

SZCZEGÓŁOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT

**SZCZEGÓŁOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I
ODBIORU ROBÓT DLA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH NA
BUDYNKACH SZKOŁY PODSTAWOWEJ IM. MARIUSZA
ZARUSKIEGO W PUCKU PRZY UL. NOWY ŚWIAT 12 ORAZ PRZY
UL. PRZEBENDOWSKIEGO 27 W RAMACH PROJEKTU:**

„Słoneczne szkoły”

Zamawiający:

Miasto PUCK

.....

**PSI
WRZESIEŃ 2023**

Spis treści

1. WSTĘP.....	4
1.1. Przedmiot Szczegółowej Specyfikacji Technicznej.....	4
1.2. Zakres stosowania Szczegółowej Specyfikacji Technicznej.....	4
1.3. Zakres dostawy i montażu objętych Szczegółową Specyfikacją Techniczną	4
1.4. Ogólne wymagania dotyczące dostaw	5
2. MATERIAŁY.....	5
2.1. Odbiór materiałów na budowie.....	5
2.2. Składowanie materiałów na budowie	6
2.3. Instalacja fotowoltaiczna	6
2.3.1. Moduły fotowoltaiczne.....	6
2.3.2. Falowniki.....	7
2.3.3. System Optymalizacji monitorowania pracy instalacji - optymalizatory.....	7
2.4. Konstrukcja nośna	8
2.4.2. System montażu na dachu płaskim.....	9
2.5. Rozszerzone wymagania techniczne dotyczące urządzeń.....	9
2.5.1 Moduły fotowoltaiczne.....	9
2.5.2 Falowniki.....	9
2.5.3 Konstrukcja nośna	9
2.6. Pokrycie dachów	9
3. SPRZĘT	9
4. TRANSPORT	10
5. WYKONANIE ROBÓT.....	10
5.1. Okablowanie.....	10
5.2. Instalacja fotowoltaiczna	10
5.2.1. Moduły fotowoltaiczne.....	10
5.2.2. Falownik	10
5.2.3. Środki dodatkowej ochrony od porażeń	11
5.2.4. Ochrona przeciwprzepięciowa.....	11
5.2.5. Ochrona przeciwpożarowa	11
5.3. Konstrukcja nośna	11
6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT	11
6.1. Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia przy wykonywaniu instalacji elektrycznych.....	12
7. ODBIÓR Instalacji.....	12
7.1. Warunki odbioru wykonanej instalacji elektrycznej.....	12
7.1.1. Badania odbiorcze instalacji elektrycznych.....	12
7.1.2. Oględziny instalacji elektrycznych.....	13
7.1.3. Estetyka i jakość wykonanej instalacji	14
7.1.4. Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym.....	14
7.1.5. Ochrona przed pożarami i skutkami cieplnymi	14

7.1.6. Połączenia przewodów	14
7.2. Warunki techniczne wykonania i odbioru konstrukcji aluminiowej.....	15
8. PODSTAWA PŁATNOŚCI.....	15
9. PRZEPISY ZWIĄZANE.....	15

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot Szczegółowej Specyfikacji Technicznej

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót w zakresie wykonania instalacji fotowoltaicznych dla obiektów szkoły podstawowej Im Mariusza Zaruskiego w następujących lokalizacjach, specyfice montażu i rodzaju pokrycia dachu:

Tab.1. Wykaz obiektów użyteczności publicznej - szkół w mieście Puck przeznaczonych do montażu instalacji fotowoltaicznych.

LP	Obiekt	Miejscowość	budynek/dach/ pokrycie	Moc instalacji PV [kWp]
1	SP A ul Nowy świat 12	84-100 Puck ul. Nowy Świat 12	Płaski/Papa	49,90
2	SP B ul Przybendowskiego 27	84-100 Puck ul. Przybendowskiego 27	Płaski/Papa	49,90
SUMA				99,8

1.2. Zakres stosowania Szczegółowej Specyfikacji Technicznej

Specyfikacja Techniczna jest stosowana, jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1.

Oznaczenie zakresu prac kodami CPV:

- **09332000-5** Instalacje słoneczne
- **09331200-0** Słoneczne moduły fotoelektryczne
- **45261215-4** Pokrywanie dachów panelami ogniwo słonecznych
- **44112410-5** Konstrukcje dachowe
- **45223800-4** Montaż i wznoszenie gotowych konstrukcji
- **45223210-1** Roboty konstrukcyjne z wykorzystaniem stali
- **45315100-9** Instalacyjne roboty elektrotechniczne
- **45310000-3** Roboty instalacyjne elektryczne

1.3. Zakres dostawy i montażu objętych Szczegółową Specyfikacją Techniczną

Roboty, których dotyczy specyfikacja, obejmują wszystkie czynności umożliwiające i mające na celu wykonanie i poprawne działanie instalacji fotowoltaicznych na wskazanych Tab.1-2 lokalizacjach.

Zakres dostawy i montażu obejmuje wykonanie:

- dostawa i montaż konstrukcji pod moduły PV,
- dostawa i montaż fabrycznie nowych, nie starszych niż z I kwartału 2023 roku modułów PV,
- dostawa i montaż fabrycznie nowych nie starszych niż z I połowy 2023 roku falowników DC/AC,
- dostawa i montaż fabrycznie nowych optymalizatorów mocy,
- ułożenie tras kablowych i kabli od modułów PV do rozdzielnic elektrycznych,
- modernizacja rozdzielnic elektrycznej (przygotowanie do wpięcia i wpięcie instalacji PV,

- obowiązującymi przepisami i normami),
- montaż rozdzielnic na potrzeby fotowoltaiki (strona DC i AC) wraz z wykonaniem uziemienia instalacji PV, oraz połączeń wyrównawczych
- wykonanie prób instalacji oraz sprawdzenie prawidłowego działania aparatury,
- uruchomienie układu i regulacje,
- systemu w celu monitorowania produkcji energii, ilości energii oddanej do sieci oraz zużytej na miejscu korzyści ekologicznych i kontroli pracy instalacji fotowoltaicznych z poziomu systemu. System w musi być dostępny w języku polskim na urządzenia stacjonarne i mobilne na platformie iOS oraz Android, urządzenia monitorujące pracę systemu powinny mieć możliwość komunikacji z dedykowanym serwerem na którym zamierzone dane zostaną zapisane,
- instalacji monitorującej parametry pracy instalacji fotowoltaicznej po stronie DC i AC. Zakres monitorowanych parametrów uwzględnia optymalizację mocy i napięcia każdego z wbudowanych modułów fotowoltaicznych z osobna,
- szkolenie osób zarządzających obiektami i użytkowników z obsługi i użytkowania instalacji fotowoltaicznych wykonanych w ramach niniejszego postępowania,
- wykonanie dokumentacji zgłoszenia przyłączenia mikroinstalacji do sieci elektroenergetycznej regionalnego OSD,
- wykonanie 2 egz. dokumentacji powykonawczej dla każdej z wykonanych instalacji fotowoltaicznych wraz z dokumentacją z której wynika osiągnięcie zakładanych w dokumentacji mocy minimalnych instalacji PV oraz wskaźników ich produktu i rezultatów wymienionych we wniosku o dofinansowanie,
- Wykonawca zobowiązany jest do dostarczenia po 2 egz. papierowej instrukcji obsługi w j. polskim dla każdej instalacji fotowoltaicznych.

Zakres prac obejmuje również:

- wykonanie niezbędnych otworów i przepustów montażowych w celu wprowadzenia urządzeń,
- uszczelnienie otworów i przepustów montażowych po wprowadzeniu urządzeń.
- Wykonania dodatkowych uziomów w wypadku wystąpienia takiej konieczności oraz wykonania połączeń wykonawczych.

1.4. Ogólne wymagania dotyczące dostaw

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość zgodnie z wymogami w niniejszym dokumencie.

Rodzaje (typy) urządzeń, osprzętu i materiałów pomocniczych zastosowanych do wykonywania instalacji fotowoltaicznych powinny być zgodne z podanymi w niniejszej specyfikacji o parametrach nie gorszych niż wymagane.

2. MATERIAŁY

Wszystkie dostarczone materiały do wykonania układu instalacji fotowoltaicznych powinny odpowiadać parametrom technicznym wyspecyfikowanym w dokumentacji przetargowej i wykazach materiałowych oraz wymaganiom odpowiednich norm i aprobat technicznych.

2.1. Odbiór materiałów na budowie

Materiały należy dostarczać na budowę wraz ze świadectwami jakości i kartami katalogowymi. Dostarczone na miejsce budowy materiały należy sprawdzić pod względem kompletności i zgodności z danymi wytwórcy.

W przypadku stwierdzenia wad lub nasuwających się wątpliwości mogących mieć wpływ na jakość wykonania

robót, materiały należy przed ich wbudowaniem poddać badaniom określonym przez Inspektora Nadzoru.

2.2. Składowanie materiałów na budowie

Składowanie materiałów powinno odbywać się zgodnie z zaleceniami producentów, w warunkach zapobiegających zniszczeniu, uszkodzeniu lub pogorszeniu się właściwości technicznych na skutek wpływu czynników atmosferycznych lub fizykochemicznych. W szczególności dotyczy to modułów fotowoltaicznych które należy składować w pozycji poziomej z zabezpieczeniem przed upadkiem. Należy zachować wymagania wynikające ze specjalnych właściwości materiałów oraz wymagania w zakresie bezpieczeństwa przeciwpożarowego.

2.3. Instalacja fotowoltaiczna

2.3.1. Moduły fotowoltaiczne

Instalacje fotowoltaiczne zaprojektowano z modułów fotowoltaicznych opartych na ogniwach monokrystalicznych, Zamawiający po podpisaniu umowy (do każdej dostawy modułów) może zażądać przedłożenia protokołu z wykonania testów elektroluminescencyjnych dla maksymalnie 4 pojedynczych modułów fotowoltaicznych po ich zainstalowaniu w ramach realizacji zamówienia.

Możliwość spełnienia wyżej wymienionych warunków należy udokumentować, oświadczeniem w j. polskim, wydanym przez osobę podmiot testujący mający odpowiednie zasoby , i wiedzę oraz doświadczenie w tym zakresie oraz informacją o zapewnieniu i gotowości do wykonania powyższych badań koniecznych w trakcie realizacji umowy.

Minimalne wymagania dla modułów to:

- Wysokosprawne moduły PV sprawność modułu STC min. 21%
- Ogniwa typu HalfCut
- Moc modułu min 410 Wp
- Zgodne z IEC 61215; IEC 61730
- moduł wyposażony w powierzchnię antyrefleksyjną, potwierdzoną w ZAŁĄCZONEJ KARCIE TECHNICZNEJ
- Puszka przyłączeniowa modułu musi zawierać minimum 3 diody bypass.
- moduł musi spełniać normy CE, IEC61215, IEC61730,
- Należy dostarczyć Dokument potwierdzający, iż moduł wolny jest od efektu PID - IEC 62804-1:2015
- gwarancja na wady produktowe - min. 12 lat,
- 25 lat gwarancji liniowej na min. 80,5% sprawności nominalnej, IEC 60804
- Dokument potwierdzający zgodność modułu fotowoltaicznego z normą PN-EN 61215:2015 w przypadku montażu modułów na gruncie.
- Certyfikat, IEC 62716 dla modułów zainstalowanych na Oczyszczalnia ścieków
- Do modułów należy załączyć kartę katalogową modułu zawierającą parametry techniczne dostarczoną zgodnie z normą PN-EN 62446:2016
- Moduł wykonany z ogniw klasy A, współczynnik wypełnienia fill factor > 0,75

2.3.2. Falowniki

W instalacji należy zastosować falowniki (inwertery) mające na celu przetworzenie prądu stałego z wyjścia modułów na prąd przemienny sieci dystrybucyjnej. Zastosowane falowniki muszą charakteryzować się stopniem ochrony minimum IP65, uwzględniające należytą odporność na warunki atmosferyczne (temperatura pracy -30°C do +50°C) oraz wysokie bezpieczeństwo dla użytkowników. Falowniki winny zostać wyposażone w system pomiaru izolacji w części DC, pozwalający eliminować wszelkie uszkodzenia w okablowaniu modułów jak również w samych modułach dając wysokie bezpieczeństwo użytkownika oraz zabezpieczenie przed błędną polaryzacją modułów. Ponadto falownik powinien posiadać monitoring parametrów sieci, zabezpieczenie przed pracą wyspową oraz być przystosowany do pracy z polską siecią dystrybucyjną (niezależny certyfikat lub oświadczenie producenta), Zgodność z kodeksami sieciowymi (NC RFG))

Pozostałe wymagania dla falowników:

Sprawność europejska powyżej 98%

Ilość MPPT minimum 2

Możliwość obsługi optymalizatorów dedykowanych przez producenta falownika

Wsp. zawartości harmonicznych równe lub poniżej 3%

Musi zawierać odłącznik po stronie wejścia

Musi zawierać zabezpieczenie przed pracą wyspową

Musi zawierać ochronniki przepięć DC Typ II

Musi umożliwiać zdalne sterowanie

Musi posiadać dodatkowy Licznik energii na złączu energetycznym połączony z falownikiem

Musi posiadać sterowanie przez LAN, WIFI , RS485 (ModbusRTU – SUNSpec Modbus)

IP minimum 65

Zgodność z normami : EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2, G98, G99,

Zgodność z pozostałymi normami sieciowymi :DEWA , EN 50549, CEI 0-21, CEI 0-16, VDE-AR-N-4105, VFR 2019,VDE-AR-N-4110, AS 4777.2, C10/11, ABNT, RD1699, RD 661, PO 12.3, TOR D4, IEC61727, IEC62116,

Architektura instalacji umożliwia maksymalizowanie ilości produkowanej energii dla każdego modułu z osobna. Należy tak dobrać falownik, aby wraz z optymalizował maksymalizował on wydajność instalacji fotowoltaicznej niezależnie od jej ułożenia.

2.3.3.System Optymalizacji monitorowania pracy instalacji - optymalizatory

System fotowoltaiczny należy wyposażać w instalację monitorującą parametry jego pracy po stronie DC i AC. Zakres monitorowanych parametrów uwzględnia: pomiar mocy i napięcia każdego z zabudowanych modułów fotowoltaicznych z osobna (optymalizacja pracy modułu) po stronie DC, oraz ilość produkowanej energii po stronie AC.

Kolejną wymaganą funkcjonalnością Optymalizatorów jest obniżanie napięcia na każdym module oraz w całej instalacji DC do napięcia bezpiecznego w razie wyłączenia falownika w przypadku planowanych prac serwisowych na dachu a ta awarii lub pożaru dla zapewnienia bezpieczeństwa służbom ratowniczym oraz serwisowi, niniejszy wymóg należy potwierdzić parametrami i opisem w karcie technicznej optymalizatora. W wypadku braku certyfikacji pożarowej optymalizatorów należy zastosować dodatkowy WYŁĄCZNIK PRZECIWPÓŻAROWY sterowany napięciem zasilania obiektu dla wszystkich stringów DC umiejscowiony w pobliżu modułów na dachu budynku

Urządzenia monitorujące pracę systemu powinny mieć możliwość komunikacji z dedykowanym serwerem, na którym zmierzone dane zostaną zapisane, poddane obróbce a następnie udostępnione za pośrednictwem Internetu.

Scentralizowane zarządzanie i monitorowanie systemem fotowoltaicznym powinno odbywać się przez portal, poprzez który operatorzy instalacji i instalatorzy muszą mieć dostęp do kluczowych danych w dowolnym momencie. Wstępnie skonfigurowane standardowe dane mogą być łatwo dostosowane lub uzupełniane.

Wymogi dotyczące komunikacji i wizualizacji:

- a) powinien zapewnić pełny zdalny i lokalny dostęp dla użytkownika, także przez stronę www

- b) powinien zapewnić rejestrację i archiwizację podstawowych parametrów elektrycznych: moc chwilowa, napięcie, produkcję/uzysk przez przynajmniej 60 miesięcy, powinien zapewniać prezentację danych dotyczących ilości wyprodukowanej energii w poniższych przedziałach czasowych:
- moc chwilowa,
 - ilość wyprodukowanej energii w ciągu doby,
 - ilość wyprodukowanej energii w miesiącu,
 - ilość wyprodukowanej energii w roku.
 - ilość wyprodukowanej energii narastająco od dnia uruchomienia instalacji
 - ilość energii oddanej do sieci
 - ilość energii zużytej przez użytkownika

2.4. Konstrukcja nośna

Wszystkie konstrukcje powinny być wykonane w jednym systemie montażowym od jednego producenta , nie dopuszcza się stosowanie elementów z różnych systemów montażowych w obrębie jednej instalacji. Powyższe należy potwierdzić kartą katalogową systemu montażowego zawierającą parametry techniczne dostarczoną zgodnie z normą PN-EN 62446:2016 „Systemy fotowoltaiczne przyłączone do sieci elektrycznej”

Elementy konstrukcji:

- Konstrukcje wsporcze systemowe - aluminium lub stal nierdzewna dla wszystkich instalacji na dach skośny i płaski, stal ocynkowana dla instalacji montowanych na gruncie wykonane wg norm PN-EN 1090-3:2008, EN ISO 3834-4, PN-EN 1991-1-4:2008, PN-EN 1991-1-3:2005/2010
- Elementy łączne systemowe - stal nierdzewna A2 wg normy PN-EN ISO 3506-1, DIN 933, DIN 912, ISO 4017, ISO 4762.

Producent podkonstrukcji zobligowany jest do wystawienia deklaracji właściwości użytkowych poprzedzając to uzyskaniem certyfikatu zakładowej kontroli produkcji Instytutu Techniki Budowlanej w systemie oceny zgodności

Europejska Ocena Techniczna (ETA) lub Krajowa Ocena Techniczna (KOT) swymi zakresami powinny potwierdzać/określać wymagane poniżej cechy techniczne wyrobu w minimalnym zakresie, który obejmuje:

- klasyfikacja wyrobów pod kątem kształtu, wymiarów na zgodność z PN-EN 755-9:2010.
- klasyfikacja kształtowników aluminiowych pod kątem trwałości wg normy PN-EN 1999-1-1:2011. 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.
- klasyfikację wyrobów stalowych pod kątem antykorozyjności.
- badania wytrzymałościowe połączeń w tym nośności klem mocujących moduły,
- badanie obciążenia modułów PV śniegiem i wiatrem wraz z konstrukcją nośną

W przypadku konstrukcji dachowych opartych na kształtownikach aluminiowych aby zapewnić odpowiednią nośność, jakość i długotrwałość nie dopuszcza się wykonywania podkonstrukcji kątowej (tzw. ekierki) z kątowników giętych z blachy i/lub giętych profili typu C itp. w zakresie głównych ramion. Wszystkie elementy muszą składać się z profili ekstrudowanych z aluminium, które z innymi składowymi w całości tworzą system/zestaw i zostały tak przebadane. Zgodnie z przepisami zestaw oznacza wyrób budowlany wprowadzony do obrotu przez jednego producenta jako zestaw co najmniej dwóch odrębnych składników, które muszą zostać połączone, aby mogły zostać włączone w obiektach budowlanych - budynki i budowle. Tym samym tzw. składanie podkonstrukcji z kilku elementów zakupionych od różnych poddostawców niezbadanych razem ze sobą jest nie dopuszczalne. Przy czym zestaw powinien być razem przebadany dla potwierdzenia poziomu właściwości użytkowych, które producent zadeklaruje zgodnie z obowiązującymi przepisami.

Przed rozpoczęciem prac montażowych należy sprawdzić czy konstrukcja nośna jest właściwa pod kątem dopuszczalnego obciążenia (wymiaru, stan utrzymania, parametry materiałowe), struktury nośnej oraz innych odpowiednich warstw (np. warstwy izolacyjnej).

Zgodnie z EN 1991-1-4 (Eurokodem 1) w obszarach brzegowych powierzchni dachu należy liczyć się ze zwiększonym obciążeniem wiatrem ze względu na wysokie ssanie, co może prowadzić do podniesienia

elementów montażowych w tych obszarach.

2.4.2. System montażu na dachu płaskim

Rama dla dachu płaskiego typ A (w przypadku zabudowy pionowej modułów):

Wymiary ramy dla dachu płaskiego:

- kąt 15 -35°, zgodnie z projektem

Należy stosować dedykowane konstrukcje montażowe wykonane z stali nierdzewnej i aluminium z dodatkiem glinu . Podkonstrukcję dla modułów fotowoltaicznych należy wykonać z aluminium z dodatkiem glinu. Dopuszcza się stosowanie konstrukcji obciążeniowych na dachach płaskich z godnie z opinia konstruktora zawartą w projekcie . Konstrukcje montażowe powinny posiadać odpowiednie certyfikaty, które potwierdzają ich przydatność do użycia podczas montażu instalacji fotowoltaicznych

2.5. Rozszerzone wymagania techniczne dotyczące urządzeń.

Zamawiający określa poniżej dodatkowe wymagania techniczne dla oferowanych przez Wykonawcę urządzeń o konkretnych parametrach czy uwarunkowaniach, których spełnienie wpłynie będzie na otrzymanie dodatkowych punktów przy ocenie oferty lub mają wpływ na cenę oferty.

2.5.1 Moduły fotowoltaiczne

W Proponowanych instalacjach projektant określił moc modułu min. 420 Wp. W przypadku zastosowania mocniejszych modułów niż zaprojektowano, należy zmodyfikować projekt i przedstawić Inspektorowi Nadzoru , Wymaga się aby producent modułów znajdował się w pierwszej dziesiątce rankingu BloombergNEF lista TIER 1 w roku 2023 .

2.5.2 Falowniki

Nie przewiduje się rozszerzonych wymagań technicznych, innych niż zawartych w punkcie 2.3.2. powyżej i kryteriach oceny dla falowników. W wypadku propozycji innego układu falowników należy przedstawić projekt zmian Inspektorowi Nadzoru

2.5.3 Konstrukcja nośna

Nie przewiduje się rozszerzonych wymagań technicznych, innych niż zawartych w punkcie 2.4. powyżej i kryteriach oceny dla konstrukcji. W wypadku większej ingerencji w poszycie , przejścia

2.6. Pokrycie dachów

Wszystkie przejścia dachowe i perforacje należy wykonać w technologii zgodnej z istniejącym poszyciem i warstwami dachu. Wszelkie prace na dachu uzgadniać z użytkownikiem obiektu

3. SPRZĘT

Do wykonania instalacji przewiduje się użycie następującego sprzętu:

- samochód dostawczy do 0,9 t,
- samochód skrzyniowy 5 t,
- żuraw samochodowy 5 t,
- winda dekarcka
- wózek widłowy lub wózek paletowy w przypadku rozładunku z samochodu z windą.
- Zakrętkarki akumulatorowe
- Dedykowane prasy do zaciskania końcówek kabli DC

4. TRANSPORT

Materiały na budowę powinny być przywożone odpowiednimi środkami transportu, zabezpieczone w sposób zapobiegający uszkodzeniu oraz zgodnie z przepisami BHP i ruchu drogowego. Należy zwracać szczególną uwagę na rozładunek palet z modułami fotowoltaicznymi i stosować się do wskazań na opakowaniu.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Okablowanie

Minimalne wymagania jakie stawiane są przewodom fotowoltaicznym:

- przekrój przewodów DC/AC min. $\phi 4 \text{ mm}^2$
- Dobór okablowania DC zapewniający spadek napięcia $\leq 1\%$
- materiał żyły roboczej: wg IEC60228 (lub równoważnej normy), miedziane wielodrutowe klasy 5,
- min. podwójna izolacja,
- napięcie nominalne DC min. 1500V,
- odporność na promienie UV potwierdzone karta Techniczna
- zakres temp: $-40^\circ\text{C} - +90^\circ\text{C}$.
- mocowanie kabli opaskami zaciskowymi odpornymi na UV
- zaciskanie końcówek kabli DC wykonywać tylko zaciskarką dostarczoną przez producenta końcówek
- Kable AC prowadzić w korytach lub szachtach kablowych także GK w sposób estetyczny w uzgodnieniu z użytkownikiem.

5.2. Instalacja fotowoltaiczna

5.2.1. Moduły fotowoltaiczne

Moduły będą montowane na dachu budynku, z opisem przedmiotu zamówienia w niniejszej STWiOR i dokumentacją techniczną oraz instrukcją montażu producenta. Mocowanie zacisków montażowych wykonać przy użyciu momentu dokręcającego zgodnego z instrukcją producenta.

5.2.2. Falownik

Mocowanie Falownika wykonać zgodnie z instrukcją producenta zwracając uwagę na nośność ścian i innych elementów do których falownik będzie przymocowany, zapewnić zgodne z instrukcją wentylację falownika i odległości serwisowe. W wypadku montażu na korytarzu zabezpieczyć falownik przed dostępem uczniów (osłona z blachy, szafka z otworami itp). Połączenie od falownika do rozdzielni głównej wykonać zgodnie ze schematem montażowym i instrukcją. Podłączyć falownik do sieci internet kablem lub siecią WiFi. Licznik tzw. SmartMeter umieszczony w Rozdzielni Głównej należy koniecznie połączyć z falownikiem odpowiednim przewodem teletechnicznym.

5.2.3. Środki dodatkowej ochrony od porażen

Ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym zapewni:

- zachowanie odległości izolacyjnych,
- izolacja robocza,
- samoczynne wyłączenie w układzie sieciowym.
- Należy sprawdzić stan uziemienia i połączeń wyrównawczych (ciągłości i rezystancji), w wypadku braku lub zbyt dużej rezystancji uziemienia należy wykonać dodatkowe uziemienie o rezystancji poniżej 10 ohm oraz przyłączyć ją do instalacji zgodnie z przepisami wykonując połączenia wyrównawcze
-

5.2.4. Ochrona przeciwprzepięciowa

Falowniki po stronie AC i DC muszą być chronione ogranicznikami przepięć, ten powinien zależeć od występowania instalacji odgromowej i możliwości zachowania odstępu izolacyjnego minimum 50 cm (warystor + iskiernik z zabezpieczeniami SCI). W przypadku występowania instalacji odgromowej należy zastosować zabezpieczenie w klasie I+II. W przypadku braku instalacji odgromowej na obiekcie należy zastosować zabezpieczenie w klasie II. Minimalny przekrój przewodu ochronnego do połączeń wyrównawczych dla ograniczników przepięć klasy I+II wynosi 16 mm², w przypadku klasy II 6 mm². Połączenie ogranicznika przepięć do instalacji uziemiającej należy wykonać przewodem o przekroju minimum 16 mm² wskazany 25mm² dla każdego typu ogranicznika.

5.2.5. Ochrona przeciwpożarowa

Przewidywany system przeciwpożarowy odłącza napięcie po stronie DC w taki sposób, aby w miejscu posadowienia modułów PV napięcie na kablach fotowoltaicznych było napięciem bezpiecznym (≤ 60 V DC). Zapewnienie bezpiecznego napięcia umożliwia Straży Pożarnej podjęcie akcji gaśniczej w przypadku zaistnienia pożaru. System ppoż. powinien załączać się automatycznie po zaniku napięcia zasilającego z sieci zawodowej bądź zdalnie, poprzez wciśnięcie awaryjnego przycisku ppoż., który znajduje się obok wyjścia z budynku. Ponadto zapewnienie bezpiecznego napięcia po stronie DC instalacji zwiększa znacząco bezpieczeństwo użytkowania i konserwacji instalacji fotowoltaicznej i dachu budynku, na którym posadowiony będzie generator fotowoltaiczny. W wypadku nie spełnienia przez system modułów i falownika tych wymogów należy zainstalować odpowiednie wyłączniki pożarowe na kablach DC w pobliżu modułów PV dla każdego z stringów.

5.3. Konstrukcja nośna

- Konstrukcje wsporcze systemowe - aluminium lub stal nierdzewna dla wszystkich instalacji na dach skośny i płaski, stal ocynkowana dla instalacji montowanych na gruncie wykonane wg norm PN-EN 1090-3:2008, EN ISO 3834-4, PN-EN 1991-1-4:2008, PN-EN1991-1-3:2005/2010
- Elementy łączne systemowe - stal nierdzewna A2 wg normy PN-EN ISO 3506-1, DIN 933, DIN 912, ISO 4017, ISO 4762.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

Sprawdzenie i odbiór robót powinno być wykonane zgodnie z normami i przepisami. Sprawdzeniu i kontroli w czasie wykonywania robót oraz po ich zakończeniu powinno podlegać:

- Zgodność z zatwierdzonym projektem
- zgodność wykonania robót z przepisami

- prawidłowość mocowania konstrukcji i urządzeń,
- prawidłowość wykonania zaciskanych końcówek kabli DC
- właściwe wykonanie instalacji i podłączenie urządzeń,
- wykonanie wymaganych pomiarów z przekazaniem wyników do protokołu odbioru.
- Zgodność instalacji z opracowaną dokumentacją powykonawczą wraz z atestami i deklaracjami

6.1. Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia przy wykonywaniu instalacji elektrycznych

Wszystkie prace wykonać zgodnie z:

- Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2004 w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz.U z dnia 12 maja 2004 z załącznikiem (wykaz Polskich Norm obowiązującego stosowania),
- Rozporządzeniem Min. Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych Dz. U.80/99,
- Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano- montażowych. Tom V. Instalacje elektryczne. Zagrożenia występujące podczas realizacji robót, instalacje na napięciu do 1,0 kV i powyżej 1,0 kV;

Przewidywanie zagrożenia występujące podczas realizacji inwestycji

Mogą wystąpić następujące zagrożenia podczas pracy:

- porażenie prądem elektrycznym,
- upadek z wysokości powyżej 5 m.

Sposób prowadzenia instruktażu BHP

Przed przystąpieniem do pracy kierownik odpowiedzialny za montaż przeprowadza ustny instruktaż BHP, zapoznaje pracowników z zagrożeniami występującymi na placu budowy i podczas transportu materiału na budowę.

Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające wystąpieniu niebezpieczeństwa

Prowadzeniu prac w pobliżu istniejących urządzeń i budowli z zachowaniem szczególnej ostrożności. W trakcie prowadzenia prac na dachu obowiązek stosowania sprzętu ochrony osobistej.

7. ODBIÓR Instalacji

7.1. Warunki odbioru wykonanej instalacji elektrycznej

Warunki odbioru określa norma PN EN 62446-1:2016

7.1.1. Badania odbiorcze instalacji elektrycznych

Każda instalacja elektryczna powinna być poddana szczegółowym oględzinom i próbom, obejmującym niezbędny zakres pomiarów, w celu sprawdzenia, czy spełnia wymagania dotyczące ochrony ludzi, zwierząt i mienia przed zagrożeniami.

Odbiór instalacji przeprowadza komisja składająca z inspektora nadzoru, przedstawiciela Wykonawcy i przedstawiciela użytkownika.

Wykonawca zobowiązany jest do przeprowadzenia pomiarów i testów określonych wymogami obowiązujących normy, wymaganych przez Operatora Systemu Dystrybucyjnego zwanego dalej OSD do którego sieci zostanie podłączona elektrownia oraz testów scharakteryzowanych w punktach 1-7:

1. przegląd stanu przewodów po stronie AC i DC,
2. przegląd stanu uziemienia i połączeń wyrównawczych (ciągłości i rezystancji),

3. pomiar biegunowości przewodów po stronie DC i rezystancji izolacji,
4. pomiar napięcia obwodu otwartego łańcuchów modułów oraz każdego modułu PV,
5. pomiar prądu zwarcia łańcuchów modułów oraz każdego modułu PV,
6. pomiar prądów na poszczególnych łańcuchach przy normalnej pracy falownika i optymalizatorów mocy,
7. test wyłączników i zabezpieczeń zwłaszcza pożarowych

Wykonawca jest odpowiedzialny za pełną kontrolę robót i jakość materiałów oraz zapewnia odpowiedni system kontroli. W przypadku, gdy normy nie obejmują jakiegoś badania, należy stosować wytyczne krajowe. Wszystkie koszty związane z organizowaniem i prowadzeniem badań materiałów i robót ponosi Wykonawca.

Roboty podlegają następującym etapom odbioru:

- odbiór częściowy,
- odbiór końcowy.

Odbiór częściowy przeprowadza się w trybie przewidzianym dla odbioru końcowego. Po dokonaniu odbioru częściowego należy sporządzić protokół potwierdzający prawidłowe wykonanie robót, zgodność wykonania instalacji z projektem technicznym i pozytywny wynik niezbędnych badań odbiorczych. W przypadku negatywnego wyniku odbioru częściowego, w protokole należy określić zakres i termin wykonania prac naprawczych lub uzupełniających. Po wykonaniu tych prac należy ponownie dokonać odbioru częściowego.

Odbiór końcowy polega na finalnej ocenie rzeczywistego wykonania robót w odniesieniu do ich ilości, jakości i wartości. Całkowite zakończenie montażu oraz gotowość do odbioru końcowego będzie stwierdzona przez Wykonawcę pisemnym powiadomieniem o tym fakcie Zamawiającego. Komisja odbierająca roboty dokona

ich oceny jakościowej na podstawie przedłożonych dokumentów, wyników badań, pomiarów, ocenie wizualnej oraz zgodności wykonania robót z dokumentacją projektową.

Podstawowym dokumentem do dokonania odbioru końcowego robót jest Protokół Końcowego Odbioru. Do odbioru końcowego Wykonawca jest zobowiązany przygotować następujące dokumenty:

- dokumentację powykonawczą z naniesionymi zmianami oraz dodatkową, jeśli została sporządzona w trakcie realizacji umowy,
- wyniki pomiarów kontrolnych i badań,
- deklaracje zgodności lub certyfikaty zgodności wbudowanych materiałów,
- i innych dokumentów wynikających z obowiązków objętych umową.

W przypadku, gdy według komisji, roboty pod względem przygotowania dokumentacyjnego nie będą gotowe do odbioru końcowego, komisja w porozumieniu z Wykonawcą wyznaczy ponowny termin odbioru końcowego robót. Wszystkie zarządzone przez komisję roboty poprawkowe lub uzupełniające będą zestawione wg wzoru ustalonego przez Zamawiającego. Terminy wykonania robót poprawkowych i robót uzupełniających wyznaczy komisja.

7.1.2. Oględziny instalacji elektrycznych

Oględziny należy wykonać przed przystąpieniem do prób i po odłączeniu zasilania instalacji. Oględziny mają na celu stwierdzenie, czy wykonana instalacja lub urządzenia:

- spełniają wymagania bezpieczeństwa,
- zostały prawidłowo zainstalowane i dobrane oraz oznaczone zgodnie z projektem,
- nie posiadają widocznych uszkodzeń mechanicznych, mogących mieć wpływ na pogorszenie bezpieczeństwa użytkowania.

Zakres oględzin obejmuje sprawdzenie prawidłowości:

- wykonania instalacji pod względem estetycznym (jakość wykonanej instalacji),
- ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym,
- doboru urządzeń i środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych,

- ochrony przed pożarem i skutkami cieplnymi,
- doboru przewodów do obciążalności prądowej i spadku napięcia,
- wykonania połączeń obwodów,
- doboru i nastawienia urządzeń zabezpieczających i sygnalizacyjnych
- umieszczenia odpowiednich urządzeń odłączających i łączących,
- rozmieszczenia oraz umocowania aparatów, sprzętu i osprzętu,
- oznaczenia przewodów fazowych, neutralnych oraz ochronnych,
- umieszczenia schematów, tablic ostrzegawczych lub innych informacji na oznaczenie obwodów, bezpieczników, łączników, zacisków itp.,
- wykonania dostępu do instalacji i urządzeń elektrycznych w celu ich wygodnej obsługi i konserwacji.
- Działania oprogramowania falowników , optymalizatorów oraz systemu kontroli produkcji energii , kontroli energii oddawanej do sieci , kontroli energii zużywanej na miejscu.
-

7.1.3. Estetyka i jakość wykonanej instalacji

O jakości i estetyce wykonanej instalacji decydują następujące czynniki:

- zastosowanie jednego gatunku i zachowanie jednakowej kolorystyki sprzętu elektroinstalacyjnego,
- trwałość zamocowania sprzętu do podłoża oraz innych elementów mocujących i uchwytów,
- zamocowanie sprzętu na jednakowej wysokości w danym pomieszczeniu z zachowaniem zasad prostoliniowości mocowania,
- właściwe zabezpieczenie przed korozją elementów urządzeń i instalacji narażonych na wpływ czynników atmosferycznych.

7.1.4. Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym

Należy sprawdzić prawidłowość doboru środków ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym oraz ich zgodność z normami. Skuteczność ochrony przeciwpożarowej należy sprawdzić pomiarami powykonawczymi. Sprawdza się zgodność instalacji z wymaganiami normy PN-IEC 60364-4-41 oraz PN-IEC 60364-4-47.

7.1.5. Ochrona przed pożarami i skutkami cieplnymi

Należy sprawdzić, czy:

- instalacje i urządzenia elektryczne nie stwarzają zagrożenia pożarowego dla materiałów lub podłoży, na których (w pobliżu których) są zainstalowane,
- urządzenia mogące powodować powstawanie łuku elektrycznego są odpowiednio zabezpieczone przed jego negatywnym oddziaływaniem na otoczenie,
- urządzenia zawierające ciecze palne są odpowiednio zabezpieczone przed rozprzestrzenianiem się tych cieczy,
- urządzenia do wytwarzania pary, gorącej wody lub powietrza mają wymagane zabezpieczenie przed przegrzaniem,
- dostępne części urządzeń i aparatów nie zagrażają poparzeniom,
- urządzenia wytwarzające promieniowanie cieplne nie zagrażają, wystąpieniem niebezpiecznych temperatur.

7.1.6. Połączenia przewodów

Należy sprawdzić, czy:

- połączenia przewodów są wykonane przy użyciu odpowiednich metod i osprzętu,
- nie jest wywierany przez izolacje nacisk na połączenia,
- zaciski nie są narażone na naprężenia spowodowane przez podłączone przewody.

Sprawdza się zgodność instalacji z wymaganiami normy PN-82/E-06290, PN-86/E-06291.

7.2. Warunki techniczne wykonania i odbioru konstrukcji aluminiowej

- warunki BHP wg „Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych tom III - Konstrukcje stalowe” pkt. 2.11., oraz innych przepisów, obowiązujących przy prowadzeniu robót budowlano-montażowych,
- wymagania techniczne i badania konstrukcji stalowej przy wykonywaniu, montażu i odbiorze wg PN-B-06200:2002, oraz „Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych, tom III - Konstrukcje stalowe”,
- dokładność osadzenia kotew stalowych w belkach +/- 1mm,
- po dokręceniu nakrętek mocujących konstrukcje stalowa do fundamentu, nakrętki zabezpieczyć przed odkręceniem.

8. PODSTAWA PŁATNOŚCI

Podstawę płatności (również częściowych) stanowi komplet wykonanych robót i pomiarów pomontażowych wg harmonogramu rzeczowo – finansowego wraz z podpisanym przez strony protokołem częściowym/końcowym odbioru robót.

9. PRZEPISY ZWIĄZANE

- Norma PN-EN 62446:2016 „Systemy fotowoltaiczne przyłączone do sieci elektrycznej [...]”
- PN-EN 50525. Przewody elektryczne – Niskonapięciowe przewody elektroenergetyczne na napięcie znamionowe nieprzekraczające 450/750 V (Uo/U).
- PN-E-90068:2016-10. Przewody elektryczne – Przewody elektroenergetyczne na napięcie znamionowe 300/500V oraz 450/750V (Uo/U) – Przewody wielożyłowe ogólnego przeznaczenia do układania na stałe o izolacji z termoplastycznego polichlorku winylu (PVC).
- PN-HD 60364 - norma wieloarkuszowa. Instalacje elektryczne niskiego napięcia.
- PN-E-04700:1998/2000. Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych.
- PN-EN 62305:2011/2018 Ochrona odgromowa – Część 1: Zasady ogólne.
- Norma SEP N-SEP-E-004. Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2002 nr 75 poz. 690 z późn. zm.) (wykaz Polskich Norm obowiązującego stosowania),
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 marca 2013 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych (Dz. U. 2013 poz. 492).
- Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych. Tom V. Instalacje elektryczne.
- Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych ITB część D: Roboty instalacyjne. Zeszyt 2: Instalacje elektryczne i piorunochronne w budynkach użyteczności publicznej.
- Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych. Tom III. Konstrukcje stalowe.

- PN-B-06200:2005 Konstrukcje stalowe budowlane. Warunki wykonania i odbioru.
- PN-EN 10025:2007 Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnych.