

EKSPERTYZA STANU TECHNICZNEGO DACHU

POD MONTAŻ INSTALACJI PANELI FOTOWOLTAICZNYCH

ADRES INWESTYCJI:

Urząd Gminy Chełmiec
33-395 Chełmiec, ul. Papieska 2

Opracował

mgr inż. Damian Okraska
upr. Nr SLK/5772/PWBKb/15

1. DANE WYJŚCIOWE

Panel fotowoltaiczny Ciężar 35kg Ciężar jednostkowy ~ 17,50 kg/m²

Podkonstrukcja mocowana mechanicznie do konstrukcji dachu

Pokrycie dachu: blacha trapezowa

Typ i nachylenie dachu: wielospadowy, nachylenie 33°

Stan konstrukcji dachu: dobry

2. PODSTAWA OPRACOWANIA

- opinia techniczna możliwości montażu paneli fotowoltaicznych została sporządzona na podstawie oględzin obiektu budowlanego, dostępnej dokumentacji i po analizie obciążeń,
- Ustawa z dnia 07.07.1994r. Prawo Budowlane (tekst jednolity Dz. U. 1994 Nr 89 poz. 414 z późniejszymi zmianami),
- Przepisy wykonawcze do ustawy Prawo Budowlane a w szczególności rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2002 Nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami).
- Polskie normy budowlane, przepisy, zasady wiedzy technicznej oraz literatura techniczna.

3. PRZEDMIOT, CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

- Przedmiotem jest opinia techniczna stanu istniejącego budynku oraz analiza obciążeń konstrukcji.
- Celem jest ocena możliwości zainstalowania paneli fotowoltaicznych.
- Zakres oceny obejmuje nadziemne elementy konstrukcyjne budynku w szczególności konstrukcję dachu, gdyż oddziaływanie na pozostałe elementy konstrukcyjne budynku jest znikome.

4. CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU OPRACOWANIA

Przedmiot oceny - budynek Urzędu Gminy. Panele zainstalowane mają być na dachu skośnym, pokrytym blachą trapezową. Mocowanie paneli do konstrukcji dachu za pomocą łączników systemowych i szyn mocujących.

5. OKREŚLENIE STANU TECHNICZNEGO PODSTAWOWYCH ELEMENTÓW BUDYNKU

Ocena na podstawie zadowalającego zachowania się konstrukcji w przeszłości w aspekcie oceny stanu granicznego użytkowalności z uwagi na to, że obiekt wykonano wg wcześniej obowiązujących przepisów, norm i wiedzy budowlanej. Długi okres użytkowania nie budzi istotnych zastrzeżeń. Na podstawie opracowania WACETOB z 2000r. przyjęto następujące kryteria oceny:

Lp.	Klasyfikacja stanu technicznego elementu	Procentowe zużycie	Kryterium oceny
1	Bardzo dobry	0-10	Element budynku (lub rodzaj konstrukcji, wykończenia, wyposażenia) jest dobrze utrzymany, konserwowany, nie wykazuje zużycia i uszkodzeń. Cechy i właściwości wbudowanych materiałów odpowiadają wymogom normy.
2	Dobry	11-25	Element budynku nie wykazuje większego zużycia. Mogą wystąpić nieznaczne uszkodzenia wynikające z użytkowania szczególnie mechaniczne. Element wymaga konserwacji
3	Średni	26-50	Element budynku utrzymany jest zadowalająco. Celowy jest remont bieżący polegający na drobnych naprawach, uzupełnieniach, konserwacji, impregnacji itp.
4	Nie zadowalający	51-60	W elementach budynku występują średnie uszkodzenia i (Ubytki nie zagrażające bezpieczeństwu publicznemu. Celowy jest częściowy remont kapitalny.
5	Zły	61-70	W elementach budynku występują znaczne uszkodzenia, ubytki. Cechy i właściwości wbudowanych materiałów mają obniżoną klasę. Wymagany kompleksowy remont kapitalny.

OCENA STANU TECHNICZNEGO

Ściany zewnętrzne i wewnętrzne nośne bez widocznych uszkodzeń (pęknięć czy zarysowań), ocenia się stan techniczny ścian jako bardzo dobry, konstrukcja dachu - na podstawie oględzin zewnętrznych i wewnętrznych konstrukcji dachu nie stwierdzono żadnych uszkodzeń konstrukcji. Nie zauważono przekroczenia granicznych ugięć konstrukcji dachowej. Ocenia się stan techniczny jako bardzo dobry.

6. LOKALIZACJA

33-395 Chełmiec, ul. Papieska 2

7. PROJEKTOWANY WARIANT OBCIĄŻENIA PANELE FOTOWOLTAICZNE

obciążenie jednostkowe 0,25-0,28 kN/m²

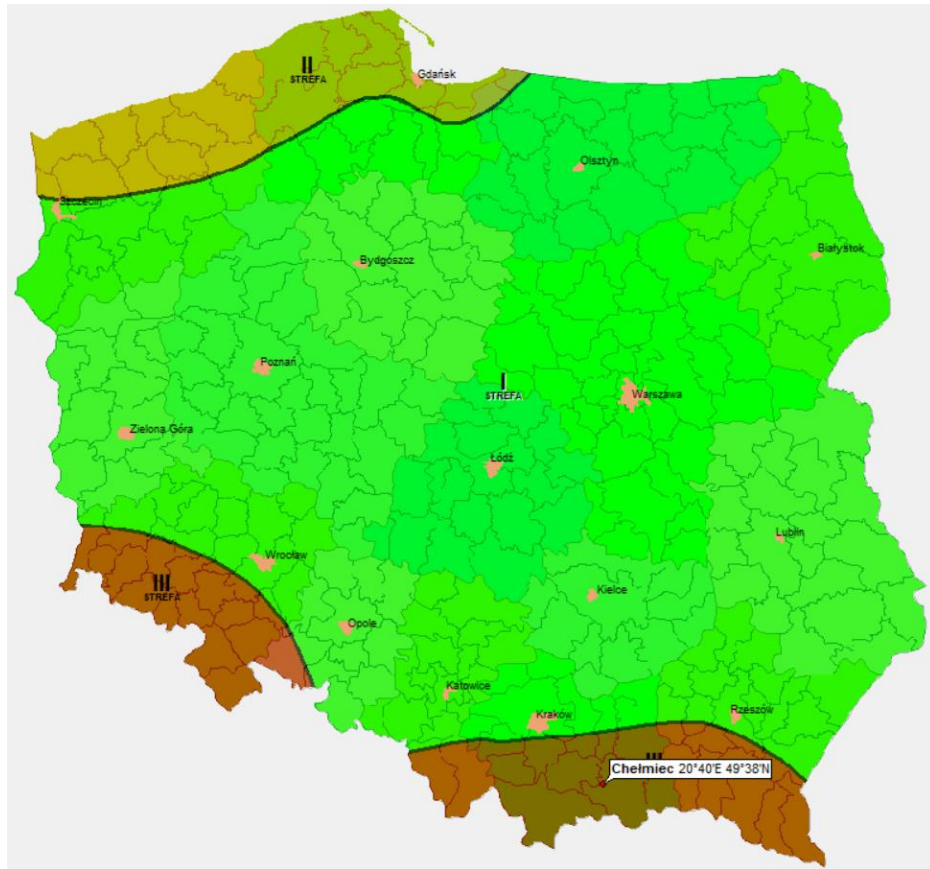
8. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

Podstawa obliczeń

Lp.	Nr normy PN	Tytuł normy PN
1	PN-B-01025:2004	Rysunek budowlany. Oznaczenia graficzne na rysunkach architektoniczno-budowlanych.
2	PN-82/B-02000	Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.
3	PN-83/B-02482	Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych.
4	PN-B-03002:2007	Konstrukcje murowe. Projektowanie i obliczenie
5	PN-81/B-03020	Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
6	PN-B-03150:2000 oraz Az1:2001, Az2:2003, Az3:2004	Konstrukcje drewniane. Obliczenia statyczne i projektowanie.
7	PN-90/B-03200	Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie
8	PN-B-03264:2002 Ap1:2004	Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie
14.	PN-80/B-02010/Az 1 :2006	Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia śniegiem.

Obciążenie wiatrem

- obciążenie wiatrem - III strefa



Obciążenie wiatrem wg PN-B-02011:1977/Az1 / Z1-3



Łość nawietrzna - wariant I:

- Budynek o wymiarach: $B = 10,0 \text{ m}$, $L = 18,0 \text{ m}$, $H = 12,0 \text{ m}$
- Dach dwuspadowy, kąt nachylenia łoci $\alpha = 35,0^\circ$
- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru:
 - strefa obciążenia wiatrem III; $H = 300 \text{ m n.p.m.} \rightarrow q_k = 300 \text{ Pa}$
 - $q_k = 0,300 \text{ kN/m}^2$
- Współczynnik ekspozycji:
 - rodzaj terenu: A; $z = H = 12,0 \text{ m} \rightarrow C_e(z) = 0,8 + 0,02 \cdot 12,0 = 1,04$
- Współczynnik działania porywów wiatru:
 - $\beta = 1,80$
- Współczynnik ciśnienia wewnętrzznego:
 - budynek zamknięty $\rightarrow C_w = 0$

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:
 $C_z = -0,045 \cdot (40^\circ - \alpha) = -0,045 \cdot (40^\circ - 35,0^\circ) = -0,225$
- Współczynnik aerodynamiczny C:
 $C = C_z - C_w = -0,225 - 0 = -0,225$

Obciążenie charakterystyczne:

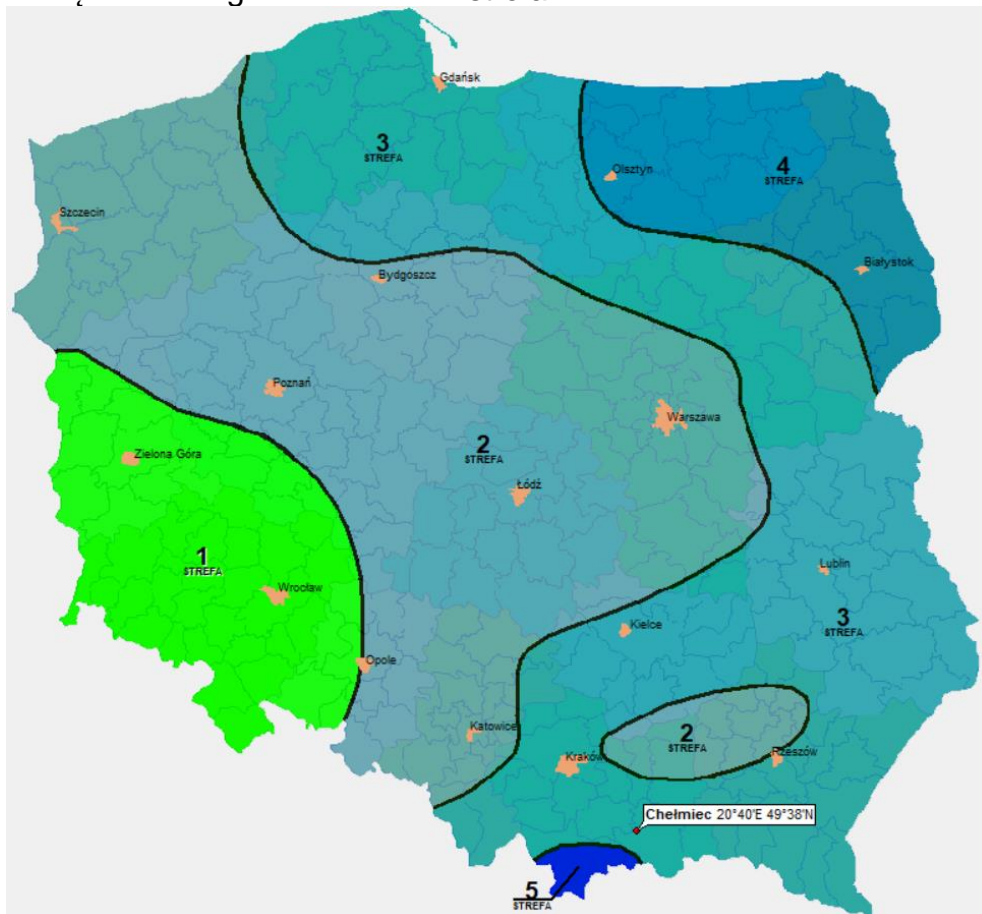
$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0,300 \cdot 1,04 \cdot (-0,225) \cdot 1,80 = -0,126 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie obliczeniowe:

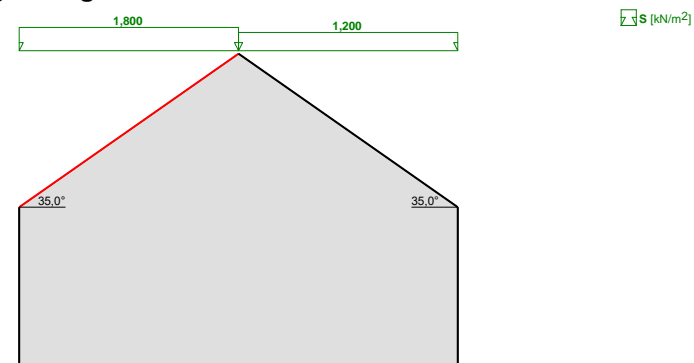
$$p = p_k \cdot \gamma_f = (-0,126) \cdot 1,5 = -0,190 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie śniegiem

obciążenie śniegiem - III strefa



Obciążenie śniegiem wg PN-80/B-02010/Az1 / Z1-1



Połąć bardziej obciążona:

- Dach dwuspadowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu:
 - strefa obciążenia śniegiem 3; $A = 300$ m n.p.m. $\rightarrow Q_k = 0,006 \cdot A - 0,6 = 1,200$ kN/m²
- Współczynnik kształtu dachu:
 - nachylenie połaci $\alpha = 35,0^\circ$
 - $C_2 = 1,2 \cdot (60^\circ - \alpha) / 30^\circ = 1,2 \cdot (60^\circ - 35,0^\circ) / 30^\circ = 1,000$

Obciążenie charakterystyczne dachu:

$$S_k = Q_k \cdot C = 1,200 \cdot 1,000 = \mathbf{1,200 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$S = S_k \cdot \gamma_f = 1,200 \cdot 1,5 = \mathbf{1,800 \text{ kN/m}^2}$$

9. OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE

Obliczenia dla paneli fotowoltaicznych

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 12,0$ cm

Wysokość $h = 14,0$ cm

Zacios na podporach $t_k = 3,0$ cm

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

$$\rightarrow f_{m,k} = 24 \text{ MPa}, f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}, f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}, f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}, E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}, \rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 35,0^\circ$

Rozstaw krokwi $a = 0,80$ m

Długość rzutu poziomego wspornika $l_{w,x} = 1,00$ m

Długość rzutu poziomego odcinka środkowego $l_{d,x} = 3,50$ m

Długość rzutu poziomego odcinka górnego $l_{g,x} = 1,50$ m

Obciążenia dachu:

- obciążenie stałe (p):

$$g_k = 0,380 \text{ kN/m}^2 \text{ połaci dachowej}, \gamma_f = 1,20$$

- uwzględniono ciężar własny krokwi

- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połąć bardziej obciążona, strefa 3, $A=300$ m n.p.m., nachylenie połaci $35,0$ st.):

$$S_k = 1,200 \text{ kN/m}^2 \text{ rzutu połaci dachowej}, \gamma_f = 1,50$$

- obciążenie parciem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połąć nawietrzna, wariant II, strefa III, $H=300$ m n.p.m., teren A, $z=H=10,0$ m, budowla zamknięta, wymiary budynku $H=10,0$ m, $B=7,5$ m, $L=30,0$ m, nachylenie połaci $35,0$ st., $\beta=1,80$):

$$p_k = 0,176 \text{ kN/m}^2 \text{ połaci dachowej}, \gamma_f = 1,50$$

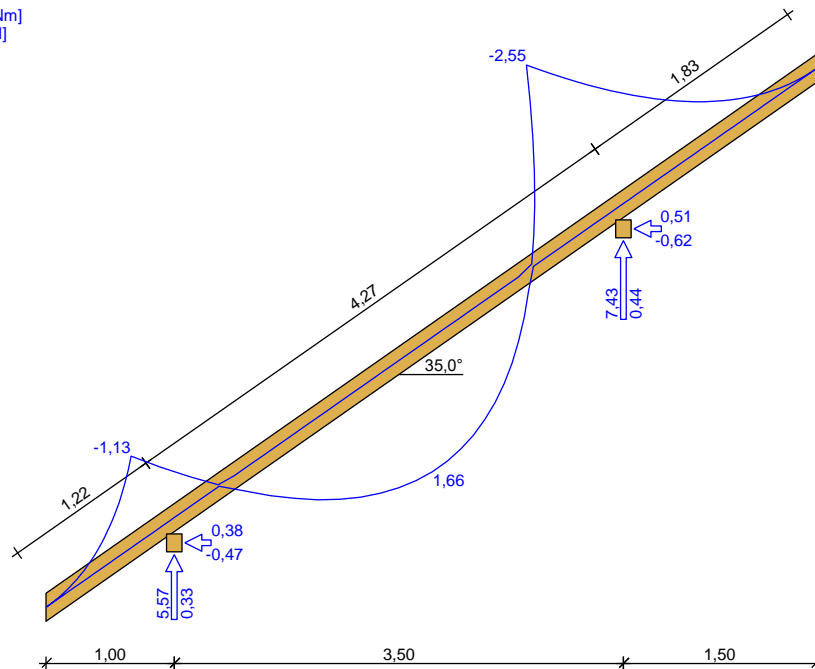
- obciążenie ssaniem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połąć zawietrzna, strefa III, $H=300$ m n.p.m., teren A, $z=H=10,0$ m, budowla zamknięta, wymiary budynku $H=10,0$ m, $B=7,5$ m, $L=30,0$ m, nachylenie połaci $35,0$ st., $\beta=1,80$):

$$p_k = -0,216 \text{ kN/m}^2 \text{ połaci dachowej}, \gamma_f = 1,50$$

- obciążenie ociepleniem $g_{kk} = 0,000 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej

WYNIKI:

— M [kNm]
— R [kN]

Zginanie:

decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+śnieg+wiatr)

Moment obliczeniowy:

$$M_{\text{podp}} = -2,55 \text{ kNm}$$

Warunek nośności - podpora:

$$\sigma_{m,y,d} = 10,55 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,714 < 1$$

Ugięcie (odcinek środkowy):

$$u_{\text{fin}} = 6,97 \text{ mm} < u_{\text{net,fin}} = l / 200 = 21,36 \text{ mm} \quad (32,6\%)$$

CZĘŚĆ NR 2**DANE:**

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 12,0 \text{ cm}$

Wysokość $h = 14,0 \text{ cm}$

Zacios na podporach $t_k = 3,0 \text{ cm}$

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

→ $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$, $f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}$, $E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}$, $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 24,0^\circ$

Rozstaw krokwi $a = 0,80 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego wspornika $l_{w,x} = 1,00 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego odcinka środkowego $l_{d,x} = 3,50 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego odcinka górnego $l_{g,x} = 1,50 \text{ m}$

Obciążenia dachu:

- obciążenie stałe (p):

$$g_k = 0,380 \text{ kN/m}^2 \text{ połaci dachowej}, \gamma_f = 1,20$$

- uwzględniono ciężar własny krokwi

- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połac bardziej obciążona, strefa 3, $A=300$)

$S_k = 1,200 \text{ kN/m}^2$ rzutu połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$
- obciążenie parciem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połac nawietrzna, wariant II, strefa III, H=300 m n.p.m., teren A, z=H=10,0 m, budowla zamknięta, wymiary budynku H=10,0 m, B=7,5 m, L=30,0 m, nachylenie połaci 35,0 st., $\beta=1,80$):

$p_k = 0,176 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

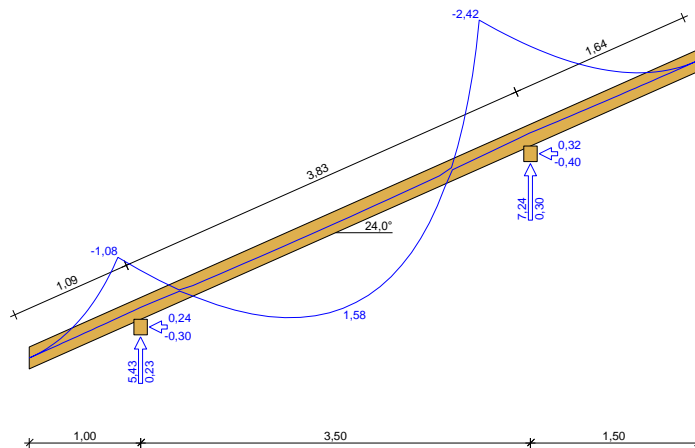
- obciążenie ssaniem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połącz zawietrzna, strefa III, H=300 m n.p.m., teren A, z=H=10,0 m, budowla zamknięta, wymiary budynku H=10,0 m, B=7,5 m, L=30,0 m, nachylenie połaci 35,0 st., beta=1,80):

$p_k = -0,216 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie ociepleniem $g_{kk} = 0,000 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej

WYNIKI:

— M [kNm]
— R [kN]



Zginianie:

decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+śnieg+wiatr)

Moment obliczeniowy:

$$M_{\text{podp}} = -2,42 \text{ kNm}$$

Warunek nośności - podpora:

$$\sigma_{m,y,d} = 10,02 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,678 < 1$$

Ugięcie (odcinek środkowy):

$$u_{fin} = 5,38 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 19,16 \text{ mm} \quad (28,1\%)$$

10. WNIOSKI I POLECENIA

Opierając się na ocenie stanu technicznego oraz na analizie obciążeń stwierdzam, iż dodatkowe obciążenia spowodowane montażem paneli fotowoltaicznych na dachu budynku nie będą miały wpływu na bezpieczeństwo użytkowania obiektu.

11. OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA

Na podstawie dokonanych oględzin oraz po przeprowadzeniu obliczeń statyczno–wytrzymałościowych elementów konstrukcji budynku stwierdza się że stan konstrukcji jest dobry, a dodatkowe obciążenia spowodowane montażem instalacji paneli fotowoltaicznych nie będą w istotny sposób oddziaływać na bezpieczeństwo użytkowania obiektu.

Obciążenie wraz z konstrukcją montażową będzie przekazywane bezpośrednio na ustrój nośny dachu (rozkładającej obciążenie skupione na obciążenia liniowe) co ogranicza możliwość występowania przekroczenia stanu granicznego nośności oraz stanu granicznego użytkowania.

Projektant zastrzega, aby każdorazowo przed rozpoczęciem prac montażowych zwracać uwagę na stan konstrukcji nośnej dachu w bezpośrednim miejscu montażu ogniw fotowoltaicznych m.in. występujących ugięć, spękań, oraz oznak korozji biologicznej. Wszystkie tego typu wady konstrukcyjne mogą świadczyć o możliwej konieczności zmiany miejsca montażu i w związku z czym każdą wątpliwość należy zgłosić i skonsultować przed rozpoczęciem prac montażowych.