

NAZWA ZADANIA	Opracowanie ekspertyz dachów hal C2, B3, B4 i C14 pod kątem możliwości montażu paneli fotowoltaicznych na potrzeby Dozamel Sp. z o.o. przy ul. Fabrycznej 10 we Wrocławiu. CZĘŚĆ II: obiekt B4 oraz C2
ADRES ZADANIA	Dozamel sp. z o.o. ul. Fabryczna 10, 53-609 Wrocław
ZLECENIODAWCA	Dozamel sp. z o.o. ul. Fabryczna 10, 53-609 Wrocław
FAZA	EKSPERTYZA



ZESPÓŁ PROJEKTOWY		dr inż. Łukasz Zawiślak upr. nr OPL/1573/PBKb/18	
		dr inż. Marcin Szyszka	
Wer.	00	Data wydania	listopad 2024

Wersja	Data wydania	Opis
00	listopad 2024	Wydanie pierwsze

I. CZĘŚĆ OPISOWA.....	5
1. Podstawa opracowania	5
2. Cel i zakres	5
3. Wykorzystane materiały	5
3.1. Akty prawne, normy, literatura	5
3.2. Materiały zlecniodawcy	7
3.3. Pozostałe źródła	8
4. Opis obiektów.....	8
4.1. Hala przemysłowa B4.....	9
4.2. Hala magazynowa C2	9
5. Stan istniejący.....	10
5.1. Hala przemysłowa B4.....	10
5.2. Hala magazynowa C2	15
6. Obliczenia	26
6.1. Obciążenia klimatyczne	26
6.2. Obciążenia panelami.....	27
6.3. Obliczenia hali B4.....	27
6.4. Obliczenia hali C2.....	34
7. Wnioski i zalecenia.....	37
8. Przypisy końcowe.....	38
8.1. Wymagania dla dokumentacji	38
8.2. Nadzór autorski i zmiany w dokumentacji	38
8.3. Wykluczenia	38
8.4. Warunki wykonania i odbioru robót budowlanych.....	38
8.5. Organizacja robót budowlanych	39
II. ZAŁĄCZNIKI	39

I. CZĘŚĆ OPISOWA

1. Podstawa opracowania

Opracowanie dotyczy ekspertyzy dachów hal C2, B3, B4, C14 pod kątem możliwości montażu paneli fotowoltaicznych na potrzeby Dozamel Sp. z o. o.

Zadanie wykonano w oparciu o umowę NR 24/BZA/2024 z dnia 10.09.2024 roku.

Zamawiający:

*DOLNOŚLĄSKIE ZAKŁADY USŁUGOWO - PRODUKCYJNE "DOZAMEL" SPÓŁKA
Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ
z siedzibą we Wrocławiu, przy ulicy Fabrycznej 10, 53-609 Wrocław
wpisana do rejestru przedsiębiorców Krajowego Rejestru Sądowego prowadzonego
przez Sąd Rejonowy dla Wrocławia-Fabrycznej we Wrocławiu VI Wydział
Gospodarczy KRS pod numerem KRS: 0000085139,
o kapitale zakładowym w wysokości 59.000.000 zł,
posiadająca numer NIP: 896-000-10-14 oraz numer REGON: 931085872*

Wykonawca:

*IMC Projekt Sp. z o. o. z siedzibą w Warszawie przy ul. Williama Heerleina Lindleya 16, 02-013
Warszawa, posiadająca nr NIP: 7011125223 oraz numer REGON: 524226684 wpisana do KRS
pod nr 0001014156*

2. Cel i zakres

Całość zamówienia obejmuje opracowanie ekspertyz dachów hal C2, B3, B4 i C14 pod kątem możliwości montażu paneli fotowoltaicznych na potrzeby Dozamel Sp. z o.o. przy ul. Fabrycznej 10 we Wrocławiu, oddzielnie dla każdego budynku wraz z wykonaniem inwentaryzacji konstrukcji dachów i wykonaniem odkrywek oraz pomiarów w zakresie niezbędnym do prawidłowej realizacji przedmiotu zamówienia.

W tej części opracowania przedstawione są wyniki dla hali B4 oraz C2.

3. Wykorzystane materiały

3.1. Akty prawne, normy, literatura

Akty prawne:

- R1. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (z późn. zm.)
- R2. Ustawa z dnia 11 września 2019 r. Prawo zamówień publicznych (z późn. zm.)
- R3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (z późn. zm.)
- R4. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (z późn. zm.)
- R5. Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 20 grudnia 2021 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych

wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (z późn. zm.)

- R6. *PN-EN 1992-1-2:2024-05: Eurokod 2 - Projektowanie konstrukcji z betonu- Część 1-2: Projektowanie z uwagi na warunki pożarowe*
- R7. *PN-EN 1990 Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji*
- R8. *PN-EN 1991-1-1:2004 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach*
- R9. *PN-EN 1991-1-3:2005 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: Oddziaływania ogólne. Obciążenia śniegiem*
- R10. *PN-EN 1992-1-1:2008 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków*
- R11. *PN-EN 1993-1-1:2006 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-1. Reguły ogólne i reguły dla budynków*
- R12. *PN-EN 1996-1-1:2010 Eurokod 6: Projektowanie konstrukcji murowych. Część 1-1: Reguły ogólne dla zbrojonych i niezbrojonych konstrukcji murowych*
- R13. *PN-EN 13791:2019-12 Ocena wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcjach i prefabrykowanych wyrobach betonowych.*
- R14. *PN-57/B03320 Konstrukcje z betonu sprężonego - obliczenia statyczne i projektowanie, Warszawa, Wydawnictwo Normalizacyjne, 1957*

Wiedza techniczna i literatura:

- L1. *Konstrukcje żelbetowe, tom I, wydanie VI.* Jerzy Kobiak, Wiesław Stachurski. ARKADY. Warszawa 1995
- L2. *Konstrukcje żelbetowe, tom I, wydanie III.* Jerzy Kobiak, Wiesław Stachurski. ARKADY. Warszawa 1967
- L3. *Konstrukcje murowe według Eurokodu 6 i norm związanych. Tom 1.* Ł. Drobiec, R. Jasiński, A. Piekarczyk; Wydawnictwo Naukowe PWN; Warszawa 2020
- L4. *Konstrukcje metalowe. Część 1 Podstawy projektowania.* M. Łubiński, W. Żółtowski. Wydanie 2, ARKADY, Warszawa 2007
- L5. *Konstrukcje metalowe. Część 2 Obiekty budowlane.* M. Łubiński, W. Żółtowski. Wydanie 2, ARKADY, Warszawa 2007
- L6. *Zarys Geotechniki.* Z. Witun, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1987
- L7. *Budownictwo ogólne. Tom 2. Fizyka budowli,* Wydawnictwo ARKADY, praca zbiorowa napisana pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Piotra Klemma;

- L8. *Nowoczesne hydroizolacje budynków. Zeszyt 1. Zabezpieczenia wodochronne części podziemnych budynków.* Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa 2021. Francke Barbara;
- L9. *Hydroizolacje w budownictwie. Projektowanie. Wykonawstwo.* Wydanie 3. Wydawnictwo Medium 2019. Maciej Rokiel;
- L10. *Hydroizolacje. Vademecum.* Edycja 2015. ISSN-2353-5261. Wydawnictwo Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa;
- L11. *Construction Waterproofing Handbook.* Second Edition. Michael T. Kubal. McGraw-Hill Professional, year: 2008.
- L12. *Poradnik: Ocena wytrzymałości betonu w konstrukcjach na podstawie badań sklerometrycznych.* Leonard Runkiewicz, Jan Sieczkowski. Instytut Techniki Budowlanej 2022 Warszawa
- L13. 367/2017 *Ocena stanu technicznego eksploatowanych strunobetonowych dźwigarów dachowych. Wytyczne. Rok wydania 2017, Instytut Techniki Budowlanej. Leonard Runkiewicz*
- L14. *Instrukcja ITB 353/2018 Ocena stanu technicznego kablobetonowych dźwigarów dachowych. Rok wydania 2018, Instytut Techniki Budowlanej. Leonard Runkiewicz*
- L15. *Zestaw projektów do powszechnego stosowania w budownictwie przemysłowym. Wydanie IV uzupełnione i poprawione. 1977 – 1998. BISTYP, Warszawa*
- L16. *Katalog typowych rozwiązań do projektowania żelbetowych prefabrykowanych hal przemysłowych. System konstrukcyjno-montażowy P70. Zeszyt 1 – INFORMACJE. BISTYP. 1971.*
- L17. *Katalog typowych rozwiązań do projektowania żelbetowych prefabrykowanych hal przemysłowych. System konstrukcyjno-montażowy P70. Zeszyt 2 – ELEMENTY. BISTYP. 1971.*

3.2. Materiały zleceńodawcy

Zamawiający przekazał Wykonawcy dokumentację:

- Archiwalne projekty budynków B4, C14 oraz C2.

Przekazanie nastąpiło w dniu 27.09.2024 roku. Zamawiający zapewnił Wykonawcy dostęp do archiwum, a następnie przekazał wskazane przez Wykonawcę dokumenty. W dokumentacji archiwalnej nie odnaleziono materiałów dotyczących wiaty metalowej B3, co zostało potwierdzone przez przedstawiciela Zamawiającego.

3.3. Pozostałe źródła

Poza udostępnioną dokumentacją, istotną rolę pełniły pozostałe metody pozyskiwania informacji:

- dokumentacja fotograficzna;
- wizja lokalna;
- odkrywki;
- badania nieniszczące in situ;
- wywiad z Zamawiającym.

4. Opis obiektów

Lokalizacja obiektów na terenie Zakładów przedstawiona jest na rysunku poniżej (**Rysunek 1**). Oś podłużna każdego z nich, w przybliżeniu usytuowana jest na kierunku północ-południe (N-S). Z kolei połacie dachowe obiektów (dwuspadowe, bądź jednospadowe) obrócone są względem osi podłużnej obiektów o 90 stopni w przypadku obiektu C2. W przypadku obiektu B4 istnieje analogiczny układ jak w przypadku C2 w części centralnej obiektu oraz połacie czterospadowe w polach skrajnych.



Rysunek 1. Lokalizacja obiektów

Obiekty są własnością Zamawiającego, Użytkownikami są natomiast niezależne, zewnętrzne podmioty gospodarcze. Zamawiający odpowiada za utrzymanie obiektów oraz prace modernizacyjne.

Wizji lokalnej na obu obiektach dokonano w dniu 30.09.2024 roku oraz 21.10.2024.

4.1. Hala przemysłowa B4

Budynek byłego Zakładowego Domu Kultury, który został wybudowany w 1960 roku. Aktualnie znajduje się w nim wytwórnia segmentów. Obiekt składa się z trzech części – hali produkcyjnej, części magazynowej oraz części socjalno-biurowej. Obiekt murowany, w części hali produkcyjnej parterowy, a w części socjalno-biurowej piętrowy niepodpiwniczony. Ściany konstrukcyjne budynku są z cegły pełnej grubości 38cm z pilastrami podpierającymi więzary dachowe (stalowe kratownice). Elementy nośne dachu to płyty prefabrykowane żelbetowe oparte na płatwiach w postaci dwuteowników IPE160 (płatew kalenicowa wykonana z dwóch ceowników 160), które z kolei spoczywają na pasach górnych kratownic. Dach w części, gdzie znajduje się hala produkcyjna, jest dwuspadowy, kryty papą, spadek około 10% (**Rysunek 2**). Wymiary zewnętrzne tej części obiektu to 19,86m (szerokość) oraz 62,71m (długość). Maksymalna wysokość hali wynosi 8,00 m. Część magazynowa budynku przylega do hali produkcyjnej od strony południowej, posiada dach czterospadowy, o nachyleniu około 20%. Maksymalna wysokość tej części wynosi 9,5m. Część socjalno-biurowa również przylega do hali produkcyjnej, ale od strony północnej. Konstrukcja jej jest analogiczna, co poprzednia część (dach czterospadowy, o nachyleniu 20%, o maksymalnej wysokości 9,50m). Biorąc pod uwagę orientację hali oraz także znaczne zajęcie połaci przez instalacje techniczne, rozważa się montaż paneli na części wschodniej hali produkcyjnej oraz połaciach południowych części magazynowej i socjalno-biurowej.



Rysunek 2. Układ połaci dachu na budynku B4

4.2. Hala magazynowa C2

Budynek C-2 pełni funkcję magazynu metali niezależnych, aparatury wyposażeniowej maszyn elektrycznych oraz stali narzędziowej. Budynek hali wolnostojący w kształcie prostokąta o wymiarach 18mx84m. Obiekt posadowiony na stopach żelbetowych. Obiekt składa się z jednej

nawy – hali konstrukcji stalowej typu „J” produkcji NRD. Budynek został wykonany z ram stalowych w rozstawie 6m. Wypełnienie między słupami ram stanowią ściany ostonowe wykonane z prefabrykowanych płyt i belek podwalinowych w systemie FF lub P-70. Na górnych częściach ram nośnych oparte są żelbetowe płyty prefabrykowane produkcji NRD, przykrytych 1cm gładzi cementowej, styropianem gr 5cm i dwoma warstwami papy. Dach hali jest dwuspadowy o nachyleniu około 5% o wysokości 8,40m. Ze względu na małą powierzchnię instalacji technicznych na dachu, małe nachylenie oraz brak wysokich przeszkód, rozważa się montaż paneli na całej powierzchni dachu.

5. Stan istniejący

Stan istniejący – rozwiązania konstrukcyjne, stan techniczny, zgodność z dokumentacją określono na podstawie wizji lokalnej.

5.1. Hala przemysłowa B4

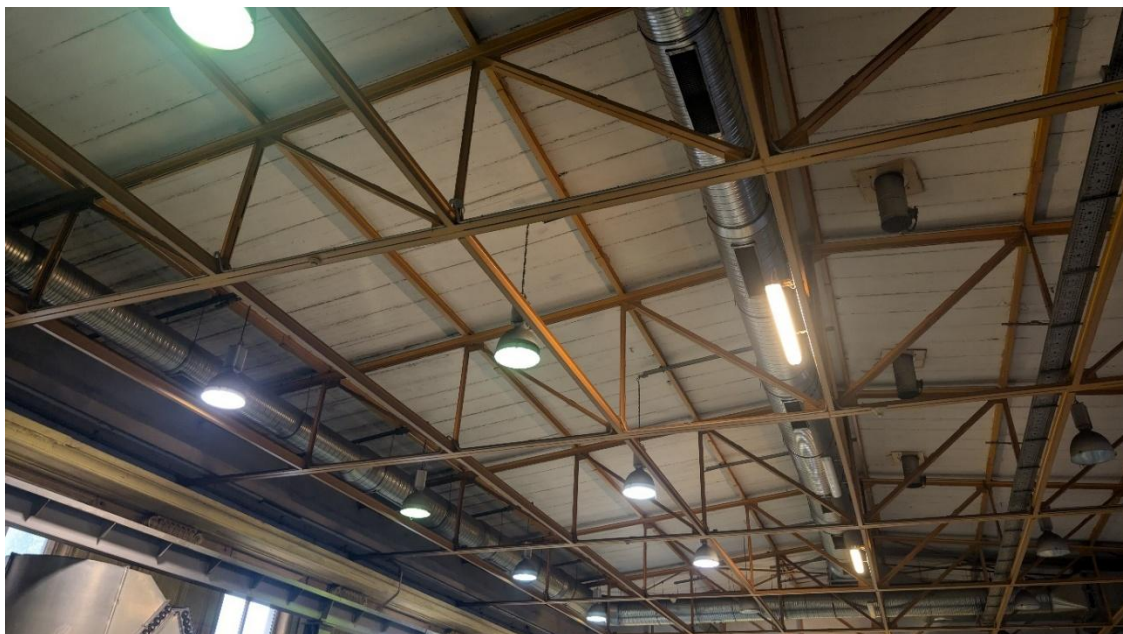
Dla hali istnieje dokumentacja techniczna w zakresie geometrii oraz rozwiązań konstrukcyjnych. W celu weryfikacji istniejącej dokumentacji, określenia parametrów wymaganych na potrzeby analizy statyczno-wytrzymałościowej oraz określenia stanu technicznego poszczególnych elementów dokonano wizji lokalnej.

Zgodnie z dostępną dokumentacją oraz stanem faktycznym, wschodnia część z halą produkcyjną oraz południowe połacie części magazynowej i socjalno-biurowej, rozważane są w kontekście montażu paneli fotowoltaicznych (**Rysunek 3**). Schemat statyczny dla głównej części budynku, to rama składająca się ze słupów utwierdzonych w podłożu, na słupach podparte są przegubowo kratownice stalowe (**Rysunek 4**). Dach pozostałych dwóch części obiektu wykazuje konstrukcję drewnianą wznoszoną metodami tradycyjnymi (**Rysunek 5**).



Rysunek 3. Widok ogólny dachu budynku B-4 – zdjęcie wykonane od strony północnej

Konstrukcja dachu głównej części budynku to kratownica złożona z kątowników o rozstawie 2,40m, stężonej dwuteownikami IPE160 w węzłach pasa górnego i dolnego (stężenie w kalenicy zostało wykonane z dwóch ceowników 160). Wymiary poszczególnych elementów zweryfikowano w trakcie wizji lokalnej (**Rysunek 6**). Schematyczny widok więzara kratownicy stalowej wraz z przekrojami przedstawiono na **Rysunek 7**.



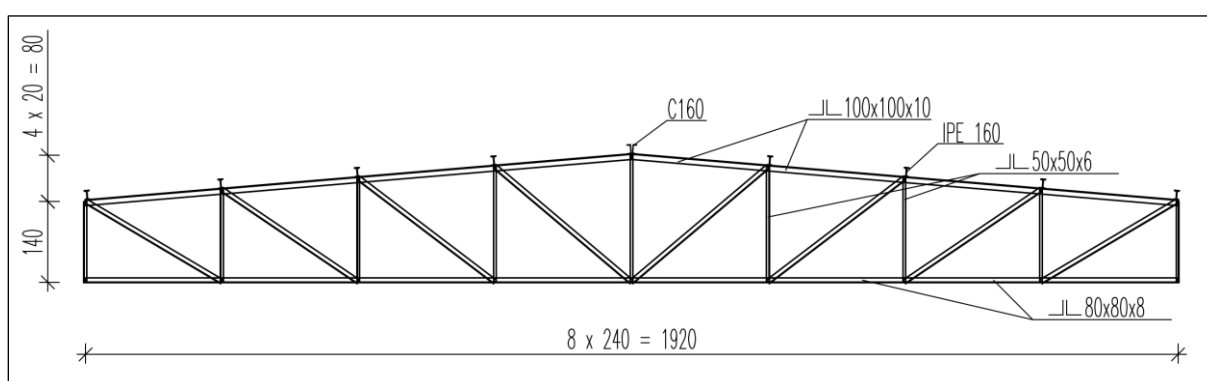
Rysunek 4. Widok na kratownicę



Rysunek 5. Widok ogólny więzara w części socjalno-biurowej



Rysunek 6. Pomiary elementów kratownicy

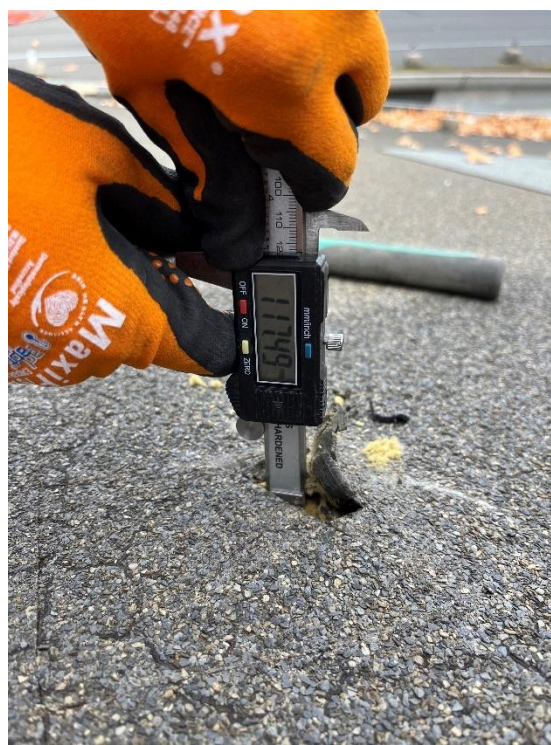


Rysunek 7. Schemat kratownicy znajdującej się w hali produkcyjnej budynku

Na płatwiach wykonanych z dwuteowników IPE160 znajduje się pokrycie dachu składające się z: płyt prefabrykowanych z lekkiego betonu (**Rysunek 8**), izolacji paroszczelnej, izolacji termicznej (wełny mineralnej) oraz dwóch warstw papy (**Rysunek 9**).

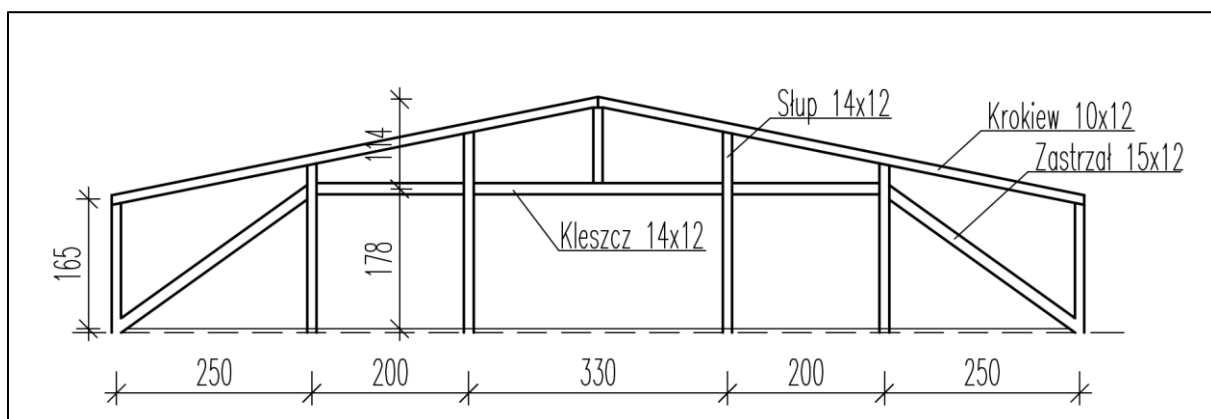


Rysunek 8. Pomiar szerokości płyty dachowej, celem jej identyfikacji



Rysunek 9. Odkrywka w dachu mająca na celu określenie grubości izolacji termicznej oraz liczby warstw papy w części hali produkcyjnej.

Konstrukcja dachu w pozostałych dwóch częściach budynku, to więźar drewniany. W trakcie wizji lokalnej sprawdzono wymiary elementów i ich rozstaw. Schemat więzara przedstawiono na **Rysunek 10**. Na więzarach znajduje się deskowanie, izolacja termiczna w postaci wełny oraz papa (**Rysunek 11**).



Rysunek 10. Schemat więzara dachowego części socjalno-biurowej



Rysunek 11. Odkrywka dachu mająca na celu określenie grubości izolacji termicznej oraz liczby warstw papy w części socjalno-biurowej

Stan konstrukcji dachu: **dobry**. Wszystkie elementy są w bardzo dobrym stanie, jakość wykonania w odniesieniu do standardów ówczesnego poziomu jest również dobra. Widoczne jedynie ubytki na połączeniu dachu ze ścianą po stronie zewnętrznej budynku (**Rysunek 12**).

Stan pokrycia dachu: **dobry**.



Rysunek 12. Widoczne uszkodzenia elementów niemających znaczenia konstrukcyjnego na zewnątrz budynku

5.2. Hala magazynowa C2

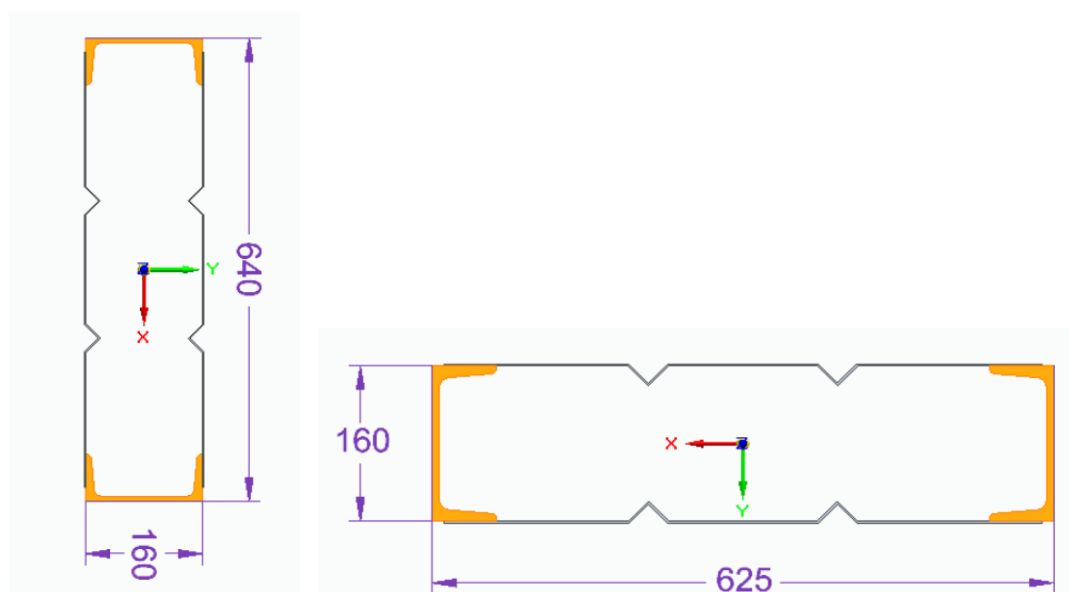
Dla hali istnieje dokumentacja techniczna w zakresie geometrii oraz rozwiązań konstrukcyjnych. W celu weryfikacji istniejącej dokumentacji, określenia parametrów wymaganych na potrzeby analizy statyczno-wytrzymałościowej oraz określenia stanu technicznego poszczególnych elementów dokonano wizji lokalnej.

Zgodnie z dostępną dokumentacją oraz stanem faktycznym hala jest konstrukcji stalowej, typu J (**Rysunek 13**). Schemat statyczny ramy, to słupy utwierdzone w podłożu, z ryglami skrzynkowymi połączonymi w sposób sztywny. Konstrukcja całej hali jest stała na całej jej długości, z dylatacją, pomiędzy 6, a 7 przęsem – łatwo ją zidentyfikować poprzez podwójną ramę.



Rysunek 13. Widok na układ konstrukcyjny hali C2

Na oraz zilustrowano odpowiednio przekrój poprzeczny rygla ramy oraz profil słupa.



Rysunek 14. Przekrój rygla (po lewej) oraz przekrój słupa ramy (po prawej)

Wszystkie węzły ramy – połączenie z fundamentem (**Rysunek 15**), węzeł rygla (**Rysunek 16**) oraz naroże rygiel-słup (**Rysunek 17**) należy uznać za połączenia sztywne. Stateczność ustroju w kierunku podłużnym hali oraz stateczność połączeń dachowej zapewniają stężenia - **Rysunek 18**.



Rysunek 15. Utwierdzenie słupa ramy w fundamencie



Rysunek 16. Połączenie sztywne w środku rozpiętości rygla

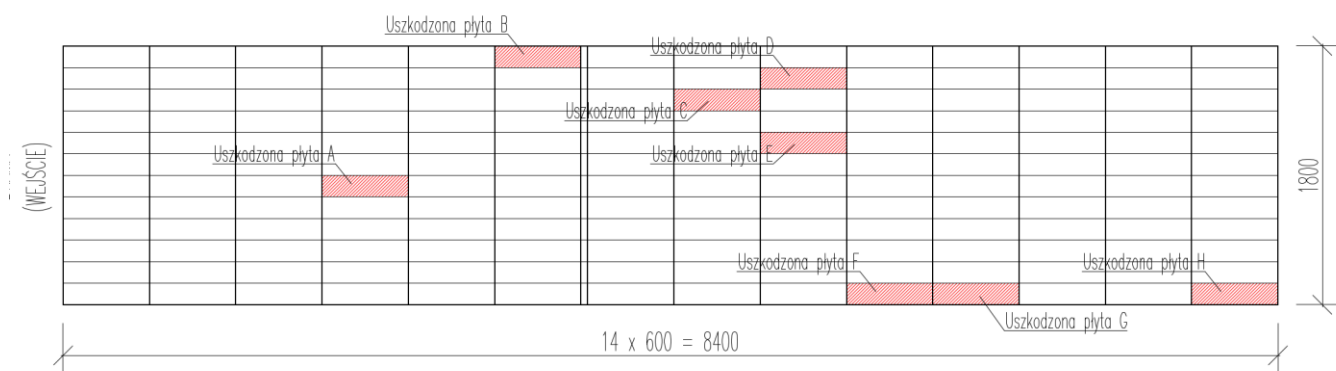


Rysunek 17. Połączenie sztywne narożnika ramy



Rysunek 18. Węzeł narożny wraz ze stężeniami

W trakcie wizji lokalnej dokonano przeglądu płyt dachowych. Stwierdzono uszkodzenia, które należy naprawić, przed montażem paneli fotowoltaicznych na dachu. Lokalizację uszkodzonych płyt przedstawiono na **Rysunek 19**.



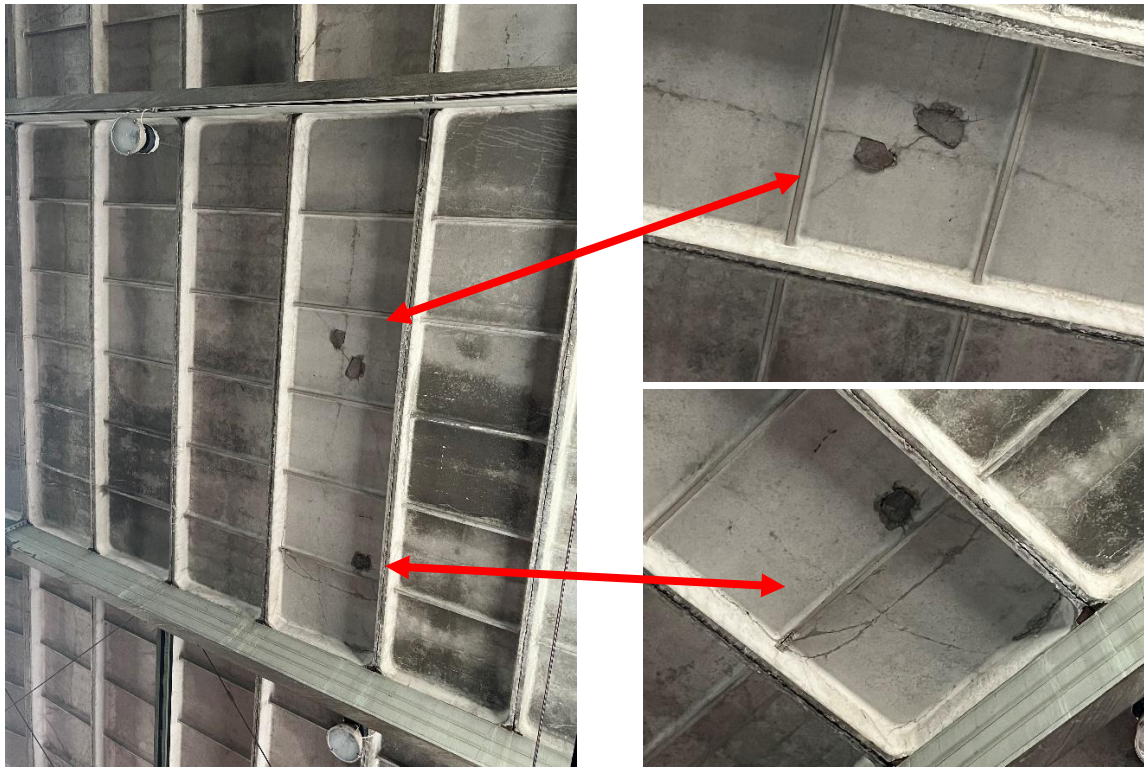
Rysunek 19. Rzut budynku C2 z zaznaczonymi uszkodzonymi płytami



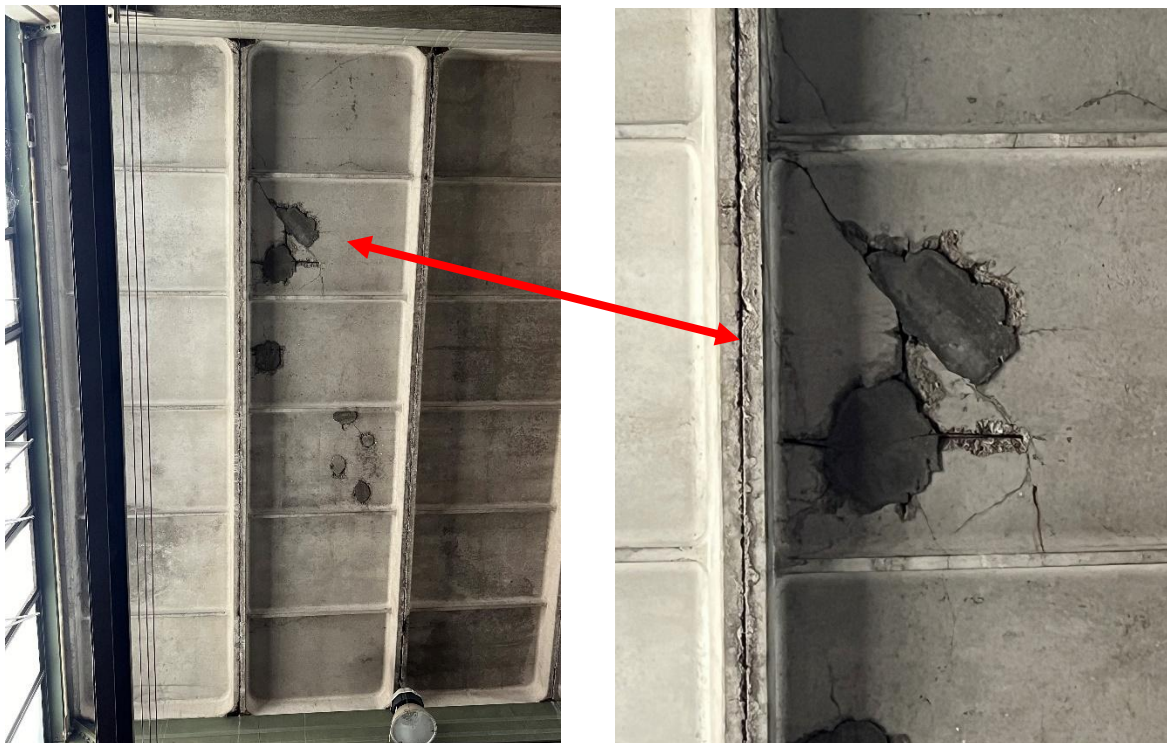
Rysunek 20. Uszkodzona płyta dachowa A



Rysunek 21. Uszkodzona płyta dachowa B



Rysunek 22. Uszkodzona płyta dachowa C



Rysunek 23. Uszkodzona płyta dachowa D



Rysunek 24. Uszkodzona płyta dachowa E



Rysunek 25. Uszkodzona płyta dachowa F



Rysunek 26. Uszkodzona płyta dachowa G



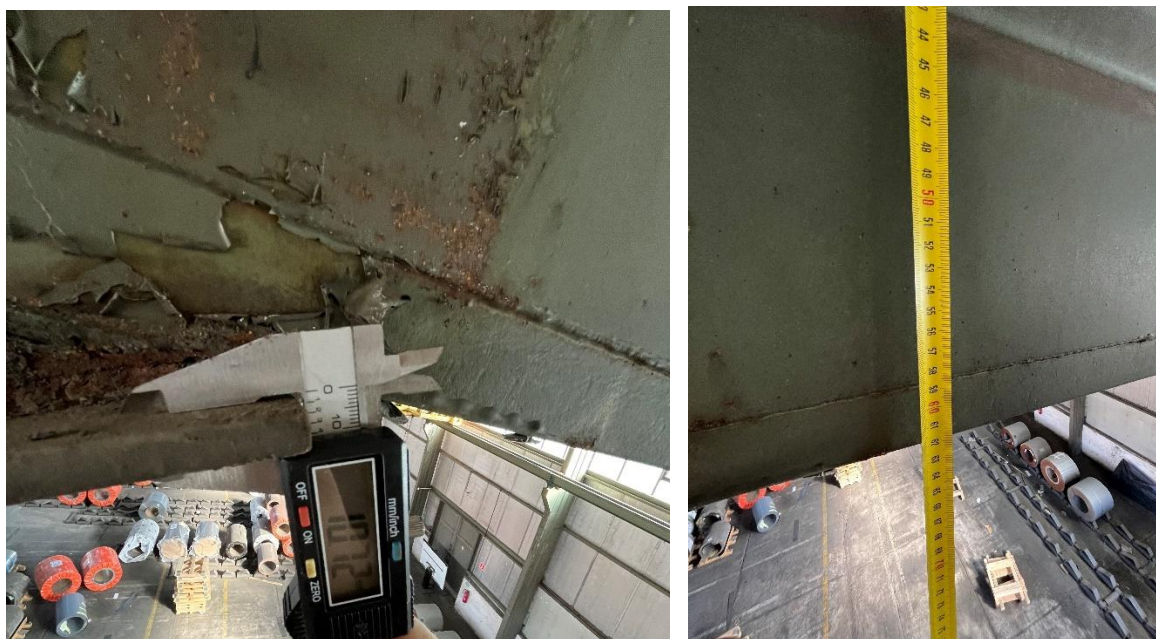
Rysunek 27. Uszkodzona płyta dachowa H

Stan techniczny ramy i połączeń oceniona się jako dobry – jedynie lokalnie widać degradację powłoki antykorozyjnej (**Rysunek 28**), przy czym istniejące ogniska korozji należy uznać za niewielkie i nie ingerujące w nośność poszczególnych elementów.



Rysunek 28. Zdarta powłoka na ryglu ramy

W czasie wizji lokalnej dokonano pomiaru elementów i grubości blach węzłowych (**Rysunek 29**) oraz weryfikacji jakości podparcia dachowych płyt żelbetowych na stalowych ryglach (**Rysunek 30**).



Rysunek 29. Pomiary elementów



Rysunek 30. Oparcie płyty dachowej żelbetowej na ryglu ramy

Dach pokryty dwoma warstwami papy, pod którą znajduje się warstwa styropianu o grubości 5cm. Pod styropianem znajduje się 3cm gładzi cementowej. Ogólny stan wierzchniej warstwy papy należy określić jako dostateczny, widoczne są wyrzuszenia (**Rysunek 31**) - te fragmenty mogą w przyszłości inicjować proces degradacji materiału. **Rysunek 32** oraz **Rysunek 33** obrazują pomiary i odkrytki wykonane na powierzchni dachu podczas wizji lokalnej.



Rysunek 31. Lokalne odkształcenia papy na powierzchni dachu



Rysunek 32. Odkrywka w dachu, celem sprawdzenia grubości warstw



Rysunek 33. Pomiary grubości warstw gładzi cementowej i styropianu

Elementy nośne, w postaci rygli skrzyniowych są w stanie **dobrym**, należy zabezpieczyć je powłoką. Stan płyt dachowych jest różny, część z nich wymaga naprawy/wzmocnienia lub wymiany. Pokrycie dachu można określić jako **dostateczne**, ze względu na powierzchniowe odkształcenia papy.

6. Obliczenia

Analizowane konstrukcje powstawały w różnych okresach w oparciu o inne generacje norm. To jest, w momencie ich projektowania, a następnie wznoszenia obowiązywały normy budowlane typ PN-B. Od roku 2010 natomiast, obowiązują normy PN-EN, potocznie zwane Eurokodami. Biorąc pod uwagę fakt, iż analizowane konstrukcje często są prefabrykowanymi systemami żelbetowymi z okresu PRL, ich nośność w katalogach opracowana jest właśnie o normy PN-B. W przypadku prefabrykatów niestandardowych i konstrukcji stalowych stosowane są normy obecnie obowiązujące. Jeśli chodzi o zbieranie obciążeń to w przypadku analizowanych konstrukcji – zarówno PN-EN, jak i PN-B dają praktycznie identyczne obciążenie wiatrem i śniegiem. Zmieniają się natomiast wartości częściowych współczynników dla oddziaływań.

6.1. Obciążenia klimatyczne

Dane:

- miejscowość: Wrocław;
- wysokość nad poziomem morza: $A = 122 \text{ m n.p.m.}$;
- obciążenie śniegiem (wg PN-EN 1991-1-3):
 - strefa śniegowa: 1;

- teren: normalny (obszary, na których nie występuje znaczne przenoszenie śniegu przez wiatr na budowle z powodu ukształtowania terenu, innych budowli lub drzew);
 - wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem gruntu:

$$Q_k = \max[0,007 * A - 1,4; 0,70] \text{ kPa} = 0,70 \text{ kPa}.$$
 - dla kąta nachylenia dachu w obu przypadkach, zgodnie z załącznikiem B normy, współczynnik kształtu dachu wynosi 0,8.
- obciążenie wiatrem (wg PN-EN 1991-1-4):
 - strefa wiatrowa: 1;
 - kategoria terenu: IV (tereny, których przynajmniej 15% powierzchni jest pokryte budynkami o średniej wysokości przekraczającej 15m);
 - dla hal C2 i B4 wiatr nie jest analizowany, to jest, ze względu na niewielkie nachylenie połaci, parcie – będące niekorzystne dla analizowanych przypadków – nie występuje;

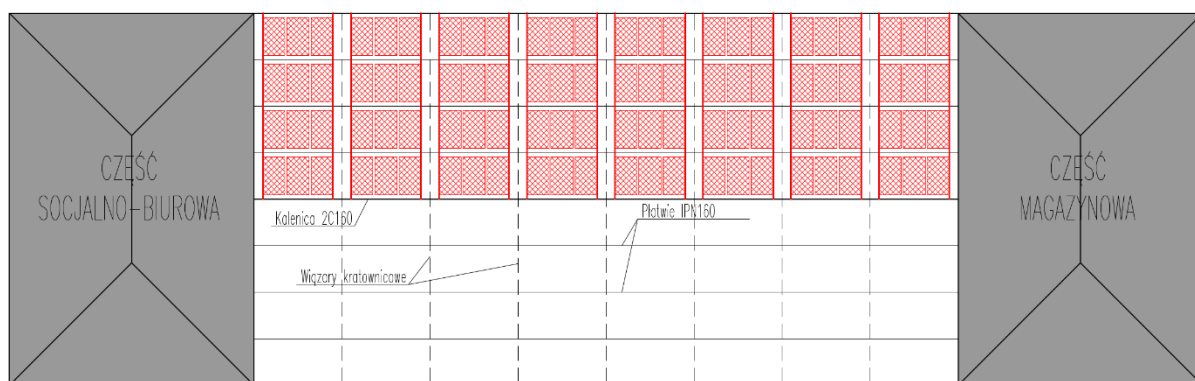
6.2. Obciążenia panelami

Przyjmuje się panele bez balastu, czyli panele na łączniki wklejane w potać. Masa pojedynczego panelu o wymiarach 195cm x 113cm wynosi 24kg, a ciężar podkonstrukcji dla pojedynczego panelu wynosi 9kg.

6.3. Obliczenia hali B4

6.3.1. Część hali produkcyjnej

Zgodnie z ogólnymi zasadami projektowania elementy niższego rzędu powinny dysponować mniejszym zapasem nośności niż elementy wyższego rzędu. Stąd, krytyczne powinny być płyty wykonane z lekkiego betonu, które oparte są na płatwiach. Ze względu na fakt, iż zgodnie z udostępnioną dokumentacją, płyty zostały wykonane specjalnie dla obiektu, nie są one ustandaryzowane, przez co określenie ich dokładnych parametrów. Na podstawie informacji zawartej w archiwalnym projekcie, odczytano, iż jest ona wykonana z lekkiego betonu niezbrojonego. Ze względów bezpieczeństwa, należy unikać dodatkowego obciążania elementów kruchych (jakim są tego typu płyty) w sposób generujący dodatkowe naprężenia rozciągające. Przyjęto zatem, że panele będą znajdować się na ruszcie, który cały ich ciężar będzie przekazywał w strefę przyplaturową (**Rysunek 34**). Dzięki takiemu rozwiązaniu konstrukcyjnemu, płyta wykonana z lekkiego betonu nie będzie dodatkowo obciążona. Z powodu dużej ilości instalacji technicznej po stronie zachodniej, rozważono lokalizację paneli w tej części połaci tylko po stronie wschodniej.




Rysunek 34. Rozważany układ paneli na dachu części hali przemysłowej

Poniższa tabela przedstawia obecne obciążenie płyt dachowych.


Tabela 1. Zestawienie obciążeń statycznych na m² płyty budynku B4 części hali produkcyjnej

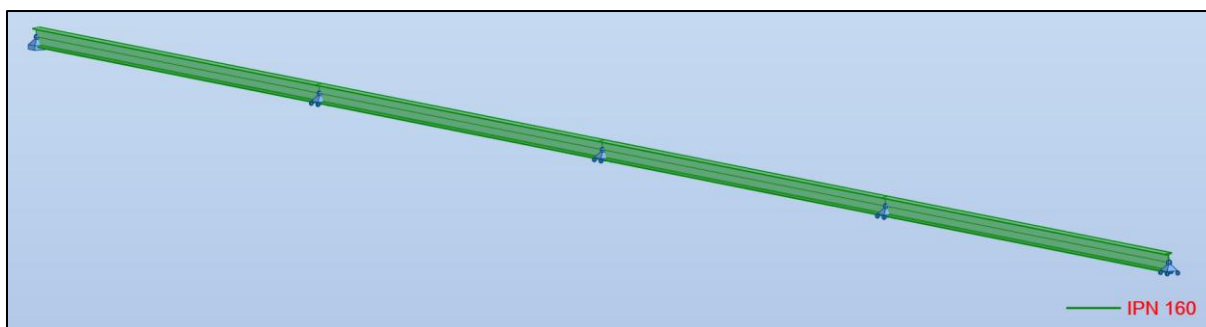
L.p.	warstwa	ciężar objętościowy	grubość	wartość charakterystyczna
jednostka	-	[kN/m ³]	[cm]	[kN/m ²]
1	2xpapa termozgrzewalna	15.00	1.00	0.150
2	Wełna mineralna	0.45	12.00	0.054
3	Płyty dachowe wykonane z lekkiego betonu	Wartość charakterystyczną przyjęto z projektu	-	0.80
	RAZEM			1.004

Płatwie stalowe zostały wykonane z dwuteownika IPN160. Poniżej na **Rysunek 35** przedstawiono model płatwi jako czteroprzęsłową belkę (długości 18m), a następnie sprawdzono jej wyężenie, pod wpływem ciężaru własnego dachu, śniegu i paneli. Aktualne wyężenie płatwi jest na poziomie 75%.

Rezultaty Komunikaty						
Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wyteż.	Przypadek
Grupa : 2 platew						
3 Pręt_3	 IPN 160	Steel	70.33	290.70	0.75	5 kombinacja bez pan

Po dodaniu obciążenia, od ilości paneli przyjętej na **Rysunek 34** – panele ustawione jeden obok drugiego, na ruszcie - wyężenie płatwi zwiększa się nieznacznie, do poziomu 76%.

Rezultaty Komunikaty							
Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wyteż.	Przypadek	
Grupa : 2 platew							
3 Pręt_3	 IPN 160	Steel	70.33	290.70	0.76	6 Kombinacja z panel	

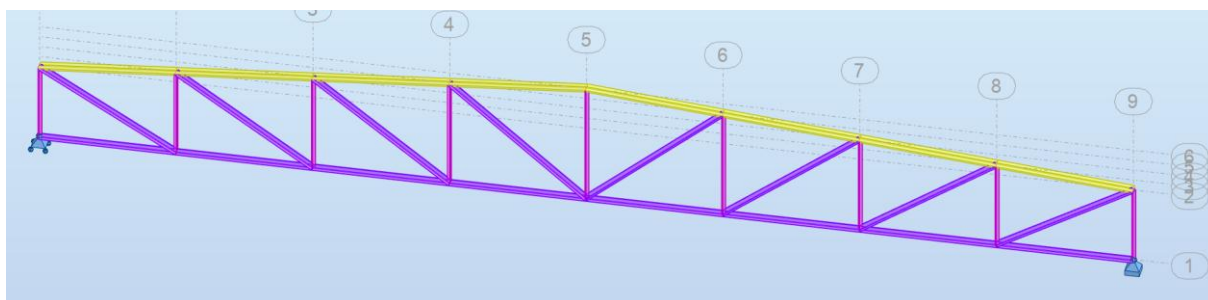


Rysunek 35. Model płaty wykonany z dwuteownika IPN160, opartego na wiązarach kratownicowych w części hali przemysłowej budynku.

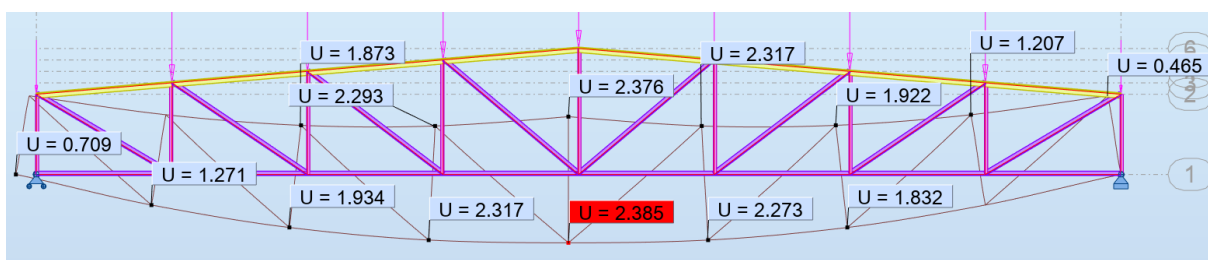
Płaty spełniają warunek nośności po dodaniu paneli fotowoltaicznych.

Przy uzyskanym zagęszczeniu, pokrycie dachu będzie praktycznie równomierne. Jednakże, podczas rozmieszczania płyt należy zwrócić uwagę, aby znajdowały się one na ruszcie, który cały ich ciężar będzie przekazywał na płytę (aby dodatkowo nie obciążać płyt z lekkiego betonu), tak jak pokazano na **Rysunek 34**.

W kolejnym kroku obliczeniowym, rozważono wytrzymałość wieszaka kratowniczowego. Podobnie, jak dla płaty – wykonano model wieszaka, a następnie obciążono go ciężarem własnym warstw dachowych, płaty, śniegu oraz paneli. Następnie sprawdzono wyężenie elementów oraz ich uęęcie



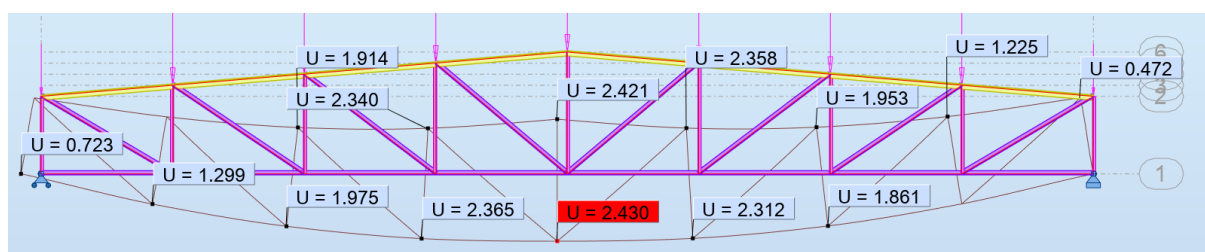
Rysunek 36. Model kratownicy w części hali przemysłowej budynku



Rysunek 37. Maksymalne uęęcie kratownicy w stanie aktualnym [cm]

Pręt		Profil	Material	Lay	Laz	Wyteż.▲	Przypadek
9 Pręt_9	OK	2 L60x60x6	S 185	77.12	49.19	0.86	5 obciążenie bez pa
21 Słup_21	OK	2 L80x80x6	S 185	97.22	65.65	0.77	5 obciążenie bez pa
22 Słup_22	OK	2 L80x80x6	S 185	97.22	65.65	0.77	5 obciążenie bez pa
17 Pręt_17	OK	2 L60x60x6	S 185	77.12	49.19	0.69	5 obciążenie bez pa
20 Słup_20	OK	2 L80x80x6	S 185	97.22	65.65	0.68	5 obciążenie bez pa
23 Słup_23	OK	2 L80x80x6	S 185	97.22	65.65	0.68	5 obciążenie bez pa
3 Pręt_3	OK	2 L100x100x8	S 185	77.94	53.52	0.62	5 obciążenie bez pa
6 Pręt_6	OK	2 L100x100x8	S 185	77.94	53.52	0.62	5 obciążenie bez pa
5 Pręt_5	OK	2 L100x100x8	S 185	77.94	53.52	0.60	5 obciążenie bez pa
4 Pręt_4	OK	2 L100x100x8	S 185	77.94	53.52	0.60	5 obciążenie bez pa
2 Pręt_2	OK	2 L100x100x8	S 185	77.94	53.52	0.55	5 obciążenie bez pa
7 Pręt_7	OK	2 L100x100x8	S 185	77.94	53.52	0.55	5 obciążenie bez pa
10 Pręt_10	OK	2 L60x60x6	S 185	88.14	56.22	0.54	5 obciążenie bez pa
16 Pręt_16	OK	2 L60x60x6	S 185	88.14	56.22	0.54	5 obciążenie bez pa
33 Słup_33	OK	2 L80x80x6	S 185	112.85	76.20	0.52	5 obciążenie bez pa
26 Słup_26	OK	2 L80x80x6	S 185	112.85	76.20	0.52	5 obciążenie bez pa
19 Słup_19	OK	2 L80x80x6	S 185	97.22	65.65	0.45	5 obciążenie bez pa
24 Słup_24	OK	2 L80x80x6	S 185	97.22	65.65	0.45	5 obciążenie bez pa
8 Pręt_8	OK	2 L100x100x8	S 185	77.94	53.52	0.37	5 obciążenie bez pa
1 Pręt_1	OK	2 L100x100x8	S 185	77.94	53.52	0.37	5 obciążenie bez pa
11 Pręt_11	OK	2 L60x60x6	S 185	99.16	63.25	0.35	5 obciążenie bez pa
15 Pręt_15	OK	2 L60x60x6	S 185	99.16	63.25	0.33	5 obciążenie bez pa
32 Słup_32	OK	2 L80x80x6	S 185	117.22	79.15	0.28	5 obciążenie bez pa
27 Słup_27	OK	2 L80x80x6	S 185	117.22	79.15	0.28	5 obciążenie bez pa
14 Pręt_14	OK	2 L60x60x6	S 185	110.18	70.28	0.16	5 obciążenie bez pa
12 Pręt_12	OK	2 L60x60x6	S 185	110.18	70.28	0.16	5 obciążenie bez pa
18 Słup_18	OK	2 L80x80x6	S 185	97.22	65.65	0.12	5 obciążenie bez pa
25 Słup_25	OK	2 L80x80x6	S 185	97.22	65.65	0.12	5 obciążenie bez pa
28 Słup_28	OK	2 L80x80x6	S 185	121.99	82.37	0.11	5 obciążenie bez pa
31 Słup_31	OK	2 L80x80x6	S 185	121.99	82.37	0.11	5 obciążenie bez pa
29 Słup_29	OK	2 L80x80x6	S 185	127.10	85.82	0.10	5 obciążenie bez pa
30 Słup_30	OK	2 L80x80x6	S 185	127.10	85.82	0.10	5 obciążenie bez pa
13 Pręt_13	OK	2 L60x60x6	S 185	121.19	77.30	0.06	5 obciążenie bez pa

Rysunek 38. Wyteżenie elementów w stanie aktualnym



Rysunek 39. Maksymalne ugięcia kratownicy, po dodaniu paneli [cm]

Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wyteż	Przypadek
9 Pręt_9	OK 2 L60x60x6	S 185	77.12	49.19	0.88	6 obciążenie z paneli
21 Słup_21	OK 2 L80x80x6	S 185	97.22	65.65	0.79	6 obciążenie z paneli
22 Słup_22	OK 2 L80x80x6	S 185	97.22	65.65	0.78	6 obciążenie z paneli
20 Słup_20	OK 2 L80x80x6	S 185	97.22	65.65	0.70	6 obciążenie z paneli
17 Pręt_17	OK 2 L60x60x6	S 185	77.12	49.19	0.70	6 obciążenie z paneli
23 Słup_23	OK 2 L80x80x6	S 185	97.22	65.65	0.69	6 obciążenie z paneli
3 Pręt_3	OK 2 L100x100x8	S 185	77.94	53.52	0.64	6 obciążenie z paneli
6 Pręt_6	OK 2 L100x100x8	S 185	77.94	53.52	0.63	6 obciążenie z paneli
4 Pręt_4	OK 2 L100x100x8	S 185	77.94	53.52	0.61	6 obciążenie z paneli
5 Pręt_5	OK 2 L100x100x8	S 185	77.94	53.52	0.61	6 obciążenie z paneli
2 Pręt_2	OK 2 L100x100x8	S 185	77.94	53.52	0.57	6 obciążenie z paneli
7 Pręt_7	OK 2 L100x100x8	S 185	77.94	53.52	0.56	6 obciążenie z paneli
10 Pręt_10	OK 2 L60x60x6	S 185	88.14	56.22	0.55	6 obciążenie z paneli
16 Pręt_16	OK 2 L60x60x6	S 185	88.14	56.22	0.55	6 obciążenie z paneli
33 Słup_33	OK 2 L80x80x6	S 185	112.85	76.20	0.53	6 obciążenie z paneli
26 Słup_26	OK 2 L80x80x6	S 185	112.85	76.20	0.52	6 obciążenie z paneli
19 Słup_19	OK 2 L80x80x6	S 185	97.22	65.65	0.46	6 obciążenie z paneli
24 Słup_24	OK 2 L80x80x6	S 185	97.22	65.65	0.45	6 obciążenie z paneli
1 Pręt_1	OK 2 L100x100x8	S 185	77.94	53.52	0.38	6 obciążenie z paneli
8 Pręt_8	OK 2 L100x100x8	S 185	77.94	53.52	0.37	6 obciążenie z paneli
11 Pręt_11	OK 2 L60x60x6	S 185	99.16	63.25	0.36	6 obciążenie z paneli
15 Pręt_15	OK 2 L60x60x6	S 185	99.16	63.25	0.33	6 obciążenie z paneli
32 Słup_32	OK 2 L80x80x6	S 185	117.22	79.15	0.29	6 obciążenie z paneli
27 Słup_27	OK 2 L80x80x6	S 185	117.22	79.15	0.29	6 obciążenie z paneli
14 Pręt_14	OK 2 L60x60x6	S 185	110.18	70.28	0.17	6 obciążenie z paneli
12 Pręt_12	OK 2 L60x60x6	S 185	110.18	70.28	0.17	6 obciążenie z paneli
18 Słup_18	OK 2 L80x80x6	S 185	97.22	65.65	0.12	6 obciążenie z paneli
25 Słup_25	OK 2 L80x80x6	S 185	97.22	65.65	0.12	6 obciążenie z paneli
28 Słup_28	OK 2 L80x80x6	S 185	121.99	82.37	0.11	6 obciążenie z paneli
31 Słup_31	OK 2 L80x80x6	S 185	121.99	82.37	0.11	6 obciążenie z paneli
30 Słup_30	OK 2 L80x80x6	S 185	127.10	85.82	0.10	6 obciążenie z paneli
29 Słup_29	OK 2 L80x80x6	S 185	127.10	85.82	0.09	6 obciążenie z paneli
13 Pręt_13	OK 2 L60x60x6	S 185	121.19	77.30	0.06	6 obciążenie z paneli

Rysunek 40. Wyteżenie elementów, po dodaniu paneli

Po sprawdzeniu nośności elementów, można stwierdzić, iż wyteżenie maksymalne elementów jest na poziomie 86%, po dodaniu paneli wyteżenie zwiększy się do poziomu 88%. Ugięcie w środku rozpiętości kratownicy zwiększy się o 5mm, co nie wpływa na stan graniczny użytkowalności konstrukcji. Na tej podstawie, można stwierdzić, iż układ paneli przedstawiony na **Rysunek 34** jest możliwy do zrealizowania, ze względu na wytrzymałość i użytkowalność konstrukcji.

6.3.2. Część socjalno-biurowa i magazynowa

Pozostałe dwie części budynku różnią się od poprzedniej konstrukcji dachu. Występuje w nich więzary drewniany wzniesiony metodą tradycyjną. Ze względu na instalacje techniczne oraz otoczenie, planuje się ułożenie paneli na południowych połaciach, tak jak pokazano na **Rysunek 41**.



Rysunek 41. Układ paneli na części socjalno-biurowej i magazynowej budynku B4

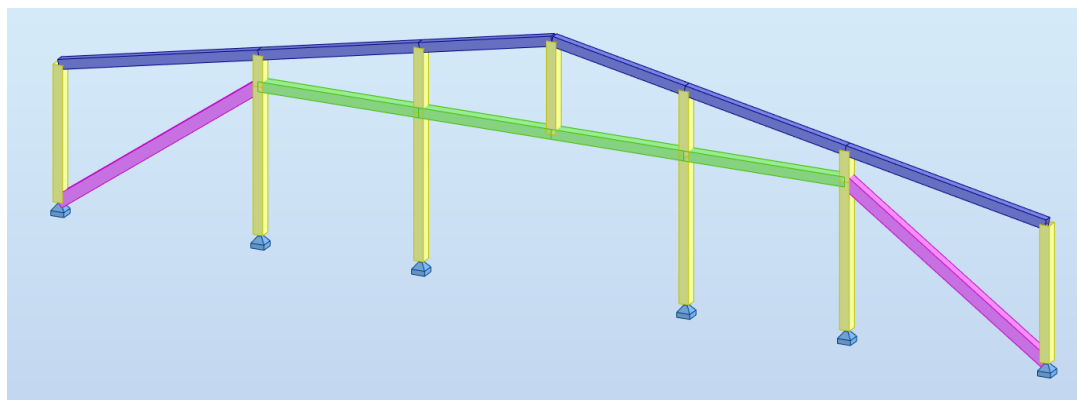
Pozostałe dwie części budynku należy sprawdzić pod względem nośności elementów. Z racji, iż więźba znajduje się na strychach nie poddawana jest kontrola stanów granicznych użyteczności. Do obliczeń przyjęto konserwatywnie najniższą klasę drewna – to jest C14.

Obliczenia poprzedzono zestawieniem ciężaru warstw dachowych.

Tabela 2. Zestawienie obciążeń statycznych na m² połaci dachowej budynku B4 części socjalno-biurowej i magazynowej (bez elementów więzara dachowego)

L.p.	warstwa	ciężar objętościowy	grubość	wartość charakterystyczna
jednostka	-	[kN/m ³]	[cm]	[kN/m ²]
1	2xpapa termozgrzewalna	15.00	1.00	0.150
2	Wełna mineralna	0.45	12.00	0.054
3	Deski	8.00	2.25	0.180
	RAZEM			0.384

Na potrzeby sprawdzenia nośności więzaru dachowego wykonano model więzaru bezpośredniego, pojawiający się co 3 krokwie, przedstawiony poniżej na **Rysunek 42**.



Rysunek 42. Model bezpośredniego więzaru dachowego części socjalno-biurowej i magazynowej B4

Kolejny krok obliczeniowy to na sprawdzenie wyłączenia elementów. Rezultaty tych obliczeń przedstawiono poniżej na **Rysunek 43** oraz **Rysunek 44**.

Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wyteż	Przypadek
15 Pręt drewnian	OK POZIOME	C14	40.83	45.73	0.50	5 obciążenie bez pa
16 Pręt drewnian	OK POZIOME	C14	40.83	45.73	0.50	5 obciążenie bez pa
6 Pręt drewniany	OK KROKIEW	C14	56.58	70.72	0.45	5 obciążenie bez pa
2 Pręt drewniany	OK KROKIEW	C14	56.58	70.72	0.45	5 obciążenie bez pa
3 Pręt drewniany	OK KROKIEW	C14	70.38	87.98	0.45	5 obciążenie bez pa
7 Pręt drewniany	OK KROKIEW	C14	70.38	87.98	0.45	5 obciążenie bez pa
5 Pręt drewniany	OK KROKIEW	C14	46.63	58.29	0.43	5 obciążenie bez pa
4 Pręt drewniany	OK KROKIEW	C14	46.63	58.29	0.43	5 obciążenie bez pa
13 Pręt drewnian	OK SLUPY	C14	40.83	45.73	0.07	5 obciążenie bez pa
8 Pręt drewniany	OK SLUPY	C14	40.83	45.73	0.07	5 obciążenie bez pa
23 Pręt drewnian	OK ZASTRZAL	C14	70.69	84.82	0.06	5 obciążenie bez pa
24 Pręt drewnian	OK ZASTRZAL	C14	70.69	84.82	0.06	5 obciążenie bez pa
25 Pręt drewnian	OK SLUPY	C14	44.04	49.33	0.04	5 obciążenie bez pa
11 Pręt drewnian	OK SLUPY	C14	44.04	49.33	0.04	5 obciążenie bez pa
9 Pręt drewniany	OK SLUPY	C14	44.04	49.33	0.04	5 obciążenie bez pa
12 Pręt drewnian	OK SLUPY	C14	44.04	49.33	0.04	5 obciążenie bez pa
21 Pręt drewnian	OK SLUPY	C14	9.16	10.25	0.03	5 obciążenie bez pa
18 Pręt drewnian	OK SLUPY	C14	9.16	10.25	0.03	5 obciążenie bez pa
26 Pręt drewnian	OK SLUPY	C14	19.30	21.62	0.02	5 obciążenie bez pa
20 Pręt drewnian	OK SLUPY	C14	19.30	21.62	0.02	5 obciążenie bez pa
14 Pręt drewnian	OK POZIOME	C14	49.49	55.43	0.02	5 obciążenie bez pa
17 Pręt drewnian	OK POZIOME	C14	49.49	55.43	0.02	5 obciążenie bez pa
22 Pręt drewnian	OK SLUPY	C14	27.47	30.76	0.01	5 obciążenie bez pa

Rysunek 43. Wyłączenie elementów więzaru w stanie aktualnym

Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wyteż [▲]	Przypadek
15 Pręt drewniany	OK POZIOME	C14	40.83	45.73	0.61	6 obciążenie z paneli
16 Pręt drewniany	OK POZIOME	C14	40.83	45.73	0.61	6 obciążenie z paneli
3 Pręt drewniany	OK KROKIEW	C14	70.38	87.98	0.56	6 obciążenie z paneli
7 Pręt drewniany	OK KROKIEW	C14	70.38	87.98	0.56	6 obciążenie z paneli
6 Pręt drewniany	OK KROKIEW	C14	56.58	70.72	0.56	6 obciążenie z paneli
2 Pręt drewniany	OK KROKIEW	C14	56.58	70.72	0.56	6 obciążenie z paneli
5 Pręt drewniany	OK KROKIEW	C14	46.63	58.29	0.53	6 obciążenie z paneli
4 Pręt drewniany	OK KROKIEW	C14	46.63	58.29	0.53	6 obciążenie z paneli
13 Pręt drewniany	OK SLUPY	C14	40.83	45.73	0.08	6 obciążenie z paneli
8 Pręt drewniany	OK SLUPY	C14	40.83	45.73	0.08	6 obciążenie z paneli
23 Pręt drewniany	OK ZASTRZAL	C14	70.69	84.82	0.07	6 obciążenie z paneli
24 Pręt drewniany	OK ZASTRZAL	C14	70.69	84.82	0.07	6 obciążenie z paneli
25 Pręt drewniany	OK SLUPY	C14	44.04	49.33	0.05	6 obciążenie z paneli
11 Pręt drewniany	OK SLUPY	C14	44.04	49.33	0.05	6 obciążenie z paneli
9 Pręt drewniany	OK SLUPY	C14	44.04	49.33	0.04	6 obciążenie z paneli
12 Pręt drewniany	OK SLUPY	C14	44.04	49.33	0.04	6 obciążenie z paneli
21 Pręt drewniany	OK SLUPY	C14	9.16	10.25	0.03	6 obciążenie z paneli
18 Pręt drewniany	OK SLUPY	C14	9.16	10.25	0.03	6 obciążenie z paneli
26 Pręt drewniany	OK SLUPY	C14	19.30	21.62	0.03	6 obciążenie z paneli
20 Pręt drewniany	OK SLUPY	C14	19.30	21.62	0.03	6 obciążenie z paneli
14 Pręt drewniany	OK POZIOME	C14	49.49	55.43	0.02	6 obciążenie z paneli
17 Pręt drewniany	OK POZIOME	C14	49.49	55.43	0.02	6 obciążenie z paneli
22 Pręt drewniany	OK SLUPY	C14	27.47	30.76	0.02	6 obciążenie z paneli

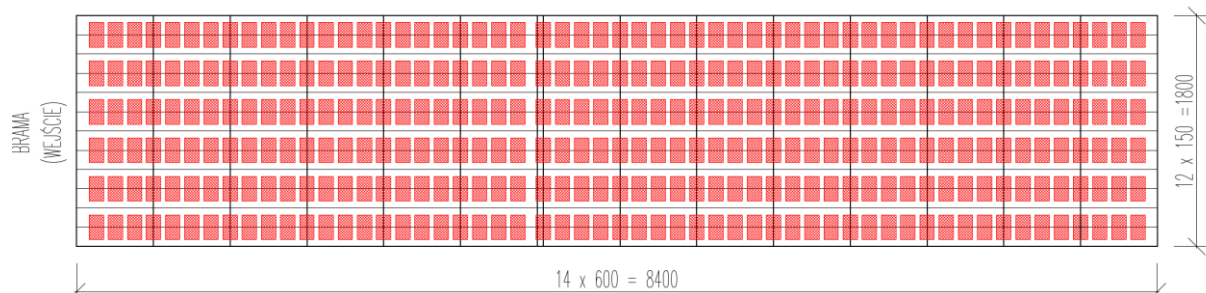
Rysunek 44. Wyteżenie elementów więzaru, po dodaniu paneli

Po sprawdzeniu nośności elementów, można stwierdzić, iż wyteżenie elementów jest na poziomie 50%, po dodaniu paneli wyteżenie zwiększy się do poziomu 61%.

W tej części budynku można ułożyć panele, tak jak przedstawiono na **Rysunek 41**.

6.4. Obliczenia hali C2

Zgodnie z zasadami projektowania elementy niższego rzędu powinny dysponować mniejszym zapasem nośności niż elementy wyższego rzędu. Stąd, krytyczne powinny być płyty korytkowe. Planuje się ułożenie 4 paneli na płytę, co wynika z geometrycznych wymiarów paneli, sytuację tę przedstawiono na **Rysunek 45**.



Rysunek 45. Planowany układ paneli na dachu hali C2

Tabela 3. Zestawienie obciążeń statycznych na m² płyty budynku C2

L.p.	warstwa	ciężar objętościowy	grubość	wartość charakterystyczna
jednostka	-	[kN/m ³]	[cm]	[kN/m ²]
1	2xpapa termozgrzewalna	15.00	1.00	0.150
2	Styropian	0.45	5	0.023
3	Gładź cementowa	19.00	2	0.380
4	Płyty korytkowe PŻFF-2	-	-	1.460
	RAZEM			2.013

Tablica 1

Dane techniczne płyt dachowych

Typ płyty	PŻFF-1	PŻFF-2	PSFF-1	PSFF-2
Ciężar elementu, kG	1120	1280	3000	3400
Marka betonu R_w , kG/cm ²	200	200	300	300
Ciężar płyty bez żebrowych, kG/m ²	146	136	175	155
Ciężar płyty z żebrowymi, kG/m ²	158	146	220	200
Obciążenie dopuszczalne łącznie z ciężarem płyty, kG/m ²	330	330	330	330
Współczynnik pewności	1,6	1,6	2,0	2,0
Klasa odporności ogniowej D, min	45	45	45	45

Rysunek 46. Dane techniczne płyty dachowej budynku C2

Płyty panwiowe żelbetowe żebrowe projektowane były w oparciu o obciążenia charakterystyczne równomiernie rozłożone, którymi można je obciążyć. Zgodnie z L1, dopuszczalne obciążenie równomiernie rozłożone ponad ciężar własny płyt wynosi:

$$q_{dop} := 1,82 \text{ kPa}$$

Zgodnie z powyższym zestawieniem, obecne obciążenie stałe (ponad ciężar własny) wynosi:

$$g_k := 0,553 \text{ kPa}$$

Obciążenie dostępne, po uwzględnieniu warstw na płycie oraz śniegu wynosi:

$$q_a := q_{dop} - g_k - S_{k,0} = 0,707 \text{ kPa}$$

Wartości dopuszczalnych obciążeń dotyczą sytuacji, kiedy są one równomiernie rozłożone. Nie jest to przypadek paneli na konstrukcjach wsporczych, gdzie obciążenia na dach przekazywane są punktowo. Zgodnie z obliczeniami statycznymi, obciążenie skupione wywoła dwukrotnie większy moment w porównaniu z obciążeniem równomiernie rozłożonym, który można skorygować o położenie siły wypadkowej względem środka rozpiętości obliczeniowej. Stąd na podstawie analizy wstecznej wyznacza się dopuszczalną powierzchnię paneli przypadających na jedną płytę.

Obciążenie z jednego panela w funkcji jego rozmiarów:

$$\begin{array}{lll} \text{masa konstrukcji: } m_k := 9 \text{ kg} & \text{masa balastu na punkcie podporowym} & \text{masa pojedynczego panela:} \\ \text{(w przypadku pojedynczego panelu): } m_{bal} := 0 \text{ kg} & & m_{PV} := 24 \text{ kg} \end{array}$$

$$\text{Wymiary panelu: } L1 := 195 \text{ cm} \cdot 1 \quad B1 := 1,13 \text{ m} \cdot 1 \quad n_1 := 4$$

Wartość siły generowanej przez panel:

$$P1 := \left(m_k \cdot n_1 + m_{bal} \cdot n_1 + m_{PV} \cdot n_1 \right) \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} + \left(S_k - S_{k,0} \right) \cdot L1 \cdot B1 \cdot n_1 = 2,554 \text{ kN}$$

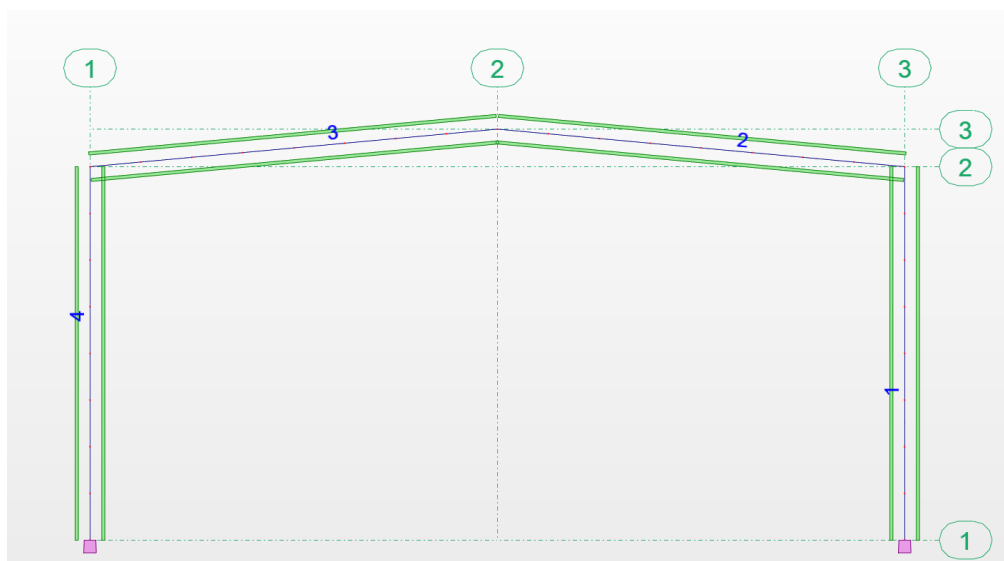
Wartość dopuszczalnej siły skupionej działającej na płytę:

$$Q_{dop} := \frac{q_a \cdot 599 \text{ cm} \cdot 149 \text{ cm}}{2} = 3,155 \text{ kN}$$

Stosunek P_1 do Q_{dop} jest mniejszy niż jeden, dlatego płyta może przenieść ciężar 4 paneli

$$\frac{P1}{Q_{dop}} = 0,8095$$

Kolejnym badanym elementem jest rama stalowa. Na potrzeby sprawdzenia jej nośności stworzono model, przedstawiony poniżej na **Rysunek 47**.



Rysunek 47. Model ramy hali C2

Kolejnym krokiem było obciążenie konstrukcji w dwóch przypadkach: obciążeniami aktualnymi oraz obciążeniami aktualnymi wraz z ciężarem paneli, wyniki przedstawiono poniżej na **Rysunek 48** oraz **Rysunek 49**.

Pręt		Profil	Materiał	Lay	Laz	Wyteż	Przypadek
4 nowy_4	✗	2 C160	S 235	25.61	5.35	1.41	5 obciążenie bez pa
1 Pręt_1	✗	2 C160	S 235	25.61	5.35	1.41	5 obciążenie bez pa
3 nowy_3	✗	2 C160	S 235	28.08	5.87	1.38	5 obciążenie bez pa
2 nowy_2	✗	2 C160	S 235	28.08	5.87	1.38	5 obciążenie bez pa

Rysunek 48. Aktualne wyteżenia elementów ramy hali C2

Pręt		Profil	Materiał	Lay	Laz	Wyteż	Przypadek
4 nowy_4	✗	2 C160	S 235	25.61	5.35	1.47	6 obciążenie z panel
1 Pręt_1	✗	2 C160	S 235	25.61	5.35	1.47	6 obciążenie z panel
3 nowy_3	✗	2 C160	S 235	28.08	5.87	1.44	6 obciążenie z panel
2 nowy_2	✗	2 C160	S 235	28.08	5.87	1.44	6 obciążenie z panel

Rysunek 49. Wyteżenia elementów hali C2 z uwzględnieniem paneli

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń stwierdza się, że dla istniejącej hali C2, zostaną przekroczone stany graniczne nośności. Można zauważyć, że stany te zostały przekroczone również w stanie istniejącym. Przekroczenie stanów granicznych w stanie aktualnym jest zgodne z udostępnioną przez Zamawiającego dokumentacją dotyczący możliwości zmiany suwnicy. Wyniki te różnią się od siebie między innymi ze względu na inne wartości współczynników częściowych na wartości charakterystyczne oddziaływań.

7. Wnioski i zalecenia

Hala B4. Na hali możliwy jest montaż paneli zgodnie z podanymi wytycznymi i rysunkiem. Należy pamiętać, aby panele znajdujące się na połaciach w części głównej budynku (hali produkcyjnej) znajdowały się na ruszcie, tak aby cały ich ciężar był przekazywany na płatwie (bez dodatkowego obciążania płyt z lekkiego betonu). W pozostałych dwóch częściach obiektu – magazynowej oraz socjalno-biurowej można ułożyć panele na południowych połaciach.

W trakcie wizji lokalnej nie stwierdzono znaczących nieprawidłowości elementów nośnych obiektu, jednakże przed rozpoczęciem robót związanych z dołożeniem paneli fotowoltaicznych na dach obiektu należy sprawdzić wszystkie elementy konstrukcyjne, pod kątem ewentualnych nieprawidłowości – tj. uszkodzone powłoki, korozje itd.

Hala C2. Na połaciach dachowych tej hali nie ma możliwości dodania paneli fotowoltaicznych. Spowodowane jest to przekroczeniem nośności elementów konstrukcji – ramy stalowej. Niezależnie od tej informacji zaleca się rozważenie naprawy/wzmocnienia lub wymiany płyt dachowych, o których pisano wcześniej, ze względu na ich zły stan techniczny.

Zawarta w niniejszej ekspertyzie technicznej ocena stanu technicznego elementów konstrukcyjnych obiektów dotyczy stanu elementów, jaki istniał w dniu przeprowadzonej wizji lokalnej, badań i pomiarów, tj. 30.09.2024 roku oraz 21.10.2024 roku.

Realizując wymagania oraz przestrzegając zalecenia wskazanych w ekspertyzie można stwierdzić, iż budowa instalacji fotowoltaicznej na dachach hali B4, na terenie Zakładów „Dozamel” jest bezpieczna dla konstrukcji budynku oraz jego użytkowników.

8. Przypisy końcowe

8.1. Wymagania dla dokumentacji

Na etapie przystąpienia do realizacji zadania należy opracować dokumentację projektową zgodnie z obowiązującymi przepisami techniczno-budowlanymi, a w szczególności z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 20 grudnia 2021r. (Dz.U. 2022 poz. 1225 z póź. zm.) w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego) oraz z Ustawą z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. 2023 poz. 682 z póź. zm.). Dokumentacja projektowa powinna zawierać również projekty ewentualnego wzmocnienia konstrukcji.

Osoby opracowujące dokumentację projektową, która musi być zgodna z założeniami przyjętymi w ekspertyzie winny się legitymować uprawnieniami budowlanymi bez ograniczeń w odpowiedniej specjalności lub/i rzeczoznawcę budowlanego.

8.2. Nadzór autorski i zmiany w dokumentacji

W trakcie realizacji inwestycji Projektant ma obowiązek stwierdzania na bieżąco zgodności realizacji z projektem oraz wprowadzania niezbędnych zmian i uzgadniania rozwiązań zamiennych zgłoszonych przez kierownika budowy lub inspektora nadzoru inwestorskiego. Wszystkie zmiany i rozwiązania zamienne podlegają zatwierdzeniu przez inspektora nadzoru inwestorskiego oraz obowiązkowemu udokumentowaniu w dokumentacji zamiennej /powykonawczej. Z uwagi na złożoność i skomplikowane robót wymagana jest stała obecność kierownika budowy podczas realizacji robót.

8.3. Wykluczenia

Zespół projektowy (projektanci) nie ponosi odpowiedzialności za ewentualne błędne, niepełne lub zatajone informacje i dokumenty podane przez udostępniających dokumenty, np. przez zatajenie istotnych faktów i dokumentów, a których nie można było ustalić bez uszkodzenia konstrukcji, a tym samym stworzenia zagrożenia bezpieczeństwa zdrowia i życia użytkowników obiektu oraz środowiska.

8.4. Warunki wykonania i odbioru robót budowlanych

Materiały wbudowywane w obiekt muszą odpowiadać wymogom wyrobów dopuszczonych do obrotu i stosowania w budownictwie określonym w art. 10 ustawy z dn. 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. 2023 poz. 682 z póź. zm.). Wszelkie stosowane materiały powinny być nowe, odpowiadać Polskim Normom lub Aprobatom Technicznym oraz posiadać dokumenty takie jak: Atest, Świadectwo, Certyfikat Zgodności. Wykonawca jest zobowiązany do przestrzegania

obowiązujących przepisów BHP i ppoż. oraz zabezpieczenia terenu wykonywanych robót na cały okres ich realizacji aż do odbioru końcowego robót.

8.5. Organizacja robót budowlanych

Wykonawca zapewni prowadzenie dokumentacji budowy w sposób zgodny z obowiązującymi przepisami Prawa budowlanego. Wykonawca zorganizuje i zapewni kierowanie pracami w sposób zgodny z dokumentacją projektową i obowiązującymi przepisami w tym przepisami BHP i opracowanym przez siebie Planem Bezpieczeństwa i Ochrony Zdrowia (BIOZ), a także zapewnieniu spełnienia warunków przeciwpożarowych określonych w obowiązujących przepisach.

II. ZAŁĄCZNIKI

Załącznik nr 1. Decyzja o nadaniu uprawnień oraz przynależność do IZBY projektanta

Załącznik nr 2. Inwentaryzacja wiaty metalowej B3 i układ paneli – rysunki

Załącznik nr 3. Układ paneli hala C14 – rysunek

Załącznik nr 1. Decyzja o nadaniu uprawnień oraz przynależność do IZBY projektanta

<div data-bbox="306 353 370 421"></div> <div data-bbox="296 421 497 452"><p>Opolska Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna</p></div> <div data-bbox="296 456 435 474"><p>Syg. akt OPL.OKK.0054-1799/18</p></div> <div data-bbox="620 392 764 409"><p>Opole, dnia 21 grudnia 2018 r.</p></div> <div data-bbox="462 499 596 521"><h3>DECYZJA</h3></div> <div data-bbox="296 533 764 600"><p>Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (Dz. U. z 2014 r., poz. 1946 z późn. zm.) i art. 12 ust. 2, ust. 3 i ust. 4 c pkt 1, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t.j. Dz. U. z 2013 r., poz. 1409 z późn. zm.) oraz § 12 ust. 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 2014 r., poz. 1278), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane</p></div> <div data-bbox="373 640 686 663"><p>Pan mgr inż. budownictwa Łukasz Zawiaślak</p></div> <div data-bbox="416 667 643 685"><p>urodzony dnia 13 października 1991 roku w Brzegu</p></div> <div data-bbox="502 705 557 723"><p>otrzymuje</p></div> <div data-bbox="429 725 632 745"><p>UPRAWNIENIA BUDOWLANE</p></div> <div data-bbox="416 750 643 768"><p>numer ewidencyjny OPL/1573/PBkb/18</p></div> <div data-bbox="403 770 654 801"><p>do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno - budowlanej</p></div> <div data-bbox="462 848 596 866"><h3>UZASADNIENIE</h3></div> <div data-bbox="296 873 764 902"><p>W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a., odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.</p></div> <div data-bbox="491 925 568 940"><h3>POUCZENIE</h3></div> <div data-bbox="296 949 764 985"><p>Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Opolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Opolu w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.</p></div> <div data-bbox="296 981 647 996"><p>Zgodnie z treścią art. 127 a ustawy Kodeks postępowania administracyjnego (Dz. U. z 2017 r., poz. 1257 §):</p></div> <div data-bbox="296 990 764 1016"><p>§ 1. W trakcie biegu terminu do wniesienia odwołania strona może zrzec się prawa do wniesienia odwołania wobec organu administracji publicznej, który wydał decyzję.</p></div> <div data-bbox="296 1012 764 1034"><p>§ 2. Z dniem doręczenia organowi administracji publicznej o zrzeczeniu się prawa do wniesienia odwołania przez osobą, za stroną postępowania, decyzja staje się ostateczna i prawomocna.</p></div> <div data-bbox="296 1030 764 1055"><p>W przypadku złożenia przez stronę o zrzeczeniu się prawa do odwołania od decyzji (jak określono w § 2) stronie nie przysługują prawa do odwołania się od skargi do sądu administracyjnego.</p></div> <div data-bbox="647 1041 798 1108"><p><i>to zgłosić z oryginałem Ław</i></p></div>	<div data-bbox="884 360 1335 448"><p>Na podstawie art. 12 ust. 1 pkt 1 i 5 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane oraz w związku z § 10 i § 12 ust. 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie Pan mgr inż. budownictwa Łukasz Zawiaślak jest uprawniony w specjalności konstrukcyjno-budowlanej do:</p></div> <div data-bbox="884 468 1335 573"><ol style="list-style-type: none">1. sporządzania projektu architektoniczno – budowlanego w odniesieniu do konstrukcji obiektu,2. sprawdzania projektów architektoniczno – budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego,3. sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych,4. sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie specjalności objętej niniejszymi uprawnieniami,<p>bez ograniczeń.</p></div> <div data-bbox="1018 607 1117 703"></div> <div data-bbox="1165 633 1289 651"><p>Skład Orzekający OKK</p></div> <div data-bbox="1153 656 1335 730"><ol style="list-style-type: none">1. dr inż. Wiktor Abramek2. dr hab. inż. Dariusz Bajno3. mgr inż. Zdzisław Gwóźdź4. mgr inż. Leon Masłowski</div> <div data-bbox="884 719 987 790"><p>Otrzymują: 1. Pan Łukasz Zawiaślak Odbiór: 54 A 46-222 Oleśnica 2. Okręgowa Rada Izby 3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego 4. inż.</p></div> <div data-bbox="1228 750 1348 862"><p><i>to zgłosić z oryginałem Ław</i></p></div>
<div data-bbox="454 1205 534 1283"></div> <div data-bbox="485 1348 584 1391"><p>Zaświadczenie * numer weryfikacyjny: DOŚ-2KJ-UXG-DE2 *</p></div> <div data-bbox="309 1442 754 1532"><p>Pan Łukasz Piotr Zawiaślak o numerze ewidencyjnym DOŚ/BO/0426/19 adres zamieszkania ul. Prądzyskiego 46/3, 50-434 Wrocław jest członkiem Dolnośląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej. Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2023-10-01 do 2024-09-30.</p></div> <div data-bbox="309 1568 754 1617"><p>Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-09-26 roku przez: Janusz Szczepański, Przewodniczący Rady Dolnośląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.</p></div> <div data-bbox="309 1632 754 1673"><p>Zgodnie z art. 78¹ K.e., § 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarcza złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go kwalifikowanym podpisem elektronicznym. § 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.</p></div> <div data-bbox="309 1839 754 1870"><p>* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.pib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.</p></div> <div data-bbox="268 1892 331 1921"></div>	