

## EKSPERTYZA TECHNICZNA

### KONSTRUKCJI STALOWEJ **HALI C7**

### NA POTRZEBY INSTALACJI PANELI FOTOWOLTAICZNYCH



<i>Obiekt</i>	HALA C7 na terenie firmy Dozamel
<i>Zamawiający</i>	DOZAMEL SP. Z O.O
<i>Adres obiektu</i>	ul. Fabryczna 10, 53-609 Wrocław
<i>Wykonawca</i>	SENSE Monitoring sp. z o.o. Zofii Nałkowskiej 11, 38-500 Sanok
<i>Autor</i>	mgr inż. Artiom KOMARDIN
<i>Uprawnienia</i>	MAP/0384/POOK/12
<i>Data</i>	wrzesień 2021

## SPIS TREŚCI

1.0	PRZEDMIOT OPRACOWANIA	3
2.0	PODSTAWA OPRACOWANIA	3
3.0	WIZJA LOKALNA	3
4.0	EKSPERTYZA KONSTRUKCJI STALOWEJ	4
4.1	OPIS KONSTRUKCJI	5
4.2	PRZYJĘTE NORMY	6
4.3	PRZYJĘTE OBCIĄŻENIA KONSTRUKCJI	6
4.4	RAMA GŁÓWNA CO 7,5M.	7
4.4.1	SCHEMATY OBCIĄŻEŃ	8
4.4.2	OBLICZENIA KONSTRUKCJI	9
4.5	PŁATEW ZIMNOGIĘTA CO 1,6M.	14
4.5.1	SCHEMATY OBCIĄŻEŃ	14
4.5.2	WYKRESY MOMENTÓW	15
1.1.1	OBLICZENIA PŁATWII	15
4.5.3	WARTOŚCI I WYKRESY UGIĘĆ	16
5.0	SŁUPY I FUNDAMENTY	16
6.0	ZASTOSOWANE SYSTEMY FOTOWOLTAICZNE	16
7.0	WNIOSKI	19

## 1.0 PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem niniejszego opracowania jest ekspertyza konstrukcji dwunawowej stalowej hali magazynowej. Ekspertyza przeprowadzona jest na okoliczność możliwości zainstalowania na połaci jej dachu paneli fotowoltaicznych.

## 2.0 PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawą niniejszej analizy jest:

1. Archiwalny projekt konstrukcji
2. Wizja lokalna
3. Wytyczne dotyczące proponowanych systemów paneli fotowoltaicznych wraz z wartościami obciążeń oraz ich rozmieszczenia na połaciach dachu
4. Wytyczne inwestora

## 3.0 WIZJA LOKALNA

W lipcu 2021 przeprowadzono wizję lokalną budynku. Poniższe zdjęcia przedstawiają stan dachu oraz konstrukcji .





Główne wnioski z wizji lokalnej:

- pokrycie dachu z membrany jest w stanie dobrym,
- na dachu nie zainstalowano dodatkowych obciążeń,
- do konstrukcji dachu od spodu nie podwieszono dodatkowych obciążeń,
- stan budynku dobry,

#### 4.0 EKSPERTYZA KONSTRUKCJI STALOWEJ

Ekspertyza zakłada przyjęcie założeń jakie obowiązywały na etapie projektowania i budowy obiektu. A więc odpowiednie do roku budowy normy oraz obciążenia klimatyczne, obciążenia stałe i dodatkowe. Ma ona na celu przeliczenie konstrukcji z uwzględnieniem założeń projektowych, określenie wytrzymałości i ugięć w poszczególnych elementach analizowanej konstrukcji.

Wyniki przeprowadzonych obliczeń dadzą obraz jakimi zapasami nośności dysponuje obiekt i czy można ją dociążyć dodatkowymi elementami instalacji fotowoltaicznej.

Ekspertyzy mają pokazać jak zachowuje się konstrukcja pod dodatkowymi obciążeniami panelami fotowoltaicznymi.

#### 4.1 OPIS KONSTRUKCJI

Hala magazynowa została zaprojektowana jako dwunawowa o rozpiętości nawy 20 m między osiami modułarnymi A-C. Dach zaprojektowano jako dwuspadowy o spadku połaci na zewnątrz wynoszącym 5%. Rozstaw ram głównych wynosi 10x7,50m. Konstrukcję główną obiektu stanowią spawane ramy dwunawowe o sztywnych narożach zakotwione przegubowo w fundamencie. Wszystkie elementy spawane ze stali S355J2+N. Przegubowe zamocowanie w fundamencie słupów głównych ram na kotwy systemowe wg obliczeń statycznych AW. Spód słupów stalowych ram znajduje się na poziomie -0,15m.

Płatwie dachowe zaprojektowano z profili METSEC Z w systemie SLEEVED H.E.B. o przekrojach i rozstawach podanych w części dotyczącej obliczeń statycznych. Pomiędzy płatwiami przewidziano odpowiedni system łożysk wraz z odciągami, wg obliczeń statycznych.

Rygle ściennie zaprojektowano z profili METSEC C w systemie SLEEVED (belka dwu-, trzy-przęsłowa układana mijankowo z nakładką ciągłości nad każdą podporą) lub BUTT (belka jedno-przęsłowa) o przekrojach i rozstawach podanych w części dotyczącej obliczeń statycznych. Pomiędzy ryglami przewidziano odpowiedni system łożysk wraz z odciągami, wg obliczeń statycznych.

Z założenia przedmiotowa hala nie posiada attyk oraz innych elementów generujących dodatkowe zapy śnieżne.

Stateczność konstrukcji hali oraz dopuszczalne odkształcenia w kierunku poprzecznym zapewnione będą przez przyjęty schemat statyczny ram głównych. Stateczność konstrukcji w kierunku podłużnym wiaty zapewniona jest przez układ stężeń połączeniowych (w tym płatwi dachowych) i ściennych. Wszystkie połączenia montażowe ram głównych zaprojektowano jako połączenia sprężane śrubami o wysokiej wytrzymałości klasy 10.

Ze względu na długość zwichrzeniową i wyboczeniową słupów i rygli ram zaprojektowano zastrzały z profili zimnogiętych typu U na śrub klasy 8.8 w miejscach opisanych na schematach konstrukcji jako linia zastrzałów (LZ) lub dodatkowa linia zastrzałów (DLZ). Tym samym uwzględniono płatwie dachowe jako elementy stabilizujące konstrukcję główną obiektu (przenoszące siły ściskające). Połączenia płatwi i akcesoriów (tj. elementów uciążlających, odciągów podtrzymujących płatwie oraz elementów dystansowych między płatwiami) zaprojektowano jako zakładkowe kat. A na systemowe łączniki kl. 8.8 z gwintem na całej długości trzpienia.

Obudowę hali sortowni zaprojektowano następująco:

Dach hali: blacha trapezowa T35/0,7 + styropian twardy 6,0cm + folia PVC 1,5mm, płatwie METSEC.  
Maksymalny ciężar pokrycia dachowego 0,145kN/m<sup>2</sup> (ciężar bez płatwi).

Ściany: blacha trapezowa T35/0,63, rygle ściennie METSEC. Maksymalny ciężar pokrycia ściennego 0,060kN/m<sup>2</sup> (ciężar bez rygli).

## 4.2 PRZYJĘTE NORMY

Polskie Normy Budowlane, a w szczególności:

- PN-80/B-02010/Az1:2006 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem
- PN-77/B-02011/Az1:2009 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem
- PN-90/B-03200 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie dla budynków uzupełniające dla konstrukcji z kształtowników i blach profilowanych na zimno
- PN-B-06200:2002 Konstrukcje stalowe budowlane. Warunki wykonania i odbioru. Wymagania Podstawowe

## 4.3 PRZYJĘTE OBCIĄŻENIA KONSTRUKCJI

### OBCIĄŻENIA STAŁE NA DACH:

Lp	Obciążenia	q <sub>k</sub> [kN./m <sup>2</sup> ]	wsp.γ	q=[kN/m <sup>2</sup> ]
1	Folia PCV 1,5mm	0,04	1,35	0,05
2	Styropian twardy 60mm	0,03	1,35	0,04
3	Blacha trapezowa T50/07 + zakłady	0,08	1,35	0,11
4	Płatwie dachowe	0,06	1,35	0,07
	Razem stałe:	<b>0,20</b>		<b>0,27</b>

### OBCIĄŻENIA ZMIENNE TECHNOLOGICZNE:

Lp	Obciążenia	q <sub>k</sub> [kN./m <sup>2</sup> ]	wsp.γ	q=[kN/m <sup>2</sup> ]
1	Obc. technologiczne na dach	0,15	1,50	0,23
	Razem stałe:	<b>0,15</b>		<b>0,23</b>

#### **OBCIĄŻENIE KLIMATYCZNE - WIATR**

Strefa I - Wrocław  
Obciążenie - 0,35 q=[kN/m<sup>2</sup>]  
Wsp. Ekspozycji C<sub>e</sub>=1,0  
Wsp. Porywów wiatru β=1,8  
Wsp. obl.: γ=1,5

#### **OBCIĄŻENIE KLIMATYCZNE - ŚNIEG**

Strefa I - Wrocław  
Obciążenie: 0,70 kN/m<sup>2</sup>  
wsp. kształtu dachu (<15°): C<sub>1</sub>=0,8; C<sub>2</sub>=0,8  
Wsp. obl.: γ=1,5

Dane przyjęto na podstawie projektu i zawartego w nim zestawienia obciążeń:

Obciążenia:

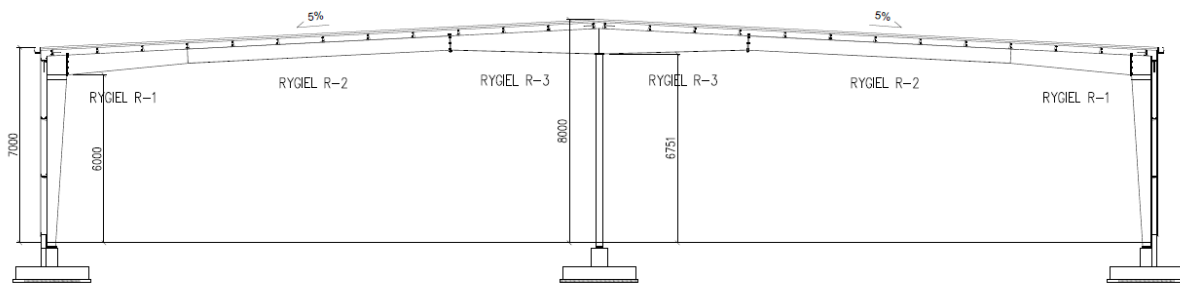
- stałe dach wg pow. zestawienia	0,20 kN/m <sup>2</sup>
- obciążenia dodatkowe (tech.)	0,15 kN/m <sup>2</sup>
Razem:	0,35 kN/m <sup>2</sup>
- obciążenia śniegiem I strefa:	0,56 kN/m <sup>2</sup> (0,7kN/m <sup>2</sup> x 0,8); C <sub>1</sub> =0,8
- obciążenia wiatrem I strefa:	0,30 kN/m <sup>2</sup> (C <sub>e</sub> =1,0, β=1,8)

Materiały: Stal S355

Przekroje poszczególnych elementów konstrukcji przyjęto na podstawie rysunków bazowych oraz zweryfikowano podczas pomiarów rzeczywistych konstrukcji.

Na podstawie powyższych danych dokonano obliczeń konstrukcji głównej oraz płatwi.

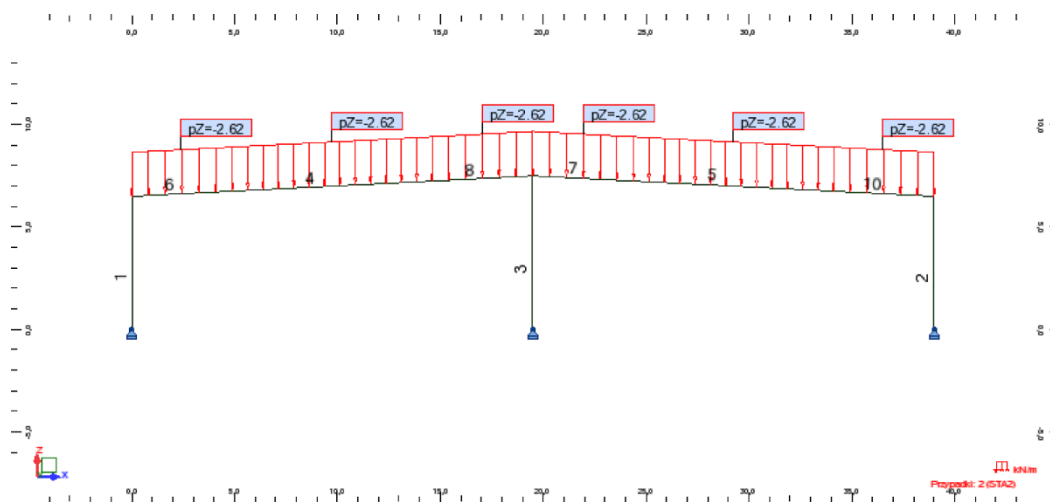
#### **4.4 RAMA GŁÓWNA CO 7,5M.**



#### 4.4.1 SCHEMATY OBCIĄŻEŃ

##### Obciążenia stałe + obc. technologiczne

$$0,35 \text{ kN/m}^2 \times 7,5\text{m} = 2,62 \text{ kN/m}$$

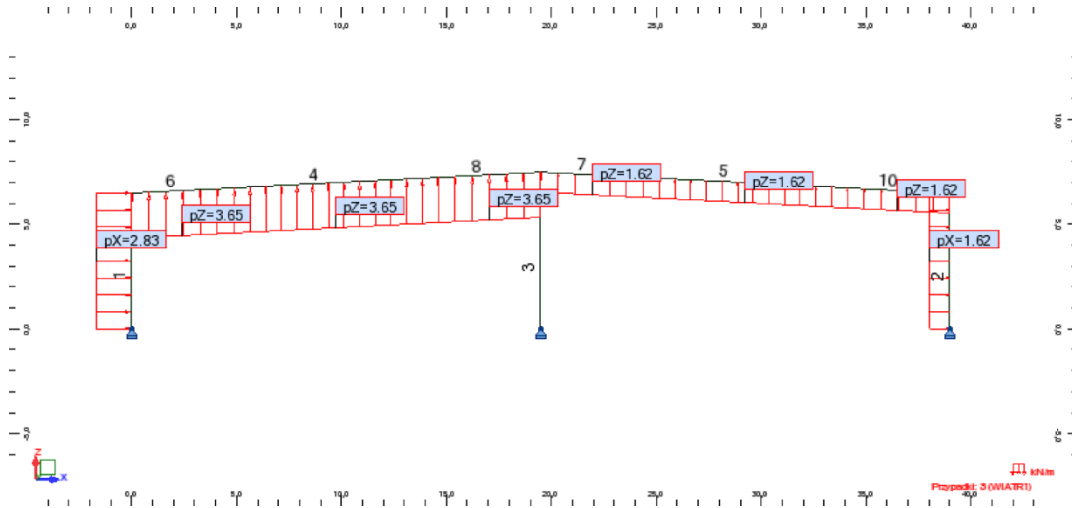


##### Obciążenia wiatrem:



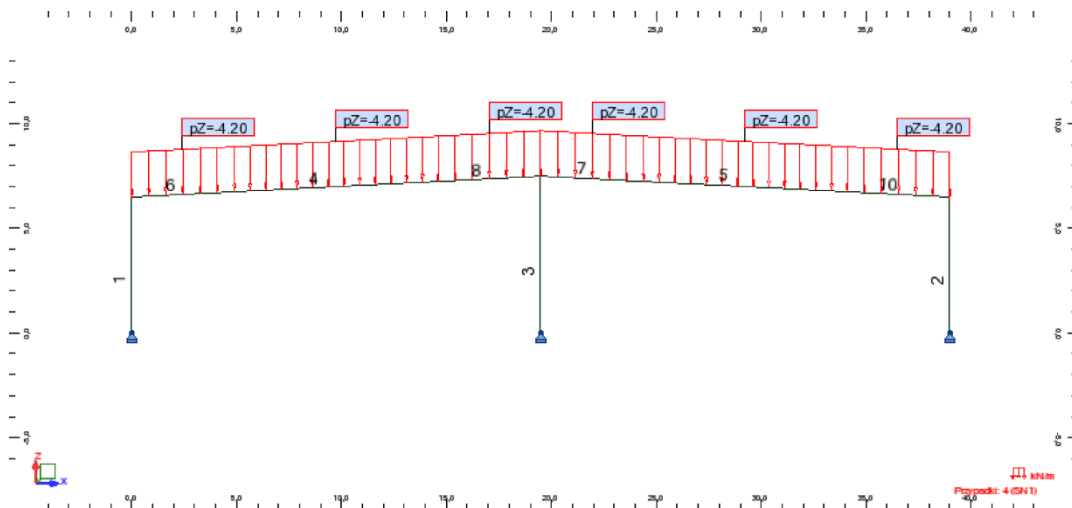
$0,30 \text{ kN/m}^2 \times 0,7 \times 1,8 = 0,378 \text{ kN/m}^2$ ;  
 $0,30 \text{ kN/m}^2 \times 0,9 \times 1,8 = 0,486 \text{ kN/m}^2$ ;  
 $0,30 \text{ kN/m}^2 \times 0,4 \times 1,8 = 0,216 \text{ kN/m}^2$ ;

$0,378 \text{ kN/m}^2 \times 7,5 \text{ m} = 2,83 \text{ kN/m}$   
 $0,486 \text{ kN/m}^2 \times 7,5 \text{ m} = 3,65 \text{ kN/m}$   
 $0,216 \text{ kN/m}^2 \times 7,5 \text{ m} = 1,62 \text{ kN/m}$



### Obciążenia śniegiem

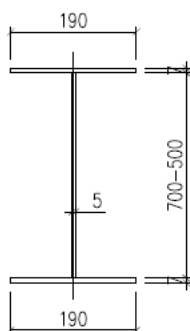
$0,56 \text{ kN/m}^2 \times 7,5 \text{ m} = 4,2 \text{ kN/m}$



## 4.4.2 OBLICZENIA KONSTRUKCJI

### Rygiel - pręt nr 6

RYGIEL R-1 (PRZEKROJE)



**NORMA:** PN-90/B-03200

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 6

**PUNKT:** 1

**WSPÓŁRZĘDNA:**  $x = 0.00$   $L = 0.00$  m

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 10 KOMB6 (1+2)\*1.35+4\*1.50

**MATERIAŁ:** STAL 18G2

$f_d = 305.00$  MPa

$E = 205000.00$  MPa



**PARAMETRY PRZEKROJU:** r-1

$h = 71.5$  cm

$b = 19.0$  cm

$t_w = 0.5$  cm

$t_f = 0.7$  cm

$A_y = 28.50$  cm<sup>2</sup>

$I_y = 49888.37$  cm<sup>4</sup>

$W_{ely} = 1356.78$  cm<sup>3</sup>

$A_z = 35.00$  cm<sup>2</sup>

$I_z = 858.10$  cm<sup>4</sup>

$W_{elz} = 90.33$  cm<sup>3</sup>

$A_x = 63.50$  cm<sup>2</sup>

$I_x = 7.91$  cm<sup>4</sup>

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

$N = 37.21$  kN

$N_{rc} = 270.38$  kN

$M_y = -212.77$  kN\*m

$M_{ry} = 276.82$  kN\*m

$M_{ry\_v} = 267.48$  kN\*m

$V_z = 86.43$  kN

KLASA PRZEKROJU = 4  $B_y * M_{y\max} = -212.77$  kN\*m

$V_{rz\_n} = 257.44 \text{ kN}$



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

$z = 1.00$	$La\_L = 0.31$	$N_w = 107455.14 \text{ kN}$	$fi\ L = 1.00$
$L_d = 0.49 \text{ m}$	$N_z = 2892.07 \text{ kN}$	$M_{cr} = 4595.34 \text{ kN}\cdot\text{m}$	

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi Y:

$L_y = 4.90 \text{ m}$	$\Lambda_y = 0.31$	$N_{cr\ y} = 3385.96 \text{ kN}$	$fi\ y = 0.99$
$L_{wy} = 14.51 \text{ m}$			
$\Lambda_y = 59.12$			
wyoboczenie giętno-skrętne			
$\mu\ w = 1.00$	$N_{cr\ x} = 1175.96 \text{ kN}$	$N_{cr\ zx} = 1174.94 \text{ kN}$	

względem osi Z:

$L_z = 4.90 \text{ m}$	$\Lambda_z = 0.34$	$N_{cr\ z} = 2892.07 \text{ kN}$	$fi\ z = 0.94$
$L_{wz} = 2.45 \text{ m}$			
$\Lambda_z = 63.97$			
	$\Lambda_x = 0.55$	$\Lambda_{zx} = 0.55$	$fi\ x = 0.84$
			$fi\ zx = 0.84$

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

$N/(fi*N_{rc}) + By*M_{y\max}/(fiL*M_{ry}) = 0.14 + 0.77 = 0.91 < 1.00$  - Delta y = 0.99 (58)

$N/N_{rc} + My/(fiL*M_{ry}) = 0.14 + 0.77 = 0.91 < 1.00$  (54)

$N/N_{rc} + My/M_{ry\_v} = 0.14 + 0.80 = 0.93 < 1.00$  (55)

$V_z/V_{rz\_n} = 0.34 < 1.00$  (56)

**PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE**



**Ugięcia**

$u_y = 0.0 \text{ cm} < u_{y\ \max} = L/250.00 = 2.0 \text{ cm}$  Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 1 STA1

$u_z = 0.1 \text{ cm} < u_{z\ \max} = L/250.00 = 2.0 \text{ cm}$  Zweryfikowano

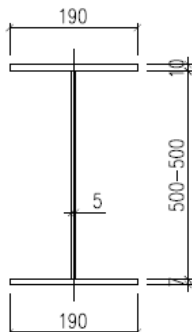
**Decydujący przypadek obciążenia:** 3 WIATR1



**Przemieszczenia** Nie analizowano

**Rygiel - pręt nr 4**

RYGIEL R-2 (PRZEKROJE)



**NORMA:** PN-90/B-03200

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 4

**PUNKT:** 2

**WSPÓŁRZĘDNA:**  $x = 0.50$   $L = 4.86$  m

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 10 KOMB6 (1+2)\*1.35+4\*1.50

**MATERIAŁ:** STAL 18G2

$f_d = 305.00$  MPa

$E = 205000.00$  MPa



**PARAMETRY PRZEKROJU:** r-2

$h = 51.7$  cm

$b = 19.0$  cm

$t_w = 0.5$  cm

$t_f = 1.0$  cm

$A_y = 32.30$  cm<sup>2</sup>

$I_y = 25733.20$  cm<sup>4</sup>

$W_{ely} = 910.22$  cm<sup>3</sup>

$A_z = 25.00$  cm<sup>2</sup>

$I_z = 972.21$  cm<sup>4</sup>

$W_{elz} = 102.34$  cm<sup>3</sup>

$A_x = 57.30$  cm<sup>2</sup>

$I_x = 10.59$  cm<sup>4</sup>

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

$N = 31.99$  kN

$N_{rc} = 417.98$  kN

$M_y = 133.88$  kN\*m

$M_{ry} = 277.62$  kN\*m

$M_{ry\_v} = 277.62$  kN\*m

$V_z = -15.35$  kN

KLASA PRZEKROJU = 4  $B_y * M_{y\max} = 133.88$  kN\*m

$V_{rz} = 259.92$  kN



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

$z = 1.00$

$L_d = 3.89$  m

$La\_L = 0.98$

$N_z = 3327.36$  kN

$N_w = 1911.21$  kN

$M_{cr} = 383.55$  kN\*m

$f_i L = 0.77$

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi Y:

$L_y = 9.73 \text{ m}$

$L_{wy} = 11.97 \text{ m}$

$\lambda_y = 56.47$

wyboczenie giętno-skrętne

$\mu_w = 1.00$

$\lambda_y = 0.39$

$N_{cr y} = 3635.00 \text{ kN}$

$f_{i y} = 0.97$

$N_{cr x} = 457.19 \text{ kN}$

$N_{cr zx} = 456.88 \text{ kN}$

względem osi Z:

$L_z = 9.73 \text{ m}$

$L_{wz} = 2.43 \text{ m}$

$\lambda_z = 59.03$

$\lambda_x = 1.10$

$\lambda_{zx} = 1.10$

$\lambda_z = 0.41$

$N_{cr z} = 3327.36 \text{ kN}$

$f_{i z} = 0.91$

$f_{i x} = 0.51$

$f_{i zx} = 0.51$

### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N/(f_i \cdot N_{cr}) + B_y \cdot M_{y_{max}} / (f_{iL} \cdot M_{ry}) = 0.08 + 0.62 = 0.70 < 1.00$  - Delta y = 0.99 (58)

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

### PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



**Ugięcia**

$u_y = 0.0 \text{ cm} < u_{y \text{ max}} = L/250.00 = 3.9 \text{ cm}$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 1 STA1

$u_z = 1.8 \text{ cm} < u_{z \text{ max}} = L/250.00 = 3.9 \text{ cm}$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 7 KOMB3 (1+2+4)\*1.00

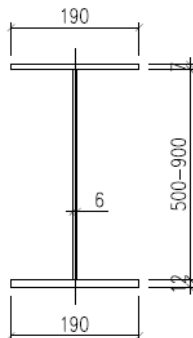


**Przemieszczenia** Nie analizowano

**Profil poprawny !!!**

### Rygiel - pręt nr 8

RYGIEL R-3 (PRZEKROJE)



**NORMA:** PN-90/B-03200

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 8

**PUNKT:** 3

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 1.00 L = 4.90 m

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 10 KOMB6 (1+2)\*1.35+4\*1.50

**MATERIAŁ:** STAL 18G2

$f_d = 305.00 \text{ MPa}$        $E = 205000.00 \text{ MPa}$



**PARAMETRY PRZEKROJU:** r-3

$h = 91.9 \text{ cm}$

$b = 21.0 \text{ cm}$

$t_w = 0.7 \text{ cm}$

$t_f = 0.7 \text{ cm}$

$A_y = 39.90 \text{ cm}^2$

$I_y = 122898.62 \text{ cm}^4$

$W_{ely} = 2439.01 \text{ cm}^3$

$A_z = 63.00 \text{ cm}^2$

$I_z = 1468.90 \text{ cm}^4$

$W_{elz} = 139.90 \text{ cm}^3$

$A_x = 102.90 \text{ cm}^2$

$I_x = 22.50 \text{ cm}^4$

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

$N = 26.69 \text{ kN}$

$N_{rc} = 502.09 \text{ kN}$

$M_y = -515.82 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{ry} = 716.34 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{ry\_y} = 716.34 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_z = -118.67 \text{ kN}$

KLASA PRZEKROJU = 4  $B_y \cdot M_{y\max} = -515.82 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_{rz} = 509.44 \text{ kN}$



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

$z = 1.00$

$L_d = 0.49 \text{ m}$

$\lambda_L = 0.28$

$N_z = 4949.30 \text{ kN}$

$N_w = 177460.99 \text{ kN}$

$M_{cr} = 9156.50 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$f_i L = 1.00$

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi Y:

$L_y = 4.90 \text{ m}$

$L_{wy} = 12.40 \text{ m}$

$\lambda_y = 44.59$

wyoboczenie giętno-skrętne

$\mu_w = 1.00$

$\lambda_y = 0.25$

$N_{cr\_y} = 9047.74 \text{ kN}$

$f_i y = 0.99$

$N_{cr\_x} = 1992.84 \text{ kN}$

$N_{cr\_zx} = 1962.56 \text{ kN}$

względem osi Z:

$L_z = 4.90 \text{ m}$

$L_{wz} = 2.45 \text{ m}$

$\lambda_z = 60.28$

$\lambda_x = 0.58$

$\lambda_{zx} = 0.58$

$\lambda_z = 0.34$

$N_{cr\_z} = 4949.30 \text{ kN}$

$f_i z = 0.94$

$f_i x = 0.82$

$f_i zx = 0.82$

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

$N / (f_i \cdot N_{rc}) + B_y \cdot M_{y\max} / (f_i L \cdot M_{ry}) = 0.05 + 0.72 = 0.77 < 1.00 - \Delta y = 1.00 \text{ (58)}$

$V_z / V_{rz} = 0.23 < 1.00 \text{ (53)}$

**PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE**



**Ugięcia**

$u_y = 0.0 \text{ cm} < u_{y\max} = L / 250.00 = 2.0 \text{ cm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 1 STA1

$u_z = 0.4 \text{ cm} < u_{z\max} = L / 250.00 = 2.0 \text{ cm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 7 KOMB3 (1+2+4)\*1.00



**Przemieszczenia** Nie analizowano

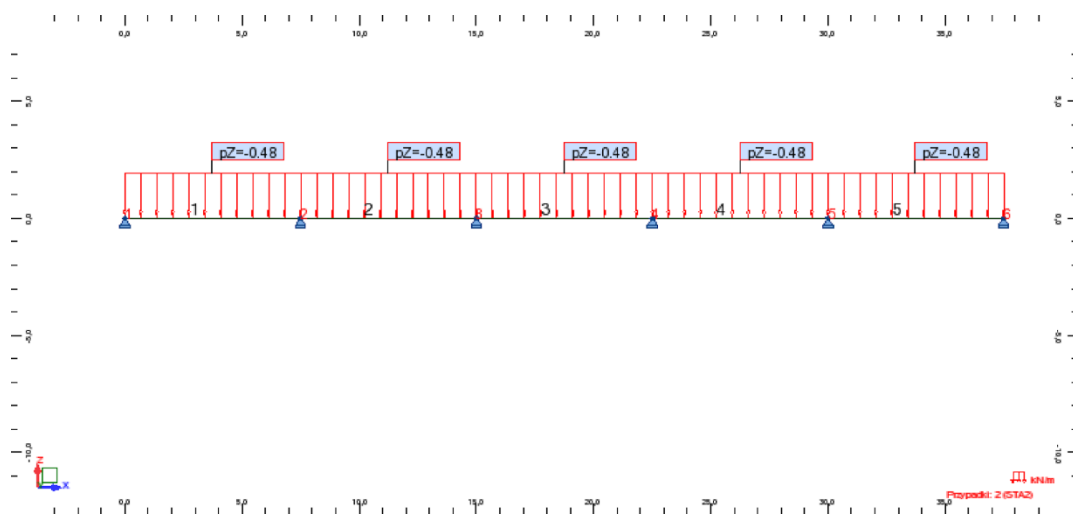
**Profil poprawny !!!**

## 4.5 PŁATEW ZIMNOGIĘTA CO 1,6M.

### 4.5.1 SCHEMATY OBCIĄŻEŃ

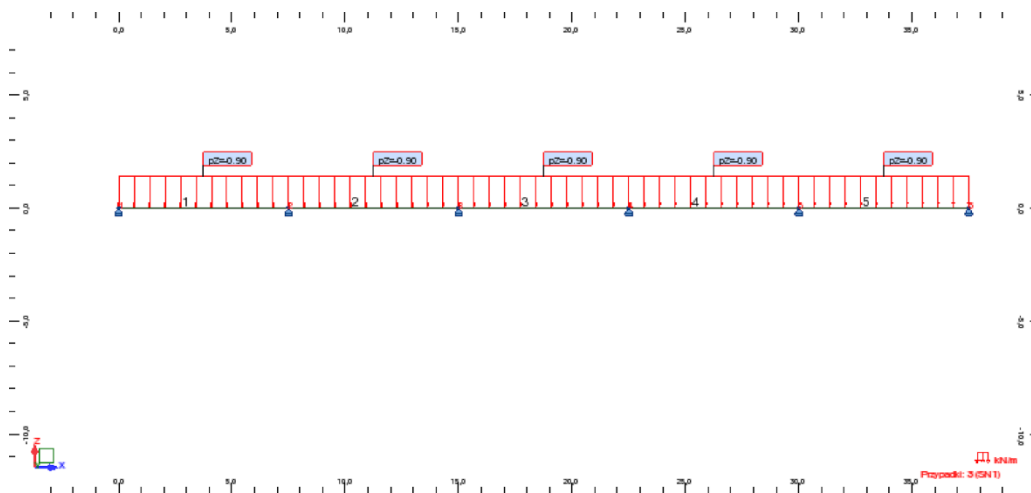
#### Obciążenia stałe:

$$0,30 \text{ kN/m}^2 \times 1,6\text{m} = 0,48 \text{ kN/m}$$

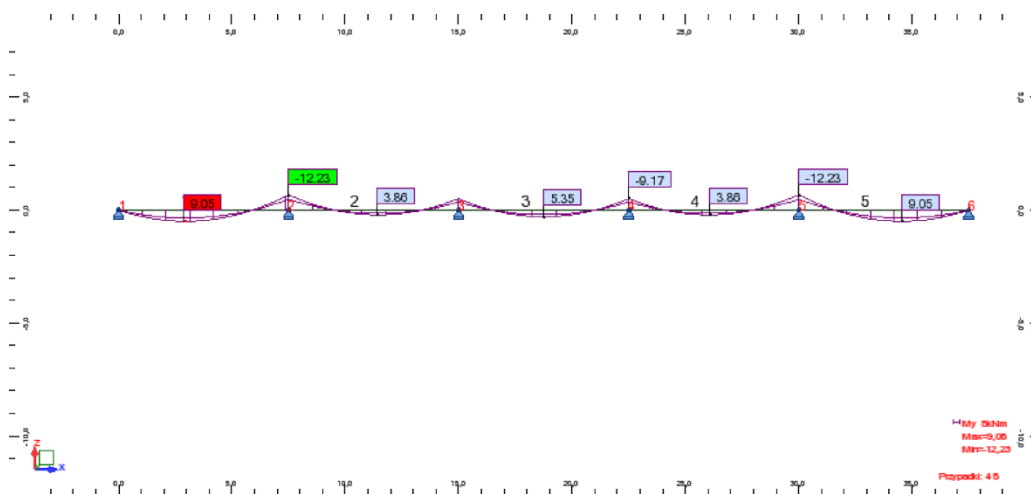


#### Obciążenia śniegiem:

$$0,56 \text{ kN/m}^2 \times 7,5\text{m} = 0,9 \text{ kN/m}$$

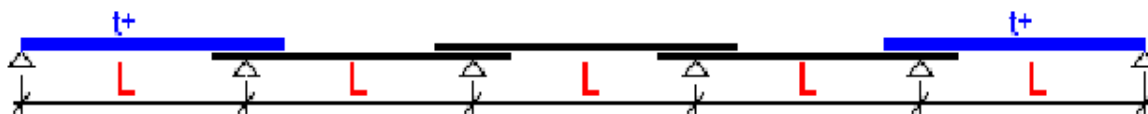


## 4.5.2 WYKRESY MOMENTÓW



## 1.1.1 OBLICZENIA PŁATWII





**L = 7,500 m**

Pokrycie blachą trapezową

Obciążenia:

Przypadek 1: Obciążenie obliczeniowe (typ 1)  $Q_d = 2,000 \text{ kN/m}$

Przypadek 2:

Przypadek 3:

Przypadek 4: Obciążenie charakterystyczne (dla ugięcia L/200)  $q = 1,380 \text{ kN/m}$

Do zadanych obciążeń dodano automatycznie ciężar własny płatwi.



## Wyniki:

Platwę Z202x2.0(1.4)

Stal S350GD

Ciężar 0,055 kN/m

Wykorzystanie nośności

Przypadek 1 95%

Przypadek 2

Przypadek 3

Przypadek 4 81%

Wymagana liczba łożników w każdym przęśle:

Do zadanych obciążeń dodano automatycznie ciężar własny płatwi.

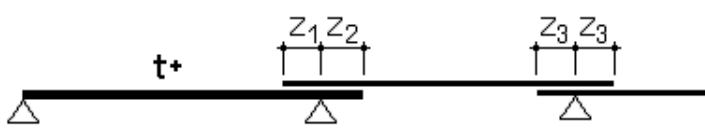
Minimalna sztywność tarczy usztywniającej:  $S \geq 537,0 \text{ kN}$  (dla  $t+ = 2,00 \text{ mm}$   $S \geq 764,0 \text{ kN}$ )

Długości zakładów:

Z1 = 750 mm

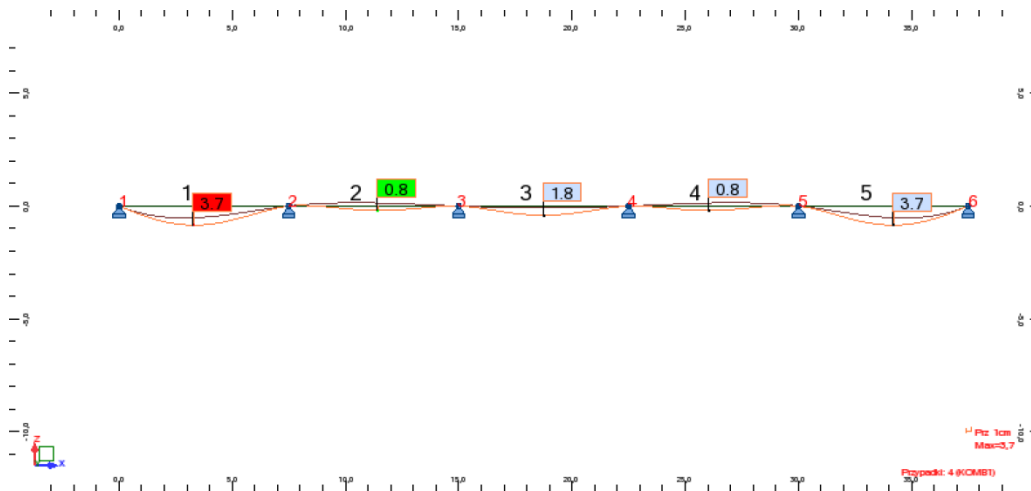
Z2 = 1125 mm

Z3 = 750 mm



### 4.5.3 WARTOŚCI I WYKRESY UGIĘĆ

Pręt/Przypadek	UX (cm)	UZ (cm)
1/ 4 (K)	0,0	-3,7
2/ 4 (K)	0,0	-0,8
3/ 4 (K)	0,0	-1,8
4/ 4 (K)	0,0	-0,8
5/ 4 (K)	0,0	-3,7



## 5.0 SŁUPY I FUNDAMENTY

W niniejszej ekspertyzie pominięto wpływ obciążeń od fotowoltaiki na słupy fundamenty gdyż nie są one istotne dla pierwotnie przyjętych w projekcie zarówno wartości jak i schematów obciążeń.

## 6.0 ZASTOSOWANE SYSTEMY FOTOWOLTAICZNE

Ze względu na dodatkowe obciążenie jedynie 15kg/m<sup>2</sup> przyjęte pierwotnie w projekcie odrzucono analizę rozwiązań cięższych balastowych oraz paneli w układzie południowym powodującym dodatkowe worki śnieżne. W związku z powyższym przyjęto system wklejany/zgrzewany do pokrycia w układzie równoległym do połaci co jest korzystne ze względów na maksymalną ilość zainstalowanych paneli i nie powoduje zmiany obciążenia względem przewidzianego w projekcie pierwotnym.

Z punktu widzenia nośności konstrukcji może być zastosowany dowolny system montażowy pod panelami PV nie przekraczający wagowo wartości przyjętych w obliczeniach. Jednakże z praktycznego punktu dalszej eksploatacji dachu nie są rekomendowane rozwiązania powodujące przebicie warstwy wodoszczelnej dachu. Naprawy nieszczelności będą wymagały zdjęcia paneli co spowoduje dodatkowo utratę ich sprawności. Decydując się na tańszą w realizacji instalację Inwestor świadomie narazi się na zwiększone koszty utrzymania szczelności dachu, postoje produkcyjne wewnątrz spowodowane zalaniem, utratę trwałości budynku oraz paneli fotowoltaicznych co może znacznie zniwelować zyski z produkcji energii elektrycznej.

Do analizy obciążenia instalacją fotowoltaiczną wybrano dostępne obecnie na rynku polskim rozwiązania. Dopuszczalne są rozwiązania równoważne co do wagi modułu w przeliczeniu na 1m<sup>2</sup>.

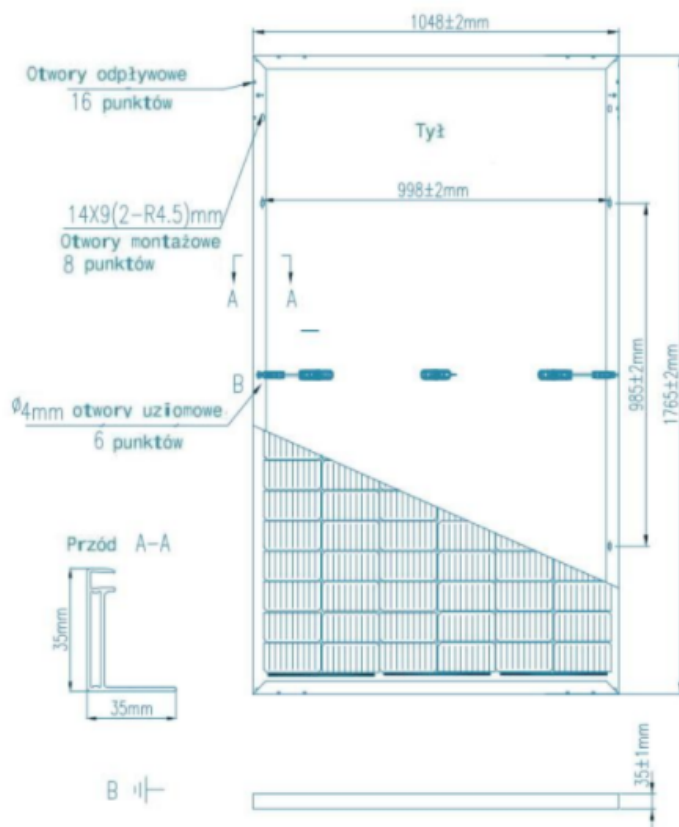
Do analizy przyjęto ciężar zestawu: płytka mocująca + wspornik + szyna + panel w przeliczeniu na 1m<sup>2</sup> połaci dachu wynosi ok. 17kg.

### Moduł fotowoltaiczny

ULICA SOLAR 375W MONO.

#### GABARYTY

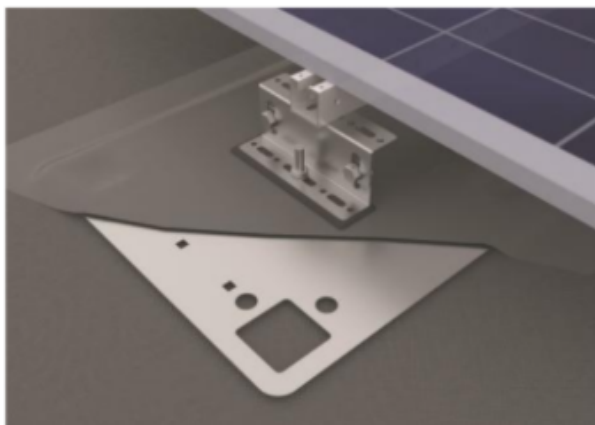
Wymiary (Długość/Szerokość/Wysokość)	1765/1048/35mm
Waga	20.2kg



### Wsporniki do kolektorów/ogniw słonecznych CWL

Zamocowania te służą do montażu kolektorów i paneli słonecznych na dachu płaskim.

Płytkę mocującą należy zamontować w pierwszej kolejności na istniejącej papie/membranie zgodnie z instrukcją producenta. Panele słoneczne montuje się bezpośrednio na wspornikach albo za pośrednictwem systemu szyn dostarczonego przez producenta.



#### Dach kryty papą/membraną

Wspornik kolektora słonecznego, dach płaski/  
blacha profilowana  
Zestaw wkrętów do wspornika pomostu dachowego  
na dach płaski <math><18^\circ</math>, 2 szt.  
(Do 2 wsporników kolektora słonecznego na dach płaski)

**Nr art.**

**410009**

410226P

#### Zamocowania

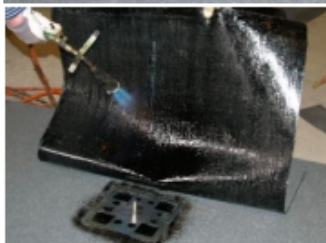
Płytkę mocującą, dach kryty papą/membraną

**410115**

*Płytkę mocującą należy zamontować w pierwszej kolejności na istniejącej papie/membranie albo jeszcze lepiej przed ułożeniem papy/membrany.*

#### 4. Deklarowane właściwości użytkowe

Nr artykułu	Maksymalna siła obciążenia prostopadle z dachu.	Maksymalna siła obciążenia w kierunku nachylenia dachu.
410006	2,5 kN	6 kN
410007	2,5 kN	6 kN
410009	2,5 kN	3,7 kN
410193	3 kN	2,4 kN
410115	7 kN	10 kN
<b>Zasadnicze charakterystyki</b>	<b>Właściwości</b>	<b>Specyfikacja techniczna</b>
Reakcja na ogień	Klasa A1, B <sub>roof</sub>	EN 516:2006
Odporność	Nie mniej niż równoważne z powłoką ocynkowaną	EN 516:2006
Odporność	Klasa antykorozyjna C4 40 lat	EN ISO 12944-2



### **Płytką mocującą montowaną na papie.**

Zamontować śrubę pod płytką w dedykowanym otworze i **zgrzać płytkę mocującą** w wybranym miejscu.

Przyciąć kawałek papy o wymiarach 800 x 1200 mm, 880 x 1100 mm lub 1000 x 1000 mm.

Założyć tuleję chroniącą na śrubę.

Wykonać otwór na śrubę w przyciętej papie.

**Zgrzać papę na całej powierzchni płytki mocującej.**

**Sprawdzić, czy nastąpiło całkowite zgrzanie w punktach mocowania.**

Zdjąć tuleję chroniącą śrubę.

### **Montaż paneli słonecznych na szynach.**

Panele słoneczne montowane są na wspornikach za pomocą m.in. szyny, która jest przykręcana z jednej strony do wspornika/płytki mocującej a z drugiej do panelu słonecznego. Montować panele zgodnie z zaleceniami producenta. Dobór szyny należy do dostawcy instalacji po obliczeniu odpowiedniej ilości podpór (Płytek mocujących) do danej ilości modułów w sekcji.

Autor opracowania dopuszcza inne równoważne rozwiązania, w przypadku zamiany systemu mocującego do dachu wymagana jest pisemna zgoda autora opracowania.

### **7.0 WNIOSKI**

Przeprowadzona analiza wykazała iż przyjęte na etapie projektowania i wznoszenia obiektu obciążenia odpowiadają wartościom obowiązującym obecnie. Jedynie przyjęte wartości obciążeń dodatkowych / technologicznych na dach obiektu wynosiły **15kg/m<sup>2</sup>**. Z uwagi na fakt że przedmiotowa instalacja fotowoltaiczna waży ok. **17kg/m<sup>2</sup>**, przeliczono konstrukcję na te właśnie wartości. To bardzo małe zwiększenie obciążeń, pociągnęło za sobą minimalne wzrosty wyężenia na elementach. I tak:

- na ryglu przy słupie zew. z **0,71 na 0,72%**
- na ryglu środkowym z **0,93 na 0,95%**
- na ryglu przy słupie wew. z **0,78 na 0,79%**.

Wynika z tego iż dociążenia konstrukcji dodatkowymi 2 kg/m<sup>2</sup> znikomo wpływa na wyężenia jej elementów a wyniki spełniają SGN i SGU.

Analizując stan istniejący obiektu oraz zakres podwieszeń instalacji do konstrukcji dachu, można stwierdzić iż założone w obliczeniach wartości na większości powierzchni dachu nie są zastosowane. Jeśli nawet lokalnie pojawiają się elementy wyposażenia technologicznego hali, są to wartości pomijalnie małe które w rozłożeniu na m<sup>2</sup> powierzchni nie będą mieć wpływu na zastosowanie i montaż paneli fotowoltaicznych.

**Obciążenie śniegiem dachu po wykonaniu instalacji fotowoltaicznej wg powyższego systemu wynosi 0,54kN/m<sup>2</sup> (54kg/m<sup>2</sup>).**

Z uwagi że proponowany system ULICA SOLAR 375W MONO z wymienionym wyżej systemem mocowania CWL osiąga ciężar ok. 17kg/m<sup>2</sup>, na istniejącym obiekcie **inwestor może zamontować panele fotowoltaiczne**, zachowując tym samym warunki SGN jak również SGU obiektu.

OPRACOWAŁ:

mgr inż. Artiom Komardin

Załączniki:

1. Koncepcja rozmieszczenia paneli na dachu hali C7 - Soon Energy.
2. Karta katalogowa modułu ULICA SOLAR 375W MONO
3. Karta katalogowa płytki mocującej CWL0166PL