

## PROJEKT WYKONAWCZY

*„Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 18,00 kW wraz z magazynem energii na potrzeby budynku przy ul. Janasa 13A w Rudzie Śląskiej”*

OBIEKT:	Instalacja fotowoltaiczna
ADRES INWESTYCJI:	ul. Janasa 13A 41-700 Ruda Śląska dz. nr ewid. 1619/8 obręb ewid. nr 0001.AR_8 Ruda jednostka ewid. 247201_1
KATEGORIA OBIEKTU:	VIII
INWESTOR:	Miejskie Przedsiębiorstwo Gospodarki Mieszkaniowej Towarzystwo Budownictwa Społecznego Sp. z o. o. ul. 1 Maja 218 41-710 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 .....	11
8. Konstrukcja wsporcza modułów fotowoltaicznych .....	14
9. Dobór urządzeń.....	17
10. Umieszczenie urządzeń instalacji PV. ....	21
11. Przyłączenie instalacji PV do sieci elektroenergetycznej .....	22
12. Prowadzenie kabli po stronie DC .....	23
13. Prowadzenie kabli po stronie AC .....	24
14. Instalacja wyrównawcza instalacji fotowoltaicznej .....	26
15. Instalacja odgromowa instalacji fotowoltaicznej .....	26
16. Ochrona przeciwprzepięciowa, przeciążeniowa i zwarciova instalacji fotowoltaicznej .....	27
17. Dobór zabezpieczeń .....	28
18. Ochrona przeciwpożarowa instalacji fotowoltaicznej .....	29
19. Monitoring parametrów.....	29
20. Licznik energii na potrzeby systemu magazynowania energii.....	30
21. Planowane uzyski energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej.....	30
22. Charakterystyka zagrożenia pożarowego .....	31
22.1. Charakterystyka zagrożenia pożarowego projektowanej instalacji PV.....	32
22.2. Ocena zagrożenia wybuchem pomieszczeń oraz przestrzeni zewnętrznych .....	33
22.3. Informacja o klasie odporności pożarowej oraz odporności ogniowej i stopniu rozprzestrzeniania ognia przez elementy budowlane	33
22.4. Informacja o usytuowaniu z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe, w tym o odległości od obiektów sąsiadujących .....	34
22.5. Informacja o warunkach i strategii ewakuacji ludzi lub ich uratowania w inny sposób, uwzględniające liczbę i stan sprawności osób przebywających w obiekcie .....	34
22.6. Informacje o sposobie zabezpieczenia przeciwpożarowego instalacji PV, a także rozwiązania zmniejszające ryzyko powstania pożaru.....	34
22.7. Wyposażenie w gaśnice.....	35
22.8. Uwagi końcowe .....	35
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 .....	36
23.1. Przeciwpowarowy wylacznik pradu .....	36
23.2. Przygotowanie obiektu budowlanego i terenu do prowadzenia dzialan ratowniczo-gasnicznych .....	36
23.3. Oznakowanie budynku .....	37
23.4. Woda do zewnetrznego gaszenia powaru oraz drogi powarowe ....	37
24. Oznakowanie elementow instalacji fotowoltaicznej .....	37
25. Wytyczne instalacyjno - budowlane .....	38
26. Uwagi koncowe .....	39
27. Zestawienie materialow.....	41
III. INFORMACJA DOTYCZACA BEZPIECZENSTWA I OCHRONY ZDROWIA .....	42
IV. CZESC GRAFICZNA .....	45
Rys. E01 - Lokalizacja instalacji fotowoltaicznej - plan zagospodarowania terenu	
Rys. E02.1 - Schemat rozmieszczenia modulow fotowoltaicznych - rzut terenu	
Rys. E02.2 - Schemat rozmieszczenia modulow fotowoltaicznych - rzut dachu	
Rys. E03 - Podzial instalacji PV na stringi	
Rys. E04 - Rozmieszczenie urzadzen instalacji PV, lokalizacja rozdzielni glownej	
Rys. E05 - Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej	
Rys. E06 - Widok ukladu urzadzen w rozdzielnicach RPV, RI	
Rys. E07 - Zabudowa magazynu energii	

# **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 mocy 18,00 kW wraz z magazynem energii na potrzeby budynku przy ul. Janasa 13A w Rudzie Śląskiej”

Adres inwestycji: ul. Janasa 13A  
41-700 Ruda Śląska

Dz. nr ewid.: 1619/8

Obręb nr ewid.: 0001\_AR\_8 Ruda

Inwestor: Miejskie Przedsiębiorstwo Gospodarki Mieszkaniowej  
Towarzystwo Budownictwa Społecznego Sp. z o. o.  
ul. 1 Maja 218, 41-710 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.

Jakiegolwiek 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:

[illegible]

и прилагательных и электрических  
и специальных инструкций в качестве  
до образования и образования по  
до образования и образования по

УБРАЖИЕНИЯ БУДОУЩАЕ

głoszonego przez siebie 101,1% Dobra Dobra wzięta  
kierunek: "elektronika"  
bardzo już jestem HATEK

ප්‍රකාශනය

[illegible]

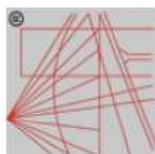
50051515.15

# DESYSTA O NADATILU UPRAVLJENIJ VUDOWGLANICH

РР ХМД 713110802

Кварков' квар' 1984

MOJEMODA MATOPOLSKI



P O L S K A  
I Z B A  
INŻYNIERÓW  
BUDOWNICTWA

## Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:  
**MAP-SMM-3RR-F12**

Pan Jerzy Halek o numerze ewidencyjnym MAP/IE/0236/03  
adres zamieszkania ul. Pachofskiego 18/176, 31-223 Kraków  
jest członkiem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2023-03-01 do 2024-02-29.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-02-20 roku przez:

Miroslaw Boryczko, Przewodniczący Rady Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78<sup>1</sup> K.c.,

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

## **II. OPIS TECHNICZNY**

## 1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonawczy sieciowej instalacji fotowoltaicznej(PV) zlokalizowanej częściowo na dachu budynku technicznego usytuowanego na działce nr 1619/8 przy ul. Janasa 13A w Rudzie Śląskiej a częściowo na gruncie, na działce nr 1619/8. Instalacja systemu fotowoltaicznego obejmuje montaż układu modułów fotowoltaicznych na konstrukcji dachu oraz na gruncie wraz z infrastrukturą towarzyszącą. Wyprodukowana energia elektryczna 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 i terenu oraz opis miejsca montażu inwerterów.

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.); lub równoważna
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz.U. 2022r. poz. 1385); lub równoważna
- Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o Odnawialnych Źródłach Energii (Dz. U. 2022r. poz. 1378); lub równoważna
- Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz. U. z 2019 r. poz. 1372 ze zm.); lub równoważna
- 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 nie znajduje się w gminnej ewidencji zabytków oraz nie jest wpisany do rejestru zabytków. Działka, na której projektuje się instalację fotowoltaiczną nie jest narażona na wpływ eksploatacji górniczej. Projektowana instalacja nie będzie rodziła zagrożeń dla środowiska oraz higieny i zdrowia użytkowników.

#### 5. Ocena wpływu na środowisko

Projektowana instalacja zlokalizowana będzie na dachu przedmiotowego budynku oraz na przynależnym do Inwestora gruncie, 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 bezgłówna, bezwibracyjna, nie generuje żadnych skutków ubocznych) oraz nie będzie negatywnie oddziaływać na występującą w sąsiedztwie przedsięwzięcia zabudowę mieszkalną. Szata roślinna w wyniku prowadzenia prac budowlanych, a także eksploatacji na przedmiotowych działkach pozostanie nienaruszona.

## 6. Stan istniejący budynku

Projektowana instalacja fotowoltaiczna zlokalizowana będzie częściowo na dachu budynku technicznego przy ul. Janasa 13A w Rudzie Śląskiej a częściowo na gruncie w bezpośrednim sąsiedztwie budynku - działka nr 1619/8.

Przedmiotowy obiekt stanowi jedną, wolnostojącą bryłę w formie prostopadłościanu wybudowaną w technologii tradycyjnej. Jest to budynek jednokondygnacyjny, niepodpiwniczony pełniący funkcję budynku technicznego.

Obiekt przykryty jest dachem jednospadowym o konstrukcji żelbetowej z poszyciem z papy termozgrzewalnej o kącie nachylenia ok. 5°.

Teren przewidziany pod montaż części modułów PV znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie przedmiotowego budynku, w północno-wschodniej części działki nr 1619/8. Obszar ten posiada stosunkowo płaskie ukształtowanie, a jego istniejące zagospodarowanie stanowi teren zielony.

Budynek posiada zasilanie przez sieć niskiego napięcia. Miejscem przyłączenia instalacji fotowoltaicznej do sieci elektroenergetycznej przedmiotowego obiektu będzie istniejąca rozdzielnica główna zlokalizowana na korytarzu.

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 projektowanej instalacji PV nie będzie przekraczać mocy przyłączeniowej obiektu.

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 18,00 kWp złożonej z 48 sztuk monokrystalicznych modułów PV zlokalizowanych częściowo na dachu przedmiotowego obiektu a częściowo na gruncie obok budynku według poniższego zestawienia:

- Dach - 20 sztuk modułów PV o łącznej mocy 7,50 kW
- Grunt - 28 sztuk modułów PV o łącznej mocy 10,50 kW

W celu zwiększenia autokonsumpcji energii elektrycznej wyprodukowanej przez generator PV instalacja fotowoltaiczna będzie zintegrowana z systemem magazynowania energii o pojemności 10 kWh

W skład projektowanego układu będą wchodziły następujące urządzenia elektryczne:

- moduły fotowoltaiczne,
- inwerter,
- skrzynka przyłączeniowa z zabezpieczeniami po stronie prądu stałego DC - RPV,
- skrzynka przyłączeniowa z zabezpieczeniami po stronie prądu zmiennego AC - RI
- wysokonapięciowy baterijny magazyn energii.

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 rozdzielnicy głównej.

Moduły fotowoltaiczne na dachu należy mocować w układzie poziomym na wolnostojącej, inwazyjnej konstrukcji wsporczej nachylonej pod kątem  $15^{\circ}$  względem powierzchni dachu zorientowanej w układzie wschód-zachód (równolegle do krótszej krawędzi dachu) zgodnie z Rys. E02.2. Przy montażu należy zwrócić uwagę na istniejące wystające elementy na dachu i w miarę możliwości odsunąć od nich moduły w celu uniknięcia zacienienia.

W terenie moduły fotowoltaiczne należy mocować w układzie pionowym na dwurzędowej, wolnostojącej konstrukcji wsporczej nachylonej pod kątem  $30^{\circ}$  i posadowionej w północno-wschodniej części działki nr 1619/8 (Rys. E02.1).

Przed rozpoczęciem prac montażowych Zamawiający zobowiązuje się do odpowiedniego przygotowania terenu poprzez usunięcie porastającej go 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.

Podczas montażu konstrukcji gruntowej należy zachować odstęp od granic działki wynoszący min. 3 m. W celu wyeliminowania zacienienia należy zachować odpowiedni odstęp między stołami - min. 4 m.

Instalacja zostanie podłączona do inwertera zlokalizowanego na wschodniej ścianie zewnętrznej przedmiotowego budynku.

Ze względu na montaż inwertera na zewnątrz trasa kablowa DC przebiegać będzie poza budynkiem w związku z czym nie ma obowiązku stosowania przeciwpożarowego wyłącznika bezpieczeństwa.

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

Instalacja fotowoltaiczna na dachu budynku zostanie zamontowana za pomocą systemowej, konstrukcji wsporczej o kącie nachylenia  $15^{\circ}$  przeznaczonej do montażu na dachach płaskich kotwionej bezpośrednio do elementów konstrukcyjnych dachu. Konstrukcja składa się z aluminiowych trójkątów, szyn montażowych oraz śrub ze stali nierdzewnej stanowiących autonomiczny, nierozzerwalny system przeznaczony do montażu generatorów PV zapewniający wysoką stabilność mocowania.

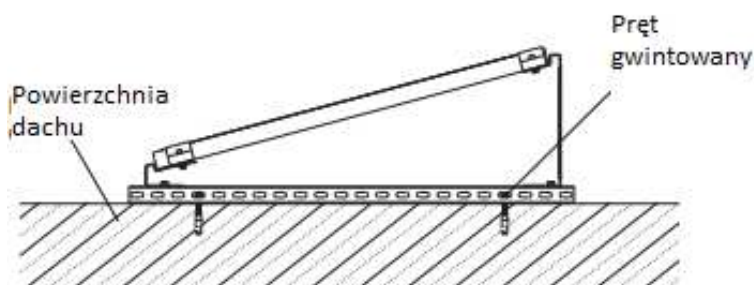
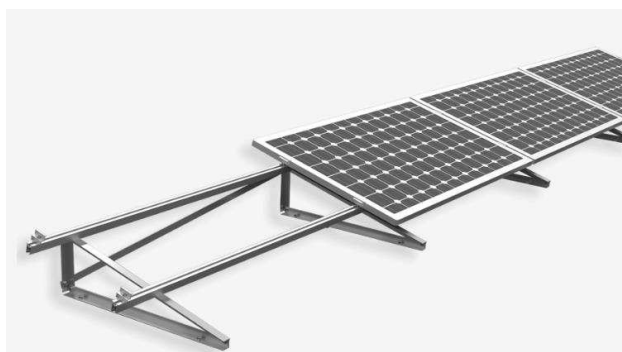
Montaż konstrukcji rozpoczyna się od wykonania otworów odpowiednim wiertłem na minimalną głębokość 70 mm zgodnie z występowaniem otworów w podstawie trójkąta i założonym układem instalacji na powierzchni dachu. Każdy otwór należy przeczyścić sprężonym powietrzem, aby usunąć zalegający pył. Następnie należy zaaplikować w otworze kotwę chemiczną na  $\frac{3}{4}$  jego głębokości i wkręcić w przygotowany materiał docięty pręt gwintowany by usunąć powietrze z gwintu. Na tak zakotwione pręty należy założyć trójkąty montażowe i przykręcić je odpowiednią nakrętką, a następnie przymocować do nich profile montażowe. Następnie za pomocą dedykowanych zacisków - końcowego i środkowego przykręcanych do konstrukcji śrubami imbusowymi należy zamocować moduły fotowoltaiczne. Dodatkowe obciążenie modułami fotowoltaicznymi wraz z systemem montażowym nie spowodują przekroczenia stanu granicznego nośności i nie wpłynie na bezpieczeństwo konstrukcji budynku.

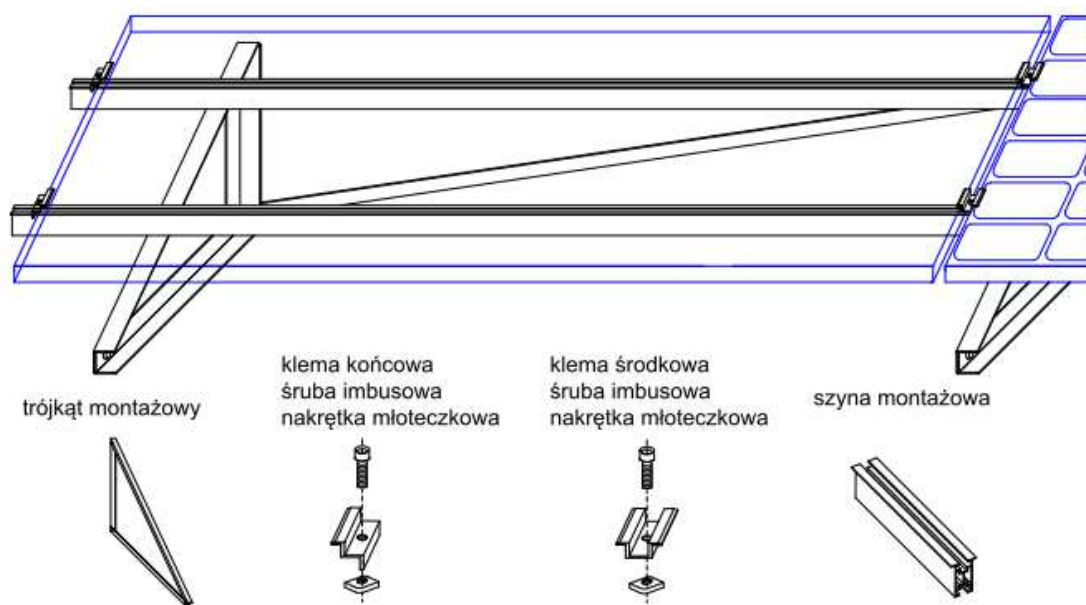
Na gruncie moduły PV zostaną zamontowane z wykorzystaniem systemowej dwurzędowej, wolnostojącej konstrukcji montażowej. Montaż konstrukcji odbywa się poprzez wbijanie w grunt (np. kafar, koparka). Konstrukcja wolnostojąca dla modułów fotowoltaicznych

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.

W obu przypadkach 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.

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: lub równoważna Oddziaływania ogólne - Obciążenie śniegiem. oraz PN-EN 1991-1-4:2008 - Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne - Obciążenie wiatrem. lub normami równoważnymi). lub równoważna

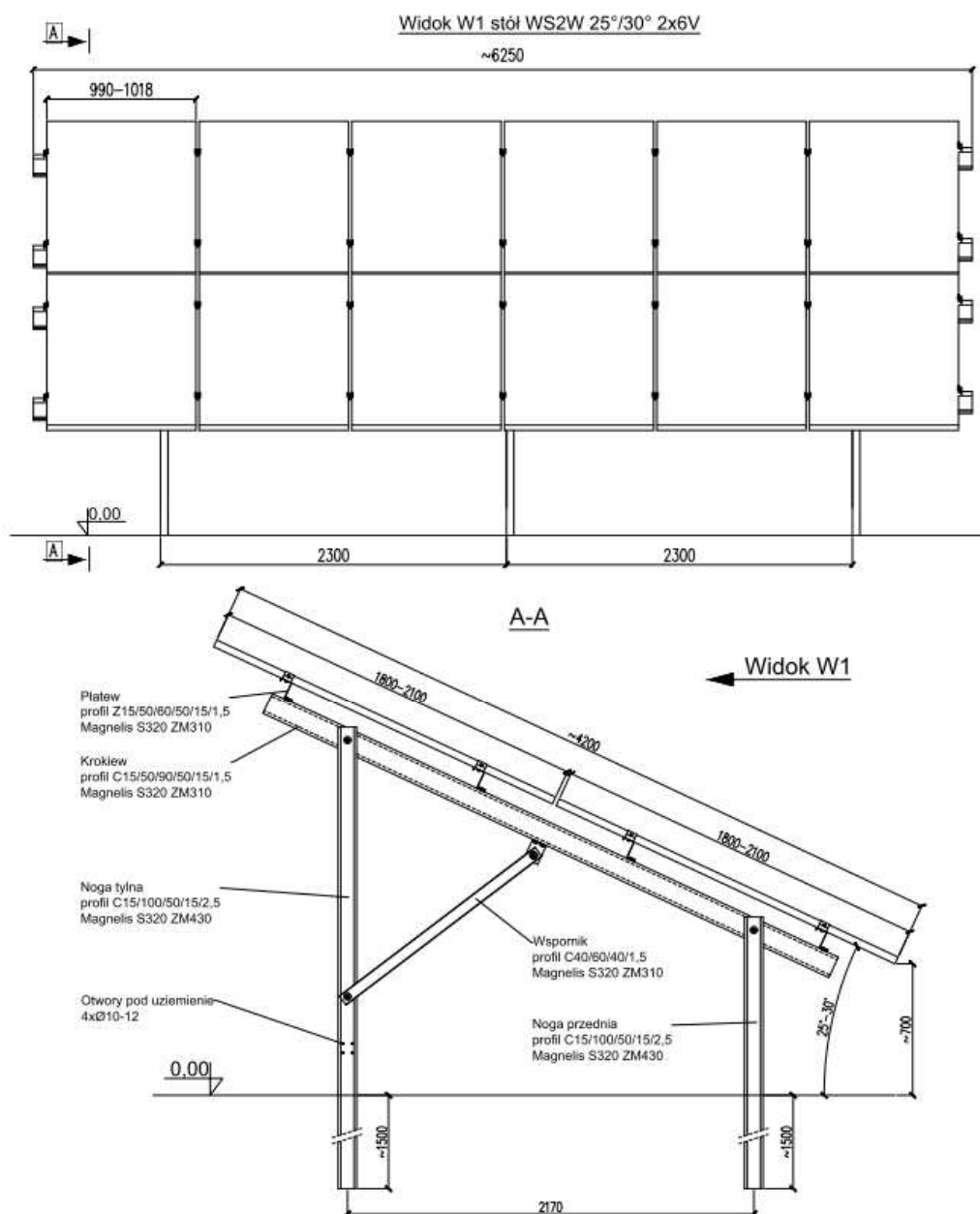




Rys. 1 Systemowa konstrukcja wsporcza na dach płaski w postaci trójkątów montażowych kotwionych bezpośrednio do konstrukcji dachu







Rys. 2 System montażowy wolnostojący, wbijany 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.

Projektowana instalacja składać się będzie z 48 sztuk modułów fotowoltaicznych monokrystalicznych o mocy znamionowej 375 Wp każdy.

Schemat podziału instalacji fotowoltaicznej na stringi (łańcuchy) przedstawia Rys.E03.

Parametry projektowanych 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: **minimum 10 lat**
- Liniowa gwarancja wydajności: 25 lat
- Spełnione normy: CE, IEC 61730-1, IEC 61730-2, IEC 61215. 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

Urządzeniem odpowiedzialnym za współpracę z generatorami będzie hybrydowy inwerter trójfazowy służący 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 20 kW.

Schemat połączenia poszczególnych łańcuchów modułów PV do inwertera przedstawia Rys. E05.

Parametry projektowanego inwertera hybrydowego:

Parametry baterii:

- Typ baterii: litowo-jonowa, kwasowo-ołowiowa
- Nominalny prąd ładowania/rozładowania: 2x25 A
- Zakres napięcia baterii: 200-750V
- Strategia ładowania: według BMS
- Nominalna moc ładowania/rozładowania: 20 000 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: 20 000 W

- Maksymalny prąd wyjścia: 3x43,5A<1min

Wyjście AC (tryb sieciowy):

- Znamionowa moc wyjścia: 20 000 W
- Maksymalna moc wyjściowa: 22 000 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 wyspową
- Zabezpieczenie przed odwróconą polaryzacją
- Montaż: zewnętrzny i wewnętrzny
- Możliwość współpracy z systemem monitoringu zdalnego poprzez zintegrowany modem lub zewnętrzne akcesorium.
- Certyfikat NC RfG
- Magazyn energii

W celu zwiększenia autokonsumpcji energii elektrycznej wyprodukowanej przez system PV projektuje się zastosowanie wysokonapięciowego, litowego magazynu energii o pojemności 10 kWh współpracującego z inwerterem hybrydowym o mocy 20 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 dwóch modułów bateryjnych o łącznej pojemności 10 kWh i jednego modułu BCU (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: 2
- Całkowita energia baterii: 10,24 kWh
- Energia użytkowa: 9,5 kW
- Napięcie nominalne: 400 V
- Moc znamionowa: 5 kW
- Znamionowy prąd ładowania/rozładowania: 14 A
- Głębokość rozładunku modułu baterii: 90, %
- Klasa ochrony: IP65

#### 10. Umiejscowienie urządzeń instalacji PV.

Rozdzielnica główna, która stanowić będzie miejsce wpięcia instalacji fotowoltaicznej do sieci wewnętrznej budynku znajduje się na korytarzu na parterze.

Inwerter wraz z rozdzielnicami RPV oraz RI zostanie zamontowany na wschodniej ścianie zewnętrznej przedmiotowego budynku. Inwerter należy zabezpieczyć przed długotrwałym wpływem niekorzystnych czynników atmosferycznych takich jak bezpośrednie promieniowanie słoneczne, deszcz, śnieg.

Magazyn energii należy umieścić na zewnątrz, przy wschodniej ścianie budynku, obok inwertera fotowoltaicznego.

Magazyn należy zabudować w wentylowanej obudowie metalowej. W celu prawidłowego odprowadzania ciepła obudowa od spodu powinna posiadać kratki wentylacyjne, a od góry wentylatory mechaniczne z kratką.

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 instalacji fotowoltaicznej do sieci wewnętrznej budynku będzie istniejąca rozdzielnica główna. Moc z instalacji PV zostanie odprowadzona do wewnętrznej instalacji zasilającej obiekt w energię elektryczną za pomocą kabla typu YKY 5x10mm<sup>2</sup>. 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. Istniejące liczniki służące do pomiaru energii elektrycznej pobieranej z sieci OSD na potrzeby obiektu należy wymienić na nowe liczniki dwukierunkowe. 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 rzędami modułów oraz skrajnymi końcami łańcuchów (stringów) a inwerterem zostanie zrealizowane za pomocą kabli dedykowanych dla instalacji stałoprądowych fotowoltaicznych o przekroju żył roboczych  $6\text{mm}^2$  o napięciu znamionowym 1,5kV (DC). Wszystkie połączenia po stronie prądu stałego będą realizowane z wykorzystaniem przeznaczonych do tego celu konektorów w standardzie MC4.

Moduły będą łączone szeregowo. Kable na zewnątrz, poza obszarem ogniw fotowoltaicznych, należy prowadzić w osłonach mechanicznych trwale przymocowanych do podłoża: na dachu w metalowych korytach kablowych, na elewacji w czarnych rurkach grubościennych.

Przewody muszą być luźno ułożone, nie mogą być układane pod obciążeniem mechanicznym, muszą być odciążone i w wystarczającym stopniu uwolnione od naprężeń. Przewody solarne należy zamocować do konstrukcji opaskami zaciskowymi odpornymi na promieniowanie UV w sposób uniemożliwiający kontakt z powierzchnią pod panelami.

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

Od części instalacji zlokalizowanej na gruncie kabel należy doprowadzić do budynku wykopem. Kabel układać na warstwie piasku o grubości min. 10 cm, na głębokości, co najmniej 70 cm. Ułożone kable należy zasypać warstwą piasku o grubości ok. 10-15 cm, następnie ułożyć taśmę ostrzegawczą na wysokości 25 cm od kabla i ponownie przysypać warstwą piasku lub gruntu rodzimego.

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

Inwerter zostanie połączony z istniejącą rozdzielnicą budynkową 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>.

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

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.

Na zewnątrz okablowanie AC prowadzić w czarnej rurce grubościennej ze sztywnymi kolankami, wewnątrz budynku 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 o mocy 20 kW z rozdzielnicą RI 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 dobranego 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

$$I_B = \frac{22000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,90} = 35,29A$$

Dobrano przewód typu YKYŻ o  $5 \times 10 \text{ mm}^2$  o obciążalności prądowej 49[A].

$$49A > 35,29A - \text{warunek spełniony}$$

Dobór przekroju przewodu łączącego inwerter o mocy 20 kW z rozdzielnicą RI ze względu na straty napięcia:

Obliczenia dla dobranego przewodu typu YKYŻ o  $5 \times 10 \text{ mm}^2$

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

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 [ $\text{mm}^2$ ]

$$\text{straty napięcia} = \frac{18000 \cdot 1 \cdot 100\%}{400^2 \cdot 55 \cdot 10} = 0,02\% \leq 1,0\% \quad \text{warunek spełniony}$$

Dobór przekroju przewodu łączącego rozdzielnicę RI z rozdzielnicą główną RG ze względu na obciążalność prądową długotrwałą:

$$I_B = \frac{22000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,90} = 35,29A$$

Dobrano przewód typu YKYŻ o  $5 \times 10 \text{ mm}^2$  o obciążalności prądowej 49[A].

$$49A > 35,29A - \text{warunek spełniony}$$

Dobór przekroju przewodu łączącego rozdzielnicę RI z rozdzielnicą główną RG ze względu na straty napięcia:

Obliczenia dla dobranego przewodu typu YKYŻo  $5 \times 10 \text{ mm}^2$

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

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 [ $\text{mm}^2$ ]

$$\text{straty napięcia} = \frac{18000 \cdot 15 \cdot 100\%}{400^2 \cdot 55 \cdot 10} = 0,31\% \leq 1,0\% \quad \text{warunek spełniony}$$

#### 14. Instalacja wyrównawcza instalacji fotowoltaicznej

Metalowe ramy modułów PV zostaną objęte połączeniem wyrównawczym. Przewód ochronny o przekroju min.  $6 \text{ mm}^2$  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 instalacji odgromowej dla instalacji fotowoltaicznej.

Właściwe funkcjonowanie oraz bezpieczeństwo instalacji PV zapewnione będzie poprzez uziemienie modułów i systemu mocowania oraz zastosowanie ochrony przeciwprzebieciowej. Każdą z instalacji należy wyposażać 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 przeciwprzebieciowa, przeciążeniowa i zwarciorowa instalacji fotowoltaicznej

Ochronę przed przebieciami 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 gPV 16A. 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 zostanie zabezpieczony wyłącznikiem nadmiarowo-prądowym o charakterystyce czasowo-prądowej typu „B” i wartości 40A. Ochronę przed przebieciami po stronie zmiennoprądowej stanowić będzie ogranicznik przepięć typu T1+T2. Zabezpieczenia inwertera zainstalowane zostaną w rozdzielnicy inwerterowej RI.

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

Ponadto w rozdzielnicy RG należy zainstalować dodatkowy wyłącznik nadprądowy stanowiący zabezpieczenie kabla odpływowego

do sieci wewnętrznej na odcinku między rozdzielnicą RI a punktem wpięcia.

## 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

Dobrano bezpieczniki o charakterystyce gPV 16A

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

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

Zabezpieczenia po stronie AC

Moc znamionowa falownika: 20 [kW]

Napięcie zasilania: 0,4 [kV]

Prąd obciążenia: 35,29 [A]

Sprawdzenie doboru kabli i zabezpieczeń:

$$[1] \quad I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$[2] \quad I_2 \leq 1,45 \times I_Z$$

gdzie:

$I_B$  - maksymalny prąd wyjściowy po stronie AC inwertera, [A]

$I_Z$  - długotrwała obciążalność prądowa przewodu, [A]

$I_n$  - prąd znamionowy lub prąd nastawienia urządzenia zabezpieczającego, [A]

$I_2$  - prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego

Jako zabezpieczenie przeciążeniowe kabla dobrano wyłącznik nadmiarowo prądowy B40A.

$$I_B(20 \text{ kW}) = 35,29 \text{ [A]}$$

$$I_N = 40 \text{ [A]}$$

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

$$I_2 = 1,45 \times 40 \text{ [A]} = 58 \text{ [A]}$$

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

$$35,29 \text{ [A]} \leq 40 \text{ [A]} \leq 49 \text{ [A]} - \text{warunek [1] spełniony}$$

$$58 \text{ [A]} \leq 71,05 \text{ [A]} - \text{warunek [2] spełniony}$$

#### 18. Ochrona przeciwpożarowa instalacji fotowoltaicznej

Ze względu na montaż inwertera na zewnątrz trasa kablowa DC przebiegać będzie poza budynkiem w związku, z czym nie ma obowiązku stosowania przeciwpożarowego wyłącznika bezpieczeństwa.

Zastosowany inwerter powinien być wyposażone w system wykrywania i gaszenia łuków elektrycznych, a także pomiar rezystancji izolacji oraz zabezpieczenie przed pracą wyspową. Inwerter 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). 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 inwertera. Moduł komunikacyjny, poprzez dedykowane oprogramowanie wykorzystujące technologię

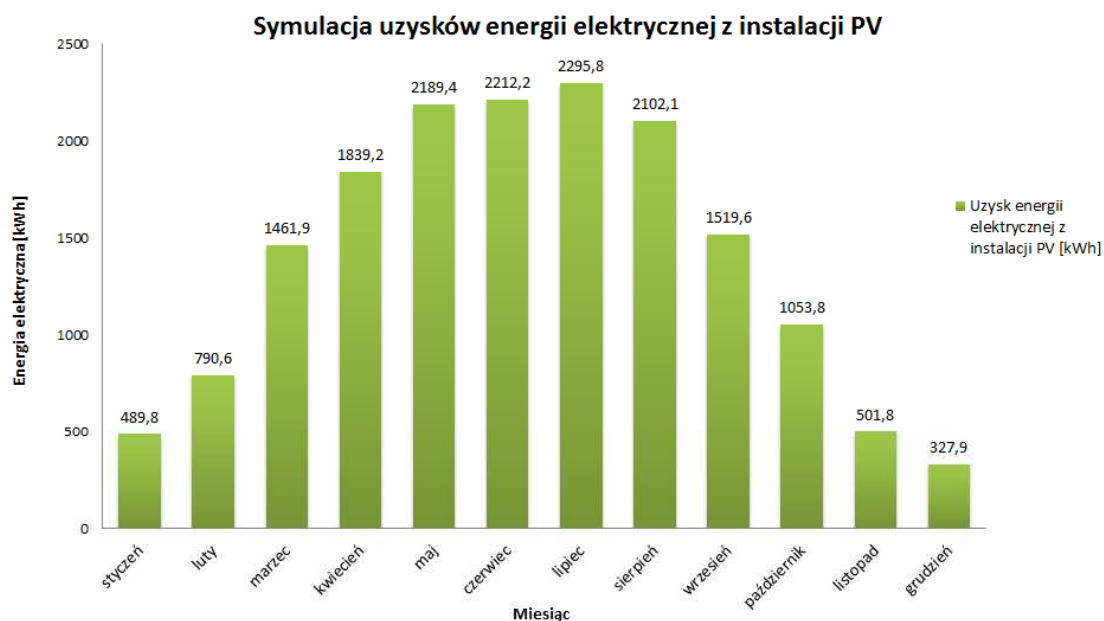
informacyjno-komunikacyjną umożliwia użytkownikowi, jak również instalatorowi zdalny dostęp do bieżących i archiwalnych parametrów pracy instalacji PV. Łączy wszystkie porty, konwertuje protokoły, gromadzi i przechowuje dane oraz centralnie monitoruje i konserwuje urządzenia w instalacji PV (posiada technologię wykrywania błędów). Urządzenie monitoruje podstawowe parametry pracy instalacji takie jak: moc chwilowa i wyprodukowana energia elektryczna.

## 20. Licznik energii na potrzeby systemu 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: 18,00 kWp
- jednostkowy uzysk roczny: 931 kWh/kWp
- roczna produkcja energii elektrycznej: 16 780 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 18,00 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 równoważne

7) PN-EN IEC 61730-1:2018-06 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) -Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji;lub równoważne

8) PN-EN IEC 61730-2:2018-06 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) -Część 2: Wymagania dotyczące badań; lub równoważne

9) PN-EN 62446-1:2016-08 orazPN-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 równoważne

## 22.1. Charakterystyka zagrożenia pożarowego projektowanej instalacji PV

Obiekt na dachu, którego projektowana jest instalacja fotowoltaiczna to budynek techniczny. 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 solarnego. 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.

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.

#### 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 równoważne

- 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.

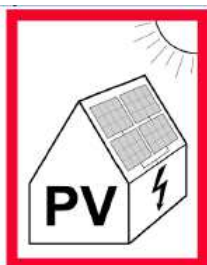
Część graficzna powinna zawierać:

- 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 równoważne



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. - „Przeciwpożarowy wyłącznik prądu”.

## 25. Wytyczne instalacyjno - budowlane

Należy wykonać lub zamontować:

- wykonać montaż konstrukcji montażowej modułów fotowoltaicznych na dachu oraz na gruncie, montaż wykonać ściśle według instrukcji producenta systemu montażowego oraz producenta modułów PV,
- zamontować inwerter,
- zamontować rozdzielnicę RPV,
- zamontować rozdzielnicę RI,
- wykonać linię zasilania między RI a rozdzielnicą budynkową,
- 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 obiektu oraz terenu 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. Należy przygotować powierzchnię pod malowanie po przebicjach poprzez szpachlowanie nierówności, następnie wykonać malowanie. 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. Wszystkie prace porządkowe należy wykonać tak, aby obiekt doprowadzić do stanu pierwotnego.

Linie kablowe ziemne należy układać na głębokości min. 70 cm. Przewody należy ułożyć na warstwie piasku o grubości min. 10 cm. Całą trasę kablową zabezpieczyć folią z PCV koloru niebieskiego (0.4kV). Odległość folii od kabla powinna wynosić 25cm. Na całej trasie projektowane kable zaopatrzyć w trwałe oznaczniki rozmieszczone w odstępach, co 10m oraz przy mufach i miejscach charakterystycznych np. skrzyżowaniach, wejściach kabla do budynku, wejścia kabla do studni kablowej itp. Oznaczniki powinny zawierać następujące dane:

- Numer kabla,
- Typ i przekrój kabla,
- Trasa kabla (skąd-dokąd),
- Znak użytkownika.

Miejsca zbliżeń i skrzyżowań kabli z innymi urządzeniami podziemnymi, przejścia pod drogami oraz wprowadzenia kabli do budynków wykonać w rurach ochronnych typu SRS lub DVK.

Linie kablowe i badania końcowe wykonać zgodnie z normą N SEP-E-004. Wszystkie przejścia kabli wchodzących do budynków należy uszczelnić wodo, pyło i gazoszczelnie wykorzystując uszczelnienia systemowe. Przejście pod istniejącą infrastrukturą wykonać za pomocą przewiertu lub przecisku pneumatycznego.

## 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 wewnątrz 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.

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 375 Wp	48	szt.
2.	Hybrydowy inwerter 20 kW	1	szt.
3.	Wysokonapięciowa bateria magazynująca o pojemności 10 kWh	1	szt.
4.	Podstawa + jednostka sterująca baterii magazynującej	1	kpl.
5.	Metalowa obudowa na magazyn energii	1	kpl.
6.	Rozdzielnica modułowa natynkowa 2x12 IP65	1	szt.
7.	Rozdzielnica modułowa natynkowa 1x18 IP65	1	szt.
8.	Rozłącznik z wkładką bezpiecznikową $I_N = 32 \text{ A}$ $U_N = 1000\text{V DC 2P}$	5	szt.
9.	Wkładka bezpiecznikowa gPV 16A	8	szt.
10.	Wyłącznik nadprądowy gPV 25A	2	szt.
11.	Wyłącznik nadprądowy B40A 3P	2	szt.
12.	Wyłącznik różnicowoprądowy $I\Delta = 30\text{mA}$	1	szt.
13.	Ogranicznik przepięć typ T1+T2 $U/CPV = 1000\text{V}$ 3P	4	szt.
14.	Ogranicznik przepięć typ T1+T2 4P	1	szt.
15.	Trójfazowy licznik energii na potrzeby systemu magazynowania energii	1	szt.
16.	Przewód solarny $1 \times 6\text{mm}^2$	200	m
17.	Przewód YKYżo $5 \times 10\text{mm}^2$	15	m
18.	Kabel do magistral szeregowych RS485	15	m
19.	Systemowa konstrukcja wsporcza na dach płaski typu wschód-zachód kotwiona mechanicznie	1	kpl.
20.	Systemowa, wolnostojąca dwurzędowa konstrukcja montażowa na grunt	1	kpl.

### III. INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA

Do projektu wykonawczego „Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 18,00 kW wraz z magazynem energii na potrzeby budynku przy ul. Janasa 13A w Rudzie Śląskiej”

Adres inwestycji: ul. Janasa 13A, 41-700 Ruda Śląska

Dz. nr ewid.: 1619/8

Obręb nr ewid.: 0001\_AR\_8 Ruda

Inwestor: Miejskie Przedsiębiorstwo Gospodarki Mieszkaniowej

Towarzystwo Budownictwa Społecznego Sp. z o. o.

ul. 1 Maja 218, 41-710 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 1619/8 położonej w Rudzie Śląskiej znajduje się istniejący budynek pełniący funkcję budynku technicznego.

#### 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**