

**SZCZEGÓŁOWA
SPECYFIKACJA TECHNICZNA
WYKONANIA I ODBIORU
ROBÓT BUDOWLANYCH**

Zadanie:

Wykonanie instalacji fotowoltaicznych do produkcji energii elektrycznej na potrzeby własne gospodarstw domowych w budynkach jednorodzinnych – 2,08 kWp

Inwestor / Zamawiający:

**Gmina Rybczewice
Rybczewice Drugie 119
21-065 Rybczewice**

Nazwa i kody CPV:

09300000-2 - Energia elektryczna, ciepła, słoneczna i jądrowa
09310000-5 – Elektryczność
09330000-1 - Energia słoneczna
45317000-2 - Inne instalacje elektryczne
45317300-5 - Elektryczne elektrycznych urządzeń rozdzielczych
45311000-0 - Roboty w zakresie okablowania oraz instalacji elektrycznych
44112000-8 - Różne konstrukcje budowlane
44212000-9 - Wyroby konstrukcyjne i części, z wyjątkiem budynków z gotowych elementów

Opracował:

mgr inż. Maciej Kubiński
upr bud. LUB/0085/PWOE/11

mgr inż. Maciej Kubiński

Maciej Kubiński
Upewnienie budowlane do projektowania
i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji
i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych
nr upr.: LUB/0085/PWOE/11

Spis treści

1. Wstęp
- 1.1 Przedmiot Szczegółowej Specyfikacji Technicznej
- 1.2 Zakres robót objętych Szczegółową Specyfikacją Techniczną
- 1.3 Ogólne wymagania dotyczące robót
2. Materiały
- 2.1 Odbiór materiałów na budowie
- 2.2 Składowanie materiałów na budowie
- 2.3 Pokrycie dachu, przygotowanie miejsca do montażu instalacji
3. Specyfikacja sprzętu i wykonania robót
- 3.1 Moduły fotowoltaiczne
- 3.1.1 System monitorowania instalacji
- 3.1.2 Inwertery
- 3.1.3 Konstrukcja nośna
- 3.1.4 Skoordynowany układ SPD
- 3.1.5 Wyrównanie potencjałów
- 3.2 Wykonanie robót
- 3.2.1 Oprzewodowanie i rozdzielnia
- 3.2.2 Moduły fotowoltaiczne
- 3.3 Falownik
- 3.4 Ochrona przeciwprzepięciowa
- 3.5 Ochrona przed przetężeniową
- 3.6 Kontrola jakości robót
- 3.7 Procedura odbioru instalacji PV. Wymagane protokoły pomiarowe
- 3.7.1 Pomiar wydajności instalacji fotowoltaicznej
- 3.7.2 Rezystancja izolacji DC
- 3.7.3 Wykonanie badań modułów fotowoltaicznych
- 3.8 Oględziny instalacji elektrycznych
- 3.9 Estetyka i jakość wykonania instalacji
- 3.10 Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym
4. Ochrona przed pożarami i skutkami cieplnymi
- 4.1 Połączenia przewodów
5. Podstawa płatności
6. Dokumenty odniesienia
- 7.1 Normy
- 7.2 Ustawy
- 7.3 Rozporządzenia
- 7.4 Inne dokumenty i instrukcje

1. Wstęp

1.1. Przedmiot Szczegółowej Specyfikacji Technicznej

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót w zakresie wykonania instalacji fotowoltaicznej dla budynków mieszkalnych

1.2. Zakres robót objętych Szczegółową Specyfikacją Techniczną

Roboty, których dotyczy specyfikacja, obejmują wszystkie czynności umożliwiające i mające na celu wykonanie instalacji modułów fotowoltaicznych dla budynków mieszkalnych

Wykonanie robót w zakresie instalacji fotowoltaicznej obejmuje:

- Dostawę i montaż paneli fotowoltaicznych
- Montaż systemowej konstrukcji nośnej dla modułów fotowoltaicznych
- Montaż modułów fotowoltaicznych
- Montaż inwertera
- Montaż instalacji elektrycznych
- Montaż zabezpieczeń
- Wykonanie instalacji uziemiającej
- Wykonanie raportu z pomiarów i odbioru instalacji.

1.3. Ogólne wymagania dotyczące robót

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z dokumentacją projektową. Rodzaje urządzeń, osprzętu i materiałów pomocniczych zastosowanych do wykonywania instalacji powinny być zgodne ze specyfikacją dokumentacji projektowej.

Zamawiający dopuszcza zastosowanie rozwiązań równoważnych pod warunkiem spełnienia przez zaoferowany sprzęt, materiały i urządzenia parametrów równych lub lepszych od opisanych w dokumentacji projektowej.

2. Materiały

Wszystkie materiały niezbędne do wykonania układu instalacji fotowoltaicznej powinny odpowiadać parametrom technicznym wyspecyfikowanym w dokumentacji projektowej oraz wymaganiom odpowiednich norm i aprobat technicznych.

Panele fotowoltaiczne oraz inwertery muszą pochodzić od jednego producenta.

Zamawiający informuje, że ilekroć przedmiot zamówienia opisany jest przez wskazanie znaku towarowego, patentu lub pochodzenia, dopuszcza się rozwiązanie równoważne z zastrzeżeniem, iż proponowane rozwiązania (materiały, urządzenia) będą posiadały parametry techniczne nie gorsze niż wymagane przez zamawiającego i nie będą powodować konieczności przeprojektowania dokumentacji projektowej. Wykazanie równoważności zaoferowanego przedmiotu spoczywa na Wykonawcy, który jest obowiązany wykazać, że oferowane przez niego roboty budowlane, dostawy lub usługi (w tym m. in. proponowane materiały, urządzenia) spełniają wymagania określone przez Zamawiającego.

2.1. Odbiór materiałów na budowie

Materiały należy dostarczać na budowę wraz ze świadectwami jakości, kartami gwarancyjnymi. Dostarczone na miejsce budowy materiały należy sprawdzić pod względem kompletności i zgodności z danymi wytwórcy.

2.2 Składowanie materiałów na budowie

Składowanie materiałów powinno odbywać się zgodnie z zaleceniami producentów, w warunkach zapobiegających zniszczeniu, uszkodzeniu lub pogorszeniu się właściwości technicznych na skutek wpływu czynników atmosferycznych lub fizykochemicznych. Należy zachować wymagania wynikające ze specjalnych właściwości materiałów oraz wymagania w zakresie bezpieczeństwa przeciwpożarowego.

2.3 Pokrycie dachu, przygotowanie miejsca montażu instalacji

Zakłada się że obecny stan pokrycia dachowego pozwala na montaż instalacji fotowoltaicznej. W przypadku konieczności montażu paneli fotowoltaicznych na gruncie za wskazanie i przygotowanie miejsca do montażu instalacji odpowiada użytkownik instalacji. Wszystkie miejsca kotwienia konstrukcji nośnej instalacji fotowoltaicznej do elementów konstrukcyjnych dachu należy zabezpieczyć przed przenikaniem wody deszczowej. Ewentualne przebudowanie, wzmocnienie lub dostosowanie dachu należy do obowiązków Użytkownika. Wyklucza się zabudowę modułów fotowoltaicznych na dachach pokrytych eternitem, strzechą oraz gontem drewnianym.

3. Specyfikacja sprzętu i wykonanie robót

3.1 Moduły fotowoltaiczne

Projektowany system fotowoltaiczny o łącznej mocy 2,08 kWp składa się z 8 szt. modułów fotowoltaicznych o mocy 260 Wp każdy.

Panele fotowoltaiczne są urządzeniami dokonującymi konwersji promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Planowana jest elektrownia składająca się z zestawu 8 paneli o mocy 260W każdy. Łączna moc paneli wynosić ma 2,08kWp. Panele muszą być o mocy nominalnej pojedynczego modułu nie mniej niż 260Wp. Szkło frontowe modułu, hartowane, z niską zawartością Fe i powłoką antyrefleksyjną. Dopuszczalne obciążenie powierzchni modułu musi zapewniać jego wytrzymałość na podmuchy wiatru, śnieg, grad i inne występujące w tym rejonie zjawiska atmosferyczne. Każdy moduł musi posiadać świadectwo testów fabrycznych wydane przez niezależną jednostkę akredytującą, potwierdzenie przeprowadzenia flash-testu oraz potwierdzenie spełnienia aktualnych norm w szczególności IEC 61215, IEC 61730-1, IEC 61730-2 i innych wymaganych dla modułów i instalacji fotowoltaicznych. Każdy moduł musi mieć pozytywną tolerancję mocy wyrażoną w Wp. Do produkcji paneli zastosowane muszą być ogniwa klasy A, fabrycznie nowe. Wymaga się aby producent modułów kontrolował jakość całego procesu produkcyjnego. Komponenty takie jak płytki krzemowe, ogniwa fotowoltaiczne oraz całe moduły pochodziły od jednego producenta.

Ramka modułów aluminiowa zapewniająca sztywność oraz dobre odprowadzanie wody. Z uwagi na ryzyko utrudnionego procesu samooczyszczania wymaga się konstrukcji modułów umożliwiającej zdrenowanie wody spływającej po szybie i zatrzymywanej przez dolną ramę modułów. Konstrukcja ta zapobiegnie zabrudzeniom dolnej krawędzi modułów, jak również zapobiegnie penetracji wilgoci do wnętrza modułu na styku szkła i dolnej krawędzi ramy.

Moduły muszą być odporne na NH₃ zgodnie z normą IEC 62716:2013. Moduły muszą być przystosowane do pracy w temperaturze od -40°C do + 80°C.

Podstawowe parametry modułu w warunkach standardowych STC (AM 1,5; 1000W/m²; 25°C):

- moc min. 260 W;
- wyłączenie dodatnia tolerancja mocy;
- sprawność modułu nie mniejsza niż 15,5%;
- wolne od efektu PID;
- powierzchnia antyrefleksyjna, szyba samoczyszcząca;
- gwarancja – min. 10 lat; dodatkowo 10 lat gwarancji na min. 90% sprawności nominalnej oraz 25 lat gwarancji na min. 80% sprawności nominalnej. Gwarancja na moc musi mieć liniową krzywą degradacji mocy w czasie;
- współczynnik temperaturowy Voc nie mniejsza niż -0,34%;
- obciążalność mechaniczna nie mniej niż 8,5 kN/m²;
- ciężar całkowity nie większy niż 18 kg;
- puszka przyłączeniowa modułu szczelna (zalana materiałem uszczelniającym). Nie dopuszczalne są moduły z puszkami przykrywanymi pokrywami uszczelnionymi mikrogumami, gumami lub silikonem.

Moduły fotowoltaiczne są obudowane szkłem hartowanym o grubości 3,2 mm, a pojedyncze ogniwa znajdują się pomiędzy dwoma warstwami z tworzywa sztucznego EVA. Szklane pokrycie i folia elektroizolacyjna znajdująca się na tylnej ścianie są razem laminowane, co gwarantuje ochronę przed szkodliwym wpływem czynników zewnętrznych. Całość objęta ramą aluminiową o grubości max 35mm.

UWAGA! Należy stosować moduły tych producentów, którzy na piśmie potwierdzają możliwość montażu w wybranym systemie mocowania bez utraty gwarancji.

Do oferty należy dołączyć karty katalogowe oraz certyfikaty potwierdzające spełnienie minimalnych parametrów urządzeń.

3.1.1 System monitorowania instalacji fotowoltaicznej

Projektowane systemy fotowoltaiczne powinny mieć możliwość zdalnego monitorowania podstawowych parametrów instalacji. Wymaga się aby każda instalacja miała możliwość bezpłatnego dostępu do profilu na stronie producenta inwerterów poprzez sieć internetową. Dostęp do profilu umożliwi monitorowanie podstawowych parametrów pracy instalacji takich jak produkcja w zadanym okresie czasu, moc chwilowa. Wymaga się aby co najmniej 5% z liczby wszystkich instalacji było monitorowanych przez okres gwarancyjny. Wykonanie monitoringu wybranych instalacji należy do obowiązków wykonawcy zaś zapewnienie łącza internetowego oraz koszt utrzymania łącza należą do obowiązków zamawiającego/użytkownika instalacji.

Wymaga się aby system monitorowania miał możliwość rejestracji, archiwizacji i wizualizacji danych z możliwością ich analizy i generowania powiadomień o awariach na podany adres e-mail. Wymagane parametry do monitorowania:

- podgląd parametrów pracy zainstalowanych inwerterów,
- podgląd produkcji energii elektrycznej,
- podgląd mocy chwilowej każdego z inwerterów
- podgląd mocy chwilowej całego systemu sumarycznie,

Wymagana jest możliwość przeprowadzania analizy porównawczej działania wybranych modułów w celach diagnostycznych.

Wszystkie parametry powinny mieć możliwość przedstawienia wyników w postaci graficznej.

Grafika produkcji oraz konsumpcji powinna mieć możliwość przedstawienia na wykresach w zestawieniu dniowym, 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.

3.1.2 Inwertery dla instalacji fotowoltaicznej

Projektowany system fotowoltaiczny dostarczać będzie energię na napięciu DC do falownika, który przekształci ją na stronę napięcia AC. Parametry techniczne falownika zostały określone w projekcie. Inwertery wraz z modułami fotowoltaicznymi powinny być dostarczone i objęte gwarancją tego samego producenta.

Wymaganie stawianie inwerterom jednofazowym:

Moc znamionowa AC	2.2 kW	3.0 kW	3.5 kW	4.0 kW
Strona wejścia DC				
Max napięcie wejściowe	500 V	500 V	500 V	500 V
Max prąd wejściowy	8.5 A	11.5 A	13,5 A	15,5 A
Max moc DC	2400 Wp	3300 Wp	3900 Wp	4400 Wp
Ilość wejść DC	1			
Strona wyjścia AC				
Moc znamionowa	2200 W	3000 W	3680 W	4200 W
Zakres napięcia sieciowego	184 V..264V			
Znamionowe napięcie sieciowe	230 V			
Częstotliwość znamionowa	50 Hz, 60 Hz/± 5Hz			
Max prąd wyjściowy	12 A	16,5 A	19,5 A	22 A
Fazy zasilania	1			
Wydajność eksploatacyjna				
Sprawność maksymalna	97,6 %	97,6 %	97,6 %	97,6 %
Sprawność europejska	97.6 %	97.5 %	97,53 %	97,4 %
Spadek mocy nocą	< 2,5 W	< 2,5 W	< 2,5 W	< 2.5 W
System chłodzenia	konwekcyjny	konwekcyjny	konwekcyjny	konwekcyjny
Izolacja	Beztransformatorowa			
Ochrona	Wyłącznik obwodu DC/ nadzorowanie sieci/ nadzorowanie prądu szczytkowego/ kategoria nadnapięcia III (AC) i II (DC)			
Gwarancja producenta	min 12 lat			
Standardy i normy	Zgodności WE (CE Declaration of Conformity), zgodność z dyrektywami: niskonapięciowa 2006/95/WE, kompatybilności elektromagnetycznej 2004/108/WE, RT&TEE. Zgodność z IEC 60947, VDE 2100-712, NEC2014, UL1699B. Zgodność z EN50438			

Do oferty należy dołączyć karty katalogowe oraz certyfikaty potwierdzające spełnienie minimalnych parametrów urządzeń.

3.1.3 Konstrukcja nośna dla paneli fotowoltaicznych

W przypadku braku możliwości montażu paneli fotowoltaicznych bezpośrednio na konstrukcjach dedykowanych lub zaakceptowanych przez producenta wykonanie podkonstrukcji na dachu budynku wraz z zabezpieczeniem uszkodzonego pokrycia dachowego przed przeciekaniem oraz wykonanie podkonstrukcji na gruncie należą do obowiązków wykonawcy instalacji.

3.1.4 Skoordynowany układ SPD

Ochronę systemu PV przed wyindukowanymi przepięciami spowodowanymi wyładowaniami atmosferycznymi powinna być zapewniona przez zastosowanie ograniczników przepięć typu 1+2 pozwalające ograniczyć przepięcia do poziomu $U_p < 1,7$ kV przy prądzie udarowym (10/350) 12,5 kA na jeden biegun. Ograniczniki przepięć po stronie stałoprądowej mogą być zabudowane w inwerterze lub w oddzielnej rozdzielnicy.

Należy stosować ochronniki przepięć również po stronie AC, na wypadek przepięć przenoszonych od strony sieci energetycznej.

3.1.5 Wyrównanie potencjałów

Jako uziemienie należy wykorzystać istniejący uziom fundamentowy lub otokowy (typu B) lub wykonać dodatkowy uziom szpilkowy (typu A). Rezystancja uziomu powinna wynosić $R < 10 \Omega$.

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,
- konstrukcje wsporcze np. modułów PV,
- ramy modułów fotowoltaicznych poprzez konstrukcje wsporcze,
- obudowy inwerterów.

W rozdzielni głównej obiektu będzie zlokalizowana Główna Szyna Uziemiająca (poza opracowaniem projektu instalacji PV). Należy połączyć kabel ochronny PE do Główniej Szyny Uziemiającej. W ten sposób zapewnione zostanie wyrównanie potencjałów i ochrona przed porażeniem prądem.

W przypadku instalacji modułów fotowoltaicznych na dachu nie objętym instalacją odgromową, konstrukcje wsporcze należy połączyć z uziomem ($R < 10 \Omega$). Połączenie należy wykonać za pomocą np. bednarki min. FeZn 30x4 lub drutu o przekroju min. 8mm². Trasa prowadzenia przewodu odprowadzającego musi być realizowana przy zachowaniu odstępu izolacyjnego S od istniejących przewodów energetycznych, konstrukcji stalowych itp. W przypadku braku instalacji odgromowej w budynku oraz w przypadku montażu paneli fotowoltaicznych na gruncie, wykonanie instalacji odgromowej należy do obowiązków użytkownika instalacji. Wykonana instalacja musi spełniać wymogi obowiązujących norm i przepisów prawa. Prawidłowość wykonania instalacji musi zostać potwierdzona pomiarami wykonanymi przez osobę posiadającą wymagane polskim prawem uprawnienia. Dostosowanie istniejącej instalacji elektrycznej do obowiązujących norm i przepisów prawa należy do obowiązków użytkownika instalacji.

3.2 Wykonanie robót

3.2.1 Oprzewodowanie i rozdzielnia

Oprzewodowanie po stronie DC dostosować do wymogów instalacji PV t.j. instalować przewody odporne na promienie UV oraz wysoką temperaturę. Przekrój kabla – 6mm². Trasy kablowe na dachu prowadzić w korytach typu BAKS. Trasy kablowe wewnętrzne prowadzić w rurkach osłonowych. Do łączenia szeregowego modułów należy stosować kable jednożyłowe giętkie w specjalnej izolacji do stosowania w systemach fotowoltaicznych. Do przewodów stosować systemowe akcesoria łączeniowe - dławiki, złącza, wtyki, itp.

Stosowane przewody muszą spełniać następujące wymagania:

- napięcie robocze systemu fotowoltaicznego do 1,8kV DC
- temperatura pracy od -40 C do +120 C
- odporność na promieniowanie UV i ozon
- odporność na środowisko kwaśne i warunki atmosferyczne (wiatr, deszcz)

Po stronie AC stosować przewody pięciziołowe miedziane w układzie TN-S w izolacji polwinitowej 750V. Przekroje przewodów dobrać zgodnie z dokumentacją projektową.

Przed inwerterami montować rozdzielnice DC zawierające zabezpieczenia przetężeniowe PCF 10 DC2P 10A firmy oraz ochronniki przepięciowe.

Jako rozdzielnice stosować obudowy wykonane w II klasie izolacji. Należy zapewnić odpowiednią przestrzeń i wentylację w szafie z uwzględnieniem nagrzewania się urządzeń.

Montaż rozdzielnic DC oraz Inwerterów przewidziano pod stropem na ścianie obok rozdzielnicy falownika.

Szczegóły systemu, zabezpieczeń, urządzeń i rozdzielnic zawiera dokumentacja projektowa.

3.2.2 Moduły fotowoltaiczne

Moduły fotowoltaiczne montować na dachu budynku zgodnie ze schematem dokumentacji projektowej i instrukcją montażu producenta. Do mocowania wykorzystywać wsporniki oraz łączniki zgodnie z dokumentacją projektową. Połączenia elektryczne wykonać przewodem odpornym na promienie UV. Do połączeń wykorzystywać wtyczki systemowe typu H4. Właściwie oznaczyć polaryzację strony DC czerwonym (+) oraz czarnym (-) przewodem lub poprzez właściwe opisanie przewodów.

Wymaga się aby układ połączeń na dachu zapewniał bezpieczną eksploatację instalacji fotowoltaicznej. Wymaga się aby w sytuacjach awaryjnych lub serwisowych, w wyniku których nastąpi odłączenie inwertera od sieci, napięcie DC układów połączeń w szeregi modułów nie generował napięcia wyższego niż napięcie 50V. Wymaga się zastosowania rozwiązań spełniających wymagania normy VDE-AR-E 2100-712.

3.3 Falownik

Połączenie od falownika do rozdzielni głównej wykonać zgodnie ze schematem dokumentacji projektowej.

3.4 Ochrona przeciwprzepięciowa

W celu ochrony systemu przed uszkodzeniami należy stosować system ochrony przeciwprzepięciowej zarówno po stronie DC jak i AC inwertera, zgodnie z dokumentacją projektową.

3.5 Ochrona przed przetężnieniem

Instalację fotowoltaiczną zabezpieczyć zgodnie z dokumentacją projektową.

3.6 Kontrola jakości robót

Sprawdzenie i odbiór robót powinno być wykonane zgodnie z normami i przepisami.

Sprawdzeniu i kontroli w czasie wykonywania robót oraz po ich zakończeniu powinno podlegać:

- zgodność wykonania robót z dokumentacją projektową,
- prawidłowość mocowania konstrukcji i urządzeń,
- właściwe wykonanie instalacji i podłączenie urządzeń,
- wykonanie wymaganych pomiarów z przekazaniem wyników do protokołu odbioru.

3.6.1 Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia przy wykonywaniu instalacji elektrycznych

Wszystkie prace wykonać zgodnie:

- z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2004 w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz.U z dnia 12 maja 2004 z załącznikiem (wykaz Polskich Norm obowiązującego stosowania),
- z Rozporządzeniem Min. Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych Dz. U.80/99.
- warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych. Tom V. Instalacje elektryczne. Zagrożenia występujące podczas realizacji robót, instalacje na napięciu do 1,0kV i powyżej 1kV;
- wyłączenia urządzeń rozdzielczych pod napięciem,
- wyłączenia napięcia na poszczególne obwody odbiorcze,
- wyłączenie napięcia istniejącej instalacji i tablic rozdzielczych przeznaczonych do demontażu,
- pomiary skuteczności ochrony od porażeń.

Monterzy wykonujący prace powinni mieć właściwe świadectwo klasyfikacyjne typu E oraz badania lekarskie.

Przewidywanie zagrożenia występujące podczas realizacji inwestycji.

Mogą wystąpić następujące zagrożenia podczas pracy:

- Porażenie prądem elektrycznym
- Upadek z wysokości powyżej 5m

Sposób prowadzenia instruktażu BHP. Przed przystąpieniem do pracy kierownik budowy przeprowadza ustny instruktaż BHP, zapoznaje pracowników z zagrożeniami występującymi na placu budowy i podczas transportu materiału na budowę.

3.7 Procedura odbioru instalacji PV. 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.

3.7.1 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 ÷1000.0mA, dokładność $\pm(0.5\%rdg+0.06\%FS)$, rozdzielczość 0.1mA
- 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 ÷1000.0mA, dokładność $\pm(0.5\%rdg+0.06\%FS)$, rozdzielczość 0.1mA
- 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;
 η_{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_f → współczynnik mocy na wyjściu inwertera (system trójfazowy);
 η_{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.

Do oferty należy załączyć dokumenty potwierdzające spełnianie przez urządzenie pomiarowe wymagań dyrektywy niskonapięciowej 2006/95/EC (LVD) oraz dyrektywy kompatybilności elektromagnetycznej 2004/108/EC (EMC).

Dopuszczalny stopień wilgotności podczas pomiarów: >80%.

3.7.2 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 $0.1 \div 1.9 \text{ M}\Omega$, rozdzielczość $0.1 \text{ M}\Omega$;
- zakres $2 \div 99 \text{ M}\Omega$, rozdzielczość $1 \text{ M}\Omega$;
- dokładność pomiaru $\pm(20.0\%rdg+5dgt)$.

Zgodność urządzenia pomiarowego ze standardami:

- Bezpieczeństwo IEC/EN61010-1, IEC/EN61010-031
- Pomiar IEC/EN62446s
- Kategoria ochrony CAT III300V do uziemienia, maks. 1000 V pomiędzy wejściami

Do oferty należy załączyć dokumenty potwierdzające spełnianie przez urządzenie pomiarowe wymagań dyrektywy niskonapięciowej 2006/95/EC (LVD) oraz dyrektywy kompatybilności elektromagnetycznej 2004/108/EC (EMC).

3.7.3 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 – $5.0 \div 999.9$ V, dokładność $\pm(1.0\%rdg+2dgt)$, rozdzielczość 0.1 V
- prąd DC – zakres $0.10 \div 10.00$ A, dokładność $\pm(1.0\%rdg+2dgt)$, rozdzielczość 0.01 A
- moc - zakres $50 \div 9999$ W, dokładność $\pm(1.0\%rdg+6dgt)$, rozdzielczość 1 W
- promieniowanie słoneczne (ogniwo odniesienia): zakres $1.0 \div 100.0$ mV, dokładność $\pm(1.0\%rdg+5dgt)$, rozdzielczość 0.1 mV
- temperatura (sonda pomiarowa): zakres $-20^{\circ}\text{C} \div 100^{\circ}\text{C}$, dokładność $\pm(1.0\%rdg+1^{\circ}\text{C})$, 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

Do oferty należy załączyć dokumenty potwierdzające spełnianie przez urządzenie pomiarowe wymagań dyrektywy niskonapięciowej 2006/95/EC (LVD) oraz dyrektywy kompatybilności elektromagnetycznej 2004/108/EC (EMC).

3.8 Oględziny instalacji elektrycznych

Oględziny należy wykonać przed przystąpieniem do prób i po odłączeniu zasilania instalacji.

Oględziny mają na celu stwierdzenie, czy wykonana instalacja lub urządzenie:

- spełniają wymagania bezpieczeństwa,
 - zostały prawidłowo zainstalowane i dobrane oraz oznaczone zgodnie z projektem,
 - nie posiadają widocznych uszkodzeń mechanicznych, mogących mieć wpływ na pogorszenie bezpieczeństwa użytkowania
- Zakres oględzin obejmuje sprawdzenie prawidłowości:
- wykonania instalacji pod względem estetycznym (jakość wykonanej instalacji),
 - ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym,
 - doboru urządzeń i środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych,
 - ochrony przed pożarem i skutkami cieplnymi,
 - doboru przewodów do obciążalności prądowej i spadku napięcia,
 - wykonania połączeń obwodów,
 - doboru i nastawienia urządzeń zabezpieczających i sygnalizacyjnych,
 - umieszczenia odpowiednich urządzeń odłączających i łączących,
 - rozmieszczenia oraz umocowania aparatów, sprzętu i osprzętu,
 - oznaczenia przewodów fazowych, neutralnych, ochronnych oraz ochronno-neutralnych,
 - umieszczenia schematów, tablic ostrzegawczych lub innych informacji na oznaczenie obwodów, bezpieczników, łączników, zacisków itp.,
 - wykonania dostępu do instalacji i urządzeń elektrycznych w celu ich wygodnej obsługi i konserwacji.

3.9 Estetyka i jakość wykonania instalacji

O jakości i estetyce wykonanej instalacji decydują następujące czynniki:

- zastosowanie jednego gatunku i zachowanie jednolitej kolorystyki sprzętu elektroinstalacyjnego,
- trwałość zamocowania sprzętu do podłoża oraz innych elementów mocujących i uchwytów,
- zamocowanie sprzętu na jednakowej wysokości w danym pomieszczeniu z zachowaniem zasad prostoliniowości mocowania, właściwe zabezpieczenie przed korozją elementów urządzeń i instalacji narażonych na wpływ czynników atmosferycznych.

3.10 Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym

Należy sprawdzić prawidłowość doboru środków ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym oraz ich zgodność z normami. Skuteczność ochrony przeciwpożarowej należy sprawdzić pomiarami powykonawczymi. Sprawdza się zgodność instalacji z wymaganiami normy PN-IEC 60364-4-41 oraz PN-IEC 60364-4-47.

4 Ochrona przed pożarami i skutkami cieplnymi

Należy sprawdzić, czy:

- instalacje i urządzenia elektryczne nie stwarzają zagrożenia pożarowego dla materiałów lub podłoży, na których (w pobliżu których) są zainstalowane,
- urządzenia mogące powodować powstawanie łuku elektrycznego są odpowiednio zabezpieczone przed jego negatywnym oddziaływaniem na otoczenie,
- urządzenia zawierające ciecze palne są odpowiednio zabezpieczone przed rozprzestrzenianiem się tych cieczy,
- dostępne części urządzeń i aparatów nie zagrażają poparzeniem,
- urządzenia do wytwarzania pary, gorącej wody lub powietrza mają wymagane zabezpieczenie przed przegrzaniem,
- urządzenia wytwarzające promieniowanie cieplne nie zagrażają wystąpieniem niebezpiecznych temperatur. Sprawdza się zgodność instalacji z wymaganiami normy PN-IEC60364-4-42 i PN-IEC60364-4-482.

4.7 Połączenia przewodów

Należy sprawdzić, czy:

- połączenia przewodów są wykonane przy użyciu odpowiednich metod i osprzętu,
- nie jest wywierany przez izolację nacisk na połączenia,
- zaciski nie są narażone na naprężenia spowodowane przez podłączone przewody.

Sprawdza się zgodność instalacji z wymaganiami normy PN-82/E-06290, PN-86/E-06291

5. Podstawa płatności

Strony postanawiają, że rozliczenie za wykonanie umowy odbywać się będzie fakturami częściowymi wystawianymi w okresach miesięcznych (nie częściej niż raz w miesiącu kalendarzowym), zgodnie z zakresem zawartym w harmonogramie rzeczowo finansowym i jedną fakturą końcową, zgodnie z Harmonogramem rzeczowo-finansowym. Rozliczanie częściowe wykonanych robót odbywać się będzie na podstawie protokołów odbioru robót podpisanych przez Inspektora Nadzoru i faktur częściowych. Do protokołu odbioru robót Wykonawca dołączy wykaz obiektów, w których zostały wykonane i odebrane przez Inspektora Nadzoru roboty związane z montażem kompletnych zestawów solarnych, pomp ciepła oraz instalacji fotowoltaicznych uczestnika projektu.

6 Dokumenty odniesienia

6.1 Normy

- PN-64/B-10400 „Urządzenia centralnego ogrzewania w budownictwie powszechnym. Wymagania i badania techniczne przy odbiorze”;
- PN-IEC 60364-1:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Zakres, przedmiot i wymagania podstawowe.
- PN-IEC 60364-4-41:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przeciwporażeniowa.
- PN-IEC 60364-4-42:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed skutkami oddziaływania cieplnego.
- 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. Odlączanie izolacyjne i łączenie.
- PN-IEC 60364-4-47:2001 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Stosowanie środków ochrony dla zapewnienia bezpieczeństwa. Postanowienia ogólne. Środki ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym.
- 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. Oprzewodowanie.
- PN-IEC 60364-5-523:2001 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. Aparaturarozdzielcza i sterownicza.
- PN-IEC 60364-5-54:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia i przewody ochronne.
- PN-IEC 60364-5-56:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Instalacje bezpieczeństwa.
- PN-IEC 60364-6-61:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Sprawdzanie. Sprawdzanie odbiorcze.
- PN-EN 62446:2009 Systemy fotowoltaiczne przyłączone do sieci elektrycznej – Minimalne wymagania dotyczące dokumentacji systemu, badania rozruchowe i wymagania kontrolne
- PN-IEC 60364-7-701:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Pomieszczenia wyposażone w wannę lub/i basen natryskowy.
- PN-IEC 60898:2000 Sprzęt elektroinstalacyjny. Wyłączniki do zabezpieczeń przetężeniowych instalacji domowych i podobnych.

PN-EN 50146:2002 (U) Wyposażenie do mocowania kabli w instalacji elektrycznych.

PN-EN 60445:2002 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, oznaczanie i identyfikacja. Oznaczenia identyfikacyjne zacisków urządzeń i zakończeń żył przewodów oraz ogólne zasady systemu alfanumerycznego.

PN-EN 60446:2004 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, oznaczanie i identyfikacja. Oznaczenia identyfikacyjne przewodów barwami albo cyframi.

PN-EN 60529:2003 Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP).

PN-EN 60664-1:2003 (U) Koordynacja izolacji urządzeń elektrycznych w układach niskiego napięcia. Część 1: Zasady, wymagania i badania.

PN-EN 60799:2004 Sprzęt elektroinstalacyjny. Przewody przyłączeniowe i przewody pośredniczące.

PN-EN 60898-1:2003 (U) oprzet elektroinstalacyjny. Wyłączniki do zabezpieczeń przetężeniowych instalacji domowych i podobnych. Część 1: Wyłączniki do obwodów prądu przemiennego.

PN-EN 60898-1:2003/A1:2005 (U) Sprzęt elektroinstalacyjny. Wyłączniki do zabezpieczeń przetężeniowych instalacji domowych i podobnych. Część 1: Wyłączniki do obwodów prądu przemiennego (Zmiana A1).

PN-EN 60898-1:2003/AC:2005 (U) Sprzęt elektroinstalacyjny. Wyłączniki do zabezpieczeń przetężeniowych instalacji domowych i podobnych. Część 1: Wyłączniki do obwodów prądu przemiennego.

PN-EN 61008-1:2005 (U) Sprzęt elektroinstalacyjny. Wyłączniki różnicowoprądowe bez wbudowanego zabezpieczenia nadprądowego do użytku domowego i podobnego (RCCB). Część 1: Postanowienia ogólne.

PN-EN 61009-1:2005 (U) Sprzęt elektroinstalacyjny. Wyłączniki różnicowoprądowe z wbudowanym zabezpieczeniem nadprądowym do użytku domowego i podobnego (RCBO). Część 1: Postanowienia ogólne.

PN-E-04700:1998 Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych. Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych.

PN-E-04700:1998/Az1:2000 Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych. Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych (Zmiana Az1).

PN-E-93207:1998 Sprzęt elektroinstalacyjny. Odgałęźniki instalacyjne i płytki odgałęźne na napięcie do 750 V do przewodów o przekrojach do 50 mm². Wymagania i badania.

PN-E-93207:1998/Az1:1999 Sprzęt elektroinstalacyjny. Odgałęźniki instalacyjne i płytki odgałęźne na napięcie do 750 V do przewodów o przekrojach do 50 mm². Wymagania i badania (Zmiana Az1).

PN-E-93210:1998 Sprzęt elektroinstalacyjny. Automaty schodowe na znamionowe napięcie robocze 220 V i 230 V i prądy znamionowe do 25 A. Wymagania i badania.

6.2 Ustawy

– Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. z 2004 r. Nr 92, poz. 881).

– Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2003 r. Nr 207, poz. 2016 z późn. zmianami)

6.3 Rozporządzenia

– Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 02.09.2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu iformy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz. U. z 2004 r. Nr 202, poz. 2072, zmiana Dz. U. z 2005 r. Nr 75, poz. 664).

– Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 26.06.2002 r. w sprawie dziennika budowy, montażu i rozbiórki, tablicy informacyjnej oraz ogłoszenia zawierającego dane dotyczące bezpieczeństwa pracy i ochrony zdrowia (Dz. U. z 2002 r. Nr 108, poz. 953 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).

– Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 11 sierpnia 2004 r. w sprawie systemów oceny zgodności, wymagań, jakie powinny spełniać notyfikowane jednostki uczestniczące w ocenie zgodności oraz sposobu oznaczenia wyrobów budowlanych oznakowania CE (Dz. U. Nr 195, poz. 2011).

6.4 Inne dokumenty i instrukcje

– Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych (tom I, część 4) Arkady, Warszawa 1990 r.

– Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych ITB część D: Roboty instalacyjne.

Zeszyt 1: Instalacje elektryczne i piorunochronne w budynkach mieszkalnych. Warszawa 2003 r.

– Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych ITB część D: Roboty instalacyjne.

Zeszyt 2: Instalacje elektryczne i piorunochronne w budynkach użyteczności publicznej. Warszawa 2004 r.

– Specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych. Wymagania ogólne. Kod CPV 45000000-7. Wydanie II, OWEOb Promocja – 2005 r.

Nie wymienienie tytułu jakiegokolwiek dziedziny, grupy, podgrupy czy normy nie zwalnia Wykonawcy od obowiązku stosowania wymogów określonych prawem polskim i europejskim.