

## SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH

### Sygnatura

PV\_R\_7/02.2023

### Nazwa

Dokumentacja techniczna mikroinstalacji fotowoltaicznej dla obiektu  
użyteczności publicznej

### Obiekt

Nazwa	Starostwo Powiatowe
Adres	ul. Kościuszki 17, 88-200 Radziejów

### Inwestor

#### Nabywca

Nazwa	Powiat Radziejowski
Adres	ul. Kościuszki 17, 88-200 Radziejów
NIP	889-149-13-27

#### Odbiorca

Nazwa	Starostwo Powiatowe
Adres	ul. Kościuszki 17, 88-200 Radziejów

### Główne kody CPV

09331200-0	Słoneczne moduły fotoelektryczne
44112110-5	Konstrukcje dachowe
45261215-4	Pokrywanie dachów panelami ogniw słonecznych
45300000-0	Roboty instalacyjne w budynkach
45311000-1	Roboty w zakresie instalacji elektrycznych
71320000-7	Usługi inżynierskie w zakresie projektowania

### Zespół projektowy

Projektant br. Elektryczna	<b>mgr inż. Patryk Michalski</b> nr Upr. KUP/0271/PBE/21 Uprawnienia budowlane do projektowanie bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych oraz elektroenergetycznych	
-------------------------------	--	--

27.02.2023 r.

---

**Spis treści**

1. Wprowadzenie	4
1.1. Przedmiot	4
1.2. Zakres stosowania	4
1.3. Zakres robót objętych	4
2. Materiały	4
2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów	4
2.2. Moduły fotowoltaiczne	5
2.3. Falowniki fotowoltaiczne (ang. Inverters)	6
2.4. Optymalizatory mocy (ang. Power Optimizers)	7
2.5. Konstrukcja wsporcza modułów PV	7
2.6. Rozdzielnice	7
2.7. Przewody	8
2.7.1 Strona stałoprądowa – DC	8
2.7.2. Strona zmiennoprądowa – AC	8
2.8. Przechowywanie materiałów	11
3. Sprzęt	11
3.1. Ogólne wymagania	11
4. Transport	12
4.1. Ogólne wymagania	12
4.2. Transport materiałów	12
5. Wykonanie robót	12
5.1. Ogólne wymagania	12
5.2. Montaż modułów PV	12
5.3. Montaż przewodów	12
5.4. Montaż falowników	12
5.5. Montaż optymalizatorów mocy	13
5.6. System zarządzania instalacją	13
5.7 Odbiór robót	13
5.8. Szczegółowe warunki wykonywania robót instalacyjnych	13
5.8.1. Montaż rozdzielnic	13
5.8.2. Trasy kablowe	14
5.8.3. Instalacja wewnętrzna	15

---

5.8.4. Uziemienia i połączenia wyrównawcze	15
5.8.5. Instalacja odgromowa	15
6. Kontrola jakości robót	16
6.1. Moduły fotowoltaiczne	16
6.2. Konstrukcja wsporcza	16
6.3. Falownik	16
6.4. Optymalizatory mocy	16
6.5. Rozdzielnice	16
6.6. Zasady postępowania – dla wadliwego wykonania elementu robót	16
7. Obmiar robót	17
7.1. Ogólne zasady	17
8. Odbiór robót	17
8.1. Ogólne zasady	17
8.2. Odbiór częściowy	17
8.3. Odbiór międzyoperacyjny	17
8.4. Odbiór końcowy	18
8.5. Kontrola zgodności wykonania prac	18
9. Przepisy związane	19

---

Niniejsze opracowanie zostało sporządzone w oparciu o Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego.

Zgodnie z postanowieniem Rozporządzenia Komisji (WE) nr 2151/2003 z dnia 16 grudnia 2003 r. zastosowano kody CPV do określenia przedmiotu zamówienia przez zamawiających Państw Członkowskich UE i Polskie Prawo zamówień publicznych.

---

## **1. Wprowadzenie**

### **1.1. Przedmiot**

Przedmiotem opracowania jest specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych (STWiORB) budowy mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy 26,04 kW dla obiektu użyteczności publicznej: Starostwo powiatowe, ul. Kościuszki 17, 88-200 Radziejów.

### **1.2. Zakres stosowania**

Specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych (STWiORB) jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w pkt. 1.1.

### **1. 3. Zakres robót objętych**

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z budową instalacji fotowoltaicznej. W zakres prac wchodzi:

- Kompletna dokumentacja wykonawcza, z wymaganymi uzgodnieniami,
- Dostawa wszystkich elementów systemu fotowoltaicznego,
- Montaż konstrukcji wsporczej,
- Montaż modułów fotowoltaicznych,
- Montaż optymalizatorów mocy
- Montaż falowników,
- Montaż rozdzielnic,
- Ułożenie koryt kablowych lub rur instalacyjnych,
- Doprowadzenie linii zasilającej do konstrukcji falownika,
- Trasowanie linii kablowych zasilających strony prądu stałego - DC;
- Trasowanie linii kablowych zasilających strony prądu przemiennego nN – AC,
- Modernizacja instalacji odgromowej – jeżeli dotyczy,
- Połączenie wszystkich elementów wraz z montażem pozostałych urządzeń,
- Wykonanie pomiarów elektrycznych,
- Uruchomienie systemu,
- Uporządkowanie terenu i przekazanie gotowego układu do eksploatacji inwestorowi,
- Przekazanie dokumentacji powykonawczej,
- Przeszkolenie wskazanych osób w zakresie obsługi oraz procedur w przypadkach nieprawidłowej pracy instalacji.

## **2. Materiały**

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

Dopuszcza się (za zgodą Przedstawiciela Zamawiającego) możliwość zastosowania materiałów równoważnych lub lepszych posiadających wymagane świadectwo dopuszczenia lub Aprobatację techniczną wydaną przez właściwy organ aprobowy. 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.

**2.2. Moduły fotowoltaiczne**

Zastosowane moduły muszą spełniać poniższe wymagania:

- posiadać certyfikaty IEC61215; IEC61730 lub równoważne;
- posiadać co najmniej 12 lat gwarancji producenta;
- posiadać minimum 80% wartości mocy początkowej po 25 latach eksploatacji;
- posiadać wyłącznie dodatnią tolerancję mocy;
- nie mogą być wyprodukowane wcześniej niż 12 miesięcy przed montażem;
- posiadać parametry zgodne z tabelą równoważności.

W dokumentacji proponuje się zastosowanie modułów fotowoltaicznych charakteryzujących się parametrami zestawionymi w poniższej tabeli. Z zaznaczeniem możliwości zastosowania innego modelu o parametrach zbliżonych – zgodnie z tabelą równoważności.

Sym.	j. m.	Nazwa	Wartość	Tabela równoważności (Dopuszczalne odchylenia)
<b>Parametry wyznaczone dla uwarunkowań testowania STC</b>				
$P_{max}$	W	Moc maksymalna	420,0	Nie mniej niż 400
$I_{MPP}$	A	Prąd znamionowy MPP (ang. <i>maximum power point</i> )	10,17	+/- Brak ograniczeń
$U_{MPP}$	V	Napięcie znamionowe	41,30	+/- Brak ograniczeń
$I_{SC}$	A	Prąd zwarcia, SC (ang. <i>short circuit</i> )	10,69	+/- Brak ograniczeń
$U_{OC}$	V	Napięcie obwodu otwartego OC (ang. <i>open circuit</i> )	49,70	+/- Brak ograniczeń
$\eta$	%	Sprawność / Wydajność	21,0	Nie mniej niż 20,50
<b>Współczynniki temperaturowe</b>				
$\gamma_T$	%/°C	Wsp. temperaturowy mocy	-0,340	+/- Brak ograniczeń
$\alpha_T$	%/°C	Wsp. temperaturowy prądu	0,040	+/- Brak ograniczeń
$\beta_T$	%/°C	Wsp. temperaturowy napięcia	-0,250	+/- Brak ograniczeń
<b>Parametry projektowe / konstrukcyjne</b>				
-	Szt.	Liczba ogniw	144	Nie mniej niż 60
-	-	Rodzaj ogniw	Monokrystaliczne	Monokrystaliczne
$I_{rev}$	A	Maksymalna wartość prądu rewersyjnego	20,0	Nie mniej niż 15,0
$U_{max}$	V	Maksymalne napięcie „krytyczne”	1500	Nie mniej niż 1000
Wym.	m	Wysokość/Szerokość/Grubość	1762/1134/30	+/- Brak ograniczeń
Waga	kg	Waga	21,8	Nie więcej niż 23,0
-	Pa	Obciążenie śniegiem (dodatniego)	5400	Nie mniej niż 5400
-	Pa	Obciążenia wiatrem (ujemnego)	2400	Nie mniej niż 2400
-	W	Tolerancja mocy	-0/+5	Wyłączenie dodatnia
-	%	Moc pozostała po 25 latach	84,8	Nie mniej niż 80%

**2.3. Falowniki fotowoltaiczne (ang. Inverters)**

Zastosowane modele falowników muszą spełniać poniższe wymagania:

- wyznaczone przez operatora sieci dystrybucyjnej (OSD) – w danym wypadku ENEA OPERATOR S.A. – w tym:
  - zabezpieczenie „przed pracą wyspą” - uniemożliwienie dostarczenia wygenerowanej energii przy stanie zaniku napięcia z sieci elektroenergetycznej;
  - nastawy parametrów elektrycznych „granicznych” (poziomy napięć oraz częstotliwości),
  - odpowiednie nastawy/sterowanie generowaną mocą bierną,
  - deklarację zgodności wykazującą spełnienie wymagań NC RfG oraz IRiESD;
- posiadać wbudowany rozłącznik instalacji „strony stałoprądowej – DC”;
- być 3-fazowymi (400 V<sub>AC</sub>) przekształtnikami energoelektronicznymi wykonanymi w technologii beztransformatorowej;
- posiadać stopień ochrony co najmniej IP65;
- być wyposażone w moduł komunikacyjny RS485;
- umożliwiać komunikację poprzez sieć Ethernet oraz Wi-Fi;
- umożliwiać współpracę z wew. licznikiem energii oraz opcjonalną funkcjonalność układu antypompującego, tzw. „blokera”;
- posiadać co najmniej 12 lat gwarancji producenta;
- nie mogą być wyprodukowane wcześniej niż 12 miesięcy przed montażem.
- brak przeciwwskazań do współpracy z optymalizatorami mocy;

W dokumentacji proponuje się zastosowanie falowników charakteryzujących się parametrami zestawionymi w poniższych tabelach. Z zaznaczeniem możliwości zastosowania innego modelu o parametrach zbliżonych – zgodnie z tabelami równoważności.

Sym.	j. m.	Nazwa	Tabela równoważności (Dopuszczalne odchylenia)	
<b>Parametry dotyczące strony wejściowej DC</b>			<b><math>P_N = 25,0</math> kW</b>	
$P_{PVmax}$	kW	Maksymalna moc podłączonych modułów PV	37,50	Nie mniej niż moc proj. modułów PV
$U_{INmax}$	V	Maksymalne napięcie wejściowe	1000,0	+ Brak ograniczeń
$U_{MPPmin}$ $U_{MPPTmax}$	V	Zakres napięcia pracy MPPT	460-850,0	Od nie mniej niż 140 do nie mniej niż 1000
$U_{START}$	V	Napięcie startu	140,0	Nie więcej niż 200
$I_{MPPmax}$	A	Maksymalny prąd znamionowy	28,0 / 28,0	Nie mniej niż prąd proj. modułów PV
$I_{SCmax}$	A	Maksymalny prąd obwodu zwartego	36,4 / 36,4	Nie mniej niż prąd proj. modułów PV
MPPT	Szt.	Liczba śledzących maksymalny punkt pracy	2	+ Brak ograniczeń
<b>Parametry dotyczące strony wyjściowej AC</b>				
$P_N$	kW	Znamionowa moc wyjściowa	25,0	W przedziale 0,8-1,2 Mocy Proj. PV
$S$	kVA	Maksymalna moc wyjściowa	27,50	+ Brak ograniczeń
$I_{max}$	A	Maksymalny prąd wyjściowy	39,90	+/- Brak ograniczeń
<b>Parametry konwersji</b>				
$\eta_{max}$	%	Sprawność maksymalna	98,60	Nie mniej niż 98,0
$\eta_{EURO/CEC}$	%	Sprawność europejska (tnz. ważona)	97,80	Nie mniej niż 97,50

**2.4. Optymalizatory mocy (ang. Power Optimizers)**

Projektowane optymalizatory mocy muszą spełniać poniższe wymagania:

- realizacja optymalizacji mocy na poziomie każdego z modułów fotowoltaicznych;
- posiadać certyfikaty IEC61000-6-2; IEC61000-6-3;
- posiadać co najmniej 10 lat gwarancji producenta;

W dokumentacji proponuje się zastosowanie optymalizatorów mocy charakteryzujących się parametrami zestawionymi w poniższej tabeli. Z zaznaczeniem możliwości zastosowania innego modelu o parametrach zbliżonych – zgodnie z tabelą równoważności.

Sym.	j. m.	Nazwa	Wartość	Tabela równoważności (Dopuszczalne odchylenia)
$P_{PVmax}$	kW	Maksymalna moc wejściowa	450,0	Nie mniej niż moc proj. modułów PV
$U_{INmax}$	V	Maksymalne napięcie wejściowe	80,0	Nie mniej niż napięcie proj. modułów PV
$U_{INmin}$	V	Minimalne napięcie wejściowe	10,0	Nie więcej niż napięcie proj. modułów PV
$I_{SCmax}$	A	Maksymalny prąd obwodu zwartego	14,50	Nie mniej niż prąd proj. modułów PV
$\eta_{max}$	%	Sprawność maksymalna	99,50	Nie mniej niż 99,0

**2.5. Wewnętrzny licznik energii oraz opcjonalny układ „Blokera”**

Zastosowane wewnętrzne liczniki energii muszą spełniać poniższe wymagania:

- umożliwiać pomiar dwukierunkowy;
- przystosowane do pomiaru energii w układzie 3-fazowym (400 VAC);
- zużycie własne energii nie przekraczające 1W;
- posiadać interfejs komunikacyjny zgodny z stosowanym modelem falownika, wraz z zintegrowaną aplikacją monitoringu i konfiguracji opcjonalnego układu antypompującego „blokera” – umożliwiającego ograniczenie wpływu energii do sieci energetycznej;
- umożliwiać pomiar bezpośredni lub pół-pośredni (przy pomocy przekładników prądowych), w zależności od istniejącej mocy przyłącza obiektu, tzn. wartości prądu znamionowego obiektu.

**2. 6. Konstrukcja wsporczą modułów PV**

Zastosowana konstrukcja wsporczą powinna spełniać wymogi:

- możliwości montażu zadeklarowanej ilości modułów w opracowaniu lub ekwiwalentu założonej mocy modułów PV, projektowanej instalacji - przy uwzględnieniu istniejącej przestrzeni montażowej;
- Waga sumaryczna instalacji PV, tzn.: modułów PV, optymalizatorów, osprzętu, konstrukcji wsporczej oraz obciążenia balastowego musi spełniać warunek obciążenia na 1m<sup>2</sup> połaci - zgodnie z wykazaną opinią przez uprawnionego Konstruktora, dołączoną do dokumentacji technicznej.
- certyfikatu zgodności z normami PN-EN 1090-1, PN-EN 1090-2+A1 (dla elementów stalowych) oraz PN-EN 1090-3 (dla elementów aluminiowych);
- odpowiedniego dopasowania względem obciążenia śniegiem i wiatrem – zgodnie z: PN-EN 1991-1-3:2005 oraz PN-EN 1991-1-4:2010.

**2.6. Rozdzielnice**

W rozdzielnicach znajdować będzie się aparatura zabezpieczająca instalację – zawartość zgodnie z projektem. Rozdzielnice należy wykonywać w obudowie o stopniu ochrony nie gorszym niż klasie IP nie gorszej niż IP44 dla zastosowań wewnętrznych, bądź IP65 dla zastosowań zewnętrznych oraz muszą posiadać odpowiednią liczbę pól montażowych, do montażu projektowanej aparatury

## 2.7. Przewody

### 2.7.1 Strona stałoprądowa – DC

Połączenia poszczególnych modułów fotowoltaicznych wykonywać przez okablowanie dostarczone do danego sprzętu. Połączenia do odpowiednich obwodów falowników realizować za pomocą kabli dedykowanych do zastosowań fotowoltaicznych, tzn. napięcie pracy 1000 V, izolacja odporna na promieniowanie UV, ze złączkami dedykowanymi DC (+/-) o przekroju żył roboczych nie mniejszym niż 6 mm<sup>2</sup> oraz przy uwzględnieniu poniżej przedstawionych warunków.

Kable należy układać zgodnie z praktyką inżynierską, tak aby unikać pętli indukcyjnej. Kable łączące poszczególne moduły fotowoltaiczne będą mocowane do konstrukcji wsporczej samych modułów fotowoltaicznych. Kable pomiędzy łączeniami modułów PV a falownikami, będą prowadzone na trasach kablowych osłoniętych za pomocą dedykowanych rur osłonowych lub koryt kablowych, przy czym dla trasowania na zewnątrz: rury osłonowe lub listwy instalacyjne będą przystosowane do pracy w przestrzeniach otwartych i będą odporne na promieniowanie UV. Wykonawca przed przystąpieniem do prac montażowych zobowiązany jest do przedstawienia Inwestorowi rozwiązań dt. trasowania okablowania.

*Warunek obciążalności prądowej:*

$$I_z^* \geq I_B; I_z^* = I_z \cdot k_g$$

gdzie:  $I_z^*$  – skorygowana o  $k_g$ , obciążalność długotrwała przewodów;  $I_z$  – obciążalność długotrwała, zależna od sposobu ułożenia okablowania,  $k_g$  – współczynnik korygujący;  $I_B$  – prąd obciążenia obwodu – odpowiada  $I_{MPP}$  modułu.

*Warunek dopuszczalnego spadku napięcia, w instalacjach fotowoltaicznych przyjmuje się 1%:*

$$\Delta U [\%] = \frac{(\text{ilość}_{STRING} \cdot P_{PV}) \cdot l \cdot 100}{\gamma \cdot s \cdot (\text{ilość}_{STRING} \cdot U_{MPP(T_{max})})^2} > 1\%$$

gdzie:  $P_{PV}$  – moc modułu PV;  $l$  – długość okablowania;  $U_{MPP(T_{max})}$  – napięcie MPP w maksymalnej temperaturze, z zależności;  $\gamma$  – konduktywność materiału żyły, przyjęta dla miedzi;  $s$  – przekrój przewodu.

### 2.7.2. Strona zmiennoprądowa – AC

Połączenia pomiędzy falownikiem, rozdzielnicą AC (zabezpieczeniami falownika), a miejscem przyłączenia należy wykonać kablem o izolacji przystosowanej na napięcie 0,6/1 kV: 5-żyłowym, o przekroju nie mniejszym niż wynikającym z poniżej przedstawionych warunków. Na schemacie ideowym – rysunek nr 02, zawarto przykładowy komponent spełniający wymagania.

Podłączenia względem aparatury należy wykonać, zgodnie z dedykowanymi złączkami i praktyką inżynierską. Okablowanie AC prowadzić zgodnie z projektem zagospodarowania terenu, bądź w sposób optymalizujący rozmieszczenie kabli. Kable nie prowadzone w gruncie będą prowadzone na trasach kablowych osłoniętych za pomocą dedykowanych rur osłonowych lub koryt kablowych, przy czym dla trasowania na zewnątrz wymaga się aby były przystosowane do pracy w przestrzeniach otwartych i będą odporne na promieniowanie UV. Wykonawca przed przystąpieniem do prac montażowych zobowiązany jest do przedstawienia Inwestorowi rozwiązań dt. trasowania okablowania.

*Warunek obciążalności prądowej:*

$$I_z^* \geq I_B; I_z^* = I_z \cdot k_g$$

gdzie:  $I_z^*$  – skorygowana o  $k_g$ , obciążalność długotrwała przewodów;  $I_z$  – obciążalność długotrwała, zależna od sposobu ułożenia okablowania,  $k_g$  – współczynnik korygujący;  $I_B$  – prąd obciążenia obwodu – odpowiada  $I_{max}$  falownika.



Warunek dopuszczalnego spadku napięcia, dla falownika (generatora) przyjmuje się 1%:

$$\Delta U [\%] = \frac{P_{max} \cdot l \cdot 100}{\gamma \cdot s \cdot U_N^2} > 1\%$$

gdzie:  $P_{max}$  – moc maksymalna urządzenia (falownika);  $l$  – odległość urządzenia od miejsca przyłączenia;  $U_N$  – napięcie znamionowe sieci (międzyprzewodowe);  $\gamma$  – konduktywność materiału żyły;  $s$  – przekrój przewodu.

## 2.8. Zabezpieczenia

### 2.8.1. Przetężeniowe - strona stałoprądowa – DC

Zgodnie z normą PN-HD 60364-7-712 – w przypadku braku połączeń równoległych powyżej „2”, względem połączonych łańcuchów modułów fotowoltaicznych (warunek prądu rewersyjnego, mogącego pojawić się na module PV) oraz potwierdzenie kryterium obciążalności prądowej przewodów strony stałoprądowej – DC. Zgodnie z poniższymi zależnościami, możliwe jest pominięcie zabezpieczeń przetężeniowych.

Warunek maksymalnego prądu rewersyjnego:

$$1,375 \cdot I_{scPV(STC)} \cdot (n - 1) \leq I_{revPV}$$

gdzie:  $I_{scPV(STC)}$  – prąd zwarcia modułu PV w warunkach STC;  $n$  – liczba połączeń równoległych modułów PV;  $I_{revPV}$  – max. prąd rewersyjny modułu fotowoltaicznego.

Warunek długotrwałego obciążenia przewodów DC – prądem zwarciovym:

$$1,25 \cdot I_{scPV(STC)} \cdot n \leq I_z^*$$

gdzie:  $I_{scPV(STC)}$  – prąd zwarcia modułu PV w warunkach STC;  $n$  – liczba połączeń równoległych modułów PV;  $I_{revPV}$  – max. prąd rewersyjny modułu fotowoltaicznego;  $I_z^*$  – skorygowana o  $k_g$ , obciążalność długotrwała przewodów.

### 2.8.2. Przetężeniowe - strona zmiennoprądowa – AC

Dla obwodów: falownik – miejsce przyłączenia, należy zastosować zabezpieczenia przetężeniowe w postaci wyłączników nadprądowych o charakterystyce B. Doboru dokonąć, zgodnie z poniższymi zależnościami. Na schemacie ideowym – rysunek nr 02, zawarto przykładowy komponent spełniający wymagania.

$$I_B \leq I_n \leq I_z^*$$

$$I_2 \leq I_z^* \cdot 1,45$$

$$I_2 = I_n \cdot k_2$$

gdzie:  $I_z^*$  – skorygowana obciążalność długotrwała przewodów, zgodnie z rozdziałem doboru przewodów;  $I_B$  – prąd obciążenia obwodu – maksymalna wartość prądu na wyjściu falownika;  $I_n$  – znamionowy prąd urządzenia zabezpieczającego;  $I_2$  – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego;  $k_2$  – współczynnik krotności zabezpieczenia, dla wyłączników nadprądowych z charakterystykami B,C,D = 1,45.

### 2.8.3. Przeciwporażeniowe – uzupełniające

Układ sieci obiektu to TN-C-S. Ochrona podstawowa oraz ochrona przed dotykiem bezpośrednim realizowana będzie przez izolowanie części czynnych (izolacja podstawowa) oraz stosowanie obudów i osłon zastosowanych urządzeń o stopniu ochrony co najmniej IP2X. Ochrona przeciwporażeniowa dodatkowa spełniona zostanie przez zastosowanie wyłączników nadprądowych. Jako drugi stopień ochrony od porażień projektuje się wyłącznik różnicowy-prądowy (RCD) o prądzie upływu 100 mA oraz typie B lub A – w przypadku gdy konstrukcja zastosowanego falownika (deklaracja producenta) oświadcza, iż nie będą występowały uszkodzeniowe prądy stałe w instalacji.

### 2.8.4. Ochrona przepięciowa instalacji

Dla zapewnienia ochrony przepięciowej strony DC dla każdej grupy modułów fotowoltaicznych przynależnych do wykorzystanego wejścia MPPT falownika, zastosować ogranicznik przepięć, o maksymalnym napięciu trwałej pracy wynoszącym nie mniej niż 1000 V. Typ zastosowanego ogranicznika przepięć uzależniony jest od stanu instalacji odgromowej w obiekcie, w momencie realizacji działań montażowych przez Wykonawcę.

- Typ 2 (T2) – gdy budynek nie posiada ochrony odgromowej lub zachowany został odstęp izolacyjny (PN-EN-62305-3:2011) pomiędzy instalacją modułów fotowoltaicznych, a instalacją odgromową.
- Typ 1 i 2 (T1+T2) – gdy nie zostały zachowane odstępy izolacyjne pomiędzy instalacją modułów fotowoltaicznych, a instalacją odgromową, w danym przypadku ogranicznik należy połączyć z szyną wyrównawczą (SW) przewodem o przekroju nie mniejszym niż 16 mm<sup>2</sup>. Dodatkowo konstrukcję wsporczą modułów należy połączyć z instalacją odgromową, za pomocą złącz krzyżowych oraz linki miedzianej o przekroju min. 16 mm<sup>2</sup>.

Dla zapewnienia ochrony przepięciowej strony AC dla falownika/ów zastosować ogranicznik przepięć, o maksymalnym napięciu trwałej pracy na każdą z faz wynoszącym nie mniej niż 255 V oraz o typie 2. Gdy w miejscu przyłączenia nie występuje istniejąca aparatura ograniczników przepięć konieczne jest zastosowanie ograniczników przepięć AC typu 1 i 2 (T1+T2).

Rezystancja uziemienia szyny wyrównawczej, do której podłączany zostaje ogranicznik przepięć powinna spełniać warunek  $R \leq 10 \Omega$ .

## 2.9. Uziemienia i połączenia wyrównawcze

Przy wykonywaniu połączenia wyrównawczego należy pamiętać, że wszystkie uziemienia po stronie DC, jak i AC, powinny być wspólne. Także nie należy wykonywać nieuziemionych połączeń wyrównawczych. Sposób wykonania połączenia wyrównawczego modułów fotowoltaicznych oraz ich konstrukcji wsporczej jest zależny od rodzaju instalacji odgromowej w jaką wyposażony jest obiekt:

- gdy budynek nie posiada ochrony odgromowej lub zachowany został odstęp izolacyjny (zgodnie z PN-EN-62305-3:2011) pomiędzy instalacją modułów fotowoltaicznych, a instalacją odgromową. Połączenia należy wykonać przewodem o przekroju nie mniejszym niż 6 mm<sup>2</sup>, łącząc moduły fotowoltaiczne oraz ich konstrukcję wsporczą doprowadzając przewód do szyny wyrównawczej;
- gdy nie zostały zachowane odstępy izolacyjne pomiędzy instalacją modułów fotowoltaicznych, a instalacją odgromową, w danym przypadku połączenia należy wykonać przewodem o przekroju nie mniejszym niż 16 mm<sup>2</sup> oraz łącząc moduły fotowoltaiczne oraz ich konstrukcję wsporczą z instalacją odgromową obiektu przewodem o przekroju nie mniejszym niż 16 mm<sup>2</sup>.

## **2.10. Instalacja odgromowa**

Przy wykonywaniu instalacji – rozmieszczeniu modułów PV stosować się do wytycznych PN-EN-62305-3:2011, tzn. jeżeli odstęp separacyjny pomiędzy instalacją odgromową a konstrukcją wsporczą modułów PV nie został zachowany, należy zastosować odpowiednie środki opisane w rozdziale dt. ochrony przepięciowej instalacji oraz połączeń wyrównawczych. Przy jednoczesnym uwzględnieniu istniejącego poziomu ochrony (LPS) obiektu, względem projektowanej instalacji fotowoltaicznej, tzn. projektowana instalacja PV musi zostać objęta ochronną odgromową.

Jeżeli na dzień wykonania prac istniejąca instalacja odgromowa wykazuje znaczną degradację należy wykonać jej modernizację, przez ponowne ułożenie – zgodnie z dokumentacją techniczną danej sygnatury.

## **2.11. Przechowywanie materiałów**

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.

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

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.

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.

## **3. Sprzęt**

### **3.1. Ogólne wymagania**

Wykonawca jest zobowiązany do używania jedynie takiego sprzętu, który nie spowoduje niekorzystnego wpływu na jakość wykonywanych robót. Sprzęt używany do robót powinien być zgodny z ofertą Wykonawcy i powinien odpowiadać pod względem typów i ilości wskazaniom zawartym w STWiORB i projekcie. W przypadku braku ustaleń w wyżej wymienionych dokumentach sprzęt powinien być uzgodniony i zaakceptowany przez Inżyniera Nadzoru. Liczba i wydajność sprzętu będzie gwarantować przeprowadzenie robót, zgodnie z zasadami określonymi w dokumentacji projektowej, ST i wskazaniach Inspektora Nadzoru w terminie przewidzianym kontraktem. Sprzęt będący własnością Wykonawcy lub wynajęty do wykonania robót ma być utrzymywany w dobrym stanie i gotowości do pracy. Będzie on zgodny z polskimi normami ochrony środowiska i przepisami dotyczącymi jego użytkowania lub odpowiednimi normami krajów Unii Europejskiej gdy ich zakres dopuszcza prawo polskie.

## 4. Transport

### 4.1. Ogólne wymagania

Wykonawca jest zobowiązany do stosowania jedynie takich środków transportu, które nie wpłyną niekorzystnie na jakość wykonywanych robót i właściwości przewożonych materiałów. Przy ruchu na drogach publicznych pojazdy będą spełniać wymagania dotyczące przepisów ruchu drogowego w odniesieniu do dopuszczalnych obciążeń na osie i innych parametrów technicznych. Wykonawca będzie utrzymywać w czystości drogi publiczne oraz dojazdy do placu budowy, na własny koszt.

### 4.2. Transport materiałów

Urządzenia transportowe powinny być przystosowane do rodzaju transportowanych materiałów. Przewożone materiały powinny być układane zgodnie z warunkami transportu określonymi przez wytwórcę, oraz zabezpieczone przed ich przemieszczaniem podczas transportu.

## 5. Wykonanie robót

### 5.1. Ogólne wymagania

Do rozpoczęcia montażu instalacji można przystąpić po stwierdzeniu przez kierownika/koordynatora robót, że:

- obiekt odpowiada warunkom zgodnym z przepisami bezpieczeństwa pracy do prowadzenia prac instalacyjnych,
- elementy budowlano-konstrukcyjne, mające wpływ na montaż urządzeń instalacji fotowoltaicznej odpowiadają założeniom projektowym.

Oraz po sporządzeniu planu „BIOZ” przez kierownika robót lub inną osobę do tego upoważnioną.

### 5.2. Montaż modułów PV

Montaż modułów wykonać zgodnie z wytycznymi producenta modułów PV oraz instrukcją montażu konstrukcji wsporczej. Rozmieszczenie i układ modułów – zgodnie z projektem. Należy zachować szczególną uwagę podczas montażu na powierzchnię modułów, aby nie uległa porysowaniu. W przypadku ochrony powierzchni modułów za pomocą folii ochronnej, folię należy usunąć po zamontowaniu i podłączeniu modułów. Wykonawca instalacji zobligowany jest do przedstawienia przed wykonaniem montażu modułów PV opinii technicznej dotyczącej możliwości posadowienia.

### 5.3. Montaż przewodów

Wszystkie połączenia elementów instalacji fotowoltaicznej może wykonywać jedynie osoba posiadająca co najmniej uprawnienia elektryczne E (do 1 kV) i przeszkolona w zakresie prac montażowych systemów PV. Kable solarne prądu stałego należy układać tak, aby plusowy i minusowy zakreślały możliwie najmniejszą powierzchnię. Powinny być przymocowane do górnego profilu konstrukcji nośnej opaskami zaciskowymi (plastycznymi), aby nie miały kontaktu z powierzchnią pod modułem PV. Należy pamiętać, że moduł fotowoltaiczny wytwarza napięcie bezpośrednio w momencie naświetlenia go przez promienie słoneczne, wobec czego podczas montażu należy stosować narzędzia i środki zapewniające bezpieczeństwo od porażeń prądem elektrycznym.

### 5.4. Montaż falowników

Montaż i podłączenie inwerterów zarówno po stronie DC, jak i AC wykonać ściśle według instrukcji producenta. Konfiguracja podłączenia modułów PV – zgodnie z dokumentacją techniczną. Ostateczne miejsce montażu falownika Wykonawca ustali z Zamawiającym.

### 5.5. Montaż optymalizatorów mocy

Montaż i podłączenie optymalizatorów mocy wykonać ściśle według instrukcji producenta oraz konfiguracji podłączenia modułów PV.

### 5.6. System zarządzania instalacją

Projektuje się monitoring parametrów pracy instalacji fotowoltaicznej oparty na rejestratorze danych wbudowanym w falownik. Wymiana informacji następować będzie przewodowo poprzez sieć wewnętrzną lub bezprzewodowo przez sieć Wi-Fi lub GSM. Wykonawca na etapie montażu ustali z Zamawiającym sposób połączenia, z uwzględnieniem możliwości komunikacyjnych zastosowanego falownika. Do systemu przekazywane będą informacje o pracy systemu, ilości wyprodukowanej energii oraz przypadkach awarii systemu. Wykonawca udostępni dane logowania do systemu oraz zaprezentuje działanie Zamawiającemu.

### 5.7 Odbiór robót

Przed przekazaniem systemu fotowoltaicznego do eksploatacji Wykonawca zobowiązany jest dostarczyć Zleceniodawcy:

- 1) dokumentację powykonawczą zawierającą zaktualizowaną dokumentację wykonawczą z naniesionymi zmianami w czasie wykonawstwa,
- 2) dokumentację prawną montażu, tj.
  - protokół pomiarów elektrycznych,
  - protokoły odbiorów częściowych,
  - certyfikaty i atesty zamontowanych urządzeń,
  - zatwierdzoną przez miejscowy Zakład Energetyczny instrukcję eksploatacyjną generatora PV.

Odbioru dokonuje komisja w składzie:

- przedstawiciel Zamawiającego,
- przedstawiciel Użytkownika,
- kierownik/koordynator robót Wykonawcy,
- inspektor nadzoru inwestorskiego.

Wykaz czynności, które należy wykonać w czasie odbioru:

- sprawdzenie użytych materiałów w zakresie zgodności z obowiązującymi normami,
- sprawdzenie wykonania instalacji w zakresie zgodności z projektem technicznym,
- sprawdzenie, czy typ przewodu odpowiada, danemu urządzeniu, do którego jest podłączony.

### 5.8. Szczegółowe warunki wykonywania robót instalacyjnych

#### 5.8.1. Montaż rozdzielnic

Dla tablic rozdzielczych natynkowych należy montować do ścian budynku lub specjalnej konstrukcji zamontowanej na obiekcie stosując odpowiednie kołki rozporowe lub śruby montażowe. Dla tablice rozdzielcze stojące należy je ustawiać następująco:

- w przypadku ustawienia urządzenia na kształtownikach, związanych z podłożem w toku prac budowlanych, przykręcić do nich ramę dolną urządzenia
- w przypadku ustawiania urządzenia bezpośrednio na podłożu, w którym zostały wykonane zagłębienia pod kotwy, umieścić śruby kotwiące w przewidzianych do tego celu otworach w konstrukcji urządzenia, założyć podkładki i nakrętki, a następnie zalać śruby betonem; po stwardnieniu betonu nakrętki na śrubach kotwiących należy dokręcić do oporu,
- w przypadku ustawiania lekkich urządzeń bezpośrednio na podłożu, przewidywanych do mocowania za pomocą kołków rozporowych, należy po ustawieniu urządzenia w miejscu przeznaczenia oznaczyć

punkty osadzenia kołków; po usunięciu urządzenia wywiercić otwory, założyć kołki i umocować urządzenia po ponownym ustawieniu na właściwym miejscu,

W przypadku, gdy urządzenie jest dostarczane w zestawach transportowych, należy wszystkie zestawy ustawić na miejscu i połączyć odpowiednimi śrubami. Urządzenia skrzynkowe montowane na podłożu, dostarczane na miejsce montażu wraz z przykręconą do nich konstrukcją nośną, należy wstawić w przygotowane otwory w podłożu i zalać betonem; przed zalaniem otworów betonem urządzenia należy unieruchomić w sposób pewny i bezpieczny. Po ustawieniu urządzenia należy zainstalować aparaty i urządzenia zdjęte na czas transportu i dostarczone w oddzielnych opakowaniach, dokręcić w sposób pewny wszystkie śruby i wkręty w połączeniach elektrycznych i mechanicznych, założyć osłony zdjęte na czas montażu.

### **5.8.2. Trasy kablowe**

- Kable lub przewody należy prowadzić w rurach lub korytach instalacyjnych na odcinkach ułożonych natynkowo.
- Kable lub przewody w osłonach należy układać bardzo starannie. Należy zapewnić takie wykonanie, aby przewody uszkodzone mogły być wymieniane bez konieczności rozkuwania ścian.
- Kable lub przewody powinny być układane w sposób wykluczający ich uszkodzenie przez zginanie, skręcanie, rozciąganie itp. Temperatura otoczenia przy układaniu kabli nie powinna być mniejsza niż 0°C. Układanie kabli powinno być zgodne z normą N SEP-E-004.
- Kabel lub przewody należy zginać jedynie w wypadkach koniecznych, przy czym promień gięcia powinien być możliwie duży, jednak nie mniejszy od 20-krotnej średnicy zewnętrznej kabla lub podanego w instrukcji wytwórcy.
- Najmniejsze dopuszczalne odległości oprzewodowania od rurociągów wodociągowych i gazowych wynoszą 20 cm.
- Przejścia przez ściany pomieszczeń, przegrody i stropy należy wykonywać w rurach lub innych osłonach otaczających, rury należy uszczelnić. Przejścia kabli pomiędzy strefami pożarowymi należy uszczelnić materiałem o takiej odporności ogniowej jak ściana lub strop pomiędzy strefami pożarowymi. Przy skrzyżowaniu kabli z innymi kablami lub z innymi przewodami izolowanymi, odległość w świetle pomiędzy nimi powinna wynosić, co najmniej 5 cm.
- Kable nN (strona zmiennoprądowa – AC) prowadzone w gruncie układać w rurze osłonowej na głębokości 0,7 m na 10 cm podsypce z piasku oznaczając tabliczkami z napięciem, typem, przekrojem, kierunkiem i właścicielem co 10m. Następnie przysypać 10 cm warstwą piasku oraz 15 cm ziemi rodzimej. Na trasie kabla ułożyć folię z tworzywa sztucznego o trwałym kolorze niebieskim. Pozostałą część wykopu zasypać ziemią rodzimą. W przypadku odstonięcia istniejących urządzeń w ziemi należy je odpowiednio zabezpieczyć przed uszkodzeniem, a po zakończeniu prac przywrócić teren do stanu pierwotnego zachowując sposób ułożenia linii kablowej zgodnie z normą SEP N-E-004. Należy stosować palczatki termokurczliwe czteropalczone na kabel. Prace ziemne prowadzone w pobliżu istniejącej infrastruktury należy wykonywać ręcznie (łopatą). Teren po wykonanych robotach ziemnych podlega odtworzeniu do stanu pierwotnego.

### 5.8.3. Instalacja wewnętrzna

#### a) Wymagania ogólne

Tablice z aparaturą zabezpieczającą należy sytuować w taki sposób, aby zapewnić:

- łatwy dostęp,
- zabezpieczenie przed dostępem niepowołanych osób.

#### b) Trasowanie instalacji

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.

#### c) Przygotowanie końców żył i łączenie przewodów

W instalacjach elektrycznych wewnętrznych łączenie przewodów należy wykonywać w sprzęcie i osprzęcie instalacyjnym i w odbiornikach. Nie wolno stosować połączeń skręcanych. Przewody muszą być ułożone swobodnie i nie mogą być narażone na naciągi i dodatkowe naprężenia. Do danego zacisku należy przyłączać przewody o rodzaju wykonania, przekroju i w liczbie, do jakich zacisk ten jest dostosowany. W przypadku stosowania zacisków, do których przewody są przyłączane za pomocą oczek, pomiędzy oczkiem a nakrętką oraz pomiędzy oczkami powinny znajdować się podkładki metalowe, zabezpieczone przed korozją w sposób umożliwiający przepływ prądu. Zdejmowanie izolacji i czyszczenie przewodu nie może powodować uszkodzeń mechanicznych. W przypadku stosowania żył ocynowanych proces czyszczenia nie powinien uszkadzać warstwy cyny. Końce przewodów miedzianych z żyłami wielodrutowymi (linki) powinny być zabezpieczone zaprasowanymi tulejkami.

#### d) Montaż listew kablowych i układanie przewodów w listwach

Montaż korytek kablowych należy wykonać zgodnie z instrukcją producenta. Podwieszenie korytek kablowych do połaci dachowych lub elementów konstrukcyjnych budynku musi być uzgodnione z Zamawiającym. Przewody w korytkach układać w sposób uporządkowany.

Po stronie Wykonawcy leży podłączenie instalacji fotowoltaicznej do sieci energetycznej. Przed przystąpieniem do prac należy dokonać zgłoszenia oraz ewentualnych ustaleń podłączenia instalacji fotowoltaicznej z odpowiedniego Oddziału OSD.

### 5.8.4. Uziemienia i połączenia wyrównawcze

Należy stosować połączenia wyrównawcze dla konstrukcji wsporczej modułów PV, rozdzielnic oraz wszystkich elementów instalacji tego wymagających. Połączenia dokonywać przewodami typu zgodnymi z projektem, z uwzględnieniem stanu instalacji, tzn. zachowania odstępów separacyjnych, zgodnie z PN-EN-62305-3:2011.

Połączenia łączyć do projektowanej szyny wyrównawczej, której rezystancja uziemienia powinna być mniejsza lub równa 10 Ohm. Należy dokonać pomiarów rezystancji uziemienia oraz pomiarów rezystancji skuteczności połączeń, w sytuacji niespełnienia warunku  $R \leq 10 \Omega$ , należy wykonać dodatkowy uziom pionowy, aby warunek został spełniony.

### 5.8.5. Instalacja odgromowa

Przed przystąpieniem do prac budowlanych Wykonawca zobowiązany jest ocenić stan aktualny, poprzez wykonanie pomiarów rezystancji uziemienia oraz pomiarów rezystancji skuteczności połączeń, aby określić przedmiot modernizacji.

Zakłada się, że wszystkie części instalacji fotowoltaicznej posiadać będą ochronę odgromową. Modernizowaną część instalacji należy podłączyć do istniejącego uziomu. Do elementów wymagających ochrony, prac antykorozyjne należy wykonać zgodnie z wymaganiami normy PN -71/E-97053, 79/H-97070, 93/E - 04500 oraz N SEP - E - 001. Konstrukcje winny być zabezpieczone antykorozyjnie przez cynkowanie na gorąco.

---

Instalacja odgromowa składa się z następujących elementów:

- zwodów pionowych w postaci iglic,
- zwodów pionowych w postaci drutu FeZn,
- uziemienia sztucznego znajdującego się w ziemi (istniejące);
- złącza kontrolnego znajdującego się na każdym przewodzie odprowadzającym i służącego do pomiaru oporności uziomu.

Rozmieszczenie zwodów zależy od wielkości obiektu chronionego, a liczba ich musi być tak dobrana, aby budowa znajdowała się całkowicie w strefie chronionej, zgodnie z PN EN-62305-3:2011.

Odstęp izolacyjny zaprojektowanej instalacji odgromowej musi spełniać wymagania PN-EN-62305-3:2011. W przypadku jego nie zachowania należy postępować zgodnie z metodyką w/w normy lub procedurą opisaną w projekcie – dt. ochrony przepięciowej oraz połączeń wyrównawczych.

Po wykonaniu montażu instalacji należy dokonać pomiarów rezystancji uziemienia oraz pomiarów rezystancji skuteczności połączeń. Protokoły i metrykę urządzenia dołączyć do teczki odbiorowej. Całość robót powinna wykonać firma lub osoba posiadająca odpowiednie uprawnienia.

## **6. Kontrola jakości robót**

### **6.1. Moduły fotowoltaiczne**

Rozmieszczenie, wymiary i połączenia powinno być zgodne z dokumentacją projektową. Po zamontowaniu modułów na konstrukcji wsporczej należy sprawdzić stabilność oraz wytrzymałość. Dokonać kontroli poprawności połączeń przewodowania.

### **6.2. Konstrukcja wsporcza**

Program badań powinien obejmować sprawdzenie kształtu i wymiarów, wyglądu zewnętrznego oraz wytrzymałości. Parametry te powinny być zgodne z wymaganiami zawartymi w dokumentacji oraz instrukcji montażu danej konstrukcji. Zweryfikować stan przestrzeni montażowej, czy nie nastąpiły nieprzewidywane naruszenia, wynikające z działań Wykonawcy.

### **6.3. Falowniki**

Weryfikacja: połączeń elektrycznych, względem projektu; sposobu montażu, względem instrukcji montażowej producenta zastosowanego falownika.

### **6.4. Optymalizatory mocy**

Weryfikacja: połączeń elektrycznych, względem projektu; sposobu montażu, względem instrukcji montażowej producenta zastosowanego optymalizatora mocy.

### **6.5. Rozdzielnice**

Sprawdzenie dokładności i pewności połączeń. Weryfikacja zastosowanej aparatury zabezpieczającej, zgodnie z projektem. Sposób mocowania i wypoziomowania zastosowanej rozdzielni.

### **6.6. Zasady postępowania – dla wadliwego wykonania elementu robót**

Wszystkie materiały nie spełniające wymagań ustalonych w odpowiednich punktach ST zostaną przez Nadzór Inwestorski odrzucone. Wszystkie elementy robót, które wykazują odstępstwa od postanowień ST zostaną rozebrane i ponownie wykonane na koszt Wykonawcy.



## 7. Obmiar robót

### 7.1. Ogólne zasady

Wszystkie urządzenia i sprzęt pomiarowy, stosowane w czasie dokonywania obmiaru robót i dostarczone przez wykonawcę, muszą być zaakceptowane przez zarządzającego realizacją umowy. Jeżeli urządzenia te lub sprzęt wymagają badań atestujących, to wykonawca musi posiadać ważne świadectwa legalizacji. Muszą one być utrzymywane przez wykonawcę w dobrym stanie, w całym okresie trwania robót. Obmiar robót ma za zadanie określić faktyczny zakres wykonanych robót wg stanu na dzień ich zrealizowania. Roboty można uznać za wykonane pod warunkiem, że wykonano je zgodnie z wymogami zawartymi w szczegółowych specyfikacjach technicznych, ich ilość podaje się w jednostkach ustalonych w wycenionym przedmiarze robót, wchodzącym w skład umowy. Obmiaru dokonuje Wykonawca po pisemnym powiadomieniu Zarządzającego realizacją umowy o zakresie i terminie obmiaru. Powiadomienie powinno poprzedzać obmiar co najmniej o 3 dni. Wyniki obmiaru są wpisywane do księgi obmiaru i zatwierdzane przez inspektora nadzoru inwestorskiego. Jakikolwiek błąd lub przeoczenie (opuszczenie) w ilościach podanych w przedmiarze robót lub gdzie indziej w szczegółowych specyfikacjach technicznych nie zwalnia Wykonawcy od obowiązku wykonania wszystkich robót. Błędne dane zostaną poprawione wg pisemnej instrukcji Zarządzającego realizacją umowy.

Jednostką obmiarową jest:

- a) dla rozdzielni, szaf, tablic – 1 szt. lub 1 kpl.,
- b) dla urządzeń, aparatury – 1 szt. lub 1 kpl.,
- c) dla kabli i przewodów – 1 mb.

## 8. Odbiór robót

### 8.1. Ogólne zasady

Przejęcia robót należy dokonywać zgodnie z Polskimi Normami i art. 54-56 Prawa Budowlanego. Odbiorom robót podlegają wszystkie operacje związane z montażem urządzeń i ułożenia przewodów. Odbioru dokonuje Inżynier Nadzoru na podstawie zgłoszenia Wykonawcy. Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową i Specyfikacją Techniczną, jeżeli wszystkie pomiary i badania dały wyniki pozytywne.

### 8.2. Odbiór częściowy

Odbiorowi częściowemu należy poddać te elementy urządzeń instalacji, które zanikają w wyniku postępu robót, jak np. wykonanie bruzd, przebić, wykopów oraz inne, których sprawdzenie jest niemożliwe lub utrudnione w fazie odbioru końcowego.

### 8.3. Odbiór międzyoperacyjny

Odbiorowi międzyoperacyjnemu podlegają:

- sposób prowadzenia przewodów poziomych i pionowych,
- montaż rozdzielni oraz falowników.

#### 8.4. Odbiór końcowy

Odbiorowi końcowemu podlega:

- sprawdzenie kompletności dokumentacji do odbioru technicznego końcowego (polegające na sprawdzeniu protokołów badań przeprowadzonych przy odbiorach technicznych częściowych),
- wyniki badań przeprowadzonych podczas odbioru końcowego poszczególnych instalacji należy uznać za dokładne, jeżeli wszystkie wymagania zostały spełnione,
- jeżeli któreś z wymagań przy odbiorze technicznym końcowym nie zostało spełnione, należy ocenić jego wpływ na stopień sprawności działania instalacji i w zależności od tego określić konieczne dalsze postępowanie.

Przy odbiorze instalacji należy przedstawić co najmniej następujące dokumenty:

- dokumentację powykonawczą,
- atesty i zaświadczenia,
- protokoły odbiorów częściowych dla tych elementów instalacji, które po zakończeniu robót budowlanych zostały zakryte,
- protokoły pomiarów.

Przy odbiorze końcowym należy w szczególności skontrolować:

- użycie właściwych materiałów i elementów urządzenia,
- prawidłowość wykonania połączeń,
- prawidłowość zamontowania aparatury oraz urządzeń,
- prawidłowość działania wszystkich zamontowanych urządzeń,
- zgodność wykonania instalacji z dokumentacją techniczną.

#### 8.5. Kontrola zgodności wykonania prac

Do odbioru należy przedłożyć dokumentację powykonawczą, wraz z wymaganymi badaniami i pomiarami. Dokumentacja powykonawcza powinna zawierać:

- kompletną dokumentację techniczną powykonawczą, składającą się z poszczególnych dokumentów składowych projektu uaktualnionych o wprowadzone zmiany - w 1 egzemplarzu,
- protokoły, badania i pomiary - w 1 egzemplarzu,
- instrukcję funkcjonowania, obsługi i konserwacji potrzebne do eksploatacji - w 1 egzemplarzu.

---

## 9. Przepisy związane

- norma PN-EN 61730 – część 1:2018. Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV);
- norma PN-EN 61853 – część 1:2011. Badanie własności modułów fotowoltaicznych (PV);
- norma PN-EN 62305 – część 1:2011. Zasady Ogólne;
- norma PN-EN 62305 – część 2:2012. Zarządzanie ryzykiem;
- norma PN-EN 62305 – część 3:2011. Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia;
- norma PN-EN 62446 – część 1:2016. Systemy podłączone do sieci - Dokumentacja, odbiory i nadzór;
- norma PN-HD 60364 – część 4-41:2017. Ochrona przed porażeniem elektrycznym;
- norma PN-HD 60364 – część 4-43:2012. Ochrona przed prądem przetężeniowym;
- norma PN-HD 60364 – część 5-51:2011. Postanowienia ogólne;
- norma PN-HD 60364 – część 5-52:2011. Oprzewodowanie;
- norma PN-HD 60364 – część 5-54:2011. Uziemienia, przew. ochronne i poł. wyrównawczych;
- norma PN-HD 60364 – część 5-56:2019. Instalacje bezpieczeństwa;
- norma PN-HD 60364 – część 6:2016. Sprawdzanie;
- norma PN-HD 60364 – część 7:2016. Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania;
- Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 28 sierpnia 2019 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych (Dz.U. 2019 poz. 1830);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2003 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2019 poz. 1065);
- Ustawa: O odnawialnych źródłach energii z dnia 20 lutego 2015r. (Dz. U. z 2015 r., poz. 478, z późn. zm.)
- Ustawa: O ochronie przeciwpożarowej z dnia 24 sierpnia 1991 r. (Dz.U. z 2020r. poz. 961);
- Ustawa: Prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. (Dz.U. z 2021 r. poz. 2351 z późn. zm.);
- Ustawa: Prawo energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997 r. (Dz.U. z 2019 r. poz. 755 z późn. zm.).