

## SZCZEGÓŁOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH

---

ZAMAWIAJĄCY :	<b>Gmina Niedźwiada</b> 21-104 Niedźwiada, Niedźwiada-Kolonia 43
OBIEKT :	<b>Budynki mieszkalne na terenie Gminy Niedźwiada</b>
BRANŻA :	<b>Elektryczna</b>
KAT. OBIEKTU :	<b>XXVI</b>
KOD CPV :	<b>09331200-0</b> Słoneczne moduły fotoelektryczne <b>45261215-4</b> Pokrywanie dachów panelami ogniwo słonecznych <b>45111291-4</b> Roboty w zakresie zagospodarowania terenu <b>45111200-0</b> Roboty w zakresie przygotowania terenu pod budowę i roboty ziemne <b>45311100-1</b> Roboty w zakresie okablowania elektrycznego <b>45312310-3</b> Ochrona odgromowa
JEDNOSTKA PROJEKTOWA:	<b>ThermoDesign Tomasz Drzewicki</b> 20-368 Lublin, ul. Wyzwolenia 27

## Spis treści

1.	OGÓLNA SPECYFIKACJA TECHNICZNA - WYMAGANIA OGÓLNE .....	3
1.1	WSTĘP .....	3
2.	WYKONANIE ROBÓT – ZAŁOŻENIA OGÓLNE .....	6
2.1.2	Kucie bruzd: .....	6
3.	INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA .....	8
3.1	Panele fotowoltaiczne .....	8
3.2	Przewody .....	8
3.3	Inwertery .....	8
3.4	Konstrukcja montażowa .....	8
4.	MATERIAŁY .....	9
4.1	ŹRÓDŁA MATERIAŁÓW .....	9
4.2	KONTROLA MATERIAŁÓW .....	9
4.3	PRZECHOWYWANIE MATERIAŁÓW .....	9
5.	SPRZĘT .....	10
6.	TRANSPORT MATERIAŁÓW .....	10
7.	KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT .....	10
7.1	Dane ogólne .....	10
7.2	Badania .....	11
7.3	Opłaty za badania .....	11
8.	OBMIAR ROBÓT .....	11
9.	ODBIÓR ROBÓT .....	11
9.1	Pomiar wydajności instalacji fotowoltaicznej .....	11
9.2.	Rezystancja izolacji przewodów DC .....	12
9.3.	Wykonanie badań modułów fotowoltaicznych .....	12
9.4.	Oględziny instalacji elektrycznych .....	13
9.5.	Estetyka i jakość wykonania instalacji .....	13
9.6.	Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym .....	13
9.7.	Ochrona przed pożarami i skutkami cieplnymi .....	13
9.8.	Połączenia przewodów .....	13
9.9.	Odbiór końcowy .....	14
10.	PODSTAWA PŁATNOŚCI .....	14
11.	PRZEPISY ZWIĄZANE .....	14

## 1. OGÓLNA SPECYFIKACJA TECHNICZNA - WYMAGANIA OGÓLNE

### 1.1 WSTĘP

#### 1.1.1 PRZEDMIOT SPECYFIKACJI

Przedmiotem specyfikacji technicznej (ST) są standardy techniczne dotyczące wykonania i odbioru robót elektrycznych związanych z budową instalacji fotowoltaicznych dla budynków mieszkalnych w **Gminie Niedźwiada**

Standardy wykonania, materiały, typy konstrukcyjne, itp. określone przez zamawiającego w specyfikacji technicznej oraz w dokumentacji technicznej mają na celu zdefiniowanie właściwości obiektów. Tego typu właściwości wymagać będzie Zamawiający od Wykonawcy podczas realizacji umowy.

Przez wymagany standard rozumieć się będzie, iż Wykonawca ma obowiązek zastosować nie gorszy niż to określono w specyfikacji i w projekcie technicznym instalacji fotowoltaicznej, pod sankcją uznania każdej części robót nie spełniających tego wymogu za wadliwą, z przewidzianymi umową konsekwencjami. Nie podlega sankcji odstępstwo od specyfikacji technicznej i dokumentacji technicznej, dla którego Wykonawca wcześniej uzyskał aprobatę Przedstawiciela Zamawiającego.

Wykonawca ma możliwość zastosowania standardu wyższego w odniesieniu do jakiegokolwiek części robót, a w szczególności wszędzie i zawsze tam, gdzie służyć to będzie osiągnięciu gwarantowanych przez Wykonawcę parametrów techniczno - technologicznych.

Wykonawca nie może powoływać się na jakikolwiek zapis specyfikacji technicznej dla usprawiedliwienia swojego nie wywiązania się z jakiegokolwiek obowiązku przypisanego umową.

#### 1.1.2 ZAKRES STOSOWANIA

**Specyfikacja jest stosowana jako dokument przy przetargach oraz przy zleceniu i realizacji robót dla wyżej wymienionego przedmiotu zamówienia.**

#### 1.1.3 ZAKRES ROBÓT OBJĘTYCH SPECYFIKACJĄ TECHNICZNĄ

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

- 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.

#### 1.1.4 OKREŚLENIA PODSTAWOWE

**ST lub STWIORB lub specyfikacja techniczna**

Specyfikacja Techniczna Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych

**Dokumenty odniesienia i projekt techniczny (dokumentacja techniczna)**

dokumenty będące podstawą do wykonania robót budowlanych, w tym wszystkie elementy dokumentacji projektowej (m.in. projekt techniczny instalacji fotowoltaicznej), normy, aprobaty techniczne oraz inne dokumenty i ustalenia, a także wszelkie inne rysunki, obliczenia, programy komputerowe, próbki, wzory, modele, podręczniki obsługi i konserwacji oraz inne podręczniki i informacje o podobnym charakterze, do przedłożenia których zobowiązuje Wykonawcę umowa lub przepisy prawa.

**Dokumentacja powykonawcza  
Dziennik budowy**

w rozumieniu ustawy Prawo budowlane stanowi urzędowy dokument przebiegu robót budowlanych oraz zdarzeń i okoliczności zachodzących w toku wykonywania robót.

**Przedstawiciel Zamawiającego**

oznacza Przedstawiciela Zamawiającego wg definicji klauzuli umowy oraz każdą osobę przez niego upoważnioną

**Materiały**

wszelkie tworzywa i wyroby budowlane niezbędne do wykonania robót zgodnie z wymaganiami technicznymi i projektem technicznym instalacji fotowoltaicznej, zaakceptowane przez Przedstawiciela Zamawiającego

**Odbiór częściowy**

odbiór mający na celu sprawdzenie zgodności z umową wykonanych elementów robót w celu określenia ich zakresu, jakości i ilości

**Odbiór końcowy**

odbiór przeprowadzony po pomyślnym zakończeniu robót i usunięciu usterek

<b>Odpowiednia zgodność</b>	zgodność wykonywanych robót z dopuszczonymi tolerancjami, a jeśli przedział tolerancji nie został określony - z przeciętnymi tolerancjami, przyjmowanymi zwyczajowo dla danego rodzaju robót budowlanych
<b>Polecenie Przedstawiciela Zamawiającego</b>	wszelkie polecenia przekazane Wykonawcy przez Przedstawiciela Zamawiającego, w formie pisemnej, dotyczące sposobu realizacji robót lub innych spraw związanych z prowadzeniem budowy
<b>Roboty</b>	oznaczają roboty stałe i roboty tymczasowe lub jedno z nich, zależnie od kontekstu sytuacyjnego lub treściowego
<b>Roboty stałe</b>	oznaczają roboty stałe do realizacji zamówienia zgodnie z umową
<b>Roboty tymczasowe</b>	oznaczają roboty tymczasowe wszelkiego rodzaju (poza sprzętem Wykonawcy) potrzebne do realizacji i ukończenia robót oraz usunięcia wszelkich wad
<b>Roboty towarzyszące</b>	prace niezbędne do wykonania robót podstawowych nie zaliczane do robót tymczasowych, w tym inwentaryzacja powykonawcza
<b>Rysunki</b>	część dokumentacji technicznej, która wskazuje lokalizację, charakterystykę i wymiary obiektu będącego przedmiotem robót
<b>Plac budowy</b>	oznacza plac budowy w rozumieniu umowy

### 1.1.5 OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE ROBÓT

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z projektem technicznym instalacji fotowoltaicznej, specyfikacją techniczną i poleceniami Przedstawiciela Zamawiającego, nadzoru inwestorskiego i autorskiego, zgodnie z art.22, 23 i 28 ustawy Prawo budowlane.

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

### 1.1.6 ZAKRES ROBÓT I ICH UTRZYMANIE PODCZAS BUDOWY

Utrzymanie robót podczas budowy

1. Wykonawca powinien utrzymywać roboty do czasu końcowego lub częściowego odbioru. Utrzymanie powinno być prowadzone w taki sposób, aby budowla lub jej elementy były w zadowalającym stanie przez cały czas, do momentu odbioru.

2. Jeżeli Wykonawca w jakimkolwiek czasie zaniedba utrzymania budowli w zadowalającym stanie, to na polecenie Przedstawiciela Zamawiającego powinien rozpocząć roboty utrzymaniowe nie później niż 24 godziny po otrzymaniu tego polecenia. W przeciwnym razie Przedstawiciel Zamawiającego może natychmiast zatrzymać roboty.

### 1.1.7 ZASADY KONTROLI I ODBIORU ROBÓT

Przedstawiciel Zamawiającego

1. Decyzje Przedstawiciela Zamawiającego dotyczące akceptacji lub odrzucenia materiałów lub elementów robót będą oparte na osądzie inżynierskim. Przedstawiciel Zamawiającego uwzględni wszystkie fakty związane z rozważaną kwestią, doświadczenia z przeszłości, wyniki badań naukowych oraz inne czynniki wpływające na rozważaną kwestię, włączając wszelkie uwarunkowania sformułowane w umowie i dokumentacji wykonawczej, wymaganiach technicznych, a także normy i wytyczne państwowe.

2. Przedstawiciel Zamawiającego jest upoważniony do inspekcji wszystkich robót i kontroli wszystkich materiałów dostarczonych na budowę. Przedstawiciel Zamawiającego odrzuci wszystkie te materiały i roboty, które nie spełniają wymagań jakościowych określonych w projekcie technicznym instalacji fotowoltaicznej i specyfikacji.

1. Zgodnie z umową Wykonawca otrzyma od Zamawiającego:

Dokumentację techniczną w branży elektrycznej w zakresie zgodnym z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z 3 lipca 2003 /Dziennik Ustaw Nr 120, poz.1133/

2. Koszty opracowania dokumentacji wykonawczej niezbędnej do wykonania zadania (projekt mocowania konstrukcji wsporczej paneli do konstrukcji dachu lub na gruncie) oraz powykonawczej obciążają Wykonawcę i mieszczą się w kosztach poszczególnych elementów robót.

3. Wszelkie zmiany w dokumentacji projektowej w trakcie realizacji robót powinny być wprowadzane na piśmie i wyłącznie za uprzednią zgodą Zamawiającego.

Zgodność robót z projektem technicznym instalacji fotowoltaicznej specyfikacją techniczną

1. Wszystkie wykonane roboty i dostarczone materiały powinny być zgodne ze standardami zawartymi w specyfikacji technicznej i w projekcie technicznym instalacji fotowoltaicznej.

2. Cechy materiałów i elementów budowli powinny być jednorodne i wykazywać bliską zgodność z określonymi wymaganiami, albo z wartościami średnimi określonego przedziału tolerancji. Przedział tolerancji określa się w celu uwzględnienia przypadkowych, małych odchyleń od wartości docelowych, które są nieuniknione ale mieszczące się w dopuszczalnych granicach

3. Jeżeli została określona wartość minimalna lub wartość maksymalna albo obie te wartości, to roboty powinny być prowadzone w taki sposób, aby cechy materiałów lub elementów nie znajdowały się w przeważającej mierze w pobliżu wartości

średnich,

4. W przypadku, gdy materiały lub roboty nie są w pełni zgodne z dokumentacją techniczną lub specyfikacją techniczną i wpłynęło to na niezadowalającą jakość elementu robót, to takie materiały i roboty powinny być odrzucone.

Koordinacja dokumentów umownych

1. Projekt techniczny instalacji fotowoltaicznej. (dokumentacja techniczna), oraz wszystkie dodatkowe dokumenty umowne, w tym specyfikacja techniczna, są istotnymi elementami umowy i jakiegokolwiek wymaganie występujące w jednym z tych dokumentów jest tak samo wiążące, jak gdyby występowało ono we wszystkich dokumentach

2. Wykonawca nie może wykorzystać na swoją korzyść jakichkolwiek wyraźnych błędów lub braków w specyfikacji technicznej. W przypadku, gdy Wykonawca wykryje takie błędy lub braki, to powinien natychmiast powiadomić o tym Przedstawiciela Zamawiającego celem ich poprawy lub uzupełnienia.

### **1.1.8 PLAC BUDOWY I DOKUMENTY BUDOWY**

Przekazanie placu budowy

1. Przedstawiciel Zamawiającego przekaze Wykonawcy plac budowy wraz ze wszystkimi wymaganymi uzgodnieniami prawnymi i administracyjnymi i lokalizacją.

2. W okresie od przekazania placu budowy do potwierdzenia przez Zamawiającego odbioru robót, Wykonawca odpowiada za utrzymanie terenu budowy i istniejącej infrastruktury na placu budowy. Uszkodzone lub zniszczone powyższe elementy Wykonawca naprawi lub odtworzy na własny koszt.

Dokumenty budowy

Do dokumentów budowy zalicza się, następujące dokumenty:

- a. protokoły przekazania terenu Wykonawcy,
- b. protokoły odbioru robót,
- c. protokoły z porad i ustaleń,
- d. korespondencja budowy.

Przechowywanie dokumentów budowy

1. Dokumenty budowy powinny być przechowywane przez Wykonawcę na placu budowy w miejscu odpowiednio zabezpieczonym.

2. Zaginięcie któregośkolwiek z dokumentów budowy powinno spowodować jego natychmiastowe odtworzenie w formie przewidzianej prawem.

### **1.1.9 POWIĄZANIA PRAWNE I ODPOWIEDZIALNOŚĆ WOBEC PRAWA**

**Przestrzeganie prawa**

1. Wykonawca ma obowiązek znać wszystkie ustawy i zarządzenia władz centralnych, zarządzenia władz lokalnych, inne przepisy, instrukcje oraz wytyczne, które w jakikolwiek sposób są związane z realizacją robót lub mogą wpływać na sposób przeprowadzenia robót.

2. W czasie prowadzenia robót Wykonawca powinien przestrzegać i stosować wszystkie przepisy wymienione w ust. 1.

**Ochrona własności publicznej i prywatnej.**

1. Wykonawca jest zobowiązany do ochrony przed uszkodzeniem lub zniszczeniem własności publicznej oraz prywatnej.

2. Jeżeli w związku z zaniedbaniem, niewłaściwym prowadzeniem robót lub brakiem koniecznych działań ze strony Wykonawcy nastąpi uszkodzenie lub zniszczenie własności publicznej lub prywatnej to Wykonawca na swój koszt naprawi lub odtworzy uszkodzoną własność.

3. Stan odtworzonej lub naprawionej własności powinien być nie gorszy niż przed powstaniem uszkodzenia.

4. Wykonawca powiadomi wszystkie instytucje obsługujące urządzenia podziemne i nadziemne o prowadzonych robotach i spowoduje przeprowadzenie przez te instytucje wszystkich niezbędnych adaptacji i innych koniecznych robót w obrębie placu budowy w możliwie najkrótszym czasie, nie dłuższym jednak niż w czasie przewidzianym harmonogramem tych robót. Wykonawca okaże współpracę i ułatwi przeprowadzenie wymienionych robót.

5. Zakłada się, że Wykonawca zapoznał się z zakresem ewentualnych robót prowadzonych w bezpośrednim sąsiedztwie placu budowy uwzględniając ich przeprowadzenie planując swoje roboty. Wykonawca okaże współpracę i ułatwi przeprowadzenie wymienionych robót. W związku z tym ewentualne roboty prowadzone w bezpośrednim sąsiedztwie w zakresie i w terminie ustalonym przed podpisaniem umowy, nie mogą być podstawą do zmiany terminu realizacji umowy.

6. W przypadku przypadkowego uszkodzenia instalacji Wykonawca natychmiast powiadomi odpowiednią instytucję użytkującą lub będącą właścicielem instalacji, a także Przedstawiciela Zamawiającego. Wykonawca będzie współpracował w usunięciu powstałej awarii z odpowiednimi służbami specjalistycznymi.

**Ochrona środowiska**

1. Wykonawca ma obowiązek znać i stosować w czasie prowadzenia robót wszystkie przepisy dotyczące ochrony środowiska naturalnego.

**Ochrona przeciwpożarowa**

1. Wykonawca będzie przestrzegać przepisów ochrony przeciwpożarowej.

2. Wykonawca będzie odpowiedzialny za wszelkie straty spowodowane pożarem wywołanym jako rezultat realizacji robót

albo przez personel Wykonawcy lub podwykonawcy.

Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy

1. Podczas realizacji robót Wykonawca powinien przestrzegać wszystkich przepisów dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy. W szczególności Wykonawca ma obowiązek zadbać, aby personel nie wykonywał pracy w warunkach niebezpiecznych, szkodliwych dla zdrowia, oraz nie spełniających odpowiednich wymagań sanitarnych.

2. Wykonawca powinien zapewnić wszelkie urządzenia zabezpieczające oraz sprzęt dla ochrony życia i zdrowia osób zatrudnionych na placu budowy oraz dla zapewnienia bezpieczeństwa osobom postronnym.

3. Wykonawca powinien zapewnić i utrzymywać w odpowiednim stanie urządzenia socjalne dla personelu prowadzącego roboty objęte umową.

## **2. WYKONANIE ROBÓT – ZAŁOŻENIA OGÓLNE**

Wymagania ogólne przedstawiono w ST. Przed przystąpieniem do prac montażowych należy przedstawić Inwestorowi projekt wykonawczy na w/w zakres prac celem jego zatwierdzenia.

Przed przystąpieniem do prac odłączyć wszystkie tablice elektryczne spod napięcia. Po wykonaniu prac wszystkie tablice czytelnie oznaczyć. Wewnątrz tablicy trwale przymocować schemat ideowy rozdzielnic.

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.

### **2.1.1 Trasowanie:**

Trasowanie należy wykonać uwzględniając konstrukcję budynku oraz zapewniając bezkolizyjność z innymi instalacjami. Trasa instalacji powinna być przejrzysta, prosta i dostępna dla prawidłowej konserwacji i remontów. Wskazane jest, aby trasa przebiegała w liniach poziomych i pionowych w odległości do 30cm od sufitu.

### **2.1.2 Kucie bruzd:**

- Bruzdy należy dostosować do średnicy przewodów z uwzględnieniem rodzaju i grubości tynku.
- Zabrania się wykonywania bruzd w cienkich ścianach działowych w sposób osłabiający ich konstrukcję.
- Zabrania się kucia bruzd, przebić w betonowych elementach konstrukcyjno-budowlanych.
- Przy przejściach z jednej strony ściany na drugą lub ze ściany na strop cała rura powinna być pokryta tynkiem.
- Przebicia przez ściany należy wykonywać w taki sposób, aby rurę można było wyginać łagodnymi łukami.
- Zaleca się wykonywanie bruzd sprzętem mechanicznym (bruzdownicami).

### **2.1.3 Przejścia przewodów przez ściany i stropy:**

- Wszystkie przejścia obwodów instalacji elektrycznych przez ściany, stropy itp. (wewnątrz budynku) muszą być chronione przed uszkodzeniami.
- Przejścia wymienione wyżej należy wykonywać w przepustach rurowych.
- Obwody instalacji elektrycznych przechodzące przez podłogi muszą być chronione do wysokości bezpiecznej przed przypadkowymi uszkodzeniami. Jako osłony przed uszkodzeniem mechanicznym można stosować rury z tworzyw sztucznych, kształtowniki, korytka blaszane, PCV itp.

### **2.1.4 Układanie i montaż przewodów:**

- Instalacje należy wykonywać przewodami wielożyłowymi, kablukowymi w podwójnej izolacji okrągłymi lub płaskimi.
- Na podłożu z drewna lub innych materiałów palnych można układać przewody na warstwie zaprawy murarskiej grubości co najmniej 5 mm, oddzielającej przewód od ściany.
- Na podłożu drewnianym lub z innego materiału palnego, przewody układać w rurkach instalacyjnych.
- Na elementach drewnianych stosować osprzet IP 44.
- Przewody wprowadzone do puszek powinny mieć nadwyżkę długości niezbędną do wykonania połączeń.
- Przewód neutralny powinien być nieco dłuższy niż przewody fazowe.
- Zagięcia i łuki w płaszczyźnie przewodu powinny być łagodne. W tym celu należy przeciąć wzdłuż mostki pomiędzy żyłami przewodu nie uszkadzając ich izolacji.
- Podłoże do układania na nim przewodów powinno być gładkie.
- Przewody należy mocować do podłoża w sposób trwały, np. za pomocą klamerek mocowanie należy wykonywać w odstępach około 50 cm, wbijając je tak, aby nie uszkodzić izolacji żył przewodu.
- Do puszek należy wprowadzać tylko te przewody, które wymagają łączenia w puszcze; pozostałe przewody należy prowadzić obok puszek.

- Przed tynkowaniem końce przewodów należy zwinąć w luźny krążek i włożyć do puszek, a puszki zakryć pokrywami lub w inny sposób zabezpieczyć je przed zatynkowaniem.
- Zabrania się układania przewodów bezpośrednio w betonie, w warstwie wyrównawczej podłogi, w złączach płyt itp. bez stosowania osłon w postaci rur.
- W korytkach kablowych przewody prowadzić w sposób uporządkowany, zaleca się co 1,5m mocować przewody do drabinek lub korytek za pomocą opasek kablowych.
- Wyprowadzenie przewodów poza korytko osłonić krótkim odcinkiem rurki instalacyjnej.
- Nad sufitami podwieszanymi przewody prowadzić w rurkach karbowanych na uchwytych montowanych do sufitu lub opaskami do konstrukcji. Przewód może się stykać z konstrukcją sufitu podwieszanego przez rurkę instalacyjną.
- W budynkach zaleca się przewody montować równolegle do ścian i sufitu w odległości ok. 10 cm od sufitu.
- Przewody układać swobodnie, tak aby nie były narażone na naprężenia mechaniczne.

#### 2.1.5 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. Najmniejszy dopuszczalny promień łuku powinien wynosić.
- Przy kształtowaniu łuku spłaszczenie rury nie może być większe niż 15% wewnętrznej średnicy rury.
- Łączenie rur należy wykonywać za pomocą połączeń jednokielichowych lub złączek dwukielichowych.

#### 2.1.6 Wciąganie przewodów do rur:

Do rur ułożonych zgodnie z p. 2.1.6, należy wciągać przewody przy użyciu sprężyny instalacyjnej, zakończonej z jednej strony kulka i z drugiej uszkiem. Zabrania się układania rur wraz z wciągniętymi w nie przewodami.

#### 2.1.7 Montaż konstrukcji wsporczych i uchwyty:

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

#### 2.1.8 Instalacje wykonywane przewodami w listwach instalacyjnych z tworzywa:

- Listwy instalacyjne należy mocować do podłoża za pomocą kołków rozporowych lub klejenia.
- Na ścianach drewnianych listwy należy mocować za pomocą wkrętów do drewna.
- Rozgałęzienia od przewodów ułożonych w listwach instalacyjnych należy wykonywać przy użyciu zacisków odgałęźnych.
- W listwach instalacyjnych można układać przewody jednożyłowe lub wielożyłowe.
- W jednym kanale listwy należy układać przewody tego samego rodzaju obwodu.
- Po ułożeniu i połączeniu oraz zabezpieczeniu przewodów przed wypadnięciem należy listwy zaniknąć pokrywami.

#### 2.1.9 Instalacje wykonywane przewodami w korytkach kablowych:

- Konstrukcje wsporcze i uchwyty przewidziane do ułożenia na nich korytek lub drabinek kablowych powinny być zamocowane do podłoża (ścian, stropów, elementów konstrukcji budynku itp.) w sposób trwały, uwzględniający warunki lokalne i technologiczne, w jakich dana instalacja będzie pracować.
- Wszystkie elementy systemu korytek muszą być tego samego producenta.
- Korytka kablowej montować w odległości ok. 10 cm od ściany.
- Do montażu korytek stosować wysięgniki ściennie lub sufitowe dostosowane do szerokości korytka.
- Rozstaw wysięgników oraz szerokość korytek określić stosownie do ich obciążenia.

Średnica znamionowa rury, mm -	18	21	22	28	37	47
Promień łuku, mm	190	190	250	250	350	450

- Wysokość zawieszenia korytek:
  - dla sufitów podwieszanych,
  - połowa wysokości pomiędzy sufitami,
  - w piwnicach w odległości ok. 20 cm od sufitu.
- Korytka podlegają ogólnym i lokalnym systemom połączeń wyrównawczych.
- Korytka połączyć przewodem typu LY koloru żółtozielonego o przekroju min 6mm<sup>2</sup>.

#### 2.1.10 Pomiary pomontażowe

- pomiar rezystancji izolacji instalacji,
- pomiary impedancji pętli zwarciovych,

- pomiary rezystancji uziemień.

### 3. INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA

#### 3.1 Panele fotowoltaiczne

Należy zastosować panele fotowoltaiczne monokrystaliczne o mocy minimalnej nie mniejszej niż 380Wp. Panele powinny być odporne na warunki atmosferyczne, wydajne i wolne od korozji. Projektowana elektrownia składa się z zestawu 11 modułów monokrystalicznych o mocy min.380 Wp każdy. Łączna moc maksymalna wynosi min.4,18 kWp. 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 (lub równoważne), i innych wymaganych dla modułów i instalacji fotowoltaicznych. Do produkcji paneli zastosowane muszą być ogniwa klasy A, fabrycznie nowe.

Moduły muszą być przystosowane do pracy w temperaturze od -40°C do + 85°C.

Instalowane panele fotowoltaiczne muszą ponadto charakteryzować się następującymi cechami (dla standardowych warunków STC - AM 1,5; 1000 W/m<sup>2</sup>; 25° C):

- moc minimalna modułu 380 Wp,
- wyłączenie dodatnia tolerancja mocy min. 0 ~+5W
- sprawność modułu nie mniej niż 20%,
- Maksymalny spadek mocy po pierwszym roku pracy nie większy niż 2%
- przykrycie modułu: szyba przednia z hartowanego szkła o wysokiej transmisji i niskiej zawartości żelaza i grubości min. 3,2 mm,
- Gwarancja liniowa na moc nie krótsza niż 25 lat. przy degradacji max. 16% po 25 latach
- Grubość ramy modułu min.35mm
- Gwarancja producenta na produkt i wady ukryte min 12 lat
- wytrzymałość mechaniczna na obciążenie od śniegu minimum 5400 Pa,
- wytrzymałość mechaniczna na parcie i ssanie wiatru minimum 2400 Pa.
- warunkiem koniecznym jest również dostarczenie Zamawiającemu listy wykonanych testów elektroluminescencyjnych (tzw. flash test) dla każdego dostarczonego modułu fotowoltaicznego do przedmiotowych instalacji do odbiorów częściowych wg harmonogramu rzeczowo – finansowego.

W założeniu moduły będą usytuowane na stałe na dachach ukierunkowanych na stronę południową. Możliwe jest jednak wykorzystanie połaci południowo-zachodniej oraz południowo-wschodniej przy zachowaniu założonego efektu ekologicznego.

Sugerowany kąt nachylenia wynosi 25-45°, jednakże w uzasadnionych wypadkach jest możliwe umieszczenie modułów pod kątem mniejszym niż sugerowany przy zachowaniu założonego efektu ekologicznego.

#### 3.2 Przewody

Panele fotowoltaiczne należy połączyć zgodnie z parametrami zastosowanych inwerterów za pomocą specjalistycznych przewodów. Na końcach każdego kabla solarne należy zamontować końcówki dedykowane do przewodów fotowoltaicznych typu MC-4.

#### 3.3 Inwertery

W instalacji należy zastosować hybrydowe falowniki beztransformatorowe mające na celu przetworzenie prądu stałego z wyjścia paneli na prąd przemienny sieci dystrybucyjnej. Zastosowane falowniki muszą charakteryzować się stopniem ochrony minimum IP65, uwzględniającę należytą odporność na warunki atmosferyczne (temperatura pracy -25°C do +60°C) oraz wysokie bezpieczeństwo dla użytkowników. Inwertery winny zostać wyposażone w system pomiaru izolacji w części DC, pozwalający eliminować wszelkie uszkodzenia w okablowaniu modułów jak również w samych modułach dając wysokie bezpieczeństwo użytkowania oraz zabezpieczenie przed błędną polaryzacją modułów. Ponadto inwerter powinien posiadać monitoring parametrów sieci, zabezpieczenie przed pracą wyspową oraz być przystosowany do pracy z polską siecią dystrybucyjną (deklaracja zgodności WE (niezależny certyfikat), Zgodność z kodeksami sieciowymi (NC RFG).

Falownik fotowoltaiczny powinien gromadzić informację na temat produkcji energii w czasie rzeczywistym oraz powinien zapisywać historyczne dane odnośnie produkcji. Ponadto inwerter powinien mieć wbudowane urządzenie, które po podłączeniu do Internetu będzie umożliwiało przesyłanie danych odnośnie produkcji i innych parametrów pracy instalacji fotowoltaicznej na internetowy portal producenta falownika. Dopuszcza się zastosowanie falowników bez możliwości bezpośredniego połączenia z internetem. Wówczas należy zastosować datalogger lub inne urządzenie, które pozwoli na monitorowanie pracy instalacji.



Zastosowane falowniki powinny mieć możliwość podłączenia akumulatora bez stosowania dodatkowych ładowarek oraz współpracy z optymalizatorami mocy, jako inteligentne urządzenia hybrydowe powinny łączyć w sobie funkcje falownika, regulatora solarnego oraz regulatora ładowania.

Zastosowane falowniki powinny posiadać min 12 letnią gwarancję produktową zapewniającą bezawaryjną i wydajną pracę systemu dla Beneficjenta, bez konieczności ponoszenia dodatkowych opłat. Zamawiający nie przewiduje systemu PPOŻ dla wskazanych instalacji.

### 3.4 Konstrukcja montażowa

Konstrukcję montażową należy mocować równolegle do dłuższej krawędzi dachu z nachyleniem 20-25°, co zapewni optymalne uzyski energetyczne. Połączenie konstrukcji z dachem należy zrealizować za pomocą specjalnych stóp i śrub wkręcanych do poszycia dachu i konstrukcji nośnej pod poszyciem dachu. Konstrukcja może się składać ze stalowych lub aluminiowych perforowanych profili podłużnych, stalowych stelaży ze stopami montażowymi, śrub mocujących profile do powierzchni dachu, elementów mocujących panele fotowoltaiczne do profili aluminiowych.

Projektowaną konstrukcję montażową należy wykonać zgodnie z normami określającymi wpływ czynników zewnętrznych dla II strefy obciążenia opadami śniegu oraz I strefy obciążenia wiatrem.

## 4. MATERIAŁY

Dopuszcza się (za zgodą Przedstawiciela Zamawiającego) możliwość zastosowania materiałów równoważnych lub lepszych posiadających wymagane świadectwo dopuszczenia lub Aprobata techniczną wydaną przez właściwy organ aprobowujący. Wszystkie wyroby budowlane wprowadzone do obrotu muszą spełniać wymogi oznakowań i oceny zgodności. Wszelkie materiały użyte przez Wykonawcę dla wykonania robót muszą być oryginalnie nowe, o ile innego rozwiązania nie zaleca dokumentacja lub nie dopuszcza projektant.

### 4.1 ŹRÓDŁA MATERIAŁÓW

Wszystkie materiały powinny być zaaprobowane przez Przedstawiciela Zamawiającego przed ich użyciem do budowy i spełniać adekwatne parametry techniczne materiału wymagane przepisami.

### 4.2 KONTROLA MATERIAŁÓW

1. Wszystkie materiały przewidziane do użycia podczas budowy będą przed dopuszczeniem do robót podlegać odbiorowi jakościowemu i ilościowemu.

2. Jakikolwiek roboty, do których użyto innych materiałów, bez zgody Przedstawiciela Zamawiającego, będą traktowane jako wykonane na ryzyko Wykonawcy. Materiały o niewłaściwych cechach zostaną usunięte i wymienione na właściwe na koszt Wykonawcy.

3. Jeżeli nie wskazano inaczej, wszystkie odsyłacze do norm, instrukcji i wytycznych zawarte w Umowie dotyczą ich wydania aktualnego w dniu podpisania Umowy.

4. Materiały, wyroby i urządzenia dla których wymaga się świadectw jakości, np. aparaty, kable, urządzenia prefabrykowane itp., należy dostarczać wraz ze świadectwami jakości, kartami gwarancyjnymi lub protokołami odbioru technicznego (np. w przypadku urządzeń prefabrykowanych). Przy odbiorze materiałów należy zwrócić uwagę na zgodność stanu faktycznego z dowodami dostawy. Świadectwa jakości, karty gwarancyjne, protokoły wewnętrznego odbioru technicznego itp. dokumenty materiałowe należy starannie przechowywać w magazynie wraz z materiałem, a po wydaniu materiału z magazynu – w kierownictwie robót (budowy).

5. Dostarczone na miejscu składowania (budowę) materiały i urządzenia należy sprawdzić pod względem kompletności i zgodności z danymi wytwórcy, przeprowadzić oględziny stanu opakowań materiałów, części składowych urządzeń i kompletnych urządzeń. Należy również wrywkowo sprawdzić jakość wykonania, stwierdzić brak uszkodzeń, w tym spowodowanych korozją itp.

6. W przypadku stwierdzenia wad lub nasuwających się wątpliwości mogących mieć wpływ na jakość wykonania robót materiały i elementy urządzeń należy przed ich wbudowaniem podać badaniom określonym przez kierownictwo (dozór techniczny) robót.

### 4.3 PRZECHOWYWANIE MATERIAŁÓW

1. Dostawa materiałów przeznaczonych do robót elektrycznych powinna nastąpić dopiero po odpowiednim przygotowaniu pomieszczeń magazynowych i składowisk na placu budowy. Jeśli jest to konieczne ze względu na rodzaj materiałów, pomieszczenia magazynowe powinny być zamykane, powinny także zabezpieczać materiały od zewnętrznych wpływów atmosferycznych, a w razie potrzeby umożliwiać utrzymanie wewnątrz odpowiedniej temperatury i wilgotności.

2. Teren składowiska powinien być odpowiedni oświetlony i stosownie do potrzeb ogrodzony.

3. Masa składowanych materiałów nie powinna przekraczać granic wytrzymałości podłoża lub danych części budynku. Dopuszczalne obciążenia (podłoża, półek itp.) powinny być podane w każdym pomieszczeniu za pomocą widocznego, czytelnego napisu, umieszczonego na tablicy.

4. Składowanie materiałów, aparatów i urządzeń elektrycznych powinno odbywać się w warunkach zapobiegających zniszczeniu, uszkodzeniu lub pogorszeniu się ich właściwości technicznych (jakości) na skutek wpływów atmosferycznych lub

czynników fizykochemicznych. Należy zachować wymagania wynikające ze specjalnych właściwości materiałów oraz wymagania w zakresie bezpieczeństwa przeciwpożarowego.

5. Gospodarkę magazynową należy prowadzić zgodnie z wytycznymi gospodarki materiałowej dla przedsiębiorstw budowlano-montażowych i wytycznymi dla przedsiębiorstw wykonujących elektryczne roboty instalacyjno-montażowe. W przypadku braku takich wytycznych, wytyczne gospodarki magazynowej na placu budowy powinny być opracowane przez generalnego wykonawcę robót, jeżeli taki organ został powołany. Jeśli generalny wykonawca nie został powołany, wytyczne gospodarki magazynowej powinno opracować przedsiębiorstwo wykonujące dany rodzaj robót elektrycznych w porozumieniu z kierownikiem budowy.

## 5. SPRZĘT

1. Sprzęt powinien być stale utrzymywany w dobrym stanie technicznym. Wykonawca powinien również dysponować sprawnym sprzętem zapasowym, umożliwiającym prowadzenie robót w przypadku awarii sprzętu podstawowego.

2. Wykonawca na polecenie Przedstawiciela Zamawiającego usunie z placu budowy sprzęt nie odpowiadający warunkom umowy i wymaganiom sformułowanym w dokumentacji technicznej instalacji i specyfikacji technicznej.

## 6. TRANSPORT MATERIAŁÓW

1. Wszystkie materiały powinny być transportowane w sposób zapewniający zachowanie ich jakości i przydatności do robót.

2. Środki i urządzenia transportowe powinny być odpowiednio przystosowane do transportu materiałów, elementów, konstrukcji, urządzeń itp. niezbędnych do wykonywania danego rodzaju robót elektrycznych. W czasie transportu należy zabezpieczyć przemieszczane przedmiot w sposób zapobiegający ich uszkodzeniu.

3. W czasie transportu, załadunku i wyładunku oraz składowania aparatury elektrycznej i urządzeń rozdzielczych należy przestrzegać zaleceń wytwórców, a w szczególności:

- transportowane urządzenia zabezpieczyć przed nadmiernymi drganiami i wstrząsami oraz przesuwaniem się wewnątrz ładowni; na czas transportu należy z przewożonych urządzeń zdemontować, odpowiednio zabezpieczyć i przewozić oddzielnie czułe przyrządy pomiarowe, aparaturę rejestrującą, przekaźniki do elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej, komory gasikowe oraz inną aparaturę mniej odporną na wstrząsy i drgania,

- aparaturę i urządzenia ostrożnie załadowywać i zdejmować, nie narażając ich na uderzenia, ubytki lub uszkodzenia powłok lakierniczych, osłon blaszanych, zamków itp.,

4. W czasie transportu i składowania końce wszystkich rodzajów kabli powinny być zabezpieczone przed zawilgoceniem i innymi wpływami środowiska przez:

- szczelne zalutowanie powłoki metalowej lub założenie na oczyszczonej powłoce kapturków termokurczliwych pokrytych od wewnątrz warstwą kleju – w przypadku kabli o izolacji papierowej; dopuszcza się na czas do 48 godz. wykonanie zabezpieczenia końców kabli przez co najmniej trzykrotny obwój taśmą izolacyjną i polanie zalewą bitumiczną,

- w przypadku kabli o izolacji z tworzyw sztucznych założenie na oczyszczonej powłoce kapturków termokurczliwych pokrytych od wewnątrz warstwą kleju lub nałożenie kapturków z tworzywa sztucznego i uszczelnienie ich za pomocą kilku obwojów z taśmą przylepnej.

5. Transport kabli należy wykonywać z zachowaniem następujących warunków: - kable należy przewozić na bębnach; dopuszcza się przewożenie kabli w kręgach, jeżeli masa kręgu nie przekracza 80 kg, a temperatura otoczenia nie jest niższa niż +4 °C, przy czym wewnętrzna średnica kręgu nie powinna być mniejsza niż 40-krotna średnica zewnętrzna kabla,

- zaleca się przewożenie bębnow z kabli na specjalnych przyczepach; dopuszcza się przewożenie bębnow z kablami w skrzyniach samochodów ciężarowych lub w przyczepach,

- bębny z kablami przewożone w skrzyniach samochodów powinny być ustawione na krawędziach tarcz (oś bębna pozioma), a tarcze bębnow powinny być przymocowane do dna skrzyni samochodu tak, aby bębny nie mogły się przetaczać; stawianie bębnow z kablami w skrzyni samochodu płasko (oś bębna w pionie) jest zabronione; kręgi kabla należy układać poziomo (płask),

- zabronione jest przebywanie osób w skrzyni samochodu w czasie przewożenia bębna z kablami,

- umieszczenie i zdejmowanie bębnow z kablami ze skrzyni samochodu zaleca się wykonywać za pomocą żurawia; swobodne staczanie bębnow z kablami ze skrzyni samochodu oraz zrzucanie kręgów kabli jest zabronione.

## 7. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

### 7.1 Dane ogólne

Wykonawca jest odpowiedzialny za pełną kontrolę robót i jakości materiałów. Wykonawca powinien zapewnić odpowiedni system kontroli, włączając personel, sprzęt, zaopatrzenie, wszystkie urządzenia niezbędne do badań materiałów i robót.

System kontroli prowadzony przez Wykonawcę powinien być zatwierdzony przez Przedstawiciela Zamawiającego.

Przed zatwierdzeniem systemu Przedstawiciel Zamawiającego może zażądać od Wykonawcy przeprowadzenia badań w celu zademonstrowania, że poziom ich wykonywania jest zadowalający. Wykonawca powinien przeprowadzić badania i inspekcję materiałów oraz robót z częstotliwością zapewniającą stwierdzenie, że roboty wykonano zgodnie ze standardami

zawartymi w wymaganiach technicznych i w projekcie technicznym instalacji fotowoltaicznej.

## 7.2 Badania

Badania powinny być przeprowadzone zgodnie z wymaganiami polskich norm. W przypadku, gdy polskie normy nie obejmują badania wymaganego w wymaganiach technicznych lub w dokumentacji technicznej, stosować można wytyczne krajowe lub normy zagraniczne, albo inne procedury zaakceptowane przez Przedstawiciela Zamawiającego.

Wykonawca powinien przekazywać Przedstawicielowi Zamawiającego kopie raportów z wynikami badań jak najszybciej po ich zakończeniu. Wyniki badań powinny być przekazywane Przedstawicielowi Zamawiającego na formularzach dostarczonych przez Przedstawiciela Zamawiającego lub innych, przez niego zaaprobowanych.

## 7.3 Opłaty za badania

Wykonawca zobowiązany jest do zorganizowania i prowadzenia systemu kontroli materiałów i robót, włączając w to pobieranie próbek, badania i inspekcje w ramach ceny umownej.

## 8. OBMIAR ROBÓT

Obmiaru robót dokonuje Wykonawca na etapie przetargu w oparciu o szczegółowe zestawienie przewidywanych robót do wykonania dostarczanych przez Zamawiającego.

## 9. ODBIÓR ROBÓT

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.

### 9.1 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  $0.0 \div 1000.0$  V, dokładność  $\pm(0.5\%rdg+2dgt)$ , rozdzielczość 0.1 V
- prąd DC – zakres  $0.0 \div 1000.0$  mA, dokładność  $\pm(0.5\%rdg+0.06\%FS)$ , rozdzielczość 0.1 mA
- napięcie AC - zakres  $0.0 \div 1000.0$  V (P-P), dokładność  $\pm(0.5\%rdg+2dgt)$ , rozdzielczość 0.1 V
- prąd AC - zakres  $0.0 \div 1000.0$  mA, dokładność  $\pm(0.5\%rdg+0.06\%FS)$ , rozdzielczość 0.1 mA
- częstotliwość – zakres  $42.5 \div 69.0$  Hz, dokładność  $\pm(0.2\%rdg+1dgt)$ , rozdzielczość 0.1 Hz

### Zgodność urządzenia pomiarowego ze standardami:

- Bezpieczeństwo: IEC/EN61010-1, IEC/EN61010-031, IEC/EN61010-2-032
- Literatura techniczna: IEC/EN61187
- Jakość zasilania: IEC/EN50160
- Jakość energii: IEC/EN61000-4-30 klasa B
- Kategoria ochrony: CAT IV 600 V do uziemienia, maks. 1000 V pomiędzy wejściami

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

Dopuszczalny stopień wilgotności podczas pomiarów: >80%.

### Dane rejestrowane przez urządzenie pomiarowe:

$P_{Rp}$  → współczynnik wydajności;

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

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

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

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

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

$P_f$  → współczynnik mocy na wyjściu inwertera (system trójfazowy);  
 $\eta_{ac}$  → wydajność inwertera (system trójfazowy);  
 $V_{ac1,2,3}$  → napięcie AC na wyjściu inwertera (osobno dla każdej fazy);  
 $I_{ac1,2,3}$  → prąd AC na wyjściu inwertera (osobno dla każdej fazy);  
 $I_{rr}$  → wartość promieniowania słonecznego;  
 $P_{nom}$  → moc nominalna systemu fotowoltaicznego;  
 $T_{pv}$  → temperatura modułu fotowoltaicznego;  
 $T_{env}$  → temperatura otoczenia.

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%.

## 9.2. 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
- Pomiary 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).

## 9.3. 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 –  $5.0 \div 999.9 \text{ V}$ , dokładność  $\pm(1.0\%rdg+2dgt)$ , rozdzielczość  $0.1 \text{ V}$
- prąd DC – zakres  $0.10 \div 10.00 \text{ A}$ , dokładność  $\pm(1.0\%rdg+2dgt)$ , rozdzielczość  $0.01 \text{ A}$
- moc - zakres  $50 \div 9999 \text{ W}$ , dokładność  $\pm(1.0\%rdg+6dgt)$ , rozdzielczość  $1 \text{ W}$
- promieniowanie słoneczne (ogniwo odniesienia): zakres  $1.0 \div 100.0 \text{ mV}$ , dokładność  $\pm(1.0\%rdg+5dgt)$ , rozdzielczość  $0.1 \text{ mV}$
- temperatura (sonda pomiarowa): zakres  $-20^\circ\text{C} \div 100^\circ\text{C}$ , dokładność  $\pm(1.0\%rdg+1^\circ\text{C})$ , rozdzielczość  $0.1^\circ\text{C}$

Zgodność urządzenia pomiarowego ze standardami:

- Bezpieczeństwo: IEC/EN61010-1, IEC / EN61010-031
- Pomiary: 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).

#### **9.4. 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.

#### **9.5. Estetyka i jakość wykonania instalacji**

O jakości i estetyce wykonanej instalacji decydują następujące czynniki:

- zastosowanie jednego gatunku i zachowanie jednakowej 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.

#### **9.6. 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-IEC60364-4-47.

#### **9.7. 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 poparzeniom,
- 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.

#### **9.8. 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

### 9.9. Odbiór końcowy

Na podstawie zawiadomienia Wykonawcy skierowanego do Przedstawiciela Zamawiającego informującego o całkowitym zakończeniu robót, Przedstawiciel Zamawiającego dokona odbioru końcowego robót. Procedura odbioru (prób) końcowego winna być zgodna z warunkami umowy.

Jeżeli roboty zostały wykonane zgodnie z umową, to zostaną one odebrane i Zamawiający zawiadomi na piśmie Wykonawcę o dokonaniu końcowego odbioru robót. Jeżeli jednak inspekcja końcowa wykaże, że roboty wykonano w sposób niezadowalający, to Wykonawca niezwłocznie przystąpi do wykonania wszystkich niezbędnych korekt na własny koszt. Po wykonaniu korekt zostanie przeprowadzony powtórny odbiór końcowy robót.

Przedstawiciel Zamawiającego dokonuje oceny jakościowej na podstawie przedłożonych dokumentów:

□ Oświadczenie kierownika robót elektrycznych, że instalacje zostały wykonane zgodnie z projektem i przepisami Prawa budowlanego,

□ Inwentaryzacja powykonawcza,

□ Certyfikatów i deklaracji zgodności zastosowanych materiałów,

□ Protokołów z przeprowadzonych badań:

W wypadku gdy Przedstawiciel Zamawiającego stwierdzi, że obiekt pod względem przygotowania dokumentacyjnego lub zakresu robót nie jest gotowy do odbioru, wyznacza ponowny termin odbioru.

### 10. 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.

### 11. PRZEPISY ZWIĄZANE

#### 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. Odłączanie 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. Przewodowanie.

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. Aparatura rozdzielcza 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 mm<sup>2</sup>. 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 mm<sup>2</sup>. 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.

### **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)

### **Rozporządzenia**

– Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 02.09.2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy 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).

### **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.**