

SZCZEGÓŁOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA
WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT - BRANŻA ELEKTRYCZNA

DLA ZADANIA:

WYKONANIE INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ NA BUD. KOMUNALNYM w DĘBOWCU

Inwestor: Gmina Dębowiec

09331200 – 0 Słoneczne moduły fotoelektryczne
45111291 – 4 Roboty w zakresie zagospodarowania terenu
45310000 – 3 Roboty instalacyjne elektryczne
45311200 – 2 Roboty w zakresie instalacji elektrycznych
45312310 – 3 Ochrona odgromowa
71320000 – 7 Usługi inżynierskie w zakresie projektowania

Spis zawartości:

I. Specyfikacja wykonania instalacji fotowoltaiki na modernizowanym budynku komunalnym w Dębowcu

- 1. WSTĘP**
- 2. MATERIAŁY**
- 3. SPRZĘT**
- 4. TRANSPORT**
- 5. WYKONANIE ROBÓT**
- 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**
- 7. ODBIÓR ROBÓT**
- 8. OBMIAR ROBÓT**
- 9. PODSTAWA PŁATNOŚCI**
- 10. PRZEPISY I NORMY ZWIĄZANE**

Jasło, listopad 2022r

Opracował:

Inż. Ludwik Więch

upr. Nr GT 8341/42/77

1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych dla systemu fotowoltaicznego o mocy 6,0 kWp obejmująca swoim zakresem montaż i konfigurację urządzeń systemu fotowoltaicznego dla potrzeb budynku komunalnego w Dębowcu na którym odbędzie się produkcja energii elektrycznej na potrzeby własne budynku.

Jako źródło dodatkowej energii projektuje się instalację fotowoltaiczną typu on-grid zainstalowaną za na płaszczyźnie dachu budynku. System fotowoltaiczny połączony będzie z siecią elektroenergetyczną i instalacją wewnętrzną budynku. Energia elektryczna wyprodukowana przez fotoogniwa zużywana będzie na potrzeby własne budynku, ewentualna nadwyżka energii może zostać przesłana zarządcy sieci elektroenergetycznej.

Instalacja wyposażona będzie również w zabezpieczenie przed pracą wyspową uniemożliwiające podanie napięcia na wyłączoną sieć.

2. Zakres opracowania

Zakres prac obejmuje montaż:

- konstrukcji płaskiej pod moduły PV wraz z uziemieniem;
- modułów fotowoltaicznych;
- inwertera;
- aparatury w postaci rozdzielnic DC oraz AC wraz z zabezpieczeniami;
- wewnętrzne i zewnętrzne trasy kablowe na potrzeby systemu fotowoltaicznego;
- przyłączenie instalacji PV do istniejącej tablicy bezpiecznikowej budynku;
- uruchomienie systemu zarządzania energią.

3. Podstawa opracowania

Niniejszy dokument został przygotowany w oparciu o:

- zalecenia Zamawiającego;
- obowiązujące normy i przepisy.

Znamionowa moc instalacji jest określona pomiarami w Standardowych Warunkach Pomiaru.

- moduły PV posiadające jeden z certyfikatów zgodności z normą PN-EN 61215 lub PN-EN 61646 lub z normami równoważnymi, wydany przez właściwą akredytowaną jednostkę certyfikującą;
- dla inwertera przetwarzającego energię ze źródła fotowoltaicznego przyłączonego do sieci nN nastawy powinny być zgodne z wytycznym PGE zawartymi w dołączonej tabeli oraz powinny posiadać deklarację zgodności potwierdzającą dyrektywy i normy: EN 62109, AS/NZS 3100.

Inwerter musi umożliwiać:

- EN 61730-1 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) - Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji.
- EN 61730-2 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) – Część 2: Wymagania dotyczące badań.

W składzie instalacji do produkcji elektrycznej muszą się znaleźć co najmniej następujące elementy o następujących parametrach:

- **Panele fotowoltaiczne (monokrystaliczne)**

Jednym z przedmiotów planowanej inwestycji będzie budowa instalacji fotowoltaicznej na na dachu budynku komunalnego W skład instalacji będzie wchodziło co najmniej 12 modułów. Pojedynczy moduł będzie osiągał moc znamionową nie mniejszą niż 500W. Panele fotowoltaiczne zostaną zamontowane w sposób najbardziej efektywny, dla lokalizacji budynku tj w kierunku wschód-zachód w dwóch stringach. Ogniwa fotowoltaiczne posiadać będą jeden z certyfikatów zgodności z normą PN-EN 61215 lub PN-EN 61646 lub z normami równoważnymi, wydany przez właściwą akredytowaną jednostkę certyfikującą.

- **Inwerter fotowoltaiczny (przetwornica)**

Urządzenie umożliwiające przetworzenie wytworzonego przez panele fotowoltaiczne prądu stałego na prąd przemienny. Obok przetwarzania wytworzonego przez panele fotowoltaiczne prądu stałego na prąd przemienny inwerter będzie pełni również funkcje kontrolne oraz prowadził statystyki produkcji energii. Urządzenie będzie dawać możliwość monitorowania instalacji przez aplikację mobilną lub portal internetowy. Prąd elektryczny z inwertera w pierwszej kolejności będzie płynąć do budynku i zasilać pracujące w nim urządzenia. Jeżeli moc dostarczana przez inwerter będzie wyższa od mocy zużywanej aktualnie w budynku nadmiar energii zostanie oddany do publicznej sieci dystrybucyjnej. Współpraca inwertera z siecią będzie odbywać się płynnie i nie będzie wymagać żadnych urządzeń regulacyjnych.

Okablowanie

Po stronie AC i DC instalacji fotowoltaicznej o parametrach wynikających z projektu oraz uwzględniających systemowe rozwiązania producentów modułów fotowoltaicznych oraz inwertera.

- **Przewody po stronie DC**

Przeznaczone do przyłączania fotowoltaicznych części instalacji wewnątrz i na zewnątrz budynku. Przewody powinny charakteryzować się odpowiednią średnicą zewnętrzną do instalacji, długotrwałością i wytrzymałością. Izolacje i płaszcze kabli solarnych powinny gwarantować wysoką odporność na działanie ciepła, zimna, ścieranie, działanie ozonu, promieniowanie UV i pozostałych warunków atmosferycznych. Kable jednożyłowe i atestowane do pracy przy napięciu nominalnym 0.6 / 1 kV. Przeznaczone do bezpośredniego połączenia ze sobą poszczególnych ogniw fotowoltaicznych, jak i do okablowania w puszkach przyłączeniowych oraz połączeń z inwerterem. Kable powinny zachować swoje właściwości mechaniczne w zakresie temperatur otoczenia.

- **Przewody po stronie AC**

Przewody wielożyłowe miedziane w układzie TN (np. TN-C-S) w izolacji i osłonie polwinitowej. Przekroje przewodów dobrane są niżej w opracowanym projekcie. Całość urządzeń składających się na jeden generator należy umieścić w szafie rozdzielczej. Obudowa szafy wykonana musi być w II klasie izolacji, przynajmniej IP54 zgodnie z wytycznymi OSDE. Przy montażu należy zapewnić odpowiednią przestrzeń wokół szafy z uwzględnieniem nagrzewania się urządzeń.

- **Zabezpieczenie instalacji**

W celu zabezpieczenia systemu fotowoltaicznego i podłączonych do niego urządzeń elektronicznych przed przepięciami i sprzężeniami, stosuje się specjalne ograniczniki przepięć (SPD) przeznaczone do systemów fotowoltaicznych. W instalacjach prądu stałego nie występuje „przejście prądu przez zero”, przez co utrudnione jest gaszenie prądów zwarciovych. Dobór niewłaściwych ograniczników przepięć może stwarzać zagrożenie pożarowe dla urządzeń elektrycznych i elektronicznych. Celem zastosowania odpowiednich zabezpieczeń jest ochrona wszystkich urządzeń w danej linii zasilającej zgodnie z aktualnymi normami bezpieczeństwa oraz odbiór instalacji przez OSD.

- **Zestawy montażowe**

Zestaw konstrukcji i uchwytów umożliwiających montaż paneli fotowoltaicznych na dachu. Uchwyty powinny być wykonane z materiałów niekorodujących, np. aluminium lub stal nierdzewna (dopuszcza się konstrukcję ocynk. ogniowo i malowaną

4. Charakterystyczne parametry określające wielkość i rodzaj instalacji

Na podstawie analizy zapotrzebowania energetycznego, mocy przyłączeniowej, dostępnej wolnej powierzchni dachu oraz szczegółowych informacji ustalonych w miejscach planowanych instalacji wyszczególniono zestaw fotowoltaiczny w postaci generatora PV o mocy 5,4 kWp.

1. Specyfikacja zestawu fotowoltaicznego

Minimalna moc zestawu [kWp]		5,4	
Lp.	Elementy instalacji	szt.	kpl.
1	Moduł fotowoltaiczny monokrystaliczny	12	-
2	Inwerter	-	1
3	Okablowanie AC i DC	-	1
4	Zabezpieczenie przepięciowe AC i DC	-	1
5	Zestaw montażowy	-	1

2. Minimalne wymagania techniczne i jakościowe dla zestawu fotowoltaicznego

Wszystkie parametry powinny być potwierdzone w kartach katalogowych i oświadczeniach wystawionych przez producenta, a także certyfikatami i wynikami badań – stwierdzającymi odbycie testu potwierdzającymi osiągnięcie minimalnych wymaganych parametrów. Wyżej wymienione dokumenty powinny zostać dołączone do oferty przetargowej złożonej przez Wykonawcę.

3. Minimalne parametry modułu fotowoltaicznego

Moduły fotowoltaiczne monokrystaliczne – projektuje się o mocy nominalnej nie mniejszej niż 500 Wp każdy oraz wymiarach – wysokość i szerokość – zgodnych z normami; zamontowane na dachu i usadowione na systemowych konstrukcjach montażowych, zgodnie z normami określającymi wpływ czynników zewnętrznych dla III strefy obciążenia śniegiem oraz III strefy obciążenia wiatrem.

Panele należy łączyć tak, aby osiągnąć maksymalny punkt pracy falownika, a jednocześnie nie przekroczyć napięcia pracy.

Minimalne Parametry modułu PV:

<u>PARAMETR</u>	<u>WARTOŚĆ</u>
Typ ogniw w module PV	Mono Perc Half-Cut w technologii Low LID
Moc modułu	Min.450 W
Sprawność ogniw modułu PV w „STC”	20,7%
Prąd w punkcie mocy max	10,85A
Napięcie w punkcie mocy max	41,5A
Prąd zwarcia	11,6V
Napięcie jałowe	49,3A
Max. napięcie systemowe	1000 V

Typ przedniego szkła	O podwyższonej transmitancji, hartowane poniżej 3,2 mm, z powłoka antyreflex.
<u>DANE MECHANICZE</u>	
Konstrukcja panelu	szkło-backsheet ramką stop AL anodyzowany czarny
Wymiary modułu	2094x1038x35 (±3) mm
Mocowanie przewodów odprowadzających prąd	Konektor z wtyczkami MC-4, 3 diody bypasowe, IP68
System ochrony	IP68
Przewody odprowadzające wygenerowany prąd	2x $\Phi 4\text{mm}^2$, biegun dodatni oraz ujemny, długość 2x1,4 m
Klasa ochrony	II-klasa izolacji
Temperatura pracy	-40 do +85°C
Waga modułu	23,5kg
Odporność ogniowa/Klasa bezpiecz.	UL/II

Moduły PV posiadające jeden z certyfikatów zgodności z normą PN-EN 61215 lub PN-EN 61646 lub z normami równoważnymi, wydany przez właściwą akredytowaną jednostkę certyfikującą.

Wszystkie parametry powinny być potwierdzone w kartach katalogowych i oświadczeniach wystawionych przez producenta PV, a także certyfikatami i wynikami badań stwierdzającymi odbycie testu na gradobicie i odporność na obciążenie oraz potwierdzającymi osiągnięcie minimalnych wymaganych parametrów. Wyżej wymienione dokumenty powinny zostać dołączone do oferty przetargowej złożonej przez Wykonawcę.

4. Minimalne parametry inwertera fotowoltaicznego

Zadaniem inwerterów fotowoltaicznych jest przekształcenie wygenerowanej przez moduły fotowoltaiczne energii na prąd przemienny dostarczany do sieci Użytkownika. W niniejszym projekcie wykorzystany zostanie inwerter trójfazowy. Po stronie napięcia zmiennego AC zostanie on podłączony do lokalnej rozdzielniczy zbiorczej, natomiast po stronie napięcia stałego DC – do rozdzielnic RDC.

Projektowany inwerter charakteryzuje się szerokim zakresem napięcia wejściowego, dzięki czemu istnieje możliwość konfiguracji modułów w szerokim zakresie oraz pozwala na pomiar sumarycznej energii wyprodukowanej dziennie i całociowo. Inwerter ma możliwość komunikacji i diagnostyki poprzez system nadzorujący. Inwerter w przypadku braku zasilania sieciowego przechodzi automatycznie w tryb uśpienia (ang. Stand-By) aż do momentu powrotu napięcia sieciowego.

Parametry łańcuchów po stronie napięcia stałego zostały dobrane tak by nie przekraczały w żadnych warunkach dopuszczalnych parametrów wejściowych inwertera.

Inwerter przetwarzający energię ze źródła fotowoltaicznego przyłączonego do sieci nN 0,4kV musi umożliwić nastawy podstawowych parametrów, które muszą być zgodne z wytycznymi PGE oraz załączoną tabelą nastaw. W przypadku pojawienia się nowych wytycznych PGE na dzień rozpoczęcia prac montażowych, wykonawca ma obowiązek dostosować się do nowych wytycznych.

Projektowana instalacja posiada zabezpieczenie przed pracą wyspową. W przypadkach sytuacji awaryjnych zabezpieczenia mają działać na łącznik sprzęgający instalację mikroinstalacji z siecią w celu niedopuszczenia do wyspowej pracy mikroinstalacji na sieć dystrybucyjną. W szczególności przy zaniku napięcia w tej sieci, nie dopuszcza się zainstalowania przetwornika prądu nie spełniającego ww. wymagań.

Falownik musi współpracować lokalnie z monitoringiem, który może być do niego doinstalowany także jako zewnętrzny moduł komunikacji bezprzewodowej. Z kolei za pomocą zewnętrznego rejestratora danych, możliwa jest komunikacja zdalna wykorzystująca sieć internetową. System monitoringu zbiera niezbędne dane z falownika, pozwalając śledzić parametry pracy i ilość wyprodukowanej energii. Wykorzystując monitoring zdalny oraz połączenie internetowe zbierane dane w czasie rzeczywistym mogą być odczytane przez użytkownika z dowolnego miejsca na świecie za pomocą komputera lub smartfonu.

Minimalne parametry inwertera trójfazowego beztransformatorowego:

Poniższa tabela przedstawia najważniejsze parametry inwertera trójfazowego 6kW.

Dane techniczne inwertera 6,0 kW	Inwerter beztransformatorowy
Wejście (Prąd stały– DC)	
Max. napięcie wejściowe	1000 V
Max. prąd wejściowy	16/16A
Zakres napięcia wejściowego MPP / znamionowe napięcie wejściowe	180V... 800 V
Minimalne napięcie startowe	150V
Liczba niezależnych wejść MPP / pasm na wejście MPP	2
Wyjście (Prąd zmienny - AC)	
Napięciem znamionowe AC	3 / N / PE; 230 / 400 V 3 / N / PE; 220 / 380 V
Częstotliwość sieci AC / zakres	50 Hz, 60 Hz / 45 Hz-65 Hz
Maks. prąd wyjściowy	8,7A
Współczynnik mocy cos ϕ	0,85 – 1 ind./poj.
Liczba faz zasilających / podłączonych faz	3/3 + N + PE
Max. wydajność / wydajność wg norm EU	98,0%
Pomiar izolacji DC	tak
W wyposażeniu	
Wyświetlacz	Graficzny LCD
Gwarancja	Min 10lat , opcjonalnie 15/20/25
Certyfikaty i dopuszczenia	EC, EN 61000-3-12 – należy potwierdzić stosownym certyfikatem.
Możliwość instalacji wewnątrz i na zewnątrz budynków	TAK
Stopień ochrony	IP65
Waga	19,9 kg
Rozłącznik DC	Zintegrowany
Temperatura pracy	-40 °C ... +60 °C
Wymiary	645 x 431 x 204 mm
Pobór mocy na potrzeby własne (w nocy)	max 1 W
Interfejsy:	Modbus RTU, WLAN, LAN, USB

5. Minimalne parametry rozdzielnic fotowoltaicznych RDC i RAC

Skrzynki połączeniowo-ochronne RDC i RAC służą do zainstalowania zabezpieczeń, łączenia stringów paneli fotowoltaicznych. Muszą to być obudowy hermetyczne IP65 wykonane z odpornego na promieniowanie UV tworzywa sztucznego (jeżeli będą instalowane na dachu).

W skrzynkach zostaną zainstalowane ochronniki przeciwprzepięciowe, bezpieczniki (topikowe) oraz wyłączniki nadprądowe, gniazda MC-4 – dopuszcza się tylko i wyłącznie rozdzielnicę RDC posiadającą atest i deklarację zgodności na kpl. wyrób.

6. Minimalne parametry okablowanie po stronie DC

Połączenie paneli od strony DC zostanie wykonane przy wykorzystaniu przewodów solarnych charakteryzujących się następującymi parametrami:

- napięcie znamionowe: 06/1kV;
- pojedyncza wiązka o przekroju nie mniejsza od ϕ -4,0 mm²;
- podwójna izolacja;
- żyły: wg PN/EN-60228, miedziane wielodrutowe klasy 5;
- izolacja: polwinitowa na 90 °C;
- powłoka: polwinitowa odporna na UV;
- temperatura wg PN-93/E-90400:
 - na powierzchni przewodu: max. 90°C;
 - po ułożeniu na stałe, praca dopuszczalna w temp. -30°C do +90°C;
 - instalacje ruchome, praca dopuszczalna w temp. -5°C do +90°C.

Przewody należy spinać opaskami odpornymi na UV do konstrukcji pod panelami, przewody prowadzić w rurach giętkich odpornych na promienie UV oraz niską temperaturę otoczenia. Wszystkie przejścia przez pokrycia dachowe wykonywać przy pomocy okapników lub wywietrzników dopasowanych do profilu blachy pokrycia dachowego, miejsca przejścia dodatkowo uszczelnić masą uszczelniającą lub silikonem dachowym. Kable wprowadzone do budynków muszą być po całości zabezpieczone rurą osłonową, nie dopuszcza się przejść przez ściany budynków bez stosowania rur osłonowych.

7. Minimalne parametry złącza od strony napięcia DC

Każdy moduł należy wyposażyć w złączki typu MC4 lub równoważne spełniające wymagania instalacji fotowoltaicznych o stopniu ochrony co najmniej IP65. Parametry techniczne złącz oprzewodowania systemu fotowoltaicznego:

- | | |
|---|--------------|
| • Maksymalny prąd systemu fotowoltaicznego: | 30 A |
| • Maksymalne napięcie systemu fotowoltaicznego: | 1 000 V |
| • Termiczne warunki pracy: | -40°C – 90°C |
| • Stopień ochrony: | IP65 |

Złącza kablowe powinny zapewnić możliwość rozłączania serwisowego paneli fotowoltaicznych.

8. Minimalne parametry konstrukcji montażowej

Moduły PV zostaną zamontowane na konstrukcji płaskiej bezpośrednio do połaci dachowej. Konstrukcja aluminiowa lub ze stali nierdzewnej z systemem śruby dwugwintowej kompletnej z uszczelkami atestowanymi - jako dodatkowym (wg potrzeb) elementem mocowania. Uchwyty powinny być wykonane z materiałów niekorodujących, np. aluminium lub stal nierdzewna. Wszystkie śruby montażowe muszą być dokręcane przy pomocy klucza dynamometrycznego zgodnie siłą wyznaczona w DTR urządzenia. Do odbioru należy dostarczyć protokół z dokręcenia śrub konstrukcji mocujących panele jak też zacisków elektrycznych. Konstrukcja musi spełniać wymagania normy DIN EN1994-1-4.

I. Instalacje ochronne

1. Minimalne parametry

Dla systemów fotowoltaicznych projektuje się następujące rodzaje ochrony:

- ochrona przeciwporażeniowa;
- ochrona odgromowa;

- ochrona przeciwprzepięciowa;
- ochrona przeciążeniowa i zwarciorowa;
- izolowanie i rozłączanie instalacji.

Wyżej wymienione środki ochrony należy zapewnić zarówno po stronie DC instalacji jak i po stronie AC.

2. Ochrona przeciwporażeniowa, izolowanie i rozłączanie

Ochronę przeciwporażeniową w systemie fotowoltaicznym realizowana jest przez:

- ochronę podstawową, przed dotykiem bezpośrednim:
 - izolacja podstawowa;
 - ograniczenie dostępu – osłony, umieszczenie poza zasięgiem ręki;
 - odłączenie inwertera z zapewnieniem bezpiecznej izolacji podczas prac konserwacyjnych i usuwania awarii;
- umieszczenie tabliczek ostrzegawczych („Pod napięciem”, „Nie dotykać”, itp.);
- ochronę przy uszkodzeniu:
 - urządzenia II klasy ochronności lub uziemione połączenia wyrównawcze;
 - połączenie inwertera z przewodem PE sieci AC.

3. Parametry ochrony przeciwpożarowej

System zabezpieczający w przypadku pożaru – instalacja musi być wyposażona w zabezpieczenie, które w przypadku pożaru i odcięcia instalacji od sieci publicznej co umożliwia podjęcie akcji gaśniczej.

Ochrona przed dotykiem bezpośrednim – jest realizowana przez izolację podstawową oraz wszelkie działania ograniczające dostęp do elementów systemu PV. W zakresie ochrony przeciwporażeniowej w budynkach, należy umieścić system fotowoltaiczny na dachu (na odpowiedniej wysokości większej niż 2,5m) zapewniając ograniczenie dostępu do elementów systemu. W przypadku, gdy dostęp na dach budynku mają osoby nieupoważnione, należy wykonać dodatkowe osłony wokół systemu lub ograniczyć dostęp na dach. Inwertery montowane wewnątrz budynku są wykonane w I klasie izolacji, powinny się znajdować w pomieszczeniu o ograniczonym dostępie lub w dodatkowych obudowach zamykanych na klucz. Przewody w budynku prowadzone w przeznaczonych do tego trasach kablowych, korytach lub rurkach itp. Dodatkowo w budynku należy stosować tabliczki ostrzegawcze.

Ochrona przy uszkodzeniu, przed dotykiem pośrednim – projektowana jest przez wykorzystanie urządzeń II klasy ochronności oraz uziemione połączenia wyrównawcze. Panele fotowoltaiczne są zazwyczaj wykonane w II klasie ochronności, a przewody i kable DC mają wzmocnioną lub podwójną izolację. W innej sytuacji należy wykonać uziemione połączenia wyrównawcze metalowych elementów systemu, uziemienie jednego z przewodów strony DC (minus), a także konieczne jest zastosowanie zabezpieczeń zwarciorowych po stronie DC. Zabezpieczenia te nie zapewniają samoczynnego wyłączenia zasilania w przypadku każdego uszkodzenia, ze względu na zależność prądu zwarciorowego paneli od nasłonecznienia, dlatego najlepszym projektowanym środkiem ochrony przeciwporażeniowej przy uszkodzeniu po stronie DC systemu PV jest izolacja podwójna lub wzmocniona oraz urządzenia w II klasie ochronności. Zdarza się, że producent inwertera zaleca uziemienie jednego z przewodów mimo tego, że panele i przewody są w II klasie ochronności. Jest to spowodowane brakiem separacji galwanicznej pomiędzy stroną DC i AC wewnątrz inwertera i ma chronić system PV przed uszkodzeniem w przypadku prądów zwarciorowych pochodzących z sieci elektroenergetycznej. Proponuje się wykonać połączenia metalowych, przewodzących części konstrukcyjnych systemu z główną szyną uziemiającą budynku lub uziomem, jednak jest to część

ochrony odgromowej a nie przeciwporażeniowej. Sam inwerter zazwyczaj posiada tylko izolację podstawową, dlatego jeśli nie ma możliwości umieszczenia go poza dostępem osób nieupoważnionych, musi zostać zamontowany w dodatkowej obudowie lub przestronie. Inwerter musi być połączony z zaciskiem PE sieci AC. Z tego powodu posiada przeznaczony do tego zacisk wprowadzony na przewód PE.

4. Parametry ochrony przepięciowej instalacji fotowoltaicznej po stronie AC i DC

Ochrona przeciwprzepięciowa oznacza ochronę przed przepięciami pochodzącymi z sieci energetycznej, przepięciami i sprzężeniami wywołanymi uderzeniem pioruna w okolice instalacji lub w samą instalację, a także innymi przepięciami powstałymi w instalacji fotowoltaicznej i sterującej. Z tego powodu zaprojektowano ochronniki przepięciowe. Ochronniki należy zabezpieczyć dodatkowo bezpiecznikiem w sytuacji, gdy zaleca to dany producent.

Projektuje się ograniczniki przepięć DC typu I (B+C) –PV –1000V/12,5kA/ 1-bieg, $I_{max}= 40kA$ zawierające w swojej budowie iskiernik gazowy, warystor który jest zabezpieczony bezpiecznikiem termicznym – odłącznikiem pozwalającym ograniczyć przepięcia do poziomu $U_p \leq 4kV$ przy prądzie udarowym (8/20) 40 kA (12,5 kA na jeden biegun). Każde wejście inwertera DC zostanie zabezpieczone jednym ochronnikiem przepięciowym. Ochronniki przepięciowe instalacji fotowoltaicznej zostaną zabudowane w osobnej rozdzielnicy dedykowanej RDC.

Projektuje się zastosowanie tylko ograniczników przepięć typu I (B+C). Po stronie DC, SPD powinien być zainstalowany na wejściu inwertera, jak najbliżej niego. Jeżeli odległość między panelami, a inwerterem jest większa niż 10 m, to należy zastosować dwa ograniczniki przepięć – na wejściu inwertera oraz przy panelach. Po stronie DC stosuje się SPD dedykowane dla systemów fotowoltaicznych. Po stronie AC inwertera stosuje się ograniczniki przepięć dedykowane dla odpowiedniej sieci prądu przemiennego. Jeżeli odległość między rozdzielnicą główną budynku, a inwerterem jest większa niż 10 m, należy zastosować dwa SPD. Jeżeli ta odległość jest mniejsza – wystarczy jeden SPD typu C 2P TNC 1F $I_{imp} 12,5kA$.

5. System fotowoltaiczny zainstalowany na dachu z urządzeniem piorunochronnym

Po stronie AC należy zastosować SPD typu I (klasy B). Wynika to z faktu wyposażenia budynku w urządzenie piorunochronne.

Ponieważ odstępy izolacyjne nie są zachowane bo dach jest wykonany z metalu, to należy wykonać dodatkowe połączenia wyrównawcze między obudową paneli, a układem zwodów. Ze względu na możliwość oddziaływania na instalację wewnątrz budynku części prądu piorunowego, po stronie DC należy zastosować SPD typu I dedykowane dla instalacji fotowoltaicznych. Po stronie AC zasady stosowania ochrony przeciwprzepięciowej są takie same jak w poprzednim przypadku SPD typu I i II.

Parametry wyrównywania potencjałów

Dla uniemożliwienia występowania różnic potencjału w nieelektrycznych instalacji fotowoltaicznej należy wykonać wewnętrzne połączenia wyrównawcze metalowe obudowy konstrukcji paneli PV .

Ochrona odgromowa

Ochrona odgromowa to środek ochrony przed bezpośrednim wyładowaniem piorunowym.

Obowiązująca norma stwierdza się, że „wszystkie urządzenia dachowe z materiałów izolacyjnych lub przewodzących, które zawierają wyposażenie elektryczne lub służące przetwarzaniu informacji, powinny znajdować się w przestrzeni ochronnej układu zwodów”.

Budynek wyposażony jest w instalację odgromową z wykorzystaniem blachy pokrycia dachu jako zwodu poziomego, więc nie ma możliwości zachowania odstępów izolacyjnych do paneli PV. W związku z tym konstrukcję generatora PV łączymy linką LY 25mm² z przewodami odprowadzającymi.

Nad generatorami PV należy utworzyć strefę konta ochronnego instalowanymi na kalenicy iglicami aluminiowymi wys. do 1,5m uziemionymi do przewodów odprowadzających

Niezależnie od uziemienia odgromowego konstrukcje paneli należy połączyć między sobą połączeniami wyrównawczymi linką miedzianą L 16mm² (bez izolacji)

Przewody powinny być prowadzone w odpowiednich odstępach od elementów instalacji odgromowej. Może się zdarzyć, że zachowanie odstępu izolacyjnego nie jest możliwe lub dach jest wykonany z blachy. W takim przypadku należy wykonać połączenia wyrównawcze pomiędzy elementami konstrukcyjnymi systemu fotowoltaicznego, a elementami instalacji odgromowej (lub dachem). Nie wykonuje się natomiast połączenia z GSU budynku. Minimalne przekroje połączeń wyrównawczych określa norma.

II. Wymagania szczegółowe do wykonywania robót

1. Wymagania jakościowe dotyczące materiałów

Zamawiający wymaga, aby przy wykonywaniu robót budowlanych stosować wyroby, które zostały dopuszczone do obrotu oraz powszechnego lub jednostkowego stosowania w budownictwie. Wszystkie niezbędne elementy powinny być wykonane w standardzie i zgodnie z obowiązującymi normami. Do wykonania robót Wykonawca zapewni dostarczenie kompletnych urządzeń i materiałów niezbędnych do realizacji przedmiotu zamówienia.

Każdy rodzaj robót, w którym znajdą się zakwestionowane przez Inspektora Nadzoru materiały, Wykonawca wykonuje na własne ryzyko.

2. Wymagania jakościowe dotyczące wykonania robót budowlanych

Roboty przygotowawcze:

- ustawienie oznakowania informacyjnego oraz ostrzegawczego.

Roboty budowlano-montażowe:

- montaż paneli fotowoltaicznych na konstrukcji przeznaczonej do wyznaczonego miejsca zamontowania;
- montaż inwerterów i pozostałych urządzeń;
- montaż kompletnego okablowania;
- montaż zabezpieczeń przepięciowych;
- doprowadzenie przewodów AC do miejsca istniejącej tablicy bezpiecznikowej budynku oraz przystosowanej jej do podłączenia nowego obwodu;
- sporządzenie dokumentacji powykonawczej;
- wszystkie pozostałe prace niezbędne do uznania zadania jako kompletnego;
- przekazanie do eksploatacji.

3. Zasady wykonania robót

Roboty muszą być wykonane zgodnie z wymaganiami obowiązujących polskich przepisów, norm i instrukcji. Niewyszczególnienie w niniejszym opracowaniu jakichkolwiek obowiązujących aktów

prawnych nie zwalnia w żaden sposób Wykonawcy od ich stosowania. Wszelkie materiały jak również wykonanie robót na podstawie zawartej umowy muszą spełniać wymagania Polskich Norm i przepisów. Bez uzyskania pisemnej zgody Inspektora Nadzoru nie jest możliwe zamawianie żadnych materiałów czy usług według zamiennych norm.

Bezpieczeństwo i higiena pracy oraz ochrona zdrowia

Wykonawca zobowiązany jest do przestrzegania przepisów dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ochrony zdrowia w trakcie realizacji zamówienia, w szczególności zapewni, aby personel nie wykonywał prac w warunkach niebezpiecznych i szkodliwych dla zdrowia oraz nie spełniających wymagań sanitarnych. Wykonawca zapewni i będzie utrzymywał w pełnej gotowości i sprawności urządzenia zabezpieczające, socjalne oraz sprzęt i odpowiednią odzież ochronną dla ochrony życia i zdrowia osób zatrudnionych na budowie. Wszyscy pracownicy Wykonawcy będą odpowiednio przeszkoleni przed rozpoczęciem pracy oraz odpowiednio nadzorowani w czasie jej wykonywania.

W trakcie realizacji zadania Wykonawca zapewni co najmniej:

- środki pierwszej pomocy;
- osoby przeszkolone do udzielania pierwszej pomocy;
- odpowiednie środki komunikacji i transportu na okoliczność wypadku;
- sprzęt monitorujący;
- sprzęt ratowniczy;
- sprzęt przeciwpożarowy;
- łączność ze strażą pożarną, pogotowiem ratunkowym i policją.

4. Założenia do zgłoszenia instalacji przez wykonawcę

Wykonawca zobowiązany jest do opracowania dokumentacji powykonawczej. Zamawiający wymaga również przedłożenia do akceptacji rysunków powykonawczych i szczegółowych specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót instalacyjnych i budowlanych przed ich skierowaniem do realizacji, w aspekcie ich zgodności z projektem i umową.

Ponadto Wykonawca powinien zapewnić wykonanie:

- harmonogramu realizacji inwestycji – w uzgodnieniu z Zamawiającym;
- planu organizacji i technologii robót.

5. Powykonawcza dokumentacja

Powinna zawierać kpl. powykonawczy, tj.:

- powstałe w trakcie realizacji robót zmiany w dokumentacji projektowej;
- instrukcję obsługi i eksploatacji urządzeń, karty techniczne oraz świadectwa, certyfikaty, atesty itp.;
- potwierdzenie przeszkolenia osób biorących udział w inwestycji.

6. Odbiór robót budowlanych

Głównym kryterium odbioru robót jest zgodność wykonanych prac z:

- dokumentacją projektową;
- ofertą wybranego Wykonawcy;
- ustaleniami z Projektantem oraz Inwestorem;
- wiedzą i sztuką budowlaną;

- Polskimi Normami dotyczącymi danego zakresu robót oraz wszystkimi innymi obowiązującymi przepisami prawa polskiego.

Do odbioru końcowego instalacji fotowoltaicznej należy przedstawić następujące dokumenty:

- dokumentację projektową z naniesionymi zmianami;
- protokoły odbiorów częściowych;
- wyniki pomiarów kontrolnych;
- dokumenty dopuszczające do stosowania w budownictwie wyroby budowlane, z których wykonano instalację (deklaracje zgodności, certyfikaty, itp.);
- niezbędne pozwolenie i uzgodnienia wynikające z przepisów prawa.
- Uaktualnienie obliczeń uzysków energetycznych wybudowanej instalacji PV

Odbiór końcowy powinien zostać zakończony protokołarnym przyjęciem instalacji do eksploatacji.

7. Uwagi

Po wykonaniu instalacji, przed odbiorem, należy wykonać pomiary:

- skuteczności ochrony od porażeń;
- rezystancji izolacji przewodów;
- ciągłości przewodów ochronnych;
- rezystancji uziemienia przewodów ochronnych PE;
- wykonać zdjęcia przed odbiorem dla zamontowanych paneli fotowoltaicznych kamerą termowizyjną wszystkich wybudowanych instalacji, zdjęcia dostarczyć zamawiającemu na nośniku CD z opisem dla każdego budynku.

Wszelkie zmiany wynikłe w trakcie realizacji a niezawarte w niniejszym projekcie, zgodnie z prawem budowlanym, wymagają zgody projektanta. Uszczelnienie przepustów w miejscu przejść przewodów i kabli przez przegrody (ściany, stropy) należy wykonać w systemie posiadającym aktualne dopuszczenie do stosowania (aprobata techniczną, certyfikat zgodności, deklarację zgodności).

Całość prac należy wykonywać zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami

Wszelkie zmiany lub niezgodności z projektem należy uzgodnić z Inwestorem.

Stosować się do przepisów BHP, roboty elektryczne wykonać pod nadzorem osób uprawnionych.

Prace wykonawcze realizować zgodnie z Prawem Budowlanym, z obowiązującymi i zalecanymi normami, przepisami i opracowaniami SEP.

W trakcie wykonywania instalacji wykonywać na bieżąco pomiary, a po wykonaniu przeprowadzić szczegółowe pomiary. Wyniki pomiarów wpisać do protokołu pomiarowego.

Wykonawca w trakcie robót powinien nanosić zmiany i poprawki na dokumentacji technicznej, a po zakończeniu prac powinien opracować projekt powykonawczy, do którego powinny zostać dołączone protokoły pomiarów.

Prace wykonawcze skoordynować z pozostałymi branżami.

Stosować elementy instalacji elektrycznych (kable, przewody oraz pozostały osprzęt elektroinstalacyjny) posiadające certyfikaty zgodności w Szczegółowej specyfikacji technicznej wykonania robót.

