



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

**SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA
I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH**

| | |
|------------------------------------|--|
| INWESTYCJA: | TERMOMODERNIZACJA SZKOŁY PODSTAWOWEJ IM. KS. J. TWARDOWSKIEGO W BRZUŚNIKU |
| INWESTOR: | GMINA RADZIECHOWY-WIEPRZ WIEPRZ 700 34-381 RADZIECHOWY |
| ADRES INWESTYCJI: | SZKOŁA PODSTAWOWA IM. KS. J. TWARDOWSKIEGO W BRZUŚNIKU BRZUŚNIK 115 34-382 BYSTRA |
| PRZEDMIOT SPECYFIKACJI: | <u>INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA</u> |
| NR SPECYFIKACJI: | <u>ST.01. ROBOTY ELEKTRYCZNE</u> |

GŁÓWNY SŁOWNIK ZAMÓWIEŃ:

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

OPRACOWAŁ:
mgr inż. Jarosław Pierzchawka

Gliwice, styczeń 2023 r.

SPIS ZAWARTOŚCI

| | |
|---|----|
| I. CZĘŚĆ OGÓLNA I SZCZEGÓŁOWA | 4 |
| II. Przedmiot SST | 4 |
| 1.2. Zakres stosowania SST | 4 |
| 1.3. Zakres robót objętych SST | 4 |
| 1.4. Określenia podstawowe | 5 |
| 1.4.1. Moduły fotowoltaiczne | 5 |
| 1.4.2. Inwerter fotowoltaiczny | 5 |
| 1.4.3. Rozdzielnica elektryczna | 5 |
| 2. MATERIAŁY | 5 |
| 2.2. Ogólne wymagania dotyczące materiałów | 5 |
| 2.3. Elementy gotowe | 6 |
| 2.3.1. Ogniwa fotowoltaiczne | 6 |
| 2.3.2. Inwerter fotowoltaiczny | 7 |
| 2.3.3. Konstrukcja dla potrzeb montażu modułów PV | 7 |
| 2.3.4. Rozdzielnica RAC | 8 |
| 2.3.5. Przewody | 8 |
| 2.3.5.1. Strona stałoprądowa DC | 8 |
| 2.3.5.2. Strona zmiennoprądowa AC | 8 |
| 3. SPRZĘT | 8 |
| 3.2. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu | 8 |
| 4. TRANSPORT | 9 |
| 4.2. Ogólne wymagania dotyczące transportu | 9 |
| 4.3. Transport materiałów i ogniw fotowoltaicznych | 9 |
| 5. WYKONANIE ROBÓT | 9 |
| 5.2. Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót | 9 |
| 5.3. Szczegółowe warunki wykonywania robót instalacji | 9 |
| 5.3.1. Montaż tablic rozdzielczych | 9 |
| 5.3.2. Sieci wewnętrzne niskiego napięcia | 10 |
| 5.3.3. Instalacja wewnętrzna | 10 |
| 5.4. Instalacja fotowoltaiczna | 11 |
| 5.4.1. Montaż modułów | 11 |
| 5.4.2. Montaż przewodów | 12 |
| 5.4.3. Montaż inwertera | 12 |
| 5.4.4. System zarządzania instalacją | 12 |
| 5.4.5. Odbiór robót | 12 |
| 5.5. Instalacja odgromowa (LPS) | 13 |
| 5.6. Układanie kabli | 13 |
| 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT | 13 |
| 6.1. Ogniwa fotowoltaiczne | 13 |
| 6.2. Konstrukcja | 14 |
| 6.3. Złącze kablowe/rozdzielnia | 14 |
| 6.4. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi elementami robót | 14 |
| 7. OBMIAR ROBÓT | 15 |
| 7.1. Ogólne zasady obmiaru robót | 15 |
| 7.2. Odbiór robót | 15 |
| 7.3. Odbiór częściowy | 16 |
| 7.4. Odbiór międzyoperacyjny | 16 |
| 7.5. Odbiór końcowy | 16 |
| 7.6. Kontrola zgodności wykonania prac | 16 |

| | |
|---------------------------|----|
| 8. PRZEPISY ZWIĄZANE..... | 17 |
| Normy | 17 |
| Inne dokumenty | 17 |

I. CZĘŚĆ OGÓLNA I SZCZEGÓŁOWA

II. Przedmiot SST

Przedmiotem opracowania jest szczegółowa specyfikacja techniczna budowy instalacji fotowoltaicznej produkującej energię elektryczną z energii odnawialnej (słonecznej), która pozwoli zmniejszyć produkcję z konwencjonalnych źródeł energii oraz zredukować emisję zanieczyszczeń do atmosfery. Instalacja zabudowana będzie na dachach budynku Szkoły Podstawowej w Brzuśniku, na systemowych konstrukcjach montażowych aluminiowych dla dachów spadzistych krytych blachą. W szczególności projekt obejmuje zabudowę 82 szt. paneli fotowoltaicznych zorientowanych w kierunku południowo-zachodnim. Instalacja pracować będzie na potrzeby własne obiektu. W szczególności zakres robót obejmuje:

- montaż konstrukcji wsporczych dla dachów spadzistych krytych blachą – dla montażu paneli w ilości 42 szt. pod kątem 26° (dach budynku sali gimnastycznej) i 40 szt. pod kątem ok. 37° (dach budynku głównego),
- montaż ogniw fotowoltaicznych w ilości 82 szt.,
- montaż inwertera (2 kpl.),
- podłączenie przewodów elektrycznych do aparatów,
- montaż instalacji elektrycznej,
- instalacja odgromowa.

Zakres robót obejmuje również:

- wykonanie przepustów w miejscach przejść tras kablowych przez ściany, uszczelnienie przepustów,
- wykonanie bruzd w ścianach dla potrzeb prowadzenia przewodów elektrycznych i odtworzenie powierzchni ścian i stropów po wykonanych robotach wraz z odmalowaniem.

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,
- Montaż rozdzielnic AC i DC systemowych, montaż falowników,
- Doprowadzenie linii zasilającej do falownika,
- Montaż konstrukcji wsporczych,
- Montaż modułów fotowoltaicznych na konstrukcjach wsporczych,
- Ułożenie koryt kablowych,
- Ułożenie przewodów łączących ogniwa fotowoltaiczne,
- Ułożenie przewodów łączących ogniwa fotowoltaiczne z falownikiem i pośrednimi rozdzielnicami,
- Montaż inwerterów,

- Połączenie wszystkich elementów wraz z montażem pozostałych urządzeń,
- Wykonanie pomiarów elektrycznych,
- Uruchomienie systemu,
- Uporządkowanie terenu i przekazanie gotowego układu do eksploatacji Inwestorowi,
- Przeszkolenie wskazanych osób w zakresie obsługi oraz procedur w przypadkach nieprawidłowej pracy instalacji.

1.4. Określenia podstawowe

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

- moduły fotowoltaiczne na konstrukcjach wsporczych wolnostojących wbijanych w grunt,
- inwertery,
- instalacja prądu stałego,
- trójfazowa instalacja elektryczna prądu przemiennego,
- instalacja odgromowa i przepięciowa.

1.4.1. Moduły fotowoltaiczne

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

1.4.2. Inwerter fotowoltaiczny

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

1.4.3. Rozdzielnica elektryczna

Urządzenie elektryczne służące do rozdziału i zabezpieczenia sieci elektrycznej.

2. MATERIAŁY

2.2. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

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

2.3. Elementy gotowe

2.3.1. Ogniwa fotowoltaiczne

W instalacji fotowoltaicznej należy zastosować moduły monokrystaliczne. Moduły fotowoltaiczne muszą charakteryzować się parametrami o wartościach nie gorszych niż określone w tabeli.

| DANE ELEKTRYCZNE MODUŁU W WARUNKACH STC | | |
|--|-----------------------------|--------------------------|
| Moc maksymalna | P_{PV} | 405 Wp |
| Napięcie obwodu otwartego | V_{oc} | 37.20 V |
| Prąd zwarciov | I_{sc} | 13.76 A |
| Napięcie w punkcie mocy maksymalnej | V_{MPP} | 31.26 V |
| Natężenie prądu w punkcie mocy maksymalnej | I_{MPP} | 12.96 A |
| Sprawność | η_{PV} | 20.9 |
| Współczynnik temperaturowy mocy | α | -0.35 |
| Współczynnik temperaturowy napięcia obwodu otwartego | β | -0.27 |
| Współczynnik temperaturowy prądu zwarciov | γ | 0.045 |
| Maksymalne napięcie systemu | $V_{MAX. PV}$ | 1500 V |
| Dopuszczalny maksymalny prąd wsteczny | $I_{REV. MAX. PV}$ | 25 A |
| Maksymalne obciążenie mechaniczne (śnieg) | ML_S | 5400 Pa |
| Maksymalne obciążenie mechaniczne (wiatr) | ML_W | 2400 Pa |
| Zakres temperaturowy pracy modułu | $T_{MIN. PV} - T_{MAX. PV}$ | -40 - +85 °C |
| Wymiary (długość, szerokość, głębokość) | $D \times S \times G.$ | 1708.00x1133.00x30.00 mm |
| Współczynnik wypełnienia (tzw. Fill Factor) | FF | 79.1% |
| Waga | m | 21.50 kg |

Certyfikaty i badania:

Deklaracja zgodności potwierdzająca normy:

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

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

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

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

2.3.2. Inwerter fotowoltaiczny

Inwerter pełni rolę konwertera energii elektrycznej powstałej w modułach fotowoltaicznych, w postaci napięcia i natężenia prądu stałego, na energię o parametrach występujących w instalacji elektrycznej obiektu, tj. napięcia i natężenia prądu przemiennego. W projektowanej instalacji zastosowane zostaną 2 falowniki przeznaczony do współpracy z 3-fazową instalacją elektryczną w obiekcie, charakteryzujący się następującymi parametrami:

| DANE WYJŚCIOWE AC | | |
|---------------------------|-----------------------|---------------|
| Moc znamionowa AC | P_{AC} | 15000 W |
| Maksymalny prąd wyjściowy | $I_{AC \text{ MAX.}}$ | 23.9 A |
| Napięcie sieciowe | V_{AC} | 230 V / 400 V |
| Zakres częstotliwości | f | 45 Hz - 65 Hz |

| DANE WEJŚCIOWE DC | | |
|-----------------------------------|---|----------------|
| Maksymalna moc wejściowa | $P_{DC \text{ MAX.}}$ | Wp |
| maksymalny prąd wejściowy na MPPT | $I_{DC \text{ MPPT1 MAX.}}$ | 33 A |
| Minimalne napięcie wejściowe | $V_{DC \text{ MIN.}}$ | 320 V |
| Napięcie rozpoczęcia pracy | $V_{DC \text{ START}}$ | 200 V |
| Znamionowe napięcie wejściowe | V_{DC} | 1000 V |
| Maksymalne napięcie wejściowe | $V_{DC \text{ MAX.}}$ | 1000 V |
| Liczba MPPT | L_{MPPT} | 2 |
| Liczba łańcuchów na MPPT | $L_{\text{STRING MPPT}}$ | 3 |
| Zakres napięć MPP | $V_{\text{MPP MIN.}} - V_{\text{MPP MAX.}}$ | 320 V - 1000 V |

| INNE DANE | | |
|------------------------------------|---|---------------------|
| Stopień ochrony obudowy urządzenia | IP_{XY}^{-1} | 66 |
| Topologia falownika | T | beztransfornatorowy |
| Temperatura otoczenia falownika | $T_{A \text{ MIN.}} - T_{A \text{ MAX.}}$ | -40 °C - 60 °C |

Projektuje się zastosowanie inwerterów posiadających podstawowe certyfikaty potwierdzające zgodności z normami w odniesieniu do parametrów i bezpieczeństwa: EN 50549(-1,-2):2019 - Wymagania dla instalacji mikrogeneracyjnych przeznaczonych do równoległego przyłączania do publicznych sieci dystrybucyjnych niskiego napięcia.

2.3.3. Konstrukcja dla potrzeb montażu modułów PV

Dopuszcza się zastosowanie konstrukcji nośnej, dla której przeprowadzone zostały przez niezależny Instytut badawczy badania wg metody ITB lub równoważnej w zakresie:

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

- ✓ w zakresie parcia wiatru i obciążenie śniegiem min. 5,5 kN/m²
- ✓ w zakresie ssanie wiatru min. 2,4 kN/m²

Cechy techniczne konstrukcji nośnych dla paneli fotowoltaicznych:

- klasyfikacja wyrobów pod kątem kształtu, wymiarów na zgodność z PN-EN 755-9:2010.
- Klasyfikacja kształtowników aluminiowych pod kątem trwałości wg normy PN-EN 1999-11:2011. W tym zakresie powinna spełniać min klasę B bez powłoki ochronnej i musi być potwierdzenie, że może być stosowana w środowiskach o danej kategorii korozyjności atmosferycznej wg normy PN-EN ISO 12944-2:2001.

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

2.3.4. Rozdzielnica RAC

W projektowanych rozdzielnicach RAC instalacji fotowoltaicznej znajdować się będą zabezpieczenia kabli zasilających od inwerterów, ochronniki przepięciowe, rozłącznik, wyłącznik nadprądowy, styczniki. Rozdzielnicę należy wykonać w obudowach o stopniu ochrony IP65, odpornych na warunki atmosferyczne, przystosowanych do montażu wewnątrz budynku.

2.3.5. Przewody

2.3.5.1. Strona stałoprądowa DC

Okablowanie prowadzić w rurach osłonowych pod konstrukcjami nośnymi paneli, bądź na poziomie poddasza. Okablowanie mocować do konstrukcji plastikowymi opaskami zaciskowymi w sposób uniemożliwiający kontakt z powierzchnią pod panelami. W celu zminimalizowania strat mocy w przewodach, poszczególne moduły w obwodzie każdego łańcucha należy rozmieszczać w miarę możliwości jak najbardziej równomiernie. Kable zostaną sprowadzone od rozdzielni fotowoltaicznej w kierunku inwerterów w rurach osłonowych z wykorzystaniem prefabrykowanych rur z PCV. Dla instalacji dobrano przewód o przekroju 16mm².

2.3.5.2. Strona zmiennoprądowa AC

Z uwagi na wartość natężenia wyjściowego z inwertera i obciążalność dopuszczalna przewodów należy zastosować kable typu YKY o przekroju nie mniejszym niż 15,63 mm².

3. SPRZĘT

3.2. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Wykonawca jest zobowiązany do używania jedynie takiego sprzętu, który nie spowoduje niekorzystnego wpływu na jakość wykonywanych robót. Sprzęt używany do robót powinien być zgodny z ofertą Wykonawcy i powinien odpowiadać pod względem typów i ilości wskazaniom zawartym w STWiORB i projekcie. W przypadku braku ustaleń w wyżej wymienionych dokumentach sprzęt powinien być uzgodniony i zaakceptowany przez Inżyniera Nadzoru. Liczba i wydajność sprzętu będzie gwarantować przeprowadzenie robót, zgodnie z

zasadami określonymi w dokumentacji projektowej, ST i wskazaniach Inspektora Nadzoru w terminie przewidzianym kontraktem. Sprzęt będący własnością Wykonawcy lub wynajęty do wykonania robót ma być utrzymywany w dobrym stanie i gotowości do pracy. Będzie on zgodny z polskimi normami ochrony środowiska i przepisami dotyczącymi jego użytkowania lub odpowiednimi normami krajów Unii Europejskiej gdy ich zakres dopuszcza prawo polskie.

4. TRANSPORT

4.2. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Wykonawca jest zobowiązany do stosowania jedynie takich środków transportu, które nie wpłyną niekorzystnie na jakość wykonywanych robót i właściwości przewożonych materiałów. Przy ruchu na drogach publicznych pojazdy będą spełniać wymagania dotyczące przepisów ruchu drogowego w odniesieniu do dopuszczalnych obciążeń na osie i innych parametrów technicznych. Wykonawca będzie utrzymywać w czystości drogi publiczne oraz dojazdy do placu budowy, na własny koszt.

4.3. Transport materiałów i ogniw fotowoltaicznych

Urządzenia transportowe powinny być przystosowane do rodzaju transportowanych materiałów. Przewożone materiały powinny być układane zgodnie z warunkami transportu określonymi przez wytwórcę, oraz zabezpieczone przed ich przemieszczaniem podczas transportu.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.2. Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót

Do rozpoczęcia montażu instalacji można przystąpić po stwierdzeniu przez kierownika /koordynatora robót, że:

- obiekt odpowiada warunkom zgodnym z przepisami bezpieczeństwa pracy do prowadzenia prac instalacyjnych,
- sporządzeniu planu „BIOZ” przez kierownika robót lub inną osobę do tego upoważnioną,
- elementy budowlano-konstrukcyjne, mające wpływ na montaż urządzeń instalacji fotowoltaicznej odpowiadają założeniom projektowym.

5.3. Szczegółowe warunki wykonywania robót instalacji

5.3.1. Montaż tablic rozdzielczych

Dla tablic rozdzielczych natynkowych należy montować do ścian budynku lub specjalnej konstrukcji zamontowanej na obiekcie stosując odpowiednie kołki rozporowe lub śruby montażowe. Dla tablice rozdzielcze stojące należy je ustawiać następująco:

- w przypadku ustawienia urządzenia na kształtownikach, związanych z podłożem w toku prac budowlanych, przykręcić do nich ramę dolną urządzenia

- w przypadku ustawiania urządzenia bezpośrednio na podłożu, w którym zostały wykonane zagłębienia pod kotwy, umieścić śruby kotwiące w przewidzianych do tego celu otworach w konstrukcji urządzenia, założyć podkładki i nakrętki, a następnie zalać śruby betonem; po stwardnieniu betonu nakrętki na śrubach kotwiących należy dokręcić do oporu,
- w przypadku ustawiania lekkich urządzeń bezpośrednio na podłożu, przewidywanych do mocowania za pomocą kołków rozporowych, należy po ustawieniu urządzenia w miejscu przeznaczenia oznaczyć punkty osadzenia kołków; po usunięciu urządzenia wywiercić otwory, założyć kołki i umocować urządzenia po ponownym ustawieniu na właściwym miejscu,

W przypadku, gdy urządzenie jest dostarczane w zestawach transportowych, należy wszystkie zestawy ustawić na miejscu i połączyć odpowiednimi śrubami.

Urządzenia skrzynkowe montowane na podłożu, dostarczane na miejsce montażu wraz z przykręconą do nich konstrukcją nośną, należy wstawić w przygotowane otwory w podłożu i zalać betonem; przed zalaniem otworów betonem urządzenia należy unieruchomić w sposób pewny i bezpieczny. Po ustawieniu urządzenia należy zainstalować aparaty i urządzenia zdjęte na czas transportu i dostarczone w oddzielnych opakowaniach, dokręcić w sposób pewny wszystkie śruby i wkręty w połączeniach elektrycznych i mechanicznych, założyć osłony zdjęte na czas montażu.

5.3.2. Sieci wewnętrzne niskiego napięcia

- a) Przewody należy prowadzić w rurach izolacyjnych na odcinkach ułożonych w tynku lub w listwach instalacyjnych natynkowo.
- b) Kable lub przewody w osłonach należy kłaść bardzo starannie. Należy zapewnić takie wykonanie, aby przewody uszkodzone mogły być wymieniane bez konieczności rozkuwania ścian.
- c) Najmniejsze dopuszczalne odległości kabli od rurociągów wentylacyjnych, wodociągowych i gazowych wynoszą 20 cm,
- d) Przejścia kabli przez wewnętrzne ściany pomieszczeń, przegrody i stropy należy wykonywać w rurach lub innych osłonach otaczających, rury należy uszczelnić. Przejścia kabli pomiędzy strefami pożarowymi należy uszczelnić materiałem o takiej odporności ogniowej jak ściana lub strop pomiędzy strefami pożarowymi. Przy skrzyżowaniu kabli z innymi kablami lub z innymi przewodami izolowanymi, odległość w świetle pomiędzy nimi powinna wynosić, co najmniej 5 cm.

5.3.3. Instalacja wewnętrzna

a) Wymagania ogólne

Tablice z aparaturą zabezpieczającą należy sytuować w taki sposób, aby zapewnić:

- łatwy dostęp,
- zabezpieczenie przed dostępem niepowołanych osób.

b) Trasowanie instalacji

Trasowanie należy wykonać uwzględniając 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. Przewody w korytkach układać w sposób uporządkowany. Po stronie wykonawcy leży podłączenie instalacji fotowoltaicznej do sieci energetycznej. Przed przystąpieniem do prac należy dokonać zgłoszenia oraz ewentualnych ustaleń podłączenia instalacji fotowoltaicznej z odpowiedniego Oddziału OSD.

5.4. Instalacja fotowoltaiczna

5.4.1. Montaż modułów

Montaż modułów wykonać zgodnie z wytycznymi producenta i projektem budowlano-wykonawczym. Należy zachować szczególną uwagę podczas montażu na powierzchnię modułów, aby nie uległa porysowaniu. W przypadku ochrony powierzchni modułów za pomocą folii ochronnej, folię należy usunąć po zamontowaniu i podłączeniu modułów. Optymalne ustawienie modułów to 15° odchylenia od poziomu i kierunek 0° południe. Ze względu na układ budynku założono kierunek ustawienia paneli południowo-zachodni. Wykonawca instalacji zobligowany jest do przedstawienia przed wykonaniem montażu paneli opinii technicznej dotyczącej sposobu montażu urządzeń wraz z konstrukcjami wsporczymi.

5.4.2. Montaż przewodów

Wszystkie połączenia elementów instalacji fotowoltaicznej może wykonywać jedynie osoba posiadająca co najmniej uprawnienia elektryczne E (do 1 kV) i przeszkolona w zakresie prac montażowych systemów PV. Kable solarne prądu stałego należy układać tak, aby plusowy i minusowy określały możliwie najmniejszą powierzchnię. Powinny być przymocowane do górnego profilu konstrukcji nośnej opaskami zaciskowymi (plastycznymi), aby nie miały kontaktu z powierzchnią pod modułem PV. Należy pamiętać, że moduł fotowoltaiczny wytwarza napięcie bezpośrednio w momencie naświetlenia go przez promienie słoneczne, wobec czego podczas montażu należy stosować narzędzia i środki zapewniające bezpieczeństwo od porażenia prądem elektrycznym.

5.4.3. Montaż inwertera

Montaż i podłączenie inwertera zarówno po stronie DC, jak i AC wykonać ściśle według instrukcji producenta. Inwertery zlokalizowane będą w sąsiedztwie RG.

5.4.4. System zarządzania instalacją

Projektuje się monitoring parametrów pracy instalacji fotowoltaicznej oparty na rejestratorze danych wbudowanym w inwerter. Wymiana informacji następować będzie przewodowo poprzez sieć wewnętrzną. Do systemu przekazywane będą informacje o pracy systemu, ilości wyprodukowanej energii oraz przypadkach awarii systemu. Instalację wymiany informacji między urządzeniami należy wykonać przewodami sygnałowymi.

5.4.5. Odbiór robót

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

- 1) dokumentację powykonawczą zawierającą zaktualizowany projekt techniczny z naniesionymi zmianami w czasie wykonawstwa uzgodnioną z projektantem,
- 2) dokumentację prawną montażu, tj.
 - protokół pomiarów elektrycznych,
 - protokoły odbiorów częściowych,
 - certyfikaty i atesty zamontowanych urządzeń.

Odbioru dokonuje komisja w składzie:

- przedstawiciel Zamawiającego,
- przedstawiciel Użytkownika,
- kierownik/koordynator robót Wykonawcy,
- inspektor nadzoru inwestorskiego.

Wykaz czynności, które należy wykonać w czasie odbioru:

- sprawdzenie użytych materiałów w zakresie zgodności z obowiązującymi normami,
- sprawdzenie wykonania instalacji w zakresie zgodności z projektem technicznym,

- sprawdzenie, czy typ przewodu odpowiada, pod względem przepisów, danemu urządzeniu, do którego jest podłączony.

5.5. Instalacja odgromowa (LPS)

Zakłada się, że wszystkie części instalacji fotowoltaicznej posiadać będą ochronę odgromową. Realizowana ona będzie przez zastosowanie układu zwodów pionowych:

- iglica pionowa AL, l=2,5 m – 2 szt., montaż na blasze – budynek główny
 - iglica pionowa AL, l=2,0 m – 2 szt., montaż na blasze – budynek główny
 - iglica pionowa AL, l=3,0 m – 8 szt., montaż na blasze – budynek sali gimnastycznej
- obejmującym swoim obszarem ochronnym pole instalacji na dachu budynku. Wyliczona klasa ochronności - III wg normy IEC 1024/1995. Zwody pionowe instalacji odgromowej należy podłączyć do zwodu poziomego niskiego i do istniejącego uziomu otokowego (lub zastosować uziomy pionowe pomiedziowane typu szpilka o dł. 3,0 m każdy, rozstaw min. 4,0 m). Stan techniczny uziomu otokowego i jego przydatność sprawdzić po jego punktowym odkopaniu. Dodatkowo inwerter będzie posiadać ochronniki przepięciowe. Do elementów wymagających ochrony, prac antykorozyjne należy wykonać zgodnie z wymaganiami normy PN -71/E-97053, 79/H-97070, 93/E - 04500 oraz N SEP - E - 001. Konstrukcje winny być zabezpieczone antykorozyjnie przez cynkowanie na gorąco.

5.6. Układanie kabli

Kable powinny być układane w sposób wykluczający ich uszkodzenie przez zginanie, skręcanie, rozciąganie itp. Temperatura otoczenia przy układaniu kabli nie powinna być mniejsza niż 0°C. Układanie kabli powinno być zgodne z normą N SEP-E-004.

Kabel należy zginać jedynie w wypadkach koniecznych, przy czym promień gięcia powinien być możliwie duży, jednak nie mniejszy od 20-krotnej średnicy zewnętrznej kabla lub podanego w instrukcji wytwórcy.

Zaleca się przy wprowadzeniu kabli do przepustów kablowych, mufowaniu, pozostawienie około 2,5-metrowych zapasów eksploatacyjnych kabla.

Okablowanie prowadzić pod konstrukcjami wsporczymi paneli fotowoltaicznych. 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.

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

Parametry stosowanych konstrukcji nośnych paneli fotowoltaicznych powinny być zgodne z wymaganiami zawartymi w dokumentacji oraz DTR producenta.

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 zdemontowane i ponownie wykonane na koszt Wykonawcy.

6.5. 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 1,0kV i powyżej 1kV;
- wyłączenia urządzeń rozdzielczych pod napięciem,
- wyłączenia napięcia na poszczególne obwody odbiorcze,
- wyłączenie napięcia istniejącej instalacji i tablic rozdzielczych przeznaczonych do demontażu,
- pomiary skuteczności ochrony od porażeń.

Monterzy wykonujący prace powinni mieć właściwe uprawnienia SEP-owskie oraz badania lekarskie. Na placu budowy razem z instalacją elektrycznymi będą wykonywane instalacje innych branż. Przewidywanie zagrożenia występujące podczas realizacji inwestycji. Mogą wystąpić następujące zagrożenia podczas pracy:

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

Sposób prowadzenia instruktażu BHP. Przed przystąpieniem do pracy kierownik budowy 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 razie potrzeby stosowania sprzętu ochrony osobistej.

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.

7.2.Odbiór robót

Przejęcia robót należy dokonywać zgodnie z Polskimi Normami i wymaganiami Prawa Budowlanego. Odbiorom robót podlegają wszystkie operacje związane z montażem urządzeń i ułożenia przewodów. Odbioru dokonuje Inspektor 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.

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 1-4 .

1. Charakterystyki U-I każdego z łańcuchów modułów wykonane przy natężeniu promieniowania słonecznego minimum 700 W/m^2 . Dane z pomiarów muszą zawierać adnotacje odnośnie temperatury modułu w czasie wykonywanego testu, natężenia promieniowania słonecznego, przy jakim został wykonany pomiar.
2. Pomiar mocy poszczególnych łańcuchów PV modułów przy natężeniu promieniowania słonecznego minimum 700 W/m^2
3. Pomiar mocy czynnej każdego z falowników i współczynnika mocy przy natężeniu promieniowania słonecznego minimum 700 W/m^2 z adnotacją o warunkach meteorologicznych, przy jakim został wykonany pomiar (temperatura otoczenia, natężenie promieniowania słonecznego, prędkość wiatru).
4. Badanie termowizyjne pracujących modułów fotowoltaicznych przy natężeniu promieniowania słonecznego minimum 700 W/m^2 .

7.3. Odbiór częściowy

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

7.4. Odbiór międzyoperacyjny

Odbiorowi międzyoperacyjnemu podlegają:

- sposób prowadzenia przewodów poziomych i pionowych,
- montaż konstrukcji wsporczych,
- montaż urządzeń podstawowych.

7.5. Odbiór końcowy

Odbiorowi końcowemu podlega:

- sprawdzenie kompletności dokumentacji do odbioru technicznego końcowego (polegające na sprawdzeniu protokołów badań przeprowadzonych przy odbiorach technicznych częściowych),
- wyniki badań przeprowadzonych podczas odbioru końcowego poszczególnych instalacji należy uznać za dokładne, jeżeli wszystkie wymagania zostały spełnione,
- jeżeli któreś z wymagań przy odbiorze technicznym końcowym nie zostało spełnione, należy ocenić jego wpływ na stopień sprawności działania instalacji i w zależności od tego określić konieczne dalsze postępowanie.

Przy odbiorze instalacji należy przedstawić co najmniej następujące dokumenty:

- dokumentacja powykonawcza,
- atesty i zaświadczenia,
- protokoły odbiorów częściowych dla tych elementów instalacji, które po zakończeniu robót budowlanych zostały zakryte,
- protokoły pomiarów.

Przy odbiorze końcowym należy w szczególności skontrolować:

- użycie właściwych materiałów i elementów urządzenia,
- prawidłowość wykonania połączeń,
- prawidłowość zamontowania armatury,
- prawidłowość działania wszystkich zamontowanych urządzeń,
- zgodność wykonania instalacji z dokumentacją techniczną.

7.6. Kontrola zgodności wykonania prac

Do odbioru należy przedłożyć dokumentację powykonawczą, wraz z wymaganymi badaniami i pomiarami.

Dokumentacja powykonawcza powinna zawierać:

- kompletną dokumentację techniczną powykonawczą, składającą się z poszczególnych dokumentów składowych projektu uaktualnionych o wprowadzone zmiany w 1 egzemplarzach,
- protokoły, badania i pomiary w 1 egzemplarzach,
- instrukcje funkcjonowania, obsługi i konserwacji potrzebne do eksploatacji urządzeń w 1 egzemplarzach.

8. PRZEPISY ZWIĄZANE

Normy

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

Inne dokumenty

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