

## EKSPERTYZA TECHNICZNA

### 1. Ustalenia ogólne

#### 1.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest ocena możliwości montażu 60 sztuk paneli fotowoltaicznych o łącznej mocy 30 kWp wraz z konstrukcją wsporczą na dachu budynku Szkoły Podstawowej im. ks. Jerzego Popiełuszki w Kolechowicach.

#### 1.2. Inwestor

Urząd Miejski w Ostrowie Lubelskim

ul. Partyzantów 1

21 – 110 Ostrów Lubelski

### 2. Podstawa opracowania

- Zlecenie inwestora;
- Audyt efektywności energetycznej;
- Oględziny obiektu;
- Projekt instalacji fotowoltaicznej;

### 3. Założenia przyjęte do obliczeń konstrukcji

#### 3.1. Opis budynku

Budynek szkoły dwukondygnacyjny, częściowo podpiwniczony, wybudowany w konstrukcji tradycyjnej. Ściany zewnętrzne starszej części z cegły ceramicznej zaś nowszej z betonu komórkowego, ocieplone warstwą styropianu o gr. 12 cm. Stropodach nad szkołą w konstrukcji prefabrykowanej, wentylowany, kryty papą, ocieplony wełną min. Stropodach nad salą gimnastyczną z płyt warstwowych.

#### 3.2. Przepisy prawa budowlanego oraz obowiązujące normy budowlane

PN-EN 1990:2004 – Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji.

PN-EN 1991-1-1:2004 – Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne – Ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.

PN-EN 1991-1-3:2005 – Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: Oddziaływania ogólne – Obciążenie śniegiem.

PN-EN 1991-1-4:2008 – Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne – Oddziaływania wiatru.

W obliczeniach przyjęto:

strefę obciążenia wiatrowego: I

strefę obciążenia śniegiem: III

#### 3.3. Zestawienie obciążeń

##### Obciążenia stałe

N r	Rodzaj obciążenia	Wartość	Jednostka	obciążenie charakter. [kN/m <sup>2</sup> ]	współ. obc.	Obciążenie oblicz. [kN/m <sup>2</sup> ]
1	Papa asfaltowa	0.230	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.230	1.35	0.311
2	Gładź cementowa	0.110	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.110	1.35	0.150

3	Płyta korytkowa	1.530	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.530	1.35	2.070
4	Wełna mineralna	0.150	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.150	1.35	0.203
5	Płyta żerańska	3.300	[kN/m <sup>2</sup> ]	3.300	1.35	4.455
6	Tynk cementowo – wapienny	0.285	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.285	1.35	0.385
				$g^k_1=5.605$	1.35	$g^d_1=7.574$

**Obciążenie zmienne**

Nr	Rodzaj obciążenia	Wartość	Jednostka	obciążenie charakter. [kN/m <sup>2</sup> ]	współ. obc.	Obciążenie oblicz. [kN/m <sup>2</sup> ]
1	Obciążenie śniegiem	0.96	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.96	1.50	1.44
2	Obciążenie śniegiem - przeszkoda	1.20	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.20	1.50	1.80

**Obciążenie zmienne – wiatr**

Nr	Rodzaj obciążenia	Wartość	Jednostka	obciążenie charakter. [kN/m <sup>2</sup> ]	współ. obc.	Obciążenie oblicz. [kN/m <sup>2</sup> ]
1	Obciążenie wiatrem-pole F	-1.41	[kN/m <sup>2</sup> ]	-1.41	1.50	-2.12
2	Obciążenie wiatrem-pole G	-1.12	[kN/m <sup>2</sup> ]	-1.12	1.50	-1.68
3	Obciążenie wiatrem-pole H	-0.64	[kN/m <sup>2</sup> ]	-0.64	1.50	-0.96
4	Obciążenie wiatrem-pole I	0.08	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.08	1.50	0.12
5	Obciążenie wiatrem-pole J	0.02	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.02	1.50	0.03

**4. Analiza konstrukcji dachu**

Na podstawie analizy zagrożeń środowiskowych przyjęto, że klasa korozyjności środowiska to C3 – na zewnątrz obiektu (atmosfery miejskie i przemysłowe). Nie stwierdza się szczególnych zagrożeń środowiskowych.

Planowane dodatkowe obciążenie w formie paneli fotowoltaicznych:

- Moduł fotowoltaiczny: 26,3 kg (wymiary modułu: 2187 x 1102 x 35 mm, tj. 2,41 m<sup>2</sup>), co daje masę modułu na 1 m<sup>2</sup> = 10,91 kg/m<sup>2</sup>;
- System montażowy składa się z dwóch podpór trójkąnych obciążonych bloczkiem betonowym oraz wiatrownicą usztywniającą konstrukcję oraz stanowiącą barierę dla wiatru. W przypadku gdy występuje szereg paneli fotowoltaicznych w jednym rzędzie, jedna podpora stanowi podparcie dla dwóch sąsiadujących ze sobą paneli; masa systemu montażowego wraz z bloczkami betonowymi – 25,8 kg/m<sup>2</sup>;



Fot. 1 Widok konstrukcji wsporczej

- koryta kablowe: masa koryta kablowego – 2,2 kg/m<sup>2</sup>;
- okablowanie: masa przewodów – 1,5 kg/m<sup>2</sup>;

Podsumowując poszczególne elementy, masa instalacji fotowoltaicznej dociążającej dach wynosi: 40,41 kg/m<sup>2</sup> – tj. 0,404 kN/m<sup>2</sup> (0,545 kN/m<sup>2</sup> obliczeniowo).

**Zestawienie obciążeń istniejących na płycie korytkowej:**

N r	Rodzaj obciążenia	Wartość [kN/m <sup>2</sup> ]	Jednostka	Obciążenie charakter. [kN/m <sup>2</sup> ]	Współ. obc.	Obciążenie oblicz. [kN/m <sup>2</sup> ]
1	Papa asfaltowa	0.230	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.230	1.35	0.311
2	Gładź cementowa	0.110	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.110	1.35	0.150
3	Obciążenie śniegiem	0.96	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.960	1.40	1.344
4	Obciążenie wiatrem	0.08	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.080	1.40	0.112
Razem				1.380		1.917

## 5. Podstawowe wyniki obliczeń

Na podstawie archiwalnej dokumentacji projektowej określono, że przekrycie analizowanego budynku stanowi prefabrykowana płyta korytkowa o gr. 12 cm. Jest podparta przez ceglane ścianki ażurowe w rozstawie co 300 cm.

Zgodnie z danymi katalogowymi ciężar płyty wynosi 153 kg/m<sup>2</sup>, a dopuszczalne obciążenie ponad ciężar własny wynosi 1,8 kN/m<sup>2</sup> (obciążenia charakterystycznego).

Zestawienie obciążeń ponad ciężar własny płyt korytkowych.

N r	Rodzaj obciążenia	Wartość [kN/m <sup>2</sup> ]	Jednostka	Obciążenie charakter. [kN/m <sup>2</sup> ]	Współ. obc.	Obciążenie oblicz. [kN/m <sup>2</sup> ]
1	Panele fotowoltaiczne	0.404	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.404	1.35	0.545
2	Papa asfaltowa	0.230	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.230	1.35	0.311
3	Gładź cementowa	0.110	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.110	1.35	0.150
4	Obciążenie śniegiem	0.96	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.960	1.40	1.344
5	Obciążenie wiatrem	0.08	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.080	1.40	0.112
Razem				1.784		2.462

Obciążenie charakterystyczne pokrycia dachowego po zamontowaniu paneli fotowoltaicznych wynosi: **1,784 kN/m<sup>2</sup>**, co nie przekracza dopuszczalnych wartości charakterystycznych obciążeń dla płyt korytkowych – **1,8 kN/m<sup>2</sup>**.

Poddając analizie istniejące płyty korytkowe, których dotychczasowe obciążenie obliczeniowe wynosiło 1.917 kN/m<sup>2</sup>, poprzez montaż paneli fotowoltaicznych, ich obciążenie zostanie zwiększone o 0,545 kN/m<sup>2</sup>, co stanowi 28,43% obciążenia istniejącego.

Montaż paneli fotowoltaicznych wraz z wiatrownicą – wyprofilowaną blachą, która usztywnia konstrukcję dwóch podpór trójkątnych oraz stanowi barierę dla wiatru, może powodować zaleganie śniegu za panelem fotowoltaicznym. Poniżej przedstawia się zestawienie obciążeń z uwzględnieniem w/w obciążeń.

Zestawienie obciążeń ponad ciężar własny płyt korytkowych

N r	Rodzaj obciążenia	Wartość [kN/m <sup>2</sup> ]	Jednostka	Obciążenie charakter. [kN/m <sup>2</sup> ]	Współ. obc.	Obciążenie oblicz. [kN/m <sup>2</sup> ]
1	Panele fotowoltaiczne	0.404	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.404	1.35	0.545
2	Papa asfaltowa	0.230	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.230	1.35	0.311
3	Gładź cementowa	0.110	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.110	1.35	0.150
5	Obciążenie wiatrem	0.08	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.080	1.40	0.112
6	Obciążenie śniegiem	1.200	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.200	1.50	1.800
Razem				2.024		2.918

## 6. Wnioski z przeprowadzonej analizy

Biorąc pod uwagę przeprowadzoną analizę oraz fakt, że konstrukcja nie wykazuje żadnych oznak zużycia (nadmierne ugięcie, korozja) stwierdza się, że planowana inwestycja w postaci paneli fotowoltaicznych na dachu budynku nie stanowi zagrożenia dla zdrowia lub życia ludzi oraz nie wpłynie na dotychczasową eksploatację obiektu przy założeniu, że **dach będzie regularnie odśnieżany i nie zostanie dopuszczone do nadmiernego gromadzenia się pokrywy śnieżnej na dachu;**

## 7. Uwagi wykonawcze

W trakcie montażu paneli fotowoltaicznych nie wolno składować materiałów blokowo (tj. jeden na drugim). Montaż paneli powinien odbywać się jeden po drugim, bez nadmiernego składowania materiałów na dachu. Montaż powinien być przeprowadzony na dachu przez maksymalnie 2 – 3 osoby. Jakiegokolwiek ubytki, uszkodzenia, defekty powstałe podczas prowadzenia prac montażowych w pokryciu dachu należy naprawić/uzupełnić.

## 8. Uwagi końcowe

Wszystkie prace powinny być wykonane zgodnie z zasadami wiedzy technicznej, informacjami zawartymi w kartach katalogowych producentów oraz przepisami BHP, pod fachowym nadzorem technicznym i autorskim.

Opracował:

mgr inż. Sylwester Mituła  
upr. nr LUB/00215/POOK/09