



# Project Energy

smart energy solutions

## **OPINIA TECHNICZNA**

PROJECT ENERGY Sp. z o.o.

90-437 Łódź, al. Kościuszki 80/82

NIP 525-257-02-54 KRS 0000480961

[www.projectenergy.pl](http://www.projectenergy.pl)

### *Tytuł opracowania*

OPINIA TECHNICZNA DOT. MOŻLIWOŚCI MONTAŻU PANELI  
FOTOWOLTAICZNYCH NA DACHU SZKOŁY FILIALNEJ W SZYLENACH

### *Adres obiektu*

SZYLENY 13, 14-500 BRANIEWO

### *Inwestor*

URZĄD GMINY BRANIEWO  
UL. MONIUSZKI 5, 14-500 BRANIEWO

### *Opracował*

mgr. inż. Piotr Kruszyński

### *Projektant*

mgr. inż. Wojciech Życiński  
upr. bud. nr

### *Data wykonania*

Listopad 2016 roku

## **OPINIA TECHNICZNA**

### **DOTYCZĄCA MOŻLIWOŚCI MONTAŻU PANELI FOTOWOLTAICZNYCH NA DACHU SZKOŁY PODSTAWOWEJ W SZYLENACH**

#### **1.1 PRZEDMIOT OPRACOWANIA**

Przedmiotem opracowania jest istniejący budynek Zespołu szkół w Lipowinie, Szkoła Filijna w Szystenach gm. Braniewo.

#### **1.2 CEL OPRACOWANIA**

Celem opracowania jest sprawdzenie pod względem konstrukcyjno-wytrzymałościowym możliwości montażu modułów fotowoltaicznych, na dachu rozpatrywanego budynku.

#### **1.3 ZAKRES OPRACOWANIA**

Opracowanie obejmuje analizę konstrukcyjno-wytrzymałościową wspartą obliczeniami statycznymi po uwzględnieniu dodatkowego obciążenia od paneli słonecznych.

#### **1.4 PODSTAWA FORMALNA OPRACOWANIA**

Podstawę formalną niniejszego opracowania stanowi zlecenie firmy Project Energy Sp. z o.o. z siedzibą w Łodzi, z dnia 10.11.2016r zawarte pomiędzy Zamawiającym Project Energy, a Wykonawcą.

#### **1.5 PODSTAWA MERYTORYCZNA OPRACOWANIA**

Podstawę merytoryczną opracowania stanowi korespondencja mailowa z dnia 09.11.2016, 10.11.2016, 15.11.2016, przekazana dokumentacja projektowa oraz zdjęciowa, wykonana inwentaryzacja obiektu, a także obowiązujące normy i przepisy prawa budowlanego.

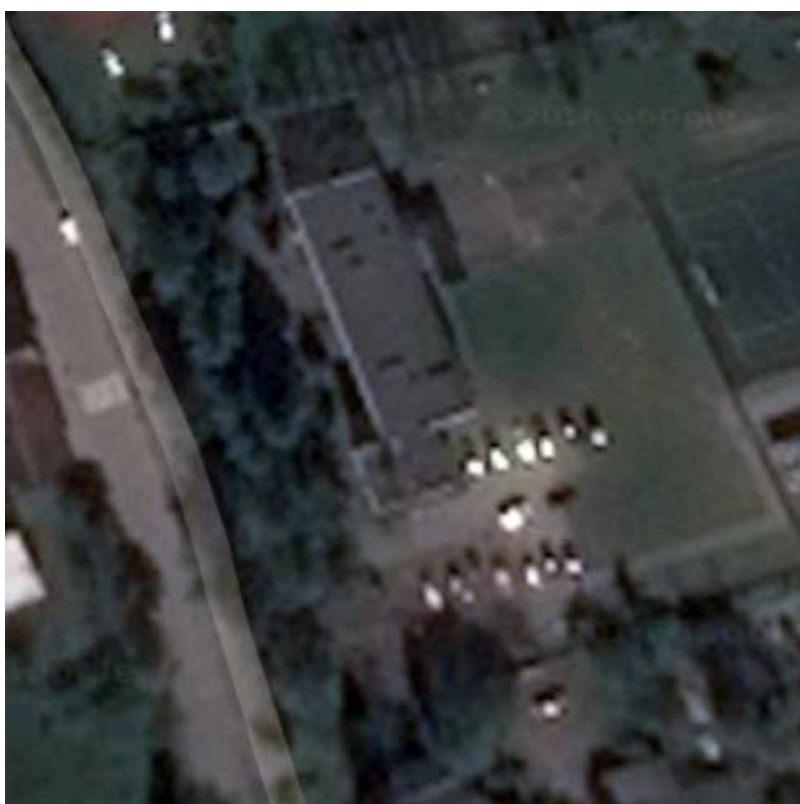
**Weryfikacja istniejącego stanu dachu nie jest zakresem opracowania. Wykonanie szczegółowej analizy technicznej należy przeprowadzić zgodnie z p. 1.9**

## 1.6. OPIS OGÓLNY

Przedmiotem opracowania jest montaż instalacji fotowoltaicznej złożonej z 70szt. paneli słonecznych na dachu budynku szkoły filijnej. Ciężar montowanych modułów fotowoltaicznych wraz z podkonstrukcją aluminią został określony przez inwestora i wynosi 0,20 kN/m<sup>2</sup>. Karta techniczna panelu fotowoltaicznego stanowi załącznik nr1 do niniejszej Opinii technicznej.

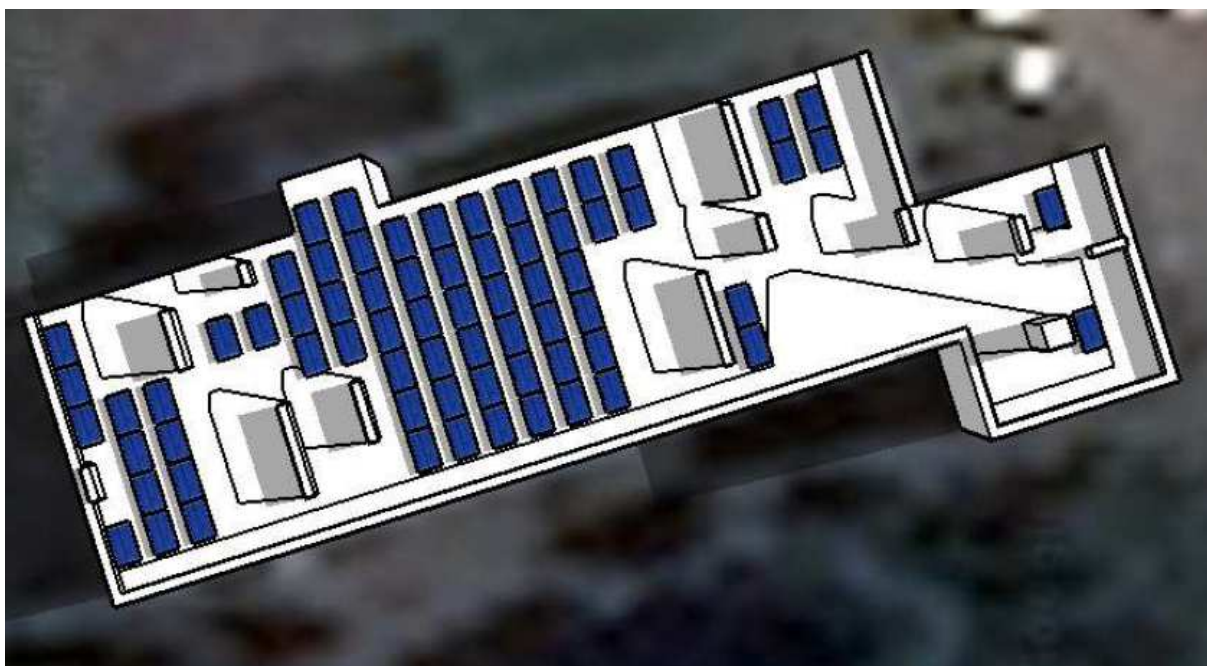
## 1.7 CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU

Rozpatrywany budynek jest budynkiem dwukondygnacyjnym, częściowo podpiwniczonym wykonanym w technologii tradycyjnej w latach 70 z dachem płaskim.

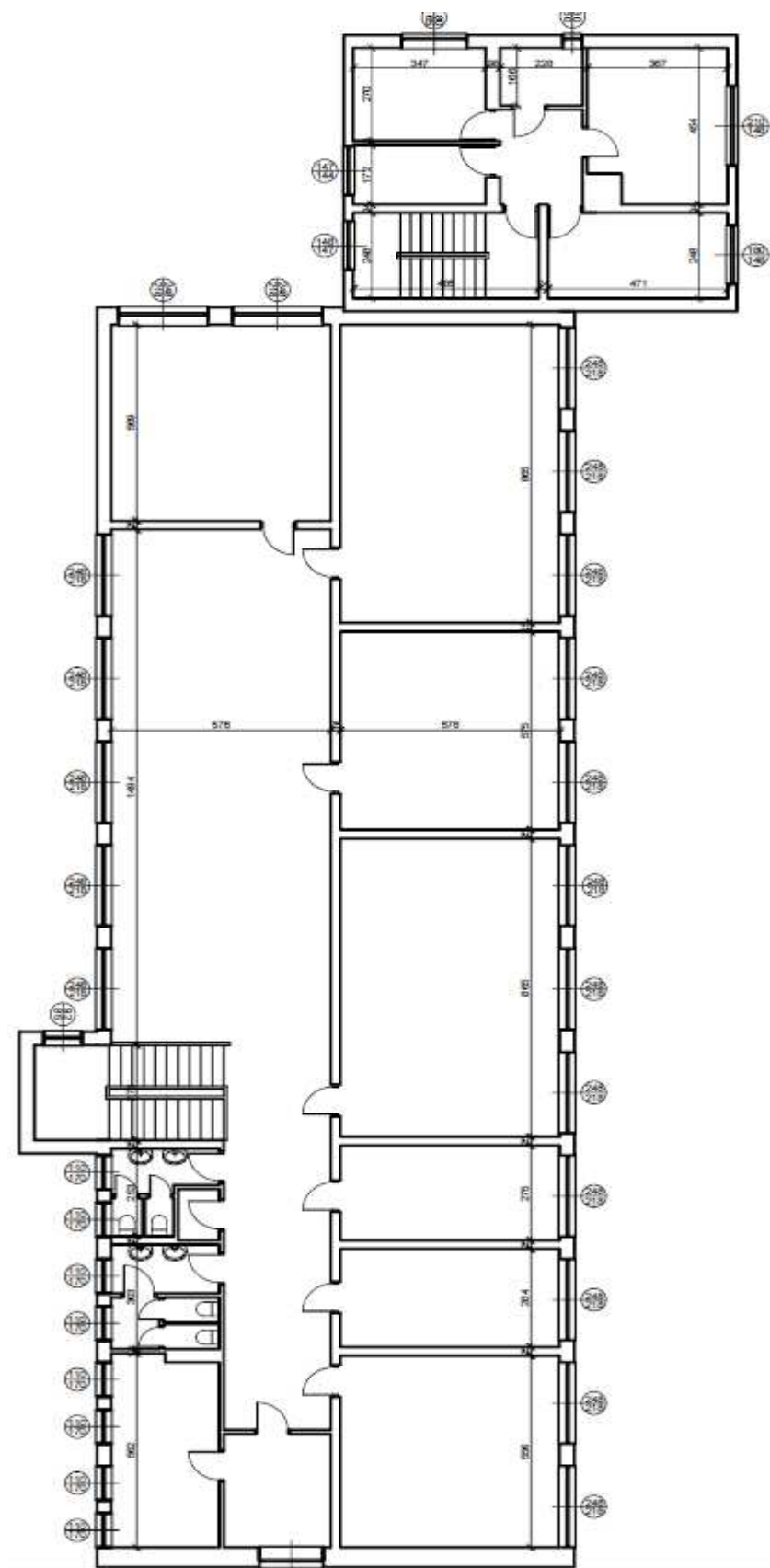


*Ilustracja 1: Szkoła podstawowa w Lipowinie*

Montaż paneli fotowoltaicznych obejmuje cały dach budynku. Budynek wykonany w technologii tradycyjnej, ściany murowane z cegły kratówki na zaprawie cementowo-wapiennej. Fundamenty stanowią ławy fundamentowe żelbetowe wylewne i ściany fundamentowe murowane z bloczków betonowych. Ściany zewnętrzne: murowane trójwarstwowe z cegły ceramicznej szczelinowej grub. 25 cm + 12cm, stropodach – niewentylowany, prefabrykowany żelbetowy gęstożebrowy typu DMS ze spadkami wyrobionymi z zasypki żużlowej zamkniętej szlichtą cementową i pokryty papą. Do ciężaru całkowitego stropu doliczono ocieplenie 10cm styropianem oraz dodatkową podwójną warstwę papy.



*Ilustracja 2: Rozmieszczenie paneli fotowoltalicznych na dachu szkoły*





## 1.8 DOKUMENTACJA ZDJĘCIOWA



### 1.9 ANALIZA STANU TECHNICZNEGO DACHU

Przed przystąpieniem do wykonania montażu należy wykonać następujące prace w celu określenia stanu technicznego konstrukcji dachów przez uprawnionego projektanta:

- Ocena wizualna stanu konstrukcji nośnej dachów (stropodachu gęstożebrowego DMS)
- Ocena stanu powłok zabezpieczających z zwróceniem szczególnej uwagi na możliwość występowania rys w miejscach charakterystycznych.
- Sprawdzenie czy ustrój jako całość oraz rozróżniając poszczególne elementy nie wyboczył się z płaszczyzny pionowej oraz czy ma dostateczną sztywność przestrzenną
- Sprawdzenie czy ugięcia nie przekraczają wartości dopuszczalnej
- Sprawdzenie występowania pęknięć i rys świadczących o przekroczeniu stanów granicznych
- Sprawdzenie klasy betonu elementów żelbetowych przy pomocy młotka schmidta (metoda sklerometryczna).
- Sprawdzenie rozstawu prętów w elementach żelbetowych przy pomocy Wykrywacza instalacji.

### 1.10 STAN TECHNICZNY ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH DACHU

Na podstawie przesłanej dokumentacji zdjęciowej stan techniczny konstrukcji oceniono jako **dobry** a cechy i właściwości wbudowanych materiałów odpowiadają wymaganiom normy.

Nie stwierdzono również nadmiernych ugięć dachu ani wyboczyń elementów nośnych ( w miejscach dostępnych).

### 1.11 STAN POWIERZCHNI POKRYCIA DACHOWEGO

Wszystkie rozpartywane dachy zostały pokryte papą na lepiku mocowaną bezpośrednio do styropianu. Stan wizualny papy oceniono jako zadowalający. Brak zniszczeń dotyczy również obróbek blacharskich oraz rynien.





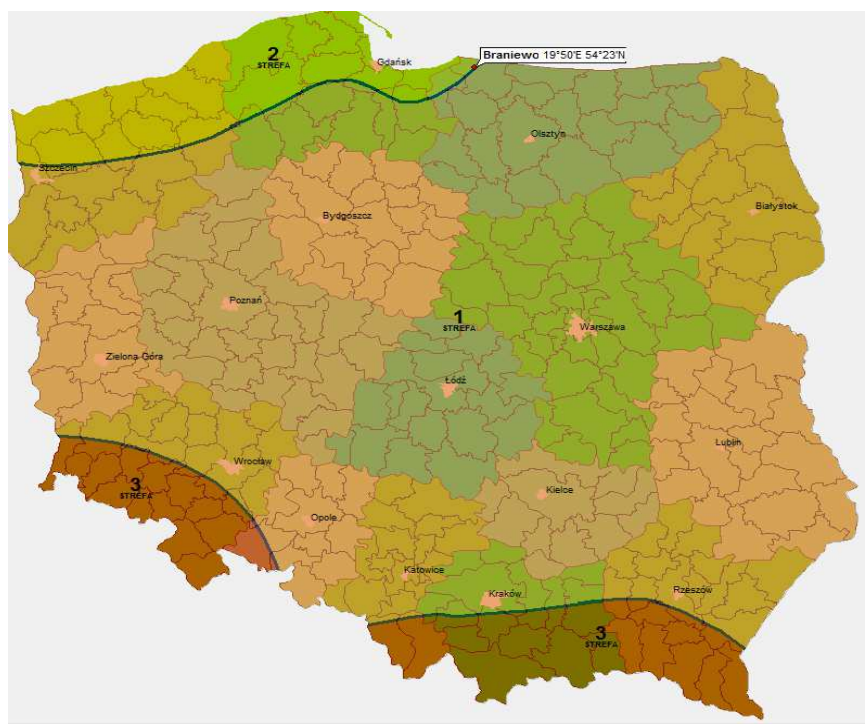
## 2 OBLICZENIA STATYCZNO- WYTRZYMAŁOŚCIOWE

Celem obliczeń jest sprawdzenie nośności stropodachu będącym elementem bezpośrednio narażonym na zniszczenie po uwzględnieniu dodatkowego ciężaru pochodzącego od montowanych modułów fotowoltalicznych.

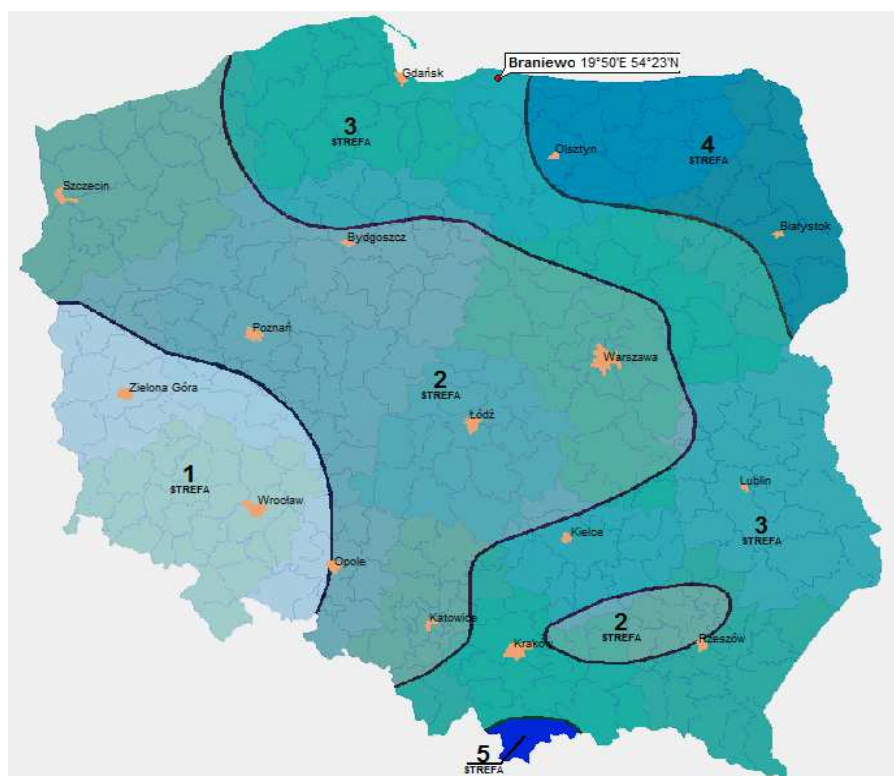
Ciężar montowanych modułów fotowoltalicznych wraz z podkonstrukcją aluminią został określony przez inwestora i wynosi 0,18 kN/m<sup>2</sup>.

### 2.1 DANE LOKALIZACYJNE

- kategoria terenu: III
- strefa obciążeń wiatrem: 2
- strefa obciążeń śniegiem: 3



*Ilustracja 3: Strefa Obciążeń Wiatrem*



Ilustracja 4: Strefa obciążeń śniegiem

## 2.2 OBCIĄŻENIE WIATREM

Obliczenia wartości obciążeń wiatrem przeprowadzono dla wszystkich rozpatrywanych połaci dachowych. Przyjęto wartości graniczne ze względu na wysokość obiektów oraz nachylenie połaci dachowej.

- Bazowa prędkość wiatru: 
$$v_b = v_{b,0} = 26 \frac{m}{s}$$
- Bazowe ciśnienie prędkości wiatru: 
$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v^2 = 0,42 \frac{kN}{m^2}$$
- Współczynnik ekspozycji: 
$$C_e(z_e) = 1,9 \left( \frac{z}{10} \right)^{0,26} = 1,94$$
- Wartość szczytowa ciśnienia prędkości wiatru: 
$$q_p(z) = C_e(z_e) q_b = 0,8 \frac{kN}{m^2}$$
- współczynnik ciśnienia zewnętrznego: 
$$C_{pe,10} = +0,2$$
- Ciśnienie charakterystyczne wiatru: 
$$q_p = q_p(z) * C_{pe,10} = 0,17 \frac{kN}{m^2}$$

- Ciśnienie obliczeniowe:

$$q_d = 1,5 \cdot q_k = 0,26 \frac{kN}{m^2}$$

- Wartość obciążenia wiatrem połaci dachowej przyjętego do obliczeń wynosi  $0,26 \frac{kN}{m^2}$ .

## 2.3 OBCIĄŻENIE ŚNIEGIEM

- Obliczenia wartości obciążeń śniegiem przeprowadzono dla wszystkich rozpatrywanych połaci dachowych.

- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu:

$$s_k = 0,9 \frac{kN}{m^2}$$

- Współczynnik kształtu dachu:

$$\mu_1 = 0,8$$

- Charakterystyczne obciążenie śniegiem dachu:

$$S_k = s_k \cdot \mu_1 = 0,72 \frac{kN}{m^2}$$

- Obliczeniowe obciążenie śniegiem dachu:

$$q_d = S_k \cdot 1,5 = 1,08 \frac{kN}{m^2}$$

Wartość obciążenia śniegiem połaci dachowej przyjęte do obliczeń wynosi  $1,08 \frac{kN}{m^2}$ .

## 2.4 ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ STAŁYCH

LP	Warstwa	Grubość	Ciężar	Obc. char.	Wsp. obl.	Obc. obl.
		[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]
1	Panele fotowoltaiczne	[-]		0,12	1,35	0,16
2	Podkonstrukcja alum.	[-]		0,08	1,35	0,11
3	Papa asfaltowa x2	[-]		0,15	1,35	0,2
4	Styropian dach	10cm	1,5	0,15	1,35	0,2
5	Papa asfaltowa x2	[-]		0,15	1,35	0,2
6	Spadki z żużla	10cm	18	1,8	1,35	2,43
7	Szlichta cem.	1,5cm	18	0,18	1,35	0,24

	RAZEM					3,54
--	-------	--	--	--	--	------

Obciążenie obliczeniowe od ciężarów własnych warst poszycia połaci dachowej dla

Budynku Szkoły wynosi:

$$G_{B3K} = 3,54 \frac{kN}{m^2}$$

## 2.5 ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ ZMIENNYCH

Do obliczeń przyjęto następujące wartości obciążeń zmiennych:

• Obciążenie obliczeniowe od wiatru:

$$Q_w = 0,171 \frac{kN}{m^2}$$

• Obciążenie obliczeniowe od śniegu:

$$Q_s = 1,08 \frac{kN}{m^2}$$

• Suma obciążeń zmiennych

$$Q = Q_w + Q_s = 1,33 \frac{kN}{m^2}$$

• Dopuszczalne obciążenie

$$Q_{max} = 2,30 \frac{kN}{m^2}$$

**Warunek nośności nie został spełniony**

$$Q_{max} = 2,30 \frac{kN}{m^2} < Q_c = 4,85 \frac{kN}{m^2}$$

### 3. WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń stwierdzono niewystarczającą nośność stropu DMS. Brak dokumentacji konstrukcyjnej nie pozwala na przeprowadzenie szczegółowych obliczeń belek stropu gęstożebrowego DMS. Dodatkowe obciążenie powstałe po montażu modułów fotowoltaicznych może spowodować przekroczenie nośności konstrukcji stropodachu. Ze względu na liczne przypadki błędów produkcji i wykonania stropów DMS rozpatrywany element nie wolno obciążać dodatkowym ciężarem od paneli wraz z podkonstrukcją.

Proponowane jest rozwiązanie problemu poprzez zastosowanie stalowej lub aluminiowej podkonstrukcji nośnej – rusztu na którym zostanie wsparta podkonstrukcja aluminiowa paneli fotowoltaicznych. Konstrukcję należy wesprzeć na ścianach nośnych zewnętrznych i wewnętrznych. Schemat konstrukcji wsporczej przedstawiono w załączniku nr2. Na podstawie przedstawionego schematu można w bezpieczny sposób przenieść dodatkowe obciążenia na konstrukcję nośną. Projekt konstrukcji wsporczej wymaga osobnego opracowania.

Wszystkie roboty powinny być przeprowadzone zgodnie z przepisami techniczno- budowlanymi, obowiązującymi normami budowlanymi oraz zasadami wiedzy technicznej i BHP pod nadzorem osoby do tego uprawnionej, przy użyciu wyrobów dopuszczalnych do stosowania w budownictwie. Wszystkie elementy stalowe należy zabezpieczyć antykorozyjnie stosując ocynkowanie. Podczas montażu konstrukcji na dachu zaleca się zwrócenie szczególnej uwagi na niemagazynowanie montowanych elementów na dachu. Dopuszczalny jest wyłącznie bezpośredni montaż transportowanych elementów na dach obiektu.

## Załącznik 1

Zastosowane panele fotowoltaiczne

### Specyfikacja techniczna

SV60P



Typ modułu		SV60P.4-250	SV60P.4-255	SV60P.4-260
Moc maksymalna (-0/+5W)	$P_{max}$ [W]	250	255	260
Napięcie obwodu otwartego	$V_{oc}$ [V]	37,5	37,6	37,7
Napięcie mocy maksymalnej	$V_{mpp}$ [V]	29,9	30,4	31,0
Prąd zwarcia	$I_{sc}$ [A]	8,80	8,85	8,90
Natężenie prądu mocy maksymalnej	$I_{mpp}$ [A]	8,37	8,42	8,45
Współczynnik wypełnienia	[%]	76,7	77,0	77,2
Sprawność	[%]	15,3	15,6	15,8
Ilość diod bypass	[szt.]	3		
Stopień ochrony puszkii przyłączeniowej	[-]	IP65		
Specyfikacja szkła	[-]	3,2mm; pryzmatyczne; hartowane		
Masa całkowita	[kg]	18		
Konektory		PV4 (w pełni kompatybilne z MC4)		

wartości nominalne dla standardowych warunków testowania – STC (AM 1.5; 1000W/m<sup>2</sup>; 25°C); tolerancja parametrów prądów i napięć ±5%

Współczynniki temperaturowe	$P_{max}$ : -0,42% /°C	$I_{sc}$ : 0,03% /°C	$V_{oc}$ : -0,30% /°C
	Temperatura pracy: -40 ÷ +85°C		Max. Napięcie Systemu: 1000VDC
	Temperatura otoczenia: -40 ÷ +45°C		Wartość zabezpieczenia: 15A

Wytrzymałość mechaniczna	
Wytrzymałość na obciążenia statyczne (wiatr, śnieg, lód) <sup>1</sup>	8000 Pa [≈ 800 kg/m <sup>2</sup> ]
Wytrzymałość uderowa (grad) <sup>2</sup>	kula gradowa: Ø= 55 mm; V= 122 km/h; m= 80,2 g

<sup>1</sup>Mechanical Load Test; <sup>2</sup>Hail Test

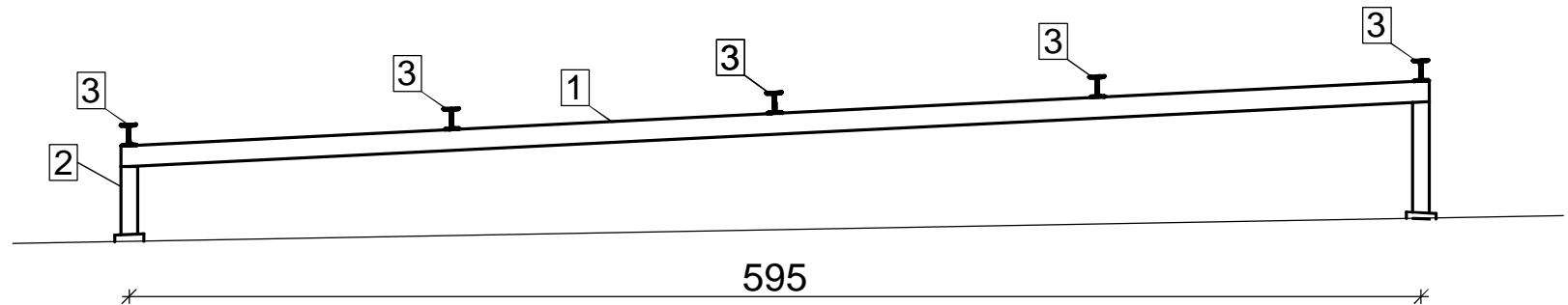


# SCHEMAT

## Konstrukcji wsporczej

pod montaż paneli fotowoltaicznych Szkoły Podstawowej w Szylenach

### PRZEKRÓJ 1-1



- 1 Ceownik UPE140 dł. 630cm
- 2 Profil zamknięty zimnogięty kwadratowy 20x20
- 3 2 x Ceownik UPE 80

