

innowacja

lokalizacja

URZĄD MIASTA W WIŚLE

Plac Hoffa 3, 43-460 Wiśła

OPINIA KONSTRUKCYJNA

WPŁYW ROZMIESZCZENIA OGNIW FOTOWOLTAICZNYCH NA FRAGMENTIE DACHU URZĘDU MIASTA NA STAN BEZPIECZEŃSTWA ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH DACHU

inwestor

MIASTO WIŚLA

pl. Hoffa 3, 43-460 Wiśła

projektant generalny

Instytut Doradztwa Europejskiego – Innowacja s.c.

ul. Olszańska 18/1, 31-517 Kraków

opracowanie

mgr inż. Sławomir Żebracki

MAP/0087/PWOK/07

Maj 2023

Spis treści

I.	CZĘŚĆ OGÓLNA	3
1.	Uprawnienia / Izby	3
II.	CZĘŚĆ OPISOWA	5
1.	Przedmiot i cel opracowania	5
2.	Podstawa opracowania.....	5
3.	Elementy oceny stanu technicznego konstrukcji	6
4.	Ogólna charakterystyka obiektu - stan istniejący	7
5.	Ocena elementów konstrukcyjnych dachu	8
6.	Założenia dotyczące projektowanych modułów fotowoltaicznych	9
7.	Analiza obciążeniowa.....	11
8.	Wnioski i zalecenia	16
9.	Uwagi dodatkowe	16

I. CZĘŚĆ OGÓLNA

1. Uprawnienia / Izby



MAŁOPOLSKA
OKRĘGOWA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Kraków, dnia 18 czerwca 2007 r.

MAP OIIB/KK/0054-0022/07

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz. U. z 2001 r. Nr 5 poz. 42, z późn. zm.), art. 12 ust. 1 pkt 1-5, art. 12 ust. 3, art. 13 ust. 1, 3 i 4, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2006 r. Nr 156 poz. 1118 z późn. zm.), § 11 ust. 1 pkt 1, § 15 i § 17 ust. 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 2006 r. Nr 83 poz. 578) oraz art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (tekst jednolity: Dz. U. z 2000 r. Nr 98, poz. 1071 z późn. zm.).

Małopolska Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
stwierdza, że

Pan mgr inż. **Sławomir Żebracki**
urodzony dnia 16.12.1977 r. w Jasle
uzyskał

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny MAP/0087/PWOK/07

do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno - budowlanej.

UZASADNIENIE

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Krakowie na podstawie protokołów z postępowania kwalifikacyjnego oraz z przeprowadzonego egzaminu, stwierdziła, że Pan Sławomir Żebracki posiada wymagane prawem wykształcenie i praktykę zawodową konieczną do uzyskania uprawnień budowlanych w wyżej wymienionej specjalności i uzyskał pozytywny wynik egzaminu na uprawnienia budowlane. Szczegółowy zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

POUCZENIE

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Krakowie w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Skład Orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

1. Przewodniczący Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
dr inż. Stanisław Karczmarczyk
2. Członek Składu Orzekającego
mgr inż. arch. Elżbieta Gabrys
3. Członek Składu Orzekającego
dr inż. Marian Plachecki

[Signature]
[Signature]
[Signature]



Otrzymują:

1. Pan Sławomir Żebracki
ul. Bujaka 16A/45
30-611 Kraków
2. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
3. a/a



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAP-GR4-V7T-9FB *

Pan Sławomir Żebracki o numerze ewidencyjnym MAP/BO/0519/07
adres zamieszkania ul. Zalesie 48/31, 30-384 Kraków
jest członkiem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2022-09-01 do 2023-08-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2022-08-24 roku przez:

Mirosław Boryczko, Przewodniczący Rady Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarcza złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piiib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.



II. CZĘŚĆ OPISOWA

1. Przedmiot i cel opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest budynek Urzędu Miasta zlokalizowany przy Placu Hoffa 3, na którego dachu zaplanowano montaż modułów fotowoltaicznych.

Celem opracowania jest wykonanie opinii konstrukcyjnej dotyczącej wpływu rozmieszczenia ogniw fotowoltaicznych na bezpieczeństwo elementów konstrukcyjnych dachu.

2. Podstawa opracowania.

Podstawą opracowania jest:

- Zlecenie Inwestora,
- Wizja lokalna,
- Materiały archiwalne
- Wytyczne dotyczące ilości i sposobu mocowania modułów fotowoltaicznych przygotowane przez Viessmann Sp. z o.o. z siedzibą przy ul. Gen. Żiętka 126 w Mysłowicach

Przedmiotowe normy:

- PN-EN 1990 Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji.
- PN-EN 1991 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje.
- PN-EN 1995 Eurokod 5: Projektowanie konstrukcji drewnianych.

- PN-82/B – 02000: Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.
- PN-82/B – 02001: Obciążenia budowli. Obciążenie stałe.
- PN-82/B-02003: Obciążenia budowli. Obciążenie zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe.
- PN-80/B-02010: Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem.
- PN-80/B-02010/Az1 październik 2006: Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem.
- PN-77/B-02011 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.
- PN-77/B-02011/Az1 lipiec 2009: Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.

3. Elementy oceny stanu technicznego konstrukcji

3.1. Sposób wykonania oceny

W celu oceny stanu technicznego konstrukcji:

- przeprowadzono ogólne oględziny całości budynku ze szczególnym uwzględnieniem konstrukcji więźby dachowej.
- Wykonano podstawowe pomiary niezbędne do wykonania przedmiotu opinii.

3.2. Skala ocen elementów konstrukcyjnych

Do oceny konstrukcji zastosowano następujące klasy stanu technicznego:

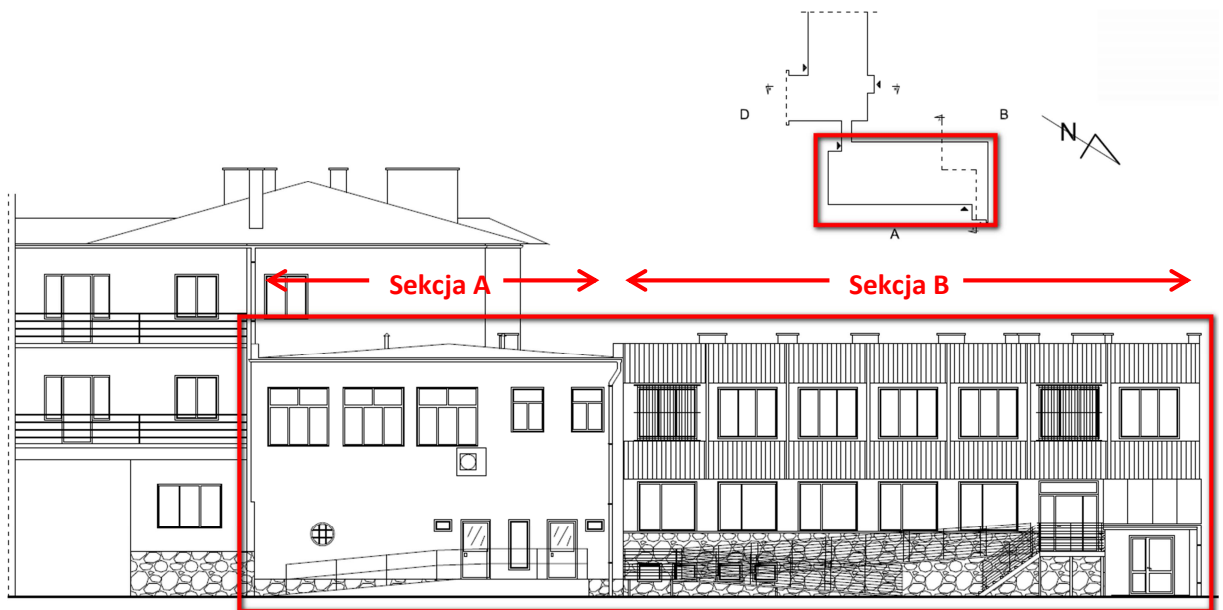
- klasa **A1** – dobry stan techniczny, pożądany stan techniczny elementu konstrukcyjnego, brak jakichkolwiek oznak uszkodzeń i/lub korozji
- klasa **A2** – zadowalający stan techniczny, spełnione stany graniczne nośności i użytkowania, widoczny wpływ środowiska na element lecz bez konieczności prowadzenia napraw i prac zabezpieczających, wymagana jest okresowa ocena stanu technicznego elementu.
- klasa **B1** – dostateczny stan techniczny, spełnione stany graniczne nośności i użytkowania, widoczny wpływ środowiska, konieczność wykonania prac zabezpieczających przed dalszą degradacją elementu, bez konieczności ingerencji w konstrukcję.
- klasa **C1** – zły stan techniczny, element nie spełnia warunków granicznych użytkowania, nie ma niebezpieczeństwa awarii konstrukcji, element powinien zostać wzmocniony w najbliższym możliwym terminie
- klasa **C2** – awaryjny stan techniczny, element nie spełnia warunków granicznych nośności, konieczne natychmiastowe wykonanie prac wzmacniających i/lub ograniczenie obciążenia elementu, w pewnych przypadkach konieczność ograniczenia użytkowania całości lub części obiektu.

3.3. Dokładność wykonanej pracy

Dokonano oględzin i podstawowych pomiarów. Nie przeprowadzono badań laboratoryjnych, których brak nie wpływa w znaczący sposób na sformułowane w dalszej części opracowania wnioski i zalecenia, a dotyczące elementów konstrukcyjnych.

4. Ogólna charakterystyka obiektu - stan istniejący

Bryła budynku, na którym zainstalowane mają zostać moduły fotowoltaiczne zbudowana jest na planie prostokąta i składa się z dwóch niezależnych konstrukcyjnie segmentów. Stanowią one integralną część budynku Urzędu Miasta połączone są z nim za pośrednictwem przewiózki. Wzajemne usytuowanie budynków przewidzianych na montaż instalacji oraz ich elewację przedstawiono na szkicu nr 1.



Szkic nr 1. Elewacja budynków wytypowanych do montażu instalacji fotowoltaicznej

Ustrój nośny w obydwu analizowanych segmentach wykształcony został przez podłużne ściany murowane uzupełnione na fragmencie o układ porzeczných ścian usztywniających. Zgodnie z dokumentacją archiwalną stropy wykonano jako prefabrykowane z płyt kanałowych gr 24 cm.

Dach nad częścią oznaczoną jako sekcją A (patrz szkic nr 1) wielospadowy o kącie nachylenia połaci około 5°. Dach został wyremontowany poprzez wykonanie zupełnie nowej konstrukcji drewnianej i nowego poszycia. Które zrealizowano bezpośrednio na dotychczasowych warstwach dachowych. Nowy układ warstw dachowy odzwierciedla układ nośny. Warstwa wierzchnia zrealizowana z papy termozgrzewalnej zrealizowanej na płycie OSB. Pomiędzy nowe belki drewniane ułożono izolację termiczną. Nie wykonano obliczeń kontrolnych na potrzeby remontu.

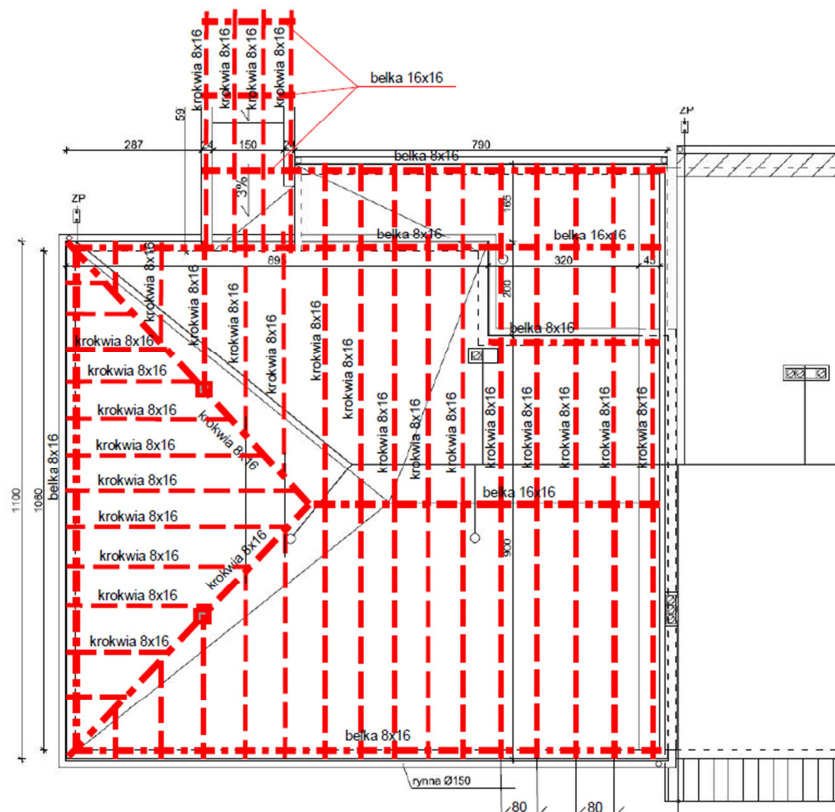
Dach nad częścią oznaczoną sekcją B (patrz szkic nr 1) wykonano z płyt korytkowych o szerokości 59 cm rozpiętych na ściankach nośnych w rozstawie co 300 cm. Warstwa wierzchnia zrealizowana z papy termozgrzewalnej

Elementy nośne obydwu części obiektu zachowane są w dobrym stanie technicznym. Podczas oględzin nie stwierdzono uszkodzeń zewnętrznych. Nie stwierdzono znacznych ugięć płyt ani widocznych zarysowań, co świadczy o nieprzekroczeniu stanu granicznego użyteczności oraz stanu granicznego nośności.. Podczas remontu wykonano nowe pokrycie dachu w postaci warstwy izolacyjnej z twardej wełny mineralnej grubości 150mm oraz szczelnego poszycia z folii membranowej.

5. Ocena elementów konstrukcyjnych dachu

Ocenie poddano elementy nośne dachu nad analizowanymi częściami budynku.

Wieżba dachowa sekcji A po wykonanym remoncie zastąpiła istniejący układ konstrukcyjny – brak możliwości oceny stanu technicznego. Nowa wieżba dachowa w stanie zadawalającym. Nie wykazuje symptomów przeciążenia. Poprzez wykonanie oddylatowanych nowych belek nośnych opartych na ścianach zewnętrznych nie zostały dociążone elementy starej konstrukcji w strefie przypodporowej natomiast zmieniono przebieg krokwi narożnych i lokalizację kalenicy co spowodowało dociążenie dotychczasowej konstrukcji w strefach przęsłowych. Nowe belki nośne dachu wykonane zostały z drewna o przekroju prostokątnym 8 x 16 cm i maksymalnej rozpiętości 550 cm.



Szkic nr 2. Schemat montażowy elementów konstrukcyjnych modernizowanej części dachu
(sekcja A)



Fot 1. Zdjęcie z fazy realizacja nowego poszycia

Na dzień wykonywania wizji lokalnej konstrukcja dachu nie wykazuje przekroczenia stanów granicznych SGN i SGU. Stan techniczny zaliczono do klasy A2.

Dach pulpitowy nad sekcją B wykonano z prefabrykowanych płyt korytkowych o szerokości 59 cm i maksymalnej rozpiętości 300 cm. Płyty wsparto na ścianach z cegły dziurawki o grubości 12 cm. Ścianki wymurowano na prefabrykowanym płytach kanałowych rozpiętych na ścianach nośnych.

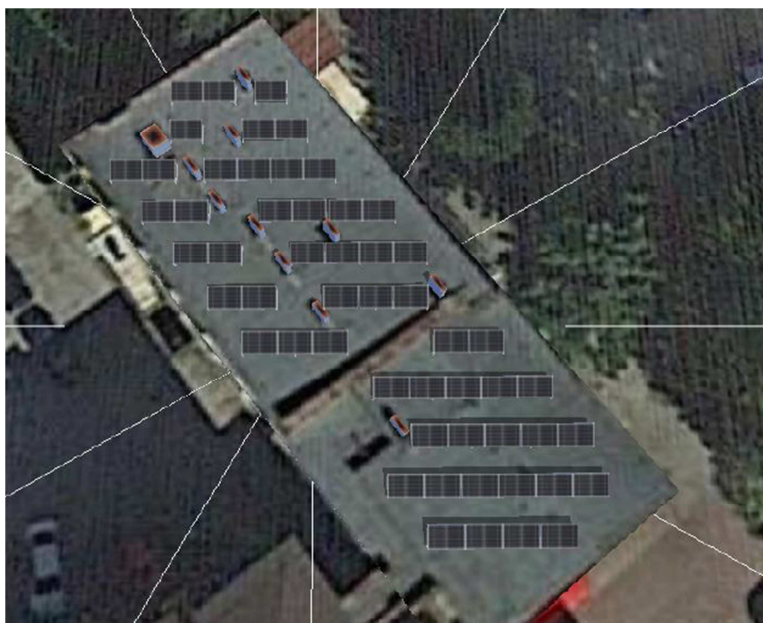
Elementy nośne zachowane są w dobrym stanie technicznym. Podczas oględzin nie stwierdzono uszkodzeń zewnętrznych. Nie stwierdzono znacznych ugięć płyt ani widocznych zarysowań, co świadczy o nieprzekroczeniu stanu granicznego użytkowności oraz stanu granicznego nośności.

Konstrukcja dachu nie wykazuje przekroczenia stanów granicznych SGN i SGU. Stan techniczny zaliczono do klasy A2.

6. Założenia dotyczące projektowanych modułów fotowoltaicznych

6.1. Lokalizacja instalacji fotowoltaicznej

Zgodnie z założeniami instalacyjnymi, panele fotowoltaiczne zlokalizowane zostaną na połaciach sekcji A oraz sekcji B (patrz szkic nr 1) usytuowanych na podkonstrukcji uzmysławiającej montaż paneli pod kątem 15°



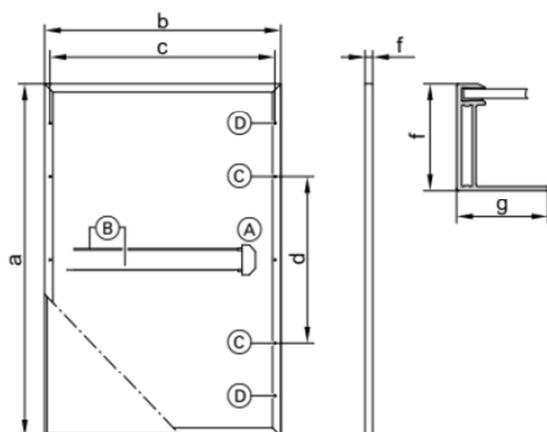
Fot.2. Lokalizacja i intensywność paneli fotowoltaicznych na połaci dachowej

6.2. Obciążenie od instalacji fotowoltaicznej

Instalacja modułów fotowoltaicznych zrealizowana ma zostać z dodatkowym nachyleniem zapewniającym maksymalną wydajność energetyczną pod kątem 15° . Montaż zrealizowany zostanie na systemie dedykowanym przez producenta zgodnie z kartą techniczną produktu. Zaplanowano montaż 22 modułów na połaci sekcji A oraz 32 modułów na połaci sekcji B. Każdy moduł o ciężarze równym 22 kg / szt.

Charakterystykę zastosowanych w projekcie modułów przedstawiono poniżej.

Wymiary montażowe



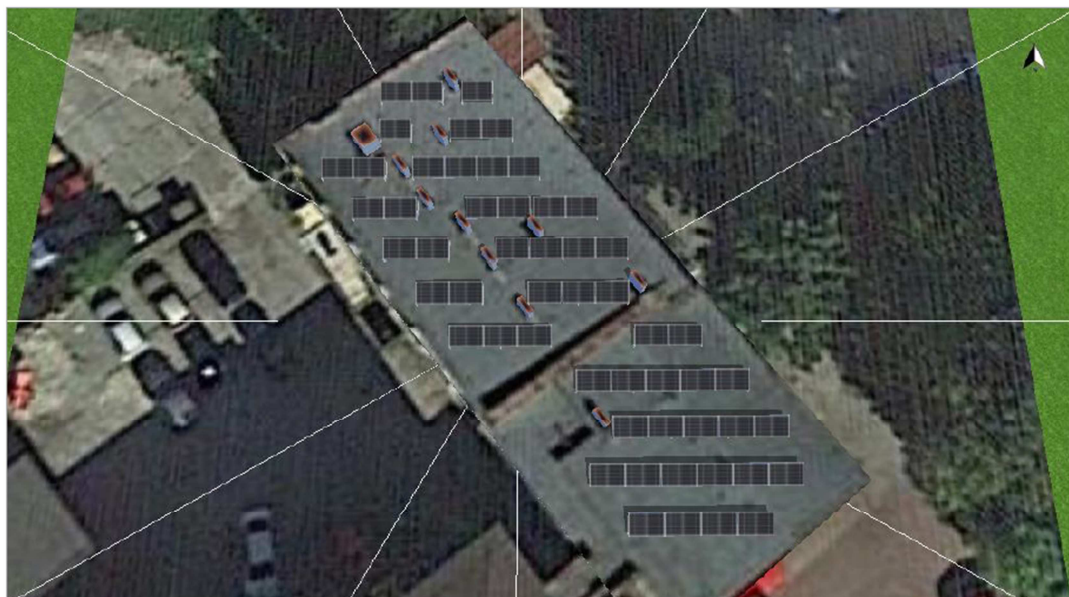
a	mm	1719
b	mm	1140
c	mm	1090
d	mm	1031
e	mm	35
f	mm	35

Typ ogniw:	monokrystaliczne ogniwa krzemowe PERC
Liczba ogniw:	68 pełnych ogniw ciętych na 340 części (shingled)
Materiał laminujący ogniwo:	kopolimer etylenu i octanu winylu (EVA)
Rama:	stop aluminium, anodowany kolor czarny
Szkło wierzchnie:	szkło bezpieczne 1-warstwowe 3,2 mm z powłoką antyrefleksową

Ciężar: 22 kg

Generator PV, 1. Powierzchnię modułu - Dowolny budynek 01-Powierzchnia do obłożenia Południowy-Zachód

Nazwa	Dowolny budynek 01-Powierzchnia do obłożenia Południowy-Zachód
Moduły PV	54 x Vitovolt 300 M405 WE (v1)
Producent	Viessmann Climate Solutions SE
Nachylenie	15 °
Orientacja	Południe 180 °
Rodzaj montażu	Dach - podniesiony
Powierzchnia generatora PV	105,8 m ²



Łączne obciążenie od paneli wraz z podkonstrukcją i balastem przyjęto: $q = 50 \text{ kg/m}^2$

7. Analiza obciążeniowa

7.1. Dach sekcji A - więźba drewniana

7.1.1. Obciążenia

Więźba dachowa - obciążenie stałe

- 2x papa na lepiku	$q_{k1} := 0.15 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
- płyty OSB	$q_{k2} := 0.14 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
- suma	$q_k = 0.29 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
	$\gamma_{f1} := 1.35$ - wsp. obl.
- łączne obciążenie obl.	$q_{do} = 0.44 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Obciążenie śniegiem

Strefa śniegowa III

Wysokość terenu w m n.p.m. $A := 430\text{m}$

Wartość charakt. obc. śniegiem:

$$s_k := \max\left(0.006 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot A - 0.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}, 1.2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}\right) \quad s_k = 1.98 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Wartość ekspozycji: $C_e := 1$ Wartość termiczny: $C_t := 1$ Dla kąta nachylenia połaci: $\alpha := 5$ Wartość wsp. kształtu: $\mu_1 := 0.8$ Obciążenie charakterystyczne: $s := \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k \quad s = 1.58 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ Wsp. obciążenia: $\gamma_f := 1.5$ Wartość obliczeniowa obciążenia śniegiem: $\gamma_f \cdot s = 2.38 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Suma wartości charakterystycznych obciążeń liniowych przekazywanych na krokwie:

$$P_k := s + q_k \quad P_k = 1.87 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Instalacja fotowoltaiczna $q_f = 0.5 \text{ kN/m}^2$ – obciążenie charakterystyczne**7.1.2. Wymiarowanie krokwi**

Założenia:

Przekrój: 8x 15 cm,

Maksymalny rozstaw krokwi 80 cm,

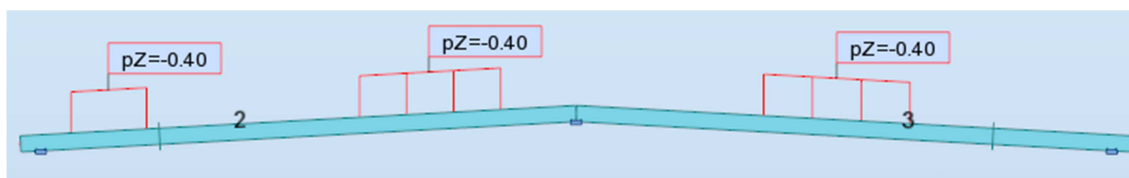
Drewno: C27

Układ dwuprzęsłowy.

Nachylenie $\alpha=5^\circ$

Charakterystyczne obciążenie liniowe od instalacji fotowoltaicznej:

$$q_0 = q \times 0.80\text{m} = 0.5 \text{ kN/m}^2 \times 0.9\text{m} = 0.40 \text{ kN/m}$$



Schemat statyczny krokwi i obszar obciążenia modułami fotowoltaicznymi

Na podstawie obliczeń statyczno-wytrzymałościowych określono wyężenie przekroju krokwi od obciążenia panelami fotowoltaicznymi.

Stwierdza się przyrost wykorzystania nośności ba poziomie 14% w odniesieniu do przekroju krokwi

Rezultaty		Komunikaty				
Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wyteż.	Przypadek
2 K-1_2	OK 8x16	C27	95.40	190.81	0.14	5 fotowoltaika
3 K-1_3	OK 8x16	C27	95.40	190.81	0.14	5 fotowoltaika

Wniosek:

Udział obciążenia od paneli fotowoltaicznych jest znaczny i nie mieści w zakresie współczynników bezpieczeństwa. Elementy drewniane powinny zostać poddane szczegółowej analizie w stanie pełnego obciążenia zewnętrznego.

Uwaga:

Z uwagi na brak odpowiedniej nośności i brak informacji na temat stanu konstrukcji pierwotnej montaż modułów fotowoltaicznych wiąże się z koniecznością stałego monitoringu pokrywy śnieżnej na dachu sekcji A.

Grubość dopuszczalnej pokrywy śnieżnej przedstawiono w poniższej tabeli.

Tab.1. Dopuszczalna grubość powłoki śniegu / lodu na dachu sekcji A

Rodzaj śniegu i lodu	Ciężar objętościowy	Dopuszczalna grubość pokrywy śniegu / lodu
	[kN/m ³]	[m]
Świeży	1,0	0,40
Osiadły (kilka godzi lub dni po opadach)	2,0	0,20
Stary (kilka tygodni lub miesięcy po opadach)	3,5	0,11
Mokry	4,0	0,10
Zlodowaciały	7,0	0,06
Lód (z zamrożniętej wody)	9,0	0,04

7.2. Dach sekcji B – płyty korytkowe

7.2.1. Obciążenia

Więźba dachowa - obciążenie stałe

- 2x papa na lepiku $q_{k1} := 0.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

- wsp. obl. $\gamma_f := 1.35$

$q_{do} := q_k \cdot \gamma_f$ $q_{do} = 0.27 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ - łączne obciążenie obliczeniowe

Obciążenie śniegiem

Strefa śniegowa III

Wysokość terenu w m n.p.m. $A := 430\text{m}$

Wartość charakt. obc. śniegiem:

$$s_k := \max\left(0.006 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot A - 0.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}, 1.2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}\right) \quad s_k = 1.98 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Wartość ekspozycji: $C_e := 1$ Wartość termiczny: $C_t := 1$

Dla kąta nachylenia połaci: $\alpha := 5$

Wartość wsp. kształtu: $\mu_1 := 0.8$

Obciążenie charakterystyczne: $s_k := \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$ $s = 1.58 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Wsp. obciążenia: $\gamma_f := 1.5$

Wartość obliczeniowa obciążenia śniegiem: $\gamma_f \cdot s = 2.38 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Suma wartości charakterystycznych obciążeń liniowych przekazywanych na krokwie:

$$P_k := s + q_k \quad P_k = 1.78 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Instalacja fotowoltaiczna

$$q_f = 0.5 \text{ kN/m}^2 - \text{obciążenie charakterystyczne}$$

Zakładając, że szerokość jednego szeregu wynosi około 1.2 m i zostanie on zlokalizowany w najbardziej niekorzystny sposób w odniesieniu do płyt korytkowych, czyli w obrębie rozpiętości 1 płyty korytkowej (3.0 m), wartość charakterystyczna zastępczego obciążenia równomiernie rozłożone na płytę wynosić będzie:

$$q_{fr} = (0.5 \text{ kN/m}^2 \times 1.2 \text{ m}) / 3.0 \text{ m} = 0.2 \text{ kN/m}^2$$

7.3. Nośność płyty korytkowej

Nośność płyty korytkowej przyjęto na podstawie Katalogu Budownictwa BISTYP KB1-31.6.3./14/74, gdzie płyta ta jest zestawiona pod nr DK300. W opracowaniu tym podano, że dopuszczalne obciążenie ponad ciężar własny płyty wynosi 1.8 kN/m^2 .

Pełne, zewnętrzne obciążenie charakterystyczne działające na płyty korytkowe przed montażem modułów fotowoltaicznych wynosi 1.8 kN/m^2 i wyczerpuje wartość tabelaryczną nośności. Brak widocznych uszkodzeń i przemieszczeń świadczy, że nie dochodzi do przekroczenia nośności korytkowych płyt dachowych.

Wniosek:

Montaż paneli fotowoltaicznych na dachu jest możliwy przy założeniu rozparcia konstrukcji wsporczej na ścianach murowanych w sposób umożliwiający przekazanie obciążeń bez obciążania przęseł płyt korytkowych.

Uwaga:

Montaż modułów fotowoltaicznych w sposób dociągający przęsła płyt, powoduje konieczność ograniczenia normowego obciążenia śniegiem o wartość 0.20 kN/m^2 co sprowadza się do monitorowania grubości pokrywy śnieżnej i rozpoczęcia odśnieżania przed osiągnięciem granicznej wartości równej $s_k = 1.1 \text{ kN/m}^2$.

Grubość dopuszczalnej pokrywy śnieżnej przedstawiono w poniższej tabeli.

Tab.2. Dopuszczalna grubość powłoki śniegu / lodu na dachu sekcji B

Rodzaj śniegu i lodu	Ciężar objętościowy	Dopuszczalna grubość pokrywy śniegu / lodu
	$[\text{kN/m}^3]$	$[\text{m}]$
Świeży	1,0	1,38
Osiadły (kilka godzin lub dni po opadach)	2,0	0,69
Stary (kilka tygodni lub miesięcy po opadach)	3,5	0,39
Mokry	4,0	0,35
Złodowaciały	7,0	0,20
Lód (z zamrożonej wody)	9,0	0,15

8. Wnioski i zalecenia

- 8.1. Dodatkowe obciążenie obliczeniowe połaci dachu panelami fotowoltaicznymi i towarzyszącą konstrukcją wsporczą powoduje przyrost wykorzystania nośności o 17% dla krokwi co jest wartością powyżej współczynnika bezpieczeństwa i powoduje konieczność ich wzmocnienia.
- 8.2. Zaleca się sprawdzenie obliczeń statyczno-wytrzymałościowych dla pełnego obciążenia ze szczegółowym uwzględnieniem konstrukcji „starego” dachu.
- 8.3. Konstrukcja dachu zachowana w stanie zadowalającym.
- 8.4. Podczas wizji lokalnej wykonano lokalne pomiary elementów konstrukcyjnych.
- 8.5. Podczas wizji lokalnej nie stwierdzono korozji biologicznej oraz degradacji elementów konstrukcyjnych więźby.
- 8.6. Dodatkowe obciążenie dachu modułami fotowoltaicznymi bez dodatkowych zabiegów konstrukcyjnych jest możliwe zrealizowania przy zastosowaniu stałego monitoringu pokrywy śnieżnej na dachu i zapobieganiu tworzenia się pokrywy śnieżnej o wartości większej niż podane w tabeli nr 1 i nr 2 niniejszego opracowania.

9. Uwagi dodatkowe

- 9.1. Zaleca się stosowanie podkładów chroniących pokrycie dachowe.
- 9.2. Prace związane z montażem instalacji fotowoltaicznej prowadzić pod nadzorem osoby uprawnionej, zgodnie z zasadami BHP i ogólnej wiedzy technicznej.
- 9.3. W przypadku jakichkolwiek wątpliwości dotyczących niniejszego opracowania skontaktować się z autorem opracowania.

Opracował: **mgr inż. Sławomir Żebracki**

Kraków, maj 2023