

lokalizacja

SZKOŁA PODSTAWOWA NR 3

ul. Malinka 53 , 43-460 Wiśła

OPINIA KONSTRUKCYJNA

WPŁYW ROZMIESZCZENIA OGNIW FOTOWOLTAICZNYCH NA DACHU SZKOŁY PODSTAWOWEJ NR 3 W WIŚLE MALINCE NA STAN BEZPIECZEŃSTWA ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH DACHU

inwestor

MIASTO WIŚŁA

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

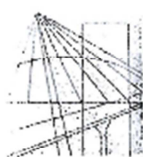
Maj 2023

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	7
6.	Założenia dotyczące projektowanych modułów fotowoltaicznych	8
7.	Analiza obciążeniowa.....	10
8.	Wnioski i zalecenia	14
9.	Uwagi dodatkowe	14

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 obiekt Szkoły Podstawowej nr 3 przy ul. Malinka 53 w Wiśle Malince, 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

Główna bryła budynku dwukondygnacyjna z nieużytkowym poddaszem i podpiwniczeniem. Części hali sportowej jednokondygnacyjna z poddaszem przeznaczonym na magazyn sprzętu lekkiego.

Ustrój nośny wykształcony przez podłużne ściany murowane uzupełnione na fragmencie o układ porzeczných ścian usztywniających. Układ budynku podłużny dwunawowy. Więźba dachowa drewniana krokwiowo - płatwiowa. Ściany stolcowe usztywnione mieczami oraz kleszczami. Poszycie z blachy trapezowej wykonano na pełnym deskowaniu.

5. Ocena elementów konstrukcyjnych dachu

Ocenie poddano główną połąć dachu, na której zaplanowano montaż paneli fotowoltaicznych.

Więźba dachowa wykonana została jako płatwiowo-krokwiowa, rozpięta na murywanych, zewnętrznych ścianach podłużnych oraz na ścianach stolcowych. Słupki podpierające płatwie pośrednie zlokalizowane w rytmie co około 4,5 m. Układ usztywniono mieczami i spięto kleszczami. Płatwie stopowe wsparto na murze ściany zewnętrznej. Krokwie pracują głównie w układzie dwuprzęsłowym, wsparte na murłacie i płatwi pośredniej. Złącza wykonano jako ciesielskie. Elementy więźby zachowane w stanie dobrym bez widocznych śladów korozji biologicznej i nadmiernych ugięć.

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



Fot.1 Widok ogólny na więźbę dachową



Fot.2. Widok na krokwie

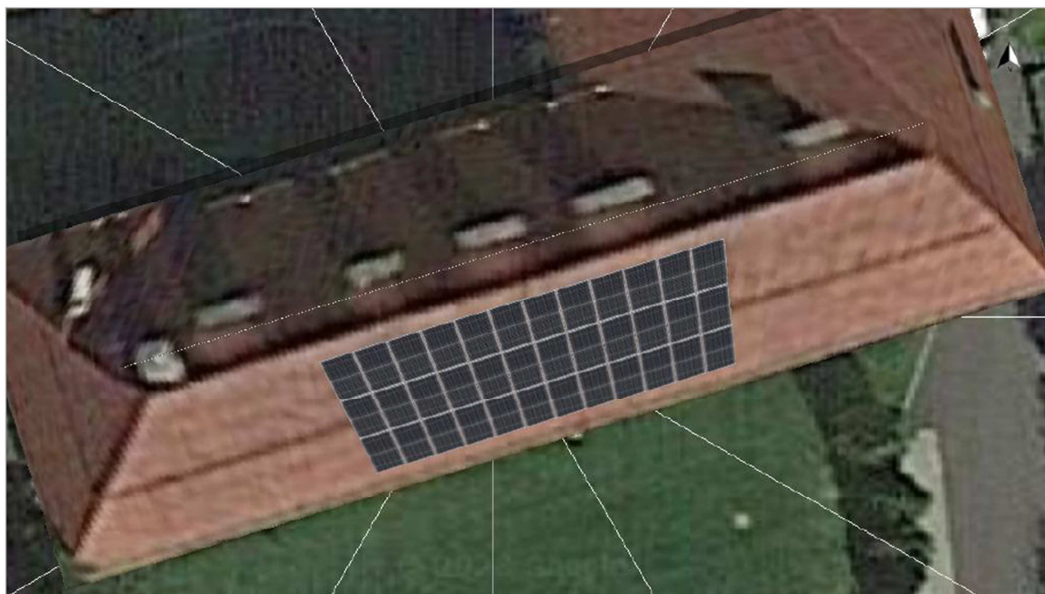
6. Założenia dotyczące projektowanych modułów fotowoltaicznych

6.1. Lokalizacja instalacji fotowoltaicznej

Zgodnie z założeniami instalacyjnymi, panele fotowoltaiczne zlokalizowane zostaną na połaci południowej głównej bryły budynku.



Fot.3. Widok ogólny budynku Szkoły Podstawowej nr 3 w Wiśle Malince



Fot.4. Lokalizacja i intensywność paneli fotowoltaicznych na połaci dachowej

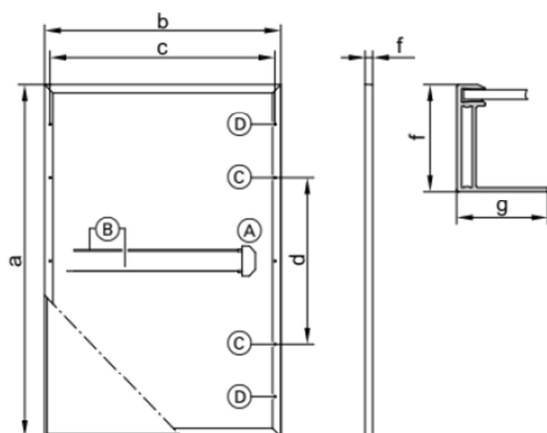
6.2. Obciążenie od instalacji fotowoltaicznej

Instalacja modułów fotowoltaicznych odzwierciedli nachylenie połaci dachowej, a montaż zrealizowany zostanie na systemie dedykowanym przez producenta zgodnie z kartą techniczną produktu. Takie usytuowanie paneli nie spowoduje powstania „kieszni” prowokujących tworzenie się worków śnieżnych, co pozwala na analizę statyczno-wytrzymałościową wyłącznie z uwzględnieniem obciążenia od ciężaru własnego instalacji.

Zaplanowano montaż 36 modułów o zwartym szyku o ciężarze równym 22 kg / szt.

Charakterystykę zastosowanych w projekcie modułów przedstawiono poniżej.

Wymiary montażowe

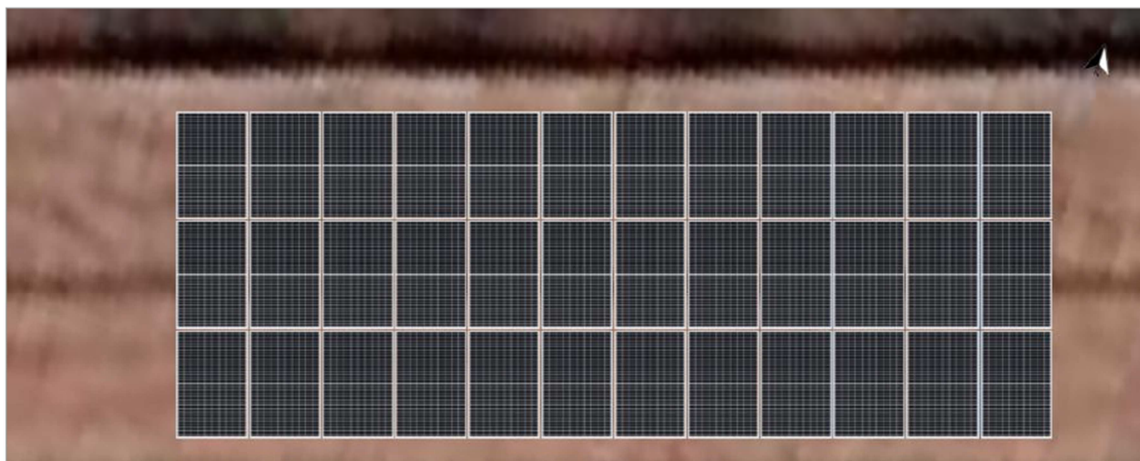


a	mm	1719
b	mm	1140
c	mm	1090
d	mm	1031
e	mm	35
f	mm	35

Typ ogniw:	monokrystaliczne ogniwa krzemowe PERC
Liczba ogniw:	68 pełnych ogniw ciętych na 340 części (shingled)
Materiał laminujący ogniw:	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. Powierznię modułu - Budynek 01-Powierzchnia dachu Południe

Nazwa	Budynek 01-Powierzchnia dachu Południe
Moduły PV	36 x Vitovolt 300 M405 WE (v1)
Producent	Viessmann Climate Solutions SE
Nachylenie	35 °
Orientacja	Południe 163 °
Rodzaj montażu	Równoległe z dachem
Powierzchnia generatora PV	70,5 m ²



Łączne obciążenie od paneli: $G = 22 \text{ kg/szt} \times 36 \text{ szt} = 792 \text{ kg}$

Powierzchnia działającego obciążenia: $A = 36 \times 1.14\text{m} \times 1.79\text{m} = 73.46 \text{ m}^2$

Obciążenie powierzchniowe od paneli: $q_p = G/A = 792\text{kg}/73.46 \text{ m}^2 = 10.35 \text{ kg/m}^2$

Obciążenie od konstrukcji wsporczej przyjęto: $q_s = 2 \text{ kg/m}^2$

Obciążenie całkowite od instalacji:

$$q = q_p + q_s = 10.35 \text{ kg/m}^2 + 2 \text{ kg/m}^2 = 12.35 \text{ kg/m}^2$$

Przyjęto **$q = 0.13 \text{ kN/m}^2$**

7. Analiza obciążeniowa.

7.1. Obciążenia

Więźba dachu

zestawienie obciążeń stałych dachu:

- blacha TR $q_{1k} := 0.11 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

- deski 18 mm $q_{2k} := 0.14 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

$q_k = 0.25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ $\gamma_{f1} := 1.35$ $q_{do} := q_k \cdot \gamma_f$ $q_{do} = 0.34 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

- krokiew 10m x 12cm drewno o $\rho = 7.5 \text{ kN/m}^3$ $q_{dk} := 0.081 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ $\gamma_{f2} := 1.35$ $q_{dko} := q_{dk} \cdot \gamma_f$ $q_{dko} = 0.11 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Obciążenie śniegiem

Strefa śniegowa III

Wysokość terenu w m n.p.m. $A := 535 \text{ m}$

Wartość charakt. obc. śniegiem:

$$s_k := \max \left(0.006 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot A - 0.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}, 1.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right) \quad s_k = 2.61 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Wartość ekspozycji: $C_e := 0.8$ Wartość termiczny: $C_t := 1$

Dla kąta nachylenia połaci: $\alpha := 35$

Wartość wsp. kształtu: $\mu_1 := 0.8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$ $\mu_1 = 0.667$

Obciążenie charakterystyczne: $s_k := \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$ $s = 1.39 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Wsp. obciążenia: $\gamma_f := 1.5$

Wartość obliczeniowa obciążenia śniegiem: $\gamma_f \cdot s = 2.09 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Obciążenie wiatrem

Strefa wiatrowa III, rodzaj terenu A, budowla niepodatna

Kąta nachylenia połaci: $\alpha := 35$

Wartość współczynników: $\beta := 1.8$ $C_{pe} := 1$ $\gamma_{f,w} := 1.5$

Współczynniki aerodynamiczne dla dachu:

$C_{zp} := 0.015\alpha - 0.2$	$C_{zp} = 0.33$	-nawiertrzna parcie
$C_{zs} := -0.045(40 - \alpha)$	$C_{zs} = -0.23$	-nawiertrzna ssanie
$C_{zb} := -0.4$		-zawietrzna

Wyokość n.p.m.: $A := 535$

Wartość charakt. ciśnienia prędkości:

$$q_k := 0.3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot [1 + 0.0006 \cdot (A - 300)]^2 \cdot \left[\frac{(2000 - A)}{(2000 + A)} \right] \quad q_k = 0.226 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

wariant I: wartość charakterystyczna: $p_k := q_k \cdot C_{pe} \cdot C_{zp} \cdot \beta$ $p_k = 0.13 \cdot \text{kPa}$
 (nawiertrzna parcie) wartość obliczeniowa: $p_{oIa} := p_k \cdot \gamma_{f,w}$ $p_{oIa} = 0.2 \cdot \text{kPa}$

Suma wartości charakterystycznych obciążeń liniowych przekazywanych na krokwie:

$$P_k := s + p_k + q_k + q_{dk} \quad P_k = 1.853 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Instalacja fotowoltaiczna

$q_f = 0.13 \text{ kN/m}^2$ – obciążenie charakterystyczne

Obliczenie przyrostu obciążeń:

Suma obciążeń stałych istniejących oraz klimatycznych: $P_k = 1.85 \text{ kN/m}^2$

Nowe obciążenie zewnętrzne od modułów fotowoltaicznych: $q_f = 0.13 \text{ kN/m}^2$

Przyrost obciążenia charakterystycznego na m^2 wynosi 7%

7.2. Wymiarowanie krokwi

Założenia:

Przekrój: 10 x 16 cm,

Maksymalny rozstaw krokwi 90 cm,

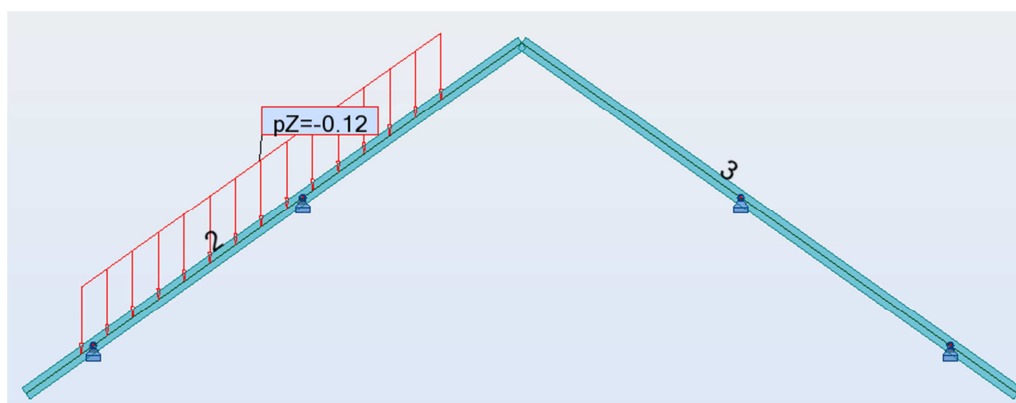
Drewno: C27

Układ dwuprzęsłowy.

Nachylenie $\alpha=35^\circ$

Charakterystyczne obciążenie liniowe od instalacji fotowoltaicznej:

$$q_0 = q \times 0.90\text{m} = 0.13 \text{ kN/m}^2 \times 0.9\text{m} = 0.12 \text{ kN/m}$$



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 o 2% w odniesieniu do przekroju krokwi

Rezultaty		Komunikaty				
Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wyęż.	Przypadek
2 K-1_2	10x16	C27	64.95	103.92	0.02	5 fotowoltaika

Wnioski:

Udział planowanego obciążenia od modułów fotowoltaicznych jest pomijalnie mały w odniesieniu do nośności krokwi i nie wpływa niekorzystnie na ich pracę statyczno - wytrzymałościową. Nośność krokwi jest wystarczająca do przejęcia dodatkowego obciążenia zewnętrznego od modułów fotowoltaicznych.

7.3. Wymiarowanie płatwi pośredniej

Założenia:

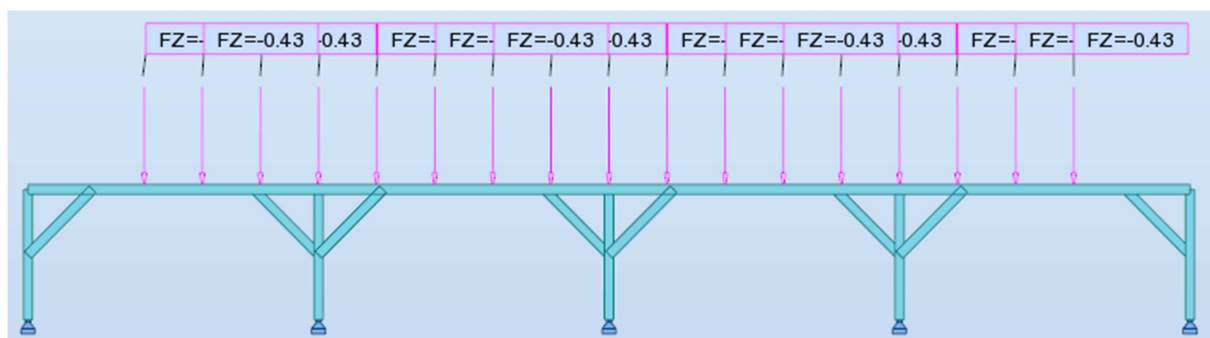
Przekrój: 16x 16 cm.

Maksymalna rozpiętość 450 cm,

Drewno: C27

Układ wieloprzęstowy.

Charakterystyczne obciążenie punktowe od instalacji fotowoltaicznej wynosi 0.43 kN



Schemat statyczny płatwi i obszar obciążenia modułami fotowoltaicznymi

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

Stwierdza się przyrost wykorzystania nośności o 5% w odniesieniu do przekroju płatwi.

Rezultaty		Komunikaty					
Pręt		Profil	Materiał	Lay	Laz	Wytyż.	Przypadek
8 Belka drewnian	OK	15.5x15.5	C27	402.28	402.28	0.05	5 fotowoltaika

Wnioski:

Udział planowanego obciążenia od modułów fotowoltaicznych nie wpływa niekorzystnie na pracę statyczno – wytrzymałościową płatwi. Nośność jest wystarczająca do przejęcia dodatkowego obciążenia zewnętrznego od modułów fotowoltaicznych.

Wpływa instalacji modułów fotowoltaicznych na pozostałe elementy konstrukcji więźby dachowej oraz budynku jest pomijalnie mały i nie stanowi zagrożenia dla ich nośności.

8. Wnioski i zalecenia

- 8.1. Dodatkowe obciążenie obliczeniowe połaci dachu panelami fotowoltaicznymi i towarzyszącą konstrukcją wsporczą nie zagraża stanom granicznym nośności oraz użyteczności obiektu.
- 8.2. Konstrukcja dachu zachowana w stanie zadowalającym.
- 8.3. Podczas wizji lokalnej wykonano lokalne pomiary elementów konstrukcyjnych.
- 8.4. Podczas wizji lokalnej nie stwierdzono korozji biologicznej oraz degradacji elementów konstrukcyjnych więźby.
- 8.5. Analiza statyczno-wytrzymałościowa wykazała pomijalnie mały przyrost obciążeń na poziomie 2% nośności przekroju dla krokwi i 5% dla płatwi.
- 8.6. Dodatkowe obciążenie dachu modułami fotowoltaicznymi na konstrukcji wsporczej stanowi około 6% całkowitego obciążenia połaci dachowej – t.j. poniżej wartości współczynnika przeciążenia.

9. Uwagi dodatkowe

- 9.1. Przed realizacją montażu modułów fotowoltaicznych zaleca się zweryfikowanie przekrojów poprzecznych elementów konstrukcyjnych krokwi oraz płatwi. W przypadku stwierdzenia przekrojów mniejszych niż elementów konstrukcyjnych (krokwi / płatwi) należy powiadomić autora niniejszego opracowania.
- 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