

Specyfikacja Techniczna wykonywania i odbioru robót budowlanych montażu instalacji fotowoltaiki dla Świetlicy Wiejskiej w Łysakowie Pod Lasem

w ramach zadania pn. „Modernizacja i doposażenie świetlicy wiejskiej w Łysakowie Pod Lasem”.

1. Wstęp.

1.1. Nazwa opracowania i lokalizacja

Montaż instalacji fotowoltaiki o mocy 6,0 kW dla świetlicy wiejskiej w Łysakowie Pod Lasem.

1.2. Przedmiot specyfikacji technicznej (ST)

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót wewnętrznych i zewnętrznych związanych z montażem instalacji fotowoltaicznej typu „On-Grid”.

Obejmuje zakres:

- a) Montaż konstrukcji wsporczej systemowej pod panele PV na dachu obiektu
- b) Montaż paneli PV na konstrukcji wsporczej
- c) Montaż rozdzielnic
- d) Montaż inwertera
- e) Montaż instalacji zewnętrznych dla napięcia stałego
- f) Montaż instalacji wewnętrznych dla napięcia zmiennego
- g) Montaż połączeń uziemiających
- h) Podłączenie do uziemienia
- i) Wykonanie prac umożliwiających wykonanie montażu instalacji

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.

Specyfikacja opracowana została na podstawie „Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych.

1.3. Określenia podstawowe

Rozdzielnia NN - należy rozumieć zespół aparatów rozdzielczych montowanych na szynach w polach rozdzielni lub celkach bądź w osłonach metalowych z izolacją

gazową przeznaczonych do rozdziału energii elektrycznej o napięciu znamionowym niższym niż 1kV wraz z zabezpieczeniami i przyrządami pomiarowymi

Roboty budowlane - przy wykonywaniu instalacji należy przez to rozumieć wszystkie prace budowlane związane z wykonaniem instalacji zgodnie z ustaleniami projektowymi.

Ziemia odniesienia - miejsce w którym prąd uziemienia nie powoduje zauważalnej różnicy potencjałów pomiędzy dwoma dowolnymi punktami.

Przewód uziemiający - przewodnik łączący uziemiany element z uziamek, umieszczony poza ziemią lub izolowany od ziemi i wody, jeśli się w tym środowisku znajduje.

Uziemienie - zespół środków i urządzeń służących połączeniu przewodzącej części z ziemią poprzez odpowiednią instalację. Może występować jako uziemienie: - ochronne (nie należące do obwodu elektrycznego podczas normalnej pracy), - robocze (należące do obwodu elektrycznego, zapewniające normalną pracę).

Uziom - przewodnik umieszczony w ziemi lub betonie o odpowiednio dużej powierzchni styku w celu zapewnienia dobrego połączenia elektrycznego z ziemią. Może występować jako: - naturalny (wykonany w innym celu, a używany do uziemienia), - sztuczny (wykonany w celu uziemienia), - sterujący (wykonany w celu kształtowania zadanego rozkładu potencjałów).

Zwody - górna część urządzenia piorunochronnego przeznaczona do przechwytywania uderzenia pioruna. Jako zwody, ze względów ekonomicznych i zgodnie z zaleceniami normy, wykorzystuje się metalowe lub żelbetowe elementy dachu (szczególnie te, które wystają ponad dach, w tym maszty odgromowe).

Rozdzielnica elektryczna (tablica) - zespół aparatury odpowiednio dobranej i połączonej w bloki 3 funkcjonalne (pola), służący do zasilania, zabezpieczania urządzeń elektrycznych przed skutkami zwarć i przeciążeń, realizacji wyznaczonych zadań danego pola oraz kontroli linii i obwodów instalacji elektrycznej. Aparatura, stanowiąca wraz z obudową (obudowami) rozdzielnicę, w zależności od potrzeb może spełniać następujące funkcje: zmiany napięcia instalacji, łączeniowe, rozdzielcze, zabezpieczania, pomiarowo-kontrolne, sygnalizacyjne i alarmowe.

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, umowna miara ochrony przed dotykiem elementów wyposażenia rozdzielnic oraz przed przedostaniem się ciał stałych, wnikaniami 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 połączonych pośrednio lub bezpośrednio ze źródłem energii elektrycznej za pomocą chronionego przed przetężeniem wspólnym zabezpieczeniem, kompletu odpowiednio połączonych przewodów elektrycznych. W skład obwodu elektrycznego wchodzi przewody pod napięciem, przewody ochronne oraz wszelkie urządzenia zmieniające parametry elektryczne obwodu, rozdzielcze, sterownicze i sygnalizacyjne, związane danym punktem zasilania w energię (zabezpieczeniem).

Deklaracja zgodności - Oświadczenie producenta lub jego upoważnionego przedstawiciela stwierdzające, na jego wyłączną odpowiedzialność, że wyrób budowlany jest zgodny ze zharmonizowaną specyfikacją techniczną, a w przypadku braku takiej z Polską Normą wyrobu, nie mającą statusu normy wycofanej lub aprobatą techniczną.

System PV — system obejmujący elementy składowe: panele ogniw fotowoltaicznych, inwertery, rozdzielnicę elektryczną, połączenia elektryczne i komunikacyjne.

Generator PV - Zespół paneli fotowoltaicznych połączonych elektrycznie szeregowo lub równolegle (mieszanie) i będący źródłem prądu stałego o mocy wynikającej z liczby , typu paneli i sposobu ich połączenia

OZE — Odnawialne Źródła Energii, takie jak: panele fotowoltaiczne, kolektory słoneczne, wiatraki, pompy ciepła, źródła geotermalne.

Panel (panele) PV — inaczej zwane jako ogniwo słoneczne, ogniwo fotowoltaiczne, ogniwo fotoelektryczne, fotoogniwo — jest to zestaw elementów półprzewodnikowych połączonych w szereg, w których następuje przemiana (konwersja) energii promieniowania słonecznego (światła) w energię elektryczną w wyniku zjawiska fotowoltaicznego,

Inwerter — urządzenie półprzewodnikowe przetwarzające energię elektryczną wytwarzaną przez panele fotowoltaiczne PV z napięcia stałego DC, na napięcie zmienne o parametrach sieci zasilającej. Inwerter umożliwia oddanie energii wyprodukowanej w panelach PV do sieci dystrybucyjnej lub na potrzeby własne obiektu.

Instalacja odgromowa — Zespół zwodów , pionowych lub poziomych, przewodów uziemiających, odprowadzających oraz uziomów naturalnych lub sztucznych których celem jest przejmowanie i odprowadzenie do ziemi prądu piorunowego. Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z normą N SEP-E-004.

1.4 Ogólne wymagania dotyczące robót

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność robót z Dokumentacją Projektową, ST i obowiązującymi normami. Ponadto Wykonawca wykona roboty zgodnie z poleceniami Inwestora.

1.5 Ogólne wymagania dla materiałów

Materiały użyte do wykonania instalacji muszą ściśle spełniać wymagania niniejszej specyfikacji. Możliwe jest zaproponowanie produktów równorzędnej jakości mających te same właściwości techniczne, zgodnych z kartą równoważności pod warunkiem przedstawienia zamiennych rozwiązań na piśmie (dane techniczne, atesty, dopuszczenia do stosowania, uzyskanie akceptacji projektanta i zamawiającego).

Wszelkie nazwy własne produktów i materiałów przywołane w specyfikacji służą ustaleniu pożądanego standardu wykonania i określenia właściwości i wymogów technicznych założonych w dokumentacji projektowej.

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

- Przewody kabelkowe powinny mieć izolację na napięcie nie niższe niż 750V dla obwodów AC.
- Przewody do instalacji PV powinny mieć izolację nie niższą niż 1500V.

Materiałami są :

- panele fotowoltaiczne,
- przewody i kable wielożyłowe
- przewody jednożyłowe
- rury instalacyjne i uchwyty
- konstrukcje wsporcze
- przewód odgromowy
- rozdzielnice i aparatura modułowa
- materiały montażowe i pomocnicze materiały instalacyjne (kołki wkręty, uchwyty)

2. Wymagania szczegółowe

2.1 Przewody i kable

Zaleca się stosowanie przewodów i kabli o żyłach miedzianych zbudowanych na napięcie znamionowe 0,6/1 kV, trzy- cztero- lub pięciożyłowych, w izolacji polwinitowej i wspólnej powłoce polwinitowej, o dopuszczalnej temperaturze granicznej: długotrwałej 70°C, przy zwarciu 160°C. Przekrój żył powinien być dobrany w zależności od dopuszczalnego spadku napięcia, dopuszczalnej temperatury nagrzania kabla przez prądy robocze i zwarciowe oraz skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w sieci TN-S, jednak nie mniejszy niż 2,5 mm². Kable powinny być rekomendowane do układania w powietrzu, wewnątrz i na zewnątrz pomieszczeń, w rurach instalacyjnych lub kanałach kablowych.

Przewody do instalacji fotowoltaicznej PV o napięciu znamionowym pracy min. 1000 V. Zaleca się stosowanie przewodów o żyłach miedzianych zbudowanych na napięcie znamionowe 1500 V w izolacji polietylenowej i wspólnej powłoce polwinitowej. Przekrój żył powinien być dobrany w zależności od dopuszczalnego spadku napięcia, dopuszczalnej temperatury nagrzania kabla przez prądy robocze. Przekroje przewodów instalacji DC PV nie mniej niż 4,0 mm².

2.2 Urządzenia elektryczne

Wszystkie urządzenia elektryczne powinny być dostosowane do napięcia odpowiednio: 230V, 3x400V, 50Hz. Inwerter i rozdzielnica musi odpowiadać IP44 według PN-EN-60529, jeżeli szczególne wymagania nie podają inaczej. Całe wyposażenie i urządzenia muszą spełniać wymagania następujących Dyrektyw Unii Europejskiej: - Dyrektywa EMC nr 2004/108/EC w sprawie kompatybilności elektromagnetycznej - Dyrektywa LVD nr 2006/95/EC (niskonapięciowa)

2.3 Rozdzielnica elektryczna RPV

Rozdzielnice AC i DC z wyposażeniem jak na schemacie, w istniejącej rozdzielnicy zabudować wyłącznik różnicowoprądowy należy zgodnie z wytycznymi producenta obudów.

Listwy oraz linki uziemienia powinny wyróżniać się odpowiednimi kolorami, zgodnie z PN-EN 60446:2004. Rozdzielnice powinny spełniać wymagania następujących norm europejskich PN-IEC 439-1, EN 60439-1.

Skład zestawu elementów wewnętrznych rozdzielnicy wykonać zgodnie z dokumentacją projektową. Jednocześnie wykonujący prefabrykację powinien sprawdzić czy wszystkie zaprojektowane elementy wyposażenia wewnętrznego posiadają nadany przez wytwórcę certyfikat zgodności lub aprobatę techniczną bądź deklarację zgodności.

Należy przestrzegać stosowania tylko takich zamienników elementów wewnętrznych rozdzielnic, które wymieniane są jako marka referencyjna. Osprzęt ten należy montować do obudowy za pomocą: płyty montażowej i szyn. Połączenia wewnętrzne elementów należy wykonywać z użyciem zacisków przyłączeniowych (ZUG) oraz przewodów. Przewody Solarflex o przekroju żyły 6 mm² zaciskać w oryginalnych wtykach MC4 zgodnie z instrukcją dostawcy. Przy podłączaniu do zacisków ZUG w rozdzielnic bezwzględnie stosować tulejki kablowe. Jako system ochrony przed porażeniem dla sieci 0,4kV przyjęto układ TN-S z aparaturą zapewniającą samoczynne wyłączenie uszkodzonego elementu instalacji.

3. Wymagania stawiane urządzeniom instalacji PV

W dokumentacji przygotowanej do przedstawienia inwestorowi należy uwzględnić urządzenia, które umożliwią swoimi parametrami spełnienie wymagań stawianych przez inwestora (uzyskanie mocy 6kWp). Moduły fotowoltaiczne powinny zostać rozmieszczone na powierzchni dachu. W instalacji należy zastosować moduły polikrystaliczne. W miarę możliwości powinny być montowane z zachowaniem zasad optymalizacji produkcji, tzn. na południe i pod kątem 30°-40°. Wszystkie montowane moduły muszą być takie same, wyprodukowane przez tego samego producenta i muszą posiadać takie same parametry.

3.1. Parametry paneli PV

Dla przedmiotowej inwestycji panele fotowoltaiczne muszą charakteryzować się co najmniej parametrami o poniższych wartościach.

Tabela 1 Parametry minimum modułów w warunkach STC¹

Dane elektryczne w warunkach STC	
Maksymalna liczba paneli	24 szt.
Moc	Min. 250 W _{pp}
Wydajność modułu	Min. 15,00 %
Zakres temperatury	Min. w zakresie -40 do +85
Maksymalne obciążenie mechaniczne	Min. 2400 Pa
Odporność na gradobicie	Min. 5400 Pa, min. IEC 61215
Gwarancja	minimum 10 lat na 90% wydajności oraz minimum 25 lat na 80% wydajności, minimum 10 lat gwarancji produktowej.

Napięcie pojedynczego panelu powinno być nie mniejsze niż 30V (V_{mp} przy P_{max})
prąd pojedynczego panelu powinien być nie mniejszy niż 8,42 A dla P_{ax}

3.2 Parametry inwertera DC/AC

WYMAGANIA DOTYCZĄCE FAŁOWNIKÓW

Zastosowane w projekcie falowniki powinny zapewniać komunikację w języku polskim. Inwerter powinien posiadać wbudowany licznik energii elektrycznej z możliwością odczytu od początku funkcjonowania systemu. Niezbędne jest także, aby inwerter umożliwiał dostęp do chwilowych parametrów pracy systemu zarówno po stronie AC jak i DC. Wymaga się także aby inwerter sygnalizował wszelkie nieprawidłowości związane z funkcjonowaniem systemu oraz umożliwiać wprowadzenie nastaw dotyczących współpracy z siecią energetyczną.

Wymaga się, aby falowniki zastosowane w instalacjach spełniały wymagania stawiane przez lokalnego operatora elektroenergetycznej sieci dystrybucyjnej, muszą także posiadać zdolność kompensacji mocy biernej oraz min. **2 wejścia MPPT**. Dodatkowo powinny charakteryzować się co najmniej parametrami o poniższych wartościach:

Parametry techniczne inwertera o mocy 6 kWp

Stopień ochronny	Min. IP 65
Zakres temperatury otoczenia	Min. w zakresie od - 25°C do +60°C
Dopuszczalna wilgotność powietrza	0-100%
Rozłącznik DC	Tak
Ochrona przed odwrotną polaryzacją	Tak
Europejski współczynnik sprawności (μEU)	min97,00%
Emisja hałasu	Max. 50 dB
Zużycie energii nocą	Max. 2W
Liczba wejść MPPT	Min. 2

- inwerter powinien być na napięcie 400/230VAC (3 - fazowy), o mocy 6 kWp,
- inwerter powinien posiadać zabezpieczenie wyłączające inwerter przy braku obecności sieci zasilającej, (moduł Grid Guard- anty wyspowe)
- minimalne napięcie DC na wejściu inwertera: 150-188 V DC,
- zakres napięciowy pracy MPP trackerów: 360 V ... 800 V,
- stopień ochrony IP65.

3.3 Parametry kabli do paneli PV

Połączenia pomiędzy poszczególnymi panelami winny zostać wykonane kablami solarnymi za pomocą dedykowanych złączek w standardzie MC4. Powstały łańcuch składający się z paneli zostanie włączony do falownika. Kabel solarny powinien być odporny na promieniowanie UV, dedykowany do stosowania w elektrowniach fotowoltaicznych. Kable układane będą w osłonach instalacyjnych, przymocowanych do dachu, w sposób, który nie obciąża złącz konektorowych. Układając kable należy zachować szczególną ostrożność by nie uszkodzić izolacji o ostre krawędzie konstrukcji i osłon instalacyjnych. Kable należy układać blisko siebie by zminimalizować możliwość indukowania się w nich przepięć.

Włączenie inwerterów do sieci wewnętrznej budynku odbędzie się za pomocą kabli AC. Między inwerterem, a rozdzielnicą główną należy poprowadzić okablowanie miedziane o parametrach dobranych do mocy zainstalowanej w instalacji fotowoltaicznej. Przekrój przewodu należy dobrać do warunków obciążenia długotrwałego, spadku napięć, warunków zwarciovych danej instalacji oraz wymogów określonych w Polskich Normach.

Parametry techniczne dotyczące okablowania:

- żyły miedziane-, o przekroju **6 mm²**
- projektowana żywotność co najmniej 25 lat,
- zabezpieczone przed zwarciem,
- nadające się do użycia w urządzeniach i systemach podwójnie izolowanych (II klasa ochronności),
- temperatura pracy od -40°C do +120°C,
- odporne na UV, ozon i amoniak,
- izolowane XLPE lub LSZH lub inna spełniająca wymagania UNE-EN 602106.

8.1. Konstrukcja montażowa

Celem montażu modułów fotowoltaicznych na dachu, należy zastosować dedykowane w tym celu konstrukcje aluminiowe. Wykonawca dobierze konstrukcję mocującą dedykowaną dla rodzaju pokrycia dachowego faktycznie znajdującego się na nieruchomości stanowiącej adres dostawy. W przypadku dachu skośnego moduły należy zamontować w taki sposób, aby przylegały one do dachu z dylatacją zapewniającą prawidłową wentylację modułów. Rekomenduje się zastosowanie systemu opartego na hakach mocowanych pod pokryciem dachowym, które przykręcane są do krokwi oraz szynach aluminiowych, w których osadza się moduły fotowoltaiczne i przytwierdza się je do tak powstałej aluminiowej ramy za pomocą klem. Dobór konstrukcji powinien uwzględniać przepisy budowlane, Polskie Normy oraz uzgodnienia z właścicielami/dysponentami poszczególnych nieruchomości.

Elementy podstawy konstrukcji wykonane być powinny ze stali cynkowanej ogniowo, natomiast elementy do których mocowane są panele - z profili aluminiowych. Do łączenia elementów konstrukcji wsporczej wykorzystać należy śruby ze stali nierdzewnej. Należy zastosować izolację pomiędzy stalą cynkowaną a aluminium.

Szkieletowa konstrukcja z profili aluminiowych umożliwiać powinna montaż paneli fotowoltaicznych nachylonych do podłoża pod optymalnym kątem.

3.5. Zabezpieczenie

Dobór zabezpieczeń w instalacji powinien być zgodny z Polskimi Normami oraz zapewniać bezpieczeństwo pracy instalacji przez deklarowany przez Wykonawcę okres gwarancyjny.

Należy przewidzieć stosowanie po stronie AC ochronników klasy B+C zamontowanych w głównej tablicy zasilającej. Jeżeli odległość falownika od głównej tablicy zasilającej jest większa od 10 m należy również dodatkowo w bezpośrednim sąsiedztwie falownika montować ochronnik AC klasy I. **Przewidzieć** stosowanie po stronie DC ochronników **blokowych** typu I + II (B+C).

Jeżeli na połaci dachowej znajduje się instalacja odgromowa, nie należy łączyć konstrukcji montażowej pod panele z instalacją odgromową.

Ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym należy zapewnić poprzez:

- zachowanie odległości izolacyjnych,
- izolację roboczą,
- szybkie samoczynne wyłączenie w układzie sieciowym TN-S.

Rozdzielnica Użytkownika zostanie wyposażona w zabezpieczenia dobrane do warunków pracy każdego falownika.

W rozdzielnicy nN należy przewidzieć:

- kompletną aparaturę zabezpieczającą
- zabezpieczenie przeciwprzepięciowe (**typu B+C**)

zgodnie z wymogami określonymi przez lokalnego operatora sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej.

3.6. System monitorowania pracy instalacji

System fotowoltaiczny należy wyposażyć w instalację monitorującą parametry jego pracy po stronie DC i AC, bądź poprzez moduł wbudowany fabrycznie w falowniki bądź poprzez moduł zewnętrzny. Urządzenia monitorujące parametry pracy systemu, powinny być zgodne z normą PN-EN 61724-a:2017 „Wydajność systemu fotowoltaicznego -- Część 1: Monitorowanie”.

Zakres monitorowanych parametrów uwzględniać powinien pomiar mocy, napięcia i prądu modułów fotowoltaicznych oraz napięcie, prąd, moc i częstotliwość prądu wyjściowego falowników. Urządzenia monitorujące pracę systemu powinny mieć możliwość bezprzewodowej lub przewodowej komunikacji do zdalnej obsługi i odczytu danych (w tym statystyk) za pomocą sieci LAN lub GSM umożliwiającej podgląd pracy systemu z poziomu standardowej przeglądarki internetowej.

Dostęp do systemu monitorowania w okresie gwarancyjnym musi mieć charakter bezpłatny zarówno dla Zamawiającego jak i dysponentów nieruchomości do których dostarczone zostaną instalacje.

System powinien zapewniać archiwizację podstawowych parametrów elektrycznych (w szczególności ilości wytworzonej energii) przez okres 5 lat.

System powinien posiadać funkcję raportowania nieprawidłowości w pracy instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do konfiguracji i uruchomienia systemu monitorowania w miejscu montażu instalacji. Dane z odczytów z systemu monitorowania będą również uwzględniane przez Zamawiającego przy odbiorze końcowym jako podstawa weryfikacji parametrów określonych w zamówieniu (poprawność działania instalacji, moc).

3.7. Certyfikaty

Zgodnie z odpowiednim arkuszem normy PN 81/E-04070 Wykonawca winien dostarczyć certyfikaty wszystkich montowanych urządzeń.

3.8. Deklaracja zgodności

Wyroby i materiały elektryczne winny spełniać warunki określone Ustawą dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych potwierdzone wymaganymi dokumentami zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie sposobu deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym i powinny posiadać aktualny certyfikat na znak bezpieczeństwa.

Wykonawca zapewni, aby tymczasowo składowane materiały, do czasu, gdy będą one potrzebne do robót, były zabezpieczone przed zniszczeniem, zanieczyszczeniem, zachowały swoją jakość i właściwość.

4. Wykonanie robot

4.1 Wymagania ogólne

Wykonawca powinien opracować i przedstawić do akceptacji Inwestora harmonogram robót. Układanie przewodów i kabli należy wykonywać zgodnie z normami i przepisami budowy oraz BHP... Wykonawca jest odpowiedzialny za prowadzenie robót zgodnie z dokumentacją projektową i umową oraz za jakość zastosowanych materiałów i jakość wykonanych robót.

Roboty winny być wykonane zgodnie z projektem, wymaganiami ST oraz poleceniami Inwestora. Następstwa jakiegokolwiek błędu spowodowanego przez Wykonawcę w wytyczeniu i wyznaczaniu robót zostaną, jeśli wymagać tego będzie Inwestor, poprawione przez Wykonawcę na własny koszt. Sprawdzenie robót nie zwalnia Wykonawcy od odpowiedzialności za ich dokładność.

Polecenia Inwestora będą wykonywane nie później niż w czasie przez niego wyznaczonym, po ich otrzymaniu przez Wykonawcę, pod groźbą zatrzymania robót. Skutki finansowe z tego tytułu ponosi Wykonawca.

4.2 Sprzęt

Wykonawca jest zobowiązany do używania jedynie takiego sprzętu, który nie spowoduje niekorzystnego wpływu na jakość wykonywanych robót, zarówno w miejscu tych robót, jak też przy wykonywaniu czynności pomocniczych oraz w czasie transportu, załadunku i wyładunku materiałów, sprzętu itp. Sprzęt używany przez Wykonawcę powinien uzyskać akceptację Inwestora. Liczba i wydajność sprzętu powinna gwarantować wykonanie robót zgodnie z zasadami określonymi w dokumentacji projektowej, ST i wskazaniach Inwestora w terminie przewidzianym umową.

4.3 Transport materiałów

Wykonawca jest zobowiązany do stosowania jedynie takich środków transportu, które nie wpłyną niekorzystnie na jakość wykonywanych robót. Liczba środków transportu powinna gwarantować prowadzenie robót zgodnie z zasadami określonymi w dokumentacji projektowej, ST i wskazaniach Inwestora, w terminie przewidzianym umową. Do transportu konstrukcji systemowej „paneli i urządzeń elektrycznych na dach stosować dźwig boczny dostawiany do rusztowania.

4.4 Składowanie materiałów

Wykonawca zapewni, aby tymczasowo składowane materiały, do czasu, gdy będą one potrzebne do robót, były zabezpieczone przed zniszczeniem, zanieczyszczeniem, zachowały swoją jakość i właściwość.

Wszystkie materiały pakowane powinny być przechowywane i magazynowane zgodnie z instrukcją producenta oraz wymaganiami odpowiednich norm.

5. Wymagania szczegółowe

5.1 Montaż konstrukcji systemowej i paneli

Konstrukcję systemową zamontować na połaciach dachu zgodnie z wytycznymi wskazówek montażowych i zgodnie z instrukcją producenta systemu mocowań. Sprawdzić połączenia śrubowe Niedopuszczalne są jakiegokolwiek luzu tych połączeń lub braki. Wskazane użycie klucza dynamometrycznego (nastawa 1,0 Nm)

5.2 Montaż instalacji DC generatora PV

Zamontowane panele fotowoltaiczne należy połączyć w 2 Stringi (szeregowo) po 12 szt w Stringu, przy pomocy oryginalnych złączy będących w kpl z panelem (MC-4 lub Sunclick)

Przewód powrotny od najbardziej oddalonego panela należy prowadzić po tej samej trasie co przewody z wtykami z tyłu paneli aby uniknąć powstania zjawiska „pętli” lub stosować naprzemienne układanie paneli w rzędach umożliwiające „powrót”

kolejnym rzędem paneli. Połączone przewody z wtykami i przewód powrotny paneli należy przymocować do konstrukcji opaskami zaciskowymi odpornymi na UV.

Instalację DC poza obszarem konstrukcji systemowej należy prowadzić w rurach instalacyjnych karbowanych RLHF odpornych na UV bez halogenu \varnothing 22 mm równoważnych z typem firmy KOPOS, TTPlast, Elektroplast. Stosować oryginalne złączki. Miejsca wprowadzenia rury z przewodami DC do pomieszczenia pomocniczego nr 07 budynku Świetlicy uszczelnić. Wewnątrz budynku przewody doprowadzić do rozdzielni RPV rurą instalacyjną RLHF lub kanałem kablowym bezhalogenowym z zachowaniem dbałości o estetykę wykonania.

5.3 Montaż inwertera i rozdzielni RPV

Inwerter i rozdzielnice RPV zamontować na ścianie pomieszczenia w miejscu wskazanym przez użytkownika przy pomocy zamocowań producenta w jednym ciągu z RPV zachowując minimalne odległości od innych urządzeń podane przez producenta.

- Połączenia DC inwertera z RPV wykonać jako swobodne(zwis) bez nadmiernego zapasu i luzu przy użyciu oryginalnych złączy dostarczonych przez producenta inwertera.
- Montaż urządzeń rozdzielczych przeprowadzić należy zgodnie z instrukcjami montażu tych urządzeń.
- Dla podłączenia przewodów i kabli należy stosować standardowe złączki zaciski (ZUG) zachowując najmniejsze dopuszczalne odstępy izolacyjne.
- wskazane jest oddzielenie w RPV zacisków biegunów + i - przewodów DC od stringów i zasilających inwerter neutralnym wkładem separującym z uwagi na znaczne napięcie DC pomiędzy biegunami (max ok 750 V) .Unikać łączenia (mufowania) przewodów DC.
- oznakowanie aparatury i okablowania w rozdzielnicy winno być wykonane w sposób czytelny najlepiej przy pomocy drukarki i nie powinno zakrywać danych technicznych aparatów i osprzętu.

5.4 Układanie przewodów i kabli

Przewody układać w rurach instalacyjnych na uchwytych lub mocować opaskami zaciskowymi odpornymi na UV. Przejścia przewodów przez ściany (przepusty) należy uszczelnić w klasie odporności ogniowej dla danej przegrody budowlanej stosując na granicy stref uszczelnienie odpowiednie dla wyższej strefy pożarowej.

5.5 Układanie rur instalacyjnych

Rury należy układać i mocować w uprzednio zamocowanych uchwytych. Łuki z rur sztywnych należy wykonywać przy użyciu gotowych kolanek lub przez wyginanie rur w trakcie ich układania. Koryta powinny być mocowane za pomocą śrub lub specjalnych uchwytów i konstrukcji wsporczych. Konstrukcje wsporcze i uchwyty

przewidziane do ułożenia na nich instalacji, powinny być zamocowane do podłoży w sposób trwały.

5.6 Połączenia uziemiające i wyrównawcze

Dla uziemienia urządzeń i przewodów, na których nie występuje trwale potencjał elektryczny, wykonać instalacje połączeń wyrównawczych. Przewody wyrównawcze powinny być oznaczone kolorem żółto-zielonym. Przewody wyrównawcze należy układać tak, aby nie były narażone na naprężenia i uszkodzenia. Połączeniami objąć całość konstrukcji systemowej generatora PV, konstrukcji wsporczej oraz obudowy inwerterów i połączyć je z uziomem instalacji odgromowej. Połączenia z elementami konstrukcyjnymi powinny być dostępne dla kontroli. Połączenia wyrównawcze wykonać zgodnie z PN-IEC 60364-5-54:1999.

5.7 Instalacja odgromowa

Szczegółowy wykaz oraz zakres badań po montażowych i kontrolnych instalacji piorunochronnych i uziemień zawarty jest w normach PN-IEC 62305-1-2: 2002, PN-IEC 60364-6-61: 2000 i PN-E-04700: 1998/Az1: 2000

6. Wymagania wobec wykonawcy

Wykonawca projektowanej instalacji fotowoltaicznej powinien posiadać Certyfikat „Instalatora Instalacji Fotowoltaicznych” wydany przez UDT lub posiadać świadectwa kwalifikacyjne uprawnień E1 (eksploatacja) w zakresie montażu instalacji fotowoltaicznych bez ograniczenia napięcia. (podgrupa: urządzenia prądotwórcze podłączone do krajowej sieci elektro-energetycznej - instalacje fotowoltaiczne) a osoba kierująca robotami świadectwo kwalifikacyjne uprawnień D1 (dozór) w takim samym zakresie.

7. Sprawdzenie i pomiary odbiorcze

Po wykonaniu instalacji przed pierwszym jej uruchomieniem należy ją sprawdzić wg PN-IEC 60364-6- 61:2000 "Sprawdzenie odbiorcze". i sporządzić dokumentację powykonawczą opisującą sposób realizacji prac montażowych , odstępstwa od projektu, oraz wykorzystania materiałów zamiennych . Należy również wykonać pomiary elektryczne odbiorcze oraz sprawdzenia wg wykazu.

7.1 Wykaz wymaganych pomiarów i sprawdzeń odbiorczych

- pomiary rezystancji izolacji przewodów DC i AC
- pomiary rezystancji uziemienia odgromowego
- sprawdzenie połączeń ochronnych i wyrównawczych
- sprawdzenie ciągłości instalacji odgromowej

Pomiary rezystancji izolacji należy wykonać za pomocą miernika izolacji o napięciu probierczym DC 2,5 kV „dla przewodów DC Solarflex,i kabla YKY oraz 500 V dla pozostałych przewodów dokonując odczytu po czasie niezbędnym do ustalenia się mierzonej wartości. Wynik należy uznać za dodatni, jeżeli rezystancja izolacji

przewodów Solarflex wynosi co najmniej 100 MQ , 20 MQ dla kabla i 1 MQ dla pozostałych. Z pomiarów i badań należy sporządzić protokół. Osoba wykonująca pomiary i badania elektryczne odbiorcze winna posiadać uprawnienia E1+D1 do wykonywania prac kontrolno —pomiarowych w zakresie jak dla wykonawcy.

8. Uruchomienie instalacji PV

Po wykonaniu czynności sprawdzających i stwierdzeniu poprawności montażu należy uruchomić instalację i przeprowadzić próby eksploatacyjne. Czynności te należy przeprowadzić w warunkach dobrego oświetlenia słonecznego.

W tym celu należy podłączyć w pierwszej kolejności przewody DC do inwertera, włączyć zabezpieczenia stringów i odnotować wartości wskazań napięcia Udco na wyświetlaczu inwertera.(max 750 V) następnie kolejno włączyć zabezpieczenie AC inwertera obserwując po synchronizacji z siecią wzrost mocy oddawanej do instalacji wewnętrznej. Z pierwszego uruchomienia instalacji należy sporządzić protokół i załączyć go do dokumentacji powykonawczej.

Dodatkowo Wykonawca sporządzi **dokumentację (po wykonaniu)** powykonawczą obejmującą:

- schemat ideowy instalacji modułów fotowoltaicznych z zaznaczonym miejscem do wpięcia istniejącej elektrycznej sieci wewnętrznej budynku,
- część opisową określającą umiejscowienie instalacji – kierunek, pochylenie, opis rodzaju i pokrycia podłoża pod moduły, orientację modułów i kąt pochylenia modułów względem poziomu, elementy instalacji występujące w schemacie ideowym, ze szczególnym uwzględnieniem falownika,
- wykaz urządzeń wchodzących w skład instalacji ze specyfikacją techniczną urządzeń (karty katalogowe) oraz karty techniczne dopuszczenia do stosowania,
- wykaz pozostałych elementów projektowanej instalacji jeżeli takowe wystąpią.

Dokumentacja sporządzona zostanie w co najmniej dwóch egzemplarzach, po jednym dla Zamawiającego i właściciela nieruchomości wskazanych jako adres dostawy instalacji.

Wykonawca zobowiązany jest przed przystąpieniem do wykonawstwa przedstawić zamawiającemu do akceptacji wnioski materiałowe do zatwierdzenia zamawiającemu z kartami katalogowymi, deklaracjami

zgodności (w języku polskim).

Z wykorzystaniem przygotowanej dokumentacji Wykonawca przeprowadzi procedurę przyłączenia mikroinstalacji fotowoltaicznej do sieci elektroenergetycznej u właściwego lokalnego operatora dystrybucyjnego sieci elektroenergetycznej (na dzień prowadzenia postępowania o udzielenie zamówienia podmiotem tym jest PGE Dystrybucja S.A). **Urządzenia muszą spełniać wymagania stawiane przez PGE.**

Koszty związane z przygotowaniem dokumentacji oraz przeprowadzeniem procedury przyłączenia mikroinstalacji do sieci w całości pokrywa Wykonawca.

9. Kontrola jakości robót

9.1 Ogólne zasady kontroli jakości robót

Celem kontroli jest stwierdzenie osiągnięcia założonej jakości wykonywanych robót . Wykonawca ma obowiązek wykazania Inwestorowi zgodności dostarczonych materiałów i realizowanych robót z dokumentacją projektową.

Wykonawca powiadamia pisemnie Inwestora o zakończeniu prac montażowych , sprawdzeniu i wykonaniu pomiarów odbiorczych instalacji.

9.2 Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi robotami i wadliwymi materiałami

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

Na pisemne wystąpienie Wykonawcy Inwestor może uznać wadę za nie mającą zasadniczego wpływu na jakość funkcjonowania instalacji i ustalić zakres i wielkość potrąceń za obniżoną jakość.

9.3 Obmiar robót

Roboty związane z wykonaniem instalacji elektrycznych i teletechnicznych realizowane w ramach umowy w oparciu o niniejszą ST nie będą rozliczane na podstawie obmiaru wykonanych robót. Żadna z części robót polegających na wykonaniu instalacji elektrycznych i teletechnicznych nie będzie płatna stosownie do ilości wykonanej pracy, lecz na zasadach ryczałtu.

W tym świetle cena wykonania robót polegających na wykonaniu instalacji elektrycznych i teletechnicznych pacca, iu w scalonych cenach ryczałtowych w Przedmiarze Robót (Kosztorysie ofertowym po wypełnieniu).

9.4 Odbiór końcowy robót

Odbiór końcowy polega na finalnej ocenie rzeczywistego wykonania robót w odniesieniu do ich ilości, jakości i wartości. Całkowite zakończenie robót oraz gotowość do odbioru ostatecznego będzie stwierdzona przez Wykonawcę wpisem do dziennika budowy z bezzwłocznym powiadomieniem na piśmie o tym fakcie Inwestora. Odbiór końcowy robót nastąpi w terminie ustalonym w dokumentach umowy, licząc od dnia potwierdzenia przez Inwestora zakończenia robót.

Odbioru końcowego robót dokona komisja wyznaczona przez Zamawiającego w obecności Inwestora 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.

9.5 Konserwacja instalacji

Instalację należy okresowo konserwować i sprawdzać. Okresy i czynności kontrolne podano w Tabeli .

L.p. 	Okres	Zakres czynności kontrolnych	Podmiot Odpowiedzialny
1	Przegląd okresowy co 3 miesiące	<p>Oględziny zewnętrzne instalacji i paneli</p> <p>Sprawdzenie stanu połączeń złączy</p> <p>Sunclick oraz izolacji i umocowania przewodów.</p> <p>Sprawdzenie trwałości konstrukcji systemowej.</p> <p>Sprawdzenie instalacji odgromowej. W razie potrzeby mycie paneli czystą wodą bez jakichkolwiek dodatków.</p>	Inwestor lub zarządca obiektu we własnym zakresie

2	I przegląd gwarancyjny po upływie 12 miesięcy	Ogłędziny zewnętrzne jak w pkt 1. Pomiary eksploatacyjne wielkości elektrycznych. Przegląd potwierdzony protokołem.	Wykonawca lub podmiot działający w jego imieniu.
3	II przegląd gwarancyjny po upływie 24 miesięcy	Jak w pkt 2. Protokół na koniec okresu gwarancji na prace montażowe.	Jak w pkt. 2

10. Normy i przepisy związane

Wykaz norm zgodnie z załącznikiem do rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2004 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie - w zakresie przywołanym w rozporządzeniu.

PN-HD 60364-1:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Zakres, przedmiot i wymagania podstawowe.

PN-HD 60364-3:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ustalenie ogólnych charakterystyk.

PN-HD 60364-441:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przeciwporażeniowa

PN-HD 60364-442:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed skutkami oddziaływania cieplnego

PN-HD 60364-443:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed prądem

PN-HD 60364-7-712:2007 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych — Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji — Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania