

OPINIA TECHNICZNA dot. OCENY NOŚNOŚCI KONSTRUKCJI **STROPODACHU W CELU MONTAŻU PANELI FOTOWOLTAICZNYCH**

Przedmiotem niniejszego opracowania jest możliwość umieszczenia zespołu paneli fotowoltanicznych w ilości 31 sztuk na dachu istniejącego budynku Urzędu Gminy Elbląg w Elblągu przy ul. Browarnej 85.

Panele fotowoltaniczne umieszczone zostaną w rejonie ścianek kolankowych podpierających płyty korytkowe stanowiące górną część stropodachu wentylowanego zgodnie z rysunkiem K-1 - załącznik do opinii. Przyjęto układ płyt korytkowych zgodnie z tym rysunkiem; płyty o wymiarach 60x300cm. Podczas prowadzenia prac budowlanych należy zweryfikować przyjęte założenia, a w przypadku stwierdzenia innego stanu zgłosić ten fakt projektantowi.

Fragment budynku objętego opracowaniem to obiekt 2-kondygnacyjny, podpiwniczony wykonany w 1991 roku.

Przekrycie budynku stropodachem płaskim. Obiekt murowany w technologii tradycyjnej. Ściany nośne murowane z cegły ceramicznej pełnej, cegły kratówki oraz bloczków gazobetonu o układzie mieszanym.

Ławy fundamentowe żelbetowe.

Stropy istniejące prefabrykowane z płyt żelbetowych kanałowych typu ŻERAŃ, na fragmentach nad klatką schodową stropy wylewane w postaci płyt żelbetowych krzyżowo zbrojonych. Stropodach nad pomieszczeniami piętra wentylowany dwudzielny, przekryty płytami korytkowymi prefabrykowanymi.

Nie dokonywano żadnych odkrywek stropodachu. Założono że są to płyty o rozpiętości modularnej 300cm i szerokości 60cm. Wysokość płyty w przedziale 15-18cm.

Z danych różnych producentów i danych katalogowych nośność, czyli dopuszczalne obciążenie płyty korytkowej (prócz ciężaru własnego) wynosi ~2,60 kN/m².

Istniejące stropy nie wykazują oznak świadczących o negatywnym wpływie czynników atmosferycznych i wpływu czasu, użytkowania na bezpieczeństwo konstrukcji.

ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ PŁYT KORYTKOWYCH STANOWIĄCYCH WIERZCHNIĄ WARSTWĘ STROPODACHU ORAZ PODSTAWOWE WYNIKI

- Lokalizacja obiektu: dz.nr: 30/2; 82-300 Elbląg, ul. Browarna 85

Założenia przyjęte do obliczeń

A. Strefa obciążenia wiatrem - I strefa: $q_k=420$ Pa (0,42 kN/m²), teren typ B

B. Strefa obciążenia śniegiem - III strefa: $Q_k= 1,20$ kN/m²

Podstawowe normy i przepisy:

- PN-77 B-02011/Az1 – Obciążenie wiatrem
- PN-80 B-02011/Az1 – Obciążenie śniegiem
- PN-82 B-02003 – Obciążenie zmienne technologiczne
- PN-82 B-02001 – Obciążenie stałe

ZEBRANIE OBCIĄŻEŃ

1.1. Obciążenie stałe pokrycia dachu – m²

- ciężar własny dachu na 1m² połaci

Lp.	Rodzaj obciążenia	Wartość charakterystyczna [kN/m ²]	γ_f	Wartość obliczeniowa [kN/m ²]
1	Papa na podłożu bet. 2 warstwy	0,10	1,2	0,12
2	Szlichta betonowa wyrównująca 22kN/m ³ x0,03m	0,66	1,3	0,86
3	Wełna mineralna gr.21cm 1,0kN/m ³ x0,21m	0,21	1,2	0,25
4	Papa wierzchnia 2 warstwy	0,04	1,2	0,05
5	Obciążenie panelem fotowoltaiczn. 0,2kN/(1,0mx1,69m)/cos 30°	0,14	1,1	0,15
6	Obciążenie konstrukcji pod panele 0,1kN/(1,0mx1,69m)	0,06	1,1	0,07
7	Obciążenie element. dociskowym 0,8kN/(1,0mx1,69m)	0,47	1,1	0,52

$$\Sigma: \quad g_{1k} = 1,68[\text{kN/m}^2] \quad g_1 = 2,02[\text{kN/m}^2]$$

1.2. Obciążenie śniegiem.

Dach główny jednospadowy $\rightarrow \alpha = 3.^\circ$; $\cos 3^\circ = 0,998$

Lokalizacja – Elbląg \Rightarrow 3 strefa obciążenia śniegiem

$$S = S_k \times \gamma_f$$

$$S_k = Q_k \times C \quad \gamma_f = 1,5$$

$$Q_k = 1,2 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$

Wyznaczenie współczynnika kształtu dachu C:

$$C_1 = C_2 = 0,80$$

Wartości charakterystyczne:

$$S_{1k} = 1,2 * 0,8 = 0,96 \text{ kN/m}^2$$

Wartości obliczeniowe:

$$S_1 = 1,5 * 0,96 = 1,44 \text{ kN} / \text{m}^2$$

1.3. Obciążenie wiatrem.

Dach jednospadowy

Ze względu na małe nachylenie połaci dachowej wynoszące $\sim 3^\circ$ parcie wiatru na połac pominęto. Występuje jedynie działanie wiatru na powierzchnię panelu

Lokalizacja – Elbląg \Rightarrow 2 strefa obciążenia wiatrem

Teren B

$$p = p_k \times \gamma_f$$

$$p_k = q_k \times C_e \times C \times \beta \quad \gamma_f = 1,5$$

- $q_k = 0,42 \text{ kN} / \text{m}^2$ - charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru
- $\beta = 1,8$ - współczynnik działania porywów wiatru dla konstrukcji niepodatnej

Wyznaczenie współczynnika ekspozycji C_e :

$z = 9,49 \text{ m}$ - wysokość budynku nad poziom terenu

- $C_e = 0,8$

Wyznaczenie współczynnika aerodynamicznego C:

$$C = C_z; \quad \alpha = 30^\circ; \quad \cos 30^\circ = 0,866 \quad \text{Kąt nachylenia paneli do połaci dachu}$$

strona nawietrzna parcie $C_{z1} = 0,02 * (\alpha - 10^\circ) = 0,40$

strona nawietrzna ssanie max. pominęto do obliczeń

Wartości charakterystyczne obc. wiatrem:

$$\text{strona nawietrzna parcie} \quad p_{1k} = 0,42 * 0,8 * 0,4 * 1,8 = 0,24 \text{ kN} / \text{m}^2$$

Wartości obliczeniowe obc. wiatrem:

$$\text{strona nawietrzna} \quad p_1 = 1,5 * 0,24 = 0,36 \text{ kN} / \text{m}^2$$

Po przeprowadzeniu analizy statycznej stwierdzono występowanie następujących sił w podporach pod panelem (1 sztuka o szerokości 1m)

- R1 – reakcja pionowa w węźle dolnym $\rightarrow 0,18 \text{ kN}$
- H1 – reakcja pozioma w węźle dolnym $\rightarrow 0,30 \text{ kN}$
- R2 – reakcja pionowa w węźle górnym $\rightarrow 0,35 \text{ kN}$

Obciążenie całkowite pionowe na 1 m^2 połaci

- $p_1 = 0,36 \text{ kN} / \text{m}^2 \times 1,69 \text{ m} * \cos 30^\circ = 0,53 \text{ kN} / \text{m}^2$

PODSUMOWANIE - OBCIĄŻENIA

Obciążenie stałe pokrycia dachu + śniegu – m² (TAB.1)

Lp.	Rodzaj obciążenia	Wartość charakterystyczna [kN/m ²]	γ_f	Wartość obliczeniowa [kN/m ²]
1	Papa na podłożu bet. 2 warstwy	0,10	1,2	0,12
2	Szlichta betonowa wyrównująca 22kN/m ³ x0,03m	0,66	1,3	0,86
3	Wełna mineralna gr.21cm 1,0kN/m ³ x0,21m	0,21	1,2	0,25
4	Papa wierzchnia 2 warstwy	0,04	1,2	0,05
5	Obciążenie śniegiem	0,96	1,5	1,44

$$\Sigma: \quad g_{1k} = 1,97[\text{kN/m}^2] \quad g_1 = 2,72[\text{kN/m}^2]$$

Obciążenie od panelu fotowoltaicznego – m² (TAB.2)

Lp.	Rodzaj obciążenia	Wartość charakterystyczna [kN/m ²]	γ_f	Wartość obliczeniowa [kN/m ²]
1	Obciążenie panelem fotowoltaiczn. 0,2kN/(1,0mx1,69m)/cos 30°	0,14	1,1	0,15
2	Obciążenie konstrukcji pod panele 0,1kN/(1,0mx1,69m)	0,06	1,1	0,07
3	Obciążenie element. dociskowym 0,8kN/(1,0mx1,69m)	0,47	1,1	0,52
4	Obciążenie wiatrem	0,35	1,5	0,53

$$\Sigma: \quad g_{1k} = 1,02[\text{kN/m}^2] \quad g_1 = 1,27[\text{kN/m}^2]$$

Są to obciążenia przyłożone do powierzchni stropodachu w paśmie 1.46m (rzut paneli na powierzchnię połaci dachowej) w miejscu montażu paneli.

ANALIZA OBCIĄŻEŃ

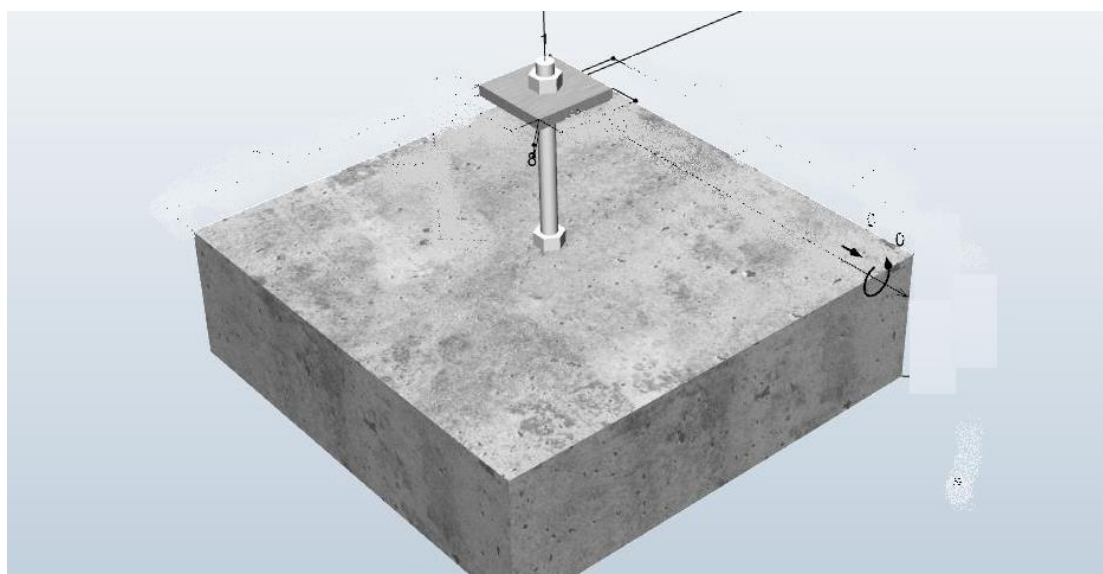
Zgodnie z zestawieniem sumarycznym obciążeń pokrycia dachu oraz śniegu (TAB.1) widoczne jest niewielkie przekroczenie obciążenia obliczeniowego rozłożonego na całą powierzchnię stropodachu wynoszące w najgorszym wypadku 272kg/m². Dopuszczalne obliczeniowe obciążenie wynosi ~260kg/m². Ta niewielka różnica nie wpływa zatem na nośność całości konstrukcji i nie zagraża bezpieczeństwu jej użytkowania.

Obciążenie pod baterią paneli fotowoltaicznych należy zredukować o wartość betonowych elementów dociskających. W celu jak najmniejszego przekazywania obciążeń spod paneli na powierzchnię płyt korytkowych usytuować je należy zgodnie z rysunkiem K-1 czyli nad ściankami kolankowymi podpierającymi płyty. Obciążenia te zostaną zatem przeniesione na żelbetowe płyty żerańskie znajdujące się poniżej.

Z uwagi na to, że połać budynku zostanie poddana termomodernizacji zakładającej docieplenie go wełną mineralną gr.21cm wraz z nowym pokryciem dachu w postaci papy termozgrzewalnej na płytach korytkowych zastosowany zostanie system inwazyjny. Warstwę termoizolacyjną należy wykonać po zamontowaniu konstrukcji wsporczych systemowych zaproponowanych przez firmę dokonującą montażu paneli fotowoltaicznych.

Polega on na mocowaniu za pomocą kotew mechanicznych konstrukcji systemu do dachu. Zastosować wybrane rozwiązanie systemowe zaproponowane przez firmę dokonującą montażu paneli fotowoltaicznych.

Alternatywny bezinwazyjny balastowy system montażu za pomocą odważników betonowych (dociążający pasmo pod panelami o szerokości 1.46m naciskiem $0,52 \text{ kN/m}^2$) z uwagi na brak szczegółowych informacji o zastosowanych płytach korytkowych został odrzucony.



Przykładowe rozwiązanie kotwy mechanicznej.

WNIOSKI KOŃCOWE

Uznano, że elementy fotowoltaiki (BEZ ELEMENTÓW BETONOWYCH DOCISKAJĄCYCH) nie zwiększą swoją masą obciążenia na stropodach w istotny sposób.

Płyty korytkowe mogą mieć różną nośność w zależności od okresu produkcji, a ich nośność wynosi od 1,8 do 2,65 kN/m^2 jednak z uwagi na to, że na dowolną płytę niezależnie od okresu jej produkcji przewidziano obciążenie śniegiem oraz warstwę wykańczającą powyżej jej uznano, że stropodach jako cała płaszczyzna dachowa przeniesie bezpiecznie obciążenia.

Opracowanie nie wprowadza zmian w konstrukcję istniejących elementów dachowych

Niniejsze opracowanie dotyczy elementów konstrukcyjnych co do stanu ich zachowania w wyniku montażu paneli fotowoltaicznych i nie zawiera zapewnienia właściwej izolacji cieplnej i przeciw-wilgotnościowej i przeciw-wodnej, które nie są

przedmiotem tego opracowania. Nie zawiera też rozwiązań systemowych montażu ram stalowych pod zamocowanie paneli przez firmę dokonującą montażu paneli fotowoltaicznych.

Wszystkie prace należy wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami wykonania i odbioru robót budowlanych oraz przepisami BHP pod stałym nadzorem technicznym osób uprawnionych.

Wszystkie materiały budowlane, konstrukcyjne i wykończeniowe użyte przez wykonawcę muszą posiadać obowiązujące w Polsce świadectwa dopuszczenia, aprobaty techniczne i certyfikaty lub deklaracje zgodności.

Przed przystąpieniem do wykonywania prac należy wykonać dokładną inwentaryzację stanu technicznego budynku. Wszystkie rysy w ścianach i stropach powinny zostać udokumentowane (najlepiej w formie fotografii lub filmów) a ich stan na bieżąco monitorowany. W przypadku stwierdzenia niebezpiecznego powiększania się obecnych zarysowań lub powstania znaczących nowych rys należy wstrzymać prace mogące być ich przyczyną i skontaktować się z autorem opinii.

Wszystkie materiały konkretnych producentów można zastąpić materiałami innych producentów, pod warunkiem, że posiadają parametry nie gorsze od przedstawionych.

Wszystkie wymiary podane w projekcie, muszą zostać przez wykonawcę potwierdzone w naturze przed przystąpieniem do wykonania konkretnego elementu.

Wszystkie zmiany co do ustawienia paneli lub sposobu ich montażu muszą zostać przez wykonawcę uzgodnione z autorem opinii.

Wykonał: