4,500	2,66		
11	Skupione	0,0	2,316	0,15		
11	Skupione	0,0	2,316	1,60		
12	Skupione	0,0	0,000	1,52		
12	Skupione	0,0	2,000	1,52		
13	Skupione	0,0	2,000	1,52		

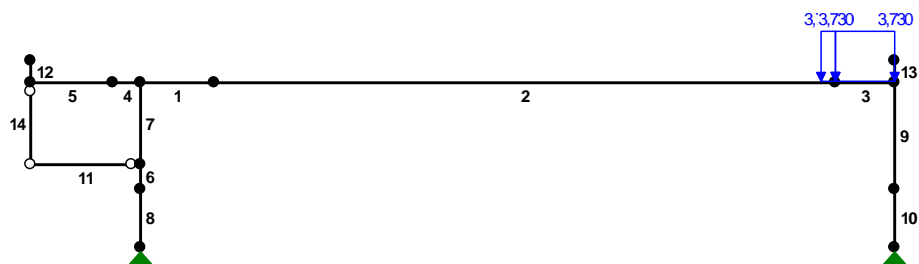
OBCIĄŻENIA: B "STALE + CENTRALE"



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg) :	P2 (Td) :	a [m] :	b [m] :
Grupa: B "STALE + CENTRALE"				Stałe	$\gamma_G = 1,35/1,00$	
1	Liniowe	0,0	4,540	4,540	0,00	5,08
2	Liniowe	0,0	4,540	4,540	0,00	42,73
2	Skupione	0,0	3,500		0,00	
2	Skupione	0,0	3,500		3,50	
2	Skupione	0,0	3,500		14,40	
2	Skupione	0,0	3,500		18,00	
2	Skupione	0,0	3,500		25,00	
2	Skupione	0,0	3,500		28,60	
2	Skupione	0,0	3,500		39,40	
2	Skupione	0,0	3,500		42,73	
3	Liniowe	0,0	4,540	4,540	0,00	4,07
4	Liniowe	0,0	4,540	4,540	0,00	1,90
5	Liniowe	0,0	4,540	4,540	0,00	2,66
5	Liniowe	0,0	4,540	4,540	2,66	5,66
11	Skupione	0,0	3,000		0,15	
11	Skupione	0,0	15,300		0,15	
11	Skupione	0,0	47,000		7,41	
11	Skupione	0,0	47,000		2,67	
11	Skupione	0,0	15,300		2,67	

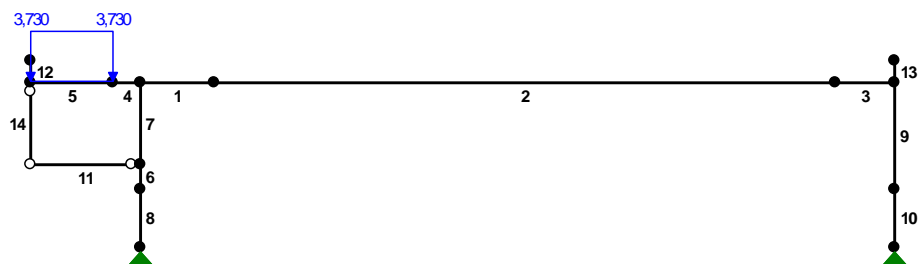
OBCIĄŻENIA: H "FOTOWOLTAIKA PASMO 1"



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa:	H "FOTOWOLTAIKA PASMO 1"			Stałe	$\gamma_G = 1,35/1,00$	
2	Liniowe	0,0	3,730	3,730	41,73	42,73
3	Liniowe	0,0	3,730	3,730	0,00	4,07

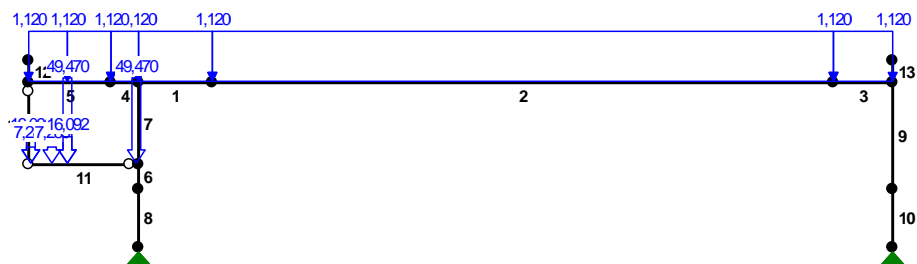
OBCIĄŻENIA: I "FOTOWOLTAIKA PASMO 2"



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa:	I "FOTOWOLTAIKA PASMO 2"			Stałe	$\gamma_G = 1,35/1,00$	
5	Liniowe	0,0	3,730	3,730	0,00	5,66

OBCIĄŻENIA: C "UŻYTKOWE"

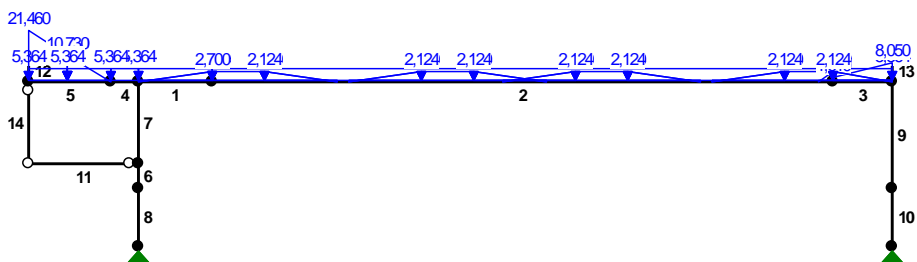


OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:

Grupa:	C "UŻYTKOWE"			Zmienne	$\gamma_Q = 1,50$	
1	Liniowe	0,0	1,120	1,120	0,00	5,08
2	Liniowe	0,0	1,120	1,120	0,00	42,73
3	Liniowe	0,0	1,120	1,120	0,00	4,07
4	Liniowe	0,0	1,120	1,120	0,00	1,90
5	Liniowe	0,0	1,120	1,120	0,00	2,66
5	Liniowe	0,0	1,120	1,120	2,66	5,66
11	Skupione	0,0	16,090		0,15	
11	Skupione	0,0	49,470		7,41	
11	Skupione	0,0	49,470		2,67	
11	Skupione	0,0	7,285		0,15	
11	Skupione	0,0	7,285		1,60	
11	Skupione	0,0	16,092		2,67	

OBCIĄŻENIA: D "ŚNIEG"



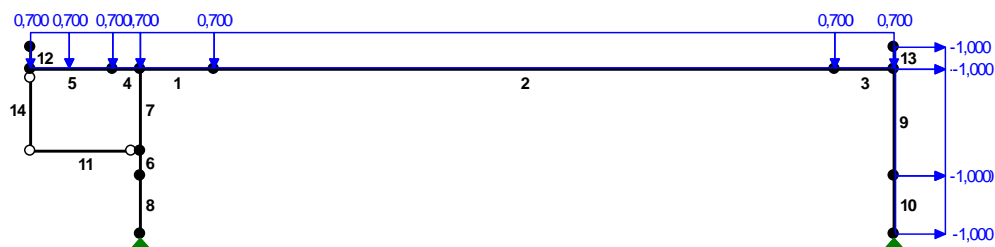
OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:

Grupa:	D "ŚNIEG"			Zmienne	$\gamma_Q = 1,50$	
1	Liniowe	0,0	5,364	5,364	0,00	5,08
1	Liniowe	0,0	0,000	1,080	0,00	5,08
1	Liniowe	0,0	0,000	2,124	0,00	5,08

2	Liniove	0,0	5,364	5,364	0,00	42,73
2	Liniove	0,0	0,000	1,610	41,73	42,73
2	Liniove	0,0	1,080	0,000	3,60	8,60
2	Liniove	0,0	2,700	2,700	0,00	3,60
2	Liniove	0,0	0,000	1,080	9,40	14,40
2	Liniove	0,0	2,700	2,700	14,40	18,00
2	Liniove	0,0	1,080	0,000	18,00	23,00
2	Liniove	0,0	0,000	1,080	20,00	25,00
2	Liniove	0,0	2,700	2,700	25,00	28,60
2	Liniove	0,0	1,080	0,000	28,60	33,60
2	Liniove	0,0	0,000	1,080	34,40	39,40
2	Liniove	0,0	2,700	2,700	39,40	42,73
2	Liniove	0,0	0,000	2,124	9,40	14,40
2	Liniove	0,0	0,000	2,124	20,00	25,00
2	Liniove	0,0	0,000	2,124	34,40	39,40
2	Liniove	0,0	2,124	0,000	3,60	8,60
2	Liniove	0,0	2,124	0,000	18,00	23,00
2	Liniove	0,0	2,124	0,000	28,60	33,60
3	Liniove	0,0	5,364	5,364	0,00	4,07
3	Liniove	0,0	1,610	8,050	0,00	4,07
3	Liniove	0,0	1,080	0,000	0,00	4,07
3	Liniove	0,0	2,124	0,000	0,00	4,07
4	Liniove	0,0	5,364	5,364	0,00	1,90
5	Liniove	0,0	5,364	5,364	0,00	2,66
5	Liniove	0,0	21,460	10,730	0,00	2,66
5	Liniove	0,0	10,730	0,000	2,66	5,66
5	Liniove	0,0	5,364	5,364	2,66	5,66

OBCIĄŻENIA: F "WIATR LEWA"

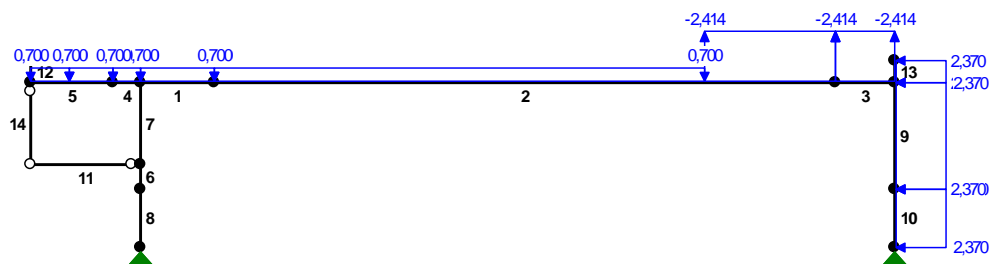


OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kat: P1 (Tg): P2 (Td): a[m]: b[m]:

Grupa:	F	"WIATR LEWA"		Zmienne	$\gamma_Q = 1,50$	
1	Liniove	0,0	0,700	0,700	0,00	5,08
2	Liniove	0,0	0,700	0,700	0,00	42,73
3	Liniove	0,0	0,700	0,700	0,00	4,07
4	Liniove	0,0	0,700	0,700	0,00	1,90
5	Liniove	0,0	0,700	0,700	0,00	2,66
5	Liniove	0,0	0,700	0,700	2,66	5,66
9	Liniove	-90,0	-1,000	-1,000	0,00	7,32
10	Liniove	-90,0	-1,000	-1,000	0,00	4,00
13	Liniove	-90,0	-1,000	-1,000	0,00	1,52

OBCIĄŻENIA: G "WIATR PRAWA"

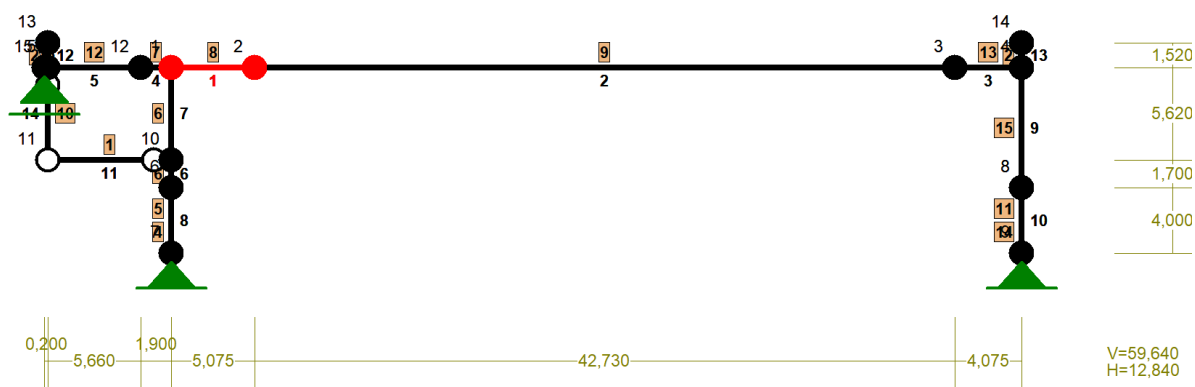


OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1 (Tg): P2 (Td): a [m]: b [m]:

Grupa:	G	"WIATR PRAWA"	Zmienne	$\gamma_Q = 1,50$		
1	Liniowe	0,0	0,700	0,700	0,00	5,08
2	Liniowe	0,0	-2,414	-2,414	33,73	42,73
2	Liniowe	0,0	0,700	0,700	0,00	33,73
3	Liniowe	0,0	-2,414	-2,414	0,00	4,07
4	Liniowe	0,0	0,700	0,700	0,00	1,90
5	Liniowe	0,0	0,700	0,700	0,00	2,66
5	Liniowe	0,0	0,700	0,700	2,66	5,66
9	Liniowe	-90,0	2,370	2,370	0,00	7,32
10	Liniowe	-90,0	2,370	2,370	0,00	4,00
13	Liniowe	-90,0	2,370	2,370	0,00	1,52

4.3.3. MODEL 3 – UKŁAD W OSI 8A.B



Rys. 16 Widok Modelu 3 (oś 8A.B) z oznaczeniem nr prętów i przekrojów

- Lista przekrojów

PRZEKRÓJ Nr: 1	I 360 HEA
PRZEKRÓJ Nr: 2	H 140x140x 5.6
PRZEKRÓJ Nr: 3	I 360 PE
PRZEKRÓJ Nr: 4	S 500x400x25x14
PRZEKRÓJ Nr: 5	S 1800x400x25x14

PRZEKRÓJ Nr: 6	S 1800x400x30x16
PRZEKRÓJ Nr: 7	S 800x300x20x10
PRZEKRÓJ Nr: 8	S 1818x400x32x15
PRZEKRÓJ Nr: 9	S 1800x400x14x10
PRZEKRÓJ Nr: 10	R 88.9x 5.0
PRZEKRÓJ Nr: 11	S 1800x400x20x14
PRZEKRÓJ Nr: 12	S 800x300x16x8"
PRZEKRÓJ Nr: 13	S 1816x400x30x14
PRZEKRÓJ Nr: 14	S 500x400x20x14
PRZEKRÓJ Nr: 15	S 1800x400x25x14

• Wielkości przekrojowe:

Nr.	A [cm ²]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	W _g [cm ³]	W _d [cm ³]	h [cm]	Materiał:
1	142,8	33090	7887	1891	1891	35,0	3 S 355
2	29,6	885	885	126	126	14,0	1 S 235
4	263,0	123548	26677	4942	4942	50,0	3 S 355
5	445,0	2200677	26707	24452	24452	180,0	3 S 355
6	518,4	2582323	32059	28692	28692	180,0	3 S 355
7	196,0	219141	9006	5479	5479	80,0	3 S 355
8	519,1	2716214	34183	29881	29881	181,8	3 S 355
9	289,2	1356832	14948	15076	15076	180,0	3 S 355
10	13,2	116	116	26	26	8,9	3 S 355
11	406,4	1903454	21374	21149	21149	180,0	3 S 355
12	157,4	177737	7203	4443	4443	80,0	3 S 355
13	485,8	2545771	32040	28037	28037	181,6	3 S 355
14	224,4	103569	21344	4143	4143	50,0	3 S 355
15	445,0	2200677	26707	24452	24452	180,0	3 S 355

• Stałe materiałowe:

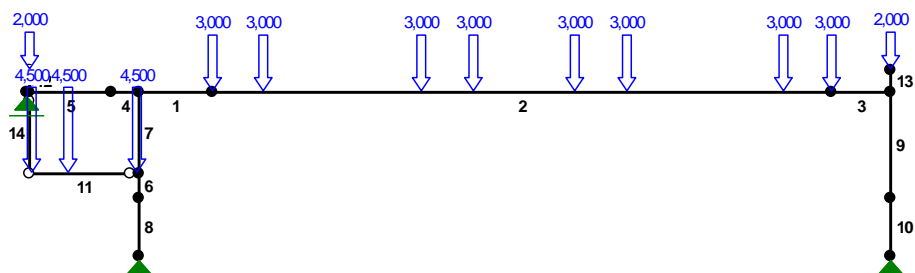
Materiał:	Moduł E: [kN/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
1 S 235	210	235,000	1,2E-5
3 S 355	210	355,000	1,2E-5

• Obciążenia

OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa:	CW "Ciężar własny"		Stałe		γ _G = 1,35/1,00	

OBCIĄŻENIA: A "PODKONSTRUKCJE"

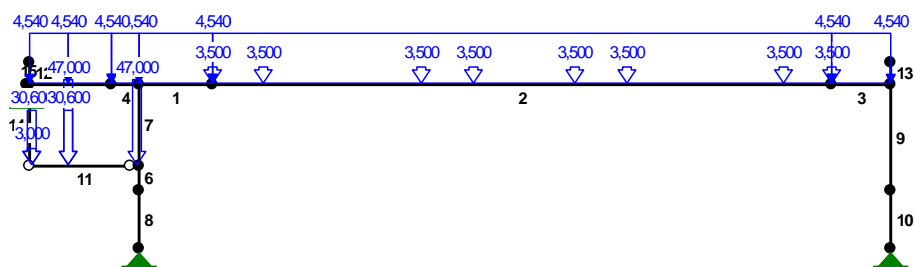


OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kat: P1 (Tg): P2 (Td): a [m]: b [m]:

Grupa:	A "PODKONSTRUKCJE"	Stale	$\gamma_G = 1,35/1,00$
2	Skupione	0,0	3,000
2	Skupione	0,0	3,000
2	Skupione	0,0	3,000
2	Skupione	0,0	3,000
2	Skupione	0,0	3,000
2	Skupione	0,0	3,000
2	Skupione	0,0	3,000
2	Skupione	0,0	3,000
11	Skupione	0,0	4,500
11	Skupione	0,0	4,500
11	Skupione	0,0	4,500
12	Skupione	0,0	0,000
12	Skupione	0,0	2,000
13	Skupione	0,0	2,000

OBCIĄŻENIA: B "STALE + CENTRALE"



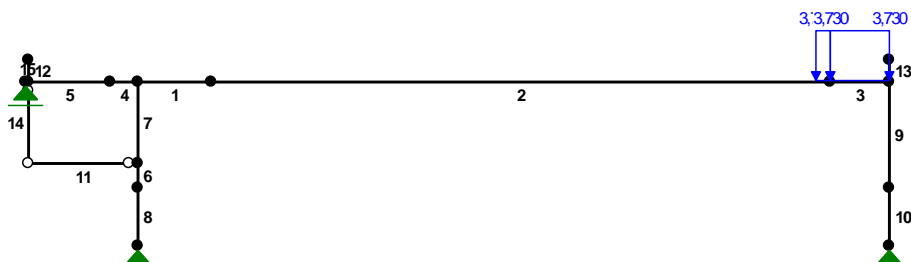
OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kat: P1 (Tg): P2 (Td): a [m]: b [m]:

Grupa:	B "STALE + CENTRALE"	Stale	$\gamma_G = 1,35/1,00$
1	Liniowe	0,0	4,540
2	Liniowe	0,0	4,540
2	Skupione	0,0	3,500
2	Skupione	0,0	3,500
2	Skupione	0,0	3,500
2	Skupione	0,0	3,500
2	Skupione	0,0	3,500
2	Skupione	0,0	3,500

2	Skupione	0,0	3,500		28,60	
2	Skupione	0,0	3,500		39,40	
2	Skupione	0,0	3,500		42,73	
3	Liniove	0,0	4,540	4,540	0,00	4,08
4	Liniove	0,0	4,540	4,540	0,00	1,90
5	Liniove	0,0	4,540	4,540	0,00	2,66
5	Liniove	0,0	4,540	4,540	2,66	5,66
11	Skupione	0,0	3,000		0,15	
11	Skupione	0,0	30,600		0,15	
11	Skupione	0,0	47,000		7,41	
11	Skupione	0,0	47,000		2,67	
11	Skupione	0,0	30,600		2,67	

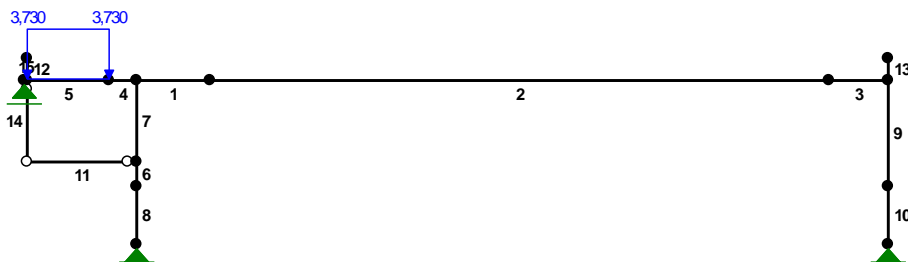
OBCIĄŻENIA: H "FOTOWOLTAIKA PASMO 1"



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa:	H "FOTOWOLTAIKA PASMO 1"			Stałe	$\gamma_G = 1,35/1,00$	
2	Liniove	0,0	3,730	3,730	41,73	42,73
3	Liniove	0,0	3,730	3,730	0,00	4,08

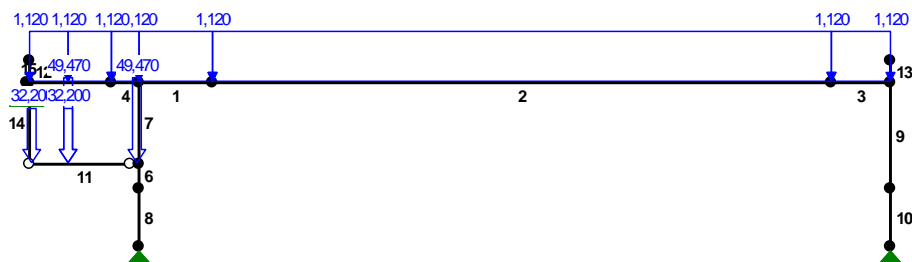
OBCIĄŻENIA: I "FOTOWOLTAIKA PASMO 2"



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa:	I "FOTOWOLTAIKA PASMO 2"			Stałe	$\gamma_G = 1,35/1,00$	
5	Liniove	0,0	3,730	3,730	0,00	5,66

OBCIĄŻENIA: C "UŻYTKOWE"

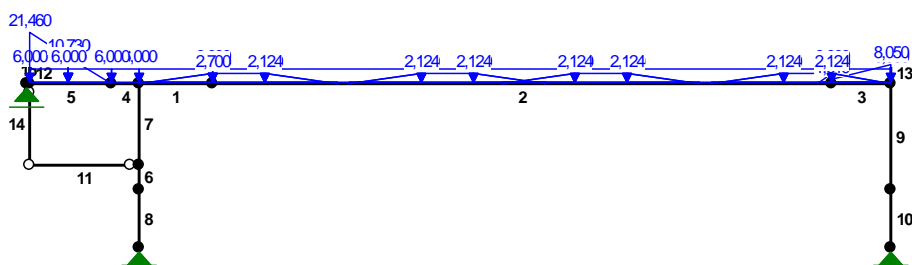


OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1 (Tg): P2 (Td): a [m]: b [m]:

Pręt	Rodzaj	Kąt	P1 (Tg)	P2 (Td)	a [m]	b [m]
Grupa: C "UŻYTKOWE"						
				Zmienne	$\gamma_0 = 1,50$	
1	Liniowe	0,0	1,120	1,120	0,00	5,08
2	Liniowe	0,0	1,120	1,120	0,00	42,73
3	Liniowe	0,0	1,120	1,120	0,00	4,08
4	Liniowe	0,0	1,120	1,120	0,00	1,90
5	Liniowe	0,0	1,120	1,120	0,00	2,66
5	Liniowe	0,0	1,120	1,120	2,66	5,66
11	Skupione	0,0	32,200		0,15	
11	Skupione	0,0	49,470		7,41	
11	Skupione	0,0	49,470		2,67	
11	Skupione	0,0	32,200		2,67	

OBCIĄŻENIA: D "ŚNIEG"



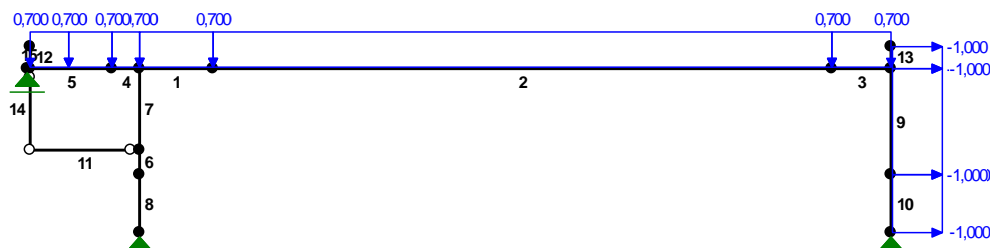
OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1 (Tg): P2 (Td): a [m]: b [m]:

Pręt	Rodzaj	Kąt	P1 (Tg)	P2 (Td)	a [m]	b [m]
Grupa: D "ŚNIEG"						
				Zmienne	$\gamma_0 = 1,50$	
1	Liniowe	0,0	6,000	6,000	0,00	5,08
1	Liniowe	0,0	0,000	1,080	0,00	5,08

1	Liniove	0,0	0,000	2,124	0,00	5,08
2	Liniove	0,0	6,000	6,000	0,00	42,73
2	Liniove	0,0	0,000	1,610	41,73	42,73
2	Liniove	0,0	1,080	0,000	3,60	8,60
2	Liniove	0,0	2,700	2,700	0,00	3,60
2	Liniove	0,0	0,000	1,080	9,40	14,40
2	Liniove	0,0	2,700	2,700	14,40	18,00
2	Liniove	0,0	1,080	0,000	18,00	23,00
2	Liniove	0,0	0,000	1,080	20,00	25,00
2	Liniove	0,0	2,700	2,700	25,00	28,60
2	Liniove	0,0	1,080	0,000	28,60	33,60
2	Liniove	0,0	0,000	1,080	34,40	39,40
2	Liniove	0,0	2,700	2,700	39,40	42,73
2	Liniove	0,0	0,000	2,124	9,40	14,40
2	Liniove	0,0	0,000	2,124	20,00	25,00
2	Liniove	0,0	0,000	2,124	34,40	39,40
2	Liniove	0,0	2,124	0,000	3,60	8,60
2	Liniove	0,0	2,124	0,000	18,00	23,00
2	Liniove	0,0	2,124	0,000	28,60	33,60
3	Liniove	0,0	6,000	6,000	0,00	4,08
3	Liniove	0,0	1,610	8,050	0,00	4,08
3	Liniove	0,0	1,080	0,000	0,00	4,08
3	Liniove	0,0	2,124	0,000	0,00	4,08
4	Liniove	0,0	6,000	6,000	0,00	1,90
5	Liniove	0,0	6,000	6,000	0,00	2,66
5	Liniove	0,0	21,460	10,730	0,00	2,66
5	Liniove	0,0	10,730	0,000	2,66	5,66
5	Liniove	0,0	6,000	6,000	2,66	5,66

OBCIĄŻENIA: F "WIATR LEWA"

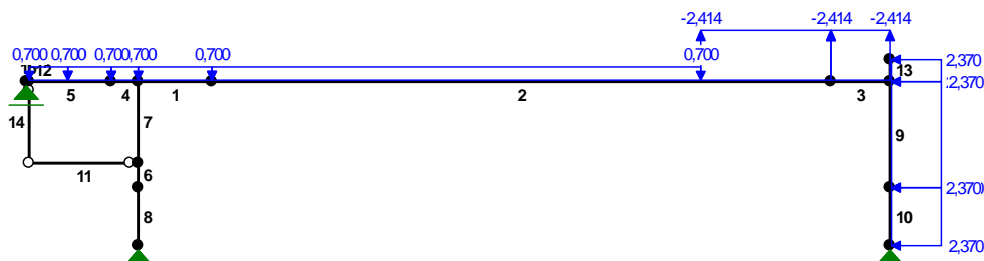


OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kat: P1 (Tg): P2 (Td): a[m]: b[m]:

Grupa:	F "WIATR LEWA"	Zmienne	$\gamma_Q = 1,50$
1	Liniove	0,0	0,700
2	Liniove	0,0	0,700
3	Liniove	0,0	0,700
4	Liniove	0,0	0,700
5	Liniove	0,0	0,700
5	Liniove	0,0	0,700
9	Liniove	-90,0	-1,000
10	Liniove	-90,0	-1,000
13	Liniove	-90,0	-1,000

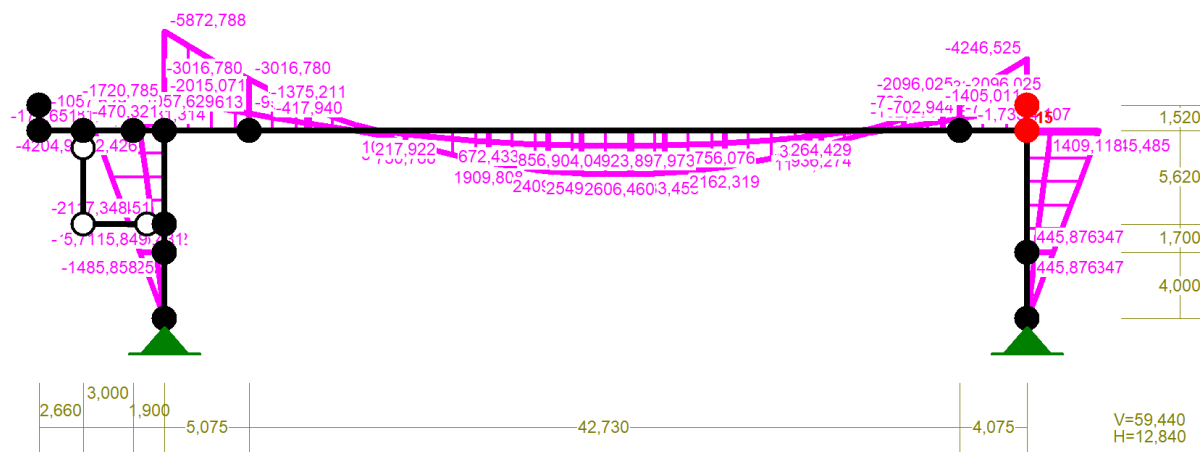
OBCIĄŻENIA: G "WIATR PRAWA"



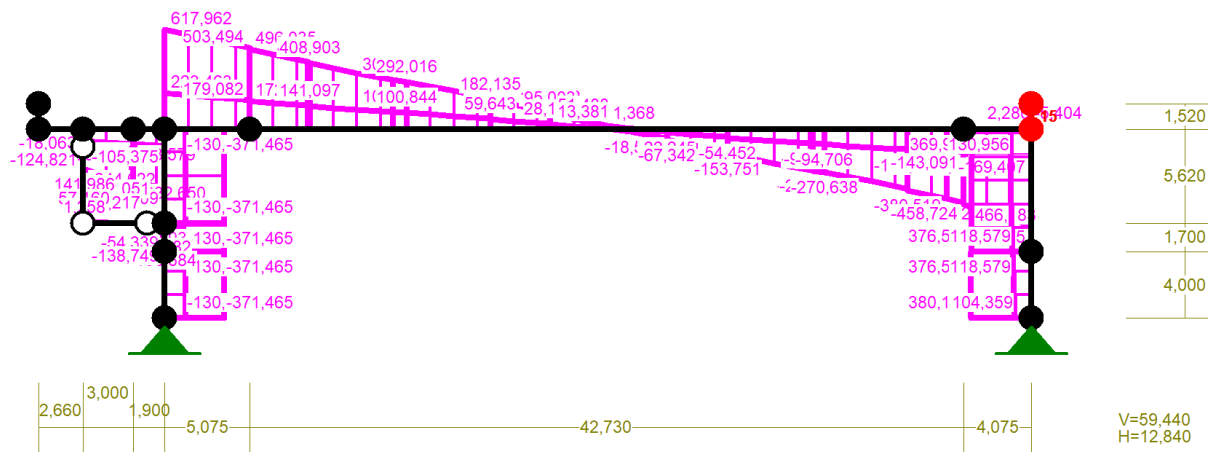
OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg) :	P2 (Td) :	a [m] :	b [m] :
Grupa:	G "WIATR PRAWA"			Zmienne	$\gamma_Q = 1,50$	
1	Liniiowe	0,0	0,700	0,700	0,00	5,08
2	Liniiowe	0,0	-2,414	-2,414	33,73	42,73
2	Liniiowe	0,0	0,700	0,700	0,00	33,73
3	Liniiowe	0,0	-2,414	-2,414	0,00	4,08
4	Liniiowe	0,0	0,700	0,700	0,00	1,90
5	Liniiowe	0,0	0,700	0,700	0,00	2,66
5	Liniiowe	0,0	0,700	0,700	2,66	5,66
9	Liniiowe	-90,0	2,370	2,370	0,00	7,32
10	Liniiowe	-90,0	2,370	2,370	0,00	4,00
13	Liniiowe	-90,0	2,370	2,370	0,00	1,52

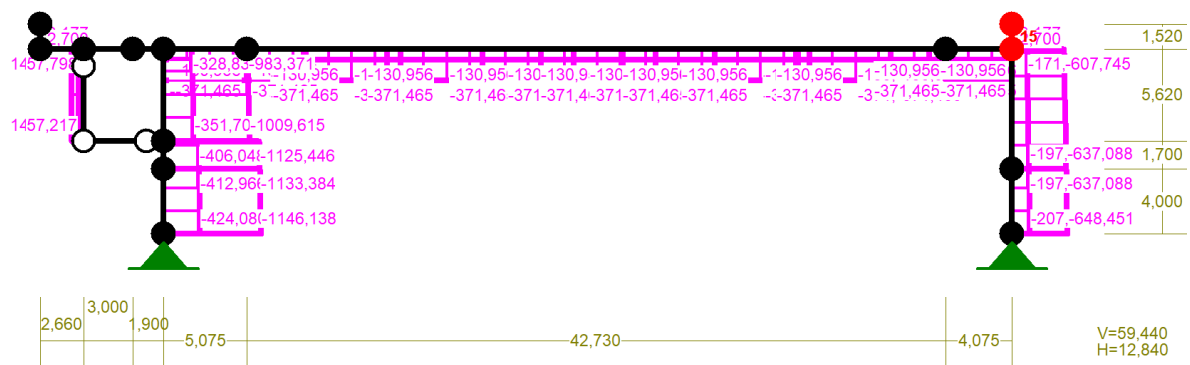
4.4. PODSTAWOWE WYNIKI OBLICZEŃ DLA MODELU 1 – UKŁAD W OSIACH 8A.G



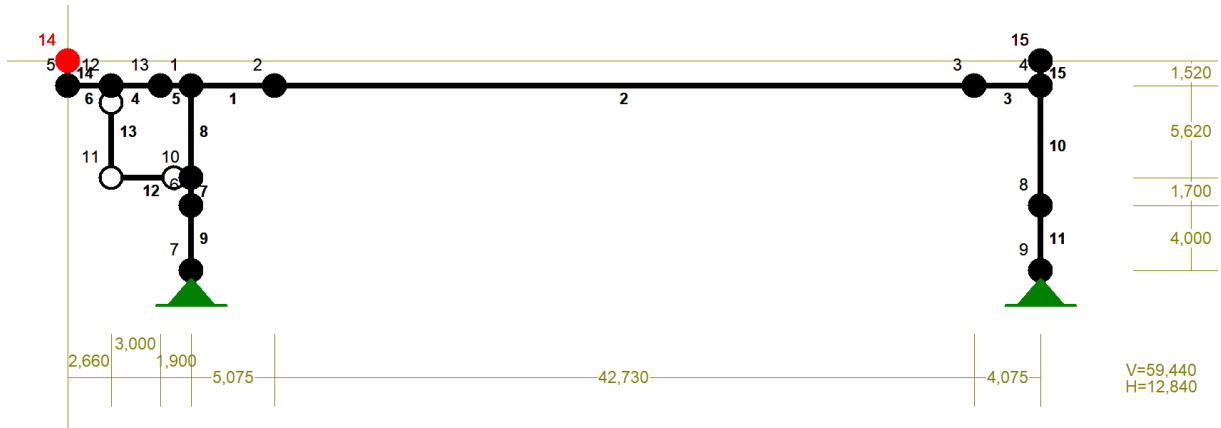
Rys. 17 Model 1(układ w osi 8A.G) - Obwiednia momentów zginających M [kNm]



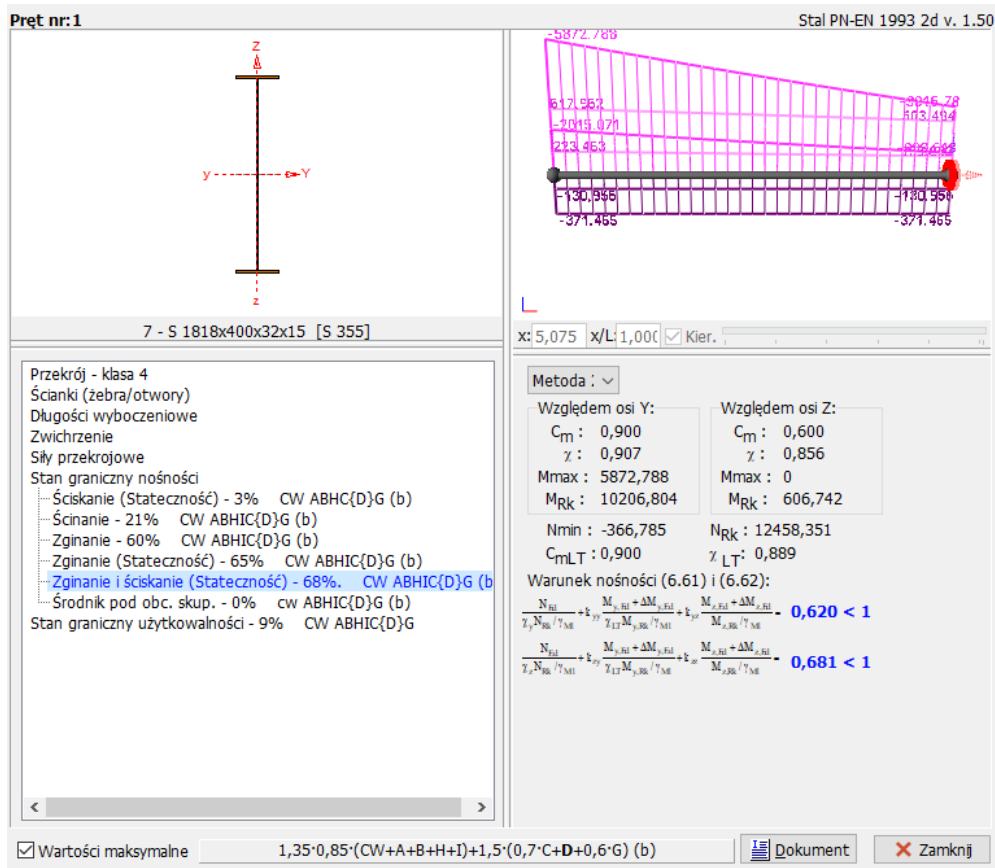
Rys. 18 Model 1 (układ w osi 8A.G) - Obwiednia sił tnących T [kN]



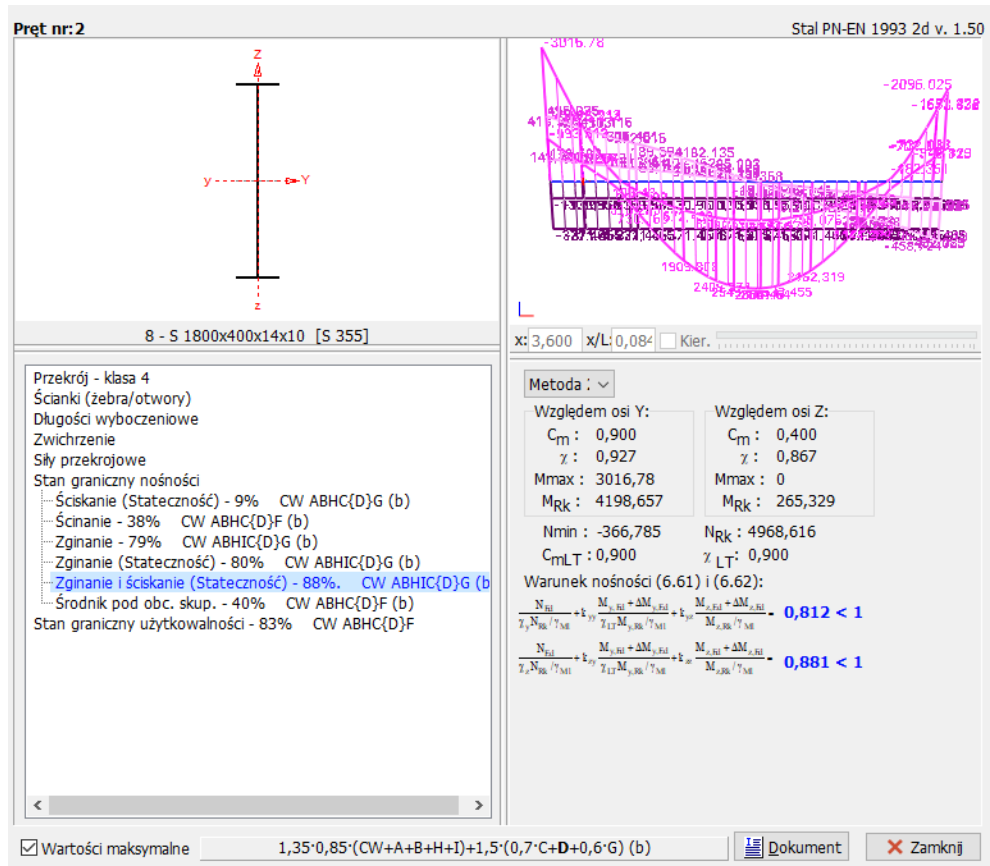
Rys. 19 Model 1 (układ w osi 8A.G) - Obwiednia sił normalnych N [kN]



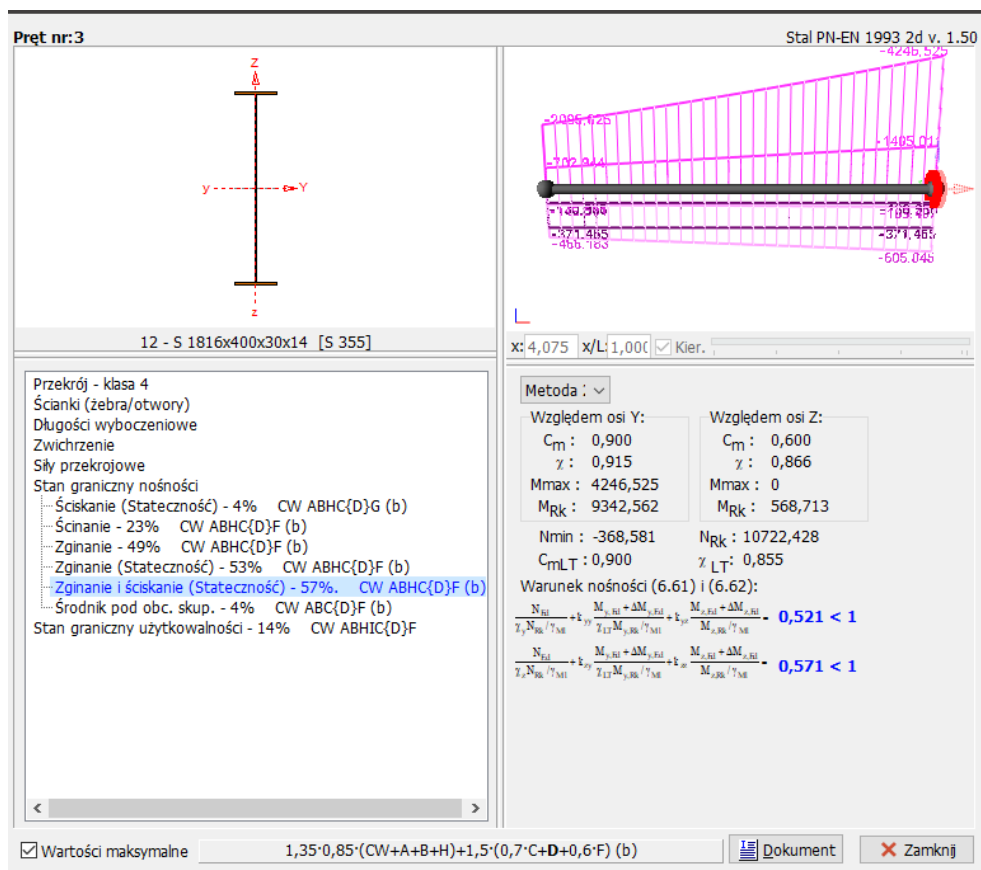
Rys. 20 Model 1 – oznaczenia numerów prętów



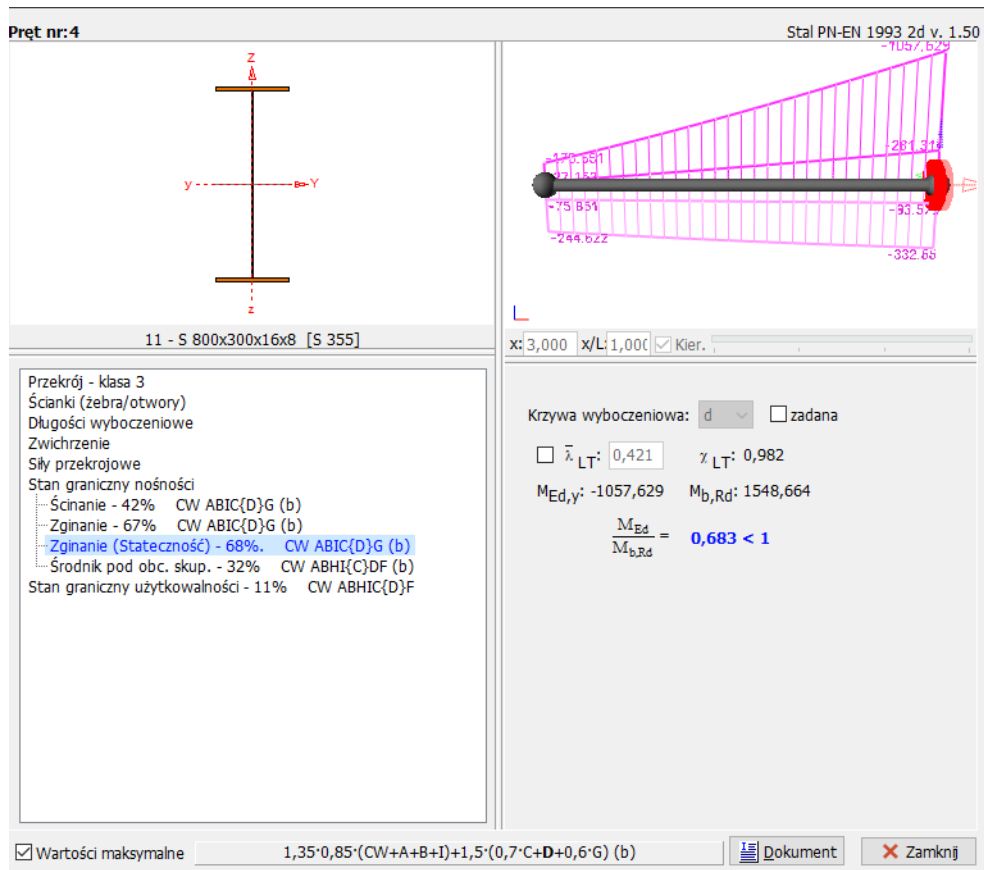
Rys. 21 Model 1 (oś 8A.G) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 1



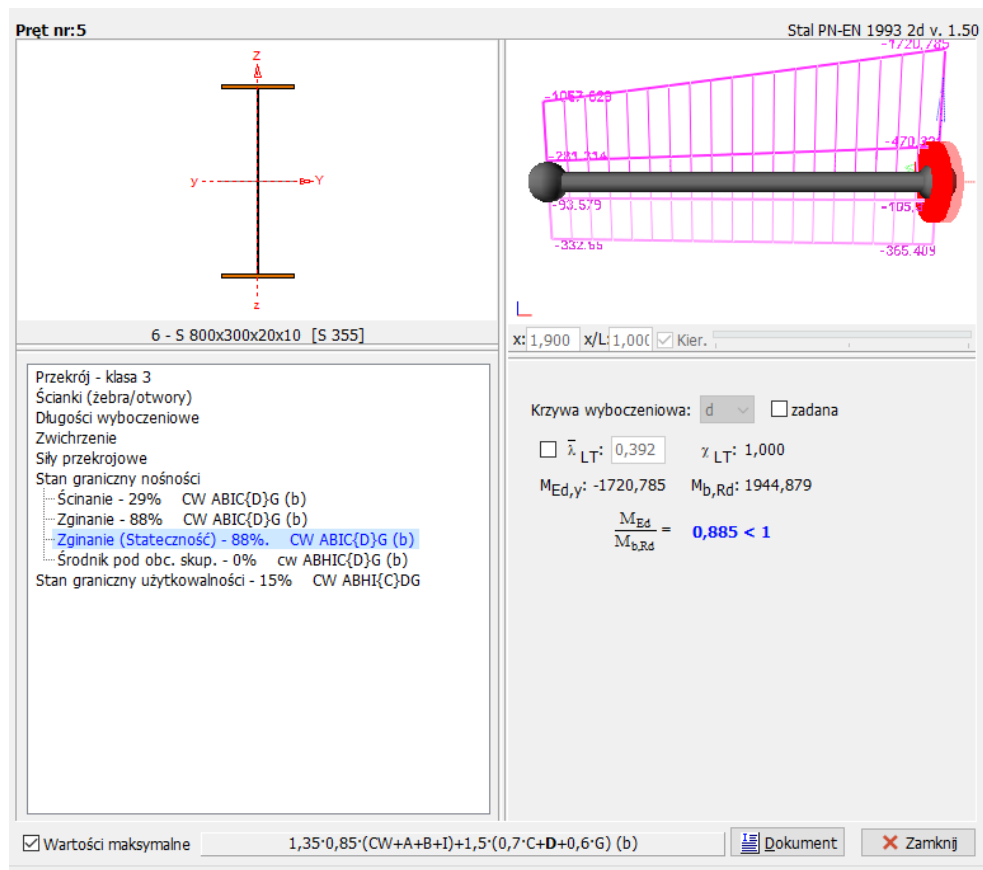
Rys. 22 Model 1 (oś 8A.G) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 2



Rys. 23 Model 1 (oś 8A.G) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 3

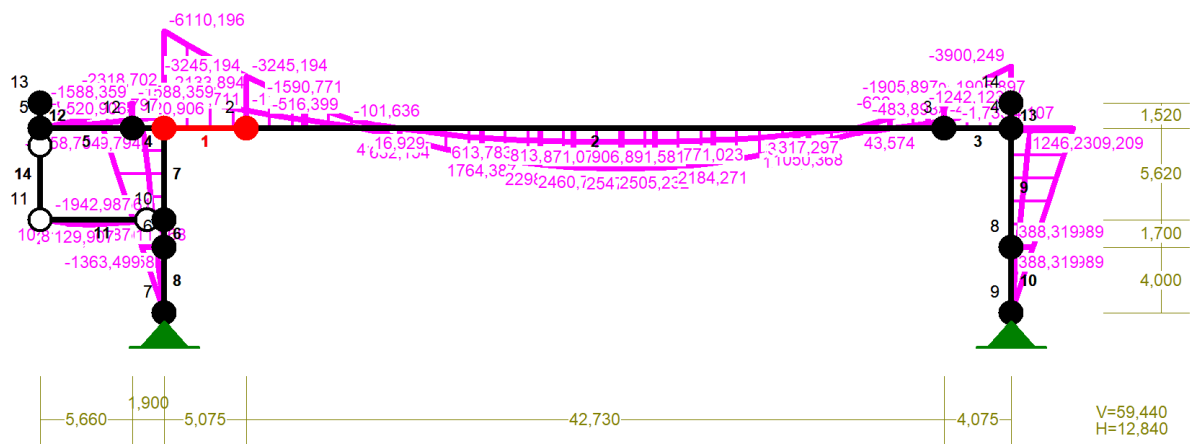


Rys. 24 Model 1 (oś 8A.G) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 4

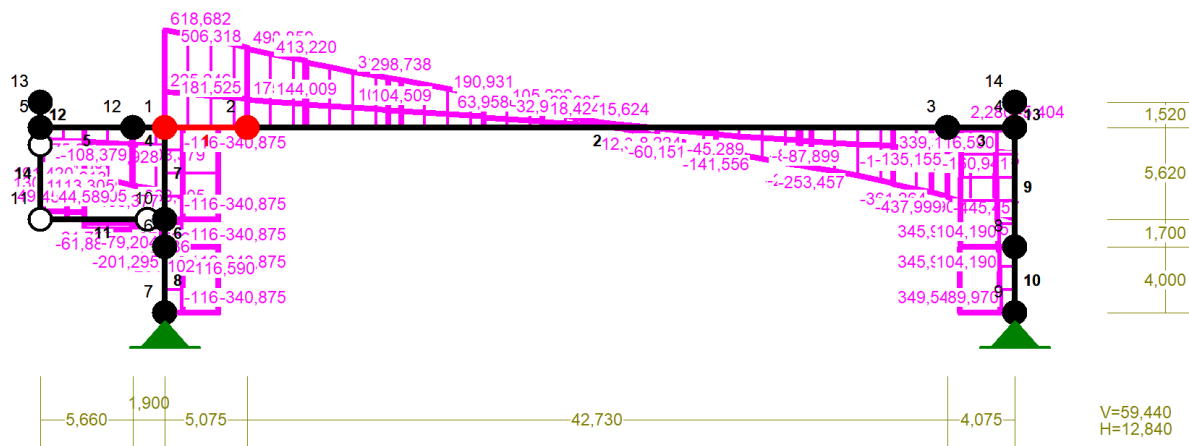


Rys. 25 Model 1 (oś 8A.G) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 5

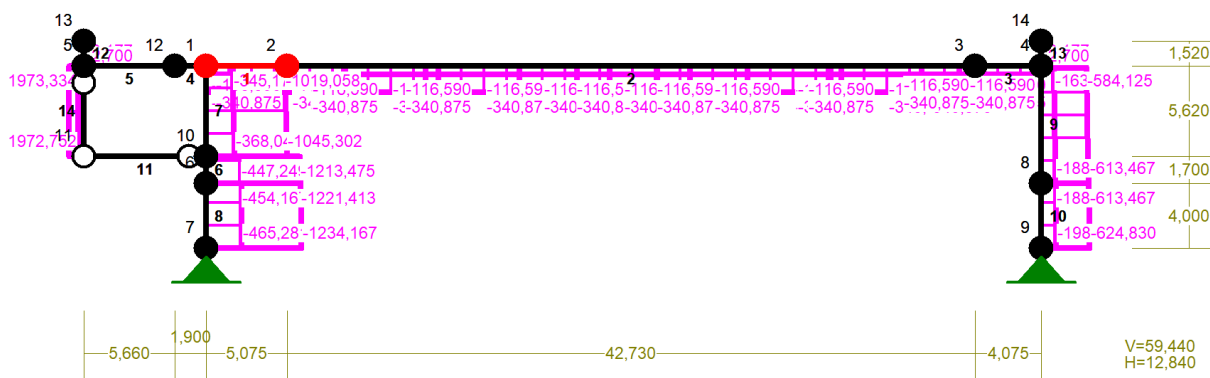
4.5. PODSTAWOWE WYNIKI OBLICZEŃ DLA MODELU 2 – UKŁAD W OSIACH 8A.C



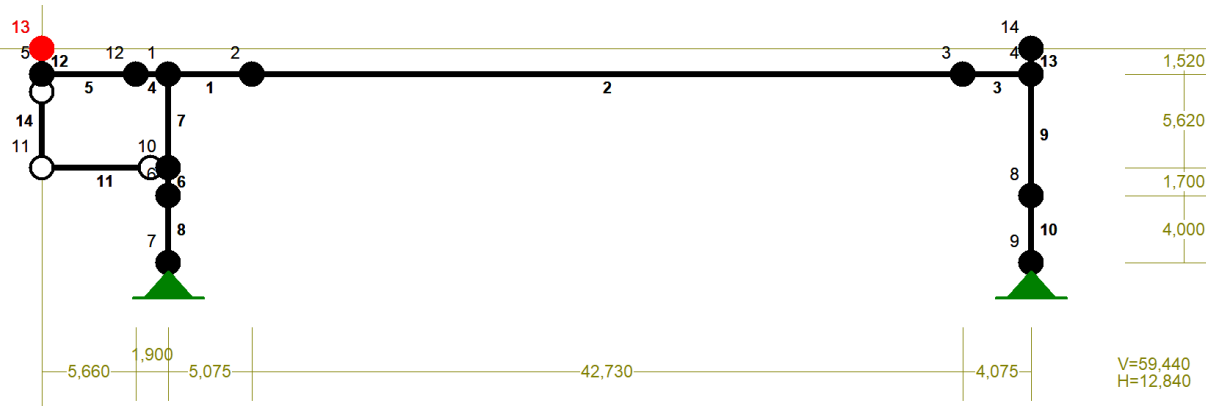
Rys. 26 Model 2 (układ w osi 8A.C) - Obwiednia momentów zginających M [kNm]



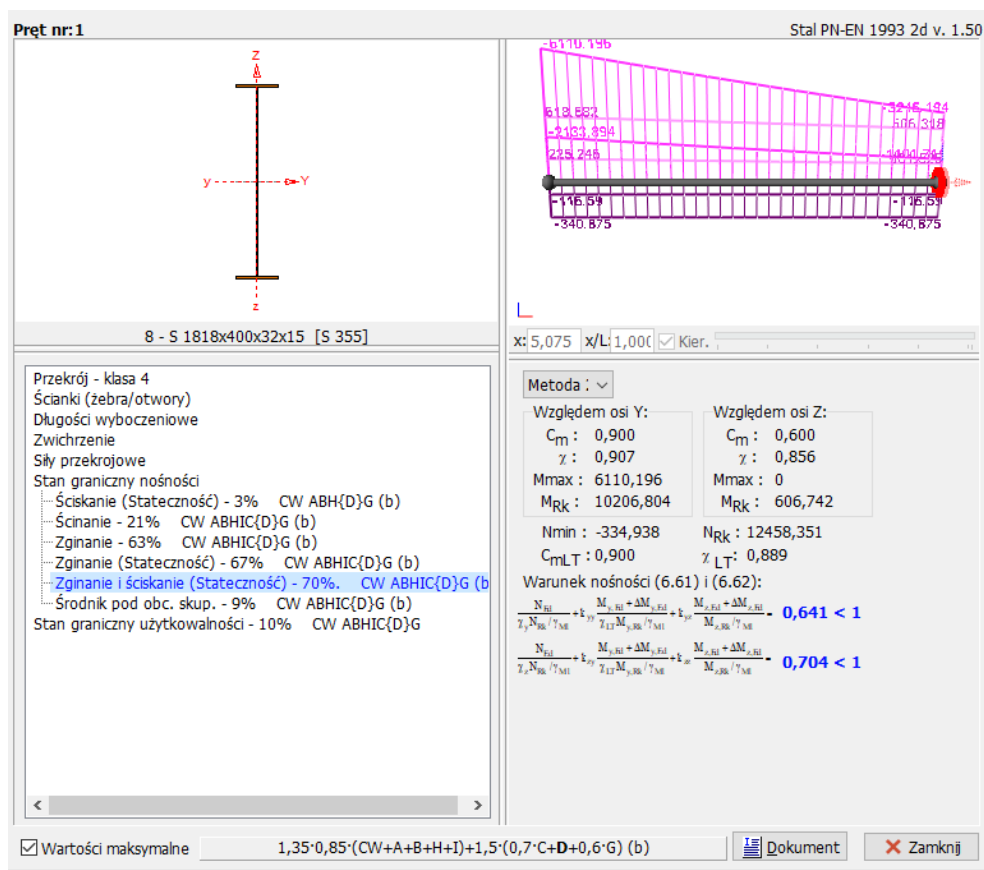
Rys. 27 Model 2 (układ w osi 8A.C) - Obwiednia sił tnących T [kN]



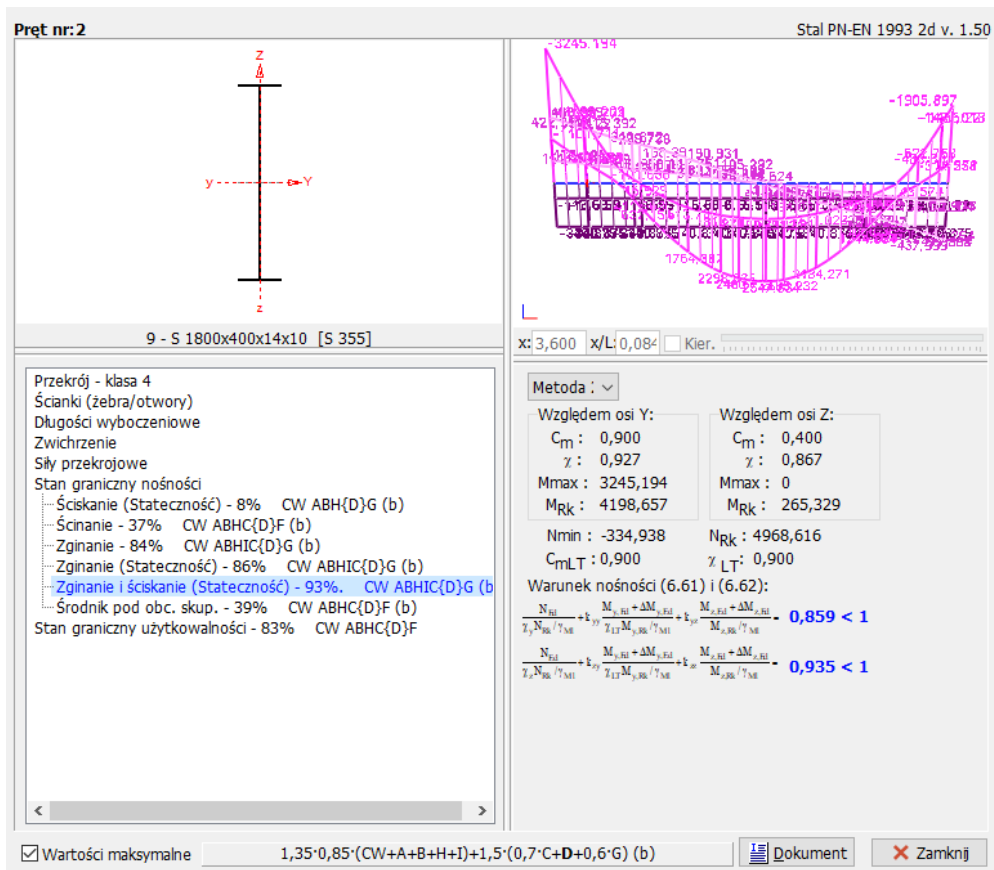
Rys. 28 Model 2 (układ w osi 8A.C) - Obwiednia sił normalnych N [kN]



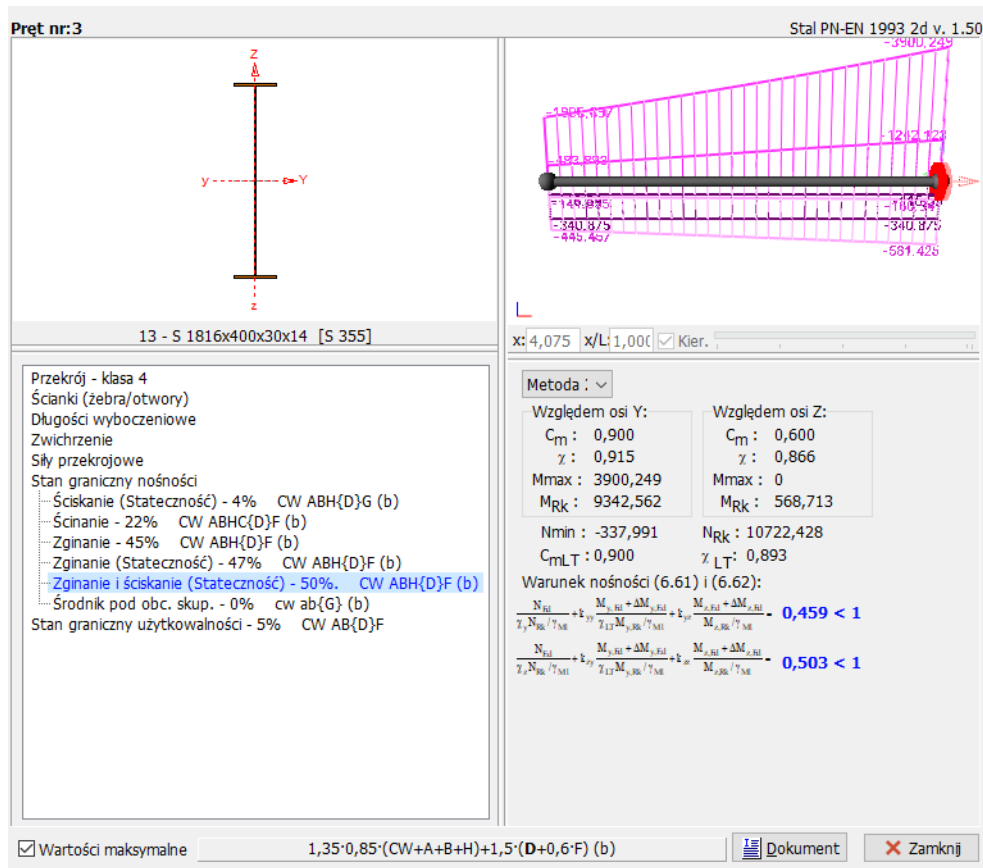
Rys. 29 Model 2 – oznaczenia numerów prętów



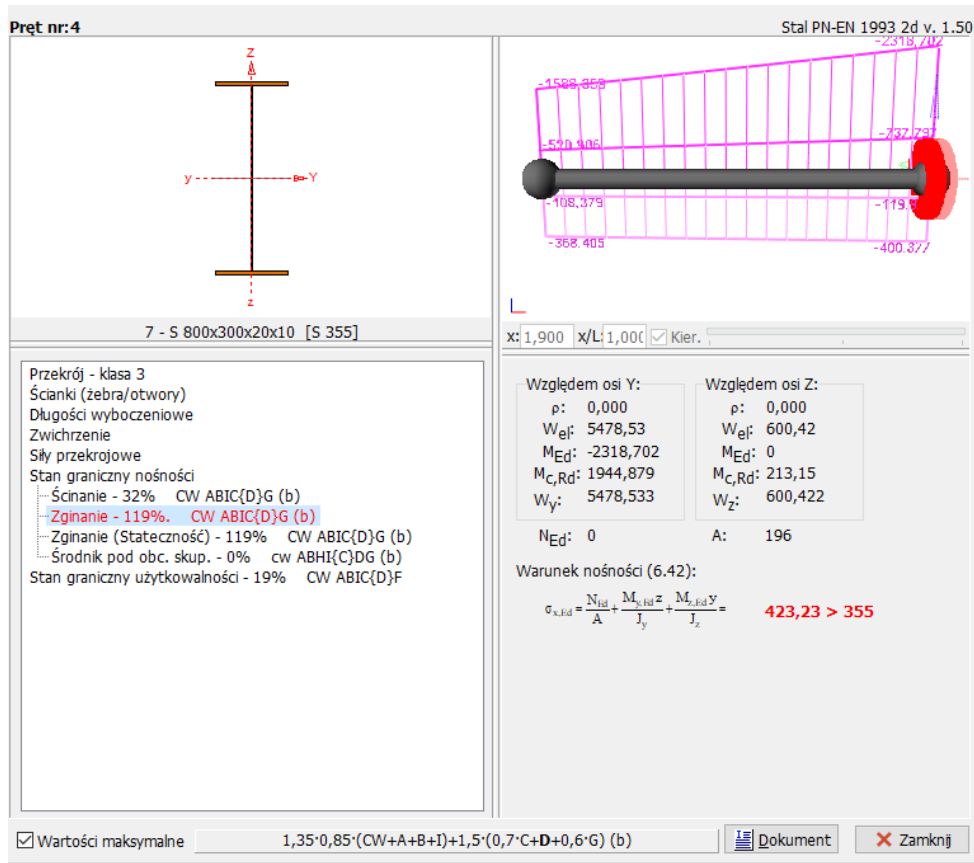
Rys. 30 Model 2 (oś 8A.C) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 1



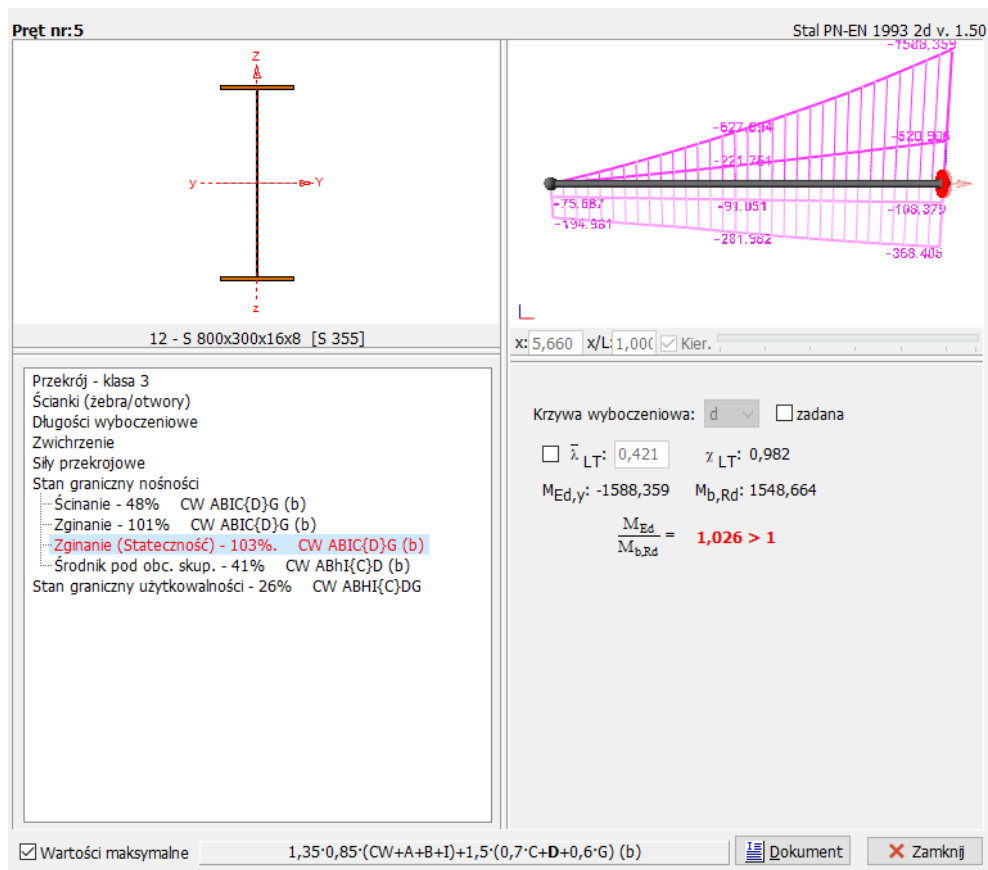
Rys. 31 Model 2 (oś 8A.C) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 2



Rys. 32 Model 2 (oś 8A.C) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 3

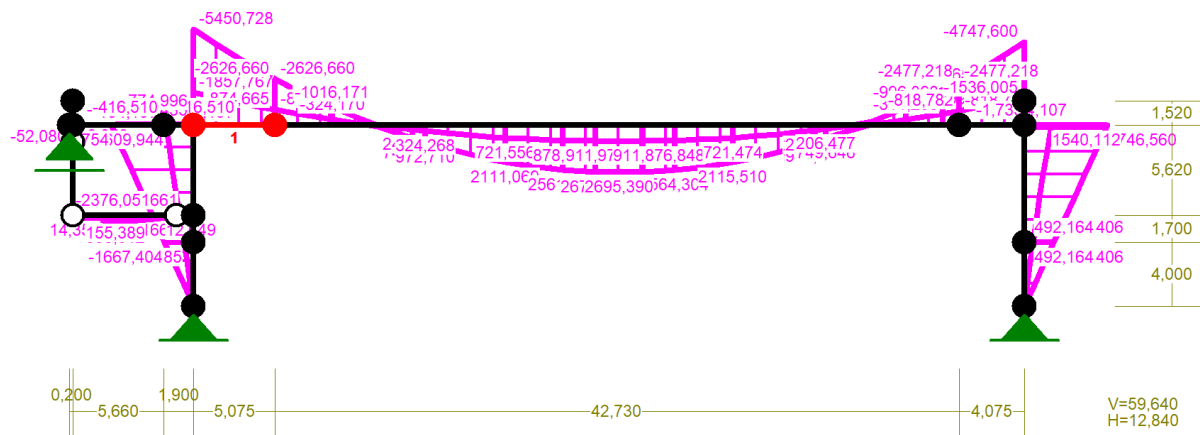


Rys. 33 Model 2 (oś 8A.C) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 4

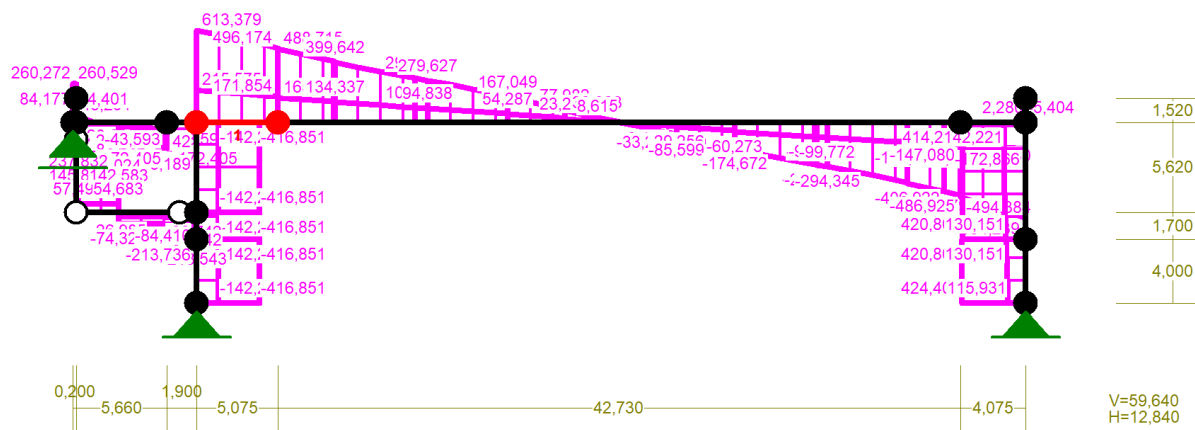


Rys. 34 Model 2 (oś 8A.C) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 5

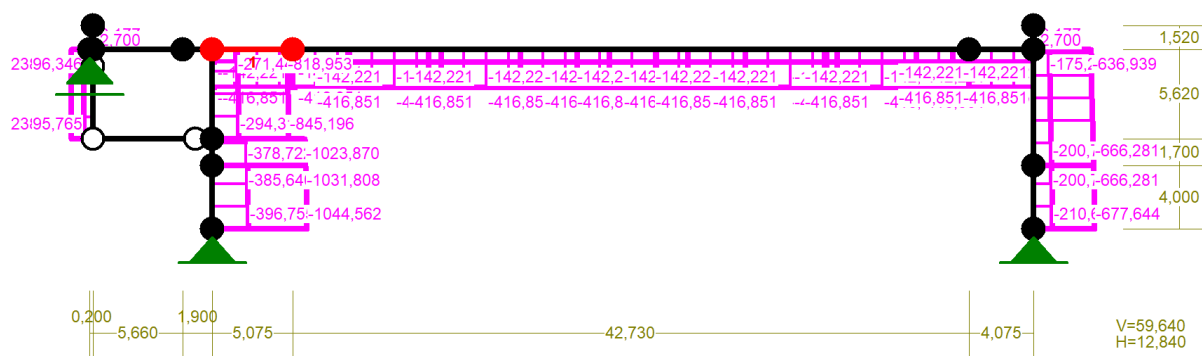
4.6. PODSTAWOWE WYNIKI OBLICZEŃ DLA MODELU 3 – UKŁAD W OSIACH 8A.B



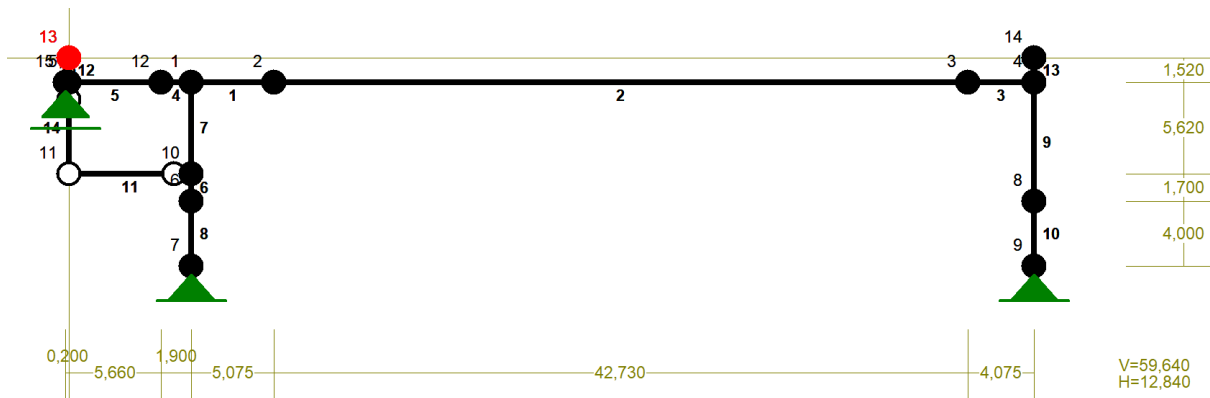
Rys. 35 Model 3 (układ w osi 8A.B) - Obwiednia momentów zginających M [kNm]



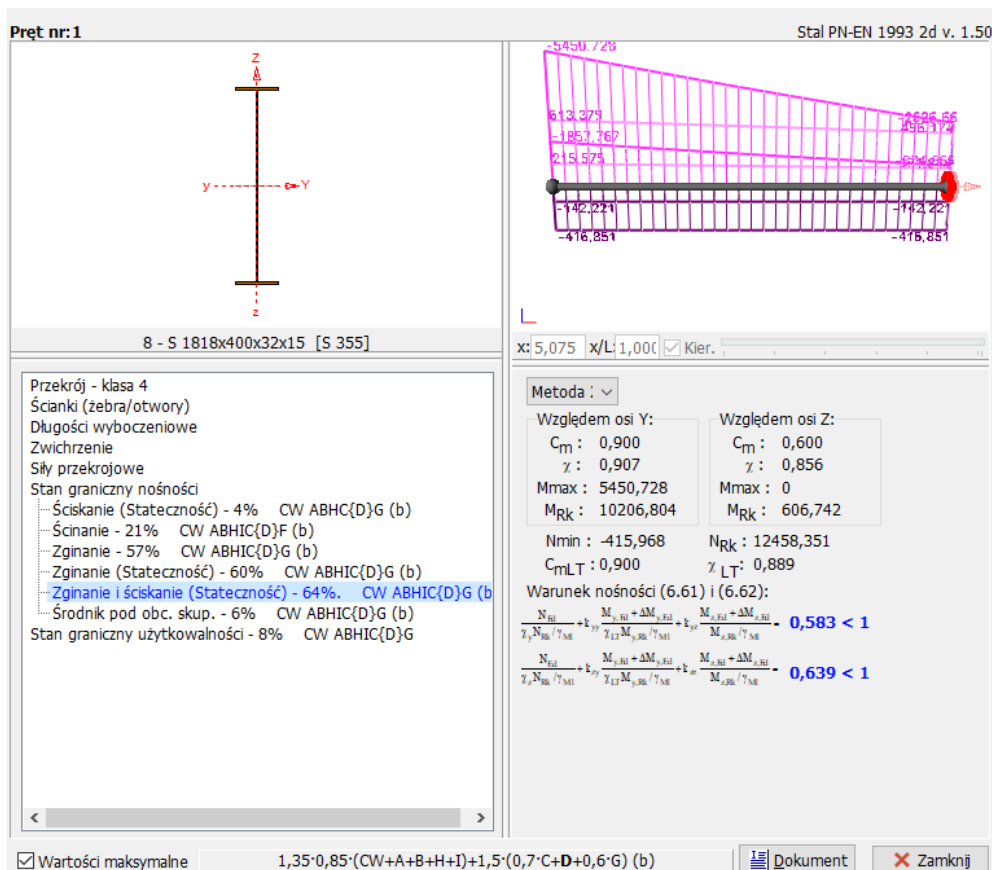
Rys. 36 Model 3 (układ w osi $\delta A.B$) - Obwiednia sił tnących T [kN]



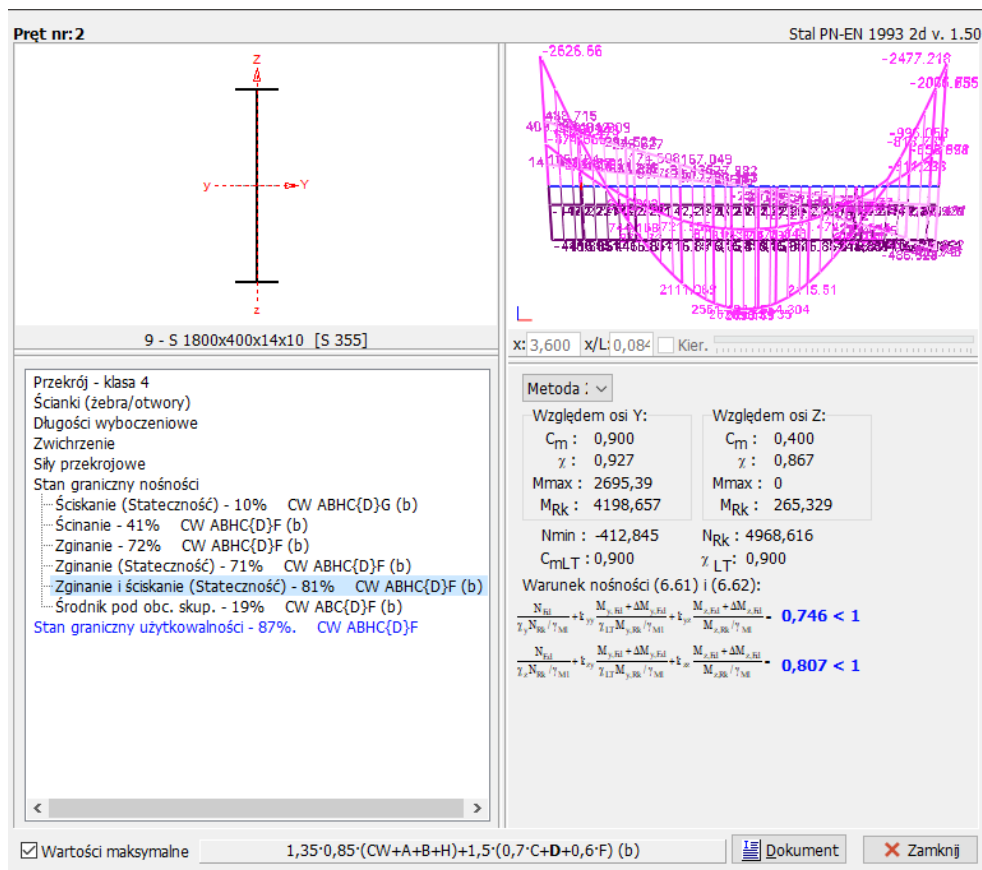
Rys. 37 Model 3 (układ w osi $\delta A.B$) - Obwiednia sił normalnych N [kN]



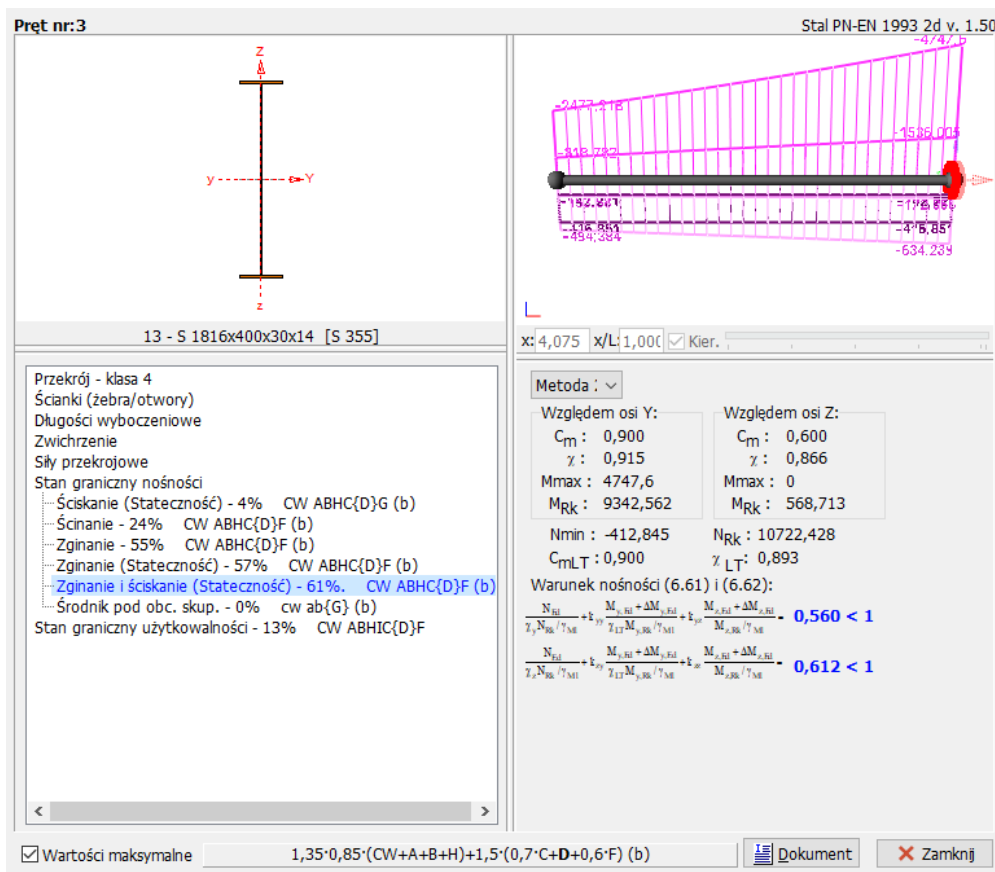
Rys. 38 Model 3 – oznaczenia numerów prętów



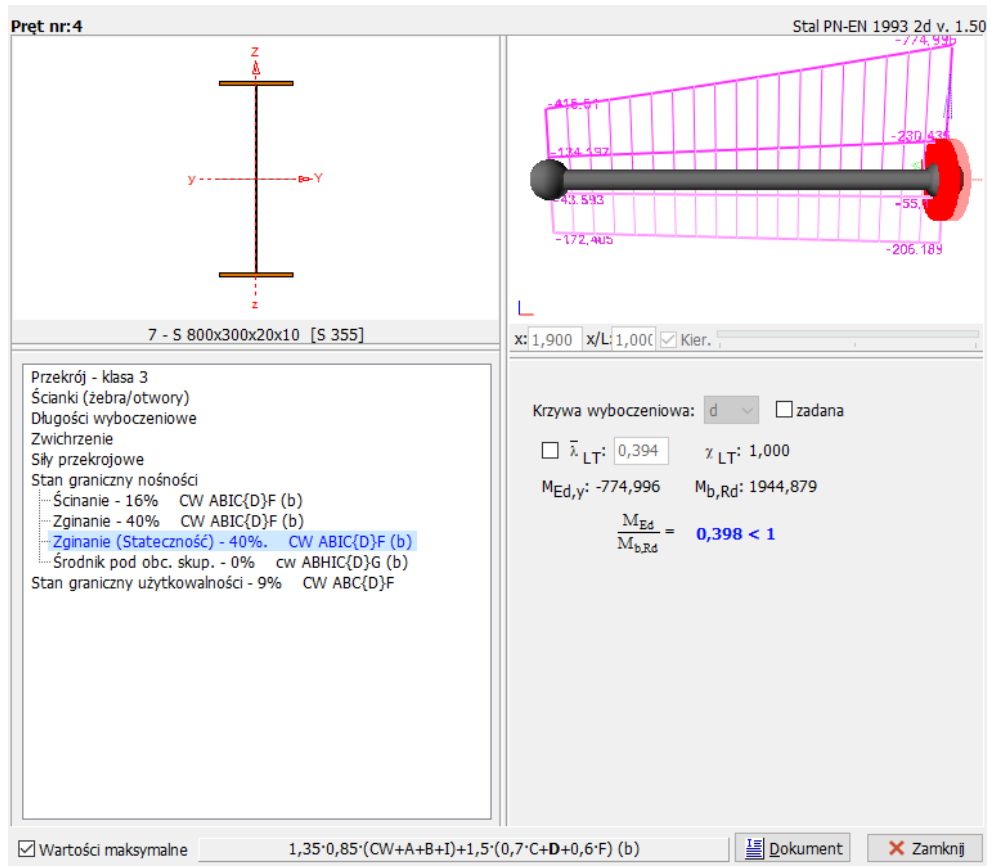
Rys. 39 Model 3 (oś 8A.B) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 1



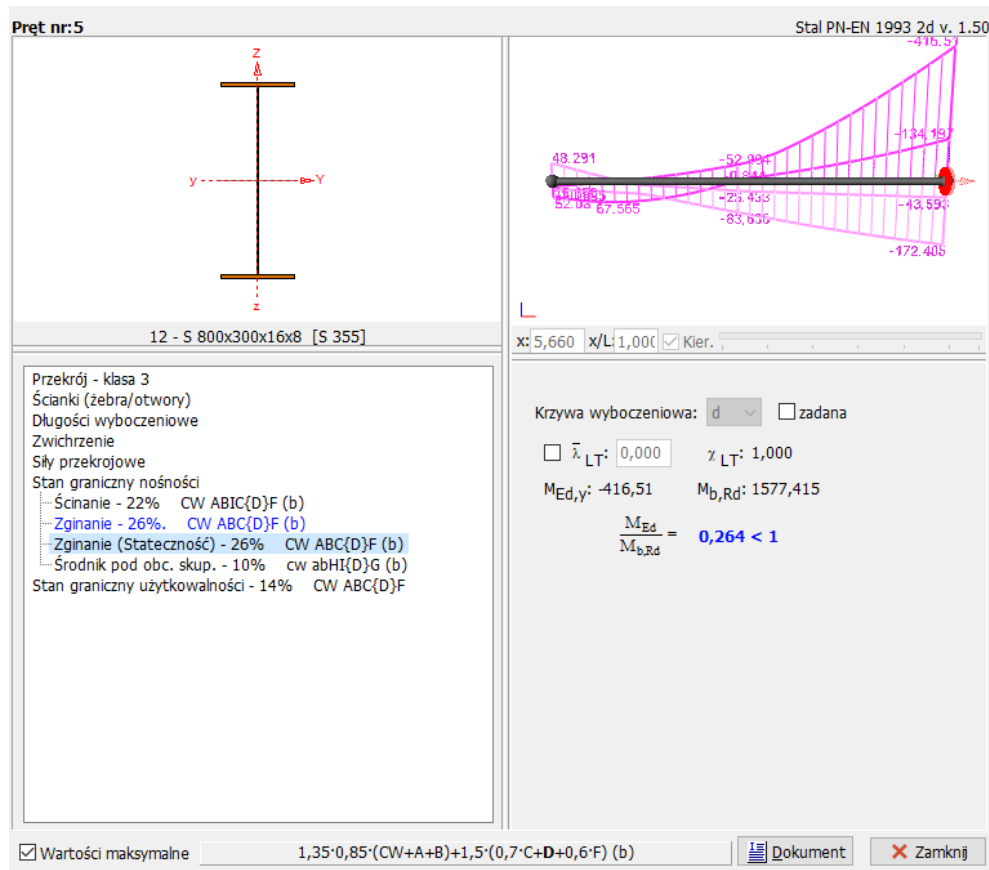
Rys. 40 Model 3 (oś 8A.B) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 2



Rys. 41 Model 3 (oś 8A.B) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 3



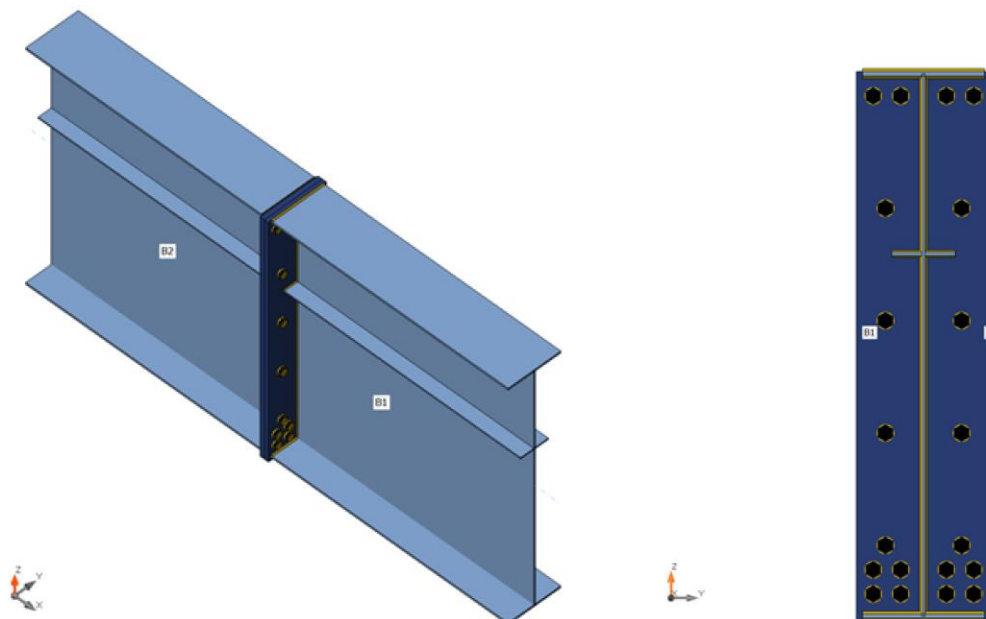
Rys. 42 Model 3 (oś 8A.B) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 4



Rys. 43 Model 3 (oś 8A.B) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 5

4.7. PODSTAWOWE WYNIKI WĘZŁÓW I STYKÓW MONTAŻOWYCH

4.7.1. STYK MONTAŻOWY RYGLA GŁÓWNEGO (I 1800x400x14x10)



Rys. 44 Widok modelu obliczeniowego styku

Śruby

Nazwa	Zestaw śrub	Średnica [mm]	f_u [N/mm ²]	Pole brutto [mm ²]
M30 10.9HV	M30 10.9HV	30,0	880,0	707,0

Efekty obciążenia

Nazwa	Element	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
8AG_L	B1	-367,0	0,0	-254,0	0,0	-1213,0	0,0
8AG_P	B1	-364,0	0,0	-192,0	0,0	-1839,0	0,0
8AC_L	B1	-336,0	0,0	-239,0	0,0	-1100,0	0,0
8AC_P	B1	-332,0	0,0	-177,0	0,0	-1889,0	0,0
8AC_BEZ FV_L	B1	-336,0	0,0	-239,0	0,0	-1100,0	0,0
8AC_BEZ_FV_P	B1	-334,0	0,0	-180,0	0,0	-1860,0	0,0

Podsumowanie

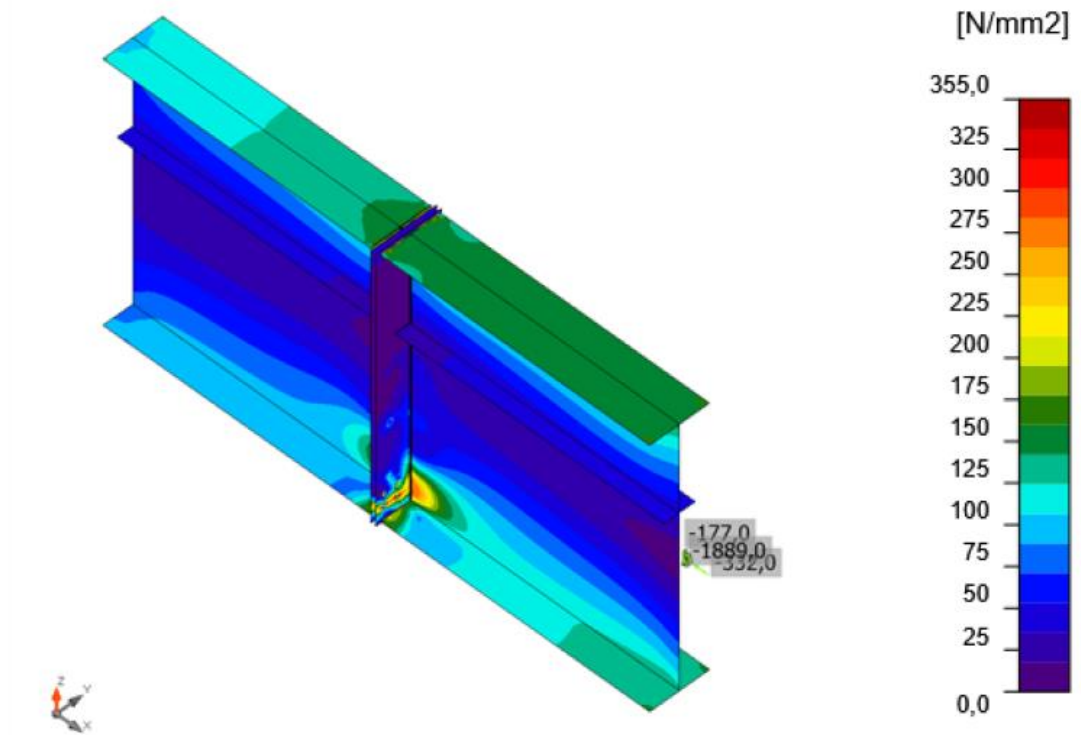
Nazwa	Wartość	Status
Płyty	0,0 < 5,0%	OK
Śruby sprężone	76,5 < 100%	OK
Spoiny	98,1 < 100%	OK

Płyty

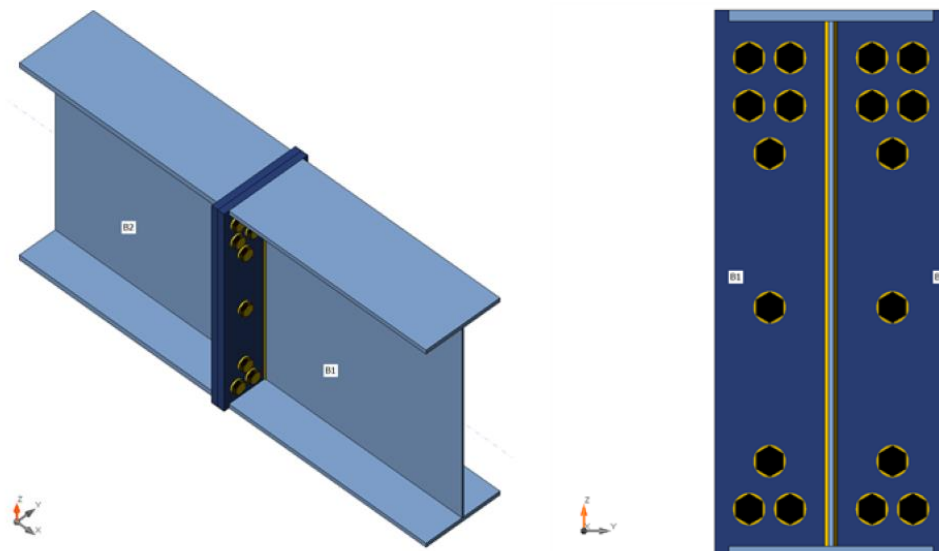
Nazwa	Grubość [mm]	Obciążenia	σ_{Ed} [N/mm ²]	ϵ_{pl} [%]	σ_{CEd} [N/mm ²]	Status
B1-bfl 1	14,0	8AC_P	203,2	0,0	0,0	OK
B1-tfl 1	14,0	8AC_P	168,9	0,0	0,0	OK
B1-w 1	10,0	8AC_P	293,0	0,0	0,0	OK
B1-bfl 2	10,0	8AG_P	50,5	0,0	0,0	OK
B1-bfl 3	10,0	8AG_P	50,5	0,0	0,0	OK
B2-bfl 1	14,0	8AC_P	196,9	0,0	0,0	OK
B2-tfl 1	14,0	8AC_P	163,6	0,0	0,0	OK
B2-w 1	10,0	8AC_P	275,3	0,0	0,0	OK
B2-bfl 2	10,0	8AC_P	42,8	0,0	0,0	OK
B2-bfl 3	10,0	8AC_P	42,8	0,0	0,0	OK
PP1a	32,0	8AC_P	326,8	0,0	36,4	OK
PP1b	32,0	8AC_P	326,4	0,0	36,4	OK

Dane projektowe

Materiał	f_y [N/mm ²]	ϵ_{lim} [%]
S 355	355,0	5,0



4.7.2. STYK MONTAŻOWY WSPORNIKA (I 800x300x16x8)



Rys. 45 Widok modelu obliczeniowego styku

Śruby

Nazwa	Zestaw śrub	Średnica [mm]	fu [N/mm ²]	Pole brutto [mm ²]
M24 10.9HV	M24 10.9HV	24,0	880,0	452,0

Efekty obciążenia

Nazwa	Element	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
8AG	B1	0,0	0,0	-333,0	0,0	1058,0	0,0
8AC	B1	0,0	0,0	-369,0	0,0	1589,0	0,0
8AC_BEZ FV	B1	0,0	0,0	-344,0	0,0	1520,0	0,0
8AC_BEZ FV_BEZ_SN	B1	0,0	0,0	-246,0	0,0	1247,0	0,0
8AC_BEZ FV_BEZ_UZ	B1	0,0	0,0	-262,0	0,0	1073,0	0,0
8AG_BEZ FV	B1	0,0	0,0	-308,0	0,0	988,0	0,0
8AG_BEZ FV_BEZ SN	B1	0,0	0,0	-198,0	0,0	590,0	0,0
8AG_BEZ FV_BEZ UZ	B1	0,0	0,0	-248,0	0,0	808,0	0,0

Podsumowanie

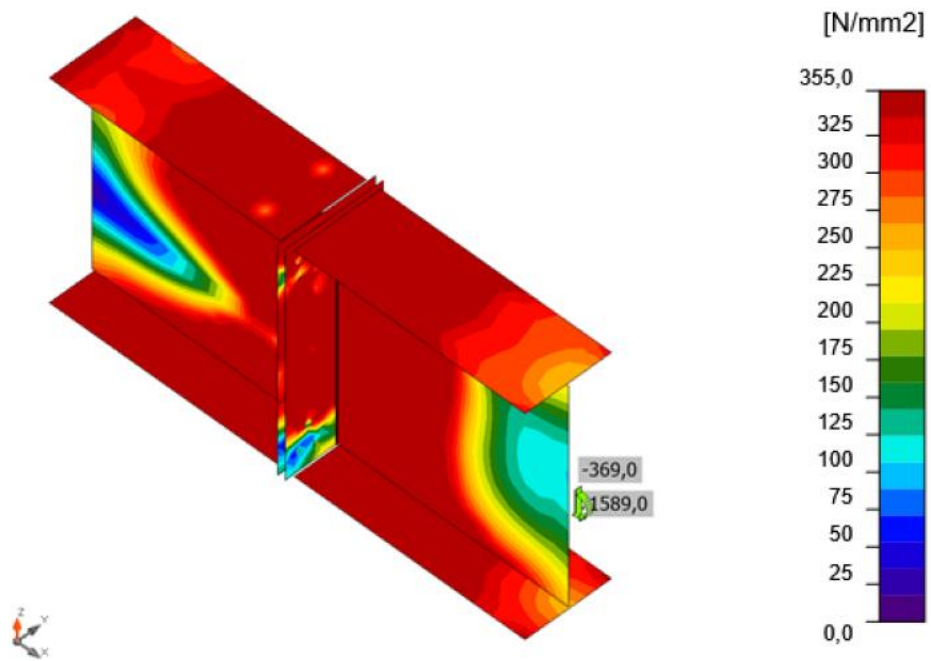
Nazwa	Wartość	Status
Płyty	153,4 > 5,0%	Not OK!
Śruby sprężone	319,9 > 100%	Not OK!
Spoiny	210,6 > 100%	Not OK!

Płyty

Nazwa	Grubość [mm]	Obciążenia	σ_{Ed} [N/mm ²]	ϵ_{pl} [%]	σ_{cEd} [N/mm ²]	Status
B1-tfl 1	16,0	8AC	494,4	66,3	0,0	Not OK!
B1-bfl 1	16,0	8AC	437,1	39,0	0,0	Not OK!
B1-w 1	8,0	8AC	551,7	93,6	0,0	Not OK!
B2-tfl 1	20,0	8AC	394,7	18,9	0,0	Not OK!
B2-bfl 1	20,0	8AC	360,6	2,7	0,0	OK
B2-w 1	10,0	8AC	402,2	22,4	0,0	Not OK!
PP1a	25,0	8AC	677,5	153,4	437,3	Not OK!
PP1b	25,0	8AC	447,4	44,0	437,3	Not OK!

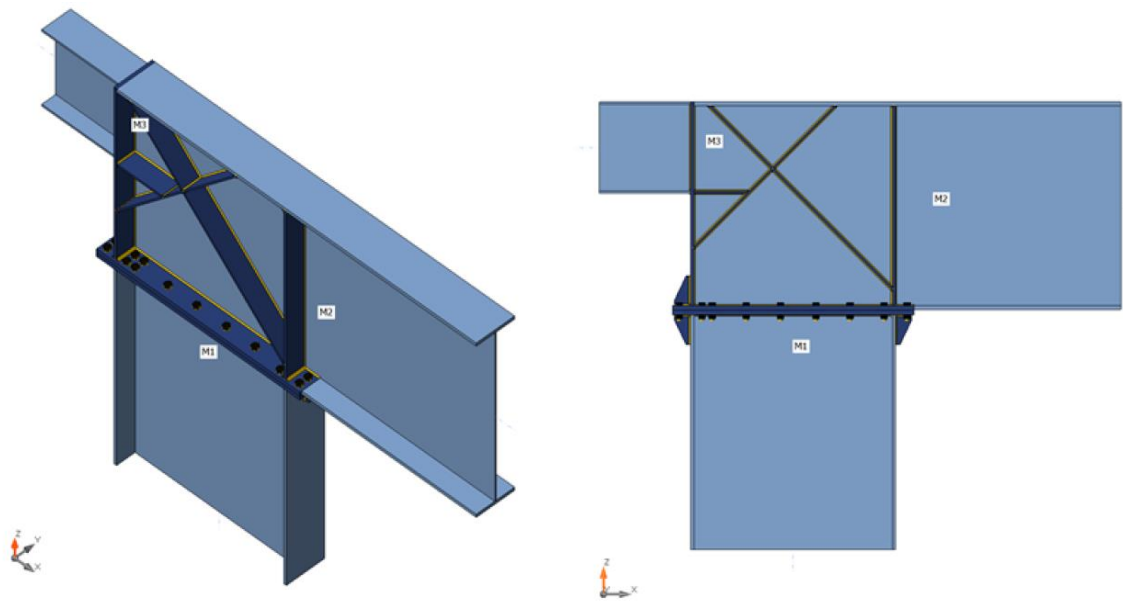
Dane projektowe

Materiał	f_y [N/mm ²]	ϵ_{lim} [%]
S 355	355,0	5,0



Równoważne naprężenie, 8AC

4.7.3. NAROŻE RAMY W OSIACH 8A.1 (ZE WSPORNIKIEM)



Rys. 46 Widok modelu obliczeniowego naroża

Śruby

Nazwa	Zestaw śrub	Średnica [mm]	fu [N/mm ²]	Pole brutto [mm ²]
M36 10.9HV	M36 10.9HV	36,0	880,0	1018,0

Efekty obciążenia

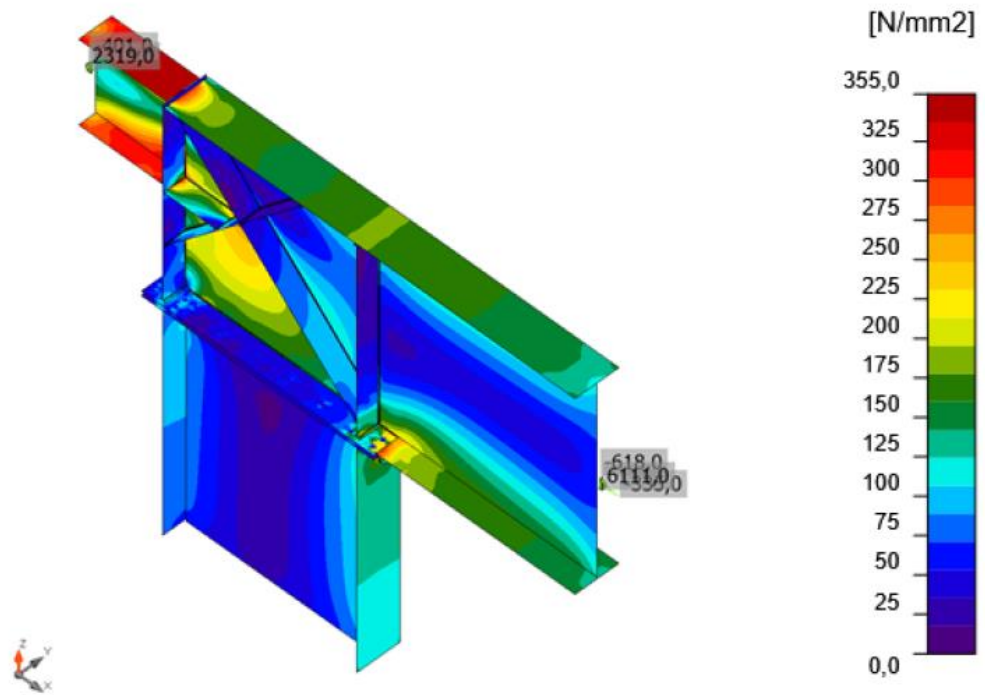
Nazwa	Element	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
8AG	M2	-367,0	0,0	-618,0	0,0	5873,0	0,0
	M3	0,0	0,0	-366,0	0,0	1721,0	0,0
8AC	M2	-335,0	0,0	-618,0	0,0	6111,0	0,0
	M3	0,0	0,0	-401,0	0,0	2319,0	0,0
8AC_BEZ FV	M2	-335,0	0,0	-616,0	0,0	6023,0	0,0
	M3	0,0	0,0	-377,0	0,0	2205,0	0,0

Podsumowanie

Nazwa	Wartość	Status
Płyty	0,4 < 5,0%	OK
Śruby sprężone	98,9 < 100%	OK
Spoiny	102,9 > 100%	Not OK!

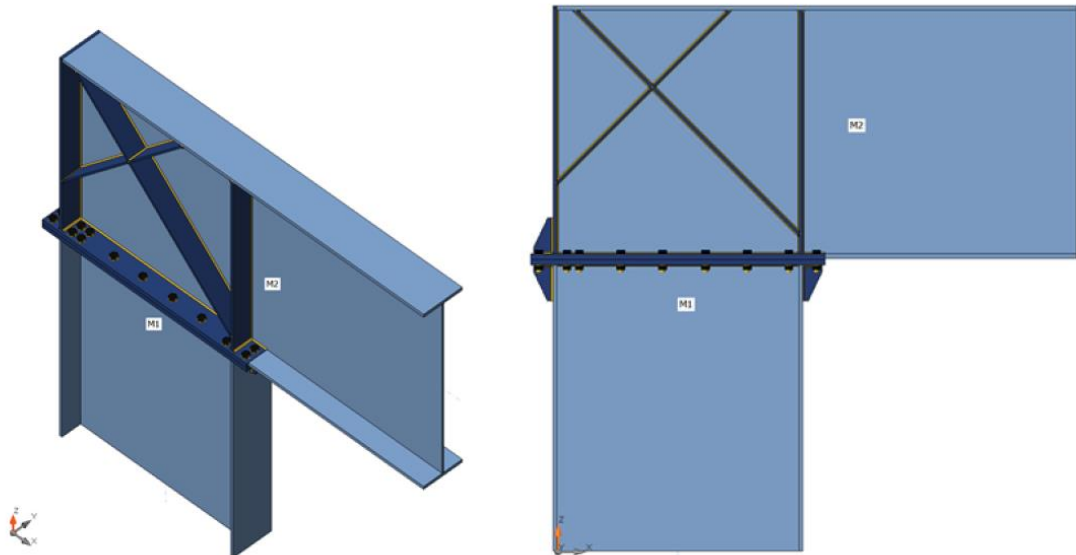
Płyty

Nazwa	Grubość [mm]	Obciążenia	σ_{Ed} [N/mm ²]	ϵ_{pl} [%]	σ_{cEd} [N/mm ²]	Status
M1-tfl 1	30,0	8AG	201,2	0,0	0,0	OK
M1-bfl 1	30,0	8AG	132,0	0,0	0,0	OK
M1-w 1	16,0	8AG	183,7	0,0	0,0	OK
M2-tfl 1	32,0	8AC	299,4	0,0	0,0	OK
M2-bfl 1	32,0	8AC	323,8	0,0	0,0	OK
M2-w 1	15,0	8AC	332,7	0,0	0,0	OK
M3-tfl 1	20,0	8AC	355,4	0,2	0,0	OK
M3-bfl 1	20,0	8AC	355,9	0,4	0,0	OK
M3-w 1	10,0	8AC	355,1	0,0	0,0	OK
SP1	40,0	8AC	280,5	0,0	24,5	OK
SP2	40,0	8AG	156,8	0,0	25,1	OK
SP3	30,0	8AC	194,4	0,0	0,0	OK
STIFF1a	30,0	8AG	210,7	0,0	0,0	OK
STIFF1b	30,0	8AG	210,5	0,0	0,0	OK
STIFF2a	20,0	8AG	139,4	0,0	0,0	OK
STIFF2b	20,0	8AG	139,3	0,0	0,0	OK
STIFF3a	16,0	8AG	73,8	0,0	0,0	OK
STIFF3b	16,0	8AG	73,8	0,0	0,0	OK
STIFF4a	16,0	8AC	202,0	0,0	0,0	OK
STIFF4b	16,0	8AC	202,0	0,0	0,0	OK
Żebro1a	20,0	8AC	273,1	0,0	0,0	OK
Żebro1b	20,0	8AC	273,2	0,0	0,0	OK
WID1a	20,0	8AG	232,1	0,0	0,0	OK
WID1b	20,0	8AG	312,4	0,0	0,0	OK
SP4	20,0	8AG	249,4	0,0	0,0	OK



Równoważne naprężenie, 8AC

4.7.4. NAROŻE RAMY W OSIACH 8A.1 (ZE WSPORNIKIEM)



Rys. 47 Widok modelu obliczeniowego naroża

Śruby

Nazwa	Zestaw śrub	Średnica [mm]	fu [N/mm ²]	Pole brutto [mm ²]
M36 10.9HV	M36 10.9HV	36,0	880,0	1018,0

Efekty obciążenia

Nazwa	Element	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
8AG	M2	-369,0	0,0	-606,0	0,0	4247,0	0,0
8AC	M2	-337,0	0,0	-581,0	0,0	3901,0	0,0
8AC_BEZ_FV	M2	-335,0	0,0	-561,0	0,0	3876,0	0,0

Podsumowanie

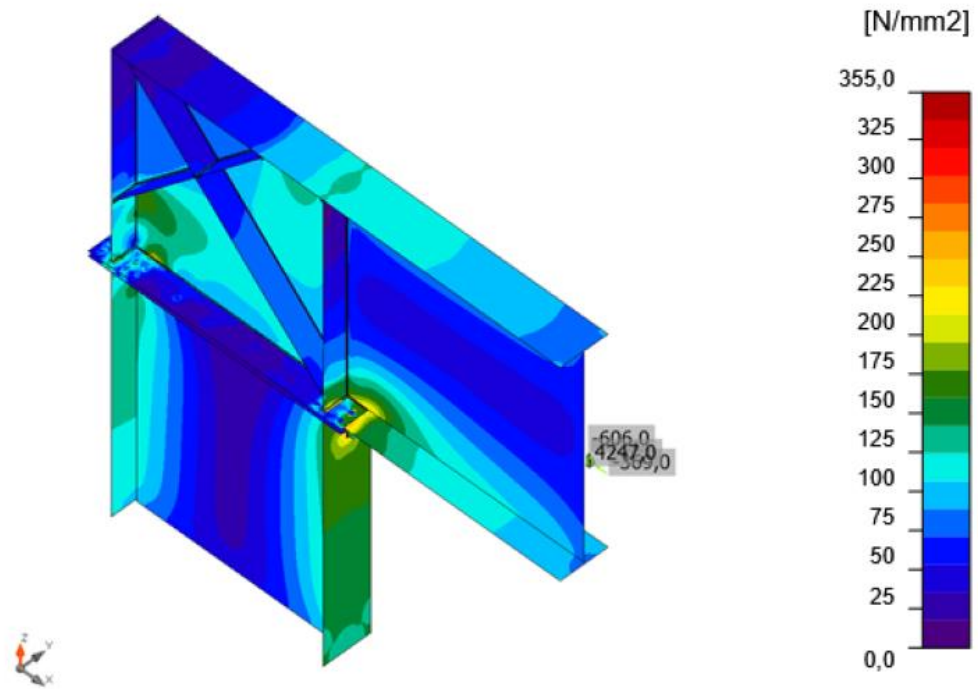
Nazwa	Wartość	Status
Płyty	0,0 < 5,0%	OK
Śruby sprężone	98,5 < 100%	OK
Spoiny	98,0 < 100%	OK

Płyty

Nazwa	Grubość [mm]	Obciążenia	σ_{Ed} [N/mm ²]	ϵ_{p1} [%]	σ_{cEd} [N/mm ²]	Status
M1-tfl 1	25,0	8AG	232,8	0,0	0,0	OK
M1-bfl 1	25,0	8AG	167,4	0,0	0,0	OK
M1-w 1	14,0	8AG	210,9	0,0	0,0	OK
M2-tfl 1	30,0	8AG	135,2	0,0	0,0	OK
M2-bfl 1	30,0	8AG	267,8	0,0	0,0	OK
M2-w 1	14,0	8AG	231,3	0,0	0,0	OK
SP1	40,0	8AG	218,6	0,0	25,0	OK
SP2	40,0	8AG	174,0	0,0	25,0	OK
SP3	25,0	8AG	150,5	0,0	0,0	OK
STIFF1a	25,0	8AG	214,1	0,0	0,0	OK
STIFF1b	25,0	8AG	213,9	0,0	0,0	OK
STIFF2a	20,0	8AG	127,3	0,0	0,0	OK
STIFF2b	20,0	8AG	127,2	0,0	0,0	OK
STIFF3a	16,0	8AG	85,6	0,0	0,0	OK
STIFF3b	16,0	8AG	85,6	0,0	0,0	OK
STIFF4a	16,0	8AG	89,5	0,0	0,0	OK
STIFF4b	16,0	8AG	89,5	0,0	0,0	OK
WID1a	20,0	8AG	247,9	0,0	0,0	OK
WID1b	20,0	8AG	281,6	0,0	0,0	OK
SP4	20,0	8AG	275,6	0,0	0,0	OK

Dane projektowe

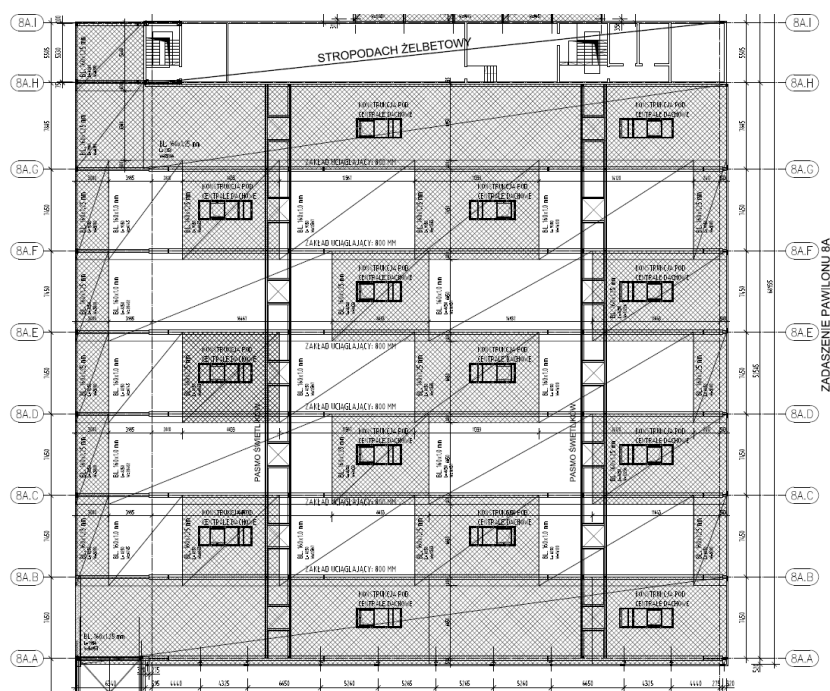
Materiał	f_y [N/mm ²]	ϵ_{lim} [%]
S 355	355,0	5,0



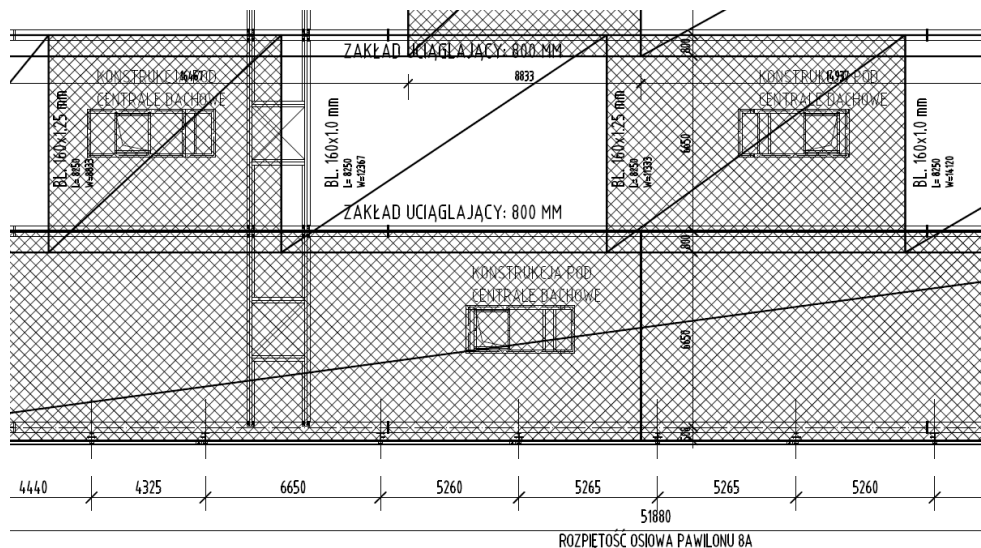
Równoważne naprężenie, 8AG

4.8. PODSTAWOWE WYNIKI OBLICZEŃ DLA BLACHY TRAPEZOWEJ

Rozkłady blachy trapezowej przedstawiono na rysunku TH8A__PODP_K201 dokumentacji powykonawczej [2]. W analizowanych obszarach zastosowano blachę trapezową T160x1.25 mm układaną z zakładem uciągającym o długości 800 mm.



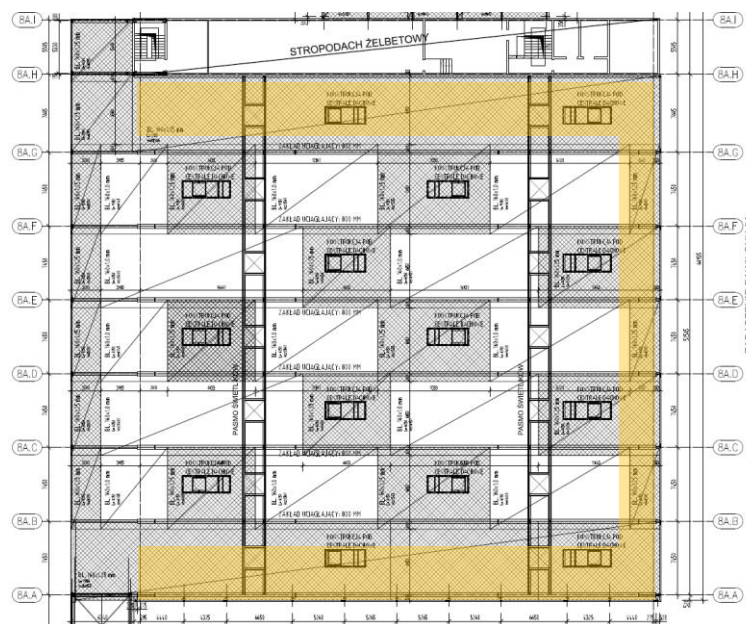
Rys. 48 Rozkład blachy trapezowej na dachu Budynku Głównego wg rysunku TH8A__PODP_K201 [2]



Rys. 49 Detale rozkładu blachy trapezowej wg rysunku TH8A__PODP_K201 [2]

Analizę nośności blach trapezowych przeprowadzono w programie BP6 [S4]. Analizę przeprowadzono dla dwóch układów obciążeń:

- Układ 1 – worki śnieżne przy attykach i urządzeniach ($s_k=1.80 \text{ kN/m}^2$)



Rys. 50 Lokalizacja obciążeń dla Układu 1

Dane wejściowe:

Rozpiętość przęśła: 7900 mm

Obciążenie obliczeniowe: $4,350 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie charakterystyczne: $3,150 \text{ kN/m}^2$

Układ blachy: POZYTYW

Kryterium ugięcia: 1/200

Profil: T160 S320 t = 1,25 mm

Do zadanych obciążeń dodano ciężar własny blachy ze współczynnikiem $\gamma = 1,35$



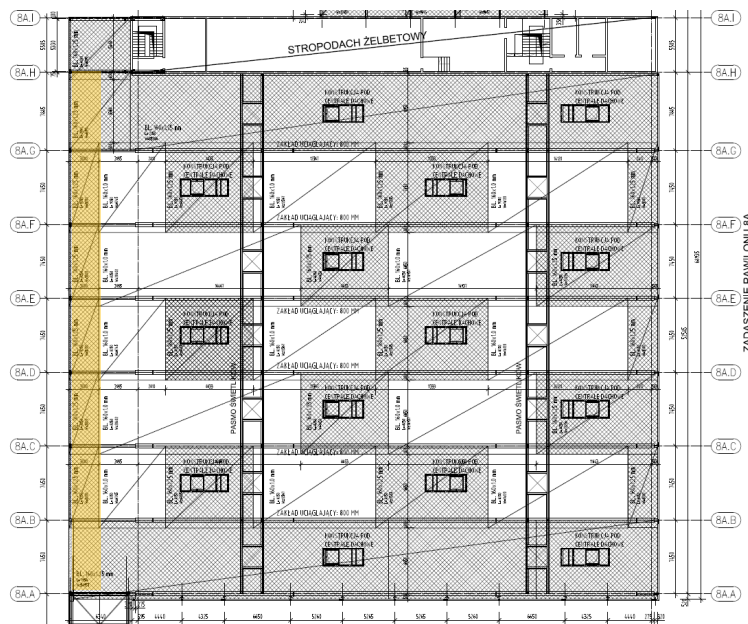
Wyniki (dwa przęśła):

Wykorzystanie nośności - warunek wytrzymałości 86,30% (dla $b \geq 60 \text{ mm}$)

Wykorzystanie nośności - warunek ugięcia 102,44% (dla $b \geq 60 \text{ mm}$)

Warunek nośności spełniony!

- Układ 2 – worki śnieżne przy wyższych przylegających budynkach ($s_k=3.60 \text{ kN/m}^2$) wzdłuż osi 8A.1 – warunek nośności nie spełniony.



Rys. 51 Lokalizacja obciążeń dla Układu 2

Dane wejściowe:

Rozpiętość przęsła: 7900 mm

Obciążenie obliczeniowe: $6,230 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie charakterystyczne: $4,410 \text{ kN/m}^2$

Układ blachy: POZYTYW

Kryterium ugięcia: 1/200

Profil: T160 S320 $t = 1,25 \text{ mm}$

Do zadanych obciążeń dodano ciężar własny blachy ze współczynnikiem $\gamma = 1,35$



Wyniki (dwa przęsła):

Wykorzystanie nośności - warunek wytrzymałości 121,33% (dla $b \geq 60 \text{ mm}$)

Wykorzystanie nośności - warunek ugięcia 140,88% (dla $b \geq 60 \text{ mm}$)

Warunek nośności nie spełniony!

4.9. WNIOSKI

W oparciu o przeprowadzone analizy obliczeniowe można stwierdzić, że:

- konstrukcja główna, styki montażowe przekroju I1800x400, naroża w osiach 8A.2 i blacha trapezowa posiadają wystarczającą nośność do przeniesienia dodatkowych obciążeń od planowej instalacji fotowoltaicznej w pasmach o szerokości 3 m wzdłuż osi 8A.A (południowa elewacja), 8A.2 (wschodnia elewacja), 8A.H (północna elewacja).
- konstrukcja wspornikowa przy osi 8A.1, styk montażowy części wspornikowej oraz balach trapezowa nie posiadają wystarczającej nośności do przeniesienia dodatkowych obciążeń od planowej instalacji fotowoltaicznej wzdłuż osi 8A.1 (elewacja zachodnia).

Analiza nośności części wspornikowej w osi 8A.C wykazała, że przy pełnych projektowanych obciążeniach element wspornikowy oraz styk montażowy nie posiadają wystarczającej nośności do przeniesienia zakładanych obciążeń.

5. PAWILON 8A – BLOK ŻELBETOWY

5.1. WSTĘP

Konstrukcja żelbetowa Bloku Żelbetowego w Pawilonie 8A została zaprojektowana wg zestawu norm PN-B. Analizę nośności konstrukcji z uwzględnieniem dodatkowych obciążeń od instalacji fotowoltaicznej przeprowadzono zgodnie z wymogami obowiązującego zestawu norm PN-EN. Komplet wyników obliczeń znajduje się w archiwum firmy Ekspertis.

5.2. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

5.2.1. OBCIĄŻENIA STAŁE

Obciążenia stałe dla dachu przyjęto zgodnie z wytycznymi dokumentacji powykonawczej [3] dla układu warstw D04 i D05.

D04	ICOPAL	PAPA TERMOZGRZ. WIERZCHNIEGO KRYCIA - NRO	0,5cm
		PAPA TERMOZGRZEWAŁNA PODKŁADOWA - NRO	0,5cm
		STYROPIAN PE FS20 SPADKOWY Z WARSTWĄ WIERZCHNIĄ PAPY	20-40cm
		PAROIZOLACJA - FOLIA PE	0,3mm
		STROP ŻELBETOWY WG PROJ. KONSTRUKCJI	25cm
		TYNK CEM. - WAP LUB SUFIT PODWIESZANY	1,5cm
D05	ICOPAL	PAPA TERMOZGRZ. WIERZCHNIEGO KRYCIA - NRO	0,5cm
		PAPA TERMOZGRZEWAŁNA PODKŁADOWA - NRO	0,5cm
		STYROPIAN EPS 100-038 SPADKOWY Z WARSTWĄ WIERZCHNIĄ PAPY	12-15cm
		PAROIZOLACJA - FOLIA PE	0,3mm
		STROP ŻELBETOWY WG PROJ. KONSTRUKCJI	25cm
		TYNK CEM. - WAP LUB SUFIT PODWIESZANY	1,5cm

Rys. 52 Układ warstw dachu D04 i D05 dla Bloku Żelbetowego Pawilonu 8A wg dokumentacji powykonawczej [3]

Tab. 2 Zestawienie obciążeń stałych dla dachu Bloku Żelbetowego (układ warstw D04)

L.P	Pozycja	Wartość charakterystyczna kN/m ²	γ_f	Wartość obliczeniowa kN/m ²
Obciążenia stałe - D04				
1	2x Papa termozgrzewalna	0,17	1,35	0,22
2	Styropian 30 cm	0,14	1,35	0,18
3	Paroizolacja - folia PE	0,01	1,35	0,01
4	Sufit podwieszany	0,30	1,35	0,41
5	Instalacje	0,50	1,35	0,68
SUMA STAŁE		1,11	1,35	1,50

Tab. 3 Zestawienie obciążeń stałych dla dachu Bloku Żelbetowego (układ warstw D05)

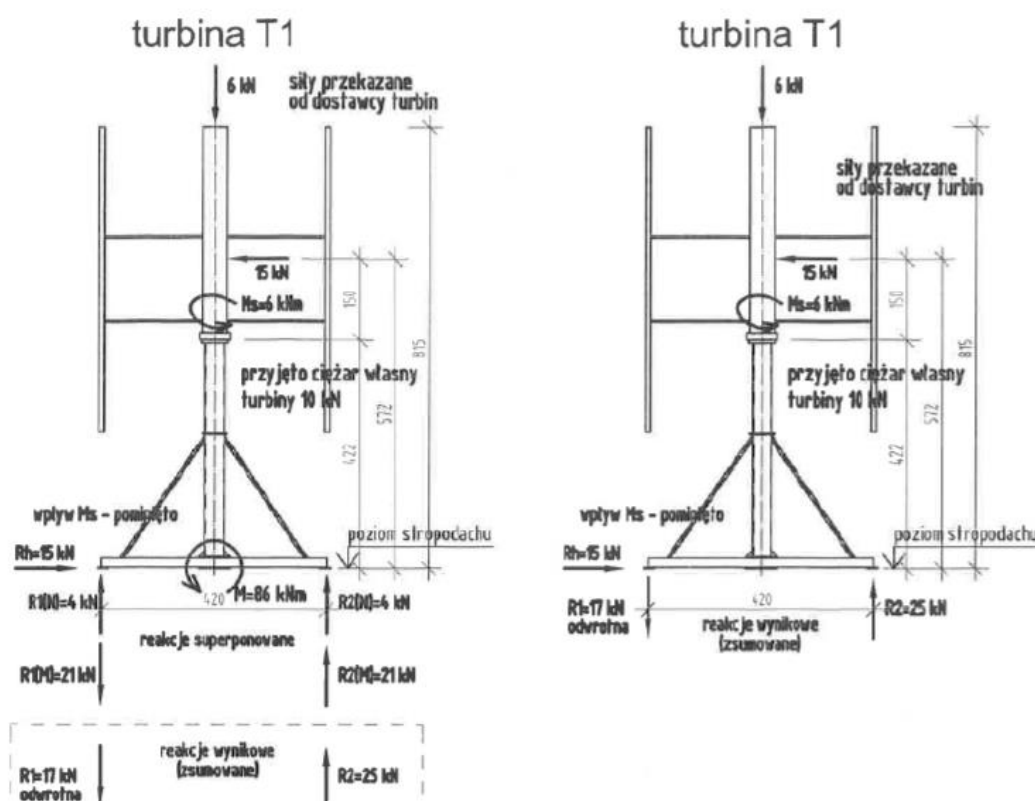
L.P	Pozycja	Wartość charakterystyczna kN/m ²	γ_f	Wartość obliczeniowa kN/m ²
Obciążenia stałe - D05				
1	2x Papa termozgrzewalna	0,17	1,35	0,22
2	Styropian 15 cm	0,07	1,35	0,09
3	Paroizolacja - folia PE	0,01	1,35	0,01
4	Sufit podwieszany	0,30	1,35	0,41
5	Instalacje	0,50	1,35	0,68
SUMA STAŁE		1,04	1,35	1,41

5.2.2. OBCIĄŻENIA OD INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Na potrzeby analiz przyjęto maksymalny ciężar paneli fotowoltaicznych z podkonstrukcją o wartości **50 kg/m² (0.50 kN/m²)**.

5.2.3. OBCIĄŻENIA OD TURBIN WIATROWYCH

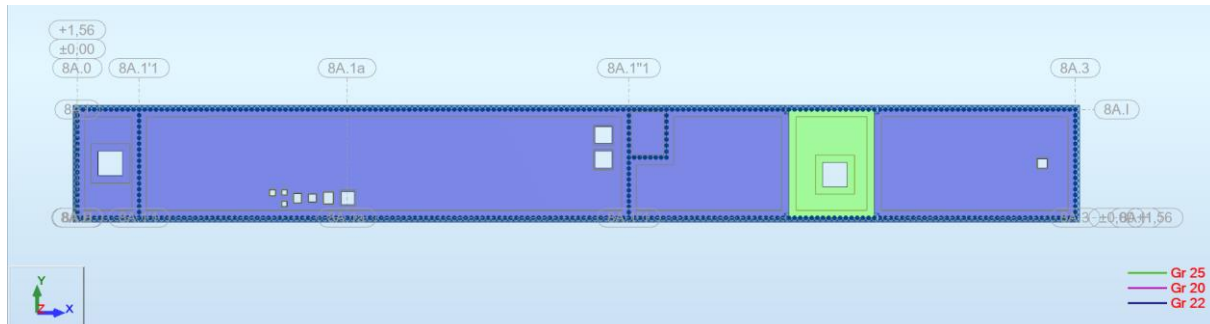
Obciążenia od turbin wiatrowych przyjęto zgodnie z wytycznymi producenta dla modelu ECOROTE 9800.



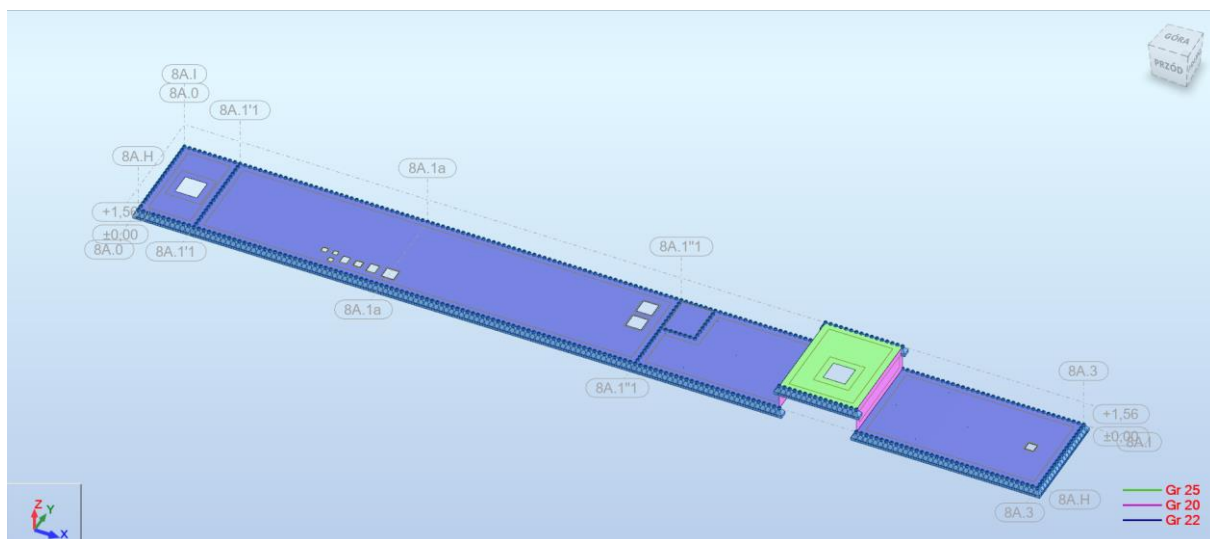
Rys. 53 Obciążenia od turbiny wiatrowej

5.3. MODEL OBLICZENIOWY

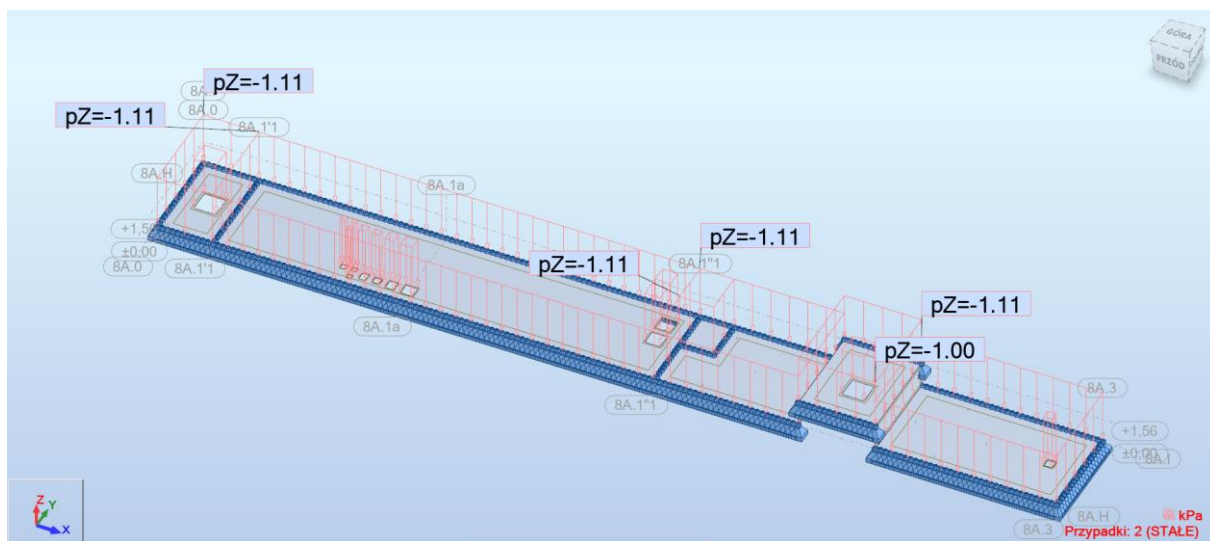
Analizę nośność konstrukcji stropodachu przeprowadzono w programie ARSA 2022 [S1]. Analizy przeprowadzono zgodnie z wytycznymi zestawu norm PN-EN. Strop zamodelowano w formie elementów powłokowych podpartych w miejscach ścian żelbetowych. Grubości płyt przyjęto zgodnie z dokumentacją powykonawczą [2].



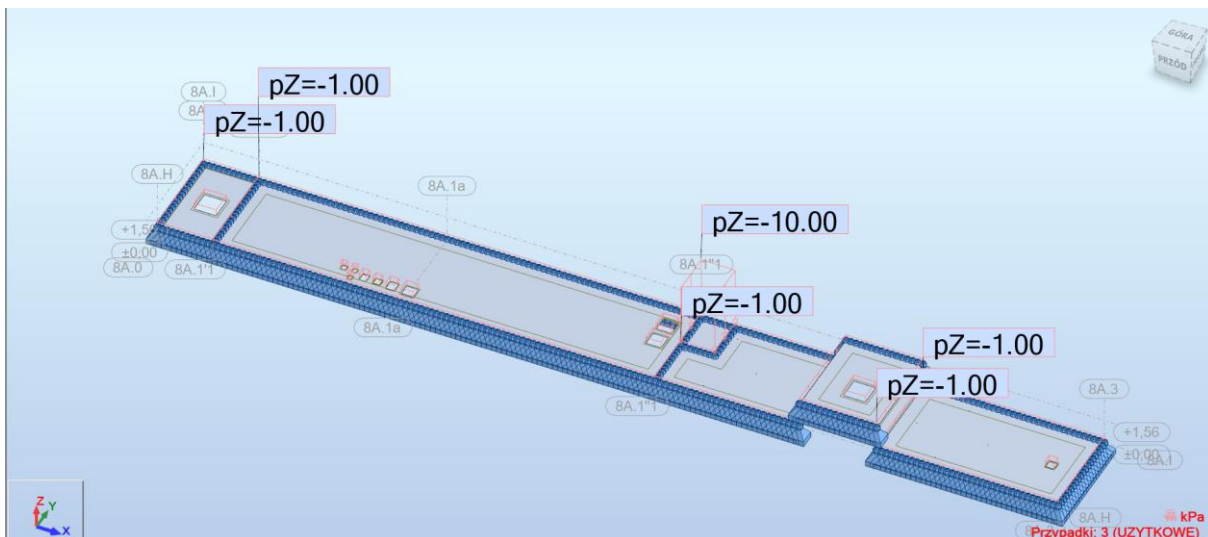
Rys. 54 Blok Żelbetowy – model obliczeniowy stropodachu z oznaczeniem grubości elementów



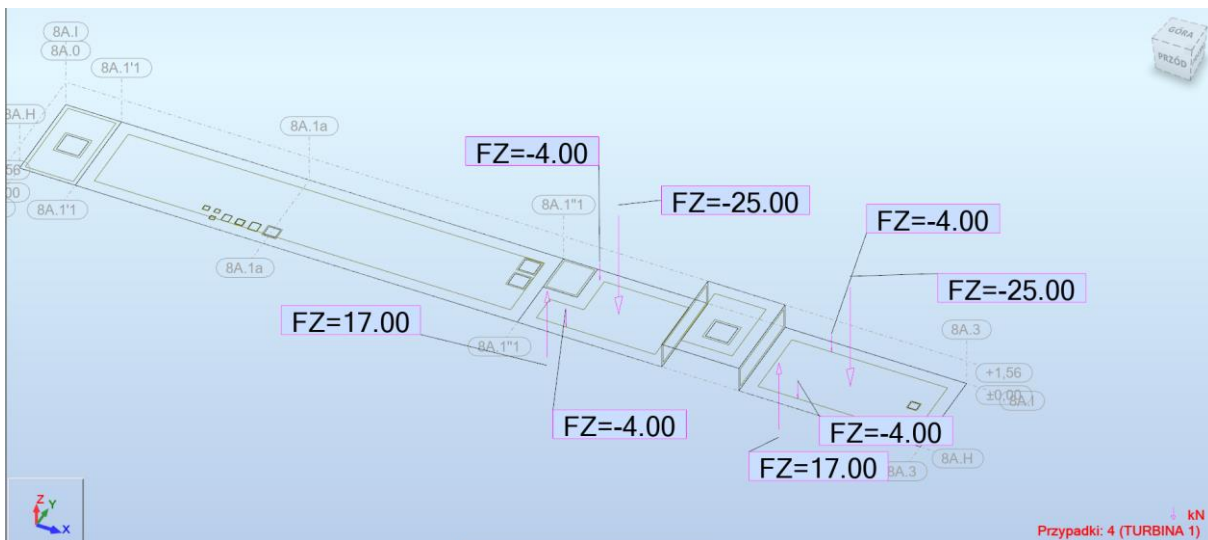
Rys. 55 Blok Żelbetowy – model obliczeniowy stropodachu z oznaczeniem grubości elementów



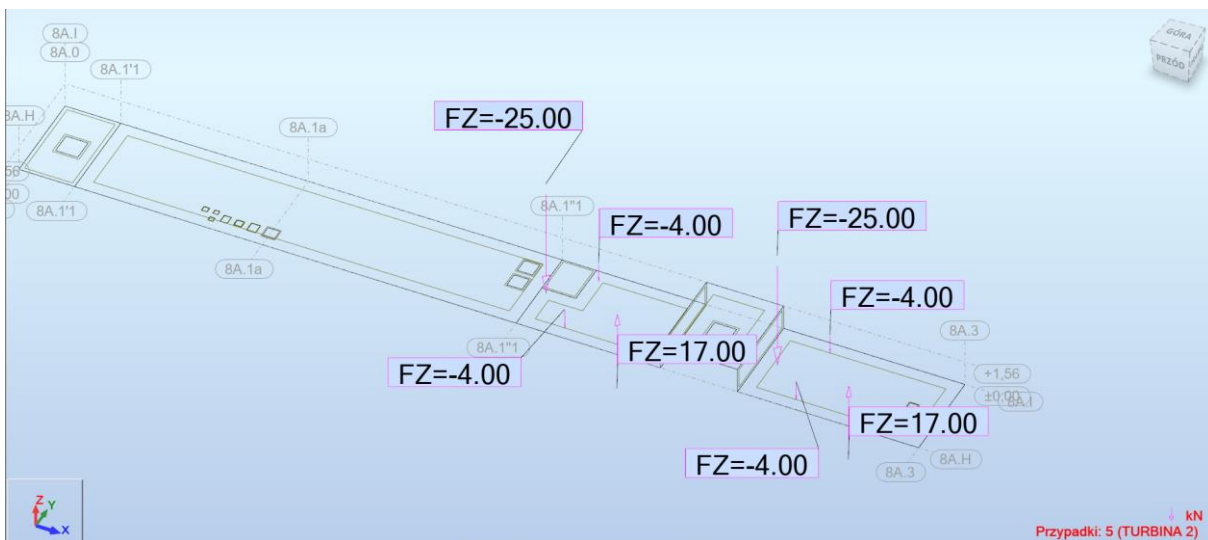
Rys. 56 Blok Żelbetowy – Obciążenia stałe [kN/m²]



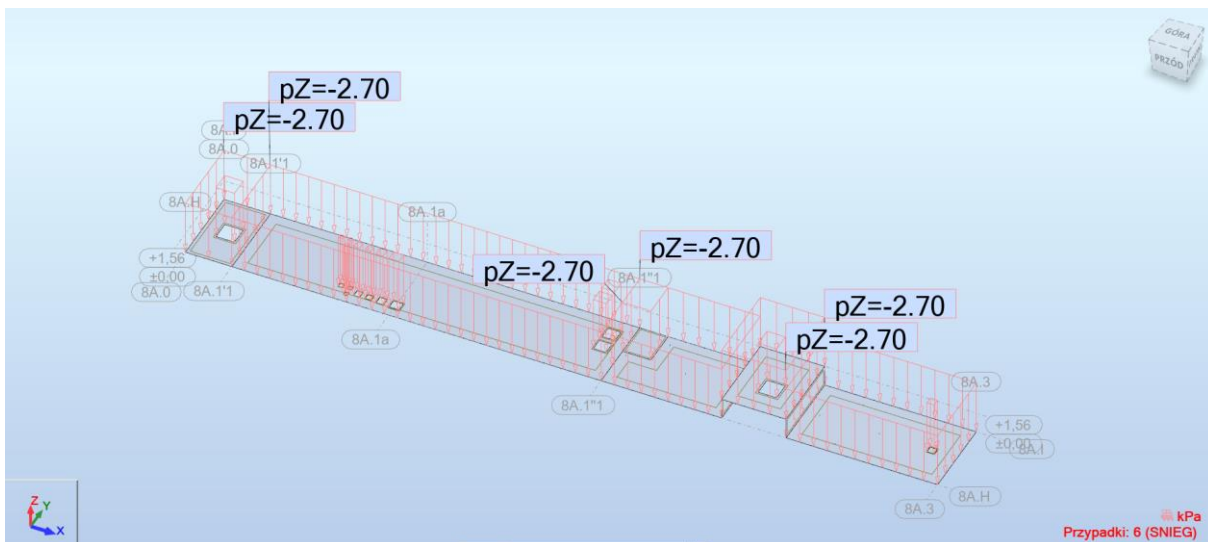
Rys. 57 Blok Żelbetowy – Obciążenia użytkowe [kN/m²]



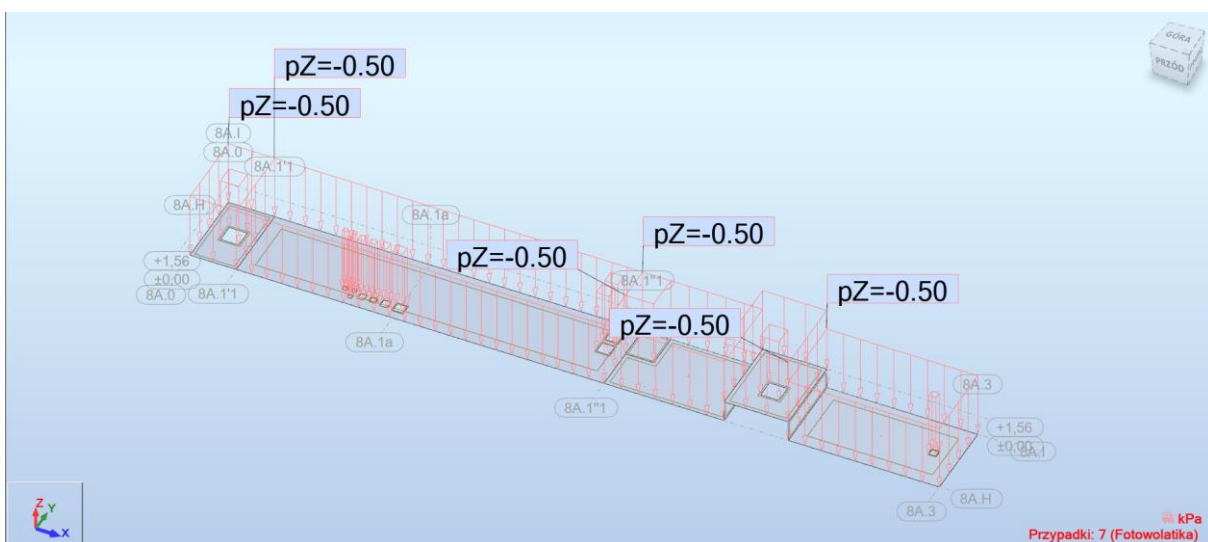
Rys. 58 Blok Żelbetowy – Turbiny układ 1 [kN]



Rys. 59 Blok Żelbetowy – Turbiny układ 2 [kN]

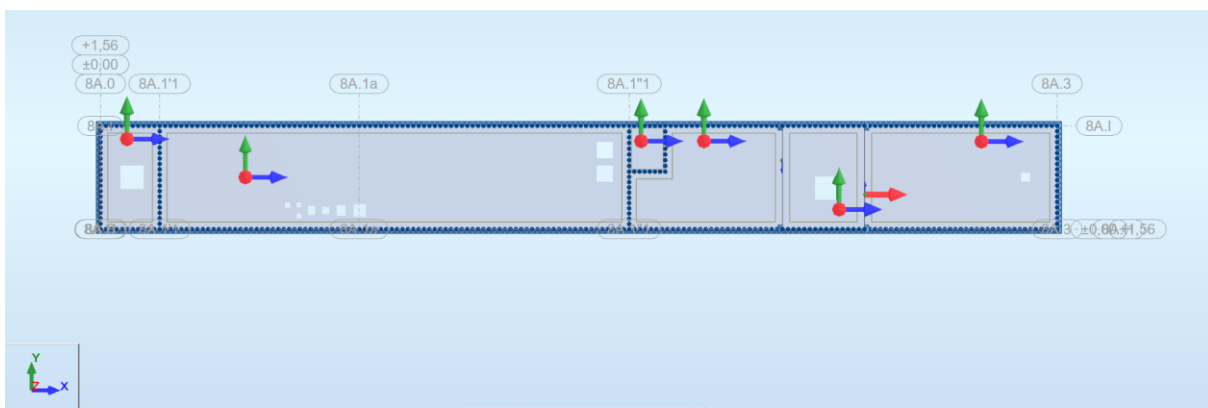


Rys. 60 Blok Żelbetowy – Obciążenia śniegiem z uwzględnieniem worków śnieżnych [kN/m²]

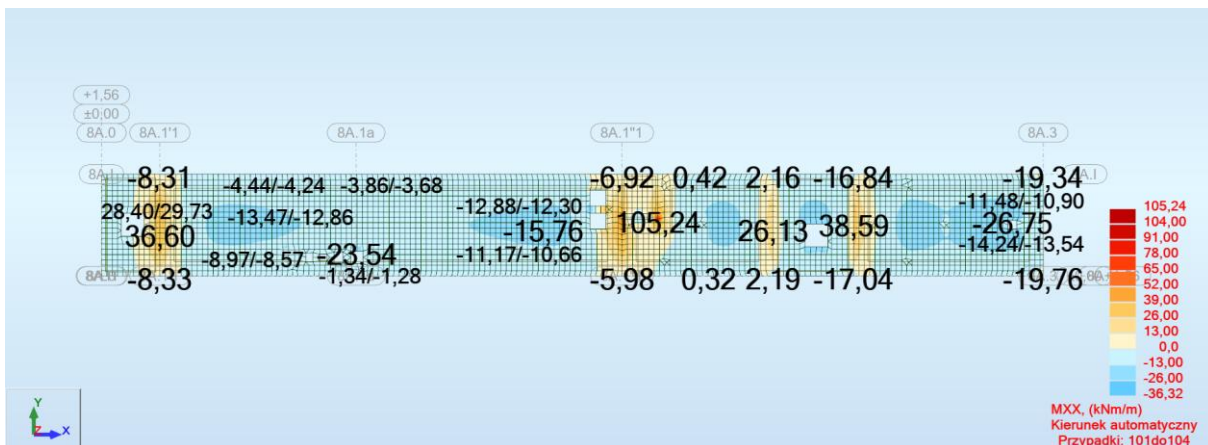


Rys. 61 Blok Żelbetowy – Obciążenia od instalacji fotowoltaicznej [kN/m²]

5.4. PODSTAWOWE WYNIKI OBLICZEŃ



Rys. 62 Blok Żelbetowy – Oznaczenie kierunków lokalnych paneli obliczeniowych



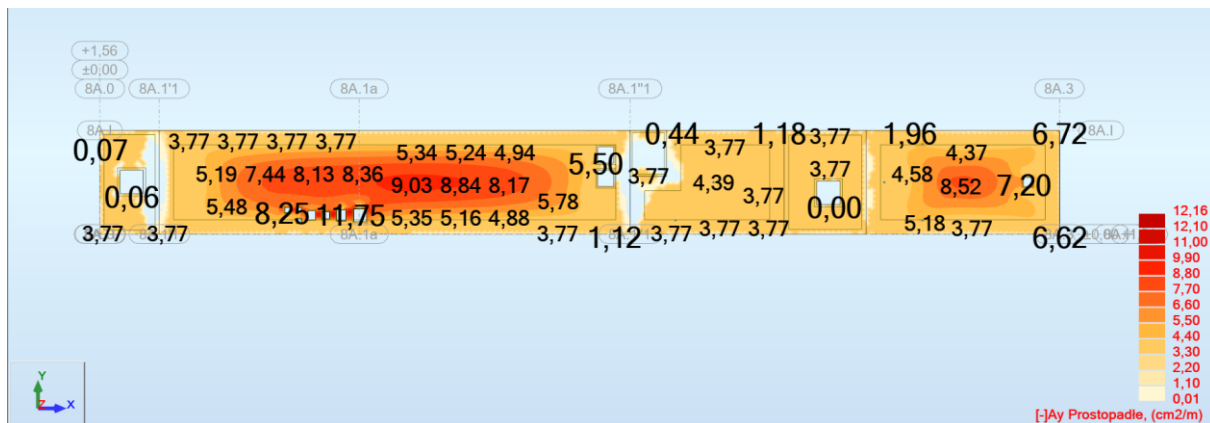
Rys. 63 Blok Żelbetowy – Obwiednia momentów zginających w płytach po kierunku X [kNm]



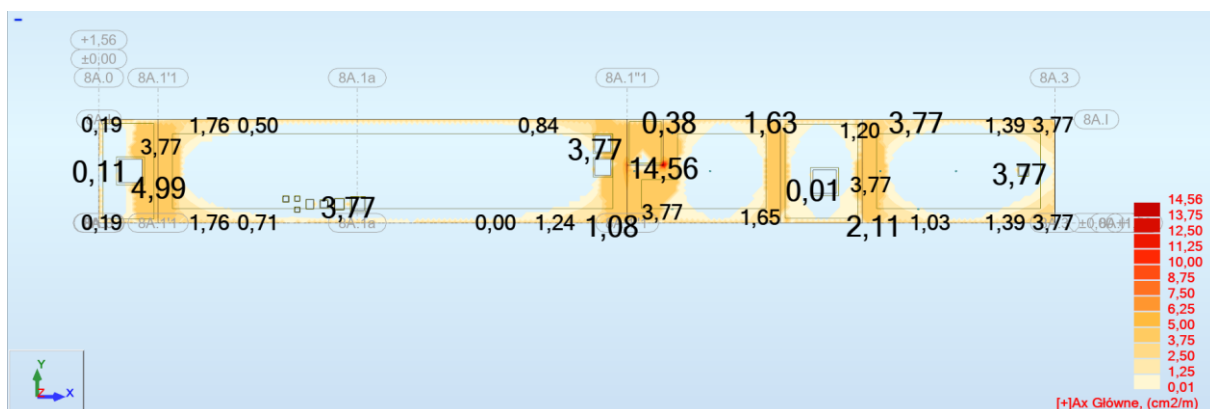
Rys. 64 Blok Żelbetowy – Obwiednia momentów zginających w płytach po kierunku Y [kNm]



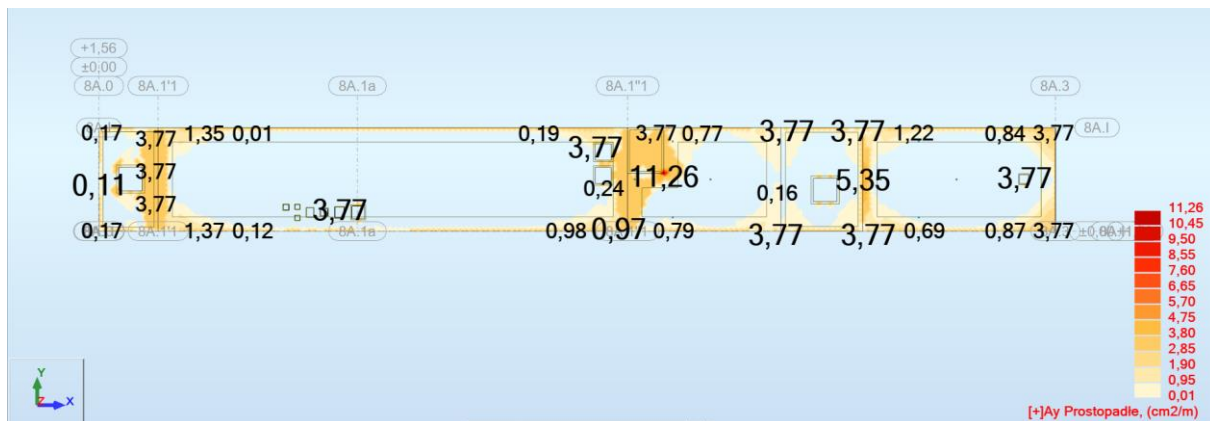
Rys. 65 Blok Żelbetowy – Wymagana ilość zbrojenia dolnego w płytach po kierunku X (cm²/m)



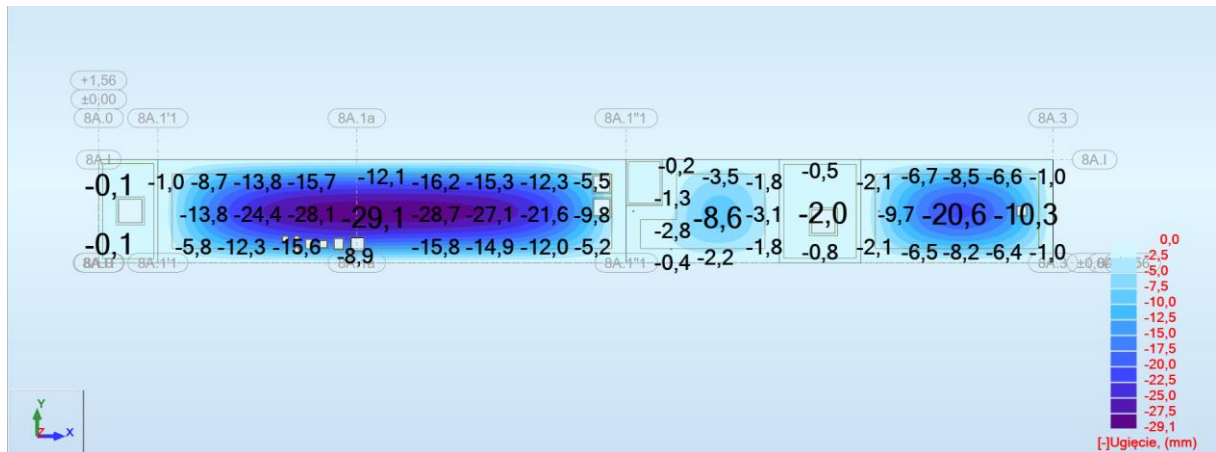
Rys. 66 Blok Żelbetowy – Wymagana ilość zbrojenia dolnego w płytach po kierunku Y (cm²/m)



Rys. 67 Blok Żelbetowy – Wymagana ilość zbrojenia górnego w płytach po kierunku X (cm²/m)



Rys. 68 Blok Żelbetowy – Wymagana ilość zbrojenia górnego w płytach po kierunku Y (cm²/m)



Rys. 69 Blok Żelbetowy – ugięcie stropu w stanie zarysowanym [mm]

Zgodnie z rysunkami TH8A__PODP_K146A, TH8A__PODP_K147A z dokumentacji powykonawczej [2] w stropie zastosowano następujące zbrojenie:

- Zbrojenie dolne po kierunku X – $\varnothing 12$ co 40 cm + $\varnothing 10$ co 40 cm ($A_s=4.79$ cm²/m)
- Podstawowe zbrojenie dolne po kierunku Y – $\varnothing 12$ co 40 cm + $\varnothing 10$ co 40 cm ($A_s=4.79$ cm²/m)
- Zbrojenie dolne po kierunku Y z dozbrojeniami – $\varnothing 12$ co 40 cm + $\varnothing 10$ co 40 cm + $\varnothing 12$ co 20 cm ($A_s=10.44$ cm²/m)
- Zbrojenie górne wzdłuż krawędzi po kierunku X – $\varnothing 12$ co 40 cm + $\varnothing 10$ co 40 cm ($A_s=4.79$ cm²/m)
- Zbrojenie górne wzdłuż krawędzi po kierunku X – $\varnothing 12$ co 20 cm ($A_s=5.65$ cm²/m)
- Zbrojenie górne wzdłuż krawędzi po kierunku Y – $\varnothing 12$ co 40 cm + $\varnothing 10$ co 40 cm ($A_s=4.79$ cm²/m)
- Zbrojenie górne wzdłuż krawędzi po kierunku Y z dozbrojeniami – $\varnothing 12$ co 40 cm + $\varnothing 10$ co 40 cm + $\varnothing 12$ co 20 cm ($A_s=10.44$ cm²/m)

Zastosowane zbrojenie w stropie jest wystarczające do przeniesienia dodatkowych obciążeń od instalacji fotowoltaicznej.

5.5. WNIOSKI

W oparciu o przeprowadzone analizy obliczeniowe można stwierdzić, że stropodach Bloku Żelbetowego Pawilonu 8A posiada wystarczającą nośność do przeniesienia dodatkowych obciążeń od instalacji fotowoltaicznej o maksymalnym ciężarze do 50 kg/m² (0.50 kN/m²).

6. PAWILON 8A – DACH NAD ANTRESOLĄ

6.1. WSTĘP

Konstrukcja stalowa dachu nad Antresolą Pawilonu 8A została zaprojektowana wg zestawu norm PN-B. Analizę nośności konstrukcji z uwzględnieniem dodatkowych obciążeń od instalacji fotowoltaicznej przeprowadzono zgodnie z wymogami obowiązującego zestawu norm PN-EN. Komplet wyników obliczeń znajduje się w archiwum firmy Ekspertis.

6.2. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

6.2.1. OBCIĄŻENIA STAŁE

Obciążenia stałe dla dachu nad Antresolą przyjęto zgodnie z wytycznymi dokumentacji powykonawczej [3] dla układu warstw D03.

D03	ICOPAL	PAPA TERMOZGRZ. WIERZCHNIEGO KRYCIA - NRO	0,5cm	
		PAPA TERMOZGRZEWALNA PODKŁADOWA - NRO	0,5cm	
		STYROPIAN PE FS20 SPADKOWY Z WARSTWĄ WIERZCHNIĄ PAPY	12-32cm	
	R15	WELNA MINERALNA TWARDA NP. MONROCK FIRMY ROCKWOOL		8cm
		PAROIZOLACJA - FOLIA PE		0,3mm
		BLACHA TRAPEZOWA		16cm
		KONSTRUKCJA STALOWA - R30		wg konstr.
	R30	SUFIT PODWIESZONY NA PODKONSTRUKCJI SYSTEMOWEJ		

Rys. 70 Układ warstw dachu D03 dla dachu nad Antresolą Pawilonu 8A wg dokumentacji powykonawczej [3]

Tab. 4 Zestawienie obciążeń stałych dla dachu nad Antresolą Pawilonu 8A

L.P	Pozycja	Wartość charakterystyczna kN/m ²	γ _f	Wartość obliczeniowa kN/m ²
Obciążenia stałe (D03)				
1	Papa gr 1 cm	0,17	1,35	0,23
2	Styropian 22 cm	0,10	1,35	0,13
3	Wełna 8 cm	0,16	1,35	0,22
4	Folia PE	0,01	1,35	0,01
5	Blacha 160 gr. 1 mm	0,06	1,35	0,08
SUMA STAŁE		0,65	1,35	0,88

6.2.2. OBCIĄŻENIA UŻYTKOWE

Ze względu na brak danych w dokumentacjach, do analiz przyjęto obciążenia wg wytycznych normy [N2] – 0.40 kN/m².

6.2.3. OBCIĄŻENIA OD INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

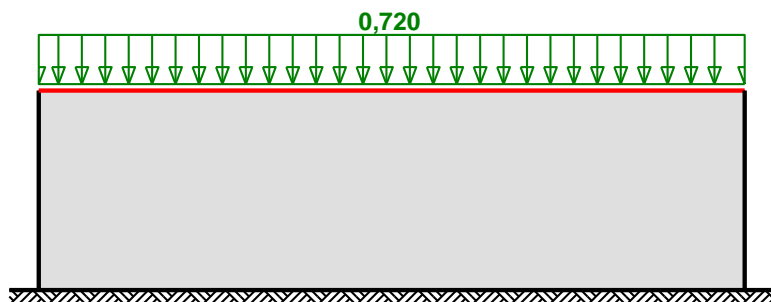
Na potrzeby analiz przyjęto maksymalny ciężar paneli fotowoltaicznych z podkonstrukcją o wartości **50 kg/m² (0.50 kN/m²)**.

6.2.4. OBCIĄŻENIE DACHU ŚNIEGIEM

- **Obciążenie podstawowe**

Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 / Dachy jednopołaciowe (p.5.3.2)

 s [kN/m²]



- Dach jednopołaciowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu (wg Załącznika krajowego NA):
 - strefa obciążenia śniegiem 2 → $s_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$
- Warunki lokalizacyjne: normalne, przypadek A (brak wyjątkowych opadów i brak wyjątkowych zamieci)
- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa
- Współczynnik ekspozycji:
 - teren normalny → $C_e = 1,0$
- Współczynnik termiczny → $C_t = 1,0$
- Współczynnik kształtu dachu:
 - nachylenie połaci $\alpha = 0,0^\circ$
 - $\mu_1 = 0,8$

Obciążenie charakterystyczne:

$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,900 = \mathbf{0,720 \text{ kN/m}^2}$$

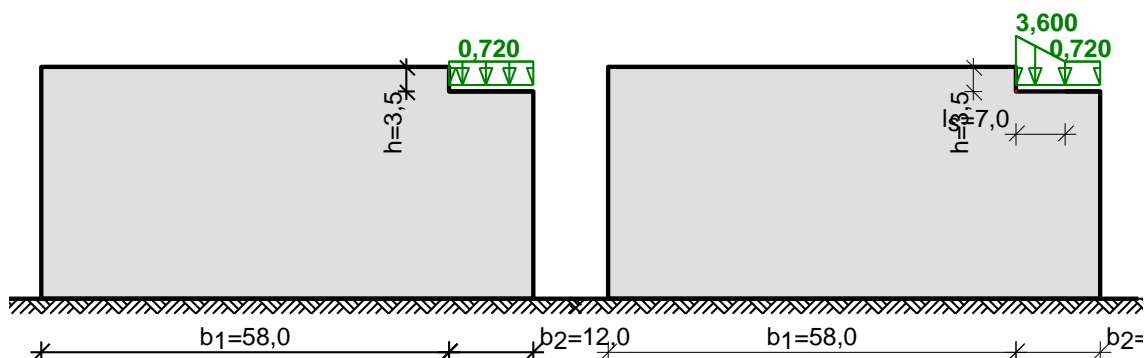
- **Worki śnieżne przy przylegających wyższych budynkach**

Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 / Dachy bliskie i przylegające do wyższych budowli (p.5.3.6)

przypadek (i)

przypadek (ii)

 s [kN/m²]



Maksymalne obciążenie nierównomierne dachu niższego - przypadek (ii):

- Dachy bliskie i przylegające do wyższych budowli
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu (wg Załącznika krajowego NA):
 - strefa obciążenia śniegiem 2 → $s_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$
- Długość zasy: $l_s = 2 \cdot h = 2 \cdot 3,5 = 7,0 \text{ m}$

- Współczynniki kształtu dachu:

$$\mu_s = 0$$

$$\mu_w = 4,0$$

$$\mu_{z2} = \mu_s + \mu_w = 0 + 4,000 = 4,000$$

Obciążenie charakterystyczne:

$$s = \mu_{z2} \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 4,000 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,900 = 3,600 \text{ kN/m}^2$$

6.3. MODELE OBLICZENIOWE

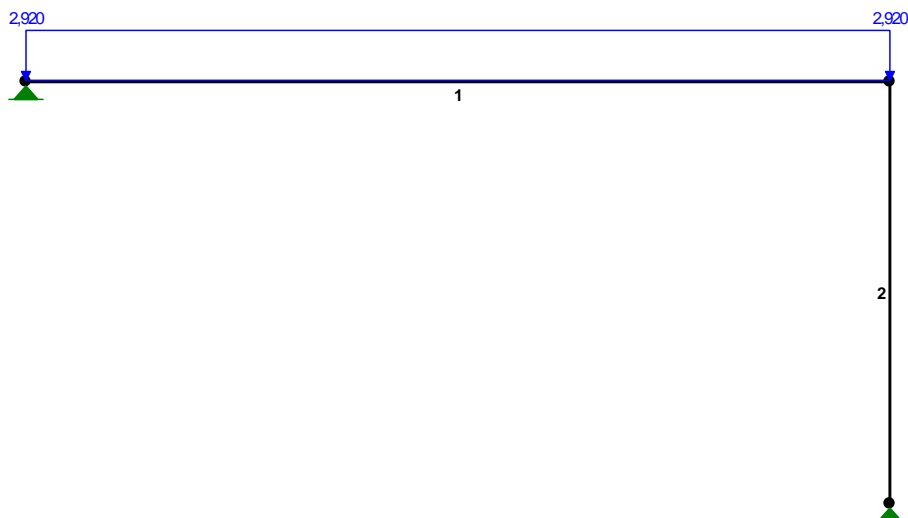
Analizę nośności konstrukcji stalowej przeprowadzono w programie RM-Win wersja 11 [S2]. Główną konstrukcję zamodelowano w formie ram płaskich z elementów prętowych. Analizy przeprowadzono zgodnie z wytycznymi zestawu norm PN-EN.

Na potrzeby analiz zbudowano dwa modele obliczeniowe:

- Model 21 – dla rygla IPE 400 (Poz. 3.1)
- Model 22 – dla rygla HEA 160 (Poz. 3.11)

Przekroje dla profili stalowych przyjęto wg rysunku TH8A_K301B dokumentacji powykonawczej [2].

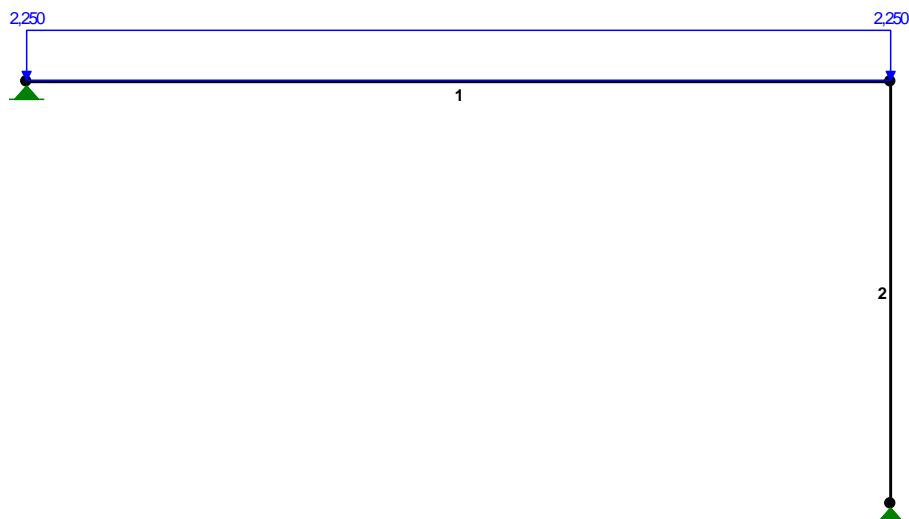
OBCIĄŻENIA: A "Obciążenia stałe"



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	A "Obciążenie stałe"			Stałe	$\gamma_G = 1,35/1,00$	
1	Liniowe	0,0	2,920	2,920	0,00	10,14
1	Liniowe	0,0	0,000	0,000	0,00	10,14

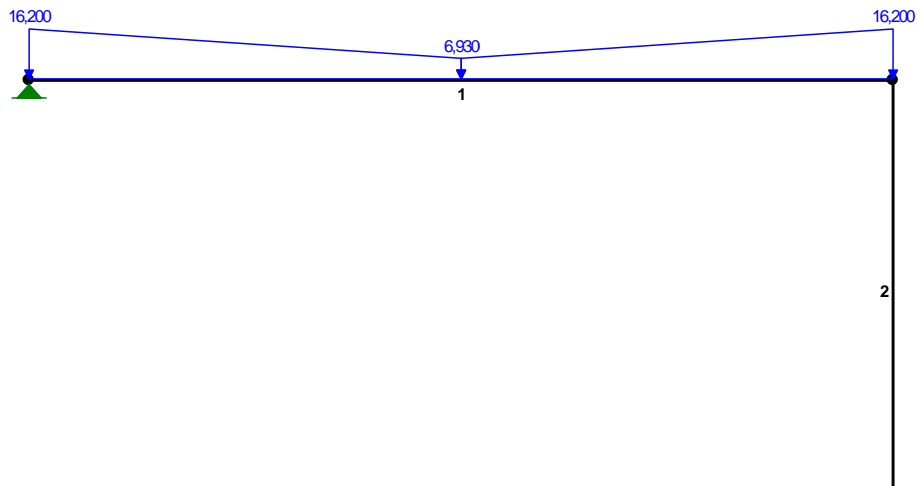
OBCIĄŻENIA: D "Fotowoltaika"



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	D "Fotowoltaika"			Stałe	$\gamma_G = 1,35/1,00$	
1	Liniowe	0,0	2,250	2,250	0,00	10,14

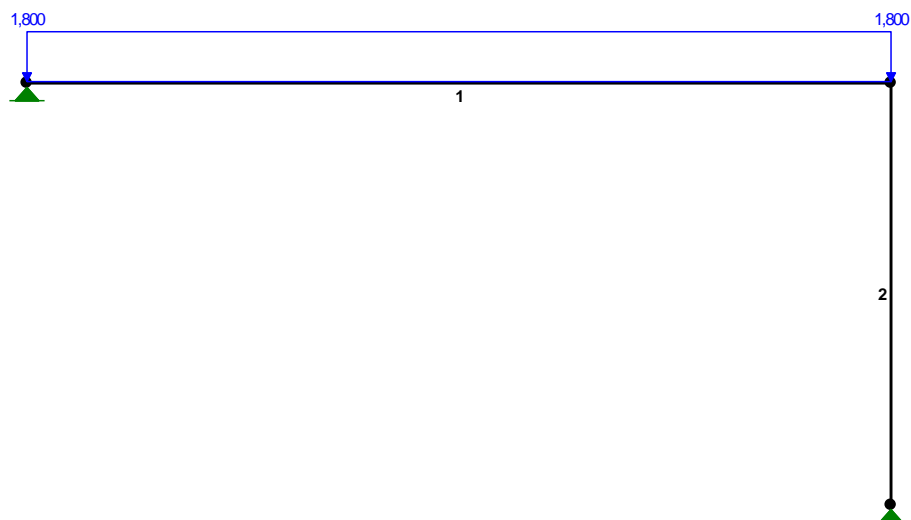
OBCIĄŻENIA: B "Śnieg"



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa: B "Śnieg + zaspą"						
1	Liniowe	0,0	16,200	6,930	0,00	5,07
1	Liniowe	0,0	6,930	16,200	5,07	10,14

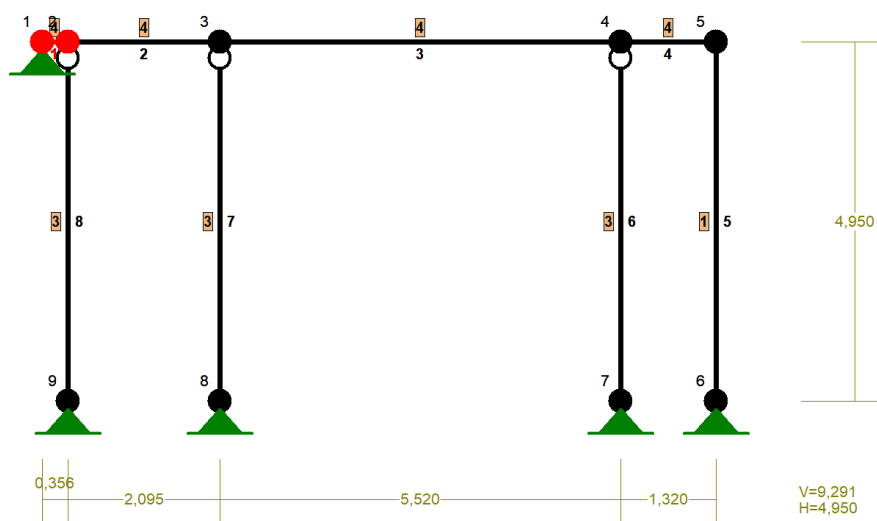
OBCIĄŻENIA: C "Użytkowe dach"



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa: C "Użytkowe dach"						
1	Liniowe	0,0	1,800	1,800	0,00	10,14

6.3.2. MODEL 22 – RYGIEL HEA 160 (POZ. 3.11)



Rys. 72 Widok Modelu 21 z oznaczeniem nr prętów i przekrojów

- Lista przekrojów

PRZEKRÓJ Nr: 1	I 140 HEA
PRZEKRÓJ Nr: 2	U 240
PRZEKRÓJ Nr: 3	S 160x100x5x5
PRZEKRÓJ Nr: 4	I 160 HEA

- Wielkości przekrojowe:

Nr.	A [cm ²]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	W _g [cm ³]	W _d [cm ³]	h [cm]	Materiał:
1	31,4	1033	389	56	56	14,0	3 S 355
3	25,0	882	422	84	84	10,0	3 S 355
4	38,8	1673	616	220	220	15,2	3 S 355

- Stałe materiałowe:

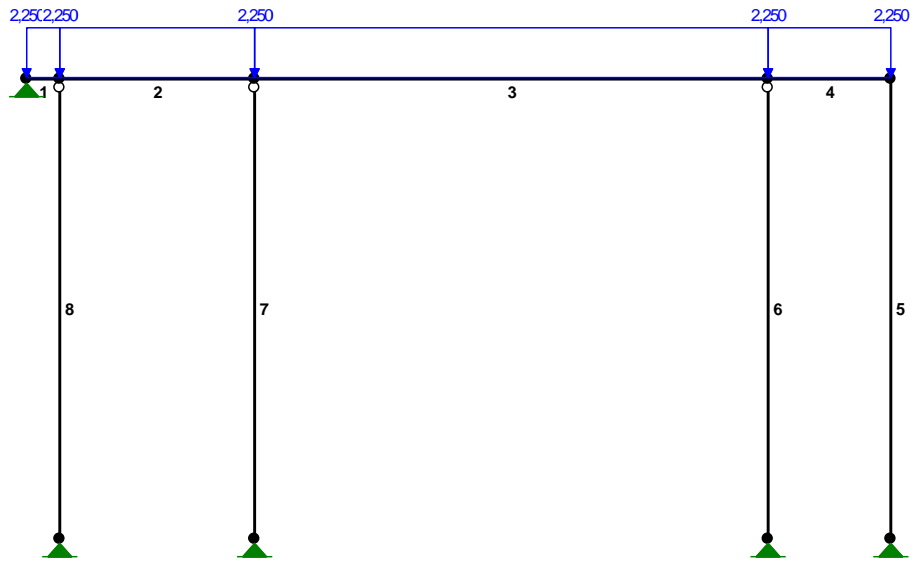
Materiał:	Moduł E: [kN/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
3 s 355	210	355,000	1,2E-5

- Obciążenia

OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa:	CW "Ciężar własny"		Stałe		γ _G = 1,35/1,00	

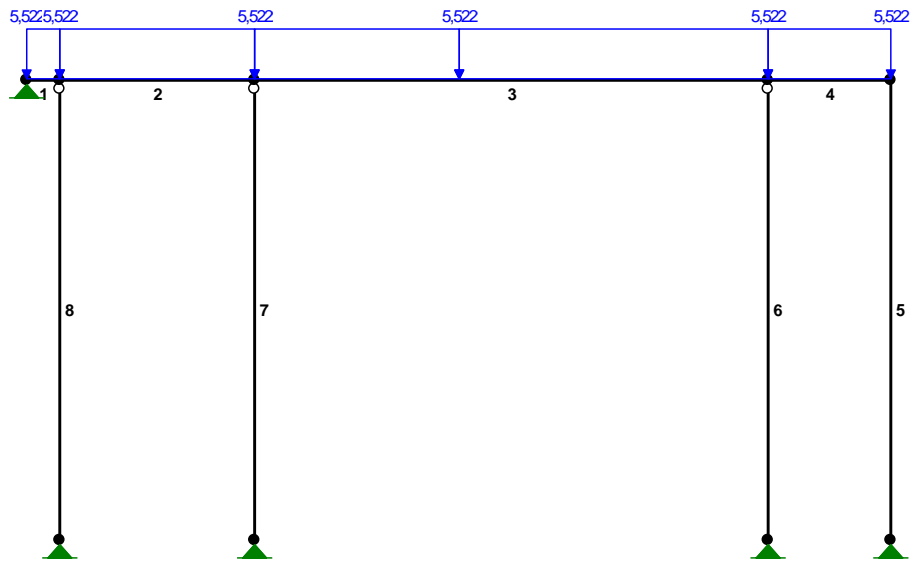
OBCIĄŻENIA: D "FOTOWOLTAIKA"



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: D "FOTOWOLTAIKA"					Stałe	$\gamma_G = 1,35/1,00$
1	Liniowe	0,0	2,250	2,250	0,00	0,36
2	Liniowe	0,0	2,250	2,250	0,00	2,10
3	Liniowe	0,0	2,250	2,250	0,00	5,52
4	Liniowe	0,0	2,250	2,250	0,00	1,32

OBCIĄŻENIA: B "ŚNIEG"

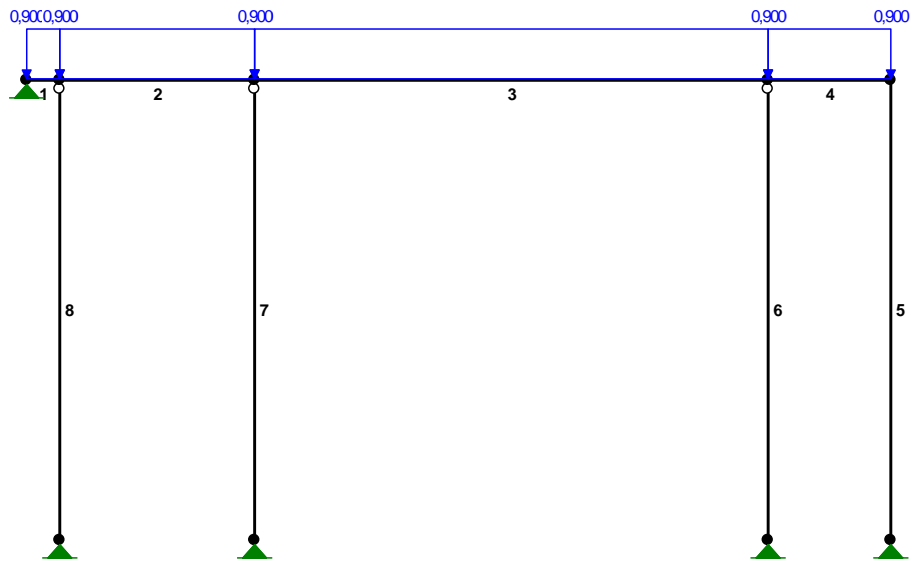


OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1 (Tg): P2 (Td): a[m]: b[m]:

Pręt	Rodzaj	Kąt	P1 (Tg)	P2 (Td)	a[m]	b[m]
Grupa: B "ŚNIEG"			Zmienne		$\gamma_Q = 1,50$	
1	Liniowe	0,0	5,522	5,522	0,00	0,36
2	Liniowe	0,0	5,522	5,522	0,00	2,10
3	Liniowe	0,0	5,522	5,522	0,00	2,20
3	Liniowe	0,0	5,522	5,522	2,20	5,52
4	Liniowe	0,0	5,522	5,522	0,00	1,32

OBCIĄŻENIA: C "Użytkowe"

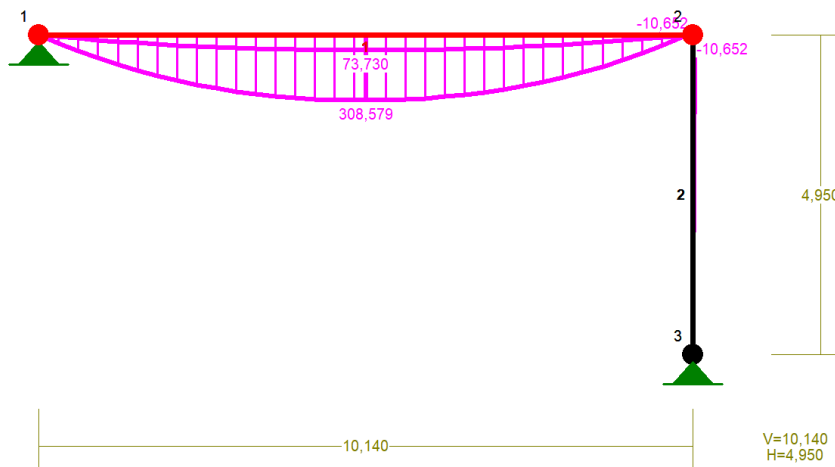


OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

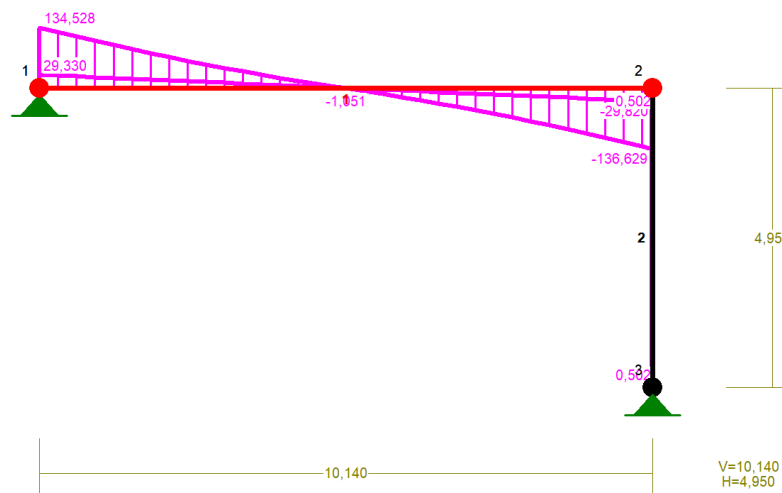
Pręt: Rodzaj: Kąt: P1 (Tg) : P2 (Td) : a[m] : b[m] :

Pręt	Rodzaj	Kąt	P1 (Tg)	P2 (Td)	a[m]	b[m]
Grupa: C "Użytkowe" Zmienne $\gamma_Q = 1,50$						
1	Liniowe	0,0	0,900	0,900	0,00	0,36
2	Liniowe	0,0	0,900	0,900	0,00	2,10
3	Liniowe	0,0	0,900	0,900	0,00	5,52
4	Liniowe	0,0	0,900	0,900	0,00	1,32

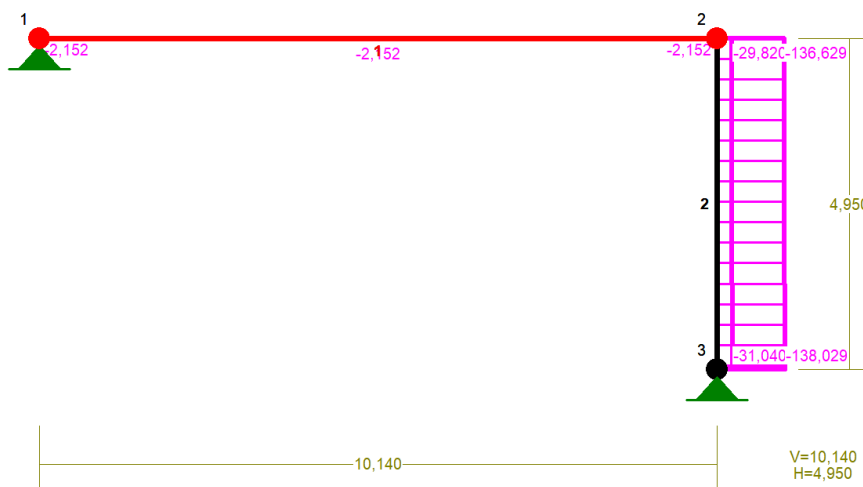
6.4. PODSTAWOWE WYNIKI OBLICZEŃ DLA MODELU 21 – RYGIEL IPE 400 (POZ. 3.1)



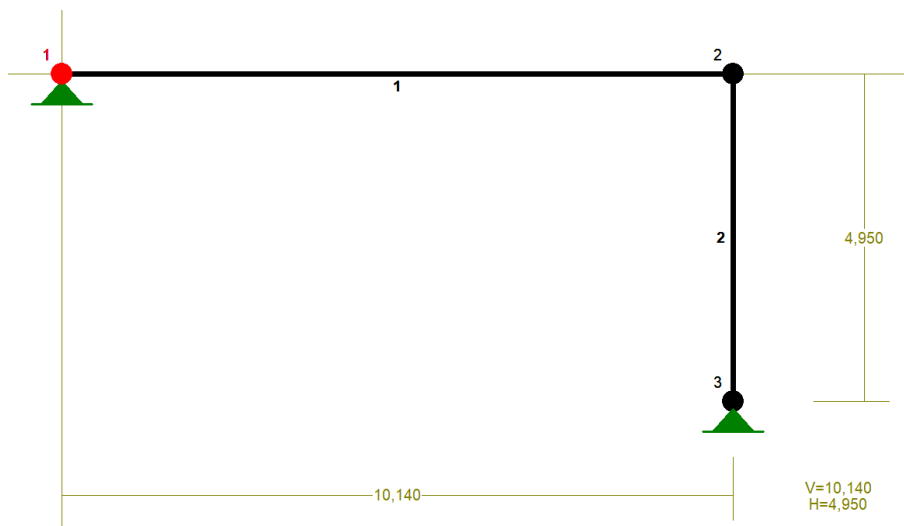
Rys. 73 Model 21 (rygiel IPE 400 – Poz. 3.1) - Obwiednia momentów zginających M [kNm]



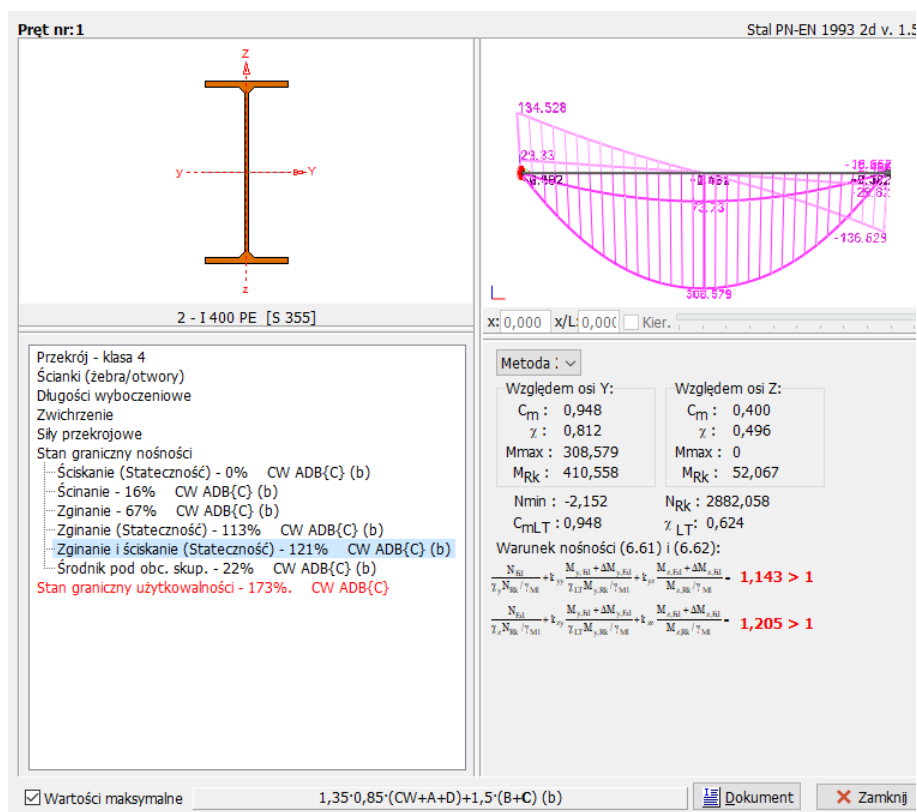
Rys. 74 Model 21 (rygiel IPE 400 – Poz. 3.1) - Obwiednia sił tnących T [kN]



Rys. 75 Model 21(rygiel IPE 400 – Poz. 3.1) - Obwiednia sił normalnych N [kN]

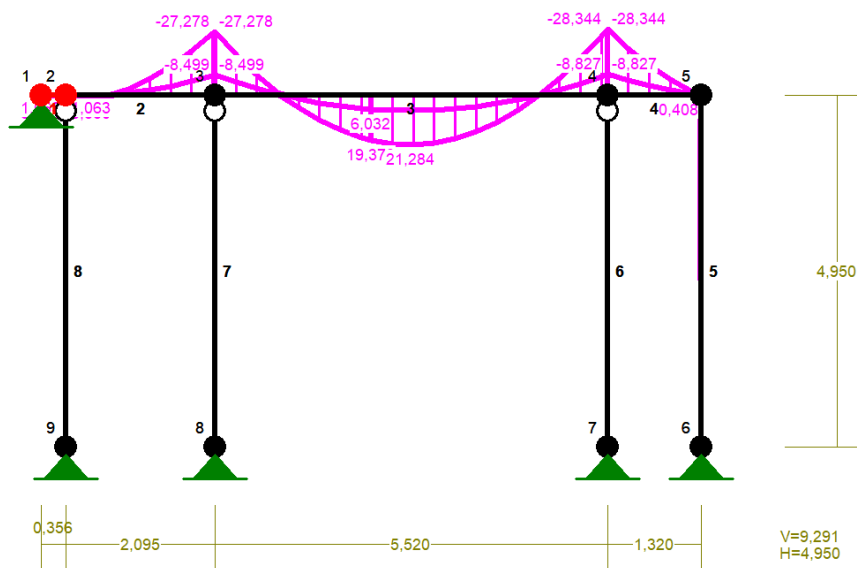


Rys. 76 Model 21 – oznaczenia numerów prętów

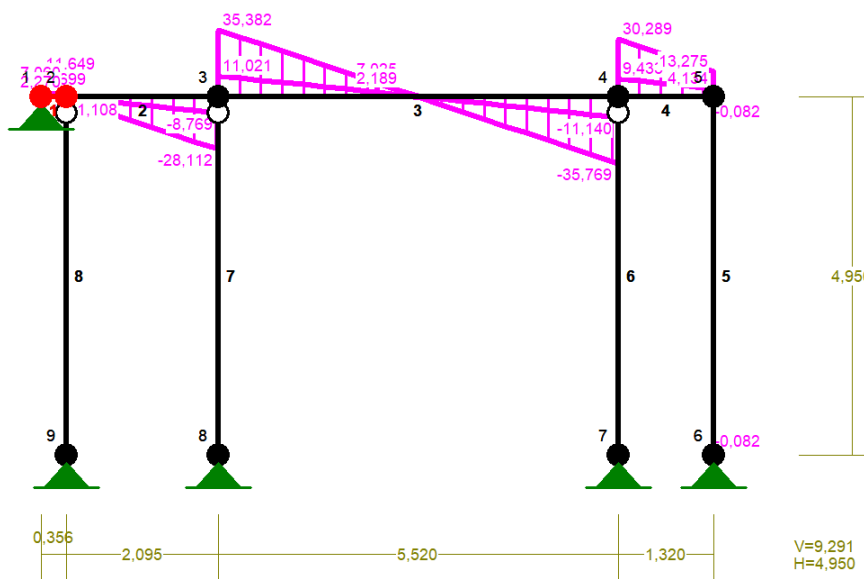


Rys. 77 Model 21 rygiel IPE 400 (Poz. 3.1) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 1

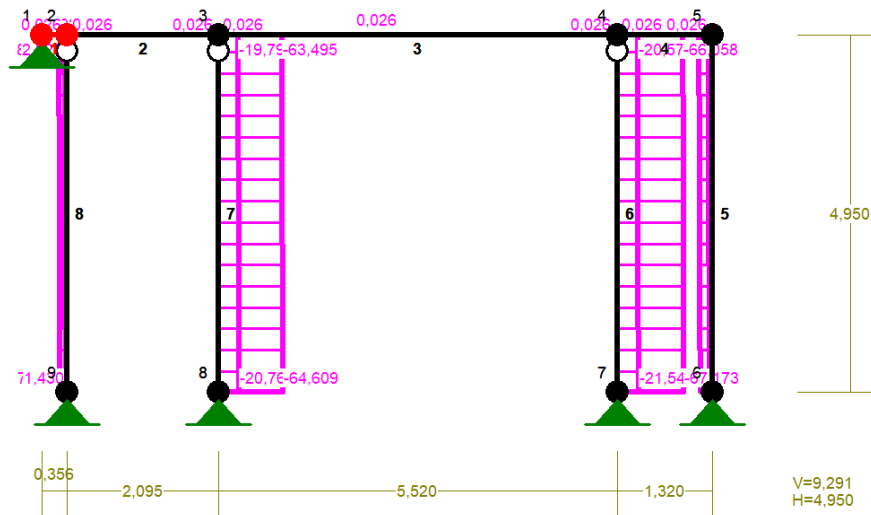
6.5. PODSTAWOWE WYNIKI OBLICZEŃ DLA MODELU 22 – RYGIEL HEA 160 (POZ. 3.11)



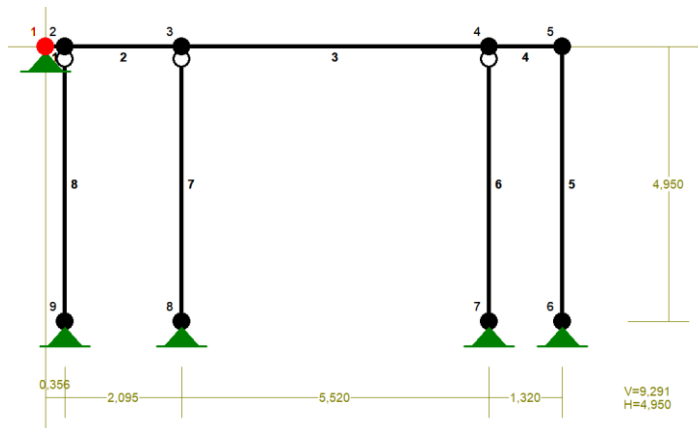
Rys. 78 Model 22 (rygiel HEA 160 – Poz. 3.11) - Obwiednia momentów zginających M [kNm]



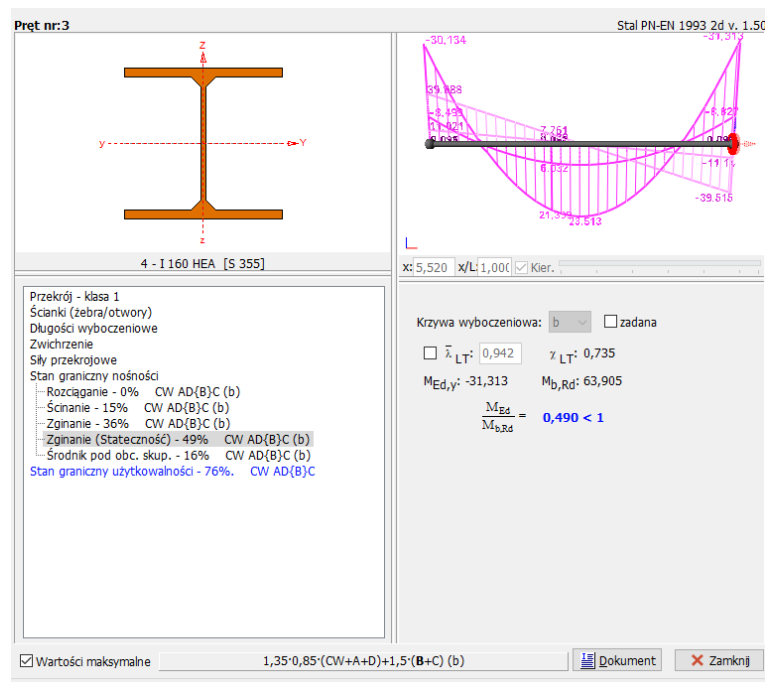
Rys. 79 Model 22 (rygiel HEA 160 – Poz. 3.11) - Obwiednia sił tnących T [kN]



Rys. 80 Model 22 (rygiel HEA 160 – Poz. 3.11) - Obwiednia sił normalnych N [kN]



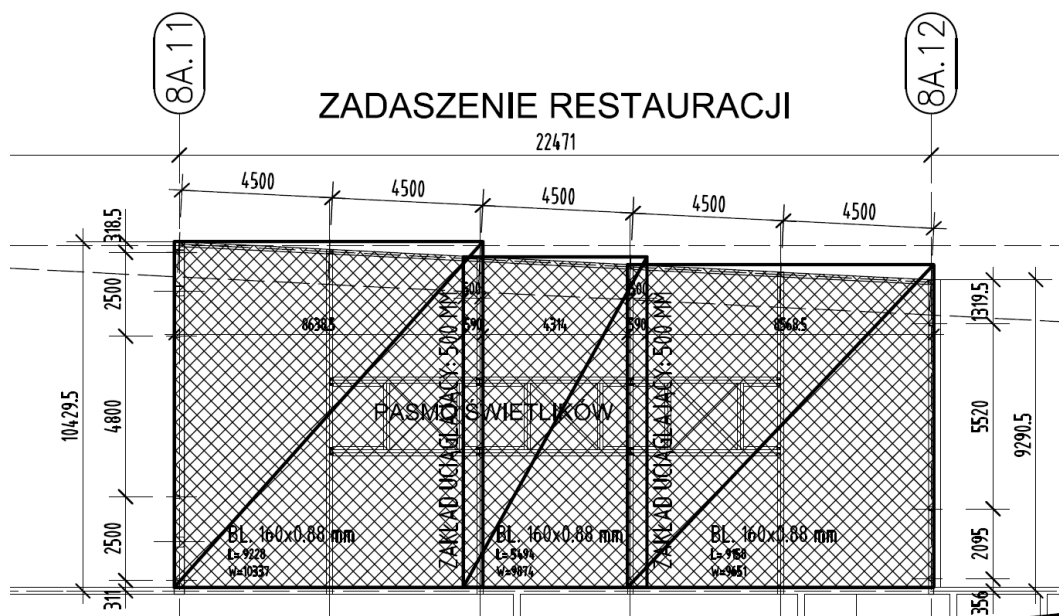
Rys. 81 Model 22 – oznaczenia numerów prętów



Rys. 82 Model 22 rygiel HEA 160 (Poz. 3.11) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 3

6.6. PODSTAWOWE WYNIKI OBLICZEŃ DLA BLACHY TRAPEZOWEJ

Rozkłady blachy trapezowej przedstawiono na rysunku TH8A__PODP_K201 dokumentacji powykonawczej [2]. W analizowanym obszarze zastosowano blachę trapezową T160x0.88 mm układaną z zakładem uciągającym o długości 500 mm.



Rys. 83 Rozkład blachy trapezowej na dachu nad Antresolą wg rysunku TH8A__PODP_K201 [2]

Analizę nośności blach trapezowych przeprowadzono w programie BP6 [S4].

Dane wejściowe:

Rozpiętość przęsła: 4500 mm
 Obciążenie obliczeniowe: 7,330 kN/m²
 Obciążenie charakterystyczne: 5,150 kN/m²
 Układ blachy: POZYTYW
 Kryterium ugięcia: 1/200
 Profil: T160 S320 t = 0,88 mm
 Do zadanych obciążeń dodano ciężar własny blachy ze współczynnikiem $\gamma = 1,35$

Wyniki (dwa przęsła):

Wykorzystanie nośności - warunek wytrzymałości 109,23% (dla $b \geq 60$ mm)
 Wykorzystanie nośności - warunek ugięcia 76,85% (dla $b \geq 60$ mm)

Warunek nośności nie spełniony.

6.7. WNIOSKI

W oparciu o przeprowadzone analizy można stwierdzić, że konstrukcja zadaszenia nad Antresolą nie posiada wystarczającej nośności do przeniesienia dodatkowych obciążeń od instalacji fotowoltaicznej. Nośność elementów została przekroczona dla blachy trapezowej i rygli IPE 400 (Poz. 3.1).

7. WNIOSKI

Przedmiotem opracowania jest ekspertyza techniczna określająca nośność konstrukcji dachu oraz możliwość montażu instalacji fotowoltaicznej na dachu Pawilonu 8A zlokalizowanego na terenie Międzynarodowych Targów Poznańskich. W skład Pawilonu 8A wchodzi 4 obiekty: Budynek Główny, Kładka komunikacyjna wzdłuż zachodniej elewacji Pawilonu, Blok Żelbetowy, Antresola z zadaszeniem stalowym.

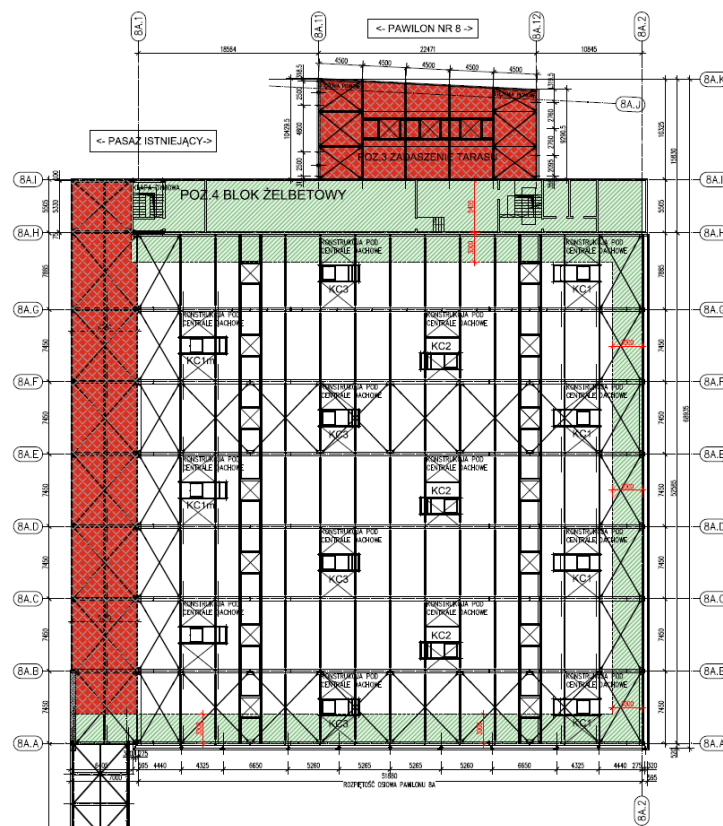
Zakres montażu paneli fotowoltaicznych określono w wytycznych [5] przekazanych przez Zamawiającego. Obejmuje on pasma o szerokości 2-3 m wzdłuż elewacji budynku.

Na potrzeby ekspertyzy przeprowadzono analizy obliczeniowe konstrukcji 4 obiektów. Modele obliczeniowe zbudowano w oparciu o informacje z dokumentacji powykonawczych [2] i [3]. Analizy przeprowadzono zgodnie z wytycznymi zestawu norm PN-EN.

W oparciu o przeprowadzone analizy oraz wytyczne [5] określono obszary, na których dopuszczalny jest montaż paneli fotowoltaicznych. Zakresy pokazano na szkicu poniżej oraz w Załączniku 2. Do analiz przyjęto następujące założenia:

- maksymalny ciężar instalacji wraz z podkonstrukcją 50.0 kg/m^2 (0.50 kN/m^2)
- maksymalny kąt nachylenia paneli 15° (ze względu na ograniczenie możliwości tworzenia się worków śnieżnych).

Analiza nośności części wspornikowej Budynku Głównego w osi 8A.C wykazała, że przy pełnych projektowanych obciążeniach element wspornikowy oraz styk montażowy nie posiadają wystarczającej nośności do przeniesienia zakładanych obciążeń.



Rys. 84 Oznaczenie dopuszczalnych (kolor zielony) i niedopuszczalnych (kolor czerwony) obszarów montażu instalacji fotowoltaicznych

SPIS RYSUNKÓW

Rys. 1 Lokalizacja Pawilonu 8A.....	6
Rys. 2 Rzut Pawilonu 8A z podziałem na obiekty (1-Budynek Główny, 2-Blok Żelbetowy, 3-Antresola, 4-Kładka komunikacyjna).....	7
Rys. 3 Rzut Pawilonu 8A – widok stalowej ramy głównej.....	7
Rys. 4 Wytyczne rozmieszczenia paneli fotowoltaicznych dla Pawilonu 8A [5].....	8
Rys. 5 Układ warstw dachu D01 dla Budynku Głównego Pawilonu 8A wg dokumentacji powykonawczej [3].....	9
Rys. 6 Obciążenia użytkowe podwieszane do dachu wg dokumentacji [1].....	9
Rys. 7 Fragment rysunku W07 z dokumentacji [4] z masami urządzeń na dachu budynku.....	10
Rys. 8 Obciążenie dachu śniegiem – schemat obciążenia podstawowego.....	10
Rys. 9 Obciążenie dachu śniegiem – schemat obciążenia przy attykach i urządzeniach.....	11
Rys. 10 Obciążenie dachu śniegiem – schemat obciążenia przy przylegających wyższych budynkach.....	12
Rys. 11 Obciążenie dachu wiatrem – wartości charakterystyczne obciążenia.....	12
Rys. 12 Obciążenie ścian wiatrem – wartości charakterystyczne obciążenia dla kierunków północ / południe.....	14
Rys. 13 Obciążenie ścian wiatrem – wartości charakterystyczne obciążenia dla kierunków wschód / zachód.....	15
Rys. 14 Widok Modelu 1 (oś 8A.G) z oznaczeniem nr prętów i przekrojów.....	16
Rys. 15 Widok Modelu 2 (oś 8A.C) z oznaczeniem nr prętów i przekrojów.....	22
Rys. 16 Widok Modelu 3 (oś 8A.B) z oznaczeniem nr prętów i przekrojów.....	29
Rys. 17 Model 1(układ w osi 8A.G) - Obwiednia momentów zginających M [kNm].....	35
Rys. 18 Model 1(układ w osi 8A.G) - Obwiednia sił tnących T [kN].....	36
Rys. 19 Model 1(układ w osi 8A.G) - Obwiednia sił normalnych N [kN].....	36
Rys. 20 Model 1 – oznaczenia numerów prętów.....	36
Rys. 21 Model 1 (oś 8A.G) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 1.....	37
Rys. 22 Model 1 (oś 8A.G) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 2.....	37
Rys. 23 Model 1 (oś 8A.G) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 3.....	38
Rys. 24 Model 1 (oś 8A.G) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 4.....	38
Rys. 25 Model 1 (oś 8A.G) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 5.....	39
Rys. 26 Model 2 (układ w osi 8A.C) - Obwiednia momentów zginających M [kNm].....	39
Rys. 27 Model 2 (układ w osi 8A.C) - Obwiednia sił tnących T [kN].....	40
Rys. 28 Model 2 (układ w osi 8A.C) - Obwiednia sił normalnych N [kN].....	40
Rys. 29 Model 2 – oznaczenia numerów prętów.....	40
Rys. 30 Model 2 (oś 8A.C) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 1.....	41
Rys. 31 Model 2 (oś 8A.C) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 2.....	41
Rys. 32 Model 2 (oś 8A.C) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 3.....	42
Rys. 33 Model 2 (oś 8A.C) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 4.....	42
Rys. 34 Model 2 (oś 8A.C) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 5.....	43
Rys. 35 Model 3 (układ w osi 8A.B) - Obwiednia momentów zginających M [kNm].....	43

Rys. 36 Model 3 (układ w osi 8A.B) - Obwiednia sił tnących T [kN]	44
Rys. 37 Model 3 (układ w osi 8A.B) - Obwiednia sił normalnych N [kN]	44
Rys. 38 Model 3 – oznaczenia numerów prętów	44
Rys. 39 Model 3 (oś 8A.B) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 1	45
Rys. 40 Model 3 (oś 8A.B) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 2	45
Rys. 41 Model 3 (oś 8A.B) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 3	46
Rys. 42 Model 3 (oś 8A.B) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 4	46
Rys. 43 Model 3 (oś 8A.B) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 5	47
Rys. 44 Widok modelu obliczeniowego styku	47
Rys. 45 Widok modelu obliczeniowego styku	49
Rys. 46 Widok modelu obliczeniowego naroża	51
Rys. 47 Widok modelu obliczeniowego naroża	53
Rys. 48 Rozkład blachy trapezowej na dachu Budynku Głównego wg rysunku TH8A__PODP_K201 [2]	55
Rys. 49 Detale rozkładu blachy trapezowej wg rysunku TH8A__PODP_K201 [2]	56
Rys. 50 Lokalizacja obciążeń dla Układu 1	56
Rys. 51 Lokalizacja obciążeń dla Układu 2	57
Rys. 52 Układ warstw dachu D04 i D05 dla Bloku Żelbetowego Pawilonu 8A wg dokumentacji powykonawczej [3]	58
Rys. 53 Obciążenia od turbiny wiatrowej	59
Rys. 54 Blok Żelbetowy – model obliczeniowy stropodachu z oznaczeniem grubości elementów	60
Rys. 55 Blok Żelbetowy – model obliczeniowy stropodachu z oznaczeniem grubości elementów	60
Rys. 56 Blok Żelbetowy – Obciążenia stałe [kN/m ²]	60
Rys. 57 Blok Żelbetowy – Obciążenia użytkowe [kN/m ²]	61
Rys. 58 Blok Żelbetowy – Turbiny układ 1 [kN]	61
Rys. 59 Blok Żelbetowy – Turbiny układ 2 [kN]	61
Rys. 60 Blok Żelbetowy – Obciążenia śniegiem z uwzględnieniem worków śnieżnych [kN/m ²]	62
Rys. 61 Blok Żelbetowy – Obciążenia od instalacji fotowoltaicznej [kN/m ²]	62
Rys. 62 Blok Żelbetowy – Oznaczenie kierunków lokalnych paneli obliczeniowych	62
Rys. 63 Blok Żelbetowy – Obwiednia momentów zginających w płytach po kierunku X [kNm]	63
Rys. 64 Blok Żelbetowy – Obwiednia momentów zginających w płytach po kierunku Y [kNm]	63
Rys. 65 Blok Żelbetowy – Wymagana ilość zbrojenia dolnego w płytach po kierunku X (cm ² /m)	63
Rys. 66 Blok Żelbetowy – Wymagana ilość zbrojenia dolnego w płytach po kierunku Y (cm ² /m)	64
Rys. 67 Blok Żelbetowy – Wymagana ilość zbrojenia górnego w płytach po kierunku X (cm ² /m)	64
Rys. 68 Blok Żelbetowy – Wymagana ilość zbrojenia górnego w płytach po kierunku Y (cm ² /m)	64
Rys. 69 Blok Żelbetowy – ugięcie stropu w stanie zarysowanym [mm]	65
Rys. 70 Układ warstw dachu D03 dla dachu nad Antresolą Pawilonu 8A wg dokumentacji powykonawczej [3]	66
Rys. 71 Widok Modelu 21 z oznaczeniem nr prętów i przekrojów	69
Rys. 72 Widok Modelu 21 z oznaczeniem nr prętów i przekrojów	72

Rys. 73 Model 21 (rygiel IPE 400 – Poz. 3.1) - Obwiednia momentów zginających M [kNm]	77
Rys. 74 Model 21 (rygiel IPE 400 – Poz. 3.1) - Obwiednia sił tnących T [kN]	77
Rys. 75 Model 21(rygiel IPE 400 – Poz. 3.1) - Obwiednia sił normalnych N [kN]	77
Rys. 76 Model 21 – oznaczenia numerów prętów	78
Rys. 77 Model 21 rygiel IPE 400 (Poz. 3.1) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 1	78
Rys. 78 Model 22 (rygiel HEA 160 – Poz. 3.11) - Obwiednia momentów zginających M [kNm]	79
Rys. 79 Model 22 (rygiel HEA 160 – Poz. 3.11) - Obwiednia sił tnących T [kN].....	79
Rys. 80 Model 22 (rygiel HEA 160 – Poz. 3.11) - Obwiednia sił normalnych N [kN]	80
Rys. 81 Model 22 – oznaczenia numerów prętów	80
Rys. 82 Model 22 rygiel HEA 160 (Poz. 3.11) – Podstawowe wyniki wymiarowania dla pręta nr 3...	80
Rys. 83 Rozkład blachy trapezowej na dachu nad Antresolą wg rysunku TH8A__PODP_K201 [2]...	81
Rys. 84 Oznaczenie dopuszczalnych (kolor zielony) i niedopuszczalnych (kolor czerwony) obszarów montażu instalacji fotowoltaicznych	82

SPIS TABEL

Tab. 1 Zestawienie obciążeń stałych dla dachu Budynku Głównego Pawilonu 8A	9
Tab. 2 Zestawienie obciążeń stałych dla dachu Bloku Żelbetowego (układ warstw D04).....	58
Tab. 3 Zestawienie obciążeń stałych dla dachu Bloku Żelbetowego (układ warstw D05).....	59
Tab. 4 Zestawienie obciążeń stałych dla dachu nad Antresolą Pawilonu 8A	66

ZAŁĄCZNIKI

ZAŁĄCZNIK 1

Kopie uprawnień projektowych oraz zaświadczeń o przynależności do właściwej Izby Inżynierów Budownictwa osób sporządzających opracowanie

ZAŁĄCZNIK 2

Oznaczenie dopuszczalnych i niedopuszczalnych obszarów montażu paneli fotowoltaicznych
