

WYMAGANIA ODNOŚNIE DOSTAWY I MONTAŻU INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

BRANŻA ELEKTRYCZNA

KODY CPV

09331200-0 Słoneczne moduły fotoelektryczne
45311100-1 Roboty w zakresie okablowania elektrycznego

Inwestor:	PSONI Koło w Jarosławiu ul Wilsona 6a 37-500 Jarosław
Nazwa opracowania:	„Instalacja fotowoltaiczna na dachach budynków Zakładu Aktywności Zawodowej PSONI Koło w Jarosławiu
Adres inwestycji:	1. ul. Konfederacka 13, 37-500 Jarosław Działki o numerze ewid. 1496/4,1496/24. 2. ul. Wilsona 6b, 37-500 Jarosław Działka o numerze ewid. 2700.

1. WSTĘP

1.1 *Przedmiot opracowania*

Przedmiotem opracowania są wymagania dotyczące dostawy, montażu i odbioru systemu fotowoltaicznego. Niniejsze opracowanie ma zastosowanie do zaprojektowanych rozwiązań technologicznych i technicznych systemów wspomagających prawidłowe działanie i integrację instalacji z pozostałymi systemami w budynku, z uwzględnieniem bezpieczeństwa zatrudnionych w budynku osób i mienia.

1.2 *Zakres opracowania*

Ustalenia zawarte w opracowaniu, obejmują wszystkie czynności umożliwiające i mające na celu wykonanie wszystkich prac objętych projektem na obiekcie.

Instalacja systemu fotowoltaicznego obejmuje:

- panele fotowoltaiczne w technologii krzemowej montowane na konstrukcji systemowej montowanej na dachu,
- infrastrukturę pozwalającą na oddanie wytworzonej energii do wewnętrznej sieci energetycznej budynku,
- infrastrukturę systemu fotowoltaicznego.

2. WYKONANIE PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

Przedmiot zamówienia powinien być wykonany z uwzględnieniem wszystkich uwarunkowań podanych w niniejszym dokumencie. Zastosowane materiały i rozwiązania muszą uzyskać zgodę Projektanta.

2.1 *Określenia podstawowe*

Określenia podane w niniejszym dokumencie są zgodne z właściwymi obowiązującymi przepisami, właściwymi zharmonizowanymi Polskimi lub Europejskimi Normami, w szczególności:

- *aparatura rozdzielcza i sterownicza* - ogólna nazwa aparatów elektrycznych, a także zespół tych aparatów ze związanym wyposażeniem, wewnętrznymi połączeniami, osprzętem, obudowami i konstrukcjami wsporczymi - służących do łączenia, sterowania, pomiaru, zabezpieczeń i regulacji pracy obwodów elektrycznych,
- *instalacja elektryczna* - zespół odpowiednio połączonych przewodów i kabli wraz ze sprzętem i osprzętem elektroinstalacyjnym, a także urządzeniami oraz aparatami - przeznaczony do przesyłu, rozdziału, zabezpieczenia i zasilania odbiorników energii elektrycznej,
- *rozdzielnica* - zespół odpowiednio dobranej i wzajemnie połączonej aparatury rozdzielczej, zabezpieczeniowej, łączeniowej i pomiarowo-kontrolnej, usytuowany w szafce wolnostojącej, przyścienniej lub wnękowej,
- *system fotowoltaiczny* - autonomiczny zespół do wytwarzania energii elektrycznej, składający się z paneli fotowoltaicznych, który za pośrednictwem inwerterów przetwarza energię słoneczną na elektryczną i oddaje ją do

wewnętrznej sieci energetycznej użytkownika,

- *tablica rozdzielcza* - zespół odpowiednio dobranej i wzajemnie połączonej aparatury rozdzielczej, zabezpieczeniowej, łączeniowej i pomiarowo-kontrolnej, usytuowany w szafce wiszącej, naściennej lub wnękowej - z jednej strony połączony ze złączem doprowadzającym energię elektryczną z sieci, a z drugiej - instalacjami odbiorczymi,
- *instalacja odgromowa* – instalacja chroniąca obiekty przed porażeniem wynikłym z wyładowań piorunowych,
- *zwody* – element instalacji odgromowej bezpośrednio przyjmujący wyładowania,
- *przewody odprowadzające* – przewody łączące zwody z przewodami uziemiającymi,
- *przewody uziemiające* – przewody łączące przewody odprowadzające z uziomem,
- *zaciski probiercze* – zaciski, połączenia śrubowe przewodów odprowadzających i przewodów uziemiających w celu umożliwienia pomiaru rezystancji uziomu lub sprawdzenia ciągłości galwanicznej części nadziemnej instalacji odgromowej,
- *uziom* - metalowa elektroda lub zespół elektrod umieszczona w wilgotnej warstwie gruntu, zapewniający połączenie przedmiotów uziemianych i gruntu („ziemi”) z możliwie małą rezystancją.

2.2 Ogólne wymagania dotyczące robót

Dostawca jest odpowiedzialny za jakość wykonania prac montażowych i ich zgodność z Dokumentacją Projektową, Specyfikacją Techniczną i poleceniami Przedstawiciela Inwestora, Inspektora Nadzoru oraz sposób ich prowadzenia zgodny z obowiązującymi normami i przepisami przestrzegając przepisów BHP, bezpieczeństwa p.poż. oraz bezpieczeństwa ruchu.

3. MATERIAŁY

3.1 Uwagi dotyczące stosowanych materiałów

Wszelkie przywołane nazwy własne produktów i materiałów służą określeniu pożądanego standardu właściwości i wymogów technicznych założonych w dokumentacji technicznej dla danych rozwiązań. Dopuszcza się zamienne rozwiązania (w oparciu, na produktach innych producentów) pod warunkiem spełnienia wszystkich poniższych warunków:

- spełnienia co najmniej tych samych właściwości technicznych,
- przedstawieniu zamiennych rozwiązań na piśmie (dane techniczne, atesty, dopuszczenia do stosowania) na etapie przetargu,
- uzyskaniu akceptacji Projektanta dla zamiennych, równoważnych rozwiązań na etapie przetargu,
- uzyskaniu akceptacji inwestora i projektanta po przedstawieniu wyczerpujących parametrów technicznych i wizualnych proponowanych rozwiązań.

3.2 Ogólne wymagania

Wszystkie zakupione przez Dostawcę materiały, dla których normy PN i BN przewidują posiadanie zaświadczenia o jakości lub atestu, powinny być zaopatrzone przez producenta w taki dokument. Przy wykonaniu instalacji elektrycznych wewnętrznych i zewnętrznych należy stosować materiały elektryczne zgodne z Dokumentacją Projektową, a także winny mieć certyfikaty CE.

3.3 Podstawowe wymagania dotyczące rozdzielnic

Napięcie izolacji rozdzielnic powinno być dostosowane do największego napięcia znamionowego instalacji. Rozdzielnice powinny zapewniać poprawną i bezpieczną pracę instalacji i urządzeń elektrycznych w obiekcie, zaciski rozdzielnic powinny być dostosowane do przekrojów i średnic przewodów, rurek oraz uchwytów stosowanych podczas montażu. Rozdzielnice powinny być wyposażone w szyny, zaciski i przystosowane do układu sieciowego TN-C. Przewody ochronne powinny być oznaczone kombinacją barw żółtej i zielonej. Rozdzielnice powinny być przystosowane do wprowadzenia kabli i przewodów od góry na zaciski przyłączeniowe. Rozdzielnicę należy wykonać w oparciu o całociowy, prefabrykowany system. Wszystkie końce przewodów wpinane pod zaciski aparatów powinny być oznakowane oznacznikami. Rozdzielnice powinny posiadać oznakowania wykonane w sposób wyraźny, jasny i w kolorze kontrastowym z kolorem rozdzielnic. Należy na rozdzielnicach umieścić oznakowanie ostrzegawcze. Rozdzielnice należy wyposażyć w aktualny schemat elektryczny umieszczony w dostępnym miejscu.

3.4 Wymagania dotyczące materiałów, ich przechowywania i składowania

Dostawca jest zobowiązany do przedstawienia Inwestorowi szczegółowych informacji oraz odpowiednich aprobat technicznych lub świadectw badań laboratoryjnych do zatwierdzenia. Dostawca powinien dostarczyć i wykorzystać wyłącznie nowe, wcześniej nieużywane materiały i elementy konstrukcyjne.

Dostawca zapewni, aby tymczasowo składowane materiały, do czasu gdy będą potrzebne do montażu, były zabezpieczone przed zanieczyszczeniem, zachowały swoje właściwości i były dostępne do kontroli przez Inwestora. Miejsca czasowego składowania materiałów będą zlokalizowane w obrębie terenu budowy w punktach uzgodnionych z Inwestorem.

Wszystkie użyte w dokumentacji projektowej nazwy materiałów i urządzeń, ich typy i symbole, a znajdujące się w opisie technicznym lub na rysunkach, są przyjęte ze względów poziomu szczegółowości wykonania w zakresie spełnienia Polskich Norm, obliczeń techniczno-eksploatacyjnych oraz układów instalacyjnych z nimi powiązanych.

4. SPRZĘT

4.1 Wymagania dotyczące stosowanego sprzętu

Dostawca jest zobowiązany do używania jedynie takiego sprzętu, który nie spowoduje niekorzystnego wpływu na jakość wykonywanych robót. Sprzęt

używany do prac powinien być zgodny z ofertą Dostawcy i powinien odpowiadać pod względem typów i ilości zawartych w projekcie organizacji robót, zatwierdzonym przez Inwestora. Liczba i wydajność sprzętu będzie gwarantować przeprowadzenie robót zgodnie z zasadami określonymi w dokumentacji projektowej i wskazaniemi określonymi przez Inwestora w terminie przewidzianym umową.

Sprzęt będący własnością Dostawcy lub wynajęty musi być utrzymywany w dobrym stanie i gotowości do pracy. Będzie spełniał normy ochrony środowiska i przepisy jego użytkowania. Dostawca dostarczy Inwestorowi kopie dokumentów potwierdzających dopuszczenie sprzętu do użytkowania, tam gdzie jest to wymagane przepisami.

Jeżeli dokumentacja projektowa przewiduje możliwość wariantowego użycia sprzętu przy wykonywanych prac, Dostawca powiadomi Inwestora o swoim zamiarze wyboru i uzyska jego akceptację przed użyciem sprzętu. Wybrany sprzęt po akceptacji Inwestora nie może być później zmieniany bez jego zgody.

Liczba i wydajność sprzętu powinna gwarantować wykonanie robót zgodnie z zasadami określonymi w dokumentacji projektowej i w terminie przewidzianym kontraktem.

5. TRANSPORT

Dostawca jest zobowiązany do stosowania jedynie takich środków transportu, które nie wpłyną niekorzystnie na jakość i właściwości przewożonych materiałów. Przy transporcie modułów fotowoltaicznych należy zachować szczególną ostrożność. Moduły należy transportować w **pozycji pionowej** i odpowiednio zabezpieczyć, aby nie spowodować ich uszkodzeń (widocznych uszkodzeń mechanicznych, oraz uszkodzeń nie widocznych gołym okiem tzw. mikropęknięć, wpływających negatywnie na dalszą pracę modułów). Należy zadbać o osłony, oraz o przekładki między modułami.

6. INSTALACJE

Należy zwrócić uwagę, aby wszystkie urządzenia podłączone do instalacji odpowiadały normom przedmiotowym.

Jeżeli w instalacji współpracują urządzenia różnych producentów, dostawcy tych urządzeń powinni dostarczyć deklaracje producentów o kompatybilności urządzeń lub informacja taka powinna być zawarta w certyfikacie jednostki certyfikującej.

6.1 Okablowanie

Kable powinny spełniać wymagania producenta lub dostawcy wyposażenia. Szczególną uwagę należy zwrócić na obciążalność prądową oraz tłumienie sygnałów danych. W zakresie rodzajów kabli i ich stosowania należy przestrzegać zaleceń postanowień krajowych. Okablowanie powinno być wykonane zgodnie z zasadami wiedzy technicznej, oraz w sposób umożliwiający bezpieczną eksploatację.

6.2 Zabezpieczenie przed uszkodzeniem mechanicznym

Kable powinny być układane w miejscach wystarczająco bezpiecznych (korytka kablowe, szyby kablowe, kanały kablowe, listwy elektroinstalacyjne). Wytrzymałość mechaniczna kabli powinna być adekwatna do sposobu i miejsca montażu. W razie potrzeby należy zastosować środki dodatkowej ochrony mechanicznej.

6.3 Drabinki i korytka kablowe

Do układania kabli i przewodów na dachu należy wykorzystać drabinki i korytka kablowe o szerokościach dostosowanych do ilości i wielkości prowadzonych kabli i przewodów. Stosowany osprzęt powinien być przystosowany do zmiennych warunków atmosferycznych.

6.4 Moduły fotowoltaiczne

Montaż, instalacja i uruchomienie modułów słonecznych wymaga zaawansowanej wiedzy specjalistycznej i doświadczenia, dlatego mogą je wykonywać tylko specjaliści (np. elektrycy), którzy posiadają udokumentowane odpowiednie przygotowanie.

Podczas instalacji i konserwacji modułów słonecznych należy przestrzegać obowiązujących przepisów i wskazówek bezpieczeństwa z zakresu montażu urządzeń i instalacji elektrycznych oraz przepisów właściwych zakładów energetycznych dotyczących równoległej pracy sieciowej instalacji prądu stałego. Przed instalacją należy sprawdzić, czy moduł słoneczny nie ma uszkodzeń mechanicznych. Nie można montować uszkodzonych modułów słonecznych (np. modułów z pękniętymi elementami szklanymi, uszkodzeniami tylnego szkła). Uszkodzenie tylnego szkła może mieć poważne skutki (rozwarstwienie, zagrożenie życia i zdrowia). Moduł słoneczny należy koniecznie rozstawiać tak, aby unikać zacienienia (przez pewien czas jak również częściowo, np. przez poddasza, drzewa), ponieważ może to spowodować uszkodzenia modułów słonecznych (np. powstawanie punktów nagrzewania i wynikające z tego niebezpieczeństwo pożaru), awarie generatora fotowoltaicznego i utratę mocy. Ze względu na szeregowo połączenie modułów (sumowanie napięć modułów) mogą wystąpić napięcia wyższe niż napięcie ochronne 120 V DC! Nawet przy niewielkiej sile oświetlenia należy brać pod uwagę całkowite napięcie jałowe modułów, tzn. podczas instalacji należy cały czas zwracać największą uwagę na błędy elektryczne, np. zwarcia.

Rozłączanie przewodów z prądem stałym może powodować powstawanie łuków elektrycznych. Dlatego przed rozpoczęciem każdej pracy przy instalacji słonecznej, w szczególności przed odłączeniem złączy w obwodzie prądu stałego, należy odłączyć falownik od sieci napięcia przemiennego. W przypadku instalacji dachowych moduły należy umieszczać nad ognioodpornym podłożem. Modułów słonecznych nie można instalować w pobliżu łatwopalnych substancji, gazów lub oparów. Nigdy nie można przekraczać maksymalnego dopuszczalnego całkowitego napięcia systemowego falownika. W tym celu na podstawie ujemnego współczynnika temperatury modułów słonecznych należy obliczyć również napięcie jałowe całego systemu przy minimalnej dopuszczalnej temperaturze (patrz tabliczka znamionowa

modułu). Moduł słoneczny należy traktować jak produkt szklany i pod żadnym pozorem - w pojemniku transportowym ani w stanie zamontowanym - nie można na nim nic stawiać (np. skrzynek z narzędziami) ani na niego wchodzić, ponieważ może to spowodować widoczne i niewidoczne uszkodzenia (np. mikropęknięcia w ogniwach i m.in. przedwczesny spadek mocy). W module nie wolno wiercić otworów, przybijać ich gwoździami ani spawać. Modułów słonecznych nie wolno przytrzymywać ani transportować na kablach przyłączeniowych ani na puszcze przyłączeniowej. Modułów słonecznych nigdy nie można zostawiać swobodnie leżących lub bez zabezpieczenia. Należy przestrzegać wskazówek bezpieczeństwa producentów innych komponentów instalacji słonecznej.

Nie zezwala się na skupianie światła słonecznego na modułach za pomocą luster lub soczewek. Moduły fotowoltaiczne należy mocować tak, aby były odporne na wszystkie spodziewane obciążenia i oddziaływania warunków atmosferycznych.

Moduły fotowoltaiczne należy montować bez naprężeń mechanicznych oraz w celu skompensowania rozszerzalności materiału w wyniku wahań temperatury w odległości minimalnej 5 mm do najbliższego modułu. Przy zmianie podparcia konstrukcji należy się upewnić, że do połączeń śrubowych kabli w puszkach przyłączeniowych nie może przedostać się woda deszczowa ani skroplona. Moduły PV nie można ustawiać w nagromadzonej wodzie ani w skroplinach. Można podłączać tylko identyczne moduły słoneczne takiego samego typu i z taką samą klasą mocy. Należy pamiętać, aby w przypadku połączenia szeregowego modułów nie przekroczyć maksymalnego dopuszczalnego napięcia systemowego. Należy przestrzegać zależności temperatury napięcia modułów słonecznych, ponieważ w szczególności przy niskich temperaturach wzrasta napięcie modułów. W przypadku równoległego podłączania modułów należy zapewnić, aby w liniach podłączanych równolegle zawsze podłączyć w szeregu taką samą liczbę modułów oraz podjąć właściwe środki z zakresu ochrony przed przepięciami (np. zabezpieczenie linii). Należy pamiętać, aby nie przekraczać podanej obciążalności prądu zwrotnego IR (według obowiązującego arkusza danych). W zwykłych warunkach moduł fotowoltaiczny może wygenerować wyższy prąd i/lub wyższe napięcie niż podano w znormalizowanych warunkach kontroli. W celu określenia wartości pomiarowych napięcia podzespołów, kabli, wielkości bezpieczników i pomiaru sterowników podłączanych do wyjścia modułów fotowoltaicznych należy wartość I_{sc} i U_{oc} podaną na module pomnożyć przez współczynnik bezpieczeństwa 1,25.

7. INSTALOWANIE URZĄDZEŃ

7.1 Postanowienia ogólne

Dostawca instalacji fotowoltaicznej przed przystąpieniem do prac montażowych powinien:

- zapoznać się z projektem i ewentualne uwagi zgłosić jednostce projektowej;
- zapoznać się z dokumentacją istniejącej instalacji elektroenergetycznych itp. będących w posiadaniu inwestora, w celu uniknięcia ewentualnych kolizji przy prowadzeniu robót.

Montaż systemu powinien być przeprowadzony zgodnie z dokumentacją:

- sporządzoną w taki sposób, aby wykonawca mógł dokonać prawidłowego montażu;
- posiadającą schemat instalacji, pokazujący wzajemne połączenia elementów.

Wykonawca przy prowadzeniu robót powinien:

- stosować się do wskazówek montażowych urządzeń zawartych w projekcie;
- modyfikować założenia projektu technicznego systemu tylko w uzgodnieniu z projektantem i inwestorem, jeżeli będzie to prowadzić do lepszego wykorzystania możliwości technicznych stwarzanych przez zaprojektowany sprzęt,
- modyfikować, w uzgodnieniu z projektantem i inwestorem, konfigurację projektowanego okablowania tak, aby doprowadzić do optymalnego wykorzystania możliwości technicznych stwarzanych przez projektowany sprzęt,
- wszelkie odstępstwa od dokumentacji uzgadniać z projektantem i osobą pełniącą nadzór inwestorski,
- wszelkie problemy powinny być sygnalizowane projektantowi i osobie prowadzącej nadzór inwestorski, a po ich rozwiązaniu dokumentowane przez naniesienie modyfikacji w egzemplarzu dokumentacji powykonawczej.

Jeżeli z jakiegokolwiek powodu, przygotowany projekt w czasie montażu okaże się nieodpowiedni, to wszystkie niezbędne zmiany powinny być uzgodnione z projektantem, a uzgodnione poprawki łącznie z deklaracją zgodności wprowadzone do dokumentacji powykonawczej.

7.2 Rozmieszczenie urządzeń

Montaż urządzeń należy wykonywać zgodnie z instrukcją producenta. Rozmieszczenie urządzeń powinno być zgodne i sprawdzone z dokumentacją. Wszelkie niezgodności powinny być usuwane w trybie nadzoru autorskiego. Rozmieszczenie urządzeń powinno uwzględniać wszystkie, szczególne zagrożenia, jakie mogą wystąpić w czasie eksploatacji budynku.

Należy zapewnić dostęp do paneli PV i innych elementów i urządzeń dla celów konserwacyjnych.

8. WYKONANIE ROBÓT

8.1 Ogólne zasady wykonania robót

Dostawca przedstawi do akceptacji Projekt Organizacji i Harmonogram Robót Montażowych uwzględniający wszystkie warunki w jakich będzie wykonana instalacja elektryczna wewnętrzna i zewnętrzna.

8.2 Instalacje elektryczne

Montaż instalacji powinien być wykonany przez wykwalifikowany personel z zastosowaniem właściwych materiałów. Przed montażem koryt kablowych

wykonać trasowanie uwzględniając konstrukcję oraz bezkolizyjność z innymi elementami. Trasa powinna być prosta umożliwiającą konserwację i rozbudowę. Trasy powinny być prowadzone w liniach poziomych i pionowych. Konstrukcje wsporcze i uchwyty przewidziane do ułożenia na nich instalacji elektrycznych oraz sprzęt i osprzęt instalacyjny, powinny być zamocowane do podłoża w sposób trwały, uwzględniając warunki lokalne i technologiczne.

Połączenia między przewodami oraz między przewodami i innym wyposażeniem powinny być wykonane w taki sposób, aby był zapewniony bezpieczny i pewny styk. Wszystkie elementy wyposażenia powinny być zainstalowane tak, aby nie zostały pogorszone projektowane warunki chłodzenia.

Elementy wyposażenia mogące spowodować wzrost temperatury lub powstanie łuku elektrycznego powinny być umieszczone lub osłonięte tak, aby nie powstało ryzyko zapalenia materiałów palnych. W przypadku gdy temperatura jakiegokolwiek odsłoniętej części wyposażenia może spowodować poparzenie ludzi, części te należy umieścić lub osłonić tak, aby uniemożliwić przypadkowy kontakt z nimi.

Instalacja elektryczna powinna być wykonana tak, aby nie występowało wzajemne szkodliwe oddziaływanie między tą instalacją, a innymi instalacjami nieelektrycznymi stanowiącymi wyposażenie obiektu.

Urządzenia odłączające powinny być zainstalowane w sposób zapewniający odłączenie instalacji elektrycznej, obwodów lub poszczególnych aparatów, gdy jest to wymagane ze względu na konserwację, sprawdzenie, wykrycie uszkodzenia lub naprawę.

Wyposażenie elektryczne powinno być zainstalowane i rozmieszczone tak, aby zapewnić do niego dostęp, gdy jest to niezbędne, tj.:

- odpowiednią przestrzeń dla umożliwienia montażu oraz wykonania przewidywanych zmian i wymiany poszczególnych części wyposażenia,
- dostęp obsługi do wyposażenia w celu sprawdzenia, przeglądu, konserwacji i napraw.

Wszystkie elementy wyposażenia elektrycznego powinny być dobrane do maksymalnych zastosowanych napięć roboczych (wartość skuteczna dla prądu przemiennego), jak również do mogących wystąpić przepięć, oraz w warunkach zakłóceń w określonym czasie, podczas którego może być spodziewany przepływ prądu przetężeniowego.

Wszystkie elementy wyposażenia powinny być dobrane tak, aby były zabezpieczone przed wszelkimi oddziaływaniami oraz warunkami otoczenia i środowiska, na które mogą być narażone.

Gdy w przypadku pojawienia się niebezpieczeństwa zaistnieje konieczność natychmiastowego wyłączenia zasilania, urządzenie wyłączające powinno być łatwo dostępne i odpowiednio oznaczone w celu szybkiego jego uruchomienia. Należy zachować minimalne promienie gięcia zgodnie z PNE i instrukcjami wytwórcy.

Należy zamocować kable w sposób zapewniający ich uporządkowane ułożenie na drabinkach i w korytkach. Kable oznaczać przez zastosowanie opasek kablowych zawierających: napięcie, przekrój kabla i numer linii zasilającej. Przewody powinny być oznaczone zgodnie z PN-90/E-05023. Opaski oznaczeniowe

należy umieścić przy końcach kabla, przy odgałęzieniach od głównego ciągu rozdzielczego, wzdłuż trasy kabla w odległościach nieprzekraczających 10 m.

Aparaty, wyłączniki, przełączniki, montować w miejscach wskazanych w Dokumentacji Projektowej.

8.3 Połączenia elektryczne przewodów

- Powierzchnie stykających się elementów torów prądowych oraz przekładek i podkładek metalowych, przewodzących prąd, należy dokładnie oczyścić i wygładzić.
- Zanieczyszczone styki (zaciski aparatów, przewody i pokryte powłoką metalową ogniową lub galwaniczną należy tylko zmywać odczynnikami chemicznymi i szlifować pastą polerską).
- Powierzchnie zestyków należy zabezpieczyć przed korozją.
- Połączenia należy wykonać spawaniem, śrubami, śrubami lub w inny sposób określony w projekcie technicznym.
- Śruby, nakrętki i podkładki stalowe powinny być pokryte galwanicznie warstwą metaliczną.
- Połączenie przewidziane do umieszczenia w ziemi należy wykonać za pomocą spawania. Wszelkie połączenia elektryczne w ziemi zabezpieczyć przed korozją przez pokrycie lakierem bitumicznym lub owinięcie taśmą.
- Nie wolno stosować połączeń skręcanych. Na końcach przewodów giętkich stosować końcówki tulejkowe lub oczkowe w zależności od typu zacisku, do którego mają być połączone.

8.4 Sposób prowadzenia tras kablowych

Wszelkie trasy kablowe należy prowadzić zgodnie z projektem wykonawczym, oraz w miejscach i sposób do tego przeznaczonych. Do prowadzenia kabli i przewodów wewnątrz budynku należy wykorzystać listwy elektroinstalacyjne przewidziane dla instalacji elektrycznych wewnętrznych. Do prowadzenia kabli i przewodów na dachu należy wykorzystać systemowe rozwiązania, przeznaczone do instalacji zewnętrznych, zgodne z instrukcją montażu producenta.

8.5 Zabezpieczenie antykorozyjne

W zależności od rodzaju zastosowania, wszystkie części instalacji muszą być w odpowiedni i prawidłowy sposób zabezpieczone przed korozją. Przed naniesieniem zabezpieczenia antykorozyjnego należy przeprowadzić odrdzewianie. Po zamontowaniu należy przeprowadzić fachową naprawę miejsc uszkodzonych. Ocynkowane części metalowe, które przeznaczone są dla konstrukcji różnych, muszą być we wszystkich miejscach ocynkowane ogniowo, zgodnie z Normami. Nie wolno przeprowadzać prac spawalniczych na miejscach ocynkowanych. Uszkodzenia i miejsca przecięć powinny być zabezpieczone cynkowaniem na zimno.

8.6 Montaż urządzeń rozdzielczych i osprzętu

- Przed przystąpieniem do montażu rozdzielnic w wykonaniu n/t należy zaplanować sposób prowadzenia tras kablowych i sposób wprowadzania

przewodów i kabli do rozdzielnic.

- Montaż urządzeń rozdzielczych należy przeprowadzić zgodnie z odpowiednimi instrukcjami montażu tych urządzeń.
- Kable należy układać w sposób zapewniający szybką ich identyfikację i łatwy dostęp.
- Odgałęzienia od szyn głównych i połączenia szyn do aparatów nie powinny powodować niedopuszczalnych naciągów i naprężeń.
- W szynach zbiorczych sztywnych należy zastosować odpowiednie kompensatory.
- Najmniejsze dopuszczalne odstępy izolacyjne należy zachować zgodnie z przepisami.
- Stosować system oznaczeń i oznaczników kabli, przewodów, aparatów i urządzeń oraz połączeń wewnętrznych rozdzielnic i szaf.
- W ogólnie dostępnych instalacjach wewnętrznych należy montować aparaty zabezpieczające z pokrywami osłaniającymi części pod napięciem.
- Wszystkie aparaty należy montować w położeniu przewidzianym do pracy przez producenta.
- Wykonać (opisać) oznaczniki na przewodach i oznaczenia na listwach.
- Wykonać połączenie części metalowych obudów i konstrukcji z przewodem ochronnym PE.
- Inwertery fotowoltaiczne należy montować zgodnie z instrukcją montażu, zachowując wymagane odstępy.

8.7 Instalacje w wykonaniu szczelnym

- Przy wykonaniu szczelnym wszystkie podejścia do sprzętu, osprzętu, odbiorników i urządzeń należy uszczelniać za pomocą dławic.
- Średnice dławic i otworów uszczelniających pierścieni powinny być dostosowane do średnicy zewnętrznej przewodu lub kabla.
- Powłokę przewodu lub kabla uciąć równo z wewnętrzną ścianką obudowy sprzętu, osprzętu, aparatu lub odbiornika, do którego wprowadzany jest przewód.
- Po dokręceniu dławic, uszczelnić je dodatkowo.
- Stosować sprzęt i osprzęt natynkowy/podtynkowy w wykonaniu wymaganym przez projekt wykonawczy.

8.8 Przejścia przez ściany/stropy

Przy wykonywaniu wewnętrznych tras kablowych należy przewidzieć i wykonać przejścia przez stropy/ściany. Otwory należy wykonać w sposób nienaruszający istniejących instalacji. Po zakończeniu prac związanych z wykonywaniem otworów/przejęć, należy wszystkie przejścia przez stropy oraz przegrody, o średnicy otworu powyżej 4 cm, zabezpieczyć, dla uzyskania klasy odporności ogniowej tych elementów.

9. ODBIÓR ROBÓT

9.1 Warunki odbioru robót budowlanych, niezbędnych do wykonania instalacji elektrycznych

- Wykonawca robót budowlanych powinien zapoznać się z technologią wykonania prac budowlanych, a także stwierdzić przygotowanie robót budowlanych do wykonania prac elektromontażowych.
- Odbiór robót budowlanych niezbędnych do wykonania instalacji elektrycznych odbywa się przed przystąpieniem do wykonywania prac montażowych-elektrycznych.
- Odbiór robót od inwestora (zleceniodawcy) przeprowadza wykonawca robót elektrycznych.
- Zakres i termin odbioru robót budowlanych niezbędnych do wykonania instalacji elektrycznych, oraz stan budynku (lub jego części) przekazywanego do wykonania instalacji, powinien być zgodny z ustaleniami zawartymi w umowie o realizację inwestycji.
- Odbiór powinien być udokumentowany protokołem.

9.2 Warunki odbioru wykonanej instalacji fotowoltaicznej

9.2.1 Odbiór robót ulegających zakryciu lub zanikających

Do podstawowych obowiązków Wykonawcy prac montażowych należy zgłoszenie Inwestorowi do odbioru prac ulegających zakryciu lub zanikających.

9.2.2 Odbiór częściowy lub odbiór etapowy

- Odbiorem częściowym powinna być objęta część obiektu instalacji lub prac, stanowiąca etapową całość. Jako odbiór częściowy traktuje się również odbiór dotyczący całokształtu prac zleconych do wykonania jednemu spośród wykonawców (podwykonawcy). Odbiór częściowy ma na celu jakościowe i ilościowe sprawdzenie wykonanych robót.
- Do odbiorów częściowych zalicza się też odbiory elementów obiektu lub prac przewidzianych do zakrycia, w celu sprawdzenia jakości wykonania robót.
- Odbiór częściowy powinien być przeprowadzony komisyjnie, w obecności Inwestora (zleceniodawcy). Wykonawca obowiązany jest zawiadomić i uzgodnić z zamawiającym termin odbioru. Z odbioru robót sporządza się protokół.
- W systemie generalnego wykonawstwa robót odbiór częściowego dokonuje generalny wykonawca od podwykonawcy, a następnie Inwestor od generalnego wykonawcy. Inwestor po uzgodnieniu z generalnym wykonawcą może przeprowadzić odbiór częściowy równocześnie z odbiorem od podwykonawcy przez generalnego wykonawcę. W przypadku bezpośredniego wykonawstwa odbiór częściowy ogranicza się od odbioru przez Inwestora.

9.2.3 Rozruch technologiczny

O potrzebie i zakresie rozruchu technologicznego decyduje Zamawiający, podejmując odpowiednie ustalenia w umowie.

9.2.4 Praca próbna systemu – próby montażowe

Praca próbna systemu/urządzenia obejmuje ciągły proces sprawdzania i testowania w określonym czasie urządzeń i całego systemu i obejmuje:

- nadzór i kontrolę transmisji danych i zasilania urządzeń,
- nadzór i kontrolę pracy wszystkich urządzeń i elementów wchodzących w skład systemu,
- korektę błędów programowych,
- wymianę elementów niestabilnych lub naprawę uszkodzonych,
- doprowadzenie systemu do pełnego rozruchu zgodnie z wymaganiami dokumentacji technicznej,
- uruchomienie systemu i próby po montażowe działania urządzeń i elementów systemu,
- próby działania urządzenia pod względem mechanicznym (pewność mocowań, precyzja działania elementów mechaniki) oraz parametrów elektrycznych i transmisyjnych,
- sprawdzenie, czy ekrany linii przesyłowych i urządzeń systemu fotowoltaicznego uziemione są tylko w jednym punkcie.

9.2.5 Obowiązki kierownika (dostawcy) robót elektrycznych / fotowoltaicznych w zakresie przygotowania instalacji do odbioru

Kierownik robót elektrycznych w obiekcie budowlanym zobowiązany jest do:

- zgłaszania inwestorowi do sprawdzenia lub odbioru wykonanych robót ulegających w dalszym etapie zakryciu,
- zapewnienia wykonania wymaganych przepisami lub ustalonych w umowie o przyłączenie do sieci elektroenergetycznej prób i odbiorów częściowych instalacji oraz związanych z nimi urządzeń przez zgłoszeniem budynku do odbioru,
- uczestniczenia w czynnościach odbioru,
- przekazania inwestorowi oświadczenia o zgodności wykonania instalacji elektrycznej z projektem, warunkami pozwolenia na budowę, warunkami przyłączenia do sieci elektroenergetycznej oraz obowiązującymi przepisami i wiedzą techniczną.

9.2.6 Odbiór końcowy

- Odbiór końcowy od wykonawcy przeprowadza przedstawiciel zamawiającego (Inwestora). Może on w tym celu powołać komisję odbiorczą złożoną z rzeczoznawców i przedstawicieli użytkownika oraz kompetentnych organów.
- Odbiór końcowy powinien być poprzedzony technicznymi odbiorami częściowymi (jeśli takie przewidziano) oraz przeprowadzeniem rozruchu technologicznego, jeżeli rozruch taki Inwestor (Zamawiający) zlecił wykonawcy.
- Zakończenie i wyniki wymienionych prac powinny zostać właściwie udokumentowane.
- Przed przystąpieniem do odbioru końcowego kierownik robót (główny wykonawca robót) jest zobowiązany do przygotowania dokumentów

potrzebnych do należytej oceny wykonanych prac montażowych.

Do przeprowadzenia odbioru konieczne jest:

- przygotowanie dokumentacji powykonawczej (dokumentacja projektowa z naniesionymi na czysto zmianami i uzupełnieniami w trakcie montażu (również elektroniczna),
- dokumentacja uzasadniająca uzupełnienia i zmiany wprowadzone w trakcie wykonania prac,
- dokumenty dotyczące jakości wbudowanych materiałów,
- protokoły częściowych odbiorów robót zanikających i zakrytych,
- protokoły i zaświadczenia z dokonanych prób po montażowych,
- protokoły pomiarów i badań,
- świadectwa jakości i dopuszczenia do eksploatacji urządzeń i materiałów,
- DTR zamontowanych urządzeń,

Kierownik (główny wykonawca) robót elektrycznych przygotowuje instalację elektryczną oraz niezbędne dokumenty do odbiorów.

Przy odbiorze końcowym należy:

- sprawdzić zgodność wykonanych prac z umową, projektem wykonawczym, warunkami technicznymi wykonania, normami, przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej,
- sprawdzić udokumentowanie jakości wykonanych robót odpowiednimi protokołami sprawdzeń odbiorczych oraz ewentualnymi protokołami z rozruchu technologicznego, oceniając przy tym wykonanie zleceń oraz ustaleń zawartych w protokołach prób i odbiorów międzyoperacyjnych i częściowych,
- stwierdzić, czy obiekt spełnia zasady prawidłowej eksploatacji i może być użytkowany lub stwierdzić istniejące wady i usterki.

Wymagania ogólne dotyczące po montażowego odbioru urządzeń zasilających:

- zakres badań obejmuje sprawdzenie: izolacji torów głównych, izolacji torów pomocniczych, działania funkcjonalnego obwodów pomocniczych, działania mechanicznego łączników, blokad itp., instalacji ochronnej,
- badania napięciem probierczym wykonuje się tylko jeden raz. Jeżeli producent dostarczył protokół z tych badań, rozdzielnice o napięciu do 1kV – induktorem lub podobnym, sprawdzając tylko rezystancję izolacji,
- z odbioru końcowego powinien być sporządzony protokół podpisany przez upoważnionych przedstawicieli zamawiającego i oddającego zamontowaną instalację, stwierdzone ewentualne wady i usterki oraz uzgodnione terminy ich usunięcia. W przypadku, gdy wyniki odbioru końcowego upoważniają do przyjęcia obiektu do eksploatacji (przyjęcia we władanie), protokół powinien zawierać odnośne oświadczenie lub w przeciwnym przypadku, odmowę wraz z jej uzasadnieniem.

9.2.7 Dokumentacja powykonawcza, instrukcje eksploatacji i konserwacji urządzeń

Dostawca jest odpowiedzialny za prowadzenie ewidencji wszelkich zmian w dokumentacji projektowej, umożliwiającej przygotowanie dokumentacji powykonawczej instalacji elektrycznych oraz specyfikacji technicznych a w szczególności:

- protokoły badań odbiorczych urządzeń zasilających,
- protokoły pomiarów,
- certyfikaty lub deklaracje zgodności wydane dla wyrobów stosowanych w instalacjach elektrycznych.

9.2.8 Badania odbiorcze instalacji elektrycznych/fotowoltaicznych

- Badania odbiorcze powinna przeprowadzić komisja składająca się z co najmniej dwóch osób, dobrze znających wymagania stawiane instalacjom elektrycznym.

Zakres badań odbiorczych obejmuje:

- oględziny instalacji elektrycznych,
- badania (pomiar i próby) instalacji elektrycznych,
- próby rozruchowe,
- oględziny, pomiary i próby powinny być wykonywane przez oddzielne zespoły, a komisja ustala jedynie stan faktyczny na podstawie dostarczonych protokołów,
- protokoły badań (pomiarów i prób), sprawdzeń i odbiorów częściowych należy przedłożyć komisji w trakcie odbioru,
- komisja może być jednocześnie wykonawcą oględzin, badań i prób, z tym że z badań i prób powinny zostać wykonane oddzielne protokoły,
- po zakończeniu badań odbiorczych komisja sporządza protokół końcowy. Protokół należy przedłożyć do odbioru końcowego.

Protokół ten powinien zawierać następujące dane:

- numer protokołu, miejscowość i datę sporządzenia,
- nazwę i adres obiektu,
- imiona i nazwiska członków komisji oraz stanowiska służbowe,
- ocenę wyników badań odbiorczych,
- decyzję komisji odbioru o przekazaniu (lub nie przekazaniu) obiektu do eksploatacji,
- ewentualne uwagi i zalecenia komisji,
- podpisy członków komisji, stwierdzające zgodność ustaleń zawartych w protokole.

9.2.9 Warunki przekazania instalacji elektrycznych / fotowoltaicznych do eksploatacji

Instalacja i urządzenia elektryczne mogą być przyjęte do eksploatacji po stwierdzeniu:

- kompletności dokumentacji technicznej powykonawczej,
- gotowości instalacji i urządzeń elektrycznych do eksploatacji zgodnie z wymaganiami ustalonymi w założeniach do wykonania projektu budowlanego i w projekcie wykonawczym,
- przygotowania instalacji urządzeń elektrycznych do pracy zgodnie z określonymi warunkami technicznymi w odniesieniu do budynków i urządzeń,
- przygotowania instalacji i urządzeń elektrycznych do pracy zgodnie z wymaganiami BHP, pożarowymi i ochrony środowiska,
- uzyskania pozytywnych wyników prób i pomiarów parametrów technicznych instalacji i urządzeń elektrycznych.
- poprawnej pracy poszczególnych odcinków instalacji elektrycznej i urządzeń elektrycznych,
- spełnienia warunków sanitarnych i bytowych,
- ostatecznym dokumentem potwierdzającym przyjęcie instalacji i urządzeń elektrycznych w budynku jest protokół przyjęcia, po ustaleniu, że nie zawiera ona żadnych braków i usterek. Protokół przyjęcia powinien zostać podpisany przez właściciela lub zarządcę przyjmującego instalację i urządzenia elektryczne w budynku,
- przekazanie obiektu do eksploatacji nie zwalnia wykonawcy od usunięcia ewentualnych wad i usterek stwierdzonych przy odbiorze końcowym oraz istotnych usterek zgłoszonych przez użytkownika w okresie trwania rękojmi tj. w okresie gwarancyjnym,
- termin usunięcia wad i usterek w ramach rękojmi wyznacza Inwestor w porozumieniu z wykonawcą.

10. NORMY I POJĘCIA ZWIĄZANE

PN-HD 60364-7-712:2007 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji - Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania;

PN-EN 61173:2002 - Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej – Przewodnik;

PN – B – 02025:2001 - Obliczanie sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych;

PN-HD 60364-6:2008 – Instalacje elektryczne niskiego napięcia - sprawdzenie;

PN-IEC 62305-1:2008 Ochrona odgromowa. Część 1: Wymagania ogólne,

PN-IEC 62305-2:2008 Ochrona odgromowa. Część 2: Zarządzanie ryzykiem,

PN-IEC 62305-3:2006 (oryg.) Ochrona odgromowa. Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów budowlanych i zagrożenie życia,

PN-IEC 62305-4:2006 (oryg.) Ochrona odgromowa. Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach budowlanych)

Eurokod 1 - PN-EN 1991-1-4 (wraz z późniejszymi zmianami) - Oddziaływania na konstrukcje. Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru – strefa klimatyczna dla Polski, kat terenu III i IV;

Eurokod 1 - PN-EN 1991-1-3 (wraz z późniejszymi zmianami) - Oddziaływania na konstrukcje. Oddziaływania ogólne. Obciążanie śniegiem – strefa klimatyczna dla Polski;

PN-80/B-02010/Az1 - Obciążenia w obliczeniach statycznych – Obciążenia Śniegiem;

PN-76/B-03420: Wentylacja i klimatyzacja. Parametry obliczeniowe powietrza wewnętrznego w pomieszczeniach przeznaczonych do stałego przebywania ludzi. Uwzględniając II oraz III strefę klimatyczną Polski.

Pojęcia związane, wg normy PN-HD 60364-7-712:

Ogniwo PV – najmniejszy element systemu PV, który wytwarza energię elektryczną w warunkach ekspozycji na światło takie jak promieniowanie słoneczne;

Moduł PV – najmniejszy, w pełni chroniony przed wpływami środowiska zespół połączonych ze sobą ogniw PV;

Kolektor PV – mechanicznie i elektrycznie zintegrowany zespół modułów PV i innych niezbędnych elementów, które tworzą jednostkę zasilającą prądem stałym;

Łańcuch PV - obwód, w którym łączy się szeregowo moduły PV, w celu wytworzenia w kolektorze PV wymaganego napięcia wyjściowego;

Skrzynka połączeniowa kolektora PV – (Junction Box) obudowa w której wszystkie łańcuchy PV jakiegokolwiek kolektora PV są połączone elektrycznie i gdzie są umieszczone zabezpieczenia;

Przewód główny DC systemu PV – przewód łączący skrzynkę połączeniową generatora PV z zaciskami DC falownika PV;

Falownik PV – urządzenie, które przetwarza napięcie i prąd stały na w napięcie i prąd przemienny, przekazujące energię do sieci;

STC, Standard Test Conditions STC (Standard Test Conditions) w skrócie: prostopadłe promieniowanie słońca o mocy 1000W na jeden m², przy temperaturze 25C. Spektrum AM=1,5 (Air Mass), zgodnie z ASTM G173-03 oraz IEC 60904-3;

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature) - jest zdefiniowane jako temperatura osiągnięta przez pojedyncze ogniwo PV w układzie be obciążenia odbiornikiem przy spełnieniu poniższych warunków :

- promieniowanie na powierzchnię Ogniwa PV = 800 W/m²,
- temperatura powietrza = 20°C,
- prędkość wiatru = 1 m/s,
- sposób montażu = niezasłonięta tylna część panelu.

Sprawność systemów solarnych ($\eta\%$) - Stopień zamiany energii słonecznej na elektryczną mierzony jest w %. Wówczas moduł PV o sprawności np. 15% z powierzchni 1m² (jednego metra kwadratowego) w ciągu godziny wyprodukuje 150Wh energii elektrycznej, według międzynarodowego standardu STC (1000w/m², temp. 25c). W dni o słabszym nasłonecznieniu produkcja prądu będzie mniejsza. Różne technologie PV (mono- polikrystaliczne, amorficzne) charakteryzują się różną sprawnością. Moc znamionowa modułów np. 20, 100 czy 200 Wp wynika z ich powierzchni oraz pośrednio sprawności, która wynika z technologii produkcji PV.

Inne dokumenty:

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z późn. zmianami.
- Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlano-Montażowych - cz. V Instalacje elektryczne - wyd. COBR Elektromontaż.

Uwaga: Wszystkie prace i czynności określone w Specyfikacji należy wykonywać w oparciu o bieżąco obowiązujące Normy i uregulowania.

11. ZASADY KONTROLI JAKOŚCI ROBÓT

Celem kontroli robót będzie takie sterowanie ich przygotowaniem i wykonaniem, aby osiągnąć założoną jakość robót.

Dostawca jest odpowiedzialny za pełną kontrolę robót i jakości materiałów.

Dostawca będzie przeprowadzać pomiary i badania materiałów oraz robót z częstotliwością zapewniającą stwierdzenie, że roboty wykonano zgodnie z wymaganiami zawartymi w Dokumentacji Przetargowej i dokumentacji projektowej.

Minimalne wymagania co do zakresu badań są określone w Dokumentacji Przetargowej, normach i wytycznych.

W przypadku, gdy nie zostały one tam określone, Inwestor ustali jaki zakres kontroli jest konieczny, aby zapewnić wykonanie robót zgodnie z umową.