



**Fundusze Europejskie**  
Program Regionalny



**lubelskie**  
*Smakuj życie!*

**Unia Europejska**  
Europejski Fundusz  
Rozwoju Regionalnego



PROJEKT WSPÓLFINANSOWANY JEST ZE ŚRODKÓW EUROPEJSKIEGO FUNDUSZU ROZWOJU REGIONALNEGO W RAMACH REGIONALNEGO PROGRAMU OPERACYJNEGO WOJEWÓDZTWA LUBELSKIEGO NA LATA 2014-2020.



## **PROJEKT BUDOWLANO- WKONAWCZY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ** o mocy 3,90 kWp

**INWESTOR:** *Gmina Szczepieszyn*

**ADRES:** *Plac Tadeusza Kościuszki 1  
22-460 Szczepieszyn*

**BRANŻA:** *ELEKTRYCZNA*

**WYKONAWCA:** GreenProject Chład Łukasz  
ul. Kłobucka 31  
42-125 Gruszewnia

**PROJEKTANT:** *Mgr inż Tomasz Soluch* Nr upr. *SLK/1079/POOE/05*

*Sierpień 2019r.*

## Zawartość

Zawartość.....	2
1. OPIS TECHNICZNY .....	4
1.1 Podstawy opracowania.....	4
1.2 Przedmiot opracowania .....	4
1.3 Lokalizacja Inwestycji .....	4
1.4 Charakterystyka układu.....	4
1.5 Opis przedsięwzięcia.....	4
1.6 Elementy składowe systemu .....	5
1.9 Charakterystyka instalacji elektrycznej .....	8
1.9.1 Okablowanie DC inwerterów .....	8
1.9.2 Okablowanie AC inwerterów .....	8
1.10 Instalacja uziemiająca .....	9
1.11 Ochrona przeciwporażeniowa .....	9
1.12 Ochrona przeciwprzepięciowa .....	10
1.13 System monitorowania instalacji fotowoltaicznej .....	10
1.14 Opis Konstrukcji Wsporczej.....	11
1.15 Wytyczne ogólne dla właściciela/użytkownika obiektu.....	12
1.15.1 Zastosowane znaki ostrzeżeń .....	12
1.15.2 Ogólne zasady bezpieczeństwa .....	13
1.15.4 Środki ostrożności.....	13
1.15.5 Niebezpieczeństwo utraty życia .....	14
1.15.6 Moduły fotowoltaiczne.....	14
1.15.7 Konserwacja.....	15
2. OBLICZENIA TECHNICZNE.....	16
2.1 Bilans mocy elektrowni fotowoltaicznej .....	16
2.2 Potrzeby własne .....	16
2.3 Obliczenia instalacji.....	16
2.4 Wyniki obliczeń.....	16
2.5 Prąd obliczeniowy szczytowy obwodu.....	17
2.6 Procedura odbiorowa instalacji .....	17
2.6.1 Wymagane protokoły pomiarowe.....	17
2.6.2 Rezystancja izolacji przewodów DC.....	17
2.6.3 Wykonanie badań modułów fotowoltaicznych .....	18
3. INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA .....	20
3.1 Podstawa prawna: .....	20
3.2 Zakres Robót.....	20
3.3 Istniejące obiekty budowlane .....	20
3.4 Elementy zagospodarowania terenu mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi .....	20
3.5 Przewidywane zagrożenia występujące podczas realizacji robót budowlanych .....	20
3.6 Sposób prowadzenia instrukcji pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych.....	21
3.7 Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych.....	21
3.8 Wpływ na środowisko .....	21
4. LITERATURA.....	22
4.1 Normy .....	22
4.2 Rozporządzenia i ustawy.....	24

# OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA

Na podstawie art. 20 ust. 4 Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (tekst jednolity Dz. U. z 2013 r. Nr 243, poz. 1409 z późniejszymi zmianami)

OŚWIADCZAM, że projekt budowlany

*Instalacji fotowoltaicznej o mocy 3,90 kWp* .....

.....  
(nazwa, rodzaj i adres zamierzenia budowlanego)

został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projektant: *Mgr inż. Tomasz Soluch*  
Nr upr. *SLK/1079/POO/E/05*

# **1. OPIS TECHNICZNY**

## **1.1 Podstawy opracowania**

zlecenie Inwestora,  
obowiązujące normy i przepisy.

## **1.2 Przedmiot opracowania**

Przedmiotem opracowania jest projekt mikro-instalacji fotowoltaicznej o mocy 3,90 kWp.

Projekt swoim zakresem obejmuje:  
Linie kablowe nn – wewnętrzne linie zasilające;  
Konstrukcje wsporcze;  
Moduły fotowoltaiczne;  
Inwertery DC/AC;  
Ochrona przeciwporażeniowa;  
Ochrona przeciwprzepięciowa;  
System monitoringu instalacji PV.

## **1.3 Lokalizacja Inwestycji**

Lokalizacja:

## **1.4 Charakterystyka układu**

napięcie przyłączeniowe 400V;  
napięcie znamionowe instalacji 230V;  
moc min. przyłączeniowa oddawana: (generowana) 3,9 kW;  
moc elektrowni fotowoltaicznej DC: 3,9 kWp;  
średnia roczna produkcja energii: 4000 kWh;  
układ sieciowy TN-C-S;  
dodatkowy system ochrony od porażień elektrycznych samoczynne wyłączenie;  
Przyłączenie do sieci PGE Dystrybucja S.A.

## **1.5 Opis przedsięwzięcia**

Przedsięwzięcie ma na celu budowę instalacji fotowoltaicznej w budynku mieszkalnym umożliwiającej produkcję energii elektrycznej za pomocą modułów fotowoltaicznych - urządzeń dokonujących konwersji promieniowania słonecznego na prąd elektryczny. Panele fotowoltaiczne będą mocowane na dedykowanych konstrukcjach wsporczych zapewniających bezpieczne użytkowanie i obsługę elektrowni. Energia elektryczna z paneli fotowoltaicznych przekazywana będzie wydzielonymi obwodami DC do inwerterów. W inwerterach tych energia będzie przekształcana na napięcie 400V o częstotliwości 50Hz i przekazywana kablem elektroenergetycznym nn poprzez rozdzielnicę główną budynku do sieci wewnętrznej.

## 1.6 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 PGE Dystrybucja S.A.;

Instalację wraz z zabezpieczeniami;

System monitoringu instalacji PV.

Struktura instalacji przedstawiona jest na rysunku PV-1 dołączonym do dokumentacji. System zbudowany będzie z 16 modułów fotowoltaicznych.

## 1.7 Moduły fotowoltaiczne



Panele fotowoltaiczne są urządzeniami dokonującymi konwersji promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Planowana jest elektrownia składająca się z zestawu maksymalnie 13 paneli o mocy 300Wp każdy. Łączna moc paneli wynosić ma 3,90 kWp. Panele muszą być o mocy nominalnej pojedynczego modułu nie mniej niż 300 Wp. Szkło frontowe modułu, hartowane, z powłoką antyrefleksyjną. Dopuszczalne obciążenie powierzchni modułu musi zapewniać jego wytrzymałość na podmuchy wiatru, śnieg, grad i inne występujące w tym rejonie zjawiska atmosferyczne. Każdy moduł musi posiadać świadectwo testów fabrycznych tzw. FLASHREPORT, oraz musi spełniać wszystkie aktualne normy konieczne do przyłączenia instalacji do sieci, a w szczególności PN-EN 61215, PN-EN IEC 61730-1, PN-EN IEC 61730-2 (lub równoważnych) wydanych przez jednostkę oceniającą zgodność zgodnie z art. 30b ust. 1 ustawy Pzp. Każdy moduł musi mieć pozytywną tolerancję mocy wyrażoną w Wp. Do produkcji paneli zastosowane muszą być ogniwa klasy A, fabrycznie nowe. Wymaga się aby producent modułów kontrolował jakość całego procesu produkcyjnego.

Ramka modułów aluminiowa zapewniająca sztywność oraz dobre odprowadzanie wody. Z uwagi na ryzyko utrudnionego procesu samooczyszczenia wymaga się konstrukcji modułów umożliwiającej zdrenowanie wody spływającej po szybie i zatrzymywanej przez dolną ramę modułów. Konstrukcja ta zapobiegnie zabrudzeniom dolnej krawędzi modułów, jak również zapobiegnie penetracji wilgoci do wnętrza modułu na styku szkła i dolnej krawędzi ramy.

Moduły muszą być przystosowane do pracy w temperaturze od  $-40^{\circ}\text{C}$  do  $+80^{\circ}\text{C}$ .

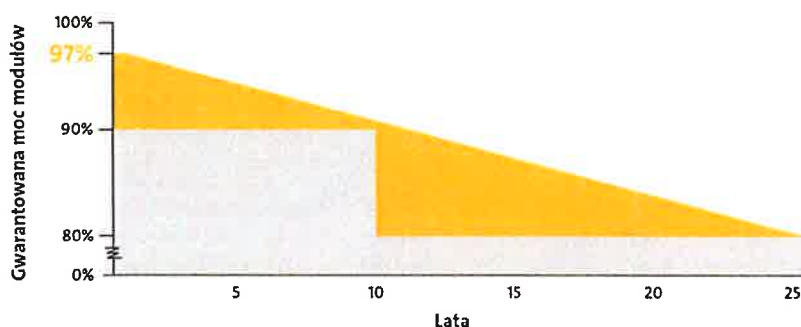
**Podstawowe parametry modułu w warunkach standardowych STC (AM 1,5;  $1000\text{W}/\text{m}^2$ ;  $25^{\circ}\text{C}$ ):**

<b>Parametry modułów</b>	<b>Oczekiwany Parametr</b>	<b>Tolerancja</b>
Liczba ogniw	60 ogniw	Równy
Typ ogniw	4 bus barowe	Nie mniej niż
Moc maksymalna $P_{\text{max}}$ (Wp)	300 Wp	Nie mniejszy niż
Współczynnik sprawności modułu	16,00%	Nie mniejszy niż
Napięcie maksymalne $V_{\text{mpp}}$	31,9V – 32,3V	Zakres
Prąd maksymalny $I_{\text{mpp}}$	8,1- 9,3A	Zakres
Napięcie jałowe $V_{\text{cc}}$	38,12V – 38,7V	Zakres
Prąd zwarciovowy $I_{\text{sc}}$	8,85 - 9,7 A	Zakres
Współczynnik temperatury dla $P_{\text{max}}$	-0,40 %/ °K	Nie większy niż (od 0 do -0,40%/ °K)

Współczynnik temperatury dla $I_{sc}$	+5,0mA/ °K	Nie większy niż (od 0 do +5mA/ °K)
Współczynnik temperatury dla $V_{oc}$	-125mV/ °K	Nie większy niż (od 0 do -125mV/°K)
Maks. napięcie systemu (V)	1 000 V <sub>DC</sub>	Równy
Temperatura robocza	-40 °C do +80 °C	Nie mniejsza niż
Maksymalne obciążenie mechaniczne	5400 Pa	Nie mniejsze niż
Grubość ramy	38 mm	Nie mniejsza niż

Moduły fotowoltaiczne są obudowane szkłem hartowanym o grubości co najmniej 3,2 mm, a pojedyncze ogniwa znajdują się pomiędzy dwoma warstwami z tworzywa sztucznego EVA. Szklane pokrycie i folia elektroizolacyjna znajdująca się na tylnej ścianie są razem laminowane, co gwarantuje ochronę przed szkodliwym wpływem czynników zewnętrznych. Całość objęta ramą aluminiową o grubości min 38mm.

**UWAGA!** należy stosować moduły tych producentów, którzy na piśmie potwierdzą możliwość montażu w wybranym systemie mocowania, bez utraty gwarancji na produkt.



Rys. 1 Przykład linearyzacji charakterystyki degradacji mocy modułów

### 1.8 Inwertery fotowoltaiczne

Energia elektryczna wytwarzana 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 zwanych inwerterami (falownikami). Planuje się montaż inwertera o mocy 4 kW AC zapewniającej bezpieczeństwo zautomatyzowanej pracy w czasie procesu przetwarzania energii oraz monitoring tego procesu i działania urządzeń. Planowany inwerter posiada stopień ochrony IP65. Wymagane jest pozostawienie odstępów wentylacyjnych zgodnie z zaleceniami producenta. Moduły podłączone zostaną do falownika przewodem solarnym w wykonaniu zewnętrznym odpornym na promieniowanie UV i wtykami typu MC-4.

#### Wymogi dotyczące inwerterów:

##### WARUNKI ATMOSFERYCZNE

stopień ochrony obudowy	min. IP65
zakres temperatur pracy	min. -25...+60°C
zakres dopuszczalnej wilgotności względnej	0...100 %

PARAMETRY WEJŚCIOWE	
maksymalny prąd wejściowy	≥ 11 A na każde MPPT
maksymalne napięcie wejściowe	≥ 800 V
minimalne napięcie wejściowe	≤ 160 V
PARAMETRY WYJŚCIOWE	
ilość faz	3
napięcie wyjściowe	230/400 V
częstotliwość	50 Hz
pobór mocy w nocy	< 10 W
sprawność maksymalna	≥ 97%
sprawność europejska	≥ 96,4%

Energia elektryczna wytworzona w ogniwach zamieniona zostanie w inwerterze z napięcia stałego DC na napięcie przemiennie. Inwerter w chwili wykrycia napięcia po stronie stałonapięciowej DC synchronizuje się z siecią odbiorczą i zaczyna dostawę energii do sieci. W chwili zaniku napięcia po stronie pierwotnej lub po stronie wtórnej inwerter wyłączy się automatycznie. Powrót napięć na inwerterze spowoduje proces synchronizacji z siecią i wznowienie dostaw energii do sieci. Inwerter zapewnia bezpieczną obsługę poprzez zabezpieczenie przed pracą wyspową. W planowanej Inwestycji inwerter posiada minimum jeden kontroler MPPT. Pozwala on na zoptymalizowanie pracy zespołu modułów PV poprzez zmniejszenie wpływu lokalnych zacienień.

Inwertery winny zostać wyposażone w system pomiaru izolacji w części DC, pozwalający eliminować wszelkie uszkodzenia w okablowaniu paneli jak również w samych panelach dając wysokie bezpieczeństwo użytkownika oraz zabezpieczenie przed błędną polaryzacją modułów. Ponadto inwerter powinien posiadać monitoring parametrów sieci, zabezpieczenie przed pracą wyspową oraz być przystosowany do pracy z polską siecią dystrybucyjną (spełniać normę PN-EN 50438:2014-02 lub równoważną). Wyposażony w rozłącznik DC, złącze RS 485 oraz złącze Ethernet lub wifi, aby umożliwić połączenie z siecią internetową. Dopuszcza się zastosowanie falowników bez możliwości bezpośredniego połączenia z Internetem. Wówczas należy zastosować datalogger lub inne urządzenie, które pozwoli na monitorowanie pracy instalacji. Gwarancja na inwertery musi wynosić co najmniej 10 lat, aby zapewnić bezawaryjną i wydajną pracę systemu dla Beneficjenta, bez konieczności ponoszenia dodatkowych opłat. Inwerter należy zainstalować zgodnie z wytycznymi instrukcji montażowej zwracając, w szczególności uwagę na odległości od sąsiednich urządzeń. Inwerter musi posiadać deklaracje zgodności z nowymi wymaganiami 2016/631 dotyczącymi podłączenia jednostek wytwórczych do sieci (RFG).

Inwerter zgodnie z instrukcją IRIESD musi posiadać niezbędne zabezpieczenia:

- zabezpieczenia nadprądowe,
- zabezpieczenia pod- i nadnapięciowe,
- zabezpieczenie skutków od pracy niepełno fazowej.

W przypadku zaniku zasilania sieciowego Inwertery przechodzą w tryb uśpiania (ang. „Stand-By”), oczekując na powrót napięcia sieciowego. Inwertery pracują na zasadzie monitorowania zmian częstotliwości sieci. Polega to na tym, że w prawidłowo działającej sieci inwerter nie ma możliwości zmienić częstotliwości. Inwerter cyklicznie "podejmuje próby" zmian częstotliwości. Jeżeli się to uda, inwerter natychmiast przestaje oddawać energię do sieci i odłącza się od niej. Zgodnie z ogólnymi wytycznymi operatora sieci OSD dla projektowanej instalacji fotowoltaicznej zabudowane w inwerterach zabezpieczenia należy nastawić na następujące wartości:

- zabezpieczenie podnapięciowe:  $U=195\text{ V}$ ,  $t=100\text{ms}$ ,
- zabezpieczenie nadnapięciowe:  $U=253\text{V}$ ,  $t=100\text{ms}$ ,
- zabezpieczenie podczęstotliwościowe:  $f=47,5\text{Hz}$ ,  $t=100\text{ms}$ ,
- zabezpieczenie nadczęstotliwościowe:  $f=51,0\text{Hz}$ ,  $t=100\text{ms}$ ,
- zabezpieczenie od pracy wyspowej:  $t=100\text{ms}$ ,
- ponowne przyłączenie do sieci po awaryjnym wyłączeniu:  $t=180\text{s}$ .

### 1.9 Charakterystyka instalacji elektrycznej.

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

Sekcja prądu stałego będzie budowana w oparciu o kable dedykowane do instalacji fotowoltaicznych, odporne na działanie warunków atmosferycznych i promieniowania UV oraz rozdzielnice RPV z zabezpieczeniami, ogranicznikami przepięć prądu stałego. Rozdzielnica powinna posiadać certyfikat przystosowania do pracy na napięciu do 1kV DC.

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

W budynku inwestora umiejscowiona jest rozdzielnica główna (RG).

#### 1.9.1 Okablowanie DC inwerterów

Okablowanie pomiędzy modułami fotowoltaicznymi a inwerterami wykonane zostaną przewodem solarnym zewnętrznym odpornym na promieniowanie UV o przekroju min.  $4\text{mm}^2$ . Okablowanie DC będzie podwieszane na konstrukcji wsporczej modułów fotowoltaicznych, biegnącej wzdłuż każdego rzędu modułów. Okablowanie DC inwertera podzielone powinny być na pasma zgodnie z zaleceniami producenta inwerterów (zgodnie z rysunkiem PV-1), wpięte będą do inwertera poprzez złączki MC4.

Wymaga się aby instalacja DC wyposażona była w ograniczniki przepięć Typu II

#### 1.9.2 Okablowanie AC inwerterów

**Do budowy instalacji elektrycznej stosuje się następujące materiały podstawowe:**

- kable elektroenergetyczne miedziane 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 16 A



Okablowanie zmiennoprądowe (AC) zasilające inwerter zakłada się, że zostanie wykonane kablami YKYżo 5x2,5mm<sup>2</sup>.

Kable nn powinny spełniać wymagania PN-93/E-90401. Zaleca się stosowanie kabli o napięciu znamionowym 0,6/1kV, pięcioletowych w izolacji polwinitowej. 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 straty na kablach nie przekraczały 1%.

### 1.10 Instalacja uziemiająca

Jako uziemienie należy wykorzystać istniejący uziom fundamentowy lub otokowy (typu B) lub wykonać dodatkowy uziom szpilkowy (typu A). 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. W rozdzielniczy RAC zostanie zainstalowany ogranicznik AC typu II.

Konstrukcję wsporczą modułów fotowoltaicznych należy ze sobą połączyć. Połączenie wyrównawcze należy wykonać przewodem LgY16 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:

- konstrukcję rozdzielnic i szaf,
- konstrukcję wsporcze np. modułów,
- ramy modułów fotowoltaicznych poprzez konstrukcje wsporcze,
- obudowy inwerterów.

Sposób uziemienia ogniw i inwerterów przedstawiono na rysunku E.4.

W budynku będzie zlokalizowana Główna Szyna Uziemiająca (poza opracowaniem projektu instalacji PV). Należy połączyć kabel ochronny PE wszystkich inwerterów i ramy modułów do Głównej Szyny Uziemiającej. W ten sposób zapewnione zostanie wyrównanie potencjałów i ochrona przed porażeniem prądem.

### 1.11 Ochrona przeciwporażeniowa

Ochrona przeciwporażeniowa nn realizowana jest na podstawie wymagania normy N SEP-E-001 – „Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa”.

Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym powinna być zapewniona przez:

- Zachowanie odległości izolacyjnych,
- Izolację roboczą (izolowanie części czynnych),
- Uziemienie ochronne (wykonanie wspólnego uziomu dla urządzeń oraz części przewodzących dostępnych (0,4 kV),

– Szybkie samoczynne wyłączenie w układzie sieciowym TN-C-S (według normy PN-HD 60364-4-41).

- Stosowanie ochrony uzupełniającej.

### 1.12 Ochrona przeciwprzebieciowa

Należy zastosować skoordynowaną ochronę przeciwprzebieciową. Planuje się instalację ograniczników typu II (lub I + II) po stronie stałoprądowej oraz zmiennoprądowej w rozdzielnicach RAC oraz RPV. W miejscu wejścia kabli z inwerterów PV do budynku zamontować ograniczniki typu II. Sposób montażu przedstawiono na schematach rozdzielnic RAC i RPV dołączonych do projektu

### 1.13 System monitorowania instalacji fotowoltaicznej

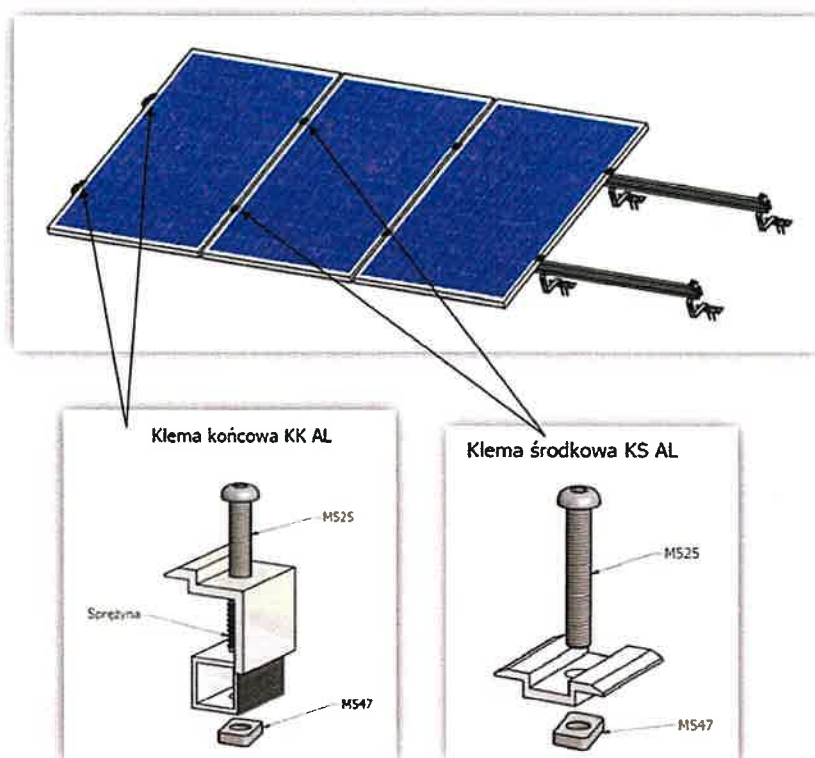
Falownik jest wyposażony w wyświetlacz, za pomocą którego użytkownik odczyta aktualną, miesięczną, roczną oraz sumaryczną ilość wyprodukowanej energii elektrycznej. W sytuacji kiedy falownik nie będzie posiadał wyświetlacza, Wykonawca zobowiązany jest do zamontowania zewnętrznego wyświetlacza, na którym tą funkcjonalność będzie można uzyskać. Dane dotyczące pracy systemu są gromadzone w pamięci falownika.

Serwer posiada interfejs RS485, który umożliwia zdalne monitorowanie parametrów pracy instalacji fotowoltaicznej.

## 1.14 Opis Konstrukcji Wsporczej

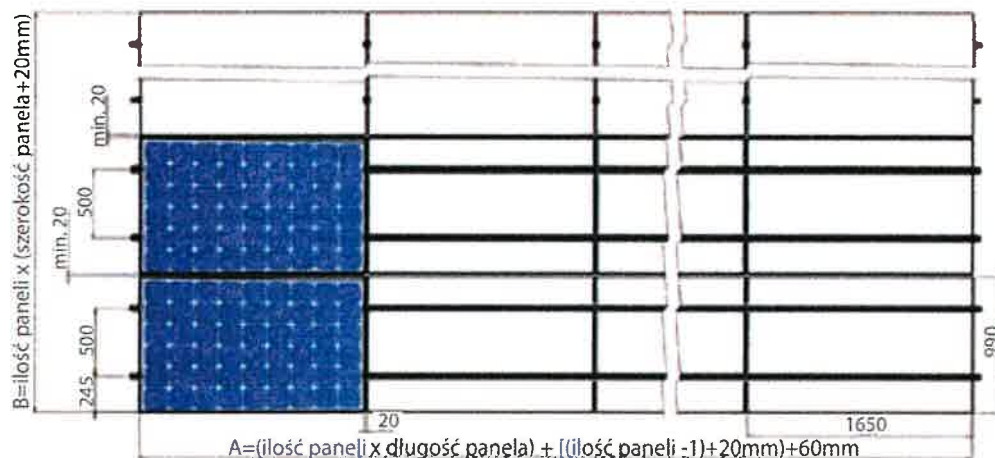
Planuje się wykorzystanie fabrycznej konstrukcji wsporczej przeznaczonej do mocowania modułów fotowoltaicznych do dachu budynku. Panele fotowoltaiczne będą umieszczone równoległe z poszyciem dachu obiektu. Konstrukcję stanowią będą aluminiowe szyny ryflowane zamocowane do dachu budynku.

Szyny ryflowane należy ułożyć, tak aby mocowane moduły odbywało się w jego  $\frac{1}{4}$  oraz  $\frac{3}{4}$  wysokości. Moduły fotowoltaiczne będą mocowane za pomocą połączeń śrubowych (klemmy krańcowe KK i klemmy środkowe KS). Klemmy końcowe muszą w całości opierać się o szynę ryflowaną – zaleca się zachować 2cm zapasu przy docinaniu szyny do konkretnego wymiaru.



**Rys. 2 System mocowania modułów PV**

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.



**Rys. 3** Ideowy schemat konstrukcji wsporczej

Mocowanie konstrukcji do dachu wykonać za pomocą odpowiednich śrub – dedykowanych do odpowiedniego poszycia dachowego. Waga konstrukcji dla 4 paneli to około 25kg.

**Dane techniczne:**

- obciążenia śniegiem: **1500 Pa**
- obciążenia wiatrem: **1860 Pa**
- specyfikacja materiałów: **Aluminium EN6060**
- śruby/nakrętki: **Stal nierdzewna A2**

1.15 Wytyczne ogólne dla właściciela/użytkownika obiektu

Niniejsza dokumentacja powinna być przeczytana z uwagą i zrozumieniem zanim podjęte zostaną jakiegokolwiek 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.

1.15.1 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.

### 1.15.2 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

### 1.15.3 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.

### 1.15.4 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 nie wolno zostawiać swobodnie leżących lub bez zabezpieczenia.

#### 1.15.5 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.

#### 1.15.6 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, stawiać 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 przystąpienie 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<sub>sc</sub> i U<sub>oc</sub> 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 i świadectwa kwalifikacyjnego.



#### **WAŻNE ZALECENIA PRAKTYCZNE** **Zachowaj szczególną ostrożność**

Aby uniknąć niebezpieczeństwa porażenia 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!

#### 1.15.7 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.

## **2. OBLICZENIA TECHNICZNE**

### 2.1 Bilans mocy elektrowni fotowoltaicznej

Inwerter AC/DC

Moc pojedynczego inwertera: 4 kW

Moc pojedynczego modułu: 300 W

Ilość inwerterów 4kW – 1 szt.

Ilość paneli: 13 szt.

Moc zainstalowana po stronie AC: 3,9 kW

Moc zainstalowana po stronie DC: 13 x 300 Wp = 3,90 kWp

### 2.2 Potrzeby własne

- Zużycie energii na potrzeby własne 4000 kWh/rok

### 2.3 Obliczenia instalacji

Obliczenia techniczne dotyczą sprawdzenia doboru przewodów, kabli i zabezpieczeń.

Przeprowadzono następujące obliczenia:

- prąd obliczeniowy szczytowy obwodu,
- sprawdzenie obciążalności kabli i dobór zabezpieczeń,
- prąd zwarcia 3 -fazowego i sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej (samoczynne wyłączenie),
- sprawdzenie dopuszczalnych spadków napięcia Obliczenia potwierdzają prawidłowy dobór kabli.

### 2.4 Wyniki obliczeń.

- Prądy szczytowe obwodów nie przekraczają wartości znamionowych zabezpieczeń i obciążalności długotrwałej przewodów. Wielkości zabezpieczeń zapewniają prawidłową ochronę przewodów.
- Przekroje przewodów są większe od minimalnych wymaganych z punktu obciążalności zwarciowej.
- Samoczynne wyłączenie zasilania dla rozdzielnic i odbiorników jest spełnione przy dobranych zabezpieczeniach i obliczonej impedancji pętli zwarcia  $Z_s$ .



## 2.5 Prąd obliczeniowy szczytowy obwodu

Maksymalny prąd roboczy obliczono przy wsp. mocy 0,95. Moc przyłączeniowa dostarczana łącznie  $P_{sd}=4$  kW,  $I_b=6,48$ .

### UWAGI KOŃCOWE

- a) Całość robót instalacyjno - montażowych wykonać zgodnie z Polskimi Normami i Przepisami.
- b) Całość prac wykonać ze szczególnym uwzględnieniem wymagań BHP.
- c) Stosować materiały dopuszczone do stosowania w budownictwie,
- d) Zmiany należy uzgodnić z autorem opracowania.
- e) Prace w pobliżu i na częściach czynnych urządzeń elektroenergetycznych wykonywać po wyłączeniu zasilania, uziemieniu i dopuszczeniu do pracy pod nadzorem upoważnionych pracowników Inwestora.
- f) Przy przekazywaniu obiektu do eksploatacji wykonawca obowiązany jest dostarczyć inwestorowi dokumentację powykonawczą, w tym:
  - dokumentację techniczną z naniesionymi ewentualnymi zmianami,
  - protokół badań rezystancji izolacji,
  - protokół badań skuteczności ochrony przeciwporażeniowej,
  - certyfikaty lub deklaracje zgodności wydane dla wyrobów stosowanych w instalacjach elektrycznych.

## 2.6 Procedura odbiorowa instalacji

Odbiór końcowy od wykonawcy przeprowadza przedstawiciel zamawiającego (inwestora). Może on w tym celu powołać komisję odbiorczą złożoną z rzeczoznawców i przedstawicieli użytkownika. Zakończenie i wyniki wymienionych prac powinny zostać udokumentowane. W celu odbioru instalacji fotowoltaicznej, wykonawca powinien dokonać pomiarów instalacji fotowoltaicznej (zgodnie z pkt. 4.1). Protokoły pomiarowe z wykonanych pomiarów należy przygotować i dostarczyć dla Inwestora łącznie z dokumentacją powykonawczą.

### 2.6.1 Wymagane protokoły pomiarowe

- Badania rezystancji izolacji kabli zasilających AC (według normy PN-HD 60364-6:2008 lub równoważnej);
- Badania rezystancji uziemienia (według normy PN-EN 62305-3 lub równoważnej);
- Badania rezystancji izolacji kabli stałoprądowych DC;
- Wykreślenie charakterystyk prądowo-napięciowych szeregow modułów fotowoltaicznych;
- Badanie efektywności systemu.

### 2.6.2 Rezystancja izolacji przewodów DC

Pomiar należy wykonać za pomocą urządzenia dedykowanego do instalacji fotowoltaicznych. Pomiar powinien być przeprowadzany zgodnie z wytycznymi dla normy IEC/EN62446 lub równoważnej.

Urządzenie pomiarowe powinno umożliwiać pomiar rezystancji izolacji całego stringu modułów fotowoltaicznych. Pomiar rezystancji izolacji dla szeregu modułów – urządzenie automatycznie realizuje wewnętrzne zwarcie, pomiędzy biegunem dodatnim i ujemnym modułów.

Wymagania pomiarowe:

Napięcie probiercze - 1000 VDC

Wymagane dane wyjściowe pomiaru:

Rzeczywiste napięcie pomiarowe;

Wartość napięcia pomiędzy przewodem dodatnim i ujemnym;

Wartość napięcia pomiędzy uziemieniem i przewodem dodatnim;

Wartość napięcia pomiędzy uziemieniem i przewodem ujemnym;

Rezystancja izolacji.

Minimalny zakres pomiarowy urządzenia:

Rezystancja izolacji dla napięcia testowego 1000 VDC:

- zakres 0.1 ÷ 1.9 MΩ, rozdzielczość 0.1 MΩ;
- zakres 2 ÷ 99 MΩ, rozdzielczość 1 MΩ;
- dokładność pomiaru  $\pm(20.0\%rdg+5dgt)$ .

Zgodność urządzenia pomiarowego ze standardami:

- Bezpieczeństwo IEC/EN61010-1, IEC/EN61010-031 lub równoważnych
- Pomiary IEC/EN62446s lub równoważnej
- Kategoria ochrony CAT III 300 V do uziemienia, maks. 1000 V pomiędzy wejściami

Urządzenie pomiarowe powinno spełniać wymagania dyrektywy niskonapięciowej 2006/95/EC (LVD) oraz dyrektywy kompatybilności elektromagnetycznej 2004/108/EC (EMC).

### 2.6.3 Wykonanie badań modułów fotowoltaicznych

Pomiar należy wykonać za pomocą urządzenia dedykowanego do instalacji fotowoltaicznych. Urządzenie powinno umożliwiać pomiar charakterystyki prądowo-napięciowej (I-V). Wymaga, się aby urządzenie pomiarowe posiadało możliwość badania nasłonecznienia oraz temperatury modułów. Z danych dotyczących warunków meteorologicznych w trakcie pomiarów, urządzenie estymuje zmierzone wartości do wartości uzyskanych w warunkach STC. Pomiar powinien być przeprowadzany zgodnie z wytycznymi dla normy IEC/EN60891 lub równoważnej.

Wymagane minimalne zakresy pomiarowe dla charakterystyki I-V:

- napięcie DC – 5.0 ÷ 999.9 V, dokładność  $\pm(1.0\%rdg+2dgt)$ , rozdzielczość 0.1 V
- prąd DC – zakres 0.10 ÷ 10.00 A, dokładność  $\pm(1.0\%rdg+2dgt)$ , rozdzielczość 0.01 A
- moc - zakres 50 ÷ 9999 W, dokładność  $\pm(1.0\%rdg+6dgt)$ , rozdzielczość 1 W
- promieniowanie słoneczne (ogniwo odniesienia): zakres 1.0 ÷ 100.0 mV, dokładność  $\pm(1.0\%rdg+5dgt)$ , rozdzielczość 0.1 mV

• temperatura (sonda pomiarowa): zakres  $-20^{\circ}\text{C} \div 100^{\circ}\text{C}$ , dokładność  $\pm(1.0\%rdg+1^{\circ}\text{C})$ , rozdzielczość  $0.1^{\circ}\text{C}$

Zgodność urządzenia pomiarowego ze standardami:

- Bezpieczeństwo: IEC/EN61010-1, IEC / EN61010-031 lub równoważnych
- Pomiary: IEC/EN60891 lub równoważnej (pomiar krzywej prądowo-napięciowej), IEC/EN 60904-5 lub równoważnej (pomiar temperatury)
- Kategoria ochrony: CAT II 1000V DC, CAT III 300V do uziemienia, maks. 1000V pomiędzy wejściami

Urządzenie pomiarowe powinno spełniać wymagania dyrektywy niskonapięciowej 2006/95/EC (LVD) oraz dyrektywy kompatybilności elektromagnetycznej 2004/108/EC (EMC).