



energy partner

PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY

Temat Opracowania: Projekt budowlano-wykonawczy systemu instalacji fotowoltaicznej dla budynku Maszyny Wyciągowej Kopalni GUIDO

Nr ewidencyjny: 02/02/2018

Egzemplarz nr .../04

OBIEKT	Budynek Maszyny Wyciągowej – Kopalnia Guido 41-800 Zabrze, ul. 3 Maja 93 Kategoria Obiektu - IX
INWESTOR	Muzeum Górnictwa Węglowego w Zabrzu ul. Jodłowa 59, 41-800 Zabrze

PROJEKT WYKONAŁ	Energy Partner E&P Sp. z o.o. Sp.k. ul. Gen. Henryka Dąbrowskiego 63 41-500 Chorzów NIP 6272750238 KRS 0000670428 Sąd Rejonowy Katowice-Wschód, VIII Wydział Gospodarczy Krajowego Rejestru Sądowego	
Branża Konstrukcyjna		
Projektował:	mgr inż. Marcin Kuźnik SLK/PWOK/5517/14	mgr inż. Marcin Kuźnik Uprawnienia do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstr. bryn. i budowlanej nr ewid. SLK/5517/PWOK/14
Branża Elektryczna		
Projektował	mgr inż. Paweł Pająk SLK/3745/PWOE/11	mgr inż. Paweł Pająk Uprawnienia do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstr. elektrycznych nr ewid. SLK/3745/PWOE/11
Konsultacje – systemy fotowoltaiczne		
Projektował	Inż. Marek Kras UDT OZE-W/07/000002/18 E1/671/16856/15 D1/671/16857/15	CERTYFIKOWANY INSTALATOR OZE SYSTEMY FOTOWOLTAICZNE UDT OZE-W/07/000002/18 MAREK KRAS

Marzec 2018

Spis treści

I.	Oświadczenie projektanta, kopia uprawnień budowlanych oraz kopia zaświadczenie o wpisie projektanta na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego.....	3
II.	Opis techniczny – część ogólna.....	8
1.	Podstawy opracowania	8
2.	Podstawy prawne oraz inne dokumenty.....	8
3.	Cel opracowania.....	9
4.	Lokalizacja obiektu	9
5.	Zagospodarowanie terenu.....	10
6.	Ocena wpływu zamierzenia na środowisko.....	10
7.	Ochrona Konserwatorska	10
III.	Opis techniczny – część budowlana.....	10
1.	Opis obiektu – stan istniejący	10
2.	Opis techniczny – konstrukcja dachu	10
3.	Analiza techniczna konstrukcji dachu budynku pod kątem posadowienia instalacji fotowoltaicznej	11
4.	Projektowany montaż modułów na istniejącym budynku	12
IV.	Opis techniczny – część elektryczna.....	23
1.	Opis projektowanej inwestycji.....	23
2.	Dobór Urządzeń	23
3.	Opis połączeń oraz sposób prowadzenia kabli i przewodów	27
4.	Montaż falownika i rozdzielnic.....	28
5.	Instalacja odgromowa instalacji fotowoltaicznej.....	29
6.	Zabezpieczenia jednostek wytwórczych	29
7.	Obliczenia doboru zabezpieczeń i przewodów	30
8.	Zabezpieczenia przeciwpożarowe.....	31
9.	System zarządzania energią.....	31
10.	Roboty odbiorowe.....	32
11.	Zestawienie materiałów	33
V.	Uwagi końcowe.....	34
VI.	Informacje dotyczące bezpieczeństwa i ochrony zdrowia.....	35

Zestawienie Rysunków:

GUID d001 Rzut Dachy

GUID d002 Elewacja Budynku

GUID d003 Schemat Jednokreskowy Instalacji

Analiza zacienienia

I. Oświadczenie projektanta, kopia uprawnień budowlanych oraz kopia zaświadczenie o wpisie projektanta na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego

Zabrze 26.02.2018

OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA

Zgodnie z art.20 ust. 4 Ustawy z dn. 7 lipca 1994r. Prawo budowlane (tekst jednolity Dz. U. z 2016r, poz. 290 z późniejszymi zmianami) niniejszym oświadczam, że opracowanie:

Inwestycja:

Budowa instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku maszyny wyciągowej – Kopalnia Guido

Inwestor:

Muzeum Górnictwa Węglowego w Zabrzu

ul. Jodłowa 59, 41-800 Zabrze

Temat opracowania:

Projekt budowlano-wykonawczy systemu instalacji fotowoltaicznej dla budynku Maszyny Wyciągowej Kopalni Guido.

Adres inwestycji:

Kopalnia Guido

41-800 Zabrze, ul. 3 Maja 93

zostało wykonane zgodnie z obowiązującymi normami, przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

mgr inż. Marcin Kuźnik
Uprawnienia do projektowania
i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej
nr ewid. SLK/5517PWOK/14

mgr inż. Paweł Pająk
uprawniony do projektowania i kierowania robotami
budowlanymi bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej
w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych
i elektroenergetycznych
nr upr. SLK/3798PWGE/11

podpis projektanta



SLK/OKK/7131.7132/5517/14

Katowice, dnia 09 czerwca 2014 r.

DECYZJA

Na podstawie art. 12 ust. 2, 3, 4, art. 13, art. 14 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. z 2010 r. Nr 243, poz. 1623 z późn. zm.), § 15 i § 17 ust. 1 pkt. 1 i 2 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. z 2006 r. Nr 83, poz. 578 z późn. zm.) oraz art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz.U. z 2001 r. Nr 5, poz. 42 z późn. zm.), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan Marcin Kuźnik

mgr inż. budownictwa
ur. dnia 11 maja 1982 w Rydułtowach

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE
numer ewidencyjny SLK/5517/PWOK/14
do projektowania i kierowania robotami budowlanymi
w specjalności konstrukcyjno - budowlanej bez ograniczeń

Zakres uprawnień:

- sporządzanie projektu architektoniczno – budowlanego w odniesieniu do konstrukcji obiektu,
- sporządzanie projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie specjalności konstrukcyjno – budowlanej, z wyłączeniem projektów zagospodarowania działki lub terenu obejmujących budynki,
- sprawdzanie projektów budowlanych w zakresie specjalności konstrukcyjno – budowlanej i sprawowanie nadzoru autorskiego
- kierowanie robotami budowlanymi w odniesieniu do konstrukcji obiektu oraz architektury obiektu,
- kierowanie wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzór i kontrola techniczna wytwarzania tych elementów,
- wykonywanie nadzoru inwestorskiego,
- sprawowanie kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych

UZASADNIENIE

W wyniku pozytywnego postępowania kwalifikacyjnego i pozytywnego wyniku egzaminu ze znajomości procesu budowlanego oraz praktycznego zastosowania wiedzy technicznej wydanie niniejszych uprawnień budowlanych jest uzasadnione.

Od niniejszej decyzji służy stronom prawo odwołania do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej ŚIOIIB w Katowicach w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia.

Otrzymują:

1. Pan Marcin Kuźnik
Popielowska 15 C
44-274 Rybnik
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor
Nadzoru Budowlanego
4. a/a.



Skład orzekający OKK

1.
mgr inż. Piotr Szatkowski
2.
inż. Hieronim Spiżewski
3.
mgr inż. Zbigniew Dzierżewicz



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

SLK-HZG-61X-4VY *

Pan Marcin Kuźnik o numerze ewidencyjnym SLK/BO/8868/14
adres zamieszkania ul. Popielowska 15C, 44-274 Rybnik
jest członkiem Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2018-09-30.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2017-09-18 roku przez:

Franciszek Buszka, Przewodniczący Rady Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5-ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.pliib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.





SLK/OKK/7131.7132/3745/11

Katowice, dnia 09 czerwca 2011 r.

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz.U. z 2001 r. Nr 5, poz. 42 z późn. zm.), art. 13 ust. 1 pkt 1 i 2 i ust. 2, art. 14 ust. 1 pkt 5 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. z 2006 r. Nr 156, poz. 1118 z późn. zm.) oraz § 11 ust. 1 pkt 1 i § 24 ust. 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. z 2006 r. Nr 83, poz. 578 z późn. zm.) w związku z art. 104 Kodeksu postępowania administracyjnego (Dz.U. z 2000 r. Nr 98, poz. 1071 z późn. zm.)

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Śl.OIIB

nadaje Panu Pawłowi Pająk

mgr inż. kierunku elektrotechnika
ur. dnia 11 lutego 1984 w Sosnowcu

UPRAWNIENIA BUDOWLANE numer ewidencyjny SLK/3745/PWOE/11

do projektowania i kierowania robotami budowlanymi w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych bez ograniczeń

Zakres uprawnień:

- projektowanie obiektu budowlanego i kierowanie robotami budowlanymi związanymi z obiektem budowlanym, takim jak: sieci, instalacje i urządzenia elektryczne i elektroenergetyczne, w tym kolejowe, trolejbusowe i tramwajowe sieci trakcyjne wraz z urządzeniami do zasilania i sterowania,
- sprawdzanie projektów budowlanych i sprawowanie nadzoru autorskiego,
- kierowanie wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzór i kontrola techniczna wytwarzania tych elementów,
- wykonywanie nadzoru inwestorskiego,
- sprawowanie kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych z zastrzeżeniem art. 62 ust. 5 ustawy.

Na podstawie §15 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie - uprawnienia niniejsze uprawniają do sporządzania projektów zagospodarowania działki lub terenu w zakresie w/w specjalności.

UZASADNIENIE

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Katowicach na podstawie protokołów z postępowania kwalifikacyjnego oraz z przeprowadzonego egzaminu, stwierdziła, że Pan **Paweł Pająk** posiada wymagane prawem: wykształcenie i praktykę zawodową oraz uzyskał pozytywny wynik egzaminu - konieczne do uzyskania uprawnień budowlanych **do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych.**

Pouczenie

1. Zgodnie z art. 12 ust. 7 w/w ustawy Prawo budowlane – podstawę do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie stanowi wpis do centralnego rejestru Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego oraz wpis na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego.
2. Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Śl.OIIB w Katowicach w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia.

Otrzymują:

1. Pan Paweł Pająk
Przepiórcza 11
42-400 Zawiercie
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor
Nadzoru Budowlanego
4. a/a.



Skład orzekający OKK

1.
mgr inż. Piotr Szatkowski
2.
mgr inż. Bolesław Jurkiewicz
3.
mgr inż. Zbigniew Dzierżewicz



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

SLK-RDC-8E6-QQ3 *

Pan Paweł Pająk o numerze ewidencyjnym SLK/IE/7347/11
adres zamieszkania ul. Przepiórcza 11, 42-400 Zawiercie
jest członkiem Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2018-09-30.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2017-08-22 roku przez:

Franciszek Buszka, Przewodniczący Rady Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piiib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.



II. Opis techniczny – część ogólna

1. Podstawy opracowania

Podstawę opracowania stanowią:

- udostępniona dokumentacja architektoniczno – budowlana,
- inwentaryzacja obiektów wykonana w obecności Inwestora,
- inwentaryzacja lotnicza połaci dachowej,
- umowa z Inwestorem,
- projekt koncepcyjny zaakceptowana przez Inwestora,
- uzgodnienia z Inwestorem,
- wytyczne projektowania wykonywanych instalacji fotowoltaicznych,
- normy i przepisy obowiązujące w kraju.

2. Podstawy prawne oraz inne dokumenty

Przepisy ogólne:

- Ustawa o Odnawialnych Źródłach Energii z dn. 20 lutego 2015r. (DZ.U. 2015 poz. 478),
- Ustawa Prawo Budowlane z dn. 1994/07/07 z późn. zmianami Dz.U. 1994 nr 89 poz. 414,
- Karty katalogowe zastosowanych urządzeń,
- Dziennik budowy z dn. 18.07.2002 nr 02/02 prowadzony w związku z remontem dachu,
- Książka obiektu budowlanego założona 19.01.1999,
- Projekt budowlany remontu budynku maszyny wyciągowej szybu „Kolejowy” KDWK „M-300 w likwidacji” przy ul. 3-go Maja 91 w Zabrze, dz. nr 1575/71.

Z zakresu branży konstrukcyjnej:

- PN-EN 1990 Eurokod. Podstawy projektowania konstrukcji,
- PN-EN 1991-1-1 Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne, Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach,
- Zgodność z normą PN-EN 1991-1-3 Oddziaływanie na konstrukcje. Część 1-3 : Obciążenie śniegiem,
- PN-EN 1991-1-4 Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru.

Z zakresu branży elektroenergetycznej:

- PN-HD 60364-5-52:2011P Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Oprzewodowanie
- PN-HD 60364-4-41:2017-09 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed porażeniem elektrycznym
- PN-IEC 60364-4-443:2016-03 Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed zaburzeniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi -- Ochrona przed przejściowymi przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi
- PN-EN 62305-3:2011 Ochrona odgromowa. Część 3: Uszkodzenie fizyczne obiektów i zagrożenie życia
- N-SEP-E-004 „Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa”

- PN-EN 62446-1:2016-08 Systemy fotowoltaiczne (PV) -- Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania -- Część 1: Systemy podłączone do sieci -- Dokumentacja, odbiory i nadzór

Ponieważ moc instalacji nie przekracza mocy 40 kW oraz nie przekracza istniejącej mocy przyłączeniowej obiektu, nie jest wymagane złożenie wniosku o wydanie warunków przyłączenia do sieci elektroenergetycznej. Obiekt znajduje się w obszarze podlegającym ochronie Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków. W przypadków obiektów zlokalizowanych w obszarze ochrony konserwatorskiej wymagane jest zgłoszenie robót budowlanych wraz ze zgodą wojewódzkiego konserwatora zabytków zgodnie z Art. 29 ust. 4 Prawa Budowlanego.

Nie później niż w terminie 30 dni przed dniem planowanego przyłączenia mikroinstalacji należy zawiadomić operatora systemu dystrybucyjnego Tauron Dystrybucja.

3. Cel opracowania

Celem opracowania jest stworzenie podstaw formalno-prawnych i technicznych do budowy dachowej mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy wytwórczej 21,45 kWp zlokalizowanej na połaci dachowej budynku maszyny wyciągowej Guido. Celem wykonania instalacji jest zapewnienie dostaw energii elektrycznej na potrzeby własne obiektu.

Niniejsze opracowanie obejmuje:

- Projekt instalacji fotowoltaicznej;
- Usytuowanie modułów PV oraz dobór infrastruktury;
- Zabudowę zabezpieczeń jednostki wytwórczej;
- Analizę techniczną istniejącego budynku;
- Sposób montażu paneli PV;
- Analizę zacienienia i produktywności;
- System zarządzania energią;

4. Lokalizacja obiektu

Zabytkowa Kopalnia Węgla Kamiennego Guido, 41-800 Zabrze, ul. 3 Maja 93.



5. Zagospodarowanie terenu

W związku z planowaną inwestycją nie planuje się żadnych zmian w stosunku do stanu istniejącego.

6. Ocena wpływu zamierzenia na środowisko

Przedmiotowa instalacja zlokalizowana będzie na górnej połaci dachowej budynku. Urządzenia instalacji będą zlokalizowane w pomieszczeniu nie przeznaczonym do stałego przebywania ludzi. Instalacja i eksploatacja paneli fotowoltaicznych nie będzie powodowała przekroczeń dopuszczalnych standardów środowiska (praca instalacji jest bezgłówna, bezwibracyjna, nie generuje żadnych skutków ubocznych) oraz nie będzie negatywnie oddziaływała na występującą w sąsiedztwie przedsięwzięcia zabudowę. Szata roślinna w wyniku prowadzenia prac budowlanych, a także w trakcie eksploatacji instalacji na przedmiotowej działce pozostanie nienaruszona.

Powstające odpady w trakcie realizacji prac, należy gromadzić selektywnie i przekazać firmie odpowiadającej za wywóz odpadów i posiadającej odpowiednie zezwolenia zgodnie z Ustawą o Odpadach z dn. 14 grudnia 2012 r.

7. Ochrona Konserwatorska

Obiekt znajduje się na obszarze objętym ochroną konserwatorską.

III. Opis techniczny – część budowlana

1. Opis obiektu – stan istniejący

W istniejącym budynku znajduje się maszyna wyciągowa z rozdzielnią elektroenergetyczną.

Ściany budynku nadszycia wykonane zostały jako konstrukcje murowane z cegły silikatowej i cegły licówki czerwonej (część niższa) o grubości od 38 do 56 cm. Część cokołowa niższego segmentu została wykonana z kamienia wapiennego ciętego, w części wyniesionej jedynie kamienne pilastry cokołu.

Dach budynku o dwóch różnych konstrukcjach. Z profili stalowych walcowanych, montowanych ze spadkiem i na nich ułożone płyty żelbetowe, korytkowe z nadlewką cementową pokryty papą. Część wyniesiona o konstrukcji drewnianej z dachem dwuspadowym. Więźba drewniana składa się z krokwi opartych na płatwiach, które z kolei oparte są w środku rozpiętości na wieszarowym dźwigarze ze ściągiem. Pokrycie stanowi pełne deskowanie z warstwą papy.

2. Opis techniczny – konstrukcja dachu

W związku z zakresem planowanej inwestycji analizie poddano konstrukcje dachu istniejącego obiektu – nie analizowano pozostałych części budynku ze względu na znikome, dodatkowe obciążenie w związku z planowaną inwestycją. Części budynku na której planowana jest inwestycja posiada dwa różne rozwiązania konstrukcyjne zadaszenia budynku – część niższa posiada konstrukcje zadaszenia drewniana (dach skośny zachód-wschód), część wyższa (dach płaski, południe) składa się z betonowych płyt korytkowych opartych na stalowej konstrukcji dachu.

W czasie wizyty technicznej na obiekcie nie było możliwości dokładnego sprawdzenia stanu technicznego konstrukcji dachu oraz sprawdzenia rodzaju zastosowanych przekroi oraz

kształtowników. Stwierdzono natomiast, iż w miejscach obróbek dekarских (przy ścianach) występują przecieki co może powodować w tych miejscach lokalną korozję biologiczną drewnianych elementów więźby drewnianej. Natomiast w części wyższej dachu (płyty korytkowe oparte na stalowej konstrukcji) występują lokalne nieszczelności w połaci dachowej co powoduje podmakanie konstrukcji dachowej.

Na poniższym zdjęciu widać liczne ślady łatania istniejącej połaci dachowej.

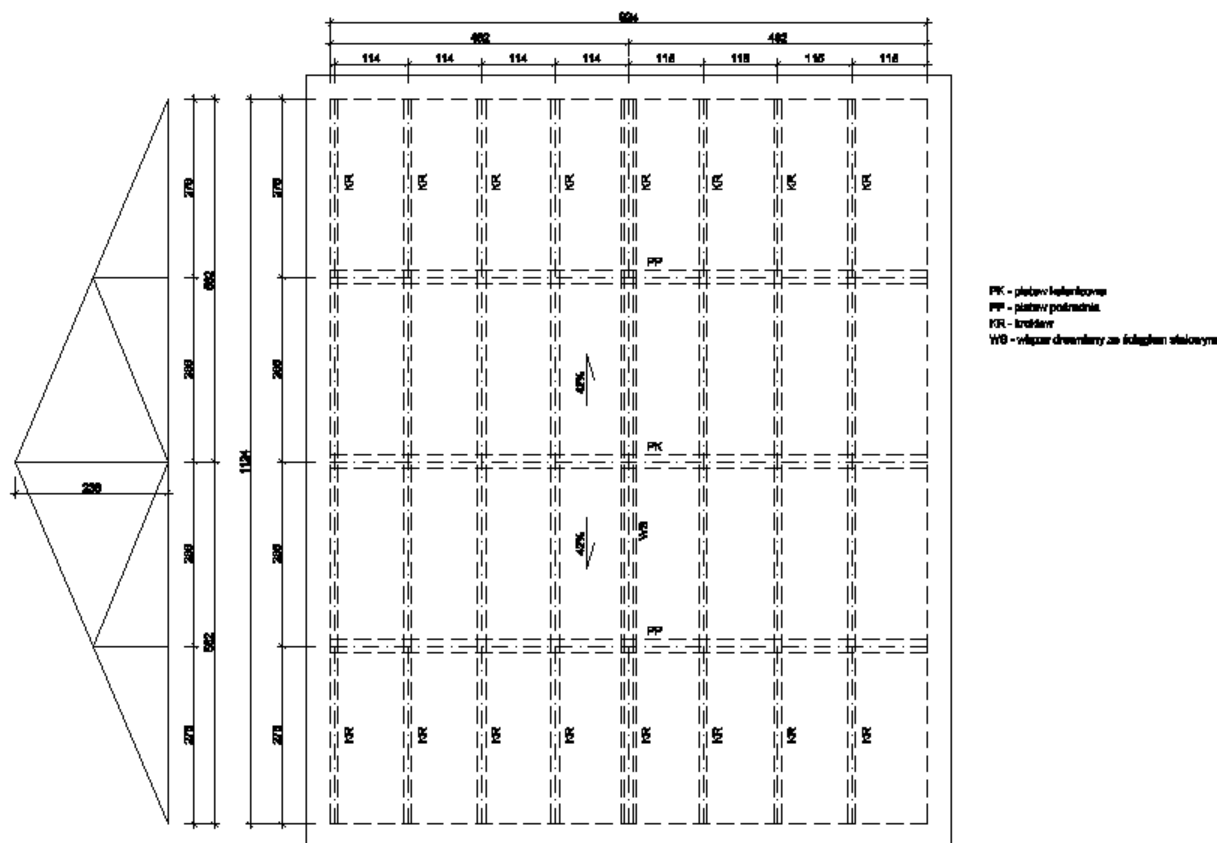


3. Analiza techniczna konstrukcji dachu budynku pod kątem posadowienia instalacji fotowoltaicznej

- Część dachu o konstrukcji drewnianej (dach skośny)

Konstrukcja drewniana składa się z krokwi dachowych opartych na istniejących płatwiach – dwóch płatwiach pośrednich oraz jednej płatwi kalenicowej. Płatwie te oparte są z dwóch stron na ścianach budynku, natomiast w środku rozpiętości, oparcie stanowi więźar drewniany ze ściągiem stalowym oraz wieszakami.

Schemat konstrukcji znajduje się poniżej:



W związku z planowaną inwestycją montażu paneli PV na dachu budynku maszynowni została przeprowadzona uproszczona analiza konstrukcji dachu pod kątem niniejszego zamierzenia.

Do obliczeń przyjęto przyjmując szacunkowo przekroje krokwi, płatwi oraz elementów więzara drewnianego.

Przyjęte obciążenie zostało wyszczególnione w dalszej części obliczeń. Projektowane obciążenie panelami PV przyjęto 30kg/m² (0,3kN/m²)

STAN PROJEKTOWANY

Krokiew

DANE:

Geometria:

Kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 22,8^\circ$

Rozstaw krokwi $a = 1,15$ m

Długość rzutu poziomego wspornika $l_{w,x} = 0,50$ m

Długość rzutu poziomego odcinka środkowego $l_{d,x} = 2,86$ m

Długość rzutu poziomego odcinka górnego $l_{g,x} = 2,86$ m

Obciążenia dachu:

- obciążenie stałe (wg PN-82/B-02001:):

$g_k = 0,400$ kN/m² połaci dachowej, $\gamma_f = 1,10$

- uwzględniono ciężar własny krokwi

- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połac bardziej obciążona, strefa 2, nachylenie połaci 22,8 st., obiekt niższy niż otaczający teren albo otoczony wysokimi drzewami lub obiektami wyższymi):

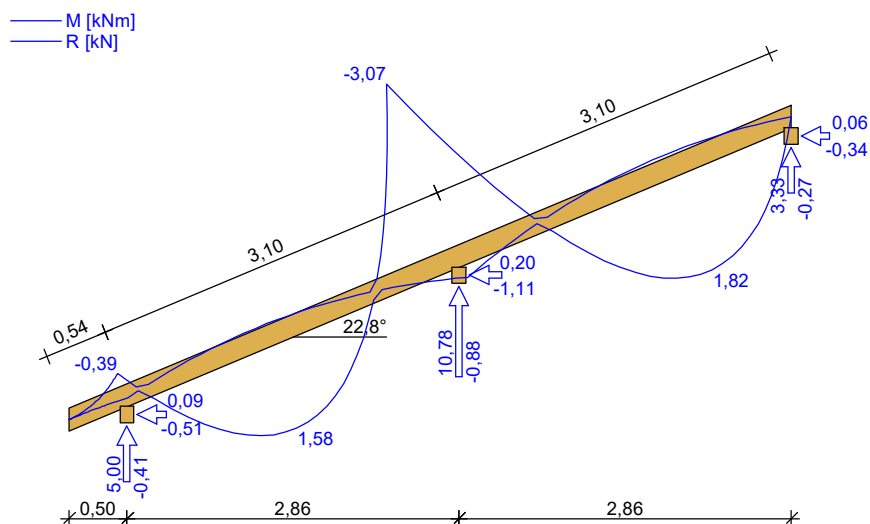
$S_k = 1,089$ kN/m² rzutu połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie parciem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połac nawietrzna, wariant II, strefa I, H=270 m n.p.m., teren A, z=H=12,0 m, budowla zamknięta, wymiary budynku H=12,0 m, B=12,0 m, L=10,0 m, nachylenie połaci 22,8 st., $\beta=1,80$):

$p_k = 0,080 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$
 - obciążenie ssaniem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połąć nawietrzna, wariant I, strefa I, H=270 m n.p.m., teren A, z=H=12,0 m, budowla zamknięta, wymiary budynku H=12,0 m, B=12,0 m, L=10,0 m, nachylenie połaci 22,8 st., $\beta=1,80$):

$p_k = -0,435 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$
 - obciążenie panelami fotowoltanicznymi $g_{kk} = 0,300 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej na całej krokwi; $\gamma_f = 1,20$

WYNIKI:



Zginanie:

Moment obliczeniowy:

$$M_{podp} = -3,07 \text{ kNm}$$

Płatew pośrednia

Geometria:

Rozstaw podparcia płatwi $l = 4,62 \text{ m}$

Obciążenia płatwi:

- obciążenie stałe $[(0,400+0,300) \cdot (0,5 \cdot 2,86 + 0,5 \cdot 2,86) / \cos 22,8^\circ]$

$$G_k = 2,172 \text{ kN/m}; \gamma_f = 1,14$$

- uwzględniono dodatkowo ciężar własny płatwi

- obciążenie śniegiem $[1,089 \cdot (0,5 \cdot 2,86 + 0,5 \cdot 2,86)]$

$$S_k = 3,114 \text{ kN/m}; \gamma_f = 1,50$$

- obciążenie wiatrem - wariant I (pionowe) $[(0,080 \cdot (0,5 \cdot 2,86 + 0,5 \cdot 2,86) / \cos 22,8^\circ) \cdot \cos 22,8^\circ]$

$$W_{k,z} = 0,228 \text{ kN/m}; \gamma_f = 1,50$$

- obciążenie wiatrem - wariant I (poziome) $[(0,080 \cdot (0,5 \cdot 2,86 + 0,5 \cdot 2,86) / \cos 22,8^\circ) \cdot \sin 22,8^\circ]$

$$W_{k,y} = 0,096 \text{ kN/m}; \gamma_f = 1,50$$

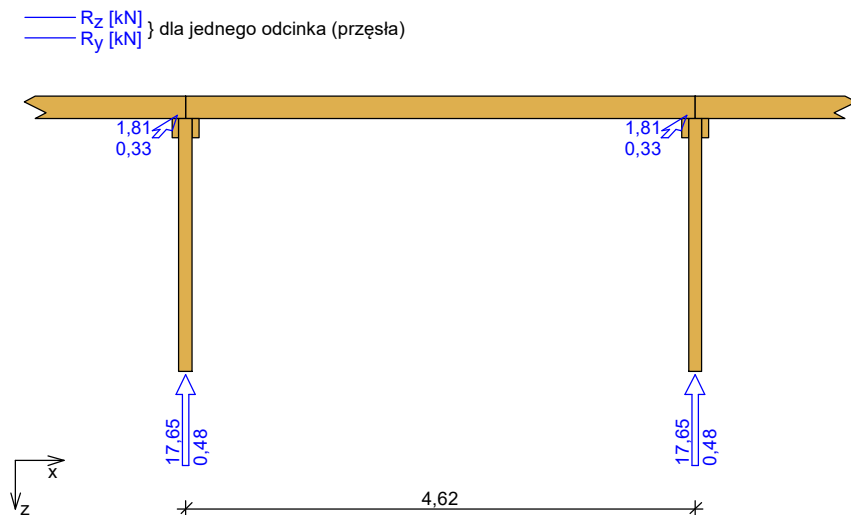
- obciążenie wiatrem - wariant II (pionowe) $[(-0,435 \cdot (0,5 \cdot 2,86 + 0,5 \cdot 2,86) / \cos 22,8^\circ) \cdot \cos 22,8^\circ]$

$$W_{k,z} = -1,243 \text{ kN/m}; \gamma_f = 1,50$$

- obciążenie wiatrem - wariant II (poziome) $[(-0,435 \cdot (0,5 \cdot 2,86 + 0,5 \cdot 2,86) / \cos 22,8^\circ) \cdot \sin 22,8^\circ]$

$$W_{k,y} = -0,523 \text{ kN/m}; \gamma_f = 1,50$$

WYNIKI:



Zginanie:

Momenty obliczeniowe

$$M_{y,\max} = 20,29 \text{ kNm}; \quad M_{z,\max} = 0,38 \text{ kNm}$$

Płatew kalenicowa

DANE:

Geometria:

Rozstaw podparcia płatwi $l = 4,62 \text{ m}$

Obciążenia płatwi:

- obciążenie stałe $[(0,400 \cdot (0,5 \cdot 2,86 + 0,5 \cdot 2,86) / \cos 22,8^\circ) + (0,300 \cdot (0,5 \cdot 2,86 + 0,5 \cdot 2,86) / \cos 22,8^\circ)]$

$$G_k = 2,172 \text{ kN/m}; \quad \gamma_f = 1,14$$

- uwzględniono dodatkowo ciężar własny płatwi

- obciążenie śniegiem $[0,864 \cdot 0,5 \cdot 2,86 + 1,089 \cdot 0,5 \cdot 2,86]$

$$S_k = 2,792 \text{ kN/m}; \quad \gamma_f = 1,50$$

- obciążenie wiatrem - wariant I (pionowe) $[0,080 \cdot 0,5 \cdot 2,86 + -0,225 \cdot 0,5 \cdot 2,86]$

$$W_{k,z} = -0,207 \text{ kN/m}; \quad \gamma_f = 1,50$$

- obciążenie wiatrem - wariant I (poziome) $[0,080 \cdot 0,5 \cdot 2,86 \cdot (\sin 22,8^\circ / \cos 22,8^\circ) - -0,225 \cdot 0,5 \cdot 2,86 \cdot (\sin 22,8^\circ / \cos 22,8^\circ)]$

$$W_{k,y} = 0,183 \text{ kN/m}; \quad \gamma_f = 1,50$$

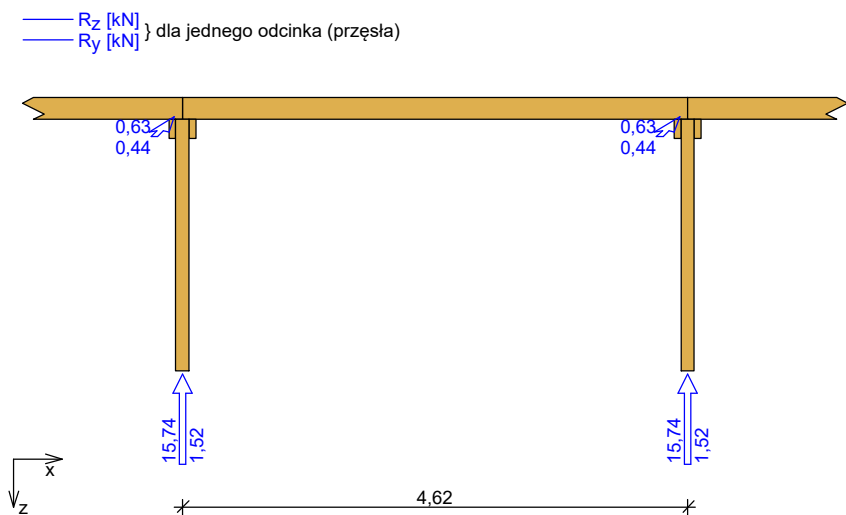
- obciążenie wiatrem - wariant II (pionowe) $[-0,435 \cdot 0,5 \cdot 2,86 + -0,225 \cdot 0,5 \cdot 2,86]$

$$W_{k,z} = -0,943 \text{ kN/m}; \quad \gamma_f = 1,50$$

- obciążenie wiatrem - wariant II (poziome) $[-0,435 \cdot 0,5 \cdot 2,86 \cdot (\sin 22,8^\circ / \cos 22,8^\circ) + -0,225 \cdot 0,5 \cdot 2,86 \cdot (\sin 22,8^\circ / \cos 22,8^\circ)]$

$$W_{k,y} = -0,126 \text{ kN/m}; \quad \gamma_f = 1,50$$

WYNIKI:

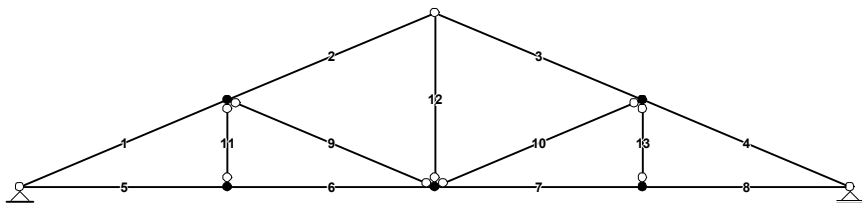


Zginanie:

Momenty obliczeniowe

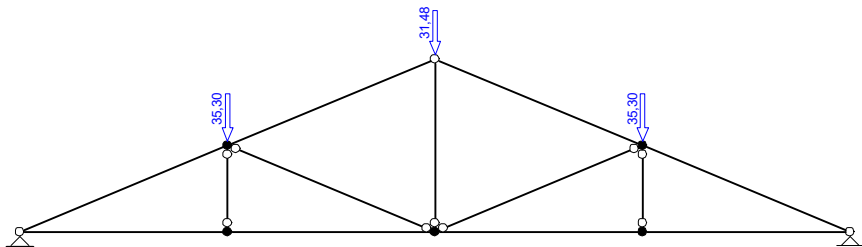
$$M_{y,\max} = 17,44 \text{ kNm}; \quad M_{z,\max} = 0,73 \text{ kNm}$$

SCHEMAT WIĄZARA



OBCIĄŻENIA: (wartości charakterystyczne)

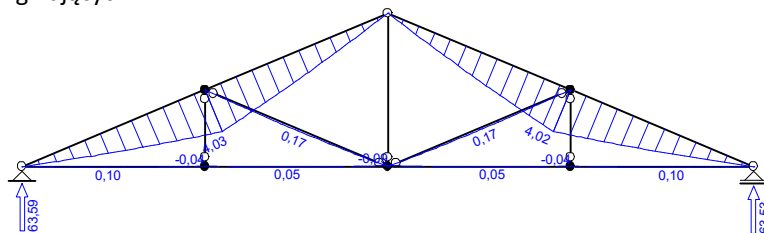
Przypadek P1: Przypadek 1 $\gamma_f = 1,20$



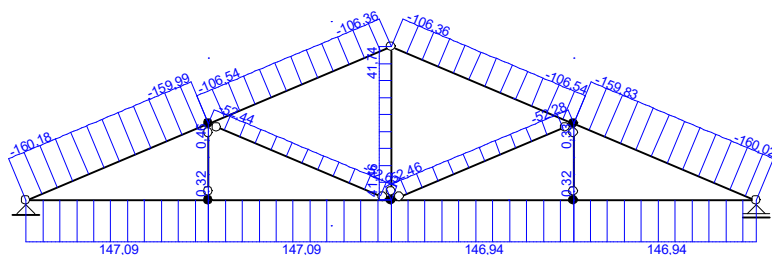
WYNIKI:

Przypadek P1: Przypadek 1

Wykres momentów zginających:



Wykres sił osiowych:



Przed rozpoczęciem prac, należy dokładnie sprawdzić stan techniczny dachu oraz dokładnie zinventaryzować poszczególne elementy konstrukcji drewnianej dachu (krokwie, płatwie, elementy więzara). Poszczególne elementy więźby powinny spełniać obliczeniowo wymagane parametry dla przekroju z drewna klasy C22.

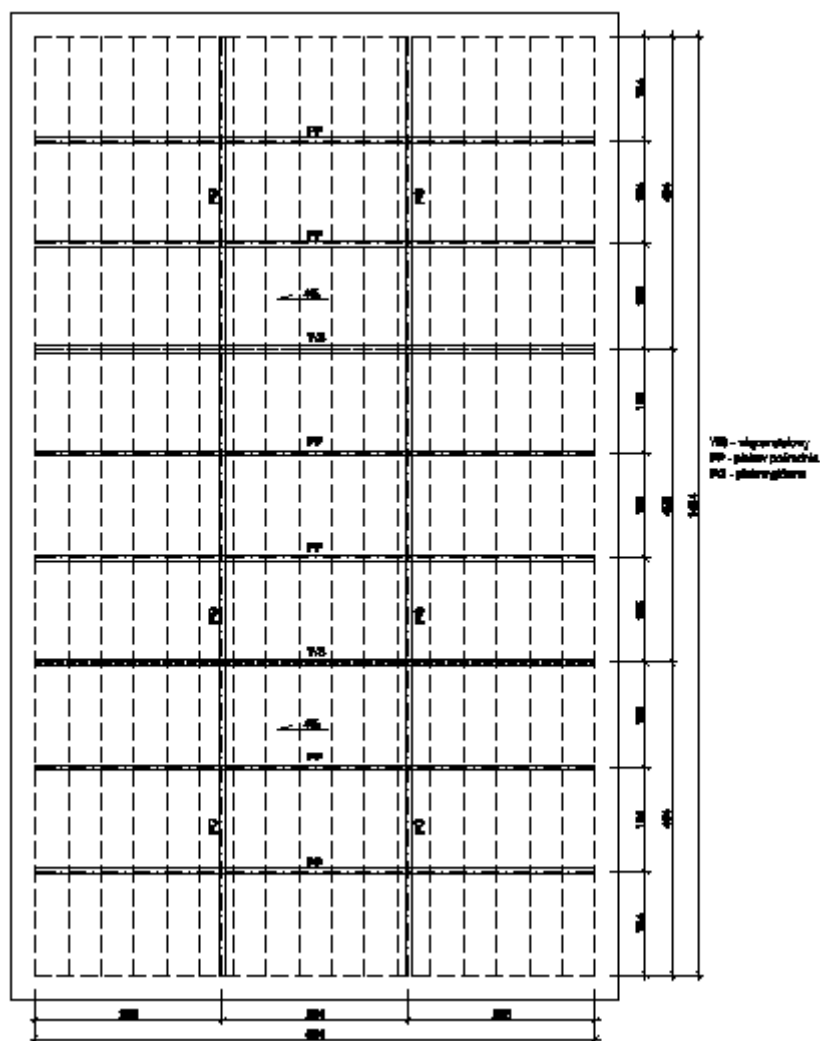
- Krokwie $W_y = 327\text{cm}^3$, $I_y = 2287\text{cm}^4$ (np. 10x14cm)
- Płatew kalenicowa $W_y = 1291\text{cm}^3$, $I_y = 14197\text{cm}^4$ (np. 16x22cm)
- Płatew pośrednia $W_y = 1536\text{cm}^3$, $I_y = 18432\text{cm}^4$ (np. 16x24cm)

Więzar drewniany:

- Ściąg stalowy (pas dolny) – min. przekrój pręta okrągłego $8,04\text{cm}^2$ (średnica 32mm)
- Wieszaki stalowe - min. przekrój pręta okrągłego $3,14\text{cm}^2$ (średnica 20mm)
- Pas górny (belka drewniana) $W_y = 1080\text{cm}^3$, $I_y = 9720\text{cm}^4$ (np. 20x18cm)
- Krzyżulec (belka drewniana) $W_y = 432\text{cm}^3$, $I_y = 2592\text{cm}^4$ (np. 18x12cm)

- **Część dachu o konstrukcji betonowej oparta na konstrukcji stalowej (dach płaski)**

Część wyższa budynku posiada zadaszenie w postaci płyt korytkowych o wymiarach 60x180cm opartych na stalowych płatwiach dachowych. Płatwie stalowe z kolei oparte są na więzarach dachowych. Uproszczony szkic konstrukcyjny znajduje się poniżej.



W czasie inwentaryzacji na obiekcie nie było możliwości dokładnego z inwentaryzowania istniejących przekrojów konstrukcji stalowej. Nie ma również dokładnej archiwalnej dokumentacji obiektu.

Na podstawie wykonanej wizji oraz dostępnych materiałów, wykonano analizę statyczną z wyznaczeniem szacunkowych sił wewnętrznych.

Przyjęte obciążenie zostało wyszczególnione w dalszej części obliczeń. Projektowane obciążenie panelami PV przyjęto 30kg/m² (0,3kN/m²).

Zestawienie obciążeń:

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	g_f	k_d	Obc. obl. kN/m ²
1.	Obciążenie śniegiem połaci dachu jednospadowego wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1 (strefa 2 -> $Q_k = 0,9$ kN/m ² , nachylenie połaci 2,3 st. -> $C_1=0,8$) [0,720kN/m ²]	0,72	1,50	0,00	1,08
2.	Obciążenie wiatrem dolnej połaci nawietrznej dachu jednospadowego wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-2 (strefa I, H=250 m n.p.m. -> $q_k = 0,30$ kN/m ² , teren A, z=H=12,0 m, -> $C_e=1,04$, budowla zamknięta, wymiary budynku H=12,0 m, B=10,0 m, L=10,0 m, kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 2,3$ st. -> wsp. aerodyn. $C=-0,9$, $\beta=1,80$) [-0,505kN/m ²]	-0,51	1,50	0,00	-0,77
3.	Płyty korytkowe przyjęto 90kg/m ² o wymiarach 60x180cm	0,90	1,10	--	0,99
4.	Warstwa wyrównawcza - nadlewka betonowa przyjęto grubości 4cm [23,0kN/m ³ * 0,04m]	0,92	1,10	--	1,01
5.	Papa na podłożu betonowym bez posypania żwirkiem, podwójnie [0,100kN/m ²]	0,10	1,30	--	0,13
6.	Ciążar paneli PV + konstrukcja wsporcza przyjęto 30kg/m ²	0,30	1,10	--	0,33
S:		2,43	1,14	--	2,78

Płyty korytkowe.

Sprawdzenie nośności płyt korytkowych.

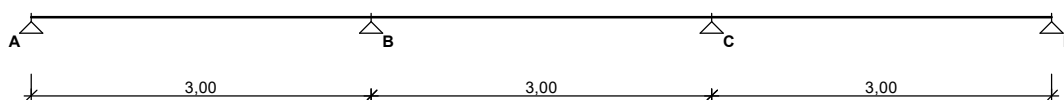
- Sumaryczna obliczeniowa wartość obciążenia od pokrycia dachu wraz z obciążeniem śniegiem (bez ciężaru własnego płyty) – $Q_c = 1,77$ kN/m²

- Dopuszczalne obciążenie płyt korytkowych (bez ciężaru własnego) –

$$Q_{max} = 2,65 \text{ kN/m}^2 > Q_c = 1,77 \text{ kN/m}^2 \text{ – warunek spełniony.}$$

Płatew dachowa

SCHEMAT BELKI



Parametry belki:

- przekrój : Dwuteownik szerokostopowy HE 100 B

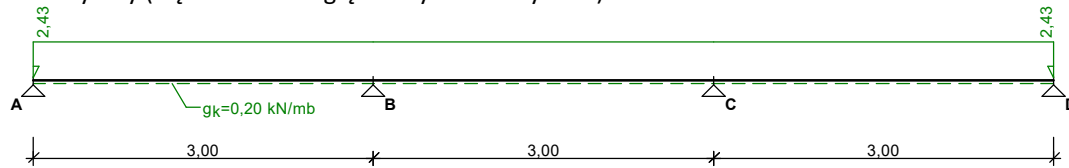
$$W_x = 89,9 \text{ cm}^3, J_x = 450 \text{ cm}^4, A_v = 6,00 \text{ cm}^2, m = 20,4 \text{ kg/m}$$

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$

OBCIĄŻENIA CHARAKTERYSTYCZNE BELKI

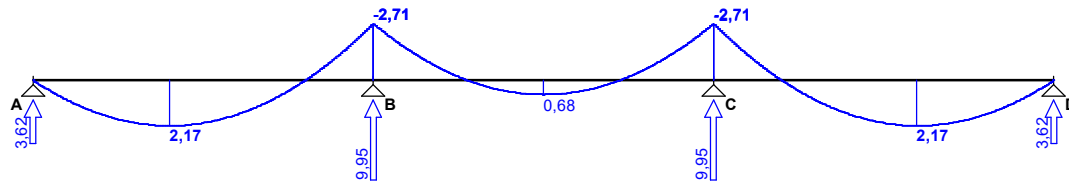
Przypadek **P1: Przypadek 1** ($\gamma_f = 1,15$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):

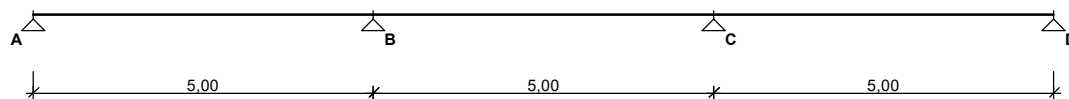


WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Momenty zginające [kNm]:



Platów dachowa – główna SCHEMAT BELKI



Parametry belki:

- przekrój : Dwuteownik szerokostopowy HE 120 B

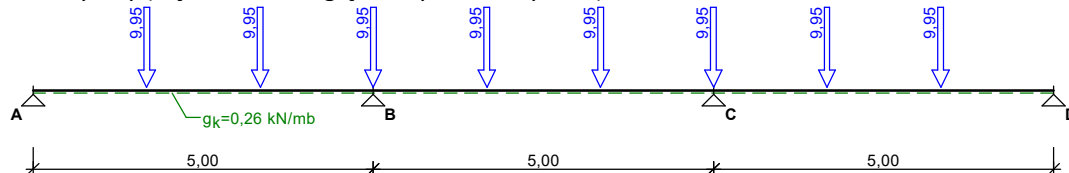
$W_x = 144 \text{ cm}^3$, $J_x = 864 \text{ cm}^4$, $A_v = 7,80 \text{ cm}^2$, $m = 26,7 \text{ kg/m}$

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$

OBCIĄŻENIA CHARAKTERYSTYCZNE BELKI

Przypadek **P1: Przypadek 1** ($\gamma_f = 1,15$)

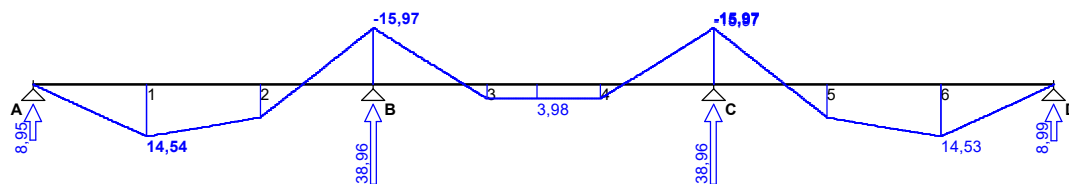
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**

Momenty zginające [kNm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Stal: St3

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

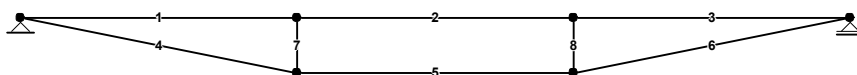
Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęseł belki;

Ugięcie graniczne przęsta $f_{gr} = l_o / 350$

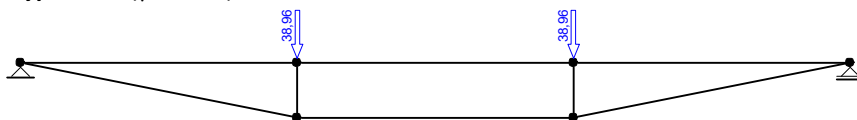
Dźwigar dachowy

SCHEMAT RAMY



OBCIĄŻENIA: (wartości charakterystyczne)

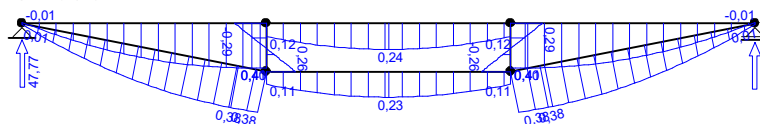
Przypadek **P1: Przypadek 1** ($\gamma_f = 1,20$)



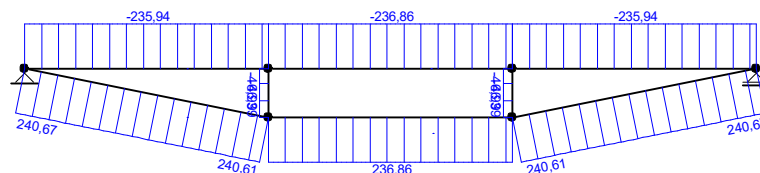
WYNIKI:

Przypadek **P1: Przypadek 1**

Wykres momentów zginających:



Wykres sił osiowych:



Przed rozpoczęciem prac, należy dokładnie sprawdzić stan techniczny dachu oraz dokładnie zinventaryzować poszczególne elementy konstrukcji stalowej dachu (płatwie oraz elementy wiązara). Poszczególne elementy stalowe dachu powinny spełniać minimalne obliczeniowo wymagane parametry I_x , W_x .

- Płatew dachowa $W_x = 89,9 \text{ cm}^3$, $J_x = 450 \text{ cm}^4$ (np. HEB100)
- Płatew główna $W_x = 144 \text{ cm}^3$, $J_x = 864 \text{ cm}^4$ (np. HEB 120)
- Wiązar stalowy: pas górny $J_x = 450,0 \text{ cm}^4$, $W_x = 89,90 \text{ cm}^3$ (np. HEB100),
pas dolny $J_x = 38,80 \text{ cm}^4$, $W_{xd} = 23,66 \text{ cm}^3$ (np. 2x L60x60x5),
słupek $J_x = 8,960 \text{ cm}^4$, $W_{xd} = 8,000 \text{ cm}^3$ (np. 2x L40x40x5)

WNIOSKI:

Przed rozpoczęciem jakichkolwiek prac związanych z inwestycją, należy dokładnie ocenić stan techniczny istniejącej konstrukcji dachu oraz zaleca się, aby przed rozpoczęciem instalacji paneli PV na dachu budynku, przeprowadzić gruntowny remont dachu – w tej chwili na dachu występują liczne przecieki, co powodu korozję elementów stalowych i drewnianych oraz płyt korytkowych. Należy również zwrócić uwagę na oparcia płyt korytkowych na elementach stalowych dachu. Na etapie przygotowania projektu budowlanego przebudowy dachu lub w trakcie wykonania remontu należy przewidzieć punkty asekuracyjne lub linę asekuracyjną dla celów późniejszej eksploatacji instalacji fotowoltaicznej na dachu skośnym.

4. Projektowany montaż modułów na istniejącym budynku

W celu ochrony przed korozją galwaniczną konstrukcja montażowa powinna być wykonana z aluminium. Wszystkie elementy łączące powinny być wykonane ze stali nierdzewnej. Elementy konstrukcyjne należy dostarczyć w kolorze czarnym lub ciemno grafitowym w celu zachowania odpowiedniej estetyki budynku. Nie dopuszcza się innych gorszych gatunkowo materiałów montażowych.

Konstrukcje systemowe powinny być dobrane do odpowiedniej strefy wiatrowej i śniegowej oraz być zgodne z następującymi normami:

- Zgodność z normą PN-EN 1090-1+A1:2012 – „Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych -- Część 1: Zasady oceny zgodności elementów konstrukcyjnych”,
- Zgodność z normą PN-EN 1090-3:2008 - „Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych -- Część 3: Wymagania techniczne dotyczące wykonania konstrukcji aluminiowych”,
- Zgodność z normą PN-EN 1991-1-3:2005 „Oddziaływanie na konstrukcje. Część 1-3 : Obciążenie śniegiem”,
- Zgodność z normą PN-EN 1991-1-4:2008 „Oddziaływanie na konstrukcje. Część 1-3 : Oddziaływania wiatru”,
- Zgodność systemu montażowego z dyrektywą unijną 2001/95/WE w sprawie ogólnego bezpieczeństwa produktów.

Minimalna gwarancja producenta na konstrukcję powinna wynosić 10 lat od daty montażu.

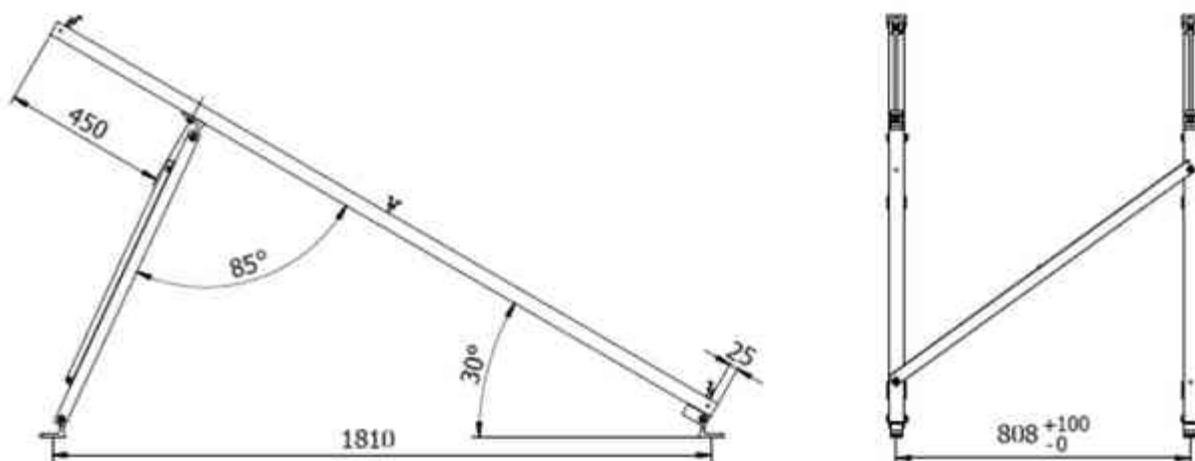
Dla montażu instalacji dla obydwu dachów należy zastosować metody agresywne. Metody agresywne stosowane są na wszystkich powierzchniach dachowych. Przy metodach agresywnych należy pamiętać o poprawnym zabezpieczeniu miejsc owierconych przed wilgocią i wodą. Metody montażu są proste, a szczególną uwagę należy zwrócić na odpowiednie zabezpieczenie izolacji dachów poprzez powłoki silikonowe lub bitumiczne lub też odpowiednie uszczelki.

• **Część dachu o konstrukcji betonowej oparta na konstrukcji stalowej (dach płaski)**

Na dachu nie ma możliwości montażu konstrukcji na balastach ze względu na istniejącą konstrukcję dachu – płyty korytkowe o małej nośności. W tym przypadku stelaże montuje się na śrubach kotwiących lub na szynach prowadzących w zależności od powierzchni i wykonania dachu. W przypadku dachów betonowych pokrytych papą można zastosować elastyczne powłoki silikonowe, które nakłada się pędzlem, a w innych typach powierzchni można użyć również odpowiednich uszczelki. Stelaż zamontować na kotwy montażowe na klej, które zabezpieczamy powłoką silikonową lub bitumiczną, do kotew tych z kolei przykręcamy słupki konstrukcji wsporczej lub bezpośrednio osadzamy stelaż instalacji.

Do montażu paneli PV na dachu płaskim należy dobrać system montażowy dwurzędowy umożliwiający nachylenie paneli fotowoltaicznych na poziomie 25-30 stopni. Zalecane jest wykorzystanie systemów 1x2 (jeden panel poziomo i dwa pionowo) z możliwością regulacji kąta nachylenia. Dolna krawędź modułu powinna znajdować się na wysokości ok. 10 cm nad połacią dachową. Przykładowy system dwurzędowy firmy Hawalex.





- **Część dachu o konstrukcji drewnianej (dach skośny)**

W przypadku dachu skośnego moduły PV przymocowane są do struktury dachu znajdującej się pod przykryciem dachowym. Producent zazwyczaj określa wymaganą liczbę uchwytów na 1 m² oraz maksymalny rozstaw między wspornikami. Do krokwi mocuje się uchwyty dachowe. Do uchwytów mocowane są prowadnice. Moduły PV są montowane do prowadnic (płatwi) za pomocą specjalnych uchwytów (klem). Dopuszcza się również systemowe rozwiązania wsuwane. Konstrukcje wspierające powinny wytrzymać działanie sił jakie będą występować w trakcie eksploatacji i być w stanie przenieść te siły na struktury dachu.

W przypadku dachów skośnych na zamontowane moduły PV działają siły skierowane przeciwnie. Czynniki dociskające konstrukcję wsporczą są wynikiem obciążenia śniegiem, wpływem ciśnienia wiatru oraz wagą modułów PV i konstrukcji wsporczej. Czynniki wyrywające konstrukcję wsporczą pochodzą z ciągnącej siły wiatru, który podwiewa pod moduły PV i konstrukcję.

W celu minimalizowania tych sił należy zastosować się do następujących uwag:

- moduły PV nie powinny wystawać poza poziomą i pionową linię budynku. Dystans pomiędzy modułem PV, a krawędzią dachu powinna być przynajmniej 5 razy większa niż odległość modułu PV od powierzchni dachu,
- moduły PV powinny być zamocowane pod takim samym kątem jak spadek dachu,
- wszystkie odstępy pomiędzy modułami PV powinny być takie same i być niewielkie, około 10-15 mm, aby minimalizować ciśnienie jakie tworzy się za modułem PV,
- Należy zachować odpowiednią odległość pomiędzy modułami, a połacią dachową w celu zapewnienia odpowiedniej wentylacji min. 20mm.

W niniejszym projekcie, przyjęto kotwienie inwazyjne, bezpośrednio do krokwi dachowych.

Standardowy uchwyt do pokrycia bitumicznego służy do montażu instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku. Kotwica nie ma możliwości regulacji, przez co służy do montażu profili aluminiowych jedynie poziomo. Uchwyt montujemy bezpośrednio na powierzchni dachu do krokwi, przy pomocy wkrętów torx. Następnie do tak przygotowanej konstrukcji, przymocowywane są profile aluminiowe Power Rail P6.

Poniżej przedstawiono przyjęte w projekcie rozwiązanie.



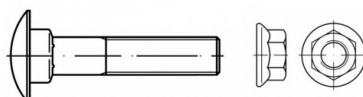
Poniżej uchwyt mocujący do pokrycia bitumicznego:



Montaż do pokrycia za pomocą wkrętów do drewna Torx M6x80. Miejsca montażu uszczelnić uszczelniaczem dekarским.



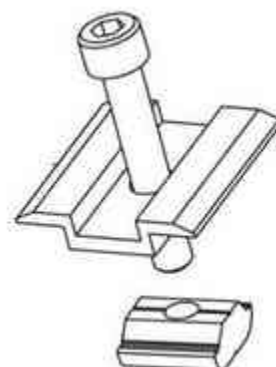
Montaż do listwy aluminiowej za pomocą śruby M8 z łbem grzybkowym + nakrętka z moletką.



Listwa aluminiowa Power Rail P6



Następnie do listwy przykręca się – za pomocą śruby 5/16 z nakrętką – klemy (końcowe i środkowe):



IV. Opis techniczny – część elektryczna

1. Opis projektowanej inwestycji

Projektowana instalacja polega na montażu dwóch instalacji fotowoltaicznych na istniejącym budynku maszyny wyciągowej zlokalizowanej przy ul. 3 Maja 93 w Zabrze. Łączna moc instalacji wynosić będzie 21,45kWp i składać się będzie z 30 modułów fotowoltaicznych o mocy 8,25kWp zlokalizowanych na płaskiej połaci dachowej z odchyleniem południowym -15° oraz 48 modułów fotowoltaicznych o mocy 13,2kWp zlokalizowanych na dachu skośnym, po 24 moduły na stronę z odchyleniem południowym 75° i -105° .

Moduły fotowoltaiczne przetwarzają energię słoneczną w energię elektryczną prądu stałego, która w następnej kolejności przetwarzana jest na prąd przemienny 230/400V przez falowniki solarne, które to z kolei podłączone są do istniejącej infrastruktury dystrybucji energii elektrycznej w budynku.

Planowany okres eksploatacji inwestycji to co najmniej 25 lat.

2. Dobór urządzeń

2.1. Moduły fotowoltaiczne

Moduły fotowoltaiczne przetwarzają energię słoneczną w energię elektryczną prądu stałego (do 1000V), która w następnej kolejności przetwarzana jest na prąd przemienny 230/400V przez falowniki solarne, które to z kolei podłączone są do istniejącej infrastruktury dystrybucji energii elektrycznej w budynku.

Dla projektowanej instalacji dobiera się 78 polikrystalicznych modułów fotowoltaicznych SELFA, I generacji, o mocy jednostkowej 275Wp. Moduły powinny składać się z 60-ciu ogniw oraz być wyposażone w anodyzowane ramy aluminiowe. Dopuszcza się stosowanie rozwiązań zamiennych innych producentów, w tym modułów monokrystalicznych pod warunkiem zachowania minimalnych parametrów opisanych w tabeli poniżej. W celu zminimalizowania wpływu instalacji na estetykę budynku zarówno moduły fotowoltaiczne jak i ramy powinny zostać wykonane w kolorze czarnym lub ciemnografitowym. Poniższa tabela definiuje minimalne i podstawowe wymagane parametry dla warunków STC ($1000\text{W}/\text{m}^2$, temp ogniw 25°C i liczba masowa atmosfery AM 1,5):

Moc nominalna	275Wp
Tolerancja mocy	Dodatnia min. +3%
Wymiary (założenia)	~1670x998x40mm +/-1%
Minimalna sprawność modułu	16,7%
Kolor ramy i modułu	Czarny lub ciemnografitowy
Napięcie mocy maksymalnej Vmp	31,2V +/-3%
Natężenie prądu mocy maksymalnej Imp	8,72A +/-3%
Napięcie obwodu otwartego Voc	38,5V +/-3%
Prąd zwarcia Isc	9,15A +/-3%
Maksymalne napięcie systemu	1000V
Temperatura pracy	-40 do +85 deg. Celsjusza
Minimalna wytrzymałość mechaniczna statyczna	5400 Pa przód, 2400 Pa tył
Minimalna wytrzymałość uderowa (hail test)	Kula gradowa fi=25mm V=100km/h
Max. Temp. Współczynnik mocy	-0,39 %/°C
Max. Temp. współczynnik prądowy	+0,053 %/ °C
Max.Temp. Współczynnik napięciowy	-0,32 %/ °C
Max. Waga	20kg
Minimalna gwarancja produktowa	10 lat
Dopuszcza się jedynie liniowy spadek mocy maksymalnej	Minimalna gwarancja liniowa dla poszczególnych lat 1 rok 97% 10 lat >90% 25 lat >80%
Gwarancja na wady ukryte	Min. 10 lat
Minimalna ilość diod bocznikujących	3
Wymagana dokumentacja jakościowa	Deklaracja zgodności na zgodność z normami: PN-EN 61215:2005 PN-EN 61730-1:2013 PN-EN 61730-2:2012 Moduły powinny być przetestowane przed degradacją indukowanym napięciem zgodnie z normą IEC62804. Instrukcja Obsługi i eksploatacji Karta gwarancyjna Dokumentacja powinna być przygotowana w języku polskim
Dodatkowe zalecenia	Moduły fotowoltaiczne powinny być wyposażone w powłoki antyrefleksyjne. Zaleca się aby moduły fotowoltaiczne spełniały dodatkowe normy: EN 61701 – test modułu w korozyjnym środowisku mgły solnej EN 62716 – test modułu w korozyjnym środowisku amoniaku

Wszystkie znaczące parametry modułów wraz z numerem seryjnym muszą być umieszczone na tabliczce znamionowej odpornej na działania warunków atmosferycznych. Obowiązkowe jest dostarczenie dokumentacji modułów w języku polskim: instrukcji ruchowej/instrukcji obsługi,

deklaracji zgodności, atestów i certyfikatów. Zamawiający ma prawo żądać również przedstawienia akredytowanych badań laboratoryjnych na zgodność z poszczególnymi normami.

Montowane moduły fotowoltaiczne powinny być nie starsze niż 6 miesięcy od daty produkcji. Ze względów gwarancyjnych Wykonawca przekaże Zamawiającemu dowód zakupu potwierdzony datą produkcji modułów.

2.2. Falowniki

Zadaniem falowników jest zmiana napięcia stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne DC na napięcie przemienne AC o częstotliwości 50Hz i napięciu 230/400V. Urządzenie powinno być montowane wg. wytycznych producenta. Każdy falownik należy wyposażać w komplet nastaw podstawowych.

Dla przedmiotowej inwestycji projektuje się dwa trójfazowe falowniki firmy Fronius, jeden o mocy znamionowej 7 kWp dla instalacji 8,25 kW oraz drugi o mocy 12,5 kW dla instalacji 13,2 kWp. Dopuszcza się stosowanie rozwiązań zamiennych przy zachowaniu parametrów nie gorszych niż te wskazane w tabeli poniżej:

Moc znamionowa	12,5kW	7kW
Max. moc DC	>14kW	>8,5kW
Max napięcie	1000V	1000V
Zakres napięć MPPT	320-800V	228-800V
Napięcie rozpoczęcia pracy	200V	200V
Max. Prąd wejścia DC	27+16,5A	16A
Ilość niezależnych MPPT	2	2
Min. Ilość wejść DC/MPPT	2	1
Zabezpieczenia	Zintegrowany wyłącznik DC Pomiar izolacji DC Przesunięcie punktu pracy w przypadku przeciążenia	Zintegrowany wyłącznik DC Pomiar izolacji DC Przesunięcie punktu pracy w przypadku przeciążenia
Moc znamionowa AC	12-12,5kW	7kW
Częstotliwość znamionowa	50Hz	50Hz
Ilość faz	3	3
Współczynnik harmonicznych	<3%	<3%
Napięcie znamionowe	3 NPE 230/400V	3 NPE 230/400V
Znamionowy prąd wyjściowy	18A	12A
POZOSTAŁE		
Stopień ochrony	Min. IP65	Min. IP65
Min. Sprawność EURO	>97,5%	>97,4%
Deklaracja zgodności na zgodność z normami:	PN-EN 50438:2014-02 PN-EN 62109-1:2010 IEC 61727 VDE AR-N 4105 PN-EN 61000-3-3:2013-10 PN-EN 61000-3-2:2014-10 PN-EN 50438:2014-02 PN-EN 61000-3-11:2004 LDV (2014/35/UE) i EMC (2014/30/UE).	PN-EN 50438:2014-02 PN-EN 62109-1:2010 IEC 61727 VDE AR-N 4105 PN-EN 61000-3-3:2013-10 PN-EN 61000-3-2:2014-10 PN-EN 50438:2014-02 PN-EN 61000-3-11:2004 LDV (2014/35/UE) i EMC (2014/30/UE).

Współczynnik mocy przy mocy znamionowej	1	1
Gwarancja	Min. 5 lat z możliwością przedłużenia	Min. 5 lat z możliwością przedłużenia
Komunikacja	UTP CAT 5e z wbudowanym system zarządzania i monitorowania	UTP CAT 5e z wbudowanym system zarządzania i monitorowania

Przy doborze innych falowników należy uwzględnić zakres napięć dla temperatury modułów -20° oraz +70° zgodnie z poniższymi tabelami. Obliczone zakresy napięć dla wskazanych temperatur powinny mieścić się w zakresie napięć MPPT.

Projektowane falowniki powinny posiadać odpowiednią dokumentację produktową w języku polskim: instrukcję obsługi, deklaracje zgodności, charakterystykę ruchową, atesty i certyfikaty. Ponadto, wszystkie dane charakterystyczne powinny być umieszczone na tabliczce znamionowej urządzenia.

Montowane urządzenia nie mogą być starsze niż 6 miesięcy od daty produkcji. Wykonawca prześle Zamawiającemu dowód zakupu ww. urządzeń potwierdzony datą produkcji.

- Falownik 12,5kW (dach pochyły)

MPPT	A (zachód)	B (wschód)
Ilość modułów	2x12	2x12
Prąd zwarcia STC	16,7A	16,7A
Napięcie znamionowe dla 70°	308,55V	308,55V
Napięcie obwodu otwartego – 20°	532,65V	532,65V
Napięcie znamionowe STC	375,60.4V	375,60.4V
Moc znamionowa STC	6,6kWp	6,6kWp

Falownik nie spełnia warunku dla temperatur +70 stopni natomiast jego napięcie znamionowe jest powyżej napięcia startu. Brak jest możliwości zachowania powyższej zależności dla przedmiotowej konfiguracji. Pozostałe warunki graniczne falownika zostają zachowane.

- Falownik 7kW (Dach płaski)

MPPT	A (rzęd I)	B (rzęd II)
Ilość modułów	1x14	1x16
Prąd zwarcia STC	9,2A	9,2A
Napięcie znamionowe dla 70°	359,98V	411,4V
Napięcie obwodu otwartego – 20°	621,42V	710,2V
Napięcie znamionowe STC	438,2V	500,80V
Moc znamionowa STC	3,85kWp	4,4kWp

Warunki graniczne falownika zostają zachowane

2.3. Dobór przewodów strona DC

Połączenia poszczególnych generatorów do falowników zostaną zrealizowane za pomocą kabli miedzianych o podwójnej izolacji dedykowanych dla instalacji stałoprądowych, fotowoltaicznych o przekroju żył roboczych 6 mm². Dla przewodów (-) kolor czarny, a dla przewodów (+) kolor czerwony.

Przewody DC powinny być zgodne z następującymi normami:

- PN-EN 62446:2016,
- PN-EN 50618:2015-03,
- PN-EN 60332,
- PN-EN 61034:2/2010,
- Potwierdzoną odpornością izolacji na promieniowanie słoneczne i UV.

2.4. Dobór przewodów strona AC

Wyprowadzenie mocy z indywidualnych falowników do rozdzielnic falowników zostanie zrealizowane za pomocą kabla typu YnDYżo 5x6mm do rozdzielnic falowników. Następnie z falowników należy wyprowadzić przewód YnDY 4x10mm do istniejącej rozdzielnic R4-MW znajdującej się w piwnicy budynku maszyny wyciągowej.

Maksymalna obciążalność żyły YnDYżo 5x6mm układanego w rurkach instalacyjnych na ścianie – 34 A

Maksymalna obciążalność żyły YnDY 4x10mm układanego w rurkach instalacyjnych na ścianie – 46 A

Znamionowy prąd fazowy falownika 12,5 kW – 18 A

Znamionowy prąd fazowy falownika 7 kW – 12 A

Prąd znamionowy wyprowadzony z rozdzielnic falowników do rozdzielni R4-MW - 30A

Według schematu ideowego instalacji elektrycznej rozdzielni RG400V, linia rozdzielni R4-MW jest zasilana poprzez linię YKY 4x25mm² o długości 85m i zabezpieczona jest rozłącznikiem bezpiecznikowym 63A. Obciążalność prądowa kabla 4x25mm² układanych w ziemi wynosi 107A a w powietrzu 89A. W związku z powyższym należy uznać, że istniejąca linia kablowa jest wystarczająca do wyprowadzenia mocy z instalacji fotowoltaicznej w całości.

W związku z brakiem dokumentacji obiektu, należy zweryfikować istniejący stan rozdzielnic i przewodów WLZ przed montażem.

3. Opis połączeń oraz sposób prowadzenia kabli i przewodów

Przewody solarne (DC) prowadzone będą pod modułami fotowoltaicznymi i/lub na trasach kablowych osłoniętych za pomocą rur osłonowych lub korytek kablowych (odpornych na UV), przy czym rury osłonowe lub korytka kablowe będą przystosowane do pracy w przestrzeniach otwartych i będą odporne na promieniowanie UV. Nadmiary przewodów należy mocować do konstrukcji za pomocą opasek odpornych na promieniowanie UV oraz szkodliwe czynniki atmosferyczne. Zaleca się stosowanie koryt niemetalowych. Połączenia międzymodułowe będą realizowane poprzez fabryczne złączki oraz złączki MC4. Połączenia równoległe wykonać złączką MC4 Typ Y.

Przewody solarne przeprowadzone zostaną od instalacji fotowoltaicznych do falowników poprzez nowo wykonany przepust ścienny do pomieszczenia operatora maszyny wyciągowej, a w dalszej kolejności szachtem elektrycznym do rozdzielni elektrycznej w piwnicy. Przewody wewnątrz budynku należy prowadzić istniejącymi korytami kablowymi lub natynkowo po wcześniejszym uzgodnieniu z użytkownikiem.

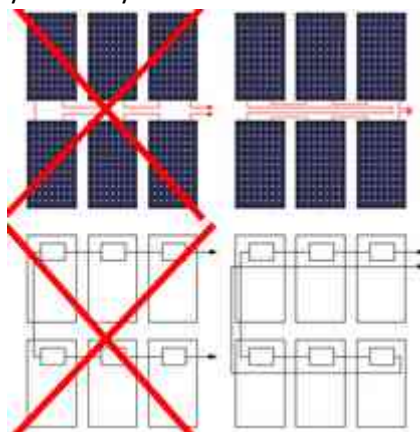
Wszystkie miejsca przekuć przez przegrody budowlane należy po wprowadzeniu instalacji zamurować zachowując ich klasę odporności ogniowej. Przewody przy przejściach przez przegrody budowlane

należy prowadzić w tulejach ochronnych. Należy przygotować powierzchnię pod malowanie po przebicjach poprzez szpachlowanie nierówności, następnie wykonać malowanie.

Okablowanie poprowadzić możliwie najkrótszymi trasami prostopadle i równoległe do krawędzi budynku.

Do falowników należy doprowadzić przewód sygnałowy w celu monitoringu i zarządzania instalacją zgodnie z wymaganiami dostawcy falowników. Połączenia sygnałowe pomiędzy inwerterem a serwerownią zrealizować przewodami UTP cat. 5e.

Jednym z ważnych sposobów pozwalających zredukować zagrożenie przepięciowe jest trasowanie linii w taki sposób, aby zminimalizować rozległe pętle indukcyjne, a tym samym zagrożenie przepięciami spowodowanymi pobliskimi wyładowaniami piorunowymi. Aby uniknąć pętli, przewody (+ i -) oraz przewody połączeń wyrównawczych należy układać razem.



UWAGA:

Należy zachować odległość bezpieczną $s > 50\text{cm}$ od istniejącej instalacji odgromowej.

4. Montaż falownika i rozdzielnic

Falowniki wraz z rozdzielnicą falowników planuje zamontować się w istniejącej rozdzielni elektrycznej znajdującej się w piwnicy budynku. Dokładne miejsce montażu należy uzgodnić z użytkownikiem. Przyłączenie instalacji do rozdzielnic R4-MW może wymagać jej rozbudowy lub przebudowy. Rozdzielnice modułów fotowoltaicznych zamontować w taki sposób aby odległości ograniczników do paneli fotowoltaicznych nie przekraczała długości 10m. Rozdzielnicę nie należy montować w miejscu bezpośrednio narażonym na działanie promieni słonecznych.

Większość falowników posiada uchwyt mocujący, wraz z zestawem kołków montażowy. Sposób montażu należy dobrać w odpowiedni sposób do powierzchni na której planuje się zamontowanie falownika. Tak jak w przypadku pozostałych urządzeń przed rozpoczęciem montażu należy zapoznać się z instrukcją i bezpieczeństwem użytkowania urządzenia.

Główne zasady montażowe:

- Falownik powinien znajdować się w pozycji pionowej, w bezpiecznym i łatwo dostępnym miejscu;
- Należy instalować na ścianie, która wytrzyma obciążenie falownika;
- Najlepiej umieścić falownik tak, by wyświetlacz znajdował się na wysokości wzroku;
- W przypadku montażu kilku falowników umieścić je w rzędzie;

- Nie instalować urządzenia w miejscu wystawionym na bezpośrednie działanie słońca oraz nie instalować w małych pomieszczeniach bez odpowiedniej cyrkulacji powietrza. Przegrzewanie może uszkodzić falownik lub skrócić jego żywotność;
- Nie instalować urządzeń w miejscach z nadmierną wilgocą i zapyleniem. W przypadku większego zapylenia w miejscu montażu, wykonywać częste kontrole wywietrzników i wentylatorów falownika;
- Nie należy instalować w miejscach występowania gazów lub substancji łatwopalnych;
- Nie należy umieszczać w pomieszczeniach z częstym przebywaniem ludzi;
- Należy zachować odpowiednie odległości od przeszkód zgodnie z zaleceniami producenta.

5. Instalacja odgromowa instalacji fotowoltaicznej

Obiekt jest wyposażony w instalację odgromową wykonaną z drutu stalowego, który tworzy zwody poziome, na każdej kondygnacji dachowej. Istniejąca instalacja nosi ślady zużycia w postaci rozpoczętego procesu korodowania połączeń oraz odklejenia się wsporników montażowych. Poza tym instalacja odgromowa służy jako element montażowy dla innej infrastruktury kablowej, oświetlania i innych elementów.

Przedstawiony stan instalacji odgromowej nie spełnia wytycznych norm branżowych w tym zakresie oraz stwarza ryzyko porażenia prądem elektrycznym i/lub uszkodzenia wewnętrznych sieci instalacyjnych znajdujących się w budynku.

Na etapie projektu budowlanego remontu dachu i/lub w trakcie jego remontu należy uwzględnić i wykonać nową instalację odgromową zgodnie z normami PN-EN 62305. W trakcie projektowania instalacji odgromowej należy uwzględnić rozmieszczenie modułów fotowoltaicznych dla których uwzględniono odległość $d > s$ nie mniej niż 0,5m. Dodatkowo moduły fotowoltaiczne powinny znaleźć się w obszarze chronionym przed wyładowaniami bezpośrednimi, poprzez realizację odpowiednich masztów odgromowych lub poziome zwody wysokie. Należy zachować bezpieczną odległość s w miejscach skrzyżowań zwodów poziomych z liniami kablowymi biegnącymi z instalacji fotowoltaicznej do falowników.

Po wykonaniu instalacji fotowoltaicznej należy ponownie wykonać pomiar rezystancji odgromowej $R < 10\Omega$ zgodnie z normą PN-EN 62305-3:11.

Wszystkie metalowe elementy instalacji fotowoltaicznej (koryta, moduły fotowoltaiczne, koryta) należy przyłączyć za pomocą przewodu LgY 6 mm² do miejscowej lub głównej szyny wyrównawczej.

W przypadku niedochowania odpowiedniej odległości s od planowanej infrastruktury fotowoltaicznej należy przystąpić do rewizji projektu budowlano-wykonawczego.

6. Zabezpieczenia jednostek wytwórczych

Falownik posiadać będzie wbudowane zabezpieczenia nadnapięciowe, podnapięciowe, nad częstotliwościowe i pod częstotliwościowe. Po stronie DC falownik posiadać będzie zintegrowany wyłącznik DC oraz zabezpieczenie nadprądowe, które odłączy indywidualnie falowniki przy wzroście prądu powyżej wartości znamionowej. Jednocześnie ze względu na budowę falownika praca niepełno fazowa lub wyspowa jest niemożliwa. W przypadku zaniku napięcia OSD, falownik powinien się

wyłączyć do czasu powrotu napięcia w sieci OSD. Po powrocie napięcia falownik załączy się automatycznie.

Strona zmiennoprądowa (AC) z każdego z falowników zabezpieczona zostanie wyłącznikiem nadmiarowo prądowym typoszeręgu S304 C20A dla falownika 7kW oraz dla falownika 12,5kW. WLZ pomiędzy rozdzielnicą RG400 a rozdzielnicą falowników należy zabezpieczyć rozłącznikiem bezpiecznikowym R303 40A (istniejąca rozdzielnia) oraz rozłącznikiem izolacyjnym FR303 40A (rozdzielnica falowników).

6.1. Ochrona przeciwporażeniowa

Istniejąca, wewnętrzna instalacja elektryczna do której zaprojektowane podłączenie źródła wytwórczego jest wykonana w układzie sieci TN-C-S. Ochronę podstawową stanowią aparaty urządzenia z odpowiednio dobranym stopniem ochrony IP oraz odstępy izolacyjne. Ochronę dodatkową stanowi samoczynne wyłączenie zasilania oraz ograniczony dostęp osób postronnych do infrastruktury instalacji.

6.2. Ochrona przeciwprzepięciowa

Ochrona przeciwprzepięciowa ma na celu uchronić instalacje obiektowe w przypadku wystąpienia impulsu piorunowego i przeniknięcia go do obwodów wytwórczych mikroinstalacji oraz przed przepięciami powodowanymi czynnościami łączeniowymi w sieci nn-0,4kV. Niektóre falowniki posiadają wbudowane ograniczniki przepięć po stronie wejścia DC oraz wyjścia AC.

W przypadku braku fabrycznych ograniczników przepięć oraz przy zachowaniu bezpiecznej odległości od instalacji odgromowej należy wyposażyć rozdzielnicę falowników w odpowiednie ograniczniki przepięć SPD typu II z iskiernikiem dla strony stałoprądowej DC, a dla strony przemiennie prądowej należy przewidzieć ogranicznik przepięć SPD AC typu I+II. Dla strony AC zaleca się również wykorzystanie ograniczników przepięć z iskiernikiem gazowym.

W związku z tym, iż odległość modułów fotowoltaicznych od projektowanych falowników wynosi ponad 10m projektuje się drugi zestaw ograniczników SPD typu II na połaci dachowej dla każdej z projektowanych linii kablowych. Do ogranicznika należy podłączyć każdy biegun instalacji. Ograniczniki należy umieścić w szafce rozdzielczej z stopniem ochrony IP65.

Stosowane ograniczniki powinny posiadać optyczną lub akustyczną sygnalizację zadziałania. Dobre zabezpieczenie ograniczników przepięć bezpiecznikami topikowymi zgodnie z wytycznymi producenta SPD.

Dopuszcza się montaż gotowych rozdzielnic PV wyposażonych w ograniczniki SPD i rozłączniki DC.

7. Obliczenia doboru zabezpieczeń i przewodów

Obciążalność prądowa żyły roboczej przewodu YDYżo 5x6mm² układane w rurach instalacyjnych na ścianach – 34A, Obciążalność prądowa żyły roboczej przewodu YDY 4x10mm² – 46A

Prąd fazowy falownika 7kW – 12A

Prąd fazowy falownika 12,5kW – 18A

Sprawdzenie doboru kabli i zabezpieczeń

1. $I_b \leq I_n \leq I_z$
2. $I_2 \leq 1,45 \times I_z$

I_b – prąd obliczeniowy lub prąd znamionowy odbiornika, jeżeli z danego obwodu jest zasilany tylko jeden odbiornik, **I_z** – obciążalność prądowa długotrwała przewodu, **I_n** – prąd znamionowy lub prąd nastawienia urządzenia zabezpieczającego, **I₂** – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego.

$$I_b (7kW) = 12A$$

$$I_b(12,5kW)=18A \quad I_n=16A$$

$$I_{z1}= 34A$$

$$I_{z2}=46A$$

Przewody YDY 5x6mm²

$$12A < I_n(7kW) < 34A$$

$$18A < I_n(12,5kW) < 34A$$

$$I_2=1,45 \cdot 20A=29A$$

Przewody YDY 4x10mm²

$$30A < I_n (7+12,5kW) < 46A$$

$$I_2=40A \cdot 1,6=64A$$

W rozdzielnicach AC falowników dobiera się wyłączniki nadmiarowo-prądowe typów szeregu S303 C20A dla połączeń indywidualnych falowników (prąd zadziałania 29A), oraz rozłącznik bezpiecznikowy R303 40A i rozłącznik izolacyjny FR303 40A dla linii 10mm² (prąd zadziałania 64A).

$$I_b=12A/18A < I_n=20A < I_z=34A \text{ – warunek spełniony}$$

$$I_2=29A < I_z=1,45 \cdot 34=49,3A \text{ – warunek spełniony}$$

$$I_b=30A < I_n=40A < I_z=46A \text{ – warunek spełniony}$$

$$I_2=64 < 1,45 \cdot 46=66,7A \text{ – warunek spełniony}$$

Dobór maksymalnego napięcia trwałej pracy ogranicznika:

$$U_c \geq 1,2 \times U_{oc} \times N$$

U_{oc} stc – jest to napięcie na zaciskach nieobciążonego modułu PV (przy jego otwartych stykach), w warunkach normalnych testu STC (Open Circuit voltage under Standard Test Conditions).

N – liczba modułów PV połączonych szeregowo w jednym rzędzie.

$$\text{Maksymalne napięcie STC} = 14 \times 38,5V = 539V$$

$$U_c \geq 1,2 \cdot 539 = 646,8V$$

Dobiera się maksymalne napięcie trwałej pracy ogranicznika U_c na minimum 800V.

8. Zabezpieczenia przeciwpożarowe

Projektowana mikroinstalacja fotowoltaiczna nie będzie powodować bezpośredniego zagrożenia pożarowego. Ochrona przeciwpożarowa została zrealizowana poprzez wewnętrzną funkcję falownika, który w przypadku braku napięcia (np. uruchomienie głównego wyłącznika prądowego budynku) uniemożliwia dystrybucję energii po stronie AC.

UWAGA: W przypadku stanu bez napięciowego falownika strona DC generuje wysokie napięcia podczas okresu dziennego.

9. System zarządzania energią

Podstawowym zadaniem monitoringu powinna być analiza pracy systemu PV, w tym szybkie wykrywanie i sygnalizowanie błędów oraz niskiej wydajności systemu. W tym celu system monitorowania powinien zawierać procedury analityczne pozwalające na taką diagnostykę.

Diagnostyka powinna być w możliwie maksymalnym stopniu zautomatyzowana i w razie stwierdzenia nieprawidłowości operator lub administrator systemu powinni być o tym niezwłocznie informowani.

Projektuje się falowniki producentów, które posiadają wbudowany system zarządzania energią wraz z dostępem do portalu on-line archiwizacji i wizualizacji danych. W przypadku wyboru falowników bez wbudowanych systemów zarządzania energią system fotowoltaiczny powinien być doposażony o odpowiedni rejestrator danych.

Moduły fotowoltaiczne zostaną podpięte do inwerterów fotowoltaicznych, które udostępnią informacje na temat aktualnie produkowanej energii za pomocą konwerterów magistrali RS485/RS232/Ethernet. Dopuszcza się wykorzystanie połączeń bezprzewodowych typu Wi-Fi Bluetooth, po uprzedni uzgodnieniu z użytkownikiem obiektu.

System wizualizacyjny udostępnione zostaną następujące parametry:

- generowane napięcie;
- generowany prąd;
- generowana moc;
- temperatura pracy inwertera;
- błędy falownika;

Graficzny interfejs użytkownika będzie umożliwiał monitorowanie, przeglądanie aktualnych i archiwalnych danych oraz analizowanie poprawności działania poszczególnych urządzeń. Dane będą mogły zostać przedstawione w postaci czytelnych kolorowych grafik obrazujących w intuicyjny sposób aktualny stan pracy poszczególnych elementów. Użytkownik w dowolnym momencie będzie miał możliwość sprawdzenia archiwalnych danych i zaprezentowania ich w postaci wykresów obejmujących dowolny zakres czasowy.

10. Roboty odbiorowe

Roboty objęte niniejszym projektem podlegają częściowo odbiorowi robót zanikających i ulegającym zakryciu, który jest dokonywany na podstawie wyników pomiarów, badań i oceny wizualnej. Na podstawie wyników badań i kontroli, należy sporządzić protokoły odbioru robót końcowych. Jeżeli wszystkie badania i odbiory dały wyniki pozytywne, wykonane roboty należy uznać za zgodne z wymaganiami. Jeżeli choć jedno badanie lub odbiór dało wynik ujemny, wykonane roboty należy uznać za niezgodne z wymaganiami.

Wszystkie kontrole, badania i korekty powinny być udokumentowane. W szczególności powinny być sprawdzone:

- odchyłki geometryczne układu,
- jakość materiałów,
- stan elementów konstrukcji i powłok ochronnych,
- stan i kompletność połączeń.

Dla zapewnienia jakości wykonanych robót montażowych w trakcie ich realizacji, a przed montażem modułów fotowoltaicznych należy wykonać odbiory konstrukcji wsporczej modułów. Należy sporządzić protokół dotyczący kompletności elementów, prostoliniowości, płaskości, kształtu przekroju poprzecznego, układu geometrycznego i zabezpieczenia antykorozyjnego.

Po wykonaniu prac montażowych przed uruchomieniem urządzeń należy wykonać pomiary:

- stanu izolacji kabli zasilających i solarnych,
- pomiar szybkiego wyłączenia,

- pomiar ciągłości przewodów PE,
- rezystancji uziemienia punktu PE inwertera - max 10 Ω ,
- rezystancji uziemienia instalacji odgromowej - max 10 Ω ,
- inne wymagane przepisami badania i pomiary.

Z przeprowadzonych badań i pomiarów należy sporządzić odpowiednie protokoły stanowiące podstawę do uruchomienia i oddania do eksploatacji objętej projektem instalacji PV.

Do odbiorów, oprócz protokołów badań, należy dostarczyć atesty, instrukcje obsługi i certyfikaty zainstalowanych urządzeń w języku polskim oraz dokumentację powykonawczą.

11. Zestawienie materiałów

Osprzęt	Ilość
Moduły fotowoltaiczne	78
Falownik trójfazowy 12,5kW	1
Falownik trójfazowy 7kW	1
Przewody solarne 6mm +/-	350m
Przewody YDYżo 5x6mm	5m
Przewody YDY 4x10mm	5m
Korytka/rury ochronne	Wg. Potrzeb
Złączki solarne pary	78
Złączki solarne do połączeń równoległych	8
Wyłącznik nadprądowy S303 C20A	2
Rozłącznik bezpiecznikowy R303 40A	1
Rozłącznik izolacyjny FR40A	1
Ogranicznik przepięć DC SPD typ II z iskiernikiem	8
Ogranicznik przepięć AC SPD Typ I+II	1
Rozdzielnica falowników	2
Rozdzielnice dachowe IP65	1
Zestaw montażowy na dach skośny	Wg. potrzeb
Zestawy montażowe 30deg 1x2	15 zestawów
Stały system asekuracyjny (linowy, lub punkty asekuracyjne)	Wg. potrzeb

V. Uwagi końcowe

- Przed rozpoczęciem prac należy wykonać remont połączeń dachowej oraz szczegółowo zinventaryzować istniejącą strukturę dachu,
- Remont połączeń dachowej wiąże się również z wykonaniem nowej instalacji odgromowej,
- Po wykonaniu prac należy wykonać pomiary odbiorcze,
- Należy skoordynować nastawy zabezpieczeń,
- Wykonawcy i podwykonawcy zobowiązani są do sprawdzenia projektu w szczególności wymiarów przed przystąpieniem do prac budowlanych. Wykonawcy i podwykonawcy są odpowiedzialni za wykonanie instalacji zgodnie z polskimi przepisami, normami i zasadami sztuki budowlanej,
- Wykonawca jest zobowiązany rozpatrywać niniejszą dokumentację całościowo. Wszelkie nie ujęte elementy na rysunkach, lub w opisie a występujące w innej części dokumentacji należy traktować tak jak by były obowiązujące we wszystkich częściach dokumentacji,
- Stosować wyroby i rozwiązania dopuszczone do stosowania w budownictwie,
- Prace prowadzić zgodnie z odpowiednimi przepisami BHP,
- Dopuszcza się stosowanie urządzeń równoważnych niż te określone w projekcie. Wskazanie konkretnych urządzeń miało na celu dobranie odpowiednich zabezpieczeń i wykonanie niezbędnych analiz,
- Wszystkie prace porządkowe należy wykonać tak, aby obiekt doprowadzić do stanu pierwotnego,
- Minimalna gwarancja na prace montażowe min. 5 lat,
- Przed rozpoczęciem robót montażowych zabezpieczyć połączenia dachową oraz obiekt przed ewentualnymi uszkodzeniami w trakcie prowadzenia prac,
- Instalację fotowoltaiczną, przed przyłączeniem, należy zgłosić do Operatora Systemu Dystrybucyjnego wraz z wszystkimi wymaganymi załącznikami, nie później niż w terminie 30 dni przed przyłączeniem.

mgr inż. Marcin Kuźnik
Uprawnienia do projektowania
i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej
nr ewid. SLK/5517/PWOK/14

mgr inż. Paweł Pająk
uprawniony do projektowania i kierowania robotami
budowlanymi w specjalności elektrycznej
w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych
i elektroenergetycznych
nr upr. SLK/3745/PWQE/11

VI. Informacje dotyczące bezpieczeństwa i ochrony zdrowia

W projektowanym obiekcie charakter, organizacja i miejsce prowadzenia robót niosą ryzyko powstania zagrożenia bezpieczeństwa i zdrowia ludzi w szczególności przy pracach na czynnych urządzeniach elektroenergetycznych oraz przy pracach na wysokościach.

Prace na czynnych urządzeniach energetycznych należy prowadzić zgodnie z zasadami BHP, po wyłączeniu napięcia.

1. Prace mogą wykonywać osoby posiadające kwalifikacje potwierdzone zaświadczeniem stwierdzającym prawo do wykonywania robót elektroenergetycznych na urządzeniach o napięciu do 1 kV oraz prac pod napięciem do 1 kV.
2. Pracę elektryczną powinna nadzorować osoba posiadająca odpowiednie kwalifikacje potwierdzone zaświadczeniem stwierdzającym do wykonywania dozoru lub kierownik robót branży elektroenergetycznej.
3. Zaleca się aby pracę związane z montażem instalacji fotowoltaicznej wykonywały osoby posiadające kwalifikacje certyfikowanego instalatora mikroinstalacji.

UWAGA: Przed przystąpieniem do montażu paneli fotowoltaicznych, należy je zakryć szczelnym nie przepuszczalnym światła materiałem. Panele fotowoltaiczne generują wysokie napięcia bez podłączenia do instalacji. Dopuszcza się montaż nieosłoniętych paneli pod warunkiem zachowania szczególnych środków ostrożności.

4. Wszystkie prace elektryczne należy wykonywać izolowanymi narzędziami
5. Roboty wykonywać należy w uzgodnieniu z użytkownikiem obiektu.
6. Przy prowadzeniu robót występują prace na wysokościach. Osoby wykonujące roboty na wysokościach powinny posiadać aktualne badania lekarskie dla prac pow. 3m.
7. Osoby prowadzące pracę na wysokościach są zobowiązane do używania środków ochrony indywidualnej w tym środków ochrony przed upadkiem. Przed przystąpieniem do pracy należy odgrodzić i oznaczyć obszar prac.
8. Prace na wysokościach mogą być wykonywane tylko przy zastosowaniu odpowiednich urządzeń (rusztowania, pomosty, podnośniki) lub innych właściwych przy tego rodzaju pracach ochron, zabezpieczeń oraz drabin przystawnych i rozstawnych, słupolazów i szelek bezpieczeństwa. Zabrania się wykonywania prac na wysokościach na otwartej przestrzeni w czasie silnych wiatrów, ulewnych deszczów, oblodzeń i w nocy. Pracownicy pracujący na wysokościach oraz pracownicy z nimi współpracujący znajdujący się na niższych poziomach mają obowiązek używania hełmów ochronnych. Przy organizowaniu pracy na wysokościach należy zwrócić szczególną uwagę na to, by stanowiska nie znajdowały się w bezpośredniej bliskości urządzeń elektrycznych będących pod napięciem. Zabrania się stania i przechodzenia pod miejscem pracy monterów na rusztowaniach lub drabinach. Nie wolno też przebywać pod unoszonymi przedmiotami.
9. Brak jest czynników chemicznych, biologicznych lub radiacyjnych zagrażających bezpieczeństwu i zdrowiu ludzi
10. Przy realizacji obiektu należy zwracać szczególnie uwagę na warunki BHP przy pracy w pobliżu i na czynnych urządzeniach elektroenergetycznych oraz w szczególności przy pracach na wysokościach.

11. Drogi dojazdowe powinny być przejezdne, zabrania się składowania na nich materiałów budowlanych, gromadzenia sprzętu itp., na placu budowy w widocznym miejscu powinien znajdować się sprzęt p.poż. apteczka pierwszej pomocy, oraz tablice ostrzegawczo-informacyjne.
12. Pracę montażowe i budowlane należy wykonywać zgodnie z: