

## PROJEKT WYKONAWCZY

„Budowa instalacji fotowoltaicznej o łącznej mocy 19,60 kW z magazynem energii na potrzeby budynku przy ul. Sobieskiego 58 w Rudzie Śląskiej”

OBIEKT:	Instalacja fotowoltaiczna
ADRES INWESTYCJI:	Budynek mieszkalny, wielorodzinny ul. Jana III Sobieskiego 58 41-700 Ruda Śląska dz. nr ewid. 561/24 obręb ewid. nr 0001.AR_10 Ruda jednostka ewid. 247201_1
KATEGORIA OBIEKTU:	VIII
INWESTOR:	Urząd Miasta Ruda Śląska Plac Jana Pawła II 6 41-709 Ruda Śląska

JEDNOSTKA PROJEKTOWA:	Skorut Systemy Solarne Sp. z o. o. 32-400 Myślenice, ul. Wybickiego 71	
--------------------------	---	---

BRANŻA	PROJEKTANT	DATA	PODPIS
INSTALACJE ELEKTRYCZNE	mgr inż. <b>Jerzy Halek</b> nr upr. 217/2002  do projektowania i kierowania robotami budowlanymi b.o. w spec. instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektr. i elektroenerg.	Listopad 2023 r.	

Listopad 2023 r.

## Spis treści

I. OŚWIADCZENIA I UPRAWNIENIA PROJEKTANTA .....	4
II. OPIS TECHNICZNY.....	7
1. Przedmiot opracowania .....	8
2. Zakres i podstawa opracowania .....	8
3. Podstawy prawne oraz inne przepisy i dokumenty .....	9
4. Obszar oddziaływania inwestycji .....	10
5. Ocena wpływu na środowisko .....	10
6. Stan istniejący budynku.....	11
7. Opis projektowanej instalacji.....	12
8. Konstrukcja wsporcza modułów fotowoltaicznych .....	15
9. Dobór urządzeń .....	19
10. Umieszczenie urządzeń instalacji PV. ....	25
11. Przyłączenie instalacji PV do sieci elektroenergetycznej .....	25
12. Prowadzenie kabli po stronie DC .....	26
13. Prowadzenie kabli po stronie AC.....	28
14. Instalacja wyrównawcza instalacji fotowoltaicznej .....	32
15. Instalacja odgromowa instalacji fotowoltaicznej .....	32
16. Ochrona przeciwprzepięciowa, przeciążeniowa i zwarcio- wa instalacji fotowoltaicznej .....	33
17. Dobór zabezpieczeń .....	34
18. Ochrona przeciwpożarowa instalacji fotowoltaicznej .....	36
19. Monitoring parametrów .....	37
20. Licznik energii na potrzeby magazynowania energii.....	38
21. Planowane uzyski energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej .....	38
22. Charakterystyka zagrożenia pożarowego.....	39
22.1. Charakterystyka zagrożenia pożarowego projektowanej instalacji PV.....	40
22.2. Ocena zagrożenia wybuchem pomieszczeń oraz przestrzeni zewnętrznych .....	40
22.3. Informacja o klasie odporności pożarowej oraz odporności ogniowej i stopniu rozprzestrzeniania ognia przez elementy budowlane .....	41
22.4. Informacja o usytuowaniu z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe, w tym o odległości od obiektów sąsiadujących .....	41
22.5. Informacja o warunkach i strategii ewakuacji ludzi lub ich uratowania w inny sposób, uwzględniające liczbę i stan sprawności osób przebywających w obiekcie .....	42
22.6. Informacje o sposobie zabezpieczenia przeciwpożarowego instalacji PV, a także rozwiązania zmniejszające ryzyko powstania pożaru .....	42

22.7. Wyposażenie w gaśnice .....	43
22.8. Uwagi końcowe .....	43
23. Informacja o możliwym wpływie instalacji PV na urządzenia przeciwpożarowe i inne urządzenia służące bezpieczeństwu pożarowemu, dostosowanemu do wymagań wynikających z przepisów dotyczących ochrony przeciwpożarowej i przyjętych scenariuszy pożarowych, z podstawową charakterystyką tych urządzeń .....	43
23.1. Przeciwpożarowy wyłącznik prądu .....	44
23.2. Przygotowanie obiektu budowlanego i terenu do prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych .....	44
23.3. Oznakowanie budynku.....	45
23.4. Woda do zewnętrznego gaszenia pożaru oraz drogi pożarowe .....	45
24. Oznakowanie elementów instalacji fotowoltaicznej .....	45
25. Wytyczne instalacyjno - budowlane .....	45
26. Uwagi końcowe.....	47
27. Zestawienie materiałów .....	49
III. INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA .	51
IV. CZĘŚĆ GRAFICZNA .....	54
PZT1 - Plan zagospodarowania terenu	
Rys. E1.1 - Schemat rozmieszczenia modułów PV - rzut terenu	
Rys. E1.2 - Schemat rozmieszczenia modułów PV - rzut dachu	
Rys. E2.1 - Rozmieszczenie urządzeń instalacji fotowoltaicznej, podział instalacji PV na stringi - rzut terenu	
Rys. E2.2 Podział instalacji PV na stringi - rzut dachu	
Rys. E03 - Rozmieszczenie urządzeń dachowej instalacji PV, lokalizacja tablicy licznikowej	
Rys. E04 - Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej	
Rys. E05 - Widok układu urządzeń w rozdzielnicach RPV, RI, RP	

# **I. OŚWIADCZENIA I UPRAWNIENIA PROJEKTANTA**



## OŚWIADCZENIE

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2002r. nr 75 poz. 690 z późn. zm.), oraz zgodnie z Ustawą Prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. (Dz. U. 2021r. poz. 2351 z późn. zm.) oświadczam, że:

## PROJEKT WYKONAWCZY

„Budowa instalacji fotowoltaicznej o łącznej mocy 19,60 kW  
z magazynem energii na potrzeby budynku przy ul. Sobieskiego 58  
w Rudzie Śląskiej”

Adres inwestycji: Budynek mieszkalny, wielorodzinny

ul. Jana III Sobieskiego 58, 41-700 Ruda Śląska

Dz. nr ewid.: 561/24

Obręb nr ewid.: 0001.AR\_10 Ruda

Inwestor: Urząd Miasta Ruda Śląska

Plac Jana Pawła II 6, 41-709 Ruda Śląska

sporządzony został zgodnie z obowiązującymi wymaganiami ustawy, ustaleniami określonymi w decyzjach administracyjnych dotyczących zamierzenia budowlanego, przepisami, oraz zasadami wiedzy technicznej oraz jest kompletny z punktu widzenia celu, któremu ma służyć.

Jakiegokolwiek odstępstwa od rozwiązań przyjętych w dokumentacji projektowej dokonane bez zgody projektanta zwalniają go od wszelkiej odpowiedzialności za skutki wynikłe z dokonanej zmiany.

Listopad, 2023 r.

PROJEKTANT:



# WOJEWODA MAŁOPOLSKI

RR.XIII.7131/109/02

Kraków, dnia 16 grudnia 2002 r.

## DECYZJA O NADANIU UPRAWNIENIĘ BUDOWLANYCH

Nr ewid. 217/2002

Na podstawie art. 13 ust. 1 pkt 1 i 2, art. 14 ust. 1 pkt 5 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (tekst jednolity Dz. U. z 2000 r. Nr 106 poz. 1126 z późn. zm.), w związku z art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. - Kodeks postępowania administracyjnego (tekst jednolity Dz. U. z 2000 r. Nr 98 poz. 1071 z późn. zm.), po rozpatrzeniu wniosku Pana mgr inż. Jerzego Halek - na podstawie dokumentów stwierdzających wymagane wykształcenie i praktykę zawodową oraz na podstawie pozytywnej oceny z egzaminu na uprawnienia budowlane złożonego przed Komisją Egzaminacyjną,

nadaję

Panu mgr inż. Jerzemu HALEK  
kierownik studiów: „elektrotechnika”  
urodzonego dnia 1 sierpnia 1971 r. w Dąbrowie Tarnowskiej

### UPRAWNIENIA BUDOWLANE

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

Od decyzji niniejszej służy Panu prawo wniesienia odwołania do Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego w Warszawie, ul. Krucza 38/42, za pośrednictwem Wojewody Małopolskiego w terminie 14 dni od daty otrzymania decyzji.

#### Dotyczy:

1. Pan mgr inż. Jerzy Halek, ul. Wileży 47/23, 50-505 Kraków
2. Główny Urząd Nadzoru Budowlanego, ul. Krucza 38/42, 00-926 Warszawa
3. za



Z up. J. Wójcik  
Wojewoda Małopolski  
Województwo Małopolskie  
Urząd Wojewody  
ul. Krucza 38/42, 00-926 Warszawa

31-156 Kraków, ul. Białostocka 100-101



P O L S K A  
I Z B A  
I N Ż Y N I E R Ó W  
B U D O W N I C T W A

#### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:  
MAP-PUU-LKU-68G \*

Pan Jerzy Halek o numerze ewidencyjnym MAP/IE/0236/03  
adres zamieszkania ul. Pachonńskiego 18/176, 31-223 Kraków

jest członkiem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2022-03-01 do 2023-02-28.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2022-02-15 roku przez:

Mirosław Boryczko, Przewodniczący Rady Małopolskiej 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.)

## **II. OPIS TECHNICZNY**

## 1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonawczy sieciowych instalacji fotowoltaicznych (PV) zlokalizowanych na dachu wielorodzinnego budynku mieszkalnego usytuowanego przy ul. Jana III Sobieskiego 58 w Rudzie Śląskiej oraz na gruncie obok przedmiotowego budynku. Instalacja systemu fotowoltaicznego obejmuje montaż układu modułów fotowoltaicznych na dedykowanej konstrukcji wsporczej wraz z infrastrukturą towarzyszącą. Energia elektryczna wyprodukowana przez obie instalacje PV będzie wykorzystywana na potrzeby własne obiektu. Obecnie zapotrzebowanie energetyczne budynku pokrywane jest w całości z zewnętrznej sieci energetycznej.

## 2. Zakres i podstawa opracowania

Niniejsze opracowanie obejmuje:

- opis projektowanych rozwiązań dla przedmiotowego obiektu,
- opis mocy instalacji fotowoltaicznej oraz obliczenia elektryczne,
- opis przyłączenia instalacji PV do sieci elektroenergetycznej,
- zakres prac instalacyjnych oraz wytycznych w zakresie wykonania instalacji,
- schemat instalacji PV z opisanymi zabezpieczeniami, kablami oraz innymi podzespołami instalacji,
- rzut dachu oraz opis miejsca montażu inwertera.

Podstawę opracowania stanowią:

- umowa z Inwestorem,
- ustalenia i uzgodnienia z Inwestorem,
- opracowania i inwentaryzacje znajdujące się w posiadaniu Inwestora,
- wizja lokalna,
- wytyczne projektowania instalacji fotowoltaicznych,
- normy i przepisy obowiązujące w kraju.

### 3. Podstawy prawne oraz inne przepisy i dokumenty

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2021 r. poz. 2351 ze zm.);
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz.U. 2022r. poz. 1385);
- Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o Odnawialnych Źródłach Energii (Dz. U. 2022r. poz. 1378);
- Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz. U. z 2019 r. poz. 1372 ze zm.);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U 2022 r. poz. 1225);
- PN-HD 60364-5-52: 2011 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Część 5-52: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Oprzewodowanie; lub równoważna
- Norma PN-HD 60364-4-41: 2009 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4 -41. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym; lub równoważna
- Norma PN-HD 60364 - 5 -54: 2010 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5 -54. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia, przewody ochronne i przewody połączeń ochronnych; lub równoważna
- PN-HD 60364-5-534: 2016-04 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 5-534: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Odłączanie izolacyjne, łączenie i sterowanie; lub równoważna
- PN-EN 62305-2: 2012 Ochrona odgromowa. Część 3: Uszkodzenie fizyczne obiektów i zagrożenie życia; lub równoważna
- N-SEP-E-004 „Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa” lub równoważna
- Katalogi urządzeń, materiały i opracowania udostępnione przez producentów

#### 4. Obszar oddziaływania inwestycji

W związku z wymogiem określenia obszaru oddziaływania obiektu na sąsiednie działki wynikającym z ustawy Prawo budowlane stwierdza się, że inwestycja spełnia wymogi wynikające z przepisów rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, przepisów z zakresu ochrony środowiska, ochrony zabytków, ochrony przyrody, prawa wodnego oraz przepisów z zakresu planowania przestrzennego, wobec czego nie wprowadza żadnych ograniczeń w zagospodarowaniu sąsiednich nieruchomości. Obszar oddziaływania obiektu jakim jest instalacja fotowoltaiczna mieści się w całości na działce, na której instalacja będzie posadowiona.

Obiekt znajduje się w Gminnej Ewidencji Zabytków miasta Ruda Śląska oraz jest objęty ochroną konserwatorską zgodnie z zapisami §53 ust. 1 pkt. 7 miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego miasta Ruda Śląska.

W związku z powyższym budowa instalacji fotowoltaicznych musi zostać poprzedzona zgłoszeniem zamiaru wykonania robót budowlanych w Wydziale Urbanistyki i Architektury miasta Ruda Śląska.

Działki, na których projektuje się instalacje fotowoltaiczne nie są narażone na wpływ eksploatacji górniczej.

Projektowana instalacja nie będzie rodziła zagrożeń dla środowiska oraz higieny i zdrowia użytkowników.

#### 5. Ocena wpływu na środowisko

Projektowane instalacje zlokalizowane będą na dachu przedmiotowego budynku oraz na gruncie obok budynku, powierzchnia przeznaczona do przekształcenia w wyniku realizacji przedsięwzięcia jest mniejsza niż 0,5 ha. Urządzenia instalacji będą zlokalizowane w pomieszczeniach nieprzeznaczonych do stałego przebywania ludzi.

Instalacja i eksploatacja modułów fotowoltaicznych nie będzie powodowała przekroczeń dopuszczalnych standardów środowiska

(praca instalacji jest bezgłośna, bezwibracyjna, nie generuje żadnych skutków ubocznych) oraz nie będzie negatywnie oddziaływać na występującą w sąsiedztwie przedsięwzięcia zabudowę mieszkalną.

## 6. Stan istniejący budynku

Projektuje się wykonanie dwóch niezależnych instalacji fotowoltaicznych produkujących energię elektryczną na potrzeby wielorodzinnego budynku mieszkalnego usytuowanego przy ul. Jana III Sobieskiego 58 w Rudzie Śląskiej.

Przedmiotowy obiekt stanowi jedną, wolnostojącą bryłę wybudowaną w technologii tradycyjnej z cegły pełnej. Jest to budynek dwuklatkowy, trzykondygnacyjny, całkowicie podpiwniczony, z poddaszem użytkowym.

Obiekt posiada dach dwuspadowy o konstrukcji drewnianej z poszyciem z dachówki ceramicznej typu karpiówka. Kąt nachylenia połaci dachowych przeznaczonych pod zabudowę modułami fotowoltaicznymi wynosi ok. 45°.

Teren, na którym planuje się montaż instalacji gruntowej obejmuje działkę nr 430/24. Przedmiotowy obszar od strony południowej graniczy z ulicą Jana II Sobieskiego, od wschodu z budynkiem mieszkalnym, od pozostałych stron z terenem zielonym oraz gruntami rolnymi. Instalacja fotowoltaiczna zostanie posadowiona w centralnej części działki w odległości ok. 7 m na zachód od rozpatrywanego budynku. Obszar ten ma płaskie ukształtowanie terenu i porośnięty jest niską oraz średnio wysoką zielenią. Teren przeznaczony pod zabudowę instalacji fotowoltaicznej jest stosunkowo zadbane i nie wymaga szczególnych prac porządkowych. Obszar objęty opracowaniem jest ogrodzony.

Obiekt na potrzeby, którego projektuje się instalacje fotowoltaiczne zasilany jest przez sieć niskiego napięcia. Miejscem przyłączenia instalacji PV do sieci elektroenergetycznej przedmiotowego obiektu będzie tablica licznikowa zlokalizowana na I piętrze budynku.

Instalacja elektryczna zabezpieczona jest przeciwpożarowym wyłącznikiem prądu.

Projekt nie ingeruje w istniejący układ zasilania i opomiarowania obiektu.

## 7. Opis projektowanej instalacji

Specyfikacja działania sieciowego systemu fotowoltaicznego polega na produkcji energii elektrycznej z generatorów fotowoltaicznych w postaci prądu stałego, a następnie przekształceniu go na prąd przemienny o napięciu 400V przez inwerter trójfazowy. Wyprodukowana energia będzie zużywana na bieżące potrzeby przedmiotowego obiektu. Moc zainstalowana projektowanych instalacji PV nie będzie przekraczać mocy przyłączeniowej obiektu.

Przed wykonaniem instalacji fotowoltaicznych Zamawiający uzyska nowe warunki przyłączenia zwiększające moc przyłączeniową w przedmiotowym budynku w celu dostosowania obiektu do przyłączenia projektowanych instalacji PV.

Projektuje się instalację fotowoltaiczną, jako mikroinstalację PV w rozumieniu Ustawy z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz. U. z 2021 r. poz. 610, 1093, 1873, 2376, z 2022r. poz. 467.), to jest instalację o mocy generatora do 50 kW. Przyłączenie mikroinstalacji nie wymaga uprzedniego uzyskania od odpowiedniego Operatora Systemu Dystrybucji warunków technicznych przyłączenia źródła wytwórczego. Mikroinstalacja PV jest zwolniona również z obowiązku uzyskania pozwolenia na budowę.

Projektuje się wykonanie instalacji fotowoltaicznej o łącznej mocy 19,60 kWp złożonej 44 sztuk monokrystalicznych, modułów PV zlokalizowanych częściowo na dachu budynku, a częściowo na gruncie, w centralnej części działki nr 430/24, w odległości ok. 7 m od przedmiotowego obiektu.

W celu zwiększenia autokonsumpcji energii elektrycznej wyprodukowanej przez generator PV gruntowa instalacja



fotowoltaiczna będzie zintegrowana z systemem magazynowania energii o pojemności 5 kWh.

W skład projektowanego układu będą wchodziły następujące urządzenia elektryczne:

- Instalacja gruntowa
  - dwustronne moduły fotowoltaiczne o mocy 550 Wp każdy: 22 szt.,
  - inwerter hybrydowy o mocy 15 kW,
  - skrzynka przyłączeniowa z zabezpieczeniami po stronie prądu stałego DC - RPV1,
  - skrzynka przyłączeniowa z zabezpieczeniami po stronie prądu zmiennego AC - RI1,
  - wysokonapięciowy bateryjny magazyn energii o pojemności 5,12 kWh.
- Instalacja dachowa
  - moduły fotowoltaiczne o mocy 375 Wp każdy: 20 szt.,
  - inwerter o mocy 7 kW,
  - skrzynka przyłączeniowa z zabezpieczeniami po stronie prądu stałego DC - RPV2,
  - skrzynka przyłączeniowa z zabezpieczeniami po stronie prądu zmiennego AC - RI2,
  - wyłącznik ppoż. obwodów elektrycznych prądu stałego DC.

Dla potrzeb ww. urządzeń wykonane zostaną:

- trasy kablowe DC,
- trasy kablowe AC,
- instalacja połączeń wyrównawczych.

Urządzenia instalacji fotowoltaicznej przyłączone zostaną do sieci elektroenergetycznej obiektu w istniejącej tablicy licznikowej.

Na dachu moduły fotowoltaiczne należy mocować równolegle z jego powierzchnią w układzie pionowym na dwóch wschodnich połaciach zgodnie z Rys. E1.2 z zastosowaniem systemu montażowego przeznaczonego do montażu modułów PV na dachach skośnych

wykończonych dachówką karpiówką. Przy montażu należy zwrócić uwagę na istniejące wystające elementy na dachu i w miarę możliwości odsunąć od nich moduły w celu uniknięcia zacienienia. Instalacja fotowoltaiczna zostanie podłączona do inwertera zlokalizowanego na poddaszu budynku (Rys. E03).

Gruntowa instalacja PV zostanie posadowiona w odległości ok. 7 m na zachód od budynku mieszkalnego (Rys. E1.1). Projekt zakłada montaż modułów w układzie pionowym na wolnostojącej konstrukcji wsporczej wbijanej w grunt o kącie nachylenia stołu ok.  $30^{\circ}$ . Aby zoptymalizować uzyski energii elektrycznej z projektowanej instalacji konstrukcję wsporczą należy zorientować w kierunku południowym, azymut  $0^{\circ}$ .

W celu ograniczenia dostępu osób postronnych instalację fotowoltaiczną należy ogrodzić ogrodzeniem z furtką. Projektowane ogrodzenie połączyć z istniejącym.

Dodatkowo przed rozpoczęciem prac montażowych Wykonawca, w ramach zadania, zobowiązuje się do odpowiedniego przygotowania terenu poprzez usunięcie porastających go drzew i innej roślinności mogącej stanowić przeszkodę techniczną lub powodującą zacienienie projektowanej instalacji fotowoltaicznej.

Pozwolenie na wycięcie lub przesadzenie w zakresie Inwestora, poza projektem.

Poza tym w projektowanym przedsięwzięciu nie zakłada się zmian w istniejącym zagospodarowaniu terenu, jak również powstania nowych jego elementów.

Instalacja fotowoltaiczna zostanie podłączona do inwertera zlokalizowanego na zewnątrz, na konstrukcji wsporczej (Rys. E2.1).

Ochrona przeciwpożarowa dachowej instalacji PV zapewniona zostanie poprzez zastosowanie w obwodach DC przeciwpożarowego wyłącznika bezpieczeństwa. W przypadku instalacji gruntowej, z uwagi na montaż inwertera na zewnątrz trasa kablowa DC przebiegać będzie poza budynkiem w związku, z czym nie ma obowiązku stosowania dodatkowego zabezpieczenia ppoż. W celu zapewnienia ochrony

odgromowej projektowanej instalacji PV w obwodach DC zastosowane zostaną zabezpieczenia przeciwprzepięciowe. Projektuje się zastosowanie jednego układu pomiaru ilości wytworzonej energii elektrycznej w postaci dwukierunkowego licznika trójfazowego. Instalacja włączona zostanie w wewnętrzną sieć elektryczną za układem pomiarowo rozliczeniowym.

## 8. Konstrukcja wsporcza modułów fotowoltaicznych

Projektowana instalacja fotowoltaiczna zostanie zamontowana za pomocą dwóch różnych systemów montażowych.

System montażowy powinien zapewnić stabilność mocowania oraz odporność na obciążenia śniegiem i wiatrem (zgodnie z normami PN-EN 1991-1-3: 2005 - Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: Oddziaływania ogólne - Obciążenie śniegiem. <sup>lub równoważna</sup> oraz PN-EN 1991-1-4:2008 - Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne - Obciążenie wiatrem.). <sup>lub równoważna</sup>

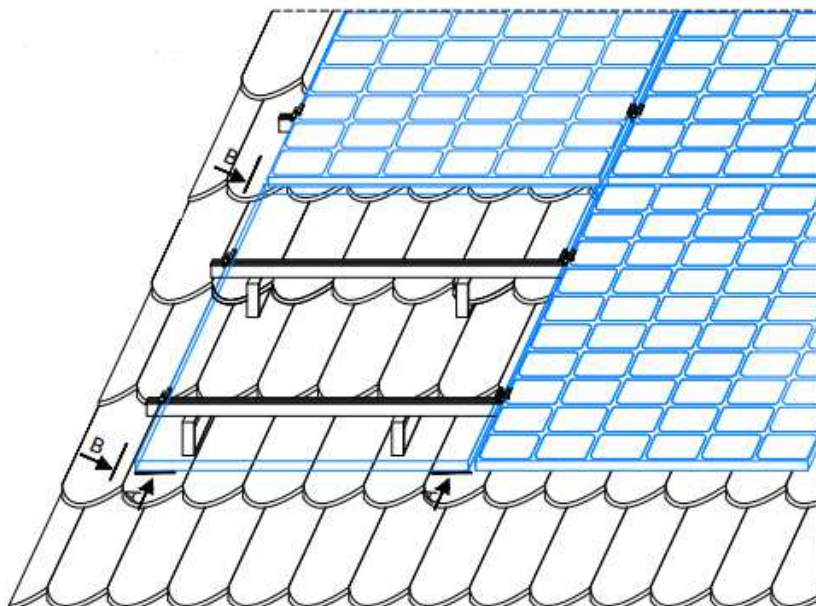
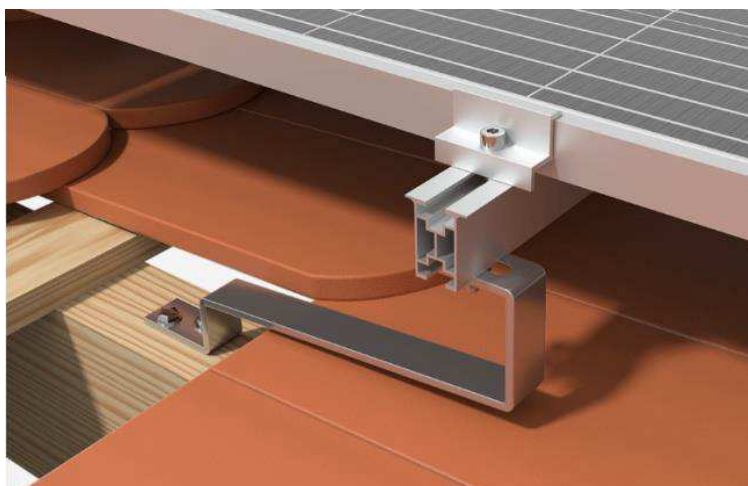
### 8.1 Instalacja dachowa

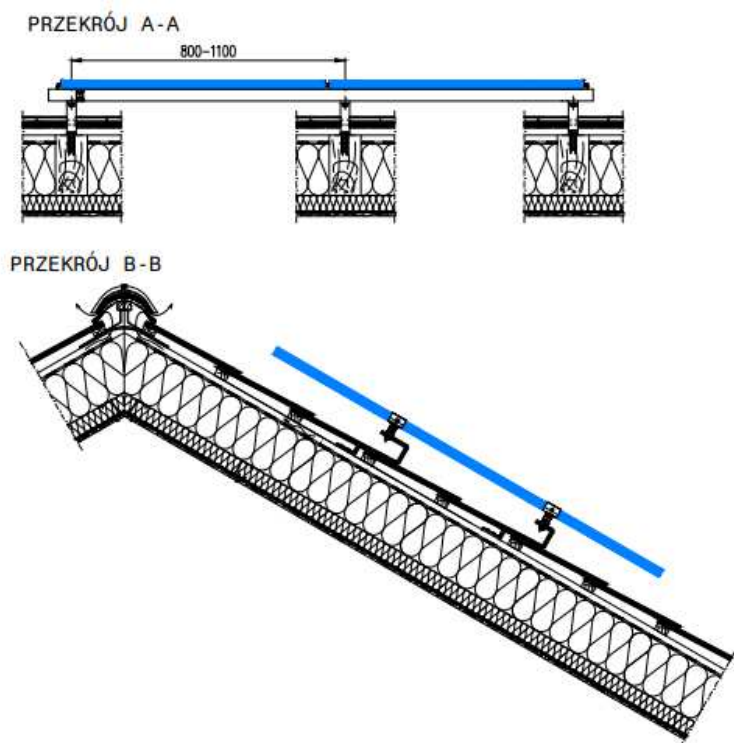
Projektuje się montaż modułów PV na połaciach dachowych za pomocą systemowej konstrukcji montażowej do zastosowań na dachach w poszyciu z dachówki karpiówki opartej na dedykowanych hakach (uchwytach) montażowych. W systemie tym, przewiduje się mocowanie profili głównych nośnych bezpośrednio do drewnianej konstrukcji dachu. Profil należy mocować za pomocą uchwytów wkręcanych do elementów konstrukcji dachowej przy użyciu wkrętów do drewna. Podczas montażu należy podszlifować zamki dachówek tak aby hak nie opierał się bezpośrednio na dachówce. Do zamontowanych haków należy przytwierdzić szyny montażowe. Montaż modułów fotowoltaicznych do szyn należy wykonać za pomocą dedykowanych zacisków - końcowego i środkowego z wykorzystaniem śrub imbusowych o wysokości dostosowanej do szerokości ramy modułu PV.

Montaż konstrukcji przeprowadzić zgodnie z zaleceniami producenta. Po wykonaniu całości konstrukcji należy zadbać o

naprawienie ewentualnych uszkodzeń. Szczególnie należy zwrócić uwagę aby poprawnie zamontować z powrotem dachówki, tak aby nie dochodziło do przecieków.

Dodatkowe obciążenie modułami fotowoltaicznymi wraz z systemem montażowym nie spowoduje przekroczenia stanu granicznego nośności i nie wpłynie na bezpieczeństwo konstrukcji.





Rys. 8.1.1 System montażowy dla dachów w poszyciu z dachówki karpiówki

## 8.2 Instalacja gruntowa

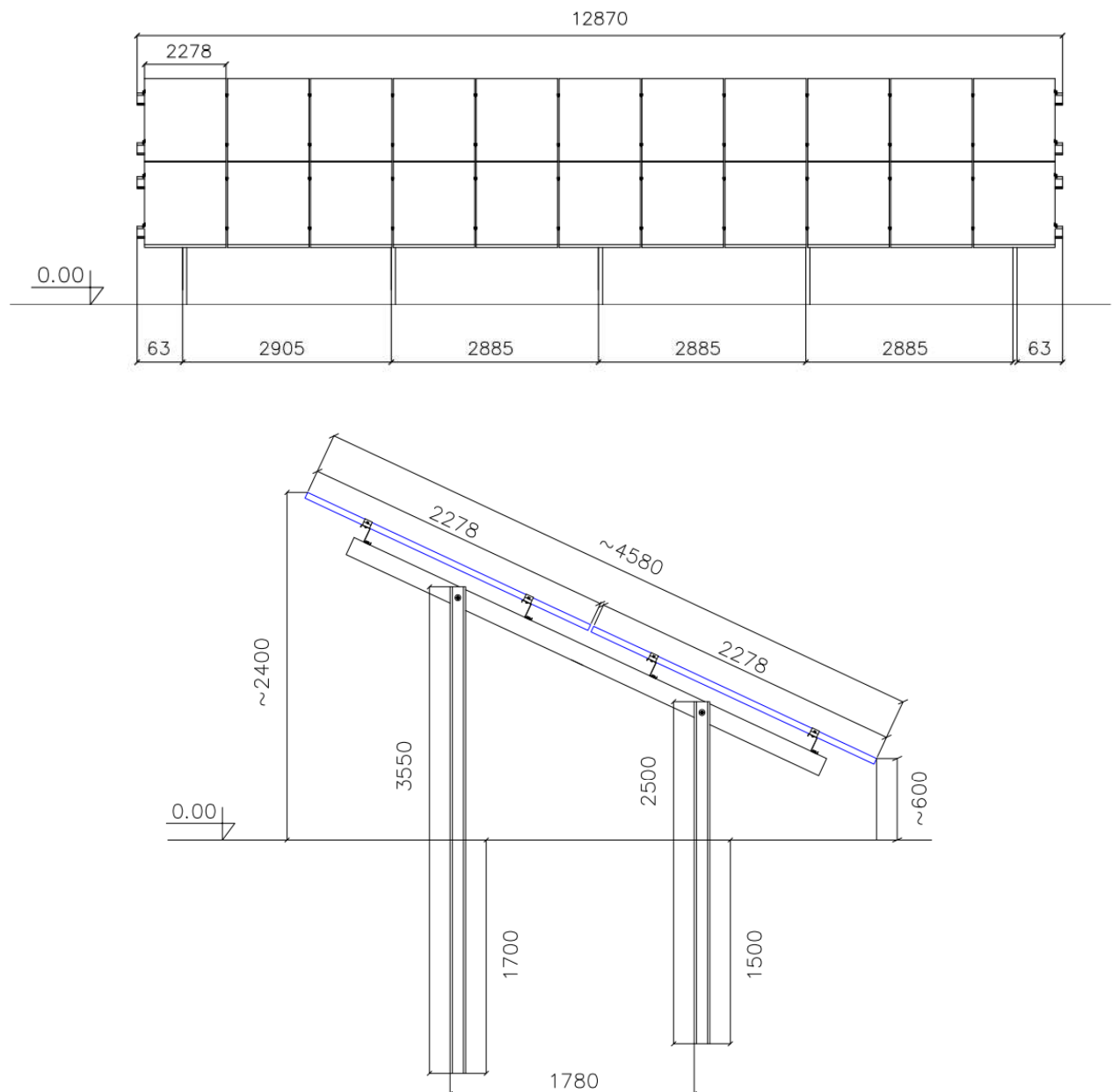
Instalacja fotowoltaiczna na gruncie zostanie zamontowana z wykorzystaniem systemowej dwurzędowej, wolnostojącej konstrukcji montażowej. Montaż konstrukcji odbywa się poprzez wbijanie w grunt (np. kafar, koparka). Konstrukcja wolnostojąca dla modułów fotowoltaicznych składa się z podpór głównych wbijanych do ziemi na odpowiednią głębokość oraz poziomych i pionowych profili nośnych, a także elementów mocujących (łączy).

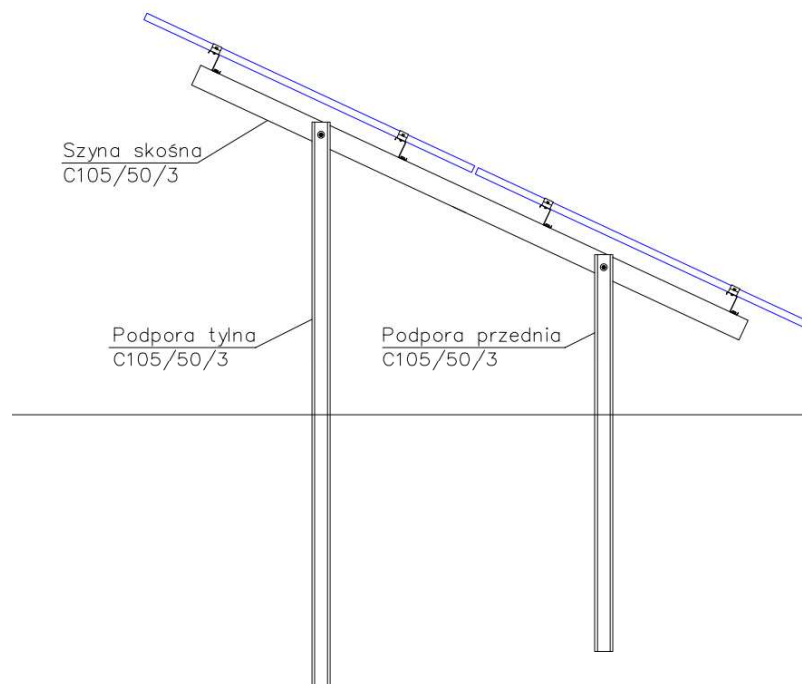
Głębokość osadzania podpór konstrukcji wbijanych do gruntu zależy od konkretnych warunków panujących na miejscu montażu i ustalana jest w oparciu o nośność gruntu oraz obciążenie śniegiem i wiatrem, ale nie powinna być mniejsza niż 130 cm.

Montaż modułów fotowoltaicznych do szyn należy wykonać za pomocą dedykowanych zacisków - końcowego i środkowego z

wykorzystaniem śrub nimbusowych o wysokości dostosowanej do szerokości ramy modułu PV.

Montaż konstrukcji przeprowadzić zgodnie z zaleceniami producenta.





Rys. 8.2.1 Dwupodporowa konstrukcja montażowa wbijana w grunt

## 9. Dobór urządzeń

Do wykonania instalacji fotowoltaicznej projektuje się zastosowanie modułów fotowoltaicznych połączonych w łańcuchy przyłączone do wejść DC inwertera przekształcającego energię prądu stałego na prąd przemienny. Projekt nie przewiduje stosowania optymalizatorów mocy.

### – Generatory

Moduł fotowoltaiczny to układ połączonych szeregowo lub szeregowo-równolegle ogniw słonecznych, które wykorzystują efekt

fotowoltaiczny do konwersji energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną.

Instalacja gruntowa składać się będzie z 22 sztuk dwustronnych (bifacjalnych) modułów fotowoltaicznych monokrystalicznych o mocy znamionowej 550 Wp każdy natomiast do wykonania instalacji dachowej projektuje się 20 sztuk monokrystalicznych modułów PV o mocy jednostkowej 365 Wp.

Zastosowanie modułów bifacjalnych dla instalacji gruntowej pozwala na generowanie energii elektrycznej jednocześnie na przedniej i tylnej stronie panelu PV, co skutkuje wyższą wydajnością.

Schemat podziału instalacji fotowoltaicznej na stringi (łańcuchy) przedstawiają Rys. E2.1, E2.2.

Parametry projektowanych dla instalacji gruntowej modułów bifacjalnych (w Standardowych Warunkach Testowania (STC)):

- Moc: 550 Wp
- Typ ogniwa: krzemowe, monokrystaliczne
- Napięcie obwodu otwartego VOC: 50,27 V
- Prąd zwarcia ISC: 14,01 A
- Napięcie przy mocy maksymalnej Vmp: 41,58 V
- Prąd przy mocy maksymalnej Imp: 13,23 A
- Sprawność: 21,29%
- Wymiary: 2278x1134x30 mm
- Waga: 32 kg
- Złącza w standardzie MC4
- Współczynnik temperaturowy dla mocy znamionowej -0,30 %/°C
- Wydajność po 30 latach: 87,4%
- Gwarancja na produkt: 12 lat
- Liniowa gwarancja wydajności: 30 lat
- Spełnione normy: CE, IEC 61730-1, IEC 61730-2, IEC 61215. lub równoważna lub równoważna lub równoważna

Parametry projektowanych dla instalacji dachowej modułów fotowoltaicznych (w Standardowych Warunkach Testowania (STC)):

- Moc: 375 Wp



- Typ ogniwa: krzemowe, monokrystaliczne
- Napięcie obwodu otwartego VOC: 41,4 V
- Prąd zwarcia ISC: 11,60A
- Napięcie przy mocy maksymalnej Vmp: 34,6 V
- Prąd przy mocy maksymalnej Imp: 10,84 A
- Sprawność: 20,6%
- Wymiary: 1755x1038x30 mm
- Waga: 19,5 kg
- Złącza w standardzie MC4
- Współczynnik temperaturowy dla mocy znamionowej -0,35 %/°C
- Wydajność po 25 latach: 84,5%
- Gwarancja na produkt: 12 lat
- Liniowa gwarancja wydajności: 25 lat
- Spełnione normy: CE, IEC 61730-1, IEC 61730-2, IEC 61215 lub równoważna lub równoważna

Wszystkie zamontowane moduły muszą być identyczne, tego samego producenta i posiadać jednakowe parametry. Parametry modułów muszą być potwierdzone przez Wykonawcę aktualną kartą katalogową produktu.

- Inwerter sieciowy

Urządzeniami odpowiedzialnymi za współpracę z generatorami będą beztransformatorowe inwertery trójfazowe służące do konwersji prądu stałego wytworzonego w generatorze PV na prąd zmienny. Przekształtniki tego typu automatycznie synchronizują się z siecią elektroenergetyczną. Inwertery posiadają własne układy regulacji i zabezpieczeń mające na celu utrzymanie właściwych parametrów energii elektrycznej oraz zabezpieczenia uniemożliwiające podanie napięcia na wyłączoną sieć. Oprócz sterowania urządzenia posiadają wbudowaną funkcję monitorowania generatorów fotowoltaicznych z komunikacją przez sieć Ethernet, bezprzewodową lub komórkową w celu zapewnienia pełnej widoczności systemu oraz podglądu ilości energii elektrycznej wyprodukowanej przez instalację fotowoltaiczną. Dla projektowanej instalacji projektuje się zastosować jeden

hybrydowy inwerter o mocy znamionowej 15 kW współpracujący z magazynem energii oraz jeden inwerter o mocy 7 kW.

Schemat połączenia poszczególnych łańcuchów modułów PV do inwerterów przedstawia Rys. E04.

Parametry projektowanego inwertera hybrydowego o mocy 15 kW:

Parametry baterii:

- Typ baterii: litowo-jonowa
- Nominalny prąd ładowania/rozładowania: 25 A
- Zakres napięcia baterii: 200-750V
- Strategia ładowania: według BMS
- Nominalna moc ładowania/rozładowania: 15 000 W

Wejście DC

- Maksymalne napięcie DC: 1000V
- Maksymalny prąd wejściowy: 25A/25A
- Liczba MPPT/Liczba stringów na MPPT: 2/2+2

Wyjście AC gdy poza siecią:

- Znamionowa moc wyjścia: 15 000 W
- Maksymalny prąd wyjścia: 3x21,8A

Wyjście AC (tryb sieciowy):

- Znamionowa moc wyjścia: 15 000 W
- Maksymalna moc wyjściowa: 16 500 VA

Wydajność:

- Maksymalna sprawność: 98,1%
- Ważona sprawność europejska: 97,6%

Pozostałe:

- Stopień ochrony: IP65
- Wbudowany wyświetlacz, sygnalizacja LED

- Zintegrowany rozłącznik DC
- Pomiar izolacji prądu stałego
- Zabezpieczenie przed pracą wyspowa
- Zabezpieczenie przed odwróconą polaryzacją
- Montaż: zewnętrzny i wewnętrzny
- Możliwość współpracy z systemem monitoringu zdalnego poprzez zintegrowany modem lub zewnętrzne akcesorium.
- Certyfikat NC RfG

Parametry projektowanego inwertera o mocy 7 kW:

- Typ: beztransformatorowe
- Liczba trackerów MPPT: 2
- Liczba przyłączy DC dla jednego MPPT: 1
- Znamionowa moc wyjściowa: 7 000 W
- Maksymalna moc wyjściowa: 7 700 VA
- Maksymalny prąd wyjściowy: 11,7 A
- Maksymalna sprawność: 98,60%
- Ważona sprawność europejska: 98,10%
- Stopień ochrony: IP65
- Wbudowany wyświetlacz, sygnalizacja LED
- Zintegrowany rozłącznik DC
- Zabezpieczenie przed pracą wyspowa
- Zabezpieczenie przed odwróconą polaryzacją
- Wymiary: 425x387x178 mm
- Masa: 14 kg
- Montaż: zewnętrzny i wewnętrzny
- Możliwość współpracy z systemem monitoringu zdalnego poprzez zintegrowany modem lub zewnętrzne akcesorium.
- Certyfikat NC RfG

Urządzenie powinno zbierać następujące dane:

- chwilowa moc instalacji
- napięcie pracy, prąd pracy

- energia wyprodukowana w okresie: dzień, miesiąc, rok, całkowita energia wyprodukowana przez system.
- Magazyn energii

W celu zwiększenia autokonsumpcji energii elektrycznej wyprodukowanej przez system PV projektuje się zastosowanie wysokonapięciowego, litowego magazynu energii o pojemności 5,12 kWh współpracującego z inwerterem hybrydowym o mocy 15 kW. System akumulatorów jest urządzeniem służącym do gromadzenia energii w momencie, w którym jej produkcja z instalacji fotowoltaicznej jest większa od zużycia. Dzieje się tak do momentu pełnego naładowania urządzenia. Jeżeli magazyn jest w pełni naładowany, nadwyżka produkcji z generatora PV kierowana jest do sieci elektroenergetycznej. W momencie niedoboru energii z instalacji fotowoltaicznej rozpoczyna się rozładowywanie magazynu w celu zaspokojenia zapotrzebowania energetycznego budynku. Jeżeli dojdzie do rozładowania magazynu do ustalonej wartości, energia będzie pobierana z sieci. Projektowane urządzenie składa się z jednego modułu bateryjnego o łącznej pojemności 5,12 kWh i jednego modułu dystrybucji baterii (jednostka sterująca bateriami) połączonych szeregowo. Magazyn ma wbudowany BMS (system zarządzania baterią), który może zarządzać i monitorować informacje o ogniwach, w tym napięcie, prąd i temperaturę. BMS posiada funkcje zabezpieczające, w tym nadmierne rozładowanie, przeładowanie, nadmierny prąd.

Parametry projektowanego magazynu energii:

- Typ baterii: LFP
- Liczba jednostek dystrybucji baterii: 1
- Liczba modułów bateryjnych: 1
- Całkowita energia baterii: 5,12 kWh
- Energia użytkowa: 4,75 kW
- Napięcie nominalne: 400 V
- Moc znamionowa: 2,5 kW

- Znamionowy prąd ładowania/rozładowania: 7 A
- Głębokość rozładowku modułu baterii: 90, %
- Klasa ochrony: IP65
- Temperatura pracy: -10°C - +50°

#### 10. Umieszczenie urządzeń instalacji PV.

Tablica licznikowa, która stanowić będzie miejsce wpięcia instalacji fotowoltaicznej do sieci wewnętrznej budynku znajduje się na klatce schodowej na I piętrze budynku (Rys. E03).

Wyłącznik bezpieczeństwa ppoż. należy zamontować na dachu budynku w pobliżu generatorów PV (Rys. E2.2).

Inwerter IN2 obsługujący instalację dachową wraz z rozdzielnicami RPV2 oraz RI2 należy zamontować na poddaszu budynku (Rys. E03). Inwerter IN1 współpracujący z instalacją gruntową oraz rozdzielnice RPV1 i RI1 zostaną zamontowane na zewnątrz, na konstrukcji wsporczej modułów PV, na której należy zainstalować również magazyn energii (Rys. E2.1).

Magazyn należy zabudować w zamykanej, wentylowanej obudowie metalowej. W celu prawidłowego odprowadzania ciepła obudowa powinna posiadać kratki wentylacyjne. Aby zapewnić odpowiednią temperaturę pracy magazynu w okresie zimowym w obudowie należy zamontować grzałki z termostatem.

Wszystkie urządzenia instalacji PV należy montować w miejscu niedostępnym dla osób niepowołanych, na stabilnym, niepalnym podłożu. Podczas montażu urządzeń instalacji PV należy zachować przewidziane przez producenta odstępów od innych przedmiotów i urządzeń celem prawidłowego odprowadzania ciepła oraz bezpieczną odległość od elementów palnych (min. 1 m).

#### 11. Przyłączenie instalacji PV do sieci elektroenergetycznej

Miejscem przyłączenia obu instalacji fotowoltaicznych do sieci wewnętrznej budynku będzie istniejąca tablica licznikowa. Moc z instalacji PV zostanie odprowadzona do wewnętrznej instalacji

zasilającej obiekt w energię elektryczną za pomocą kabla typu YKY 5x10mm<sup>2</sup> (instalacja gruntowa) oraz YKY 5x4mm<sup>2</sup> (instalacja dachowa). System fotowoltaiczny zostanie podłączony do sieci dystrybucji energii elektrycznej niskiego napięcia trójfazowego prądu przemiennego o napięciu 400 V, której Operatorem jest Tauron Dystrybucja S. A.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami instalacje OZE o mocy nominalnej do 50 kW podlegają zgłoszeniu przyłączenia mikroinstalacji do sieci dystrybutora energii elektrycznej. Istniejący licznik służący do pomiaru energii elektrycznej pobieranej z sieci OSD na potrzeby obiektu należy wymienić na nowy licznik dwukierunkowy. Wymiany licznika dokona Zakład Energetyczny na podstawie zgłoszenia.

Po zakończeniu robót montażowych źródła wytwórczego Wykonawca przed jego uruchomieniem zobowiązany jest do zgłoszenia przyłączenia wykonanej mikroinstalacji do sieci elektroenergetycznej lokalnego OSD.

## 12. Prowadzenie kabli po stronie DC

Połączenie pomiędzy poszczególnymi sąsiadującymi modułami w rzędzie zostanie wykonane za pomocą kabla DC dołączonego do skrzynki przyłączeniowej dla każdego modułu PV. Połączenia pomiędzy oddalonymi od siebie modułami oraz skrajnymi końcami łańcuchów (stringów), a inwerterem zostanie zrealizowane za pomocą kabli dedykowanych dla instalacji stałoprądowych fotowoltaicznych o przekroju żył roboczych 6mm<sup>2</sup> o napięciu znamionowym 1,5kV (DC). Wszystkie połączenia po stronie prądu stałego będą realizowane z wykorzystaniem przeznaczonych do tego celu konektorów w standardzie MC4. Pracując ze złączkami należy używać wskazanych przez producenta narzędzi odpowiednich do prawidłowego montażu.

Moduły będą łączone szeregowo. Trasę kablową DC instalacji gruntowej należy prowadzić pod modułami, po belkach wzdłużnych konstrukcji wsporczej. Na dachu, poza obszarem ogniw fotowoltaicznych, okablowanie DC należy prowadzić w osłonach mechanicznych trwale przymocowanych do podłoża np. w metalowych

korytach kablowych lub w czarnych rurkach grubościennych ze sztywnymi kolankami.

Przewody z dachu na poddasze budynku należy przeprowadzić przez połąć dachową za pomocą dedykowanego przejścia solarnego dla dachówki karpiówki.

Przewody muszą być luźno ułożone, nie mogą być układane pod obciążeniem mechanicznym, muszą być odciążone i w wystarczającym stopniu uwolnione od naprężeń.

Okablowanie DC prowadzić możliwie najkrótszymi trasami, bezkolizyjnie z innymi instalacjami i urządzeniami. Trasa powinna być, przejrzysta, prosta i dostępna dla prawidłowej konserwacji oraz remontów.

Wewnątrz budynku przewody prowadzić w rurkach/listwach elektroinstalacyjnych.

Wszystkie miejsca przekłuć przez przegrody budowlane, po wprowadzeniu instalacji uszczelnić gazo, wodo i pyłoszczelnie, oraz zabezpieczyć przed gryzoniami i uszkodzeniami mechanicznymi. Przepusty przez stropy i ściany o klasie odporności ogniowej większej lub równej EI60/REI60 wykonać i zabezpieczyć analogicznie do innych przewodów elektrycznych przechodzących przez tego typu przegrody.

Przepusty przez ściany i stropy oddzielenia ppoż. wykonać i zabezpieczyć zgodnie z klasą odporności ogniowej danej przegrody.

Trasy kablowe przewodów DC oznakować poprzez umieszczenie na nich następującej informacji: „Niebezpieczeństwo. Wysokie napięcie DC, w ciągu dnia obecne po wyłączeniu instalacji”.

Łącząc panele fotowoltaiczne w łańcuchy należy unikać tworzenia pętli przewodów, w których mogłyby się indukować napięcia. W celu minimalizacji wewnętrznej indukcji magnetycznej należy prowadzić przewód dodatni blisko ujemnego. Przewody solarne należy zamocować do konstrukcji opaskami zaciskowymi odpornymi na promieniowanie UV w sposób uniemożliwiający kontakt z powierzchnią pod panelami.

### 13. Prowadzenie kabli po stronie AC

Każdy z inwerterów zostanie połączony z istniejącą tablicą licznikową stanowiącą punkt wpięcia instalacji PV do sieci wewnętrznej przedmiotowego obiektu. Linie zasilania pomiędzy poszczególnymi urządzeniami należy wykonać za pomocą przewodów typu:

- YKYżo 5x10mm<sup>2</sup>: inwerter IN1 - rozdzielnica RI1 - punkt wpięcia
- YKYżo 5x4mm<sup>2</sup>: inwerter IN2 - rozdzielnica RI2 - punkt wpięcia.

Kable energetyczne z wyjścia z inwertera połączone zostaną z aparatami zabezpieczającymi zabudowanymi w rozdzielnicy RI a następnie doprowadzone do tablicy licznikowej.

Przewody należy ułożyć po trasie najbardziej optymalnej pod względem ich rozłożenia i długości, bezkolizyjnie z innymi instalacjami i urządzeniami, w sposób umożliwiający ich wymianę bez potrzeby naruszenia konstrukcji budynku.

Okablowanie AC od inwertera zlokalizowanego na zewnątrz do budynku należy prowadzić wykopem ziemnym w rurze osłonowej typu AROT.

Z uwagi na występowanie infrastruktury podziemnej na obszarze objętym inwestycją wykop należy wykonać ręcznie.

Kabel należy układać na dnie wykopu, na warstwie piasku o grubości min. 10 cm, na głębokości co najmniej 70 cm (mierzonej od powierzchni terenu do górnej powierzchni rury), linią falistą z zapasem wystarczającym do skompensowania możliwych przesunięć gruntów. Ułożone kable należy zasypać warstwą piasku o grubości ok. 10-15 cm, następnie na wysokości ok. 25 cm od kabla ułożyć taśmę ostrzegawczą o grubości 0,5 mm i szerokości wykopu i ponownie przysypać warstwą piasku lub gruntu rodzimego.

Okablowanie AC należy wprowadzić do budynku przebicciem przez południową ścianę zewnętrzną.

Wewnątrz budynku przewody układać naściennie (pod sufitami) w rurkach/listwach elektroinstalacyjnych.



Wszystkie miejsca przekłuć przez przegrody budowlane, po wprowadzeniu instalacji uszczelnić gazo, wodo i pyłoszczelnie, oraz zabezpieczyć przed gryzoniami i uszkodzeniami mechanicznymi.

Przepusty przez stropy i ściany o klasie odporności ogniowej większej lub równej EI60/REI60 wykonać i zabezpieczyć analogicznie do innych przewodów elektrycznych przechodzących przez tego typu przegrody.

Przepusty przez ściany i stropy oddzielenia ppoż. wykonać i zabezpieczyć zgodnie z klasą odporności ogniowej danej przegrody.

Dobór przekroju przewodu łączącego inwerter IN1 o mocy 15 kW z rozdzielnicą RI1 ze względu na obciążalność prądową długotrwałą:

$$I_z > I_B$$

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi}$$

gdzie:

$I_z$ - dopuszczalna długotrwała obciążalność prądowa dla wybranego typu i przekroju przewodu, [A].

$I_B$  - obliczeniowy prąd obciążenia przewodu, [A]

P - moc czynna obciążenia przewodu, [W]

$U_n$ - napięcie międzyfazowe, [V]

$\cos \varphi$  - współczynnik mocy, przyjmuje się 0,90

$$I_B = \frac{15000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,90} = 24,06A$$

Dobrano przewód typu YKYŻ o 5x10mm<sup>2</sup> o obciążalności prądowej 49[A].

$$49A > 24,06A - \text{warunek spełniony}$$

Dobór przekroju przewodu łączącego inwerter IN1 o mocy 15 kW z rozdzielnicą RI1 ze względu na straty napięcia:

Obliczenia dla wybranego przewodu typu YKYŻ o 5x10mm<sup>2</sup>

$$\text{straty napięcia} = (P \cdot l) / (U^2 \cdot k \cdot A) \cdot 100\% \leq 1\%$$

gdzie:

P – moc instalacji [W]

l – sumaryczna długość obwodu [m]

U – napięcie wyjściowe instalacji [V]

k – przewodność właściwa dla miedzi 48-55, dla aluminium 0,9-33 m/ohm · mm<sup>2</sup>

A – przekrój poprzeczny przewodu [mm<sup>2</sup>]

$$\text{straty napięcia} = \frac{12100 \cdot 1 \cdot 100\%}{400^2 \cdot 55 \cdot 10} = 0,01\% \leq 1,0\% \quad \text{warunek spełniony}$$

Dobór przekroju przewodu łączącego rozdzielnicę RI1 z punktem wpięcia do sieci wew. budynku ze względu na obciążalność prądową długotrwałą:

$$I_B = \frac{15000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,90} = 24,06A$$

Dobrano przewód typu YKYż o 5x10mm<sup>2</sup> o obciążalności prądowej 49[A].

$$49A > 24,06A - \text{warunek spełniony}$$

Dobór przekroju przewodu łączącego rozdzielnicę RI1 z punktem wpięcia do sieci wew. budynku ze względu na straty napięcia:

Obliczenia dla wybranego przewodu typu YKYż o 5x10mm<sup>2</sup>

$$\text{straty napięcia} = (P \cdot l) / (U^2 \cdot k \cdot A) \cdot 100\% \leq 1\%$$

gdzie:

P – moc instalacji [W]

l – sumaryczna długość obwodu [m]

U – napięcie wyjściowe instalacji [V]

k – przewodność właściwa dla miedzi 48-55, dla aluminium 0,9-33 m/ohm · mm<sup>2</sup>

A – przekrój poprzeczny przewodu [mm<sup>2</sup>]

$$\text{straty napięcia} = \frac{12100 \cdot 50 \cdot 100\%}{400^2 \cdot 55 \cdot 10} = 0,69\% \leq 1,0\% \quad \text{warunek spełniony}$$

Dobór przekroju przewodu łączącego inwerter IN2 o mocy 7 kW z rozdzielnicą RI2 ze względu na obciążalność prądową długotrwałą:

$$I_B = \frac{7700}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,90} = 12,35A$$

Dobrano przewód typu YKYŻ o  $5 \times 4 \text{ mm}^2$  o obciążalności prądowej 29 [A].

$$29, A > 12,35 A - \text{warunek spełniony}$$

Dobór przekroju przewodu łączącego inwerter IN2 o mocy 7 kW z rozdzielnicą RI2 ze względu na straty napięcia:

Obliczenia dla wybranego przewodu typu YKYŻ o  $5 \times 4 \text{ mm}^2$

$$\text{straty napięcia} = (P \cdot l) / (U^2 \cdot k \cdot A) \cdot 100\% \leq 1\%$$

gdzie:

P – moc instalacji [W]

l – sumaryczna długość obwodu [m]

U – napięcie wyjściowe instalacji [V]

k – przewodność właściwa dla miedzi 48-55, dla aluminium 0,9-33 m/ohm  $\cdot \text{mm}^2$

A – przekrój poprzeczny przewodu [ $\text{mm}^2$ ]

$$\text{straty napięcia} = \frac{7500 \cdot 0,5 \cdot 100\%}{400^2 \cdot 55 \cdot 4} = 0,01\% \leq 1,0\% \quad \text{warunek spełniony}$$

Dobór przekroju przewodu łączącego rozdzielnicę RI2 z punktem wpięcia do sieci wew. budynku ze względu na obciążalność prądową długotrwałą:

$$I_B = \frac{7700}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,90} = 12,35 A$$

Dobrano przewód typu YKYŻ o  $5 \times 4 \text{ mm}^2$  o obciążalności prądowej 29 [A].

$$29, A > 12,35 A - \text{warunek spełniony}$$

Dobór przekroju przewodu łączącego rozdzielnicę RI2 z punktem wpięcia do sieci wew. budynku ze względu na straty napięcia:

Obliczenia dla wybranego przewodu typu YKYŻ o  $5 \times 4 \text{ mm}^2$

$$\text{straty napięcia} = (P \cdot l) / (U^2 \cdot k \cdot A) \cdot 100\% \leq 1\%$$

gdzie:

P – moc instalacji [W]

l – sumaryczna długość obwodu [m]

U – napięcie wyjściowe instalacji [V]

k – przewodność właściwa dla miedzi 48-55, dla aluminium 0,9 -33 m/ohm · mm<sup>2</sup>

A – przekrój poprzeczny przewodu [mm<sup>2</sup>]

$$\text{straty napięcia} = \frac{7500 \cdot 8 \cdot 100\%}{400^2 \cdot 55 \cdot 4} = 0,17\% \leq 1,0\% \quad \text{warunek spełniony}$$

#### 14. Instalacja wyrównawcza instalacji fotowoltaicznej

Metalowe ramy modułów PV zostaną objęte połączeniem wyrównawczym. Przewód ochronny o przekroju min. 6 mm<sup>2</sup> należy przyłączyć do uziemienia o rezystancji  $R \leq 10\Omega$ .

Połączeniem wyrównawczym, celem zapewnienia bezpieczeństwa przeciwporażeniowego należy objąć również inne metalowe części instalacji i urządzeń fotowoltaicznych to jest na przykład: aluminiowy radiator inwertera i stalowe płyty montażowe oraz inne metalowe elementy konstrukcji rozdzielnic elektrycznych.

#### 15. Instalacja odgromowa instalacji fotowoltaicznej

Projekt nie przewiduje dodatkowej instalacji odgromowej dla instalacji fotowoltaicznej. Należy zachować minimalny odstęp izolacyjny od zwodów poziomych wynoszący 0,5 m. Jeżeli nie ma możliwości zachowania odstępu izolacyjnego pomiędzy modułami PV a elementami urządzenia piorunochronnego należy wykonać dodatkowe połączenia wyrównawcze między obudową paneli a układem zwodów.

Właściwe funkcjonowanie oraz bezpieczeństwo instalacji PV zapewnione będzie poprzez uziemienie modułów i systemu mocowania oraz zastosowanie ochrony przeciwprzebieciowej. Instalację PV należy wyposażyć w ograniczniki przepięć typu T1+T2 po stronie stałoprądowej DC (na każdym stringu) oraz ograniczniki przepięć typu T1+T2 po stronie zmiennoprądowej AC. Uziemienie zostanie wykonane za pomocą przewodu LgYżo 16 mm<sup>2</sup>.

Przewody ochronne należy prowadzić równolegle możliwie blisko trasy kablowej DC i AC, aby uniknąć tworzenia pętli indukcyjnych.

Rezystancja uziemienia powinna wynosić  $R \leq 10\Omega$ .

#### 16. Ochrona przeciwprzepięciowa, przeciążeniowa i zwarciorowa instalacji fotowoltaicznej

Ochronę przed przepięciami spowodowanymi wyładowaniami atmosferycznymi stanowić będzie uniwersalny, modułowy ogranicznik przepięć typu T1+T2 dla ochrony instalacji PV (po stronie DC) zainstalowany na każdym stringu w rozdzielnicach RPV. Ponadto instalacja zostanie zabezpieczona nadprądowo za pomocą rozłącznika bezpiecznikowego z wkładkami dedykowanymi do prądu stałego DC. Zabezpieczenie urządzeń po stronie DC od zwarcia i przeciążenia realizowane będzie przez zabezpieczenia wbudowane w inwerterze, który wyposażony jest w odpowiednią aparaturę dla każdego łańcucha elektrycznego DC wprowadzonego indywidualnie na wejścia DC dla każdego wejścia MPPT.

Po stronie AC inwerter o mocy 7 kW zostanie zabezpieczony wyłącznikiem nadmiarowo-prądowym o charakterystyce czasowo-prądowej typu „B” i wartości 16A, natomiast inwerter hybrydowy o mocy 15 kW wyłącznikiem nadmiarowo-prądowym o charakterystyce czasowo-prądowej typu „B” i wartości 32A. Ochronę przed przepięciami po stronie zmiennoprądowej stanowić będzie ogranicznik przepięć typu T1+T2. Zabezpieczenia inwerterów zainstalowane zostaną w rozdzielnicach RI.

Ograniczniki przepięć po stronie DC i AC należy podłączyć przewodem ochronnym do szyny wyrównawczej o przekroju min. 16 mm<sup>2</sup>.

Ponadto w projektowanej rozdzielnicy RP należy zainstalować dodatkowe wyłączniki nadprądowe B16A oraz B32A stanowiące zabezpieczenie kabla odpływowego do sieci wewnętrznej na odcinku między rozdzielnicami RI a punktem wpięcia. Rozdzielnicę RP należy zamontować obok istniejącej tablicy licznikowej.

## 17. Dobór zabezpieczeń

Zabezpieczenia po stronie DC

Dobór prądu znamionowego bezpiecznika:

$$I_n \geq \frac{I_{SC\ STC}}{K} \cdot 1,375 [A]$$

gdzie:

$I_n$  - prąd znamionowy bezpiecznika, [A]

$I_{SC\ STC}$  - prąd zwarcia łańcucha modułów, [A]

$K$  - współczynnik korygujący w zależności od temperatury, dla temperatury 20°C=1

Instalacja dachowa:

Dobrano bezpieczniki o charakterystyce gPV 16A

$$I_n \geq \frac{11,60}{1} \cdot 1,375 = 15,95 [A]$$

$$16[A] \geq 15,95[A] - \text{warunek spełniony}$$

Instalacja gruntowa:

Dobrano bezpieczniki o charakterystyce gPV 20A

$$I_n \geq \frac{13,23}{1} \cdot 1,375 = 18,19 [A]$$

$$20[A] \geq 18,19[A] - \text{warunek spełniony}$$

Zabezpieczenia po stronie AC

Obciążenie znamionowe inwertera 15 kW

Moc znamionowa falownika: 15 [kW]

Napięcie zasilania: 0,4 [kV]

Prąd obciążenia: 24,06 [A]

Sprawdzenie doboru kabli i zabezpieczeń:

Jako zabezpieczenie przeciążeniowe kabla dobrano wyłącznik nadmiarowo prądowy B32A.

$$I_B(15 \text{ kW}) = 24,06 \text{ [A]}$$

$$I_N = 32 \text{ [A]}$$

$$I_Z = 49 \text{ [A]}$$

$$I_2 = 1,45 \times 32 \text{ [A]} = 46,4 \text{ [A]}$$

$$1,45 \times I_Z = 1,45 \times 49 \text{ [A]} = 71,05 \text{ [A]}$$

$$24,06 \text{ [A]} \leq 32 \text{ [A]} \leq 49 \text{ [A]} - \text{warunek [1] spełniony}$$

$$46,4 \text{ [A]} \leq 71,05 \text{ [A]} - \text{warunek [2] spełniony}$$

Obciążenie znamionowe inwertera 7 kW

Moc znamionowa falownika: 7 [kW]

Napięcie zasilania: 0,4 [kV]

Prąd obciążenia: 12,35 [A]

Sprawdzenie doboru kabli i zabezpieczeń:

Jako zabezpieczenie przeciążeniowe kabla dobrano wyłącznik nadmiarowo prądowy B16A.

$$I_B(7 \text{ kW}) = 12,35 \text{ [A]}$$

$$I_N = 16 \text{ [A]}$$

$$I_Z = 29 \text{ [A]}$$

$$I_2 = 1,45 \times 16 \text{ [A]} = 23,2 \text{ [A]}$$

$$1,45 \times I_Z = 1,45 \times 29 \text{ [A]} = 42,05 \text{ [A]}$$

$$12,35 \text{ [A]} \leq 16 \text{ [A]} \leq 29 \text{ [A]} - \text{warunek [1] spełniony}$$

$$23,2 \text{ [A]} \leq 42,05 \text{ [A]} - \text{warunek [2] spełniony}$$

Rozdzielnica RI1 - rozdzielnica budynkowa: przewód YKYżo 5x10 mm<sup>2</sup>

Jako zabezpieczenie przeciążeniowe kabla dobrano wyłącznik nadmiarowo prądowy B32A.

$$I_B = 24,06 \text{ [A]}$$

$$I_N = 32 \text{ [A]}$$

$$I_Z = 49 \text{ [A]}$$

$$I_2 = 1,6 \times 32 \text{ [A]} = 51,2 \text{ [A]}$$

$$1,6 \times I_Z = 1,6 \times 49 \text{ [A]} = 78,4 \text{ [A]}$$

$24,06 [A] \leq 32 [A] \leq 49 [A]$  - warunek [1] spełniony

$51,2 [A] \leq 78,4 [A]$  - warunek [2] spełniony

Rozdzielnica RI2 - rozdzielnica budynkowa: przewód YKYżo 5x4 mm<sup>2</sup>

Jako zabezpieczenie przeciążeniowe kabla dobrano wyłącznik nadmiarowo prądowy B16A.

$$I_B = 12,35 [A]$$

$$I_N = 16 [A]$$

$$I_Z = 29 [A]$$

$$I_2 = 1,6 \times 16 [A] = 25,6 [A]$$

$$1,6 \times I_Z = 1,6 \times 29 [A] = 46,4 [A]$$

$12,35 [A] \leq 16 [A] \leq 29 [A]$  - warunek [1] spełniony

$25,6 [A] \leq 46,4 [A]$  - warunek [2] spełniony

#### 18. Ochrona przeciwpożarowa instalacji fotowoltaicznej

Ochrona przeciwpożarowa dachowej instalacji fotowoltaicznej zapewniona zostanie poprzez zastosowanie w obwodach DC przeciwpożarowego wyłącznika bezpieczeństwa sterowanego automatycznie poprzez sieć prądu zmiennego. W chwili zaniku napięcia zasilającego po stronie AC nastąpi odłączenie (przerwanie) obwodów DC między modułami PV a inwerterem, dzięki czemu wysokie napięcie po stronie stałoprądowej mogące wynosić do 1000V dochodzić będzie jedynie do skrzynki ppoż. Przywrócenie zasilania AC spowoduje automatyczne załączenie obwodów prądu stałego. W rozdzielnicy RI2 zabudowany zostanie jednopolowy wyłącznik nadprądowy zasilający obwody sterownia wyłącznika ppoż.

Wyłącznik powinien być zamontowany blisko paneli fotowoltaicznych, co stwarza bezpieczne środowisko dla strażaków - zmniejsza potencjalne uszkodzenia i zapewnia bezpieczeństwo systemu fotowoltaicznego.

Wyłącznik połączyć z rozdzielnicą RI2 przewodem OMY 3x0,75 mm<sup>2</sup>. Przewód prowadzić na wspólnej trasie z przewodami solarnymi DC.



W przypadku instalacji posadowionej na gruncie z uwagi na montaż inwertera na zewnątrz trasa kablowa DC przebiegać będzie poza budynkiem w związku, z czym nie ma obowiązku stosowania dodatkowej ochrony ppoż.

Ponadto zastosowane inwertery powinny być wyposażone w system wykrywania i gaszenia łuków elektrycznych, a także pomiar rezystancji izolacji oraz zabezpieczenie przed pracą wyspową. Inwertery zostaną zamontowane na podłożu niepalnym, w odległości minimum 0,5 m od innych materiałów i konstrukcji palnych.

W celu zapewnienia odpowiedniego bezpieczeństwa dla ekip ratowniczo gaśniczych należy odpowiednio oznakować obiekt wyposażony w PV (zgodnie z normą PN-EN 60364-7-712).<sup>lub równoważna</sup> Piktogramy z wizerunkiem modułów PV na dachu budynku zostaną umieszczone w miejscu przyłączenia instalacji PV, przy liczniku oraz przy głównym wyłączniku zasilania. Okablowanie DC należy oznakować tablicą bezpieczeństwa informującą o obecności napięcia do 1kV.

#### 19. Monitoring parametrów

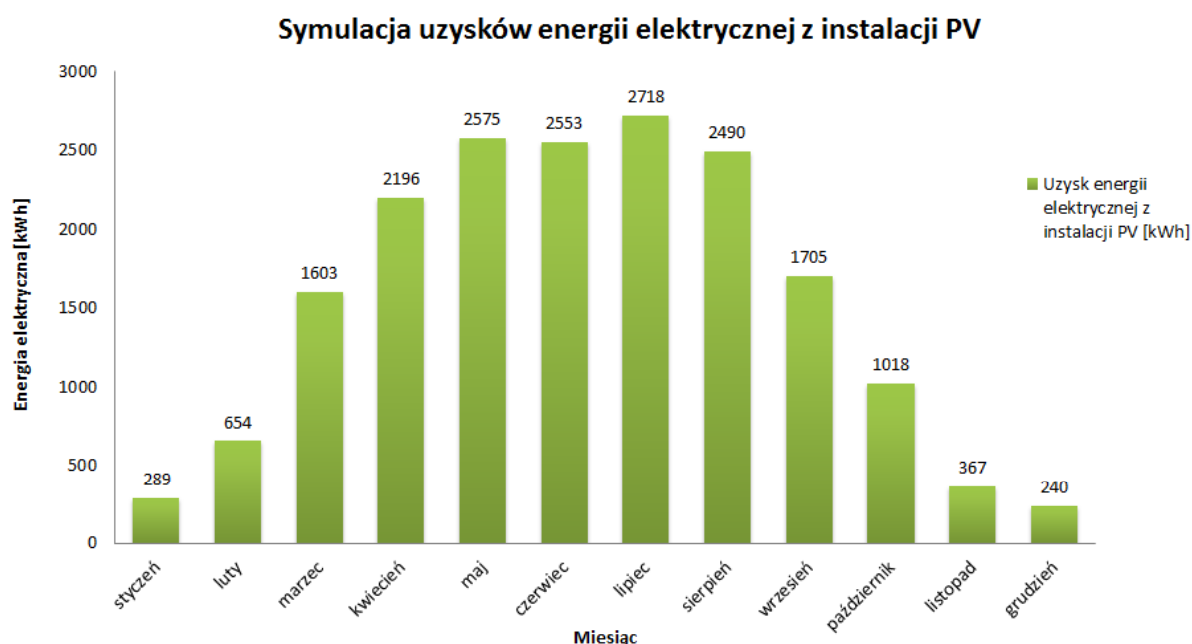
Do zarządzania i wizualizacji pracy układu ogniw fotowoltaicznych posłuży moduł komunikacyjny podłączony bezpośrednio do inwerterów. Moduł komunikacyjny, poprzez dedykowane oprogramowanie wykorzystujące technologię informacyjno-komunikacyjną umożliwia użytkownikowi, jak również instalatorowi zdalny dostęp do bieżących i archiwalnych parametrów pracy instalacji PV. Łączy wszystkie porty, konwertuje protokoły, gromadzi i przechowuje dane oraz centralnie monitoruje i konserwuje urządzenia w instalacji PV (posiada technologię wykrywania błędów). Urządzenie monitoruje podstawowe parametry pracy instalacji takie jak: moc chwilowa i wyprodukowana energia elektryczna. W celu zapewnienia komunikacji między urządzeniami inwertery należy połączyć kablem do magistral szeregowych RS485.

## 20. Licznik energii na potrzeby magazynowania energii

Na potrzeby zarządzania systemem magazynowania energii projektuje się dodatkowy licznik trójfazowy. Podstawową funkcją projektowanego licznika będzie maksymalizacja autokonsumpcji energii elektrycznej wyprodukowanej przez instalację PV poprzez identyfikację aktualnych obciążeń i zapotrzebowania energetycznego budynku. Licznik należy zabudować obok istniejącej tablicy głównej. Projektowany licznik należy połączyć z inwerterem hybrydowym kablem do magistral szeregowych RS485.

## 21. Planowane uzyski energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej

- moc zainstalowana: 19,60 kWp
- jednostkowy uzysk roczny: 940 kWh/kWp
- roczna produkcja energii elektrycznej: 18 408 kWh



Należy pamiętać, że z uwagi na wahania wydajności modułów w zależności od zmienności warunków atmosferycznych oraz czynniki zewnętrzne, takie jak ich zabrudzenie czy okresowe zacinienie obliczony uzysk energetyczny w ujęciu rocznym, w poszczególnych latach może różnić się od wartości przedstawionych powyżej.

## 22. Charakterystyka zagrożenia pożarowego

Celem rozdziału opracowania jest wskazanie warunków ochrony przeciwpożarowej dla nowoprojektowanej instalacji fotowoltaicznej. Zakres opracowania obejmuje wybrane elementy istotne w kontekście projektowanej instalacji.

Z uwagi na projektowaną moc wynoszącą 19,6 kWp niniejszy projekt wymaga obowiązkowemu uzgodnieniu pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej z uwagi na Art. 29 ust. 2.6 pkt. 16. (Dz. U. 2019 poz. 1186 z późn. zm.).

Akty prawne i normy stanowiące podstawę opracowania:

- 1) Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 roku o ochronie przeciwpożarowej (Dz. U. z 2016 r., poz. 191 tekst jednolity);
- 2) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2022 r. poz. 1225);
- 3) Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 września 2021 roku w sprawie uzgadniania projektu zagospodarowania działki lub terenu, projektu architektoniczno-budowlanego, projektu technicznego oraz projektu urządzenia przeciwpożarowego pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej (Dz. U. z 2021 r., poz. 1722);
- 4) Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 roku w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. z 2010 r. nr 109, poz. 719 z późn. zm.);
- 5) Ustawa Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. (Dz. U. z 2021 r. poz. 2351);
- 6) PN-HD 60364-7-712:2016 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 7 -712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji - Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania; lub równoważna
- 7) PN-EN IEC 61730-1:2018-06 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) -Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji;

lub równoważna

- 8) PN-EN IEC 61730-2:2018-06 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) -Część 2: Wymagania dotyczące badań; lub równoważna
- 9) PN-EN 62446-1:2016-08 oraz PN-EN 62446-1:2016-08/A1:2019-01 Systemy fotowoltaiczne (PV)-Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania - Część 1: Systemy podłączone do sieci - Dokumentacja, odbiory i nadzór. lub równoważna

## 22.1. Charakterystyka zagrożenia pożarowego projektowanej instalacji PV

Obiekt na dachu, którego projektowana jest instalacja fotowoltaiczna to wielorodzinny budynek mieszkalny. Zgodnie z danymi opublikowanymi przez BRE National Solar Centre, niezależny instytut badawczy z Wielkiej Brytanii w publikacji „Fire and Solar PV Systems - Investigations and Evidence in July 2017” - prawidłowo zaprojektowana oraz eksploatowana instalacja nie stwarza zwiększonego ryzyka powstania pożaru w budynku. Charakterystyka zagrożenia pożarowego wynika przede wszystkim z możliwości powstania łuku elektrycznego, do którego może dojść w wyniku uszkodzenia izolacji okablowania solarne. Zatem w niniejszym projekcie stwierdza się, że projektowana instalacja fotowoltaiczna nie stwarza dodatkowego zagrożenia pożarowego dla przedmiotowego budynku.

## 22.2. Ocena zagrożenia wybuchem pomieszczeń oraz przestrzeni zewnętrznych

Przyjęta funkcja budynku nie przewiduje występowania substancji mogących powodować występowanie stref zagrożenia wybuchem - w tym również na dachu tj. brak zlokalizowanych kanałów wentylacji bezpieczeństwa pracującej w strefach lub pomieszczeniach zagrożonych wybuchem.

Dla projektowanego budynku nie przyjmuje się dodatkowych obostrzeń z uwagi na lokalizację komponentów instalacji fotowoltaicznej.

### 22.3. Informacja o klasie odporności pożarowej oraz odporności ogniowej i stopniu rozprzestrzeniania ognia przez elementy budowlane

Dla instalacji fotowoltaicznej nie określa się klasy odporności pożarowej oraz odporności ogniowej. Klasa odporności pożarowej dla budynku, nad którymi znajdować się będzie instalacja fotowoltaiczna to D.

W budynku zaprojektowano instalację, która nie stanowi przekrycia dachu, o których mowa w § 216, § 218 §219 §235 §271 §274 §287 w Warunkach Technicznych. Zatem nie określa się w tym przypadku konieczności stosowania paneli odpowiedniej klasyfikacji w zakresie odporności dachów na ogień. Projektowany system należy traktować, jako instalację posadowioną na dachu, który spełnia kryteria projektowe dla danego budynku np. dach NRO/Broof. Warunkiem stosowania komponentów PV w przedmiotowym budynku jest zaprojektowanie instalacji w oparciu o urządzenia dopuszczone do stosowania z odpowiednimi normami i zawartymi w nich wymaganiami bezpieczeństwa w tym palności.

### 22.4. Informacja o usytuowaniu z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe, w tym o odległości od obiektów sąsiadujących

Zgodnie z obowiązującymi przepisami, w tym rozporządzeniem [1], dla instalacji fotowoltaicznej nie określa się minimalnych odległości od budynków i/lub innych obiektów budowlanych, granicy działki, granicy lasu. Instalacja fotowoltaiczna projektowana w przedmiotowym obiekcie pozostaje bez wpływu na wymagania w zakresie usytuowania budynku względem sąsiednich obiektów, granicy działki, dróg stanowiących dojazd dla ekip ratowniczych oraz dróg pożarowych.

22.5. Informacja o warunkach i strategii ewakuacji ludzi lub ich uratowania w inny sposób, uwzględniające liczbę i stan sprawności osób przebywających w obiekcie

Projektowana instalacja PV nie ingeruje w parametry dotyczące dojścia i przejścia ewakuacyjnego. Te dla przedmiotowego obiektu pozostają bez zmian.

Obręb instalacji fotowoltaicznej nie jest przewidziany do przebywania ludzi. Ewentualne przebywanie osób na dachu będzie mieć charakter krótkotrwały i będzie związany z konserwacją techniczną instalacji.

22.6. Informacje o sposobie zabezpieczenia przeciwpożarowego instalacji PV, a także rozwiązania zmniejszające ryzyko powstania pożaru

W przedmiotowym projekcie instalacji fotowoltaicznej trzymano się następujących zasad wiedzy technicznej mających na względzie zminimalizowanie ryzyka powstania pożaru:

- połączenia DC zaprojektowano za pomocą szybkozłączy tego samego typu i producenta;
- zminimalizowano w instalacji ilość połączeń DC;
- trasy przewodów DC prowadzono w rurkach instalacyjnych (bez narażenia przewodów na ostre krawędzie);
- kable instalacji PV nie będą prowadzone w obrębie istniejących szachtów wentylacyjnych;
- trasy kablowe DC będą odpowiednio oznakowane „Niebezpieczeństwo - wysokie napięcie DC w ciągu dnia obecne po wyłączeniu instalacji”;
- przepusty instalacyjne przez ściany oddzielenia przeciwpożarowego zostaną zabezpieczone do klasy odpowiadającej klasie oddzielenia ppoż.;
- zapewniono ochronę odgromową/przebieciową urządzeń fotowoltaicznych;

- zapewniono ochronę przeciwpożarową instalacji fotowoltaicznej poprzez zastosowanie przeciwpożarowego wyłącznika bezpieczeństwa sterowanego automatycznie poprzez sieć prądu zmiennego.

## 22.7. Wyposażenie w gaśnice

Należy zapewnić wyposażenie instalacji fotowoltaicznej w gaśnice proszkowe 4 kg ABC (GP-4x) zlokalizowane w pobliżu inwertera PV. Do gaśnic winien być zapewniony dostęp o szerokości nie mniejszej niż 1 m.

## 22.8. Uwagi końcowe

Po zakończeniu prac instalacyjnych należy wykonać:

- protokoły z pomiaru skuteczności ochrony przeciwporażeniowej,
- protokoły z badań odbiorczych instalacji elektrycznych,
- protokoły z pomiarów rezystancji uziemienia,
- protokoły z pomiarów impedancji pętli zwarcia.

Zakres prób odbiorczych (zgodnie z normą PN-HD 60364-6:2008): lub równoważna

- próba ciągłości przewodów ochronnych,
- pomiar rezystancji izolacji instalacji elektrycznej,
- próba ochrony za pomocą samoczynnego wyłączenia zasilania,
- pomiar rezystancji uziomów,
- sprawdzenie kolejności faz,
- próba działania.

Po zakończeniu instalacji wykonawca robót zobowiązany jest do wykonania wszystkich prac związanych ze zgłoszeniem instalacji OZE do określonego operatora energii elektrycznej i jej uruchomieniem do eksploatacji.

23. Informacja o możliwym wpływie instalacji PV na urządzenia przeciwpożarowe i inne urządzenia służące bezpieczeństwu pożarowemu, dostosowanemu do wymagań wynikających z

przepisów dotyczących ochrony przeciwpożarowej i przyjętych scenariuszy pożarowych, z podstawową charakterystyką tych urządzeń

### 23.1. Przeciwpożarowy wyłącznik prądu

W budynku istnieje przeciwpożarowy wyłącznik prądu.

### 23.2. Przygotowanie obiektu budowlanego i terenu do prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych

Z uwagi na zapewnienie bezpieczeństwa ekip ratowniczych podczas działań, należy wykonać oznaczenia następujących składowych instalacji fotowoltaicznej w ramach uaktualnienia instrukcji bezpieczeństwa pożarowego lub wykonania planu urządzenia fotowoltaicznego.

Plan instalacji fotowoltaicznej umieszcza się w skrzynce z głównym wyłącznikiem prądu całej instalacji elektrycznej obiektu (lub w widocznym miejscu na zewnątrz) na trwałym materiale wykonanym metodą druku i o formacie nie mniejszym niż A4.

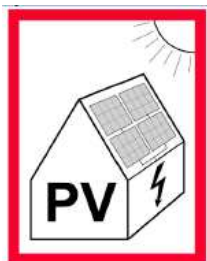
Część graficzna powinna zawierać:

- obszar lokalizacji modułów PV,
- lokalizację inwertera/ów PV,
- miejsce usytuowania elementu (np. rozłącznika) zapewniającego odłączenie napięcia po stronie DC falownika (nawet jeśli stanowi wyposażenie falownika PV),
- przebieg tras przewodów prądu stałego (po stronie DC) pozostających pod napięciem,
- opcjonalnie przebieg tras kablowych prądu przemiennego,
- legendę zastosowanych oznaczeń graficznych i literowych,
- wskazanie osób lub podmiotów opracowujących plan oraz datę jego opracowania.



### 23.3. Oznakowanie budynku

W celu zapewnienia odpowiedniego bezpieczeństwa dla ekip ratowniczo gaśniczych należy odpowiednio oznakować obiekt wyposażony w PV wg normy PN-EN 60364-7-712: lub równoważna



Piktogram z wizerunkiem modułów PV na dachu budynku, powinien być umieszczony:

- w miejscu przyłączenia instalacji PV,
- przy liczniku oraz
- przy głównym wyłączniku zasilania.

### 23.4. Woda do zewnętrznego gaszenia pożaru oraz drogi pożarowe

Projektowana instalacja PV nie powoduje dodatkowych obostrzeń w zakresie ilości wody potrzebnej do zewnętrznego gaszenia pożaru, a także nie ingeruje w zasady prowadzenia dróg pożarowych do obiektu.

## 24. Oznakowanie elementów instalacji fotowoltaicznej

Celem ułatwienia eksploatacji urządzeń i zapewnieniu bezpieczeństwa personelowi technicznemu instalację fotowoltaiczną należy oznaczyć:

- Inwertery PV - „Nie dotykać urządzenie elektryczne - inwerter fotowoltaiczny”,
- Rozdzielnice RPV - „Rozdzielnica fotowoltaiki - RPV”,
- Rozdzielnice RI - „Rozdzielnica fotowoltaiki - RI”,
- Trasy przewodów DC - „Niebezpieczeństwo. Wysokie napięcie DC, w ciągu dnia obecne po wyłączeniu instalacji”,
- Przycisk ppoż. - „Przeciwpozarowy wyłącznik prądu”.

## 25. Wytyczne instalacyjno - budowlane

Należy wykonać lub zamontować:

- wykonać montaż konstrukcji montażowej modułów fotowoltaicznych na dachu, montaż wykonać ściśle według instrukcji producenta systemu montażowego oraz producenta modułów PV,

- zamontować inwerter,
- zamontować rozdzielnice RPV,
- zamontować rozdzielnice RI,
- wykonać linię zasilania między inwerterem a miejscem wpięcia,
- zamontować magazyn energii
- zapewnić zdalny monitoring parametrów pracy instalacji PV,
- wykonać pomocnicze prace budowlane (przebicia, otwory montażowe, przejścia instalacyjne przez przegrody budowlane itp.),
- wykonać prace porządkowe mające na celu doprowadzenie obiektów do stanu pierwotnego,
- przeprowadzić rozruch instalacji,
- wykonać próby, kontrole i pomiary instalacji.

Wszystkie prace związane z mocowaniem konstrukcji modułów fotowoltaicznych, należy bezwzględnie wykonywać pod kierunkiem i w obecności uprawnionego kierownika robót budowlanych posiadającego uprawnienia wykonawcze w specjalności konstrukcyjno-budowlanej bez ograniczeń lub projektanta konstrukcji budowlanych.

Wszystkie miejsca przekuć przez przegrody budowlane należy po wprowadzeniu instalacji замуrować. Przewody przy przejściach przez przegrody budowlane należy prowadzić w tulejach ochronnych. Przepusty przez stropy i ściany o klasie odporności ogniowej większej lub równej EI60/REI60 wykonać i zabezpieczyć analogicznie do innych przewodów elektrycznych przechodzących przez tego typu przegrody.

Przepusty przez ściany i stropy oddzielenia ppoż. wykonać i zabezpieczyć zgodnie z klasą odporności ogniowej danej przegrody.

Instalację i urządzenia należy mocować w sposób trwały i pewny, w zależności od warunków lokalnych i zgodnie z wytycznymi producenta. Przewody należy prowadzić w rurach ochronnych. Urządzenia należy rozmieszczać w pomieszczeniach zgodnie z wytycznymi producenta z zastosowaniem się do wymaganych odległości od przeszkód. W przypadku powstałych w procesie instalacji zniszczeń lub uszkodzeń własności Inwestora, Wykonawca zobowiązuje się do ich

naprawy i doprowadzenia do stanu pierwotnego oraz do natychmiastowego usunięcia wszelkich szkód i awarii spowodowanych przez Wykonawcę w trakcie realizacji prac montażowych i instalacyjnych.

Wszystkie prace porządkowe należy wykonać tak, aby obiekt oraz teren wokół niego doprowadzić do stanu pierwotnego.

## 26. Uwagi końcowe

1. Instalacje wykonać zgodnie z „Warunkami technicznymi wykonywania i odbioru robót budowlano-montażowych” tom V, Instalacje elektryczne.
2. Wszelkie konieczne do wprowadzenia na budowie zmiany w stosunku do treści projektu powinny być uzgodnione z projektantem.
3. Montaż urządzeń: ogniw fotowoltaicznych, inwerterów, rozdzielnic elektrycznych wraz z wyposażeniem należy przeprowadzić po zapoznaniu się z instrukcjami montażu dostarczonymi przez producenta lub dystrybutora.
4. Instalacje wykonać w ścisłej koordynacji z wystrojem wnętrz i robotami budowlanymi.
5. Przed przekazaniem robót do eksploatacji wykonać pomiary i testy elektryczne określone wymogami obowiązujących norm, wymaganych przez Operatora Systemu Dystrybucyjnego.

W szczególności należy wykonać pomiary i testy określone w normie PN-EN 62446:2016 tj.:

- Kontrola systemu DC,
- Kontrola ochrony przeciwprzepięciowej i porażeniem elektrycznym,
- Kontrola systemu AC,
- Test polaryzacji,
- Pomiar prądu obwodu otwartego,
- Test ciągłości uziemienia ochronnego,
- Stan izolacji kabli zasilających,
- Pomiar rezystancji uziemienia,

- Inne wymagane przepisami badania i pomiary.

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

Wszystkie prace i pomiary muszą zostać wykonane przez osoby posiadające odpowiednie przeszkolenie potwierdzone stosownymi uprawnieniami - SEP E, SEP D.

6. Do odbioru dostarczyć protokoły badań, atesty i certyfikaty na aparaty i osprzęt oraz dokumentację powykonawczą.

W przypadku stosowania jakichkolwiek rozwiązań systemowych należy przy wycenie uwzględnić wszystkie elementy danego systemu, niezbędne do zrealizowania całości prac.

Niezależnie od stopnia dokładności i precyzji dokumentów otrzymanych od Inwestora definiującą usługę do wykonania, Wykonawca zobowiązany jest do uzyskania dobrego rezultatu końcowego. W związku z powyższym wykonane instalacje muszą zapewnić utrzymanie założonych parametrów.

Wszystkie elementy nieujęte w niniejszym opracowaniu (opisie, specyfikacji i rysunkach), a zdaniem Wykonawcy niezbędne do prawidłowego działania instalacji muszą być zamontowane i dostarczone. Przed przystąpieniem do prac montażowych wykonawca zobowiązany jest wykonać pomiary kontrolne tras kablowych i zweryfikować długości kabli niezbędnych do wykonania instalacji.

W przypadku błędu, pomyłki lub wątpliwości interpretacyjnych w jakimkolwiek z elementów dokumentacji, Wykonawca, powinien wyjaśnić sporne kwestie z projektantem, który jako jedyny jest upoważniony do wprowadzania zmian. Wszelkie niesygnalizowane niejasności będą interpretowane z korzyścią dla Inwestora.

Projektujący nie ponosi odpowiedzialności za zmiany dokonane przez wykonawcę bez zgody pisemnej osób projektujących.

Opracowanie chronione Ustawą o Prawie Autorskim i Prawach Pokrewnych (Dz.U. Nr 24/94 poz. 83 z dnia 4 lutego 1994 r.)

## 27. Zestawienie materiałów

Lp.	Pozycja	Ilość	J.m.
1.	Moduł fotowoltaiczny o mocy 375Wp	20	szt.
2.	Moduł fotowoltaiczny o mocy 550Wp	22	szt.
3.	Inwerter 7 kW	1	szt.
4.	Hybrydowy inwerter 15kW	1	szt.
5.	Wysokonapięciowa bateria magazynująca o pojemności 5 kWh	1	szt.
6.	Podstawa + jednostka sterująca baterii magazynującej	1	kpl.
7.	Rozdzielnica modułowa natynkowa 1x12 IP65	2	szt.
8.	Rozdzielnica modułowa natynkowa 1x18 IP65	2	szt.
9.	Rozłącznik z wkładką bezpiecznikową $I_N = 32 \text{ A}$ $U_N = 1000\text{V DC 2P}$	5	szt.
10.	Wkładka bezpiecznikowa gPV 16A	4	szt.
11.	Wkładka bezpiecznikowa gPV20A	4	szt.
12.	Wkładka bezpiecznikowa gPV 16A	2	szt.
13.	Wyłącznik nadprądowy B16A 3P	2	szt.
14.	Wyłącznik nadprądowy B32A 3P	2	szt.
15.	Wyłącznik nadprądowy B6A 1P	1	szt.
16.	Wyłącznik różnicowoprądowy $I\Delta = 30\text{mA}$	2	szt.
17.	Ogranicznik przepięć typ T1+T2 $U/CPV = 1000\text{V}$ 3P	4	szt.
18.	Ogranicznik przepięć typ T1+T2 4P	2	szt.
19.	Wyłącznik ppoż. 2 stringi	1	szt.
20.	Trójfazowy licznik energii na potrzeby systemu magazynowania energii	1	szt.
21.	Przewód solarny $1 \times 6\text{mm}^2$	120	m
22.	Przewód YKYżo $5 \times 4\text{mm}^2$	8	m
23.	Przewód YKYżo $5 \times 10\text{mm}^2$	55	m
24.	Przewód OMY $3 \times 0,75\text{mm}^2$	4	m
25.	Kabel do magistral szeregowych RS485	55	m

26.	Systemowa konstrukcja na dach skośny pokryty dachówką karpiówką	1	kpl.
27.	Systemowa, wolnostojąca dwurzędowa konstrukcja montażowa na grunt, wbijana	1	kpl.

### III. INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA

*Do projektu wykonawczego „Budowa instalacji fotowoltaicznej o łącznej mocy 19,60 kW z magazynem energii na potrzeby budynku przy ul. Sobieskiego 58 w Rudzie Śląskiej”*

Adres inwestycji: Budynek mieszkalny, wielorodzinny

ul. Jana III Sobieskiego 58, 41-700 Ruda Śląska

Dz. nr ewid.: 561/24

Obręb nr ewid.: 0001.AR\_10 Ruda

Inwestor: Urząd Miasta Ruda Śląska

Plac Jana Pawła II 6, 41-709 Ruda Śląska

Projektant: mgr inż. Jerzy Halek, nr upr. 217/2022

#### 1. Zakres robót

- montaż instalacji fotowoltaicznej wraz z konstrukcją mocującą,
- ułożenie tras kablowych prądu stałego DC i zmiennego AC,
- montaż rozdzielnic prądu stałego i przemiennego,
- wpięcie instalacji PV do istniejącej instalacji elektrycznej.

#### 2. Wykaz istniejących obiektów budowlanych

Na działce nr 561/24 położonej w Rudzie Śląskiej znajduje się wolnostojący, dwuklatkowy budynek mieszkalny.

#### 3. Elementy zagospodarowania terenu mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi

- instalacje elektryczne,
- rozdzielnie elektryczne DC, AC,
- urządzenia przekształtnikowe.

#### 4. Przewidywanie zagrożenia występujące podczas realizacji robót budowlanych

- ryzyko upadku z wysokości podczas prac montażowych paneli fotowoltaicznych na dachu oraz przy budowie instalacji elektrycznych wewnątrz budynku,
- ryzyko porażenia prądem elektrycznym podczas montażu projektowanych instalacji elektrycznych,
- ryzyko porażenia prądem elektrycznym przy podłączaniu kabli i przewodów i wykonywaniu prac pomiarowych,
- ryzyko uszkodzenia przez ruchome elementy sprzętu transportowego i elektronarzędzi - w całym zakresie prowadzonych prac.

#### 5. Instruktaż pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych

Bezpośrednio przed przystąpieniem do prac szczególnie niebezpiecznych należy zapoznać pracowników z wszystkimi zagrożeniami oraz udzielić instruktażu z zakresu prowadzonych prac.

Każdy zatrudniony powinien znać zasady postępowania w przypadku występowania zagrożeń, tzn.:

- pracy na wysokościach,
- robót w pobliżu uzbrojenia energetycznego,
- stosowania środków ochrony osobistej,
- udzielania pierwszej pomocy w razie wypadku.

Instruktaż pracowników powinien obejmować:

- zapoznanie z zakresem robót i kolejnością ich realizacji,
- przeprowadzenie szkolenia stanowiskowego BHP,
- zapoznanie pracowników ze skalą zagrożeń i oceną ryzyka zawodowego na stanowiska pracy,
- określenie ścisłych procedur postępowania oraz ścisłe ich przestrzeganie podczas pracy w pobliżu urządzeń elektrycznych



- pod napięciem w zakresie przygotowania miejsca pracy, sposobu dopuszczenia do pracy i bezpiecznego jej wykonania,
- określenie środków ochrony osobistej koniecznej do stosowania podczas pracy
  - podanie jednoznacznych sposobów komunikowania się.

W przypadku pojawienia się jakiegokolwiek zagrożenia, pracownicy przebywający w niebezpiecznej strefie, powinni się z niej wycofać, powiadamiając osobę dozoru o powstałej sytuacji. Na terenie prowadzenia prac każdy pracownik winien posiadać niezbędny sprzęt ochrony osobistej.

Prowadzenie robót powinno się odbywać pod bezpośrednim nadzorem brygadzysty lub mistrza budowy, zaś dopuszczenie do prac niebezpiecznych winno być prowadzone na podstawie szczegółowych przepisów.

#### 6. Środki techniczne i organizacyjne zapobiegając niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych.

Należy organizować stanowiska pracy zgodnie z przepisami i zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy. Należy pracownikom zapewnić odzież ochronną oraz sprzęt ochrony osobistej oraz przestrzegać ich stosowania zgodnie z przeznaczeniem. Prace na wysokości wykonywać przy użyciu drabin lub rusztowań wraz z odpowiednimi zabezpieczeniami. Zaleca się wykonywanie prac przy urządzeniach wyłączonych spod napięcia oraz stosować odpowiednie zabezpieczenia przed załączeniem napięcia.

PROJEKTANT:

mgr inż. Jerzy Halek

nr upr. 217/2022

## **IV. CZĘŚĆ GRAFICZNA**