

USŁUGI BUDOWLANE

mgr inż. ZYGMUNT DOMARECKI

ul. Leśna 2 B, 44 - 144 ŻERNICA

tel. 601067933

e-mail: zygmuntdomarecki@gmail.com

NIP: 626-126-04-76

REGON: 2766054

EKSPERTYZA TECHNICZNA BUDOWLANA

**DOTYCZĄCA ANALIZY DOPUSZCZALNYCH OBCIĄŻEŃ KONSUKCJI
STROPODACHU PROJEKTOWANYMI ELEMENTAMI FOTOWOLTAIKI**

LOKALIZACJA: ul. Ścigały 9,
40-208 Katowice,
Działka nr 101/7

KATEGORIA OBIEKTU: IX - BUDYNKI KULTURY, NAUKI I OŚWIATY

INWESTOR: Wyższa Szkoła Zarządzania Ochroną Pracy
ul. Bankowa 8, 40-007 Katowice

AUTOR OPRACOWANIA : mgr inż. Zygmunt Domarecki
upr. bud. 541/77, 544/78
SLK/BO/5743/02

DATA OPRACOWANIA : 19.04.2024


mgr inż. Zygmunt Domarecki
Uprawniony do projektowania, kierownia
i nadzorowania robót budowlanych w specjalności
konstr.-bud. oraz do oceny i badania stanu
tech. obiektów budowlanych.
nr ewid. upr. 541/77 i 544/78 SLK/BO/5743/02

EKSPERTYZA TECHNICZNA BUDOWLANA DOTYCZĄCA ANALIZY DOPUSZCZALNYCH OBCIĄŻEŃ KONSTRUKCJI STROPODACHU PROJEKTOWANYMI ELEMENTAMI FOTOWOLTAIKI

1. Podstawa opracowania.

- Wizja lokalna
- Odkrywka konstrukcji stropodachu.
- Inwentaryzacja budowlana budynku
- dane techniczne projektowanego układu fotowoltaiki wraz z ustalonymi obciążeniami
- Podstawa prawna - przepisy i normy z zakresu budownictwa, w tym m.in.:
 - Ustawa z dnia 07.07.1994r. Prawo Budowlane (dz. u. Z 2019R POZ. 1186) tekst jednolity z dn. 3.08.2020 - Dz. U. Z 2020 r. poz. 1333),
 - Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 11 września 2020 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. z 2020 r. poz. 1609),
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2017, poz. 2285) tekst jednolity z dn. 7.06.2019 Poz. 1065

2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest budynek Wyższej Szkoły Zarządzania Ochroną Pracy zlokalizowany w Katowicach przy ul. Ściągły 9. Działka nr 101/7.

3. Cel i zakres opracowania.

Zasadniczym celem opracowania niniejszej ekspertyzy jest :

- analiza dopuszczalnych obciążeń konstrukcji stropodachu budynku pod kątem możliwości zainstalowania modułów instalacji fotowoltaicznej.

Zakres niniejszego opracowania :

- przeprowadzenie wizji lokalnej w budynku
- na podstawie zebranych materiałów ocena stanu technicznego stropodachu
- obliczenia statyczne – wytrzymałościowe
- wnioski i zalecenia.

4. Lokalizacja oraz opis stanu istniejącego.

4.1. Dane ogólne – charakterystyczne parametry techniczne budynku.

- Ilość kondygnacji: 3
- Długość budynku: 90,52 m
- Szerokość budynku: 9,60 m
- powierzchnia użytkowa 1956,80 m²
- kubatura : 8620 m³

Budynek będący przedmiotem opracowania jest 3-kondygnacyjny, częściowo podpiwniczony.

Kondygnacja parteru częściowo zagłębiona w gruncie. Obiekt wybudowany w technologii tradycyjnej, murowany z cegły ceramicznej pełnej, kryty stropodachem płaskim z pokryciem z papy.

Główne wejście do budynku zlokalizowane jest od strony zachodniej

W obiekcie znajdują się 3 klatki schodowe, dwie na końcach budynku oraz jedna tuż przy wejściu do budynku. Rok budowy - 1959

4.2. Konstrukcja obiektu

Konstrukcję nośną budynku stanowią ściany murowane z cegły ceramicznej pełnej w układzie podłużnym oraz układ słupów i podciągów w części budynku. Wszystkie ściany konstrukcyjne są równoległe do podłużnej osi budynku

Kierunek rozpięcia stropów jest prostopadły do osi budynku oraz podłużnych ścian nośnych. Ściany zewnętrzne są tu elementem konstrukcyjnym nośnym, a jednocześnie spełniają funkcję przegrody, zabezpieczającej budynek od wpływów atmosferycznych.

Stropy w budynku wykonane jako gęstożebrowe Ackermana wykonane na miejscu budowy. Układ stropów prostopadły do ścian nośnych lub podciągów.

4.3. Stan techniczny budynku

Stan techniczny budynku określa się jako dobry. Elementy konstrukcyjne budynku znajdują się w należytym stanie technicznym, nie wykazują uszkodzeń

5. Projektowana instalacja fotowoltaiczna.

W związku z możliwością uzyskania taniego prądu przewidziano montaż instalacji fotowoltaicznej na powierzchni dachu.

Ze względu na istniejące pokrycie papowe oraz z obawy o jego uszkodzenie podczas montażu zdecydowano się na system balastowy. Fotowoltaiczna instalacja balastowa jest metodą bezinwazyjną. Wykorzystując instalację balastową nie narażamy dachu na uszkodzenie elementów izolacyjnych dachu.

Według informacji uzyskanych od autora projektu instalacji fotowoltaicznej zakłada się montaż następujących modułów :

- 16 sztuk modułów o długości mniejszej od 2,40 m.
Przyjęto moduł JAM54D40 410 – 435/MB o wadze 21,5 kg i wymiarach w rzucie 1,72 x 1,13 m
- 16 sztuk modułów o długości mniejszej od 2,00 m
Przyjęto moduł JAM72D40 555 – 580/MB o wadze 31,8 kg i wymiarach w rzucie 2,27 x 1,13 m

Waga modułu z konstrukcją : 25 – 30 kg

Na każdy moduł : 50 – 60 kg balastu

Do obliczeń obciążenia przyjęto :

- ciężar modułów : $32 \times 30 \text{ kg} = 960 \text{ kg}$
- ciężar balastu ; $32 \times 60 \text{ kg} = 1920 \text{ kg}$
- powierzchnia modułów : $16 \times 1,72\text{m} \times 1,13\text{m} + 16 \times 2,27\text{m} \times 1,13\text{m} = 72,14 \text{ m}^2$

Obciążenie na 1 m² stropodachu instalacją fotowoltaiki (moduły z konstrukcją + balast) wynosi :

$$g = (960 + 1920) / 72,14 = 39,92 \text{ kg/m}^2 \text{ w zaokrągleniu przyjęto : } 40 \text{ kg/m}^2 = 0,4 \text{ kN/ m}^2$$

Rozmieszczenie modułów:

- w przypadku grup modułów zorientowanych wschód-zachód balast będzie układany równolegle do osi budynku, bezpośrednio przy trójkątach lub innych podporach konstrukcji montażowej
- w przypadku grup skierowanych na południe balast będzie układany prostopadłe do kalenicy / osi budynku.

6. Analiza dopuszczalnego obciążenia stropodachu instalacją fotowoltaiczną.

Z przeprowadzonej wizji oraz dokonanej odkrywki stropu stwierdzono , że elementem nośnym stropodachu jest strop Ackermana. Jest to strop gęstożebrowy. wykonywany na budowie ze specjalnych pustaków ceramicznych, zbrojenia oraz betonowej wylewki zwanej nadbetonem. Pustaki Ackermana mają szerokość 30 cm dlatego główne belki nośne w stropie są w rozstawie co 31 cm. Nie są to jednak belki prefabrykowane lecz wykonywane na budowie żebra, których pręty zbrojeniowe są zawieszone na specjalnych strzemionach kształtem przypominających literę V.

6.1. Zestawienie obciążeń na 1 m² stropu Ackermana

- pokrycie z papy ; $0,1 \times 1,4 = 0,13 \text{ kN/m}^2$
- wylewka cementowa 5 cm: $0,035 \times 21 \times 1,3 = 0,96 \text{ kN/m}^2$
- ocieplenie z żużla 30 cm $5,0 \times 0,3 \times 1,3 = 0,95 \text{ kN/m}^2$
- ciężar stropu Ackermana $3,1 \times 1,1 = 3,41 \text{ kN/m}^2$
- tynk cem – wap $0,015 \times 19 \times 1,3 = 0,37 \text{ kN/m}^2$
- obc. śniegiem (II strefa) $0,8 \times 0,9 \times 1,5 = 1,08 \text{ kN/m}^2$
- obc. elem. fotowoltaiki $0,4 \times 1,4 = 0,56 \text{ kN/m}^2$

Razem $8,46 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie na 1 żebro stropu Ackermana: $8,46 \text{ kN/m}^2 \times 0,31 \text{ m} = 2,62 \text{ kN/m}$

6.2 Obliczenie nośności i koniecznego zbrojenia

Rozpiętość stropu - przyjęto układ niekorzystny $L = 5,75 \text{ m}$, $L_0 = 5,75 \times 1,05 = 6,04 \text{ m}$

Moment maksymalny : $M_{\max} = 0,125 \times q \times L_0^2 = 0,125 \times 2,62 \times (6,04)^2 = 11,94 \text{ kNm}$

grubość stropu = 24 cm

$h_0 = 24 - 3 = 21 \text{ cm}$

$S_b = M_{\max} / b \times h_0^2 \times R_b = 1194 / 31 \times 21^2 \times 1,02 = 0,086 \rightarrow \zeta = 0,955$

$F_a = M / 0,955 \times 21 \times 21 = 2,83 \text{ cm}^2$ (potrzebne zbrojenie żebra dla przeniesienia dodatkowego obciążenia elementami instalacji fotowoltaicznej)

$Q_{\max} = R_a = 0,5 q \times L = 0,5 \times 2,62 \times 5,75 = 7,53 \text{ kN} < 0,75 R_{bz} \times b \times h_0 = 0,75 \times 0,09 \times 7 \times 21 = 9,92 \text{ kN}$

6.3. Analiza porównawcza zbrojenia

Po dokonaniu odkrywki zbrojenia istniejącego stropu, zmierzona została średnica pręta zbrojenia żebra. $D = 24 \text{ mm}$ (w przybliżeniu).

Biorąc pod uwagę okres budowy obiektu (1959 rok) przyjęto wielkość przekroju pręta zbliżoną do istniejącego w stropie jako $\varnothing 22 \text{ mm}$ o przekroju $F = 3,80 \text{ cm}^2$

$F = 3,80 \text{ cm}^2 > F_a = 2,83 \text{ cm}^2$

Z porównania powierzchni przekroju pręta istniejącego w żebrze stropu Ackermana i powierzchni przekroju zbrojenia potrzebnego do przeniesienia dodatkowego obciążenia elementami instalacji fotowoltaicznej wynika, że nośność stropodachu po montażu elementów fotowoltaiki będzie zapewniona.

7. Uwagi końcowe

7.1. Elementy balastu (błoczki betonowe) należy układać zgodnie z dokumentacją producenta systemu fotowoltaicznego. Elementy balastowe powinny być układane w miarę możliwości prostopadłe do układu żeber stropu Ackermana. Jednocześnie należy je rozkładać na jak największej powierzchni stropodachu, tak aby uniknąć obciążenia punktowego większym ciężarem niż $0,4 \text{ kN/m}^2$

7.2. Opracowanie chronione Ustawą o prawie autorskim i prawach pokrewnych. Dz.u. nr 24/94 poz.83 z dnia 4 lutego 1994r.

7.3. Roboty budowlane należy wykonywać pod nadzorem osoby uprawnionej. Wykonawcy robót zobowiązani są do przestrzegania:

- Ustawy „Prawo Budowlane” z dnia 7.07.1994r. (Dz. U. Z 2016 r. poz. 290);
- Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2015r. nr, poz. 1422);
- Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 23.06.2003r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz. U. z 2003r.nr 120, poz. 1126);
- Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26.09.1997r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. z 2003r. nr 169, poz. 1650);
- Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 06.02.2003 w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz.U. nr 47, poz. 401, z 2003 r.),
- Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 14.03.2000r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy ręcznych pracach transportowych (Dz. U. z 2000r. Nr 26, poz. 313,
- innych przepisów związanych z wykonywaniem robót budowlanych;
- W obiekcie należy stosować wyłącznie materiały posiadające atesty, aprobaty techniczne, certyfikaty

i dopuszczenia w budownictwie, ze szczególnym uwzględnieniem materiałów służących ochronie przeciwpożarowej.

- Wszystkie zastosowane materiały i rozwiązania systemowe muszą posiadać dokumenty formalno-prawne w zakresie rozprzestrzeniania ognia oraz odporności ogniowej (deklaracje zgodności, aprobaty oraz certyfikaty

7.4. Rozwiązanie alternatywne.

Układ elementów fotowoltaicznych na dachu w formie zgrupowanej może powodować konieczność większego punktowego obciążenia balastowego na mniejszej powierzchni dachu i wywołać niekorzystne naprężenia w miejscu ich lokalizacji.

W związku z tym przeanalizowano możliwość kotwienia modułów fotowoltaicznych bezpośrednio do konstrukcji stropodachu, bez stosowania obciążenia balastowego. Istnieje możliwość wykonania przewiertów przez stropodach i zamocowania konstrukcji modułów bezpośrednio do stropu Ackermana za pomocą cięgien nośnych z pręta stalowego o średnicy 10 -12 mm. Powinny być one zamocowane od spodu stropu Ackermana za pomocą nakrętek z podkładkami. Otwory w pokryciu dachowym należy zaizolować odpowiednim środkiem izolacyjnym., aby zapobiec przeciekaniu wody opadowej przez dach.

Przy wyborze powyższego rozwiązania należy wykonać dokumentację techniczną wykonawczą mocowania przedmiotowych modułów z uwzględnieniem rzeczywistych obciążeń i sił rozciągających działających na poszczególne cięgna.

Opracował:

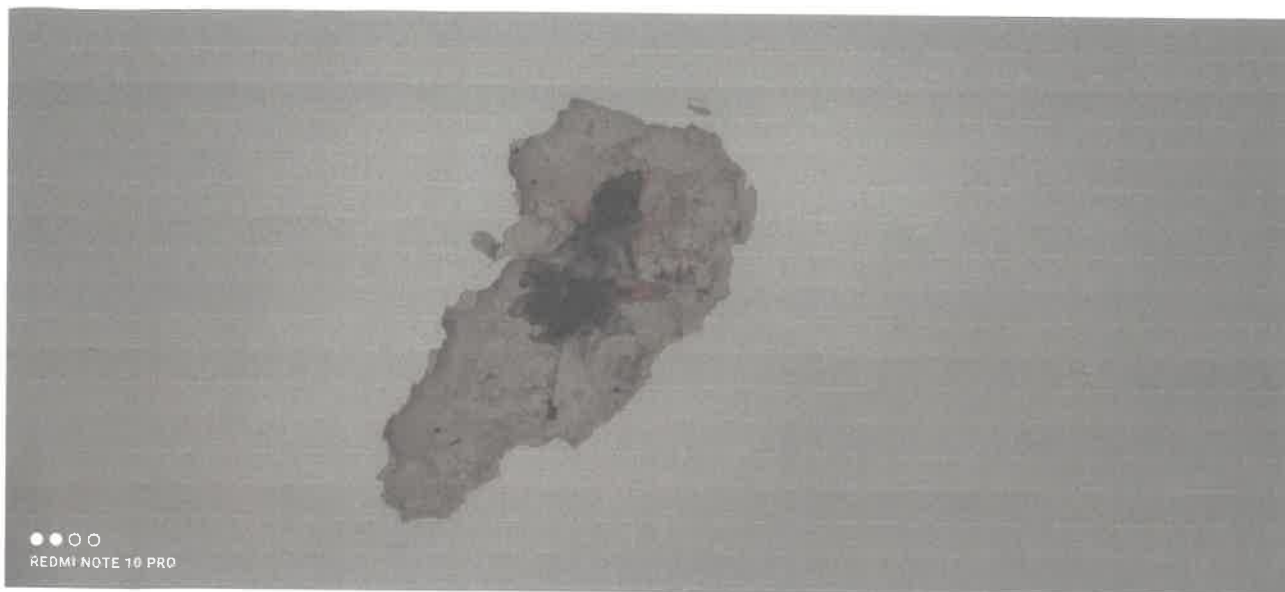
mgr inż. Zygmunt Domarecki

mgr inż. Zygmunt Domarecki

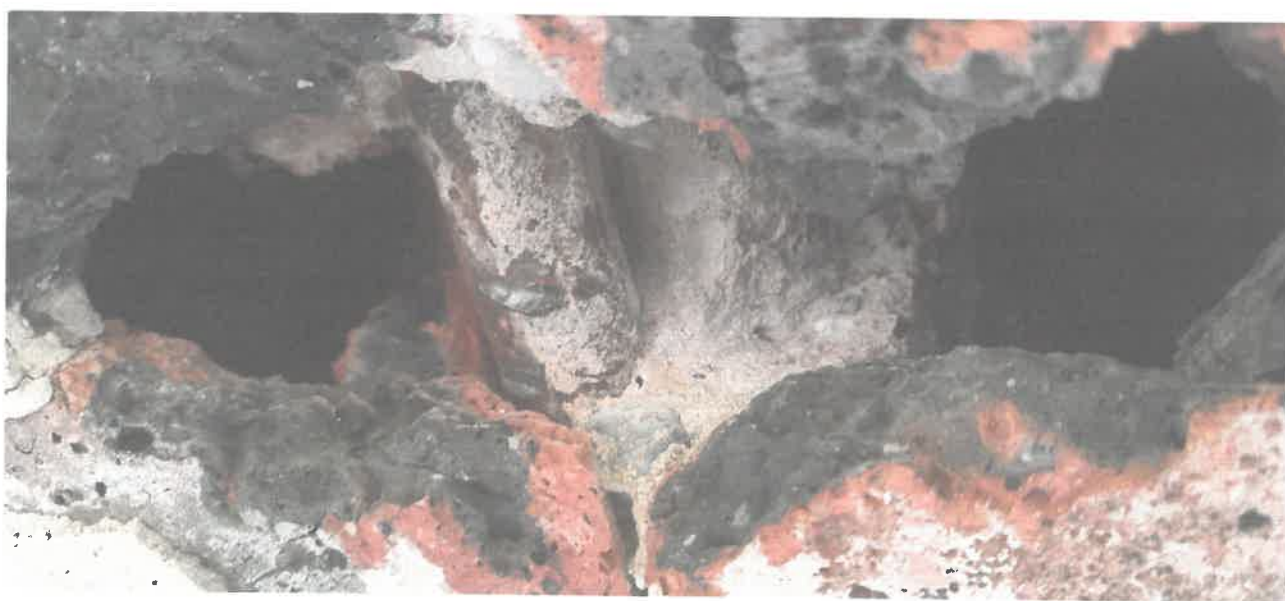
Uprawniony do projektowania, kierownia
i nadzoru robót budowlanych w specjalności
konstr.-bud. oraz do oceny i badania stanu
tech. obiektów budowlanych.

nr ewid. upr. 541/77 i 544/78 SLK/BO/5743/02





Odkrywka stropu Ackermana



Odkrywka stropu Ackermana - widoczne zbrojenie żebra stropu



Widok dachu w kierunku północnym.



Widok dachu nad strefą wejściową budynku.



Widok dachu budynku w kierunku południowym.



Widok komina wentylacyjnego w ścianie południowej.



Widok dachu budynku w kierunku południowym.