

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego  
w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Lubelskiego na lata 2014-2020.

## PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY BRANŻY ELEKTRYCZNEJ

Nazwa zadania: „Odnawialne źródła energii w gminie Serokomla - II etap"

Typ zestawu: Instalacja fotowoltaiczna o mocy 4,03 kWp

Adres inwestycji: Budynek na terenie gminy Serokomla

Inwestor: Gmina Serokomla  
ul. Warszawska 21  
21-413 Serokomla

Listopad 2020 r.

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego  
w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Lubelskiego na lata 2014-2020.

## ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

1.	OPIS TECHNICZNY .....	4
1.1.	Podstawy opracowania .....	4
1.2.	Przedmiot opracowania .....	4
1.3.	Lokalizacja Inwestycji .....	5
1.4.	Charakterystyka układu .....	5
1.5.	Opis przedsięwzięcia .....	11
1.6.	Elementy składowe systemu .....	5
1.7.	Moduły fotowoltaiczne .....	6
1.8.	Inwertery fotowoltaiczne .....	8
1.9.	Charakterystyka instalacji elektrycznej .....	10
1.9.1.	Okablowanie DC inwerterów .....	10
1.9.2.	Okablowanie AC inwerterów .....	11
1.10.	Instalacja uziemiająca .....	11
1.11.	Ochrona przeciwporażeniowa .....	12
1.12.	Ochrona przeciwprzepięciowa i przeciwpożarowa .....	12
1.13.	System monitorowania instalacji fotowoltaicznej .....	13
1.14.	Konstrukcje montażowe .....	14
1.15.	Ogrodzenie instalacji w przypadku montażu na gruncie .....	24
2.	OBLICZENIA TECHNICZNE .....	25
2.1.	Bilans mocy elektrowni fotowoltaicznej .....	19
2.2.	Potrzeby własne .....	19
2.3.	Obliczenia instalacji .....	19
2.4.	Sprawdzenie ochrony od porażeń .....	20
3.	TRANSPORT MATERIAŁÓW I URZĄDZEŃ .....	21
4.	UWAGI KOŃCOWE .....	21
5.	INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA .....	22
5.1.	Podstawa prawna: .....	22
5.2.	Zakres Robót .....	22
5.3.	Istniejące obiekty budowlane .....	22
5.4.	Elementy zagospodarowania terenu mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi ...	22
5.5.	Przewidywane zagrożenia występujące podczas realizacji robót budowlanych .....	23
5.6.	Sposób prowadzenia instrukcji pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych .....	23
5.7.	Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych .....	23
5.8.	Wpływ na środowisko .....	23
6.	LITERATURA .....	24
6.1.	Normy .....	24
6.2.	Rozporządzenia i ustawy .....	26

### SPIS ZAŁĄCZNIKÓW:

- Wydajność instalacji PV o mocy 4,03 kWp dla m. Serokomla wg Europejskiego Fotowoltaicznego Systemu Informacji Geograficznej
- Efekt energetyczny i ekologiczny dla instalacji fotowoltaicznej o mocy 4,03 kWp.

### CZĘŚĆ RYSUNKOWA:

Rysunek E-01	Schemat blokowy zasilania obiektu
Rysunek E-02	Schemat ideowy instalacji fotowoltaicznej.
Rysunek E-03	Schemat ideowy instalacji DC
Rysunek E-04	Schemat ideowy rozdzielnic RPV

**Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego  
w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Lubelskiego na lata 2014-2020.**

## OŚWIADCZENIE

Niniejszym oświadczamy, że zgodnie z art. 20 ust. 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane, projekt:

Instalacja fotowoltaiczna o mocy 4,03 kWp w ramach zadania:

„Odnawialne źródła energii w gminie Serokomla - II etap”

został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego  
w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Lubelskiego na lata 2014-2020.

## 1. OPIS TECHNICZNY

### 1.1. Podstawy opracowania

- zlecenie Inwestora,
- Aktualnych przepisów ustawy Prawo budowlane oraz norm i danych technicznych:
  1. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz. U. z 1997 r. Nr 54, poz. 348 ze zm.)
  2. PN-IEC 60364-5-523:2001 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych” lub równoważna.
  3. N-SEP-E-004 „Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa” lub równoważna.
  4. PN-EN 62446:2010 „Systemy fotowoltaiczne przyłączone do sieci elektrycznej – Minimalne wymagania dotyczące dokumentacji systemu, badania rozruchowe i wymagania kontrolne” lub równoważna.
  5. PN-HD 60364-7-712:2007 „Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Instalacje Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania” lub równoważna.
  6. PN-EN 61173 „ Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej- Przewodnik” lub równoważna.
  7. PN-EN 61724:2002 Monitorowanie własności systemu fotowoltaicznego -- Wytyczne pomiaru, wymiany danych i analizy lub równoważna.
  8. ROZPORZĄDZENIE MINISTRA INFRASTRUKTURY z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
  9. PN EN 62305-1:2008 - „Ochrona odgromowa – Część 1: Zasady ogólne” lub równoważna.
  10. PN EN 62305-2:2008 - „Ochrona odgromowa – Część 2: Zarządzanie ryzykiem” lub równoważna.
  13. PN EN 62305-3:2009 - „Ochrona odgromowa – Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia” lub równoważna.
- audytów budynków indywidualnych złożonych przez Beneficjentów,
- wizji lokalnych.

### 1.2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt **mikro-instalacji fotowoltaicznej** o mocy 4,03 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.

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego  
w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Lubelskiego na lata 2014-2020.

### 1.3. Lokalizacja Inwestycji

Lokalizacja:

- Gmina Serokomla

### 1.4. Charakterystyka układu

- napięcie przyłączeniowe 400V;
- napięcie znamionowe instalacji 400V;
- moc min. przyłączeniowa oddawana: (generowana) 4,03 kW;
- moc elektrowni fotowoltaicznej DC: 4,03 kWp;
- średnia roczna produkcja energii: 4 030 kWh;
- układ sieciowy TN-C-S;
- dodatkowy system ochrony od porażeń elektrycznych samoczynne wyłączenie;
- Przyłączenie do sieci PGE Dystrybucja S.A.
- Zaleca się pomiar napięcia przyłączeniowego przed rozpoczęciem instalacji.

### 1.5. Opis przedsięwzięcia

Projektowana mała elektrownia fotowoltaiczna składać się będzie z instalacji fotowoltaicznej zamontowanej na budynku lub na gruncie, umożliwiającej pozyskiwanie energii elektrycznej za pomocą modułów fotowoltaicznych.

Napięcie stałe wytworzone przez panele zostanie przetworzone przez inwerter na napięcie przemienne o parametrach sieci odbiorczej. Miejsce dostarczania energii elektrycznej stanowiące jednocześnie miejsce rozgraniczenia własności sieci dystrybucyjnej PGE Dystrybucja S.A. i instalacji podmiotu przyłączanego nie ulega zmianie i stanowią je istniejące zaciski prądowe w złączu licznikowym ZL na listwie zaciskowej z układem pomiarowo-rozliczeniowym, na wyjściu przewodów WLZ w kierunku instalacji odbiorcy/wytwórcy.

W istniejącym złączu licznikowym ZL należy zainstalować układ pomiarowo-rozliczeniowy bezpośredni na napięciu 0,4 kV umożliwiający dwukierunkowy pomiar energii czynnej i biernej z rejestracją profili obciążenia dostarczanej do sieci przez małą elektrownię fotowoltaiczną oraz zużywaną na pokrycie potrzeb własnych małej elektrowni fotowoltaicznej oraz jednocześnie energii zużywanej przez istniejącą instalację odbiorczą budynku mieszkalnego.

Wszystkie elementy członu zasilającego oraz osłony i urządzenia wchodzące w skład układu pomiarowego energii elektrycznej muszą być przystosowane do plombowania.

Od złącza licznikowego ZL instalacje odbiorcze i instalacje wytwórcze w układzie TN-S. Należy stosować rozdzielnicę pomocniczą i tablice bezpiecznikowe o II klasie ochronności.

### 1.6. Elementy składowe systemu

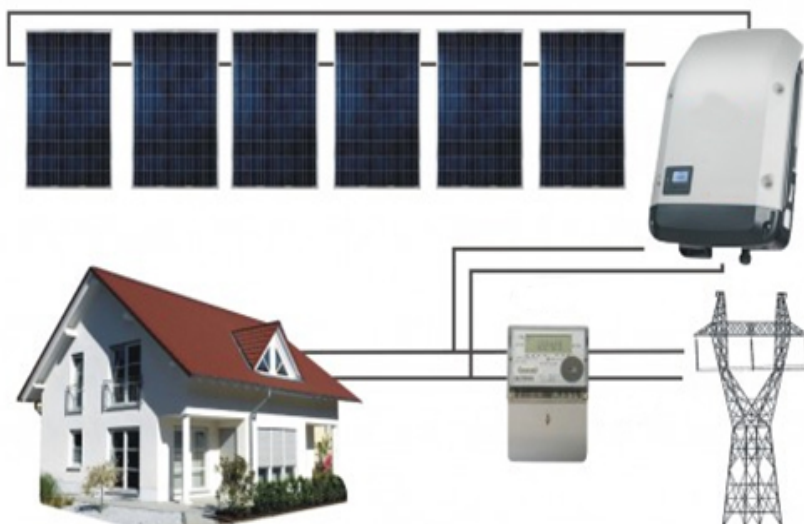
Na elementy składowe instalacji fotowoltaicznej składają się:

- zestawy modułów fotowoltaicznych wraz z konstrukcją wsporczą;

**Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Lubelskiego na lata 2014-2020.**

- 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 E-1. System zbudowany będzie z 13 modułów fotowoltaicznych.



Rys.1 Rysunek pokazuje w obrazowy sposób połączenie Systemu Fotowoltaicznego do Sieci Energetycznej NN(0,4kV) Użytkownika.

### 1.7. Moduły fotowoltaiczne

Moduły fotowoltaiczne są urządzeniami dokonującymi konwersji promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Wszystkie wymagane parametry muszą być opisane w karcie katalogowej w języku polskim wraz z załącznikami, podpisanej przez producenta modułów. Planowana jest elektrownia składająca się z zestawu 13 paneli monokrystalicznych o minimalnej mocy 310W każdy. Łączna moc paneli wynosić ma 4,03 kWp. Szkło frontowe modułu, hartowane, z niską zawartością Fe i 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, el-testu oraz potwierdzenie spełnienia aktualnych norm w szczególności IEC 61215, IEC 61730 lub równoważnych dla modułów. Każdy moduł musi mieć pozytywną tolerancję mocy wyrażoną w W. Do produkcji paneli zastosowane muszą być ogniwa klasy A, fabrycznie nowe.

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.

**Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego  
w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Lubelskiego na lata 2014-2020.**

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

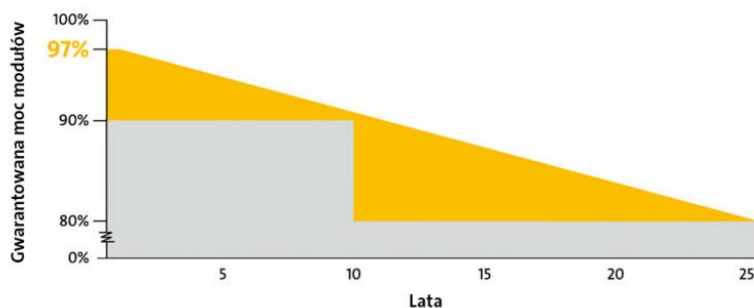
**Podstawowe parametry modułu w warunkach standardowych STC (AM 1,5; 1000W/m<sup>2</sup>; 25°C):**

- moc min. 310 W (dla STC);
- sprawność modułu nie mniejsza niż 19,0% (dla STC);
- współczynnik temperatury dla P<sub>max</sub> nie większy niż -0,34%/°K (0 ÷ -0,34%/°K);
- temperatura robocza min.: od -40°C do +85°C;
- wolne od efektu PID;
- wytrzymałość mechaniczna na obciążenia od śniegu - 5400 Pa - potwierdzone raportem z badań przeprowadzonym przez niezależną jednostkę badawczą;
- wytrzymałość mechaniczna na parcie i ssanie wiatru - 2400 Pa - potwierdzone raportem z badań przeprowadzonym przez niezależną jednostkę badawczą;
- gwarancja produktowa – min. 10 lat oraz 25 lat gwarancji na min. 80% sprawności nominalnej. Gwarancja na moc musi mieć liniową krzywą degradacji mocy w czasie;
- grubość ramy nie mniejsza niż 30 mm;
- powierzchnia modułu – maksymalnie 1,915 m<sup>2</sup>.

Moduły fotowoltaiczne są obudowane szkłem hartowanym o 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 są razem laminowane, co gwarantuje ochronę przed szkodliwym wpływem czynników zewnętrznych.

**W przypadku zastosowania modułów fotowoltaicznych o mocy większej niż 310 Wp (przy zachowaniu powyższych parametrów) moc zainstalowanego zestawu nie może być mniejsza niż 4,03 kWp.**

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



**Rys.2 Przykład linearyzacji charakterystyki degradacji mocy modułów**



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego  
w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Lubelskiego na lata 2014-2020.

### **Badania i kontrole jakości modułów PV**

Zamawiający przed rozpoczęciem robót montażowych zastrzega sobie prawo do zlecenia wykonania badań:

1. Badania elektroluminescencyjnego instalacji (badanie terenowe),
2. Badanie w warunkach STC (badanie laboratoryjne) wg poniższej metodologii:

#### **Badanie elektroluminescencyjne instalacji:**

Zamawiający zleci wykonanie badania elektroluminescencyjnego min. 5 szt. dostarczonych modułów przez Wykonawcę na potrzeby realizacji inwestycji w celu wykluczenia występowania mikropęknięć, wad fabrycznych ogniw fotowoltaicznych oraz weryfikacji parametrów elektrycznych modułów fotowoltaicznych zgodnie z kartą katalogową producenta oraz dostarczonych flash testów modułów przeznaczonych na inwestycję. W przypadku, gdy wynik badania wykaże występowanie wad, Zamawiający może, zażądać wykonania badania na koszt Wykonawcy całej partii modułów oraz wymiany wadliwych sztuk.

#### **Badanie w warunkach STC**

Zamawiający zastrzega sobie możliwość wysłania na badanie jakościowe do niezależnego laboratorium badawczego partii nie więcej niż 5 szt., dostarczonych przez Wykonawcę na potrzeby realizacji inwestycji, modułów PV. W laboratorium tym Zamawiający zleci wykonanie testów będących częścią procedury testowej wg normy odpowiednio IEC 61215 / IEC 61646. Partia modułów zostanie zaaprobowana, jeśli przejdzie testy, tj. spełni następujące kryteria:

- a) spadek mocy maksymalnej po każdym teście nie przekroczy opisanego limitu oraz po każdej sekwencji o nie więcej niż 8%;
- b) podczas żadnego testu nie wystąpi przerwanie i/lub otwarcie obwodu elektrycznego;
- c) brak śladów widocznych defektów;
- d) wymagania co do izolacji spełnione po każdym teście;

W przypadku, gdy wynik badań zakończy się oceną negatywną któregośkolwiek z badanych modułów, Zamawiający może zażądać wykonania badania na koszt Wykonawcy całej partii modułów oraz wymiany wadliwych sztuk. Zamawiający zastrzega sobie prawo nie odebrania przedmiotu zamówienia z uwagi na niezgodność z wymogami Zamawiającego dopóty, dopóki Wykonawca nie wymieni wadliwych modułów na egzemplarze bez uszkodzeń oraz potwierdzi powtórными badaniami brak występowania wad nowo dostarczanych 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 4,0 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



**Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego  
w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Lubelskiego na lata 2014-2020.**

promieniowanie UV i wtykami typu MC-4. Inwertery powinny posiadać certyfikaty CE oraz VDEARN4105 lub równoważne. Falowniki powinny spełniać wszystkie wymagania do przyłączenia przez PGE. Wszystkie wymagane parametry inwerterów muszą być potwierdzone na karcie katalogowej oraz oświadczeniu producenta.

**Wymogi dotyczące inwerterów 3-fazowych:**

- moc czynna inwertera 4,0 kW;
- europejska sprawność nie mniejsza niż 97%;
- moc wyjściowa inwertera w granicach 80 – 120% mocy elektrowni;
- zabezpieczenie inwertera – zintegrowane w obudowie inwertera: Ograniczniki przepięć typu III (AC) oraz typu II (DC), rozłącznik DC;
- min 2 wejścia MPPT;
- Stopień szczelności min. IP 65.
- Zintegrowany monitoring sieci zabezpieczenie przed pracą wyspą
- Gwarancja 10 lat

Energia elektryczna wytworzona w ogniwach zamieniona zostanie w inwerterze z napięcia stałego DC na napięcie przemienne 3-fazowe 400V AC. Inwerter w chwili wykrycia napięcia po stronie stałonapięciowej DC synchronizuje się z siecią 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 dwa kontrolery 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:

- 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:  $t=180\text{s}$ .

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego  
w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Lubelskiego na lata 2014-2020.

## 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 z zabezpieczeniami, ogranicznikami przepięć prądu stałego.

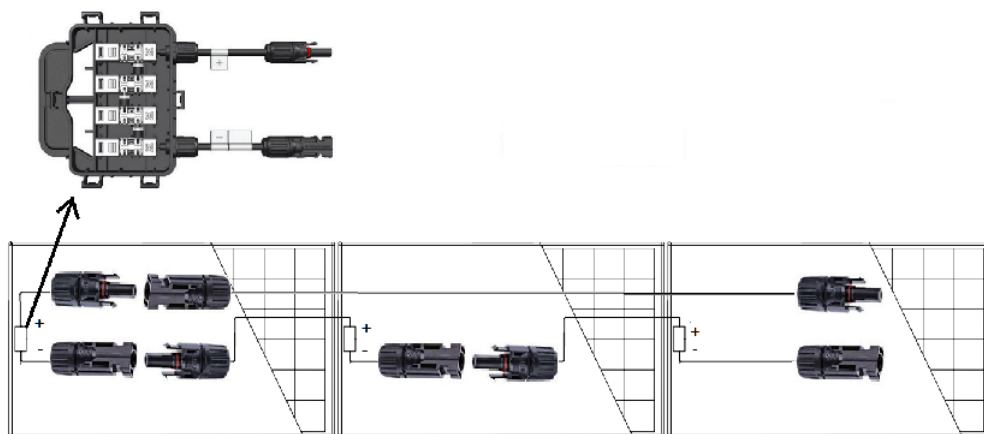
Sekcja prądu przemiennego budowana będzie, zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej. W skład sekcji wejdą kable energetyczne układane na powietrzu w korytach elektroinstalacyjnych oraz rozdzielnice z zabezpieczeniami nadmiarowo prądowymi, ogranicznikami przepięć prądu przemiennego (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 podwieszone na konstrukcji wsporczej modułów fotowoltaicznych, biegnącej wzdłuż każdego rzędu modułów. Okablowanie DC inwertera podzielone powinny być na pasma zgodnie z zaleceniami producenta, wpięte będą do inwertera poprzez złączki MC4. Przykład połączeń przedstawia **Rys. 3**.

Wymaga się aby instalacja DC wyposażona była w ograniczniki przepięć Typu 1+2, schemat połączenia ograniczników przedstawiony został na rysunku E-3.



**Rys. 3 Schemat połączeń modułów w pasma**

Przewody odporne na UV, ozon, warunki atmosferyczne oraz hydrolizę dla napięcia stałego DC 1000V, w podwójnej izolacji krótkotrwale odporne na bardzo wysoką temp. Izolacja zewnętrzna odporna na przetarcia i uszkodzenia. Nadmiary w/w. przewodów przymocować do konstrukcji aluminiowej za pomocą opasek odpornych na promieniowanie UV oraz szkodliwe czynniki atmosferyczne. Poza obszarem konstrukcji montażowej, na dachu płaskim okablowanie należy prowadzić w korytach stalowych. Trasa kablowa wewnątrz budynku powinna być poprowadzona w korytach lub rurach elektroinstalacyjnych wykonanych z

**Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego  
w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Lubelskiego na lata 2014-2020.**

tworzywa. Trasę kabla należy prowadzić w taki sposób, aby pole indukcyjne przewodów DC było jak najmniejsze. Należy również pamiętać o tym, że przewód uziemiający oddziałując z kablami fotowoltaicznymi również może wytwarzać pole indukcyjne i powinien być prowadzony razem z kablami zasilającymi.

Wszystkie połączenia między modułami wykonać za pomocą złączy dedykowanych instalacjom fotowoltaicznym.

Połączenie modułów od strony DC zostanie wykonane przy wykorzystaniu przewodów solarnych charakteryzujących się następującymi parametrami:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- pojedyncza wiązka,
- podwójna izolacja,
- żyły: wg PN/EN-60228 lub równoważnej, miedziane wielodrutowe klasy 5,
- izolacja: polwinitowa na 90 °C
- powłoka: polwinitowa odporna na UV
- temperatura wg PN-93/E-90400:
  - na powierzchni przewodu: max. 90°C

#### 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 5x4mm<sup>2</sup> lub YKYżo 3x4mm<sup>2</sup>.

Kable nn powinny spełniać wymagania PN-93/E-90401 lub równoważnej. Zaleca się stosowanie kabli o napięciu znamionowym 0,6/1kV, pięciożyłowych w izolacji polwinitowej. Przekrój żył powinien być dobrany w zależności od dopuszczalnego spadku napięcia, dopuszczalnej temperatury nagrzania kabla przez prądy robocze i zwarciovowe 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.

**Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego  
w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Lubelskiego na lata 2014-2020.**

Konstrukcję wsporczą modułów fotowoltaicznych należy ze sobą połączyć. Połączenie wyrównawcze należy wykonać przewodem LgY16 i połączyć z uziemem.

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.

Należy połączyć kabel ochronny PE inwerterów i ramy modułów do Głównej Szyny Uziemiającej. W ten sposób zapewnione zostanie wyrównanie potencjałów i ochrona przed porażeniem prądem.

### **1.11. Ochrona przeciwporażeniowa**

Wykonać instalacje elektryczne, zgodne z przepisami budowlanymi w zakresie ochrony przeciwporażeniowej, wymogami normy PN-IEC-60364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych” lub równoważnej oraz PN-HD 60364-7-712:2007 „Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Instalacje Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania” lub równoważnej.

Jako system ochrony od porażenia prądem elektrycznym zastosowano samoczynne szybkie wyłączenie zasilania w układzie TN-S.

Jako zabezpieczenie przetężeniowe obwodu inwertera należy zabudować w rozdzielnicy RPV wyłącznik nadmiarowo prądowy o charakterystyce B. W instalacji stałoprądowej – zabudowany inwerter każdego dnia sprawdza instalację DC poprzez pomiar rezystancji izolacji kabli DC. Jest to funkcja, która w przypadku wykrycia zwarcia lub złego stanu izolacji, natychmiast wyłącza uszkodzony obwód, oraz daje informację na wyświetlaczu inwertera o wykryciu nieprawidłowości. W przypadku, gdy zmierzone wartości nie mieszczą się w dopuszczalnym przedziale – falownik sam wyłącza uszkodzone obwody.

Wszystkie części przewodzące obce należy przyłączyć do instalacji głównej szyny wyrównania potencjałów. Wszystkie metalowe obudowy rozdzielnic należy połączyć z uziemieniem ochronnym.

Po wykonaniu instalacji przeprowadzić pomiary i próby odbiorcze zarówno po stronie DC oraz stronie AC.

### **1.12. Ochrona przeciwprzepięciowa i przeciwpożarowa**

Ochrona przeciwprzepięciowa instalowanego systemu fotowoltaicznego jest zrealizowana poprzez ochronniki przeciwprzepięciowe typu I+II, instalowane po stronie napięcia stałego DC w rozdzielnicy RDC, oraz po stronie napięcia zmiennego AC w rozdzielnicy zbiorczej RPV. Zabezpieczenie przed przeciążeniem po stronie napięcia DC zostało zrealizowane w oparciu o normę PN-HD 60364-7-712 lub równoważną.

Przed inwerterem (po stronie zasilania z generatora PV) instalować ochronniki przepięciowe kombinowane typu I + II (wyposażone w iskierniki gazowy) o maksymalnym prądzie wyładowczym (8/20us) min. 40kA dedykowane instalacjom fotowoltaicznym.

W przypadku przekroczenia 10 m długości kabli pomiędzy RDC a inwerterem należy zastosować drugi ogranicznik przepięć typu I + II i zamontować go w rozdzielnicy RDC 2.

**Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego  
w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Lubelskiego na lata 2014-2020.**

W przypadku zastosowania podwójnej ochrony przepięciowej należy tak umieścić rozdzielnice, aby RDC znajdowała się jak najbliżej modułów fotowoltaicznych, natomiast rozdzielnica RDC 2 powinna znajdować się jak najbliżej inwertera.

Rozdzielnicę RPV AC wyposażać w ogranicznik przepięć typ I+II.

W przypadku przekroczenia 10 m długości kabli pomiędzy RPV AC a RG należy zastosować drugi ogranicznik przepięć typu I+II i zamontować go w rozdzielnicy RG. Jeżeli w rozdzielnicy RG nie ma wolnego pola należy zamontować rozdzielnicę RPV AC2 przeznaczoną dla tego zabezpieczenia.

W przypadku zastosowania podwójnej ochrony przepięciowej należy tak umieścić rozdzielnice, aby RPV AC znajdowała się jak najbliżej inwertera, natomiast rozdzielnica RPV AC2 powinna znajdować się jak najbliżej rozdzielnicy RG.

Wszystkie zastosowane ograniczniki przepięć należy bezwzględnie uziemić przewodem LgY o polu przekroju poprzecznego co najmniej  $16\text{mm}^2$  w żółto-zielonej izolacji. Ograniczniki przepięć DC należy uziemić do osobnego punktu uziemieniowego o rezystancji  $R < 10\Omega$ , natomiast ogranicznik przepięć AC może być połączony z główną szyną uziemiającą budynku, aby zabezpieczyć instalację przed skutkami wyładowań pojawiających się w okolicy.

### **1.13. System monitorowania instalacji fotowoltaicznej**

System fotowoltaiczny należy wyposażać w instalację monitorującą parametry jego pracy po stronie DC i AC. 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. Inwerter należy podłączyć do istniejącej sieci internetowej budynku lub umożliwić połączenie z siecią wi-fi za pomocą repeatera.

Wymogi dotyczące komunikacji i wizualizacji:

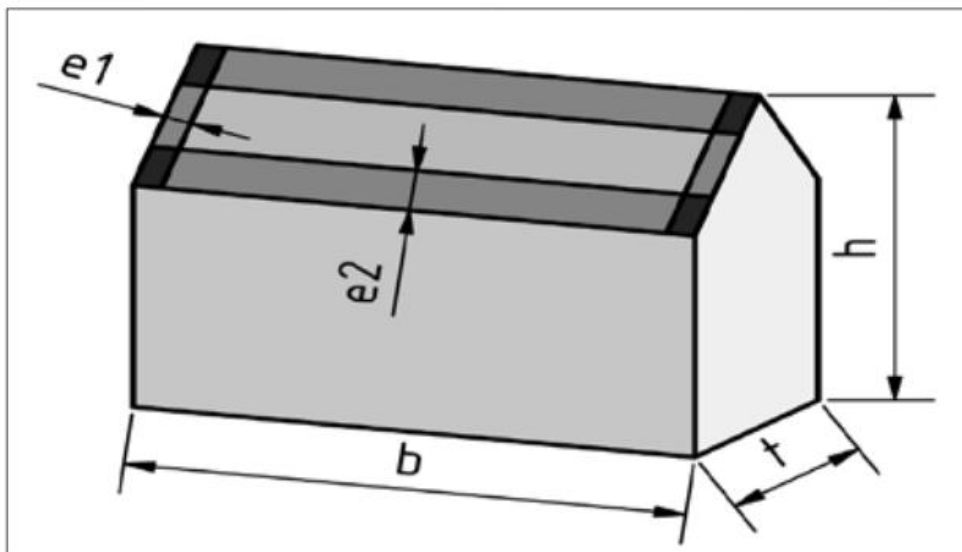
- a) powinien zapewnić pełny zdalny i lokalny dostęp dla użytkownika,
- b) powinien zapewnić rejestrację i archiwizację podstawowych parametrów elektrycznych: moc, napięcie, prąd przez przynajmniej 36 miesięcy,
- c) sygnał powinien być podany stroną WWW,
- d) powinien zapewniać prezentację danych dotyczących ilości wyprodukowanej energii w poniższych przedziałach czasowych:
  - moc chwilowa,
  - ilość wyprodukowanej energii w ciągu dnia,
  - ilość wyprodukowanej energii w miesiącu,
  - ilość wyprodukowanej energii w roku.

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego  
w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Lubelskiego na lata 2014-2020.

#### 1.14. Konstrukcje montażowe

Przed rozpoczęciem prac montażowych należy sprawdzić czy konstrukcja nośna jest właściwa pod kątem dopuszczalnego obciążenia (wymiary, stan utrzymania, parametry materiałowe), struktury nośnej oraz innych odpowiednich warstw (np. warstwy izolacyjnej).

Zgodnie z EN 1991-1-4 (Eurokodem 1) w obszarach brzegowych powierzchni dachu należy liczyć się ze zwiększonym obciążeniem wiatrem ze względu na wysokie ssanie, co może prowadzić do podniesienia elementów montażowych w tych obszarach.



Rys. 4

Obciążenia :

Obszary brzegowe posiadają następujące wymiary:

$e1 = t/10$  lub  $h/5$ , mniejsza wartość jest miarodajna

$e2 = b/10$  lub  $h/5$ , mniejsza wartość jest miarodajna

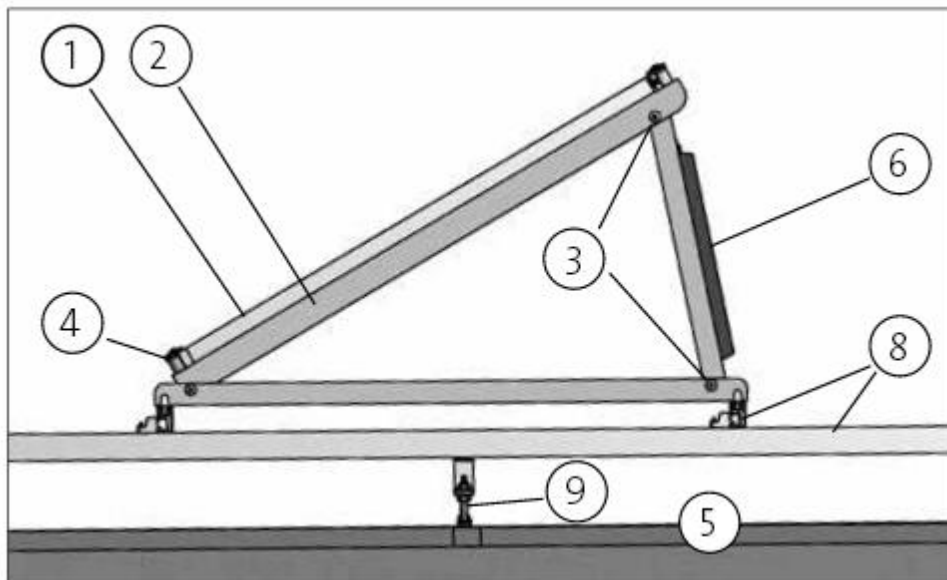
Nie dopuszcza się systemów montażowych z obciążnikami.



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego  
w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Lubelskiego na lata 2014-2020.

#### 1.14.1 System montażu na dachu płaskim

Rama dla dachu płaskiego typ A (w przypadku zabudowy pionowej modułów):



Rys. 5 Widok z boku ramy dla dachu płaskiego

1. Moduł fotowoltaiczny
2. Rama dla dachu płaskiego (typ A)
3. Połączenie śrubowe
4. Złącze
5. Konstrukcja dachowa, istniejąca
6. Element usztywniający (opcja) – wymagany tylko dla montażu w warunkach brzegowych,
8. Warstwa profili nośnych stelaża (opcja) – wymagany tylko, gdy konstrukcja dachu tego wymaga
9. Połączenie z konstrukcją dachową

Wymiary ramy dla dachu płaskiego:

- kąt 35°
- Wysokość h 840 [mm]
- długość przeciwprostokątnej 1640 [mm]
- podstawa ramy 1410 [mm]

Należy stosować stypizowane konstrukcje montażowe. Konstrukcje montażowe powinny posiadać odpowiednie certyfikaty, które potwierdzają ich przydatność do użycia podczas montażu instalacji fotowoltaicznych.

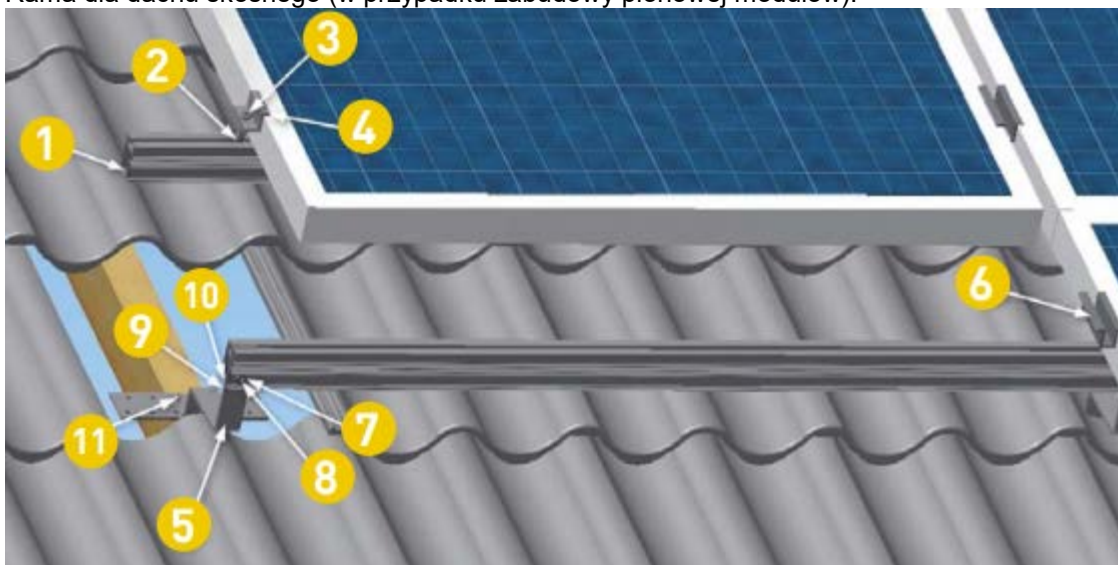


**Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Lubelskiego na lata 2014-2020.**

#### 1.14.2 System montażu na dach skośnym

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 odbywały 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.

Rama dla dachu skośnego (w przypadku zabudowy pionowej modułów):



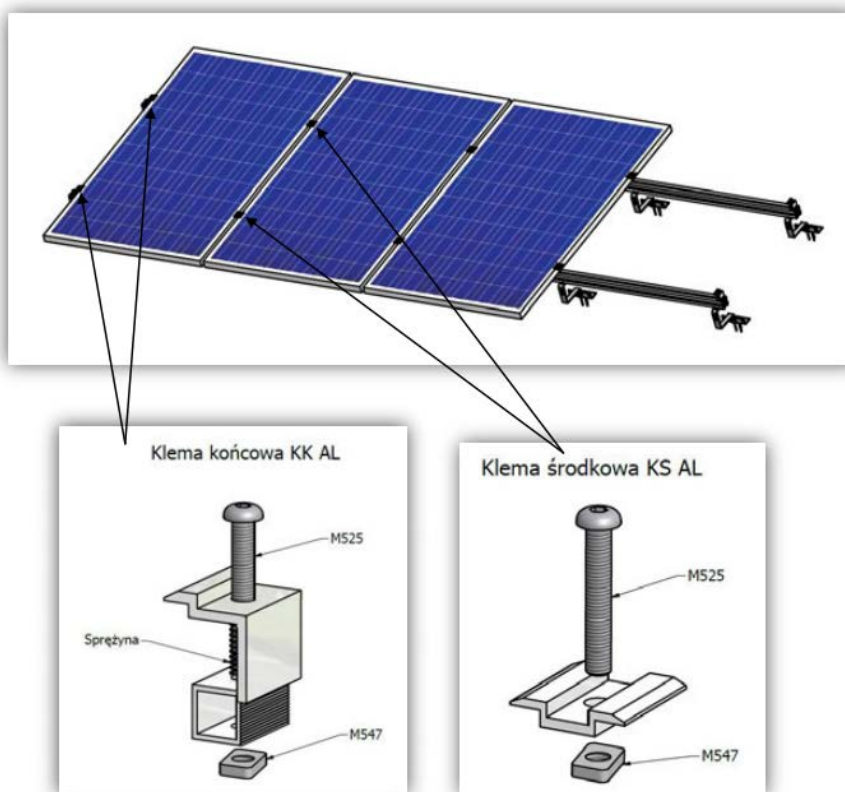
Rys. 6 Widok z boku ramy dla dachu skośnego

1. Szyna montażowa (ALU)
2. Wpust do szyny
3. Śruba ze stali nierdzewnej A2
4. Klema końcowa
5. Uchwyt montażowy dostosowany do pokrycia dachowego
6. Klema środkowa
7. Śruba ze stali nierdzewnej A2
8. Nakrętka ze stali nierdzewnej A2
9. Adapter ze stali nierdzewnej A2
11. Wkręty do drewna, mocujące uchwyt

Dokręcać przy pomocy klucza dynamometrycznego.

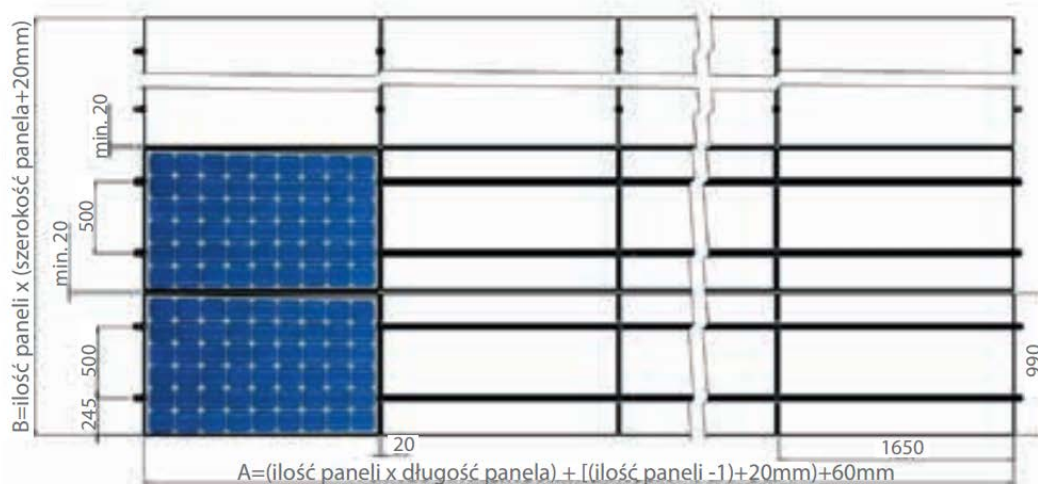
Moment dokręcania MA= 15 Nm

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Lubelskiego na lata 2014-2020.



Rys. 7 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.



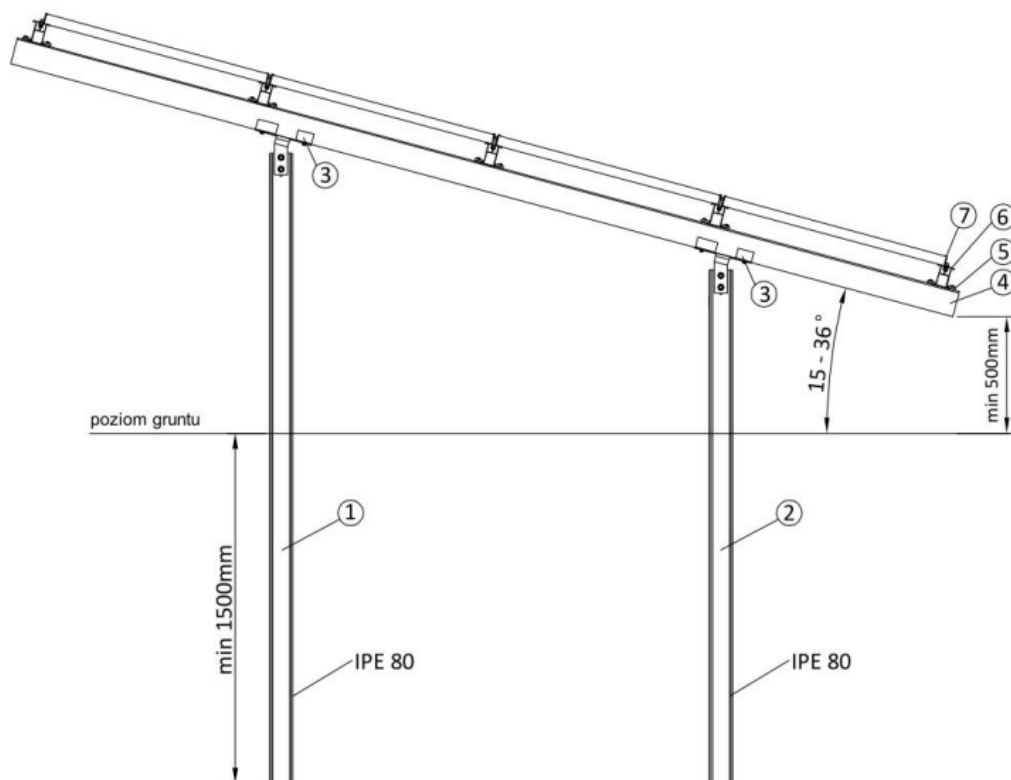
Rys. 8 Ideowy schemat konstrukcji wsporczej

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

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Lubelskiego na lata 2014-2020.

### 1.14.3 System montażu na gruncie (jeżeli wystąpi)

Konstrukcja gruntowa palowana, jedno- lub dwu-podporowa:



Rys. 4 Widok z boku:

1. Podpora górna – stal ocynk.
2. Podpora dolna – stal ocynk.
3. Połączenie podpory
4. Szyna główna
5. Szyna montażowa (ALU)
6. Śruba ze stali nierdzewnej A2
7. Klema montażowa

Należy stosować stypizowane konstrukcje montażowe. Podpory główne dla modułów fotowoltaicznych należy wykonać ze stali ocynkowanej. Konstrukcje montażowe powinny posiadać odpowiednie certyfikaty, które potwierdzają ich przydatność do użycia podczas montażu instalacji fotowoltaicznych.

## 1. 15. Ogrodzenie instalacji w przypadku montażu na gruncie

W przypadku montażu na gruncie konieczne jest wyгородzenie instalacji fotowoltaicznej od dostępu dzieci oraz zwierząt domowych. Należy zastosować ogrodzenie wykonane z siatki ogrodzeniowej powlekanej lub z elementów prefabrykowanych wraz z furtką wejściową (serwisową). Minimalna wysokość ogrodzenia - 1,20 m.

**Koszt dostawy i montażu ogrodzenia instalacji na gruncie jest kosztem niekwalifikowanym.**

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Lubelskiego na lata 2014-2020.

## 2. OBLICZENIA TECHNICZNE

### 2.1. Bilans mocy elektrowni fotowoltaicznej

Inwerter AC/DC

Moc pojedynczego inwertera: 4 kW

Moc pojedynczego modułu: 310W

Ilość inwerterów 4 kW – 1szt.

Ilość paneli: 13 szt.

Moc zainstalowana po stronie AC: 4 kW

Moc zainstalowana po stronie DC:  $13 \times 310\text{Wp} = 4,03 \text{ kWp}$

### 2.2. Potrzeby własne

- Zużycie energii na potrzeby własne 4030kWh/rok

### 2.3. Obliczenia instalacji

Moc instalacji fotowoltaicznej

- ilość modułów fotowoltaicznych o mocy 310Wp: 13 szt.

- moc instalacji PV:  $P = 13 \times 310\text{Wp} = 4030 \text{ Wp}$

#### 2.3.1. Dobór kabla „rozdzielnica RPV AC – rozdzielnica RG”

Wyprowadzenie mocy z rozdzielnicy RPV AC do rozdzielnicy RG wykonać kablem YDYżo 5x4mm<sup>2</sup>. Zabezpieczeniem kabla zasilającego w rozdzielni RG będzie istniejący wyłącznik główny budynku w rozdzielni RG.

Długość kabli max 15m ( według przeprowadzonych wizji lokalnych )

Moc szczytowa instalacji fotowoltaicznej  $P_p=4030\text{Wp}$

Napięcie znamionowe  $U_n=400 \text{ V}$

$$I_n = \frac{P_p}{U_n \times \cos\varphi} = \frac{4030}{1,73 \times 400 \times 1} = 5,82 \text{ A}$$

Obciążalność prądowa dla projektowanych kabli YDYżo 5x4 wynosi  $I_{dd}=32\text{A}$ .

$$I_{dd} = 32\text{A} > I_n = 5,82 \text{ A}$$

Sprawdzenie na spadek napięcia

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 \times P_p \times l}{\gamma \times s \times U^2} = \frac{100 \times 4030 \times 15}{56 \times 4 \times 400^2} = 0,17\% - \text{wartość dopuszczalna}$$

**Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Lubelskiego na lata 2014-2020.**

### 2.3.2. Dobór kabla „inwerter – rozdzielnica RPV AC”

Wyprowadzenie mocy z rozdzielnicy RPV AC do rozdzielnicy RG wykonać kablem YDYżo 5x4mm<sup>2</sup>. Zabezpieczeniem kabla zasilającego w rozdzielni RPV AC wyłącznik nadprądowy 3-polowy o prądzie znamionowym 16A.

Długość kabla max 5m ( według przeprowadzonych wizji lokalnych ).

Moc szczytowa instalacji fotowoltaicznej  $P_p=4030\text{Wp}$

Napięcie znamionowe  $U_n=400\text{ V}$

$$I_n = \frac{P_p}{1,73 \times U_n \times \cos\varphi} = \frac{4030}{1,73 \times 400 \times 1} = 5,82\text{ A}$$

Obciążalność prądowa dla projektowanych kabli YDYżo 5x4 wynosi  $I_{dd}=32\text{A}$ .

$$I_{dd} = 32\text{A} > I_n = 5,82\text{ A}$$

Sprawdzenie na spadek napięcia

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 \times P_p \times l}{\gamma \times s \times U^2} = \frac{100 \times 4030 \times 5}{56 \times 4 \times 400^2} = 0,06\% - \text{wartość dopuszczalna}$$

### 2.3.3. Obciążenie inwertera

Moc generatora powinna być dobrana w taki sposób do mocy inwertera, aby zapewnić jego optymalną pracę. Ze względu na charakterystykę pracy instalacji fotowoltaicznych w Polsce, zaleca się, żeby obciążenie inwertera zawierało się w zakresie od 80 do 120%.

Moc wyjściowa inwertera:  $P_{wyj}= 4000\text{ W}$

Moc generatora fotowoltaicznego:  $P_p= 4030\text{Wp}$

Obciążenie inwertera

$$\text{Obciążenie}[\%] = \frac{P_p}{P_{wyj}} \times 100\% = \frac{4030}{4000} \times 100\% = 100,8\% - \text{wartość dopuszczalna}$$

## 2.4. Sprawdzenie ochrony od porażeń

Zgodnie z PN-IEC60364 lub równoważną, skuteczność ochrony przeciwporażeniowej potwierdzić pomiarami powykonawczymi instalacji elektrycznej.

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego  
w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Lubelskiego na lata 2014-2020.

### 3. TRANSPORT MATERIAŁÓW I URZĄDZEŃ

Moduły fotowoltaiczne transportowane będą w pozycji pionowej i odpowiednio zabezpieczone, aby nie spowodować ich uszkodzeń (widocznych uszkodzeń mechanicznych oraz uszkodzeń nie widocznych gołym okiem, tzw. hotspoty).

### 4. UWAGI KOŃCOWE

Wszelkie prace wykonać zgodnie z obowiązującymi aktualnie normami i przepisami. Należy zwrócić szczególną uwagę na bezpieczeństwo przy wykonywaniu wszelkich prac. Prace wykonywać należy pod nadzorem osoby uprawnionej. Po wykonaniu prac montażowych, przed uruchomieniem urządzeń należy wykonać wymagane przepisami niezbędne pomiary i badania.

Z przeprowadzonych badań i pomiarów należy sporządzić odpowiednie protokoły stanowiące podstawę do uruchomienia i oddania do eksploatacji projektowanej instalacji fotowoltaicznej.

Po wykonaniu prac montażowych, przed uruchomieniem urządzeń należy wykonać pomiary:

- stanu izolacji kabli zasilających,
- rezystancji uziemienia,
- sprawności instalacji fotowoltaicznej,
- inne wymagane przepisami badania i pomiary.

Z przeprowadzonych badań i pomiarów należy sporządzić odpowiednie protokoły stanowiące podstawę do uruchomienia i oddania do eksploatacji projektowanej instalacji fotowoltaicznej.

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego  
w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Lubelskiego na lata 2014-2020.

## 5. INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA

### 5.1. Podstawa prawna:

Art. 21a ust. 4 z dnia 07 lipca 1994 – Prawo budowlane (Dz. u. z 2000 r. Nr 106, poz. 1126, z późn. zm.) 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.).

### 5.2. 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.

Kolejność prowadzenia prac:

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

### 5.3. Istniejące obiekty budowlane

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

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

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



**Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego  
w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Lubelskiego na lata 2014-2020.**

#### **5.5. 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.

#### **5.6. 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.

#### **5.7. 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.

#### **5.8. Wpływ na środowisko**

- Inwestycja nie wpływa negatywnie na otaczające środowisko naturalne.

## 6. LITERATURA

### 6.1. Normy

- PN-E-83017 Systemy fotowoltaiczne przetwarzania energii słonecznej. Terminologia i symbole lub równoważna.
- PN-HD 60364-7-712:2007 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania lub równoważna.
- PN-EN 60529:2003 Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP) lub równoważna.
- PN-EN 60445:2010 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, znakowanie i identyfikacja. Identyfikacja zacisków urządzeń i zakończeń przewodów lub równoważna.
- PN-EN 60446:2010 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, znakowanie i identyfikacja. Identyfikacja przewodów kolorami albo znakami alfanumerycznymi lub równoważna.
- PN-EN 60439-1:2003 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 1: Zestawy badane w pełnym i niepełnym zakresie badań typu lub równoważna.
- PN-EN 60439-4:2008 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 4: Wymagania dotyczące zestawów przeznaczonych do instalowania na terenach budów (ACS) lub równoważna.
- PN-EN 50274:2004 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym. Ochrona przed niezamierzonym dotykiem bezpośrednim części niebezpiecznych czynnych lub równoważna.
- PN-EN 62208:2006 Puste obudowy rozdzielnic i sterownic niskonapięciowych. Wymagania ogólne lub równoważna.
- PN-E-05163:2002 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe osłonięte. Wytyczne badania w warunkach wyładowania łukowego, powstałego w wyniku zwarcia wewnętrznego lub równoważna.
- PN-E-04700:1998/Az1:2000 Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych lub równoważna.
- Wytyczne przeprowadzania po montażowych badań odbiorczych.
- PN-HD 60364-6:2008 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 6: Sprawdzanie lub równoważna.
- PN-HD 60364-4-41:2009 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym lub równoważna.
- PN-IEC 60364-4-43:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed prądem przetężeniowym lub równoważna.
- PN-IEC 60364-4-46:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Odłączanie izolacyjne i łączenie lub równoważna.

**Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego  
w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Lubelskiego na lata 2014-2020.**

- PN-IEC 60364-4-443 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi lub równoważna.
- PN-IEC 60364-5-51:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Postanowienia ogólne lub równoważna.
- PN-IEC 60364-5-52:2002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprzewodowanie lub równoważna.
- PN-IEC 60364-5-52:2002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Obciążalność prądowa długotrwała przewodów lub równoważna.
- PN-IEC 60364-5-53:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza lub równoważna.
- PN-IEC 60364-5-534:2003 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Urządzenia do ochrony przed przepięciami lub równoważna.
- 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 lub równoważna.
- PN-HD 60364-5-54:2010 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia, przewody ochronne i przewody połączeń ochronnych lub równoważna.
- PN-E-05125: 1976 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa lub równoważna.
- PN-HD 62305-1:2008 Ochrona odgromowa. Część 1: Zasady ogólne lub równoważna.
- PN-HD 62305-2:2008 Ochrona odgromowa. Część 2: Zarządzanie ryzykiem lub równoważna.
- PN-HD 62305-3:2009 Ochrona odgromowa. Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia lub równoważna.
- PN-HD 62305-4:2009 Ochrona odgromowa. Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach lub równoważna.

**Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego  
w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Lubelskiego na lata 2014-2020.**

## **6.2. 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 2013 poz. 1409).
- 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 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).
- 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.

# Performance of grid-connected PV

PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

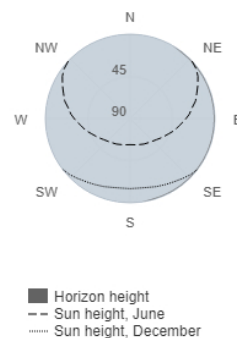
## Provided inputs:

Latitude/Longitude: 51.699, 22.334  
Horizon: Calculated  
Database used: PVGIS-CMSAF  
PV technology: Crystalline silicon  
PV installed: 4.03 kWp  
System loss: 14 %

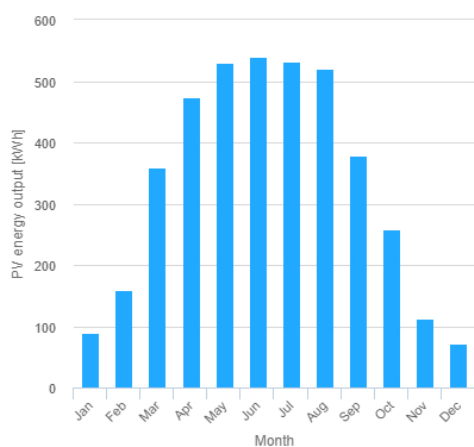
## Simulation outputs

Slope angle: 30 °  
Azimuth angle: 0 °  
Yearly PV energy production: 4030 kWh  
Yearly in-plane irradiation: 1250 kWh/m<sup>2</sup>  
Year to year variability: 191.00 %  
Changes in output due to:  
Angle of incidence: -3.1 %  
Spectral effects: 1.7 %  
Temperature and low irradiance: -5.3 %  
Total loss: -19.8 %

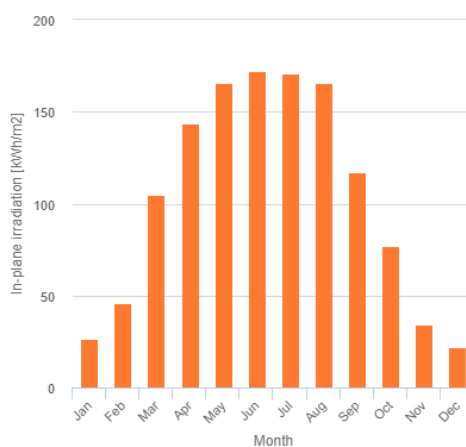
## Outline of horizon at chosen location:



## Monthly energy output from fix-angle PV system:



## Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:



## Monthly PV energy and solar irradiation

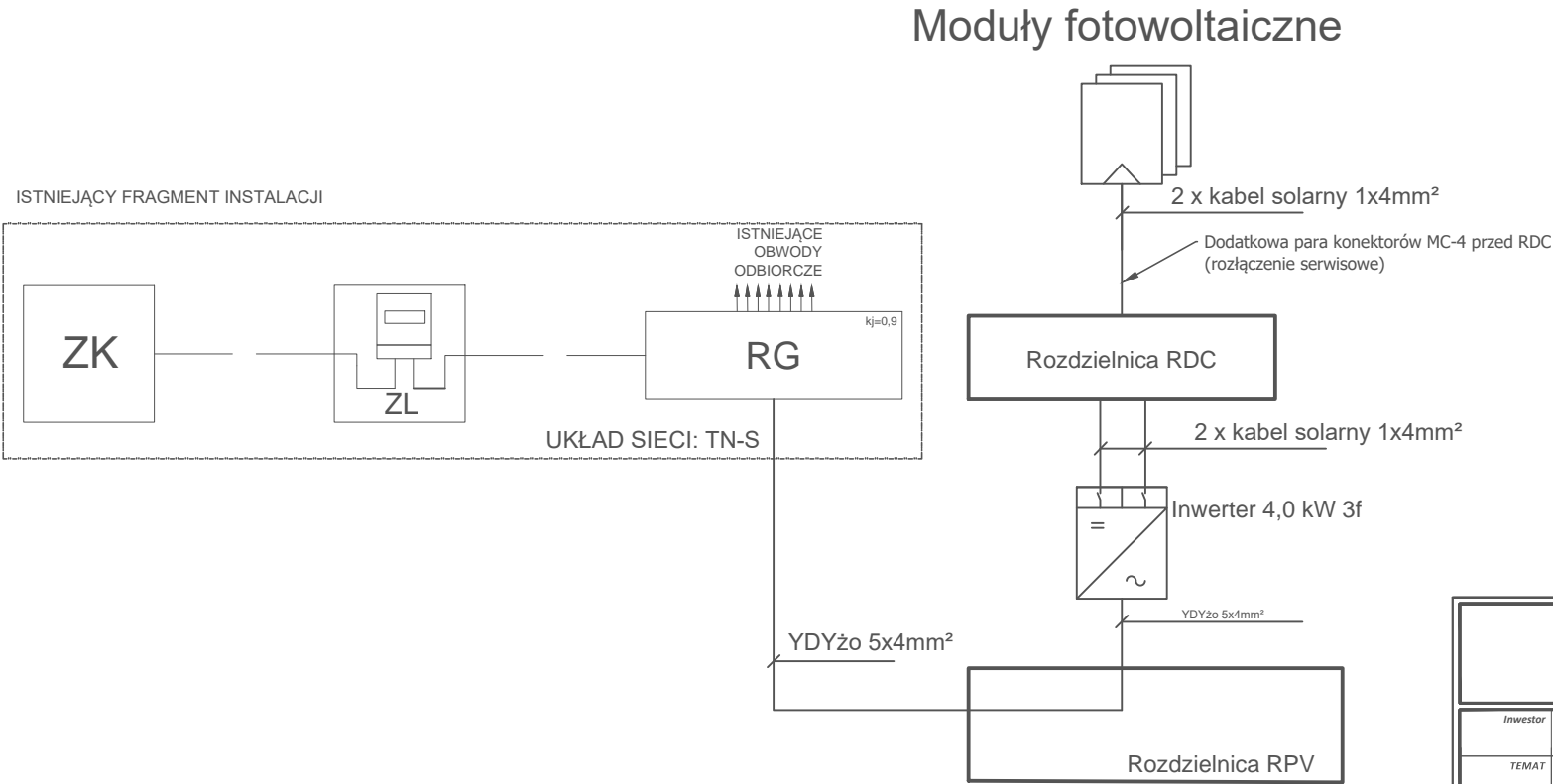
Month	Em	Hm	SDm
January	89.3	26.5	15.9
February	160	46	42.9
March	360	105	52
April	473	144	67.9
May	530	166	59.5
June	540	172	47.7
July	532	171	51.3
August	520	166	44.6
September	378	117	62.3
October	258	77.1	59.2
November	113	34.1	17.3
December	72	22.2	16.3

Em: Average monthly electricity production from the given system [kWh].

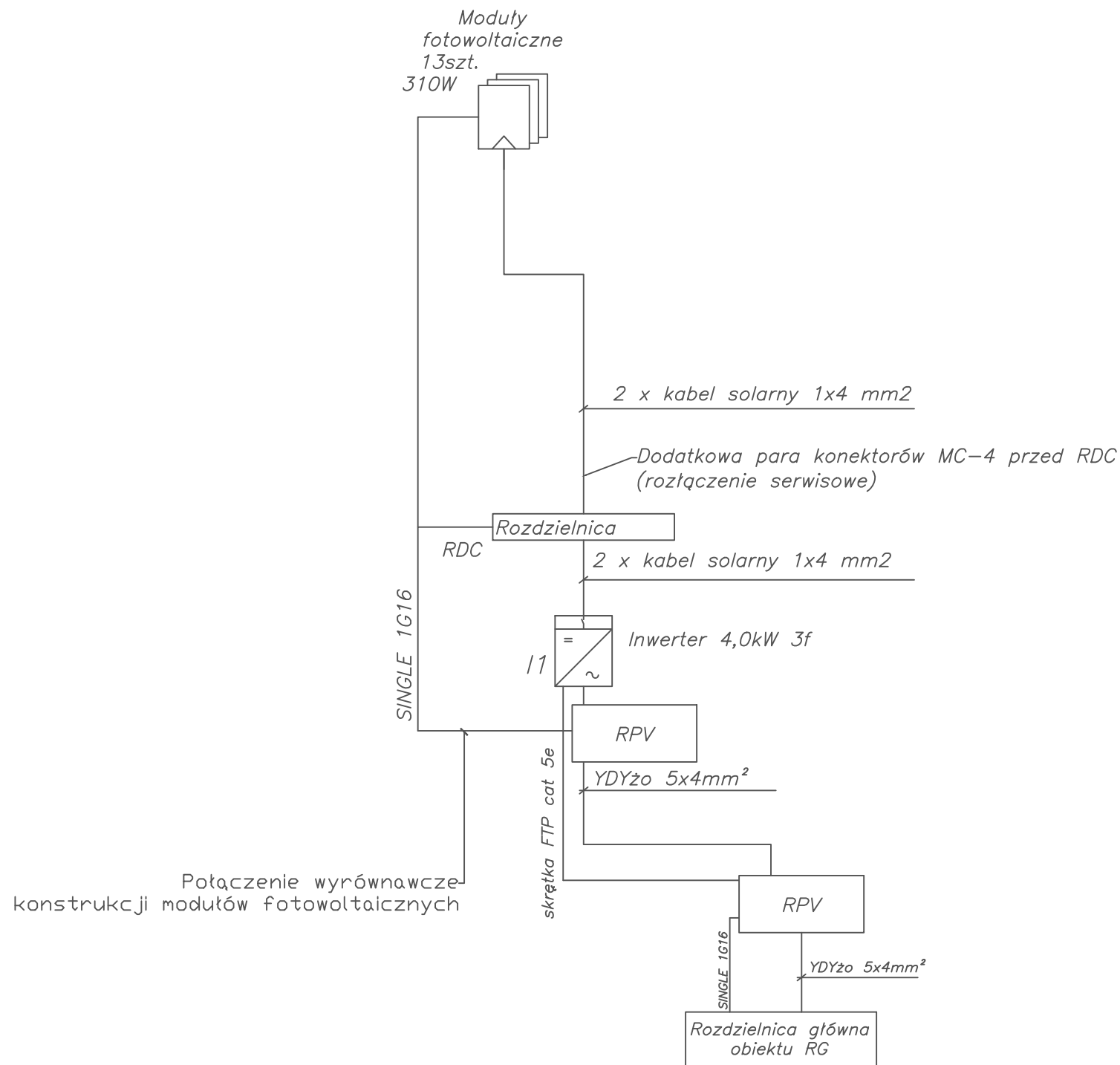
Hm: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m²].

SDm: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].

SCHEMAT BLOKOWY ZASILANIA OBIEKTU



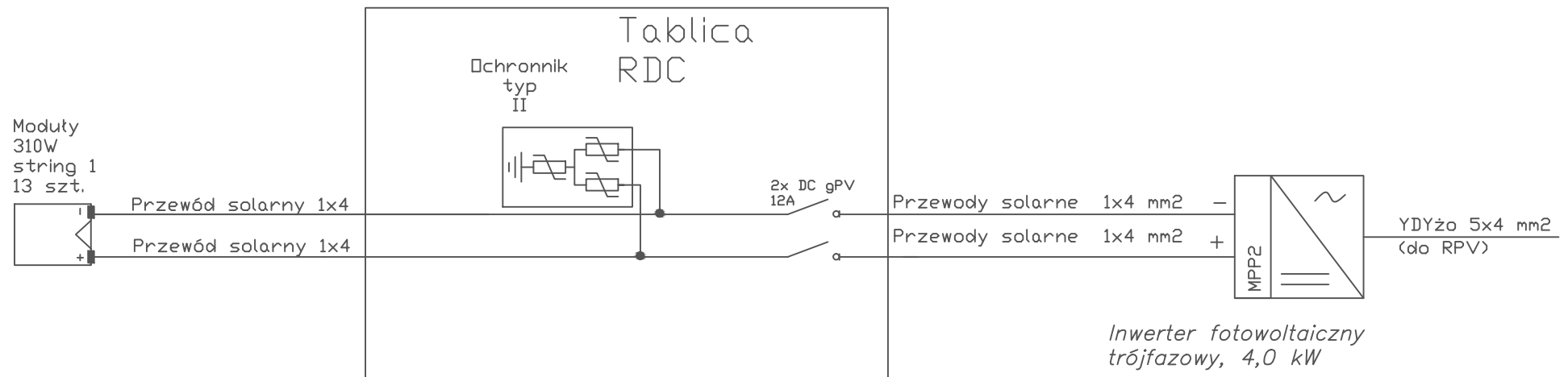
Inwestor	Gmina Serokomla ul. Warszawska 21 21-413 Serokomla		
TEMAT	Projekt Budowlano - Wykonawczy Instalacji Fotowoltaicznej		
Treść rysunku	SCHEMAT BLOKOWY ZASILANIA OBIEKTU		
Nr zlecenia	Skala rys.	Branża	Stadium
	-	Elektryczna	PW
ZESPÓŁ PROJEKTOWY			
Wyszczególnienie	Imię, Nazwisko, Nr uprawnień		Podpis
Projektant branża: elektryczna	mgr inż. Mariusz Kowal upr. bud. LUB/0118/PWBE/17		
Data opracowania	11/2020	Nr rys.	E-1



Inwestor	Gmina Serokomla ul. Warszawska 21 21-413 Serokomla		
TEMAT	Projekt Budowlano - Wykonawczy Instalacji Fotowoltaicznej		
Treść rysunku	SCHEMAT IDEOWY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ		
Nr zlecenia	Skala rys.	Branża	Stadium
	-	Elektryczna	PW
ZESPÓŁ PROJEKTOWY			
Wyszczególnienie	Imię, Nazwisko, Nr uprawnień		Podpis
Projektant branża: elektryczna	mgr inż. Mariusz Kowal upr. bud. LUB/0118/PWBE/17		
Data opracowania	11/2020	Nr rys.	E-2

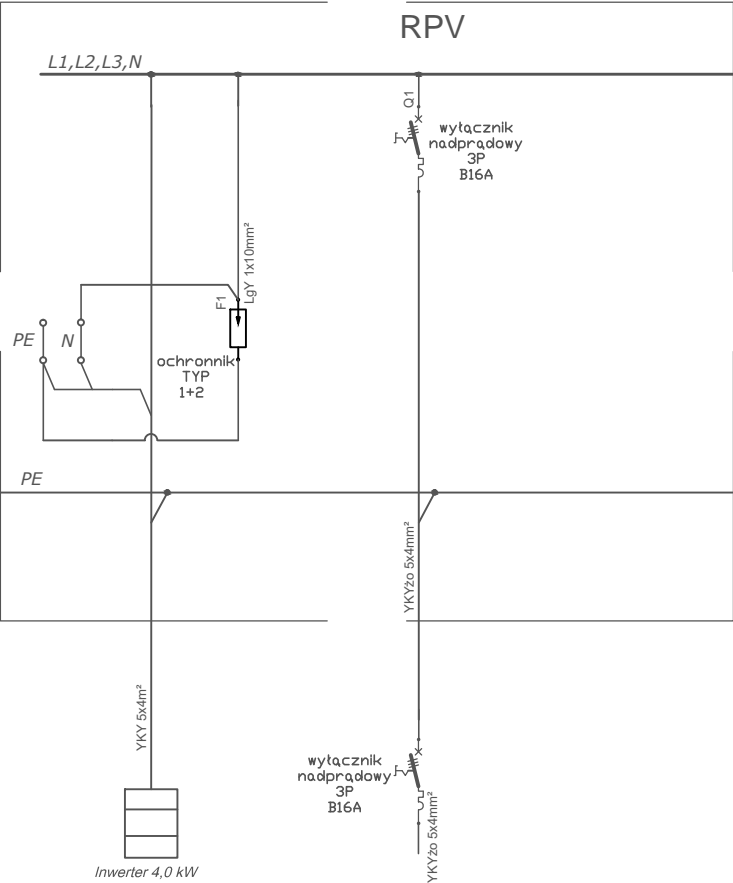


# TABLICA RDC - schemat ogólny połączeń.



Inwestor	Gmina Serokomla ul. Warszawska 21 21-413 Serokomla		
TEMAT	Projekt Budowlano - Wykonawczy Instalacji Fotowoltaicznej		
Treść rysunku	SCHEMAT IDEOWY INSTALACJI DC		
Nr zlecenia	Skala rys.	Branża	Stadium
	-	Elektryczna	PW
ZESPÓŁ PROJEKTOWY			
Wyszczególnienie	Imię, Nazwisko, Nr uprawnień		Podpis
Projektant branża: elektryczna	mgr inż. Mariusz Kowal upr. bud. LU8/0118/PWB/17		
Data opracowania	11/2020	Nr rys.	E-3

# Rozdzielnica RPV



Nr obw.				RPV/01		
Nazwa odbioru	ZASILANIE Z INWERTERA	Ochronnik przepięciowy stopień I-II		ZASILANIE TABLICY GŁÓWNEJ BUDYNKU		
Pi [kW]	4					
U <sub>N</sub> [V]	400					
cosφ	0,9					
I <sub>b</sub> [A]	5,82					

Inwestor	Gmina Serokomla ul. Warszawska 21 21-413 Serokomla		
TEMAT	Projekt Budowlano - Wykonawczy Instalacji Fotowoltaicznej		
Treść rysunku	SCHEMAT IDEOWY ROZDZIELNICY RPV		
Nr zlecenia	Skala rys.	Branża	Stadium
	-	Elektryczna	PW
ZESPÓŁ PROJEKTOWY			
Wyszczególnienie	Imię, Nazwisko, Nr uprawnień	Podpis	
Projektant branża: elektryczna	mgr inż. Mariusz Kowal upr. bud. LUB/0118/PWBE/17		
Data opracowania	11/2020	Nr rys.	E-4

---

# PRZEDMIAR - Budowa instalacji fotowoltaicznej 4,03 kWp w gminie Serokomla

## Klasyfikacja robót wg. Wspólnego Słownika Zamówień

45310000-3 Roboty instalacyjne elektryczne

NAZWA INWESTYCJI : "Odnawialne źródła energii w gminie Serokomla - II etap"  
INWESTOR : Gmina Serokomla  
ADRES INWESTORA : ul. Warszawska 21, 21-413 Serokomla

DATA OPRACOWANIA : Listopad 2020 r.

---

SPORZĄDZIŁ KALKULACJE:

INWESTOR :

Data opracowania  
Listopad 2020 r.

Data zatwierdzenia

## OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU

### Ogólna charakterystyka obiektu

Przedmiotem opracowania jest inwestycja pt . Montaż instalacji fotowoltaicznych w ramach inwestycji pn. "Odnawialne źródła energii w gminie Serokomla - II etap".

Zakres planowanych robót

- montaż instalacji fotowoltaicznej
- badania, rozruch, szkolenie

Lp.	Podstawa	Opis i wyliczenia	j.m.	Poszcz.	Razem
<b>Instalacje fotowoltaiczne w gminie Serokomla</b>					
1	45310000-3	<b>Montaż instalacji fotowoltaicznej o mocy 4,03 kWp</b>			
1	KNR 5-08	Mocowanie na gotowym podłożu aparatów o masie do 20 kg bez częściowego rozebrania i podłączenia (il. otworów mocujących do 2) -analogia montaż modułów fotowoltaicznych w technologii krzemowej na budynku	szt.		
d.1	0402-07	13	szt.	13.00	
				<b>RAZEM</b>	<b>13.00</b>
2	KNR 5-08	Montaż na gotowym podłożu konstrukcji wsporczych przykręcanych na budynku	m <sup>2</sup>		
d.1	0701-15	26	m <sup>2</sup>	26.00	
				<b>RAZEM</b>	<b>26.00</b>
3	KNNR 5	Przewody izolowane jednożyłowe o przekroju 4 mm <sup>2</sup> układane w gotowych korytkach	m		
d.1	0202-02	40	m	40.00	
				<b>RAZEM</b>	<b>40.00</b>
4	KNR 5-08	Mocowanie inwertera na gotowym podłożu aparatów o masie do 100 kg z częściowym rozebraniem i złożeniem bez podłączenia, aparat o masie do 100 kg (ilość otworów mocujących do 4) Inwerter 4kW	szt.		
d.1	0403-11	1	szt.	1.00	
				<b>RAZEM</b>	<b>1.00</b>
5	KNR 5-08	Mocowanie na gotowym podłożu aparatów o masie do 10 kg z częściowym rozebraniem i złożeniem bez podłączenia (ilość otworów mocujących do 4) Mocowanie rozdzielnicy RGPV1 z wyposażeniem kontrolno zabezpieczającym	szt.		
d.1	0403-06	1	szt.	1.00	
				<b>RAZEM</b>	<b>1.00</b>
6	KNR 5-08	Mocowanie na gotowym podłożu aparatów o masie do 10 kg z częściowym rozebraniem i złożeniem bez podłączenia (ilość otworów mocujących do 4) Mocowanie rozdzielnicy RDC z wyposażeniem	szt.		
d.1	0403-06	1	szt.	1.00	
				<b>RAZEM</b>	<b>1.00</b>
7	KNNR 5	Przewody kabelkowe układane w gotowych korytkach i na drabinkach bez mocowania. Przewód uziemiający zewnętrzny 1x16mm <sup>2</sup>	m		
d.1	0209-02	30	m	30.00	
				<b>RAZEM</b>	<b>30.00</b>
8	KNNR 5	Przewody kabelkowe o łącznym przekroju żył do 12.5 mm <sup>2</sup> układane w gotowych korytkach i na drabinkach bez mocowania YDY 5x4mm <sup>2</sup>	m		
d.1	0209-02	30	m	30.00	
				<b>RAZEM</b>	<b>30.00</b>
9	KNR AT-13	Kanały instalacyjne przykręcane PVC 40x40	m		
d.1	0106-03	10	m	10.00	
				<b>RAZEM</b>	<b>10.00</b>
10	KNNR 5	Mechaniczne pograżanie uziomów pionowych prętowych, kategoria gruntu III	m		
d.1	0907-05	3	m	3	
				<b>RAZEM</b>	<b>3</b>
11		Prace elektryczne, uruchomienie systemu, pomiary (elektrycy, automatycy, uruchomieniowcy, monterzy, inżynier, kierownik)	kpl.		
d.1	kalkulacja własna	30	kpl.	30.00	
				<b>RAZEM</b>	<b>30.00</b>