

Ekspertyza konstrukcji **hali C5**
pod kątem instalacji paneli PV na dachu i
dopuszczalnego obciążenia śniegiem dachu po wykonaniu instalacji.



<i>Obiekt</i>	HALA C5 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	5
4.1	OPIS KONSTRUKCJI	5
4.2	PRZYJĘTE NORMY I LITERATURA	6
4.3	PRZYJĘTE OBCIĄŻENIA KONSTRUKCJI	6
4.4	RAMA GŁÓWNA CO 7,12 M.	8
4.4.1	SCHEMATY OBCIĄŻEŃ	8
4.4.2	OBLICZENIA KONSTRUKCJI	10
4.5	PŁATEW ZIMNOGIĘTA CO 1,64 M.	14
4.5.1	SCHEMATY OBCIĄŻEŃ	14
4.5.2	WYKRESY MOMENTÓW	15
4.5.3	OBLICZENIA PŁATWI	16
4.5.4	WARTOŚCI I WYKRESY UGIĘĆ	16
4.6	SŁUPY I FUNDAMENTY	17
5.0	ZASTOSOWANE SYSTEMY FOTOWOLTAICZNE	17
6.0	WNIOSKI	20

1.0 PRZEDMIOT OPRACOWANIA

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

2.0 PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawą niniejszej analizy jest:

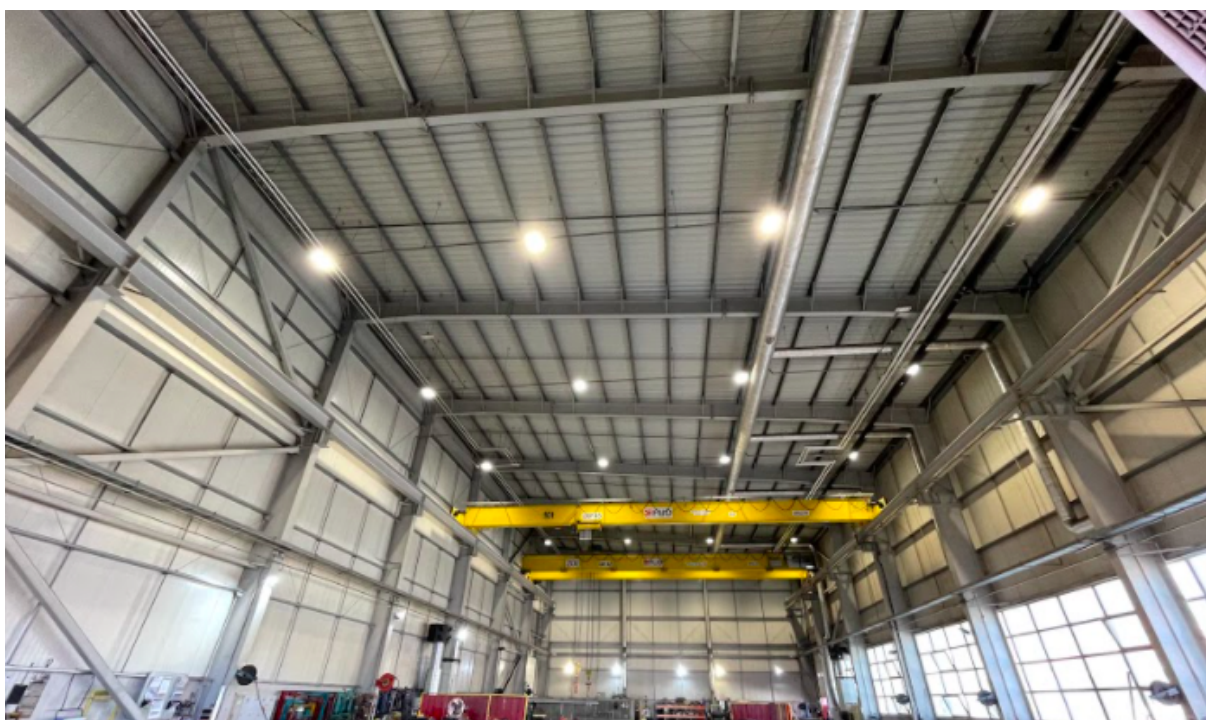
1. Archiwalny projekt konstrukcji
2. Wizja lokalna
3. Wytyczne dotyczące proponowanych systemów paneli fotowoltaicznych wraz z wartościami obciążeń oraz ich rozmieszczenia na połaciach dachu
4. Wytyczne inwestora

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 papy jest w stanie dobrym,
- na dachu nie zainstalowano dodatkowych obciążeń,
- do konstrukcji dachu od spodu nie podwieszono dodatkowych obciążeń,
- stan budynku dobry,
- dach budynku biurowego mocno zabudowany instalacjami, dlatego nie uwzględniono go w analizie konstrukcyjnej pod instalację paneli fotowoltaicznych.



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 wyteżeń 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

Konstrukcja stalowa hali produkcyjno-magazynowej. Konstrukcja nośna projektowanej hali.

Konstrukcją nośną stanowią ramy jedno- i dwunawowe w układzie poprzecznym, dwuspadowe ze spadkami 8,8%. Słupy ram zaprojektowano z profili pełnościennych, walcowanych, sztywno mocowane w fundamentach. Na słupach przewidziano wsporniki do mocowania belek podsuwnicowych. Rygle ram, sztywno mocowane ze słupami w narożach. Słupy skrajne ram przyjęto z profili typu HEA1000, słupy środkowe z HEA700, rygle dachowe dwuteowe, spawane z blach, 300x650 w przęsłach, 300x1000 przy słupie wewnętrznym oraz 300x900 w narożach ram. Belki podsuwnicowe- ciągłe, wieloprzęsłowe z profili HEB450. Połączenia montażowe rygli ze słupami oraz połączenia belek podsuwnicowych na długości- śrubami sprężającymi HV, kl. 10.9 wg DIN 6914. Pozostałe połączenia kl 8.8 wg DIN 693. Słupy w ścianach szczytowych przyjęto dwuteowe, spawane z blach, mocowane przegubowo do fundamentów i do rygli ram szczytowych. Stateczność oraz sztywność konstrukcji zapewniają stężenia pionowe ścian podzielone na część podsuwnicową i nadsuwnicową oraz stężenia połaciowe. Stężenia zaprojektowano ciągłowe z prętów okrągłych, z nakrętka napinającą. Płatwie oraz rygle obudowy zaprojektowano ciągłe, wieloprzęsłowe z profili typu Z.

Na fragmencie dachu hali jednonawowej zastosowano systemowy świetlik kalenicowy. Na całej długości ścian szczytowych, w osi 1 i 15, zastosowano zadaszenie o wysięgu 3,40 m od linii zewnętrznej słupów. Wsporniki zadaszenia z profilu IPE lub zamiennie dwuteowe, spawane z blach, połączenie na sztywno ze słupami ramy. Nad bramami w ścianach podłużnych zastosowano zadaszenia wspornikowe wysięgu 2,40 m od krawędzi zewnętrznej słupów w osi D i o wysięgu 3,40 m w osi A. Podkonstrukcja bram-słupy

i rygle z profili kwadratowych zamkniętych. Główną konstrukcję nośną zaprojektowano ze stali S355 (ramy, belki podsuwnicowe), konstrukcje drugorzędą ze stali S235.

4.2 PRZYJĘTE NORMY I LITERATURA

Założenia obliczeniowe:

- Wytyczne branżowe i podkłady architektoniczne.
- Normy i literatura budowlana, w tym nast. normy:
 PN-81/B-03020 Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie
 PN-80/ B-2010/Az1:2006 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem,
 PN-77/B-02011:1977/Az1 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem,
 PN-82/B-0201 Obciążenie budowli. Obciążenia stałe,
 PN-82/B-0203 Obciążenie budowli. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe.
 PN-B-03264:2002 Konstrukcje żelbetowe i sprężone. Obliczenia i projektowanie.
 PN-82/B-02004 Obciążenia budowli. Obciążenia pojazdami
 PB-90/B-03200 Konstrukcje stalowe. Obliczanie statyczne i projektowanie
 PN-B-03002:1999 Konstrukcje murowe niezbrojone. Projektowanie i obliczanie.
- Suwnice o udźwigu 20,0 T
- Strefy obciążeń

Projektowany budynek zaprojektowano dla następujących stref obciążeń:

- strefa obciążenia wiatrem – pierwsza, $q_k=0,30 \text{ kN/m}^2$
- strefa obciążenia śniegiem – pierwsza $S_k=0,56 \text{ kN/m}^2$
- strefa głębokości przemarzania – pierwsza, $h_z=0,8 \text{ m}$

4.3 PRZYJĘTE OBCIĄŻENIA KONSTRUKCJI

OBCIĄŻENIA STAŁE NA DACH:

L		q_k	wsp. γ	$q=[\text{kN/m}^2]$
p	Obciążenia	$[\text{kN./m}^2]$		

1	2xPapa termozgrzewalna	0,12	1,3	0,156
2	Styropian gr. 24cm	0,05	1,3	0,062
3	Blacha trapezowa	0,10	1,1	0,11
4	Płatwie dachowe + stężenia	0,01	1,2	0,01
	Razem stałe:	0,28		0,338

OBCIĄŻENIA ZMIENNE TECHNOLOGICZNE:

Lp	Obciążenia	q_k [kN./m ²]	wsp. γ	q =[kN/m ²]
1	Obc. technologiczne na dach	0,20	1,4	0,28
	Razem stałe:	0,20		0,28

OBCIĄŻENIE KLIMATYCZNE - WIATR

Strefa I - Wrocław
 Obciążenie - 0,30 q=[kN/m²]
 Wsp. Ekspozycji $C_e=1,0$
 Wsp. Porywów wiatru $\beta=1,8$
 Wsp. obl.: $\gamma=1,5$

OBCIĄŻENIE KLIMATYCZNE - ŚNIEG

Strefa I - Wrocław
 Obciążenie: 0,70 kN/m²
 wsp. kształtu dachu (<15°): $C_1=0,8$; $C_2=0,8$
 Wsp. obl.: $\gamma=1,5$

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

Obciążenia:

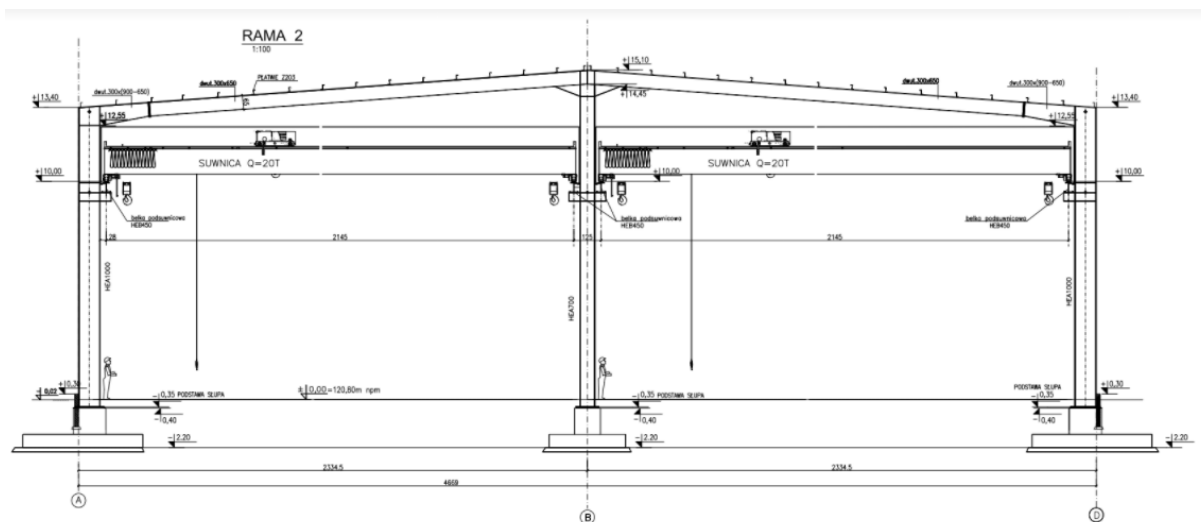
- stałe dach wg pow. zestawienia	0,28 kN/m ²
- obciążenia dodatkowe (tech.)	0,20 kN/m ²
Razem:	0,48 kN/m ²
- obciążenia śniegiem I strefa:	0,56 kN/m ² (0,7kN/m ² x 0,8); C ₁ =0,8
- obciążenia wiatrem I strefa:	0,30 kN/m ² (C _e =1,0, β=1,8)

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.

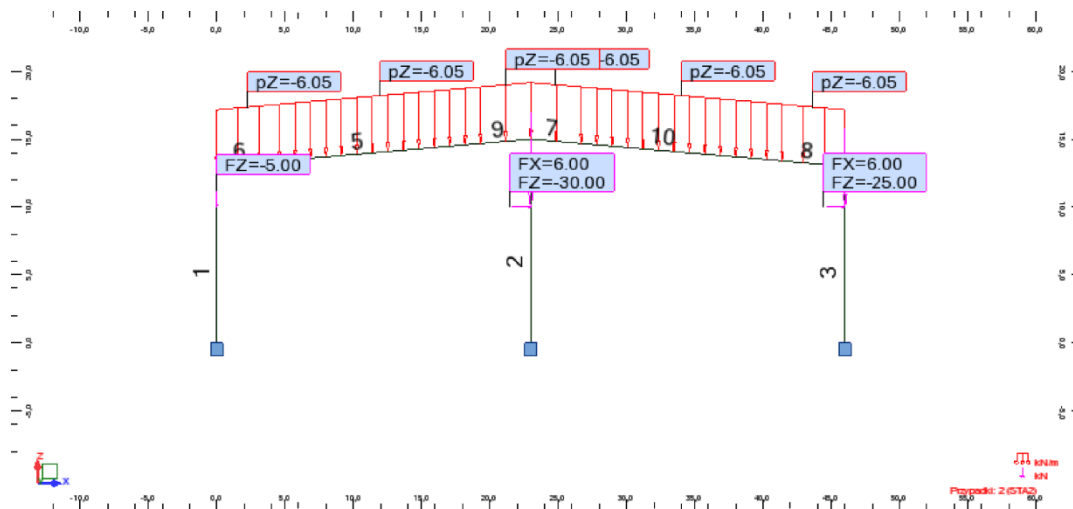
4.4 RAMA GŁÓWNA CO 7,12 M.



4.4.1 SCHEMATY OBCIĄŻEŃ

Obciążenia stałe + obc. technologiczne

$$0,85 \text{ kN/m}^2 \times 7,12 \text{ m} = 6,05 \text{ kN/m}$$



Obciążenia wiatrem:

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

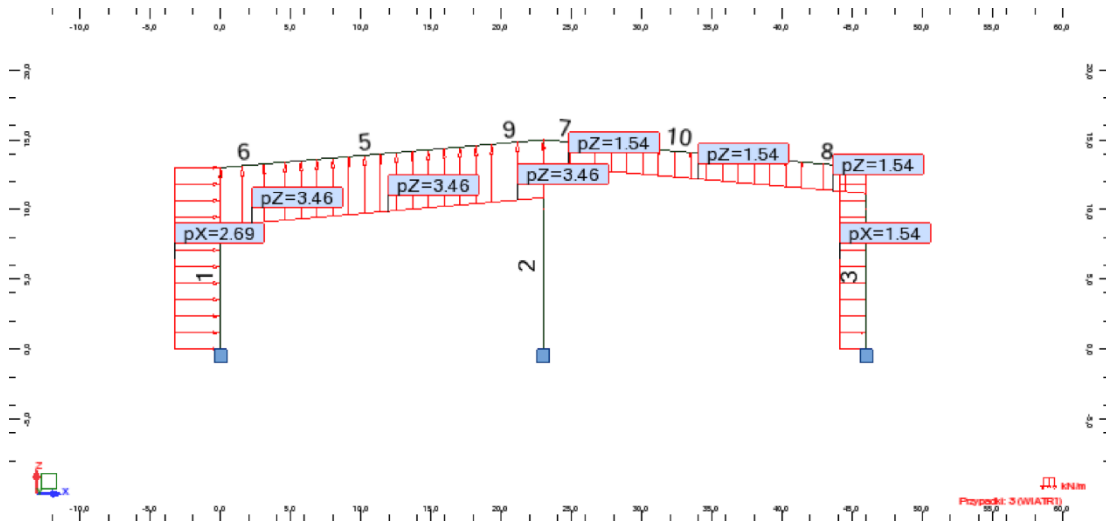
$$0,378 \text{ kN/m}^2 \times 7,12 \text{ m} = 2,69 \text{ kN/m}$$

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

$$0,486 \text{ kN/m}^2 \times 7,12 \text{ m} = 3,46 \text{ kN/m}$$

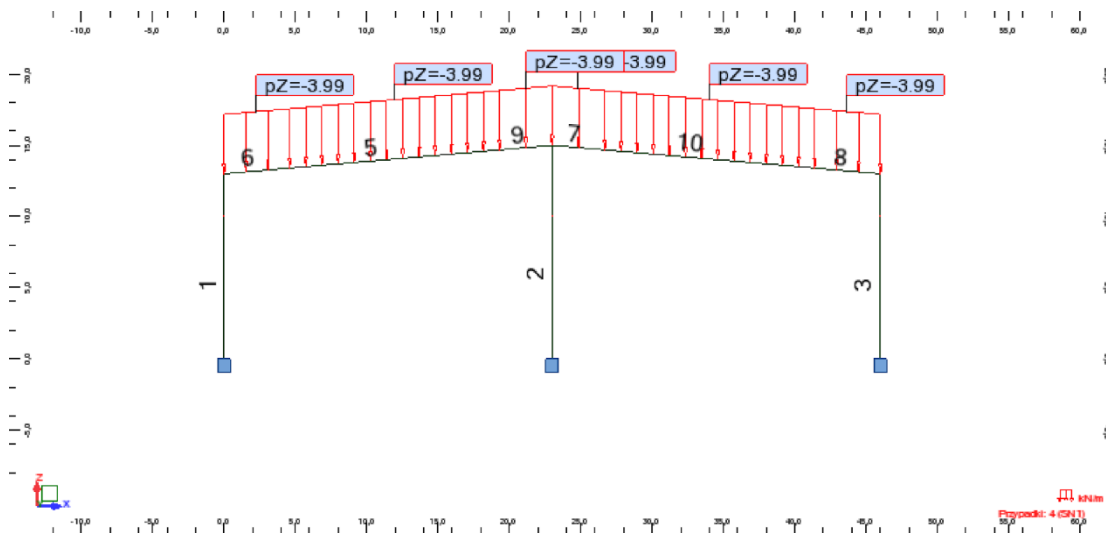
$$0,30 \text{ kN/m}^2 \times 0,4 \times 1,8 = 0,216 \text{ kN/m}^2;$$

$$0,216 \text{ kN/m}^2 \times 7,12 \text{ m} = 1,54 \text{ kN/m}$$



Obciążenia śniegiem

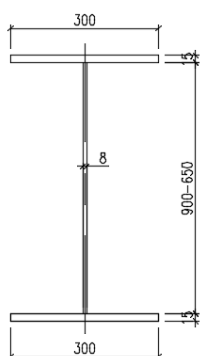
$0,56 \text{ kN/m}^2 \times 7,12\text{m} = 3,99 \text{ kN/m}$



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*1.20+2*1.30+4*1.50

MATERIAŁ: STAL 18G2

f_d = 305.00 MPa

E = 205000.00 MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: r-1

h=93.0 cm

b=30.0 cm

tw=0.8 cm

tf=1.5 cm

A_y=90.00 cm²

I_y=236992.51 cm⁴

W_{ely}=5096.61 cm³

A_z=72.00 cm²

I_z=6753.84 cm⁴

W_{elz}=450.26 cm³

A_x=162.00 cm²

I_x=80.73 cm⁴

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N = 81.66 kN

N_{rc} = 978.75 kN

M_y = -611.06 kN*m

M_{ry} = 1287.97 kN*m

M_{ry_v} = 1287.97 kN*m

KLASA PRZEKROJU = 4 B_y*M_ymax = -611.06 kN*m

V_{rz} = 665.39 kN

V_z = 166.64 kN

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

$z = 1.00$ $La_L = 1.10$ $N_w = 9074.71 \text{ kN}$ $f_i L = 0.68$
 $L_d = 4.62 \text{ m}$ $N_z = 1602.22 \text{ kN}$ $M_{cr} = 1185.43 \text{ kN}\cdot\text{m}$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

względem osi Y: $L_y = 4.62 \text{ m}$ $L_{wy} = 11.40 \text{ m}$ $\Lambda_{by} = 33.93$ $\mu_w = 1.00$
 $\Lambda_{y1} = 0.21$ $N_{cr y} = 26710.72 \text{ kN}$ $f_{i y} = 1.00$ $N_{cr x} = 9074.71 \text{ kN}$ $N_{cr zx} = 1602.22 \text{ kN}$

względem osi Z: $L_z = 4.62 \text{ m}$ $L_{wz} = 9.23 \text{ m}$ $\Lambda_{bz} = 138.54$ $\Lambda_{z1} = 0.87$ $N_{cr z} = 1602.22 \text{ kN}$ $f_{i z} = 0.64$ $\Lambda_{x1} = 0.38$ $\Lambda_{zx1} = 0.90$ $f_{i x} = 0.93$ $f_{i zx} = 0.62$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N/(f_i N_{cr}) + B_y M_{y\max}/(f_i L M_{ry}) = 0.13 + 0.69 = 0.82 < 1.00 - \Delta z = 1.00$ (58)
 $V_z/V_{rz} = 0.25 < 1.00$ (53)

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE**Ugięcia**

$u_y = 0.0 \text{ cm} < u_{y\max} = L/250.00 = 1.8 \text{ cm}$ Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 1 STA1

$u_z = 0.1 \text{ cm} < u_{z\max} = L/250.00 = 1.8 \text{ cm}$ Zweryfikowano

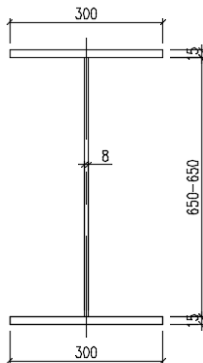
Decydujący przypadek obciążenia: 7 KOMB3 (1+2+4)*1.00

**Przemieszczenia Nie analizowano**

Profil poprawny !!!

Rygiel - pręt nr 5

RYGIEL R-2 (PRZEKROJE)



NORMA: PN-90/B-03200

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 5

PUNKT: 2

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.50 L = 7.39 \text{ m}$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 10 KOMB6 1*1.20+2*1.30+4*1.50

MATERIAŁ: STAL 18G2

$f_d = 305.00 \text{ MPa}$

$E = 205000.00 \text{ MPa}$



PARAMETRY PRZEKROJU: r-2

$h = 68.0 \text{ cm}$

$b = 30.0 \text{ cm}$

$t_w = 0.8 \text{ cm}$

$t_f = 1.5 \text{ cm}$

$A_y = 90.00 \text{ cm}^2$

$I_y = 117825.83 \text{ cm}^4$

$W_{ely} = 3465.47 \text{ cm}^3$

$A_z = 52.00 \text{ cm}^2$

$I_z = 6752.77 \text{ cm}^4$

$W_{elz} = 450.18 \text{ cm}^3$

$A_x = 142.00 \text{ cm}^2$

$I_x = 78.59 \text{ cm}^4$

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N = 65.85 \text{ kN}$

$N_{rc} = 4331.00 \text{ kN}$

$M_y = 296.53 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{ry} = 1056.97 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{ry_v} = 1056.97 \text{ kN}\cdot\text{m}$

KLASA PRZEKROJU = 4 $B_y \cdot M_{y\max} = 296.53 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_z = -15.13 \text{ kN}$

$V_{rz} = 665.39 \text{ kN}$



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$z = 1.00$

$L_d = 14.78 \text{ m}$

$L_a_L = 1.81$

$N_z = 10013.10 \text{ kN}$

$N_w = 1504.98 \text{ kN}$

$M_{cr} = 425.86 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$f_i L = 0.30$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:

$L_y = 14.78 \text{ m}$

$L_{wy} = 18.18 \text{ m}$

$\lambda_y = 63.12$

wyoboczenie giętno-skrętne

$\mu_w = 1.00$

$\lambda_y = 0.89$

$N_{cr y} = 7211.06 \text{ kN}$

$f_{i y} = 0.72$

$N_{cr x} = 1504.98 \text{ kN}$

$N_{cr zx} = 1504.98 \text{ kN}$

względem osi Z:

$L_z = 14.78 \text{ m}$

$L_{wz} = 3.69 \text{ m}$

$\lambda_z = 53.57$

$\lambda_x = 1.95$

$\lambda_{zx} = 1.95$

$\lambda_z = 0.76$

$N_{cr z} = 10013.10 \text{ kN}$

$f_{i z} = 0.71$

$f_{i x} = 0.23$

$f_{i zx} = 0.23$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N/(f_{i y} N_{cr y}) + B_y * M_{y \max} / (f_{i L} M_{r y}) = 0.02 + 0.94 = 0.96 < 1.00$ - Delta y = 1.00 (58)

$V_z / V_{r z} = 0.02 < 1.00$ (53)

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

$u_y = 0.0 \text{ cm} < u_{y \max} = L/250.00 = 5.9 \text{ cm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 1 STA1

$u_z = 1.9 \text{ cm} < u_{z \max} = L/250.00 = 5.9 \text{ cm}$

Zweryfikowano

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

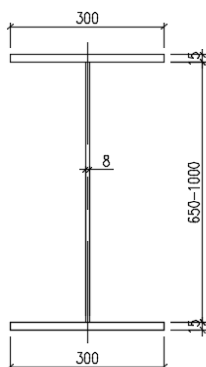


Przemieszczenia Nie analizowano

Profil poprawny !!!

Rygiel - pręt nr 9

RYGIEL R-3 (PRZEKROJE)



NORMA: [PN-90/B-03200](#)

TYP ANALIZY: [Weryfikacja prętów](#)

GRUPA:

PRĘT: 9

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA: x = 1.00 L = 3.69 m

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 10 KOMB6 1*1.20+2*1.30+4*1.50

MATERIAŁ: STAL 18G2

fd = 305.00 MPa

E = 205000.00 MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: r-3

h=103.0 cm

b=30.0 cm

tw=0.8 cm

tf=1.5 cm

Ay=90.00 cm²

Iy=298484.18 cm⁴

Wely=5795.81 cm³

Az=80.00 cm²

Iz=6754.27 cm⁴

Welz=450.28 cm³

Ax=170.00 cm²

Ix=81.58 cm⁴

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N = 51.26 kN

Nrc = 867.75 kN

My = -799.16 kN*m

Mry = 1281.63 kN*m

Mry_v = 1281.63 kN*m

Vz = -182.99 kN

KLASA PRZEKROJU = 4 By*Mymax = -799.16 kN*m

Vrz = 665.39 kN



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

z = 1.00

Ld = 3.69 m

La_L = 0.83

Nz = 2503.55 kN

Nw = 14072.03 kN

Mcr = 1938.48 kN*m

fi L = 0.87

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:

Ly = 3.69 m

Lwy = 17.23 m

Lambda y = 48.59

wyobczenie giętno-skrętne

mu w = 1.00

Lambda_y = 0.28

Ncr y = 13368.46 kN

fi y = 0.99

Ncr x = 14072.03 kN

Ncr zx = 2503.55 kN

względem osi Z:

Lz = 3.69 m

Lwz = 7.39 m

Lambda z = 112.28

Lambda_x = 0.29

Lambda_zx = 0.68

Lambda_z = 0.65

Ncr z = 2503.55 kN

fi z = 0.78

fi x = 0.96

fi zx = 0.76

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N/(fi*Nrc)+By*Mymax/(fiL*Mry) = 0.08 + 0.71 = 0.79 < 1.00$ - Delta z = 1.00 (58)

$Vz/Vrz = 0.28 < 1.00$ (53)

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

uy = 0.0 cm < uy max = L/250.00 = 1.5 cm

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 1 STA1

uz = 0.2 cm < uz max = L/250.00 = 1.5 cm

Zweryfikowano

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



Przemieszczenia Nie analizowano

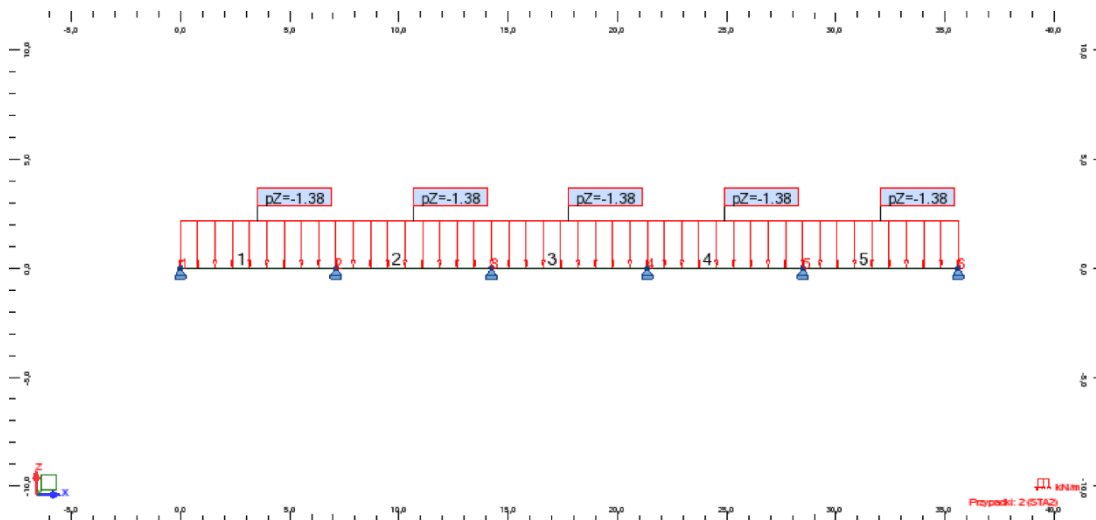
Profil poprawny !!!

4.5 PŁATEW ZIMNOGIĘTA CO 1,64 M.

4.5.1 SCHEMATY OBCIĄŻEŃ

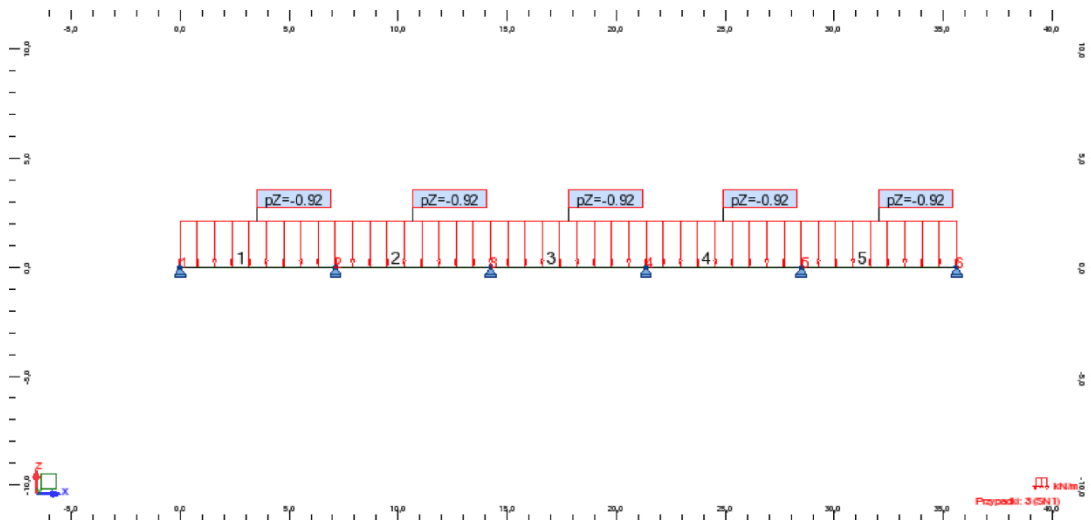
Obciążenia stałe:

$$0,84 \text{ kN/m}^2 \times 1,64\text{m} = 1,38 \text{ kN/m}$$

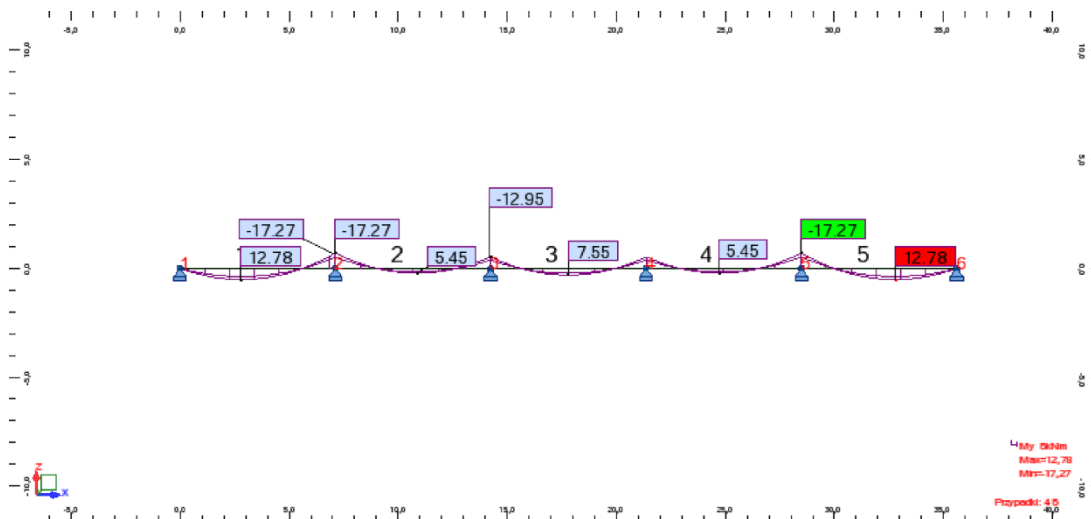


Obciążenia śniegiem:

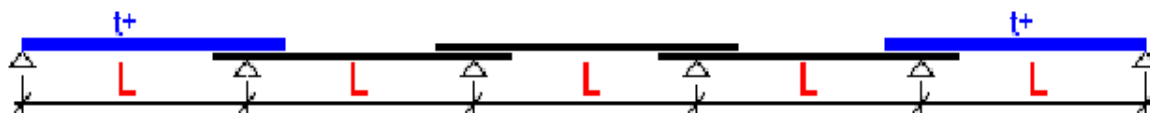
$$0,56 \text{ kN/m}^2 \times 1,64\text{m} = 0,92 \text{ kN/m}$$



4.5.2 WYKRESY MOMENTÓW



4.5.3 OBLICZENIA PŁATWI



L = 7,120 m

Pokrycie blachą trapezową

Obciążenia:

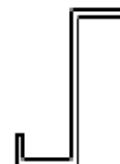
Przypadek 1: Obciążenie obliczeniowe (typ 1) $Q_d = 3,180 \text{ kN/m}$

Przypadek 2:

Przypadek 3:

Przypadek 4: Obciążenie charakterystyczne (dla ugięcia L/200) $q = 2,300 \text{ kN/m}$

Do zadanych obciążeń dodano automatycznie ciężar własny płatwi.



Wyniki:

Platew Z203x68/56x2.5(2.0)

Stal S390GD

Ciężar 0,071 kN/m

Wykorzystanie nośności

Przypadek 1 71%

Przypadek 2

Przypadek 3

Przypadek 4 95%

Wymagana liczba łożników w każdym przęśle:

Do zadanych obciążeń dodano automatycznie ciężar własny płatwi.

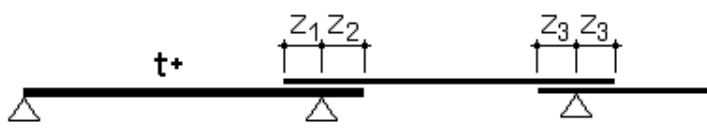
Minimalna sztywność tarczy usztywniającej: $S \geq 834,0 \text{ kN}$ (dla $t+ = 2,50 \text{ mm}$ $S \geq 1069,0 \text{ kN}$)

Długości zakładów:

Z1 = 712 mm

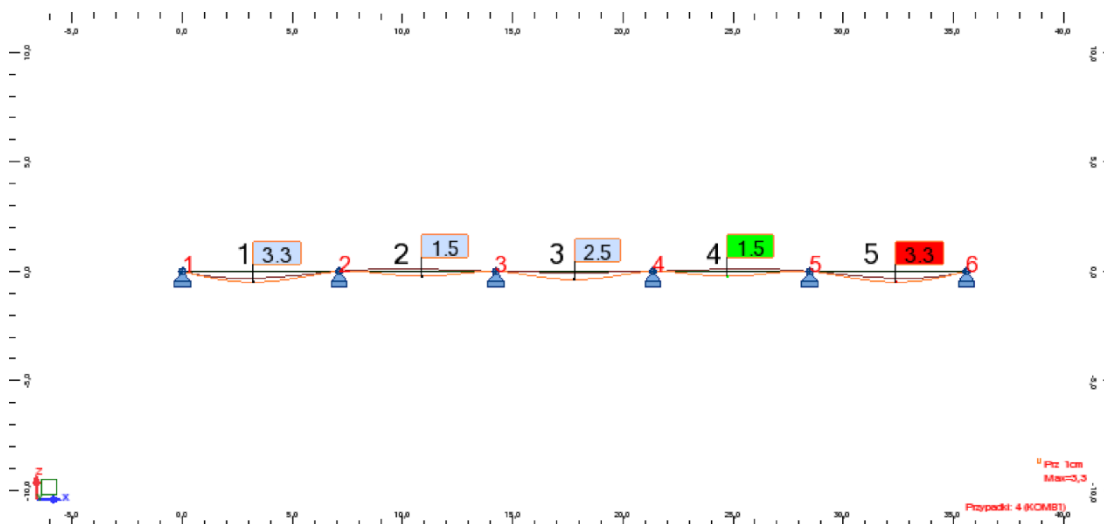
Z2 = 1068 mm

Z3 = 712 mm



4.5.4 WARTOŚCI I WYKRESY UGIĘĆ

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



4.6 SŁUPY i FUNDAMENTY

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

5.0 ZASTOSOWANE SYSTEMY FOTOWOLTAICZNE

Ze względu na dodatkowe obciążenie 20kg/m² przyjęte pierwotnie w projekcie odrzucono analizę rozwiązań cięższych balastowych oraz paneli w układzie południowym powodującym dodatkowe worki śnieżne. W związku z powyższym przyjęto system klejany/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.

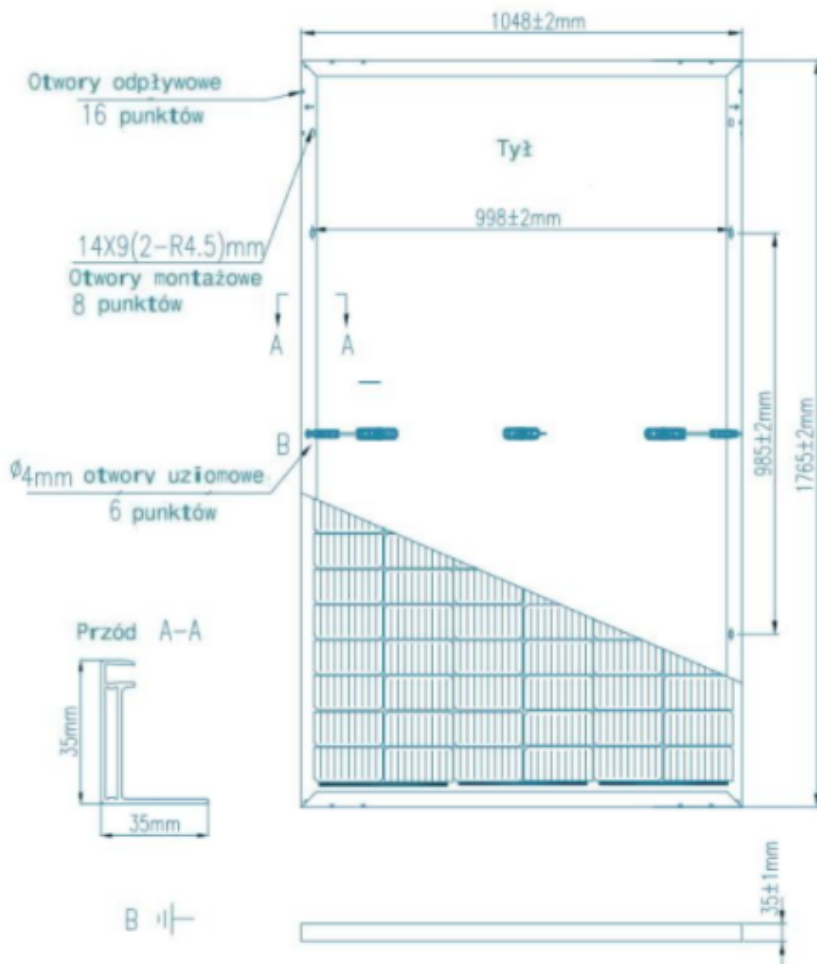
Do analizy obciążenia instalacją fotowoltaiczną wybrano dostępne obecnie na rynku polskim rozwiązania. Dopuszczalne są rozwiązania równoważne co do wagi modułu w przeliczeniu na 1m².

Do analizy przyjęto ciężar zestawu: płytka mocująca + wspornik + szyna + panel w przeliczeniu na 1m² połaci dachu wynosi ok. 17kg.

Moduł fotowoltaiczny

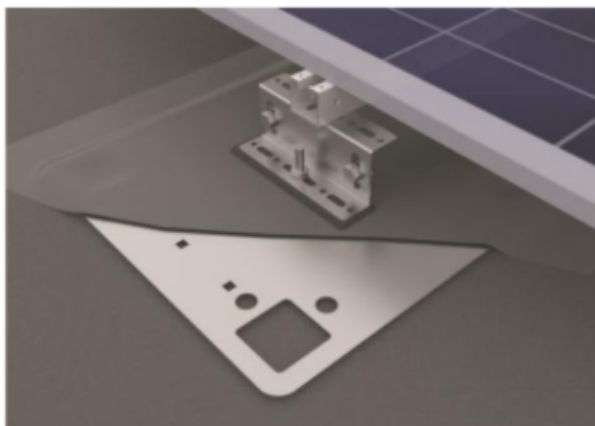
ULICA SOLAR 375W MONO.

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

Płytki mocujące, 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

Zasadnicze charakterystyki	Właściwości	Specyfikacja techniczna
Reakcja na ogień	Klasa A1, B _{roof}	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.

6.0 WNIOSKI

Przeprowadzona analiza wykazała, iż przyjęte na etapie projektowania i wznoszenia obiektu obciążenia odpowiadają wartościom obowiązującym obecnie. Przyjęte wartości obciążeń dodatkowych / technologicznych na dach obiektu wynoszą **20kg/m²**.

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 m² powierzchni nie będą mieć wpływu na zastosowanie i montaż paneli fotowoltaicznych.

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

Obciążenie śniegiem dachu po wykonaniu instalacji fotowoltaicznej wg powyższego systemu wynosi $0,56\text{kN/m}^2$ (56kg/m^2).

W celu zapewnienia kontroli obciążenia dachu od paneli oraz ciężaru śniegu hala zostanie wyposażona w system monitoringu dachu płaskiego Sense S-One. System ma za zadanie rejestrowanie zmiany strzałki ugięcia co 3 minuty z dokładnością do 1mm. W ten sposób zostanie zapewniona kontrola zwiększonego ciężaru śniegu, co jest trudne do określenia po wykonaniu instalacji fotowoltaicznej na dachu w sposób tradycyjny.

OPRACOWAŁ:
mgr inż. Artiom Komardin

Załączniki:

1. Koncepcja rozmieszczenia paneli na dachu hali C5 - Soon Energy.
2. Karta katalogowa modułu ULICA SOLAR 375W MONO
3. Karta katalogowa płytki mocującej CWL0166PL