

OPINIA TECHNICZNA

W SPRAWIE MOŻLIWOŚCI UŁOŻENIA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY 218,12 kWp
NA ISTNIEJĄCYCH DACHACH HAL A,B,C,D ORAZ ŚCIANIE HALI D
ZAKŁADU PRODUKCYJNEGO FOX FITTINGS Sp. z o.o Sp. k.

Zamawiający:

Inwestor: FOX FITTINGS Sp. z o.o Sp. k.
43-330 Wilamowice, ul. Więźniów Oświećimia 50

Lokalizacja: HALA „A” 43-330 Wilamowice, ul. Więźniów Oświećimia 50
HALA „B” 43-330 Wilamowice, ul. Więźniów Oświećimia 52
HALA „C” 43-330 Wilamowice, ul. Więźniów Oświećimia 50B
HALA „D” 43-330 Wilamowice, ul. Więźniów Oświećimia 52
Dz.nr: 396/3, 396/4, 397/2, 397/3, 3445/3, 3445/4, 398

1. Przedmiot opracowania.

Przedmiotem opracowania jest opinia techniczna dotycząca istniejących budynków zakładu produkcyjnego FOX FITTINGS Sp. z o.o Sp. k., położonego w Wilamowicach przy ul. Więźniów Oświećimia 50, 52, 50B na obciążenia wynikające z ułożenia instalacji fotowoltaicznej.

2. Podstawa opracowania.

- Zlecenie Zamawiającego.
- Projekt instalacji fotowoltaicznej opracowane w programie PV*SOL premium 2023(R4) Valentin Software GmbH przez
- Projekty instalacji fotowoltaicznej opracowane w programie Solar Plant Polska opracowane przez
- Wizja lokalna.
- Dokumentacja projektowa, dokumentacja powykonawcza hal przekazana przez inwestora w wersji cyfrowej.

Normy:

PN-82/B-02001 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia stałe.

PN-82/B-02003 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia zmienne technologiczne.

PN-80/B-02010/Az1:2006 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem.

PN-77/B-02011/Az1:2009 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.

PN-91/B-03200 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie

3. Stan istniejący.

Budynki, na których inwestor planuje ułożenie instalacji fotowoltaicznej są obiektami produkcyjnymi, stanowiącymi zakład produkcyjny FOX FITTINGS Sp. z o.o Sp. k. położony w Wilamowicach przy ul. Więźniów Oświećimia 50, 50B, 52. Budynki usytuowane są na działkach o numerach ewidencyjnych: 396/3, 396/4, 397/2, 397/3, 3445/3, 3445/4, 398. Budynki obecnie są użytkowane, ich budowa miała miejsce od 2013r. do 2022r.

3.1 Hala A

Przedmiotowy obiekt składa się z dwóch budynków zróżnicowanych architektonicznie i funkcjonalnie. Część produkcyjną stanowi jednokondygnacyjna hala produkcyjna o wymiarach 29,50m x 34,50m i wysokości 8,97m nakryta dwuspadowym dachem płaskim o nachyleniu 5%. Do hali produkcyjnej od strony południowej przylega dwukondygnacyjny budynek socjalno – biurowy o wymiarach 23,25m x 23,35m i wysokości 8,12m nakryty dachem płaskim o nachyleniu 2 % otoczonym attyką. Wejście do budynków z poziomu terenu.

Układ konstrukcyjny.

Hala produkcyjna - posadowiona na żelbetowych stopach fundamentowych wewnętrznych i zewnętrznych oraz żelbetowych ławach fundamentowych ścian zewnętrznych. Konstrukcję nośną tej części tworzy dwunawowy szkielet słupów żelbetowych w rozstawie 5,5m, na których oparto dźwigary kratowe stalowe o rozpiętości 17,0 m. Poszycie dachu z blachy trapezowej TR60 grubości 1 mm opartej na stalowych łatwiach z dwuteownika IPE 160. Stężenia pionowe podłużne z kątowników stalowych 50x50x5, stężenia pościowe poprzeczne z prętów Ø16mm skreconych skretka rurowa. Dach pokryty papą termozgrzewalną z ociepleniem styropianowym. Ściany murowane z bloczków z betonu komórkowego o grubości 30cm wzmocnione słupami i wieńcami żelbetowymi.

Segment socjalno – biurowy, posadowiony na żelbetowych ławach fundamentowych i stopach fundamentowych. Całość obwiedziona żelbetowymi ścianami fundamentowymi. Ściany o grubości 30cm i 25cm murowane z bloczków z betonu komórkowego. Nadproża żelbetowe wylewane na mokro. W grubości ścian ukryto słupy żelbetowe. Stropy nad parterem i piętrem zaprojektowano w postaci płyty żelbetowej o grubości 18cm, 20cm, 22cm opartej na zewnętrznych i wewnętrznych ścianach nośnych i podciągach. Płyty stropów usztywnione wieńcami żelbetowymi obwodowymi i wewnętrznymi. Stropodach płaski żelbetowy ocieplony styropianem z pokryciem z papy termozgrzewalnej.

Projekt wykonano w oparciu o następujące założenia oraz normy:

- poziom wód gruntowych znajduje się poniżej poziomu posadowienia fundamentu,
- strefa wiatrowa - III wg PN-77/B-02011,
- strefa śniegowa - III wg PN – 80/B–02010,
- strefa przemarzania gruntu - II [przyjęto $h_z = 1,20$ m] wg PN-81/B–03020,
- strefa klimatyczna - III wg PN-82/B–02403,
- strefa pożarowa – PM , ZL III

PN-84/B-03264	– Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone.
PN-82/B-02001	– Obciążenia stałe.
PN-82/B-02003	– Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe.
PN-80/B-02010-Az1	– Obciążenie śniegiem.
PN-81/B-02011-Az1	– Obciążenie wiatrem.
PN-87/B-03002	– Konstrukcje murowe.
PN-81/B-03020	– Grunty budowlane, projektowanie i obliczenia statyczne posadowień bezpośrednich.
PN-81/B-03150/02	– Konstrukcje z drewna i materiałów drewnopodobnych – obliczenia statyczne i projektowanie
PN-90/B-03200/02	– Konstrukcje stalowe.

3.2 Hala B

Przedmiotowy obiekt jest jednokondygnacyjną halą produkcyjną o wymiarach 36,60m x 26,95m i wysokości 8.97m, nakrytą dwuspadowym dachem płaskim o nachyleniu 5%. Wejście do budynku z poziomu terenu.

Układ konstrukcyjny.

Hala posadowiona na żelbetowych stopach fundamentowych wewnętrznych i zewnętrznych wraz z żelbetowymi belkami podwalinowymi oraz żelbetowych ławach fundamentowych zewnętrznej ściany oddzielenia pożarowego. Konstrukcję nośną tworzy dwunawowy szkielet ram stalowych w rozstawie 6,6m i rozpiętości 36,0m.

Ramy główne w osiach B-D – słupy z dwuteownika HEA300, rygle z dwuteownika IPE600.

Rama szczytowa (w osi A) – słupy z dwuteownika IPE300 i HEA200, rygle z dwuteownika IPE300.

Belki dachowe w osi E – z dwuteownika IPE240 oparte na słupach żelbetowych.

Całość stężona stalowymi stężeniami w postaci rozpór usytuowanymi pomiędzy słupami i ryglami ram w połaci dachu. Stężenia pionowe ścian i stężenia połaciowe poprzeczne z prętów $\phi 20\text{mm}$, skręconych śrubą rzymską. Poszycie dachu z blachy trapezowej TR153 grubości 1,25mm w układzie pozytywnym opartej wprost na ryglach ram stalowych. Dach pokryty folią dachową PCV z ociepleniem styropianowym. Poszycie ścian zaprojektowano z płyt warstwowych o grubości 15cm z rdzeniem PIR w układzie poziomym. Południowa ściana zewnętrzna (ściana oddzielenia pożarowego) murowana z bloczków z betonu komórkowego gr.30cm wzmocniona słupami i wieńcami żelbetowymi.

Nadproża, podciągi, wieńce żelbetowe, monolityczne, beton B20, stal A-IIIIN.

Projekt wykonano w oparciu o następujące założenia oraz normy:

- poziom wód gruntowych znajduje się poniżej poziomu posadowienia fundamentu,
- strefa wiatrowa - III wg PN-77/B-02011,
- strefa śniegowa - III wg PN – 80/B-02010,
- strefa przemarzania gruntu - II [przyjęto $h_z = 1,20\text{ m}$] wg PN-81/B-03020,
- strefa klimatyczna - III wg PN-82/B-02403,
- strefa pożarowa PM o gęstości obciążenia ogniowego do 1000 MJ/m^2

PN-B-03264:2002 – Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone obliczenia statyczne i projektowanie.

PN-B-02001:1982 – Obciążenia stałe.

PN-B-02003:1982 – Podstawowe obciążenie technologiczne i montażowe.

PN-B-02010:1980/Az1:2006 – Obciążenie śniegiem.

PN-B-02011:1977/Az1 – Obciążenie wiatrem.

PN-B-03002:2007 – Konstrukcje murowe.

PN-B-03020:1981 – Grunty budowlane, projektowanie i obliczenia statyczne posadowień bezpośrednich

PN-B-03150:2000 – Konstrukcje z drewna i materiałów drewnopodobnych – obliczenia statyczne i projektowanie

PN-B-03200:1990 – Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.

3.3 Hala C

Przedmiotowy obiekt składa się z dwóch budynków zróżnicowanych architektonicznie i funkcjonalnie. Część produkcyjno - magazynową stanowi jednokondygnacyjna hala produkcyjna o wymiarach 18,74m x 53,22m i wysokości 8,90m nakryta dwuspadowym dachem płaskim o nachyleniu 3° (5%). Do hali produkcyjnej od strony południowej przylega trzykondygnacyjny budynek socjalno - biurowy o wymiarach 11,10m x 18,60m i wysokości 11,70 m nakryty wielospadowym dachem płaskim o nachyleniu 1° (2 %) otoczonym attyką. Wejście do budynków z poziomu terenu.

Układ konstrukcyjny.

Hala posadowiona na żelbetowych stopach fundamentowych zewnętrznych wraz z żelbetowymi belkami podwalinowymi. Z uwagi na obniżenie poziomu posadzki hali w stosunku do powierzchni terenu od strony zachodniej i północnej belki podwalinowe w osi A,1÷5 i w osi 1 zaprojektowano jako ścianki oporowe kątowe utrzymujące napór ziemi. Konstrukcję nośną tworzy jednonawowy szkielet ram stalowych w rozstawie 6,6 m i rozpiętości 18,0 m. W hali, na stalowych belkach podsuwnicowych zaprojektowano suwnicę o udźwigu 12,5 t. Poszycie dachu z blachy trapezowej opartej wprost na ryglach ram stalowych. Dach pokryty membraną dachową PCV z ociepleniem z wełny mineralnej twardej. Poszycie ścian zaprojektowano z płyt warstwowych o grubości 12cm z rdzeniem PIR w układzie poziomym. Szkielet stalowy usztywniony będzie w połaci dachu wiotkimi krzyżulcami i tężnikami z rur kwadratowych, a w płaszczyźnie ścian krzyżulcami i tężnikami z rur kwadratowych (krzyżulce sztywne). Bramy i drzwi mocowane do podkonstrukcji z rur kwadratowych.

Projekt wykonano w oparciu o następujące założenia oraz normy:

- poziom wód gruntowych znajduje się poniżej poziomu posadowienia fundamentu,
- strefa wiatrowa - III wg PN-77/B-02011,
- strefa śniegowa - III wg PN – 80/B-02010,
- strefa przemarzania gruntu - II [przyjęto $h_z = 1,20$ m] wg PN-81/B-03020,
- strefa klimatyczna - III wg PN-82/B-02403,
- kategoria geotechniczna obiektu – II,
- strefa pożarowa ZL III oraz PM o gęstości obciążenia ogniowego $Q_d < 1000$ MJ/m²

PN-B-03264:2002	– Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone obliczenia statyczne i projektowanie.
PN-B-02001:1982	– Obciążenia stałe.
PN-B-02003:1982	– Podstawowe obciążenie technologiczne i montażowe.
PN-B-02010:1980/Az1:2006	– Obciążenie śniegiem.
PN-B-02011:1977/Az1	– Obciążenie wiatrem.
PN-B-03002:2007	– Konstrukcje murowe.
PN-B-03020:1981	– Grunty budowlane, projektowanie i obliczenia statyczne posadowień bezpośrednich
PN-B-03150:2000	– Konstrukcje z drewna i materiałów drewnopodobnych – obliczenia statyczne i projektowanie
PN-B-03200:1990	– Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.

3.4 Hala D.

Hala stanowi rozbudowę hali B - jednokondygnacyjnej hali o wymiarach 36,54 x 26,92 m i wysokości 8,97 m nakrytej dwuspadowym dachem płaskim o nachyleniu 5%. Projektowaną rozbudowę przewidziano jako jednokondygnacyjną halę o wymiarach 36,54m x 27,02m i wysokości 9,85m nakrytej dwuspadowym dachem płaskim o nachyleniu 3° (5%). Poszczególne części budynku oddzielone są istniejącą ścianą oddzielenia przeciwpożarowego. W ramach rozbudowy zaplanowano dobudowanie nowej części zawierającej pomieszczenia produkcyjne, magazynowe, biuro brygadzysty i zaplecze socjalne.

Układ konstrukcyjny.

Hala posadowiona na żelbetowych stopach fundamentowych wewnętrznych i zewnętrznych wraz z żelbetowymi belkami podwalinowymi. Konstrukcję nośną tworzy dwunawowy szkielet ram stalowych w rozstawie 6,6 m i rozpiętości 36,0 m.

Układ nośny hali:

Ramy główne (w osiach F-I) – słupy z dwuteownika HEA 300, rygle z dwuteownika IPE 600.

Rama szczytowa (w osi J) – słupy z dwuteownika IPE 300 i HEA 200, rygle z dwuteownika IPE 300.

Usztywnienie szkieletu: wiotkie krzyżulce z prętów Ø 20 skręconych śrubą rzymską, krzyżulce i tężniki z rur kwadratowych RK 150x6; stal St3,

Podkonstrukcje stalowe; stal St3.

Całość stężona stalowymi stężeniami w postaci rozpór usytuowanymi pomiędzy słupami i ryglami ram w połaci dachu. Stężenia pionowe ścian i stężenia połaciowe poprzeczne z prętów Ø 20 mm skręconych śrubą rzymską. Poszycie dachu z blachy trapezowej opartej wprost na ryglach ram stalowych. Dach pokryty membraną dachową PCV z ociepleniem z wełny mineralnej. Poszycie ścian zaprojektowano z płyt warstwowych o grubości 12 cm z rdzeniem PIR w układzie poziomym. Bramy i drzwi mocowane do podkonstrukcji z rur kwadratowych.

Projekt wykonano w oparciu o następujące założenia oraz normy:

- poziom wód gruntowych znajduje się poniżej poziomu posadowienia fundamentu,
- strefa wiatrowa - III wg PN-77/B-02011,
- strefa śniegowa - III wg PN – 80/B–02010,
- strefa przemarzania gruntu - II [przyjęto $h_z = 1,20$ m] wg PN–81/B–03020,
- strefa klimatyczna - III wg PN–82/B–02403,
- kategoria geotechniczna obiektu – II,
- strefa pożarowa PM o gęstości obciążenia ogniowego $Q_d < 1000$ MJ/m².
- grunt nośny stanowi glina pylasta o nośności ok. 260 kPa na podstawie dokumentacji badań podłoża gruntowego wykonanej przez Aplan Studio mgr inż. Paweł Płużek wykonanej w październiku 2015r. dołączonej do Projektu Budowlanego,
- przyjęto dopuszczalne naprężenie w gruncie $\delta_{dop} = 240$ kPa = [2,4 kg /cm²] wg PN-B-03020:1981.

PN-B-03264:2002 – Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.

PN-B-02001:1982 – Obciążenia stałe .

PN-B-02003:1982 – Podstawowe obciążenie technologiczne i montażowe

PN-B-02010:1980/Az1:2006 – Obciążenie śniegiem

PN-B-02011:1977/Az1 – Obciążenie wiatrem

PN-B-03002:2007 – Konstrukcje murowe

PN-B-03020:1981 – Grunty budowlane, projektowanie i obliczenia statyczne posadowień bezpośrednich

PN-B-03150:2000 – Konstrukcje z drewna i materiałów drewnopodobnych – obliczenia statyczne i projektowanie

PN-B-03200:1990 – Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.

4 Stan projektowany.

Zgodnie z powołanym na wstępie projektem instalacji fotowoltaicznej opracowanym w programie Solar Plant Polska opracowane przez . dla każdej z hal wpływ obciążenia poszczególne hale będzie się przedstawiał następująco:

Hala A

- Ilość modułów - 126szt.
- Całkowite obciążenie: 7007 kg, z czego:
2835 kg - masa modułów,
428 kg - waga systemu montażowego,
3745,8 kg – balast,
- Średnie obciążenie: 25,3kg/m² (Obciążenie w strefach dachu pokrytych przez elementy instalacji fotowoltaicznej).

Hala B

- Ilość modułów - 140szt.
- Całkowite obciążenie: 9599kg, z czego:
3150 kg - masa modułów,
690 kg - waga systemu montażowego,
5760 kg – balast,
- Średnie obciążenie: 24,7kg/m² (Obciążenie w strefach dachu pokrytych przez elementy instalacji fotowoltaicznej).

Hala C

- Ilość modułów - 82szt.
- Całkowite obciążenie: 5949 kg, z czego:
1844kg - masa modułów,
490kg - waga systemu montażowego,
3616,2kg – balast,
- Średnie obciążenie: 23,2kg/m² (Obciążenie w strefach dachu pokrytych przez elementy instalacji fotowoltaicznej).

Hala D /dach/

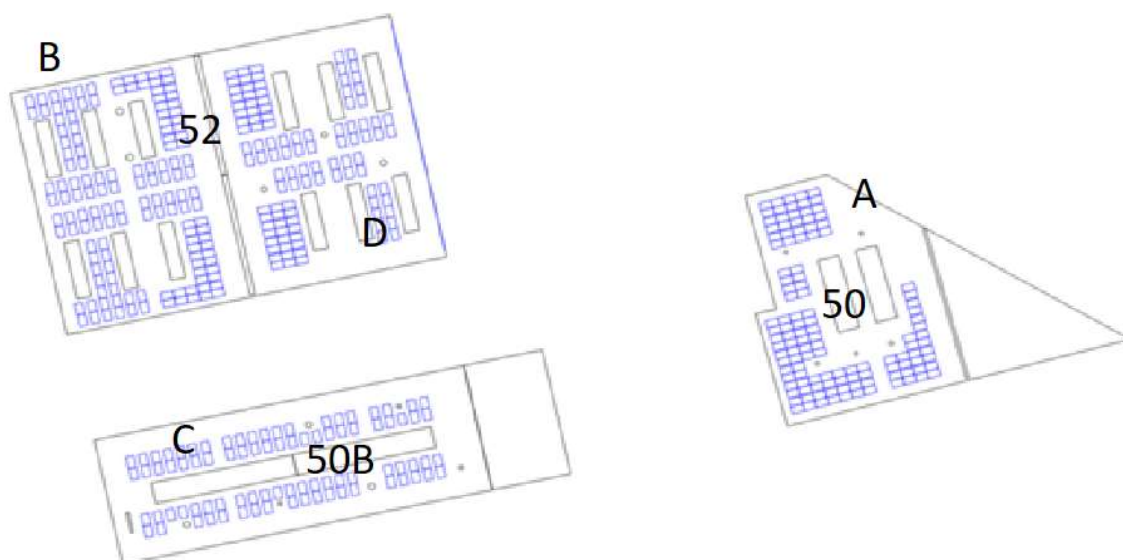
- Ilość modułów - 104szt.
- Całkowite obciążenie: 8143kg, z czego:
2340kg - masa modułów,
534kg - waga systemu montażowego,
5270,4kg - balast
- Średnie obciążenie: 29kg/m² (Obciążenie w strefach dachu pokrytych przez elementy instalacji fotowoltaicznej).

Hala D /ściana/

- Ilość modułów - 84 szt.
- Całkowite obciążenie - 1890 kg.

Rozłożenie paneli na dachach:	równomierne, zgodne z projektem.
Rozłożenie paneli na ścianie hali D:	równomierne, zgodne z projektem.
Obciążenie śniegiem:	brak wzrostu obciążenia.
Obciążenie wiatrem:	brak wzrostu obciążenia.

5. Lokalizacja instalacji.



Literami oznaczono poszczególne hale.

Liczbami i kombinacją liczb i liter – numery budynków przy ul. Więżniów Oświęcimia w Wilamowicach.

5 Wpływ obciążeń instalacji fotowoltaicznej na poszczególne budynki.

5.1 Hala A.

Instalacja fotowoltaiczna na tym budynku została przewidziana na dachu hali produkcyjnej.

- Ilość modułów - 126szt.
- Całkowite obciążenie: 7007 kg, z czego:
 - 2835 kg - masa modułów,
 - 428 kg - waga systemu montażowego,
 - 3745,8 kg – balast,
- Średnie obciążenie: 25,3kg/m² (Obciążenie w strefach dachu pokrytych przez elementy instalacji fotowoltaicznej).

W projekcie konstrukcyjnym hali A, w zestawieniu obciążeń na 1m² dachu hali produkcyjnej, oprócz innych ciężarów, przewidziano:

- A) Obciążenie technologiczne o wartości charakterystycznej 0,1kN/m², którego wartość nie została osiągnięta w stanie istniejącym,
- B) Obciążenie śniegiem o wartości charakterystycznej 0,96kN/m². Takie obciążenie śniegiem przyjęto dla strefy III wg PN-80/B-02010-Az1 – Obciążenie śniegiem. Przyjęto rzędną terenu 300m n.p.m.

Podane w punkcie 4 średnie obciążenie 25,3kg/m² stanowi obciążenie w strefach dachu pokrytych przez elementy instalacji fotowoltaicznej. Te obciążenie oraz maksymalne wartości powierzchniowe w strefach balastowych o wartości 0,48kN/m², wynikające z projektu instalacji fotowoltaicznej opracowanego w programie PV*SOL premium 2023(R4) Valentin Software GmbH prze , należy rozpatrywać lokalnie na poszyciu z blachy trapezowej TR60gr.1,0mm w układzie jednoprzęsłowym w rozstawie podpór co 1,84m. W takim układzie wytrzymałość charakterystyczna blachy wynosi dla SGU I/300 4,34kN/m², co stanowi 70% zapas nośności dla wartości przyjętych w projekcie budynku i instalacji fotowoltaicznej w zakresie stanów granicznych przydatności do użytkowania. Stany

graniczne nośności zostaną zachowane.

Dla pozostałych elementów konstrukcyjnych, z zachowaniem aspektu bezpieczeństwa, należy przyjmować wartości średnie ($0,253\text{kN/m}^2$), które nie występują na całości połaci dachu, faktycznie wzrost obciążenia na całość powierzchni dachu wynosi ($0,089\text{kN/m}^2$). Zapas nośności w obciążeniu charakterystycznym, powierzchniowym istnieje przyjętym w projekcie konstrukcji obciążeniu śniegiem. Zgodnie z powołaną normą PN-80/B-02010/Az1:2006 (Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem) Wilamowice znajdują się na pograniczu strefy 1 i 4. Z uwagi, że lokalizacja inwestycji znajduje się w północnej części miasta na rędnej terenu 274m n.p.m. do obliczeń można przyjąć strefę I. W takiej sytuacji wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem wynosi $0,72\text{kN/m}^2$, zatem różnica obciążenia pomiędzy przyjętą wartością w projekcie i faktyczną, wynikającą z lokalizacji wynosi $0,24\text{kN/m}^2$, pozostała wartość charakterystyczna obciążenia o wartości $0,013\text{kN/m}^2$ mieści się w przyjętym obciążeniu technologicznym.

5.2 Hala B.

Instalacja fotowoltaiczna na tym budynku została przewidziana na dachu hali produkcyjnej.

- Ilość modułów - 140szt.
- Całkowite obciążenie: 9599kg, z czego:
 - 3150 kg - masa modułów,
 - 690 kg - waga systemu montażowego,
 - 5760 kg – balast,
- Średnie obciążenie: $24,7\text{kg/m}^2$ (Obciążenie w strefach dachu pokrytych przez elementy instalacji fotowoltaicznej).

W projekcie konstrukcyjnym hali B, w zestawieniu obciążeń na 1m^2 dachu hali produkcyjnej, oprócz innych cięŜarów, przewidziano:

- A) Obciążenie technologiczne o wartości charakterystycznej $0,1\text{kN/m}^2$, którego wartość nie została osiągnięta w stanie istniejącym,
- B) Obciążenie śniegiem o wartości charakterystycznej $0,96\text{kN/m}^2$. Takie obciążenie śniegiem przyjęto dla strefy III wg PN-80/B-02010-Az1 – Obciążenie śniegiem. Przyjęto rzedną terenu 300m n.p.m.

Podane w punkcie 4 średnie obciążenie $24,7\text{kg/m}^2$ stanowi obciążenie w strefach dachu pokrytych przez elementy instalacji fotowoltaicznej. Te obciążenie oraz maksymalne wartości powierzchniowe w strefach balastowych o wartości $0,432\text{kN/m}^2$, wynikające z projektu instalacji fotowoltaicznej opracowanego w programie PV*SOL premium 2023(R4) Valentin Software GmbH przez .., należy rozpatrywać lokalnie na poszyciu z blachy trapezowej TR153 grubości $1,25\text{mm}$ w układzie jednoprzęsłowym w rozstawie podpór co $6,6\text{m}$. W takim układzie wytrzymałość charakterystyczna blachy wynosi dla SGU I/150 $2,2\text{kN/m}^2$, co stanowi 27% zapas nośności dla stanów granicznych przydatności do użytkowania w stosunku do wartości przyjętych w projekcie budynku i instalacji fotowoltaicznej. Stany graniczne nośności zachowane będą z zapasem ok.60%.

Dla pozostałych elementów konstrukcyjnych, z zachowaniem aspektu bezpieczeństwa, należy przyjmować wartości średnie ($0,253\text{kN/m}^2$), które nie występują na całości połaci dachu, faktycznie wzrost obciążenia na całość powierzchni dachu wynosi ($0,09\text{kN/m}^2$). Zapas nośności w obciążeniu charakterystycznym, powierzchniowym istnieje w przyjętym w projekcie konstrukcji obciążeniu śniegiem. Zgodnie z powołaną normą PN-80/B-02010/Az1:2006 (Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem) Wilamowice znajdują się na pograniczu strefy 1 i 4. Z uwagi, że lokalizacja inwestycji znajduje się w północnej części miasta na rędnej terenu 274m n.p.m. do obliczeń można przyjąć strefę I. W takiej sytuacji wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem wynosi $0,72\text{kN/m}^2$, zatem różnica obciążenia pomiędzy

przyjętą wartością w projekcie i faktyczną, wynikającą z lokalizacji wynosi $0,24\text{kN/m}^2$, pozostała wartość charakterystyczna obciążenia o wartości $0,007\text{kN/m}^2$ mieści się w przyjętym obciążeniu technologicznym.

5.3 Hala C

Instalacja fotowoltaiczna na tym budynku została przewidziana na dachu hali produkcyjnej.

- Ilość modułów - 82szt.
- Całkowite obciążenie: 5949 kg, z czego:
 - 1844kg - masa modułów,
 - 490kg - waga systemu montażowego,
 - 3616,2kg – balast,
- Średnie obciążenie: $23,2\text{kg/m}^2$ (Obciążenie w strefach dachu pokrytych przez elementy instalacji fotowoltaicznej).

W projekcie konstrukcyjnym hali C, w zestawieniu obciążeń na 1m^2 dachu hali produkcyjnej, oprócz innych ciężarów, przewidziano obciążenie technologiczne o wartości charakterystycznej $0,4\text{kN/m}^2$ obejmujące fotowoltaikę z balastem, wentylację oraz oświetlenie. Obciążenie średnie o wartości $0,232\text{kN/m}^2$ oraz maksymalne wynikające z projektu instalacji fotowoltaicznej o wartości $0,372\text{kN/m}^2$ mieszczą się w przyjętych założeniach do projektu konstrukcyjnego.

5.4 Hala D

Instalacja fotowoltaiczna w tym budynku została przewidziana na dachu hali produkcyjnej oraz na ścianie zewnętrznej w osi J.

/dach/

- Ilość modułów - 104szt.
- Całkowite obciążenie: 8143kg, z czego:
 - 2340kg - masa modułów,
 - 534kg - waga systemu montażowego,
 - 5270,4kg - balast
- Średnie obciążenie: 29kg/m^2 (Obciążenie w strefach dachu pokrytych przez elementy instalacji fotowoltaicznej).

/ściana/

- Ilość modułów - 84 szt.
- Całkowite obciążenie - 1890 kg.

5.4.1 Dach hali D.

W projekcie konstrukcyjnym hali D, w zestawieniu obciążeń na 1m^2 dachu hali produkcyjnej, oprócz innych ciężarów, przewidziano obciążenie technologiczne o wartości charakterystycznej $0,4\text{kN/m}^2$ obejmujące fotowoltaikę z balastem, wentylację oraz oświetlenie. Obciążenie średnie o wartości $0,29\text{kN/m}^2$ mieści się w przyjętych założeniach do projektu konstrukcyjnego.

Obciążenie powierzchniowe maksymalne o wartości $0,464\text{kN/m}^2$ powierzchniowe w strefach balastowych o wartości $0,48\text{kN/m}^2$, wynikające z projektu instalacji fotowoltaicznej opracowanego w programie PV*SOL premium 2023(R4) Valentin Software GmbH przez

, należy rozpatrywać lokalnie na poszyciu z blachy trapezowej T150gr.1,25mm w układzie jednoprzęsłowym w rozstawie podpór co 6,6m. W takim układzie wytrzymałość charakterystyczna blachy wynosi dla SGU I/150 $2,22\text{kN/m}^2$, co stanowi 4,5% zapas nośności dla wartości przyjętych w projekcie budynku i instalacji fotowoltaicznej w zakresie stanów granicznych przydatności do użytkowania. Stany graniczne nośności o wartości maksymalnej lokalnej $2,124\text{kN/m}^2$ mieszczą się w maksymalnych dopuszczalnych dla tej blachy o wartości $4,72\text{kN/m}^2$ – zapas ok.122%.

5.4.2 Ściana hali D w osi J.

Wpływ ciężaru instalacji na ścianę zewnętrzną należy rozpatrywać jako wpływ na słup oraz fundament. Występujące w tej ścianie słupy, najbardziej obciążone to słupy z kształtowników HE200 oparte na stopach fundamentowych, stanowiących dla słupów podpory stałe, natomiast górą przegubowo słupy stanowią podpory dla rygli. Zgodnie z obliczeniami i założeniami do projektu konstrukcyjnego najbardziej obciążonym słupem jest słup środkowy, który generuje na stopie fundamentowej reakcję podporową obliczeniową o wartości 70,47kN. Dla dalszych obliczeń przyjęto współczynnik korekcyjny 1,35. Dodatkowe obciążenie na słup i fundament o wartości charakterystycznej, wynikającej z ciężaru instalacji fotowoltaicznej wynosi ok.3,15kN, dla obliczeń statyczno – wytrzymałościowych przyjęto współczynnik korekcyjny o wartości 1,5. W wyniku obliczeń uzyskano na słupie 38,8% zapas nośności.

Wpływ ciężaru instalacji na fundament powoduje nieznaczny wzrost obciążenia. Zgodnie z założeniami projektu konstrukcyjnego:

- grunt nośny stanowi glina pylasta o nośności ok. 260 kPa na podstawie dokumentacji badań podłoża gruntowego wykonanej przez Aplan Studio mgr inż. Paweł Płużek wykonanej w październiku 2015r dołączonej do Projektu Budowlanego
- przyjęto dopuszczalne naprężenie w gruncie $\sigma_{\text{dop}}=240\text{ kPa} = [2,4\text{ kg/cm}^2]$ wg PN-B- 03020:1981,

W stanie projektowanym obciążenia stopy fundamentowej 1,0m x 1,4m wynoszą:

70,47kN – reakcja obliczeniowa na stopie fundamentowej

17,5kN x 1,35 – ciężar obliczeniowy stopy fundamentowej

3,15kN x 1,5 – ciężar instalacji fotowoltaicznej.

RAZEM: 98,82kN (9882kg)

Obliczeniowy nacisk stopy fundamentowej na podłoże wynosi $9882\text{kg} / 14000\text{cm}^2 = 0,7\text{kg/cm}^2 < 2,4\text{kg/cm}^2$

Warunek nośności został spełniony, brak istotnego dodatkowego osiadania.

6. Wnioski.

Wszelkie okoliczności wskazują, że po zamontowaniu instalacji fotowoltaicznej zachowane zostaną stany graniczne nośności i przydatności do użytkowania konstrukcji budynków, będących przedmiotem niniejszego opracowania.

Zgodnie z przeprowadzonymi analizami statyczno - wytrzymałościowymi ciężar instalacji fotowoltaicznej nie wpłynie na naruszenie stanów granicznych nośności i przydatności do użytkowania analizowanych budynków i ich układu konstrukcyjnego.

W związku z powyższym dopuszcza się montaż przedmiotowej instalacji fotowoltaicznej na dachach hal A,B,C,D oraz ścianie zewnętrznej hali D, położonych w Wilamowicach przy ul. Więźniów Oświęcimia 50, 50B, 52 na działkach nr 396/3, 396/4, 397/2, 397/3, 3445/3, 3445/4, 398.