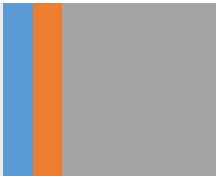


**ENERGO - TERM**

Ul. Żeromskiego 39  
18-200 Wysokie Mazowieckie



**DOKUMENTACJA WYKONAWCZA  
MIKROINSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ PV  
O MOCY 28,80 kWp  
i magazynem energii elektrycznej 30kWh**

**Instalacja na gruncie**

INWESTOR:	<i>Przedsiębiorstwo Robót Komunalnych FARE ul. Podlaska 1 18-230 Ciechanowiec</i>	
JEDNOSTKA PROJEKTOWA:	<i>ENERGO-TERM Ul. Żeromskiego 39 18-200 Wysokie Mazowieckie</i>	
ZAKRES OPRACOWANIA:	<i><b>Dokumentacja mikroinstalacji fotowoltaicznej PV z magazynem energii</b></i>	
LOKALIZACJA INWESTYCJI:	<i><b>PRK FARE</b> Projekt nr: <b>PVFARE</b> Adres: <b>18-230 Ciechanowiec</b> Ulica: <b>Podlaska 1</b> działka nr: <b>3055/2</b></i>	
OPRACOWAŁ:	Imię Nazwisko:	Podpis:
	<i>Radosław Ostrowski</i>	
	Współpraca:	
DATA OPRACOWANIA:	<i>Grudzień 2024 r.</i>	



## Spis treści

1. Część ogólna.....	4
1.1. Przedmiot opracowania .....	4
1.2. Podstawa opracowania .....	4
1.3. Zakres opracowania .....	4
1.4. Podstawa prawna oraz przepisy i normy .....	4
2. Część techniczna.....	6
2.1. Charakterystyka ogólna instalacji fotowoltaicznej .....	6
2.2. Wymagane ogólne parametry instalacji fotowoltaicznych: .....	6
2.3. Wymagania głównych elementów instalacji PV przyjęte do projektu .....	7
2.4. Dane obiektu .....	8
2.5. Parametry projektowanej mikroinstalacji PV .....	9
2.6. Montaż paneli PV i konstrukcja wsporcza .....	10
2.7. Montaż falownika (inwertera) .....	12
2.8. Strona DC instalacji fotowoltaicznej .....	13
2.9. Strona AC instalacji PV .....	13
2.10. Uziemienie i połączenie wyrównawcze instalacji fotowoltaicznej .....	13
2.11. Ochrona przeciwporażeniowa instalacji fotowoltaicznej .....	13
2.12. Ochrona przeciwprzepięciowa i odgromowa instalacji fotowoltaicznej .....	14
2.13. Zespół zabezpieczeń falownika .....	14
2.14. Ochrona zwarciova.....	14
2.15. Ochrona przeciwpożarowa .....	14
2.16. Magazyny energii – systemy akumulatorowe .....	14
3. Obliczenia.....	16
3.1. Obliczenia znamionowe instalacji fotowoltaicznej.....	16
3.2. Dobór ilości paneli fotowoltaicznych.....	16
3.3. Dobór kabli i zabezpieczeń instalacji fotowoltaicznej .....	17
3.4. Sprawdzenie doboru kabli i zabezpieczeń instalacji fotowoltaicznej.....	20
4. Zestawienie materiałów .....	21
5. Zasady ochrony ppoż.....	23
6. Zasady BHP i konserwacji instalacji .....	26
6.1. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia - Informacja .....	29
7. Postanowienia końcowe.....	31
8. Załączniki.....	32

## 1. Część ogólna

### 1.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt mikroinstalacji fotowoltaicznej do produkcji energii elektrycznej pochodzącej ze źródeł odnawialnych na potrzeby budynku **PRK FARE** zlokalizowanego:

adres: **18-230 Ciechanowiec**  
ulica: **Podlaska 1**  
działka nr: **3055/2**

Moc instalacji fotowoltaicznej: **28,80 kWp**

**Instalacja zlokalizowana na gruncie na terenie działki 3055/2.**

Inwestycja nie wpływa negatywnie na środowisko naturalne i zdrowie ludzi a strefa jej oddziaływania mieści się w całości na działce, na której została zaprojektowana.

### 1.2. Podstawa opracowania

Podstawą niniejszego opracowania w części formalnej są:

- umowa zawarta pomiędzy Wykonawcą dokumentacji a Inwestorem
- wytyczne i specyfikacje materiałowe przyjęte jako przykładowe
- wizja lokalna i uzgodnienia z Inwestorem

### 1.3. Zakres opracowania

W zakres opracowania wchodzi sporządzenie:

- projektu wykonawczego mikroinstalacji fotowoltaicznej, obejmującego m.in. dobór modułów, falownika, połączeń kablowych, zabezpieczeń i pozostałych elementów wchodzących w skład kompletnej instalacji PV.
- symulację przewidywanej produkcji energii elektrycznej i ewentualnego zacienienia
- przedmiaru robót z wykazem materiałów

### 1.4. Podstawa prawna oraz przepisy i normy

Projekt mikroinstalacji fotowoltaicznej został opracowany na podstawie regulacji prawnych i technicznych:

- Ustawa z dnia 20 lutego 2015r. o odnawialnych źródłach energii (t.j.Dz.U.2022 poz.1378 z dnia 23.06.2022r. z późn.zm.),*
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997r. Prawo energetyczne z późniejszymi zmianami (t.j.Dz.U.2022 poz.1385 z dnia 19.05.2022 z późn.zm.),*
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane (t.j.Dz.U.2021 poz.2351 z dnia 02.12.2021r.),*
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (t.j.Dz.U.2022 poz.1225 z późn.zm.),*
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 11 września 2020r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U.2020 poz.1609 z późniejszymi zmianami),*

- f) *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz.U.2003 Nr47 poz.401 z późn.zm.),*
- g) *Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U.2023 poz.822 z późn.zm.),*
- h) Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej odpowiednia dla przypisanego względem lokalizacji (adresu montażu mikroinstalacji PV) Operatora Systemu Dystrybucyjnego.
- i) Normy, przepisy i dokumenty techniczne
  - a. PN-HD 60364-7-712:2016-05 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.
  - b. PN-EN 62446-1:2016-08 Systemy fotowoltaiczne (PV). Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania -- Część 1: Systemy podłączone do sieci - Dokumentacja, odbiory i nadzór.
  - c. PN-EN IEC 62446-2:2020-12 Systemy fotowoltaiczne (PV). Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania -- Część 2: Systemy podłączone do sieci -- Konserwacja systemów PV
  - d. PN-EN 61215:2021-11E Moduły fotowoltaiczne (PV) do zastosowań naziemnych - Kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu. (j.ang.)
  - e. PN-EN 61730-1:2018-06 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) -- Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji.
  - f. PN-EN 62108:2017-02E Moduły fotowoltaiczne oraz systemy z koncentratorami światła (CPV) - Kwalifikacja konstrukcji i zatwierdzenie typu. (j.ang.)
  - g. PN-EN 62124:2005 Systemy fotowoltaiczne (PV) wolnostojące - Weryfikacja projektu. (j.ang.)
  - h. PN-EN 61000-1-2:2016-11 Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) -- Część 1-2: Postanowienia ogólne
  - i. PN-EN 62509:2011 Urządzenia kontrolujące proces ładowania akumulatorów w systemach fotowoltaicznych -- Parametry i działanie
  - j. PN-EN IEC 62093:2022-10 Przekształtniki mocy dla systemów fotowoltaicznych -- Badania kwalifikacyjne projektu
  - k. PN-EN IEC 62485-2:2018-09 Wymagania dotyczące bezpieczeństwa baterii wtórnych i instalacji baterii -- Część 2: Baterie stacjonarne
  - l. PN-EN IEC 60904-1:2021-06 Elementy fotowoltaiczne -- Część 1: Pomiar charakterystyk prądowo-napięciowych elementów fotowoltaicznych
  - m. PN-EN IEC 61724-1:2022-04E -- Wydajność systemu fotowoltaicznego -- Część 1: Monitorowanie
  - n. PN-EN 50539-11:2013-06 Niskonapięciowe urządzenia ograniczające przepięcia -- Urządzenia ograniczające przepięcia do zastosowań specjalnych z włączeniem napięcia stałego. Część 11: Wymagania i badania dla SPD w zastosowaniach fotowoltaicznych.
  - o. PN-EN 62305-1 Ochrona odgromowa. Zasady ogólne,
  - p. PN-EN 62305-2 Ochrona odgromowa. Zarządzanie ryzykiem,
  - q. PN-EN 62305-3 Ochrona odgromowa. Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia,
  - r. Karty katalogowe urządzeń certyfikowane przez akredytowane jednostki badawcze
  - s. PN-EN 61173:2002 Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej - Przewodnik. - wycofana

*Użycie nazw własnych materiałów budowlanych i elektroinstalacyjnych ma za zadanie wyznaczenie standardów jakości komponentów instalacji. Wszelkie zapisy powołujące się na wyroby konkretnych producentów należy rozumieć jako materiał „taki lub równoważny”.*

## 2. Część techniczna

### 2.1. Charakterystyka ogólna instalacji fotowoltaicznej

Instalacja fotowoltaiczna składa się z generatora zbudowanego z paneli fotowoltaicznych podłączonego do inwertera przekształcającego wyprodukowaną energię w zmienny prąd elektryczny oraz systemu zabezpieczeń. Instalacja PV pracuje wyspowo – bez zasilania z sieci OSD w określonej konfiguracji z blokadą wypływu do sieci na urządzenia pomp i magazynu energii.

Panele fotowoltaiczne to urządzenia zamieniające bezpośrednio energie promieniowania słonecznego na energię elektryczną w postaci prądu stałego DC. Każdy panel fotowoltaiczny zbudowany jest z ogniw fotowoltaicznych łączonych szeregowo i odpowiednio zabezpieczonych.

Mikroinstalację fotowoltaiczną projektuje się zamontować z wykorzystaniem ogólnodostępnej konstrukcji systemowej, dedykowanej dla konkretnej instalacji PV. System montażowy powinien być dobrany do warunków zewnętrznych, charakterystycznych dla konkretnej lokalizacji (rodzaj dachu, typ pokrycia, wytrzymałość na obciążenia, rodzaj podłoża). Każdorazowo powinien być montowany zgodnie z zaleceniami producenta. Konstrukcja pod panele słoneczne musi być wykonana z materiałów odpornych na szkodliwe działanie czynników zewnętrznych (atmosferycznych), m.in. na korozję.

Moduły PV należy połączyć ze sobą w odpowiednio dobrane łańcuchy (stringi), które będą tworzyć generator słoneczny. Zostanie on podłączony do dobrego falownika trójfazowego, o mocy znamionowej dobranej do mocy zainstalowanej generatora PV.

Instalacja fotowoltaiczna zostanie podłączona do rozdzielni niskiego napięcia znajdującej się na obiekcie dedykowanej dla urządzeń zasilanych wyspowo, nie ingerując w pozostałą wewnętrzną instalację elektryczną obiektu. Instalacja fotowoltaiczna ma być odrębną częścią wewnętrznej instalacji elektrycznej obiektu.

**Instalacja będzie współpracować z magazynem energii elektrycznej w celu zwiększenia autokonsumpcji z systemu fotowoltaicznego oraz umożliwić sterowanie zużyciem energii elektrycznej na potrzeby urządzeń pracujących wyspowo.**

### 2.2. Wymagane ogólne parametry instalacji fotowoltaicznych:

MINIMALNE PARAMETRY MODUŁÓW PV

Dane elektryczne w standardowych warunkach testowych STC	
Minimalna moc znamionowa $P_{MPP}$	min. 450 Wp
Typ modułu	mono
Maks. napięcie w układzie	1500 VDC
Współczynnik wypełnienia FF (Fill Factor)	$\geq 0,77$
Współczynniki temperaturowe	
Współczynnik temperaturowy $I_{sc}$	$\alpha(I_{sc}) \leq +0,06 \text{ \%}/K$
Współczynnik temperaturowy $U_{oc}$	$\beta(U_{oc}) \geq -0,3 \text{ \%}/K$
Współczynnik temperaturowy $P_{MPP}$	$\gamma(P_{MPP}) \geq -0,39 \text{ \%}/K$
Temperatura ogniwa w warunkach NOCT	$\leq 48^{\circ}C$
Dane podstawowe modułu	
Dodatnia tolerancja mocy	0 - +5Wp
Odporność na degradację indukowanym napięciem	PID
Odporność na krótkotrwałą degradację LID	do 3% w 1 roku
Spadek wydajności po 10 latach/20 latach	do 10%/ do 20%
Materiał ogniwa	Krzem monokrystaliczny
Materiał ramy	Stop aluminium anodowany
Obciążenie modułu, nacisk / wrywanie	$\geq 5400 \text{ Pa} / 2400 \text{ Pa}$

## PARAMETRY FALOWNIKA (INWERTERA)

Typ falownika	Wyspowy/hybrydowy
Napięcie wyjście	3-faz. 400/230 V
Częstotliwość	50 Hz
Ilość faz	3
Zakres temperatur	od -25°C do +60 °C
Stopień ochrony IP	≥ 65
Instalacja	wewnątrz / na zewnątrz
ETHERNET	Tak
Możliwość komunikacji WIFI	Tak
Protokół komunikacyjny RS 485	Tak
Możliwość zdalnego monitorowania inwertera	Tak
Rejestrator danych (z licznikiem wyprodukowanej energii)	Tak
Zintegrowane zabezpieczenie przeciwko pracy wyspowej	Tak
Pomiar izolacji po stronie DC	Tak
Możliwość wgrania nowej wersji oprogramowania	Tak
Zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją DC i wbudowany rozłącznik DC	Tak
Europejski współczynnik sprawności	≥ 97.2%
Liczba MPP trackerów	≥1

### 2.3. Wymagania głównych elementów instalacji PV przyjęte do projektu

*Użycie nazw własnych materiałów budowlanych i elektroinstalacyjnych ma za zadanie wyznaczenie standardów jakości komponentów instalacji. Wszelkie zapisy powołujące się na wyroby konkretnych producentów należy rozumieć jako materiał „taki lub równoważny”.*

- Parametry modułów fotowoltaicznych spełniające wymagania ogólne:

Parametr		Wartość
Moc nominalna modułu	$P_{max}$	450 Wp
Typ modułu	-	Monokrystaliczny
Maksymalne napięcie pracy	$V_{DC}$	1500 V <sub>DC</sub>
Szerokość modułu	-	1038 mm (+/-2 mm)
Wysokość modułu	-	2094 mm (+/-2 mm)
Waga	-	23 kg
Odporność na obciążenia, nacisk	-	5400 Pa
Sprawność modułu	$\eta$	20,70 %
Współczynniki temperaturowe	$P_{max}$	Max. -0,35 %/°C
	$V_{oc}$	Max. -0,284 %/°C
	$I_{sc}$	Max. 0,05 %/°C
Liniowa gwarancja mocy	-	30 lat
Zgodność z normami, z dyrektywami	-	PN-EN 61215:2016 2014/35/EU PN-EN 61730:2018 IEC 62804 PID

Ponadto do celów projektowych założono parametry modułów:

Parametr		Wartość
Napięcie nominalne modułu	$V_{mp}$	41,40 V
Napięcie przy otwartym obwodzie	$V_{oc}$	49,60 V
Prąd nominalny modułu	$I_{mp}$	10,87 A
Prąd zwarcia	$I_{sc}$	11,58 A

- Wymagania stawiane falownikowi:
  - Moc wyjściowa falownika powinna być zbliżona do łącznej mocy znamionowej modułów fotowoltaicznych (odchylenie mocy falownika w stosunku do łącznej mocy zamontowanych modułów fotowoltaicznych należy przyjmować wg zaleceń producenta urządzenia),
  - Falownik hybrydowy do współpracy z magazynem energii i umożliwiający różne układy i scenariusze współpracy z magazynem energii
  - falowniki trójfazowe lub jednofazowe dla mocy <3,68 kWp, beztransformatorowe,
  - połączenie z Internetem przez Ethernet lub Wi-Fi,
  - gwarancja min. 5 lat,
  - wyposażony w ekran graficzny lub sygnalizację diodową,

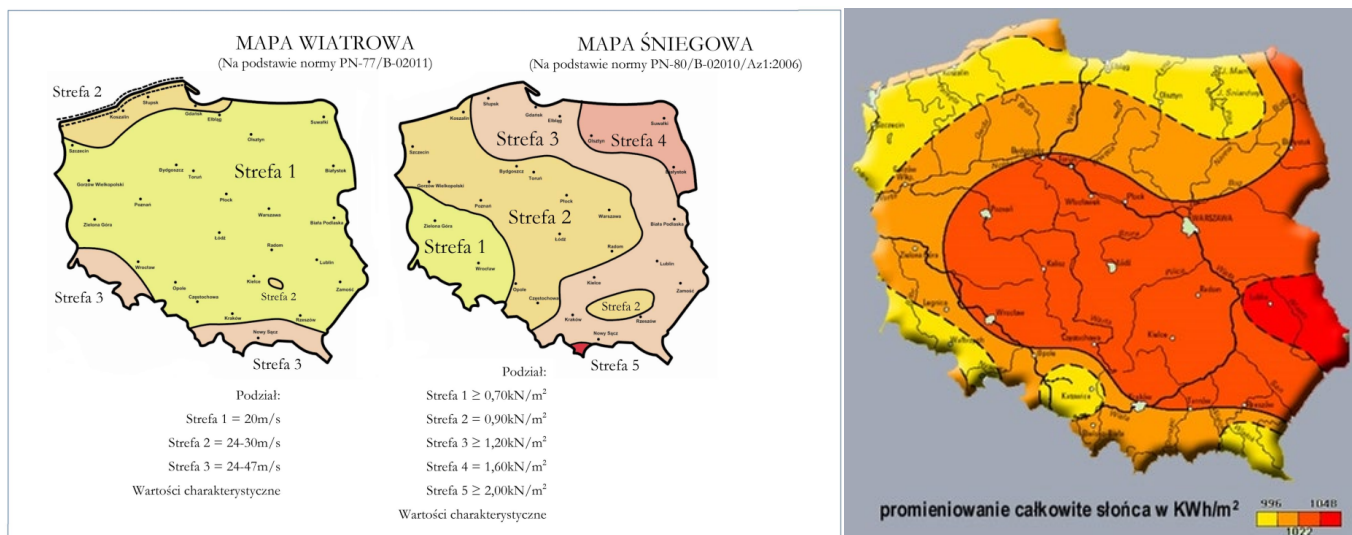
Parametr		Falownik
Moc znamionowa AC falownika	$P_{acz}$	25kW
Typ falownika		hybrydowy
Ilość faz falownika 3f/1f	-	3 trójfazowy
Maksymalna moc generatora DC	$P_{dmax}$	32,5 kWp
Napięcie rozpoczęcia pracy	$U_{start}$	180 V
Użyteczny zakres napięć MPP	$U_{mpp}$	150 – 850 V
Zakres napięć wejściowych	$U_{dmin} - U_{dmax}$	150 – 1000 V
Zakres temperatur otoczenia	-	od -25 do +60 °C
Stopień ochrony	-	≥ IP 65
Zakres wilgotności powietrza	-	0 – 100 %
Zgodność z dyrektywami	-	2014/30/UE EMC
	-	2014/35/UE LVD
	-	NC RfG 2016/631
Zgodność z normami	-	PN-EN 50438:2014 PN-EN 62116:2014 PN-EN 62109:2011

## 2.4. Dane obiektu

### *Miejsce instalacji*

Adres	18-230 Ciechanowiec
Ulica	Podlaska 1
Nr działki	3055/2
Strefa wiatrowa	1
Strefa śniegowa	3
Suma roczna globalnego natężenia promieniowania słonecznego w płaszczyźnie poziomej	1106,9 kWh/m <sup>2</sup>
Wartość natężenia promieniowania słonecznego	wg. danych Photovoltaic Geographical Information System





### Parametry zasilania

Operator sieci	bez podłączenia do OSD
Rodzaj zasilania	3-fazowe
Napięcie nominalne	Unf = 400 V, 3 x Uf=230 V
Moc przyłączeniowa	>50 kW



## 2.5. Parametry projektowanej mikroinstalacji PV

Instalacja fotowoltaiczna o mocy docelowej **28,80 kWp** zostanie wykonana na gruncie w obrębie działki lokalizacji inwestycji. Jako źródło energii odnawialnej zastosowane zostaną moduły fotowoltaiczne monokrystaliczne o mocy **450 Wp/moduł**. Ilość instalowanych modułów wynosi **64 szt.**

Parametry mikroinstalacji PV		Wartość
Moc nominalna instalacji PV	kWp	28,80
Moc nominalna paneli PV	Wp	450
Ilość paneli PV	szt	64
Moc nominalna AC inwertera	kW	25



## 2.6. Montaż paneli PV i konstrukcja wsporcza

Zaprojektowane moduły fotowoltaiczne zostały wykonane w technologii monokrystalicznej. Moc pojedynczego modułu wynosi **450 Wp**. Projektuje się montaż **64 szt** paneli w układzie:

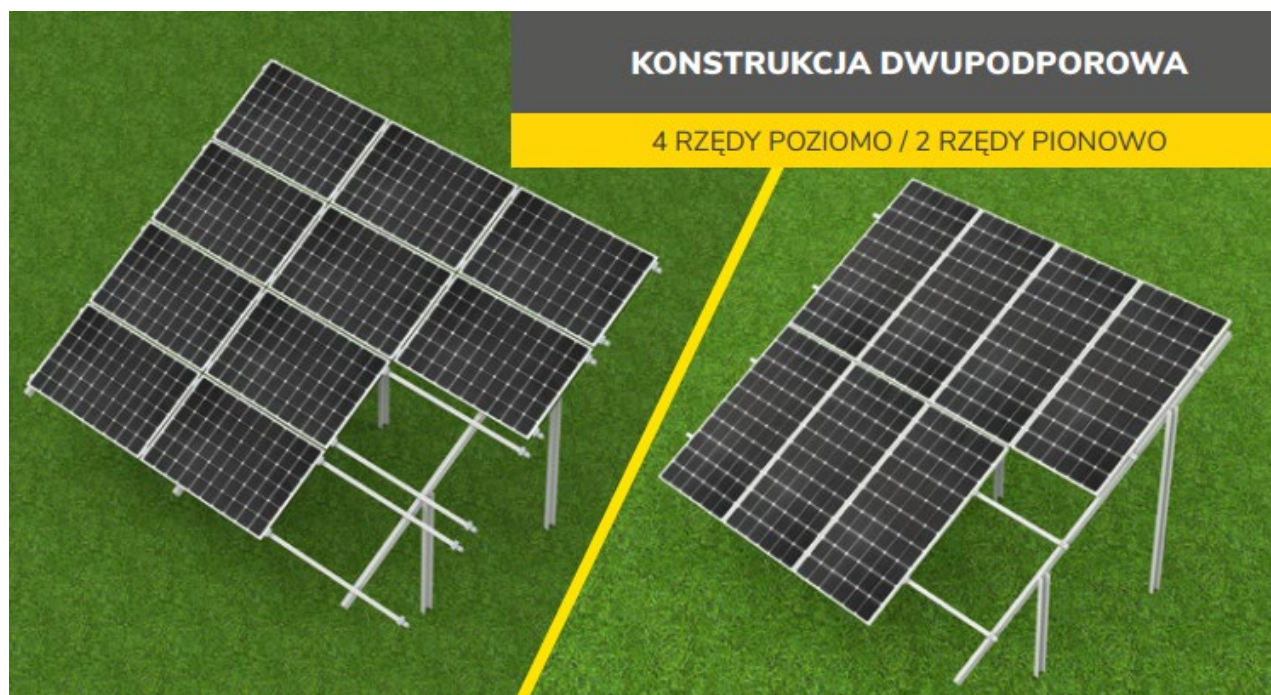
Falownik 25kW: MPP1: 2x16, MPP2: 2x16





**Generator** projektuje się na konstrukcji wolnostojącej gruntowej dwupodporowej.

Zaprojektowano układ paneli pionowy – dwa rzędy, możliwy jest układ poziomy – czterorzędowy. Wysokość dolnego rzędu od ziemi 30-50 cm. Kąt nachylenia ok 25 stopni. Konstrukcja wsporcza wbijana lub wwiercana. W przypadku słabej jakości gruntu – słaba stabilność, dopuszcza się zalewanie stóp betonowych.



Podczas pracy na modułach fotowoltaicznych, na które pada promieniowanie słoneczne instalator pracuje na generujących napięcie urządzeniach. Gdy tylko światło pada na moduł fotowoltaiczny, na wtyczkach kabli modułu i/lub podłączonego obwodu zawierającego kilkanaście modułów można spodziewać się pełnego napięcia. Im więcej modułów jest połączonych szeregowo, tym wyższe napięcie występuje na wtyczkach obwodu. Suma napięć modułów połączonych w szeregu (patrz specyfikacja techniczna modułu) jest równa całkowitemu napięciu obwodu. Maksymalne dopuszczalne napięcie generatora fotowoltaicznego nie może przekraczać maksymalnego dopuszczalnego napięcia inwertera (do 1000V DC).

Moduły fotowoltaiczne powinny zostać zamontowane na systemie montażowym, zachowującym równoległości oraz prostopadłości pomiędzy profilami i uchwyty w nim zastosowanymi:

- wszystkie profile konstrukcji powinny być ze sobą metaliczne połączone, za pomocą łączników/płaskowników lub przewodem LgY min.16mm<sup>2</sup>,
- należy uwzględnić możliwość wydłużenia się profili metalowych przy wysokich temperaturach, w tym celu należy pozostawić odstęp między dwoma profilami, odpowiedni dla rozszerzalności cieplnej materiału, z jakiego został wykonany,
- odstępy między modułami wyznaczają zaciski mocujące (klemy); dodatkowo z każdej strony rzędu modułów profil, do którego są one mocowane, powinien być dłuższy o min. 2,5cm od posadowienia klemy końcowej,
- profile nośne konstrukcji montażowej należy umieścić w odległości między 1/4 a 1/8 długości dłuższego boku modułu,

- zaciski mocujące (klemy) należy montować na dłuższej krawędzi modułu,
- zaciski mocujące (klemy) oraz poszczególne elementy konstrukcji należy dokręcać z siłą, nie powodującą widocznych uszkodzeń, kluczem dynamometrycznym z siłą zgodną ze specyfikacją producenta,
- połączenie szeregowo lub równoległe paneli odpowiednio zwiększa napięcie lub natężenie.

Konstrukcja wsporcza paneli musi być dostosowana do montażu modułów bifacialnych aby zapewnić możliwość wykorzystywania energii odbitej od podłoża. Dodatkowo Wykonawca zagospodaruje podłoże pod konstrukcją tak aby zwiększyć albedo odbicia od gruntu – w uzgodnieniu z Zamawiającym.

**Moduły PV wytwarzają prąd stały. Bezpośredni kontakt z częściami czynnymi modułu, takimi jak np. złącza konektorów na zakończeniach przewodów, może spowodować porażenie!**

**Ryzyko porażenia występuje zawsze, niezależnie od ilości modułów ze sobą połączonych.**

## 2.7. Montaż falownika (inwertera)

Projektuje się **falownik wyspowy/hybrydowy** o mocy nominalnej AC **25 kW**. Falownik został zaprojektowany do pracy wyspowej systemu fotowoltaicznego, bez połączenia z siecią zewnętrzną (off-grid) i jest przystosowany do pracy samodzielnej (wyspowej), bez sieci zewnętrznej operatora. Jako falownik wyspowy/hybrydowy ma możliwość ładowania i rozładowywania magazynu energii oraz zasilania wybranych odbiorów odłączonych od sieci. Po uruchomieniu próbnym mikroinstalacji należy wykonać połączenie inwertera z siecią internetową oraz zarejestrować go na portalu służącym do monitorowania pracy mikroinstalacji.

**Doprowadzenie sieci internetowej leży po stronie Użytkownika mikroinstalacji PV.**

Falowniki zabudować w budynku, na którym projektowana jest instalacja fotowoltaiczna w pomieszczeniach uzgodnionych z administracją obiektu – pomieszczenie techniczne. Magazyn energii zlokalizować blisko falownika. Pomieszczenie musi mieć dobrą wentylację z utrzymywaną temperaturą w zakresie 8-25 stopni.

### **Zalecenia dla montażu:**

- Pomieszczenie:
  - możliwie suche, dobrze klimatyzowane, ciepło odpadowe musi być odprowadzane z falownika,
  - niezakłócona cyrkulacja powietrza,
  - podczas montażu w szafie rozdzielczej zapewnić wystarczające odprowadzenie ciepła przez wentylację wymuszoną,
  - jeżeli falownik jest narażony na działanie agresywnych gazów, należy go montować w sposób zapewniający stałą widoczność,
  - dobry dostęp od przodu i z boków bez dodatkowych pomocy,
  - w przypadku eksploatacji na zewnątrz pomieszczeń zapewnić ochronę przed negatywnymi skutkami warunków atmosferycznych takimi jak słońce, deszcze, śnieg.
- Ściana lub konstrukcja montażowa:
  - dostatecznej nośności,
  - dostępna do prac montażowych i konserwacyjnych,
  - z materiału trudno palnego,
  - należy przestrzegać minimalnych odstępów montażowych.

## 2.8. Strona DC instalacji fotowoltaicznej

Połączenia poszczególnych grup modułów do falownika zostaną zrealizowane za pomocą kabli dedykowanych dla instalacji stałoprądowych fotowoltaicznych typu PV1-F o przekroju żył roboczych min 4 mm<sup>2</sup> oraz 10 mm<sup>2</sup> ze względu na odległość do falownika. Kable łączące poszczególne moduły fotowoltaiczne będą mocowane do konstrukcji wsporczej samych modułów fotowoltaicznych. Kable pomiędzy łączeniami modułów PV a falownikiem prowadzić na trasach kablowych osłoniętych za pomocą rur osłonowych lub korytek kablowych, przy czym rury osłonowe lub korytka kablowe muszą być przystosowane do pracy w warunkach zewnętrznych i być odporne na promieniowanie UV.

Aby uniknąć pętli, przewody (+ i -) należy układać razem. Przekroje przewodów należy dobierać tak, aby ograniczyć spadek napięcia poniżej 1%.

Trasy kabli DC prowadzić w rurach osłonowych w wykopie na głębokości 60-80cm. Trasę kabli oznaczyć folią i przysypać.

## 2.9. Strona AC instalacji PV

Za falownikiem 25kW w rozdzielnicy RAC zamontować wyłącznik nadprądowy **S303 B 63A**. Rozdzielnica dobrana odpowiednio do napięcia AC min 400 V. W przypadku montażu rozdzielnic na zewnątrz budynku stopień ochrony rozdzielnic min IP65. Połączenie pomiędzy falownikiem a rozdzielnicą wykonać za pomocą przewodu odpowiednio YDY/OWY **5x16mm<sup>2</sup>**. Przekroje przewodów należy dobierać tak, aby ograniczyć spadek napięcia poniżej 1%.

W pomieszczeniach kable zostaną rozprowadzone za pomocą korytek kablowych lub rurek instalacyjnych.

## 2.10. Uziemienie i połączenie wyrównawcze instalacji fotowoltaicznej

W celu wyrównania potencjałów ram i konstrukcji mikroinstalacji PV należy wykonać połączenia wyrównawcze. Na konstrukcji wsporczej, gdzie zlokalizowane będą rozdzielnice: DC i AC zabudować Główną Szynę Wyrównawczą (GSW) jako typową, prefabrykowaną z zaciskami śrubowymi instalowaną na wysokości 0,5m od ziemi. Dokonać połączenia konstrukcji metalowych modułów fotowoltaicznych przewodem LgY min.16 mm<sup>2</sup> Cu. Uziemić GSW zapewniając wymaganą wartość rezystancji. Przewody te należy prowadzić równolegle i jak najbliżej przewodów instalacji AC i DC. Wartość rezystancji uziemienia nie powinna być większa niż 10Ω. W przypadku, jeśli istniejące uziemienie ma wyższą wartość należy wykonać osobne uziemienie szpilkowe. Szpilki połączyć z bednarką ocynkowaną 25x3, którą należy wyprowadzić na ścianę i zamontować złącze kontrolne.

## 2.11. Ochrona przeciwporażeniowa instalacji fotowoltaicznej

Urządzenia PV strony DC należy traktować, jako urządzenia pod napięciem.

Projektowany falownik uniemożliwia przepływ prądu zwarcia DC do instalacji elektrycznej, dlatego też dodatkowy wyłącznik różnicowoprądowy typu B po stronie instalacji AC w tym przypadku nie jest wymagany niemniej, aby wyeliminować prądy upływu projektuje się zabezpieczenie różnicowo-prądowe typu A 100mA. Wyłącznik różnicowo-prądowy należy dostosować do wymagań producenta falownika.

Zgodnie z normą PN-HD 60364 należy zastosować następujące środki ochrony:

- Ochrona podstawowa – izolacje przewodów, obudowy ochronne urządzeń i aparatów elektrycznych chroniące przed dotykem bezpośrednim.

- Ochrona podstawowa – obudowy w II klasie ochrony dla rozdzielnic DC
- Ochrona przed dotykiem bezpośrednim

## 2.12. Ochrona przeciwprzepięciowa i odgromowa instalacji fotowoltaicznej

Opracowanie nie ma w zakresie projektu instalacji odgromowej. Instalacja fotowoltaiczna nie zwiększa zagrożenia odgromowego a do określenia konieczności zastosowania instalacji odgromowej dla całości obiektu konieczna jest analiza ryzyka – poza opracowaniem. Jednak w celu zwiększenia zabezpieczenia instalacji PV należy dostosować istniejącą instalację odgromową do zabezpieczenia montowanej instalacji PV poprzez wykonanie połączeń wyrównawczych oraz dostawienie masztów lub sztyc na konstrukcji montażowej w celu zwiększenia stref ochronnych, aby obejmowały konstrukcję wsporczą PV.

Ochronę przed wyindukowanymi przepięciami spowodowanymi wyładowaniami atmosferycznymi zaprojektowano stosując ograniczniki przepięć klasy T1+T2 z iskiernikiem. Są to ograniczniki przepięć dedykowane do instalacji fotowoltaicznych. Należy zabudować ogranicznik przepięć klasy T1+T2 na trasie przewodów DC w rozdzielnicy RDC w pobliżu falownika oraz w przypadku gdy odległość do paneli przekracza 10m komplet ograniczników przy polu paneli generatora. Do uziemienia ograniczników przepięć należy stosować przewód miedziany o przekroju min. 16mm<sup>2</sup>.

## 2.13. Zespół zabezpieczeń falownika

Falownik powinien posiadać zabudowany w sobie zespół zabezpieczeń, które można odpowiednio nastawić w zależności od wymagań operatora sieci. Falownik powinien również posiadać zabudowane w sobie zabezpieczenia przed pracą wyspową dla instalacji fotowoltaicznej. Jeżeli falownik nie posiada rozłącznika po stronie DC, należy go zamontować.

## 2.14. Ochrona zwarciorowa

W przypadku układu instalacji fotowoltaicznej na więcej niż dwa stringi ochronę zwarciorową po stronie DC zaprojektowano dedykowanym rozłącznikiem bezpiecznikowym z wkładkami bezpiecznikowymi cylindrycznymi 10x38 mm zainstalowanych na obydwu biegunach każdego ze stringów. Dobierając bezpieczniki do instalacji fotowoltaicznej po stronie DC należy zwrócić uwagę, aby posiadały one charakterystykę gPV. Parametry wkładek bezpiecznikowych należy dostosować do parametrów układu modułów fotowoltaicznych. Po stronie AC ochronę zwarciorową zaprojektowano poprzez wyłącznik nadprądowy AC.

## 2.15. Ochrona przeciwpożarowa

Po konsultacjach z rzeczoznawcą do spraw przeciwpożarowych dla instalacji fotowoltaicznej powyżej 6,5kW zamontowanych na konstrukcjach gruntowych nie jest wymagane dodatkowe odłączenie pożarowe. Napięcie stałoprądowe doprowadzane jest tylko do rozdzielnicy DC na konstrukcji wsporczej.

## 2.16. Magazyny energii – systemy akumulatorowe

Dla instalacji fotowoltaicznej projektuje się system akumulatorowy dedykowany do danego falownika wyspowego/hybrydowego. Projektuje się magazyn energii o pojemności odpowiednio ok 30 kWh i mocy zgodnie z danymi modułu zasilania baterii falownika.

Aby zapewnić bezpieczną pracę i zgodność, wymagane jest oddzielne zabezpieczenie nadprądowe DC lub urządzenie odłączające między baterią a falownikiem. W niektórych zastosowaniach urządzenia



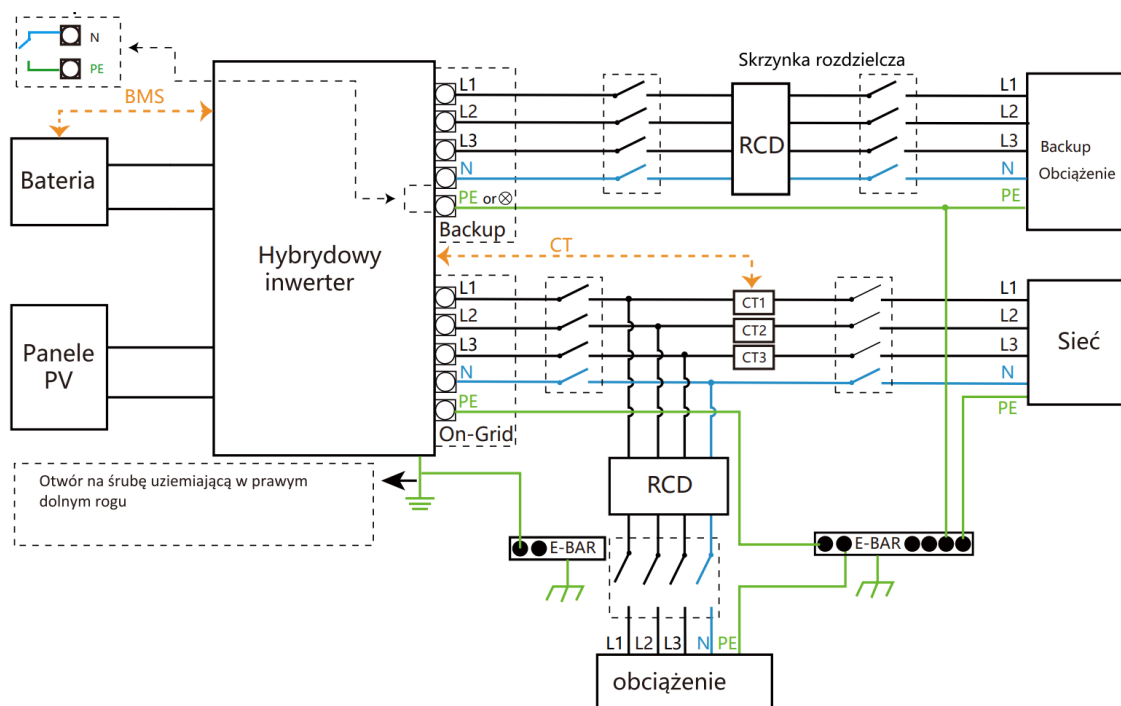
przełączające mogą nie być wymagane, ale wymagane są zabezpieczenia nadprądowe. Do kontroli stanu baterii zamontować czujnika temperatury. Podłączenie należy wykonać zgodnie z wytycznymi producenta.

Układ BMS kontroluje pracę i stan baterii.

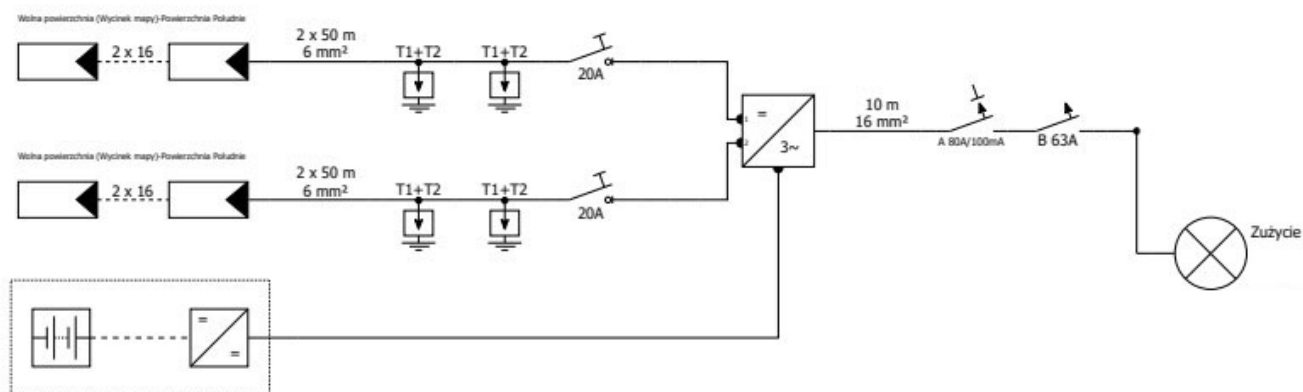
BMS, czyli System Zarządzania Baterią, to kluczowy element zaprojektowany do nadzorowania i kontrolowania akumulatorów ogniowych. Jego główne zadania obejmują monitorowanie stanu poszczególnych ogniw w baterii, równoważenie ładowania między ogniwami, zabezpieczanie przed przegrzewaniem, przeciążeniem, nadmiernym rozładowaniem, zarządzanie temperaturą oraz dostarczanie precyzyjnych informacji na temat naładowania baterii i ogólnego stanu jej zdrowia.

**Należy zapewnić dobrą wentylację pomieszczenia falowników i systemów akumulatorowych.**

Przykładowy schemat podłączenia instalacji i systemu akumulatorowego dla falownika hybrydowego – w przypadku instalacji wyspowej brak połączenia z siecią OSD oraz odbiory tylko na dedykowane urządzenia do pracy wyspowej.



Uproszczony schemat instalacji:



### 3. Obliczenia

#### 3.1. Obliczenia znamionowe instalacji fotowoltaicznej

Typ instalacji: 3-fazowa

Napięcie zasilania:  $U = 0,4 \text{ kV} = 400 \text{ V}$

Na podstawie wytycznych dobrano 64 szt paneli o mocy 450 Wp.

Sumaryczna moc generatora PV wynosi 28,80 kWp.

Zaprojektowano układ generatora o mocach: 28,80 kWp (64 panele)

Wymagana moc falownika:

$$P_{\text{GEN-PV}} = (0,8 \div 1,2) \cdot P_{\text{MAX-FAL}}$$

$$\frac{P_{\text{GEN-PV}}}{1,2} \leq P_{\text{MAX-FAL}} \leq \frac{P_{\text{GEN-PV}}}{0,8}$$

$$24,00 \text{ kW} \leq P_{\text{MAX-FAL}} \leq 34,00 \text{ kW}$$

**Dobrano falownik 25 kW**

#### 3.2. Dobór ilości paneli fotowoltaicznych

$$L_{\text{max}} = \frac{U_{\text{max.inv}}}{V_{\text{oc}}(-25^{\circ}\text{C})}$$

gdzie:

- $U_{\text{max.inv}}$  – napięcie maksymalne inwertera,
- $I_{\text{mppt.max}}$  – maksymalne natężenie prądu inwertera przypadające na jedno MPPT.
- $U_{\text{mppt.min}}$  – napięcie minimalne dla każdego MPPT inwertera,
- $U_{\text{mppt.max}}$  – napięcie maksymalne dla każdego MPPT inwertera,
- $V_{\text{oc}}(T_m) = V_{\text{oc}} \times \left[ 1 + (T_m - 25) \times \frac{\beta_T}{100} \right]$  – napięcie jałowe panelu fotowoltaicznego w temperaturze  $T_m$ ,
- $V_{\text{oc}}$  – napięcie pojedynczego panelu fotowoltaicznego,
- $\beta_T$  – współczynnik temperaturowy napięciowy panelu fotowoltaicznego.

Maksymalna dopuszczalna ilość paneli fotowoltaicznych w 1 łańcuchu inwertera dla instalacji trójfazowych o wszystkich mocach wynosi 17.

$$L_{\text{min}} = \frac{U_{\text{mppt.min}}}{V_{\text{mpp}}(70^{\circ}\text{C})}$$



Minimalna dopuszczalna ilość paneli fotowoltaicznych w 1 łańcuchu inwertera dla instalacji trójfazowych o wszystkich mocach wynosi 6 szt.

$$L_{obw} = \frac{I_{mppt.max.}}{I_{sc}(70^{\circ}C)}$$

Zgodnie z powyższym całość paneli dzieli:

Falownik 25kW: MPP1: 2x16, MPP2: 2x16

### 3.3. Dobór kabli i zabezpieczeń instalacji fotowoltaicznej

Parametry przyjętych modułów PV			
Dobrano moduł:			
Moc maksymalna	Pmax stc	450	Wp
Prąd zwarcia w STC	Isc stc	11,54	A
Napięcie obw. otwartego STC	Voc stc	50	V
Prąd w MPP dla STC	Imppt stc	10,87	A
Napięcie robocze w MPP dla STC	Vmpp stc	41,4	V
Temp.współ.napięcia (Voc)	Vt%	-0,286	%/C
Temp.współ.prądu (Isc)	It%	0,057	%/C
Temp.współ.mocy (Pmpp)	Pt%	-0,37	%/C
Współczynnik wypełnienia	FF	0,78	

Obliczenia parametrów instalacji PV - układ modułów			
GRANICZNE TEMPERATURY PRACY MODUŁÓW PV:			
Strefa klimatyczna:	SK	IV	strefa
Min.temp.do wyliczenia Voc max:	Tvoc	-22	C
Min.temp.do wyliczenia Vmpp max:	Trmin	-2	C
Mak.temp.do wyliczenia Vmpp min:	Trmax	68	C
OBLICZENIE NAPIĘĆ DLA TEMPERATUR GRANICZNYCH:			

$$V_{oc\ max} = V_{oc\ stc} + (V_{oc\ stc} * (T_{voc} - T_{stc}) * V_{t\%})$$

Napięcie obw. otw. w niskiej Tvoc:	Voc max	56,72	V
------------------------------------	---------	-------	---

$$V_{oc\ min} = V_{oc\ stc} + (V_{oc\ stc} * (T_{rmax} - T_{stc}) * V_{t\%})$$

Napięcie obw.otw. w wysokiej Tvoc:	Voc min	43,85	V
------------------------------------	---------	-------	---

$$V_{mpp\ max} = V_{mpp\ stc} + (V_{oc\ stc} * (T_{rmin} - T_{stc}) * V_{t\%})$$

Napięcie w MPPT w niskiej Trmin:	Vmpp max	45,26	V
----------------------------------	----------	-------	---

$$V_{mpp\ min} = V_{mpp\ stc} + (V_{oc\ stc} * (T_{rmax} - T_{stc}) * V_{t\%})$$

Napięcie w MPPT w wysokiej Trmax:	Vmpp min	35,25	V
-----------------------------------	----------	-------	---

**GRANICZNE WARTOŚCI PRĄDU:**

$$I_{sc\ max} = I_{sc\ stc} * 1,25$$

Maksymalny prąd zwarcia:	Isc max	14,43	A
--------------------------	---------	-------	---

$$I_{mpp\ max} = I_{mpp\ stc} * 1,15$$

Maksymalny prąd roboczy:	I <sub>mpp</sub> max	12,50	A
--------------------------	----------------------	-------	---

**DOBÓR DŁUGOŚCI ŁAŃCUCHÓW MODUŁÓW DO FALOWNIKA:**

$$n_{max} = \frac{U_{max}}{V_{oc\ max}} \text{ lub } n_{max} = \frac{U_{mpp\ max}}{V_{mpp\ max}}$$

Maksymalna liczba modułów PV w szeregu /min z/	17	szt.
--	----	------

$$n_{min} = \frac{U_{mpp\ min}}{V_{mpp\ min}} \text{ lub } n_{min} = \frac{U_{start}}{V_{oc\ min}}$$

Minimalna liczba modułów PV w szeregu /max z/	5	szt.
---	---	------

**Obliczenia parametrów instalacji PV - obwód DC****DOBÓR KABLA DC**

Ze względu na moc instalacji i długość linii dobrano kabel DC:			4 mm <sup>2</sup>
Maksymalny prąd zwarcia:	Isc max	14,43	A
Obciążalność prądowa kabla DC:	Iz dc	44	A
Największa ilość modułów w stringu:	Ns	16	szt.

$$I_{z\ dc} \geq I_{sc\ max} * 1,25$$

$$\text{Warunek spełniony} \quad 44A > 18,03A$$

$$\Delta U_{DC\%} = \frac{200 * I_{mpp\ noct} * l_{dc}}{k_{cu} * U_{mpp\ noct} * A}$$

**Dopuszczalny poziom strat na kablach DC przyjęto 1% w warunkach NOCT**

Długość kabli DC: (+ i -)	Ldc	108	m
Sumaryczna strata na okablowaniu DC:	ΔU <sub>dc</sub>	0,67	%

**ZABEZPIECZENIE PO STRONIE DC:**

$$1,4 * I_{sc\ stc} \leq I_n \leq 2,4 * I_{sc\ stc} \text{ oraz } I_{sc\ stc} \leq I_n \leq I_z$$

$$U_{n\ gPV} \geq U_{oc\ max} * 1,2 = Ns * V_{oc\ max} * 1,2$$

Maksymalne napięcie łańcucha DC	Uoc max	907,54	A
Dobrano wkładkę bezpiecznikową gPV /jak instalowana/			
o prądzie znamionowym:	In gPV	20	A
o napięciu znamionowym:	Un gPV	1100	Vdc

$$I_{z\ dc} \geq I_{n\ gPV} * k_2 / 1,45 \text{ gdzie } k_2 = 1,6 \text{ dla wkładki gPV}$$

$$\text{Warunek spełniony} \quad 44A \geq 22,07A$$

Parametry przyjętych falowników PV			
Dobrano falownik:			
Moc nominalna AC:	Pn	20000	W
Max moc wyjściowa AC:	Pacmax	22000	W/VA
Napięcie startu	Ustart	160	V
Max napięcie wejścia:	Umax	1100	V
Dolny zakres napięć MPPT:	Umpmin	140	V
Górny zakres napięć MPPT:	Umpmax	1000	V
Napięcie nominalne:	Unom	650	V
Liczba niezależnych MPPT:		2	
Max prąd zwarcia dla MPPT:	Ifmax	36	A
Max prąd roboczy dla MPPT:	Ifrob	26	A
Max prąd na ciąg - 1 string	Istrmax	26	A

Obliczenia parametrów instalacji PV - obwód AC			
PRZEWODY AC			
Długości kabli AC:	Lac	10	m
Przewodność właściwa Cu:	kcu	56	m/ohm*mm2
	Ilość faz:	3	f
	cos φ:	0,95	
Dobór średnicy kabla AC:			
<i>Dopuszczalny poziom strat na kablach AC przyjęto 1% w warunkach NOCT /moc STC/</i>			
Ze względu na dopuszczalny poziom strat dobrano kabel AC:		16,00	mm2
Ze względu na dopuszczalną obciążalność dobrano kabel AC:		16	mm2

Sprawdzenie na dopuszczalną długotrwałą obciążalność prądową:
---

$$I_{max} = I_B = \frac{P_{AC\ max}}{\sqrt{3} * U_n * \cos\varphi} \leq I_{z\ dop}$$

Maksymalny prąd obciążenia:	IB	41,78	A
Dop. obciążalność prądowa kabla:	Iz dop	66	A
Prąd IB po poprawce temperaturowej:	1,25*IB	52,23	A

$$\text{Warunek spełniony} \quad 52,23A \leq 66,00A$$

ZABEZPIECZENIE PRZECIĄŻENIOWE PO STRONIE AC:
--

$$I_{maxt} = I_B * 1,25 \leq I_{n\ AC} \leq I_{z\ dop}$$

Dobrano wyłącznik nadprądowy:	In	63	A
-------------------------------	----	----	---

$$I_2 \leq I_{n\ AC} * k_2 \text{ oraz } I_2 \leq I_{z\ dop} * 1,45$$

Prąd zadziałania zabezpieczenia:	I2	91,35	A
----------------------------------	----	-------	---

Współczynnik krotności dla B lub gG:	k2	1,45	
--------------------------------------	----	------	--

**Warunek spełniony****91,35A ≤ 95,70A**

$$\Delta U_{AC\%} = \frac{100 * P_{max} * L_{ac}}{k_{cu} * A * U_n^2}$$

**Dopuszczalny poziom strat na kablach AC przyjęto 1% w warunkach NOCT**

Długość kabli AC:	Lac	10	m
Sumaryczna strata na okablowaniu DC:	ΔUac	0,21	%

### 3.4. Sprawdzenie doboru kabli i zabezpieczeń instalacji fotowoltaicznej

DOBÓR PRZEWODÓW I ZABEZPIECZEŃ – STRONA DC																						
DOPASOWANIE PRĄDOWO-NAPIĘCIOWE PANELA I FALOWNIKA																						
LP	MOC INSTALACJI PV - Pdc [kWp]	MOC INWERTERA - Pac nom [kW]	PANELE									FALOWNIK						DOPASOWANIE				
			Moc panel - Pstc [Wp]	Liczba łańcuchów	Liczba paneli w łańcuchu - n	Liczba paneli łącznie - N	Napięcie minimalne - n*Vmpp min [V]	Napięcie maksymalne - n*Vmpp max [V]	Maksymalne napięcie - n*Voc max [V]	Maksymalny prąd zwarcia - Isc max [A]	Maksymalny prąd roboczy - Impp max [A]	MPPT - NR	Maksymalne napięcie wejścia - Umax [V]	Napięcie staru - Ustart [V]	Dolny zakres napięć MPPT - Umppmin [V]	Górny zakres napięć MPPT - Umppmax [V]	Maksymalny prąd zwarcia - Ifmax [A]	Maksymalny prąd roboczy - Ifrob [A]	n*Vmpp min > Umppmin	n*Voc max < Umax	Isc max < Ifmax	Impp max < Ifrob
1	28,800	25,00	450	1	16	64	564,02	724,18	907,54	14,43	12,50	1	1000	180	150	850	39	26	OK	OK	OK	OK
2																						
DOBÓR PRZEWODÓW I ZABEZPIECZEŃ DC																						
LP	MOC INSTALACJI PV - Pdc max [kWp]	MPPT - NR	INSTALACJA DC									OBLICZENIA						SPRAWDZENIE				
			Przekrój kabla DC [mm2]	Długość przewodów DC [m]	Liczba paneli w łańcuchu - n	Obciążalność prądowa kabla DC - Iz dop [A]	Maksymalny prąd zwarcia - Isc max [A]	Napięcie łańcucha paneli w NOCT - Umpp noct [V]	Prąd łańcucha paneli w NOCT - Impp noct [A]	Maksymalne napięcie - Uoc stc [V]	Maksymalny prąd - Isc stc [A]	Minimalny przekrój przewodów DC - Amin [mm2]	Maksymalne napięcie łańcucha DC - Uoc max [V]	Sumaryczny spadek napięcia DC - ΔUdc [%]	Maksymalne napięcie do doboru zabez. DC [V]	Napięcie zabezpieczenia DC [V]	Prąd wkładki DC [A]	Prąd zadziałania zabezpieczenia DC - Iz [A]	Przekrój kabla DC - A > Amin [mm2]	Spadek napięcia ΔUdc < 1%	Warunek doboru aparatów przeciążeniowych gPV	Warunek zadziałania zabezpieczenia DC
1	28,800	1	4	108	16	44	14,43	622,66	8,70	800	11,54	2,53	907,54	0,67	960	1100	20	22,07	OK	OK	OK	OK
2																						

DOBÓR PRZEWODÓW I ZABEZPIECZEŃ – STRONA AC																					
TABELA DOBORU ZABEZPIECZEŃ DLA OCHRONY PRZEWODÓW I KABLI PRZED SKUTKAMI PRZECIĄŻEŃ (WG PN-IEC 60364-4-43:2012)																					
Lp	NAZWA OBWODU	MOC INSTALACJI PV - Pdc [kWp]	MOC SZCZYTOWA - Pac max [kW/kVA]	FALOWNIK					OKABLOWANIE I ZABEZPIECZENIE							SPRAWDZENIE					
				Moc nominalna - Pac nom [kW]	Współczynnik mocy - cos φ	Ilość faz	Prąd wyjściowy AC - Imax [A]	Prąd obciążenia z wsp. Temp. - IB=Imax*1,25 [A]	Typ kabla	Przekrój kabla - A [mm2]	Długość linii AC - Lac [m]	Spadek napięcia ΔUac [%]	Obciążalność długotrwała kabla - Iz dop [A]	Typ zabezpieczenia	Współczynnik k2 zabezpieczenia	Prąd znamionowy zabezpieczenia - In [A]	Prąd zadziałania zabezpieczenia - I2=k2 *In [A]	Długotrwała obciążalność kabla - IB<Iz dop	Prąd znamionowy zabezpieczenia - IB<In<Iz dop	Prąd zadziałania zabezpieczenia - I2<Iz dop* 1,45	Spadek napięcia ΔUAC < 1%
1	INW-RAC	28,800	27,50	25,00	0,95	3	41,78	52,23	YKY	16	10	0,21	66	B	1,45	63	91,35	OK	OK	OK	OK

## 4. Zestawienie materiałów

Tabela poniżej przedstawia zestawienie podstawowych materiałów:

Material		Ilość
Moduły fotowoltaiczne o mocy 450 Wp	szt	64
Inwerter wyspowy/hybrydowy o mocy nominalnej 25 kW	szt	1
System akumulatorowy 30kWh	kpl	1
Konstrukcja gruntowa dwupodporowa	kpl	1
Kabel solarny 6 mm <sup>2</sup>	m	266
Rozdzielnica DC	kpl	1
Rozłącznik bezpiecznikowy gPV	szt.	4
Ochronniki przeciwprzepięciowe DC T1+T2	kpl	4+4
Kabel AC YDY/OWY/YKY 5x4 mm <sup>2</sup>	m	10
Rozdzielnica AC	kpl	1
Wyłącznik nadprądowy S303	szt	1
RCD 100mA Typ A	szt	1
Ochronniki przeciwprzepięciowe AC T1+T2	kpl	1
Wyłącznik nadprądowy S301	szt	0
Rozłącznik automatyczny ppoż AutRDC	kpl	0
Szyna wyrównawcza	kpl	1
Przewód LgY 16mm <sup>2</sup>	m	200
Uziom z puszką kontrolną	kpl	1
Ogrodzenie	kpl	p/o
Elementy inst. odgromowej	kpl	p/o
Elementy inst. wentylacji	kpl	p/o



## 5. Zasady ochrony ppoż

Ochrona przeciwpożarowa będzie realizowana przez funkcje zabezpieczające inwertera, czyli kontrola izolacji DC i prądu upływu. Zaprojektowany inwerter posiada wbudowane urządzenie różnicowoprądowe, które monitoruje prądy różnicowe AC i DC. Urządzenie posiada dwa progi: nagły prąd różnicowy oraz wolno rosnący prąd różnicowy, które powodują odłączenie falownika od sieci.

a) Charakterystyka zagrożenia pożarowego wynikająca z właściwości pożarowych instalacji PV:

- Przewody DC oraz AC prowadzone są w trasach kablowych wykonanych w peszlach w miejscach ogólnodostępnych. Unika się prowadzenia przewodów pod elewacją. Zabezpieczając przejścia przez dach, stropy i ściany w wymagany przez sztukę budowlaną sposób. Przejścia instalacji - przepusty instalacyjne w elementach oddzielenia przeciwpożarowego należy wykonać w klasie odporności ogniowej (EI) wymaganej dla tych elementów. Przepusty instalacyjne muszą być wykonane jako rozwiązanie systemowe w wymaganej klasie odporności ogniowej na podstawie aktualnych certyfikatów.

- Moduły fotowoltaiczne zamontowane na systemowej konstrukcji montażowej aluminiowej. System montażowy składa się z kształtowników aluminiowych wykonanych ze stopu aluminium.

b) Oddziaływanie potencjalnego pożaru urządzeń fotowoltaicznych na elementy obiektu budowlanego.

- Elementy urządzeń fotowoltaicznych wykonane głównie z materiałów niepalnych nie będą powodowały rozprzestrzeniania ognia. Konstrukcja montażowa oraz pokrycie dachu ograniczają ryzyko rozwoju pożaru. Zespoły kablowe prowadzone w trasach kablowych wykonanych z materiałów ograniczających rozwój pożaru.

c) Informacje o sposobie zabezpieczenia przeciwpożarowego fotowoltaicznej instalacji elektrycznej:

- Falownik posiada wbudowane rozłączniki DC. W razie jakiegokolwiek awarii następuje automatyczne rozłączenie napięcia DC w falowniku. W sytuacjach zagrożenia pożarowego w celu odłączenia instalacji fotowoltaicznej konieczne jest wyłączenie wyłącznika głównego całej instalacji elektrycznej budynku przez służby energetyczne lub przez prowadzącego akcje gaśniczą. Wówczas następuje odłączenie inwertera i wyłączenie generowanego napięcia AC. UWAGA! napięcie DC w odcinku instalacji fotowoltaicznej od modułów PV do inwertera będzie utrzymywane.

- Instalacja fotowoltaiczna jest zaprojektowana na konstrukcji wolnostojącej na dachu płaski i jako zabezpieczenie przed wprowadzaniem napięcia DC do budynku po wyłączeniu zasilania AC zastosowano automatyczny rozłącznik ppoż odcinający napięcie DC w przypadku zaniku napięcia sieci OSD.

- Jeżeli instalacja fotowoltaiczna jest zaprojektowana na konstrukcji wolnostojącej gruntowej i ze względu na zaprojektowany montaż falownika pod konstrukcją paneli nie stwarza zagrożenia wprowadzania napięcia stałego DC do obiektu po wyłączeniu zasilania AC. Odcięcie strony DC nastąpi na wyłączonym inwerterze. W przypadku montażu inwertera wewnątrz obiektu, wówczas stosuje się zasady jak dla układów dachowych, czyli z zabezpieczeniem blokującym lub ograniczającym wprowadzanie napięcia DC do wnętrza obiektu.

- Instalacja fotowoltaiczna wyposażona zostanie w gaśnicę proszkową przeznaczoną do gaszenia pożarów elektrycznych oraz pełne oznakowanie najważniejszych elementów instalacji fotowoltaicznej.

- Obiekt nie został wyposażony w dodatkową instalację odgromową. Jeżeli na obiekcie istnieje instalacja odgromowa musi być dostosowana do montowanej instalacji PV.

d) Informacje o przygotowaniu obiektu budowlanego i terenu do prowadzenia działań – ratowniczych. Zalecenia zmniejszenia ryzyka powstania pożaru

Aby zwiększyć bezpieczeństwo systemu PV i zmniejszyć ryzyko pożaru, zaleca się:

- Profesjonalny montaż i uruchomienie: w szczególności wykonanie i odbiór instalacji zgodnie z normą PN-EN 62446-1: "Systemy fotowoltaiczne (PV) -- Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania -- Część 1: Systemy podłączone do sieci -- Dokumentacja, odbiory i nadzór" zawiera listę punktów, które należy sprawdzić przed uruchomieniem System PV.
- Okresowa konserwacja instalacji fotowoltaicznej: w szczególności IEC 62446-2: "Systemy fotowoltaiczne - Wymagania dotyczące testowania, dokumentacji i konserwacji - Część 2: Systemy podłączone do sieci - Konserwacja systemów PV" daje dobre wskazówki dotyczące takiej okresowej konserwacji.
- Codzienny automatyczny monitoring stanu izolacji DC: przed uruchomieniem falownik sprawdza stan izolacji po stronie DC. Jeśli zostanie wykryty błąd, falownik nie uruchomi się i powiadomi, że nastąpiła usterka. Monitorowanie to jest również wykonywane podczas pracy instalacji. Jeśli podczas pracy wykryta zostanie nieprawidłowość, falownik wyłączy się i wyświetli kod błędu.
- Monitorowanie systemu fotowoltaicznego: właściciel systemu fotowoltaicznego, powinien monitorować swój system PV tak, aby cały czas mieć podgląd na swój produkt. System monitorowania zapewnia przegląd działania systemu i ostrzega użytkownika, jeśli występuje jakaś nieprawidłowość. Zmniejszenie mocy niezależnie od warunków pogodowych może być oznaką usterki w systemie, która może doprowadzić do pożaru.

#### **Dodatkowe środki w celu zmniejszenia ryzyka dla strażaków**

Niemniej jednak korzystne są dodatkowe środki zmniejszające ryzyko dla strażaków. Zaleca się następujące środki w celu zmniejszenia tego ryzyka:

- Jasne i łatwo widoczne oznakowanie lub oznakowanie komponentów fotowoltaicznych: Czas jest ważnym czynnikiem podczas walki z ogniem! Po dotarciu do miejsca pożaru, dowódca grupy musi ustalić sytuację i opracować strategię operacyjną, aby poradzić sobie z ogniem i obsłużyć inne zadania, takie jak ratowanie ludzi. W oparciu o fakt, że każdy dowódca grupy jest przeszkolony do przeprowadzania dynamicznej oceny ryzyka potencjalnych zagrożeń na miejscu przed przekazaniem rozkazów swojemu zastępowi, ważne jest, aby byli oni świadomi tego, czy system PV jest zainstalowany na budynku, czy nie
- Zachowaj bezpieczną odległość. Zaleca się przestrzegać bezpiecznych odległości w celu uniknięcia obrażeń lub porażenia prądem elektrycznym.
- Rozłącznik DC: to urządzenie zapewnia, że falownik zostanie odłączony od modułów w razie awarii. Szczegółowy schemat przebiegu tras kablowych oraz lokalizacji wyłączników prądu zamieszczono w załączniku 2 oraz 3.

#### **Zasady oznaczania instalacji PV**

Oznaczenie instalacji pozwala na identyfikację elementów instalacji fotowoltaicznej oraz umożliwia ich bezpieczną eksploatację oraz serwis. W przypadku prowadzonej akcji gaśniczej informuje o charakterze obiektu, o jego sposobie zasilania a zatem pozwala zastosować odpowiednią i bezpieczną akcję ratowniczą. Oznakowanie zgodnie z normą PN-HD 60364-7-712:2016 powinno znajdować się:

- w rozdzielni głównej budynku
- obok głównego licznika energii,
- obok głównego wyłącznika,
- w rozdzielnicy, w której przyłączona jest instalacja fotowoltaiczna do instalacji elektrycznej budynku.



Naklejka	Miejsce umieszczenia
	Naklejka ta powinna być umieszczona w punkcie przyłączenia instalacji PV, przy liczniku, w złączu kablowym, oraz jeżeli budynek posiada główny wyłącznik prądu – to także w tym miejscu
<b>Główny wyłącznik AC</b>	Naklejka powinna być umieszczona wewnątrz rozdzielnic RAC pod wyłącznikiem nadprądowym
<b>GLÓWNY WYŁĄCZNIK AC INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ</b>	Naklejka powinna być umieszczona na obudowie rozdzielnic RAC
<b>GLÓWNY WYŁĄCZNIK DC INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ</b>	Naklejka powinna być umieszczona na obudowie falownika w widocznym miejscu obok wyłącznika izolacyjnego DC wbudowanego w falownik
 <b>UWAGA!</b> URZĄDZENIE ELEKTRYCZNE POD NAPIĘCIEM	Naklejki powinny być umieszczone na bocznej bądź frontowej obudowie falownika w górnej części
 <b>UWAGA!</b> URZĄDZENIE MOŻE BYĆ POD NAPIĘCIEM NAWET PO ROZŁĄCZENIU	Naklejka powinna znaleźć się na obudowie rozdzielnic RDC
 <b>PRZEWODY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ UWAGA! WYSOKIE NAPIĘCIE DC W CIĄGU DNIA</b>	Naklejka powinna być umieszczona w pobliżu trasy kablowej DC przy falowniku
<b>Rozdzielnica PV - AC</b>	Naklejka powinna znajdować się na obudowie rozdzielnic RAC zaraz nad drzwiczkami
<b>Rozdzielnica PV - DC</b>	Naklejka powinna znajdować się na obudowie rozdzielnic RDC zaraz nad drzwiczkami.

## 6. Zasady BHP i konserwacji instalacji

Montaż i obsługa modułów fotowoltaicznych powinny być wykonywane przez osoby posiadające:

- Aktualne świadectwo kwalifikacyjne, uprawniające do zajmowania się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci elektroenergetycznych na stanowisku dozoru i eksploatacji, wydawane na podstawie Rozporządzenia Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28 kwietnia 2003 r. w sprawie szczegółowych zasad stwierdzania posiadania kwalifikacji przez osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci (Dz.U.2003r. Nr89, poz.828 z późniejszymi zmianami) lub
- Certyfikat Instalatora Mikroinstalacji i Małych Instalacji wydany przez Prezesa Urzędu Dozoru Technicznego zgodnie z ustawą z dnia 26 lipca 2013r. o zmianie ustawy-Prawo energetyczne oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. 2013 poz. 984)
- oraz osoby z doświadczeniem i wiedzą techniczną w zakresie montażu, obsługi i eksploatacji systemów fotowoltaicznych
- prace na wysokości przez osoby mające aktualne badania okresowe i dopuszczenia lekarskie.

Osoba dokonująca montażu i obsługi przejmuje na siebie ryzyko doznania uszczerbku na zdrowiu lub zniszczenia własności, które może zaistnieć podczas tych czynności. Wszystkie prace na wysokościach należy prowadzić z zastosowaniem odpowiednich środków ochrony osobistej.

Pojedynczy panel może generować napięcie prądu stałego powyżej 30 V przy wystawieniu na światło, niezależnie od jego nasilenia. Kontakt z napięciem prądu stałego wynoszącym 30 V lub więcej może być niebezpieczny. Zagrożenia przy pracy z napięciem DC:

Łuk elektryczny – prąd stały DC jest w stanie wytworzyć dużo dłuższy łuk elektryczny niż prąd zmienny (o długości np. ponad 1cm przy około 200V DC). Łuk pojawia się przy rozłączaniu pracującego obwodu. Do odłączania paneli od inwertera służą dedykowane do instalacji PV rozłączniki DC. Fotowoltaiczne złączki – nie wolno ich rozłączać pod obciążeniem, bo pojawiający się łuk wypali styki, albo przypalone i nie wymienione będą się grzać co też może doprowadzić aż do pożaru. Złącza muszą być suche i czyste.

Porażenie prądem stałym DC – przy pracy z nim należy zachować szczególną ostrożność, zwłaszcza przy napięciach rzędu kilkuset wolt, jakie występują po stronie DC instalacji fotowoltaicznej. Porażenie prądem stałym jest bardziej niebezpieczne od porażenia prądem zmiennym, w którym intensywność uszkodzeń zależy od wysokości napięcia elektrycznego prądu oraz oporu elektrycznego. Odczuwalne objawy zależne są od wartości natężenia prądu stałego. Przy przepływie prądu stałego o natężeniu do 2mA nie są odczuwalne żadne objawy oraz brak jest zmian w układzie nerwowym. Jednak długotrwałe działanie takiego prądu może doprowadzić do zatrucia organizmu, spowodowanego rozkładem płynów ustrojowych na drodze elektrolizy. Przy wartości 30mA (u kobiet 20mA) jest jeszcze możliwość samouwolnienia od elektrod, mimo pojawiających się już bolesnych skurczów mięśni rąk. Wraz ze wzrostem natężenia prądu pojawiają się zaburzenia rytmu serca. Gdy natężenie prądu wynosi ponad 30mA, a czas przepływu prądu jest dłuższy niż 2 minuty, może pojawić się fibrylacja komór serca, utrata przytomności oraz oparzenie skóry. Intensywność oparzenia skóry zależna jest od czasu działania prądu na organizm oraz gęstości prądu. Mogą pojawić się pęcherze na skórze w miejscu działania prądu, ale także zwęglenie skóry, martwica skóry, martwica mięśni i nerwów oraz naczyń krwionośnych. W groźniejszych przypadkach może dojść do uszkodzenia narządów

wewnętrznych, zatrzymania krążenia i oddechu. Po porażeniu prądem, nawet już po odłączeniu źródła prądu, mogą pojawić się objawy wstrząsu pourazowego, jak blada, zimna skóra, zlewne poty, dreszcze, przyspieszone tętno oraz lęk.

- Aby uniknąć wyładowań łukowych, nie należy rozłączać paneli pod obciążeniem.
- Nie należy wkładać elementów przewodzących prąd do gniazd i wtyczek.
- Nie należy montować paneli słonecznych oraz okablowania używając mokrych gniazd i wtyczek.
- Panele fotowoltaiczne można wyłączyć jedynie poprzez trzymanie ich w całkowitej ciemności lub przykrycie ciemnym, nieprzepuszczającym światło materiałem. Przy pracy z nieprzykrytymi panelami należy stosować przepisy bezpieczeństwa dotyczące sprzętu elektrycznego pod napięciem.

## **UWAGA!**

### **Wyłączenie inwertera i zatrzymanie poboru prądu z systemu fotowoltaicznego nie likwiduje napięcia na instalacji!**

- Aby uniknąć porażenia elektrycznego, podczas montażu lub naprawy systemów fotowoltaicznych nie należy nosić metalowych pierścionków, pasków do zegarków, kolczyków w uszach, nosie lub ustach lub innych urządzeń metalowych.
- Należy używać wyłącznie zaizolowanych narzędzi, które posiadają niezbędne atesty do użytkowania przy instalacjach elektrycznych do 1000V. Należy przestrzegać przepisów bezpieczeństwa dotyczących wszelkich komponentów wykorzystanych w systemie fotowoltaicznym, a w szczególności instalacji elektrycznych, kabli, złącz, regulatorów ładowania, falowników, akumulatorów i baterii.
- Należy używać wyłącznie sprzętu, złącz, okablowania i stelaży przeznaczonych do elektrycznych systemów słonecznych. W ramach jednego systemu fotowoltaicznego należy zawsze używać paneli tego samego typu.
- Nie należy samodzielnie próbować naprawiać jakiegokolwiek części panelu fotowoltaicznego.
- W przypadku gaszenia obiektów z instalacją fotowoltaiczną należy podjąć środki zapobiegawcze jak w przypadku gaszenia pomieszczeń / obiektów, w którym znajdują się urządzenia pod napięciem (np. akumulatorowni), przede wszystkim odłączyć instalację PV od zewnętrznej sieci elektrycznej oraz odłączyć moduły od falownika.
- Należy przestrzegać odpowiednie przepisy BHP dotyczące bezpieczeństwa pracy na dachach. W razie potrzeby obszar inwestycji należy zabezpieczyć barierkami, aby uniknąć uszkodzeń przez spadające elementy. Podczas pracy na dachach muszą być przestrzegane odpowiednie środki bezpieczeństwa zgodnie z odpowiednimi przepisami (wykorzystanie szelek bezpieczeństwa, rusztowań, itp.).
- Podczas instalacji i konserwacji modułów fotowoltaicznych, należy postępować zgodnie z obowiązującymi przepisami budowlanymi i ogólnymi zasadami technicznymi. Należy stosować się do ogólnych przepisów BHP określających: prace na rusztowaniach, uszczelnianie dachów i prace na dachach.

### **Przeglądy:**

Zaleca się, aby instalacja fotowoltaiczna była monitorowana pod kątem uzysków energetycznych przez cały okres eksploatacji. Zaleca się przeglądy pracującej instalacji fotowoltaicznej, w następujących okresach:

- miesięczny - oględziny wizualne – ocena pod względem zanieczyszczeń lub widocznych, mechanicznych uszkodzeń np. szyby, ramy, konstrukcji montażowej;
- półroczny – przegląd urządzeń pod względem, występowania w nich wody, insektów, sprawdzenie bezpieczników, przewodów;
- pięcioletni – wykonanie pełnych okresowych pomiarów elektrycznych wg obowiązujących norm.

Dodatkowo po wystąpieniu anomalii pogodowych (gradobicia, wichury, burze) każdorazowo należy dokonać oględzin wizualnych.

W celu prawidłowej eksploatacji zabezpieczeń elektrycznych zaleca się wymuszenie zadziałania wyłącznika różnicowo-prądowego przez wciśnięcie przycisku test raz na pół roku.

W przypadku wykrycia jakichkolwiek nieprawidłowości należy przerwać pracę systemu i usunąć nieprawidłowości/ uszkodzenia. Naprawy mogą być wykonywane jedynie przez osoby posiadające odpowiednią wiedzę, doświadczenie i kwalifikacje potwierdzone stosownymi uprawnieniami (patrz pkt. 2.4).

W trakcie opadów śniegu należy zadbać o regularne odśnieżanie dachu, aby nie dopuścić do przekroczenia dopuszczalnych obciążeń.

#### Mycie modułów:

- zabronione jest stosowanie myjek ciśnieniowych,
- nie należy używać szorstkich gąbek lub narzędzi, które mogłyby zarysować powierzchnię modułu,
- należy stosować wyłącznie miękką wodę, o niskim stężeniu minerałów, bez dodatków detergentów. Mycie modułów twardą wodą będzie powodować powstawanie smug, które ograniczą światło przepuszczalność,
- powinno się unikać mycia modułów podczas słonecznych dni. Dodatkowo mycie najlepiej wykonywać rano, gdy moduły PV są chłodne,
- zaleca się mycie z częstotliwością 2 razy w roku, głównie po okresach pylenia drzew i nawożenia roślin,
- Nie należy chodzić po modułach, gdyż może to stać się przyczyną powstania niewidocznych gołym okiem mikropęknięć w ogniwach fotowoltaicznych,
- nie należy usuwać zamarzniętej warstwy śniegu lub lodu z powierzchni modułu, gdyż może to skutkować zarysowaniami. Można jedynie usunąć lekki śnieg za pomocą miękkiej szczotki, aby zwiększyć wydajność,
- nie należy dotykać części przewodzących prąd elektryczny,
- nie należy czyścić paneli z uszkodzoną, pękniętą powierzchnią lub przewodów ze zdartą warstwą ochronną. Może to spowodować uszkodzenia elektryczne albo skutkować porażeniem.

## 6.1. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia - Informacja

### 1. Zakres robót dla całego zamierzenia budowlanego oraz kolejność realizacji poszczególnych obiektów

Zakres robót:

- a) budowa instalacji fotowoltaicznej składającej się z następujących elementów:
  - konstrukcji stalowych do montażu paneli fotowoltaicznych, posadowionych na dachu i elewacji budynku oraz gruncie
  - paneli fotowoltaicznych,
  - inwerterów,
  - układów pomiarowych energii elektrycznej
  - okablowania prądu stałego (DC) i przemiennego (AC)

Kolejność realizacji:

- a) wytyczenie lokalizacji urządzeń,
- b) posadowienie paneli,
- c) posadowienie inwertera i skrzynek przyłączeniowych,
- d) trasowanie i ułożenie okablowania,
- e) pomiary i próby odbiorcze, uruchomienie

### 2. Wykaz istniejących obiektów budowlanych

n/d

### 3. Wskazanie elementów zagospodarowania działki lub terenu, które mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi

W trakcie wykonywania robót istnieje zagrożenie:

- a) stłuczeniem,
- b) skaleczeniem,
- c) porażeniem prądem elektrycznym,
- d) poparzeniem,
- e) upadkiem.

W trakcie wykonywania robót należy zwrócić szczególną uwagę na urządzenia pod napięciem.

Każdorazowo potwierdzić brak napięcia w podłączanych: inwerterach, ogniwach fotowoltaicznych, rozdzielnicach elektrycznych.

Zwraca się uwagę, że projektowane urządzenia w czasie pracy zasilane będą dwustronnie (rozdzielnica nN, inwertery DC/AC).

**WSZYSTKIE PRACE PRZY INWERTERZE, OGNIWACH FOTOWOLTAICZNYCH, NALEŻY BEZWZGLĘDNIIE WYKONYWAĆ ZGODNIE Z INSTRUKCJĄ INSTALACJI INWERTERA I OGNIW FOTOWOLTAICZNYCH. INSTALACJA I KONSERWACJA URZĄDZEŃ ŚCIŚLE WEGŁUG PROCEDUR UJĘTYCH W ODPOWIEDNICH INSTRUKCJACH!**

**NIEPRZESTRZEGANIE PROCEDUR GROZI ŚMIERTELNYM PORAŻENIEM PRĄDEM ELEKTRYCZNYM RÓWNIEŻ OD STRONY DC (NAPIĘCIE DO 1kV).**

Czynności przewidywane w trakcie budowy należy sklasyfikować względem ryzyka i zastosować przewidziane odpowiednimi przepisami zabezpieczenia.

### 4. Wskazanie sposobu prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych

Przed przystąpieniem do robót należy zapoznać pracowników z zakresem stanowiskowym prac, wskazać miejsca występowania zagrożeń oraz dokonać szkolenia w zakresie BHP na stanowisku pracy i potwierdzić na piśmie przeprowadzenie szkolenia.

Pracownicy zatrudnieni przy montażu powinni:

- a) posiadać aktualne badania lekarskie,
- b) posiadać odpowiednie zaświadczenia kwalifikacyjne kategorii E, P, D (w zależności od rodzaju wykonywanych prac),



- c) posiadać zaświadczenie szkolenia okresowego BHP,
- d) posiadać certyfikat upoważniający do wykonywania instalacji fotowoltaicznych wydany przez Urząd Dozoru Technicznego.

**5. Wskazanie środków technicznych i organizacyjnych, zapobiegających niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub w ich sąsiedztwie, w tym zapewniającym bezpieczną i sprawną komunikację, umożliwiającą szybką ewakuację na wypadek pożaru, awarii i innych zagrożeń**

Roboty montażowe muszą być wykonywane zgodnie z zasadami ustalonymi w przepisach dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych, opublikowanych w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych. (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912). W szczególności należy zwrócić uwagę na:

- a) poprawne przygotowanie, zabezpieczenie i oznakowanie miejsca pracy,
- b) wyłączenie urządzeń, przy których będą wykonywane prace z ruchu (pozbawienie napięcia),
- c) uniemożliwienie dokonania zmian środków ochrony i zabezpieczeń przez osoby nieupoważnione,
- d) wykonywanie prac przez co najmniej dwie osoby,
- e) zastosowanie narzędzi i sprzętu ochronnego, posiadającego aktualne świadectwa i oznaczenia prób okresowych w zakresie określonym w Polskich Normach i dokumentacji producenta,
- f) sprawdzenie stanu technicznego narzędzi pracy i sprzętu ochronnego bezpośrednio przed jego użyciem
- g) sprawdzenie poprawności wykonywania przerw izolacyjnych w obwodach wyłączanych spod napięcia
- h) zastosowanie zabezpieczeń przed przypadkowym załączeniem napięcia,
- i) sprawdzenie braku napięcia w wyłączonym obwodzie,
- j) uziemienie wyłączanego obwodu.

Prace powinny być wykonywane na podstawie polecenia pisemnego. Polecenie powinno zawierać:

- a) zakres, rodzaj, miejsce i termin wykonywania prac,
- b) środki i warunki bezpiecznego wykonania prac,
- c) liczbę pracowników skierowanych do pracy,
- d) dane osobowe (wraz ze stanowiskiem służbowym) pracowników odpowiedzialnych za organizację i wykonanie pracy, pełniących funkcję: koordynującego, dopuszczającego, kierującego robotami,
- e) planowanie przerwy w pracy.

Prace rozruchowe i próby techniczne urządzeń i instalacji powinny być prowadzone zgodnie z wymaganiami Polskich Norm, obowiązujących przepisów, instrukcji, wytycznymi inwestora oraz zasadami wiedzy technicznej i tzw. sztuki budowlanej.

**6. Przepisy związane**

Ustawa Prawo budowlane z 01.07.1994 r. (Dz.U. 2018 r. Dz. U. z 2018 r. poz. 1202)

Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz. U. 2018 poz. 1269)

Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz. U. z 2018 r., poz. 755)

Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U.2018r., poz. 799)

Rozporządzenie ministra infrastruktury z 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912)

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003r. (Dz. U. nr 47 poz. 401) w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlanych.

## 7. Postanowienia końcowe

Elementy ujęte w opisie, nieujęte na rysunkach lub ujęte na rysunkach, nieujęte w opisie należy traktować w taki sposób, jakby były ujęte w obu częściach (rysunkowej i opisowej). Wykonawca może wprowadzić alternatywne rozwiązania pod warunkiem ich wcześniejszego przedłożenia Inwestorowi oraz uzyskania od Inwestora i Projektanta ich pozytywnej akceptacji (w tej sytuacji w przypadku wskazań w niniejszym opracowaniu nazw własnych, materiałów, urządzeń i przyjętych technologii należy je rozumieć, jako określenie minimalnych wymagań, parametrów technicznych lub jakościowych). W przypadku błędu, pomyłki lub wątpliwości interpretacyjnych niniejszej dokumentacji, Wykonawca przed złożeniem oferty zobowiązany jest je wyjaśnić z Inwestorem, który jako jedyny jest upoważniony do wprowadzania zmian, rozstrzygając na swoją korzyść wszystkie kwestie sporne.

Wszystkie instalacje powinny być wykonane zgodnie z zasadami dobrego wykonawstwa oraz spełniać obowiązujące przepisy i normy. Urządzenia należy montować zgodnie z zaleceniami producentów. Użytkowanie wszelkich urządzeń elektrycznych dopuszczalne jest po wykonaniu badań i prób z wynikiem pozytywnym. Instalacje w budynku i po za nim powinny być poddane szczegółowym oględzinom i próbom, obejmującym niezbędny zakres pomiarów w celu sprawdzenia, czy spełniają wymagania dotyczące ochrony ludzi, zwierząt i mienia przed zagrożeniami, których mogą stać się przyczyną. Osoby wykonujące pomiary powinny posiadać odpowiednie kwalifikacje, potwierdzone uprawnieniami do wykonywania badań. W czasie wykonywania prób należy zachować szczególną ostrożność, celem zapewnienia bezpieczeństwa ludzi i uniknięcia uszkodzeń obiektu lub zainstalowanego wyposażenia.

W przypadku wejścia w życie nowych wymagań oraz zmian w Instrukcjach Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej projektowane urządzenia muszą spełniać nowe warunki, od chwili wprowadzenia ich w życie.

## **8. Załączniki**

- Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej (E.01)
- Projekt symulacji instalacji fotowoltaicznej