

|                             |   |                  |  |
|-----------------------------|---|------------------|--|
| TEMAT:                      | BUDOWA INSTALACJI FOTOWOLTANICZNEJ<br>O MOCY 9,9 KWp NA POTRZEBY<br>SOCJALNO - BYTOWE |                  |  |
| ADRES<br>INWESTYCJI:        | BUDYNEK ZGKiM<br>UL. SŁOWACKIEGO 6<br>47-420 KUŹNIA RACIBORSKA                        |                  |  |
| INWESTOR:                   | GMINA KUŹNIA RACIBORSKA<br>UL. SŁOWACKIEGO 4,<br>47-420 KUŹNIA RACIBORSKA             |                  |  |
| STADIUM:                    | SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA<br>I ODBIORU ROBÓT                                  |                  |  |
| BRANŻA:                     | ELEKTRYCZNA   |                  |  |
| JEDNOSTKA<br>PROJEKTOWA:    | FU ELTOM" KRYSTIAN TOMALA<br>ul. WOLNOŚCI 25<br>47-420 BUDZISKA                       |                  |  |
| TOM: A                      | NR UMOWY:   |                  |  |
|                             | imię i nazwisko:  | nr<br>uprawnień: | podpis:  |
| PROJEKTANT:                 | mgr inż. Krystian Tomala  | 247/02           | mgr inż. KRYSTIAN TOMALA<br>uprawnienia do projektowania<br>wykonywania robót<br>w zakresie instalacji urządzeń<br>elektrycznych i elektroenergetycznych<br>Upr. nr 247/02 |
| SPRAWDZAJĄCY:               |   |                  |  |
| NR EGZ.: 1 2 3 4 5          |   |                  |  |
| DATA OPRACOWANIA: MAJ 2020r |   |                  |  |

## Spis treści

|   |    |
|---|----|
| 1. CZĘŚĆ OGÓLNA I SZCZEGÓŁOWA .....                                   | 3  |
| 1.1 Przedmiot SST .....   | 3  |
| 1.2. Zakres stosowania SST .....                                      | 3  |
| 1.3. Zakres robót objętych SST .....                                  | 3  |
| 1.4. Określenia podstawowe .....                                      | 3  |
| 1.4.1. Moduły fotowoltaiczne .....                                    | 3  |
| 1.4.2. Inwerter fotowoltaiczny .....                                  | 4  |
| 1.4.3. Rozdzielnica elektryczna .....                                 | 4  |
| 1.4.4. Optymalizator mocy .....                                       | 4  |
| 2. MATERIAŁY .....  | 4  |
| 2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów .....                      | 4  |
| 2.2. Elementy gotowe .....  | 4  |
| 2.2.1. Moduły fotowoltaiczne .....                                    | 4  |
| 2.2.2. Inwerter fotowoltaiczny .....                                  | 4  |
| 2.2.3. Optymalizatory mocy .....                                      | 5  |
| 2.2.4. Konstrukcja z modułami PV: .....                               | 5  |
| 2.2.5. Przewody .....   | 6  |
| 3. SPRZĘT .....   | 6  |
| 3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu .....                         | 6  |
| 4.1. TRANSPORT .....  | 6  |
| 4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu .....                      | 6  |
| 4.2. Transport materiałów i ogniw fotowoltaicznych .....              | 6  |
| 5. WYKONANIE ROBÓT .....  | 6  |
| 5.1. Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót .....                 | 6  |
| 5.2. Szczegółowe warunki wykonywania robót instalacji .....           | 7  |
| 5.2.1. Sieci wewnętrzne niskiego napięcia .....                       | 7  |
| 5.2.2. Instalacja wewnętrzna .....                                    | 7  |
| 5.3. Instalacja fotowoltaiczna .....                                  | 7  |
| 5.3.1. Montaż modułów .....   | 7  |
| 5.3.2. Montaż przewodów .....   | 7  |
| 5.3.3. Montaż inwerterów .....  | 8  |
| 5.3.4. System zarządzania instalacją .....                            | 8  |
| 5.3.5. Odbiór robót .....   | 8  |
| 5.4. Instalacja odgromowa (LPS) .....                                 | 8  |
| 5.5. Układanie kabli .....  | 9  |
| 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT .....                                       | 9  |
| 6.1. Moduły fotowoltaiczne .....                                      | 9  |
| 6.2. Konstrukcja .....  | 9  |
| 6.3. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi elementami robót ..... | 9  |
| 7. OBMIAR ROBÓT .....   | 9  |
| 7.1. Ogólne zasady obmiaru robót .....                                | 9  |
| 8. PRZEPISY ZWIĄZANE .....  | 11 |
| 8.1. Normy .....  | 11 |
| 8.2. Inne dokumenty .....   | 11 |

## **1. CZĘŚĆ OGÓLNA I SZCZEGÓŁOWA**

### **1.1 Przedmiot SST**

Przedmiotem opracowania jest szczegółowa specyfikacja techniczna budowy instalacji fotowoltaicznej produkującej energię elektryczną z energii odnawialnej (słonecznej), która pozwoli zmniejszyć produkcję z konwencjonalnych źródeł energii oraz zredukować emisję zanieczyszczeń do atmosfery. Inwestycja zlokalizowana będzie budynku ZGKiM przy ul. Słowackiego 6 w Kuźni Raciborskiej. Budowa polegać będzie na montażu na dachu 30 szt. modułów fotowoltaicznych zorientowanych w kierunku południowym.

W szczególności zakres robót obejmuje:

- montaż stalowo - aluminiowych konstrukcji przeznaczonych do montażu modułów fotowoltaicznych na dachu płaskim,
- montaż modułów fotowoltaicznych w ilości 30 szt.,
- montaż optymalizatorów mocy w ilości 30 szt. ,
- montaż 1 szt. inwertera,
- podłączenie przewodów elektrycznych DC
- podłączenie przewodów elektrycznych AC
- montaż rozdzielnic
- montaż instalacji uziemiającej
- montaż instalacji odgromowej

### **1.2. Zakres stosowania SST**

Szczegółowa specyfikacja techniczna (SST) jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w pkt. 1.1.

### **1.3. Zakres robót objętych SST**

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z budową instalacji fotowoltaicznej. W zakres prac wchodzi (kolejność robót – Część elektryczna):

- Dostawa wszystkich elementów systemu fotowoltaicznego,
- Doprowadzenie linii zasilającej do konstrukcji falowników,
- Montaż konstrukcji,
- Montaż modułów fotowoltaicznych,
- Montaż optymalizatorów mocy,
- Ułożenie koryt kablowych,
- Ułożenie przewodów łączących moduły fotowoltaiczne,
- Ułożenie przewodów łączących moduły fotowoltaiczne z falownikami,
- Montaż inwertera,
- Połączenie wszystkich elementów wraz z montażem pozostałych urządzeń,
- Wykonanie pomiarów elektrycznych
- Uruchomienie systemu
- Uporządkowanie terenu i przekazanie gotowego układu do eksploatacji inwestorowi,
- Przeszkolenie wskazanych osób w zakresie obsługi oraz procedur w przypadkach nieprawidłowej pracy instalacji.

### **1.4. Określenia podstawowe**

Instalacja PV ma za zadanie przetwarzać energię promieniowania słonecznego na energię elektryczną i po odpowiednim jej przetransformowaniu dostarczać do wewnętrznej sieci obiektu. Projektowana instalacja fotowoltaiczna ze względu na lokalizację oraz wielkość mocy przyłączeniowej, składa się z następujących elementów:

- moduły fotowoltaiczne na konstrukcjach przeznaczonych do montażu na dachu płaskim,
- optymalizatory mocy ,
- inwerter,
- instalacja prądu stałego,
- trójfazowa instalacja elektryczna prądu przemiennego,
- zmodernizowana instalacja odgromowa i przepięciowa.

#### **1.4.1. Moduły fotowoltaiczne**

Urządzenia elektroniczne, które wykorzystują zjawisko fotowoltaiczne do zamiany promieniowania słonecznego na prąd elektryczny.

#### 1.4.2. Inwerter fotowoltaiczny

Umożliwia przetworzenie wytworzonego poprzez panele fotowoltaiczne prądu stałego na prąd przemienny.

#### 1.4.3. Rozdzielnica elektryczna

Urządzenie elektryczne służące do rozdziału i zabezpieczenia sieci elektrycznej.

#### 1.4.4. Optymalizator mocy

Urządzenie, które ma za zadanie zwiększenie wydajności instalacji fotowoltaicznej. Jest rozwiązaniem wykorzystywanym przy modułach, które nie są odpowiednio dopasowane pod względem prądowo-napięciowym (przede wszystkim w przypadku zacienienia).

### 2. MATERIAŁY

#### 2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Wszystkie stosowane przez wykonawcę materiały dla których PN i BN przewidują posiadanie zaświadczenia o jakości lub atestu, powinny być zaopatrzone przez producenta w taki dokument. Inne materiały powinny być wyposażone w takie dokumenty na życzenie Nadzoru Inwestorskiego.

#### 2.2. Elementy gotowe

##### 2.2.1. Moduły fotowoltaiczne

W instalacji fotowoltaicznej należy zastosować moduły monokrystaliczne.

Moduły fotowoltaiczne muszą charakteryzować się parametrami o wartościach nie gorszych niż:

1. W standardowych warunkach testowych:

|                                  |                          |
|----------------------------------|--------------------------|
| - Typ ogniw :                    | monokrystaliczne, 60 cel |
| - Moc P max (Wp)                 | 330 Wp                   |
| - Współczynnik sprawności modułu | nie mniej niż 19,7 %     |
| - Napięcie przy $V_{max}$        | 33,6 V +/-0,5V           |
| - Prąd przy $P_{max}$            | 9,84 A +/-0,2A           |
| - Napięcie jałowe $V_{cc}$       | 41,00 V +/-0,5V          |
| - Prąd zwarciov                  | 10,36 A +/-0,2A          |
| - Tolerancja                     | -0/+4,99Wp               |
| - Wymiary modułu                 | 1665x1005mm +/- 12mm     |
| - Wysokość ramy                  | nie niższa niż 40 mm     |
| - Waga modułu                    | maksymalnie 19,1 kg      |
| - Gniazdo przyłączeniowe         | IP67                     |

2. Warunki eksploatacji:

|                              |                       |
|------------------------------|-----------------------|
| - Maks. napięcie systemu (V) | 1 000 V <sub>DC</sub> |
| - Temperatura robocza        | -40 °C do +85 °C      |

3. Wymagane certyfikaty:

|                                   |                |
|-----------------------------------|----------------|
| - IEC 61702, IEC 62716, IEC 60804 | lub równoważne |
|-----------------------------------|----------------|

4. Parametry temperaturowe:

|  |            |
|--|------------|
| - Temperaturowy współczynnik natężenia | 0,0271 %/C |
| - Temperaturowy współczynnik napięcia  | 0,30 %/C   |
| - Temperaturowy współczynnik mocy      | 0,39 %/C   |

#### Warunki gwarancji nie powinny być gorsze niż:

Minimum 10-letnia gwarancja na produkt pochodząca od producenta modułów 25 letnia gwarancja liniowa gwarancji na moc minimum 83%.

#### Dodatkowo:

Moduły powinny być wyprodukowane nie więcej niż 6 miesięcy przed dostawą modułów.

##### 2.2.2. Inwerter fotowoltaiczny

Inwertery umożliwiają zamianę wytwarzanego przez panele prądu o stałym napięciu na prąd o napięciu zmiennym. Na wyjściu inwertera w kierunku instalacji założono napięcie prądu zmiennego AC o wartości 400/230 V. W przedmiotowej instalacji należy zastosować inwertery o parametrach nie gorszych niż:

- Dane techniczne zastosowanych inwerterów o mocy 9 kW:

#### Wejście (DC)

|  |                 |
|--|-----------------|
| Maks. moc DC (@ $\cos \varphi = 1$ ) / moc znamionowa DC | 9000 W / 9000 W |
| Maks. napięcie wejściowe                                 | 1000 V          |
| Zakres napięcia MPP / znamionowe napięcie wejściowe      | do 900V / 750 V |
| Maks. prąd wejściowy                                     | 15 A            |
| Liczba niezależnych wejść MPP / pasm na wejście MPP      | 2               |

#### Wyjście (AC)

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Moc znamionowa (230 V, 50 Hz)                              | 9000 VA                  |
| Maks. moc pozorna AC                                       | 9000 VA                  |
| Napięcie znamionowe AC                                     | 380 / 220 ; 400 / 230V   |
| Zakres napięcia AC   | 184 V – 264,5 V          |
| Zakres / częstotliwość sieci AC                            | 50 Hz / 60 Hz $\pm 5$ Hz |
| Znamionowa częstotliwość sieci / znamionowe napięcie sieci | 50 Hz / 230 V            |
| Maks. prąd wyjściowy / znamionowy prąd wyjściowy           | 14,5 A                   |
| THD  | $\leq 3$ %               |
| Fazy zasilania / fazy przyłącza                            | 3                        |

#### Sprawność

|                                    |      |        |
|------------------------------------|------|--------|
| Maks. sprawność / europ. sprawność | 98 % | 97,5 % |
|------------------------------------|------|--------|

#### 2.2.3. Optymalizatory mocy

Optymalizatory mocy umożliwiają pracę modułów z większą sprawnością. Ich podstawowym zadaniem jest ograniczenie niedopasowania prądowo-napięciowego w łańcuchu połączonych szeregowo modułów PV. W projektowanej instalacji każdy moduł będzie wyposażony w optymalizator mocy który będzie połączony z inwerterem. W przedmiotowej instalacji należy zastosować inwertery o parametrach nie gorszych niż:

|  |        |
|--|--------|
| Maksymalna sprawność                     | 99,5 % |
| Kategoria przepięciowa                   | II     |
| Nominalna moc wejściowa                  | 370 W  |
| Maksymalny prąd zwarcia                  | 11 A   |
| Maksymalne napięcie wyjściowe            | 60 V   |
| Maksymalne dopuszczalne napięcie systemu | 1000 V |
| Stopień ochrony                          | 15 A   |

#### 2.2.4. Konstrukcja z modułami PV:

Dopuszcza się jedynie moduły fotowoltaiczne, które posiadają badania wraz z konstrukcją nośną – jako zestaw, przeprowadzone przez niezależny Instytut badawczy wg metody ITB lub równoważnej w zakresie:

Odporność zestawu na obciążenie równomiernie rozłożone (śniegiem, parcie i ssanie wiatru). Minimalna parametry potwierdzone świadectwem z badań przeprowadzonych przez niezależny instytut badawczy to:

- ✓ w zakresie parcie wiatru i obciążenie śniegiem min. 8 kPa/m<sup>2</sup>
- ✓ w zakresie ssanie wiatru min. 5,4 kPa/m<sup>2</sup>

Należy dołączyć do oferty sprawozdanie z badań (wg metody ITB), wydane przez niezależny instytut badawczy -zaoferowanego modułu wraz z zaoferowaną konstrukcją wsporczą potwierdzającą w/w odporności.

Tym samym nie dopuszcza się wyrobów, których karty produktów zawierają jedynie informację dotyczącą odporności na obciążenia w zakresie samych paneli bez konstrukcji wsporczej.

Cechy techniczne projektowanej konstrukcji:

- klasyfikacja wyrobów pod kątem kształtu, wymiarów na zgodność z PN-EN 755-9:2010.

- Klasyfikacja kształtowników aluminiowych pod kątem trwałości wg normy PN-EN 1999- 11:2011. W tym zakresie powinna spełniać min klasę B bez powłoki ochronnej i musi być potwierdzenie, że może być stosowana w środowiskach o danej kategorii korozyjności atmosferycznej wg normy PN-EN ISO 12944-2:2001.

Dobór powłok antykorozyjnych jest oparty na wymogach normy PN-EN ISO 12944:2001 z uwzględnieniem jej ubytku w odniesieniu do czasu żywotności instalacji oraz kategorii korozyjnej środowiska w jakim będzie ona funkcjonowała.

### **2.2.5. Przewody**

#### **Strona stałoprądowa DC**

Okablowanie prowadzić nad powierzchnią dachu w rurach osłonowych pod konstrukcjami nośnymi paneli. Okablowanie mocować do konstrukcji plastikowymi opaskami zaciskowymi w sposób uniemożliwiający kontakt z powierzchnią pod panelami. W celu zminimalizowania strat mocy w przewodach, poszczególne moduły w obwodzie każdego łańcucha należy rozmieszczać w miarę możliwości jak najbardziej równomiernie.

Kable zostaną sprowadzone do rozdzielni fotowoltaicznej przez kanały wentylacyjne i od rozdzielni fotowoltaicznej w kierunku inwertera w rurach osłonowych.

#### **Strona zmiennoprądowa AC**

Z uwagi na wartość natężenia wyjściowego z inwertera i obciążalność dopuszczalna przewodów należy zastosować kable typu YKY o przekroju nie mniejszym niż 6 mm<sup>2</sup>.

## **3. SPRZĘT**

### **3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu**

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 STWOiR 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.

## **4.1. TRANSPORT**

### **4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu**

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 i ogniw fotowoltaicznych**

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 dotyczące wykonania robót**

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,
- sporządzeniu planu „BIOZ” przez kierownika robót lub inną osobę do tego upoważnioną,
- elementy budowlano-konstrukcyjne, mające wpływ na montaż urządzeń instalacji fotowoltaicznej odpowiadają założeniom projektowym.

## **5.2. Szczegółowe warunki wykonywania robót instalacji**

### **5.2.1. Sieci wewnętrzne niskiego napięcia**

- a) Przewody należy prowadzić w rurach izolacyjnych na odcinkach ułożonych w tynku lub w listwach instalacyjnych natynkowo.
- b) Kable lub przewody w osłonach należy kłaść bardzo starannie. Należy zapewnić takie wykonanie, aby przewody uszkodzone mogły być wymieniane bez konieczności rozkuwania ścian.
- c) Najmniejsze dopuszczalne odległości kabli od rurociągów wentylacyjnych, wodociągowych i gazowych wynoszą 20 cm,
- d) Przejścia kabli przez wewnętrzne 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.

### **5.2.2. 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 konstrukcje 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 sprężce i osprężce 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.**

Lokalizacja listew kablowych powinna być zgodna z projektem. Montaż korytek kablowych należy wykonać zgodnie z projektem i instrukcją producenta. Podwieszenie korytek kablowych do połaci dachowych lub elementów konstrukcyjnych budynku musi być uzgodnione z konstruktorem. 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.

## **5.3. Instalacja fotowoltaiczna**

### **5.3.1. Montaż modułów**

Montaż modułów wykonać zgodnie z wytycznymi producenta i projektem budowlanym. 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. Optymalne ustawienie modułów to 15° odchylenia od poziomu i kierunek 0° południe. Ze względu na układ budynku założono kierunek ustawienia paneli południowy.

### **5.3.2. 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 porażenia prądem elektrycznym.

### 5.3.3. Montaż inwerterów

Montaż i podłączenie inwerterów zarówno po stronie DC, jak i AC wykonać ściśle według instrukcji producenta.

### 5.3.4. System zarządzania instalacją

Projektuje się monitoring parametrów pracy instalacji fotowoltaicznej oparty na rejestratorze danych wbudowanym w inwerter. Wymiana informacji następować będzie przewodowo poprzez sieć wewnętrzną. Do systemu przekazywane będą informacje o pracy systemu, ilości wyprodukowanej energii oraz przypadkach awarii systemu. Inwerter należy połączyć z centralną jednostką sterującą przewodami sygnałowymi.

### 5.3.5. Odbiór robót

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

- 1) dokumentację powykonawczą zawierającą zaktualizowany projekt techniczny z naniesionymi zmianami w czasie wykonawstwa uzgodnioną z projektantem,
- 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, pod względem przepisów, danemu urządzeniu, do którego jest podłączony.

## 5.4. Instalacja odgromowa (LPS)

Montaż nowej instalacji odgromowej.

Instalacja piorunochronna składa się z następujących elementów:

- zwodów pionowych w postaci iglic rozmieszczonych na powierzchni ziemi/dachu w miejscach wskazanych na planie,
- przewodu odprowadzającego ułożonego w ziemi łączącego zwód pionowy z uziemieniem znajdującym się w ziemi;
- uziemienia sztucznego znajdującego się w ziemi;
- złącza kontrolnego znajdującego się na każdym przewodzie odprowadzającym przy zwodach pionowych i służącego do pomiaru oporności uziomu.

Zwody pionowe wykonane są jako maszty stalowe, o wysokości masztu  $h$  tak dobranej, że obiekt chroniony znajduje się w strefie chronionej. Strefę chronioną zwodu pionowego określa przestrzeń wokół masztu. Przestrzeń ta ma kształt stożka, którego wysokość określona jest wysokością masztu  $h$ , a promień podstawy  $= 1,5 h$ .

Rozmieszczenie zwodów zależy od wielkości obiektu chronionego, a liczba ich musi być tak dobrana, aby budowa znajdowała się całkowicie w strefie chronionej.

Odstęp izolacyjny zaprojektowanych zwodów pionowych od konstrukcji metalowej modułów PV nie może być, zgodnie z wyliczeniami, mniejszy niż 0,2 m.

W całej instalacji wszelkie zagięcia przewodów wykonywane są łagodnymi łukami o promieniu nie mniejszym niż 25 cm. Wszystkie połączenia przewodów muszą być bardzo starannie wykonane.

Najpewniejszym sposobem połączenia jest spawanie przewodów. Jeżeli nie można zastosować spawania, to połączenia mogą być wykonane za pomocą śrub, przy czym łączone przewody powinny

się stykać na długości około 10 cm. Przewody instalacji piorunochronnej w części nadziemnej powinny być zabezpieczone przed korozją przez ocynkowanie, pominiowanie, polakierowanie itp. Do wykonania instalacji nie wolno stosować linek lub prętów aluminiowych. Nie wolno też obecnie stosować linek stalowych, tylko pręty stalowe. Wymagana jest estetyka wykonania prac elewacyjnych.

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 posiadająca odpowiednie uprawnienia budowlane.

Wymagana jakość materiałów powinna być potwierdzona przez producenta przez zaświadczenie o jakości lub innym równorzędnym dokumentem.

### **5.5. Układanie kabli**

Kable 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 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.

Zaleca się przy wprowadzeniu kabli do budynku, przepustach kablowych, mufach pozostawienie około 2,5-metrowych zapasów eksploatacyjnych kabla.

Okablowanie prowadzić nad powierzchnią dachu w rurach osłonowych pod konstrukcjami nośnymi paneli. Okablowanie mocować do konstrukcji plastikowymi opaskami zaciskowymi w sposób uniemożliwiający kontakt z powierzchnią pod panelami. W celu zminimalizowania strat mocy w przewodach, poszczególne moduły w obwodzie każdego łańcucha należy rozmieszczać w miarę możliwości jak najbardziej równomiernie.

Kable zostaną sprowadzone od inwertera w kierunku rozdzielni budynku po dachu w rurach osłonowych i następnie do miejsca wpięcia instalacji do głównej tablicy rozdzielczej budynku z wykorzystaniem prefabrykowanych rur spustowych z PCV.

Z uwagi na wartość natężenia wyjściowego z inwertera i obciążalność dopuszczalna przewodów należy zastosować kable typu YKY o przekroju nie mniejszym niż 6 mm<sup>2</sup>.

Kable zostaną poprowadzone w listwie kablowej z PCV i doprowadzone do głównej tablicy TL.

## **6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

### **6.1. Moduły fotowoltaiczne**

Lokalizacja, wymiary i zabezpieczenie powinno być zgodne z dokumentacją projektową. Po zamontowaniu konstrukcji metalowej pod moduły należy sprawdzić jej stabilność oraz wytrzymałość. Dokonać kontroli poprawności połączenia ogniw.

### **6.2. Konstrukcja**

Program badań powinien obejmować sprawdzenie kształtu i wymiarów, wyglądu zewnętrznego oraz wytrzymałości. Parametry te powinny być zgodne z wymaganiami zawartymi w dokumentacji. Ponadto należy sprawdzić dokładność ustawienia w planie i rzędne posadowienia.

### **6.3. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi elementami robót**

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

## **7. OBMIAR ROBÓT**

### **7.1. Ogólne zasady obmiaru robót**

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.

### **Odbiór robót**

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.

#### **1. 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.

#### **2. Odbiór międzyoperacyjny**

Odbiorowi międzyoperacyjnemu podlegają:

- sposób prowadzenia przewodów poziomych i pionowych,

#### **3. 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:

- dokumentacja powykonawcza,
- 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 armatury,
- prawidłowość działania wszystkich zamontowanych urządzeń,
- zgodność wykonania instalacji z dokumentacją techniczną.

### **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 egzemplarzach,
- protokoły, badania i pomiary w 1 egzemplarzach,
- instrukcje funkcjonowania, obsługi i konserwacji potrzebne do eksploatacji urządzeń w 1 egzemplarzach.

## **8. PRZEPISY ZWIĄZANE**

### **8.1. Normy**

1. PN-EN 61730-1:2007/A2:2013 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji
2. PN-EN 61730-2:2007/A1:2012 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) Część 2: Wymagania dotyczące badań
3. PN-EN 62446:2010 Systemy fotowoltaiczne przyłączone do sieci elektrycznej. Minimalne wymagania dotyczące dokumentacji systemu, badania rozruchowe i wymagania kontrolne
4. PN-EN 61173:2002 Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej – Przewodnik
5. PN-EN 62116:2011 Procedura badania ochrony przed zanikiem napięcia w sieci w przypadku falowników fotowoltaicznych włączonych do sieci energetycznej
6. PN-EN 62446:2010 Systemy fotowoltaiczne przyłączone do sieci elektrycznej. Minimalne wymagania dotyczące dokumentacji systemu, badania rozruchowe i wymagania kontrolne
7. PN-EN ISO 9488:2002 Energia słoneczna -- Terminologia
8. PN-HD 60364-7-712:2007 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania

### **8.2. Inne dokumenty**

1. Przepisy budowy urządzeń elektrycznych. PBUE, wyd. 1988 r.
2. Obowiązujące Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz.U. z 2002 r. Nr 147 poz. 1229 z późniejszymi zmianami),
3. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane z 7 lipca 1997r. (Dz. U. nr., poz. 1409 z 2013r.)
4. Prawa energetycznego z dnia 10 kwietnia 1997 Dz. U. z 2012 r., poz. 1059, z 2013 r. poz. 984 i poz. 1238 oraz z 2014 r. poz. 457, poz. 490, poz. 900, poz. 942 i poz. 1101)