

# **EKSPERTYZA TECHNICZNA**

<b>Temat</b>	<b>Ekspertyza stanu technicznego oraz nośności konstrukcji stalowej dachu hali nr A-16 na terenie PP w Poznaniu</b>
<b>Adres</b>	<b>POLITECHNIKA POZNAŃSKA KAMPUS WARTA ul. Piotrowo 3D, 61-138 Poznań</b>
<b>Jednostka projektowa</b>	<b>Pracownia Konstrukcji Budowlanych Artur Sokołowski 60-416 Poznań, ul. Bieszczady 6 Tel.:61 86 99 572 pracownia: 60-761 Poznań, ul.Kossaka 2/2</b>
<b>Zespół autorski:</b>	<b>mgr inż. Krzysztof Marciniak upr. nr 7131/89/P/2002</b>  <b>mgr inż. Artur Sokołowski upr. nr 72/PW/91</b>

Poznań, 19.07.2018 r.

## Zawartość

Zawartość .....	2
1. PODSTAWA OPRACOWANIA .....	3
2. ZAKRES I CEL OPRACOWANIA .....	3
3. OPIS ISTNIEJĄCEJ KONSTRUKCJI HALI A-16 .....	3
4. OCENA STANU TECHNICZNEGO ISTNIEJĄCEJ KONSTRUKCJI .....	7
5. OBCIĄŻENIA .....	8
6. OBLICZENIA STATYCZNE PŁATWI .....	8
7. ANALIZA WYNIKÓW OBLICZEŃ KONSTRUKCJI ISTNIEJĄCEJ .....	20
8. WNIOSKI I ZALECENIA .....	20

## 1. PODSTAWA OPRACOWANIA

- a) Zachowana część archiwalnej dokumentacji projektowej – w zakresie rozwiązań architektoniczno budowlanych i konstrukcji stalowej
- b) Informacje dotyczące planowanego montażu urządzeń wentylacyjnych pod istniejącym dachem hali i dane techniczne urządzeń przewidzianych do zamontowania
- c) Inwentaryzacja architektoniczno budowlana istniejącego obiektu
- d) Własne pomiary inwentaryzacyjne istniejącej konstrukcji stalowej
- e) Dokumentacja fotograficzna istniejących rozwiązań konstrukcyjnych w zakresie konstrukcji nośnej hali
- f) Normy przedmiotowe
  - PN-EN 1990 Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji.
  - PN-EN 1991 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje.
  - PN-EN 1993 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych.
  - PN-82/B-02003 Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe

## 2. ZAKRES I CEL OPRACOWANIA

Opracowanie zawiera analizę statyczno- wytrzymałościową płatwi dachowych w istniejącej hali z analizą możliwości ich wykorzystania do podwieszenia projektowanych central wentylacyjnych.

W zakresie opracowania wykonano:

- a) Wizję lokalną na obiekcie z pomiarami inwentaryzacyjnymi istniejącej konstrukcji oraz dokumentacją fotograficzną stanu istniejącego
- b) Analizę przekazanej przez Zleceniodawcę archiwalnej dokumentacji projektowej
- c) Model statyczny istniejącej płatwi dachowej wraz z obliczeniami jej wyężenia i deformacji

Na podstawie wymienionych powyżej prac przeprowadzono analizę poziomu wyężenia i deformacji istniejących płatwi dachowych w stanie istniejącym i po zamontowaniu projektowanych urządzeń instalacji wentylacyjnych. Celem opracowania jest wydanie opinii w sprawie przydatności istniejących elementów konstrukcji stalowej do przeniesienia zwiększonych obciążeń wynikających z instalacji dodatkowych urządzeń oraz ocena technicznych możliwości ewentualnego wzmocnienia istniejącej konstrukcji.

W niniejszym opracowaniu uwzględniono następujące zagadnienia:

- dane ogólne o przedmiotowym obiekcie,
- obliczenia statyczne nośności płatwi dachowych w stanie istniejącym i z uwzględnieniem dociążenia urządzeniami wentylacyjnymi,
- analiza uzyskanych wyników badań i obliczeń statyczno – wytrzymałościowych,
- uwagi i wnioski końcowe.

Podstawowym celem niniejszego opracowania jest określenie przydatności płatwi do oparcia na nich urządzeń wentylacyjnych w miejscach wskazanych przez zleceniodawcę wraz z wykonaniem obliczeń statycznych określających nośność płatwi. Obliczenia te mają na celu sprawdzenie poziomu wyężenia istniejących płatwi stalowych w obecnym stanie użytkowania oraz z uwzględnieniem dodatkowego obciążenia urządzeniami wentylacyjnymi.

## 3. OPIS ISTNIEJĄCEJ KONSTRUKCJI HALI A-16

Przedmiotowy obiekt jest halą o konstrukcji stalowej obudowaną płytami warstwowymi PW-8 i PW3/A oraz ocieplonymi dodatkowo styropianem (część ścian obudowy w trakcie eksploatacji zastąpiono ścianami murowanymi. Jej główną konstrukcję nośną stanowią ramy stalowe złożone

ze słupów i rygli blachownicowych. Pomiedzy dźwigarami rozmieszczono płatwie ażurowe wykonane z dwuteowników walcowanych. Na płatwiach ułożono blachę trapezową oraz warstwy dachowe (wełna i papa termozgrzewalna). Obiekt posadowiono na fundamentach żelbetowych. Konstrukcja stalowa jest zabezpieczona antykorozyjnie powłokami malarskimi. Nie wykonano żadnych zabezpieczeń zabezpieczających ją przed działaniem ognia – brak powłoki malarskiej ogniochronnej na elementach konstrukcji stalowej.

Istniejąca hala nr 16 jest obiektem jednokondygnacyjnym. Jej główną konstrukcję nośną stanowią trzy dwunawowe ramy pełnościennie usytuowane w osiach B', C' i E'. Rozpiętości naw – 17,92 m. Każda z ram składa się z trzech słupów stalowych pełnościennych o przekroju dwuteowym i dwuteowych rygli stalowych spawanych z blach (słupy usytuowane w osiach 6, 7 i 8). Rygle są połączone ze słupami skrajnymi poprzez węzły sztywne spawane. Zinwentaryzowane rozstawy ram wynoszą 11,98 m i 11,82 m. Pomiedzy ramami rozmieszczono jednoprzęsłowe płatwie stalowe ażurowe o przekroju dwuteowym – rozpiętość płatwi równa rozstawowi ram. Płatwie połączone z ryglami ram głównych za pośrednictwem żeber stalowych przyspawanych do środków rygli i śrub (w każdym połączeniu płatwi z żebrzem zastosowano 6 śrub w jednym rzędzie).

Na płatwiach jest ułożone przekrycie dachu z ocynkowanej blachy trapezowej TR 55/188 wraz z warstwami izolacyjnymi.

Wewnątrz budynku znajdują się pomieszczenia użytkowe oddzielone ścianami o grubościach 25cm i 12 cm murowanymi z cegły pełnej i bloczków z betonu komórkowego oraz ścianki lekkie z płyt gipsowo-kartonowych.

Przekrycie dachu - z ocynkowanej blachy trapezowej TR 55/188 opartej na płatwiach stalowych z pokryciem warstwą styropianową

Płatwie stalowe - belki ażurowe wykonane z rozciętych dwuteowników stalowych I 500 połączonych przewiązkami z blachy o grubości 10 mm, o całkowitej wysokości przekroju 500 mm



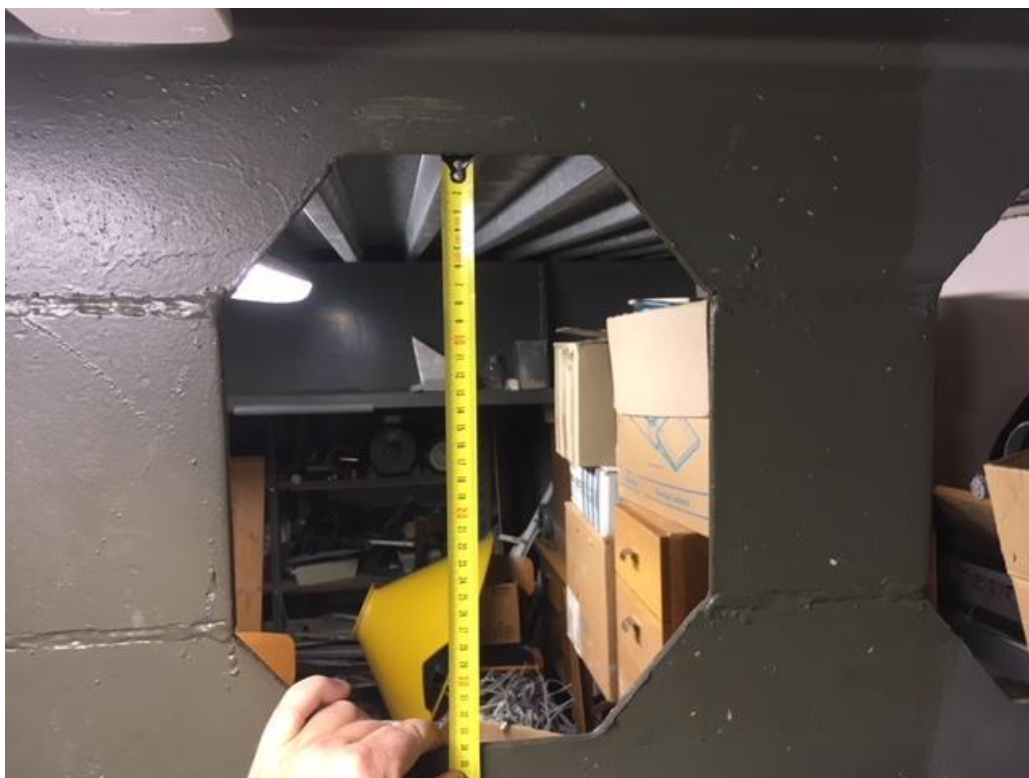
Pomiar szerokości przewiązki



Pomiar rozstawu przewiązek



Pomiar wysokości płatwi



Pomiar rozstawu pasów belki ażurowej



Pomiar wysokości przewiązek łączących pasy belki ażurowej

#### Ramy głównej konstrukcji nośnej

W ich skład wchodzi dwuteowe słupy podpierające rygle ram i utwierdzone w fundamentach oraz blachownicowe rygle. Rygle ram skrajnych mają wysokość 650 mm i szerokość pasów 160 mm, Rygiel ramy środkowej ma wysokość 780 mm i szerokość pasów 200 mm. Rygle pracują jako elementy dwuprzęsłowe o rozpiętości ok. 18 m sztywno połączone ze słupami w węzłach skrajnych.





Widok płatwi ażurowej i jej połączenia z rygłem ramy głównej konstrukcji nośnej

#### 4. OCENA STANU TECHNICZNEGO ISTNIEJĄCEJ KONSTRUKCJI

Podczas oględzin konstrukcji hali połączonych z inwentaryzacją sprawdzającą wymiary elementów głównej konstrukcji nośnej stwierdzono, że jej stan techniczny jest zadowalający. Nie stwierdzono występowania jakichkolwiek ubytków korozyjnych. Antykorozyjne powłoki malarskie są w dobrym stanie. Brak jest też uszkodzeń mechanicznych konstrukcji stalowej. Nie zauważono żadnych skutków negatywnych ani nieprawidłowości spowodowanych eksploatacją budynku oraz jego pracą statyczną. Wewnątrz nie zauważono oznak występowania nieszczelności płyt obudowy oraz przekrycia dachu, które mogłyby stwarzać zagrożenie korozyjne dla konstrukcji stalowej.

W wyniku przeprowadzonych obliczeń statyczno-wytrzymałościowych płatwi dachowych nie stwierdzono możliwości wystąpienia ich nadmiernego wyężenia ani jej ponadnormatywnych odkształceń w obecnym stanie użytkowania. Obliczenia posadowienia wykazały, że wyężenie płatwi azurowych wynikające z jej zginania nie przekraczają w stanie istniejącym poziomu 50% a instalacja central wentylacyjnych spowoduje wzrost poziomu wyężenia zaledwie o 3%. Największe naprężenia w elementach belki ażurowej występują w strefie przypodporowej poza odcinkiem przypodporowego przekroju pełnego (z blachą wypełniającą pomiędzy pasem dolnym i górnym). Jest to rejon projektowanego montażu central wentylacyjnych o masie całkowitej 520 kg. Maksymalne naprężenia normalne w tej strefie w stanie istniejącym osiągają poziom około 190 MPa a po zamontowaniu centrali wentylacyjnej wzrosną do około 200 MPa (tj. o około 5%). Wyniki te pozwalają na stwierdzenie, że istniejące płatwie podpierające przekrycie dachu wykonane z blachy trapezowej mają wystarczającą nośność zarówno w istniejących warunkach eksploatacji jak i w przypadku nieznacznego zwiększenia oddziaływań w stosunku do istniejących w wyniku planowanego montażu urządzeń wentylacyjnych. Analizę możliwości bezpiecznej eksploatacji istniejących płatwi w nowych warunkach obciążenia, jakie wystąpią po zamontowaniu projektowanych urządzeń wentylacyjnych zamieszczono w dalszej części opracowania.

## 5. OBCIĄŻENIA

### Obciążenia stałe

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m	$\Psi$	Wartość rep. kN/m	$\gamma_F$	Wartość obl. kN/m
1.	Smoła, bitum grub. 0,8 cm, szer. 3,00 m [(14,000kN/m <sup>3</sup> ·0,008m)·3,00m]	stałe	0,33	--	0,33	1,35	0,45
2.	Polistyren (ekspandowany, granulowany) grub. 10 cm, szer. 3,00 m [(0,300kN/m <sup>3</sup> ·0,10m)·3,00m]	stałe	0,09	--	0,09	1,35	0,12
3.	Płyty pilśniowe porowate grub. 2 cm, szer. 3,00 m [(4,000kN/m <sup>3</sup> ·0,02m)·3,00m]	stałe	0,24	--	0,24	1,35	0,32
4.	Blacha trapezowa szer. 3,00 m [(0,100kN/m <sup>2</sup> )·3,00m]	stałe	0,30	--	0,30	1,35	0,41
5.	Sufity podwieszone szer. 3,00 m [(0,100kN/m <sup>2</sup> )·3,00m]	zmienne	0,30	1,00	0,30	1,50	0,45
$\Sigma$ :			<b>1,26</b>		<b>1,26</b>		<b>1,75</b>

### Obciążenie śniegiem

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m	$\Psi$	Wartość rep. kN/m
1.	Maksymalne obciążenie dachu przy występie lub przeszkodzie wg PN-EN 1991-1-3 p.6.2 (strefa 2 -> $s_k = 0,9$ kN/m <sup>2</sup> , przyp.A, $m_2=2,0$ , $C_e=1,0$ , $C_t=1,0$ ) szer. 3,00 m [(1,800kN/m <sup>2</sup> )·3,00m]	zmienne	5,40	0,50	2,70
2.	Minimalne obciążenie równomierne dachu quasi-poziomego wg PN-EN 1991-1-3 p.6.2 (strefa 2 -> $s_k = 0,9$ kN/m <sup>2</sup> , przyp.A, $m_1=0,8$ , $C_e=1,0$ , $C_t=1,0$ ) szer. 3,00 m [(0,720kN/m <sup>2</sup> )·3,00m]	zmienne	2,16	0,50	1,08

### Instalacje podwieszone

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m	$\Psi$	Wartość rep. kN/m
1.	Instalacje szer. 3,00 m [(0,300kN/m <sup>2</sup> )·3,00m]	zmienne	0,90	0,70	0,63
$\Sigma$ :			<b>0,90</b>		<b>0,63</b>

Obciążenie centralą wentylacyjną:

Masa centrali:  $m = 520$  kg

Ciężar centrali:  $P = 520 \times 9,81/1000 = 5,10$  kN

Założono obciążenie płatwi rozłożone na 4 punkty podwieszenia –  $P_1 = 5,10/4 = 1,27$  kN

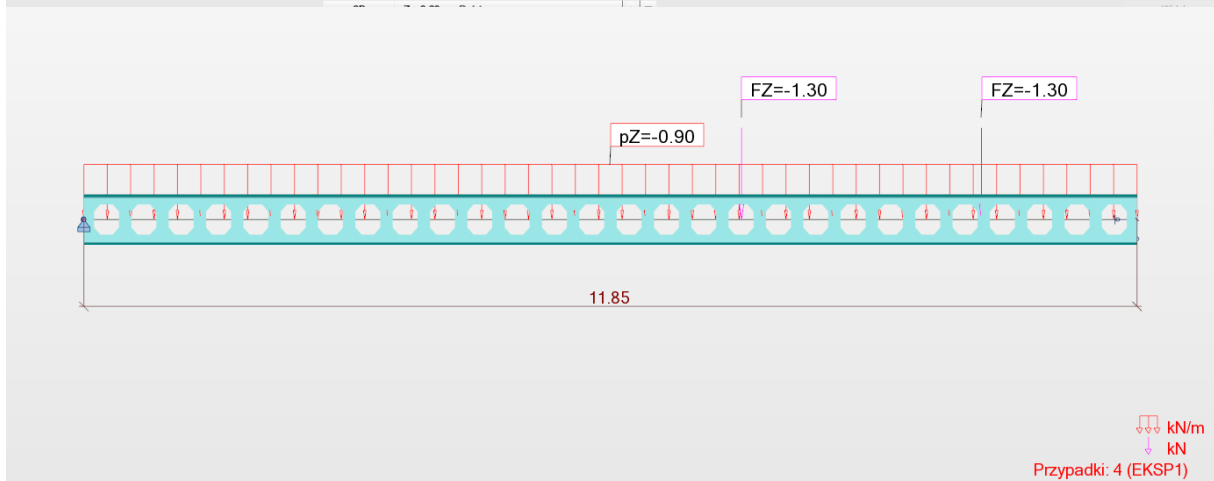
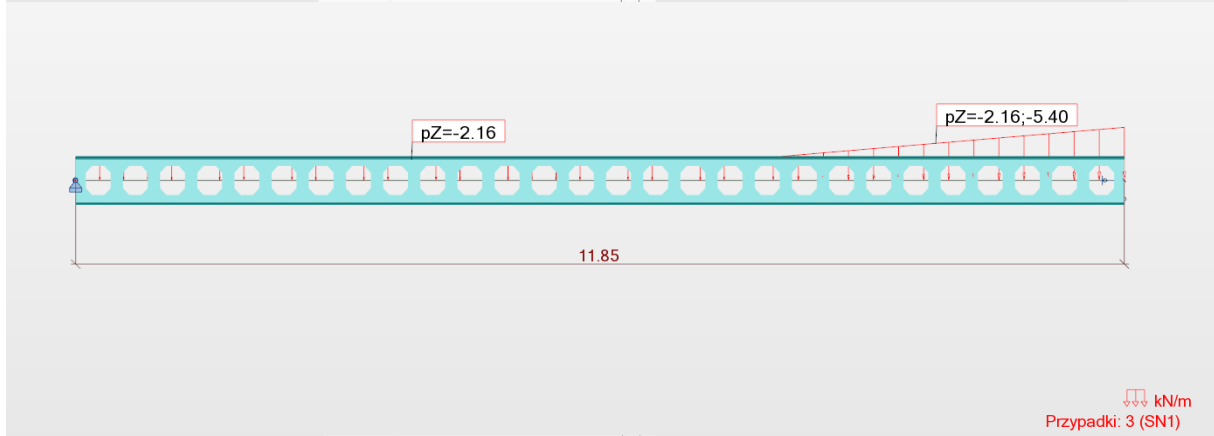
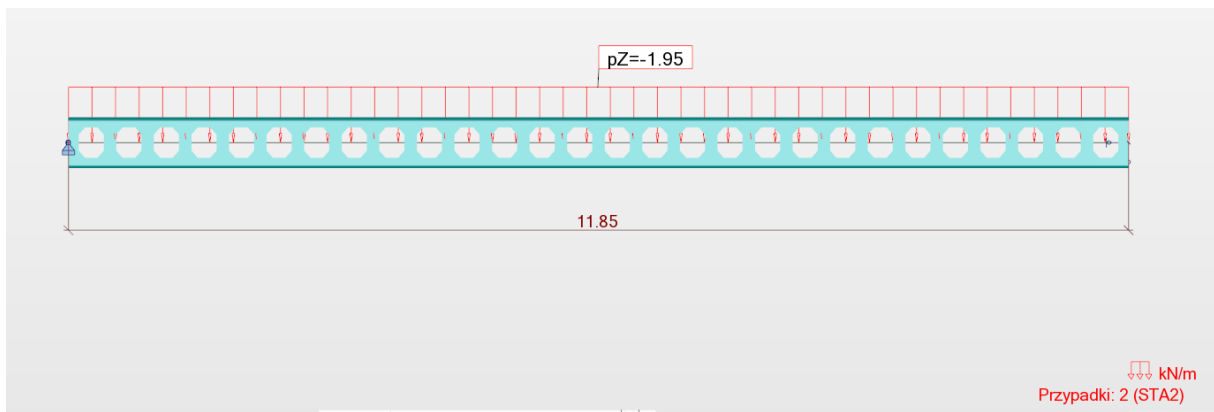
Przyjęto do obliczeń  $P_1 = 1,30$  kN

## 6. OBLICZENIA STATYCZNE PŁATWI

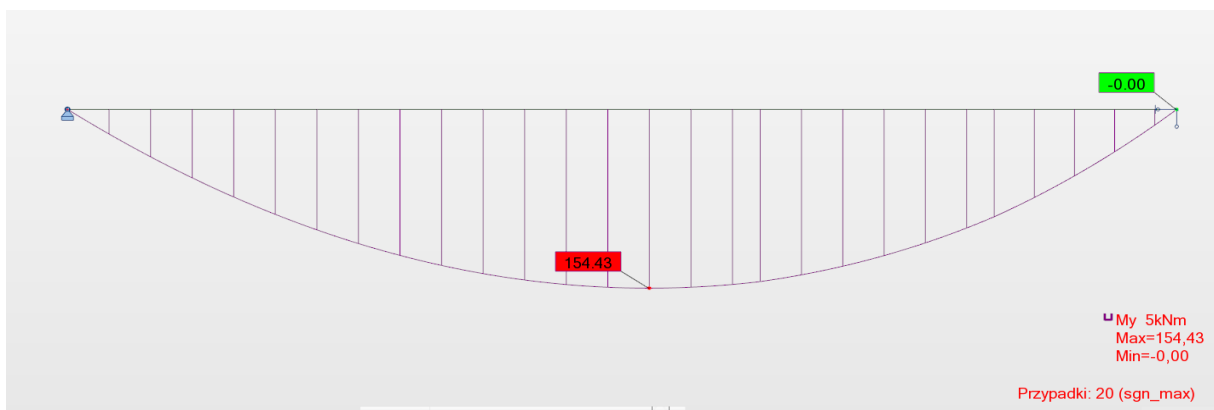
### A. Schemat płatwi:



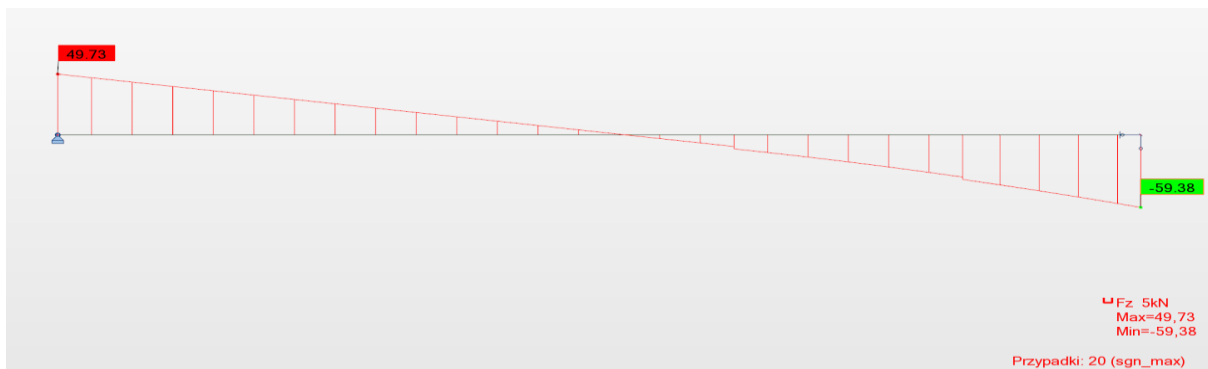




## B. Ogólne wyniki obliczeń statycznych – z uwzględnieniem obciążenia centralą wentylacyjną



Wykres momentów zginających



Wykres sił poprzecznych

### C. Sprawdzenie wyężenia w ęrodku rozpiętości łatwi ażurowej z podwieszoną centralą wentylacyjną

**MATERIAŁ:** St3SX

$f_d = 205.00 \text{ MPa}$

$E = 210000.00 \text{ MPa}$



**PARAMETRY PRZĘKROJU:** IN 300\_500

$h = 50.00 \text{ cm}$

$b = 12.50 \text{ cm}$

$t_w = 1.08 \text{ cm}$

$t_f = 1.62 \text{ cm}$

#### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$M_y = 139.41 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{ry} = 313.75 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$r_o = 158.18 \text{ cm}$

$M_{ry\_v} = 313.75 \text{ kN}\cdot\text{m}$

KLASA PRZĘKROJU = 1

$V_{rz} = 240.90 \text{ kN}$



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:** belka zabezpieczona przed zwichrzeniem

#### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$M_y / (f_{tL} \cdot M_{ry}) + r_o \cdot V_z / M_{ry} = 145.95 / (1.00 \cdot 313.75) + 0.07 = 0.53 < 1.00 \quad (52)$

$V_z / V_{rz} = 0.06 < 1.00 \quad (53)$

#### PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



**Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):**

$u_y = 0.0 \text{ mm} < u_{y \text{ max}} = L / 250.00 = 47.4 \text{ mm}$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 8 SGU /1/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 3\*0.50 + 4\*1.00

$u_z = 20.5 \text{ mm} < u_{z \text{ max}} = L / 250.00 = 47.4 \text{ mm}$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 8 SGU /4/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 3\*1.00 + 4\*0.70

**Nośność przekroju belki ażurowej jest wystarczająca**

**Sprawdzenie wyężenia w ęrodku rozpiętości łatwi ażurowej w stanie istniejącym – bez podwieszonych urządzeń wentylacyjnych**

#### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$M_y / (f_{tL} \cdot M_{ry}) + r_o \cdot V_z / M_{ry} = 139.41 / (1.00 \cdot 313.75) + 0.06 = 0.50 < 1.00 \quad (52)$

$V_z / V_{rz} = 0.05 < 1.00 \quad (53)$

#### PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



**Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):**

$u_y = 0.0 \text{ mm} < u_{y \text{ max}} = L / 250.00 = 47.4 \text{ mm}$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 8 SGU /1/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 3\*0.50 + 4\*1.00

$u_z = 19.9 \text{ mm} < u_{z \text{ max}} = L / 250.00 = 47.4 \text{ mm}$

Zweryfikowano

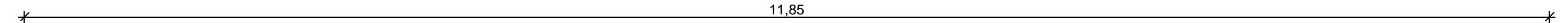
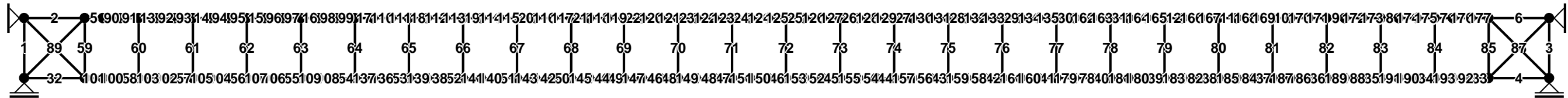
**Decydujący przypadek obciążenia:** 8 SGU /4/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 3\*1.00 + 4\*0.70

**Przyrost poziomu wyężenia spowodowany podwieszeniem łatwi wynosi około 3%**

D. Analiza wyężenia

Płatew nieobciążona centralą  
Płatew nieobciążona centralą

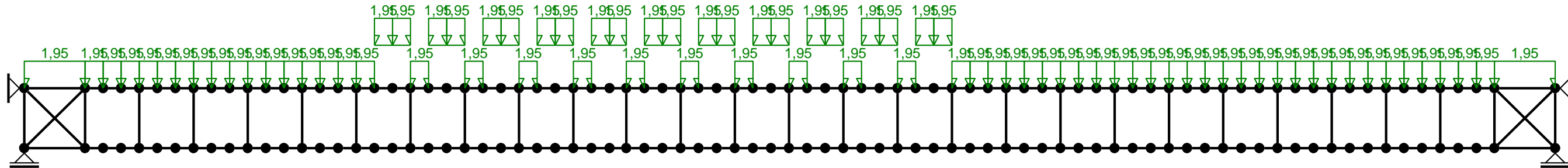
SCHEMAT RAMY



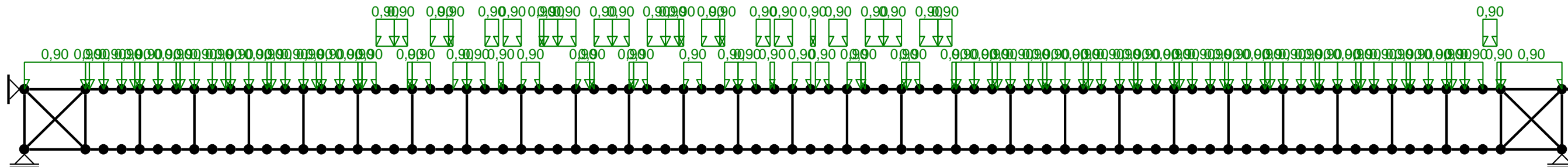
Typy przekrojów prętowych:

nazwa	materiał	A [cm²]	J <sub>y</sub> [cm⁴]	h [cm]	e/h	E [MPa]	ρ <sub>o</sub> [kg/m³]
T125x16,2-80x10,8	Stal St3	27,14	110,06	8,0	0,228	205000	7850
blacha 10x140	Stal	14,00	228,67	14,0	0,500	205000	7850
T125x16,2-80x10,8-s	Stal St3	27,14	110,06	8,0	0,772	205000	7850
T125x16,2-160x10,8-s	Stal St3	36,47	839,23	16,0	0,735	205000	7850
T125x16,2-160x10,8	Stal St3	35,78	834,57	16,0	0,268	205000	7850

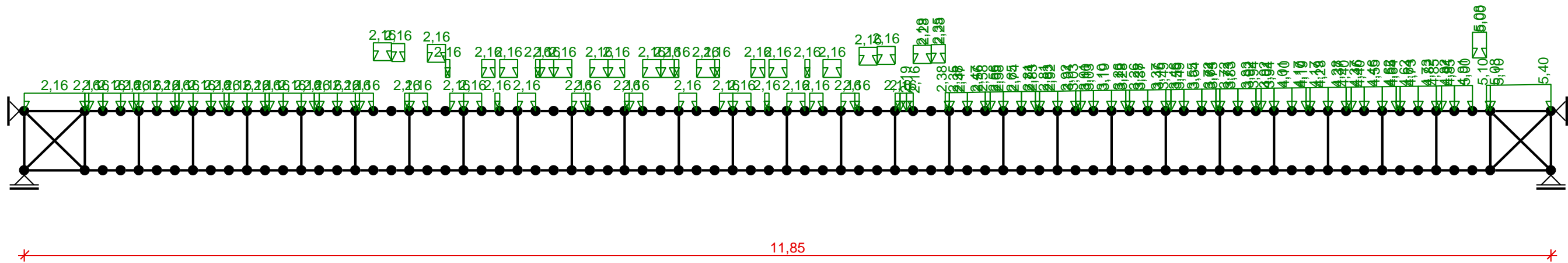
OBCIĄŻENIA: (wartości charakterystyczne)  
Przypadek G1: Przypadek 1 (stałe)



Przypadek Q1: Przypadek 2 (zmiennie, Ψ<sub>0</sub> = 0,70, Ψ<sub>1</sub> = 0,50, Ψ<sub>2</sub> = 0,30)



Przypadek Q2: Przypadek 3 (zmiennie,  $\Psi_0 = 0,50$ ,  $\Psi_1 = 0,20$ ,  $\Psi_2 = 0,00$ )

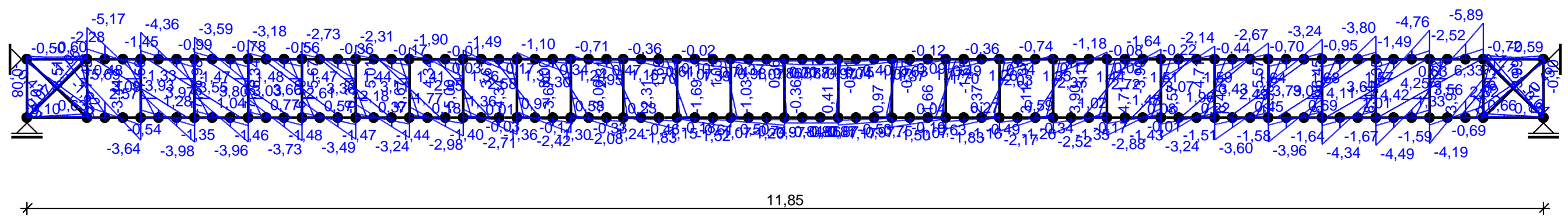


Tablica opisu kombinacji automatycznych:

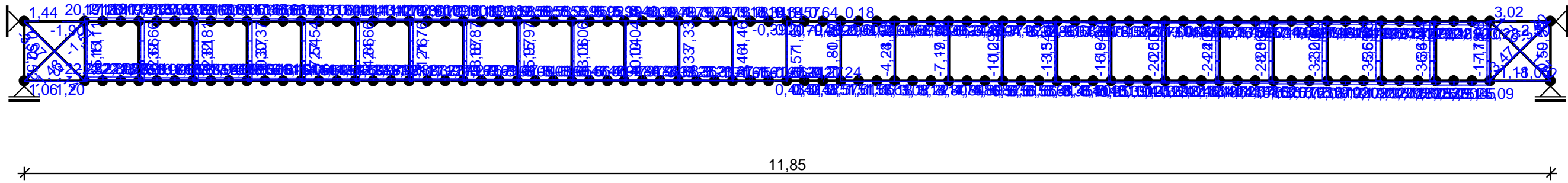
Nazwa kombinacji	Typ kombinacji	Wzór
K1: 1,35·Przypadek 1	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K2: 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 2	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K3: 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 2+1,5·0,5·Przypadek 3	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K4: 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K5: 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K6: 1,0·Przypadek 1	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K7: 1,0·Przypadek 1+1,5·Przypadek 2	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K8: 1,0·Przypadek 1+1,5·Przypadek 2+1,5·0,5·Przypadek 3	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K9: 1,0·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K10: 1,0·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K11: Przypadek 1	SGU charakterystyczna	wzór (6.14b)
K12: Przypadek 1+Przypadek 2	SGU charakterystyczna	wzór (6.14b)
K13: Przypadek 1+Przypadek 2+0,5·Przypadek 3	SGU charakterystyczna	wzór (6.14b)
K14: Przypadek 1+Przypadek 3	SGU charakterystyczna	wzór (6.14b)
K15: Przypadek 1+Przypadek 3+0,70·Przypadek 2	SGU charakterystyczna	wzór (6.14b)

OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGN podstawowa STR

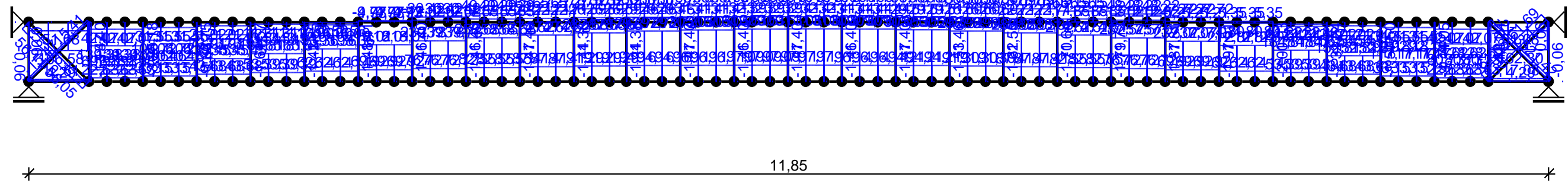
Obwiednia momentów zginających:



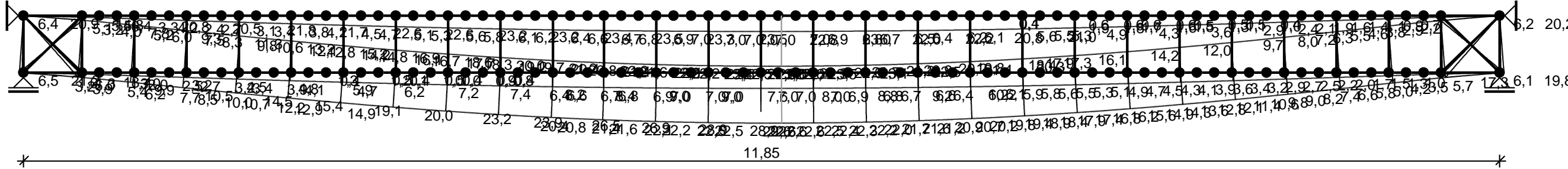
Obwiednia sił poprzecznych:



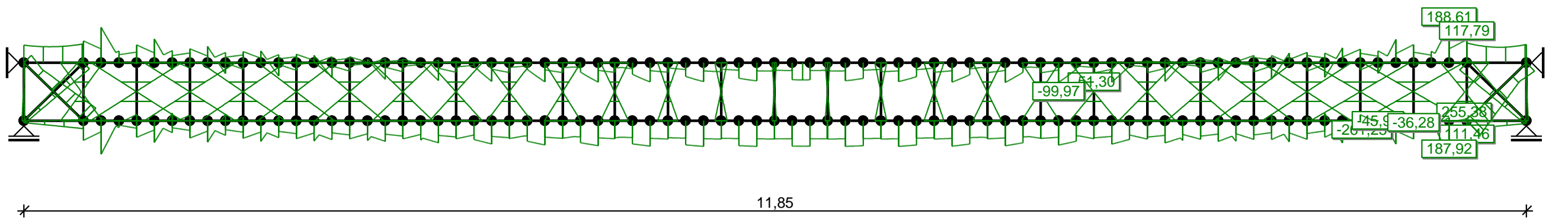
Obwiednia sił osiowych:



Obwiednia przemieszczeń:



Obwiednia naprężeń:





Naprężenia ekstremalne:

pręt	x [m]	$\sigma_{\max}$ [MPa]	$\sigma_{\min}$ [MPa]	przypadek/kombinacja	usytuowanie
4	0,47 m 0,47 m	43,11 --	-- -4,58	<b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2 <b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2	<b>Pas dolny</b>
6	0,00 m	100,42	--	<b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2	<b>Pas górny</b>
7	0,00 m 0,00 m	53,25 --	-- -14,61	<b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2 <b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2	<b>Pas górny</b>
8	0,00 m 0,00 m	47,59 --	-- -36,61	<b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2 <b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2	<b>Pas górny</b>
9	0,00 m 0,00 m	36,28 --	-- -42,14	<b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2 <b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2	<b>Pas górny</b>
31	0,00 m 0,00 m	2,31 --	-- <b>-51,30</b>	<b>K2:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 2 <b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2	<b>Pas górny</b>
33	0,00 m 0,00 m	<b>111,46</b> --	-- -9,98	<b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2 <b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2	<b>Pas dolny</b>
34	0,00 m	92,32	--	<b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2	<b>Pas dolny</b>
35	0,00 m	94,43	--	<b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2	<b>Pas dolny</b>
36	0,00 m	94,14	--	<b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2	<b>Pas dolny</b>
81	0,00 m 0,00 m	196,20 --	-- -198,96	<b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2 <b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2	<b>Przewiązka</b>
82	0,46 m 0,46 m	223,76 --	-- -227,06	<b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2 <b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2	<b>Przewiązka</b>
83	0,00 m 0,00 m	250,42 --	-- -252,56	<b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2 <b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2	<b>Przewiązka</b>
84	0,46 m 0,46 m	<b>255,38</b> --	-- <b>-261,25</b>	<b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2 <b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2	<b>Przewiązka</b>
85	0,00 m 0,00 m	111,92 --	-- -132,27	<b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2 <b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek	<b>Przewiązka</b>

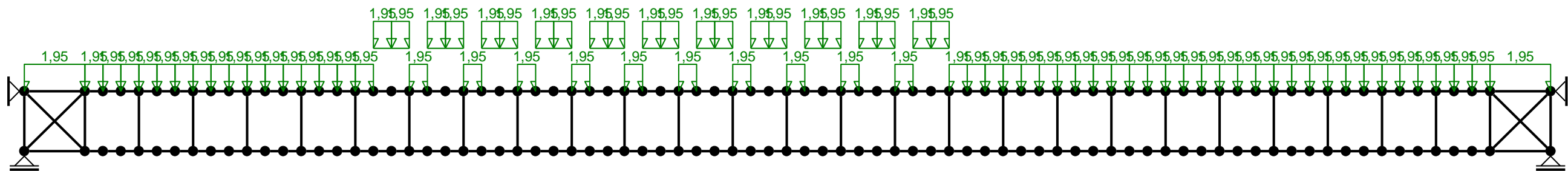
				3+1,5·0,70·Przypadek 2	
134	0,00 m	--	-99,93	<b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2	<b>Pas górny</b>
171	0,14 m 0,14 m	52,15 --	-- -9,65	<b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2 <b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2	<b>Pas górny</b>
172	0,14 m 0,00 m	74,41 --	-- -73,53	<b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2 <b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2	<b>Pas górny</b>
173	0,14 m 0,14 m	68,74 --	-- -3,69	<b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2 <b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2	<b>Pas górny</b>
174	0,14 m 0,00 m	117,48 --	-- -54,15	<b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2 <b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2	<b>Pas górny</b>
175	0,14 m	92,02	--	<b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2	<b>Pas górny</b>
176	0,14 m	<b>188,61</b>	--	<b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2	<b>Pas górny</b>
177	0,14 m	<b>117,79</b>	--	<b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2	<b>Pas górny</b>
188	0,00 m 0,14 m	112,71 --	-- -37,32	<b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2 <b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2	<b>Pas dolny</b>
189	0,14 m 0,14 m	64,99 --	-- -18,14	<b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2 <b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2	<b>Pas dolny</b>
190	0,00 m 0,14 m	117,55 --	-- <b>-45,92</b>	<b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2 <b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2	<b>Pas dolny</b>
191	0,14 m 0,14 m	55,84 --	-- -30,33	<b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2 <b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2	<b>Pas dolny</b>
192	0,00 m 0,00 m	<b>187,92</b> --	-- -16,97	<b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2 <b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2	<b>Pas dolny</b>
193	0,14 m 0,14 m	44,11 --	-- <b>-36,28</b>	<b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2 <b>K5:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2	<b>Pas dolny</b>



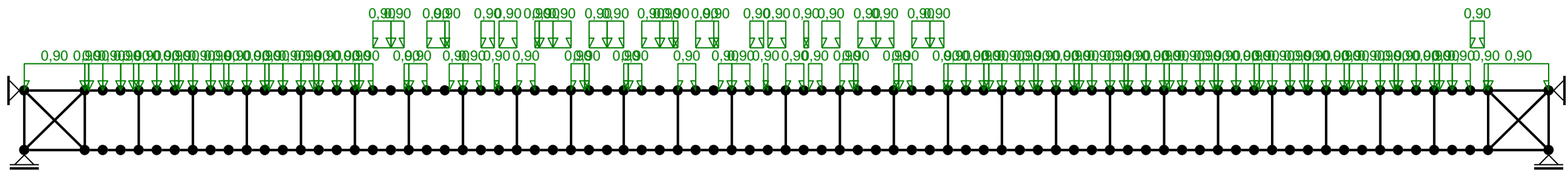
**Platew obciążona centralą**

**OBCIĄŻENIA:** (wartości charakterystyczne)

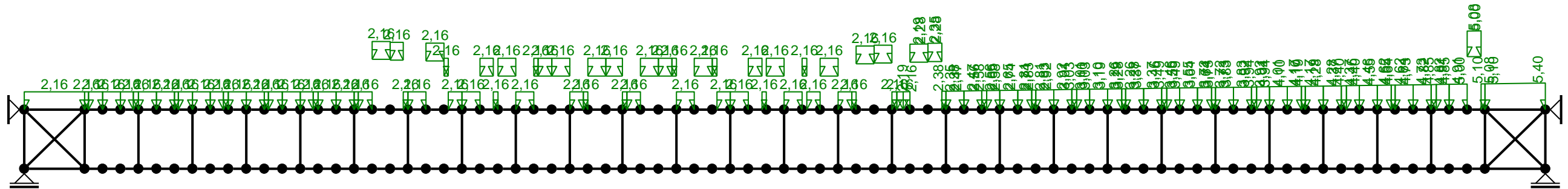
Przypadek **G1**: **Przypadek 1** (stałe)



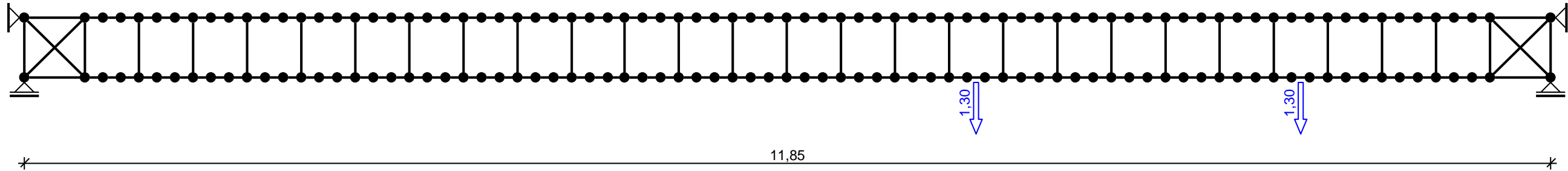
Przypadek **Q1**: **Przypadek 2** (zmiennie,  $\Psi_0 = 0,70$ ,  $\Psi_1 = 0,50$ ,  $\Psi_2 = 0,30$ )



Przypadek **Q2**: **Przypadek 3** (zmiennie,  $\Psi_0 = 0,50$ ,  $\Psi_1 = 0,20$ ,  $\Psi_2 = 0,00$ )



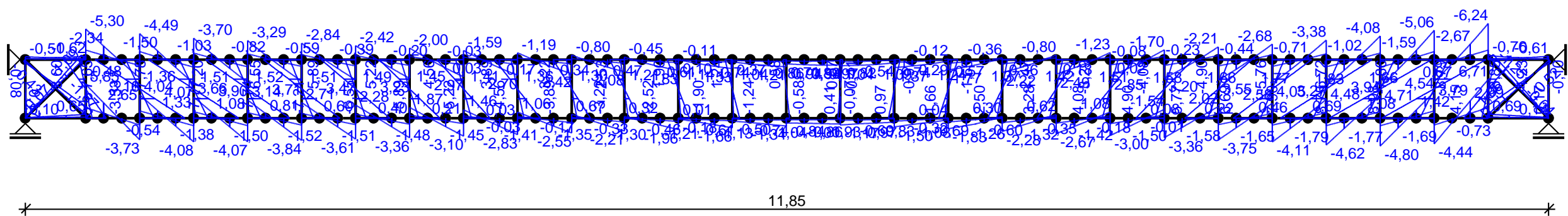
Przypadek **Q3**: **Przypadek 4** (zmiennie,  $\Psi_0 = 1,00$ ,  $\Psi_1 = 1,00$ ,  $\Psi_2 = 1,00$ )



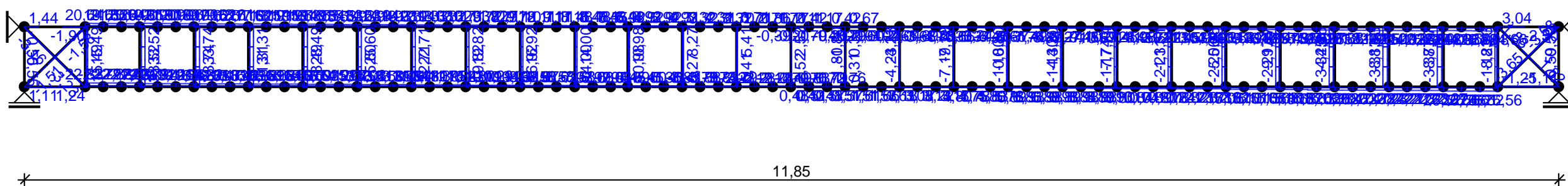
**Tablica opisu kombinacji automatycznych:**

Nazwa kombinacji	Typ kombinacji	Wzór
K1: 1,35-Przypadek 1	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K2: 1,35-Przypadek 1+1,5-Przypadek 2	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K3: 1,35-Przypadek 1+1,5-Przypadek 2+1,5-0,5-Przypadek 3	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K4: 1,35-Przypadek 1+1,5-Przypadek 2+1,5-1,0-Przypadek 4	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K5: 1,35-Przypadek 1+1,5-Przypadek 2+1,5-0,5-Przypadek 3+1,5-1,0-Przypadek 4	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K6: 1,35-Przypadek 1+1,5-Przypadek 3	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K7: 1,35-Przypadek 1+1,5-Przypadek 3+1,5-0,70-Przypadek 2	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K8: 1,35-Przypadek 1+1,5-Przypadek 3+1,5-1,0-Przypadek 4	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K9: 1,35-Przypadek 1+1,5-Przypadek 3+1,5-0,70-Przypadek 2+1,5-1,0-Przypadek 4	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K10: 1,35-Przypadek 1+1,5-Przypadek 4	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K11: 1,35-Przypadek 1+1,5-Przypadek 4+1,5-0,70-Przypadek 2	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K12: 1,35-Przypadek 1+1,5-Przypadek 4+1,5-0,5-Przypadek 3	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K13: 1,35-Przypadek 1+1,5-Przypadek 4+1,5-0,70-Przypadek 2+1,5-0,5-Przypadek 3	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K14: 1,0-Przypadek 1	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K15: 1,0-Przypadek 1+1,5-Przypadek 2	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K16: 1,0-Przypadek 1+1,5-Przypadek 2+1,5-0,5-Przypadek 3	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K17: 1,0-Przypadek 1+1,5-Przypadek 2+1,5-1,0-Przypadek 4	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K18: 1,0-Przypadek 1+1,5-Przypadek 2+1,5-0,5-Przypadek 3+1,5-1,0-Przypadek 4	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K19: 1,0-Przypadek 1+1,5-Przypadek 3	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K20: 1,0-Przypadek 1+1,5-Przypadek 3+1,5-0,70-Przypadek 2	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K21: 1,0-Przypadek 1+1,5-Przypadek 3+1,5-1,0-Przypadek 4	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K22: 1,0-Przypadek 1+1,5-Przypadek 3+1,5-0,70-Przypadek 2+1,5-1,0-Przypadek 4	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K23: 1,0-Przypadek 1+1,5-Przypadek 4	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K24: 1,0-Przypadek 1+1,5-Przypadek 4+1,5-0,70-Przypadek 2	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K25: 1,0-Przypadek 1+1,5-Przypadek 4+1,5-0,5-Przypadek 3	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K26: 1,0-Przypadek 1+1,5-Przypadek 4+1,5-0,70-Przypadek 2+1,5-0,5-Przypadek 3	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K27: Przypadek 1	SGU charakterystyczna	wzór (6.14b)
K28: Przypadek 1+Przypadek 2	SGU charakterystyczna	wzór (6.14b)
K29: Przypadek 1+Przypadek 2+0,5-Przypadek 3	SGU charakterystyczna	wzór (6.14b)
K30: Przypadek 1+Przypadek 2+1,0-Przypadek 4	SGU charakterystyczna	wzór (6.14b)
K31: Przypadek 1+Przypadek 2+0,5-Przypadek 3+1,0-Przypadek 4	SGU charakterystyczna	wzór (6.14b)
K32: Przypadek 1+Przypadek 3	SGU charakterystyczna	wzór (6.14b)
K33: Przypadek 1+Przypadek 3+0,70-Przypadek 2	SGU charakterystyczna	wzór (6.14b)
K34: Przypadek 1+Przypadek 3+1,0-Przypadek 4	SGU charakterystyczna	wzór (6.14b)
K35: Przypadek 1+Przypadek 3+0,70-Przypadek 2+1,0-Przypadek 4	SGU charakterystyczna	wzór (6.14b)
K36: Przypadek 1+Przypadek 4	SGU charakterystyczna	wzór (6.14b)
K37: Przypadek 1+Przypadek 4+0,70-Przypadek 2	SGU charakterystyczna	wzór (6.14b)
K38: Przypadek 1+Przypadek 4+0,5-Przypadek 3	SGU charakterystyczna	wzór (6.14b)
K39: Przypadek 1+Przypadek 4+0,70-Przypadek 2+0,5-Przypadek 3	SGU charakterystyczna	wzór (6.14b)

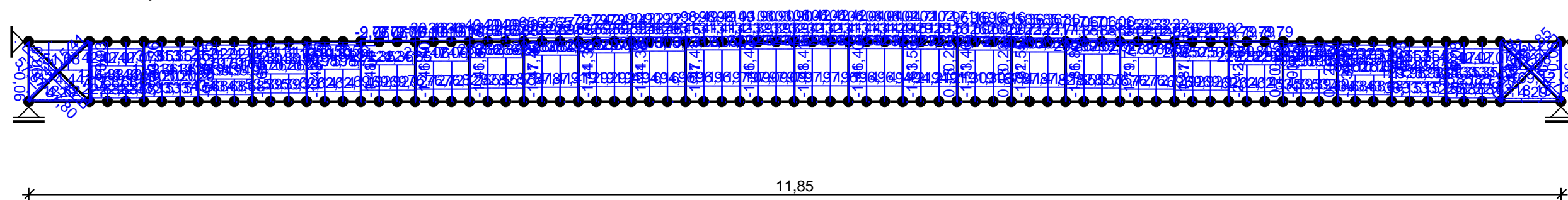
WYNIKI:  
OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGN podstawowa STR  
Obwiednia momentów zginających:



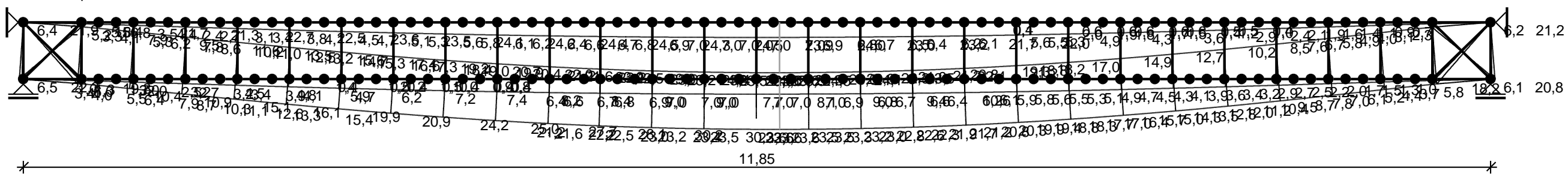
Obwiednia sił poprzecznych:



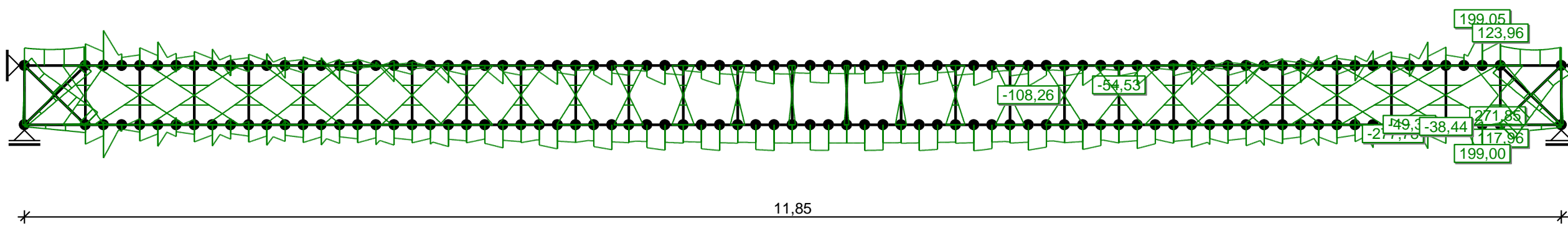
Obwiednia sił osiowych:



Obwiednia przemieszczeń:



Obwiednia naprężeń:



**Tablica opisu kombinacji automatycznych:**

Nazwa kombinacji	Typ kombinacji	Wzór
K1: 1,35-Przypadek 1	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K2: 1,35-Przypadek 1+1,5-Przypadek 2	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K3: 1,35-Przypadek 1+1,5-Przypadek 2+1,5-0,5-Przypadek 3	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K4: 1,35-Przypadek 1+1,5-Przypadek 2+1,5-1,0-Przypadek 4	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K5: 1,35-Przypadek 1+1,5-Przypadek 2+1,5-0,5-Przypadek 3+1,5-1,0-Przypadek 4	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K6: 1,35-Przypadek 1+1,5-Przypadek 3	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K7: 1,35-Przypadek 1+1,5-Przypadek 3+1,5-0,70-Przypadek 2	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K8: 1,35-Przypadek 1+1,5-Przypadek 3+1,5-1,0-Przypadek 4	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K9: 1,35-Przypadek 1+1,5-Przypadek 3+1,5-0,70-Przypadek 2+1,5-1,0-Przypadek 4	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K10: 1,35-Przypadek 1+1,5-Przypadek 4	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K11: 1,35-Przypadek 1+1,5-Przypadek 4+1,5-0,70-Przypadek 2	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K12: 1,35-Przypadek 1+1,5-Przypadek 4+1,5-0,5-Przypadek 3	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K13: 1,35-Przypadek 1+1,5-Przypadek 4+1,5-0,70-Przypadek 2+1,5-0,5-Przypadek 3	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K14: 1,0-Przypadek 1	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K15: 1,0-Przypadek 1+1,5-Przypadek 2	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K16: 1,0-Przypadek 1+1,5-Przypadek 2+1,5-0,5-Przypadek 3	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K17: 1,0-Przypadek 1+1,5-Przypadek 2+1,5-1,0-Przypadek 4	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K18: 1,0-Przypadek 1+1,5-Przypadek 2+1,5-0,5-Przypadek 3+1,5-1,0-Przypadek 4	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K19: 1,0-Przypadek 1+1,5-Przypadek 3	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K20: 1,0-Przypadek 1+1,5-Przypadek 3+1,5-0,70-Przypadek 2	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K21: 1,0-Przypadek 1+1,5-Przypadek 3+1,5-1,0-Przypadek 4	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K22: 1,0-Przypadek 1+1,5-Przypadek 3+1,5-0,70-Przypadek 2+1,5-1,0-Przypadek 4	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K23: 1,0-Przypadek 1+1,5-Przypadek 4	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K24: 1,0-Przypadek 1+1,5-Przypadek 4+1,5-0,70-Przypadek 2	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K25: 1,0-Przypadek 1+1,5-Przypadek 4+1,5-0,5-Przypadek 3	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K26: 1,0-Przypadek 1+1,5-Przypadek 4+1,5-0,70-Przypadek 2+1,5-0,5-Przypadek 3	SGN podstawowa STR	wg tablica A1.2(B), wzór (6.10)
K27: Przypadek 1	SGU charakterystyczna	wzór (6.14b)
K28: Przypadek 1+Przypadek 2	SGU charakterystyczna	wzór (6.14b)
K29: Przypadek 1+Przypadek 2+0,5-Przypadek 3	SGU charakterystyczna	wzór (6.14b)
K30: Przypadek 1+Przypadek 2+1,0-Przypadek 4	SGU charakterystyczna	wzór (6.14b)
K31: Przypadek 1+Przypadek 2+0,5-Przypadek 3+1,0-Przypadek 4	SGU charakterystyczna	wzór (6.14b)
K32: Przypadek 1+Przypadek 3	SGU charakterystyczna	wzór (6.14b)
K33: Przypadek 1+Przypadek 3+0,70-Przypadek 2	SGU charakterystyczna	wzór (6.14b)
K34: Przypadek 1+Przypadek 3+1,0-Przypadek 4	SGU charakterystyczna	wzór (6.14b)
K35: Przypadek 1+Przypadek 3+0,70-Przypadek 2+1,0-Przypadek 4	SGU charakterystyczna	wzór (6.14b)
K36: Przypadek 1+Przypadek 4	SGU charakterystyczna	wzór (6.14b)
K37: Przypadek 1+Przypadek 4+0,70-Przypadek 2	SGU charakterystyczna	wzór (6.14b)
K38: Przypadek 1+Przypadek 4+0,5-Przypadek 3	SGU charakterystyczna	wzór (6.14b)
K39: Przypadek 1+Przypadek 4+0,70-Przypadek 2+0,5-Przypadek 3	SGU charakterystyczna	wzór (6.14b)

Napężenia ekstremalne:

pręt	x [m]	$\sigma_{\max}$ [MPa]	$\sigma_{\min}$ [MPa]	przypadek/kombinacja
4	0,47 m 0,47 m	45,66 --	-- -4,83	<b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4 <b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4
6	0,00 m	104,71	--	<b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4
7	0,00 m 0,00 m	55,71 --	-- -16,54	<b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4 <b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4
8	0,00 m 0,00 m	49,72 --	-- -40,04	<b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4 <b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4
9	0,00 m 0,00 m	38,11 --	-- -47,27	<b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4 <b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4
31	0,00 m 0,00 m	2,31 --	-- <b>-54,53</b>	<b>K2:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 2 <b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4
33	0,00 m 0,00 m	<b>117,96</b> --	-- -10,65	<b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4 <b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4
34	0,00 m	98,37	--	<b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4
35	0,00 m	100,66	--	<b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4
36	0,00 m	100,82	--	<b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4
81	0,00 m 0,00 m	204,92 --	-- -206,80	<b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4 <b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4
82	0,46 m 0,46 m	240,54 --	-- -242,97	<b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4 <b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4
83	0,00 m 0,00 m	267,95 --	-- -270,28	<b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4 <b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4
84	0,46 m 0,46 m	<b>271,85</b> --	-- <b>-277,78</b>	<b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4 <b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4
85	0,00 m 0,00 m	118,95 --	-- -140,07	<b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4 <b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4

134	0,00 m	--	<b>-108,26</b>	<b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4
171	0,14 m 0,14 m	53,44 --	-- -10,98	<b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4 <b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4
172	0,14 m 0,00 m	78,18 --	-- -81,90	<b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4 <b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4
173	0,14 m 0,14 m	72,70 --	-- -5,15	<b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4 <b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4
174	0,14 m 0,00 m	124,18 --	-- -58,54	<b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4 <b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4
175	0,14 m 0,14 m	96,90 --	-- -0,79	<b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4 <b>K21:</b> 1,0·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·1,0·Przypadek 4
176	0,14 m	<b>199,05</b>	--	<b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4
177	0,14 m	<b>123,96</b>	--	<b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4
188	0,00 m 0,14 m	120,43 --	-- -39,82	<b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4 <b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4
189	0,14 m 0,14 m	69,06 --	-- -19,58	<b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4 <b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4
190	0,00 m 0,14 m	125,37 --	-- <b>-49,37</b>	<b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4 <b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4
191	0,14 m 0,14 m	59,32 --	-- -32,74	<b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4 <b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4
192	0,00 m 0,00 m	<b>199,00</b> --	-- -18,10	<b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4 <b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4
193	0,14 m 0,14 m	46,61 --	-- <b>-38,44</b>	<b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4 <b>K9:</b> 1,35·Przypadek 1+1,5·Przypadek 3+1,5·0,70·Przypadek 2+1,5·1,0·Przypadek 4

## 7. ANALIZA WYNIKÓW OBLICZEŃ KONSTRUKCJI ISTNIEJĄCEJ

Zestawienie poziomu wyężenia elementów konstrukcyjnych łątwi azurowych (w stanie istniejącym oraz w stanie docelowym po zamontowaniu urządzeń wentylacyjnych):

- a) Pas dolny belki ażurowej w pobliżu őrodka rozpiętości łątwi – 130,25 MPa i 136,92 MPa – przyrost 5,1%
- b) Pas dolny belki ażurowej w pobliżu strefy przypodporowej łątwi – 187,92 MPa i 199 MPa – przyrost 5,9%
- c) Pas górny belki ażurowej w pobliżu strefy przypodporowej łątwi – 188,61 MPa i 199,05 MPa – przyrost 5,5%
- d) Przewiązki między pasami w pobliżu strefy przypodporowej w miejscach spoin łączących przewiązki z pasami – 82,78 MPa i 87,90 MPa – przyrost 6,2%

Wykonane na ramowym modelu konstrukcji łątwi obliczenia wykazały, że planowany montaż urządzeń wentylacyjnych nie spowoduje istotnego wzrostu poziomu naprężeń łątwiach ażurowych. Poziomy wyężenia przekrojów krytycznych belki nie będą przekraczać 200 MPa w strefie przypodporowej (co wynika z wpływu sił poprzecznych występujących w belce poza pełnościennym odcinkiem przypodporowym) i 137 MPa w pobliżu őrodka rozpiętości przęsła, zatem nie przekraczają naprężeń dopuszczalnych dla stali gatunku St3SX. Oznacza to, że w przypadku wykonania projektowanego montażu urządzeń wentylacyjnych łątwie ażurowe nie wymagają wzmocnienia. Wyężenie przekrojów krytycznych łątwi nie powinno doprowadzić do osiągnięcia stanu granicznego nośności tych belek pod warunkiem montażu urządzeń w sposób nieingerujący w strukturę łątwi.

Obliczenia łątwi wykazują, że po wykonaniu nieinwazyjnego montażu urządzeń wentylacyjnych nie wystąpią okoliczności mogące zagrażać bezpieczeństwu konstrukcji.

Nieznaczone zwiększenie obciążenia łątwi nie spowoduje istotnego wzrostu wyężenia blachownicowej konstrukcji nośnej hali. Nie zmienia się też naciski na grunt w poziomie posadowienia fundamentów..

Opisane powyżej wyniki oznaczają, że nieinwazyjne wykonanie montażu urządzeń wentylacyjnych będzie możliwe bez konieczności wzmocniania któregośkolwiek z elementów konstrukcji hali.

## 8. WNIOSKI I ZALECENIA

- Przedmiotowa konstrukcja hali A-16 jest w zadowalającym stanie technicznym pozwalającym na jej dalszą eksploatację.
- Wyężenie elementów konstrukcji stalowe jest na poziomie poniżej stanu granicznego nośności konstrukcji zarówno w obecnym stanie obciążenia jak i po jej dociążeniu podwieszonymi od spodu dachu urządzeniami wentylacyjnymi. Także stan graniczny jej użytkowania nie zostanie przekroczony w wyniku działania wszystkich występujących obciążeń
- Stan powłok malarskich na konstrukcji nie budzi zastrzeżeń

W celu nieinwazyjnego montażu urządzeń wentylacyjnych należy przewidzieć ich podwieszenie do stopek pasów dolnych istniejących łątwi ażurowych za pośrednictwem prostopadłych do łątwi systemowych szyn montażowych o odpowiednio dobranym przekroju (stosownie do rozstawu łątwi



wynoszącego 3 m i maksymalnych obciążeń skupionych przypadających na szynę montażową wynoszących 1,3 kN na każdy punkt podwieszenia centrali wentylacyjnej). Połączenia końców szyn montażowych z dolnymi stopkami płatwi ażurowych należy wykonać na systemowe obejmy montażowe o wymaganej nośności bez ingerencji w przekrój stopek. Zabronione jest wiercenie otworów w stopkach oraz spawanie do nich elementów podwieszeń.

- Wykonanie montażu urządzeń wentylacyjnych należy poprzedzić opracowaniem niezbędnej dokumentacji projektowej branży HVAC zawierającej dokładną lokalizację central wentylacyjnych oraz dobór systemowych elementów podwieszenia (szyny montażowe, wieszaki, obejmy do połączeń s istniejącymi elementami konstrukcyjnymi). Wytyczne dotyczące lokalizacji central wentylacyjnych i orientacyjnego usytuowania szyn montażowych znajdują się na rysunku nr 1 załączonym do niniejszej ekspertyzy

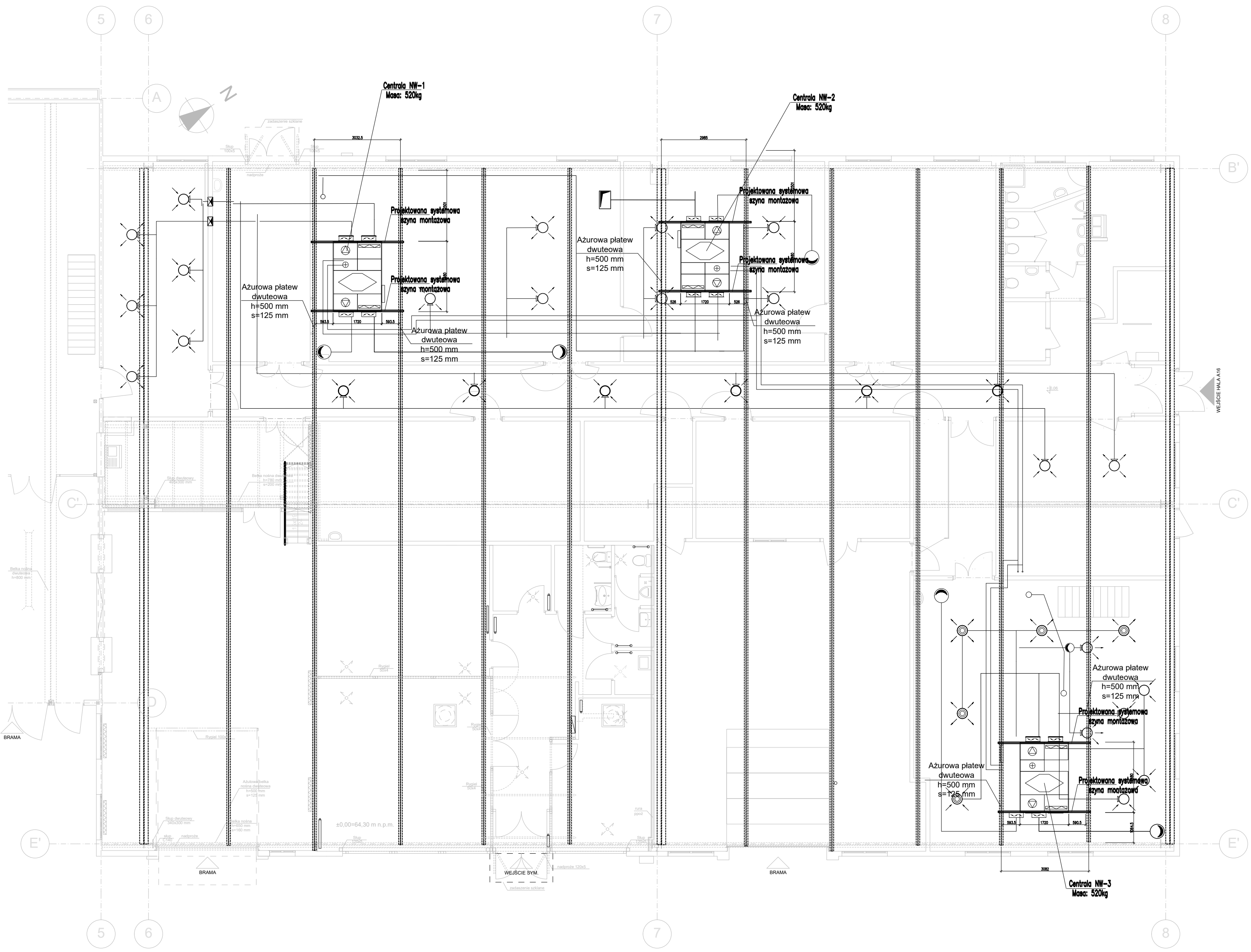
Opracowanie:

mgr inż. Artur Sokołowski

mgr inż. Krzysztof Marciniak

**Załącznik:** Rys. nr 1. Rekomendowana lokalizacja central wentylacyjnych

Poznań, lipiec 2018 r.

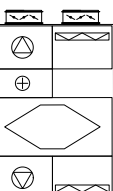


LEGENDA:

- Linia nawiewna
- Linia wywiewna
- Linia czerpna
- Linia wyrzutowa

⊗ Nawiewnk

⊗ Wywiewnk

 Centrala wentylacyjna podwieszona

TEMAT:	EKSPERTYZA STANU TECHNICZNEGO ORAZ NOŚNOŚCI KONSTRUKCJI STALOWEJ DACHU HALI NR A-16		
ADRES:	POLITECHNIKA POZNAŃSKA KAMPUS WARTA ul. Piotrowo 3D, 61-138 Poznań		
BRANŻA:	Konstrukcja	STADIUM:	ekspertyza
PROJEKTANT:	mgr inż. Artur Sokołowski nr upr. 72/PW/91		
TREŚĆ RYSUNKU:	Rekomendowana lokalizacja central wentylacyjnych	Skala:	Data:
		1:100	07.2018
		Numer rysunku:	
		1	