

lokalizacja

SZKOŁA PODSTAWOWA NR 2

ul. Biała Wisetka 6 , 43-460 Wiśła

OPINIA KONSTRUKCYJNA

**WPŁYW ROZMIESZCZENIA OGNIW FOTOWOLTAICZNYCH
NA DACHU SZKOŁY PODSTAWOWEJ NR 2 W WIŚLE CZARNE
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	7
6.	Założenia dotyczące projektowanych modułów fotowoltaicznych	8
7.	Analiza obciążeniowa.....	10
8.	Konstrukcja wsporcza - wytyczne.....	12
9.	Wnioski i zalecenia	13
10.	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



P O L S K A
I Z B A
I N Ż Y N I E R Ó W
B U D O W N I C T W 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 2 przy ul. Biała Wisetka 6 w Wiśle Czarne, 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-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 trzykondygnacyjna z budowana na planie prostokąta. Ustrój nośny wykształcony przez podłużne ściany murowane tworzące układ dwunawowy, usztywnione prostokątami ścianami poprzecznymi. Stropy wykonano jako gęstożebrowe. Zasadnicze przekroje dachu stanowią płyty korytkowe tworząc jednopowierzchniowy strop pulpitowy. Warstwa wierzchnia dachu wykonana z folii membranowej ułożonej na warstwie twardej wełny mineralnej.

5. Ocena elementów konstrukcyjnych dachu

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

Dach pulpitowy wykonano z prefabrykowanych płyt korytkowych o szerokości 59 cm i maksymalnej rozpiętości 240 cm. Płyty wsparto na ścianach z cegły dziurawki o grubości 12 cm. Ścianki wymurowano na gęstożebrowym stropie rozpiętym 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 użyteczności oraz stanu granicznego nośności. Widoczne natomiast są ślady po przeciekach spowodowanych nieszczelnością w poszyciu. Z uwagi na problemy ze szczelnością oraz izolacyjnością termiczną przeprowadzono remont poszycia. Podczas remontu wykonano nowe pokrycie dachu w postaci warstwy izolacyjnej z twardej wełny mineralnej grubości 150mm oraz szczelnego poszycia z folii membranowej.

Konstrukcja dachu nie wykazuje przekroczenia stanów granicznych SGN i SGU. Stan techniczny zaliczono do klasy B1. Wymagana jest obserwacja szczelności, której brak może przyczynić się do degradacji elementów nośnych i w konsekwencji obniżenia ich nośności.



Fot.1 Widok ogólny na płyty korytkowe (widoczne ślady po nieszczelności poszycia)

6. Założenia dotyczące projektowanych modułów fotowoltaicznych

6.1. Lokalizacja instalacji fotowoltaicznej

Zgodnie z założeniami instalacyjnymi, panele fotowoltaiczne zlokalizowane zostaną na połaci głównej bryły budynku w układzie dostosowanym do optymalnego.



Fot.2. Widok ogólny budynku Szkoły Podstawowej nr 3 w Wiśle Malince



Fot.3. Lokalizacja i intensywność paneli fotowoltaicznych na połaci dachowej

6.2. Obciążenie od instalacji fotowoltaicznej

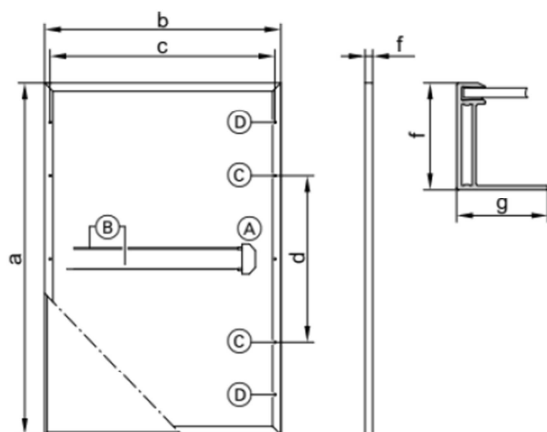
Instalacja modułów fotowoltaicznych projektowana jest z przeciwwspadkiem do połaci dachowej. Konstrukcja wsporcza pod panele zapewnia nachylenie paneli pod kątem optymalnym z uwagi na wydajność instalacji. Montaż zrealizowany zostanie na systemie dedyko-

wanym przez producenta zgodnie z kartą techniczną produktu i zostanie balastowany w celu zabezpieczenia przed działaniem parcia i ssania wiatru.

Zaplanowano montaż 51 modułów w trzech liniowych sztykach usytuowanych w sposób zapobiegający kumulowaniu obciążeń.

Ciężar panelu zgodnie z kartą techniczną wynosi 22 kg.

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-Wschód

Nazwa	Dowolny budynek 01-Powierzchnia do obłożenia Południowy-Wschód
Moduły PV	51 x Vitovolt 300 M405 WE (v1)
Producent	Viessmann Climate Solutions SE
Nachylenie	15 °
Orientacja	Południowy-wschód 150 °
Rodzaj montażu	Dach - podniesiony
Powierzchnia generatora PV	99,9 m ²



Obciążenie powierzchniowe od paneli: $q_p = 11.22 \text{ kg/m}^2$

Obciążenie od konstrukcji wsporczej wraz z balastem: $q_s = 38 \text{ kg/m}^2$

Obciążenie całkowite od instalacji:

$$q = q_p + q_s = 11.22 \text{ kg/m}^2 + 38 \text{ kg/m}^2 = 49.22 \text{ kg/m}^2$$

Przyjęto **$q = 0.5 \text{ kN/m}^2$**

7. Analiza obciążeniowa.

7.1. Obciążenia

Dach - obciążenie stałe

- folia membranowa $q_{1k} := 0.03 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

- wełna 150 mm
(przyjęto 1.6 kN/m^3) $q_{2k} := 0.24 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

- 2x papa na lepiku $q_{3k} := 0.15 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

$$q_k = 0.42 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{- łączne obciążenie charakterystyczne}$$

Obciążenie śniegiem

Strefa śniegowa IV

Wysokość terenu w m n.p.m. $H_w := 575 \text{ m}$

Wartość charakt. obc. śniegiem:

$$Q_k := \max \left(0.003 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot H, 0.9 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right) \quad Q_k = 1.73 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Dla kąta nachylenia połaci: $\alpha := 4$

Wartość wsp. kształtu:

Wartość ekspozycji: $C_w := 0.8$

Obciążenie charakterystyczne: $S_k := Q_k \cdot C$ $S_k = 1.38 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Suma wartości charakterystycznych obciążeń powierzchniowych działających na dach:

$$P_k := S_k + q_k \quad P_k = 1.8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Instalacja fotowoltaiczna

$q_f = 0.5 \text{ kN/m}^2$ – obciążenie charakterystyczne od modułów wraz konstrukcją wsporczą oraz balastem

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 (2.4 m), wartość charakterystyczna zastępczego obciążenia równomiernie rozłożone na płytę wynosić będzie:

$$q_{fr} = (0.5 \text{ kN/m}^2 \times 1.2 \text{ m}) / 2.4 \text{ m} = 0.25 \text{ kN/m}^2$$

7.2. 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 DK240. 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.

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 0.25 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.

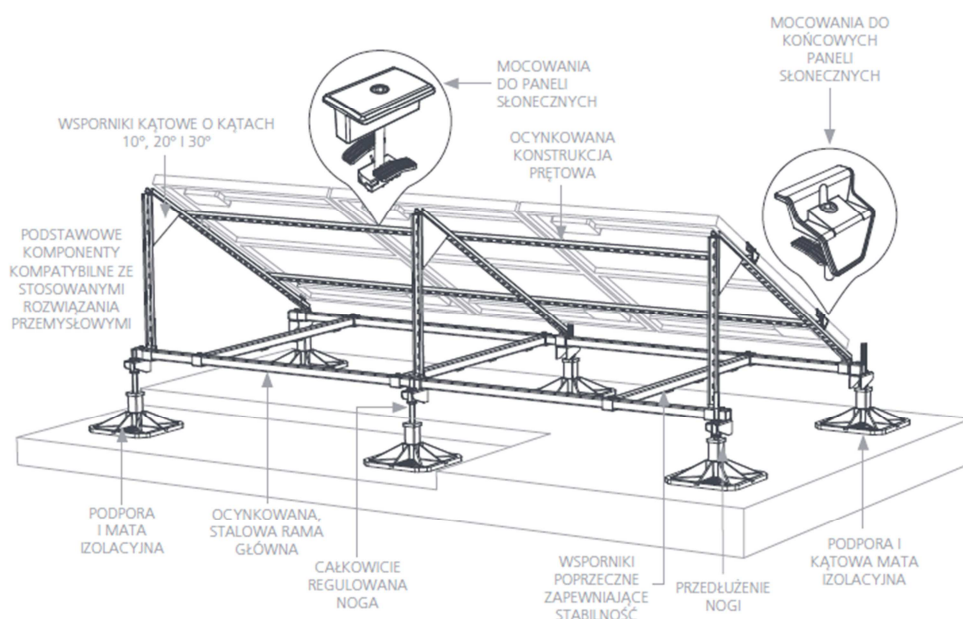
Tab.1. Dopuszczalna grubość powłoki śniegu / lodu na dachu

Rodzaj śniegu i lodu	Ciężar objętościowy	Dopuszczalna grubość pokrywy śniegu / lodu
	[kN/m ³]	[m]
Świeży	1,0	1,10
Osiadły (kilka godzin lub dni po opadach)	2,0	0,55
Stary (kilka tygodni lub miesięcy po opadach)	3,5	0,30
Mokry	4,0	0,25
Zładowaciały	7,0	0,15
Lód (z zamrożniętej wody)	9,0	0,10

8. Konstrukcja wsporcza - wytyczne

Z uwagi na poszycie dachu wykonane z folii membranowej ułożonej na podkładzie z wełny twardej i podatnej na uszkodzenia mechaniczne niedopuszczalne jest punktowe przeciążanie w miejscach podporowych.

W związku z powyższym projekt konstrukcji wsporczej uwzględniać powinien minimalizowanie naprężeń kontaktowych pod nogami konstrukcji wsporczej i realizację oparcia za pośrednictwem podpór dachowych typu Big Foot.



Szkic.1. Przykład oparcia konstrukcji wsporczej paneli fotowoltaicznych na dachu

9. Wnioski i zalecenia

- 9.1. Dodatkowe obciążenie obliczeniowe połączeń dachu panelami fotowoltaicznymi i towarzyszącą konstrukcją wsporczą zrealizowane w sposób pozwalający na przeniesienie obciążeń poprzez konstrukcję wsporczą na podporowe ścianki murowane dla płyt dachowych (brak dodatkowego obciążenia przęsłowego płyt) nie zagraża stanom granicznym nośności oraz użytkowości obiektu.
- 9.2. Lokalizacja podpór w strefach przęsłowych płyt powoduje konieczność monitorowania grubości pokrywy śnieżnej i rozpoczęcia odśnieżania dachu przed osiągnięciem granicznych wartościami przedstawionych w tabeli 1 punktu 7.2 niniejszego opracowania.
- 9.3. Z uwagi na dodatkowe obciążenie modułami fotowoltaicznymi szczególnie istotne jest usuwanie śniegu z tzw. „kieszeni” pod panelami ustawionymi pod kątem 15° . Są to miejsca newralgiczne, gdzie mogą tworzyć się worki śnieżne lub gromadzić zleżały śnieg, a w skrajnych przypadkach może tam dochodzić do powstawania pokrywy lodowej. Z uwagi na powyższe konieczna jest aktualizacja informacji zawartych w instrukcji odśnieżania dachu.
- 9.4. Z uwagi na istniejące pokrycie dachu folią membranową niedopuszczalne jest wykonanie konstrukcji wsporczej przekazującej obciążenia w sposób powodujący uszkodzenie poszycia. Niezbędne jest wykonanie posadowienia konstrukcji wsporczej na systemie podpór dachowych typu Big Foot.
- 9.5. Podczas wizji lokalnej nie stwierdzono degradacji elementów konstrukcyjnych dachu, widoczne są natomiast ślady po przeciekach i wapienne wykwity na spodniej powierzchni płyt korytkowych. Nie powodują one obniżenia parametrów wytrzymałościowych płyt.
- 9.6. Niezbędne jest przeprowadzanie okresowych przeglądów konstrukcyjnych i monitorowanie stanu elementów nośnych dachu.

10. Uwagi dodatkowe

- 10.1. Podczas montażu zaleca się stosowanie podkładów chroniących pokrycie dachowe.
- 10.2. Prace związane z montażem instalacji fotowoltaicznej prowadzić pod nadzorem osoby uprawnionej, zgodnie z zasadami BHP i ogólnej wiedzy technicznej.
- 10.3. W przypadku jakichkolwiek wątpliwości dotyczących niniejszego opracowania skontaktować się z autorem opracowania.

Opracował: **mgr inż. Sławomir Żebracki**

Kraków, maj 2023