

**Pracownia Projektowo-Technologiczna**

**PROJEKT s.c.**

R. Boroń , G. Burzała , M. Załoga-Kacprzycka

53-609 Wrocław

ul. Fabryczna 10

tel./ fax 35-65-302

e-mail : ppt.projekt@wp.pl

NIP 894-10-05-620

**PROJEKT S.C.**

---

**TEMAT :**        *Ekspertyza konstrukcji hali D2 pod kątem możliwości montażu instalacji fotowoltaicznej na dachu hali*

**FAZA :**        **Ekspertyza**

**OBIEKT :**     **Hala D2**  
53-609 Wrocław ul. Fabryczna 12

**INWESTOR:** **DZUP Dozamel Sp. z o.o.**  
53-609 Wrocław  
ul. Fabryczna 10

**NR PROJ :**     **B.816**

**Konstrukcja :**  
projektant :     inż. Grażyna Burzała  
nr upr. 399/82/WBPP

Wrocław marzec 2020r.

## SPIS TREŚCI

1. Strona tytułowa
  2. Spis treści
  3. Ekspertyza
    - podstawa opracowania
    - przedmiot opracowania
    - lokalizacja
    - stan istniejący
    - obliczenia
    - podsumowanie i wnioski
- Część rysunkowa
- Rzut i przekrój dachu
  - Przykładowa lokalizacja paneli

B.816.1

B.816.2

## Ekspertyza

konstrukcji hali D2 pod kątem możliwości montażu instalacji fotowoltaicznej na dachu hali

### 1. PODSTAWA OPRACOWANIA

- Zamówienie DZUP Dozamel Sp. z o.o.
- uzgodnienia z Inwestorem
- pomiary inwentaryzacyjne
- projekt termomodernizacji hali D2 wykonany przez Przedsiębiorstwo Konsultingowo-Inżynieryjne PREDOM Sp. z o.o. Wrocław Wybrzeże J. Słowackiego 12-14
- obowiązujące przepisy i normy

### 2. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem niniejszego opracowania jest ekspertyza konstrukcji hali D2 pod kątem możliwości montażu instalacji fotowoltaicznej na dachu hali

### 3. LOKALIZACJA

Hala D2 usytuowana jest w części południowej zakładu DZUP Dozamel Sp. z o.o. we Wrocławiu ul. Fabryczna 10 działka nr 1/23 , AM3, obręb Grabiszyn .

### 4. STAN ISTNIEJACY

Hala D2 składa się z części biurowej 4 kondygnacyjnej podpiwniczonej i części produkcyjnej parterowej

#### ***Budynek biurowy***

Budynek biurowy 4 kondygnacyjny, podpiwniczony o konstrukcji szkieletowej prefabrykowanej żelbetowej.

Ramy żelbetowej jednoprzęsłowe ze wspornikiem w rozstawie 6,0m.

Stropy z płyt żelbetowych kanałowych grub. 24cm opartych na ramach.

Konstrukcja dachu - stropodach wentylowany z płyt dachowych korytkowych opartych na ściankach ażurowych w rozstawie 3,0m.

Budynek biurowy i hala produkcyjna jest po termomodernizacji w 2018r

Istniejące warstwy dachu różnią się od rozwiązań ujętych w projekcie termomodernizacji, Wykonawca pozostawił stare warstwy dachu, na których ułożył warstwę 20 cm styropianu, a następnie 2 warstwy papy termozgrzewalnej

Warstwy na dachu obecnie :

- 2 x papa termozgrzewalna
- styropian dachowy 20cm
- 2 x papa
- gładź cementowa wyrównująca grub. 3,0cm
- płyty dachowe korytkowe
- pustka powietrzna
- gładź cementowa ochronna 3,0cm
- styropian 4 cm
- paroizolacja z papy
- gładź wyrównawcza 1,0cm

- płyty stropowe kanałowe grub. 24cm

### **Hala produkcyjna**

Hala produkcyjna 6 nawowa o konstrukcji żelbetowej prefabrykowanej (system P-70), rozpiętość naw: 18,0m nawa 1, 3 i 5, 17,0m nawa2 wyższa, 17,55m nawa 3 i 6.

Słupy żelbetowe dwugałęziowe ze wspornikami pod belki podsuwnicowe stalowe typowe.

Dźwigary dachowe kablobetonowe KBOS 18/66 na których opierają się płyty dachowe żebrowe wys. 30cm, szer. ok.150cm.

Na dachu nawy 1,3,4,5 i 6 zamontowane są pasma świetlne z poliwęglanu o wym. ok. 3,0m x 9,0m, na dachu nawy 2 wyższej brak zamontowanych pasm świetlnych.

I tak jak na budynku biurowym istniejące warstwy dachu różnią się od rozwiązań ujętych w projekcie termomodernizacji, Wykonawca pozostawił stare warstwy dachu, na których ułożył warstwę 20 cm styropianu, a następnie 2 warstwy papy termozgrzewalnej.

*Warstwy na dachu obecnie :*

- 2 x papa termozgrzewalna
- styropian dachowy 20cm
- 2 x papa
- gładź ochronna cementowa zbrojona grub. 3,0 cm
- wełna mineralna 5cm
- gładź cementowa wyrównująca grub. 3,0cm
- płyty dachowe żebrowe prefabrykowane wys. 30 cm

### **Ocena stanu technicznego hali**

Hala D2 jest w dobrym stanie technicznym, zadbana, elementy konstrukcyjne żelbetowe i stalowe (belki podsuwnicowe) nie wykazują uszkodzeń.

W roku 2018 wykonano termomodernizację budynku, wymianę instalacji odgromowej oraz nowe podgrzewane wpusty dachowe do odprowadzenia deszczówki z dachu części produkcyjnej hali.

Stan techniczny najważniejszych elementów konstrukcyjnych jest dobry i do obliczeń przyjęto ich nominalne wytrzymałości

## **5. OBLICZENIA**

Obliczenia wykonano w celu sprawdzenia konstrukcji dachu pod kątem możliwości montażu na istniejącym dachu hali D2 instalacji fotowoltaicznej.

Obciążenia przyjęto

- ciężar własny elementów katalogi KB-31.6.3(12), KB1-31.6.1(16)
- obciążenia stałe PN-82/B-02001
- obciążenia zmienne PN-82/B-02003
- obciążenia śniegiem PN-80/B-2010/AZ-1
- obciążenia wiatrem PN-B-02011-AZ1

**Płyty korytkowe :**

- dopuszczalne obciążenie charakterystyczne zewnętrzne  $1,80 \text{ kN/m}^2$

**Płyt kanałowe stropowe wys. 24cm :**

- dopuszczalne obciążenie charakterystyczne zewnętrzne stałe i zmienne  $4,50 \text{ kN/m}^2$
- dopuszczalne obciążenie ściankami działowymi  $1,25 \text{ kN/m}^2$
- ciężar własny płyt  $3,30 \text{ kN/m}^2$

**Płyty dachowe żebrowe KB1-31.6.3(12)**

- dopuszczalne obciążenie charakterystyczne wraz z ciężarem własnym  $3,3 \text{ kN/m}^2$
- ciężar własny płyty  $1,46 \text{ kN/m}^2$

**Dźwigary kablobetonowe KBOS 18/66 KB1-31.6.1(16)**

- dopuszczalne obciążenie charakterystyczne wraz z ciężarem własnym  $21,60 \text{ kN/mb}$
- ciężar własny płyty  $3,30 \text{ kN/mb}$

Obciążenie śniegiem : I strefa  $Q_k=0,70 \text{ kN/m}^2$ ,  $\gamma_1 = 0,8$ ,  $\gamma_2 = 0,8+0,8(13/30)=0,8+0,344=1,144$   
 Obciążenie wiatrem : I strefa  $Q_k=0,30 \text{ kN/m}^2$

### 5.1. Płyty korytkowe

#### Zestawienie obciążeń stałych

- 2 x papa termozgrzewalna	0,12 kN/m <sup>2</sup>	1,2	0,144 kN/m <sup>2</sup>
- styropian grub. 20cm 0,40*0,20	0,08 kN/m <sup>2</sup>	1,2	0,096 kN/m <sup>2</sup>
- 2xpapa	0,15 kN/m <sup>2</sup>	1,2	0,18kN/m <sup>2</sup>
- gładź cementowa wyrównująca grub. 3,0cm 21,0*0,03	0,63 kN/m <sup>2</sup>	1,3	0,82kN/m <sup>2</sup>
- styropian grub. 5,0cm 0,30*0,04	0,012 kN/m <sup>2</sup>	1,2	0,014kN/m <sup>2</sup>
- gładź cementowa wyrównująca grub. 1,0cm 21,0*0,01	0,21 kN/m <sup>2</sup>	1,3	0,273 kN/m <sup>2</sup>
	<b>1,20 kN/m<sup>2</sup></b>		<b>1,56 kN/m<sup>2</sup></b>

#### Zestawienie obciążeń zmiennych

- śnieg 0,70*0,8 =	0,56 kN/m <sup>2</sup>	1,5	0,84kN/m <sup>2</sup>
--------------------	------------------------	-----	-----------------------

Obliczone obciążenie charakterystyczne na płyty korytkowe  $1,20+0,56=1,76 \text{ kN/m}^2$   
 Dopuszczalne obciążenie charakterystyczne zewnętrzne wynosi  $1,80 \text{ kN/m}^2$

### 5.2. Płyty kanałowe stropowe typu Żerań

#### Zestawienie obciążeń stałych

##### - strop nad III piętrem

- gładź cementowa wyrównująca grub. 3,0cm 21,0*0,03	0,63 kN/m <sup>2</sup>	1,3	0,82kN/m <sup>2</sup>
- styropian grub. 4,0cm 0,30*0,04	0,012 kN/m <sup>2</sup>	1,2	0,014kN/m <sup>2</sup>
- gładź cementowa wyrównująca grub. 1,0cm 21,0*0,01	0,21 kN/m <sup>2</sup>	1,3	0,273 kN/m <sup>2</sup>
	<b>0,85 kN/m<sup>2</sup></b>		<b>1,11 kN/m<sup>2</sup></b>
- ciężar własny płyt korytkowych	1,33 kN/m <sup>2</sup>	1,2	1,60 kN/m <sup>2</sup>
- z dachu obciążenia stałe na ściankę ażurową (1,20+1,33)*3,0 / (1,56+1,60)*3,0	7,59 kN/mb		9,50 kN/mb
- z dachu obciążenia zmiennie na ściankę ażurową 0,56*3,0 / 0,84*3,0	1,70 kN/mb		2,52 kN/mb
- ścianka ażurowa stropodachu wentylowanego (0,50+0,7)*0,5*10*0,12	0,78 kN/mb		

Obciążenie na płyty kanałowe  $0,85+(7,95+1,70+0,78):3,0=0,85+3,48=4,33 \text{ kN/m}^2$   
 Dopuszczalne obciążenie zewnętrzne płyt kanałowych wys. 24cm wynosi  $4,50 \text{ kN/m}^2$

### 5.3. Płyty żebrowe

#### *Zestawienie obciążeń statycznych*

- 2 x papa termozgrzewalna	0,12 kN/m <sup>2</sup>	1,2	0,144 kN/m <sup>2</sup>
- styropian grub. 20cm 0,40*0,20	0,08 kN/m <sup>2</sup>	1,2	0,096 kN/m <sup>2</sup>
- 2xpapa	0,15 kN/m <sup>2</sup>	1,2	0,18kN/m <sup>2</sup>
- gładź cementowa wyrównująca grub. 3,0cm 21,0*0,03	0,63 kN/m <sup>2</sup>	1,3	0,82kN/m <sup>2</sup>
- wełna mineralna 4cm 1,45*0,04	0,06kN/m <sup>2</sup>	1,2	0,07kN/m <sup>2</sup>
- gładź cementowa wyrównująca grub. 1,0cm 21,0*0,01	0,21 kN/m <sup>2</sup>	1,3	0,27kN/m <sup>2</sup>
	<hr/>		<hr/>
	<b>1,25 kN/m<sup>2</sup></b>		<b>1,56 kN/m<sup>2</sup></b>

#### *Zestawienie obciążeń zmiennych*

- śnieg na brzegu nawy 6 i 1 0,70*0,8	0,56 kN/m <sup>2</sup>	1,5	0,84 kN/m <sup>2</sup>
- śnieg między nawami 1,144*0,70	0,80 kN/m <sup>2</sup>	1,5	1,20 kN/m <sup>2</sup>
- śnieg przy ścianie nawy wyższej 2,40*0,70	1,68 kN/m <sup>2</sup>	1,5	2,52 kN/m <sup>2</sup>

**Obliczone obciążenie charakterystyczne na płyty żebrowe nawa 6 strona południowa i nawa1 strona północna oraz nawa 2**

$$1,25 + 0,56 = 1,81 \text{ kN/m}^2$$

**Obliczone obciążenie charakterystyczne na płyty żebrowe pozostałe**

$$1,25 + 0,80 = 2,05 \text{ kN/m}^2$$

**Dopuszczalne obciążenie charakterystyczne bez ciężaru własnego  $3,3 - 1,46 = 1,84 \text{ kN/m}^2$**

### 5.4. Dźwigar dachowy

#### *Zestawienie obciążeń*

- obciążenia stałe $1,25*6,0$	7,50 kN/mb	9,40 kN/mb
- obciążenia zmienne $0,56*6,0$	3,36 kN/mb	5,04 kN/m <sup>2</sup>
	<hr/>	<hr/>
	<b>10,90 kN/m<sup>2</sup></b>	<b>13,44 kN/m<sup>2</sup></b>

#### *Zestawienie obciążeń*

- obciążenia stałe $1,25*6,0$	7,50 kN/mb	9,40 kN/mb
- obciążenia zmienne $0,80*6,0$	4,80 kN/mb	7,20 kN/m <sup>2</sup>
	<hr/>	<hr/>
	<b>12,30 kN/m<sup>2</sup></b>	<b>16,60 kN/m<sup>2</sup></b>

**Dźwigar dachowy- nawa 2, nawa 1 strona północna i nawa 6 strona południowa**

*Obliczone obciążenie charakterystyczne na dźwigar dachowy* **10,90 kN/mb**

*Dopuszczalne obciążenie charakterystyczne bez ciężaru własnego*  $21,60 - 3,30 =$  **18,30 kN/mb**

**Dźwigar dachowy nawy 1 strona południowa , nawy 6 strona północna oraz nawy 3,4,5**

*Obliczone obciążenie charakterystyczne na dźwigar dachowy* **12,30kN/mb**

Dopuszczalne obciążenie charakterystyczne bez ciężaru własnego  $21,60 - 3,30 = 18,30$  kN/mb

## 6. Podsumowanie obliczeń - wnioski

### 6.1. Podsumowanie

#### *Płyty dachowe korytkowe*

Istniejące warstwy pokrycia dachowego wraz z obciążeniem śniegiem w całości wyczerpują dopuszczalną nośność istniejących płyt dachowych korytkowych, co nie pozwala na montaż paneli fotowoltaicznych na istniejącym dachu części biurowej.

$$q_{char} = 1,87 \text{ kN/m}^2 > q_{dop} = 1,80 \text{ kN/m}^2$$

Sprawdzono też możliwość wykonania dodatkowej konstrukcji wsporczej przenoszącej obciążenia na ścianki ażurowe stropodachu wentylowanego, które obciążają z kolei płyty stropowe kanałowe stropu nad ostatnim piętrzem

Nośność płyt kanałowych ma niewielki zapas:

$$\text{obliczone } q_{char} = \text{ok. } 4,33 \text{ kN/m}^2 < q_{dop} = 4,5 \text{ kN/m}^2$$

i dlatego nie można wykonać dodatkowych konstrukcji wsporczych które by przenosiły obciążenia na ścianki ażurowe stropodachu wentylowanego.

#### *Płyty dachowe żebrowe*

Istniejące warstwy pokrycia dachowego wraz z obciążeniem śniegiem w całości wyczerpują dopuszczalną nośność istniejących płyt dachowych żebrowych, co nie pozwala na montaż paneli fotowoltaicznych bezpośrednio na istniejących płytach żebrowych.

płyty zewnętrzne strona południowa nawy 6 i strona północna nawy 1

$$q_{char} = 1,81 \text{ kN/m}^2 > q_{dop} = 1,84 \text{ kN/m}^2$$

pozostałe płyty

$$q_{char} = 2,00 \text{ kN/m}^2 > q_{dop} = 1,84 \text{ kN/m}^2$$

#### *Dźwigary dachowe kablobetonowe*

Istniejące dźwigary mają zapas nośności i mogą być obciążone siłami skupionymi przyłożonymi do górnej półki dźwigara.

Dźwigar dachowy nawy 2, nawy 1 strona północna i nawy 6 strona południowa zapas nośności :  
 $18,30 - 10,90 = 7,40 \text{ kN/mb}$

Dźwigar dachowy nawy 1 strona południowa, nawy 6 strona północna oraz naw 3,4,5  
 $18,30 - 12,30 = 6,00 \text{ kN/mb}$

*Należy do dalszych opracowań przyjąć zapas nośności dźwigarów wynosi 6,0 kN/mb*

### 6.2. Wnioski

Na dachu części biurowej brak możliwości montażu paneli fotowoltaicznych bezpośrednio na płytach korytkowych.

Sprawdzono też możliwość wykonania dodatkowej konstrukcji wsporczej przenoszącej obciążenia na ścianki ażurowe stropodachu wentylowanego, które obciążają z kolei płyty stropowe kanałowe stropu nad ostatnim piętrzem, niewielki zapas nośności płyt kanałowych nie zezwala na ich dodatkowe obciążenie.

Na dachu części produkcyjnej nie można zamontować paneli fotowoltaicznych bezpośrednio na płytach żebrowych gdyż brak zapasu nośności tych płyt. Aby zamontować panele fotowoltaiczne na dachu części produkcyjnej należy wykonać dodatkowe konstrukcje wsporcze przenoszące

obciążenia bezpośrednio na dźwigary, słupki konstrukcji wsporczych należy kotwić w nadbetonie dźwigara.

Obciążenie na dźwigar od dodatkowej konstrukcji, paneli wraz z elementami mocującymi nie może być większe niż **6,00 kN/mb**.