

Ekspertyza konstrukcji **hali C6**
pod kątem instalacji paneli PV na dachu i
dopuszczalnego obciążenia śniegiem dachu po wykonaniu instalacji.



<i>Obiekt</i>	HALA C6 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 ASTRON	5
4.2	PRZYJĘTE NORMY	6
4.3	PRZYJĘTE OBCIĄŻENIA KONSTRUKCJI	6
1.1	RAMA GŁÓWNA CO 6,0 M.	8
1.1.1	SCHEMATY OBCIĄŻEŃ	9
1.1.2	OBLICZENIA KONSTRUKCJI	10
1.2	PŁATEW ZIMNOGIĘTA CO 2,0 M.	15
1.2.1	SCHEMATY OBCIĄŻEŃ	15
1.2.2	WYKRESY MOMENTÓW	17
1.2.3	WYKRESY MOMENTÓW	17
1.2.4	WARTOŚCI I WYKRESY UGIĘĆ	18
1.3	FUNDAMENTY	18
5.0	ZASTOSOWANE SYSTEMY FOTOWOLTAICZNE	18
6.0	WNIOSKI	21

1.0 PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem niniejszego opracowania jest ekspertyza konstrukcji jednonawowej stalowej hali magazynowej wykonanej w systemie hal stalowych ASTRON. Ekspertyza przeprowadzona jest na okoliczność możliwości zainstalowania na połaci jej dachu paneli fotowoltaicznych.

2.0 PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawą niniejszej ekspertyzy jest:

1. Archiwalny projekt konstrukcji ASTRON,
2. Wizja lokalna oraz własne pomiary konstrukcji,
3. Wytyczne dotyczące proponowanych systemów paneli fotowoltaicznych wraz z wartościami obciążeń oraz ich rozmieszczenia na połaciach dachu,
4. Wytyczne oraz informacje uzyskane 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,
- pod dachem podwieszono kanały wentylacyjne,
- stan budynku dobry,
- część północna budynku - wiata ma pokrycie z blachy trapezowej

4.0 EKSPERTYZA KONSTRUKCJI STALOWEJ

Analiza 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 ASTRON

KONSTRUKCJA GŁÓWNA

Główna konstrukcja nośna składa się z ram stalowych głównych. Elementy ram głównych o przekroju H zbudowane są ze spawanych blachownic. Z tych profili formowane są słupy i dźwigary o zmiennych wysokościach i grubościach środników oraz półkach o zmiennych szerokościach i grubościach. Wszystkie części spawane wykonane są z blach stalowych ze stali S355J2+N odpowiadającej normie EN 10025.

Spawanie środnika do półki musi być wykonywane automatycznie przez spawanie łukiem krytym. Poszczególne elementy ram głównych są łączone pomiędzy sobą za pomocą śrub wysokiej wytrzymałości HV 10.9. Rozstaw ram tak jak na rysunkach. Ramy połączone są sztywno z fundamentem

Pręty stalowe pracujące, jako ściągi wiatrowe są wykonywane ze stali jakości 5.8. Gwinty na tych prętach są wykonywane przez walcowanie. Używane są trzy średnice prętów do wykonywania gwintów odpowiednio: M18, M24 i M30.

Kotwy fundamentowe są wykonywane z tego samego materiału, co stężenia wiatrowe, o tych samych średnicach M18, M24 i M30.

Zabezpieczenie powierzchni poprzez śrutowanie do stopnia SA 2.5 oraz nałożenie warstwy 80 µm farby podkładowej wodorocieńczonej F80 w wytwórni.

KONSTRUKCJA DRUGORZĘDNA

Elementy formowane na zimno, szczególnie płatwie, rygle są wykonywane ze stali S 390 GD +Z 275, zgodnie z normą EN 10326, z tym, że gwarantowana granica plastyczności jest równa 390 N/mm². Profile o przekroju Z mają wysokość środnika 203 lub 254 mm, oraz grubości ścianki w przedziale od 1.25 mm do 3.2 mm zależnie od obciążeń oddziałujących na budynek i przewidzianego zastosowania. Płatwie są mocowane do dźwigarów i dzięki zakładom pomiędzy płatwami pracują jako belki ciągłe, wieloprzęsłowe o rozpiętości równej rozstawowi ram. Obliczenia konstrukcji dachu wykonane są zgodnie z Aprobata Techniczną wydaną przez Deutsches Institut für Bautechnik (Berlin)

Hala magazynowa została zaprojektowana jako jednonawowa o rozpiętości nawy 25840 mm w liniach stali, między osiami modularnymi A-F. Dach zaprojektowano jako dwuspadowy o spadku połaci na zewnątrz wynoszącym 6%. Rozstaw ram głównych wynosi 6,0m. Konstrukcję główną obiektu stanowią spawane ramy dwunawowe o sztywnych narożach zakotwione sztywno w fundamencie.

Stateczność konstrukcji hali oraz dopuszczalne odkształcenia w kierunku poprzecznym zapewnione będą przez przyjęty schemat statyczny ram głównych. Stateczność konstrukcji w kierunku podłużnym wiatu 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 10.9.

Ze względu na długość zwichrzeniową i wyboczeniową słupów i rygli ram zaprojektowano zastrzały z profili zimnogiętych typu L na śrub klasy 8.8. Tym samym uwzględniono płatwie dachowe jako elementy stabilizujące konstrukcję główną obiektu (przenoszące siły ściskające). Połączenia płatwi i akcesoriów (tj. elementów uciągających, 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 zaprojektowano następująco:

Dach hali: blacha trapezowa Pruszyński T50/0,7 + wełna 15cm + folia PVC 1,5mm, płatwie Z203x1.17wew. i skrajne Z203x1.91. Maksymalny ciężar pokrycia dachowego 0,25kN/m².

Ściany: Płyta warstwowa GÓRSTAL 80mm.

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 _k [kN./m ²]	wsp.γ	q=[kN/m ²]
1.	Papa termozgrzewalna	0,05	1,20	0,06
2.	Styropian EPS120 (20kg/m ³); gr.15cm	0,03	1,20	0,04
3.	Blacha trapezowa T50/07 + zakłady	0,08	1,20	0,10
4.	Płatwie dachowe	0,03	1,20	0,04
	Razem stałe:	0,19		0,23

OBCIĄŻENIA ZMIENNE TECHNOLOGICZNE:

Lp	Obciążenia	q _k [kN./m ²]	wsp.γ	q=[kN/m ²]
1.	Obc. technologiczne na dach	0,20	1,20	0,23
	Razem stałe:	0,20		0,23

OBCIĄŻENIE KLIMATYCZNE - WIATR

Strefa I - Wrocław

Obciążenie - 0,3 q=[kN/m²]

Wsp. Ekspozycji C_e=1,0

Wsp. Porywów wiatru β=1,8

Wsp. obl.: γ=1,5

OBCIĄŻENIE KLIMATYCZNE - ŚNIEG

Strefa I - Wrocław

Obciążenie: 0,70 kN/m²

wsp. kształtu dachu (<15°): C₁=0,8; C₂=0,8

Wsp. obl.: γ=1,5

Obciążenie konstrukcji dachu od instalacji wentylacyjnej.

Na podstawie wizji lokalnej oraz po analizie projektu, dokonano analizy już istniejących elementów podwieszonych do konstrukcji dachu.

Jest to system wentylacji który obejmuje swym zasięgiem następujące obszary:

1. Obręb wzdłuż kalenicy. (Pasma 2,26m po obu stronach).

Symetrycznie po obu stronach kalenicy jest podwieszony ciąg kanałów. Rozpoczyna się on od kanału Ø800 przechodząc stopniowo na mniejsze średnice poprzez Ø630, Ø500, Ø400, Ø315. Co drugi wiązar od głównych kanałów odchodzą odnogi które rozdzielając się przy kalenicy na dwa kierunki są zakończone kratkami wywiewnymi.

Analizę przeprowadzono dla niekorzystnego wariantu czyli dla kanału Ø800 oraz odnóg Ø400. Dla takiego założenia kanał Ø800 o wadze 16,2 kg/mb oraz odnogi Ø400 o wadze 6kg/mb dają obciążenie zastępcze 12,1 kg/m² wraz z osprzętem max.15 kg/m². Co daje na jedna ramę w pasie 2,2m obciążenie 0,9 kN/m.

2. Obręb wzdłuż okapu. (Pasma 1,5m przy obu okapach).

Wzdłuż okapów biegnie ciąg wentylacji rozpoczynający się kanałem Ø800 przechodząc stopniowo na mniejsze średnice. Od ciągu głównego odchodzą nawiewniki wyporowe.

Analizę przeprowadzono dla niekorzystnego wariantu czyli dla kanału Ø800.

Dla takiego założenia kanał Ø800 o wadze 16,2 kg/mb dają obciążenie zastępcze 10,8 kg/m² wraz z osprzętem max.13,5kg/m². Co daje na jedna ramę w pasie 1,5m obciążenie 0,8 kN/m.

Obciążenia:

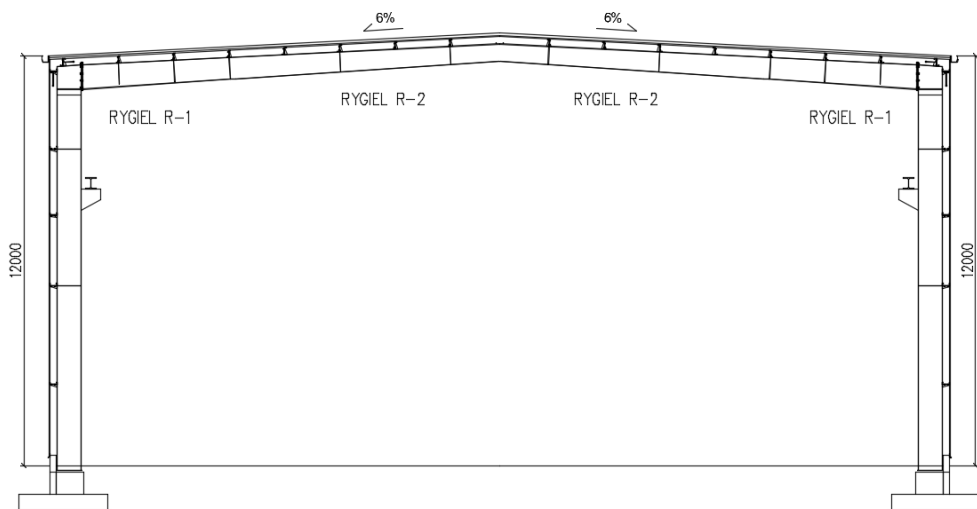
- stałe dach wg pow. zestawienia	0,37 kN/m ²
- obciążenia dodatkowe (tech.)	0,20 kN/m ² oraz obc. pasm od wentylacji 0,9(0,8)
Razem:	0,57 kN/m ² (0,9; 0,8 wg schematu).
- obciążenia śniegiem I strefa:	0,56 kN/m ² (0,7kN/m ² x 0,8); C _i =0,8
- obciążenia wiatrem I strefa:	0,30 kN/m ² (C _e =1,0, β=1,8)

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.

1.1 RAMA GŁÓWNA CO 6,0 M.



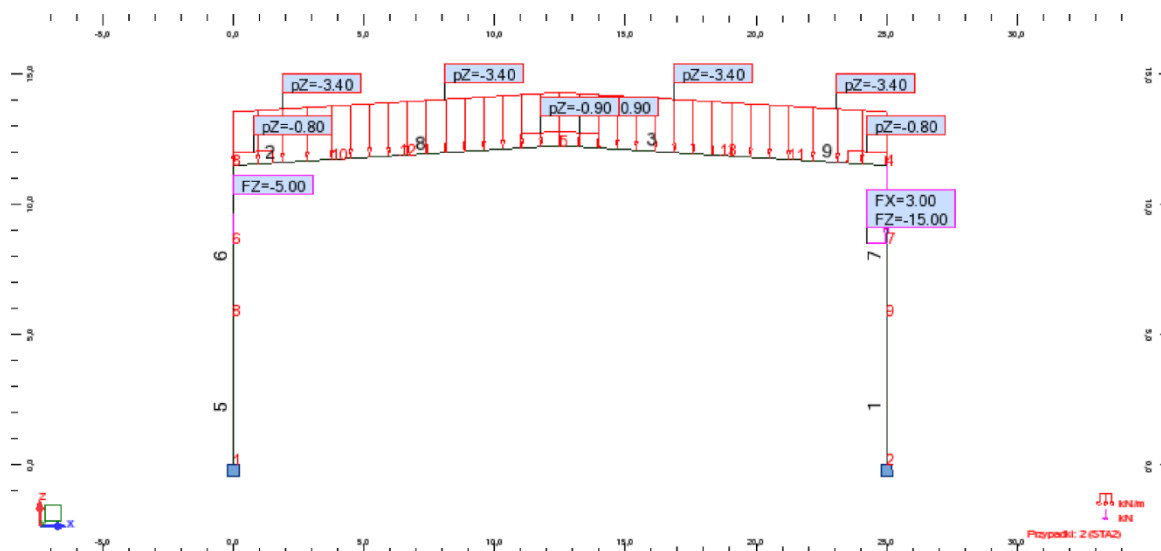
1.1.1 SCHEMATY OBCIĄŻEŃ

Obciążenia stałe + obc. technologiczne

$$0,57 \text{ kN/m}^2 \times 6,0\text{m} = 3,40 \text{ kN/m}$$

$$0,15 \text{ kN/m}^2 \times 6,0\text{m} = 0,90 \text{ kN/m (psama przy kalenicy)}$$

$$0,13,5 \text{ kN/m}^2 \times 6,0\text{m} = 0,80 \text{ kN/m (pasma przy okapie)}$$



Obciążenia wiatrem:

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

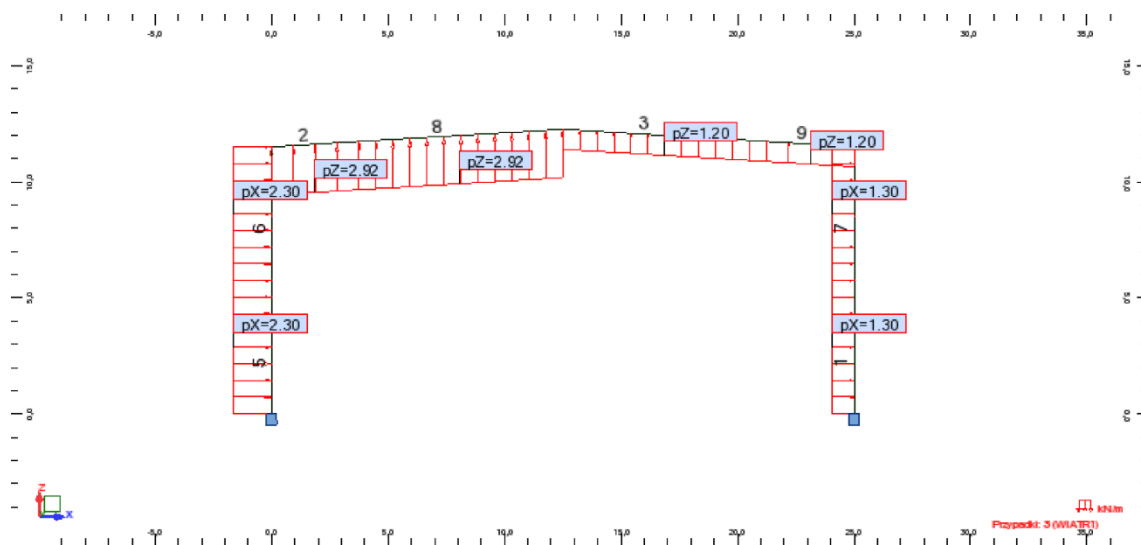
$0,30 \text{ kN/m}^2 \times 0,9 \times 1,8 = 0,486 \text{ kN/m}^2$;

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

$0,378 \text{ kN/m}^2 \times 6,0 \text{ m} = 2,3 \text{ kN/m}$

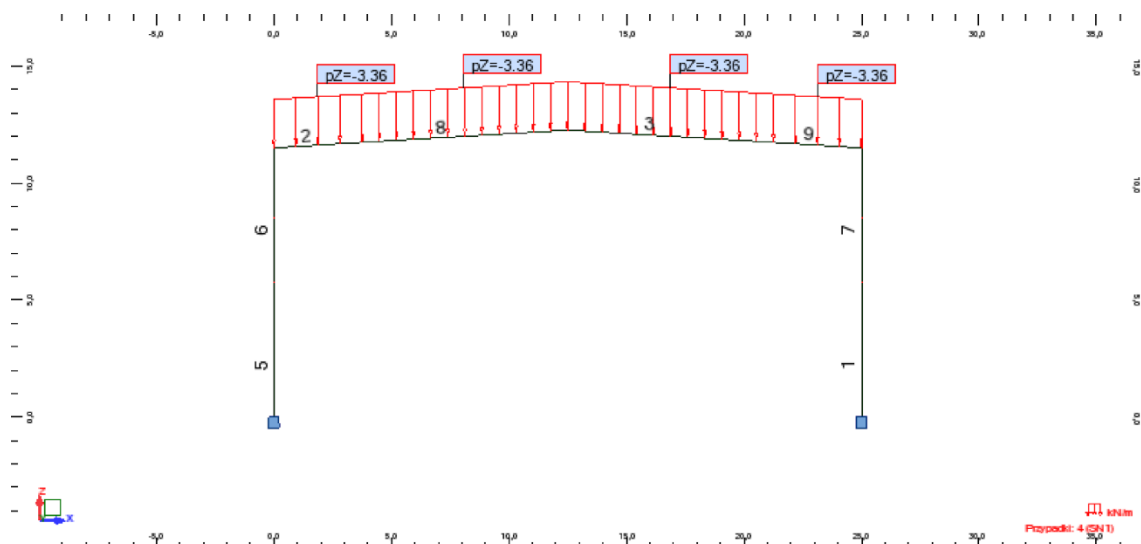
$0,486 \text{ kN/m}^2 \times 6,0 \text{ m} = 2,92 \text{ kN/m}$

$0,216 \text{ kN/m}^2 \times 6,0 \text{ m} = 1,3 \text{ kN/m}$



Obciążenia śniegiem

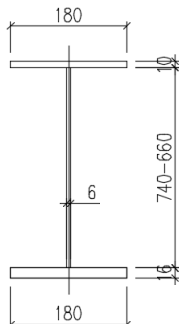
$0,56 \text{ kN/m}^2 \times 6,0 \text{ m} = 3,36 \text{ kN/m}$



1.1.2 OBLICZENIA KONSTRUKCJI

Rygiel - pręt nr 2 i 9

RYGIEL R-1 (PRZEKROJE)



OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

NORMA: PN-90/B-03200

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 2, 9

PUNKT:

WSPÓŁRZĘDNA:

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: Zadany ręcznie

MATERIAŁ: STAL 18G2

$f_d = 305.00 \text{ MPa}$

$E = 205000.00 \text{ MPa}$



PARAMETRY PRZEKROJU: r-1

$h = 76.6 \text{ cm}$

$b = 18.0 \text{ cm}$

$t_w = 0.6 \text{ cm}$

$t_f = 1.0 \text{ cm}$

$A_y = 46.80 \text{ cm}^2$

$I_y = 84855.86 \text{ cm}^4$

$W_{ely} = 1994.94 \text{ cm}^3$

$A_z = 44.40 \text{ cm}^2$

$I_z = 1264.93 \text{ cm}^4$

$W_{elz} = 140.55 \text{ cm}^3$

$A_x = 91.20 \text{ cm}^2$

$I_x = 35.62 \text{ cm}^4$

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N = 79.37 \text{ kN}$

$N_{rc} = 2009.84 \text{ kN}$

$M_y = -514.53 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{ry} = 608.46 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{ry_v} = 591.74 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_z = 120.54 \text{ kN}$

KLASA PRZEKROJU = 4 $B_y \cdot M_{y\max} = -515.92 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_{rz_n} = 373.99 \text{ kN}$



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$z = 1.00$

$L_d = 0.38 \text{ m}$

$L_a_L = 0.33$

$N_z = 1813.31 \text{ kN}$

$N_w = 249500.33 \text{ kN}$

$M_{cr} = 6961.88 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$f_i L = 1.00$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:

$L_y = 3.76 \text{ m}$

$L_{wy} = 7.36 \text{ m}$

$\lambda_y = 25.33$

wyboczenie giętno-skrętne

$\mu_w = 1.00$

$\lambda_y = 0.30$

$N_{cr y} = 28011.87 \text{ kN}$

$\eta_y = 0.99$

$N_{cr x} = 2817.47 \text{ kN}$

$N_{cr zx} = 1760.77 \text{ kN}$

względem osi Z:

$L_z = 3.76 \text{ m}$

$L_{wz} = 3.76 \text{ m}$

$\lambda_z = 99.54$

$\lambda_x = 0.97$

$\lambda_{zx} = 1.23$

$\lambda_z = 1.19$

$N_{cr z} = 1813.31 \text{ kN}$

$\eta_z = 0.46$

$\eta_x = 0.58$

$\eta_{zx} = 0.45$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N/(\eta_y N_{cr}) + B_y M_{y_{max}}/(\eta_{L_y} M_{ry}) = 0.09 + 0.85 = 0.93 < 1.00 - \Delta z = 1.00 \text{ (58)}$

$N/N_{cr} + M_y/(\eta_{L_y} M_{ry}) = 0.04 + 0.85 = 0.89 < 1.00 \text{ (54)}$

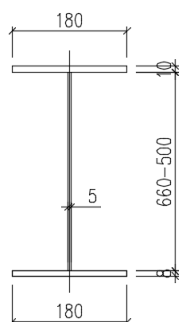
$N/N_{cr} + M_y/M_{ry_v} = 0.04 + 0.87 = 0.91 < 1.00 \text{ (55)}$

$V_z/V_{rz_n} = 0.32 < 1.00 \text{ (56)}$

Profil poprawny !!!

Rygiel - pręt nr 3 i 8.

RYGIEL R-2 (PRZEKROJE)



OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

NORMA: PN-90/B-03200

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 8, 3

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 1.00 \text{ L} = 8.77 \text{ m}$

OBCIĄŻENIA:

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

MATERIAŁ: STAL 18G2

$f_d = 305.00 \text{ MPa}$

$E = 205000.00 \text{ MPa}$



PARAMETRY PRZEKROJU: r-2

$h = 51.8 \text{ cm}$

b=18.0 cm	Ay=32.40 cm ²	Az=25.00 cm ²	Ax=57.40 cm ²
tw=0.5 cm	Iy=26053.95 cm ⁴	Iz=875.32 cm ⁴	Ix=11.49 cm ⁴
tf=1.0 cm	Wely=950.03 cm ³	Welz=97.26 cm ³	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N = 71.15 kN	My = 203.26 kN*m		
Nrc = 418.71 kN	Mry = 289.76 kN*m		
	Mry_v = 289.76 kN*m	Vz = -4.52 kN	
KLASA PRZĘKROJU = 4	By*Mymax = 203.26 kN*m	Vrz = 259.92 kN	



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

z = 1.00	La_L = 0.83	Nw = 3761.32 kN	fi L = 0.88
Ld = 2.63 m	Nz = 3688.12 kN	Mcr = 676.56 kN*m	

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:		względem osi Z:	
Ly = 8.77 m	Lambda_y = 0.34	Lz = 8.77 m	Lambda_z = 0.40
Lwy = 11.85 m	Ncr y = 5227.26 kN	Lwz = 2.19 m	Ncr z = 3688.12 kN
Lambda y = 48.75	fi y = 0.98	Lambda z = 58.04	fi z = 0.92
wyoboczenie giętno-skrętne			
mu w = 1.00	Ncr x = 476.24 kN	Lambda_x = 1.08	fi x = 0.52
	Ncr zx = 476.09 kN	Lambda_zx = 1.08	fi zx = 0.52

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N/(fi*Nrc)+By*Mymax/(fiL*Mry) = 0.17 + 0.80 = 0.97 < 1.00$ - Delta y = 0.98 (58)

$Vz/Vrz = 0.02 < 1.00$ (53)

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

uy = 0.0 cm < uy max = L/250.00 = 3.5 cm Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 1 STA1

uz = 0.9 cm < uz max = L/250.00 = 3.5 cm Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 5 KOMB1 (1+2+3+4)*1.00

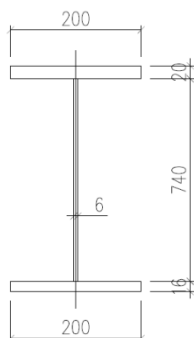


Przemieszczenia Nie analizowano

Profil poprawny !!!

Słup - pręt nr 1 i 5

SŁUP 5,1 (PRZEKROJE)



NORMA: PN-90/B-03200

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 5, 1

PUNKT: 1

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.00$ $L = 0.00$ m

OBCIĄŻENIA:

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

MATERIAŁ: STAL 18G2

$f_d = 295.00$ MPa

$E = 205000.00$ MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: s-1

$h = 77.6$ cm

$b = 20.0$ cm

$t_w = 0.6$ cm

$t_f = 2.0$ cm

$A_y = 72.00$ cm²

$I_y = 122936.51$ cm⁴

$W_{ely} = 2979.08$ cm³

$A_z = 44.40$ cm²

$I_z = 2401.33$ cm⁴

$W_{elz} = 240.13$ cm³

$A_x = 116.40$ cm²

$I_x = 85.97$ cm⁴

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N = 142.81$ kN

$N_{rc} = 603.02$ kN

$M_y = 312.19$ kN*m

$M_{ry} = 815.72$ kN*m

$M_{ry_v} = 815.72$ kN*m

$V_z = -72.01$ kN

KLASA PRZEKROJU = 4 $B_y * M_{ymax} = 312.19$ kN*m

$V_{rz} = 368.09$ kN



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$z = 0.00$

$L_d = 5.17$ m

$L_{a_L} = 0.58$

$N_z = 5878.01$ kN

$N_w = 3020.03$ kN

$M_{cr} = 3406.75$ kN*m

$f_i L = 0.97$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:

$L_y = 5.75$ m

$L_{wy} = 8.78$ m

$\lambda_y = 27.01$

$\lambda_{by} = 0.16$

$N_{cr y} = 32289.07$ kN

$f_i y = 1.00$

względem osi Z:

$L_z = 5.75$ m

$L_{wz} = 2.88$ m

$\lambda_z = 63.30$

$\lambda_{bz} = 0.37$

$N_{cr z} = 5878.01$ kN

$f_i z = 0.93$

wyboczenie giętno-skrętne $\mu_w = 1.00$ $N_{cr\ x} = 2567.27\text{ kN}$ $\Lambda_{x} = 0.56$ $f_{ix} = 0.83$ $N_{cr\ zx} = 2563.76\text{ kN}$ $\Lambda_{zx} = 0.56$ $f_{izx} = 0.83$ **FORMUŁY WERYFIKACYJNE:** $N/(f_{ix}N_{cr}) + B_y M_{y\max}/(f_{iL} M_{ry}) = 0.25 + 0.39 = 0.65 < 1.00 - \Delta z = 1.00\text{ (58)}$ $V_z/V_{rz} = 0.20 < 1.00\text{ (53)}$ **PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE****Ugięcia** Nie analizowano**Przemieszczenia** $v_x = 0.6\text{ cm} < v_{x\max} = L/150.00 = 3.8\text{ cm}$

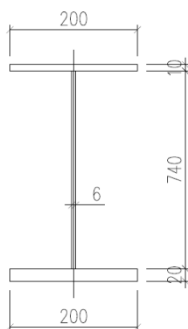
Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 3 WIATR1 $v_y = 0.0\text{ cm} < v_{y\max} = L/150.00 = 3.8\text{ cm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 1 STA1**Profil poprawny !!!****Słup - pręt nr 6 i 7.**

SŁUP 6,7 (PRZEKROJE)

**NORMA:** PN-90/B-03200**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów**GRUPA:****PRĘT:** 6, 7**PUNKT:****WSPÓŁRZĘDNA:****OBCIĄŻENIA:***Decydujący przypadek obciążenia:* Zadany ręcznie**MATERIAŁ:** STAL 18G2 $f_d = 295.00\text{ MPa}$ $E = 205000.00\text{ MPa}$



PARAMETRY PRZEKROJU: s-2

h=77.0 cm			
b=20.0 cm	Ay=60.00 cm ²	Az=44.40 cm ²	Ax=104.40 cm ²
tw=0.6 cm	Iy=100482.08 cm ⁴	Iz=2001.33 cm ⁴	Ix=65.33 cm ⁴
tf=1.0 cm	Wely=2214.46 cm ³	Welz=200.13 cm ³	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N = 125.08 kN	My = -513.29 kN*m	
Nrc = 2398.07 kN	Mry = 653.27 kN*m	
	Mry_v = 653.27 kN*m	Vz = -72.01 kN
KLASA PRZEKROJU = 4	By*Mymax = -515.92 kN*m	
	Vrz = 368.09 kN	



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

z = 0.00	La_L = 0.47	Nw = 2409.19 kN	fi L = 0.99
Ld = 5.17 m	Nz = 4898.88 kN	Mcr = 3898.66 kN*m	

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:		względem osi Z:	
Ly = 5.75 m	Lambda_y = 0.32	Lz = 5.75 m	Lambda_z = 0.80
Lwy = 8.16 m	Ncr y = 30514.00 kN	Lwz = 2.88 m	Ncr z = 4898.88 kN
Lambda y = 26.31	fi y = 0.98	Lambda z = 65.66	fi z = 0.68
wyoboczenie giętno-skrętne			
mu w = 1.00	Ncr x = 2049.63 kN	Lambda_x = 1.24	fi x = 0.44
	Ncr zx = 2020.14 kN	Lambda_zx = 1.25	fi zx = 0.43

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N/(fi*Nrc)+By*Mymax/(fiL*Mry) = 0.08 + 0.80 = 0.87 < 1.00$ - Delta z = 1.00 (58)

$Vz/Vrz = 0.20 < 1.00$ (53)

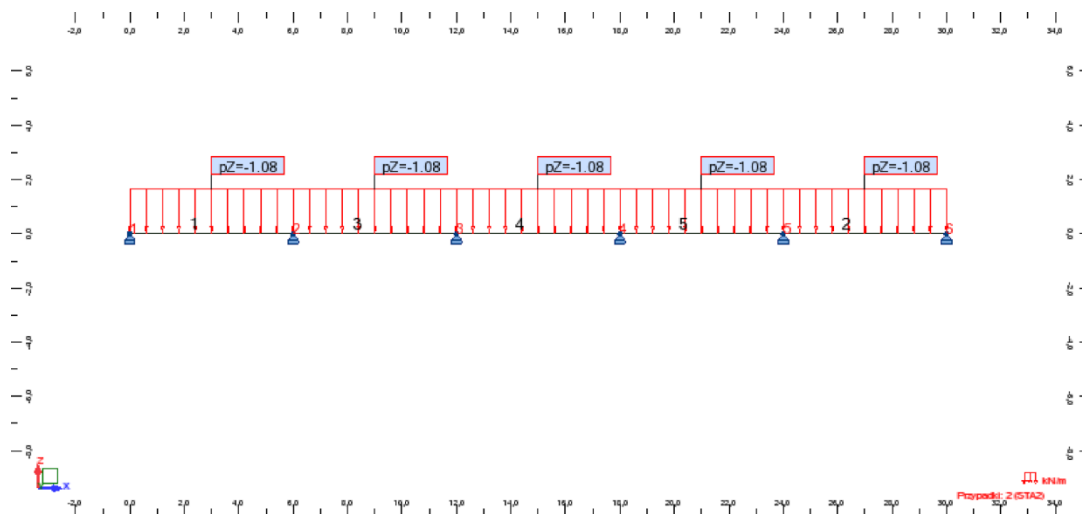
Profil poprawny !!!

1.2 PŁATEW ZIMNOGIĘTA CO 2,0 M.

1.2.1 SCHEMATY OBCIĄŻEŃ

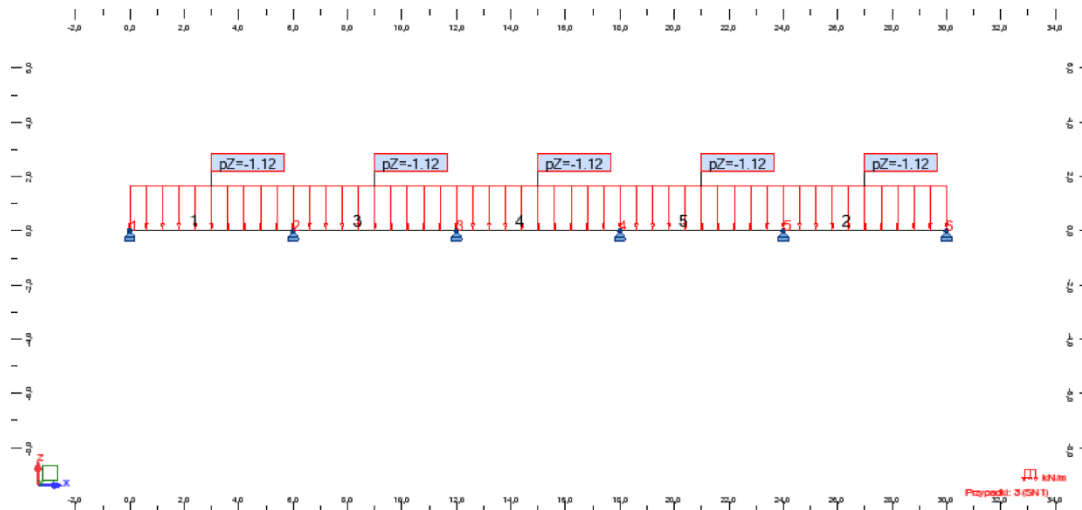
Obciążenia stałe:

$0,54 \text{ kN/m}^2 \times 2,0 \text{ m} = 1,08 \text{ kN/m}$

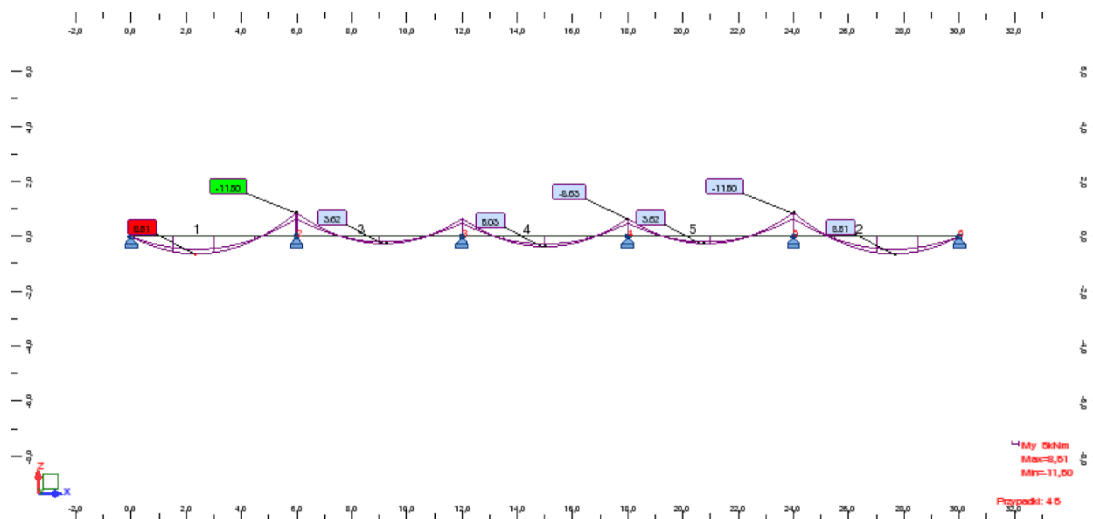


Obciążenia śniegiem:

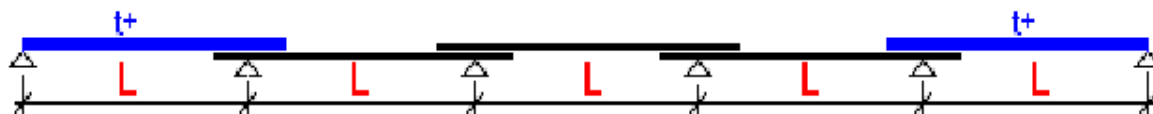
$$0,56 \text{ kN/m}^2 \times 2,0\text{m} = 1,12 \text{ kN/m}$$



1.2.2 WYKRESY MOMENTÓW



1.2.3 WYKRESY MOMENTÓW



L = 6,000 m

Pokrycie blachą trapezową

Obciążenia:

Przypadek 1: Obciążenie obliczeniowe (typ 1) $Q_d = 2,900 \text{ kN/m}$

Przypadek 2:

Przypadek 3:

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

Do zadanych obciążeń dodano automatycznie ciężar własny płatwi.

Wyniki:

Platwę Z203x1.9(1.7)

Stal S390GD

Ciężar 0,055 kN/m

Wykorzystanie nośności

Przypadek 1 98%

Przypadek 2 nie sprawdzony

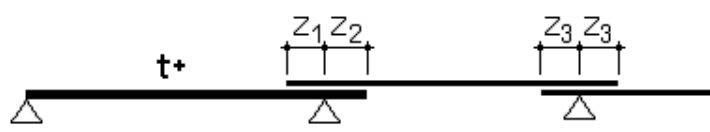
Przypadek 3 nie sprawdzony

Przypadek 4 74%

Wymagana liczba łożysk w każdym przęśle: 0 (liczba łożysk określona przez użytkownika)

Do zadanych obciążeń dodano automatycznie ciężar własny płatwi.

Minimalna sztywność tarczy usztywniającej: $S \geq 808,0 \text{ kN}$ (dla $t+ = 2,00 \text{ mm}$ $S \geq 1120,0 \text{ kN}$)



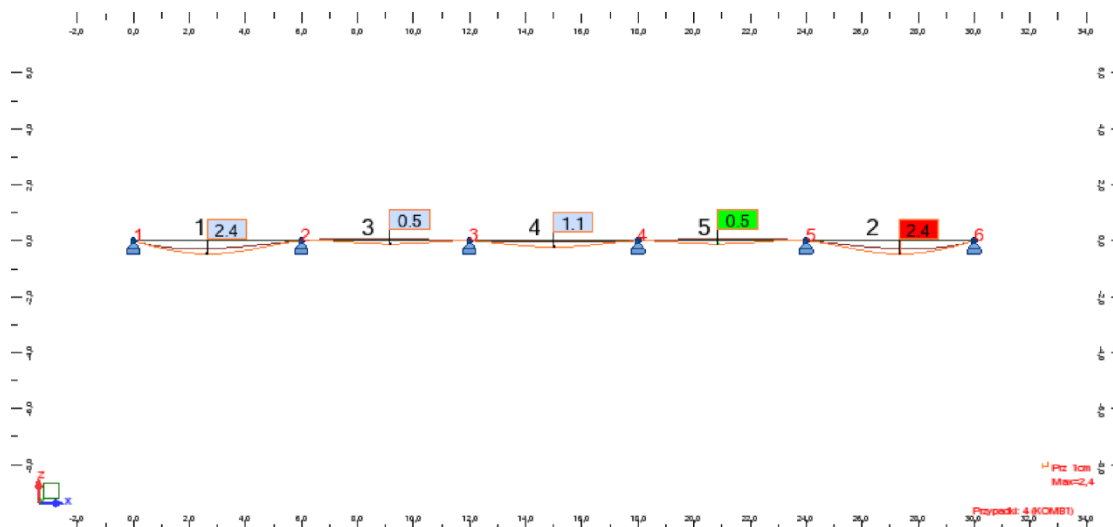
Długości zakładów:

Z1 = 600 mm

Z2 = 900 mm

Z3 = 600 mm

1.2.4 WARTOŚCI I WYKRESY UGIĘĆ



UWAGA. Maksymalne wyężenie łatwi jest obliczone dla obciężen dodatkowych $0,2\text{kN/m}^2$. W pasmach gdzie zainstalowano instalację wentylacyjną nie należy ustawiać paneli fotowoltaicznych.

Są to pasma 2m od kalenicy po obu jej stronach, oraz od słupów zewnętrznych 1,5m.

1.3 FUNDAMENTY

W niniejszej ekspertyzie pominięto wpływ obciężen od fotowoltaiki na fundamenty gdyż nie przekraczają one pierwotnie przyjętych w projekcie.

5.0 ZASTOSOWANE SYSTEMY FOTOWOLTAICZNE

Ze względu na dodatkowe obciężenie 20kg/m^2 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 obciężenia 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, istnieje produkcyjne wewnątrz spowodowane zalaniem, utratę trwałości budynku oraz paneli fotowoltaicznych co może znacznie zniwelować zyski z produkcji energii elektrycznej. Jedynie w części północnej na pokryciu z blachy możliwe jest mocowanie mechaniczne do blachy.

Do analizy obciężenia instalacją fotowoltaiczną wybrano dostępne obecnie na rynku polskim rozwiązania. Dopuszczalne są rozwiązania równoważne co do wagi modułu w przeliczeniu na 1m^2 .

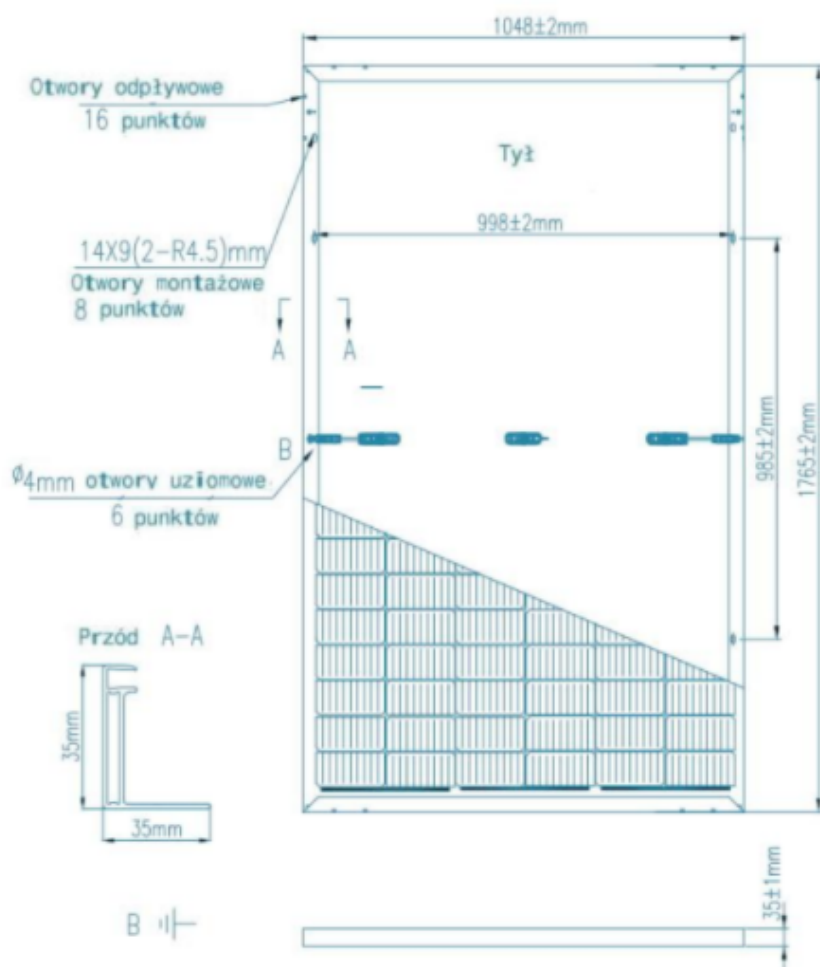
Do analizy przyjęto ciężar zestawu: płytka mocująca + wspornik + szyna + panel w przeliczeniu na 1m^2 połaci dachu wynosi ok. 17kg .

Moduł fotowoltaiczny

ULICA SOLAR 375W MONO.

GABARYTY

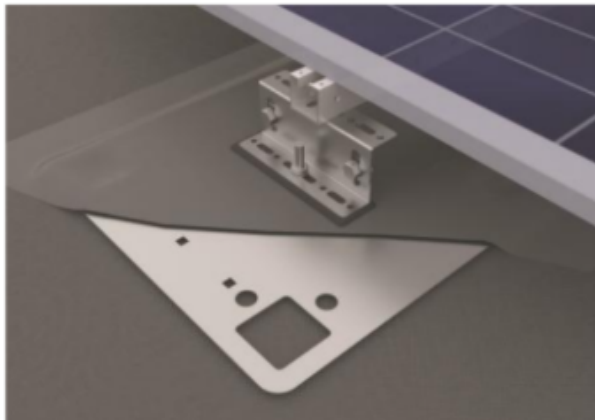
Wymiary (Długość/Szerokość/Wysokość)	1765/1048/35mm
Waga	20.2kg



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 <18°, 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

410006

410007

410009

410193

410115

*Maksymalna siła obciążenia
prostopadle z dachu.*

2,5 kN

2,5 kN

2,5 kN

3 kN

7 kN

*Maksymalna siła obciążenia w
kierunku nachylenia dachu.*

6 kN

6 kN

3,7 kN

2,4 kN

10 kN

*Zasadnicze charakterystyki
Reakcja na ogień*

Odporność

Odporność

Właściwości

Klasa A1, B_{roof}

Nie mniej niż równoważne z powłoką
ocynkowaną

Klasa antykorozyjna C4 40 lat

Specyfikacja techniczna

EN 516:2006

EN 516:2006

EN ISO 12944-2



Płytkę 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.

Złożyć 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.

W części północnej na pokryciu z blachy dopuszcza się montaż na szynach.

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 technologiczne zostały częściowo wykorzystane. Zrealizowane podwieszenia instalacji wentylacyjnej częściowo je wykorzystano w nieznacznym stopniu. Tak jak pokazano w zestawieniu obciążeń instalacja wykorzystuje przyjęte obciążenie technologiczne o wartości 15kg/m^2 w pasmach przy kalenicy po 2,2m po obu stronach oraz 13kg/m^2 przy słupach zewnętrznych w pasmach o szerokości po 1,5m. Wartości obciążeń technologicznych na dach obiektu wynoszą **20kg/m^2** .

Zakładając na etapie analizy obciążenia technologiczne 20kg/m^2 rozłożone na całej powierzchni dachu oraz pasma dociągające od instalacji wentylacyjnej otrzymano następujące wnioski:

1. Konstrukcja główna obiektu tj. ramy główne – przenoszą obciążenia technologiczne założone w projekcie o wartości 20kg/m^2 oraz dodatkowe obciążenia od pasm instalacji wentylacyjnej. Są zatem spełnione warunki SGN i SGU dla konstrukcji głównej.
2. Płatwie dachowe zimnogięte przy obciążeniu 20kg/m^2 spełniają SGN i SGU odpowiednio 98% i 74%.

Wnioski:

Z uwagi że proponowany system ULICA SOLAR 370W MONO z wymienionym wyżej systemem mocowania osiąga ciężar ok. 17kg/m^2 , na istniejącym obiekcie **inwestor może zamontować panele fotowoltaiczne, z pominięciem obszarów podwieszeń istniejącej instalacji wentylacyjnej w pasmach jak podano wyżej.**

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.

OPRACOWAŁ:

mgr inż. Artiom Komardin

Załączniki:

1. Koncepcja rozmieszczenia paneli na dachu hali C6 - Soon Energy.
2. Karta katalogowa modułu ULICA SOLAR 375W MONO
3. Karta katalogowa płytki mocującej CWL0166PL