



Zamawiający
Urząd Gminy Dąbrowa
ul. Kasztanowa 16
88-306 Dąbrowa
www.ug-dabrowa.pl

**SZCZEGÓŁOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA DOSTAWY WRAZ Z
MONTAŻEM MIKROINSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ NA POTRZEBY
BUDYNKU UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ**

dla projektu p.n.:

**„Budowa instalacji fotowoltaicznej w Zespole Szkół w
Dąbrowie”**

Wieniec Zalesie 22.03.2023r.

SPECJALISTA DS. PROJEKTÓW PV
mgr inż. Piotr Grzegorz Marciniak
CERTYFIKAT UDT (OZE)
OZE-W/03/00018/18 (PV)

Spis treści

Spis treści	2
WSTĘP	4
Dane i informacje podstawowe.	5
1.1. Lokalizacja inwestycji.....	7
1.2. Zakres stosowania Specyfikacji Technicznej.....	7
1.3. Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną	7
1.4. Wymagania w zakresie wykonania przedmiotu zamówienia:.....	9
2. MATERIAŁY.	10
2.1. Wymagania stawiane materiałom.....	10
2.2. Składowanie materiałów na budowie.	11
2.3. Mikroinstalacja fotowoltaiczna.	11
2.3.1. Moduły fotowoltaiczne	11
2.3.2. Inwertery	12
2.3.3 Kable, przewody, osprzęt łączeniowy.	13
2.3.4 Konstrukcja nośna dla instalacji fotowoltaicznych.....	14
2.3.5 Monitoring instalacji PV	14
2.4. Roboty wykończeniowe.....	15
2. SPRZĘT.	15
3. TRANSPORT.	15
4. WYKONANIE ROBÓT.....	16
4.1.Konstrukcja nośna	16
4.2. Montaż elementów mikroinstalacji.....	16
4.2.1. Okablowanie i rozdzielnice DC i AC	16
4.2.2. Połączenia modułów fotowoltaicznych.....	17
4.2.3. Montaż falownika (inwertera).....	18
4.2.4. Ochrona przeciwprzepięciowa.	18
4.2.4 Ochrona przeciwpożarowa instalacji fotowoltaicznej.....	19
5.KONTROLA JAKOŚCI I ODBIÓR ROBÓT.	20
5.1 Kontrola jakości materiałów i wykonania.....	20
5.2 Warunki odbioru instalacji elektrycznej.....	21
5.2.1 Oględziny instalacji elektrycznych.....	21
5.2.2 Badania odbiorcze instalacji elektrycznych.....	22
5.2.3 Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym.....	22
5.2.4 Ochrona przed pożarami i skutkami cieplnymi	23
5.2.5 Połączenia przewodów	23

5.2.6 Warunki techniczne wykonania i odbioru prac konstrukcji nośnych	23
6. ODBIORY	24
7. BEZPIECZEŃSTWO I OCHRONA ZDROWIA	24
8. PRZEPISY ZWIĄZANE	25



WSTĘP

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące dostawy wraz z montażem mikroinstalacji fotowoltaicznych na potrzeby budynków użyteczności publicznej dla projektu pn.:

„Budowa instalacji fotowoltaicznej w Zespole Szkół w Dąbrowie”



Dane i informacje podstawowe.

Zamawiający:

Urząd Gminy Dąbrowa

Ul. Kasztanowa 16

88-306 Dąbrowa

NIP: 557-16-48-518

Opracował:

PROSUMENT Klaster Odnawialnych Źródeł Energii

ul. Zdrojowa 15 Wieniec – Zalesie

87-880 Brześć Kujawski

NIP: 888-311-71-69

Projektanci:

mgr inż. Piotr Grzegorz Marciniak - OZE-W/03/000006/18 (PV)

Obiekty:

Mikroinstalacje fotowoltaiczne na dachach budynków użyteczności publicznej w Gminie Dąbrowa.

Kody główne CPV:

09331200-0 Słoneczne moduły fotoelektryczne

09332000-5 Instalacje słoneczne

45261215-4 Pokrywanie dachów panelami ogniw słonecznych

Kody dodatkowe CPV:

44112110-5 Konstrukcje dachowe

45300000-0 Roboty instalacyjne w budynkach

45310000-3 Roboty instalacyjne elektryczne

45000000-7 Roboty budowlane

45311100-1 Roboty w zakresie okablowanie elektrycznego

45315100-1 Instalacyjne roboty elektrotechniczne

45111200-0 Roboty w zakresie przygotowania terenu pod budowę i roboty ziemne

45315700-5 Instalowanie stacji rozdzielczych

45315600-4 Instalacje niskiego napięcia

Podstaw prawna

- a) *Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii z późniejszymi zmianami (tekst jednolity Dz. U. 2022.1378 z dnia 30 czerwca 2022r.),*
- b) *Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne z późniejszymi zmianami (tekst jednolity Dz. U. 2022.1385 z dnia 01 lipca 2022r.),*
- c) *Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane z późniejszymi zmianami (tekst jednolity Dz.U. 2021.2351 z dnia 20 grudnia 2021r.),*
- d) *Ustawa Prawo Zamówień Publicznych z dnia 11 września 2019r (tekst jednolity Dz.U. 2022.1710 z dnia 16 sierpnia 2022r.).*
- e) *Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej z dnia 01.01.2014.*

Normy i wymagania

Moduły fotowoltaiczne:

2014/35/UE Dyrektywa niskonapięciowa LVD;

PN-EN 61215:2016 Moduły fotowoltaiczne (PV) do zastosowań naziemnych;

PN-EN 61730-1:2016 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) – cz. 1 wymagania dotyczące konstrukcji;

PN-EN 61730-2:2016 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) – cz. 2 wymagania dotyczące badań;

IEC 61701 – Certyfikat odporności na mgłę solną

IEC 62716 – odporność na amoniak

IEC 62804 – odporność na efekt PID

Falowniki

2014/30/UE Dyrektywa kompatybilności elektromagnetycznej EMC;

2014/53/UE Dyrektywa radiowa RED;

PN-EN 62109-1:2010 Bezpieczeństwo konwerterów mocy stosowanych w fotowoltaicznych systemach energetycznych – cz.1 Wymagania ogólne;

PN-EN 62109-2:2011 Bezpieczeństwo konwerterów mocy stosowanych w fotowoltaicznych systemach energetycznych – cz.2 Wymagania szczegółowe dotyczące falowników;

PN-EN 62116:2014-11 Falowniki fotowoltaiczne włączone do publicznej sieci energetycznej – Procedura badania ochrony przed zanikiem napięcia;

PN-EN 50438:2014-02 (lub EN 50438:2013) Wymagania dla instalacji mikrogeneracyjnych przeznaczonych do równoległego przyłączania do publicznych sieci dystrybucyjnych niskiego napięcia.

Rozdzielnice DC i AC

PN-EN 61439 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe;

PN-EN 60364 Instalacje elektryczne niskiego napięcia (ochrona przeciwprzepięciowa).

Przewody solarne

Odporne na promienie UV, posiadający odpowiedni certyfikat do zastosowania w instalacjach fotowoltaicznych (TUV, VDE lub równoważne).

Konstrukcje

konstrukcji wsporczych na dachach budynków możliwe jest stosowanie jedynie materiałów odpornych na korozję – aluminium, stal nierdzewna A2-70, zgodnie z normą Eurocode. Deklaracja zgodności CE. Zgodność z normą PN-EN 1090-1:2009: + A1:2011. PN-EN 10346 – Wyroby płaskie stalowe powlekane ogniowo w sposób ciągły do obróbki plastycznej na zimno (konstrukcje naziemne).

Znak CE

Elementy instalacji posiadają Deklarację zgodności CE zgodnie z obowiązującymi dyrektywami UE.

1.1. Lokalizacja inwestycji.

Dz. 380, obręb Dąbrowa, 88-306 Dąbrowa.

1.2. Zakres stosowania Specyfikacji Technicznej.

Specyfikacja Techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w punkcie 1.3.

1.3. Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną.

Roboty, których dotyczy specyfikacja, obejmują wszystkie czynności umożliwiające i mające na celu wykonanie kompletnej mikroinstalacji fotowoltaicznej wraz z niezbędnymi elementami instalacji.

Zakres robót obejmuje wykonanie:

Zakres rzeczowy przedmiotu zamówienia obejmuje w szczególności:

- a) przejęcie przez Wykonawcę od Zamawiającego i użytkowników (właścicieli nieruchomości) miejsc wykonywania prac i przygotowanie ich pod montaż mikroinstalacji fotowoltaicznych,

- b) ustalenie przebiegu trasy przewodów od miejsca montażu mikroinstalacji do wpięcia w istniejące instalacje,
- c) dostawę i montaż (instalację) kompletnej mikroinstalacji fotowoltaicznej, zgodnie z projektem wykonawczym po uzgodnieniu z Zamawiającym,
- d) wykonanie połączenia z siecią elektroenergetyczną obiektu,
- e) wykonanie przejść w przegrodach wewnętrznych i zewnętrznych budynków,
- f) wykonanie i zasypywanie ewentualnych wykopów pod przewody,
- g) zabezpieczenie miejsc przebiegów i przejść rur, przewodów elektrycznych,
- h) wykonanie izolacji oraz prac zabezpieczających,
- i) zaprogramowanie i wykonanie układu automatyki i sterowania,
- j) montaż licznika wytworzonej energii elektrycznej (może być wbudowany w inwerter) umożliwiający gromadzenie i lokalną prezentację danych,
- k) wykonanie pozostałych niezbędnych prac związanych z układaniem przewodów, urządzeń, armatury regulującej, odcinającej, sterującej instalacji elektrycznej niezbędnej do obsługi wykonanej instalacji,
- l) przeprowadzenie wymaganych prób i badań, dokonanie próbnego rozruchu przed odbiorem prac, dokonanie regulacji i rozruchu poszczególnych instalacji,
- m) uzyskanie i przygotowanie niezbędnych dokumentów (protokołów prób i badań, kart gwarancyjnych, książek serwisowych, instrukcji obsługi i użytkownika w języku polskim) związanych z przekazaniem do użytkownika zamontowanych (zainstalowanych) mikroinstalacji na poszczególnych nieruchomościach oraz "flash test" zamontowanych modułów fotowoltaicznych,
- n) wykonanie odpowiednich zabezpieczeń przeciwprzepięciowych i instalacji odgromowej, jeśli jest wymagana lub przystosowanie istniejącej instalacji odgromowej do mikroinstalacji,
- o) podłączenie inwertera do sieci Internet w sytuacji, gdy nieruchomość posiada dostęp do tej sieci. Jeżeli w urządzeniach (np. router, switch) zainstalowanych w nieruchomości brakuje miejsca do podłączenia kolejnych urządzeń (np. inwerter) lub urządzenie (np. router, switch) nie jest zgodne ze standardem inwertera, Wykonawca wymieni je na zgodne, zachowując przy tym istniejącą strukturę sieci komputerowej w budynku. Podłączenie inwertera do sieci Internet musi umożliwić czytelne przeglądanie i analizę bieżących oraz archiwalnych danych o uzyskiwanych osiągnięciach elektrycznych (ilości wytworzonej energii elektrycznej) poprzez stronę. Wykonawca zapewni dostęp do strony internetowej właścicielowi nieruchomości oraz przedstawicielowi Zamawiającego.

Zakres prac obejmuje ponadto:

- a) wykonanie dokumentacji techniczno-rozruchowych z instrukcjami BHP - zgodnie z obowiązującymi przepisami w dwóch egzemplarzach,
- b) przeprowadzenie szkolenia użytkowników w zakresie eksploatacji i obsługi wykonanych mikroinstalacji oraz sporządzenie protokołu obejmującego zakres szkolenia i uzyskanie oświadczeń od użytkowników o dokonanym szkoleniu,
- c) opracowanie odrębnie dla poszczególnych mikroinstalacji szczegółowej instrukcji obsługi mikroinstalacji (zawierającej m.in. zalecenia dotyczące bieżącej konserwacji),

- d) opracowanie odrębnie dla każdej z wykonanych mikroinstalacji operatu odbiorowego (w 2 egz.) zawierającego m.in.: dokumentację powykonawczą, komplet kart gwarancyjnych, badań, atestów, prób,
- e) inne prace związane z procesem montażu mikroinstalacji,
- f) zgłoszenie w imieniu użytkownika (właściciela nieruchomości) przyłączenia mikroinstalacji do sieci elektroenergetycznej Operatora Sieci Dystrybucyjnej (OSD)- na podstawie udzielonego pełnomocnictwa,
- g) wykonywanie przeglądów gwarancyjnych oraz bezpłatnych usług serwisowych w okresie obowiązywania gwarancji.

1.4. Wymagania w zakresie wykonania przedmiotu zamówienia:

- a) Wykonawca dostarczy elementy mikroinstalacji na miejsce montażu w częściach, które zostaną połączone przez Wykonawcę w miejscu montażu z wykorzystaniem odpowiedniego do tego celu sprzętu, wszelkie koszty z tym związane, w tym koszty paliwa, energii elektrycznej, wody i inne, jakie będą niezbędne do celów montażowych pokrywa Wykonawca;
- b) Wykonawca winien założyć jak najmniejszą ingerencję w konstrukcję budynku, jednocześnie zapewniając wytrzymałość i trwałość instalacji;
- c) Wykonawca powinien:
 - doprowadzić do stanu poprzedniego pokrycie dachowe i inne elementy budynków w miejscach prac montażowych, jeżeli pokrycie dachowe jest na gwarancji użytkownik zobowiązany jest przedstawić przed montażem zgodę Wykonawcy pokrycia dachowego na montaż mikroinstalacji oraz warunki jej montażu;
 - wykonać w sposób odpowiadający sztuce budowlanej i jak najmniej ingerujący w strukturę budynków przejścia poprzez przegrody wewnętrzne i zewnętrzne budynków,
 - wykonać na własny koszt naprawy wyrządzonych w związku z realizacją prac (zamówienia) i innych powstałych szkód,
 - uprzątnąć i doprowadzić do stanu poprzedniego nieruchomości, na których wykonywane były prace montażowe.
- d) Wykonawca zobowiązany jest do dostawy i montażu mikroinstalacji - stanowiących przedmiot niniejszego zamówienia - wyłącznie z materiałów i urządzeń fabrycznie nowych (muszą mieć datę produkcji z roku ich montażu, lub z roku poprzedzającego), dopuszczonych do obrotu i powszechnego lub jednostkowego stosowania w budownictwie, objętych certyfikatem w zakresie tzw. znaku bezpieczeństwa, wskazującego na zgodność z Polską Normą, aprobatą techniczną i właściwymi przepisami technicznymi zgodnie z art. 10 ustawy z 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane;
- e) Wykonawca przed zamontowaniem urządzeń i materiałów przedstawi „Przedstawicielowi Zamawiającego” sprawującemu nadzór nad realizacją prac, źródło ich pochodzenia, atesty lub aprobaty techniczne, certyfikaty, deklaracje zgodności, świadectwa badań laboratoryjnych oraz świadectwa dopuszczenia do



stosowania w budownictwie, w przypadku wątpliwości co do jakości zastosowanych urządzeń lub materiałów Zamawiający ma prawo przekazać urządzenie i/lub materiał do badań laboratoryjnych, gdzie negatywny wynik badań spowoduje wstrzymanie prac przez Zamawiającego i obciążenie Wykonawcy kosztami badań. Wszystkie prace, w których zostaną zastosowane materiały lub urządzenia nieodpowiadające normom i niezaakceptowane przez Zamawiającego, Wykonawca wykonuje na własne ryzyko, Zamawiający ma prawo nieprzyjęcia takich prac i nieuiszczania za nie wynagrodzenia;

- f) urządzenia wchodzące w skład danej mikroinstalacji muszą posiadać instrukcję obsługi i użytkowania w języku polskim;
- g) wszelkie wskazane z nazwy materiały i urządzenia użyte w projektach wykonawczych i specyfikacji technicznej należy rozumieć jako określenie minimalnych wymaganych parametrów technicznych lub standardów jakościowych, Zamawiający dopuszcza stosowanie materiałów i urządzeń równoważnych dla nazwanych materiałów i urządzeń o parametrach nie gorszych niż ujęte w projektach wykonawczych i specyfikacji technicznej z zachowaniem wymogów w zakresie jakości, funkcjonalności i bezpieczeństwa. Materiały, i urządzenia muszą gwarantować zapewniać uzyskanie parametrów technicznych i jakościowych nie gorszych (tj. takich samych lub lepszych) od założonych w projektach wykonawczych;
- h) Wykonawca ponosi pełną odpowiedzialność za skutki braku lub mylnego rozpoznania warunków realizacji zamówienia;

2. MATERIAŁY.

2.1. Wymagania stawiane materiałom.

- Wszystkie materiały do wykonania układów instalacji fotowoltaicznych powinny odpowiadać parametrom technicznym wyspecyfikowanym w projektach wykonawczych i wykazach materiałowych oraz wymaganiom odpowiednich norm i aprobat technicznych;
- urządzenia wchodzące w skład instalacji muszą posiadać instrukcję obsługi i użytkowania w języku polskim;
- wszelkie wskazane z nazwy materiały i przyjęte technologie użyte w projekcie wykonawczym należy rozumieć jako określenie wymaganych parametrów technicznych lub standardów jakościowych, Zamawiający dopuszcza stosowanie materiałów równoważnych dla nazwanych materiałów o parametrach nie gorszych niż ujęte w dokumentacji projektowej z zachowaniem wymogów w zakresie jakości i bezpieczeństwa. Materiały i urządzenia muszą zapewniać uzyskanie parametrów technicznych i jakościowych nie gorszych (tj. takich samych lub lepszych) od założonych w projekcie wykonawczym.

2.2. Składowanie materiałów na budowie.

Składowanie materiałów powinno odbywać się zgodnie z zaleceniami producentów, w warunkach zapobiegających zniszczeniu, uszkodzeniu lub pogorszeniu się właściwości technicznych na skutek wpływu czynników atmosferycznych lub fizykochemicznych. Należy zachować wymagania wynikające ze specjalnych właściwości materiałów oraz wymagania w zakresie bezpieczeństwa przeciwpożarowego.

2.3. Mikroinstalacja fotowoltaiczna.

2.3.1. Moduły fotowoltaiczne

Moduły fotowoltaiczne powinny charakteryzować się następującymi cechami;

- Moduły monokrystaliczne posadowione na konstrukcji wsporczej opisanej w projekcie wykonawczym dopasowanej do danego rodzaju i poszycia dachu.
- Całkowita powierzchnia paneli fotowoltaicznych nie może być większa niż dostępna pod zabudowę instalacji powierzchnia dachu (należy uwzględnić odstępy brzegowe, strefy cienia, odstępy od kominów spalinowych i odstępy od istniejącej instalacji odgromowej jeśli występuje).
- Powierzchnia pojedynczego panelu fotowoltaicznego powinna być nie mniejsza niż 2,1 m².
- Pojedynczy moduł powinien posiadać min. 144 ogniwa.
- tolerancja mocy: 0 do 5 Wp, potwierdzona flash testem dostarczonym wraz modułami;
- Nr seryjne modułu umieszczone w 2 miejscach: tabliczce znamionowej, ramie modułu;
- Minimalna ilość busbarów – 5;
- kierunek i kąt nachylenia modułu powinien być dobrany w taki sposób, aby zapewniał jak najefektywniejszą pracę całej instalacji w danych warunkach zabudowy;
- moduły fotowoltaiczne powinny posiadać certyfikat zgodności z normami – PN-EN 61215 „Moduły fotowoltaiczne (PV) z krzemu krystalicznego do zastosowań naziemnych- kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu” oraz PN-EN 61730-1:2016 oraz 61730-2:2016 wydany nie później niż w 2016r. „Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego” lub równoważnymi,
- Moduły wolne od PID (Modułów na degradację indukowaną potencjałem PID zgodnie z normą IEC62804),
- Certyfikat odporności na mgłę solną - IEC 61701
- Certyfikat odporności na amoniak - IEC 62716
- Moduły fotowoltaiczne posiadają znak CE zgodnie z obowiązującymi dyrektywami UE.
- Data produkcji z roku ich montażu, lub z roku poprzedzającego.
- Montaż modułów należy wykonać zgodnie z zaleceniami oraz instrukcją dostarczoną przez producenta. Moduł należy dokręcić do konstrukcji za pomocą klem, z odpowiednią siłą zalecaną przez producenta, posługując się kluczem dynamometrycznym.

MINIMALNE PARAMETRY MODUŁÓW PV:

Parametr		Wartość
Moc nominalna modułu	P _{max}	Min. 450 Wp
Typ modułu	-	Monokrystaliczny
Maksymalne napięcie pracy	V _{DC}	Min. 1500 V _{DC}
Szerokość modułu	-	1045 mm (+/- 28 mm)
Wysokość modułu	-	2107 mm (+/- 44 mm)
Waga	-	Maks. 25 kg
Odporność na obciążenia, nacisk	-	Min. 5400 Pa
Sprawność modułu	η	Min. 20,2 %
Współczynniki temperaturowe	P _{max}	Max. -0,37 %/°C
	V _{oc}	Max. -0,29 %/°C
	I _{sc}	Max. 0,057 %/°C
Liniowa gwarancja mocy	lata	25 lat

2.3.2. Inwertery

Urządzeniem odpowiedzialnym za współpracę z modułami fotowoltaicznymi będą beztransformatorowe falowniki trójfazowe lub jednofazowe o mocy znamionowej dostosowanej do mocy instalacji.

Inwerter wyposażony będzie w wyłączniki mocy DC oraz wbudowane zabezpieczenia przeciwprzepięciowe DC typu II.

Inwerter trójfazowy powinien:

- Być 3-fazowy;
- Napięcie początkowe ≤ 205 V.
- Posiadać zabezpieczenie odcinające napięcie przy braku obecności sieci zasilającej.
- Gromadzić informację dotyczącą wytworzonej ilości energii elektrycznej.
- Wbudowany moduł komunikacyjny do przesyłania danych.
- Przechowywać dane pomiarowe.
- Moc wyjściowa urządzenia powinna być zbliżona do łącznej mocy znamionowej modułów fotowoltaicznych (max. - 20% odchylenia mocy falownika w stosunku do łącznej mocy zamontowanych modułów fotowoltaicznych),
- falowniki trójfazowe, beztransformatorowe,
- stopień ochrony: min. IP65,
- możliwość połączenia z Internetem przez Ethernet (LAN) lub Wi-Fi,
- gwarancja minimum 5 lat,
- zakres temperatur pracy: -25°C ... 60°C ,
- zakres pracy wilgotności powietrza: 0 - 100%,

- deklaracja zgodności z Dyrektywą 2014/53/UE oraz Dyrektywą 2014/30/UE,
- zgodność z normami: PN-EN 62109-1:2010 PN-EN 62109-2:2011 PN-EN 62116:2014-11 PN-EN 50438:2014-02 (lub EN 50438:2013),
- sprawność euro-min. 97,7%,

Falowniki należy montować zgodnie z wytycznymi montażu podanymi przez ich producentów zwracając w szczególności uwagę na odległości od sąsiednich urządzeń uwzględniając zapisy w instrukcji montażu aby zapewnić odpowiednią wentylację i zapobiec przed ewentualnym przegrzewaniem.

2.3.3 Kable, przewody, osprzęt łączeniowy.

- Kable solarne o przekroju min. 4 mm w izolacji odpornej na UV,
- posiadający odpowiedni certyfikat do zastosowania w instalacjach fotowoltaicznych (TUV lub równoważne np. VDE), powinny być izolowane polietylenem osieciowanym (XLPE) lub gumą termoutwardzalną bezhalogenową (LSZH) dla których temperatura pracy wynosi od -40°C do 90°C Należy stosować kable o różnej kolorystyce dla bieguna dodatniego i ujemnego. Mocowanie przewodów należy wykonać opaskami zaciskowymi przeznaczonymi do pracy na zewnątrz (odpornymi na promienie UV i skrajne temperatury).
- Podczas projektowania trasy kablowej DC należy zwrócić uwagę, aby straty były nie większe niż 1%.
- Po stronie zmiennoprądowej należy zastosować przewód o odpowiedniej ilości żył (dla instalacji 3 fazowej – 5 żyłowy) i dobranych ze względu na obciążalność prądową uwzględniając sposób ułożenia kabla oraz wartości spadków napięć.
- Należy zastosować złączki - konektory odpowiednie do tego typu połączeń o klasie szczelności uniemożliwiającej dostanie się wilgoci do wewnątrz poparte certyfikatem TUV (lub równoważnym VDE) Połączenie musi zostać wykonane w taki sposób aby wyeliminować zjawisko iskrzenia i spadków napięcia na połączeniach.
- Przy instalacji zabezpieczeń należy pamiętać, aby zabezpieczenia zmiennie i stałoprądowe były od siebie odseparowane galwanicznie. Po stronie AC należy zastosować zabezpieczenia nadmiarowo-prądowe o charakterystyce B dla instalacji 3-fazowych S303. Kolejnym wymaganym zabezpieczeniem występującym w rozdzielnicy AC będzie zabezpieczenie różnicowo-prądowe o charakterystyce zależnej od wymagań producenta inwertera i prądzie upływu 100 mA oraz odpowiedniej wytrzymałości torów prądowych dopasowanej do wielkości instalacji. Jeżeli inwerter zainstalowany jest w odległości większej niż 10 metrów od rozdzielni w której znajduje się ochronnik przepięć to w rozdzielnicy zabezpieczającej inwerter, należy zastosować ochronnik przepięć o charakterystyce T1+T2. Zabezpieczenia w rozdzielnicy po stronie DC należy zastosować rozłącznik automatyczny lub w postaci wkładek bezpiecznikowych o charakterystyce gPV i prądzie dopasowanym do prądu płynącego w poszczególnych stringach. W rozdzielnicy

DC należy także zainstalować ochronnik przepięć DC zgodnie z normami PE-EN 60364 Ochrona przeciwprzepięciowa.

2.3.4 Konstrukcja nośna dla instalacji fotowoltaicznych.

Do wykonania konstrukcji wsporczych na dachach budynków możliwe jest stosowanie jedynie materiałów odpornych na korozję – aluminium, stal nierdzewna A2-70, zgodnie z normą Eurocode. Konstrukcja musi posiadać deklarację zgodności CE oraz normę PN-EN 1090-1:2009 + A1:2011. System montażowy należy dobrać zgodnie z obliczeniami obciążeń statycznych dla poszczególnych stref obciążenia wiatrem i śniegiem dla danej lokalizacji montażu. Należy dokonać wyrównania potencjału między poszczególnymi elementami konstrukcji zgodnie z obowiązującymi przepisami. Należy zachować odpowiedni odstęp wynoszący min. 10 cm między powierzchnią obłożenia a modułem dla zachowania wentylacji.

W przypadku instalacji na dachach montaż powinien być wykonany z możliwie najmniejszą ingerencją w konstrukcję dachu, aby w jak najmniejszym stopniu wpływać na zmiany poszycia dachowego oraz jego szczelność. Konstrukcja musi być dostosowana do konkretnego dla danych założeń pokrycia dachu.

Ze względu na zabezpieczenie antykorozyjne wymaga się aby w przypadku konstrukcji naziemnych, wolnostojących zostały one wykonane ze stali czarnej i była pokryta warstwą powłoki ochronnej wg. PN-EN 1034 na wszystkie elementy w tym głównie wbijane w ziemię. W tym zakresie należy przedstawić dokumenty producenta materiału/powłoki potwierdzające te parametry. Dodatkowo oferowane wyroby oprócz ETA lub KOT muszą posiadać obliczenia konstrukcyjne wykonanymi przez uprawnionego konstruktora i być dedykowane do strefy śniegowej i wiatrowej miejsca przeznaczenia.

2.3.5 Monitoring instalacji PV

Monitoring instalacji PV powinien być zrealizowany przez inwerter lub optymalizatory mocy znajdujące się na wszystkich panelach PV. Użytkownicy instalacji zapewniają dostęp do sieci internetowych w celu zapewnienia prawidłowej pracy monitoringu. Po podłączeniu do sieci lokalnej monitoring będzie:

- obrazował w czasie rzeczywistym ilość wygenerowanej energii z danej instalacji na bezpłatnym portalu Producenta (dane chwilowe, dzienne, miesięczne, roczne, łącznie).
- archiwizował dane dotyczące wytworzonej energii,
- kontrolował wydajności każdego z zainstalowanych modułów w danym stringu poprzez sieć komputerową na dowolnym urządzeniu stacjonarnym i przenośnym wyposażonym w odpowiednie oprogramowanie systemowe (jeżeli zainstalowano optymalizery mocy), w przypadku ich braku będzie obejmował swoim zakresem całą instalację z uwzględnieniem poszczególnych stringów generatora PV,

- automatycznie powiadamiać użytkownika / zamawiającego/wykonawcę instalacji o błędach systemowych,
- zbierania danych ze wszystkich instalacji prezentowanie w postaci łącznych wartości i możliwość prezentacji w postaci graficznej (wykresy).

2.4. Roboty wykończeniowe.

Elementy budynku i teren wokół wykonanych instalacji powinny być przywrócone do stanu pierwotnego. Pokrycie dachowe i inne elementy dachu w miejscach prac montażowych należy doprowadzić do stanu pierwotnego. Ewentualne koszty związane z uszkodzeniami mienia prywatnego pokryje Wykonawca.

Po zakończeniu robót budowlanych Wykonawca jest zobowiązany do uporządkowania przekazanego terenu oraz jego otoczenia, które zostało wykorzystane do prowadzenia robót, dokonać wywozu i stosownej utylizacji wszelkich odpadów budowlanych.

2. SPRZĘT.

Do wykonania instalacji przewiduje się użycie następującego sprzętu:

- Zestaw pryzm oraz zaciskarek przeznaczonych do stosowania w połączeniach MC4
- Zestaw kluczy dynamometrycznych z zakresem od 6-30 nM
- Innych urządzeń przeznaczonych do montażu instalacji fotowoltaicznych takich jak (wkładki izolowane do 1000V, mierniki przeznaczone do pomiarów DC do 1500V oraz strony zmiennoprądowej (AC), dedykowanych zaciskarek do tulejek kablowych, klucze oraz sprzęt techniczny do montażu konstrukcji)

3. TRANSPORT.

Materiały na budowę powinny być przywożone odpowiednimi środkami transportu, zabezpieczone w sposób zapobiegający uszkodzeniu oraz zgodnie z przepisami BHP i ruchu drogowego. Moduły fotowoltaiczne należy transportować w opakowaniach fabrycznie zapakowanych aby uniknąć uszkodzeń oraz zapobiec nastąpienia procesu mikropęknięć. Należy zwracać szczególną uwagę na załadunek oraz rozładunek palet z modułami fotowoltaicznymi i stosować się do wskazań na opakowaniu.



4. WYKONANIE ROBÓT.

4.1. Konstrukcja nośna

Mocowanie konstrukcji wsporczych - w zależności od miejsca instalacji. Konstrukcja musi zapewniać odpowiednie wsparcie dla modułów fotowoltaicznych.

Wskazówki odnośnie prac montażowych na dachu:

- przed przystąpieniem do montażu zweryfikować rozstaw konstrukcji oraz jej wymiary,
- należy dokonać oceny stanu dachu,
- wszelkie przejścia przez płaszczyznę dachu należy uszczelnić,
- wykonana konstrukcja musi być zabezpieczona antykorozyjnie.

Wskazówki odnośnie prac montażowych na gruncie:

- przed przystąpieniem do montażu zweryfikować rozstaw konstrukcji i jej wymiary,
- wykonana konstrukcja musi być zabezpieczona antykorozyjnie, podczas procesu palowania należy unikać wnikania w warstwy ochronne materiały, w przypadku ich naruszenia należy je odpowiednio zabezpieczyć przed korozją.

4.2. Montaż elementów mikroinstalacji.

4.2.1. Okablowanie i rozdzielnice DC i AC

Wykonując instalacje elektryczne należy przestrzegać poniższych zasad:

- Przewody należy prowadzić możliwie jak najkrótszą drogą,
- Należy zachować odległości od instalacji odgromowej (jeśli takowa jest),
- Należy rozdzielać linie AC i DC,
- Należy zachować odległości od kabli do transmisji danych, w celu unikania zakłóceń,

Połączenia należy wykonywać za pomocą konektorów (MC4 lub równoważnych) jednego typu dla całej instalacji.

Łącząc moduły PV w łańcuchy należy unikać pętli przewodów – prowadzić przewód dodatni blisko ujemnego celem uniknięcia wewnętrznej indukcji. Przejścia kabli między rzędami modułów oraz trasy do urządzeń (inwerterów, rozdzielnic) należy je wykonywać w rurach ochronnych odpornych na uszkodzenia mechaniczne, warunki atmosferyczne w tym promieniowanie UV. Przewody prowadzić w sposób jak najmniej widoczny, uwzględniający zasady estetyki i oczekiwania użytkownika.

Układanie kabli w ziemi oraz wszelkie kolizje powinny być wykonane zgodnie z wymogami normy PN 76/E-05125 p.t. „Elektroenergetyczne linie kablowe. Projektowanie i budowa.”

Rozdzielnicę stało-prądową DC należy wykonać w oparciu o całosciowy, prefabrykowany system spełniający wymogi normy PN-HD 60364-7-712 co zostanie potwierdzone deklaracją producenta. Rozdzielnica można wyposażać w przyłącza wtykowe kompatybilne z MC4 ułatwiające podłączenie łańcuchów generatora PV.

W celu zapewnienia poprawnej i bezpiecznej pracy instalacji i urządzeń elektrycznych w rozdzielnicach wbudowany będzie ogranicznik przepięć DC klasy T1+T2. *Należy zastosować dodatkowe zabezpieczenia w postaci ochronników przepięciowych DC klasy T2 (w przypadku montażu instalacji na połaciach nie przewodzących oraz możliwości zachowania odstępu izolacyjnego od ochrony odgromowej lub T1+T2 (w przypadku instalacji na połaciach przewodzących oraz braku możliwości zachowania odstępu izolacyjnego ochrony odgromowej) jako dodatkowe zabezpieczenie każdego stringu)* oraz rozłącznik bezpiecznikowy DC z wkładkami gPV 20A 1000VDC w przypadku montażu instalacji o co najmniej 3 stringach połączonych równolegle na jeden MPPT w falowniku (możliwość uszkodzenia modułów fotowoltaicznych oraz falownika prądem zwrotnym), służący do dodatkowego rozłączenia układu w przypadku awarii lub prowadzenia prac konserwacyjnych.

Połączenie falownika z rozdzielnicą wykonać przewodem o żyłach miedzianych i przekroju dobranym do warunków obciążenia długotrwałego, spadku napięcia i warunków zwarciowych.

W rozdzielnicach zmiennie-prądowej AC należy zainstalować wyłącznik nadmiarowo-prądowy o prądzie znamionowym zgodnym ze schematem.

Jeżeli istniejąca rozdzielnica główna budynku nie posiada urządzeń ochrony przepięciowej należy zainstalować ochronniki klasy T1+T2, w przypadku jej istnienia można stosować klasę T2.

Obie rozdzielnice DC i AC zlokalizować w obrębie budynku w pobliżu falownika. Rozdzielnice winny być przystosowane do montażu aparatury modułowej na standardowej szynie TH35 posiadające stopień ochrony IP 54 lub IP 65 oraz II kl. ochronności.

4.2.2. Połączenia modułów fotowoltaicznych.

Ogniwa montować na dachu budynku/ na gruncie zgodnie ze schematem projektu wykonawczego i instrukcją montażu producenta. Do mocowania wykorzystać systemy zgodne z dokumentacją wykonawczą. Połączenia elektryczne należy wykonać przewodem odpornym na promienie UV. Do połączeń wykorzystać należy złącza MC4. Należy właściwie oznaczyć polaryzację strony DC (+) (-). Moduły w łańcuchu należy łączyć zgodnie z dokumentacją wykonawczą. Przewody układać pomiędzy modułami bez pozostawiania luźnych odcinków. Przy dalszych odległościach stosować uchwyty systemowe montowane do dachu. Niedopuszczalne jest pozostawianie kabli luzem bez mocowania. Wszelkie połączenia i przerwy w izolacji należy zabezpieczyć aby uniknąć prądów upływu.

4.2.3. Montaż falownika (inwertera).

Podłączenie falownika do rozdzielni głównej należy wykonać zgodnie ze schematem dokumentacji projektowej. Sposób mocowania falowników dostosować do rodzaju i grubości ściany oraz łącznego ciężaru urządzeń. Należy upewnić się, czy w miejscach mocowań nie występują przewody, rury, elementy instalacji lub zbrojenia konstrukcji. Mocowanie nie może osłabiać struktury ścian, ani zaburzać przebiegu istniejących instalacji. Nie montować inwerterów bezpośrednio na cienkich ściankach działowych, ściankach gipsowo-kartonowych lub innych powierzchniach nie zapewniających dostatecznego wsparcia. Należy przestrzegać minimalnych odległości podawanych w instrukcjach montażu. Połączenie od falownika do rozdzielni głównej należy wykonać zgodnie ze schematem dokumentacji projektowej. Dokonać niezbędnej konfiguracji ustawień, zainstalować wymagane bezpieczniki, zarobić podłączyć przewody.

4.2.4. Ochrona przeciwprzepięciowa.

Ochrona od przepięć atmosferycznych i łączeniowych projektowanej instalacji fotowoltaicznej powinna być zrealizowana w następujący sposób:

- od strony źródła zasilania - typowe ograniczniki przepięć klasy T1+T2 lub klasy T2.

- od strony generatora - typowe ogranicznik przepięć klasy T1+T2 lub klasy T2.

Należy zastosować dodatkowe zabezpieczenia w postaci ochronników przepięciowych DC klasy T2 (w przypadku montażu instalacji na połaciach nie przewodzących oraz możliwości zachowania odstępu izolacyjnego od ochrony odgromowej lub T1+T2 (w przypadku instalacji na połaciach przewodzących oraz braku możliwości zachowania odstępu izolacyjnego ochrony odgromowej) jako dodatkowe zabezpieczenie każdego stringu.

W budynku należy zainstalować system połączeń wyrównawczych składający się z głównej szyny wyrównania, do której łączy się bezpośrednio metalową konstrukcję wsporczą paneli fotowoltaicznych oraz skrzynki z ogranicznikami przepięć, zacisk PE falownika. Połączenia ekwipotencjalne wykonać linką miedzianą LgYżo 16mm². Izolacja przewodów w barwach przewodów ochronnych (żółto-zielona).

Połączenia wyrównawcze należy prowadzić równolegle możliwie blisko linii DC i AC, aby uniknąć tworzenie pętli indukcyjnych wywołujących duże przepięcia indukowane.

Wykonać uziom pionowy prętowy lub otokowy względnie wykorzystać uziom istniejący. Największa dopuszczalna wartość rezystancji uziemienia nie powinna przekraczać 10Ω.

Jeżeli istniejący uziom nie spełnia tej wartości należy rozbudować uziom w celu osiągnięcia wartości rezystancji poniżej dopuszczalnej.

4.2.4 Ochrona przeciwpożarowa instalacji fotowoltaicznej

Dla podniesienia poziomu bezpieczeństwa służb ratowniczych oraz osób użytkujących budynek w przypadku wystąpienia pożaru zaleca się aby budynek na którym została zaprojektowana instalacja fotowoltaiczna posiadała ostrzegawcze oznakowanie z wizerunkiem modułów fotowoltaicznych (PV) na budynku zgodne z opisem normy PN-HD 60364-7-712:2016 w następujących miejscach. Wobec powyższego należy wykonać oznakowanie w poszczególnych miejscach:

- w rozdzielni głównej budynku,
- obok głównego licznika energii,
- obok głównego wyłącznika prądu,
- obok przeciwpożarowego wyłącznika prądu,
- w rozdzielniczy do której zostanie przyłączona instalacja fotowoltaiczna.

Należy również zachować zgodności z normami:

-PN-HD 60364-7-712: „Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji- Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania”,

-PN-EN 62446-1: „Systemy fotowoltaiczne (PV) - Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania - Część 1: Systemy podłączone do sieci – Dokumentacja, odbiory i nadzór”

-Trasy kablowe DC prowadzone w ogólnodostępnych i widocznych miejscach wewnątrz budynku należy odpowiednio oznakować poprzez opis tras kablowych: „Niebezpieczeństwo – wysokie napięcie DC w ciągu dnia obecne po wyłączeniu instalacji” dla nieodizolowanych odcinków tras kablowych stałoprądowych

-Oznaczenie na obudowie rozdzielniczy RDC falownika zawierającej zabezpieczenia przeciwprzepięciowe stałoprądowe mające za zadanie chronić falownik przed skutkami przepięć: „Uwaga! Urządzenie może być pod napięciem nawet po rozłączeniu”

-Oznaczenie na obudowie rozdzielniczy RAC falownika zawierającej zabezpieczenia zmiennoprądowe mające za zadanie chronić falownik przed upływem prądu, prądem przetężeniowym oraz przepięciami: „Główny wyłącznik AC instalacji fotowoltaicznej”

-Oznaczenie na obudowie falownika w widocznym miejscu obok wyłącznika izolacyjnego DC wbudowanego w falownik: „Główny wyłącznik DC instalacji fotowoltaicznej”

-Oznakowanie informujące umieszczone na bocznej lub frontowej widocznej części obudowy falownika: „Uwaga! Urządzenie oraz podzespoły elektryczne pod napięciem”

-Oznakowanie wyłącznika przeciwpożarowego w miejscu widocznym o przeznaczeniu funkcjonalnym do rozłączenia instalacji elektrycznej budynku oraz instalacji elektrycznej zasilającej falownik: „Przeciwpożarowy wyłącznik instalacji PV”

-W przypadku braku rozłącznika izolacyjnego w instalacji elektrycznej budynku należy doposażyć instalację o takowy wyłącznik zawierający pod napięciową cewkę wybijakową zintegrowaną z przyciskiem przeciwpożarowym znajdującym się w pobliżu falownika instalacji fotowoltaicznej. Połączenie pomiędzy wyłącznikiem a przeciwpożarowym, a wyłącznikiem FRX stanowiącym przeciwpożarowy rozłącznik instalacji elektrycznej należy wykonać za pomocą przewodów niepalnych o powłoce bezhalogenowej mieszkanki polimerowej HDGS.

Należy zastosować rozłącznik izolacyjny po stronie stałoprądowej DC przed wejściem stałoprądowych tras kablowych do budynku. Rozłącznik izolacyjny musi zostać sprzężony z przyciskiem przeciwpożarowym odpowiadającym za zadziałanie rozłącznika izolacyjnego po stronie DC instalacji fotowoltaicznej. Poszczególne stringi instalacji fotowoltaicznej należy wyposażyć odseparowane rozłączniki izolacyjne. Zadziałanie rozwiązania pozwala na odcięcie przepływu prądu oraz napięcia w trasie stałoprądowej prowadzonej przez poszczególne kondygnacje budynku.

5.KONTROLA JAKOŚCI I ODBIÓR ROBÓT.

5.1 Kontrola jakości materiałów i wykonania.

Wykonawca jest odpowiedzialny za prowadzenie robót zgodnie z umową oraz za jakość zastosowanych materiałów i wykonywanych robót, za ich zgodność z projektem wykonawczym i estetyką. Decyzje nadzoru inwestorskiego dotyczące akceptacji lub odrzucenia materiałów i elementów robót będą oparte na wymaganiach sformułowanych w dokumentacji projektowej, a także w normach. Polecenia nadzoru inwestorskiego będą wykonywane nie później, niż w czasie przez niego wyznaczonym, po ich otrzymaniu przez Wykonawcę, pod groźbą zatrzymania robót. Skutki finansowe z tego tytułu ponosi Wykonawca.

Roboty muszą być przeprowadzone w sposób uczciwy, fachowo przez właściwie wykwalifikowanych robotników, a także w pełnej zgodności z dokumentacją projektową. Urządzenia, materiały i inne artykuły użyte w robotach objętych niniejszym zamówieniem muszą być nowe. Cechy materiałów, elementów budowli i wyposażenia muszą być jednolite i wykazywać zgodność z określonymi wymaganiami, a rozrzuty ich cech nie mogą przekraczać dopuszczalnego przedziału tolerancji. Wykonawca przedłoży Zamawiającemu pełną informację dotyczącą materiałów lub wyposażenia, które chce wykorzystać w procesie realizacji robót.

Podstawowym dokumentem normującym całość zagadnień branży budowlanej w Polsce jest ustawa o Prawie Budowlanym, (tj. Dz. U. 2021.2351 z dnia 2021.12.20). Zamawiający wyznaczy inspektora nadzoru inwestorskiego w zakresie wynikającym z ustawy Prawo Budowlane oraz z postanowień umowy z Wykonawcą.

Kontroli będą podlegały w szczególności:

- stosowane gotowe wyroby instalacyjne w odniesieniu do ich zgodności z projektem,
- stosowane gotowe wyroby budowlane w odniesieniu do dokumentów potwierdzających ich dopuszczenie do obrotu oraz zgodności parametrów z danymi zawartymi w projekcie,
- jakość i dokładność wykonania prac,
- prawidłowość funkcjonowania zamontowanych urządzeń i wyposażenia

Roboty objęte przedmiotowym zadaniem podlegają następującym typom odbiorów:

- odbiór częściowy,
- odbiór końcowy,
- odbiór gwarancyjny.

Zakres przedmiotowy każdego typu odbioru należy uzgadniać z inspektorem nadzoru oraz osobami wyznaczonymi przez Zamawiającego. W celu rozpoczęcia końcowych czynności odbiorowych należy spełnić następujące warunki:

- zakończyć roboty objęte umową,
- zgłosić pisemne zakończenie robot objętych umową,
- zgłosić pisemnie inspektorowi nadzoru gotowość do odbioru końcowego oraz przedłożyć komplet dokumentów odbiorowych,
- przekazać protokoły badań, prób i sprawdzeń instalacji.

5.2 Warunki odbioru instalacji elektrycznej

5.2.1 Oględziny instalacji elektrycznych.

- Oględziny należy wykonać przed przystąpieniem do prób i po odłączeniu zasilania instalacji.
- Oględziny mają na celu stwierdzenie, czy wykonana instalacja lub urządzenie:
- spełniają wymagania bezpieczeństwa,
- zostały prawidłowo zainstalowane i dobrane oraz oznaczone zgodnie z projektem,
- nie posiadają widocznych uszkodzeń mechanicznych, mogących mieć wpływ na pogorszenie bezpieczeństwa użytkowania.

Zakres oględzin obejmuje sprawdzenie prawidłowości:

- wykonania instalacji pod względem estetycznym (jakość wykonanej instalacji),

- ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym,
- doboru urządzeń i środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych,
- ochrony przed pożarem i skutkami cieplnymi,
- doboru przewodów do obciążalności prądowej i spadku napięcia,
- wykonania połączeń obwodów,
- doboru i nastawienia urządzeń zabezpieczających i sygnalizacyjnych,
- wykonania dostępu do instalacji i urządzeń elektrycznych w celu ich wygodnej obsługi i konserwacji

5.2.2 Badania odbiorcze instalacji elektrycznych

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

Badania odbiorcze powinna przeprowadzać osoba dobrze znająca wymagania stawiane instalacjom elektrycznym. Badania odbiorcze instalacji elektrycznych mogą wykonywać wyłącznie osoby posiadające zaświadczenia kwalifikacyjne. Osoba wykonująca pomiary może korzystać z pomocy osoby nie posiadającej zaświadczenia kwalifikacyjnego, pod warunkiem, że odbyła przeszkolenie BHP pod względem prac przy urządzeniach elektrycznych. Zakres badań odbiorczych obejmuje:

- oględziny instalacji elektrycznych,
- badania (pomiary i próby) instalacji elektrycznych, badania impedancji pętli zwarcia, badania czasu zadziałania wyłącznika RCD (różnicowo-prądowego), wartość prądu powodująca wyzwolenie wyłącznika nadprądowego
- próby rozruchowe
- pomiary kamerą termowizyjną
- pomiary miernikiem pozwalającym wyznaczyć charakterystyki prądowo-napięciowe modułu, rezystancję izolacji modułu napięcie V_{oc} , prąd I_{mpp} , prąd I_{sc} , napięcie V_{mpp} pozwalające określić współczynnik wypełnienia (fill factor) świadczący o klasie wykonania modułu fotowoltaicznego wraz uwzględnieniem parametrów rzeczywistych w momencie przeprowadzenia pomiarów takich jak temperatura modułu, temperatura otoczenia, poziom nasłonecznienia

5.2.3 Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym

Należy sprawdzić prawidłowość doboru środków ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym oraz ich zgodność z normami. Skuteczność ochrony przeciwporażeniowej

należy sprawdzić pomiarami powykonawczymi. Należy sprawdzić zgodność instalacji z wymaganiami normy PN-HD 60364-4-41 oraz PN-HD 60364-4-47.

5.2.4 Ochrona przed pożarami i skutkami cieplnymi

Należy sprawdzić, czy:

- instalacje i urządzenia elektryczne nie stwarzają zagrożenia pożarowego dla materiałów lub podłoży, na których (w pobliżu których) są zainstalowane,
- urządzenia mogące powodować powstawanie łuku elektrycznego są odpowiednio zabezpieczone przed jego negatywnym oddziaływaniem na otoczenie, dostępne części urządzeń i aparatów nie zagrażają poparzeniem,
- Należy sprawdzić zgodność instalacji z wymaganiami normy PN-HD 60364-4-42 i PN-HD 60364-4-482.

5.2.5 Połączenia przewodów

Należy sprawdzić, czy:

- połączenia przewodów są wykonane przy użyciu odpowiednich metod i osprzętu,
- nie jest wywierany przez izolację nacisk na połączenia,
- zaciski nie są narażone na naprężenia spowodowane przez podłączone przewody.
- Należy sprawdzić zgodność instalacji z wymaganiami normy PN-82/E-06290, PN-86/E-06291.

5.2.6 Warunki techniczne wykonania i odbioru prac konstrukcji nośnych.

Sprawdzenie wykonania konstrukcji montażowej modułów fotowoltaicznych.

Wszelkie prace konstrukcyjne i montażowe wykonywane na dachach budynków podlegają odbiorowi pod kątem spełniania następujących warunków:

- warunki BHP wg „Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych,
- przepisów, obowiązujących przy prowadzeniu robót budowlano-montażowych,
- wymagania techniczne i badania konstrukcji stalowej przy wykonywaniu, montażu i odbiorze wg PN-B-06200:2002 oraz „Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych, tom III – Konstrukcje stalowe”,
- zastosowanych rozwiązań systemowo-materiałowych,
- dokładności osadzenia kotew stalowych,
- stabilności konstrukcji i odporności na parcie wiatru,



- zabezpieczenia elementów metalowych przed korozją,
- braku zakłóceń w układzie odprowadzenia wód opadowych z dachu,
- nie ograniczania dostępności do elementów dachu (rynien, kominów, wentylatorów, itp.),
- estetyki wykonania konstrukcji.

6. ODBIORY

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z projektem wykonawczym, specyfikacją i wymaganiami, jeśli wszystkie odbiory, próby kontrolne, sprawdzenia, pomiary i badania uwzględniające wymagania w.w. dokumentów dały wyniki pozytywne.

Wszelkie prace powinny być wykonane zgodnie z obowiązującymi przepisami normami w zakresie budowy i montażu OZE, pod kierunkiem osoby posiadającej wymagane kwalifikacje.

Instalacje powinny być wykonane zgodnie z "Warunkami technicznymi wykonywania i odbioru robót budowlano-montażowych." tom. V, Instalacje elektryczne.

Zamontowane instalacje, zostaną przekazane Zamawiającemu do użytkowania, w stanie gotowym po ich wykonaniu oraz po bezusterkowym odbiorze końcowym robót.

7. BEZPIECZEŃSTWO I OCHRONA ZDROWIA

Realizacja obiektu odbywać się będzie na terenie działki użytkownika instalacji PV. Wymaga to wyznaczenia i zabezpieczenia odpowiednich placów składowych oraz przywrócenia ich oraz dróg do ich pierwotnego stanu.

Przepisy BHP określają prace na wysokościach, w tym na dachu, jako prace szczególnie niebezpieczne. W związku z tym pracodawca ma obowiązek zadbania o odpowiedni sprzęt zapewniający bezpieczeństwo pracownikom wykonującym prace na wysokościach, a także o nadzór nad tego typu pracami.

Bardzo istotne jest zapewnienie bezpiecznej komunikacji – wejścia i zejścia z dachu.

Należy zadbać o bezpieczny transport materiałów potrzebnych do wykonywania prac na dachu. Przy pracach na wysokościach stosować środki ochrony indywidualnej (na przykład szelek bezpieczeństwa).

Trzeba również wygrodzić i oznakować strefę niebezpieczną w ogólnodostępnym miejscu prowadzenia prac na dachach, na rusztowaniach i przy ciągach lub przejściach komunikacyjnych, ze względu na zagrożenie dla zdrowia lub życia osób postronnych. Należy również kontrolować dostęp osób niepowołanych do miejsc zagrożonych upadkiem przedmiotów lub materiałów. Ponadto przy wykonywaniu prac na dachu należy przestrzegać wymogów bhp w tym m.in:

- materiały składowane na dachu należy zabezpieczyć przed zsunięciem;
- w czasie przerw w pracy lub po zakończeniu pracy na dachu materiały, narzędzia, opakowania itp. powinny być usunięte z dachu lub umocowane w sposób wykluczający upadek na niższy poziom;
- praca na dachu może być prowadzona tylko przy sprzyjającej pogodzie; roboty należy przerwać przy nastaniu zmierzchu, gęstej mgły, opadów deszczu lub śniegu, gołoledzi i wiatru
- podnoszenie i opuszczanie materiałów, narzędzi należy dokonywać w sposób wykluczający spadek z wysokości lub zaczepienie o konstrukcję budynku.

8. PRZEPISY ZWIĄZANE.

PN-87/E-90056. Przewody elektroenergetyczne ogólnego przeznaczenia do układania na stałe. Przewody o izolacji i powłoce polwinitowej, okrągłe.

PN-87/E-90054. Przewody elektroenergetyczne ogólnego przeznaczenia do układania na stałe. Przewody jednożyłowe o izolacji polwinitowej.

PN-IEC 60364 – norma wieloarkuszowa. Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.
PN-E-04700:1998/2000. Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych.

PN-IEC 61024 – norma wieloarkuszowa. Ochrona odgromowa obiektów budowlanych.

PN-86/E-05003.01. Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Wymagania ogólne.

N-SEP-E-004. Budowa linii kablowych.

Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 20 grudnia 2021 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz. U. 2021.2454 z dnia 29 grudnia 2021r.).

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2022.1225 z dnia 9 czerwca 2022r.) z załącznikiem (wykaz Polskich Norm obowiązującego stosowania),

Rozporządzenie Ministra Energii w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych (Dz. U. 2021.1210 z dnia 5 lipca 2021r.)

Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych. Tom V. Instalacje elektryczne.

Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych ITB część D: Roboty instalacyjne. Zeszyt 2: Instalacje elektryczne i piorunochronne w budynkach użyteczności publicznej.

Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych. Tom III. Konstrukcje stalowe.

PN-B-06200:2002 Konstrukcje stalowe budowlane. Warunki wykonania i odbioru.

PN-EN 10025:2002 Wyroby walcowane na gorąco z niestopowych stali konstrukcyjnych. Warunki techniczne dostawy.

