



COREMATIC ENGINEERING SP. Z O.O.  
ul. Lipowa 14  
44-100 Gliwice  
tel./fax 0 (prefix) 32-7505268  
e-mail: [biuro@corematic.net](mailto:biuro@corematic.net)  
[www.corematic.net](http://www.corematic.net)

**SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA  
I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH**

**INWESTOR:**

GMINA OPATÓW  
PLAC OBRONCÓW POKOJU 34  
27-500 OPATÓW

**INWESTYCJA:**

TERMOMODERNIZACJA BUDYNKU SIEDZIBY  
URZĘDU MIASTA I GMINY W OPATOWIE

**ADRES INWESTYCJI:**

PLAC OBRONCÓW POKOJU 34  
27-500 OPATÓW

**PRZEDMIOT  
SPECYFIKACJI:**

**INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA**  
**PV O MOCY 9,92 kWp**

**NR SPECYFIKACJI:**

**ST.01. ROBOTY ELEKTRYCZNE**

**GŁÓWNY SŁOWNIK ZAMÓWIEŃ:**

45311100-1 Roboty w zakresie przewodów instalacji elektrycznych  
45315100-9 Instalacyjne roboty elektryczne

**OPRACOWAŁ:**

mgr inż. Jarosław Pierzchawka

Gliwice, luty 2020 r.

## SPIS ZAWARTOŚCI

I. CZĘŚĆ OGÓLNA I SZCZEGÓŁOWA .....	4
1.1. Przedmiot SST.....	4
1.2. Zakres stosowania SST .....	4
1.3. Zakres robót objętych SST .....	4
1.4. Określenia podstawowe.....	5
1.4.1. Ogniwa fotowoltaiczne.....	5
1.4.2. Inwerter fotowoltaiczny .....	5
1.4.3. Rozdzielnica elektryczna .....	5
2. MATERIAŁY .....	5
2.2. Ogólne wymagania dotyczące materiałów .....	5
2.3. Elementy gotowe .....	5
2.3.1. Ogniwa fotowoltaiczne.....	5
2.3.2. Inwerter fotowoltaiczny .....	6
2.3.3. Konstrukcja wsporca.....	7
2.3.4. Rozdzielnica RAC .....	8
2.3.5. Przewody .....	8
2.3.5.1.Strona stałoprądowa DC .....	8
2.3.5.2.Strona zmiennoprądowa AC .....	8
3. SPRZĘT .....	8
3.2. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu .....	8
4. TRANSPORT .....	8
4.2. Ogólne wymagania dotyczące transportu.....	8
4.3. Transport materiałów i ogniw fotowoltaicznych.....	9
5. WYKONANIE ROBÓT .....	9
5.2. Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót .....	9
5.3. Szczegółowe warunki wykonywania robót instalacji.....	9
5.3.1. Montaż tablic rozdzielczych.....	9
5.3.2. Sieci wewnętrzne niskiego napięcia .....	9
5.3.3. Instalacja wewnętrzna.....	10
5.4. Instalacja fotowoltaiczna .....	11
5.4.1. Montaż modułów.....	11
5.4.2. Montaż przewodów .....	11
5.4.3. Montaż inwerterów .....	11
5.4.4. System zarządzania instalacją .....	11
5.4.5. Odbiór robót .....	11
5.5. Instalacja odgromowa (LPS).....	12
5.6. Układanie kabli .....	12
6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT.....	13
6.1. Ogniwa fotowoltaiczne.....	13
6.2. Konstrukcja.....	13
6.3. Złącze kablowe/rozdzielnia .....	13
6.4. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi elementami robót .....	13
7. OBMIAR ROBÓT .....	13
7.1. Ogólne zasady obmiaru robót.....	13
7.2. Odbiór robót .....	14
7.3. Odbiór częściowy.....	14
7.4. Odbiór międzyoperacyjny.....	14
7.5. Odbiór końcowy.....	14

7.6. Kontrola zgodności wykonania prac.....	15
8. PRZEPISY ZWIĄZANE.....	15
Normy.....	15
Inne dokumenty .....	15

## **I. CZĘŚĆ OGÓLNA I SZCZEGÓŁOWA**

### **1.1. Przedmiot SST**

Przedmiotem opracowania jest szczegółowa specyfikacja techniczna budowy instalacji fotowoltaicznej, która produkować będzie energię elektryczną z energii odnawialnej (słonecznej), co pozwoli na zmniejszenie produkcji z konwencjonalnych źródeł energii oraz na redukcję emisji zanieczyszczeń do atmosfery. Inwestycja zlokalizowana będzie na terenie Urzędu Miasta i Gminy w Opatowie. Budowa polegać będzie na montażu na systemowej konstrukcji wsporczej naziemnej w formie zadaszenia nad stanowiskami dla samochodów, 32 szt. modułów fotowoltaicznych zorientowanych w kierunku południowo-zachodnim. W szczególności zakres robót obejmuje:

- montaż stalowo-aluminiowych konstrukcji wsporczych, krytych blachą trapezową, kotwionych do prefabrykowanych bloków betonowych, które stanowią zadaszenie dla 5 samochodów osobowych i umożliwiające ustawienie paneli pod kątem 10 st.,
- montaż modułów fotowoltaicznych w ilości 32 szt. po 310Wp każdy na systemowych zadaszeniach,
- montaż inwertera,
- podłączenie przewodów elektrycznych do rozdzielnic,
- montaż okablowania elektrycznego,
- wykonanie 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 niezbędnych elementów systemu fotowoltaicznego,
- Montaż konstrukcji wsporczych,
- Montaż ogniw fotowoltaicznych,
- Ułożenie koryt kablowych,
- Ułożenie przewodów łączących ogniwa fotowoltaiczne,
- Ułożenie przewodów łączących ogniwa fotowoltaiczne z falownikiem,
- Montaż falownika,
- Ułożenie linii zasilającej do inwertera,
- Ułożenie linii zasilającej od inwertera do głównej rozdzielni elektrycznej w budynku,
- 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:

- ogniwa fotowoltaiczne na konstrukcjach wsporczych aluminiowych,
- inwerter,
- instalacja prądu stałego,
- jednofazowa lub trójfazowa instalacja elektryczna prądu przemiennego,
- zmodernizowana instalacja odgromowa i przepięciowa.

### 1.4.1. Ogniwa 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.

## 2. MATERIAŁY

### 2.2. 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.

### 2.3. Elementy gotowe

#### 2.3.1. Ogniwa 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
- Moc $P_{max}$ (Wp)	310 Wp
- Współczynnik sprawności modułu	nie mniej niż 19 %
- Napięcie przy $V_{max}$	33,4 V +/-0,5V
- Prąd przy $P_{max}$	9,29 A +/-0,2A
- Napięcie jałowe $V_{cc}$	39,72 V +/-0,5V
- Prąd zwarciov	9,71 A +/-0,2A
- Tolerancja	-0/+4,99Wp
- Wymiary modułu	1640x990mm +/- 12mm
- Wysokość ramy	nie niższa niż 40 mm

- Waga modułu maksymalnie 18,1 kg
- Gniazdo przyłączeniowe IP68

### 2. Warunki eksploatacji:

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

### 3. Wymagane certyfikaty:

- IEC 61215 oraz IEC 61730 lub równoważne
- Warstwa antyrefleksyjna oświadczenie producenta szkła
- z przepuszczalnością min. 94,5% dołączone do oferty
- Nanopowłoka nakładana na etapie produkcji modułów oświadczenie producenta modułów

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

Minimum 20-letnia gwarancja na produkt pochodząca od producenta modułów  
25 letnia gwarancja liniowa gwarancji na moc minimum 80%

### Dodatkowo:

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

Moduły z zalaminowaną na trwale pod szybą naklejką z nazwą projektu w ramach, którego zostały wyprodukowane.

### **Do ofert należy dołączyć:**

- kartę katalogową producenta modułu potwierdzoną za zgodność z oryginałem - przez producenta - potwierdzającą wszystkie wymagane parametry.
- gwarancja producenta na przedmiotową inwestycję - tj. oświadczenie producenta modułu o udzieleniu 20 letniej gwarancji.

### **Pozostałe certyfikaty i badania:**

Deklaracja zgodności potwierdzająca normy:

EN 61215:2005 Moduły fotowoltaiczne (PV) z krzemu krystalicznego do zastosowań naziemnych - Kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu.

EN 61730-1:2007 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) -- Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji.

EN 61730-2:2007 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) -- Część 2: Wymagania dotyczące badań.

EN 61730-2:2007 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) -- Część 2: Wymagania dotyczące badań.

### **2.3.2. 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:

#### • **Inwerter o mocy 8,2 kW:**

- DANE WEJŚCIOWE

Liczba trackerów MPP 2,0

Maks. prąd wejściowy (I<sub>dc max</sub>) (I<sub>dc max</sub> 1 / I<sub>dc max</sub> 2) 16 / 16 A

Maks. prąd zwarciový pola modułów	24 / 24 A
Zakres napięć wejściowych DC ( $U_{dc \min} - U_{dc \max}$ )	150 - 1000 V
Napięcie rozpoczęcia pracy ( $U_{dc \text{ start}}$ )	200,0 V
Znamionowe napięcie wejściowe ( $U_{dc,r}$ )	595,0 V
Zakres napięć MPP ( $U_{mpp \min} - U_{mpp \max}$ )	228 - 800 V
Użyteczny zakres napięcia MPP	150 - 800 V
Liczba przyłączy DC	2 + 2
<b>- DANE WYJŚCIOWE</b>	
Moc znamionowa AC ( $P_{ac,r}$ )	8200,0 W
Maks. moc wyjściowa ( $P_{ac \max}$ )	8200,0 VA
Prąd wyjściowy AC ( $I_{ac \text{ nom}}$ )	11,8 A
Przylączy sieciowe ( $U_{ac,r}$ )	3~ NPE 400/230, 3~ NPE 380/220 V
Zakres napięcia AC ( $U_{\min} - U_{\max}$ )	150 - 280 V
Częstotliwość ( $f_r$ )	50 / 60 Hz
Zakres częstotliwości ( $f_{\min} - f_{\max}$ )	45 - 65 Hz
Współczynnik zniekształceń nieliniowych	< 3 %
Współczynnik mocy ( $\cos \varphi_{ac,r}$ )	0,85 - 1 ind./cap.
Zakres temperatur otoczenia	-40°C - +60°C
Dopuszczalna wilgotność powietrza	0 - 100 %
Maks. współczynnik sprawności (instalacja fotowoltaiczna – sieć zasilająca)	98 %
Europejski współczynnik sprawności ( $\eta_{EU}$ )	97,7 %

#### Deklaracje zgodności:

**ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, SI 4777, CEI 0-16, CEI 0-21, NRS 097**

### **2.3.3. Konstrukcja wsporcza**

Odporność zestawu na obciążenie równomiernie rozłożone (śniegiem, parcie i ssanie wiatru) – potwierdzona obliczeniami dostarczonymi przez producenta konstrukcji naziemnej wsporczej. Minimalna parametry potwierdzone świadectwem z badań przeprowadzonych przez niezależny instytut badawczy to:

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

Cechy techniczne konstrukcji wsporczej:

- ✓ 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 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.

#### **2.3.4. Rozdzielnica RAC**

W projektowanej rozdzielnicy RAC instalacji fotowoltaicznej znajdować się będą zabezpieczenia kabli zasilających od inwertera, ochronniki przepięciowe, rozłącznik, wyłącznik nadprądowy, styczniki oraz układ pomiarowy zliczający ilość wyprodukowanej energii. Rozdzielnicę należy wykonać w obudowach o stopniu ochrony IP65, odpornych na warunki atmosferyczne, przystosowanych do montażu wewnątrz budynku. Z rozdzielnicy prąd doprowadzony zostanie do rozdzielnicy nN kablami typu YKY o przekrojach podanych w części rysunkowej dokumentacji.

#### **2.3.5. Przewody**

##### **2.3.5.1. Strona stałoprądowa DC**

Okablowanie prowadzić 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 rozdzielni fotowoltaicznej w kierunku inwertera w rurach osłonowych a z wykorzystaniem prefabrykowanych rur spustowych z PCV.

##### **2.3.5.2. 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**

#### **3.2. 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. TRANSPORT**

#### **4.2. 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.

### **4.3. 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**

### **5.2. 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.

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

#### **5.3.1. Montaż tablic rozdzielczych**

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.

#### **5.3.2. 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.

### **5.3.3. 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 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 sprężenie i osprężenie 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.

## **5.4. Instalacja fotowoltaiczna**

### **5.4.1. Montaż modułów**

Montaż modułów wykonać zgodnie z wytycznymi producenta i projektem budowlano-wykonawczym. 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 10-15° odchylenia od poziomu i kierunek 0° południe. Ze względu na układ budynku założono kierunek ustawienia paneli południowo-zachodni. Wykonawca instalacji zobligowany jest do przedstawienia przed wykonaniem montażu paneli opinii technicznej dotyczącej możliwości posadowienia wybranych do montażu paneli fotowoltaicznych, wraz z konstrukcjami wsporczymi.

### **5.4.2. 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 porażeń prądem elektrycznym.

### **5.4.3. Montaż inwerterów**

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

### **5.4.4. 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.

### **5.4.5. 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.

### **5.5. Instalacja odgromowa (LPS)**

Zakłada się, że wszystkie części instalacji fotowoltaicznej posiadać będą ochronę odgromową. Realizowana ona będzie przez zastosowanie układu zwodów pionowych (iglic) z drutu ocynkowanego Ø 18-10 mm, obejmującym swoim obszarem ochronnym pole instalacji na gruncie. Zwody pionowe instalacji fotowoltaicznej należy podłączyć do uziomu poziomego i odprowadzić do gruntu za pomocą szpilki uziemiającej. Dodatkowo inwerter będzie posiadać ochronniki przepięciowe. 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.

### **5.6. 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.Ogniwa fotowoltaiczne**

Lokalizacja, wymiary i zabezpieczenie powinno być zgodne z dokumentacją projektową. Po zamontowaniu konstrukcji metalowej pod ogniwa 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. Złącze kablowe/rozdzielnia**

Sprawdzić dokładność i pewność połączeń, wypoziomować skrzynkę złącza kablowego. Badania montowanych urządzeń, po zakończeniu robót, musi wykonać niezależna jednostka gospodarcza, posiadająca odpowiednie uprawnienia i specjalizująca się w wykonywaniu tego typu usług.

### **6.4. 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 książki 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.

**Długości i odległości pomiędzy wyszczególnionymi punktami skrajnymi będą obmierzone poziomo wzdłuż linii osiowej.**

Jednostką obmiarową jest:

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

## **7.2.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.

## **7.3.Odbiór częściowy**

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

## **7.4.Odbiór międzyoperacyjny**

Odbiorowi międzyoperacyjnemu podlegają:

- sposób prowadzenia przewodów poziomych i pionowych.

## **7.5.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.

## **7.6.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**

### **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

### **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 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).