

SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH

Sygnatura : instalacjaPV-SGGW_Kampus

Nazwa: Budowa instalacji fotowoltaicznej-
elektrowni słonecznej o mocy 600kW wraz z
infrastrukturą towarzyszącą oraz uwzględnieniem
istniejącej mikroinstalacji fotowoltaicznej

Obiekt

Nazwa Kampus SGGW

Adres Dz. Nr 114?2, obręb Dzielnica Ursynów
nazwa [1-10-12]

Inwestor

Nazwa Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Adres ul. Nowoursynowska 166; 02+-787 Warszawa

NIP: 525-000-74-25

Główne kody CPV

09331200-0	Słoneczne moduły fotoelektryczne
44112110-5	Konstrukcje dachowe
45261215-4	Pokrywanie dachów panelami ogni słonecznych
45300000-0	Roboty instalacyjne w budynkach
45311000-1	Roboty w zakresie instalacji elektrycznych
71320000-7	Usługi inżynierskie w zakresie projektowania

OPRACOWAŁ	PODPIS
DINT SGGW	INSPEKTOR/NADZORU SGGW

/ inż. Jerzy Lech /
insp. nadz. rob. elektr.
upr. bud. bez ogr. nr St-88/90

29-12-2023

Spis treści

1. Wprowadzenie	3
1.1. Przedmiot	3
1.2. Zakres stosowania	3
1. 3. Zakres robót objętych	3
2. Materiały	4
2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów	4
2.2. Moduły fotowoltaiczne	4
2.3. Falownik fotowoltaiczny (ang. Inverter)	5
2.4. Konstrukcja wsporcza modułów PV	6
2.5. Optymalizatory mocy (ang. Power Optimizers)	7
2.6. Rozdzielnice	7
2.7. Przewody	7
2.7.1 Strona stałoprądowa – DC	7
2.7.2. Strona zmiennoprądowa – AC	8
2.8. Zabezpieczenia	8
2.8.1. Przeciążeńiowe - strona stałoprądowa – DC	8
2.8.2. Ochrona podstawowa po stronie zmiennoprądowej	9
2.8.3. Ochrona dodatkowa po stronie zmiennoprądowej	9
2.8.3. Ochrona uzupełniająca	9
2.8.4. Ochrona przepięciowa instalacji	9
2.9. Uziemienia i połączenia wyrównawcze	10
2.10 Instalacja odgromowa	10
2.11 Ochrona ppoż.	10
2. 12 Wewnętrzny układ pomiarowy	10
2. 13 Układ telemechaniki i Telesterowania	11

Załączniki:

- Wydane pozwolenie na budowę
- Wydane warunki przyłączenia
- Ekspertyza konstrukcyjna możliwości sytuowania modułów fotowoltaicznych

Niniejsze opracowanie zostało sporządzone w oparciu o Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego.

Zgodnie z postanowieniem Rozporządzenia Komisji (WE) nr 2151/2003 z dnia 16 grudnia 2003 r. zastosowano kody CPV do określenia przedmiotu zamówienia przez zamawiających Państw Członkowskich UE i Polskie Prawo zamówień publicznych.

1. Wprowadzenie

1.1. Przedmiot

Przedmiotem opracowania jest specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych (STWiORB) budowy 11 szt. instalacji fotowoltaicznych o łącznej mocy do 600 kWp, wraz z infrastrukturą towarzyszącą oraz uwzględnieniem istniejących mikroinstalacji fotowoltaicznych. Poniżej przedstawiono moce i adresy instalacji fotowoltaicznych objętych opracowaniem:

- instalacja 1 – Pi=100kW – adres- Biblioteka SGGW; 02-787 Warszawa ul Nowoursynowska 161;
- instalacja 2 – Pi=50kW – adres- SGGW DS Cezar; 02-787 Warszawa ul Nowoursynowska 161C;
- instalacja 3 – Pi=50kW – adres- SGGW DS Dendryt; 02-787 Warszawa ul Nowoursynowska 161D;
- instalacja 4 – Pi=50kW – adres- SGGW DS Bazyliszek; 02-787 Warszawa ul Nowoursynowska 161B;
- instalacja 5 – Pi=50kW – adres- SGGW DS Adara; 02-787 Warszawa ul Nowoursynowska 161A;
- instalacja 6 – Pi=50kW – adres- SGGW DS Eden; 02-787 Warszawa ul Nowoursynowska 161E;
- instalacja 7 – Pi=50kW – adres- SGGW DS Feniks; 02-787 Warszawa ul Nowoursynowska 161F;
- instalacja 8 – Pi=50kW – adres- SGGW DS Hilton; 02-787 Warszawa ul Nowoursynowska 161H;
- instalacja 9 – Pi=100kW – adres- SGGW DS Grand; 02-787 Warszawa ul Nowoursynowska 161G;
- instalacja 10 – Pi=50kW – adres- SGGW DS Ikar; 02-787 Warszawa ul Nowoursynowska 161;
- instalacja 11 – Pi=50kW – adres- SGGW DS Limba; 02-787 Warszawa ul Nowoursynowska 161;

1.2. Zakres stosowania

Specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych (STWiORB) jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w pkt. 1.1.

1. 3. Zakres robót objętych

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z budową instalacji fotowoltaicznej. W zakres prac wchodzi:

- Sporządzenie projektu budowlanego zamiennego – jeżeli dotyczy,
- Wykonania aktualizacji wydanych warunków przyłączenia z OSD – jeżeli dotyczy,
- Sporządzenie dokumentacji oraz uzgodnienia OSD układu telemechaniki i telesterowania (jeśli dotyczy), zgodnie z wydanymi warunkami przyłączenia,
- Prowadzenie dokumentacji wykonawczej przez Kierownika Budowy oraz bieżące informowanie Inwestora lub jego Przedstawiciela o wszelkich zmianach wykonawczych,
- Dostawa wszystkich elementów systemu fotowoltaicznego,
- Montażu/Modernizacji instalacji odgromowej (jeśli dotyczy),
- Montaż konstrukcji wsporczej,
- Montaż modułów fotowoltaicznych,
- Montaż optymalizatorów mocy,
- Montaż falownika,

- Montaż rozdzielnic oraz aparatury zabezpieczającej,
- Montaż oraz parametryzacja układów telemechaniki i telesterowania, zgodnie z wydanymi warunkami przyłączenia oraz uzyskanym uzgodnieniem OSD,
- Ułożenie koryt kablowych lub rur instalacyjnych,
- Trasowanie linii kablowych zasilających strony prądu stałego - DC;
- Trasowanie linii kablowych zasilających strony prądu przemiennego nN – AC,
- Wykonanie przepustów ppoż.,
- Powiązanie z istniejącymi obwodami ppoż.,
- Połączenie wszystkich elementów wraz z montażem pozostałych urządzeń i osprzętu,
- Wykonanie pomiarów elektrycznych,
- Uruchomienie systemu oraz udział w pracach przyłączeniowych z OSD.
- Uporządkowanie terenu i przekazanie gotowego układu do eksploatacji inwestorowi,
- Przekazanie dokumentacji powykonawczej,
- Przeszkolenie wskazanych osób w zakresie obsługi oraz procedur w przypadkach nieprawidłowej pracy instalacji,

2. Materiały

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Dopuszcza się (za zgodą Inwestora) możliwość zastosowania materiałów równoważnych lub lepszych posiadających wymagane świadectwo dopuszczenia lub aprobatę techniczną wydaną przez właściwy organ aprobowy. Wszystkie wyroby budowlane wprowadzone do obrotu muszą spełniać wymogi oznakowań i oceny zgodności. Wszelkie materiały użyte przez Wykonawcę dla wykonania robót muszą być oryginalnie nowe, o ile innego rozwiązania nie zaleca Inwestor.

2.2. Moduły fotowoltaiczne

Zastosowane moduły muszą spełniać poniższe wymagania:

- producent musi posiadać przedstawiciela lub reprezentanta w Polsce,
- producent powinien znajdować się na aktualnej liście Tier 1 Bloomberg, oraz posiadać certyfikaty: IEC 60068-2-68, IEC 61215, IEC 61730, IEC 61701, IEC 62716,
- posiadać deklarację zgodności WE,
- posiadać klasę palności A wg IEC 61730,
- posiadać pozytywny wynik testu i raport z testu na obciążenie mechaniczne nie mniejsze niż 7000Pa
- posiadać co najmniej 15 lat gwarancji producenta;
- posiadać wyłącznie dodatnią tolerancję mocy;
- posiadać gwarancję na linowy spadek mocy 87,4% wartości mocy początkowej po 30 latach eksploatacji;
- posiadać dodatkowe zabezpieczenie gwarancji wydajności w postaci polisy ubezpieczeniowej,
- posiadać zakres temperatur pracy nie mniejszy niż: od -40 do 85 °C;
- posiadać stopień ochrony puszek przyłączeniowych nie mniejszy niż IP65;
- nie mogą być wyprodukowane wcześniej niż 12 miesięcy przed montażem;
- posiadać parametry zgodne z tabelą równoważności.

Proponuje się zastosowanie modułów fotowoltaicznych charakteryzujących się parametrami zestawionymi w poniższej tabeli. Z zaznaczeniem możliwości zastosowania innego modelu o parametrach zbliżonych – zgodnie z tabelą równoważności.

SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU
ROBÓT BUDOWLANYCH

Sym.	j. m.	Nazwa	Wartość	Tabela równoważności (Dopuszczalne odchylenia)
Parametry wyznaczane dla uwarunkowań testowania STC				
P_{max}	W	Moc maksymalna	430,0	Nie mniej niż 430, nie więcej niż 450
I_{SC}	A	Prąd zwarcia, SC (ang. <i>short circuit</i>)	14,00	Nie mniej niż 14,00
U_{OC}	V	Napięcie obwodu otwartego OC (ang. <i>open circuit</i>)	38,00	Nie mniej niż 38,00
η	%	Sprawność / Wydajność	22,00	Nie mniej niż 22,00
Współczynniki temperaturowe				
γ_T	%/°C	Wsp. temperaturowy mocy	-0,30	nie gorszy niż -0,30
α_T	%/°C	Wsp. temperaturowy prądu	0,040	nie gorszy niż 0,040
β_T	%/°C	Wsp. temperaturowy napięcia	-0,28	nie gorszy niż -0,28
Parametry projektowe / konstrukcyjne				
-	Szt.	Liczba ogniw	108	Nie mniej niż 108 i nie więcej niż 120
-	-	Rodzaj ogniw	Monokrystaliczne, typ N, bifacial (dwustronne)	Monokrystaliczne, typ N, bifacial (dwustronne)
I_{rev}	A	Maksymalna wartość prądu rewersyjnego	25	Nie mniej niż 25
U_{max}	V	Maksymalne napięcie „krytyczne”	1500	Nie mniej niż 1000
-	-	Sposób wykonania	Bifacial/konstrukcja szyba-szyba	Bifacial/konstrukcja szyba-szyba
Wym.	m	Wysokość/Szerokość/Grubość	1722/1134/30	+/- Brak ograniczeń
Waga	kg	Waga	~24,0	Nie więcej niż 27,0
-	-	Typ i producent złącz	Staubli MC4 (Multicontact)	Staubli MC4 (Multicontact)

2.3. Falownik fotowoltaiczny (ang. Inverter)

Zastosowany model falownika musi spełniać poniższe wymagania:

- wyznaczone przez operatora sieci dystrybucyjnej (OSD), w warunkach przyłączeniowych w tym:
 - zabezpieczenie „przed pracą wyspową” - uniemożliwienie dostarczenia wygenerowanej energii przy stanie zaniku napięcia z sieci elektroenergetycznej;
 - nastawy parametrów elektrycznych „granicznych” (poziomy napięć oraz częstotliwości) zgodne z IRIESD,
 - odpowiednie nastawy/sterowanie generowaną mocą bierną zgodnie z IRIESD, oraz warunkami przyłączeniowymi,
 - deklarację zgodności wykazującą spełnienie wymagań NC RfG oraz IRIESD;
- być 3-fazowymi (400 VAC) przekształtnikami energoelektronicznymi wykonanymi w technologii beztransformatorowej;
- posiadać stopień ochrony co najmniej IP65;
- być wyposażone w moduł komunikacyjny RS485;
- umożliwiać komunikację poprzez sieć Ethernet oraz Wi-Fi;
- posiadać co najmniej 12 lat gwarancji producenta;
- nie mogą być wyprodukowane wcześniej niż 12 miesięcy przed montażem;
- brak przeciwwskazań do współpracy z optymalizatorami mocy;

Proponuje się zastosowanie falowników charakteryzujących się parametrami zestawionymi w poniższych tabelach. Z zaznaczeniem możliwości zastosowania innego modelu o parametrach zbliżonych – zgodnie z tabelą równoważności.

Sym.	j. m.	Nazwa	Wartość	Tabela równoważności
------	-------	-------	---------	----------------------

SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU
ROBÓT BUDOWLANYCH

				(Dopuszczalne odchylenia)
Parametry dotyczące strony wejściowej DC				
P_{PVmax}	kW	Maksymalna moc podłączonych modułów PV	-	Nie mniej niż moc proj. modułów PV, przyłączonych pod dany falownik
U_{INmax}	V	Maksymalne napięcie wejściowe	1000	+ Brak ograniczeń
U_{MPPmin} U_{MPPmax}	V	Zakres napięcia pracy MPPT	ND	Nie dotyczy falowników z optymalizatorami -dla falowników tradycyjnych - 200 – 800
U_{START}	V	Napięcie rozruchowe	ND	Nie dt. – falowników z optymalizatorami – dla falowników tradycyjnych- 200
I_{MPPmax}	A	Maksymalny prąd znamionowy	72,50	Nie mniej niż prąd proj. modułów PV
I_{SCmax}	A	Maksymalny prąd obwodu zwartego	72,50	Nie mniej niż prąd proj. modułów PV
MPPT	Szt.	Liczba śledzących maksymalny punkt pracy	1	+ Brak ograniczeń
Parametry dotyczące strony wyjściowej AC				
P_N	kW	Znamionowa moc wyjściowa	-	W przedziale 0,8-1,2 mocy proj. PV, przyłączonych pod dany falownik
S	kVA	Maksymalna moc wyjściowa	-	+ Brak ograniczeń
I_{max}	A	Maksymalny prąd wyjściowy	-	+/- Brak ograniczeń
Parametry konwersji				
η_{max}	%	Sprawność maksymalna	98,3	Nie mniej niż 98,00
$\eta_{EURO/CEC}$	%	Sprawność europejska (tzn. ważona)	98,0	Nie mniej niż 98,0

2.4. Konstrukcja wsporcza modułów PV

Projektowane moduły fotowoltaiczne zostaną zamontowane za pomocą dedykowanych systemowych konstrukcji wsporczych dla rozwiązań fotowoltaicznych. Rodzaj konstrukcji wsporczej zależy od miejsca montażu, zgodnie z opisem zawartym w pkt. 1.1.

Zastosowana systemowa konstrukcja wsporcza powinna spełniać wymogi:

- możliwości montażu zadeklarowanej ilości modułów w opracowaniu lub ekwiwalentu założonej mocy modułów PV, projektowanej instalacji - przy uwzględnieniu istniejącej przestrzeni montażowej oraz braku naruszenia szczelności pokrycia i walorów konstrukcyjnych;
- spełniać warunek dopuszczalnych obciążeń określonych w ekspertyzie możliwości sytuowania modułów fotowoltaicznych, dla poszczególnych rozwiązań konstrukcyjnych oraz połączeń dachowych;
- być dedykowanymi systemowymi konstrukcjami wsporczymi dla zastosowań fotowoltaicznych;
- certyfikatu zgodności z normami PN-EN 1090-1, PN-EN 1090-2+A1 (dla elementów stalowych) oraz PN-EN 1090-3 (dla elementów aluminiowych);
- elementy nośne (podpory, belki/profile nośne, uchwyty montażowe trójkąt/ekierka) wykonane ze stali z powłoką antykorozyjną w postaci cynkowania metodą zanurzeniową o klasie korozyjności min. C3 (wg. PN-EN ISO 1461:2011) lub pokryte powłoką MAGNELIS (wg. PN-EN 10346:2015);
- elementy modułowe (profile montażowe, klemy) wykonane z materiału aluminiowego (zgodnie z PN-EN 1090-3:2019-05 lub PN-EN 1999-1-1:2007+A1:2009 lub PN-EN 573-3+A1:2022-11),
- elementy łączące (śruby, nakrętki, podkładki) wykonane ze stali nierdzewnej (zgodnie z PN-EN ISO 3506-1) lub stali z powłoką antykorozyjną w postaci cynkowania metodą zanurzeniową o klasie korozyjności min. C3 (wg. PN-EN ISO 1461:2011),

- dla elementów mających kontakt z poszyciem dachowym, stosować dedykowane podkłady EPDM. W miejscach kotwień konstrukcji stosować dedykowane uszczelnienia poszycia.
- odpowiedniego dopasowania względem obciążenia śniegiem i wiatrem – zgodnie z: PN-EN 1991-1-3:2005 oraz PN-EN 1991-1-4:2010. Wartości obciążenia klimatycznego należy przyjmować dla miejscowości lokalizacji inwestycji tj. miasto.....

2.5. Optymalizatory mocy (ang. Power Optimizers)

Zastosowane optymalizatory mocy muszą spełniać poniższe wymagania:

- realizacja optymalizacji mocy na poziomie każdego z modułów fotowoltaicznych lub każdej pary modułów;
- posiadać certyfikaty IEC61000-6-2; IEC61000-6-3;
- posiadać co najmniej 20 lat gwarancji producenta;
- posiadać stopień ochrony co najmniej IP67;
- brak przeciwwskazań do pracy z zastosowanym modelem falownika.

W dokumentacji proponuje się zastosowanie optymalizatorów mocy charakteryzujących się parametrami zestawionymi w poniższej tabeli. Z zaznaczeniem możliwości zastosowania innego modelu o parametrach zbliżonych – zgodnie z tabelą równoważności.

Sym.	j. m.	Nazwa	Wartość	Tabela równoważności (Dopuszczalne odchylenia)
P_{PVmax}	kW	Maksymalna moc wejściowa	0,44	Nie mniej niż moc proj. modułów PV
U_{INmax}	V	Maksymalne napięcie wejściowe	60,0	Nie mniej niż napięcie proj. modułów PV
U_{INmin}	V	Minimalne napięcie wejściowe	8,0	Nie więcej niż napięcie proj. modułów PV
I_{SCmax}	A	Maksymalny prąd obwodu zwartego	14,50	Nie mniej niż prąd proj. modułów PV
η_{max}	%	Sprawność maksymalna	99,50	Nie mniej niż 99,50
Zezwala się na zastosowanie jednego optymalizatora na dwie szt. modułów PV, przy spełnieniu warunku wielokrotności powyższych parametrów.				

2.6. Rozdzielnice

W rozdzielnicach znajdować będzie się aparatura zabezpieczająca instalację. Rozdzielnice należy wykonywać w obudowie o stopniu ochrony nie gorszym niż klasie IP nie gorszej niż IP44 dla zastosowań wewnętrznych, bądź IP65 dla zastosowań zewnętrznych oraz muszą posiadać odpowiednią liczbę pól montażowych, do montażu projektowanej aparatury. W przypadku rozdzielnic wykorzystywanych do montaż aparatury strony DC, konieczne wykorzystanie rozdzielnic posiadających napięcie znamionowe DC nie mniejsze niż 1000V.

2.7. Przewody

2.7.1 Strona stałoprądowa – DC

Połączenia poszczególnych modułów fotowoltaicznych wykonywać przez okablowanie dostarczone do danego sprzętu. Połączenia do odpowiednich obwodów falowników realizować za pomocą kabli dedykowanych do zastosowań fotowoltaicznych, tzn. napięcie pracy 1000 V, izolacja odporna na promieniowanie UV, ze złączkami dedykowanymi DC (+/-) o przekroju żył roboczych nie mniejszym niż 6 mm² oraz przy uwzględnieniu poniżej przedstawionych warunków.

Kable należy układać zgodnie z praktyką inżynierską, tak aby unikać pętli indukcyjnej. Kable łączące poszczególne moduły fotowoltaiczne będą mocowane do konstrukcji wsporczej samych modułów fotowoltaicznych. Kable pomiędzy łączeniami modułów PV a falownikami, będą prowadzone na trasach kablowych osłoniętych za pomocą dedykowanych rur osłonowych lub koryt kablowych, przy

czym dla trasowania na zewnątrz: rury osłonowe lub listwy instalacyjne będą przystosowane do pracy w przestrzeniach otwartych i będą odporne na promieniowanie UV. Wykonawca przed przystąpieniem do prac montażowych zobowiązany jest do przedstawienia Inwestorowi rozwiązań dt. trasowania okablowania.

Warunek obciążalności prądowej:

$$I_z^* \geq I_B; I_z^* = I_z \cdot k_g$$

gdzie: I_z^* – skorygowana o k_g , obciążalność długotrwała przewodów; I_z – obciążalność długotrwała, zależna od sposobu ułożenia okablowania, k_g – współczynnik korygujący; I_B – prąd obciążenia obwodu – odpowiada I_{MPP} modułu.

Warunek dopuszczalnego spadku napięcia, w instalacjach fotowoltaicznych przyjmuje się 1%:

$$\Delta U [\%] = \frac{(\text{ilość STRING} \cdot P_{PV}) \cdot l \cdot 100}{\gamma \cdot s \cdot (\text{ilość STRING} \cdot U_{MPP(T_{max})})^2} \leq 1\%$$

gdzie: P_{PV} – moc modułu PV; l – długość okablowania; $U_{MPP(T_{max})}$ – napięcie MPP w maksymalnej temperaturze, z zależności; γ – konduktywność materiału żyły, przyjęta dla miedzi; s – przekrój przewodu.

2.7.2. Strona zmiennoprądowa – AC

Połączenia pomiędzy falownikiem, rozdzielnicą AC (zabezpieczeniami falownika), a miejscem przyłączenia należy wykonać kablem o izolacji przystosowanej na napięcie 0,6/1 kV: 5-żyłowym, o przekroju nie mniejszym niż wynikającym z poniżej przedstawionych warunków.

Podłączenia względem aparatury należy wykonać, zgodnie z dedykowanymi złączkami i praktyką inżynierską. Okablowanie AC prowadzić w sposób optymalizujący rozmieszczenie kabli. Kable nie prowadzone w gruncie będą prowadzone na trasach kablowych osłoniętych za pomocą dedykowanych rur osłonowych lub koryt kablowych, przy czym dla trasowania na zewnątrz wymaga się aby były przystosowane do pracy w przestrzeniach otwartych i będą odporne na promieniowanie UV. Wykonawca przed przystąpieniem do prac montażowych zobowiązany jest do przedstawienia Inwestorowi rozwiązań dt. trasowania okablowania.

Warunek obciążalności prądowej:

$$I_z^* \geq I_B; I_z^* = I_z \cdot k_g$$

gdzie: I_z^* – skorygowana o k_g , obciążalność długotrwała przewodów; I_z – obciążalność długotrwała, zależna od sposobu ułożenia okablowania, k_g – współczynnik korygujący; I_B – prąd obciążenia obwodu – odpowiada I_{max} falownika.

Warunek dopuszczalnego spadku napięcia, dla falownika (generatora) przyjmuje się 1%:

$$\Delta U [\%] = \frac{P_{max} \cdot l \cdot 100}{\gamma \cdot s \cdot U_N^2} \leq 1\%$$

gdzie: P_{max} – moc maksymalna urządzenia (falownika); l – odległość urządzenia od miejsca przyłączenia; U_N – napięcie znamionowe sieci (międzyprzewodowe); γ – konduktywność materiału żyły; s – przekrój przewodu.

2.8. Zabezpieczenia

2.8.1. Przeciążeńiowe - strona stałoprądowa – DC

Zgodnie z normą PN-HD 60364-7-712 – w przypadku braku połączeń równoległych powyżej „2”, względem połączonych łańcuchów modułów fotowoltaicznych (warunek prądu rewersyjnego, mogącego pojawić się na module PV) oraz potwierdzenie kryterium obciążalności prądowej przewodów strony stałoprądowej – DC.

Warunek maksymalnego prądu rewersyjnego:

$$1,375 \cdot I_{scPV(STC)} \cdot (n - 1) \leq I_{revPV}$$

gdzie: $I_{scPV(STC)}$ – prąd zwarcia modułu PV w warunkach STC; n – liczba połączeń równoległych modułów PV; I_{revPV} – max. prąd rewersyjny modułu fotowoltaicznego.

Warunek długotrwałego obciążenia przewodów DC – prądem zwarciovym:

$$1,25 \cdot I_{scPV(STC)} \cdot n \leq I_z^*$$

gdzie: $I_{scPV(STC)}$ – prąd zwarcia modułu PV w warunkach STC; n – liczba połączeń równoległych modułów PV; I_{revPV} – max. prąd rewersyjny modułu fotowoltaicznego; I_z^* – skorygowana o k_g , obciążalność długotrwała przewodów.

W przypadku gałęzi równoległych powyżej 2 szt., należy dobrać zabezpieczenia w postaci wkładek bezpiecznikowych gPV

$$I_2 \leq I_z^* \cdot 1,45 ; I_2 = I_n \cdot k_2$$

gdzie: I_z^* – skorygowana o k_g , obciążalność długotrwała przewodów; I_n - znamionowy prąd urządzenia zabezpieczającego; I_2 - prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego; k_2 – współczynnik krotności zabezpieczenia

2.8.2. Ochrona podstawowa po stronie zmiennoprądowej

Układ projektowanej sieci TN-S. Ochrona podstawowa oraz ochrona przed dotykiem bezpośrednim realizowana będzie przez izolowanie części czynnych (izolacja podstawowa) oraz stosowanie obudów i osłon zastosowanych urządzeń o stopniu ochrony co najmniej IP2X.

2.8.3. Ochrona dodatkowa po stronie zmiennoprądowej

Dla obwodów strony zmiennoprądowej AC należy zastosować zabezpieczenia w postaci wyłączników nadprądowych o charakterystyce B lub wkładek topikowych zainstalowanych w rozłącznikach bezpiecznikowych. Jako zabezpieczenie główne instalacji PV – rozdzielnic głównych PV wykorzystać istniejący wyłącznik mocy z możliwością określenia nastaw zwarciovych ($I_{>>}$) i przeciążeniowych ($I_{>}$). Doboru wartości zabezpieczeń dokonać zgodnie z poniższymi zależnościami.

$$I_B \leq I_n \leq I_z^*$$

$$I_2 \leq I_z^* \cdot 1,45$$

$$I_2 = I_n \cdot k_2$$

gdzie: I_z^* – skorygowana obciążalność długotrwała przewodów, zgodnie z rozdziałem doboru przewodów; I_B - prąd obciążenia obwodu – maksymalna wartość prądu na wyjściu falownika; I_n - znamionowy prąd urządzenia zabezpieczającego; I_2 - prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego; k_2 – współczynnik krotności zabezpieczenia.

2.8.3. Ochrona uzupełniająca

Do ochrony uzupełniającej projektuje się wyłącznik różnicowoprądowy (RCD) o prądzie upływu 100 mA lub 300 mA oraz typie wyzwalacza B. W przypadku gdy w zastosowanym falowniku nie będą występowały uszkodzeniowe prądy stałe w instalacji należy zastosować wyłączniki różnicowoprądowe z wyzwalaczami typu A (weryfikacja na podstawie oświadczenia producenta wyłączników).

2.8.4. Ochrona przepięciowa instalacji

Dla zapewnienia ochrony przepięciowej strony DC dla każdej grupy modułów fotowoltaicznych przynależnych do wykorzystanego wejścia MPPT falownika, zastosować ogranicznik przepięć, o maksymalnym napięciu trwałej pracy wynoszącym nie mniej niż 1000 V. Typ zastosowanego ogranicznika przepięć uzależniony jest od stanu instalacji odgromowej w obiekcie, w momencie realizacji działań montażowych przez Wykonawcę.

- Typ 2 (T2) – gdy budynek nie posiada ochrony odgromowej lub zachowany został odstęp izolacyjny (PN-EN-62305-3:2011) pomiędzy instalacją modułów fotowoltaicznych, a instalacją odgromową.
- Typ 1 i 2 (T1+T2) – gdy nie zostały zachowane odstępy izolacyjne pomiędzy instalacją modułów fotowoltaicznych, a instalacją odgromową, w danym przypadku ogranicznik należy połączyć z szyną wyrównawczą (SW) przewodem o przekroju nie mniejszym niż 16 mm². Dodatkowo konstrukcję wsporczą modułów należy połączyć z instalacją odgromową, za pomocą złączy krzyżowych oraz linki miedzianej o przekroju min. 16 mm².

Dla zapewnienia ochrony przepięciowej strony AC falownika zastosować ogranicznik przepięć typ 2, o maksymalnym napięciu trwałej pracy na każdą z faz wynoszącym nie mniej niż 255 V. Gdy w miejscu przyłączenia nie występuje istniejąca aparatura ograniczników przepięć konieczne jest zastosowanie ograniczników przepięć AC typu 1 i 2 (T1+T2).

Rezystancja uziemienia szyny wyrównawczej, do której podłączany zostaje ogranicznik przepięć powinna spełniać warunek $R \leq 10 \Omega$.

2.9. Uziemienia i połączenia wyrównawcze

Przy wykonywaniu połączenia wyrównawczego należy pamiętać, że wszystkie uziemienia po stronie DC, jak i AC, powinny być wspólne. Nie należy wykonywać nieuziemionych połączeń wyrównawczych. Sposób wykonania połączenia wyrównawczego modułów fotowoltaicznych oraz ich konstrukcji wsporczej jest zależny od rodzaju instalacji odgromowej w jaką wyposażony jest obiekt:

- gdy budynek nie posiada ochrony odgromowej lub zachowany został odstęp izolacyjny (zgodnie z PN-EN-62305-3:2011) pomiędzy instalacją modułów fotowoltaicznych, a instalacją odgromową, połączenia należy wykonać przewodem o przekroju nie mniejszym niż 6 mm², łącząc szeregowo moduły fotowoltaiczne oraz ich konstrukcję wsporczą z szyną wyrównawczą;
- gdy nie zostały zachowane odstępy izolacyjne pomiędzy instalacją modułów fotowoltaicznych, a instalacją odgromową, w danym przypadku połączenia należy wykonać przewodem o przekroju nie mniejszym niż 16 mm² oraz łącząc moduły fotowoltaiczne oraz ich konstrukcję wsporczą z instalacją odgromową obiektu przewodem o przekroju nie mniejszym niż 16 mm.

2.10 Instalacja odgromowa

Przy wykonywaniu instalacji – rozmieszczeniu modułów PV stosować się do wytycznych normy PN-EN-62305-3:2011. Jeżeli odstęp separacyjny pomiędzy instalacją odgromową a konstrukcją wsporczą modułów PV nie został zachowany należy zastosować odpowiednie środki zawarte w rozdziale dt. ochrony przepięciowej instalacji oraz połączeń wyrównawczych. Przy jednoczesnym uwzględnieniu istniejącego poziomu ochronny (LPS) obiektu, względem projektowanej instalacji fotowoltaicznej, tzn. projektowana instalacja PV musi zostać objęta ochronną odgromową. W ramach inwestycji przewiduje się jej modernizację, w postaci projektowanych iglic odgromowych dla części 1 instalacji. Prace montażowe oraz planowanie odnowienia instalacji odgromowej wykonywać zgodnie z normą PN-EN 62305 oraz praktyką i sztuką inżynierską.

2.11 Ochrona ppoż.

Rozdzielnice główne PV wyposażone w główne wyłączniki prądu instalacji fotowoltaicznej, powiązać z istniejącymi obwodami przycisków wyzwalania obwodów ppoż. przynależnych do budynków, odpowiednio dla każdej z części instalacji. Prace montażowe i sposób powiązania z istniejącą instalacją, w tym połączenia aparatury wykonywać zgodnie z obowiązującymi przepisami i wiedzą inżynierską.

2.12 Wewnętrzny układ pomiarowy

W ramach inwestycji przewidziano zabudowę wewnętrznych liczników energii wyprodukowanej dla każdej z części instalacji PV, zabudowy dokonać w rozdzielnicach głównych PV odpowiednich dla każdej z części. Układ pomiarowy wykonać jako pomiar półpośredni po stronie nN z

zastosowaniem przekładników prądowych, o prądzie znamionowym dostosowanym do prądu roboczego danej części instalacji. Doboru licznika energii oraz przekładników prądowych wykonywać zgodnie z wytycznymi projektowania i wykonywania przyłączy do sieci elektroenergetycznej Stoen Operator Sp. z o.o. w zakresie instalacji elektrycznych i elektroenergetycznych oraz rozliczeniowych i bilansujących układów pomiarowych energii elektrycznej – wydanie ze stycznia 2022 oraz wiedzą inżynierską.

2. 13 Układ telemechaniki i Telesterowania

Dla instalacji przewiduje się wykonanie układu telemechaniki i telesterowania obejmującego zabezpieczenia U i f, telesterowania łącznikami instalacji fotowoltaicznej, telesygnalizację stanu automatyki oraz telepomiar – zakres zgodnie z wydanymi warunkami przyłączeniowymi OSD. Na etapie wykonawczym Wykonawca zobowiązany jest do wykonania dokumentacji zawierającej konkretne rozwiązania techniczne danego układu oraz dokonania uzgodnienia dokumentacji i przekazywanych sygnałów z odpowiednim działem wyznaczonym przez OSD.