

# SPECYFIKACJA TECHNICZNA (ST) WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT DLA FARMY FOTOWOLTAICZNEJ W RAMACH PROJEKTU:

## Mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy 1,56 kWp w miejscowości

Branża: INSTALACJE ELEKTRYCZNE

Roboty instalacyjne elektryczne – CPV 45310000-3

Roboty w zakresie okablowania – CPV 45311100-1

Roboty w zakresie instalacji elektrycznych – CPV 45311200 – 2

Instalacje niskiego napięcia – CPV 45315600-4

Ochrona odgromowa – CPV 45312310-3

Inne instalacje elektryczne – CPV 45317000-2

**INWESTOR:** URZĄD GMINY REJOWIEC FABRYCZNY  
ul. Lubelska 16, 22-170 Rejowiec Fabryczny

**INWESTYCJA:** PRZEBUDOWA GMINNEGO OŚRODKA KULTURY  
IM. RYSZARDA KAPUŚCIŃSKIEGO W PAWŁOWIE  
22-172 Pawłów, ul. Lubelska 23a  
działki o nr ewidencyjnych: 1452, 1057/1, obr. 060308\_2.0009

**BRANŻA:** ELEKTRYCZNA

**WYKONAWCA:** CORAL Sp. j.  
15-136 Białystok, ul. Błękitna 1.

**PROJEKTANT:** mgr inż. K. Ciłkowski

**WSPÓŁPRACA:** mgr inż. G. Twardowski  
inż. P. Ostrowski  
inż. Ł. Ciłko

**SPWARDZIŁ:** inż. J. Karski

*mgr inż. Karol Ciłkowski*  
Upr. bud. do projektowania bez ograniczeń w  
specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i  
urządzeń elektroenergetycznych i elektroenergetycznych  
Nr upr. PDL/0086/POO/E/08  
POIIB Nr PDL/124/08

*Janusz Karski*  
inż. elektryk  
Upr. bud. do proj. i kierowania robotami  
bud. bez ograniczeń w zakresie wszelkiego  
rodzaju instalacji i urządzeń elektrycznych  
Nr upr. BI/424/74, POIIB Nr PDL/1E/0600/01

BIAŁYSTOK 06.2016

## Zawartość

1. CZĘŚĆ OGÓLNA .....	3
1.1. Przedmiot ST .....	3
1.2. Zakres stosowania ST .....	3
1.3. Definicje i pojęcia .....	3
1.4. Przedmiot i zakres robót objętych ST .....	4
1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót .....	4
1.6. Dokumentacja robót montażowych i prefabrykacyjnych .....	4
1.7. Zgodność robót z dokumentacją projektową .....	5
1.8. Odbiór frontu robót .....	5
1.9. Bezpieczeństwo i higiena pracy .....	5
1.10. Ochrona i utrzymanie robót .....	5
1.11. Stosowanie się do prawa i innych przepisów .....	6
2. WYMAGANIA DOTYCZĄCE WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁÓW I URZĄDZEŃ .....	6
2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów i urządzeń .....	6
2.1.1. Wymagania przy zamianach materiałów .....	7
2.1.2. Przechowywanie i składowanie materiałów .....	7
2.2. Szczegółowe wymagania dotyczące materiałów i urządzeń .....	7
2.2.1. Systemowa konstrukcja wsporcza i mocowanie do niej modułów .....	7
2.2.2. Moduły fotowoltaiczne .....	7
2.2.3. Przemenniki częstotliwości - inwertery .....	8
2.2.4. Instalacja połączeń wyrównawczych .....	8
2.2.5. Okablowanie nn 0,4kV .....	9
2.2.6. Okablowanie solarne na napięcie 1000V .....	9
2.2.7. Stacja transformatorowa SN/nn .....	<b>Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.</b>
2.2.8. System zarządzania energią .....	<b>Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.</b>
2.2.9. Rozdzielnice .....	<b>Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.</b>
2.2.9.1. Wyposażenie wewnętrzne rozdzielnic nn RAC .....	9
2.2.9.2. Wyposażenie rozdzielnic nn w stacji transformatorowej SN/nn .....	<b>Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.</b>
2.2.10. System monitorowania instalacji fotowoltaicznej .....	10
3. KONTROLA JAKOŚCI i ODBIÓR ROBÓT .....	11
3.1. Kontrola jakości robót .....	11
3.2. Zakres kontroli jakości robót .....	11
3.3. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi robotami i materiałami .....	11
3.4. Odbiór częściowy .....	12
3.5. Odbiór robót ostateczny (końcowy) .....	12
3.5.1. Zasady odbioru ostatecznego robót .....	12
3.5.2. Dokumenty do odbioru ostatecznego (końcowego) .....	12
4. Wymagane protokoły pomiarowe .....	13
4.1. Pomiar wydajności instalacji fotowoltaicznej .....	13
4.2. Rezystancja izolacji przewodów DC .....	14
4.3. Wykonanie badań modułów fotowoltaicznych .....	15
5. Podstawa rozliczenia robót .....	16
6. WYMAGANIA DOTYCZĄCE SPRZĘTU, MASZYN I NARZĘDZI .....	16
7. WYMAGANIA DOTYCZĄCE TRANSPORTU .....	17
8. MATERIAŁY ODNIESIENIA .....	17
8.1. Dokumenty, instrukcje, przepisy, ustawy, rozporządzenia: .....	17
8.2. Normy .....	18

# 1. CZĘŚĆ OGÓLNA

## 1.1. Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej specyfikacji technicznej (ST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z budową mikro-instalacji fotowoltaicznej.

## 1.2. Zakres stosowania ST

Specyfikacja Techniczna (ST) stanowi dokument przetargowy i kontraktowy przy zleceniu i realizacji przedmiotu ST. Odstępstwa od wymagań podanych w niniejszej specyfikacji mogą mieć miejsce tylko w przypadkach prostych robót o niewielkim znaczeniu, dla których istnieje pewność, że podstawowe wymagania będą spełnione przy zastosowaniu metod wykonania wynikających z doświadczenia oraz uznanych reguł i zasad sztuki budowlanej.

## 1.3. Definicje i pojęcia.

**Aprobata techniczna** - pozytywna ocena techniczna wyrobu, stwierdzająca jego przydatność do stosowania w budownictwie, wydana przez upoważnioną do tego jednostkę.

**Certyfikacja zgodności** - działanie trzeciej strony (jednostki niezależnej od dostawcy i odbiorcy) wykazujące, że zapewniono odpowiedni stopień zaufania, iż należycie zidentyfikowany wyrób, proces lub usługa są zgodne z określoną normą lub z właściwymi przepisami prawnymi.

**Deklaracja zgodności** - oświadczenie dostawcy, stwierdzające na jego wyłączną odpowiedzialność, że wyrób, proces lub usługa są zgodne z normą lub aprobatą techniczną.

**Dokumentacja powykonawcza** - dokumentacja techniczna wraz z naniesionymi zmianami i uzupełnieniami w trakcie realizacji robót (budowy).

**Dziennik Budowy** - opatrzony pieczęcią Zamawiającego zeszyt z ponumerowanymi stronami, służący do notowania wydarzeń zaistniałych w czasie wykonywania zadania budowlanego, rejestrowania dokonywanych odbiorów robót, przekazywania poleceń i innej korespondencji technicznej pomiędzy Inżynierem, Wykonawcą i Projektantem.

**Warunki techniczne przyłączenia** - zespół wymagań technicznych, które muszą być spełnione, aby wnioskowane przez odbiorcę ilości energii elektrycznej mogły być dostarczone.

**Kierownik Budowy** - osoba wyznaczona przez Wykonawcę, upoważniona do kierowania robotami i do występowania w jego imieniu w sprawach realizacji kontraktu.

**Inspektor Nadzoru** - osoba wyznaczony przez Inwestora.

**Księga Obmiarów** - akceptowany przez Inspektora zeszyt z ponumerowanymi stronami służący do wpisywania przez Wykonawcę obmiaru wykonywanych robót w formie wyliczeń, szkiców i ewentualnych dodatkowych załączników. Wpisy w Księdze Obmiarów podlegają potwierdzeniu przez Inżyniera.

**Polecenie Inspektora Nadzoru** - wszelkie polecenia przekazywane Wykonawcy przez Inspektora Nadzoru w formie pisemnej, dotyczące sposobu realizacji robót lub innych spraw związanych z prowadzeniem budowy.

**Projektant** - uprawniona osoba prawna lub fizyczna będąca autorem Dokumentacji Projektowej.

**Rysunki** - część Dokumentacji Projektowej, która wskazuje lokalizację, charakterystykę.

**Odbiór instalacji** - zespół czynności mających na celu sprawdzenie czy instalacje elektryczne i teletechniczne zostały wykonane zgodnie z projektem, warunkami technicznymi i obowiązującymi normami stanowiącymi podstawę do przekazania instalacji do eksploatacji.

**Sieci** - urządzenia elektryczne i teletechniczne podziemne i naziemne na zewnątrz budynku i przyłącza.

**Skróty** - symbole utworzone najczęściej z pierwszych liter wyrazów.

Skróty użyte w opracowaniu:

- ST** – Specyfikacja Techniczna
- PN** - Polska Norma
- ZN** - Zakładowa Norma
- BN** - Branżowa Norma
- ITB** - Instytut Techniki Budowlanej
- nn** - Niskie Napięcie (400V)
- SN** - Średnie Napięcie (15kV)

#### **1.4. Przedmiot i zakres robót objętych ST**

Roboty, których dotyczy specyfikacja, obejmują wszystkie czynności umożliwiające i mające na celu wykonanie farmy fotowoltaicznej. Zasilanie działki w energię elektryczną istnieje. Urządzenia mikro-instalacji fotowoltaicznej przyłączone zostaną do istniejącej rozdzielnicy TG. Instalacja projektowana jest na dachu budynku.

Zakres robót obejmuje wykonanie:

- konstrukcji nośnej dla paneli fotowoltaicznych,
- dostawę i montaż modułów fotowoltaicznych,
- dostawę i montaż inwerterów DC/AC,
- instalacji elektrycznych DC systemu fotowoltaicznego,
- instalacji elektrycznych AC zasilania systemu PV,
- środków dodatkowej ochrony od porażeń,
- ochrony przeciwprzebieciowej,
- systemu monitoringu instalacji PV.

#### **1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót**

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z dokumentacją projektową oraz koordynacją z innymi branżami, specyfikacją techniczną oraz poleceniami Inspektora Nadzoru.

Nazwy i kody

- Roboty instalacyjne elektryczne – CPV 45310000-3
- Roboty w zakresie okablowania – CPV 45311100-1
- Roboty w zakresie instalacji elektrycznych – CPV 45311200 – 2
- Instalacje niskiego napięcia – CPV 45315600-4
- Inne instalacje elektryczne – CPV 45317000-2

Zamawiający w terminie określonym w danych kontraktowych przekaże wykonawcy teren budowy wraz ze wszystkimi wymaganymi uzgodnieniami prawnymi i administracyjnymi, oraz po dwa komplety dokumentacji projektowej i specyfikacji technicznej.

#### **1.6. Dokumentacja robót montażowych i prefabrykacyjnych**

Dokumentację robót montażowych i prefabrykacyjnych stanowią:

- opis techniczny;
- specyfikacje techniczne wykonania i odbioru robót;
- dokumenty świadczące o dopuszczeniu do obrotu i powszechnego lub jednostkowego zastosowania użytych wyrobów budowlanych, zgodnie z ustawą z 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. z 2004 r. Nr 92, poz. 881), karty techniczne wyrobów lub zalecenia producentów dotyczące stosowania wyrobów;

- protokoły odbiorów częściowych, końcowych oraz robót zanikających i ulegających zakryciu z załączonymi protokołami z badań kontrolnych;
- dokumentacja powykonawcza (zgodnie z art. 3, pkt 14 ustawy Prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994r. Dz. U. z 2003 r. Nr 207, poz. 2016 z późniejszymi zmianami).

*Prefabrykację w warunkach warsztatowych oraz montaż rozdzielnic elektrycznych winna wykonać specjalistyczna firma posiadająca certyfikat producenta rozdzielnic.*

### **1.7. Zgodność robót z dokumentacją projektową**

Wszystkie dokumenty przekazane wykonawcy stanowią część kontraktu, a wymagania wyszczególnione choćby w jednym z nich są obowiązujące dla wykonawcy tak, jakby były zawarte w całej dokumentacji. W przypadku rozbieżności w ustaleniach poszczególnych dokumentów obowiązuje następująca kolejność ich ważności:

- 1) specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót,
- 2) dokumentacja projektowa,
- 3) przedmiary robót (nakłady rzeczowe).

Wykonawca robót musi wykazać się niezbędnymi uprawnieniami w zakresie prowadzenia robót instalacyjnych. Wykonawca jest odpowiedzialny za jakość wykonania robót oraz za ich zgodność z dokumentacją projektową, specyfikacją techniczną i poleceniami inspektora nadzoru. Dane określone w dokumentacji projektowej oraz specyfikacji technicznej winny być uważane za wartości docelowe, od których dopuszczalne są odchylenia w ramach akceptowalnych tolerancji. Wykonawca nie może wykorzystywać błędów lub pomyłek w dokumentach kontraktowych, a o ich wykryciu powinien natychmiast powiadomić Inżyniera (Inspektora Nadzoru lub Projektanta), który dokona odpowiednich zmian lub poprawek. Wszystkie wykonane roboty i dostarczone materiały będą zgodne z dokumentacją projektową i specyfikacją techniczną. W przypadku, gdy materiały lub roboty nie będą w pełni zgodne z tymi dyspozycjami i wpłynię to na niezadowalającą jakość, to takie elementy będą niezwłocznie zastąpione innymi, a roboty poprawione na koszt wykonawcy.

### **1.8. Odbiór frontu robót**

Przed rozpoczęciem robót w zakresie instalacji elektrycznych wykonawca winien zapoznać się z obiektem budowlanym oraz stwierdzić odpowiednie przygotowanie frontu robót. Odbiór frontu robót przez wykonawcę od zleceniodawcy (generalny wykonawca; inwestor) winien być dokonany komisyjnie z udziałem zainteresowanych stron i potwierdzony spisany protokołem. Wykonywanie robót instalacyjnych należy koordynować na bieżąco z kierownikiem budowy robót ogólnobudowlanych.

### **1.9. Bezpieczeństwo i higiena pracy**

Podczas realizacji robót wykonawca będzie przestrzegał przepisów dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy. W szczególności ma obowiązek zadbać, aby personel nie wykonywał pracy w warunkach niebezpiecznych, szkodliwych dla zdrowia oraz nie spełniających odpowiednich wymagań sanitarnych. Wykonawca zapewni i będzie utrzymywał wszelkie urządzenia zabezpieczające, socjalne oraz sprzęt i odpowiednią odzież dla ochrony życia i zdrowia osób zatrudnionych na budowie oraz dla zapewnienia bezpieczeństwa publicznego. Uznaje się, że wszelkie koszty związane z wypełnieniem wymagań określonych powyżej nie podlegają odrębnej zapłacie i są uwzględnione w cenie kontraktowej.

### **1.10. Ochrona i utrzymanie robót**

Wykonawca będzie odpowiedzialny za ochronę robót oraz za wszelkie materiały i urządzenia do nich używane – od daty rozpoczęcia robót budowlanych do daty wydania przez Inspektora Nadzoru potwierdzenia ich zakończenia. Wykonawca będzie utrzymywać wykonane roboty w całości i

wszystkie ich elementy w stanie zadawalającym aż do momentu końcowego odbioru. Jeżeli wykonawca w jakimkolwiek czasie zaniedba ich utrzymanie, to na polecenie Inspektora Nadzoru powinien usunąć zaniedbania, nie później niż 24 godziny po otrzymaniu tego polecenia.

### **1.11. Stosowanie się do prawa i innych przepisów**

Wykonawca jest zobowiązany znać wszystkie obowiązujące podczas wykonywania prac budowlanych przepisy, wszystkie normy, normatywy i wytyczne, które są w jakikolwiek sposób związane z robotami i będzie w pełni odpowiedzialny za przestrzeganie tych praw, przepisów i wytycznych podczas prowadzenia robót. Wykonawca będzie przestrzegać praw patentowych i będzie w pełni odpowiedzialny za wypełnienie wszelkich wymagań prawnych odnośnie wykorzystania opatentowanych urządzeń lub metod i w sposób ciągły będzie informował Inspektora Nadzoru o swoich działaniach, przedstawiając kopie zezwoleń i inne potrzebne dokumenty.

## **2. WYMAGANIA DOTYCZĄCE WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁÓW I URZĄDZEŃ**

### **2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów i urządzeń**

Wszystkie materiały i urządzenia do wykonania instalacji fotowoltaicznej powinny odpowiadać parametrom technicznym wyspecyfikowanym w dokumentacji projektowej i listach materiałowych oraz wymaganiom obowiązujących norm i aprobat technicznych. Źródła uzyskania wszystkich materiałów powinny być wybrane przez Wykonawcę robót elektrycznych z wyprzedzeniem.

Warunki dopuszczenia materiałów i urządzeń elektrycznych do budowy instalacji:

- oznaczenie zgodności z wymaganiami PN,
- znak CE - gdy to wymagane,
- znak bezpieczeństwa B - gdy to wymagane,
- atest producenta lub aprobatę techniczną wydaną przez uprawnione laboratorium zredagowane w j. polskim, bądź potwierdzone przez tłumacza przysięgłego tłumaczenie z języka w jakim zredagowano certyfikaty.

Do wykonania i montażu instalacji i urządzeń elektrycznych w obiektach budowlanych należy stosować przewody, kable, osprzęt oraz aparaturę i urządzenia elektryczne posiadające dopuszczenie do stosowania w budownictwie.

Za dopuszczone do obrotu i stosowania uznaje się wyroby, dla których producent:

- dokonał oceny zgodności z wymaganiami dokumentu odniesienia według określonego systemu oceny zgodności,
- wydał deklarację zgodności z dokumentami odniesienia, takimi jak: zharmonizowane specyfikacje techniczne, normy opracowane przez Międzynarodową Komisję Elektrotechniczną (IEC) i wprowadzone do zbioru Polskich Norm, normy krajowe opracowane z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa Międzynarodowej Komisji ds. Przepisów Dotyczących Zatwierdzenia Sprzętu Elektrycznego (CEE), aprobaty techniczne,
- atest producenta lub aprobatę techniczną wydaną przez uprawnione laboratorium,
- oznakował wyroby znakiem CE lub znakiem budowlanym B zgodnie z obowiązującymi przepisami.

### **2.1.1. Wymagania przy zamianie materiałów**

Wszelkie nazwy własne produktów i materiałów przywołane w specyfikacji bądź dokumentacji projektowej służą ustaleniu pożądanego standardu wykonania i określenia właściwości i wymogów technicznych założonych w dokumentacji technicznej dla projektowanych rozwiązań. Wykonawca robót elektrycznych może zaproponować materiały innej marki, posiadające te same lub lepsze charakterystyki. Ale taka propozycja wymaga zatwierdzenia przez Zamawiającego.

### **2.1.2. Przechowywanie i składowanie materiałów**

Wykonawca zapewni, aby składowane tymczasowo materiały do czasu, kiedy będą wykorzystane, były zabezpieczone przed zniszczeniem i zanieczyszczeniem, zachowały swoją jakość i potrzebne właściwości, a także, aby były dostępne dla kontroli Inżyniera.

## **2.2. Szczegółowe wymagania dotyczące materiałów i urządzeń**

### **2.2.1. Systemowa konstrukcja wsporcza i mocowanie do niej modułów**

Projektuje się konstrukcję na dachu przeznaczoną do mocowania paneli fotowoltaicznych w układzie pionowym, opierająca się na śrubach dwustronnych wkręcanych w krokwie. Profile i inne elementy konstrukcji powinny być wykonane aluminium lub stali nierdzewnej.

Ze względu na czwartą klasę obciążenia śniegiem i pierwszą klasę obciążenia wiatrem wytrzymałość konstrukcji powinna być nie mniejsza niż:

- obciążenia śniegiem 1,5 kN/m<sup>2</sup>, (strefa IV)
- obciążenia wiatrem 0,3 kN/m<sup>2</sup>, (strefa I)

Nie zakłada się spawania elementów. Całość instalacji zostanie zamontowana na profesjonalnych, dedykowanych konstrukcjach wsporczych wykonanych z aluminium. Należy stosować typowe konstrukcje do montowania na dachu pod systemy fotowoltaiczne przebadane przez producentów.

Montaż oraz wykonawstwo warsztatowe konstrukcji winny być zlecone przedsiębiorstwu mającemu właściwe doświadczenie w realizacji tego typu robót i gwarantującemu właściwą jakość wykonania.

Konstrukcja winna być wykonana ściśle wg dokumentacji technicznej. Wykonawstwo oraz montaż konstrukcji zgodne z wymogami norm:

- PN-90/B-03200 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowe.
- PN-87/B-06200 Konstrukcje stalowe budowlane. Wymagania i badania.

Konstrukcja stalowa przykrycia winna być po wykonaniu zaopatrzona przez wytwórcę i montażystę świadectwami jakości wykonania.

### **2.2.2. Moduły fotowoltaiczne**

Zaprojektowano układ paneli fotowoltaicznych składający się z modułów polikrystalicznych o nominalnej mocy maksymalnej 260W z dodatnią tolerancją. Podstawowe parametry modułu w warunkach standardowych STC (AM 1,5; 1000W/m<sup>2</sup>; 25°C):

- moc min. 260 W;
- technologia krzemu polikrystalicznego lub monokrystalicznego;
- wyłącznie dodatnia tolerancja mocy, min. +5 Wp;
- sprawność modułu nie mniejsza niż 15,3%;
- Napięcie obwodu otwartego 38,4V;
- Napięcie punktu mocy maksymalnej 34,1V;
- Prąd zwarciovowy 8,94A;
- Prąd punktu mocy maksymalnej 8,37A;
- Napięcie systemu min. 1000V;
- Maks. prąd wsteczny 25A;

- Grubość ramy 33 mm;
- wolne od efektu PID;
- Przednia szyba – szkło hartowane;
- Warstwa laminująca – tworzywo EVA;
- Rama modułów – aluminium;
- System odprowadzania wody – narożniki drenażowe;
- serwis gwarancyjny producenta paneli zapewniony na terenie Polski. Serwis gwarancyjny winien być zapewniany przez producenta lub firm posiadających (niezależnie od kraju) przeszkolenie i zgodę (umowę, upoważnienie itp.) producenta na serwisowanie ich na terenie Polski;
- gwarancja – min. 10 lat; dodatkowo 10 lat gwarancji na min. 90% sprawności nominalnej oraz 25 lat gwarancji na min. 80% sprawności nominalnej;
- współczynnik temperaturowy Voc nie mniejsza niż -0,31%;
- Puszka przyłączeniowa modułu wyposażona w złącza Amphenol H4;
- skrzynka przyłączeniowa min. IP65.

Moduły fotowoltaiczne są obudowane szkłem hartowanym, a pojedyncze cele znajdują się pomiędzy dwoma warstwami z tworzywa sztucznego EVA. Szklane pokrycie i folia elektroizolacyjna znajdująca się na tylnej ścianie są razem laminowane, co gwarantuje ochronę przed szkodliwym wpływem czynników zewnętrznych. Całość objęta ramą aluminiową. Z uwagi na czwartą strefę obciążenia śniegiem zaprojektowano moduły o wytrzymałości na obciążenie statyczne 5400 Pa.

Certyfikaty i atesty:

- DIN EN / IEC 61215 Ed 2.: Crystalline silicon terrestrial photovoltaic modules design qualification and type approval
- DIN EN 61730 incl. PC II: Photovoltaic (PV) module safety qualification – Part 1: Requirements for construction
- Kontrola mocy: Znak kontroli TÜV Rheinland za gwarancję zgodności mocy z podaną mocą nominalną modułów słonecznych; potwierdzone w regularnych odstępach czasowych
- DIN EN 61701: Testy modułów fotowoltaicznych na korozję poprzez słoną mgłę
- DIN EN 60068-2-60: Odporność na amoniak

### **2.2.3.Przemienniki częstotliwości - inwerter**

Przemiennik częstotliwości wyposażony jest w funkcję ENS, która odpowiada za połączenie, które bezpiecznie oddziela instalację fotowoltaiczną od sieci w przypadku awarii sieci lub pracach przy niej. Ochronniki przepięciowe w przemienniku częstotliwości chronią moduły i elektronikę przed szkodliwym przepięciem. Przewidziano 1 inwerter z mocą nominalną 1,5kW.

Wymogi dotyczące inwerterów:

- liczba sztuk: 1;
- sprawność nie mniejsza niż 95 %;
- zabezpieczenie inwerterów - Rozłącznik DC, ochronniki przepięciowe;
- interfejs komunikacyjny współpracujący z systemem monitorowania;
- stopień szczelności min. IP 54;
- moc kompletu inwerterów dobrana w granicach 90 – 120% mocy elektrowni;

### **2.2.4.Instalacja połączeń wyrównawczych**

Konstrukcję modułów fotowoltaicznych należy ze sobą połączyć. Połączenie wyrównawcze należy wykonać bednarką min. FeZn 25x4 z główną szyną wyrównawczą uziemioną.

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,
- obudowy inwerterów.

Główną szynę uziemiającą należy podłączyć do instalacji uziemiającej, przynajmniej w dwóch punktach, oraz zabezpieczyć przed korozją oraz ewentualnym uszkodzeniem mechanicznym.

W przypadku montażu wielu inwerterów w systemie PV połącz kabel ochronny PE wszystkich inwerterów i ramy modułów do tego samego punktu uziemienia.

### **2.2.5. Okablowanie nn 0,4kV**

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) pomiędzy inwerterem a rozdzielnicą TG zakłada się, że zostanie wykonane z kabli YKYzo 3x2,5mm<sup>2</sup>.

Kable nn powinny spełniać wymagania PN-93/E-90401. Zaleca się stosowanie kabli o napięciu znamionowym 0,6/1kV, w izolacji polwinitowej. Przekrój żył powinien być dobrany w zależności od dopuszczalnego spadku napięcia, dopuszczalnej temperatury nagrzania kabla przez prądy robocze i zwarciove oraz skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w przypadku samoczynnego wyłączenia zasilania.

### **2.2.6. Okablowanie solarne na napięcie 1000V**

Do połączenia poszczególnych modułów z falownikami będą użyte dedykowane kable solarne oraz konektory typu MC4 lub ich odpowiedniki. Przekroje przewodów zostaną dobrane na podstawie optymalizacji strat, tak aby były mniejsze niż 1%. Kable solarne muszą charakteryzować się atestem do stosowania w instalacjach fotowoltaicznych i wytrzymałością izolacji przy napięciu 1000V w zakresie możliwych temperatur w zakresie -40°C do 80 °C.

#### **2.2.6.1. Wyposażenie wewnętrzne rozdzielnic nn**

W rozdzielnicach nn dokonuje się montażu urządzeń ochrony przepięciowej i nadprądowej oraz wyłącznik główny i zabezpieczenia różnicowoprądowe o charakterystyce A. Należy dobrać parametry zabezpieczeń do mocy inwerterów. Zastosować skoordynowaną ochronę przeciwprzepięciową.

Zaprojektowane rozdzielnice nn, w której montuje się system integracji instalacji PV z siecią energetyki zawodowej i zabezpieczeń pracy instalacji. Podstawowym wyposażeniem rozdzielnic nn jest układ zabezpieczeń elektroenergetycznych reagujących na nieprawidłowe parametry współpracy z siecią elektroenergetyczną. Ponadto powinny się tam znaleźć układy opóźniający załączenie elektrowni w przypadku zaniku i powrotu napięcia i układ zabezpieczeń podstawowych ochrony przeciwporażeniowej i przepięciowej oraz aparaturę pomiarową.

Charakterystyka układu zabezpieczeń elektroenergetycznych:

- zabezpieczenie nadnapięciowe „U>” – do detekcji pracy wyspowej elektrowni;
- zabezpieczenie podnapięciowe „U<” – do detekcji pracy wyspowej elektrowni;
- zabezpieczenie nadczęstotliwościowe „f>” – do detekcji pracy wyspowej elektrowni;
- zabezpieczenie podczęstotliwościowe „f<” – do detekcji pracy wyspowej elektrowni;
- zabezpieczenie stromościowe „df/dt”.

### Charakterystyka układu ochrony przeciwporażeniowa.

Jako ochronę przed dotykiem bezpośrednim przyjęto zastosowanie izolacji części czynnych. Jako ochronę przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa) zastosowano samoczynne wyłączenie w przypadku przekroczenia wartości napięcia dotykowego realizowane przez bezpieczniki z wkładkami topikowymi, wyłączniki elektromagnetyczne, oraz drugą klasę izolacji. Po zamontowaniu rozdzielnic i podłączeniu odbiorników należy sprawdzić skuteczność ochrony przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa). W rozdzielnicach nn jako zabezpieczenia falowników zastosować rozłączniki bezpiecznikowe oraz wyłączniki różnicowoprądowe typu B; zgodnie z zapisem PN-HD 60364-7-712, pkt. 712.413.1.1.1.2 „ W przypadku gdy instalacja elektryczna zawiera układ zasilania PV, bez choćby separacji podstawowej stron AC i DC należy zastosować wyłącznik różnicowoprądowy typu B zgodnie z IEC 60755 dla zapewnienia ochrony przy uszkodzeniu przez samoczynne wyłączenie zasilania.”

Można zastosować wyłącznik różnicowoprądowy typu A pod warunkiem przedstawienia dokumentów na oferowany inwerter potwierdzających taką możliwość.

### Charakterystyka układu ochrony przeciwprzepięciowej

Należy zastosować skoordynowaną ochronę przeciwprzepięciową. Planuje się instalację ograniczników typu I i II po stronie stałoprądowej oraz zmiennoprądowej w rozdzielnicach AC oraz inwerterach. W miejscu wejścia kabli z inwerterów PV do budynku stacji zamontować ograniczniki typu I i II, oraz ograniczniki na torach sygnałowych RS485 jeżeli będzie występować.

#### **2.2.7. System monitorowania instalacji fotowoltaicznej**

Sterownik musi mieć wbudowany WEB serwer który umożliwi połączenie się z systemem i podgląd jego parametrów poprzez Ethernet lokalnie oraz Internet lub GSM/GPRS zdalnie. Wymaga się aby system monitorowania miał możliwość rejestracji, podglądu i sterowania takich parametrów jak:

- podgląd parametrów pracy zainstalowanych wszystkich inwerterów,
- podgląd produkcji energii elektrycznej,
- podgląd mocy chwilowej każdego z inwerterów
- podgląd mocy chwilowej całego systemu sumarycznie,
- podgląd ilości zużycia wyprodukowanej energii przez odbiorcę

Wszystkie parametry powinny być przedstawione w postaci grafik lub wykresów.

Grafika produkcji oraz konsumpcji powinna mieć możliwość przedstawienia na wykresach w zestawieniu dziowym, miesięcznym, rocznym, oraz całociowym od dnia uruchomienia instalacji. Wymaga się aby system monitorowania był wyposażony w funkcje diagnostyczne podłączonych inwerterów, porównywania pracy danych inwerterów oraz ich poszczególnych stringów, zapisywał historię pracy inwerterów (załączenia, wyłączenia, błędy itp.), generowania raportu diagnostycznego.

System powinien być wyposażony w możliwość wysyłania powiadomień o błędach w pracy instalacji fotowoltaicznej oraz historię powiadomień które zostały wygenerowane.

## **3. KONTROLA JAKOŚCI I ODBIÓR ROBÓT**

### **3.1. Kontrola jakości robot**

Celem kontroli robót powinno być stwierdzenie osiągnięcia założonej jakości wykonywanych robót. Wykonawca robót ma obowiązek wykonania pełnego zakresu badań na budowie w celu wykazania Inspektorowi Nadzoru i Kierownikowi Budowy zgodności dostarczonych materiałów i realizowanych robót z Dokumentacją Projektową, Normami oraz wymaganiami ST.

Przed przystąpieniem do badania Wykonawca powinien powiadomić Inspektorowi Nadzoru i Kierownikowi Budowy o rodzaju i terminie badania. Po wykonaniu badania, Wykonawca przedstawia na piśmie wyniki badań do akceptacji Inspektora Nadzoru. Wykonawca powiadamia pisemnie Inspektora Nadzoru o zakończeniu każdej roboty zanikającej, którą może kontynuować dopiero po pisemnej akceptacji odbioru przez Inspektora Nadzoru.

### **3.2. Zakres kontroli jakości robót**

Należy wykonać sprawdzenia odbiorcze składające się z oględzin częściowych i końcowych polegających na kontroli:

- zgodności dokumentacji powykonawczej z projektem i ze stanem faktycznym,
- zgodności połączeń z dokumentacją powykonawczą,
- napisów informacyjno-ostrzegawczych,
- działania przyrządów kontrolno-pomiarowych i rejestrujących (licznik energii elektrycznej, analizator parametrów sieci, itp.),
- działania sygnalizacji stanu położenia łączników,
- stanu i gotowości ruchowej aparatury i napędów łączników,
- stanu kanałów kablowych, kabli i konstrukcji wsporczych,
- stanu ochrony przeciwporażeniowej,
- schematu rozdzielnic,
- stanu i kompletności dokumentacji eksploatacyjnej,
- sprawdzenie ciągłości przewodów fazowych, neutralnych i ochronnych,
- poprawności wykonania połączeń śrubowych instalacji elektrycznej potwierdzonych protokołem przez wykonawcę montażu.

Dla układów sterowniczo-sygnalizacyjno-pomiarowych sprawdzenia odbiorcze polegają na:

- pomiarach rezystancji izolacji,
- sprawdzeniach funkcjonalnych, ruchowych i nastawczych,
- zbadaniu przyrządów kontrolno-pomiarowych i rejestrujących (analizatory parametrów sieci),

Pomiaru należy dokonać miernikiem rezystancji instalacji o napięciu 1 kV.

Z przeprowadzonych badań i oględzin należy sporządzić protokoły.

### **3.3. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi robotami i materiałami**

Wszystkie materiały, urządzenia i aparaty niespełniające wymagań podanych w odpowiednich punktach specyfikacji, zostaną odrzucone. Jeśli materiały, urządzenia i aparaty niespełniające wymagań zostały wbudowane lub zastosowane, to Wykonawca wymieni je na właściwe, na własny koszt.

Na pisemne wystąpienie Wykonawcy Inspektor Nadzoru może uznać wadę za niemającą zasadniczego wpływu na jakość funkcjonowania urządzenia (aparatu itp.) i ustalić zakres i wielkość potrąceń za obniżoną jakość.

### **3.4. Odbiór częściowy**

Odbiór częściowy polega na ocenie ilości i jakości wykonanych części robót. Odbioru częściowego robót dokonuje się dla zakresu robót określonego w dokumentach umownych wg zasad jak przy odbiorze ostatecznym robót. Odbioru robót dokonuje Inwestor. Odbiorowi takiemu podlegają m.in.:

- wykonanie i montaż konstrukcji,
- montaż ogniw fotowoltaicznych na konstrukcji,
- montaż inwerterów, z przynależną do stosowania aparaturą,
- montaż rozdzielnic elektrycznych,
- obwody elektryczne zewnętrzne główne i pomocnicze.

### **3.5. Odbiór robót ostateczny (końcowy)**

#### **3.5.1. Zasady odbioru ostatecznego robót**

Odbiór ostateczny polega na finalnej ocenie rzeczywistego wykonania robót w odniesieniu do zakresu (ilości) oraz jakości.

Odbiór ostateczny robót nastąpi w terminie ustalonym w dokumentach umowy.

Odbioru ostatecznego robót dokona komisja wyznaczona przez Zamawiającego i Wykonawcy. Komisja odbierająca roboty dokona ich oceny jakościowej na podstawie przedłożonych dokumentów, wyników badań i pomiarów, ocenie wizualnej oraz zgodności wykonania robót z dokumentacją projektową i ST. W toku odbioru ostatecznego robót, komisja zapozna się z realizacją ustaleń przyjętych w trakcie odbiorów robót zanikających i ulegających zakryciu oraz odbiorów częściowych, zwłaszcza w zakresie wykonania robót uzupełniających i robót poprawkowych.

W przypadkach nie wykonania wyznaczonych robót poprawkowych lub robót uzupełniających w poszczególnych elementach konstrukcyjnych i wykończeniowych, komisja przerwie swoje czynności i ustali nowy termin odbioru ostatecznego.

Przy odbiorze końcowym Wykonawca zobowiązany jest dostarczyć Zamawiającemu:

- aktualną Dokumentację Projektową Powykonawczą,
- geodezyjną Dokumentację Powykonawczą,
- protokoły z dokonanych pomiarów,
- protokół odbioru robót,
- oświadczenie Wykonawcy o wykonaniu robót zgodnie z aktualnie obowiązującymi normami przepisami oraz posiadaną wiedzą techniczną.

Wykonawca winien dokonać próbnego załączenia pod napięcie urządzeń instalacji w Głównej Stacji Zasilającej.

W przypadku stwierdzenia przez komisję, że jakość wykonywanych robót w poszczególnych asortymentach nieznacznie odbiega od wymaganej dokumentacją projektową i ST z uwzględnieniem tolerancji i nie ma większego wpływu na cechy eksploatacyjne obiektu, komisja wyznaczy termin usunięcia tych niedociągnięć.

#### **3.5.2. Dokumenty do odbioru ostatecznego (końcowego)**

Podstawowym dokumentem jest protokół odbioru ostatecznego robót, sporządzony wg wzoru ustalonego przez Zamawiającego.

Wykonawca winien dokonać próbnego załączania pod napięciem urządzeń i instalacji oraz przedłożyć protokoły z pomiarów. Badania i pomiary instalacji oświetleniowej, siłowej oraz linii kablowych do 1kV im towarzyszących obejmują:

- sprawdzenie ciągłości żył przewodów,
- sprawdzenie poprawności podłączenia,
- sprawdzenie adresów przewodów kabelkowych z listą adresową,
- pomiar rezystancji izolacji przewodów,
- pomiar rezystancji pętli zwarcia,

- pomiar rezystancji uziemień,
- badanie wyłączników ochronnych różnicowo-prądowych,
- badania obwodów sterowniczych i sygnalizacyjnych,
- poprawność działania wszystkich zainstalowanych urządzeń i sprzętu elektrycznego.

Do odbioru ostatecznego Wykonawca jest zobowiązany przygotować następujące dokumenty:

- dokumentację powykonawczą, tj. dokumentację budowy z naniesionymi zmianami dokonanymi w toku wykonania robót,
- szczegółowe specyfikacje techniczne (podstawowe z dokumentów umowy i ew. uzupełniające lub zamiennie),
- protokoły odbiorów robót ulegających zakryciu i zanikających,
- protokoły odbiorów częściowych,
- wyniki pomiarów kontrolnych oraz badań
- deklaracje zgodności lub certyfikaty zgodności wbudowanych materiałów, certyfikaty na znak bezpieczeństwa zgodnie z ST,
- rysunki (dokumentacje) na wykonanie robót towarzyszących

W przypadku, gdy wg komisji, roboty pod względem przygotowania dokumentacyjnego nie będą gotowe do odbioru ostatecznego, komisja w porozumieniu z Wykonawcą wyznaczy ponowny termin odbioru ostatecznego robót.

Wszystkie zarządzone przez komisję roboty poprawkowe lub uzupełniające będą zestawione wg wzoru ustalonego przez Zamawiającego.

Termin wykonania robót poprawkowych i robót uzupełniających wyznaczy komisja i stwierdzi ich wykonanie.

## **4. Wymagane protokoły pomiarowe.**

W celu odbioru instalacji fotowoltaicznej, wykonawca powinien dokonać pomiaru instalacji fotowoltaicznej. Protokoły pomiarowe z wykonanych pomiarów należy przygotować i dostarczyć dla Inwestora łącznie z dokumentacją powykonawczą.

### **Wymagane protokoły pomiarowe:**

- Badania rezystancji izolacji kabli zasilających AC;
- Badania skuteczności ochrony przeciwporażeniowej;
- Pomiaru impedancji pętli zwarcia;
- Pomiaru rezystancji uziemienia;
- Badania rezystancji izolacji kabli stałoprądowych DC;
- Wykreślenie charakterystyk prądowo-napięciowych wszystkich szeregów modułów fotowoltaicznych;
- Badania wydajności instalacji fotowoltaicznej.

### **4.1. Pomiar wydajności instalacji fotowoltaicznej**

Pomiar należy wykonać za pomocą urządzenia dedykowanego do instalacji fotowoltaicznych. Pomiar wydajności instalacji fotowoltaicznej powinien być wykonany z uwzględnieniem warunków meteorologicznych podczas wykonywania pomiarów. Wymaga się, aby urządzenie posiadało możliwość pomiaru nasłonecznienia oraz temperatury modułów.

#### Wymagane minimalne zakresy pomiarowe:

- napięcie DC – zakres 0.0 ÷ 1000.0 V, dokładność  $\pm(0.5\%rdg+2dgt)$ , rozdzielczość 0.1 V
- prąd DC – zakres 0.0 ÷ 1000.0 mV, dokładność  $\pm(0.5\%rdg+0.06\%FS)$ , rozdzielczość 0.1 mV
- napięcie AC - zakres 0.0 ÷ 1000.0 V (P-P), dokładność  $\pm(0.5\%rdg+2dgt)$ , rozdzielczość 0.1 V
- prąd AC - zakres 0.0 ÷ 1000.0 mV, dokładność  $\pm(0.5\%rdg+0.06\%FS)$ , rozdzielczość 0.1 mV
- częstotliwość – zakres 42.5 ÷ 69.0Hz, dokładność  $\pm(0.2\%rdg+1dgt)$ , rozdzielczość 0.1Hz

#### Zgodność urządzenia pomiarowego ze standardami:

- Bezpieczeństwo: IEC/EN61010-1, IEC/EN61010-031, IEC/EN61010-2-032
- Literatura techniczna: IEC/EN61187
- Jakość zasilania: IEC/EN50160
- Jakość energii: IEC/EN61000-4-30 klasa B
- Kategoria ochrony: CAT IV 600 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).

Dopuszczalny stopień wilgotności podczas pomiarów: >80%.

#### Dane rejestrowane przez urządzenie pomiarowe:

$P_{Rp}$  → współczynnik wydajności;

$P_{dc}$  → moc DC na wejściu inwertera;

$\eta_{dc}$  → wydajność modułu fotowoltaicznego;

$V_{dc}$  → napięcie DC na wejściu inwertera;

$I_{dc}$  → prąd DC na wejściu inwertera;

$P_{ac}$  → moc AC na wyjściu inwertera;

$P_r$  → współczynnik mocy na wyjściu inwertera (system trójfazowy);

$\eta_{ac}$  → wydajność inwertera (system trójfazowy);

$V_{ac1,2,3}$  → napięcie AC na wyjściu inwertera (osobno dla każdej fazy);

$I_{ac1,2,3}$  → prąd AC na wyjściu inwertera (osobno dla każdej fazy);

$I_{rr}$  → wartość promieniowania słonecznego;

$P_{nom}$  → moc nominalna systemu fotowoltaicznego;

$T_{pv}$  → temperatura modułu fotowoltaicznego;

$T_{env}$  → temperatura otoczenia.

## 4.2. Rezystancja izolacji przewodów DC

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

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 testowe - 1000 VDC

Wymagane dane wyjściowe pomiaru:

Rzeczywiste napięcie pomiarowe;

Wartość napięcia pomiędzy przewodem dodatnim i ujemnym;

Wartość napięcia pomiędzy uziemieniem i przewodem dodatnim;

Wartość napięcia pomiędzy uziemieniem i przewodem ujemnym;

Rezystancja izolacji.

Minimalny zakres pomiarowy urządzenia:

Rezystancja izolacji dla napięcia testowego 1000 VDC:

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

Zgodność urządzenia pomiarowego ze standardami:

- Bezpieczeństwo IEC/EN61010-1, IEC/EN61010-031
- Pomiary IEC/EN62446s
- 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 w danych katalogowych. Pomiar powinien być przeprowadzany zgodnie z wytycznymi dla normy IEC/EN60891.

Wymagane minimalne zakresy pomiarowe dla charakterystyki I-V:

- napięcie DC – 5.0 ÷ 999.9 V, dokładność  $\pm(1.0\%rdg+2dgt)$ , rozdzielczość 0.1 V
- prąd DC – zakres 0.10 ÷ 10.00 A, dokładność  $\pm(1.0\%rdg+2dgt)$ , rozdzielczość 0.01 A

- moc - zakres 50 ÷ 9999 W, dokładność  $\pm(1.0\%rdg+6dgt)$ , rozdzielczość 1 W
- promieniowanie słoneczne (ogniwo odniesienia): zakres 1.0 ÷ 100.0 mV, dokładność  $\pm(1.0\%rdg+5dgt)$ , rozdzielczość 0.1 mV
- temperatura (sonda pomiarowa): zakres -20°C ÷ 100°C, dokładność  $\pm(1.0\%rdg+1^{\circ}C)$ , rozdzielczość 0.1°C

Zgodność urządzenia pomiarowego ze standardami:

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

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

## 5. Podstawa rozliczenia robót

Rozliczenie robót montażowych może być dokonane jednorazowo po wykonaniu pełnego zakresu robót i ich końcowym odbiorze lub etapami określonymi w umowie, po dokonaniu odbiorów częściowych robót.

Podstawę rozliczenia oraz płatności wykonanego i odebranego zakresu robót stanowi wartość tych robót obliczona na podstawie określonych w dokumentach umownych (ofercie) cen jednostkowych i ilości robót zaakceptowanych przez zamawiającego lub ustalonej w umowie kwoty ryczałtowej za określony zakres robót.

Ceny jednostkowe wykonania, montażu obejmujące roboty ww. uwzględniają:

- przygotowanie stanowiska roboczego,
- dostarczenie do stanowiska roboczego materiałów, narzędzi i sprzętu,
- obsługę sprzętu nieposiadającego etatowej obsługi,
- usunięcie wad i usterek oraz naprawienie uszkodzeń powstałych w czasie robót,
- uporządkowanie miejsca wykonywania robót,
- usunięcie pozostałości, resztek i odpadów materiałów w sposób podany w specyfikacji technicznej szczegółowej,
- likwidację stanowiska roboczego.

## 6. WYMAGANIA DOTYCZĄCE SPRZĘTU, MASZYN I NARZĘDZI

Wykonawca jest zobowiązany do używania takiego sprzętu, który nie spowoduje niekorzystnego wpływu na jakość wykonywanych robót. Sprzęt używany do robót powinien być zgodny z ofertą Wykonawcy i powinien odpowiadać pod względem typów i ilości wskazaniom zawartym w ST, lub w projekcie organizacji robót zaakceptowanym przez Inspektora Nadzoru.



W przypadku braku ustaleń w takich dokumentach sprzęt powinien być uzgodniony i zaakceptowany przez Inspektora Nadzoru. Wykonawca dostarczy dla Inwestorowi kopie dokumentów potwierdzających dopuszczenie sprzętu do użytkowania, tam gdzie jest to wymagane przepisami.

## **7. WYMAGANIA DOTYCZĄCE TRANSPORTU**

Wykonawca jest zobowiązany do stosowania jedynie takich środków transportu, które nie wpłyną niekorzystnie na jakość wykonywanych robót i właściwości przewożonych materiałów.

Materiały na budowę powinny być przywożone odpowiednimi środkami transportu, zabezpieczone w sposób zapobiegający uszkodzeniu oraz zgodnie z przepisami BHP i ruchu drogowego. Należy zwracać szczególną uwagę na rozładunek palet z modułami fotowoltaicznymi i stosować się do wskazań na opakowaniu.

Do wykonania instalacji przewiduje się użycie następującego sprzętu:

- samochód dostawczy do 0,9 t,
- samochód skrzyniowy 5 t,
- wózek widłowy lub wózek paletowy w przypadku rozładunku z samochodu z windą.

## **8. MATERIAŁY ODNIESIENIA**

### **8.1. Dokumenty, instrukcje, przepisy, ustawy, rozporządzenia:**

- 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.

## 8.2. Normy

- PN-E-83017 Systemy fotowoltaiczne przetwarzania energii słonecznej. Terminologia i symbole.
- PN-HD 60364-7-712:2007 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.
- PN-EN 60529:2003 Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP).
- PN-EN 60445:2010 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, znakowanie i identyfikacja. Identyfikacja zacisków urządzeń i zakończeń przewodów.
- PN-EN 60446:2010 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, znakowanie i identyfikacja. Identyfikacja przewodów kolorami albo znakami alfanumerycznymi.
- PN-EN 60439-1:2003 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 1: Zestawy badane w pełnym i niepełnym zakresie badań typu.
- PN-EN 60439-4:2008 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 4: Wymagania dotyczące zestawów przeznaczonych do instalowania na terenach budów (ACS)
- PN-EN 50274:2004 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym. Ochrona przed niezamierzonym dotykiem bezpośrednim części niebezpiecznych czynnych
- PN-EN 62208:2006 Puste obudowy rozdzielnic i sterownic niskonapięciowych. Wymagania ogólne.
- PN-E-05163:2002 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe osłonięte. Wytyczne badania w warunkach wyładowania łukowego, powstałego w wyniku zwarcia wewnętrznego.
- PN-E-04700:1998/Az1:2000 Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych. Wytyczne przeprowadzania po montażowych badań odbiorczych.
- PN-HD 60364-6:2008 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 6: Sprawdzanie.
- PN-HD 60364-4-41:2009 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym.
- PN-IEC 60364-4-43:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed prądem przetężeniowym.
- PN-IEC 60364-4-46:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Odłączanie izolacyjne i łączenie.
- PN-IEC 60364-4-443 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi.
- PN-IEC 60364-5-51:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Postanowienia ogólne.

- PN-IEC 60364-5-52:2002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Przewodowanie.
- PN-IEC 60364-5-52:2002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Obciążalność prądowa długotrwała przewodów.
- PN-IEC 60364-5-53:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza.
- PN-IEC 60364-5-534:2003 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Urządzenia do ochrony przed przepięciami.
- PN-IEC 60364-5-537:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza. Urządzenia do odłączania izolacyjnego i łączenia.
- PN-HD 60364-5-54:2010 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia, przewody ochronne i przewody połączeń ochronnych.
- PN-E-05125: 1976 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.
- PN-HD 62305-1:2008 Ochrona odgromowa. Część 1: Zasady ogólne.
- PN-HD 62305-2:2008 Ochrona odgromowa. Część 2: Zarządzanie ryzykiem.
- PN-HD 62305-3:2009 Ochrona odgromowa. Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia.
- PN-HD 62305-4:2009 Ochrona odgromowa. Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach.

*mgr inż. Karol Citkowski*  
Upr. bud. do projektowania bez ograniczeń w  
specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i  
urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych  
Nr upr. PDL/0006/POOE/08  
POIIB Nr PDL/1E/0124/08