

**Załącznik nr 3**

**OPRACOWANIE TECHNICZNE  
INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ  
o mocy 3,40 kWp**

**„Odnawialne źródła energii dla mieszkańców gmin:  
Rokietnica, Puszczykowo, Suchy Las”**

Zamawiający:	Gmina Suchy Las, ul. Szkolna 13, 62-002 Suchy Las
Lokalizacja:	Budynki mieszkalne na terenie Gmin: Rokietnica, Puszczykowo, Suchy Las
<b>BRANŻA: ELEKTRYCZNA</b>	
Data:	Październik 2019

## Zawartość opracowania

1. Opis techniczny.....	3
1.1 Podstawa opracowania .....	3
1.2 Przedmiot opracowania.....	3
1.3 Lokalizacja inwestycji i opis obiektu.....	3
1.4 Opis przedsięwzięcia.....	3
1.5 Elementy składowe systemu .....	4
1.6 Zestawienie głównych elementów instalacji .....	4
2. Charakterystyka głównych elementów i zabezpieczeń instalacji .....	5
2.1 Moduły fotowoltaiczne.....	5
2.2 Inwerter fotowoltaiczny .....	6
2.3 Charakterystyka instalacji elektrycznej .....	7
2.4 Okablowanie DC inwerterów .....	7
2.5 Okablowanie AC inwerterów .....	7
2.6 Instalacja uziemiająca .....	8
2.7 Ochrona przeciwporażeniowa .....	8
2.8 Ochrona przeciwprzepięciowa .....	9
2.9 Ochrona odgromowa i połączenia wyrównawcze .....	9
3. Uwagi końcowe.....	10
4. Opis konstrukcji wsporczej i przykładowych rozwiązań montażowych.....	11
5. Procedura odbiorowa instalacji .....	12
6. Informacje związane z bezpieczeństwem i ochroną zdrowia.....	12
6.1 Zakres robót .....	12
6.2 Istniejące obiekty budowlane .....	12
6.3 Elementy zagospodarowania terenu mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ...	12
6.4 Przewidywane zagrożenie występujące podczas realizacji robót budowlanych.....	12
6.5 Sposób prowadzenia instrukcji pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych .....	13
6.6 Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych.....	13
6.7 Wpływ na środowisko.....	13
7. Bezpieczeństwo eksploatacji – opracowanie ogólne .....	13
8. Uwagi końcowe.....	18
9. Literatura .....	18
10. Rozporządzenia i ustawy .....	20

## 1. Opis techniczny

### 1.1 Podstawa opracowania

Niniejsze opracowanie obejmuje przykładowy projekt instalacji niskoprądowej i silnoprądowej, układu fotowoltaicznego wraz zabudową modułów PV, inwerterów oraz kabli łączących poszczególne generatory słoneczne. Opracowanie to zostaje sporządzone na podstawie:

- uzgodnień z Inwestorem
- inwentaryzacją obiektu objętego inwestycją
- obowiązujących norm i przepisów
- ogólnych warunków związanych z dofinansowaniem
- wytycznych projektowania instalacji fotowoltaicznych

### 1.2 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy 3,40 kWp.

Projekt swoim zakresem obejmuje:

- Linie kablowe NN – wewnętrzne linie zasilające;
- Konstrukcje wsporcze;
- Moduły fotowoltaiczne;
- Inwerter DC/AC;
- Instalację odgromową
- Ochronę przeciwporażeniową;
- Ochronę przeciwprzepięciową;

Projekt nie obejmuje wymiany istniejącego licznika energii elektrycznej. Wymiana licznika leży po stronie lokalnego dystrybutora energii elektrycznej, z którym umowę posiada właściciel lokalu. Zgłoszenia instalacji dokonuje wykonawca po przeprowadzeniu komisyjnego odbioru instalacji przez Inwestora.

### 1.3 Lokalizacja inwestycji i opis obiektu

Przedmiotowa instalacja zostanie zamontowana na dachu/elewacji budynku mieszkalnego/ gospodarczego lub na gruncie obok budynku, gdzie zostanie zainstalowanych 10 sztuk paneli.

### 1.4 Opis przedsięwzięcia

Przedsięwzięcie ma na celu budowę instalacji fotowoltaicznej na budynku mieszkalnym / gospodarczym lub na gruncie obok budynku, umożliwiającą produkcję energii elektrycznej za pomocą modułów fotowoltaicznych – urządzeń dokonujących konwersję promieniowania słonecznego na prąd elektryczny. Panele fotowoltaiczne będą mocowane na dedykowanych konstrukcjach wsporczych zapewniających bezpieczne użytkowanie i obsługę systemu. Energia elektryczna z paneli fotowoltaicznych przekazywana będzie

wydzielonymi obwodami DC do inwerterów. W inwerterach tych energia będzie przekształcana na napięcie 230V o częstotliwości 50Hz i przekazywana kablem elektroenergetycznym NN poprzez rozdzielnicę główną budynku do sieci wewnętrznej. Produkcja energii elektrycznej w elektrowni ma na celu zużycie energii na miejscu oraz dalsze oddawanie nadwyżek wyprodukowanej energii. Znamionowa moc instalacji powinna być określona pomiarami w Standardowych Warunkach Pomiaru.

### **1.5 Elementy składowe systemu**

Na elementy składowe instalacji fotowoltaicznej składają się:

- zestaw modułów fotowoltaicznych wraz z konstrukcją wsporczą;
- instalacja elektryczna wraz z automatyką zapewniającą dostosowanie parametrów produkowanej energii do wymogów pracy z siecią lokalnego Dystrybutora;
- instalacja wraz z zabezpieczeniami;

System będzie składał się z 10 modułów.

### **1.6 Zestawienie głównych elementów instalacji**

Lp.	Wyszczególnienie	Ilość
1	Moduł fotowoltaiczny	10 szt.
2	Inwerter	1 szt.
3	Skrzynka przyłączeniowa po stronie AC wykonanie w II klasie ochronności o IP 65	1 szt.
4	Skrzynka przyłączeniowa po stronie DC wykonanie w II klasie ochronności o IP 65	1 szt.
5	Konstrukcja dedykowana dla instalacji fotowoltaicznej	1 kpl.
6	Elementy montażowe, rurki instalacyjne, uchwyty	1 kpl.
7	Okablowanie	1 kpl.
8	Zabezpieczenie przeciwprzepięciowe	1 kpl.

## 2. Charakterystyka głównych elementów i zabezpieczeń instalacji

### 2.1 Moduły fotowoltaiczne

Panele fotowoltaiczne monokrystaliczne są urządzeniami dokonującymi konwersji promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Planowana jest elektrownia składająca się z zestawu 10 paneli o mocy minimum 340W każdy. Łączna moc paneli wynosi min. 3,40 kWp.

Projektowane panele fotowoltaiczne powinny spełniać minimalne wymagania:

<b>Charakterystyka elektryczna</b>	Moc modułu minimum:	340
	Typ ogniw:	Monokrystaliczne
	Wydajność/sprawność minimum:	20,5%
	Maksymalne napięcie systemu:	Min. 1000V DC
	Temperaturowy współczynnik mocy:	Od 0 do -0,36%/°C
	Ilość płytek krzemowych:	Min. 60

<b>Wymagane certyfikaty wydane przez jednostki akredytowane</b>	IEC	61215, 61730
	Obciążenie na front modułu:	Minimum 8000 Pa
	Obciążenie na tył modułu:	Minimum 3600 Pa
	Odporność na amoniak	TAK
	Odporność na mgłą solną:	TAK

<b>Budowa i cechy</b>	Maksymalna długość:	2000mm
	Maksymalna szerokość:	1000mm
	Minimalna grubość:	35mm
	Waga maksymalna:	19 kg
	Gniazdo przyłączeniowe minimum:	IP65
	Obudowa:	Rama wykonana z anodowanego profilu aluminiowego
	Flash test	Wymagany dla każdego modułu
	EL test	Wymagany dla każdego modułu

<b>Gwarancje</b>	Standardowa gwarancja produktowa od producenta modułów	Minimum 12 lat – potwierdzona przez producenta przy składaniu oferty/uzupełnieniu dokumentów i oświadczeń
	Liniowy spadek mocy potwierdzony kartą gwarancyjną podpisaną przez producenta modułów minimum:	2 rok – 97% mocy maksymalnej 25 lat – 82,6% mocy maksymalnej

## 2.2 Inwerter fotowoltaiczny

Energia elektryczna w modułach fotowoltaicznych ma formę prądu stałego i może być wykorzystywana do zasilania urządzeń elektrycznych pod warunkiem zastosowania urządzeń do konwersji prądu stałego na prąd przemienny zwany inwerterem (falownikiem). Planuje się montaż inwertera o mocy 3,6 kW AC zapewniającej bezpieczeństwo zautomatyzowanej pracy w czasie procesu przetwarzania energii oraz monitoring tego procesu i działania urządzeń. Podczas montażu urządzenia wymagane jest pozostawienie odstępów wentylacyjnych zgodnie z zaleceniami producenta, oznacza to że nie należy montować inwertera w zabudowanych szafkach, wnękach w ścianie bez zachowania odpowiednich odstępów co precyzują producenci urządzeń. Moduły zostaną podłączone do inwertera przewodem solarnym w wykonaniu zewnętrznym odpornym na promieniowanie UV i wtykami MC-4 lub równoważnymi. Inwerter należy zainstalować zgodnie z wytycznymi instrukcji montażowej zwracając w szczególności uwagę na odległości od sąsiednich urządzeń.

Projektowany inwerter fotowoltaiczny powinien spełniać minimalne wymagania:

<b>WARUNKI OTOCZENIA</b>	
Stopień ochrony obudowy	min. IP 65
Zakres temperatury pracy	min. -25 ÷ + 50°C
Zakres dopuszczalnej wilgotności względnej	0-100%
Pobór mocy w nocy	≤ 3W
<b>WARTOŚCI WEJŚCIOWE</b>	
Maksymalny prąd wejściowy	≥ 13A na każde MPPT
Maksymalne napięcie wejściowe	≥ 1000V
Minimalne napięcie wejściowe	≤ 150V
<b>WARTOŚCI WYJŚCIOWE</b>	
cos φ	≥ 0,85 ind./poj.
Ilość faz	3
Napięcie wyjściowe	230/400V
Częstotliwość	50 Hz
Zawartość zniekształceń nieliniowych THD przy mocy nominalnej	≤ 3%
Pobór mocy w nocy	< 3W
Sprawność maksymalna	≥ 98%
Sprawność europejska	≥ 97%
<b>BUDOWA i CECHY</b>	
Odwrotna polaryzacja DC	TAK
Zabezpieczenie przed zwarcie	TAK
Monitorowanie rezystancji izolacji	TAK
Ochrona przed przepięciami	TAK
Ochrona termiczna	TAK
Zintegrowany wyłącznik DC	TAK
Komunikacja	RS485 lub WiFi

ZGODNOŚĆ Z NORMAMI	
Standard bezpieczeństwa	EN/IEC 62109-1/-2
Standard EMC	EN/IEC 61000-5, 61000-3
Norma	PN-EN50438

### 2.3 Charakterystyka instalacji elektrycznej

Instalacja elektryczna, zawierająca okablowanie i osprzęt elektryczny zapewniający bezpieczeństwo obsługi systemu będzie podzielona na dwie główne sekcje. Sekcja prądu stałego i sekcja prądu przemiennego, odgraniczone inwerterem.

Sekcja prądu stałego będzie budowana w oparciu o kable dedykowane do instalacji fotowoltaicznych, odporne na działanie warunków atmosferycznych i promieniowania UV oraz rozdzielnice z zabezpieczeniami, ogranicznikami przepięć prądu stałego.

Sekcja prądu przemiennego budowana będzie, zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej. W skład sekcji wejdą kable energetyczne układane na powietrzu w korytach elektroinstalacyjnych oraz rozdzielnice w II klasie ochronności IP65 z zabezpieczeniami nadmiarowo-prądowymi, ogranicznikami przepięć prądu przemiennego (AC).

Moduły należy łączyć szeregowo w łańcuchy za pomocą przewodów. Nadmiary przewodów należy mocować do konstrukcji aluminiowej za pomocą opasek odpornych na promieniowanie UV oraz szkodliwe czynniki atmosferyczne. W miejscach gdzie przewody są narażone na promieniowanie słoneczne należy zastosować stosowne osłony. Poszczególne łańcuchy modułów należy łączyć z inwerterem poprzez rozdzielnice przewodami solarnymi o przekroju 4 mm<sup>2</sup>. W rozdzielniach należy zainstalować bezpieczniki rozłącznikowe oraz ochronniki przepięciowe.

### 2.4 Okablowanie DC inwerterów

Okablowanie pomiędzy modułami fotowoltaicznymi, a inwerterem wykonane zostanie przewodem solarnym zewnętrznym odpornym na promieniowanie UV o przekroju min. 4 mm<sup>2</sup>. Okablowanie DC będzie podwieszone na konstrukcji wsporczej modułów fotowoltaicznych, biegnącą pod każdym z modułów. Okablowanie DC inwertera podzielone powinno być na pasma zgodnie z zaleceniami producenta inwerterów. Wymaga się aby instalacja DC wyposażona była w ogranicznik przepięć.

### 2.5 Okablowanie AC inwerterów

Do budowy instalacji elektrycznej po stronie AC stosuje się następujące materiały podstawowe:

- kable elektroenergetyczne typu YKY z izolacją na 1000 V
- przewody jednożyłowe miedziane typu DY, LgY z izolacją na 750 V
- osprzęt elektryczny p/t i n/t – łączniki, przyciski, gniazda o prądzie roboczym 16A

Okablowanie zmiennoprądowe (AC) zasilające inwerter zakłada się, że zostanie wykonane kablami YKYżo 5x2,5mm<sup>2</sup>. Przekrój żył powinien być dobrany w zależności od dopuszczalnego spadku napięcia, dopuszczalnej temperatury nagrzania kabla przez prądy robocze i zwarciove oraz skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w przypadku samoczynnego wyłączenia zasilania. Należy dobrać okablowanie, tak aby spadek napięcia na kablach nie przekraczał 1%. Rozprowadzane przewody należy zabezpieczać przy pomocy rur ochronnych elektroinstalacyjnych.

## **2.6 Instalacja uziemiająca**

Jako uziemienie należy wykorzystać istniejący uziom w obiekcie (fundamentowy/ otokowy) lub wykonać odrębny uziom szpilkowy dedykowany dla uziemienia instalacji PV. Rezystancja uziomu powinna wynosić  $R < 10\Omega$ . Ochronę urządzeń elektrycznych i elektronicznych przed skutkami przepięć spowodowanych wyładowaniami atmosferycznymi i przepięciami łączeniowymi zaprojektowano jako dwustopniową w oparciu o ograniczniki przepięć oraz skutecznie uziemione połączenia wyrównawcze. Konstrukcję wsporczą modułów fotowoltaicznych należy ze sobą połączyć. Połączenie wyrównawcze należy wykonać przewodem LgY16 (dla budynku z odgromem) lub LgY6 (dla budynku bez odgromu) i połączyć z uziomem.

Uziemieniu ochronnemu podlegają metalowe części, normalnie nieprzewodzące prądu lecz mogące stanowić niebezpieczeństwo porażenia w razie pojawienia się na tych elementach napięcia.

W szczególności należy uziemić:

- ramy modułów fotowoltaicznych poprzez konstrukcje wsporcze;
- konstrukcję rozdzielnic i szaf;
- obudowę inwertera;
- ramy modułów fotowoltaicznych poprzez konstrukcję wsporczą.

## **2.7 Ochrona przeciwporażeniowa**

Ochrona przeciwporażeniowa nn realizowana jest na podstawie wymagania normy PN-HD 60364-4-41: 2017-09 (lub równoważną) należy zastosować następujące środki ochrony:

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



Zgodnie z normą PN-HD 60364-7-712: 2016-05 (lub równoważną) należy zastosować następujące środki ochrony:

- Ochrona podstawowa – obudowy w II klasie ochrony dla rozdzielnic DC i AC
- Ochrona dodatkowa – szybkie wyłączenie w sieci TN-S za pomocą wyłączników nadprądowych po stronie AC
- Ochrona przed dotykiem bezpośrednim poprzez zastosowanie wyłączników różnicowo-prądowych po stronie AC.

Jeśli beneficjent ma zabudowane zabezpieczenie różnicowo-prądowe w głównej tablicy rozdzielczej domu, to należy wykorzystać istniejące zabezpieczenie i włączyć obwód dedykowany dla zasilania inwertera pod istniejące zabezpieczenie różnicowo-prądowe beneficjenta.

Jeśli natomiast w głównej tablicy rozdzielczej domu brak zabezpieczenia różnicowo-prądowego, to zabezpieczenie różnicowo-prądowe dedykowane wyłącznie dla zasilania inwertera instalacji fotowoltaicznej należy zabudować w skrzynce AC wg schematu E.1. Montaż i zakup RDC po stronie beneficjenta.

Projektowana instalacja elektryczna jest zgodna z przepisami budowlanymi w zakresie ochrony przeciwporażeniowej oraz wymogami normy PN-HD-60364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych” lub równoważna. W ramach systemu ochrony od porażeń prądem elektrycznym należy zastosować samoczynne szybkie wyłączenie zasilania w układzie TNS. Zapewni to zgodne z normą wyłączenie zasilania.

## **2.8 Ochrona przeciwprzepięciowa**

Inwerter oraz instalację ogniw fotowoltaicznych chronić poprzez zastosowanie ograniczników przepięciowych dedykowanych do instalacji PV na napięcie do 1000VDC montowanych w rozdzielnicy DC. Należy zastosować ograniczniki SPD typ 1+2 po stronie stałoprądowej w rozdzielnicy DC, ponieważ na budynku jest instalacja odgromowa. LUB Należy zastosować ograniczniki SPD typ 2 po stronie stałoprądowej w rozdzielnicy DC, ponieważ na budynku nie ma instalacji odgromowej. Całość instalacji wykonać zgodnie z normą PN-EN 62305. Ograniczniki przepięć zapewnią ochronę systemu fotowoltaicznego PV przed przepięciami: łączeniowymi lub pochodzącymi od wyładowań atmosferycznych pośrednich i bezpośrednich.

## **2.9 Ochrona odgromowa i połączenia wyrównawcze**

Instalacje fotowoltaiczne montowane na dachach mogą być narażone na uszkodzenia ze względu na bezpośredni przepływ prądu piorunowego przez ramy modułów jak i konstrukcję montażową.

Zainstalowanie paneli PV na dachu budynku w wielu przypadkach nie zwiększa wartości ryzyka szkód piorunowych wyznaczonego dla obiektu, wynikającego głównie z jego konstrukcji, usytuowania, wyposażenia i przeznaczenia.

Instalując panele fotowoltaiczne na budynkach należy kierować się normą: „PN - EN 62305-2:2012 Ochrona odgromowa – Część 2: Zarządzanie ryzykiem” lub równoważną i w razie wystąpienia konieczności należy zamontować zabezpieczenia zgodnie z wytycznymi z normy.

Przeprowadzono analizę konieczności wykonania instalacji odgromowej budowanej instalacji PV dla budynków mieszkalnych objętych niniejszym opracowaniem.

Panele oraz konstrukcja mocująca nie będą wychodzić poza obrys połaci dachowych. Nie wpływa to na zwiększenie powierzchni, nie stanowi dodatkowego elementu absorbującego.

Przeprowadzono analizę ryzyka wg normy PN-EN 63205 arkusz 2.

Instalacja odgromowa konieczna jest w przypadku gdy:

$$R \leq RT$$

Zgrupowane panele zostaną zabezpieczone uziomem. Do wykonania uziomu zastosować drut miedziany 10 mm<sup>2</sup> oraz uziom pionowy szpilkowy  $\varnothing$  16 mm. Instalację uziemiającą wykonać zgodnie z przepisami.

Bezwzględnie konieczne jest zastosowanie systemu przeciwprzepięciowego, czyli odpowiednich ograniczników przepięć oraz układu ekwipotencjalizacji.

Należy zastosować instalację uziemiającą z wykorzystaniem skrzynki przyłączeniowej wraz z ogranicznikami przepięć oraz uziemienia przy pomocy uziemienia.

Stosowane zabezpieczenie projektowanych instalacji po stronie DC:

- skrzynki przyłączeniowe łańcuchów PV z ogranicznikiem przepięć typu 2 lub typu 1+2, oparte na technologii co najmniej warystorowej lub iskiernikowej,
- uziemienie ogranicznika z użyciem przewodu co najmniej 10mm<sup>2</sup> dla ogranicznika przepięć typu 2.

Dobór ogranicznika powinien zostać dokonany zgodnie ze stosownymi normami.

### 3. Uwagi końcowe

- Całość robót instalacyjno - montażowych wykonać zgodnie z Polskimi Normami
- Całość prac wykonać ze szczególnym uwzględnieniem wymagań BHP
- Stosować materiały dopuszczone do stosowania w budownictwie
- Zmiany należy uzgodnić z autorem opracowania

- Prace w pobliżu i na częściach czynnych urządzeń elektroenergetycznych wykonywać po wyłączeniu zasilania, uziemieniu i dopuszczeniu do pracy pod nadzorem upoważnionych pracowników Wykonawcy.

#### 4. Opis konstrukcji wsporczej i przykładowych rozwiązań montażowych

Planuje się wykorzystanie fabrycznej konstrukcji wsporczej przeznaczonej do mocowania modułów fotowoltaicznych na dachu budynku / elewacji budynku / do montażu naziemnego. Panele fotowoltaiczne będą umieszczone równolegle z poszyciem dachu obiektu. Konstrukcję stanowić będą aluminiowe szyny zamocowane do dachu budynku / elewacji budynku / konstrukcji naziemnej. Szyny należy ułożyć i zamontować dokładnie z wytycznymi producenta oraz z instrukcją montażową dostarczoną do danego zestawu fotowoltaicznego. W przypadku zastosowania elementów dodatkowych, nie dostarczonych przez producenta w celu zamontowania modułów należy przedstawić atest i świadectwo zgodności z obowiązującymi normami wydane przez odpowiednią jednostkę lub osobę posiadającą odpowiednie uprawnienia.

Konstrukcja powinna być wykonana w pełnym przekroju z materiałów niekoordynujących np. aluminium. Konstrukcje te nie będą wymagały w celu zabezpieczenia przed korozją nanoszenia i nakładania dodatkowych warstw ochronnych.

W przypadku montażu na ziemi montaż ten będzie odbywał się na konstrukcjach systemowych producenta, a konstrukcja ta nie będzie na stałe związana z gruntem (brak fundamentu).

Wykonawca będzie zobowiązany do zastosowania odpowiedniej konstrukcji (systemu montażowego) do danego obiektu zgodnie z protokołem uzgodnień wykonywanym podczas wizyty na danej lokalizacji.

Konstrukcję należy podłączyć z istniejącą instalacją odgromową oraz sprawdzić wartość uziomu wymagany  $< 10 \Omega$ .

Wszystkie elementy planowanej fabrycznej konstrukcji wsporczej są wykonane z aluminium z wyłączeniem śrub oraz nakrętek wykonanych ze stali nierdzewnej. Aluminium nie jest materiałem podatnym na korozję.

Mocowanie konstrukcji należy wykonać za pomocą odpowiednich śrub – dedykowanych do odpowiedniego poszycia dachowego lub danego rodzaju elewacji. Waga konstrukcji dla 4 paneli to około 25kg w zależności od producenta.

##### **Dane techniczne:**

wytrzymałość konstrukcji:	obliczana wg lokalizacji Inwestycji
obciążenia śniegiem:	minimum 3000 Pa – zalecana 5400 Pa
obciążenia wiatrem:	minimum 3000 Pa – zalecana 5400 Pa
specyfikacja materiałów:	Aluminium EN6060 lub inne o podobnych parametrach
śruby/nakrętki:	Stal nierdzewna A2

## 5. Procedura odbiorowa instalacji

Odbiór końcowy od wykonawcy przeprowadza przedstawiciel zamawiającego (inwestora). Może on w tym celu powołać komisję odbiorczą. Zakończenie i wyniki wymienionych prac powinny zostać udokumentowane. W celu odbioru instalacji fotowoltaicznej, wykonawca powinien dokonać pomiarów instalacji fotowoltaicznej. Protokoły pomiarowe z wykonanych pomiarów należy przygotować i dostarczyć dla Inwestora łącznie z dokumentacją powykonawczą.

## 6. Informacje związane z bezpieczeństwem i ochroną zdrowia

### 6.1 Zakres robót

Zakres planowanych prac:

- montaż konstrukcji wsporczych,
- montaż paneli fotowoltaicznych na konstrukcji,
- montaż inwertera DC/AC na konstrukcji,
- montaż projektowanych instalacji elektrycznych nn - 0,4kV,

Kolejność prowadzenia prac:

- przygotowanie miejsca pracy,
- ułożenie kabla,
- montaż konstrukcji wsporczych i systemów montażowych
- montaż paneli PV
- montaż Inwertera i zabezpieczeń
- podłączenia.

### 6.2 Istniejące obiekty budowlane

- Istniejący budynek,
- Istniejące linie kablowe,
- Istniejące instalację elektryczne,
- Drogi publiczne.

### 6.3 Elementy zagospodarowania terenu mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia

- Istniejące linie elektroenergetyczne,
- Sieć telekomunikacyjna,
- Drogi publiczne

### 6.4 Przewidywane zagrożenie występujące podczas realizacji robót budowlanych

- Ryzyko upadku z wysokości ponad 2m podczas prac montażowych przy budowie instalacji elektrycznych,

- Ryzyko porażenia prądem elektrycznym podczas montażu projektowanych instalacji elektrycznych,
- Ryzyko porażenia prądem elektrycznym przy podłączaniu istniejących kabli i przewodów,
- Ryzyko pożaru.

#### **6.5 Sposób prowadzenia instrukcji pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych**

- Bezpośrednio przed przystąpieniem do prac należy zapoznać pracowników z zagrożeniami jakie można napotkać w czasie wykonywanej pracy, oraz udzielić instruktażu z zakresu prowadzonych robót.

#### **6.6 Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych**

- Wymaga się organizowanie stanowiska pracy zgodnie z przepisami i zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy,
- Należy zapewnić pracownikom odzież ochronną i sprzęt ochrony osobistej oraz dopilnować, aby te środki były stosowane zgodnie z przeznaczeniem,
- Zaleca się wykonywanie prac przy urządzeniach elektrycznych wyłączonych spod napięcia oraz zastosować odpowiednie zabezpieczenie przed przypadkowym załączeniem napięcia.
- Apteczka pierwszej pomocy.
- Telefon komórkowy na placu budowy umożliwiający wezwanie pomocy.

#### **6.7 Wpływ na środowisko**

Inwestycja nie wpływa negatywnie na otaczające środowisko naturalne

### **7. Bezpieczeństwo eksploatacji – opracowanie ogólne**

Niniejsza dokumentacja powinna być przeczytana z uwagą i zrozumieniem zanim podjęte zostaną jakiekolwiek czynności serwisowe czy eksploatacyjne. Dokumentacja zawiera podstawowe informacje dotyczące mechanicznej i elektrycznej części instalacji modułów i ich połączeń z inwerterami, z którą użytkownik czy serwisant powinien się zapoznać.

Prace przy serwisowaniu instalacji elektrowni fotowoltaicznej powinny być przeprowadzane przez wykształcony w danym kierunku i przeszkolony personel. Bezwzględnie wymaga się przestrzegania przepisów BHP.

#### **Zastosowane znaki ostrzeżeń**

Ostrzeżenia informują o warunkach, które mogą spowodować poważne obrażenia lub śmierć i/lub uszkodzenie urządzeń oraz podają sposób na uniknięcie niebezpieczeństwa.

Dla wyróżnienia ostrzeżeń w tekście dokumentacji stosowane są następujące symbole:



**Ostrzeżenie elektryczne:** ostrzega o niebezpieczeństwach pochodzących ze strony obwodów elektrycznych, które mogą spowodować zagrożenia dla życia lub zdrowia personelu i/lub uszkodzenie urządzeń.



**Ostrzeżenie ogólne:** ostrzega o sytuacjach, w których mogą mieć miejsce zagrożenia dla życia lub zdrowia personelu i/lub uszkodzenia urządzeń spowodowane przez przyczyny inne niż elektryczne.

#### Ogólne zasady bezpieczeństwa

Na terenie UE do prac z modułami fotowoltaicznymi mają zastosowanie następujące regulacje:

Krajowe przepisy BHP oraz poniższe przepisy i normy bezpieczeństwa.

- DIN 18451
- DIN 18338
- DIN 1055
- VDE 0100 prace do 1000V
- VDE 0190
- VDE 0185
- DIN 18015 E
- DIN 18382

#### Przed przystąpieniem do czynności serwisowych



**OSTRZEŻENIE!** Przystąpienie do prac należy bezwzględnie poprzedzić wymienionymi poniżej środkami ostrożności oraz przepisami BHP

Zapoznać się z poszczególnymi instrukcjami bezpieczeństwa dotyczącymi danego miejsca pracy oraz urządzeń.

Odłączyć wszystkie źródła zasilania. Zablokować rozłączniki w pozycji otwartej i umieścić ostrzeżenie na rozłącznikach. Po odłączeniu inwerterów zawsze należy odczekać 5 minut, aby umożliwić rozładowanie kondensatorów w obwodzie pośrednim.

Przedsięwziąć środki ostrożności, gdy znajdują się odsłonięte (nieizolowane) przewody.

Sprawdzić czy instalacja nie jest pod napięciem. Należy pamiętać, że panele fotowoltaiczne (szczególnie ich zestawy połączone szeregowo) generują napięcie (do 1000 VDC) automatycznie po ich nasłonecznieniu.

Wykonać tymczasowe uziemienie.

#### Środki ostrożności



Moduły słoneczne mogą być montowane/demontowane tylko przez wykwalifikowane firmy specjalistyczne znające i przestrzegające normy i przepisy odnoszące się do instalacji fotowoltaicznych, takich jak przepisy VDE, normy DIN, dyrektywa VDEW, przepisów z zakresu BHP oraz osoby posiadające odpowiednie świadectwa kwalifikacyjne.

W szczególności zwraca się uwagę na następujące punkty:

- Przed zdemontowaniem modułów należy sprawdzić czy kable i złączki nie są uszkodzone bądź zabrudzone.
- Nie instalować uszkodzonych modułów fotowoltaicznych ani modułów z zabrudzonymi złączkami.
- Moduły słoneczne, a w szczególności złączki i narzędzia, muszą być suche w momencie prac serwisowych lub konserwacyjnych.
- Należy się upewnić, że wszystkie połączenia elektryczne są dobrze zamknięte.

#### **Ważna wskazówka!**

**Ruchome kable przyłączeniowe, w wyniku ocierania o konstrukcję, mogą spowodować uszkodzenia izolacji.**

Nie wolno otwierać puszek przyłączeniowej z kablami podłączonymi fabrycznie.

Puszki przyłączeniowej, kabli i wtyczek przyłączeniowych nie można czyścić ani smarować substancjami zawierającymi olej, tłuszcz lub alkohol.

Nie można zdejmować złącz solarnych zamocowanych fabrycznie.

W ramach modułu nie wolno wiercić dodatkowych otworów, oraz mocować inaczej niż przewiduje to instrukcja producenta.

Modułów fotowoltaicznych nie wolno przytrzymywać, ani transportować przy pomocy kabli przyłączeniowych.

Modułów fotowoltaicznych nigdy nie wolno zostawiać swobodnie leżących lub bez zabezpieczenia.

#### Niebezpieczeństwo utraty życia



**OSTRZEŻENIE!** Zagrożenie życia przez obecność napięcie w falowniku oraz instalacji po stronie DC. Generator fotowoltaiczny generuje pod wpływem światła słonecznego niebezpieczne napięcie stałe, które występuje na przewodach DC lub innych elementach falownika będących pod napięciem. Dotknięcie przewodów DC lub elementów znajdujących się pod napięciem może spowodować niebezpieczne porażenie prądem elektrycznym.

#### Moduły fotowoltaiczne

**Podczas prac z generatorami słonecznymi, należy bezwzględnie przestrzegać przepisów z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy.**

Moduł fotowoltaiczny należy traktować jak produkt szklany i pod żadnym pozorem - w pojemniku transportowym ani w stanie zamontowanym - nie można go obciążać mechanicznie (stawiać skrzynek z narzędziami, stawać na nich itp.) ponieważ może to spowodować widoczne i niewidoczne uszkodzenia (np. mikropęknięcia w ogniwach i przedwczesny spadek mocy).

**Praca z oświetlonymi modułami jest działaniem w warunkach obecności napięcia.**

Przed przystąpieniem do prac serwisowych należy sprawdzić, czy moduł fotowoltaiczny nie ma uszkodzeń mechanicznych. Nie wolno montować uszkodzonych modułów słonecznych (np. modułów z pękniętymi elementami szklanymi, uszkodzeniami tylnej folii izolacyjnej). Uszkodzenie tylnej folii izolacyjnej może mieć poważne skutki (rozwarstwienie, zagrożenie życia i zdrowia).



**OSTRZEŻENIE!**  
Napięcie bezpieczne 24 V może być w każdej chwili przekroczone!!! Moduły zostały sklasyfikowane do klasy zastosowania A: napięcie niebezpieczne (IEC 61730: 50 V, EN 61730: większe niż 120 V)

W momencie wyeksponowania modułu na światło na złączach modułu natychmiast pojawia się napięcie jałowe (ok. 37,9V) a w przypadku szeregowego połączenia kilku modułów napięcie te wzrośnie do wartości sumy napięć jałowych połączonych modułów. Wartość napięcia jałowego jest podana w karcie katalogowej produktu.

W zwykłych warunkach moduł fotowoltaiczny może wygenerować wyższy prąd i/lub wyższe napięcie niż podano w znormalizowanych warunkach kontroli (warunki STC – 25°C, 1000W/m<sup>2</sup>). W celu określenia wartości pomiarowych napięcia podzespołów, kabli, wielkości bezpieczników i pomiaru sterowników podłączanych do wyjścia modułów fotowoltaicznych



należy wartość  $I_{sc}$  i  $U_{oc}$  podaną w karcie katalogowej modułów pomnożyć przez współczynnik bezpieczeństwa 1,25.

Montaż/demontaż modułów słonecznych wymaga zaawansowanej wiedzy specjalistycznej i doświadczenia, dlatego mogą je wykonywać tylko specjaliści elektrycy, którzy posiadają wymagane świadectwa kwalifikacyjnego.



#### WAŻNE ZALECENIA PRAKTYCZNE

Zachowaj szczególną ostrożność

Aby uniknąć niebezpieczeństwa porażeń elektrycznych, wszystkie ramy modułów słonecznych, obudowa inwertera oraz konstrukcja nośna są połączone z uziemieniem w celu wyrównywania potencjałów.

Przy rozłączaniu pasm, paruj bieguny, oznacz je, zaizoluj konektory, tak aby nie wywołać łuku elektrycznego, który przy napięciu ponad 600V jest wysoce prawdopodobny.

Unikaj prac łączeniowych w pełnym słońcu. Jeśli to możliwe, zrób to rano, lub wieczorem.

Nigdy nie łącz ze sobą ostatnich dwóch konektorów tego samego pasma. W najlepszym wypadku uszkodzisz moduły, a istnieje wysokie ryzyko pożaru całej instalacji !

Nigdy nie wyciągaj ani nie podłączaj konektorów w czasie pracy inwertera!

**!!! Należy bezwzględnie wyłączyć instalację fotowoltaiczną, w przypadku kiedy w obiekcie zajdzie konieczności załączenia agregatu prądotwórczego !!!**

#### Konserwacja



#### OSTRZEŻENIE!

Prace związane z konserwacją, czyszczeniem modułów fotowoltaicznych należy wykonać przy zachowaniu pełnej ostrożności !!

Nie należy dotykać części przewodzących prąd elektryczny !!

Napięcie w obwodzie prądu stałego może sięgać do 1000V !!

Gdy wierzchnia warstwa modułów zostanie zabrudzona, produkcja energii elektrycznej zmniejszy się. W celu utrzymania optymalnych warunków produkcyjnych modułów fotowoltaicznych producent zaleca:

- Czyszczenie powierzchni modułów przy użyciu zmiękczonej wody, miękkiej szmatki lub gąbki – przynajmniej dwa razy rocznie (szczególnie po okresach pylenia roślin);
- Użycie myjek wysokociśnieniowych może spowodować utratę gwarancji;

- Powinno się unikać czyszczenia modułów w słoneczne dni – kiedy ich temperatura przekracza 60°C;
- Sprawdzenie wszystkich połączeń mechanicznych oraz elektrycznych – przynajmniej raz na rok.

## 8. Uwagi końcowe

Kable zasilające LSHF 4 mm<sup>2</sup> od strony układu DC wprowadzone do budynku, w których napięcie może dochodzić do 1000V, należy układać bezpośrednio pod tynkiem o grubości minimum 5mm lub prowadzić natynkowo w instalacyjnych rurkach karbowanych RKGS lub instalacyjnych listwach ściennych. Z uwagi na zapewnienie bezpieczeństwa osób przebywających w budynku, nie dopuszcza się prowadzenia okablowania po stronie DC w budynku w sposób natynkowy bez zastosowania rurek ochronnych. Całość instalacji wykonać z należytą starannością i zgodnie ze sztuką. Całość prac wykonać zgodnie z rysunkami instalacyjnymi elektryki.

## 9. Literatura

- PN-E-83017 Systemy fotowoltaiczne przetwarzania energii słonecznej. Terminologia i symbole.
- PN-HD 60364-7-712:2007 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.
- PN-EN 60529:2003 Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP).
- PN-EN 60445:2010 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, znakowanie i identyfikacja. Identyfikacja zacisków urządzeń i zakończeń przewodów.
- PN-EN 60446:2010 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, znakowanie i identyfikacja. Identyfikacja przewodów kolorami albo znakami alfanumerycznymi.
- PN-EN 60439-4:2008 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 4: Wymagania dotyczące zestawów przeznaczonych do instalowania na terenach budów (ACS)
- PN-EN 50274:2004 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym. Ochrona przed niezamierzonym dotykiem bezpośrednim części niebezpiecznych czynnych
- PN-EN 62208:2006 Puste obudowy rozdzielnic i sterownic niskonapięciowych. Wymagania ogólne.
- PN-E-05163:2002 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe osłonięte. Wytyczne badania w warunkach wyładowania łukowego, powstałego w wyniku zwarcia wewnętrznego.

- PN-E-04700:1998/Az1:2000 Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych. Wytyczne przeprowadzania po montażowych badań odbiorczych.
- PN-HD 60364-6:2008 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 6: Sprawdzanie.
- PN-HD 60364-4-41:2009 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym.
- PN-IEC 60364-4-43:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed prądem przetężeniowym.
- PN-IEC 60364-4-46:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Odłączanie izolacyjne i łączenie.
- PN-IEC 60364-4-443 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi.
- PN-IEC 60364-5-51:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Postanowienia ogólne.
- PN-IEC 60364-5-52:2002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprzewodowanie.
- PN-IEC 60364-5-52:2002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Obciążalność prądowa długotrwała przewodów.
- PN-IEC 60364-5-53:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza.
- PN-IEC 60364-5-534:2003 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Urządzenia do ochrony przed przepięciami.
- PN-IEC 60364-5-537:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza. Urządzenia do odłączania izolacyjnego i łączenia.
- 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.
- PN-E-05125: 1976 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.
- PN-HD 62305-1:2008 Ochrona odgromowa. Część 1: Zasady ogólne.
- PN-HD 62305-2:2008 Ochrona odgromowa. Część 2: Zarządzanie ryzykiem.
- PN-HD 62305-3:2009 Ochrona odgromowa. Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia.
- PN-HD 62305-4:2009 Ochrona odgromowa. Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach.

---

## 10. Rozporządzenia i ustawy

- Ustawa z dnia 07 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2016 r., poz. 290).
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. z 2014 r., poz. 883) z późniejszymi zmianami.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. z 2004 r. Nr 198, poz. 2041) z późniejszymi zmianami
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. o zmianie ustawy – Prawo energetyczne. (Dz. U. z 2012 r. poz. 1059) z późniejszymi zmianami.
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego (Dz. U. 2007 nr 93 poz. 623) z późniejszymi zmianami.
- Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. 2012 r. poz. 462) z późniejszymi zmianami.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 06 lutego 2003r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. 2003 nr 47 poz. 401).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2015 r. poz. 1422).