

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

	<b>G L O B A L Albert Dragan</b> ul. Ponikwoda 28, 20-135 Lublin, ☎ +48 516 126 333 , ✉ instalatorzy@tlen.pl
---	---

## PROJEKT BUDOWLANO- WYKONAWCZY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

o mocy min. 4,20kW

w ramach projektu:

Instalacje fotowoltaiczne w Gminie Abramów

<b>INWESTOR:</b>	Gmina Abramów
<b>ADRES:</b>	ul. Szkolna 2 21-143 Abramów
<b>BRANŻA:</b>	ELEKTRYCZNA
<b>OŚWIADCZENIE</b>	Ja niżej podpisany na podstawie art. 20, ust. 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994r. – Prawo budowlane (Dz. U. z 2010r Nr 243, poz. 1623 z późniejszymi zmianami)  OŚWIADCZAM, ŻE ww projekt został opracowany zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej. Zawartość projektu budowlanego spełnia wymagania Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 27 kwietnia 2012r. w sprawie zakresu i formy dokumentacji projektowej, a dokumentacja projektowa jest kompletna z punktu widzenia celu jakiemu ma służyć.
<b>PROJEKTANT:</b>	mgr inż. Tomasz Kopeć LUB/0132/PWOE/10

Czerwiec 2022r.

## Zawartość

1. OPIS TECHNICZNY .....	3
1.1. Podstawy opracowania .....	3
1.2. Przedmiot opracowania .....	3
1.3. Lokalizacja Inwestycji .....	3
1.4. Charakterystyka układu .....	3
1.5. Opis przedsięwzięcia .....	3
1.6. Elementy składowe systemu .....	4
1.7. Moduły fotowoltaiczne .....	4
1.8. Inwertery fotowoltaiczne .....	6
1.9. Charakterystyka instalacji elektrycznej .....	7
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 .....	11
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
1.15.3. Przed przystąpieniem do czynności serwisowych .....	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. Obliczenie efektu energetycznego i ekologicznego .....	17
2.7. Procedura odbiorowa instalacji .....	18
2.7.1. Wymagane protokoły pomiarowe .....	19
2.7.2. Rezystancja izolacji przewodów DC .....	19
2.7.3. Wykonanie badań modułów fotowoltaicznych .....	20
3. INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA .....	21
3.1. Podstawa prawna: .....	21
3.2. Zakres Robót .....	21
3.3. Istniejące obiekty budowlane .....	21
3.4. Elementy zagospodarowania terenu mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi .....	21
3.5. Przewidywane zagrożenia występujące podczas realizacji robót budowlanych .....	22
3.6. Sposób prowadzenia instrukcji pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych .....	22
3.7. Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych .....	22
3.8. Wpływ na środowisko .....	22
4. LITERATURA .....	23
4.1. Normy .....	23
4.2. Rozporządzenia i ustawy .....	25
5. Załączniki .....	26
– Przedmiar Robót; .....	26
– Kosztorys inwestorski; .....	26
– Stwierdzenie przygotowania zawodowego oraz przynależność do PIIB projektanta; .....	26
– Lista Beneficjentów objętych opracowaniem .....	26
6. Spis rysunków .....	26
– Schemat elektryczny – E1; .....	26
– Schemat rozdzielnic RDC, część 1 – E2; .....	26
– Schemat rozdzielnic RDC, część 2 – E3; .....	26
– Poglądowy schemat instalacji uziemiającej – E4 .....	26

# 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 min. 4,20 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:

- budynki mieszkalne na terenie Gminy Abramów.

## 1.4. Charakterystyka układu

- napięcie przyłączeniowe 400V;
- napięcie znamionowe instalacji 400V;
- moc min. przyłączeniowa oddawana (generowana): min. 4,20kW;
- moc elektrowni fotowoltaicznej DC: min. 4,20kWp;
- średnia roczna produkcja energii: 3000-4200kWh;
- układ sieciowy TN-C-S;
- dodatkowy system ochrony od porażen elektrycznych samoczynne wyłączenie;
- Przyłączenie do sieci PGE Dystrybucja S.A. za pośrednictwem licznika dwukierunkowego.

## 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 typu YKYżo 5x4 poprzez rozdzielnicę główną budynku do sieci wewnętrznej.

Zakres projektowanych prac wg obowiązującej Ustawy Prawo Budowlane art. 29 ust. 2 pkt 16 w związku z art. 30 ustawy z 7.07.1994 Prawo budowlane /Dz. U. z 2013r., poz 1409/ nie wymaga zgłoszenia ani pozwolenia na budowę.

Planowane przedsięwzięcie i zasięg oddziaływania inwestycji na środowisko nie wykroczy poza granice działki na której zlokalizowana jest instalacja fotowoltaiczna. Stąd jego oddziaływanie ograniczy się do wpływu na ludzi, którzy będą przebywać w budynkach lub w ich pobliżu w czasie wykonywania prac. To niekorzystne oddziaływanie będzie jednak krótkotrwałe i ustąpi z chwilą zakończenia realizacji inwestycji. Nie przewiduje się zastosowania specjalnych przedsięwzięć chroniących środowisko.

Powołując się na Instrukcję Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej od 1 kwietnia wystąpiły następujące zmiany:

- Instalacje fotowoltaiczne o mocy powyżej 3 kWp muszą być przyłączane trójfazowo.
- Instalacje fotowoltaiczne o mocy w zakresie 3-10 kWp muszą mieć możliwość odłączenia od sieci przez Operatora.
- Instalacje fotowoltaiczne o mocy ponad 10 kWp muszą umożliwiać Operatorom sieci sterowanie mocą czynną.

**Instalacja powinna spełniać wymagania:**

- Instrukcji Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej od operatora sieci.
- dokumentu po nazwę: ***Kryteria oceny możliwości przyłączania oraz wymagania techniczne dla jednostek wytwórczych przyłączanych do sieci dystrybucyjnej niskiego napięcia Operatora Systemu Dystrybucyjnego.***
- Wymagania dla układów pomiarowych energii elektrycznej wytworzonej w mikroinstalacjach .

## 1.6. Elementy składowe systemu

Na elementy składowe instalacji fotowoltaicznej składają się:

- zestawu 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 ok. 11 modułów fotowoltaicznych.

## 1.7. Moduły fotowoltaiczne



Panele fotowoltaiczne są urządzeniami dokonującymi konwersji promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Planowana jest elektrownia składająca się z zestawu ok. 11 paneli o mocy min.400 Wp każdy. Dopuszcza się mniejszą ilość paneli, których moc pojedynczego panelu jest większa, tak aby spełnić poniższy warunek.

Łączna moc paneli wynosić ma min. 4,2kWp. Panele muszą być o mocy nominalnej pojedynczego modułu nie mniej niż 400Wp. Szkło frontowe

modułu, 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 wydane przez niezależną jednostkę akredytującą, potwierdzenie przeprowadzenia flash-testu oraz potwierdzenie spełnienia aktualnych norm, w szczególności PN-EN 61215, PN-EN IEC 61730 (lub równoważnych) i innych wymaganych dla modułów i instalacji fotowoltaicznych. 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. Komponenty takie jak płytki krzemowe, ogniwa fotowoltaiczne oraz całe moduły powinny pochodzić od jednego producenta oraz wyprodukowane w zakładach producenta certyfikowanych wg ISO 9001 i 14001.

Ramka modułów aluminiowa zapewniająca sztywność oraz dobre odprowadzanie wody.

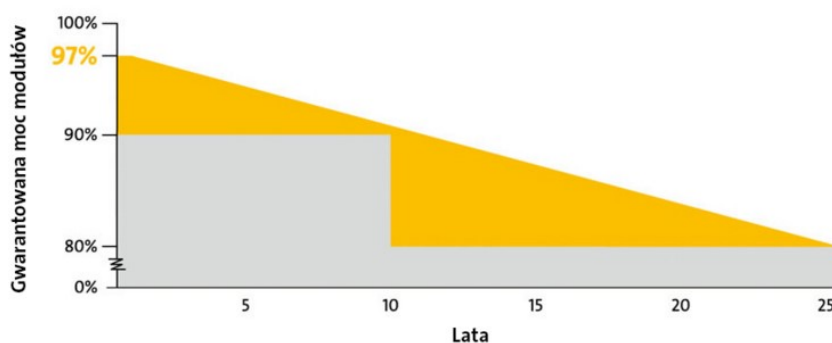
Moduły muszą być odporne na NH<sub>3</sub> zgodnie z normą PN-EN 62716 (lub równoważną). Moduły muszą być przystosowane do pracy w temperaturze od -40°C do + 80°C.

***Podstawowe parametry modułu w warunkach standardowych STC (AM 1,5; 1000W/m<sup>2</sup>; temp. Ogniwa 25°C):***

- moc min. 400Wp;
- wyłącznie dodatnia tolerancja mocy;
- sprawność modułu nie mniejsza niż 20,0%;
- wolne od efektu PID;
- powierzchnia antyrefleksyjna,
- gwarancja – min. 12 lat; dodatkowo 25 lat gwarancji na min. 84% sprawności nominalnej. Gwarancja na moc musi mieć liniową krzywą degradacji mocy w czasie;
- współczynnik temperaturowy Voc nie mniejsza niż 0,24%;
- obciążalność mechaniczna nie mniej niż 5400 Pa (śnieg) oraz min 2400Pa (wiatr)
- ciężar całkowity nie większy niż 22,5kg;
- puszka przyłączeniowa modułu szczelna IP67 (zalana materiałem uszczelniającym). Niedopuszczalne są moduły z puszkami przykrywanymi pokrywami uszczelnionymi mikrogumami, gumami lub silikonem.

Moduły fotowoltaiczne powinny mieć szybę przednią ze szkła bezpiecznego grubości 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 powinny być razem laminowane, co gwarantuje ochronę przed szkodliwym wpływem czynników zewnętrznych. Całość objęta ramą aluminiową o grubości max. 35mm.

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



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 trójfazowego o mocy znamionowej ok. 4,2kW AC zapewniającej bezpieczeństwo zautomatyzowanej pracy w czasie procesu przetwarzania energii oraz monitoring tego procesu i działania urządzeń (dostosowany do mocy elektrowni fotowoltaicznej z dopuszczalną tolerancją do %5). 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 MC4.

#### **Wymogi dotyczące inwerterów:**

- moc czynna inwertera min. 4,0 kW;
- europejska sprawność nie mniejsza niż 97,0 %;
- moc kompletu inwerterów w granicach 80 – 100% mocy elektrowni;
- zabezpieczenie inwerterów – zintegrowane w obudowie inwertera: Ograniczniki przepięć typu III (AC) oraz typu II (DC), rozłącznik DC;
- min 1 wejście typu MC4 po stronie DC;
- Stopień szczelności min. IP 65.
- połączenie z internetem przy pomocy złącza Ethernet lub bezprzewodowo,
- falownik przystosowany do pracy z magazynami energii.

Energia elektryczna wytworzona w ogniwach zamieniona zostanie w inwerterze z napięcia stałego DC na napięcie przemiennie 3-fazowe 400V AC. Inwerter w chwili wykrycia napięcia po stronie stałonapięciowej DC synchronizuje się z siecią 3-fazową 400V 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 wyspą. W

planowanej Inwestycji inwerter posiada minimum jeden kontroler MPPT. Pozwala on na zoptymalizowanie pracy zespołu modułów PV poprzez zmniejszenie wpływu lokalnych zacienień.

W przypadku zaniku zasilania sieciowego Inwertery przechodzą w tryb uśpienia (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:

- Napięcie znamionowe 400V
- Częstotliwość znamionowa 50Hz
- Funkcja zabezpieczająca przed obniżonym napięciem Załączona
- Limit obniżonego napięcia 80%
- Zwłoka czasowa dla obniżonego napięcia 200 ms
- Funkcja zabezpieczająca przed podwyższonym napięciem Załączona
- Limit podwyższonego napięcia 111%
- Zwłoka czasowa dla podwyższonego napięcia 200 ms
- Funkcja zabezpieczająca przed obniżoną częstotliwością Załączona
- Limit obniżonej częstotliwości -2,0 Hz
- Zwłoka czasowa dla obniżonej częstotliwości 200 ms
- Funkcja zabezpieczająca przed podwyższoną częstotliwością Załączona
- Limit podwyższonej częstotliwości 0,2 Hz
- Zwłoka czasowa dla podwyższonej częstotliwości 200 ms
- Zakres zmian limitu częstotliwości w zależności od mocy Wyłączona
- Zwłoka czasowa po inicjalizacji uruchomienia 30 s
- Zwłoka czasowa po krótkim zakłóceniu w sieci 5 s
- Zwłoka czasowa dla ponownego uruchomienia 30 s
- Niesymetryczność sieci 7 kW

**Nastawy inwerterów przed uruchomieniem instalacji należy uzgodnić z operatorem sieci.**

### 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, ograniczone falownikiem.

Sekcja prądu stałego będzie budowana w oparciu o kable dedykowane do instalacji fotowoltaicznych, odporne na działanie warunków atmosferycznych i promieniowania UV (prowadzone w rurach instalacyjnych odpornych na działanie promieniowania UV oraz światła słonecznego) oraz rozdzielnice z zabezpieczeniami, ogranicznikami przepięć prądu stałego.

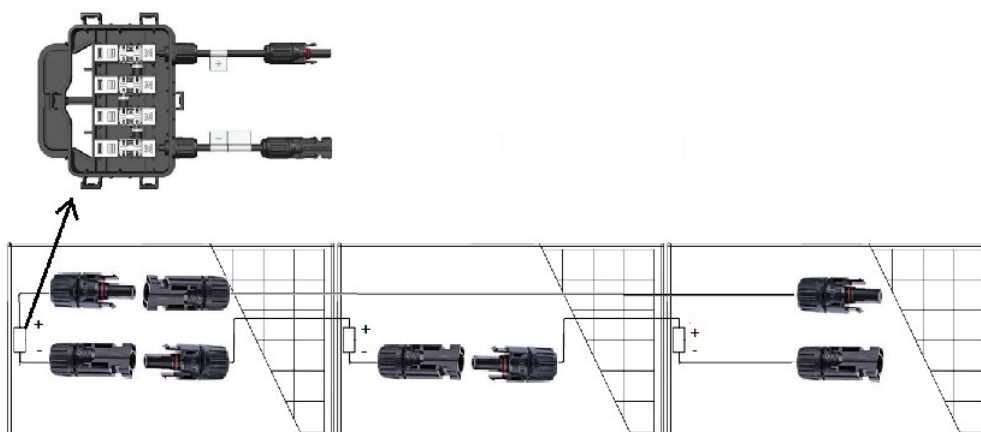
Sekcja prądu przemiennego budowana będzie, zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej. W skład sekcji wejdą kable energetyczne układane na powietrzu w korytach elektroinstalacyjnych oraz rozdzielnice z zabezpieczeniami nadmiarowo prądowymi, ogranicznikami przepięć prądu przemiennego (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. 4mm<sup>2</sup>. 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. Przykład połączeń przedstawia **Rys. 2**.

Wymaga się, aby instalacja DC wyposażona była w ograniczniki przepięć Typu 1+2, schemat połączenia ograniczników przedstawiony został na rysunku PV-4, dołączonym do dokumentacji.



**Rys. 2** Schemat połączeń modułów w pasma

#### 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 min. 16 A

Okablowanie zmiennoprądowe (AC) zasilające inwerter zakłada się, że zostanie wykonane kablami YKYżo5x4mm<sup>2</sup>.

Kable nn powinny spełniać wymagania PN-HD 603 S1 (lub równoważnej normy). Zaleca się stosowanie kabli o napięciu znamionowym 0,6/1kV, 3-żyłowych 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 paneli oraz konstrukcji do mocowania paneli należy wykonać nowy uziom szpilkowy (typu A). Rezystancja uziomu powinna wynosić  $R < 10 \Omega$ . Uziemienie szpilkowe powinno jako samodzielne uziemienie spełniać warunki wymagane przepisami. W miarę możliwości nowy uziom połączyć z istniejącym uziomem fundamentowym/otokowym obiektu.

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 rozdzielnicy głównej RG jest zainstalowany ogranicznik typu I+II.

Konstrukcję wsporczą modułów fotowoltaicznych należy ze sobą połączyć. Połączenie wyrównawcze należy wykonać przewodem LgY16 i wykonać zejście do uziomu szpilkowego.

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. Kabel ochronny PE inwertera i ramy modułów należy uziemić. Rezystancja uziomu powinna wynosić  $R < 10 \Omega$ . 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 PN-HD 60364-4-41:2017-09 Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed porażeniem elektrycznym lub równoważna.

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 (0,4kV),
- Szybkie samoczynne wyłączenie w układzie sieciowym TN-C-S (według normy PN-HD 60364-4-41 lub równoważnej).

- Stosowanie ochrony uzupełniającej.

### 1.12. Ochrona przeciwprzepięciowa

Należy zastosować skoordynowaną ochronę przeciwprzepięciową. Planuje się instalację ograniczników typu I i II po stronie stałoprądowej oraz zmiennoprądowej w rozdzielnicach AC oraz DC. W miejscu wejścia kabli z inwerterów PV do budynku zamontować ograniczniki typu I i II. Inwertery i ogniwa fotowoltaiczne ochronić warystorami dedykowanymi do instalacji PV na napięcie do 1000VDC montowanymi w rozdzielnicy DC lub w inwerterze, sposób montażu przedstawiono na schematach rozdzielnic AC i DC dołączonych do projektu. Ponadto należy przy przekroczeniu długości linii DC zastosować drugi ochronnik zapewniający właściwą ochroną przeciwprzepięciową zgodnie z odp. Normą.

#### ***Minimalne parametrów ochronników przepięć AC***

Ogranicznik: typu I+II

Znamionowe napięcie pracy [V]: 230/400V AC

Układ sieci: TN-S

Prąd udarowy I<sub>imp</sub> (10/350 μs), w [kA]: min. 12,5kA/bieg.

Nominalny prąd wyładowczy I<sub>n</sub> (8/20 μs), w [kA]: min. 25kA/bieg.

Napięciowy poziom ochrony U<sub>p</sub>, w [kV]: ≤ 4,0

Czas odpowiedzi, w [ns]: max. 25ns

Element ograniczający przepięcia: warystor + iskiernik gazowy

Wskaźnik uszkodzenia: optyczny

#### ***Minimalne parametrów ochronników przepięć DC***

Ogranicznik: typu I+II

Największe napięcie PV [DC+ -> DC-] (UCPV) ≤ 1000 V

Największe napięcie PV [DC+/DC- -> PE] (UCPV) ≤ 725 V

Wytrzymałość zwarcia (ISCPV) 1000 A

Znamionowy prąd wyładowczy (8/20 μs) (I<sub>n</sub>) 15 kA

Całkowity prąd udarowy (8/20 μs) [DC+/DC- -> PE] (I<sub>total</sub>) 30 kA

Całkowity prąd udarowy (10/350 μs) [DC+/DC- -> PE] (I<sub>total</sub>) 12,5 kA

Prąd udarowy (10/350 μs) [DC+ -> PE/DC- -> PE] (I<sub>imp</sub>) 6,25 kA

Napięciowy poziom ochrony [(DC+/DC-) -> PE] (U<sub>p</sub>) 2,5 kV

Napięciowy poziom ochrony [DC+ -> DC-] (U<sub>p</sub>) 4,75 kV

Czas zadziałania (t<sub>A</sub>) ≤ 25 ns

### 1.13. System monitorowania instalacji fotowoltaicznej

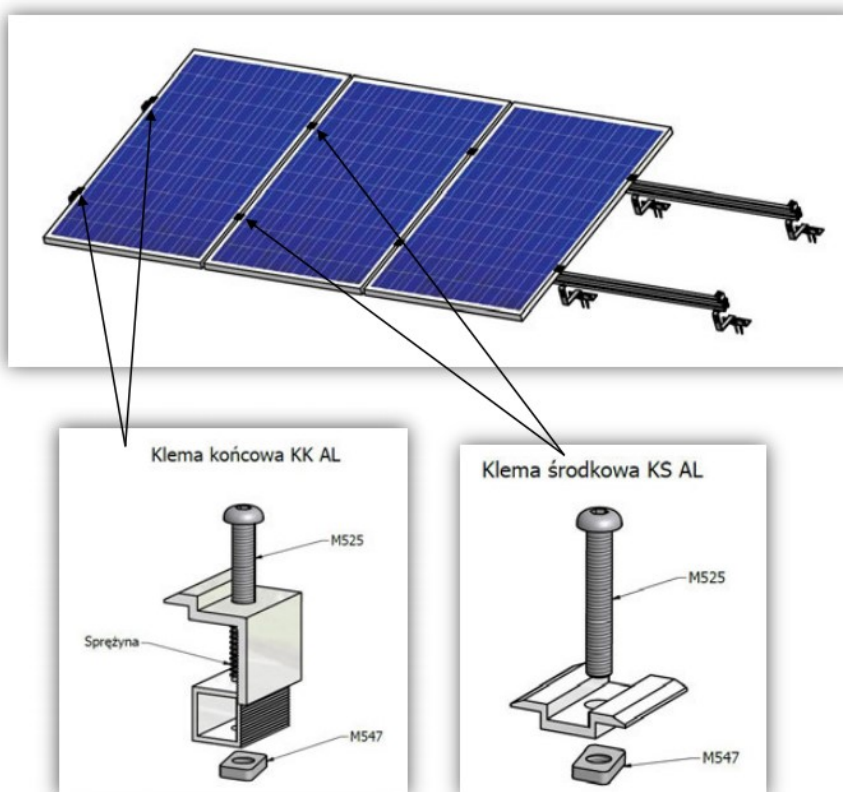
Falownik jest wyposażony w wyświetlacz, za pomocą którego użytkownik odczyta aktualną, miesięczną, roczną oraz sumaryczną ilość wyprodukowanej energii elektrycznej. Dane dotyczące pracy systemu są gromadzone w pamięci falownika.

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

### 1.14. Opis Konstrukcji Wsporczey

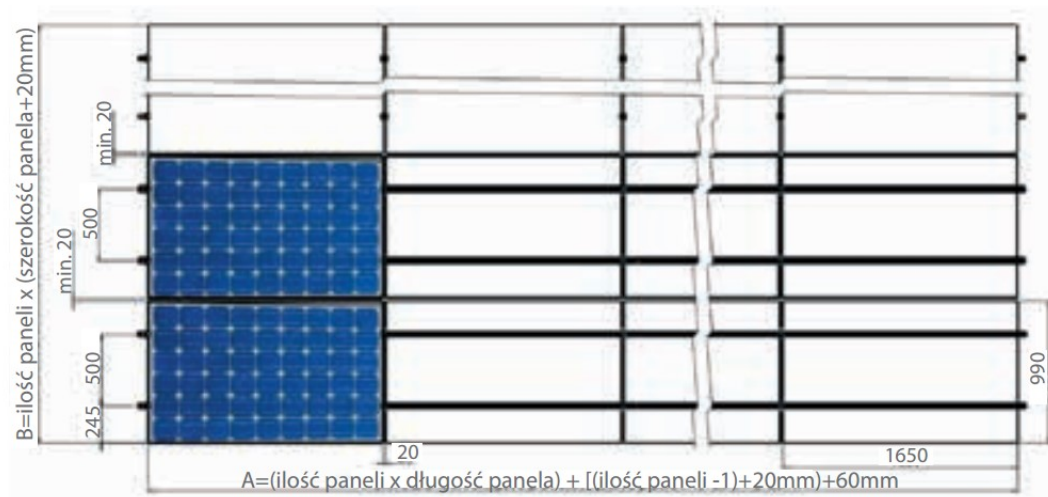
Planuje się wykorzystanie fabrycznej konstrukcji wsporczej przeznaczonej do mocowania modułów fotowoltaicznych do dachu budynku. Panele fotowoltaiczne będą umieszczone równolegle z poszyciem dachu obiektu. Konstrukcję stanowić będą aluminiowe szyny ryflowane zamocowane do dachu budynku.

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 (klemy krańcowe KK i klemy środkowe KS). Klemy końcowe muszą w całości opierać się o szynę ryflowaną – zaleca się zachować 2cm zapasu przy docinaniu szyny do konkretnego wymiaru.



**Rys. 3 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. 4 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:	<b>1500 Pa</b>
obciążenia wiatrem:	<b>1860 Pa</b>
specyfikacja materiałów:	<b>Aluminium EN6060</b>
śruby/nakrętki:	<b>Stal nierdzewna A2</b>

### 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. Bez względu na wymagania 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 (lub równoważne).

- DIN 18451
- DIN 18338
- DIN 1055
- VDE 0100prace do 1000V
- VDE 0190
- VDE 0185
- DIN 18015E
- 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 1000VDC) 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 w zakresie BHP oraz osoby posiadające odpowiednie świadectwa kwalifikacyjne.**

W szczególności zwraca się uwagę na następujące punkty:

- Przed demontowaniem modułów należy sprawdzić czy kable i złączki nie są uszkodzone bądź za brudzone.
- Nie instalować uszkodzonych modułów fotowoltaicznych ani modułów zabrudzonych 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 uszkodzenie izolacji.**

Niewolno otwierać puszek przyłączeniowych kabli podłączonych fabrycznie.

Puszki przyłączeniowe, kable i wtyczki przyłączeniowych nie można czyścić ani smarować substancjami zawierającymi olej, tłuszcz lub alkohol.

Nie można zdejmować złącz solarnych zamocowanych fabrycznie.

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

Moduły fotowoltaicznych niewolno przytrzymywać, ani transportować za pomocą kabli przyłączeniowych.

Moduły fotowoltaicznych niewolno zostawiać swobodnie leżących lub bez zabezpieczenia.

#### 1.15.5. Niebezpieczeństwo utraty życia



**OSTRZEŻENIE!** Zagrożenie życia przez obecność napięcia 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 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 moduły fotowoltaiczne mogą wygenerować wyższy prąd i/lub wyższe napięcie niż podane w normalizowanych warunkach kontroli (warunki STC – 25°C, 1000W/m<sup>2</sup>). W celu określenia wartości pomiarowych napięć podzespołów, kabli, wielkości bezpieczników i pomiaru sterowników podłączanych do wyjścia modułów fotowoltaicznych należy wartość  $I_{sc}$  podaną w karcie katalogowej modułów pomnożyć przez współczynnik bezpieczeństwa 1,25.

#### **Montaż/demontaż**

modułów słonecznych wymaga zaawansowanej wiedzy specjalistycznej i doświadczenia, dlatego pomagajemy koniecznie tylko specjalistom elektrycy, którzy posiadają wymagane uprawnienia i świadectwa kwalifikacyjne.



#### **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!

#### **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: ok. 4,0kW

Moc pojedynczego modułu: min. 400W

Ilość inwerterów ok. 4,0kW – 1szt.

Ilość paneli: ok. 11szt.

Moc zainstalowana po stronie AC: min.4,2kW

Moc zainstalowana po stronie DC: 11 x 400Wp = ok. 4,40kWp

### 2.2. Potrzeby własne

- Zużycie energii na potrzeby własne 5kWh/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 1 -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  $P_{sd}=4,0$  kW,  $I_b=6,9$  A.

### 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. Obliczenie efektu energetycznego i ekologicznego

Podstawą analizy produkcji energii elektrycznej jest symulacja komputerowa przeprowadzona w programie PV\*sol Valentin software. Do symulacji założono użycie modułów fotowoltaicznych o mocy 310 W układanymi pionowo (wertykalnie). Analizę wykonano przy użyciu przykładowych inwerterów oraz przykładowych modułów fotowoltaicznych spełniających wymagania stawiane w projekcie. Wzięto również pod uwagę warunki meteorologiczne dla regionu lubelskiego (archiwalne dane klimatyczne pochodzą ze stacji meteorologicznej Lublin Radawiec).

Symulacja przeprowadzona została przy założeniu  $30^\circ$  kąta nachylenia modułów fotowoltaicznych w kierunku południowym. Nie uwzględniono zanieczyszczeń modułów, czasu zalegania śniegu w miesiącach zimowych oraz występowania lokalnych zacienień.

Tabela 1 Wyniki symulacji komputerowych

Dane klimatyczne:	Lublin Radawiec
Moc systemu AC:	4,0 kW
Moc systemu DC:	4,2 kWp
Roczna produkcja energii:	3000-4000 kWh
Stosunek wydajności instalacji PV (PR):	87,7 %
Uzysk względny:	1 116,79 kWh/kWp

### Obliczenie efektu energetycznego:

- Moc zainstalowana ze źródeł odnawialnych 11x ok. 0,40 kWp: ok. 4,40 kWp.

**Obliczenie efektu ekologicznego:**

- Roczne ograniczenie emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery, t/rok: 1,4180 ton/rok

*\*Dane przy uwzględnieniu wskaźników unikniętej emisji substancji zalecanych do zastosowania przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania energią (KOBiZE)*

**Obliczenia:**

1MWh – 3,6 GJ

4,20 MWh – 15,120 GJ

**Wskaźnik unikniętej emisji wg. KOBiZE:**

CO<sub>2</sub> – 93,80 kg/GJ

**Roczne ograniczenie emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery:**

$$\Delta E = \frac{93,80 * 15,12}{1000} = 1,418 \text{ ton/rok}$$

Redukcja Emisji gazów cieplarnianych		
Dwutlenek Węgla (CO <sub>2</sub> )	1,4180	ton/rok
Tlenek Węgla (CO)	0,0550	ton/rok
Tlenek azotu (NO <sub>x</sub> )	0,0001	ton/rok
Tlenek siarki (SO <sub>2</sub> )	0,0013	ton/rok
Pył	0,0028	ton/rok

*\*Analiza wykonana przy uwzględnieniu wskaźników unikniętej emisji substancji zalecanych do zastosowania przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE)*

**Redukcja poszczególnych składników emisji:**

- Emisja CO<sub>2</sub> do atmosfery: 99,5%
- Emisja tlenku węgla CO do atmosfery: 100%
- Emisja tlenku azotu NO<sub>x</sub> do atmosfery: 100%
- Emisja tlenku siarki SO<sub>2</sub> do atmosfery: 100%
- Emisja pyłów ogólnych do atmosfery: 100%
- Emisja CH<sub>4</sub> do atmosfery: 100%
- Emisja CFC do atmosfery: 100%
- Emisja N<sub>2</sub>O do atmosfery: 100%
- Emisja NMVOCs do atmosfery: 100%

**2.7. 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.

### 2.7.1. Wymagane protokoły pomiarowe

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

### 2.7.2. 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 równoważna.

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  $0.1 \div 1.9 \text{ M}\Omega$ , rozdzielczość  $0.1 \text{ M}\Omega$ ;
- zakres  $2 \div 99 \text{ M}\Omega$ , rozdzielczość  $1 \text{ M}\Omega$ ;
- dokładność pomiaru  $\pm(20.0\% \text{rdg} + 5 \text{dgt})$ .

#### Zgodność urządzenia pomiarowego ze standardami:

- Bezpieczeństwo IEC/EN61010-1, IEC/EN61010-031
- Pomiary IEC/EN62446s
- Kategoria ochrony CAT III 300V 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).

### 2.7.3. 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.

#### 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°C ÷ 100°C, dokładność  $\pm(1.0\%rdg+1^{\circ}C)$ , rozdzielczość 0.1°C

#### Zgodność urządzenia pomiarowego ze standardami:

- Bezpieczeństwo: IEC/EN61010-1, IEC / EN61010-031
- Pomiary: IEC/EN60891 (pomiar krzywej prądowo-napięciowej), IEC/EN 60904-5 (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).

### **3. INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA**

#### **3.1. Podstawa prawna:**

Art. 21a ust. 4 z dnia 07 lipca 1994 – Prawo budowlane (Dz. U. z 2018 r.poz. 1202, 1276,1496, 1669, 2245,z 2019 r. poz. 51,630.) oraz przepisów wykonawczych Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia ( Dz. U. Nr 120. poz. 1126 z 2003 r.).

#### **3.2. Zakres Robót**

Zakres planowanych prac:

- montaż konstrukcji wsporczych na dachu,
- montaż paneli fotowoltaicznych na konstrukcji,
- montaż inwerterów DC/AC na konstrukcji,
- montaż projektowanych rozdzielnic elektrycznych,
- montaż projektowanych instalacji elektrycznych nn - 0,4kV,
- montaż połączeń wyrównawczych,
- wykonanie uziemienia instalacji.

Kolejność prowadzenia prac:

- przygotowanie miejsca pracy,
- ułożenie kabla,
- podłączenia.

#### **3.3. Istniejące obiekty budowlane**

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

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

- Rozdzielnie elektryczne w istniejących stacjach elektroenergetycznych,
- Istniejące linie elektroenergetyczne,
- Sieć telekomunikacyjna,
- Drogi publiczne.

### 3.5. Przewidywane zagrożenia 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.

### 3.6. Sposób prowadzenia instrukcji pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych

- Bezpośrednio przed przystąpieniem do prac należy zapoznać pracowników z zagrożeniami wyszczególnionymi w punktach 4 i 5, oraz udzielić instruktażu z zakresu prowadzonych robót włącznie z wykonaniem wpisu do dziennika bud.

### 3.7. Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych

- Zaleca 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.

### 3.8. Wpływ na środowisko

Inwestycja nie wpływa negatywnie na otaczające środowisko naturalne.

## 4. LITERATURA

### 4.1. Normy

- 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 60439-1:2003 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 1: Zestawy badane w pełnym i niepełnym zakresie badań typu.
- 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.



#### 4.2. Rozporządzenia i ustawy

- Ustawa z dnia 07 lipca 1994 r. Prawo Budowlane (Dz. U. 1994 nr 89 poz. 414) z późniejszymi zmianami (tekst jednolity Dz. U. z 2018 r. poz. 1202, 1276, 1496, 1669, 2245, z 2019 r. poz. 51, 630.).
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. z 2004 r. Nr 92, poz. 881) z późniejszymi zmianami.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz.U. 2016 poz. 1966).
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. o zmianie ustawy – Prawo Energetyczne. (Dz. U. 1997 nr 54 poz. 348) 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 nr 0 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. 2002 nr 75 poz. 690) z późniejszymi zmianami.

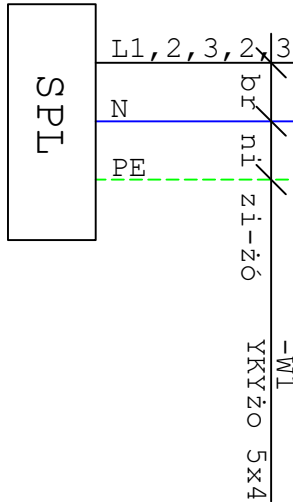
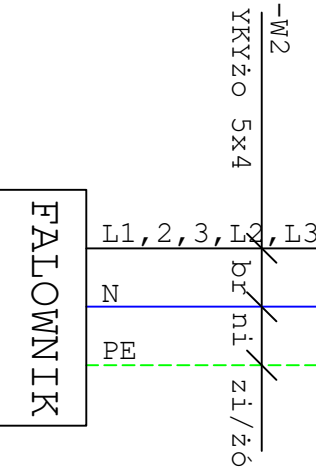
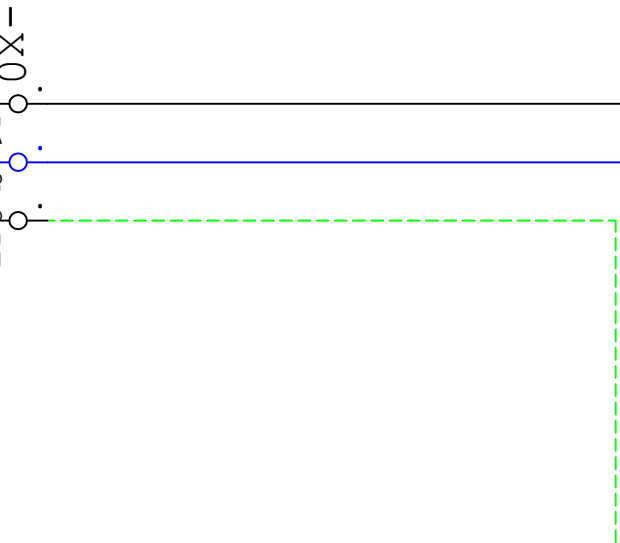
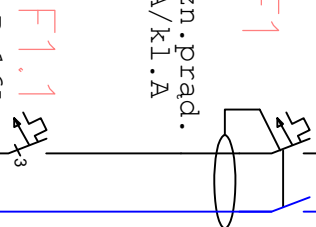
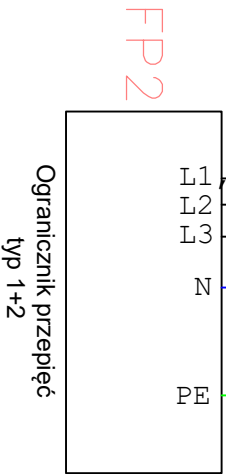
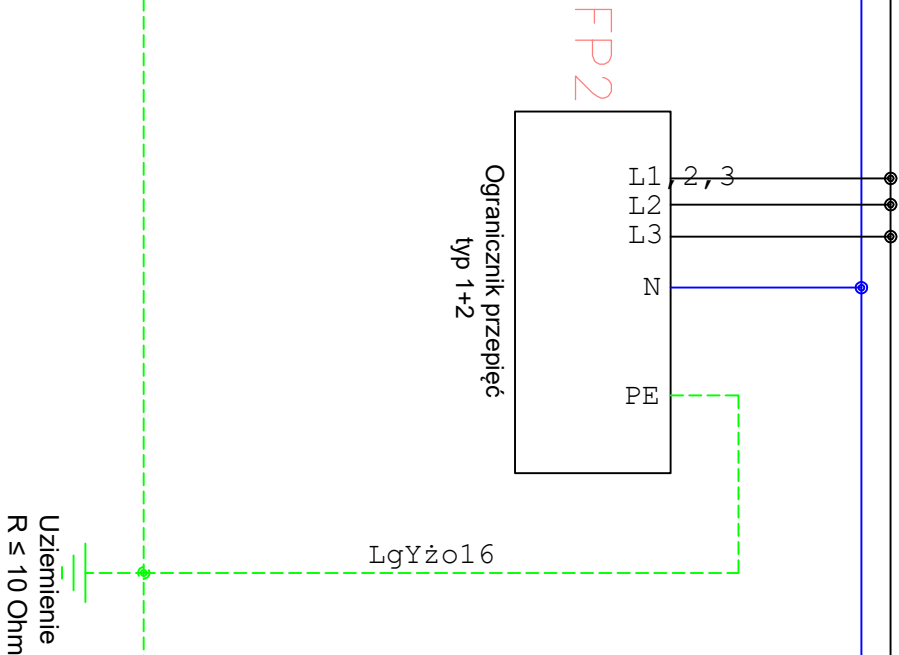
## **5. Załączniki**

- Przedmiar Robót;
- Kosztorys inwestorski;
- Oświadczenie projektanta;
- Stwierdzenie przygotowania zawodowego oraz przynależność do PIIB projektanta;
- Lista Beneficjentów objętych opracowaniem.

## **6. Spis rysunków**

- Schemat elektryczny – E1;
- Schemat rozdzielnic RDC, część 1 – E2;
- Schemat rozdzielnic RDC, część 2 – E3;
- Poglądowy schemat instalacji uziemiającej – E4.





Listwa zaciskowa  
za układem pomiarowo-rozliczeniowym  
(granica stron)

SPL

FALOWNIK

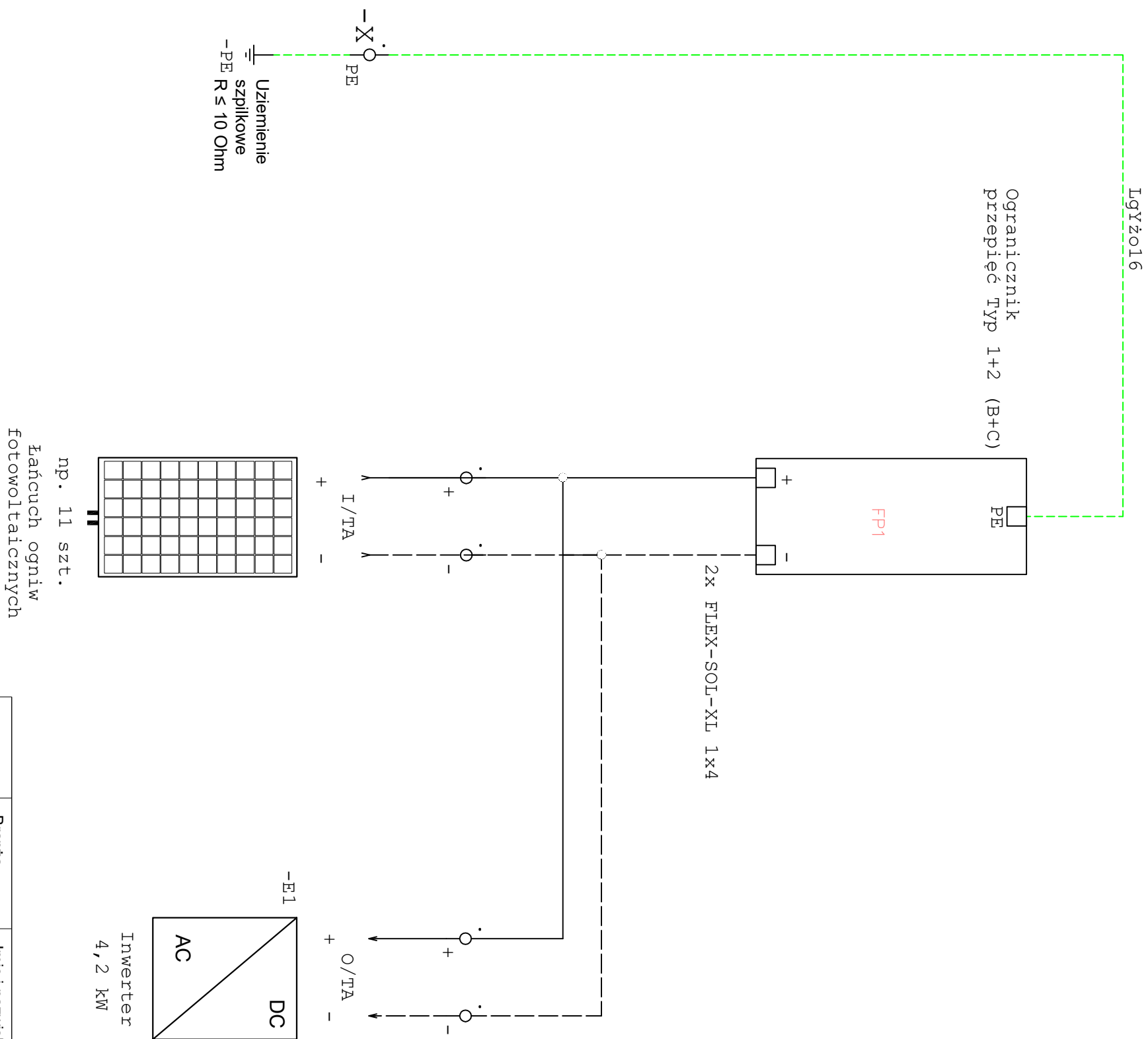
Moc 4,2kW

	Branża	Imię i nazwisko	Nr uprawnień	Podpis	Data: 06.2022
Projektował:	Elektryczna	mgr inż. Tomasz Kopeć	LUB/0132/PWOE/10		

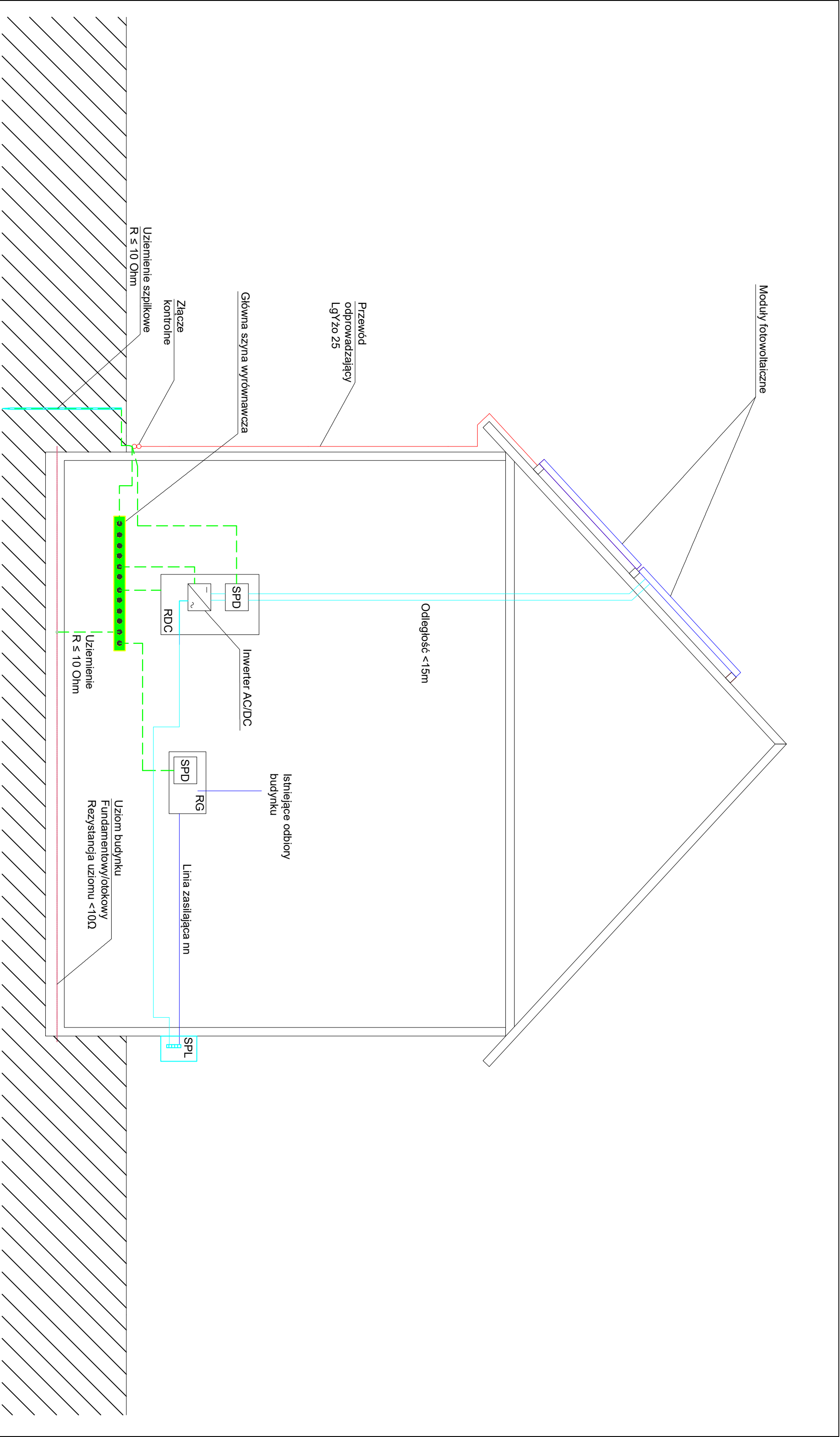
Faza: P. B-W

Nr rys. E.2

Schemat rozdzielnic RDC, cz. 1



# Schemat rozdzielnicy RDC, cz. 2



	Branża	Imię i nazwisko	Nr uprawnień	Podpis	Data: 06.2022
Projektował:	Elektryczna	mgr inż. Tomasz Kopeć	LUB/0132/PWOC/10		Faza: P. B-W
					Nr rys. <b>E.4</b>

Schemat ideowy instalacji uziemiającej.