

# SZCZEGÓŁOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH

Instalacja Fotowoltaiczna w Zakładzie Termicznego Przekształcania Odpadów w  
Krakowie

**Lokalizacja obiektu:** Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów  
w Krakowie ul. Jerzego Giedroycia 23, 31- 981 Kraków

**Zamawiający:** Krakowski Holding Komunalny S.A. w Krakowie  
ul. Jana Brożka 3, 30-347 Kraków

**Opracowanie PFU:** Solgen sp. z o.o.  
Cechowa 51, 30-614 Kraków

**SOLGEN Sp. z o.o.**  
ul. Cechowa 51, 30-614 Kraków, PL  
biuro@solgen.pl www.solgen.pl  
NIP 6753718088 REGON 1462480063  
Kardon

## SPIS TREŚCI

1.	Część ogólna .....	4
1.1.	Nazwa zamówienia oraz nazwa szczegółowej specyfikacji technicznej.....	4
1.2.	Wymagania ogólne.....	4
2.	Wymagania Zamawiającego w zakresie urządzeń składających się na kompletną instalację PV ...	6
2.1.	Wymagania w zakresie modułów fotowoltaicznych .....	6
2.2.	Wymagania w zakresie falowników fotowoltaicznych.....	8
2.3.	Wymagania w zakresie systemu mocowania .....	9
2.4.	Wymagania w zakresie okablowania .....	10
2.5.	Wymagania w zakresie monitorowania pracy instalacji PV i gromadzenia danych.....	12
3.	Modernizacja rozdzielnic obiektów oraz wykonanie tras kablowych wewnątrz obiektu .....	14
3.1.	Modernizacja rozdzielnic obiektów.....	14
3.2.	Budowa nowych tras kablowych w obrębie obiektów 1 oraz 2.....	14
3.3.	Miejsce montażu falowników.....	15
4.	Wymagania w zakresie doboru i projektowania instalacji fotowoltaicznej.....	17
4.1.	Wymagania w zakresie doboru kąta nachylenia modułów.....	17
4.2.	Wymagania w zakresie doboru mocy falownika do mocy modułów.....	17
4.3.	Wymagania w zakresie napięciowego łańcucha modułów do falownika .....	17
4.4.	Wymagania w zakresie przyjęcia maksymalnego prądu zwarcia.....	17
4.5.	Wytyczne w zakresie konieczności stosowania ochrony przetężeniowej i zwarciowej po stronie DC.....	18
4.6.	Ochrona przed skutkami prądów zwarciowych po stronie AC.....	18
4.7.	Możliwość rozłączenia instalacji po stronie AC i DC.....	18
4.8.	Wymagania w zakresie ekwipotencjalizacji, instalacji odgromowej, przeciwprzepięciowej i przeciwpożarowej .....	18
4.9.	Dopuszczalny stopień zacielenia .....	18
4.10.	Wymagania w zakresie doboru przekroju przewodów .....	18
5.	Wymagania w zakresie wykonania instalacji fotowoltaicznych i prowadzenia prac montażowo budowlanych .....	20
5.1.	Wymagania w zakresie sposobu ułożenia modułów i ich przechowywania .....	20
5.2.	Wymagania w zakresie oznakowania .....	20
5.3.	Wymagania w zakresie prowadzenia kabli.....	21
5.4.	Wymagania w zakresie montażu falowników .....	21
5.5.	Wymagania w zakresie montażu modułów fotowoltaicznych.....	21

5.6.	Wymagania dotyczące transportu urządzeń i materiałów.....	22
5.7.	Wymagania w zakresie prac wykończeniowych i przywracania stanu pierwotnego.....	22
6.	Wymagania w zakresie testów, pomiarów i odbiorów. ....	23
6.1.	Instalacje fotowoltaiczne.....	23
6.2.	Wymagania w zakresie dokumentacji i odbioru robót zanikających .....	23
6.3.	Odbiór końcowy .....	23
7.	Wymagania dotyczące prób końcowych .....	25
8.	Wymagania w zakresie opracowania, instrukcji użytkowania .....	26
9.	Wymagania w zakresie gwarancji oraz serwisu .....	27
9.1.	Wymagania w zakresie gwarancji oraz rękojmi .....	27
9.2.	Wymagania w zakresie okresowych serwisów.....	27

## 1. Część ogólna

### 1.1. Nazwa zamówienia oraz nazwa szczegółowej specyfikacji technicznej

Specyfikacja techniczna dotyczy montażu urządzeń wykorzystujących odnawialne źródła energii o mocy minimum 298 kWp na budynku Zakładu Termicznego Przekształcania Odpadów pod adresem ul. Jerzego Giedroycia 23 w Krakowie.

### 1.2. Wymagania ogólne

Przedmiot zamówienia winien być zaprojektowany i wykonany zgodnie z obowiązującym stanem prawnym, normami, zasadami najlepszej wiedzy technicznej oraz z zachowaniem zasady należytej staranności.

Przedmiot zamówienia powinien spełniać wymagania obowiązujących przepisów w zakresie bezpieczeństwa konstrukcji, bezpieczeństwa pożarowego, przepisów BHP, ochrony zdrowia i środowiska oraz bezpieczeństwa użytkowania. Wybudowane instalacje oraz towarzyszące obiekty powinny mieć trwałą i niezawodną konstrukcję. Wszystkie zastosowane przy realizacji zamówienia materiały muszą być fabrycznie nowe i posiadać niezbędne certyfikaty.

Zastosowana technologia, jak i jej poszczególne elementy powinny być sprawdzone w praktyce eksploatacyjnej. Do zadań Wykonawcy należy wykonanie badań i sprawdzeń obligatoryjnych w świetle obowiązujących przepisów prawa oraz ochrony mienia w obrębie terenu budowy. W trakcie realizacji zamówienia do obowiązków Wykonawcy należy zrealizowanie inwestycji własnym staraniem i na swój koszt oraz zgodnie z Prawem budowlanym, a w szczególności:

- 1) stosowanie wyłącznie materiałów odpowiedniej jakości dopuszczonych do obrotu i stosowania zgodnie z Ustawą Prawo budowlane oraz koordynacja robót branżowych wykonywanych na obiekcie,
- 2) zapewnienie dostaw materiałów i urządzeń,
- 3) wykonanie wszystkich robót budowlano-montażowych wymaganych normami, warunkami technicznymi wykonania i odbioru zawartymi w niniejszym przedmiocie oraz stosownymi przepisami: pomiarów, badań, prób oraz rozruchów,

- 4) udział we wszelkich odbiorach instalacji,
- 5) wypłata odszkodowań za zniszczenia spowodowane przez Wykonawcę w trakcie przeprowadzania robót budowlanych właścicielom działek, na których prowadzone są te roboty,
- 6) naprawa lub pokrycie kosztów napraw uszkodzonych przez Wykonawcę dróg, chodników, ogrodzeń i innych urządzeń oraz sieci technicznych,
- 7) zapewnienie wymaganych nadzorów właścicielskich oraz specjalistycznych, lub innych wymaganych stosownymi przepisami,

## 2. Wymagania Zamawiającego w zakresie urządzeń składających się na kompletną instalację PV

### 2.1. Wymagania w zakresie modułów fotowoltaicznych

Dopuszcza się zastosowanie zarówno ramkowych modułów fotowoltaicznych jak i modułów elastycznych. Ramkowe moduły fotowoltaiczne muszą spełniać wymagania w zakresie parametrów technicznych i funkcjonalnych określonych w Tabeli 1, kryteria dotyczące modułów elastycznych znajdują się w Tabeli 2. Moduły muszą posiadać gwarancję w Polsce.

*Tabela 1 - Minimalne wymagania w zakresie modułów fotowoltaicznych - ramkowych*

Nazwa parametru	Wartość
Typ ogniw	Krzemowe, monokrystaliczne
Sprawność modułu	Nie mniej niż 20%
Wartość bezwzględna temperaturowego wskaźnika mocy	Nie większa niż 0,38 %/°C
Dopuszczalny prąd wsteczny	Nie mniej niż 15 A
Rama	Anodowana, aluminiowa
Odporność na PID zgodnie z normą ICE 62804- 1:2015 lub równoważną	Tak, potwierdzona certyfikatem
Współczynnik wypełnienia	Nie mniejszy niż 0,75
Spadek sprawności przy niskim natężeniu promieniowania słonecznego przy 200 W/m <sup>2</sup>	Nie mniejszy niż 5% w stosunku do sprawności przy 1000 W/m <sup>2</sup>
Możliwość współpracy z falownikami beztransformatorowymi	Tak

Tabela 2 - Minimalne wymagania w zakresie modułów fotowoltaicznych - elastycznych

Nazwa parametru	Wartość
Typ ogniw	Krzemowe, monokrystaliczne
Sprawność modułu	Nie mniej niż 15%
Wartość bezwzględna temperaturowego wskaźnika mocy	Nie większa niż 0,38 %/°C
Dopuszczalny prąd wsteczny	Nie mniej niż 15 A
Odporność na PID zgodnie z normą ICE 62804- 1:2015 lub równoważną	Tak, potwierdzona certyfikatem
Współczynnik wypełnienia	Nie mniejszy niż 0,75
Możliwość współpracy z falownikami beztransformatorowymi	Tak

Zamawiający wymaga, aby warunki gwarancji producenta na uszkodzenia i wady ukryte dostarczonych modułów fotowoltaicznych przewidywały w przypadku roszczeń gwarancyjnych jedynie wymianę modułów na nowe urządzenia o tych samych parametrach. Zamawiający nie przewiduje, aby w ramach gwarancji możliwy był zwrot pieniędzy za wadliwe moduły, wymianę na inne, których zastosowanie spowoduje spadek wydajności pracy całej instalacji lub naprawę. Zamawiający wymaga, aby w ramach tej gwarancji producenckiej zapewniony był demontaż wadliwych modułów, a także montaż naprawionych lub nowych modułów. W przypadku, gdy gwarancja producenta nie obejmuje tych działań obowiązek ten będzie spoczywać na Wykonawcy przez cały okres obowiązywania gwarancji producenta (zarówno na uszkodzenia i wady ukryte jak i na moc).

## 2.2. Wymagania w zakresie falowników fotowoltaicznych

Falowniki fotowoltaiczne muszą spełniać wymagania w zakresie parametrów technicznych określonych w Tabeli 3. Zamawiający wymaga użycia rozproszonych falowników szeregowych. Falowniki muszą posiadać gwarancję w Polsce.

Tabela 3 - Minimalne wymagania w zakresie falowników fotowoltaicznych

Nazwa parametru	Wartość
Typ	Beztransformatorowy
Liczba zasilanych faz	3
Sprawność euro	Powyżej 98 %
Stopień ochrony	min. IP 65
Współczynnik zakłóceń harmoniczných prądu	Poniżej 3%
Deklaracja zgodności z Dyrektywą 2014/35/UE Dyrektywą 2014/30/UE	Tak
Zgodność z normami: PN-EN61000-3-12 PN EN 61000-3-11	Tak
Spełnienie standardu sieci VDE 0126-1-1 oraz VDE-AR-N-4105	Tak
Sposób chłodzenia	Naturalna konwekcja lub wymuszona wentylatorowa
Protokół komunikacji	RS 485 lub analogiczny
Komunikacja bezprzewodowa	Tak, WiFi lub Bluetooth
Gwarancja na wady ukryte	Nie mniej niż 10 lat
Możliwość współpracy z magazynem energii	Tak

Zamawiający wymaga aby wszystkie zastosowane falowniki były wyprodukowane przez tego samego producenta oraz mogły być monitorowane w ramach jednego systemu zbierania danych o produkcji energii i parametrach pracy.

Zamawiający wymaga, aby warunki gwarancji producenta na uszkodzenia i wady ukryte dostarczonych falowników fotowoltaicznych przewidywały w przypadku roszczeń



gwarancyjnych jedynie ich naprawę lub ich wymianę na nowe urządzenia o tych samych parametrach. W przypadku naprawy zamawiający wymaga montażu zamiennika, w celu utrzymania ciągłości produkcji. Zamawiający nie przewiduje, aby w ramach gwarancji możliwy był zwrot pieniędzy za wadliwe falowniki czy wymianę na inne, których zastosowanie spowoduje spadek wydajności pracy całej instalacji. Zamawiający wymaga, aby w ramach tej gwarancji producentkiej zapewniony był demontaż wadliwych falowników, a także montaż naprawionych lub nowych falowników. W przypadku, gdy gwarancja producenta nie obejmuje tych działań obowiązek ten będzie spoczywać na Wykonawcy przez cały okres obowiązywania gwarancji producenta (zarówno na uszkodzenia i wady ukryte). Falowniki muszą mieć możliwość współpracy z magazynem energii.

### 2.3. Wymagania w zakresie systemu mocowania

System mocowania powinien być wykonany z elementów trwałych, odpornych na korozję oraz zapewniających długą żywotność ich użytkowania.

Wymagania dla systemu mocowania:

1. Producent systemu mocowania powinien spełniać wymagania normy PN-EN 1090-1+A1:2012
2. Dopuszczalne są tylko elementy wykonane z poniższych materiałów:
  - a. Stal nierdzewna (zgodność z normą PN-EN 10088-1 gatunek A2 lub lepszy),
  - b. Aluminium,
3. Dla modułów elastycznych dodatkowo dopuszczony zostanie montaż z użyciem specjalnych klejów, które są dostosowane do materiałów wierzchni przekrycia i elewacji dozwolone przez producenta modułów do montażu.

Instalację należy wykonać zgodnie z normami określającymi wpływ czynników zewnętrznych dla odpowiednich stref obciążenia wiatrem i śniegiem. System mocowania na elewacji powinien być dostosowany do istniejącego poszycia elewacji, w taki sposób aby nie naruszyć jego własności użytkowych. Elewacja jest wykonana w układzie warstw blacha aluminiowa Kalzip 50/429 gr. 0,9 –mm zakładana na rąbek stojący, membrana paroprzepuszczalna, 10 cm wełny mineralnej, dwa razy folia PE jako paroizolacja, blacha trapezowa wysokości 92 mm, wszystko opiera się na konstrukcji stalowej.

Rodzaj systemu mocowania modułów ma zostać przedstawiony w formie projektu wykonawczego, jako pierwszy etap realizacji inwestycji, w celu zatwierdzenia go przez Zamawiającego. Należy zaznaczyć, że system mocowania powinien zostać rozmieszczony

w taki sposób, aby wykorzystać w pełni potencjał elewacji w kontekście produkcji energii przez instalację fotowoltaiczną.

#### 2.4. Wymagania w zakresie okablowania

Do połączenia modułów PV z falownikiem należy zastosować kable dedykowane do instalacji fotowoltaicznych odporne na UV i warunki zewnętrzne. Minimalne wymagania w zakresie zastosowanych kabli po stronie DC i AC przedstawiają poniższe Tabele 4 i 5.

*Tabela 4 - Minimalne wymagania w zakresie okablowania po stronie DC.*

<b>Nazwa parametru</b>	<b>Wartość</b>
Maksymalne dopuszczalne napięcie pracy DC wg. VDE	1,5 kV
Minimalna temperatura pracy	-40°C
Maksymalna temperatura pracy	120°C
Materiał żyły	Miedź
Budowa żyły	Wielodrutowa linka cynowana
Izolacja	Podwójna
Materiał izolacji	Guma bezhalogenowa lub polietylen sieciowany
Dodatkowe właściwości	Odporne na UV, wodę

Tabela 5 - Minimalne wymagania w zakresie okablowania po stronie AC.

Nazwa parametru	Wartość
Maksymalne napięcie po stronie AC	1 kV
Minimalna temperatura pracy	-40°C
Maksymalna temperatura pracy	120°C
Materiał żyły	Miedź
Budowa żyły	Wielodrutowa lub jednodrutowa
Izolacja	Pojedyncza
Materiał izolacji żyły	Polwinit lub guma bezhalogenowa
Materiał powłoki zewnętrznej w przypadku zastosowania kabla/przewodu wewnątrz budynku	Polwinit lub guma bezhalogenowa
Materiał powłoki zewnętrznej w przypadku zastosowania kabla na zewnątrz	Guma bezhalogenowa
Dodatkowe właściwości w przypadku zastosowania zewnętrznego	Odporne na UV, wodę

## 2.5. Wymagania w zakresie monitorowania pracy instalacji PV i gromadzenia danych

Zamawiający wymaga, aby instalacja fotowoltaiczna posiadała możliwość monitoringu lokalnego jak i zdalnego. Pod pojęciem monitoringu lokalnego należy rozumieć możliwość monitoringu pracy instalacji PV w danym obiekcie z wykorzystaniem komputera lub urządzenia mobilnego. Komputer zostanie udostępniony przez Zamawiającego. Dobry przez Wykonawcę system monitoringu musi mieć możliwości połączenia bezprzewodowego falownika z urządzeniem (komputer/tablet) odbierającym i gromadzącym dane.

Pod pojęciem monitoring zdalnego należy rozumieć możliwość monitorowania pracy z wykorzystaniem sieci internetowej z dowolnego miejsca. Dobry przez Wykonawcę system monitoringu musi mieć możliwości ustawienia w miejscu wskazanym przez Zamawiającego za pomocą, którego informacje z falownika będą przekazywane i gromadzone na serwerze. Po stronie Wykonawcy jest dostarczenie wszelkich urządzeń i komponentów niezbędnych do przekazywania danych z falownika do punktu dostępu znajdującego się w obiekcie, w ramach, którego jest wykonywana instalacja PV.

Zamawiający wymaga montażu jednego licznika obejmującego monitoringiem wszystkie instalacje.

Zamawiający wymaga, aby system monitoringu w zakresie właściwości funkcjonalno-użytkowych umożliwiał:

- Monitorowanie chwilowej produkcji energii.
- Przedstawienie w graficzny sposób na wykresach produkcji energii.
- Raportowanie – moduł umożliwiający tworzenie zestawień tabelarycznych jak i graficznych. Raportowanie ma być możliwe za dowolny okres czasowy jak również w różnych interwałach czasowych pomiaru (np. 1-minutowym, 15 minutowym, godzinny itp.). W systemie mają zostać zdefiniowane różnorodne raporty i bilanse umożliwiające analizę danych pomiarowych zarówno dla pojedynczego punktu pomiarowego jak również dla dowolnie zdefiniowanej grupy punktów. Użytkownik systemu posiada funkcję modyfikacji lub własnego definiowania raportów w oparciu o zdefiniowane w systemie szablony raportów.
- Konfigurację układu pomiarowego – system musi umożliwiać pełne odwzorowanie konfiguracji układów pomiarowych oraz na swobodne definiowanie przez użytkownika zestawów i grup składających się ze źródłowych punktów pomiarowych.
- Wykonawca wprowadzi za zgodą Zamawiającego niezbędne zmiany dotyczące parametrów monitoringu zgodnie z aktualnymi warunkami i wymogami określonymi w umowie z odbiorcą energii.

Ponadto zamawiający bezwzględnie wymaga, aby:

- Interfejs systemu monitoringu był w języku polskim.
- Dostęp zarówno do lokalnego jak i zdalnego systemu monitoringu w okresie nie krótszym niż 5 lat był bezpłatny. Zamawiający dopuszcza zastosowanie systemu odpłatnego pod warunkiem przełączenia przez Wykonawcę usługi dla instalacji na okres nie krótszy niż 5 lat.

### 3. Modernizacja rozdzielnic obiektów oraz wykonanie tras kablowych wewnątrz obiektu

#### 3.1. Modernizacja rozdzielnic obiektów

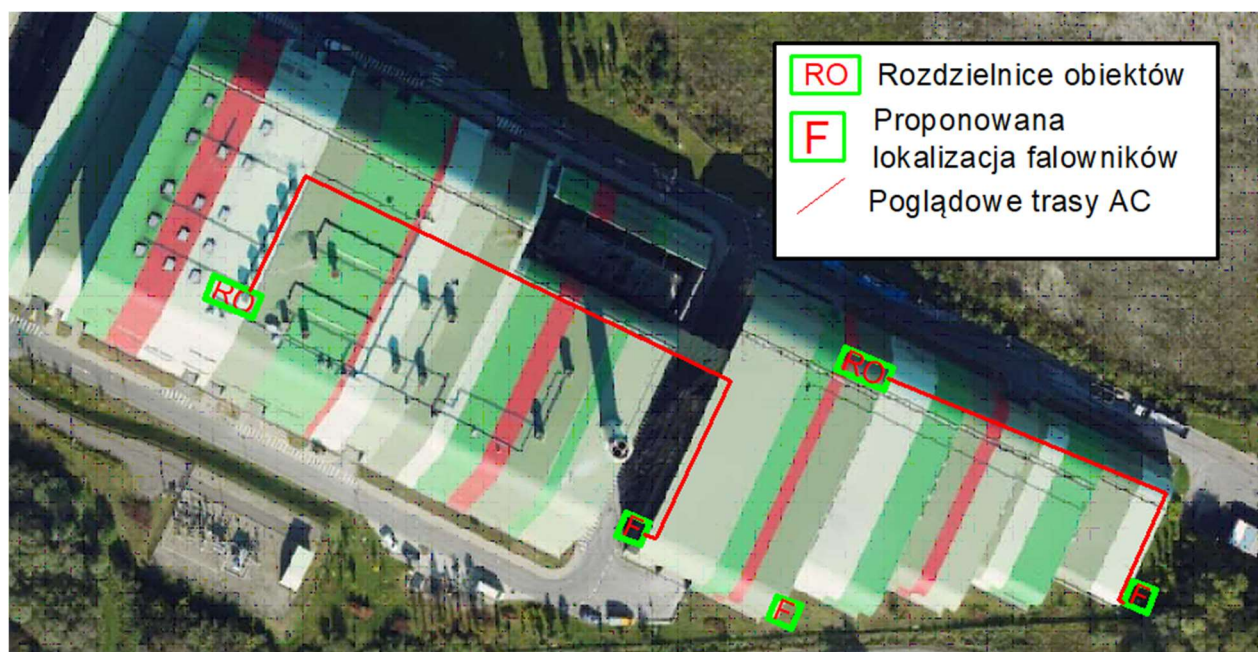
Zamawiający wymaga, aby Wykonawca przed przyłączeniem instalacji fotowoltaicznych dokonał bilansu mocy rozdzielnic w obiektach 1 oraz 2, mającego na celu określenie możliwej mocy do przyłączenia do danej rozdzielnicy.

W zakresie pracy Wykonawcy leży modernizacja rozdzielnic obiektu, umożliwiającą wprowadzenie zasilania do falowników fotowoltaicznych. Zamawiający wymaga, aby modernizację rozdzielnicy wykonała osoba posiadająca stosowne certyfikaty pozwalające na modernizację rozdzielnic Siemens Sivacon.

Zamawiający wymaga montażu liczników energii w polach wpięcia fotowoltaiki w rozdzielnicie obiektów.

#### 3.2. Budowa nowych tras kablowych w obrębie obiektów 1 oraz 2.

W kwestii wykonawcy jest doprowadzenie zasilania od rozdzielnic w obiektach (rozdzielnice zlokalizowane są na 1 poziomie) do miejsc montażu falowników. Proponowane miejsca lokalizacji falowników wraz z poglądową trasą kablową do rozdzielnic obiektów znajdują się na poniższym rysunku (Rys. 1).



Rys. 1 - Rozmieszczenie falowników, rozdzielnic obiektów oraz proponowane trasy kablowe

Trasy kablowe wewnątrz obiektu należy poprowadzić w metalowych korytach. Za zgoda Zamawiającego można skorzystać z istniejących koryt kablowych, w miejscach gdzie nie ma istniejących koryt lub Zamawiający nie wyrazi zgody na użycie istniejących koryt Wykonawca jest zobowiązany do wykonania własnych koryt kablowych.

### 3.3. Miejsce montażu falowników

Rekomendowanym rozwiązaniem jest zastosowanie kilku falowników sieciowych o mocy 25-50 kW. Falowniki mogą być zamontowane w miejscach wyznaczonych na mapie (Rys. 2), wybór ostatecznej lokalizacji powinien być uwarunkowany poprzez optymalizację długości tras kablowych. Zmiana miejsc lokalizacji falowników wymaga akceptacji Zamawiającego. Falowniki muszą zostać zamontowane na dedykowanych do tego stelażach i odpowiednio zabezpieczone przed warunkami atmosferycznymi m.in. poprzez wykonania zadaszenia. Proponowane miejsce pod montaż falowników zostały przedstawione na poniższych zdjęciach (Rys. 2; Rys. 3).



*Rys. 2 - Propozycja montażu falownika przy elewacji zachodniej najwyższego segmentu*



*Rys. 3 - Propozycja montażu falowników przy elewacji wschodniej najniższego segmentu obiektu*



## 4. Wymagania w zakresie doboru i projektowania instalacji fotowoltaicznej.

### 4.1. Wymagania w zakresie doboru kąta nachylenia modułów

Wymaga się zastosowanie systemu mocowania umożliwiające montaż modułów fotowoltaicznych.

### 4.2. Wymagania w zakresie doboru mocy falownika do mocy modułów

Wymaga się, aby przy doborze mocy falownika wziąć pod uwagę azymut oraz kąt pochylenia modułów PV. Dobór mocy generatora PV musi mieścić się w przedziale 0,95-1,2 w stosunku do mocy falownika.

### 4.3. Wymagania w zakresie napięciowego łańcucha modułów do falownika

W zakresie napięciowego doboru modułów fotowoltaicznych do falownika wartości obliczeniowe temperatur należy przyjąć według załącznika do normy PN-EN 12831 (lub równoważnej). Przy doborze łańcuchów modułów do falownika muszą zostać spełnione warunki:

1. Napięcie obwodu otwartego łańcucha modułów przy temperaturze  $T_{\min}$  musi być niższe niż maksymalne dopuszczalne napięcie pracy falownika określone przez producenta.
2. Napięcie w punkcie mocy maksymalnej łańcucha modułów przy temperaturze  $T_{p_{\max}}$  musi być wyższe niż minimalne dopuszczalne napięcie  $MPP_t$  falownika określone przez producenta dla pracy z pełną mocą.
3. Napięcie w punkcie mocy maksymalnej łańcucha modułów przy temperaturze  $T_{p_{\min}}$  musi być niższe niż maksymalne dopuszczalne napięcie  $MPP_t$  falownika określone przez producenta dla pracy z pełną mocą.

Dobór może zostać wykonany za pomocą programu komputerowego.

### 4.4. Wymagania w zakresie przyjęcia maksymalnego prądu zwarcia.

Do wyliczenia warunków bezpieczeństwa w zakresie prądów zwarcia należy przyjąć możliwość pojawienia się na module PV prądu, jaki powstałby przy natężeniu promieniowania słonecznego 1250 W/m<sup>2</sup>. Oznacza to, że przy wyliczaniu warunków bezpieczeństwa prąd zwarcia podawany przez producenta w warunkach STC należy pomnożyć przez wskaźnik 1,25.

#### 4.5. Wytyczne w zakresie konieczności stosowania ochrony przetężeniowej i zwarciowej po stronie DC.

Ochrona przetężeniowa i zwarciowa po stronie DC może być wykonana jedynie w postaci wkładek topikowych o charakterystyce gG. Zastosowanie ochrony w postaci bezpieczników topikowych jest bezwzględnie wymagane, jeżeli liczba połączeń równoległych łańcuchów modułów jest większa niż 2. Należy wziąć pod uwagę także połączenia równoległe wewnątrz falownika.

#### 4.6. Ochrona przed skutkami prądów zwarciowych po stronie AC

Przewód zasilający po stronie AC musi być chroniony przed skutkami prądów zwarciowych poprzez zabezpieczenie przetężeniowe zainstalowane w miejscu przyłączenia strony AC instalacji PV do instalacji wewnętrznej budynku.

#### 4.7. Możliwość rozłączenia instalacji po stronie AC i DC

W miejscu montażu falownika instalacja PV musi mieć możliwość rozłączenia napięcia po stronie AC i DC. Rozłączenie może być realizowane przez rozłączniki zintegrowane z falownikiem lub urządzenia zewnętrzne.

#### 4.8. Wymagania w zakresie ekwipotencjalizacji, instalacji odgromowej, przeciwprzebieciowej i przeciwpożarowej

Wszelkie elementy metalowe instalacji PV, w szczególności system mocowania oraz ramki modułów PV, muszą zostać objęte systemem uziemionych połączeń wyrównawczych. System mocowania należy uziemić osiągając rezystancję poniżej 10 Ohm. Falowniki po stronie AC i DC muszą być chronione ogranicznikami przepięć minimum typ 2. Poziom ochrony odgromowej należy dobrać zgodnie z normą PN-EN 62305 (lub równoważną) poprzedzając dobór analizą ryzyka.

#### 4.9. Dopuszczalny stopień zacienienia

Moduły fotowoltaiczne należy rozmieścić w taki sposób, aby maksymalnie wykorzystać potencjał elewacji w kontekście instalacji fotowoltaicznej. Dodatkowo należy wykonać symulację zacienienia modułów od kolejnych rzędów lub innych obiektów, w celu minimalizacji strat produkcji energii spowodowanych zacienieniem.

W sytuacji braku możliwości eliminacji zacienienia dopuszcza się montaż modułów o stopniu zacienienia nie większym niż 1%, wynikającym ze wzajemnego zacienienia rzędami modułów, co należy wykazać obliczeniami/symulacją komputerową.

#### 4.10. Wymagania w zakresie doboru przekroju przewodów

Okablowanie instalacji powinno zostać dobrane zgodnie z normą PN-HD 60364-7-712: 2007. Spadek napięcia po stronie AC i DC nie powinien być wyższy niż 1%. Należy

przeprowadzić całkowitą analizę zacielenia modułów i przedstawić ją w projekcie wykonawczym. Długotrwała obciążalność prądowa przewodu musi być większa niż maksymalne spodziewane w nim prądy.

## 5. Wymagania w zakresie wykonania instalacji fotowoltaicznych i prowadzenia prac montażowo budowlanych

### 5.1. Wymagania w zakresie sposobu ułożenia modułów i ich przechowywania.

Rozmieszczenie modułów na elewacji ma wykorzystywać maksymalnie potencjał elewacji w kontekście produkcji energii elektrycznej z paneli fotowoltaicznych. W przypadku połączenia modułów w łańcuchy PV wymaga się zabezpieczenia łączników na końcach łańcucha PV.

### 5.2. Wymagania w zakresie oznakowania

Zamawiający wymaga, aby:

- wszystkie obwody dochodzące do skrzynek połączeniowych oraz falownika należy oznaczyć w sposób umożliwiający jednoznaczną identyfikację każdego z obwodów zgodnie z planem okablowania. Sposób oznaczenia musi być trwały.
- Wszystkie skrzynki połączeniowe należy oznaczyć tabliczka ostrzegawcza informującą o możliwości pojawienia si napięcia na częściach czynnik wewnątrz skrzynki, także po wyłączeniu falownika
- Oznakować należy miejsca, w których znajdują się urządzenia umożliwiające bezpieczne rozłączenie instalacji fotowoltaicznej po stronie AC i DC
- Oznakować należy wszystkie urządzenia zabezpieczające po stronie AC i DC w sposób umożliwiający ich jednoznaczną identyfikację i funkcje
- W miejscu montażu instalacji należy umieścić etykietę lub tabliczkę z jednokreskowym schematem zasilania, danymi wykonawcy, ustawieniami nastaw zabezpieczeń falownika
- Wykonać dodatkowo oznaczenia wymagane przepisami polskich norm

### 5.3. Wymagania w zakresie prowadzenia kabli

Zamawiający wymaga, aby:

- okablowanie wykonać zgodnie z normą PN-HD 60364-1:2010). Trasy i kanały kablowe powinny zostać wykonane w taki sposób aby umożliwić do nich dostęp.
- Obwody należy prowadzić tak, aby unikać tworzenia pętli indukcyjnej. Szczególnie w przypadku układania przewodów DC należy wykonywać to w taki sposób, aby przewód plusowy znajdował się możliwie blisko przewodu minusowego
- Przewody narażone na promieniowanie słoneczne należy prowadzić w rurach ochronnych. Szczególnie zabezpieczyć należy przewody przechodzące między systemem mocowania, aby nie narażać ich na uszkodzenia.
- Okablowanie związane z łączeniem modułów, szczególnie w przypadku szybkozłączek powinno zostać zabezpieczone przed wilgocią, poprzez mocowanie ich do szyn pod modułami.
- Wewnątrz budynku przewody należy prowadzić wykorzystując systemowe korytka kablowe, nie dopuszcza się prowadzenia kabla w sposób niezabezpieczony dodatkową osłoną.

### 5.4. Wymagania w zakresie montażu falowników

Zamawiający wymaga, aby:

- montaż falowników, wybór miejsca montażu oraz warunków pracy był zgodny z zaleceniami producenta, aby umożliwić mu prawidłową pracę.
- Dodatkowo wymagany jest montaż falowników do materiału niepalnego.

### 5.5. Wymagania w zakresie montażu modułów fotowoltaicznych

Zamawiający wymaga, aby:

- montaż paneli odbywał się zgodnie z wcześniej zaakceptowanym, przez Zamawiającego, projektem wykonawczym, w dozwolonych przez konstruktora miejscach.
- Dokręcanie połączeń śrubowych powinno być kontrolowane za pomocą klucza dynamometrycznego.
- Montaż i rozplanowanie należy wykonać zgodnie z projektem wykonawczym i instrukcją dostarczona przez producenta

- System mocowania nie może ingerować w pokrycie elewacji

#### 5.6. Wymagania dotyczące transportu urządzeń i materiałów.

Zamawiający wymaga aby wszystkie transportowane komponenty oraz części instalacji były transportowane zgodnie z zaleceniami producenta, nie powodując utraty jakości i parametrów przewożonego sprzętu. Może zostać on przewożony dowolnymi środkami transportu z uwzględnieniem wymagań producenta. Sprzęt elektroniczny musi być transportowany natomiast krytymi środkami transportu, również z uwzględnieniem zaleceń producenta co do załadunku, ułożenia, sposobu transportu itp.

#### 5.7. Wymagania w zakresie prac wykończeniowych i przywracania stanu pierwotnego.

Zamawiający wymaga wykonania wszelkich prac wykończeniowych prowadzących do przywrócenia stanu pierwotnego budynku przed montażem instalacji. Łącznie z usunięciem pozostawionych odpadów, śmieci i pozostałości po pracach wykonawczych.

## 6. Wymagania w zakresie testów, pomiarów i odbiorów.

### 6.1. Instalacje fotowoltaiczne

Zamawiający wymaga, aby Wykonawca dokonał pomiarów, testów i prób według normy PN-HD 60364-6:2016-07 oraz według normy PN-EN 62446-1:2016-08 szczególnie z wykorzystaniem kamery termowizyjnej. Zamawiający w szczególności wymaga następujących pomiarów:

- a) kontrola strony DC,
- b) kontrola ochrony przeciw przepięciom i porażeniom prądem elektrycznym,
- c) kontrola strony AC,
- d) kontrola oznakowania i identyfikacji,
- e) testy ciągłości uziemienia ochronnego,
- f) test polaryzacji,
- g) pomiar napięcia obwodu otwartego,
- h) pomiar prądu,
- i) testy funkcjonalności,
- j) testy rezystancji izolacji,
- k) kontrola ochrony przeciwporażeniowej,
- l) zdjęcia z termowizji oddzielnie dla każdego z paneli.

Wszystkie prace oraz pomiary muszą zostać wykonane przez osoby posiadające odpowiednie przeszkolenie potwierdzone stosownymi uprawnieniami - Stowarzyszenia Elektryków Polskich (SEP).

### 6.2. Wymagania w zakresie dokumentacji i odbioru robót zanikających

Przez roboty zanikające rozumie się prace prowadzone etapowo, w przypadku których kolejny etap prac przykrywa poprzednie i nie ma możliwości dokładnej analizy i sprawdzenia poprawności wykonania prac poprzedniego etapu.

W przypadku tego typu robót Wykonawca powinien dokumentować pracę poprzez wykonywanie zdjęć oraz dokonanie odbioru prac. Wykonawca jest zobowiązany do dokumentowania robót zanikających poprzez wykonanie zdjęć cyfrowych o rozdzielczości nie mniejszej niż 8 Mpix. Dla każdej dokumentowanej pracy wymaga się wykonanie nie mniej niż 5 zdjęć z różnej perspektywy. Odbiór robót zanikających należy przeprowadzić w czasie umożliwiającym wykonanie ewentualnych korekt i poprawek bez hamowania ogólnego postępu prac. Termin odbioru będzie ustalany niezwłocznie jednak nie później niż w ciągu 2 dni roboczych od daty powiadomienia. Odbiór robót zanikających może odbyć się w oparciu o dostarczoną dokumentację w tym zdjęcia.

### 6.3. Odbiór końcowy

Odbiór końcowy robót następuje po zakończeniu prac wykonawczych, przeprowadzeniu

pomiarów i testów. Przed odbiorem instalacji Wykonawca zobowiązany jest do przedstawienia Zamawiającemu wszystkich protokołów potwierdzających zgodność parametrów instalacji z wytycznymi zawartymi w dokumentacji projektowej, określonymi w PFU, protokołów wykonania pomiarów instalacji, certyfikatów, deklaracji zgodności, raportów z przeprowadzonych prób i analiz, dokumentację fotograficzną z wykonanych robót zanikających oraz protokołów z odbioru robót zanikających. Protokół końcowym powinien zawierać wszystkie protokoły cząstkowe w tym protokoły pomiarów i testów według normy PN-HD 60364-6:2016-07 oraz według normy PN-EN 62446-1:2016-08 oraz protokół szkoleń.

W przypadku stwierdzenia nieprawidłowości Zamawiający może powołać eksperta, który zaopiniuje poprawność wykonanych prac. W przypadku potwierdzenia nieprawidłowości przez biegłego Wykonawca ma 14 dni na usunięcie usterek.



## 7. Wymagania dotyczące prób końcowych

Celem wykonania prób końcowych jest stwierdzenie poprawności wykonania i funkcjonowania instalacji. Szczegółowa metodologia prób końcowych powinna zostać przygotowana przez Wykonawcę. Zamawiający wymaga przeprowadzenia minimum następujących pomiarów:

- a) kontrola strony DC,
- b) kontrola ochrony przeciw przepięciom i porażeniem prądem elektrycznym,
- c) kontrola strony AC,
- d) kontrola oznakowania i identyfikacji,
- e) testy ciągłości uziemienia ochronnego,
- f) test polaryzacji,
- g) pomiar napięcia obwodu otwartego,
- h) pomiar prądu,
- i) testy funkcjonalności,
- j) testy rezystancji izolacji,
- k) kontrola ochrony przeciwporażeniowej,
- l) zdjęcia z termowizji oddzielnie dla każdego z paneli.

W przypadku niezaliczenia prób końcowych wykonawca zobowiązany jest w terminie 7 dni roboczych od niezaliczenia prób dokonać napraw i modernizacji.

---

## 8. Wymagania w zakresie opracowania, instrukcji użytkowania

W ramach wykonanych prac Wykonawca jest zobowiązany do opracowania i przekazania Zamawiającemu instrukcji obsługi dla wykonanej instalacji oraz dokumentacji technicznej każdego z zastosowanych urządzeń. Przygotowane instrukcje muszą zawierać minimum:

- Dane techniczne wykonanej instalacji fotowoltaicznej.
- Stosowane oznaczenie oraz ich wyjaśnienie.
- Stosowane zabezpieczenia oraz ich nastawy.
- Budowa instalacji oraz jej współpraca z siecią.
- Tryb pracy normalnej oraz stany awaryjne.
- Zasady bezpiecznego użytkowania.
- Sposoby postępowania w sytuacjach awaryjnych.
- Opis użytkowania systemu monitorowania instalacji.
- Wykaz przeglądów okresowych, zakres, metodologia częstotliwość.
- Wykaz podmiotów uprawnionych do przeprowadzenia przeglądów i/lub serwisu instalacji w okresach gwarancji, rękojmi oraz po ich zakończeniu. Lista winna zawierać co najmniej 5 podmiotów uprawnionych do serwisowania każdego urządzenia będącego składnikiem instalacji PV.
- Informację o szacunkowych kosztach przeglądu instalacji PV po pierwszym roku funkcjonowania zgodnie z instrukcją użytkowania.

Wszystkie instrukcje oraz dokumentacja musi być wykonana w języku polskim i muszą być zgodne z PN- EN 62446-1:2016-08.

## 9. Wymagania w zakresie gwarancji oraz serwisu

### 9.1. Wymagania w zakresie gwarancji oraz rękojmi

Wykonawca zobowiązuje się zapewnić 5 lat gwarancji dla wszystkich komponentów instalacji fotowoltaicznej takich jak moduły fotowoltaiczne, falowniki czy konstrukcje montażowe. Dodatkowo 5 lat rękojmi na całość prac wykonawczych.

Okres gwarancji i rękojmi rozpoczyna się w dniu podpisania protokołu odbioru. Maksymalny czas naprawy nie dłuższy niż 7 dni.

Maksymalny czas reakcji serwisu (od przyjęcia zgłoszenia do rozpoczęcia działań serwisowych) nie dłużej niż 24 godziny. Maksymalnie 14 dni w przypadku konieczności wymiany urządzeń.

Wykonawca jest zobowiązany pozostawać w kontakcie z Zamawiającym w razie zgłoszeń gwarancyjnych przez cały okres gwarancji.

### 9.2. Wymagania w zakresie okresowych serwisów

Wykonawca jest zobowiązany do przeprowadzenia jednorazowego przeglądu instalacji w okresie trwania okresów gwarancji i rękojmi. Przegląd instalacji ma być wykonany przed zakończeniem pierwszego roku eksploatacji i zostać potwierdzony odpowiednim protokołem serwisowym dla Zamawiającego oraz Wykonawcy. W razie stwierdzenia awarii lub uszkodzeń instalacji Wykonawca ma obowiązek usunięcia awarii lub uszkodzeń w terminach zapisanych w rozdziale „Wymagania w zakresie gwarancji”.

W ramach przeglądu instalacji fotowoltaicznych do obowiązków Wykonawcy będzie należeć sprawdzenie minimum:

- Poprawności pracy i funkcjonowania instalacji w tym wszystkich zamontowanych zabezpieczeń.
- Pomiar rezystancji izolacji strony AC i DC.
- Pomiar wydajności instalacji.
- Badanie kamerą termowizyjną.
- Mycie modułów.

- Sprawdzenie połączeń śrubowych oraz kablowych.

W ramach przeglądu należy również wykonać czynności serwisowe przewidziane przez producentów urządzeń składających się na kompletną instalację PV.

Zamawiający wymaga, aby w przypadku naprawy falownika wykonawca zamontował zamiennik w jego miejsce na czas naprawy, w celu utrzymania ciągłości produkcji.