



COREMATIC  
ul. Lipowa 12  
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**

<b>INWESTYCJA:</b>	TERMOMODERNIZACJA BUDYNKU ZESPOŁU SZKOLNO-PRZEDSZKOLNEGO W BYSTREJ
<b>ADRES INWESTYCJI:</b>	BYSTRA 81 34-382 BYSTRA
<b>INWESTOR:</b>	GMINA RADZIECHOWY-WIEPRZ UL. WIEPRZ 700 34-381 RADZIECHOWY
<b>PRZEDMIOT SPECYFIKACJI:</b>	<b><u>- INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA PV O MOCY 11,51 kW</u></b>
<b>NR SPECYFIKACJI:</b>	<b><u>ST.01. ROBOTY ELEKTRYCZNE</u></b>
<b>GŁÓWNY SŁOWNIK ZAMÓWIEŃ:</b>  45311100-1 Roboty w zakresie przewodów instalacji elektrycznych 45315100-9 Instalacyjne roboty elektryczne	
<b>OPRACOWAŁ:</b> mgr inż. Jarosław Pierzchawka	
<i>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 postanowieniami 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.</i>	
Gliwice, marzec 2017 r.	

## Spis zawartości

1. WSTĘP .....	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
2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów .....	5
2.2. Elementy gotowe .....	5
2.2.1. Ogniwa fotowoltaiczne.....	5
2.2.2. Inwerter fotowoltaiczny.....	7
2.2.3. Rozdzielnica RGF.....	10
2.2.4. Przewody .....	10
3. SPRZĘT .....	10
3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu .....	10
4. TRANSPORT .....	11
4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu.....	11
4.2. Transport materiałów i ogniw fotowoltaicznych.....	11
5. WYKONANIE ROBÓT .....	11
5.1. Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót .....	11
5.2. Szczegółowe warunki wykonywania robót instalacji.....	11
5.2.1. Montaż tablic rozdzielczych.....	11
5.2.2. Sieci wewnętrzne niskiego napięcia .....	12
5.2.3. Instalacja wewnętrzna.....	13
5.3. Instalacja fotowoltaiczna .....	14
5.3.1. Montaż modułów.....	14
5.3.2. Montaż przewodów .....	14
5.3.3. Montaż inwerterów .....	14
5.3.4. System zarządzania instalacją .....	14
5.3.5. Odbiór robót .....	14
5.4. Instalacja odgromowa (LPS) .....	15
5.5. Układanie kabli.....	15
6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT.....	16
6.1. Ogniwa fotowoltaiczne.....	16
6.2. Konstrukcja.....	16
6.3. Złącze kablowe/rozdzielnia .....	16
6.4. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi elementami robót .....	16
7. OBMIAR ROBÓT .....	17
7.1. Ogólne zasady obmiaru robót.....	17

8.	Odbiór robót.....	17
8.1.	Odbiór częściowy.....	17
8.2.	Odbiór międzyoperacyjny .....	18
8.3.	Odbiór końcowy .....	18
8.4.	Kontrola zgodności wykonania prac .....	18
9.	PRZEPISY ZWIĄZANE .....	19
	Normy.....	19
	Inne dokumenty .....	19

## **1. WSTĘP**

### **1.1. Przedmiot SST**

Przedmiotem inwestycji jest budowa instalacji fotowoltaicznej zlokalizowanej na terenie Zespołu Szkolno-Przedszkolnego w Bystrej. Budowa polegać będzie na montażu na dachu budynku części przedszkolnej, od strony południowo-zachodniej, 36 szt. paneli o łącznej mocy 11,51 kWp. W szczególności zakres robót obejmuje:

- montaż systemowych konstrukcji nośnych paneli PV na dachu budynku,
- montaż ogniw fotowoltaicznych w ilości 36 szt.,
- montaż inwertera,
- podłączenie przewodów elektrycznych do aparatów,
- montaż instalacji elektrycznej,
- instalacja odgromowa.

### **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 wsporczej,
- Montaż ogniw fotowoltaicznych,
- Ułożenie koryt kablowych,
- Ułożenie przewodów łączących ogniwa fotowoltaiczne,
- Ułożenie przewodów łączących ogniwa fotowoltaiczne z falownikami,
- Montaż falowników,
- 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
- 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**

### **2.1. 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. Ogniwa fotowoltaiczne**

Minimalne parametry modułu fotowoltaicznego o mocy 320 Wp w warunkach STC (natężenie nasłonecznienia  $1000 \text{ W/m}^2$ , temperatura ogniwa  $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , liczba masowa atmosfery AM 1,5) przedstawiono w poniższych tabelach.

Długość x Szerokość x Grubość	1,966 mm x 991 mm x 40 mm (77.40" x 39.02" x 1.575")
Waga	22 kg (48.50 lbs)
Celki solarne	72 multi c-Si w serii / 156 mm x 156 mm (6+)"
Puszka przyłączeniowa / Połączenia	3 diody baypass / kompatybilna z MC4 / IP 67
Ramka	Aluminiowa anodowana z otworami / sztywne mocowanie do kątów
Szkło	3.2 mm hartowane / wysokiej przezroczystości / o niskiej zawartości żelaza
Potwierdzona wytrzymałość statyczna	5,400 Pa
Wytrzymałość na uderzenia	Gradobicie / $\Phi$ 25 mm / 83 km/h (51 mph)
Moc nominalna $P_{MPP}$ [W]	320
Prąd zwarcia $I_{SC}$ [A]	9.15
Napięcie otwarcia bramki $V_{OC}$ [V]	47.0
Prąd MPP $I_{MPP}$ [A]	8.75
Napięcie MPP $V_{MPP}$ [V]	36.6
Efektywność cel $\eta_C$ [%]	18.6
Efektywność modelu $\eta_M$ [%]	16.4
Tolerancja mocy	0/+ 5 W
Maksymalny prąd wsteczny	18 A
Maksymalne napięcie pracy	1.000 V (Klasa energetyczna A)
Prądowy współczynnik temperaturowy $\alpha$	+ 4.9 mA/°C
Napięciowy współczynnik temperaturowy $\beta$	- 145 mV/°C
Współczynnik temperaturowy mocy $\gamma$	- 0.35 %/°C
NOCT	44 °C
Zakres temperatury	- 40 °C to + 85 °C

### ***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.

### 2.2.2. Inwerter fotowoltaiczny

Dla uzyskania odpowiedniej charakterystyki wyjściowej do instalacji projektuje się zastosowanie trójfazowego inwertera o mocy 10,0 kW. Energia prądu stałego generowana przez panele fotowoltaiczne jest zamieniana w przekształtniku beztransformatorowym na energię prądu zmiennego o wartości napięcia 230/400 V. Parametry wyjściowe będą zgodne z aktualnymi parametrami sieci wewnętrznej, do której wpięte będzie wyjście instalacji. W przypadku zaniku prądu w sieci publicznej instalacja fotowoltaiczna nie będzie generowała prądu (zabezpieczenie anty-wyspowe). Łączenia poszczególnych paneli fotowoltaicznych do inwertera zostaną zrealizowane za pomocą kabli o odpowiednim przekroju.

Projektowany falownik posiadać będzie fabrycznie zintegrowaną ochronę przetężeniową po stronie DC oraz ochronę przed zamianą biegunów. W przypadku przeciążenia nastąpi automatyczne przesunięcie punktu pracy i obniżenie mocy produkowanej.

Ochronę przed wyindukowanymi przepięciami spowodowanymi wyładowaniami atmosferycznymi zaprojektowano w oparciu o dedykowane ochronniki przepięciowe zabudowane w falownikach, jako ich fabryczne wyposażenie a także zewnętrzne ochronniki dodatkowo ochraniające układ filtrów falownika. Odgromniki zewnętrzne należy montować w obwodach instalowanych przy falownikach. Podstawowe parametry zastosowanego inwertera zgodnie z tabelą.

DANE WEJŚCIOWE	10.0 kW
Maks. prąd wejściowy ( $I_{dc\ max1}$ / $I_{dc\ max2}$ )	16,0 A / 16,0 A
Maks. prąd zwarciový, pole modułu ((MPP1 / MPP2)	24,0 A / 24,0 A
Min. napięcie wejściowe ( $U_{dc\ min}$ )	150 V
Napięcie rozpoczęcia pracy ( $U_{dc\ start}$ )	200 V
Znamionowe napięcie wejściowe ( $U_{dc,r}$ )	595 V
Maks. napięcie wejściowe ( $U_{dc\ max}$ )	1.000 V
Zakres napięć MPP ( $U_{mpp\ min}$ - $U_{mpp\ max}$ )	267 - 800 V
Liczba trackerów MPP	2
Liczba przyłączy prądu stałego DC	2 + 2
DANE WYJŚCIOWE	
Moc znamionowa AC ( $P_{ac,r}$ )	10.000 W
Maks. moc wyjściowa	10.000 VA
Prąd wyjściowy AC ( $I_{ac\ nom}$ )	11,8 A

Przyłącze sieciowe (zakres napięcia)	3~NPE 400 V / 230 V lub 3~NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)
Częstotliwość (zakres częstotliwości)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)
Współczynnik zniekształceń nieliniowych	< 3 %
Współczynnik mocy ( $\cos \varphi_{ac,r}$ )	0,85 - 1 ind. / poj.
<b>DANE OGÓLNE</b>	
Wymiary (wysokość x szerokość x głębokość)	645 x 431 x 204 mm
Masa	21,9 kg
Stopień ochrony	IP 65
Klasa ochrony	1
Kategoria przepięciowa (DC / AC)1)	2/3
Pobór energii w nocy	< 1 W
Koncepcja falownika	Beztransformatorowa
Chłodzenie	Regulowana wentylacja
Montaż	Montaż wewnętrzny i zewnętrzny
Zakres temperatury otoczenia	od -25 do +60°C
Dopuszczalna wilgotność powietrza	0 % - 100 %
Maks. wysokość nad poziomem morza	2.000 m / 3.400 m (nieograniczony / ograniczony zakres napięcia)
Technologia przyłączenia DC	4x DC+ i 4x DC- Zaciski śrubowe 2,5 mm <sup>2</sup> - 16 mm <sup>2</sup> )
Technologia przyłączenia AC	5-stykowe zaciski śrubowe 2,5 mm <sup>2</sup> - 16 mm <sup>2</sup> )
Posiadane certyfikaty i spełniane normy	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 0-21, NRS 097;
<b>SPRAWNOŚĆ</b>	
Maks. sprawność	98%
Europejski współczynnik sprawności ( $\eta_{EU}$ )	97,7 %
Sprawność dostosowania MPP	> 99,9 %
<b>ZABEZPIECZENIA</b>	



Pomiar izolacji DC	Tak
Zachowanie w momencie przeciążenia	Przesunięcie punktu pracy, ogranicznik mocy
Rozłącznik DC	Tak
<b>ZŁĄCZA</b>	
WLAN / Ethernet LAN	Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Solar API (JSON)
6 wejść i 4 cyfrowe wejścia/wyjścia	Podłączenie do odbiornika sterowania zdalnego
USB (gniazdo typu A) 4)	Do nośników danych USB
2 x RS422 (gniazdo RJ45) 4)	Solar Net, Interface protocol
Wyjście sygnalizacyjne 4)	Zarządzanie energią (bezpotencjałowe wyjście przekaźnika )
Rejestrator danych i serwer web	Zintegrowany
Wejście zewnętrzne	Przylącze licznika S0 / Analiza zabezpieczenia przeciwprzepięciowego
RS485	Modbus RTU SunSpec lub podłączenie licznika

W przypadku braku napięcia zasilania oraz gdy wartość ta jest mniejsza lub większa od dopuszczalnej, inwertery odłączają się automatycznie od sieci. Sytuacja ta ma również miejsce, gdy częstotliwość sieci zasilającej jest inna niż dopuszczalna. Przy poprawnym montażu inwertery automatycznie synchronizują się z siecią.

Inwertery w zależności od wartości mocy nominalnej powinny posiadać certyfikaty lub deklaracje zgodności poświadczające spełnianie norm:

EN 61000-6-3:2007/A1:2011 Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) -- Część 6-3: Normy ogólne -- Norma emisji w środowiskach mieszkalnych, handlowych i lekko uprzemysłowionych

EN 61000-6-4:2007/A1:2011 Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) -- Część 6-4: Normy ogólne -- Norma emisji w środowiskach przemysłowych

EN 61000-6-1:2007 Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) -- Część 6-1: Normy ogólne -- Odporność w środowiskach: mieszkalnym, handlowym i lekko uprzemysłowionym

EN 61000-6-2:2005 Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) -- Część 6-2: Normy ogólne -- Odporność w środowiskach przemysłowych

IEN 62109-1:2010 Bezpieczeństwo konwerterów mocy stosowanych w fotowoltaicznych systemach energetycznych -- Część 1: Wymagania ogólne

IEN 62109-2:2011 Bezpieczeństwo konwerterów mocy stosowanych w fotowoltaicznych systemach energetycznych -- Część 2: Wymagania szczegółowe dotyczące falowników

### **2.2.3. Rozdzielnica RGF**

W projektowanej rozdzielniczy RGF instalacji fotowoltaicznej znajdować się będą zabezpieczenia kabli zasilających od inwerterów, ochronniki przepięciowe, rozłącznik, wyłącznik mocy, styczniki oraz układ pomiarowy zliczający ilość wyprodukowanej energii. Rozdzielnicę RGF należy wykonać w obudowach o stopniu ochrony IP65, odpornych na warunki atmosferyczne, przystosowanych do montażu wewnątrz budynku.

### **2.2.4. Przewody**

Podłączenie istniejącej instalacji elektrycznej z projektowaną instalacją fotowoltaiczną wymagać będzie przebiegu przez ściany i stropy. Wszystkie miejsca przekłuć przez przegrody budowlane, po wprowadzeniu instalacji zaizolować poliuretanową wodoodporną, taśmą, zabezpieczyć przed dostaniem się wody, gryzoni oraz przed uszkodzeniami mechanicznymi. Przewody instalacji przy przejściach przez przegrody budowlane należy prowadzić w tulejach ochronnych. Po wykonaniu układania w listwach kabli i przewodów oraz montażu tablic elektrycznych należy uzupełnić malowania.

Instalację i urządzenia należy stosować w sposób trwały i pewny, w zależności od warunków lokalnych i zgodnie z wytycznymi producenta. Przewody instalacji elektrycznej prowadzonej po powierzchni dachu należy usytuować na odpowiednich podporach

#### **Konfiguracja okablowania po stronie DC:**

- Przewody DC służą do połączenia modułów fotowoltaicznych z falownikami. Proponuje się zastosowanie do połączenia między poszczególnymi panelami PV oryginalnych przewodów natomiast między końcami sekcji a inwerterem zostanie poprowadzona przewody o przekroju 6mm<sup>2</sup>.

#### **Konfiguracja okablowania po stronie 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. 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. Montaż tablic rozdzielczych**

Tablice rozdzielcze powinny być montowane w następujący sposób:

Dla tablic rozdzielczych nadtynkowych 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.

### **5.2.2. 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.

### **5.2.3. 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.**

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  $35^{\circ}$  odchylenia od poziomu i kierunek  $0^{\circ}$  południe.

#### **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 porażeń 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)**

Zakłada się, że wszystkie części instalacji fotowoltaicznej posiadać będą ochronę odgromową. Realizowana ona będzie przez zastosowanie układu zwodów pionowych (iglic) z drutu ocynkowanego Ø 10 mm, obejmującym swoim obszarem ochronnym pole instalacji na dachu budynku. Zwody pionowe instalacji fotowoltaicznej należy podłączyć do istniejącego uziomu. 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. Przewody uziemiające wprowadzane do gruntu powinny być pokryte warstwą nie przepuszczającą wilgoci np. masa asfaltowa. 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 10 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 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.

**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.

## **8. 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.

### **8.1. 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.

## **8.2. Odbiór międzyoperacyjny**

Odbiorowi międzyoperacyjnemu podlegają:

- sposób prowadzenia przewodów poziomych i pionowych,

## **8.3. 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.

## **8.4. 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

## **9. 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)