




## INŻYNIERIA ELEKTRYCZNA MIROSŁAW NOWAK

Rynek 30; 63-940 Bojanowo

tel. 601 085 110; e-mail: [mirosławnowak@hotmail.com](mailto:mirosławnowak@hotmail.com)

biuro: ul. Irlandzka 73a; 64-100 Leszno

### SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH

Nazwa obiektu budowlanego	Instalacja mikrofotowoltaiczna o mocy 6.4kWp	
Adres obiektu budowlanego	Świetlica wiejska Pasierby 1A; 63-830 Pępowo	
Nr działki	178/9 i 178/10 Pasierby	
Inwestor	Gmina Pępowo	
Adres	ul. Stanisławy Nadstawek 6; 63-830 Pępowo	
Branża	Elektryczna	
Opracował	<b>mgr inż. Mirosław Nowak</b> <b>WKP/0218/POOE/05</b> uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych	

marzec 2022r.

## 1. CZĘŚĆ OGÓLNA

### 1.1 PRZEDMIOT SPECYFIKACJI TECHNICZNEJ

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej (ST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót w zakresie zadania „Mikroinstalacja fotowoltaiczna o mocy 6.4kWp” zlokalizowanej na terenie działek nr 178/9 i 178/10 przy świetlicy wiejskiej w Pasierbach 1A w gminie Pępowo.

### 1.2 ZAKRES STOSOWANIA SPECYFIKACJI TECHNICZNEJ

Szczegółowa Specyfikacja Techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1.

### 1.3. ZAKRES ROBÓT OBJĘTYCH SPECYFIKACJĄ TECHNICZNĄ

Roboty objęte niniejszą specyfikacją obejmują wszystkie czynności umożliwiające i mające na celu wykonanie mikroinstalacji fotowoltaicznej określonej w punkcie 1.1.

Przewidziane do wykonania prace obejmują następujący zakres:

- montaż na gruncie poprzez palowanie wolnostojącej systemowej konstrukcji wsporczej pod panele fotowoltaiczne,
- montaż paneli fotowoltaicznych na konstrukcji,
- wykonanie przepustu rurowego dla kabli pod utwardzonym chodnikiem oraz przewiertu w ścianie zewnętrznej,
- okablowanie prądu stałego (DC) i przemiennego (AC),
- okablowanie instalacji teleinformatycznej,
- montaż inwertera fotowoltaicznego,
- uziemienie mikroinstalacji,
- podłączenie mikroinstalacji do rozdzielnic RG,
- pomiary elektryczne.

Zakres prac został ujęty w projekcie technicznym branży elektrycznej oraz pomocniczym przedmiarze robót.

### 1.4. OKREŚLENIA PODSTAWOWE

Podstawowe określenia użyte w ST:

**Dokumentacja projektowa (PB)** – komplet dokumentów wg których należy wykonać zakres prac objętych umową (projekt techniczny branży elektrycznej, opinia techniczna konstrukcyjna, specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych (ST) oraz pomocniczo - przedmiar robót).

**Aparatura rozdzielcza i sterownicza** – ogólna nazwa aparatów elektrycznych, a także zespół tych aparatów ze związanym wyposażeniem, wewnętrznymi połączeniami, osprzętem, obudowami i konstrukcjami wsporczymi – służących do łączenia, sterowania, pomiaru, zabezpieczeń i regulacji pracy obwodów elektrycznych.

**Instalacja elektryczna** – zespół odpowiednio połączonych przewodów i kabli wraz ze sprzętem i osprzętem elektroinstalacyjnym, a także urządzeniami oraz aparatami – przeznaczonymi do przesyłu, rozdziału, zabezpieczenia i zasilania odbiorników energii elektrycznej.

**Instalacja odbiorcza** - instalacja, która znajduje się za rozliczeniowym układem pomiarowym służącym do rozliczeń między dostawcą a odbiorcą energii elektrycznej, a w razie braku układu pomiarowego - za wyjściowymi zaciskami pierwszego urządzenia zabezpieczającego instalację odbiorcy od strony zasilania.

**Kable** - wyroby składające się z jednej lub większej liczby żył izolowanych, zaopatrzone w powłokę oraz ewentualnie - w zależności od warunków układania i eksploatacji w osłonę i pancerz. Kable przystosowane są do układania bezpośrednio w ziemi, wodzie lub kanałach podziemnych, albo też do zawieszenia w powietrzu.

**Obciążalność prądowa długotrwała (przewodu)** - maksymalna wartość prądu, który może płynąć długotrwale w określonych warunkach bez przekroczenia dopuszczalnej temperatury przewodu.

**Obudowa, osłona** - element zapewniający ochronę przed niektórymi wpływami otoczenia i przed dotykiem bezpośrednim z dowolnej strony.

**Klasa ochronności** – umowne oznaczenie, określające możliwości ochronne urządzenia, ze względu na jego cechy budowy, przy bezpośrednim dotyku.

**Stopień ochrony obudowy IP** – określona w PN-EN 60529:2003/A2:2014-07 umowna miara ochrony przed dotykiem elementów wyposażenia rozdzielnic oraz przed przedostaniem się ciał stałych, wnikaniem cieczy (szczególnie wody) i gazów, a którą zapewnia odpowiednia obudowa.

**Wyposażenie rozdzielnic elektrycznej** – zespół aparatury i systemów połączeń wewnętrznych potrzebnych do realizacji wszelkich celów wyznaczonych danej rozdzielnic.

**Obwód instalacji elektrycznej** – zespół elementów instalacji elektrycznej wspólnie zasilanych i chronionych przed przetężeniami wspólnym zabezpieczeniem.

**Obwód odbiorczy (obwód końcowy)** - jest to obwód, do którego przyłączone są bezpośrednio odbiorniki energii elektrycznej lub gniazda wtyczkowe. Głównymi elementami obwodu instalacji elektrycznej są przewody (tory prądowe) umożliwiające przesyłanie energii elektrycznej, łączniki umożliwiające załączanie i wyłączanie oraz zabezpieczenia chroniące elementy obwodu przed skutkami złąć.

**Obwód rozdzielczy** - jest to obwód zasilający tablice rozdzielcze. W obiektach budowlanych role obwodów rozdzielczych pełnią wewnętrzne linie zasilające (WLZ).

**Ochrona przed dotykiem bezpośrednim (podstawowa)** – zespół środków technicznych, chroniących przed zetknięciem się człowieka lub zwierzęcia z częściami czynnymi oraz przed pojawieniem się napięcia na częściach nie znajdujących pod napięciem w warunkach normalnej pracy instalacji.

**Ochrona przy uszkodzeniu** – zespół środków technicznych, chroniących przed wynikłymi z uszkodzenia ochrony przeciwporażeniowej podstawowej, skutkami zetknięcia człowieka lub zwierzęcia z częściami przewodzącymi i/lub częściami obcymi.

**Ochrona przeciwporażeniowa uzupełniająca** - ochrona polegająca na zastosowaniu dodatkowych urządzeń wyłączających np. różnicowoprądowych.

**Połączenie wyrównawcze** – elektryczne połączenie części przewodzących dostępnych i/lub części przewodzących obcych, wykonane w celu wyrównania potencjałów (ekwipotencjalizacji).

**Przewody** - wyroby składające się z jednego lub kilku skręconych drutów albo jednej większej liczby żył izolowanych bez powłoki, lub w zależności od warunków, w których mają być zastosowane - zaopatrzone w powłokę niemetalową.

**Przewód neutralny N (zerowy)** - przewód połączony bezpośrednio z punktem neutralnym układu sieciowego i mogący służyć do przesyłania energii elektrycznej.

**Przewód ochronny PE** – uziemiony przewód stanowiący element zastosowanego środka ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej, nie podlegający obciążeniu prądami roboczymi, do którego przyłącza się części przewodzące dostępne, połączony z główną szyną uziemiającą.

**Przewód ochronno-neutralny PEN** - uziemiony przewód (żyła przewodu) spełniający jednocześnie funkcję przewodu ochronnego i przewodu neutralnego. Przewód PEN występuje w sieciach TN-C. Skrót PEN to kombinacja oznaczenia przewodu ochronnego PE i przewodu neutralnego N.

**Rozdzielnica** – zespół odpowiednio dobranej i wzajemnie połączonej aparatury rozdzielczej, zabezpieczeniowej, łączeniowej i pomiarowo-kontrolnej, usytuowany w szafce wolnostojącej, przyścienniej lub wnękowej – z jednej strony połączony ze złączem doprowadzającym energię elektryczną z sieci, a z drugiej – wewnętrznymi liniami zasilającymi.

**Rozdzielnica główna** - jest to element instalacji elektrycznej występujący w przypadku, gdy z jednego złącza zasilana jest więcej niż jedna linia zasilająca. W rozdzielnicy głównej usytuowane są zabezpieczenia poszczególnych wewnętrznych linii zasilających. Rozdzielnice budynku umieszcza się zwykle w pobliżu złącza.

**Stopień ochrony IP** - stopień ochrony obudowy urządzenia elektrycznego przed dotknięciem części czynnych i części ruchomych, przedostawaniem się ciał stałych oraz dostępem wody.

**Moduł fotowoltaiczny** – urządzenie do bezpośredniej zmiany energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Zbudowany z połączonych ogniw fotowoltaicznych w pełni chroniony przed wpływem warunków środowiskowych.

**Sprawność modułu fotowoltaicznego** – wyrażony w procentach stosunek mocy elektrycznej modułu fotowoltaicznego do natężenia promieniowania słonecznego padającego na powierzchnię modułu PV w danej chwili.

**Ogniwo fotowoltaiczne** – element zbudowany z półprzewodnika, w którym zachodzi konwersja energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną w wyniku zjawiska fotowoltaicznego. Niechronione od czynników zewnętrznych nie może być samodzielnie wykorzystywane do pracy.

**Instalacja podłączona do sieci (on grid)** – typ instalacji fotowoltaicznej, w której energia elektryczna z modułów fotowoltaicznych jest zamieniana przez falownik na prąd przemienny o odpowiednich parametrach i następnie wprowadzana do wewnętrznej odbiorcy z możliwością wypływu do publicznej sieci energetycznej.

**Generator fotowoltaiczny – generator PV** – zespół połączonych ze sobą modułów fotowoltaicznych wytwarzających prąd stały o odpowiednich parametrach.

**Łańcuch fotowoltaiczny – łańcuch PV (string PV)** – zespół połączonych szeregowo modułów fotowoltaicznych.

**Falownik (inwerter)** – urządzenie zamieniające napięcie i prąd stały z generatora PV na napięcie i prąd przemienny o parametrach zgodnych lub zbliżonych do napięcia i prądu w sieci energetycznej niskiego napięcia.

**Dioda obejściowa (bocznikująca) – dioda bypass** – element elektroniczny, który przewodzi prąd elektryczny w sposób niesymetryczny. Montowany w puszce przyłączeniowej modułu fotowoltaicznego, umożliwia przepływ prądu z obejściem zacienionego łańcucha ogniw PV.

**Mikroinstalacja PV** - odnawialne źródło energii, o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 50kW.

**Parametry elektryczne modułów:**

P<sub>max</sub> – moc maksymalna,

V<sub>oc</sub> – napięcie obwodu otwartego,

V<sub>mpp</sub> – napięcie w punkcie mocy maksymalnej,

I<sub>sc</sub> – prąd zwarcia,

I<sub>mpp</sub> – prąd w punkcie mocy maksymalnej.

**STC** - najkorzystniejsze warunki pracy paneli fotowoltaicznych, przy których osiągają one moc szczytową. Po przekroczeniu temperatury ogniwa 25°C następuje spadek wydajności paneli fotowoltaicznych.

**NOCT** - temperatura ogniwa solarnych w normalnych warunkach pracy,

**Temperaturowy współczynnik mocy PMPP [%/K]** – parametr świadczący o tym jaką panel osiągnie moc w danej temperaturze, mówi on, o ile procent zmniejszy się moc panelu z każdym stopniem powyżej temperatury testowej 25°C, im parametr bliższy zeru tym lepiej.

**Współczynnik wypełnienia FF** – iloczyn I<sub>mpp</sub> przez V<sub>mpp</sub> oraz I<sub>sc</sub> (prąd zwarcia) przez V<sub>oc</sub> (napięcie jałowe). Następnie iloraz pierwszego wyniku przez drugi. Im lepszej jakości panel tym uzyskać wartość większą,

**Temperatura ogniwa przy pracy znamionowej** – określa skłonność modułu do nagrzewania się w czasie pracy. Jest to temperatura jaką osiąga panel w normalnych warunkach eksploatacji.

**Gwarancja liniowa** – określana przez producenta minimalna moc modułu jaką gwarantuje producent na przestrzeni lat użytkowania instalacji.

**Maksymalne napięcie wejściowe** – maksymalna wartość napięcia jaką może osiągnąć grupa modułów fotowoltaicznych podłączona w jeden string.

**Napięcie startowe** – minimalna wartość napięcia jaka musi zostać wytworzona przez grupę modułów fotowoltaicznych podłączoną w jeden string, aby inwerter rozpoczął pracę.

**Zakres napięć mppt** – zakres wartości napięcia, w jakim inwerter pracuje, śledząc maksymalny punkt pracy modułów fotowoltaicznych podłączoną w jeden string.

**Ilość mpp trackerów (MPPT)** – ilość oddzielnych mpp trackerów, które pozwalają na niezależną pracę kilku stringów.

**Maksymalny prąd wejściowy** – maksymalna wartość prądu jaka może zostać wytworzona i wprowadzona do inwertera.

## 1.5. OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE ROBÓT

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za ich zgodność z dokumentacją projektową. Rodzaje (typy) urządzeń, osprzętu i materiałów pomocniczych zastosowanych do wykonywania instalacji powinny być zgodne z materiałami podanymi w projekcie technicznym. Zastosowanie do wykonania instalacji innych rodzajów (typów) urządzeń i osprzętu niż wymienione w projekcie dopuszczalne jest jedynie pod warunkiem wprowadzenia do dokumentacji projektowej zmian uzgodnionych w obowiązującym trybie z Inwestorem oraz projektantem opracowującym dokumentację. Wskazane w dokumentacji projektowej wymagania techniczne, certyfikaty i normy muszą być spełnione. Odstępstwa od projektu mogą dotyczyć jedynie dostosowania instalacji do wprowadzonych zmian konstrukcyjno - budowlanych lub zastąpienia zaprojektowanych materiałów – w przypadku niemożliwości ich uzyskania – przez inne materiały lub elementy o co najmniej nie gorszych charakterystykach i trwałości. Wszelkie zmiany i odstępstwa od zatwierdzonej dokumentacji projektowej nie mogą powodować obniżenia wartości funkcjonalnych i użytkowych instalacji, a jeżeli dotyczą zamiany materiałów i elementów określonych w dokumentacji technicznej na inne, nie mogą powodować zmniejszenia trwałości eksploatacyjnej.

### 1.5.1 Przekazanie terenu budowy

Zamawiający w terminie określonym w dokumentach umowy przekazuje Wykonawcy teren budowy wraz z dokumentacją projektową.

### **1.5.2 Zgodność robót z dokumentacją i ST**

Wszystkie wykonane roboty i dostarczone materiały powinny być zgodne z PT i STWiORB. W przypadku, gdy materiały lub roboty nie będą w pełni zgodne z dokumentacją i wpłynie to na niezadawalającą jakość elementu instalacji elektrycznej, to takie materiały zostaną zastąpione innymi, a roboty rozebrane i wykonane ponownie na koszt Wykonawcy.

### **1.5.3 Ochrona przeciwpożarowa**

Wykonawca będzie przestrzegać przepisów ochrony przeciwpożarowej i posiadać odpowiedni i sprawny sprzęt p-poż.. Wykonawca jest odpowiedzialny za wszystkie straty spowodowane pożarem wywołanym jako rezultat realizacji robót przez personel Wykonawcy.

### **1.5.4 Materiały szkodliwe dla otoczenia**

Materiały, które w sposób trwały są szkodliwe dla otoczenia, nie będą dopuszczone do użycia. Nie dopuszcza się użycia materiałów wywołujących szkodliwe promieniowanie o stężeniu większym od dopuszczalnego, określonego odpowiednimi przepisami. Wszelkie materiały odpadowe użyte do robót będą miały aprobatę techniczną wydaną przez uprawnioną jednostkę, jednoznacznie określającą jak szkodliwe jest oddziaływanie tych materiałów na środowisko.

### **1.5.5 Bezpieczeństwo i higiena pracy**

Podczas realizacji robót Wykonawca będzie przestrzegać przepisów dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy. Wykonawca zapewni i będzie utrzymywał wszelkie urządzenia zabezpieczające, socjalne oraz sprzęt i odzież dla ochrony życia i zdrowia osób zatrudnionych na budowie oraz zapewnienia bezpieczeństwa publicznego.

## **2. MATERIAŁY**

### **2.1 Wyszczególnienie materiałów**

Wyszczególnienie materiałów stosowanych przy wykonywaniu robót wg niniejszej ST są materiały wymienione w poszczególnych pozycjach przedmiaru robót oraz dokumentacji projektowej.

### **2.2 Ogólne wymagania**

Materiały, wyroby i urządzenia dostarczane na teren budowy, powinny mieć certyfikaty lub aprobaty techniczne, być nowe i nieużywane.

Wszystkie przewody i kable zastosowane w instalacji elektrycznej muszą spełniać wymagania norm odpowiednich dla danego wyrobu i być zgodne z dokumentacją projektową. Każda zmiana elementu wyposażenia musi być zaakceptowana przez Inspektora Nadzoru i uzyskać akceptację Projektanta.

Wykonawca przed zamówieniem materiałów będzie przedkładał do zatwierdzenia wnioski materiałowe (dokument zatwierdzający do stosowania wybrany przez wykonawcę materiał).

Parametry techniczne okablowania jak: napięcie izolacji, przekrój i typ muszą być zgodne z dokumentacją projektową i obowiązującymi przepisami i normami.

### **2.3 Odbiór materiałów na budowie**

Materiały takie jak rozdzielnice, przewody, kable, moduły PV, falowniki, konstrukcje, sprzęt elektryczny itp. należy dostarczać na budowę wraz ze świadectwami jakości, kartami gwarancyjnymi, protokołami odbioru technicznego, atestami lub aprobatami technicznymi. Dostarczone na miejsce budowy materiały należy sprawdzić pod względem kompletności i zgodności z danymi wytwórcy.

W przypadku stwierdzenia wad lub nasuwających się wątpliwości mogących mieć wpływ na jakość wykonania robót, materiały należy przed ich wbudowaniem poddać badaniom określonym przez dozór techniczny robót.

## **2.4 Materiały nie odpowiadające wymaganiom**

Materiały te zostaną przez Wykonawcę wywiezione z terenu budowy, bądź złożone w miejscu wskazanym przez Inspektora Nadzoru. Każdy rodzaj robót, w którym znajdują się nie zbadane i nie zaakceptowane materiały Wykonawca wykonuje na własne ryzyko, licząc się z jego nie przyjęciem i niezapłaceniem.

## **2.5 Przechowywanie i składowanie materiałów**

Wykonawca zapewni aby tymczasowo składowane materiały, do czasu gdy będą one potrzebne do robót, były zabezpieczone przed zanieczyszczeniem, zachowały swoją jakość i właściwości do robót i były dostępne do kontroli Inspektora Nadzoru.

## **2.6 Mikroinstalacja fotowoltaiczna – rodzaj materiałów i urządzeń**

### **2.6.1. Moduły fotowoltaiczne**

Zastosować monokrystaliczne moduły fotowoltaiczne 108-ogniowe M10 typu PERC Half-Cut o mocy jednostkowej 400Wp

Dodatkowe wymagane parametry:

- napięcie pracy min. 1000 VDC,
- klasa ogni: A,
- min. dziewięć wiązek przewodzących 9BB,
- powłoka antyreflekcyjna,
- szyba frontowa hartowana 3,2mm,
- rama z anodowanego aluminium – grubość min. 30mm,
- temperaturowy współczynnik mocy maks. -0,36%/°C,
- wydajność: nie mniej niż 20,5%,
- współczynnik wypełnienia FF >78%,
- tolerancja mocy tylko dodatnia,
- temperatura ogniw przy pracy znamionowej maks. 45°C,
- puszka przyłączeniowa: min. IP67, 3 diody bocznikujące,
- odporność na obciążenie mechaniczne min. 5400Pa,
- odporność na parcie wiatru min. 2400Pa,
- min. 12 letnia gwarancja produktowa,
- liniowa gwarancja mocy po 10 latach pracy: nie mniej niż 91,5% wartości nominalnej,
- temperatura pracy: -40/+85°C,
- możliwość pozyskania od producenta fabrycznie zastosowanych konektorów lub uzyskanie zgody na wymianę skrajnych konektorów na poszczególnych stringach połączeniowych na MC4,
- gwarancja producenta realizowana na terenie Polski lub UE bezpośrednio przez producenta lub jego autoryzowany serwis / serwis dystrybutora,
- muszą posiadać certyfikat zgodności z normą PN-EN 61215.

### **2.6.2. Konstrukcje montażowe**

Konstrukcje wolnostojące dwupodporowe wbijane w grunt dedykowane pod panele fotowoltaiczne w układzie 4 modułów poziomo o wymiarach (długość do 1726mm / szerokość do 1136mm) nachylone pod kątem 25°.

Konstrukcje złożone z metalowych pionowych profili nośnych wbijanych za pomocą kafara na gł. min. 1,5m, oraz stalowych ram poziomych, do których montowane będą poszczególne panele za pomocą elementów mocujących z aluminium. Zastosowane konstrukcje wsporcze muszą być rozwiązaniem standardowym z dokumentacją posiadającą stosowne badania i certyfikaty.

Konstrukcje montażowe muszą spełniać łącznie następujące warunki:

- konstrukcje wykonane ze stali cynkowanej ogniowo, zgodnie z normą PN - EN ISO 1461 i klasą korozyjności min. C4 zgodnie z kategoriami korozyjności według PN-EN ISO 12944-2,
- konstrukcje pokryte powłoką ochronną metaliczną antykorozyjną Magnelis,
- gwarancja producenta min. 10 lat na wady ukryte,
- konstrukcja wsporcza powinna gwarantować odporność antykorozyjną min. 20lat,
- producent spełnia wymagania jakościowe normy ISO 9001:2015,
- jakość produktu potwierdzona certyfikatem wydanym przez zewnętrzną jednostkę certyfikującą,

- konstrukcja wsporcza powinna umożliwiać mocowanie modułów do konstrukcji, które nie przenosi obciążeń konstrukcji bezpośrednio na moduły,
- połączenia złączne - klasa 8.8 ocynk ogniowy,
- śruby, nakrętki, podkładki AISI 304.
- konstrukcji nie ciąć mechanicznie przy użyciu tarcz do cięcia metalu,
- dopuszcza się odcięcie części znajdującej się poza podporą przy wykorzystaniu technik cięcia na zimno,
- górną część podpór pionowych objętą „kafarowaniem” oraz okolice wykonanego cięcia lub otworu wierconego zabezpieczyć antykorozyjnie powłoką zawierającą min. 96% cynku w suchej warstwie (środkiem dopuszczonym do zastosowania przez producenta).

### 2.6.3. Falowniki

Zastosować beztransfornatorowy trójfazowy falownik sieciowy 6kW AC wyposażony w chłodzenie aktywne z wentylatorem wymuszającym przepływ powietrza w bezpośrednim otoczeniu powierzchni radiatora, ułatwiając odprowadzanie z niego ciepła.

Dodatkowe wymagane parametry:

- 2 MPPT,
- stopień ochrony IP66,
- zintegrowany rozłącznik DC,
- pomiar rezystancji izolacji strony DC,
- wyposażenie w moduł monitorowania prądu uszkodzeniowego,
- ochrona przed odwróconą polaryzacją,
- ograniczenie mocy wyjściowej w przypadku przeciążenia,
- sprawność europejska ważona: min. 97,7%,
- sprawność: 98%,
- zakres temperatury otoczenia -40 do +60°C,
- możliwość podłączenia równoległych łańcuchów na zaciski DC MPPT w przestrzeni przyłączeniowej wewnątrz falownika oraz możliwość zabudowania ograniczników przepięć DC typu 1+2 wewnątrz przestrzeni instalacyjno - przyłączeniowej falownika (brak potrzeby używania stałoprądowych skrzynek przyłączeniowych),
- wejście sygnałowe do monitorowania stanu ochronników przeciwprzepięciowych,
- wyposażenie w interfejs Ethernet LAN lub WIFI do rejestracji danych i do zdalnego nadzorowania falowników i produkcji energii w chmurze www,
- data produkcji: nie później niż 12 miesięcy przed datą montażu,
- gwarancja min. 7 lat,
- certyfikat potwierdzający spełnienie wymogów kodeksu NC RfG oraz wymogów z rozporządzenia KE 2016/631 oraz umieszczenie w wykazie urządzeń, które zostały pozytywnie zweryfikowane przez OSD będących członkami PTPIREE,
- gwarancja producenta realizowana na terenie Polski lub UE bezpośrednio przez producenta lub jego autoryzowany serwis.

#### 2.6.4. Okablowanie DC i AC

Kabel stałoprądowy DC prowadzić pod panelami łącząc jeden z drugim a następnie poszczególne łańcuchy paneli wprowadzić na odpowiednie wejścia MPPT inwerterów. Połączenie pomiędzy poszczególnymi panelami w rzędzie zostanie wykonane za pomocą kabla DC dołączonego do skrzynki przyłączeniowej każdego modułu fotowoltaicznego. Połączenie pomiędzy skrajnymi końcami łańcuchów wykonać za pomocą kabla solarnego o przekroju 6mm<sup>2</sup> 0,6/1kV. Zastosować kabel o powłoce zewnętrznej z usieciowanej mieszanki bezhalogenowej, odpornej na UV i zewnętrzne warunki atmosferyczne oraz maksymalnej temperaturze żyły podczas pracy 120°C i klasie reakcji na ogień min. Eca. Kabel stałoprądowy prowadzić wzdłuż konstrukcji wsporczej i mocować do konstrukcji lub ramek modułów za pomocą dedykowanych uchwytów lub opasek z tworzywa sztucznego odpornych na promieniowanie UV. Zakończenia przewodów zostaną wykonane za pomocą dedykowanych złączek w standardzie MC4. Wymaga się wykonywanie połączeń za pomocą szybkozłączy jednego typu i producenta w ramach jednego połączenia. Przewody muszą być luźno ułożone, nie mogą być układane pod obciążeniem mechanicznym, muszą być odciążone i w wystarczającym stopniu uwolnione od naprężeń. W trakcie funkcjonowania instalacji nie mogą być poddawane mechanicznemu naprężeniu. Należy unikać kontaktu z ostrymi krawędziami lub porysowaniem na szorstkim podłożu.

Połączenie pomiędzy inwerterem a rozdzielnicą główną zlokalizowaną w korytarzu budynku świetlicy wykonać w układzie TN-S przewodem YKYżo 5x6mm<sup>2</sup> 1kV ułożonym bezpośrednio w ziemi oraz w listwie instalacyjnej niepalnej w budynku. Zasilanie instalacji PV zabezpieczyć wyłącznikiem nadprądowym 3P/C16A. Przy falowniku w dodatkowej obudowie zabudować główny rozłącznik izolacyjny 4P/63A oraz ochronnik typu 2 obwodu AC instalacji PV.

Kable układać zgodnie z normą N SEP-E-004 w wykopie o głębokości 80cm na podsypce z piasku o grubości 10cm. Następnie należy zasypać warstwą piasku o grubości 10cm, warstwą rodzimego gruntu o grubości 15cm, ułożyć taśmę kablową koloru niebieskiego i zasypać wykop. Zwrócić uwagę, aby na dnie wykopu jak i w zasypywanym gruncie nie znajdował się gruz lub kamienie. Podczas wykonywania wykopu związanego z ułożeniem kabli zwrócić szczególną uwagę na uzbrojenie terenu i bezwzględnie w miejscach skrzyżowań wykopy prowadzić ręczne. Po ułożeniu kabla dokonać zagęszczenia wykopów. Na kablach układanych w ziemi należy w odstępach co 10m nałożyć opaski kablowe zawierające następujące informacje: typ kabla – rok ułożenia – trasa (adres).

W wykopie przy układaniu kabli należy stosować zasadę odsunięcia względem siebie kabla zasilającego i kabla komunikacyjnego F/UTP.

Pod chodnikiem utwardzonym kostką brukową należy wykonać przepust z rury PE-HD Ø75 koloru niebieskiego.

Kabel po ułożeniu w wykopie przed zasypaniem należy zainwentaryzować geodezyjnie oraz poddać badaniu w zakresie rezystancji izolacji i ciągłości żył przewodzących.

#### 2.6.5. Przyłączenie mikroinstalacji PV do instalacji odbiorczej

Projektowaną mikroinstalację należy przyłączyć do rozdzielnic RG zlokalizowanej w korytarzu świetlicy. Z uwagi na znaczną odległość falownika od punktu przyłączenia celem minimalizacji spadku napięcia i minimalizacji wzrostu impedancji projektuje się kabel o przekroju 5x6mm<sup>2</sup>.

#### 2.6.6. Instalacja teleinformatyczna

Nad rozdzielnią RG zabudować obudowę n/t w II klasie ochronności z gniazdem 230V z możliwością zabudowy routera na kartę SIM z min. 1xRJ-45 10/100, Wi-Fi (802.11 b/g/n), 2.4 GHz, prędkość 300 Mb/s (Wi-Fi) wraz z zasilaczem 230V.

Dla potrzeb monitoringu www instalacji PV należy wykonać połączenia sygnałowe poprzez ułożenie kabla F/UTPw żel 4x2x0,5mm<sup>2</sup> kat.5E pomiędzy punktem dostępowym a falownikiem.

W przygotowanym wykopie przy układaniu kabli należy stosować zasadę odsunięcia względem siebie kabla komunikacyjnego F/UTP od kabla zasilającego.

#### 2.6.7. Ochrona przeciwprzepięciowa

Do ochrony przeciwprzepięciowej zastosować ograniczniki przepięć DC do fotowoltaiki kombinowane typ 1+2 ze stykiem zdalnej komunikacji uszkodzenia zabudowane wewnątrz falownika na jego bazie montażowej oraz dedykowanego do PV ogranicznika przepięć strony AC typu 2 o napięciowym poziomie ochrony  $U_p = 1,5kV$  zabudowanego w obudowie IP66 hermetycznej n/t zlokalizowanej na konstrukcji przy falowniku (wraz z rozłącznikiem AC). Ograniczniki muszą być wyposażone w znacznik optyczny stanu ochronnika.



Dla potrzeb diagnostycznych skonfigurować w falowniku wejście stykowe do monitorowania stanu zestyków bezpotencjałowych ochronników DC z funkcją wysyłania przez falownik poprzez sieć www ostrzeżenia o ewentualnym zadziałaniu.

### **2.6.8. Uziemienie instalacji mikrofotowoltaicznej**

Instalacja PV będzie uziemiona poprzez wykonanie sztucznego uziomu pionowego wykonanego przez pograżenie prętów uziomowych w grunt metodą uderową. Uziom pograżony na głębokość pozwalającą uzyskać wymaganą wartość rezystancji uziemienia  $R \leq 10 \Omega$ . Uziom pograć w odległości min. 1m od konstrukcji, aby najwyższa część była zlokalizowana nie mniej niż 0,6 m pod powierzchnią gruntu.

W pobliżu falownika wykonać szynę uziomową wykonaną jako „odstawka” z bednarki FeZn połączonej z uziomem. Do szyny przyłączyć przewodem LgYżo 1x16mm<sup>2</sup> 750V konstrukcję, natomiast przewodem LgYżo 6mm<sup>2</sup> 750V zacisk PE falownika, ochronników DC oraz szynę PE szafki AC.

## **3. SPRZĘT**

Sprzęt pomocniczy, transportowy i ochrony stosowany przy robotach elektrycznych powinien odpowiadać ogólnie przyjętym wymaganiom co do ich jakości oraz wytrzymałości. Maszyny, urządzenia i sprzęt zmechanizowany używane na budowie powinny mieć ustalone parametry techniczne i powinny być ustawione zgodnie z wymaganiami producenta oraz stosowane zgodnie z ich przeznaczeniem.

Urządzenia i sprzęt zmechanizowany podlegające przepisom o dozorze technicznym, eksploatowane na budowie, powinny mieć aktualne ważne dokumenty uprawniające do ich eksploatacji.

Maszyny można uruchomić dopiero po uprzednim zbadaniu ich stanu technicznego. Należy je zabezpieczyć przed możliwością uruchomienia przez osoby niepowołane. Wykonawca przystępujący do wykonania instalacji elektrycznych winien wykazać się możliwością korzystania z następujących maszyn i sprzętu gwarantujących właściwą jakość robót:

- samochód dostawczy,
- elektronarzędzia,
- spawarka transformatorowa,
- obcinarka do przewodów i inny drobny sprzęt elektryka.
- katar samojezdny przeznaczony do wbijania w grunt stalowych profili,
- minikoparka.

## **4. TRANSPORT**

Środki i urządzenia transportu powinny być odpowiednio przystosowane do transportu materiałów, elementów itp. niezbędnych do wykonania danego rodzaju robót elektrycznych. W czasie transportu należy zabezpieczyć przemieszczanie przedmiotów w sposób zapobiegający ich uszkodzeniu. Transport powinien odbywać się zgodnie z przepisami BHP i ruchu drogowego. Kręgi przewodów należy układać poziomo, zrzucanie kręgów przewodów jest zabronione.

## **5. WYKONANIE ROBÓT**

### **5.1 Ogólne zasady wykonania robót**

Wykonawca jest odpowiedzialny za prowadzenie robót zgodnie z umową oraz za jakość zastosowanych materiałów i wykonywanych robót, za ich zgodność z dokumentacją projektową PB oraz poleceniami Inspektora Nadzoru.

Wykonawca ponosi odpowiedzialność za dokładne wytyczne w planie i wyznaczenie wysokości wszystkich elementów robót zgodnie z wymiarami i planem określonym w dokumentacji projektowej lub przekazanymi na piśmie przez Inspektora Nadzoru.

Następstwa jakiegokolwiek błędu spowodowanego przez Wykonawcę w wytyczeniu i wyznaczeniu robót zostaną, jeśli wymagać tego będzie Inspektor Nadzoru, poprawione przez Wykonawcę na własny koszt.

Montaż instalacji powinien być wykonany przez odpowiednio wykwalifikowany personel z zastosowaniem właściwych materiałów. Kwalifikacje personelu muszą być potwierdzone świadectwem kwalifikacyjnym zgodnym z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28 kwietnia 2003r. (Dz.U. Nr 89,poz.828).

### **5.2 Montaż wyposażenia rozdzielnic**

Aparaturę montować ściśle wg jej położenia określonego w Dokumentacji Projektowej. Przewody wprowadzać w pełnej izolacji, izolację żył przewodów pozostawiać jak najbliżej zestyków aparatów, pozostawić zapas przewodów.

Wykonać wymagane opisy i oznaczenia aparatów i obwodów.

### **5.3 Wymagania ogólne dotyczące instalacji**

1. Do wykonania instalacji elektrycznych należy używać przewodów, kabli, sprzętu i osprzętu oraz aparatury i urządzeń posiadających znak bezpieczeństwa lub dopuszczenia do stosowania w budownictwie.
2. Wszystkie urządzenia wraz z oprzewodowaniem oraz wszystkie ciągi instalacyjne powinny być tak zainstalowane, aby możliwe było swobodne funkcjonowanie oraz dostęp w czasie przeglądów i konserwacji.
3. Trzeba umożliwić wymianę instalacji i przewodów bez naruszania konstrukcji budynku.
4. Należy zapewnić bezkolizyjność instalacji elektrycznych z innymi instalacjami.
5. Instalacja elektryczna powinna być wykonana tak, aby nie występowało wzajemne szkodliwe oddziaływanie między tą instalacją a innymi instalacjami nieelektrycznymi stanowiącymi wyposażenie obiektu.
6. Trasy przewodów należy wykonywać w liniach prostych, równoległe do krawędzi ścian stropów.
7. Tablice z aparatami zabezpieczającymi należy ustawić w taki sposób, aby zapewnić łatwą obsługę i zabezpieczenie przed dostępem niepowołanych osób.
8. Instalacje elektryczne należy wykonać i zabezpieczyć w taki sposób, aby nie były źródłem pożarów w budynku, ani nie powodowały rozprzestrzeniania się ognia.
9. Osłony aparatów, osprzętu, urządzeń elektrycznych powinny być w sposób skuteczny zabezpieczone przed korozją.
10. Wszystkie elementy wyposażenia elektrycznego powinny być dobrane z uwzględnieniem maksymalnych prądów roboczych (wartość skuteczna dla prądu przemiennego), które mogą wystąpić w normalnych warunkach eksploatacji oraz z uwzględnieniem prądów mogących wystąpić w warunkach zakłóceń w określonym czasie, podczas którego może być spodziewany przepływ prądu przetężeniowego.
11. Przewody powinny posiadać oznaczenia barwne zgodne z normą PN-EN 60446.

### **5.4 Trasowanie**

Trasowanie powinno uwzględniać miejsca mocowania konstrukcji wsporczych instalacji. Należy przestrzegać utrzymania jednakowych wysokości zamocowania wsporników i odległości między punktami wsparcia. Trasa instalacji elektrycznych powinna przebiegać bezkolizyjnie z innymi instalacjami i urządzeniami, powinna być przejrzysta, prosta i dostępna dla prawidłowej konserwacji oraz remontów.

### **5.5 Układanie przewodów**

Uchwyty przewidziane do ułożenia na nich instalacji elektrycznych, bez względu na rodzaj instalacji, powinny być zamocowane do podłoża w sposób trwały, uwzględniający warunki lokalne i technologiczne, w jakich dana instalacja będzie pracować, oraz sam rodzaj instalacji.

## 5.6 Montaż konstrukcji wsporczych i uchwytów

Konstrukcje wsporcze i uchwyty przewidziane do ułożenia na nich instalacji elektrycznych, bez względu na rodzaj instalacji, powinny być zamocowane do podłoża (ścian, stropów, konstrukcji budynków itp.) w sposób trwały, uwzględniający warunki lokalne i technologiczne, w jakich dana instalacja będzie pracować oraz sam rodzaj instalacji.

## 5.7 Przejścia przez ściany i strop

Przejścia przez ściany i strop powinny spełniać następujące wymagania:

- wszystkie przejścia obwodów instalacji elektrycznych przez ściany, stropy itp. muszą być chronione przed uszkodzeniami,
- przejścia te należy wykonywać w przepustach rurowych,
- obwody instalacji elektrycznych przechodząc przez podłogi muszą być chronione do wysokości bezpiecznej przed przypadkowymi uszkodzeniami. Jako osłony przed uszkodzeniami mechanicznymi należy stosować rury stalowe lub rury z tworzywa sztucznego.

## 5.8 Montaż sprzętu i osprzętu

Do wykonania instalacji elektrycznych należy stosować sprzęt i osprzęt według Dokumentacji Projektowej, w której wyposażenie dobrano i sprawdzono pod względem jakościowym, stopnia ochronnego obudowy i poprawności konstrukcji z wymaganiami przepisów. Wszystkie aparaty należy montować zgodnie z fabryczną instrukcją montażu. Sprzęt należy mocować do podłoża w sposób trwały zapewniający mocne i bezpieczne jego osadzenie.

## 5.9 Podejścia do odbiorników

Podejścia instalacji elektrycznych do odbiorników należy wykonać w miejscach bezkolizyjnych, bezpiecznych oraz w sposób estetyczny. Podejścia od przewodów ułożonych w podłodze należy wykonywać w rurach, zamocowanych pod powierzchnią podłogi, albo w specjalnie przewidzianych do tego celu kanałach. Rury i kanały muszą spełniać odpowiednie warunki wytrzymałościowe i być wyprowadzone ponad podłogę do wysokości koniecznej dla danego odbiornika.

Do odbiorników zamocowanych na ścianach, stropach lub konstrukcjach, podejścia należy wykonywać przewodami ułożonymi na tych ścianach, stropach lub konstrukcjach budowlanych, a także na innego rodzaju podłożach, np. kształtowniki, korytka, drabinki kablowe itp.

## 5.10 Przyłączanie odbiorników

Miejsca połączeń żył przewodów z zaciskami odbiorników powinny być dokładnie oczyszczone. Samo połączenie musi być wykonane w sposób pewny pod względem elektrycznym i mechanicznym oraz zabezpieczone przed osłabieniem siły docisku i korozją. Bez względu na rodzaj instalacji przyłączenia odbiorników są wykonywane w zasadzie jednakowo, z tym, że dzielą się na dwa rodzaje:

- przyłączenia sztywne,
- przyłączenia elastyczne.

Przyłączenia sztywne należy wykonywać w rurach sztywnych wprowadzonych bezpośrednio do odbiorników oraz przewodami kabelkowymi i kablami. Wykonuje się je do odbiorników stałych, zamocowanych do podłoża i nieulegającym żadnym przesunięciom.

Przyłączenia elastyczne stosuje się, gdy odbiorniki są narażone na drgania o dużej amplitudzie lub przystosowane są do przesunięć i przemieszczeń. Przyłączenia te należy wykonywać:

- przewodami izolowanymi wielożyłowymi giętkimi lub oponowymi,
- przewodami izolowanymi jednożyłowymi giętkimi w rurach elastycznych,
- przewodami izolowanymi wielożyłowymi giętkimi lub oponowymi w rurach elastycznych,
- przewody wychodzące z rur powinny być zabezpieczone przed mechanicznymi uszkodzeniami.

## 5.11 Instalacje ochronne

W urządzeniach do 1kV ochronę podstawową przed dotykiem bezpośrednim realizuje się poprzez izolowanie części czynnych i stosowanie obudów o odpowiednim stopniu ochrony IP.

Ochrona przeciwporażeniowa przy uszkodzeniu zostanie zrealizowana poprzez samoczynne wyłączenie zasilania przy pomocy urządzeń ochrony przetężeniowej (nadmiarowo-prądowej).

## **5.12 Uwagi dodatkowe**

Całość instalacji elektrycznej wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami i warunkami wykonywania i odbioru robót budowlano-montażowych. W trakcie realizacji instalacji należy przestrzegać obowiązujących przepisów BHP. Wszystkie urządzenia i materiały winny posiadać stosowne atesty i dopuszczenia.

Wykonawca jest zobowiązany do odtworzenia uszkodzonych dróg wewnętrznych, chodników, zieleni, w wypadku ich uszkodzenia w związku z wykonanymi robotami oraz usunięcie z terenu budowy powstałych odpadów materiałowych i gruzu oraz ich utylizacji zgodnie z ustawą o odpadach.

Dla bezpieczeństwa osób, zaleca się, aby budynek, w którym znajduje się instalacja fotowoltaiczna posiadał oznakowanie zgodne z normą: PN-HD 60364-7-712:2016 w następujących miejscach:

- w rozdzielni głównej budynku,
- w złączu kablowo – pomiarowym ZKP.

Oznaczyć rozłącznik DC przy falowniku.

## **5.13 Wymagania ogólne dotyczące BHP przy wykonywaniu robót elektrycznych**

- a) Przy wykonywaniu robót każdy wykonawca zobowiązany jest do przestrzegania obowiązujących przepisów w zakresie BHP.
- b) Podstawowym aktem prawnym obowiązującym w zakresie BHP jest ustawa Kodeks Pracy z dnia 26 czerwca 1974r. z późniejszymi zmianami. W Dz.U. 2002 nr 199, poz. 1673 i nr 200, poz. 1679 opublikowano dwie ustawy, które wprowadzają zmiany do Kodeksu pracy z dniem 1 stycznia 2003r.
- c) Sprawy bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach elektrycznych szczegółowo reguluje rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. (Dz. U. 1999 nr 80, poz. 980).
- d) Wykonawca robót powinien przestrzegać wymagań generalnego wykonawcy w zakresie BHP.
- e) Wykonawca robót powinien mieć uprawnienia budowlane oraz świadectwo kwalifikacyjne D i E w zakresie dozoru i eksploatacji instalacji i urządzeń elektroenergetycznych, zgodnie z rozporządzeniem Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28 kwietnia 2003r. w sprawie szczegółowych zasad stwierdzania posiadanych kwalifikacji przez osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń i instalacji i sieci (Dz.U. 2003 nr 89, poz. 828; nr 129. poz. 1184).

## **6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

### **6.1 Oględziny instalacji elektrycznych**

Zakres oględzin obejmuje sprawdzenie prawidłowości:

- wykonania instalacji pod względem estetycznym (jakość wykonania instalacji);
- ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym - wg PN-HD 60364-4-41:2007 oraz PN-IEC: 60364-4-47:2001;
- umieszczenia schematów, tablic ostrzegawczych lub innych informacji na oznaczanie obwodów, bezpieczników, łączników, zacisków itp - wg PN-IEC 60364-5-51:2000, PN-IEC 60038:1999, PN-IEC 60617-7:2000(U), PN-IEC 60617-11:2002(U), PN-EN 60617-6:2002(U), PN-88/E-08501, PN-92/N-01256/01, PN-92/N01256/02 i PN-92/N 01256/03;
- wykonania dostępu do instalacji i urządzeń elektrycznych w celu ich wygodnej obsługi i konserwacji.

### **6.2. Badania i pomiary kabli i przewodów**

Po wykonaniu Robót należy sprawdzić:

- prawidłowość ułożenia kabli i przewodów w korytkach kablowych, w rurach osłonowych oraz w uchwytach na tynku,
- zachowanie odległości i jakości osłon w miejscach zbliżeń i skrzyżowań kabli i i przewodów,
- sposób wyprowadzenia kabli do przepustów,
- jakość montażu i kompletność osprzętu instalacyjnego,
- prawidłowość i kompletność podłączonych urządzeń odbiorczych,
- jakość połączeń końcówek kablowych i przewodowych,
- oznakowanie tras kablowych i samego kabla,

- zgodność faz kabla lub przewodu z oznaczeniami,
- rezystancję izolacji,
- ciągłość żył kabla lub przewodu.

### 6.3. Badania i pomiary sterowniczych

Po ułożeniu kabli należy sprawdzić:

- promienie gięcia kabli na zakrętach,
- opaski kablowe na odpływach z korytek,
- zachowanie wymaganych odległości pomiędzy kablami,
- jakość połączeń końcówek kablowych,
- prawidłowość połączeń ekranów,
- jakość montażu i kompletność osprzętu kablowego.

### 6.4. Badania i pomiary rozdzielnic siłowych i sterujących

Po wykonaniu robót związanych z montażem i podłączaniem rozdzielnic siłowych i sterujących należy sprawdzić:

- nastawy zabezpieczeń,
- ciągłość przewodów ochronnych,
- połączenia i konserwację wszystkich wewnętrznych zacisków ochronnych,
- połączenia zacisków wewnętrznego okablowania zasilającego i sterowniczego,
- kompletność i prawidłowość montażu wyposażenia,
- zastosowanie osłon odkrytych części będących pod napięciem wyższym niż bezpieczne,
- prawidłowość opisów poszczególnych elementów i urządzeń wyposażenia.

### 6.5. Badania i pomiary instalacji uziemiającej

Po wykonaniu robót związanych z układaniem instalacji uziemiającej należy sprawdzić:

- połączenie zacisku lub szyny PE z uziemieniem,
- ciągłość przewodów uziemiających,
- zamocowanie przewodów instalacji uziemiających,
- jakość połączeń przewodów uziemiających na złączach kontrolnych,
- konserwację spawanych połączeń uziomów,

### 6.6. Badania i pomiary instalacji fotowoltaicznej

Pomiary powinny obejmować test wszystkich obwodów AC zgodnie z wymaganiami PN-HD 60364-6, w szczególności pomiar ciągłości przewodów, pomiar rezystancji izolacji, pomiar impedancji pętli zwarcia, pomiar skuteczności ochrony przeciwporażeniowej oraz pomiar rezystancji uziemienia.

Ponadto wykonanie odpowiednich pomiarów instalacji PV:

- ciągłości połączeń ochronnych i wyrównawczych. zgodnie z normą PN-EN 61557-4 prądem 200mA z automatyczną zmianą polaryzacji (rezystancja pojedynczego połączenia wyrównawczego nie powinna przekraczać wartości  $1,0\Omega$ ),
- zgodnie z normą PN-EN 62446-1 w wymaganym minimum tj. przeprowadzenie oględzin oraz pomiarów napięcia obwodu otwartego łańcuchów modułów, prądu podczas pracy falownika, prądu zwarcia łańcuchów modułów, pomiar rezystancji izolacji, sprawdzenie funkcjonalne - badanie mocy stringu po stronie DC.

Na wstępie należy sprawdzić polaryzację przewodów i stringów, oraz iloczyn liczby modułów i napięcia obwodu otwartego.

Pomiary należy przeprowadzić w warunkach atmosferycznych z odpowiednim natężeniem promieniowania słonecznego – min. 500W/m<sup>2</sup>. Dodatkowo zastosowany sprzęt pomiarowy powinien mieć możliwość po wprowadzeniu mierzonych automatycznie wartości dotyczących warunków środowiskowych oraz irradancji przeliczenie wartości mierzonych do warunków STC.

## **7. PRZEDMIAR I OBMIAR ROBÓT**

### **7.1 Przedmiar robót**

Dla wykonania tego zamówienia dla potrzeb pomocniczych sporządzono przedmiar robót.

### **7.2 Obmiar robót**

Jednostki obmiarowe robót:

- a) Dla rozdzielnic, obudów, tablic, aparatów, osprzętu, opraw, złącz, wsporników, konstrukcji, przebieg - 1szt.
- b) Dla instalacji liniowych (przewody, kable, trasy, uziomy, zwody i przewody inst. odgr.) - 1m.
- c) Dla podłączeń: przewodów i kabli - 1szt.
- d) Dla badań i pomiarów pomontażowych - 1 pomiar.
- e) Inne jednostki obmiar (1kpl., 1m<sup>2</sup>) wynikające z zastosowanych norm jednostkowych KNNR i KNR.

## **8. ODBIÓR ROBÓT**

### **8.1 Odbiór częściowy**

Powinno przeprowadzać się badanie pomontażowe częściowe elementów urządzeń, które ulegają zakryciu, uniemożliwiając ocenę prawidłowości ich wykonania po całkowitym ukończeniu prac.

Instalacje elektryczne powinny być poddane pomiarom i sprawdzone przed oddaniem ich do eksploatacji w celu potwierdzenia zgodności wykonania z wymaganiami norm.

### **8.2 Odbiór końcowy**

1. Po wykonaniu zadania i uruchomieniu mikroinstalacji z pozytywnym przyłączeniem do sieci elektroenergetycznej wykonawca robót zgłasza Inwestorowi instalację do odbioru końcowego.
2. Wykonawca uruchomi prezentację danych diagnostycznych i produkcji energii elektrycznej z instalacji PV na dedykowanej falownikom platformie www w sieci internetowej.
3. Odbioru końcowego dokonuje komisja odbiorcza powołana przez Inwestora.
4. Do przeprowadzenia odbioru konieczne jest przygotowanie dokumentacji projektowej powykonawczej. Kierownik robót przygotowuje niezbędne dokumenty do odbioru.
5. Odbiór końcowy instalacji obejmuje:
  - a) sprawdzenie przedstawionych dokumentów (dokumentacji powykonawczej);
  - b) sprawdzenie zgodności wykonanej instalacji z umową, dokumentacją projektową, przepisami techniczno-budowlanymi, Polskimi Normami oraz zasadami wiedzy technicznej;
  - c) oględziny instalacji;
  - d) sprawdzenie skuteczności działania zabezpieczeń i środków ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym;
  - e) badania i próby montażowe - protokoły z dokonanych pomiarów,
  - f) geodezyjną dokumentację powykonawczą
  - g) protokoły odbioru robót zanikających.
5. Przy odbiorze końcowym należy:
  - a. sprawdzić zgodność wykonanych robót z umową, projektem technicznym, warunkami technicznymi wykonania, normami i przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej;
  - b. sprawdzić udokumentowanie jakości wykonanych robót odpowiednimi protokołami sprawdzeń odbiorczych oceniając przy tym wykonanie zaleceń oraz ustaleń zawartych w protokołach prób i odbiorów między operacyjnych i częściowych;
  - c. w przypadku odbioru całości obiektu stwierdzić, czy spełnia on zasady prawidłowej eksploatacji i może być użytkowany lub stwierdzić istniejące wady i usterki.
6. Z odbioru końcowego powinien być sporządzony protokół podpisany przez upoważnionych przedstawicieli Zamawiającego i Wykonawcy oraz przez osoby biorące udział w czynnościach odbiorowych. Protokół powinien zawierać ustalenia poczynione w toku odbioru, stwierdzone ewentualne wady i usterki oraz uzgodnione terminy ich usunięcia. W przypadku, gdy wyniki odbioru końcowego upoważniają do przyjęcia obiektu do eksploatacji protokół powinien zawierać odnośne oświadczenie zamawiającego lub w przeciwnym przypadku, odmowę wraz z jej uzasadnieniem.

## 9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

### 9.1. Wymagania ogólne

Ogólne zasady płatności będą zgodne z Warunkami Kontraktu zawartymi w umowie.

## 10. PRZEPISY ZWIĄZANE

### 10.1 Normy

1. PN-HD 603 S1:2002 Kable rozdzielcze na napięcie znamionowe 0,6kV/1kV (oryg.),
2. PN-87/E-90056 Przewody elektroenergetyczne ogólnego przeznaczenia do układania na stałe. Przewody o izolacji i powłoce polwinitowej, okrągłe,
3. PN-87/E-90060 Przewody elektroenergetyczne ogólnego przeznaczenia do układania na stałe. Przewody o izolacji i powłoce polwinitowej, płaskie,
4. PN-EN 60439 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. (zbiór norm),
5. PN-EN 60947 Aparatura rozdzielcza i sterownicza niskonapięciowa. (zbiór norm),
6. PN-EN 60446 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, oznaczenie i identyfikacja – Oznaczenia identyfikacyjne przewodów elektrycznych barwami i cyframi,
7. PN-IEC 60050-826:2000 Międzynarodowy słownik terminologiczny elektryki. Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych,
8. PN-EN 60529:2003 Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP),
9. PN-EN 50086 Systemy rur instalacyjnych do prowadzenia przewodów. (zbiór norm),
10. PN-EN 61386 Systemy rur instalacyjnych do prowadzenia przewodów. (zbiór norm),
11. PN-EN 62305-4 Ochrona odgromowa - Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach budowlanych,
12. PN-IEC 60364-1 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Zakres, przedmiot i wymagania podstawowe,
13. PN-IEC 60364-3 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych Ustalanie ogólnych charakterystyk,
14. PN-HD 60364-4-41:2007 (U) Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przeciwporażeniowa,
15. PN-IEC 60364-4-42 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed skutkami oddziaływania ciepłego,
16. PN-IEC 60364-4-43 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed prądem przetężeniowym,
17. PN-HD 60364-4-443:2006 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed zaburzeniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi,
18. PN-IEC 60364-4-444 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami. Ochrona przed zakłóceniami elektromagnetycznymi (EMI) w instalacjach obiektów budowlanych,
19. PN-IEC 60364-4-45 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed obniżeniem napięcia,
20. PN-IEC 60364-4-46 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Odłączanie izolacyjne i łączenie,
21. PN-IEC 60364-4-47 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Stosowanie środków ochrony zapewniających bezpieczeństwo. Postanowienia ogólne. Środki ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym,
22. PN-IEC 60364-4-473 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Stosowanie środków ochrony zapewniających bezpieczeństwo. Środki ochrony przed prądem przetężeniowym,
23. PN-IEC 60364-4-481 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Dobór środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych. Wybór środków ochrony przeciwporażeniowej w zależności od wpływów zewnętrznych,
24. PN-IEC 60364-4-482 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Dobór środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych. Ochrona przeciwpożarowa;



25. PN-HD 60364-5-51:2006 (U) Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Część 5-51: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Postanowienia ogólne,
26. PN-IEC 60364-5-52 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenie elektrycznego. Oprzewodowanie,
27. PN-IEC 60364-5-523 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenie elektrycznego. Obciążalność prądowa długotrwała przewodów,
28. PN-IEC 60364-5-53 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza,
29. PN-IEC 60364-5-537 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza. Urządzenia do odłączania izolacyjnego i łączenia,
30. PN-HD 60364-5-54:2007 (U) Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Uziemienia, przewody ochronne i przewody połączeń ochronnych,
31. PN-IEC 60364-5-548 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Układy uziemiające i połączenia wyrównawcze instalacji informatycznych,
32. PN-IEC 60364-5-56 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Instalacje bezpieczeństwa,
33. PN-HD 384.6.61 S2:2006 (U) Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Część 6-61: Sprawdzanie – Sprawdzanie odbiorcze,
34. PN-HD 60364-6:2007 (U) Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 6: Sprawdzanie,
35. PN-HD 60364-7-704:2007 (U) Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 7-704: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji – Instalacje na terenie budowy i rozbiórki,
36. ISO/IEC 11801:2002 Technika Informatyczna. Systemy okablowania strukturalnego,
37. PN-EN 50173 Technika Informatyczna. Systemy okablowania strukturalnego. (zbiór norm),
38. PN-EN 50174 Technika informatyczna. Instalacja okablowania. (zbiór norm),
39. PN-EN 50310:2006 Stosowanie połączeń wyrównawczych i uziemiających w budynkach z zainstalowanym sprzętem teleinformatycznym,
40. N SEP-E-007\_2017-09 Instalacje elektroenergetyczne i teletechniczne w budynkach. Dobór kabli i innych przewodów ze względu na ich reakcję na ogień,
41. PN-EN 62852:2015-05 Złącza DC stosowane w systemach fotowoltaicznych – Wymagania bezpieczeństwa i badania,
42. PN-EN 61439-2:2011 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe -- Część 2: Rozdzielnice i sterownice do rozdziału energii elektrycznej,
43. PN-EN 50565-1:2014-11 Przewody elektryczne -- Wytyczne stosowania przewodów na napięcie znamionowe nieprzekraczające 450/750 V (U0/U) -- Część 1: Wskazówki ogólne,
44. PN-EN 50618:2015-03 Kable i przewody elektryczne do systemów fotowoltaicznych,
45. PN-EN 62446-1:2016-08 Systemy fotowoltaiczne (PV) -- Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania -- Część 1: Systemy podłączone do sieci -- Dokumentacja, odbiory i nadzór,
46. IEC 62446-2 Systemy fotowoltaiczne (PV) - Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania - Część 2: Systemy podłączone do sieci - Konserwacja systemów PV,
47. PN-HD 60364-7-712 Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania,
48. PN-EN 61173:2002 polska Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej – Przewodnik,
49. PN-EN 50618:2015-03 Kable i przewody elektryczne do systemów fotowoltaicznych,
50. PN-EN 60269-6:2011 Bezpieczniki topikowe niskonapięciowe – Część 6: Wymagania dodatkowe dotyczące wkładek topikowych do zabezpieczania fotowoltaicznych systemów energetycznych.

## 9.2 Przepisy urzędowe

1. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane - z późniejszymi zmianami;
2. Ustawa Kodeks Pracy z dnia 26 czerwca 1974r.- z późniejszymi zmianami;
3. Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej - z późniejszymi zmianami;
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie - Dz.U. 2002 nr 75, poz. 690;

5. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 21.04.2006 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. Nr 80 poz. 563).
6. Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28 kwietnia 2003r. w sprawie szczegółowych zasad stwierdzania posiadanych kwalifikacji przez osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń i instalacji i sieci (Dz.U. 2003 nr 89, poz. 828; nr 129. poz. 1184);
7. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych (Dz. U. nr 80 z 1999r., poz. 912);
8. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz.U. Nr 202, poz. 2072);
9. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 grudnia 2002 r. w sprawie systemów oceny zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu ich oznaczania znakowaniem CE (Dz.U. Nr 209, poz. 1779).
10. Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/2011 z dnia 9.03.2011 r.