



EKSPERTYZA TECHNICZNA

Temat opracowania:

Ocena stanu technicznego konstrukcji dachu oraz możliwość dociążenia dachu budynku na potrzeby montażu paneli fotowoltaicznych w systemie balastowym

Obiekt:

**Budynek warsztatowy na terenie ujęcia wody MPWiK Spółka z o.o.
w Puławach przy ul. Skowieszyńskiej 51, dz. nr ewid. 1734/16**

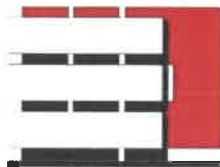
Inwestor:

**Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji
„Wodociągi Puławskie” Spółka z o.o. w Puławach
24-100 Puławy, ul. Skowieszyńska 51**

Wykonał:

mgr inż. Tomasz Surmacki
upr. nr LUB/0070/PWOK/05

Puławy 09.2022



SPIS TREŚCI

1. Podstawa opracowanie i dane założeniowe	3
2. Cel i zakres opracowania.....	3
3. Dane ogólne z lokalizacją	3
4. Opis konstrukcji budynku	4
5. Ocena stanu technicznego konstrukcji dachu	5
6. Wyznaczenie dopuszczalnego obciążenia konstrukcji dachu	5
7. Analiza.....	9
8. Wnioski i zalecenia.....	11

ZAŁĄCZNIKI

1. Rozmieszczenie paneli fotowoltaicznych – rysunek nr **K-01**
2. Uprawnienia projektanta.
3. Przynależność do Izby Inżynierów Budownictwa projektanta.



1. Podstawa opracowanie i dane założeniowe

Podstawą opracowania ekspertyzy jest zlecenie przez właściciela obiektu.

Ekspertyzę techniczną opracowano w oparciu o:

- oględziny elementów konstrukcji,
- pomiary na obiekcie,
- dokumentację archiwalną budynku,
- wytyczne dotyczące montażu paneli fotowoltaicznych.

2. Cel i zakres opracowania

Celem ekspertyzy technicznej jest ocena stanu technicznego i sprawdzenie nośności konstrukcji dachu budynku.

Zakres opracowania zawiera:

- ocenę stanu technicznego,
- analizę techniczną istniejącego dachu budynku wraz obliczeniami statycznymi,
- wnioski i wytyczne.

3. Dane ogólne z lokalizacją

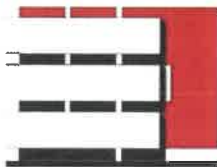
Budynek zlokalizowany jest w Puławach przy ul. Skowieszyńskiej 51 na działce o numerze ewidencyjnym 1734/16.

Użytkowany jest jako obiekt warsztatowy z częścią socjalno-biurową.

Obiekt w zasadzie dwukondygnacyjny.

Budynki wykonano w konstrukcji żelbetowej, monolitycznej i z prefabrykatów oraz murowanymi ścianami.

Budynek został wybudowany w latach 80-tych ubiegłego wieku.



Lokalizacja budynku przedstawiono na poniższym zdjęciu:



4. Opis konstrukcji budynku

Budynek wykonano w konstrukcji żelbetowej monolitycznej i prefabrykowanej, ze ścianami murowanymi. Budynek opracowano na siatce słupów 6,0x6,0m o wymiarach osiowych w rzucie 18,0x48,0m.

Schemat statyczny górnej kondygnacji przyjęto jako poprzeczne ramy trójnawowe ze słupami z utwierdzeniem na dole i połączeniem przegubowym z ryglami stalowymi na górze. Dolna kondygnacja z jednej strony jest obsypana do poziomu górnej kondygnacji – ściana w postaci ściany oporowej.

Fundamenty budynku zostały wykonane jako żelbetowe w postaci stóp i ław oraz ściany oporowej. Słupy prefabrykowane, schody żelbetowe wylewane.

Strop międzypiętrowy z płyt stropowych żebrowych wspornikowych według KB1-31.5.1(13)-78 na ryglach żelbetowych prefabrykowanych.

Stropodach z płyt dachowych żebrowych, żelbetowych według KB1-31.6.3.(13)-80 ułożonych na dźwigarach stalowych.



5. Ocena stanu technicznego konstrukcji dachu

Elementy konstrukcji dachu tj. płyty dachowe, dźwigary stalowe, słupy i rygle żelbetowe, prefabrykowane nie wykazują zniszczeń.

Nie stwierdzono występowania istotnych uszkodzeń konstrukcji obniżających jej nośność tj. zarysowań, rozległych ubytków mechanicznych, śladów zaawansowanej korozji zbrojenia elementów żelbetowych.

Stan techniczny konstrukcji obiektu dobry.

6. Wyznaczenie dopuszczalnego obciążenia konstrukcji dachu

Do obliczeń przyjęto n/w normy:

PN-82/B-02000 Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.

PN-82/B-02001 Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.

PN-82/B-02003 Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne.

Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe.

PN-80/B-02010 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia śniegiem

PN-80/B-02010/Az1 Zmiana do Polskiej Normy

PN-EN 1991-1-3 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia śniegiem

PN-77/B-02011 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia wiatrem

PN-B-02011:1977/Az1 Zmiana do Polskiej Normy

PN-90/B-03000 Projekty budowlane. Obliczenia statyczne.

PN-76/B-03001 Konstrukcje i podłoża budowli. Ogólne zasady obliczeń.

PN-81/B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli.

Obliczenia statyczne i projektowanie.

PN-B-03264:2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone.

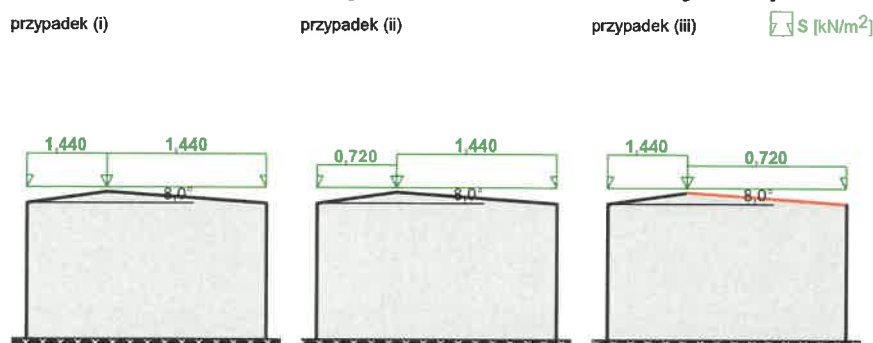
Obliczenia statyczne i projektowanie.



Dane do obliczeń:

- Obiekt usytuowany w 3 strefie obciążenia śniegiem i 1 strefie obciążenia wiatrem.
 - Ciężar własny płyty dachowej żebrowej KB1-31.6.3.(13)-80: **1,50 kN/m²**
 - Ciężar warstw pokrycia dachu: ok. **0,97 kN/m²**
 - Dopuszczalne obciążenie ponad ciężar własny płyty dachowej: **1,80 kN/m²**
 - Dopuszczalne obciążenie charakterystyczne wraz z ciężarem własnym **3,30 kN/m²**
- Powyższe obciążenia są wartościami obciążenia charakterystycznego.

Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 Dachy dwupołaciowe



Połączenie dachowa prawa mniej obciążona:

- Dach dwupołaciowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu:
 - strefa obciążenia śniegiem 3; A = 180 m n.p.m. →
 $s_k = 0,006 \cdot A - 0,6 = 0,480 \text{ kN/m}^2 < 1,2 \text{ kN/m}^2 \rightarrow s_k = 1,2 \text{ kN/m}^2$
- Warunki lokalizacyjne: normalne
 - brak wyjątkowych opadów i brak wyjątkowych zamieci → przypadek A
- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa
- Współczynnik ekspozycji:
 - teren normalny → $C_e = 1,0$
- Współczynnik termiczny → $C_t = 1,0$
- Współczynnik kształtu dachu:
 - nachylenie połaci $\alpha = 4,0^\circ$
 $\mu = 0,5 \cdot \mu_1 = 0,5 \cdot 0,8 = 0,4$

Obciążenie charakterystyczne:

$$S_k = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,200 = 0,480 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$S = S_k \cdot \gamma_f = 0,480 \cdot 1,5 = 0,720 \text{ kN/m}^2$$

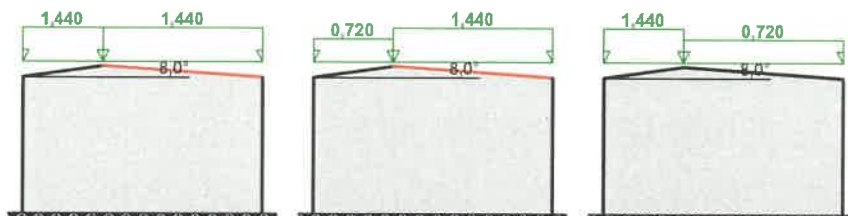


przypadek (i)

przypadek (ii)

przypadek (iii)

S [kN/m²]



Połąc dachowa prawa bardziej obciążona:

- Dach dwupołaciowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu:
 - strefa obciążenia śniegiem 3; A = 180 m n.p.m. →
 $s_k = 0,006 \cdot A - 0,6 = 0,480 \text{ kN/m}^2 < 1,2 \text{ kN/m}^2 \rightarrow s_k = 1,2 \text{ kN/m}^2$
- Warunki lokalizacyjne: normalne
 - brak wyjątkowych opadów i brak wyjątkowych zamieci → przypadek A
- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa
- Współczynnik ekspozycji:
 - teren normalny → $C_e = 1,0$
- Współczynnik termiczny → $C_t = 1,0$
- Współczynnik kształtu dachu:
 - nachylenie połaci $\alpha = 4,0^\circ$
 - $\mu_1 = 0,8$

Obciążenie charakterystyczne:

$$S_k = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,200 = \mathbf{0,960 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie obliczeniowe:

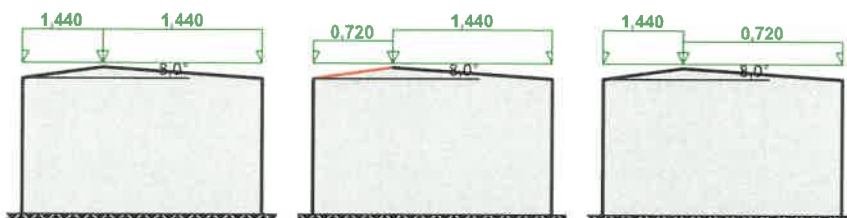
$$S = S_k \cdot \gamma_f = 0,960 \cdot 1,5 = \mathbf{1,440 \text{ kN/m}^2}$$

przypadek (i)

przypadek (ii)

przypadek (iii)

S [kN/m²]



Połąc dachowa lewa mniej obciążona:

- Dach dwupołaciowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu:
 - strefa obciążenia śniegiem 3; A = 180 m n.p.m. →
 $s_k = 0,006 \cdot A - 0,6 = 0,480 \text{ kN/m}^2 < 1,2 \text{ kN/m}^2 \rightarrow s_k = 1,2 \text{ kN/m}^2$



- Warunki lokalizacyjne: normalne
 - brak wyjątkowych opadów i brak wyjątkowych zamieci → przypadek A
- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa
- Współczynnik ekspozycji:
 - teren normalny → $C_e = 1,0$
- Współczynnik termiczny → $C_t = 1,0$
- Współczynnik kształtu dachu:
 - nachylenie połaci $\alpha = 8,0^\circ$
 - $\mu = 0,5 \cdot \mu_1 = 0,5 \cdot 0,8 = 0,4$

Obciążenie charakterystyczne:

$$S_k = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,200 = \mathbf{0,480 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie obliczeniowe:

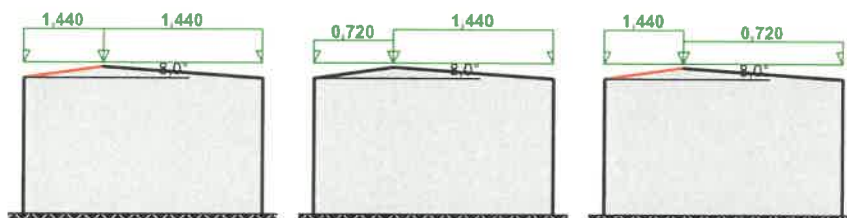
$$S = S_k \cdot \gamma_f = 0,480 \cdot 1,5 = \mathbf{0,720 \text{ kN/m}^2}$$

przypadek (i)

przypadek (ii)

przypadek (iii)

\sqrt{S} [kN/m²]



Połącze dachowe lewa bardziej obciążona:

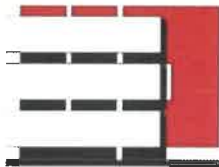
- Dach dwupołaciowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu:
 - strefa obciążenia śniegiem 3; A = 180 m n.p.m. →
 - $s_k = 0,006 \cdot A - 0,6 = 0,480 \text{ kN/m}^2 < 1,2 \text{ kN/m}^2 \rightarrow s_k = 1,2 \text{ kN/m}^2$
- Warunki lokalizacyjne: normalne
 - brak wyjątkowych opadów i brak wyjątkowych zamieci → przypadek A
- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa
- Współczynnik ekspozycji:
 - teren normalny → $C_e = 1,0$
- Współczynnik termiczny → $C_t = 1,0$
- Współczynnik kształtu dachu:
 - nachylenie połaci $\alpha = 8,0^\circ$
 - $\mu_1 = 0,8$

Obciążenie charakterystyczne:

$$S_k = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,200 = \mathbf{0,960 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$S = S_k \cdot \gamma_f = 0,960 \cdot 1,5 = \mathbf{1,440 \text{ kN/m}^2}$$



Wyznaczenie max. dodatkowego (charakterystycznego) obciążenia dachu:

Dopuszczalne obciążenie ponad ciężar własny płyty dachowej: ok. 1,80 kN/m²

Suma obciążeń od warstw wykończenia i śniegu (przyjęto wartość uśrednioną) :

Na połaci : 0,97 + 0,72 = 1,69 kN/m²,

Max. obciążenie charakterystyczne dodatkowe :

$$q_{\max} = 1,80 - 1,69 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,11 \text{ kN/m}^2}$$

Maksymalne dodatkowe obciążenie równomierne rozłożone na całej powierzchni dachu wynosi 0,11 kN/m² (tj. 11 kg/m²).

7. Analiza

W zakresie niniejszej Ekspertyzy Technicznej przeprowadzono oględziny budynku ze szczególnym uwzględnieniem stanu technicznego konstrukcji nośnej dachu w celu wyznaczenia jej nośności.

Bezpośrednią przyczyną opracowania niniejszej ekspertyzy była konieczność wyznaczenia nośności tj. dopuszczalnego dodatkowego obciążenia dachu.

Podczas wizji lokalnej nie wskazano na występowanie istotnych uszkodzeń konstrukcji obniżającej jej nośność tj. zarysowań, rozległych ubytków mechanicznych, śladów zaawansowanej korozji zbrojenia elementów żelbetowych.

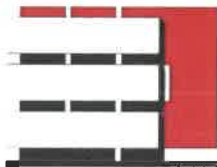
Zaznacza się jednak, że nie jest wykluczone lokalne występowanie pewnych uszkodzeń płyt, które należy naprawić.

Ze względu na praktycznych zdecydowano o wykonaniu konstrukcji wsporczej ogniów typu balastowego to znaczy dodatkowe obciążenie konstrukcji wsporczej balastem z bloczków betonowych.

Analiza obliczeniowa wykazała, że dopuszczalne dodatkowe obciążenie równomiernie rozłożone dachu wynosi 0,11 kN/m² tj. 11 kg/m².

Z informacji przekazanych przez dostawcę paneli fotowoltaicznych maksymalne całkowite obciążenie tj. panel wraz z konstrukcją wsporczą i balastem nie przekracza 36 kg/m² = 0,36 kN/m².

Konstrukcje zespołów ogniów będą rozstawione w rzędach oddalonych od siebie aby wykluczyć zacienianie, kolizje z istniejącymi kominami i instalacją odgromową co pozwoli na rozłożenie obciążenia na większą powierzchnię.



W związku z powyższym można przyjąć obciążenie charakterystyczne zastępcze równomiernie rozłożone na dach od paneli PV wynikające z wolnej powierzchni dachu oraz sumarycznego ciężaru paneli PV wraz z konstrukcją wsporczą oraz balastem w wysokości $\sim 0,09 \text{ kN/m}^2$ tj. 9 kg/m^2 .

Panele PV (101 sztuk) wraz z konstrukcją wsporczą i balastem ciężar łączny:

$$101 \cdot 72 \text{ kg} = 7272 \text{ kg} = 72,72 \text{ kN}$$

Przyjęta pow. dachu (pomniejszona o pow. kominów i przestrzeni wokół nich):

$$\sim 870 \text{ m}^2 - 40 = 830 \cdot 0,9 = 747 \text{ m}^2$$

$$72,72 : 747 = 0,09 \text{ kN/m}^2$$

$$q = 0,09 \text{ kN/m}^2 < q_{\text{dop}} = 0,11 \text{ kN/m}^2$$

Rozmieszczenie paneli na dachu obiektu pokazano na rysunku nr K-01.

Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdzono, że dodatkowe obciążenia na żelbetowych płytach dachowych nie będą miały wpływu na bezpieczeństwo użytkowania obiektu (przy zachowaniu wyznaczonej lokalizacji i max. wyznaczonego obciążenia).



8. Wnioski i zalecenia

Na dachu budynku istnieje możliwość montażu paneli fotowoltaicznych na płytach dachowych.

Panele należy usytuować w wyznaczonych lokalizacjach (rozmieszczenie paneli według rys. nr K-01).

Powyższe rozmieszczenie paneli pozwoli na „rozproszenie” obciążenia na większą powierzchnię dachu.

Do montażu paneli fotowoltaicznych należy użyć konstrukcji wsporczych, których waga wraz z panelem i balastem nie przekroczy podanej wartości to jest 36 kg/m^2 .

Z informacji przekazanych przez dostawcę paneli fotowoltaicznych maksymalne całkowite obciążenie tj. panel wraz z konstrukcją wsporczą i balastem nie przekracza 36 kg/m^2 .

Mimo wszystko w przypadku występowania obfitych opadów śniegu konieczne jest odśnieżanie dachu, aby nie dopuścić do tworzenia się tzw. worków śnieżnych oraz w okresach krótkotrwałych odwilży – warstwy lodu, która mogłaby spowodować zagrożenie dla konstrukcji.

Dopuszczalna grubość zalegającego śniegu jest następująca:

- śnieg świeży grubość $\sim 0,65 \text{ m}$,
- śnieg osiadły grubość $\sim 0,37 \text{ m}$,
- śnieg mokry grubość $\sim 0,32 \text{ m}$,
- śnieg zlodowaciały grubość $\sim 0,12 \text{ m}$,
- lód grubość $\sim 0,08 \text{ m}$.

