

## PROJEKT BUDOWLANY, PROJEKT WYKONAWCZY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ o mocy 2,24 kWp

**Tytuł opracowania:** „Słoneczna alternatywa dla Radzyna Podlaskiego.”

**Inwestor:** Miasto Radzyń Podlaski  
ul. Warszawska 32  
21-300 Radzyń Podlaski  
51°46'N, 22°37'E

**Lokalizacja:** Budynek mieszkalny  
21-300 Radzyń Podlaski

### Oświadczenie

Na podstawie art. 20 ust. 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane ( Dz. U. z 2016r. poz. 290 ) niniejsza dokumentacja techniczna jest kompletna i sporządzona zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej.

**Branża:** Elektryczna

**Wykonawca:** AdMat-Eko Martyna Piecuch  
Ul. Prusa 36  
42-256 Olsztyn

**Projektant branża elektryczna:** mgr inż. Marek Pomorski  
SLK/6014/PWBE/15

mgr inż. Marek Pomorski  
Upoważnienie do projektowania i kierowania  
robotami budowlanymi w zakresie instalacji i urządzeń  
elektrycznych i elektroenergetycznych  
nr ewid. SLK/6014/PWBE/15

**Opracowanie:** Adrian Piecuch

Kwiecień 2016

---

**Zawartość opracowania**

---

1. Uprawnienia projektanta .....	str. 6
2. Opis techniczny .....	str. 6
2.1 Podstawa opracowania .....	str. 6
2.2 Przedmiot opracowania .....	str. 6
2.3 Lokalizacja inwestycji i opis obiektu .....	str. 6
2.4 Charakterystyka układu .....	str. 6
2.5 Opis przedsięwzięcia .....	str. 6
2.6 Elementy składowe systemu .....	str. 7
2.7 Moduły fotowoltaiczne .....	str. 7
2.8 Inwerter fotowoltaiczny .....	str. 8
2.9 Charakterystyka instalacji elektrycznej .....	str. 9
2.9.1 Okablowanie DC inwerterów .....	str. 9
2.9.2 Okablowanie AC inwerterów .....	str. 10
2.10 Instalacja uziemiająca .....	str. 10
2.11 Ochrona przeciwporażeniowa .....	str. 11
2.12 Ochrona przeciwprzepięciowa .....	str. 11
2.13 System monitorowania instalacji .....	str. 11
2.13.1 Transmisja danych z falowników .....	str. 11
2.13.2 Rejestracja i przesyłanie danych .....	str. 12
2.13.3 Serwer monitoringu PV .....	str. 12
2.13.4 Punkt dostępu .....	str. 12
3. Obliczenia techniczne .....	str. 13
3.1 Bilans mocy elektrowni fotowoltaicznej .....	str. 13
3.2 Potrzeby własne .....	str. 13
3.3 Obliczenia instalacji .....	str. 13
3.4 Wyniki obliczeń .....	str. 13
3.5 Prąd obliczeniowy szczytowy obwodu .....	str. 13
3.6 Opis konstrukcji wsporczej .....	str. 14
4. Procedura odbiorowa instalacji .....	str. 16
4.1 Wymagane protokoły odbiorowe .....	str. 16
4.2 Rezystencja izolacji przewodów DC .....	str. 17
4.3 Wykonanie badań modułów fotowoltaicznych .....	str. 17
5. Informacja związane z bezpieczeństwem i ochroną zdrowia .....	str. 18
5.1 Podstawa prawna .....	str. 18
5.2 Zakres robót .....	str. 18
5.3 Istniejące obiekty budowlane .....	str. 18
5.4 Elementy zagospodarowania terenu mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi .....	str. 19

---

5.5	Przewidywane zagrożenia występujące podczas realizacji robót budowlanych .....	str. 19
5.6	Sposób prowadzenia instrukcji pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych .....	str. 19
5.7	Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom wynikającym z wykonania robót budowlanych .....	str. 19
5.8	Wpływ na środowisko .....	str. 19
6.	Bezpieczeństwo eksploatacji .....	str. 19
6.1	Zastosowane znaki ostrzeżeń .....	str. 20
6.2	Ogólne zasady bezpieczeństwa .....	str. 20
6.3	Przez przystąpieniem do czynności serwisowych .....	str. 20
6.4	Środki ostrożności .....	str. 21
6.5	Niebezpieczeństwo utraty życia .....	str. 21
6.6	Moduły fotowoltaiczne .....	str. 21
6.7	Konserwacja .....	str. 23
7.	Literatura .....	str. 23
7.1	Normy .....	str. 23
7.2	Rozporządzenia i ustawy .....	str. 24
8.	Załączniki	
8.1	Schemat elektryczny instalacji PV – E.1	
8.2	Schemat rozdzielnic RAC – E.2	
8.3	Schemat rozdzielnic RDC – E.3	
8.4	Schemat ideowy instalacji uziemiającej – E.4	
8.5	Rzut lokalizacji instalacji fotowoltaicznej – E.5	
9.	Spis rysunków	
	Rys. 1 – Przykład linearyzacji charakterystyki degradacji mocy modułów	
	Rys. 2 – Ideowy schemat połączeń modułów w pasma	
	Rys. 3 – Przykładowy schemat monitoringu systemu PV	
	Rys. 4 – Przykładowy sposób wykonania i montażu na konstrukcjach naziemnych	
	Rys. 5 – Przykładowy sposób wykonania i montażu na konstrukcjach dachowych	
	Rys. 6 – Ideowy schemat konstrukcji wsporczej	

## 1. Uprawnienia projektanta



SLK/OKK/7131.7132/6014/15

Katowice, dnia 22 czerwca 2015 r.

### DECYZJA

Na podstawie art. 12 ust. 2, 3, 4, art. 13, art. 14 ust. 1 pkt 4c ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. z 2013 r., poz. 1409 z późn. zm.), § 10 i § 14 ust. 5 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. z 2014 r., poz. 1278) oraz na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz.U. z 2013 r., poz. 932 z późn. zm.), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

**Pan Marek Pomorski**  
mgr inż. elektrotechniki  
ur. dnia 05 maja 1986 w Częstochowie

otrzymuje

**UPRAWNIENIA BUDOWLANE**  
numer ewidencyjny SLK/6014/PWBE/15  
do projektowania i kierowania robotami budowlanymi  
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń  
elektrycznych i elektroenergetycznych bez ograniczeń

Zakres uprawnień

- projektowanie obiektu budowlanego i kierowanie robotami budowlanymi związanymi z obiektem budowlanym, takim jak: sieci, instalacje i urządzenia elektryczne i elektroenergetyczne, w tym kolejowe, trolejbusowe i tramwajowe sieci trakcyjne, sieci trakcyjne metra wraz z instalacjami i urządzeniami technicznymi zasilania w tym kolejowej, trolejbusowej i tramwajowej sieci trakcyjnej, sieci trakcyjne metra oraz elektrycznego ogrzewania rozjazdów
- sprawozdanie projektów budowlanych i sprawowanie nadzoru autorskiego,
- kierowanie wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzór i kontrola techniczna wytwarzania tych elementów,
- wykonywanie nadzoru inwestorskiego,
- sprawowanie kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych z zastrzeżeniem art. 62 ust. 5 ustawy.

Na podstawie §10 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie - uprawnienia niniejsze uprawniają do sporządzania projektów zagospodarowania działki lub terenu wyłącznie w zakresie uzyskanej specjalności.

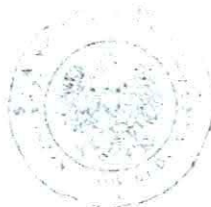
### UZASADNIENIE

W wyniku pozytywnego postępowania kwalifikacyjnego i pozytywnego wyniku egzaminu ze znajomości procesu budowlanego oraz praktycznego zastosowania wiedzy technicznej wydanie niniejszych uprawnień budowlanych jest uzasadnione.

Od niniejszej decyzji służy prawo odwołania do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej SIOiIB w Katowicach w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia.

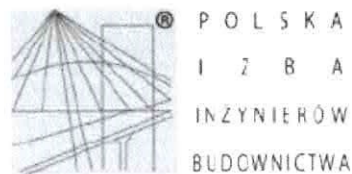
Otrzymują

1. Pan Marek Pomorski  
Sportowa 72/74 m. 22  
42-229 Częstochowa
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor  
Nadzoru Budowlanego
4. a/a



Skład orzekający OKK

1. mgr inż. Piotr Szatkowski
2. inż. Hielonim Szpiewski
3. mgr inż. Zbigniew Dzierżewicz



### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

SLK-V1E-RG1-P22 \*

Pan Marek Pomorski o numerze ewidencyjnym SLK/IE/9223/15  
adres zamieszkania ul. Sportowa 72/74 m.22, 42-229 Częstochowa  
jest członkiem Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2018-07-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2017-07-05 roku przez:

Franciszek Buszka, Przewodniczący Rady Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci  
elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są  
równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

\* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na  
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa [www.piib.org.pl](http://www.piib.org.pl) lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów  
Budownictwa.

## **2. Opis techniczny**

### **2.1 Podstawa opracowania**

- umowa z Inwestorem
- obowiązujące normy i przepisy
- ogólne warunki związane z dofinansowaniem

### **2.2 Przedmiot opracowania**

Przedmiotem opracowania jest projekt mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy 2,24 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.

### **2.3 Lokalizacja inwestycji i opis obiektu**

Przedmiotowa instalacja zostanie zamontowana na dachu budynku mieszkalnego, gdzie zostanie zainstalowanych 8 sztuk paneli od strony południowej.

Budynek posiada dach dwuspadowy, pokryty blachą, kąt nachylenia dachu w miejscu montażu paneli fotowoltaicznych wynosi 30 °

### **2.4 Charakterystyka układu**

- napięcie przyłączeniowe 230V;
- napięcie znamionowe instalacji 230V;
- moc minimalna przyłączeniowa oddawana: ( generowana ) 2,5 kW;
- moc elektrowni fotowoltaicznej DC: 2,24 kWp;
- średnia roczna produkcja energii: 2167 kWh;
- układ sieciowy TN-C-S lub TN-S – wg. obowiązujących wymogów i norm europejskich;
- dodatkowy system ochrony od porażień elektrycznych – samoczynne wyłączenie;
- przyłączenie do sieci PGE Dystrybucja S.A

### **2.5 Opis przedsięwzięcia**

Przedsięwzięcie ma na celu budowę instalacji fotowoltaicznej w budynku mieszkalnym umożliwiającym produkcję energii elektrycznej za pomocą modułów fotowoltaicznych – urządzeń dokonujących konwersję promieniowania słonecznego na prąd elektryczny. Panele fotowoltaiczne będą mocowane na dedykowanych konstrukcjach wsporczych zapewniających bezpieczne użytkowanie i obsługę elektrowni. Energia elektryczna z paneli fotowoltaicznych przekazywana będzie wydzielonymi obwodami DC do inwerterów. W inwerterach tych energia będzie przekształcana na napięcie 230V o częstotliwości 50Hz i przekazywana kablem elektroenergetycznym NN poprzez rozdzielnicę główną budynku do sieci wewnętrznej. Produkcja energii elektrycznej w elektrowni ma na celu zużycie energii na miejscu oraz dalszej odsprzedaży nadwyżek wyprodukowanej energii. Znamionowa moc instalacji powinna być określona pomiarami w Standardowych Warunkach Pomiaru. Moduły PV powinny

posiadać jeden z certyfikatów zgodności z normą PN-EN 61215 lub PN-EN 61646 lub z normami równoważnymi, wydanymi przez właściwą akredytowaną jednostkę certyfikującą.

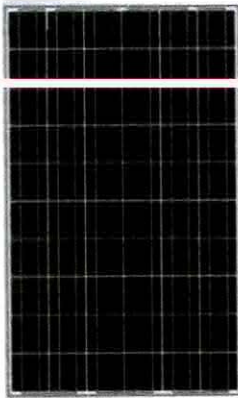
## 2.6 Elementy składowe systemu

Na elementy składowe instalacji fotowoltaicznej składają się:

- zestaw modułów fotowoltaicznych wraz z konstrukcją wsporczą;
- instalacja elektryczna wraz z automatyką zapewniającą dostosowanie parametrów; produkowanej energii do wymogów pracy z siecią PGE Dystrybucja S.A;
- instalacja wraz z zabezpieczeniami;
- system monitoringu instalacji PV.

System będzie składał się z 8 modułów

## 2.7 Moduły fotowoltaiczne



Panele fotowoltaiczne monokrystaliczne są urządzeniami dokonującymi konwersji promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Planowana jest elektrownia składająca się z zestawu 8 paneli o mocy 280W każdy. Łączna moc paneli wynosi minimum 2,24 kWp. Panele muszą być o mocy nominalnej pojedynczego modułu nie mniej niż 280Wp. Szkło frontowe modułu, hartowane z powłoką antyrefleksyjną. Dopuszczalne obciążenie powierzchni modułu musi zapewniać jego wytrzymałość na podmuchy wiatru, śnieg, grad i inne występujące w tym rejonie zjawiska atmosferyczne. Każdy moduł musi posiadać świadectwo testów fabrycznych, potwierdzenie przeprowadzenia flash-testu oraz potwierdzenie spełnienia aktualnych norm w szczególności IEC 61215 lub

równoważną, IEC 61730-1 lub równoważną, IEC 61730-2 lub równoważną. Moduł PV powinien posiadać jeden z certyfikatów zgodności z normą PN-EN 61215 lub równoważną, PN-EN 61646 lub równoważną, wydanymi przez właściwą akredytowaną jednostkę certyfikującą. Każdy moduł musi mieć pozytywną tolerancję mocy wyrażoną w W ( -0 + 5 W ). Do produkcji modułów 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. Moduły muszą być odporne na NH<sub>3</sub> zgodnie z normą IEC 62716:2013 lub równoważną. Moduły muszą być przystosowane do pracy w temperaturze od -40°C do + 80° C.

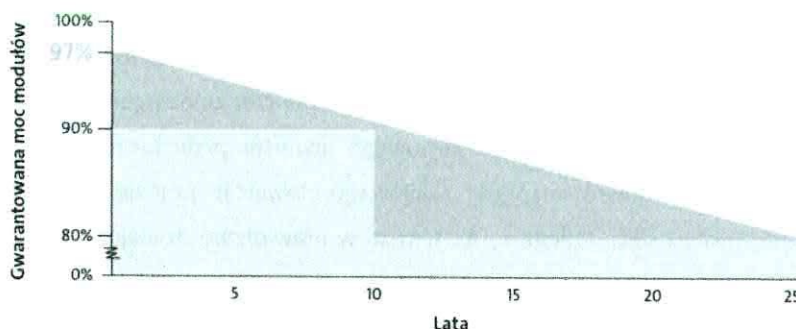
### Podstawowe parametry modułu w warunkach standardowych STC

( AM 1,5; 1000 W/m<sup>2</sup>; 25° C):

- moc minimalna modułu 280 Wp;
- wyłącznie dodatnia tolerancja mocy;
- sprawność modułu nie mniej niż 17,4%;
- tolerancja mocy -0/+5 W;
- współczynnik wypełnienia minimum 0,797;
- współczynnik temperaturowy mocy maksymalnie -0,44%/K;
- pokrycie modułu ze szkła hartowanego o grubości minimum 3,2 mm;

- liniowa gwarancja mocy producenta powinna zawierać minimum 90% mocy znamionowej po 12 latach pracy i minimum 80% mocy znamionowej po 25 latach pracy (rys. 1);
- wytrzymałość mechaniczna na obciążenie od śniegu minimum 5400 Pa;
- wytrzymałość mechaniczna na parcie i ssanie wiatru minimum 5400 Pa;
- wolne od efektu PID;

Moduły fotowoltaiczne muszą być zabezpieczone przed działaniem szkodliwego wpływu czynników zewnętrznych.



Rys. 1 – Przykład linearyzacji charakterystyki degradacji mocy modułów

## 2.8 Inwerter fotowoltaiczny



Energia elektryczna w modułach fotowoltaicznych ma formę prądu stałego i może być wykorzystywana do zasilania urządzeń elektrycznych pod warunkiem zastosowania urządzeń do konwersji prądu stałego na prąd przemienny zwany inwerterem (falownikiem). Planuje się montaż inwertera o mocy 2,5 kW AC zapewniającej bezpieczeństwo zautomatyzowanej pracy w czasie procesu przetwarzania energii oraz monitoring tego procesu i działania urządzeń. Podczas montażu urządzenia wymagane jest pozostawienie odstępów wentylacyjnych zgodnie z zaleceniami producenta, oznacza to że nie należy montować inwertera w zabudowanych szafkach, wnękach w ścianie bez zachowania odpowiednich odstępów co precyzują producenci urządzeń. Moduły zostaną podłączone do inwertera przewodem solarnym w wykonaniu zewnętrznym odpornym na promieniowanie UV i wtykami MC-4 lub równoważnymi.

### Podstawowe wymogi które musi spełnić zastosowany inwerter:

- zintegrowane złącze WLAN, oraz funkcja Webconnect
- sprawność maksymalna; 97,2 %
- sprawność europejska; 96,7 %
- rozłącznik; po stronie DC
- zakres temperatur pracy; -40°C do +60°C
- stopień ochrony wg. IEC 60529; IP65
- klasa klimatyczna wg. IEC 60721-3-4; 4K4H
- maksymalna moc DC; 2650 W



- zakres napięć MPP; 260 V – 500 V
- maksymalna moc znamionowa przy 230 V, 50 Hz; 2500 W
- maksymalna moc pozorna AC; 2500 VA

Energia elektryczna wytworzona w ogniwach zamieniona zostanie w inwerterze z napięcia stałego DC na napięcie przemiennie 1-fazowe 230V AC. Inwerter w chwili wykrycia napięcia po stronie stałonapięciowej DC synchronizuje się z siecią 1-fazową 230V i zaczyna dostawę energii do sieci. W chwili zaniku napięcia po stronie pierwotnej lub po stronie wtórnej inwerter wyłączy się automatycznie. Powrót napięć na inwerterze spowoduje proces synchronizacji z siecią i wznowienie dostaw energii do sieci. Inwerter zapewnia bezpieczną obsługę poprzez zabezpieczenie przed pracą wyspową. Zastosowany inwerter powinien posiadać minimum jeden kontroler MPPT. Kontroler ten pozwala na zoptymalizowanie pracy zespołu modułów PV poprzez zmniejszenie wpływu lokalnych zacienień.

W przypadku zaniku zasilania sieciowego inwerter przechodzi w tryb uśpienia (ang. „Stand-By”), oczekując na powrót napięcia sieciowego. Inwerter pracuje 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 inwerterze 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:  $t=180\text{ s}$ .

## 2.9 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 inwerterem.

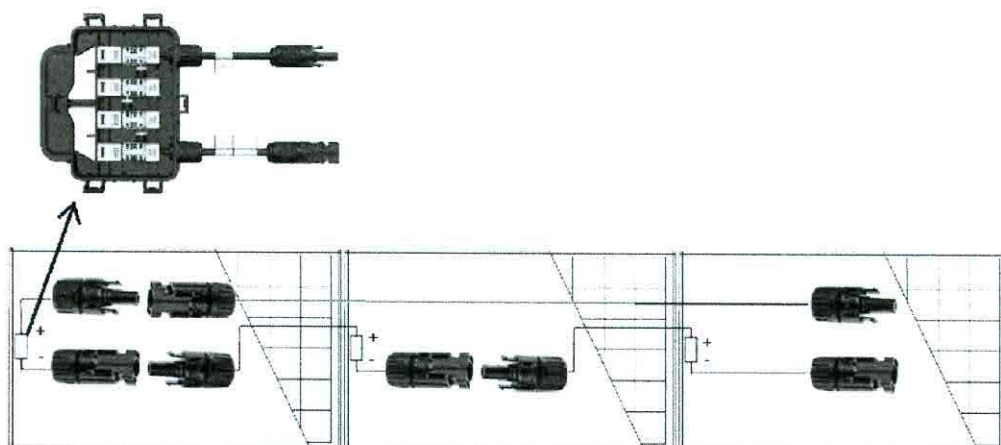
Sekcja prądu stałego będzie budowana w oparciu o kable dedykowane do instalacji fotowoltaicznych, odporne na działanie warunków atmosferycznych i promieniowania UV oraz rozdzielnice z zabezpieczeniami, ogranicznikami przepięć prądu stałego.

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

W budynku inwestora umiejscowiona jest rozdzielnica główna (RG).

### 2.9.1 Okablowanie DC inwerterów

Okablowanie pomiędzy modułami fotowoltaicznymi, a inwerterem wykonane zostanie przewodem solarnym zewnętrznym odpornym na promieniowanie UV o przekroju min. 4 mm<sup>2</sup>. Okablowanie DC będzie podwieszane na konstrukcji wsporczej modułów fotowoltaicznych, biegnącą pod każdym z modułów. Okablowanie DC inwertera podzielone powinno być na pasma zgodnie z zaleceniami producenta inwerterów. Wpięcia będą poprzez złączki MC4 lub równoważne. Przykładowy sposób połączeń modułów przedstawia rysunek nr. 2. Wymaga się aby instalacja DC wyposażona była w ogranicznik przepięć Typu 1+2.



Rys. 2 – Ideowy schemat połączeń modułów w pasma

### 2.9.2 Okablowanie AC inwerterów

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

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

Okablowanie zmiennoprądowe (AC) zasilające inwerter zakłada się, że zostanie wykonane kablami YKYżo 3x4mm<sup>2</sup>.

Kable nN powinny spełniać wymagania normy PN-93/E-90401 lub równoważnej. Zaleca się stosowanie kabli o napięciu znamionowym 0,6/1kV, pięćżyłowych w izolacji polwinitowej lub równoważnej. 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%

### 2.10 Instalacja uziemiająca

Jako uziemienie należy wykorzystać istniejący uziom w obiekcie np. fundamentowy lub otokowy (typu B) lub wykonać dodatkowy uziom szpilkowy (typu A). Rezystancja uziomu powinna wynosić  $R < 10\Omega$ . Ochronę urządzeń elektrycznych i elektronicznych przed skutkami przepięć spowodowanych

wyładowaniami atmosferycznymi i przepięciami łączeniowymi zaprojektowano jako dwustopniową w oparciu o ograniczniki przepięć oraz skutecznie uziemione połączenia wyrównawcze. W rozdzielnicy głównej RG jest zainstalowany ogranicznik typu I+II (klasa B+C).

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

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

W szczególności należy uziemić:

- ramy modułów fotowoltaicznych poprzez konstrukcje wsporcze;
- obudowę inwertera.

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

W budynku będzie zlokalizowana Główna Szyna Uziemiająca (poza opracowaniem projektu instalacji PV). Należy połączyć kabel ochronny PE do inwertera i ramy modułów do Głównej Szyny Uziemiającej.

W ten sposób zapewnione zostanie wyrównanie potencjałów i ochrona przed porażeniem prądem.

#### 2.11 Ochrona przeciwporażeniowa

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

Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym powinna być zapewniona przez:

- zachowanie odległości izolacyjnych,
- izolację roboczą (izolowanie części czynnych),
- uziemienie ochronne (wykonanie wspólnego uziomu dla urządzeń oraz części przewodzących dostępnych (0,4 kV),
- szybkie samoczynne wyłączenie w układzie sieciowym TN-C-S (według normy PN-HD 60364-4-41 lub równoważnej) lub TN-S w zależności od istniejącego układu na obiekcie w którym zlokalizowana będzie instalacja fotowoltaiczna
- stosowanie ochrony uzupełniającej.

#### 2.12 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 rozdzielnic AC i DC przedstawiono na schematach E.2 i E.3 dołączonych do projektu.

#### 2.13 System monitorowania instalacji

##### 2.13.1 Transmisja danych z inwerterów

W celu monitorowania pracy inwertera i ilości wytwarzanej energii elektrycznej, inwerter wyposażony zostanie w moduł komunikacyjny RS485 lub równoważny. Dopuszcza się również rozwiązanie w którym inwerter ma wbudowany lub zintegrowany system monitoringu, przesyła

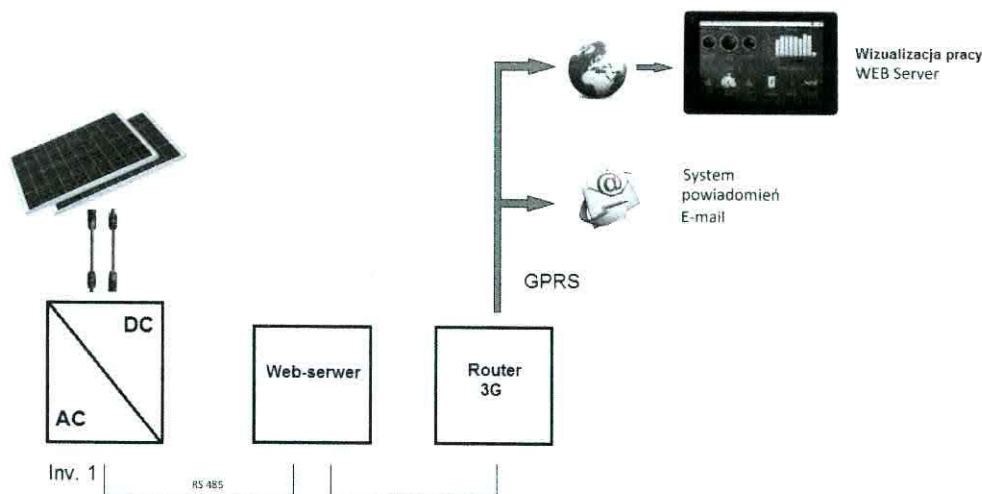
danych itp.. Magistralę komunikacyjną należy wykonać kablem ekranowanym FTP (4x2x0,5 kat. 5e). Należy do niej podłączyć inwerter oraz Web-serwer lub zastosować inwerter z wbudowanym rozwiązaniem. Serwer ten ma zadanie zapisywać dane z inwerterów, jednocześnie służyć jako lokalne połączenie do sieci Ethernet. Poprawne działanie urządzenia wymaga podłączenia do sieci Internetowej lub innego rozwiązania umożliwiającego prowadzenie monitoringu, statystyk.

### 2.13.2 Rejestracja i przesyłanie danych

Gromadzenie danych odbywać się będzie w pamięci serwera. Połączenie do sieci Ethernet pozwoli na transmisję danych w celu ich gromadzenia i analizy. Za pomocą web-serwera możliwe jest również zawiadomianie o błędach zaistniałych w systemie na wcześniej zdefiniowany adres mailowy. Monitorowanie systemu fotowoltaicznego ma zadanie ułatwić serwisowanie systemu i przyspieszyć reakcje na błędy w systemie.

### 2.13.3 Serwer monitoringu PV

Planowany serwer monitoringu pozwala na podłączenie do falowników o łącznej maks. mocy 3kWp. Posiada jedno wejście interfejsu RS485/422 oraz wejście S0 (umożliwiające podłączenie licznika energii elektrycznej). Schemat podłączenia instalacji do systemu monitoringu obrazuje rys. 3. Monitoring pracy instalacji będzie odbywał się z poziomu portalu internetowego, gdzie jednostka serwisująca instalacje będzie miała podgląd na pracę systemu.



Rys. 3 – Przykładowy schemat monitoringu systemu PV

### 2.13.4 Punkt dostępu

W celu poprawnego funkcjonowania pracy systemu monitorującego, wymagane jest przyłączenie instalacji do sieci Internetowej. W tym celu instalacja zostanie wyposażona w router obsługujący sieć mobilną. Wykonawca jest zobowiązany do dostarczenia karty SIM umożliwiającej dostęp do Internetu na okres 5 lat od daty podpisania protokołu odbiorowego instalacji.

#### Parametry techniczne urządzenia:

- Slot na kartę SIM, microSIM lub nanoSIM;

- Brak blokady sim-lock;
- Złącze LAN;
- Częstotliwości pracy:
  - LTE - 800/1800/2600 MHz;
  - 3G - 900/2100 MHz;
  - 2G – 850/900/1800/1900 MHz.

Dopuszczalny jest również każdy inny system umożliwiający i spełniający opisane zasady oraz wytyczne związane z monitoringiem instalacji PV.

### **3 Obliczenia techniczne**

#### **3.1 Bilans mocy elektrowni fotowoltaicznej**

Inwerter AC/DC

Moc pojedynczego inwertera: 2,5 kW

Moc pojedynczego modułu: 280 W

Ilość inwerterów 2,5kW – 1 szt.

Ilość paneli: 8 szt.

Moc zainstalowana po stronie AC: 2,5 kW

Moc zainstalowana po stronie DC:  $8 \times 280 \text{ Wp} = 2,24 \text{ kWp}$

#### **3.2 Potrzeby własne**

Zużycie energii na potrzeby własne inwertera  $\sim 9 \text{ kWh/rok}$

#### **3.3 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

#### **3.4 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  $Z_s$ .

#### **3.5 Prąd obliczeniowy szczytowy obwodu**

Maksymalny prąd roboczy obliczono przy wsp. mocy 0,95. Moc przyłączeniowa dostarczana łącznie  $P_{sd}=2\text{kW}$ ,  $I_b=9,15\text{A}$ .

UWAGI KOŃCOWE

- Całość robót instalacyjno - montażowych wykonać zgodnie z Polskimi Normami i Przepisami
- Całość prac wykonać ze szczególnym uwzględnieniem wymagań BHP
- Stosować materiały dopuszczone do stosowania w budownictwie
- Zmiany należy uzgodnić z autorem opracowania
- Prace w pobliżu i na częściach czynnych urządzeń elektroenergetycznych wykonywać po wyłączeniu zasilania, uziemieniu i dopuszczeniu do pracy pod nadzorem upoważnionych pracowników Wykonawcy.
- 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.

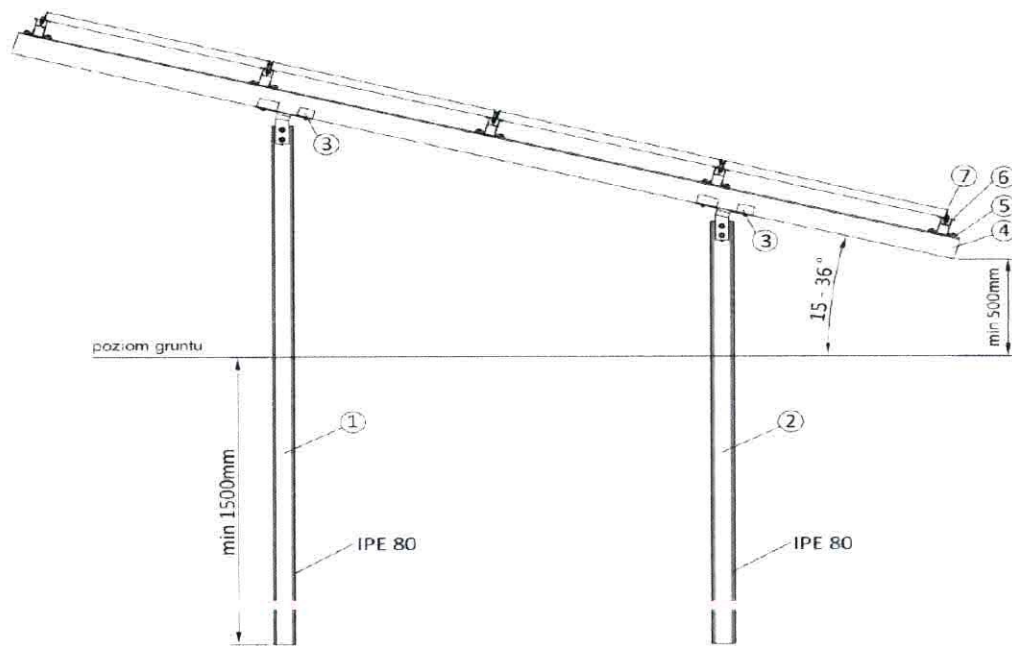
### 3.6 Opis konstrukcji wsporczej

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

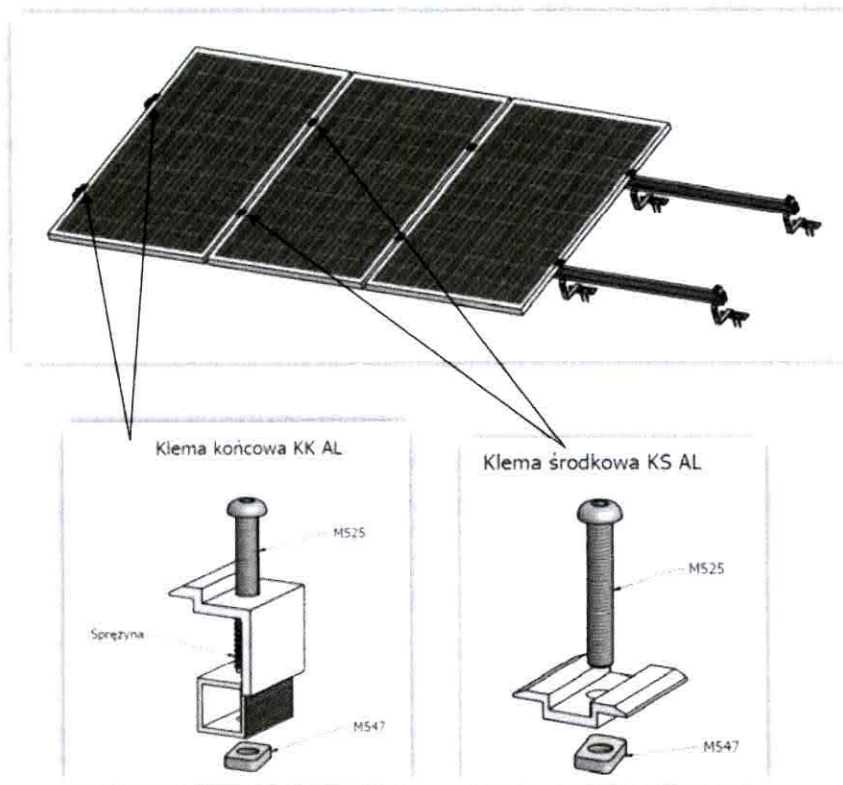
Szyny należy ułożyć i zamontować dokładnie z wytycznymi producenta oraz z instrukcją montażową dostarczoną do danego zestawu fotowoltaicznego. W przypadku zastosowania elementów dodatkowych, nie dostarczonych przez producenta w celu zamontowania modułów należy przedstawić atest i świadectwo zgodności z obowiązującymi normami wydane przez odpowiednią jednostkę lub osobę posiadającą odpowiednie uprawnienia.

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

Wykonawca będzie zobowiązany do zastosowania odpowiedniej konstrukcji (systemu montażowego) do danego obiektu zgodnie z protokołem uzgodnień wykonywanym podczas wizyty na danej lokalizacji. Przykładowe schematy montażu modułów PV znajdują się na rysunkach 4 i 5. Szczegółowy sposób zamontowania zostanie dostarczony przez producenta w formie instrukcji montażowej do danego typu zestawu PV.

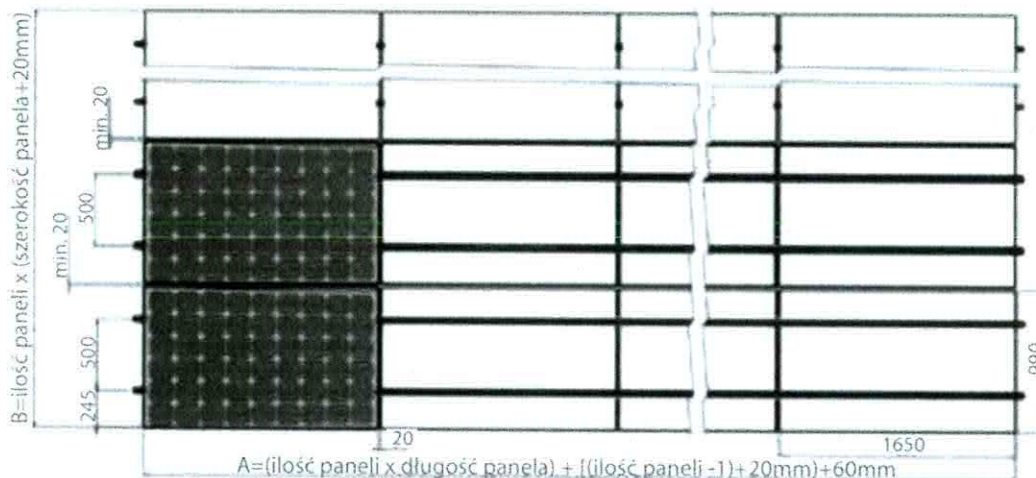


Rys. 4 – Przykładowy sposób wykonania i montażu na konstrukcjach naziemnych



Rys. 5 – Przykładowy sposób wykonania i montażu na konstrukcjach dachowych

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. 6 – Ideowy schemat konstrukcji wsporczej**

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

**Dane techniczne:**

poszycie dachu:	blacha
kąt nachylenia dachu:	30°
wytrzymałość konstrukcji:	obliczana wg lokalizacji Inwestycji
obciążenia śniegiem:	minimum 3000 Pa – zalecana 5400 Pa
obciążenia wiatrem:	minimum 3000 Pa – zalecana 5400 Pa
specyfikacja materiałów:	Aluminium EN6060 lub inne o podobnych parametrach
śruby/nakrętki:	Stal nierdzewna A2

**4 Procedura odbiorowa instalacji**

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

**4.1 Wymagane protokoły pomiarowe**

Zaleca się aby Wykonawca przedstawił następujące protokoły

- Badania rezystancji izolacji kabli zasilających AC (według normy PN-HD 60364-6:2008 lub równoważnej);
- Badania rezystancji uziemienia (według normy PN-EN 62305-3 lub równoważnej);



- Badania rezystancji izolacji kabli stałoprądowych DC;
- Wykreślenie charakterystyk prądowo-napięciowych szeregów modułów fotowoltaicznych;
- Badanie efektywności systemu.

#### 4.2 Rezystencja izolacji przewodów DC

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

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

##### Wymagania pomiarowe:

Napięcie probiercze - 1000 VDC

##### Wymagane dane wyjściowe pomiaru:

###### Rzeczywiste napięcie pomiarowe:

Wartość napięcia pomiędzy przewodem dodatnim i ujemnym;

Wartość napięcia pomiędzy uziemieniem i przewodem dodatnim;

Wartość napięcia pomiędzy uziemieniem i przewodem ujemnym;

Rezystencja izolacji.

##### Minimalny zakres pomiarowy urządzenia:

Rezystencja izolacji dla napięcia testowego 1000 VDC:

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

##### Zgodność urządzenia pomiarowego ze standardami:

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

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

#### 4.3 Wykonanie badań modułów fotowoltaicznych

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

##### Wymagane minimalne zakresy pomiarowe dla charakterystyki I-V:

- napięcie DC – 5.0 ÷ 999.9 V, dokładność  $\pm(1.0\%rdg+2dgt)$ , rozdzielczość 0.1 V
- prąd DC – zakres 0.10 ÷ 10.00 A, dokładność  $\pm(1.0\%rdg+2dgt)$ , rozdzielczość 0.01 A
- moc - zakres 50 ÷ 9999 W, dokładność  $\pm(1.0\%rdg+6dgt)$ , rozdzielczość 1 W
- promieniowanie słoneczne (ogniwo odniesienia): zakres 1.0 ÷ 100.0 mV, dokładność  $\pm(1.0\%rdg+5dgt)$ , rozdzielczość 0.1 mV
- temperatura (sonda pomiarowa): zakres -20°C ÷ 100°C, dokładność  $\pm(1.0\%rdg+1^\circ C)$ , rozdzielczość 0.1°C

Zgodność urządzenia pomiarowego ze standardami:

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

## **5 Informacja związane z bezpieczeństwem i ochroną zdrowia**

### **5.1 Podstawa prawna**

Art. 21a ust. 4 z dnia 07 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (Dz. U. z 2016 r., poz. 290) 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).

### **5.2 Zakres robót**

Zakres planowanych prac:

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

Kolejność prowadzenia prac:

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

### **5.3 Istniejące obiekty budowlane**

- Istniejący budynek,
- Istniejące linie kablowe,
- Istniejącą instalację elektryczną,

- Drogi publiczne.

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

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

#### 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 jakie można napotkać w czasie wykonywanej pracy, oraz udzielić instruktażu z zakresu prowadzonych robót.

#### 5.7 Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom wynikającym z wykonania robót budowlanych

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

#### 5.8 Wpływ na środowisko

Inwestycja nie wpływa negatywnie na otaczające środowisko naturalne.

## 6 **Bezpieczeństwo eksploatacji**

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

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

### 6.1 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.

### 6.2 Ogólne zasady bezpieczeństwa

Na terenie UE do prac z modułami fotowoltaicznymi mają zastosowanie następujące regulacje: Krajowe przepisy BHP oraz poniższe przepisy i normy bezpieczeństwa.

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

### 6.3 Przed przystąpieniem do czynności serwisowych



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

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

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

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

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

Wykonać tymczasowe uziemienie.

#### 6.4 Środki ostrożności



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

W szczególności zwraca się uwagę na następujące punkty:

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

#### **Ważna wskazówka!**

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

Nie wolno otwierać puszek przyłączeniowej z kablami podłączonymi fabrycznie.

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

Nie można zdejmować złącz solarnych zamocowanych fabrycznie.

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

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

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

#### 6.5 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.

#### 6.6 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, stawać na nich itp.) ponieważ może to spowodować widoczne i niewidoczne uszkodzenia (np. mikropęknięcia w ogniwach i przedwczesny spadek mocy).

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

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



**OSTRZEŻENIE!**

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

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

W zwykłych warunkach moduł fotowoltaiczny może wygenerować wyższy prąd i/lub wyższe napięcie niż podano w znormalizowanych warunkach kontroli (warunki STC – 25°C, 1000W/m<sup>2</sup>). W celu określenia wartości pomiarowych napięcia podzespołów, kabli, wielkości bezpieczników i pomiaru sterowników podłączanych do wyjścia modułów fotowoltaicznych należy wartość I<sub>sc</sub> i U<sub>oc</sub> podaną w karcie katalogowej modułów pomnożyć przez współczynnik bezpieczeństwa 1,25.

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



**WAŻNE ZALECENIA PRAKTYCZNE**

Zachowaj szczególną ostrożność

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

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

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

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

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

## 6.7 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.

## 7 Literatura

### 7.1 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. Wytyczne przeprowadzania po montażowych badań odbiorczych lub równoważna.
- 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.
- 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. Przewodowanie 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.



## 7.2 Rozporządzenia i ustawy

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

## 8 Załączniki

- 8.1 Schemat elektryczny instalacji PV – E.1
- 8.2 Schemat rozdzielnic RAC – E.2
- 8.3 Schemat rozdzielnic RDC – E.3
- 8.4 Schemat ideowy instalacji uziemiającej – E.4
- 8.5 Rzut lokalizacji instalacji fotowoltaicznej – E.5

## 9 Spis rysunków w opracowaniu

- Rys. 1 – Przykład linearyzacji charakterystyki degradacji mocy modułów
- Rys. 2 – Ideowy schemat połączeń modułów w pasma
- Rys. 3 – Przykładowy schemat monitoringu systemu PV
- Rys. 4 – Przykładowy sposób wykonania i montażu na konstrukcjach naziemnych
- Rys. 5 – Przykładowy sposób wykonania i montażu na konstrukcjach dachowych
- Rys. 6 – Ideowy schemat konstrukcji wsporczej