

PROJEKT TECHNICZNY

INWESTYCJA	<i>Nazwa</i> Instalacja fotowoltaiczna dla budynku Urzędu Gminy w Słupcy o mocy 25,2 kWp <i>Adres</i> Ul. Sienkiewicza 16, 62-400 Słupca Nr działki: 1661 Obręb: 0001 Słupca Gmina: Słupca (Miasto) Powiat: słupecki Województwo: wielkopolskie ID działki: 302301_1.0001.1661
------------	---

INWESTOR	Gmina Słupca Ul. Sienkiewicza 16 62-400 Słupca
----------	---

JEDNOSTKA PROJEKTOWA	 MPPV P R O J E K T	MPPV PROJEKT Piotr Mędzelowski ul. Zbylitowskich 146 33-113 Zbylitowska Góra
-------------------------	--	--

PROJEKTANT		
BRANŻA	IMIĘ I NAZWISKO	PODPIS
Fotowoltaiczna	Mgr inż. Piotr Mędzelowski	

NR EGZEMPLARZA	1	2	3	4
----------------	---	---	---	---

Listopad, 2022 r.

Spis treści

1.	PODSTAWA OPRACOWANIA	3
2.	PODSTAWOWE POJĘCIA	4
3.	PRZEDMIOT OPRACOWANIA	4
4.	ZAKRES OPRACOWANIA	6
5.	OPIS ROZWIĄZAŃ	6
6.	PROJEKTOWANA INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA	8
6.1	PANELE FOTOWOLTAICZNE	8
6.2	FALOWNIK	9
6.3	OPTYMALIZATORY MOCY	9
6.4	KONSTRUCJA WSPORCZA	10
6.5	PRZEWODY, ZABEZPIECZENIA I ROZDZIELNICA PO STRONIE DC	11
6.5.1	DOBÓR PRZEWODÓW PO STRONIE DC	11
6.5.2	ZABEZPIECZENIA PRZEPIĘCIOWE PO STRONIE DC	11
6.5.3	ROZDZIELNICA DC	12
6.6	PRZEWODY, ZABEZPIECZENIA I ROZDZIELNICA PO STRONIE AC	12
6.6.1	DOBÓR PRZEWODÓW PO STRONIE AC	12
6.6.2	ZABEZPIECZENIA PO STRONIE AC	13
6.6.3	ROZDZIELNICA AC	13
7.	ZABEZPIECZENIE PRZECIWPOŻAROWE	14
8.	OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA I ODGROMOWA	17
9.	UWAGI DLA WYKONAWCY	17
10.	ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW	18
11.	UWAGI KOŃCOWE	18
12.	ZAŁĄCZNIKI	19

1. PODSTAWA OPRACOWANIA

- Umowa na wykonanie prac projektowych;
- Wizja lokalna odbyta w terenie;
- Obowiązujące normy, przepisy i zasady sztuki budowlanej;
- Ustawa z dn. 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. 1994 nr 89 poz. 414 z późn. zm.);
- Ustawa z dn. 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. 2003 nr 80 poz. 717 z późn. zm.);
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo Energetyczne (Dz. U. 2012r. poz.1059 oraz z 2013r. poz. 984);
- Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz. U. 2015 poz. 478);
- Wymagania dla instalacji mikrogeneracyjnych przeznaczonych do równoległego przyłączenia do publicznych sieci dystrybucyjnych niskiego napięcia – norma PN-EN 50438;
- Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu;
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2003 Nr 33, poz. 270);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 06 lutego 2003 r w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. 2003 Nr 47, poz. 401);
- PN – IEC 60364-5-53:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza,
- Polska Norma PN-E-83017 - Systemy fotowoltaiczne przetwarzania energii słonecznej. Terminologia i symbole.
- Polska Norma PN-HD 60364-7-712 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.
- Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz.U. 1991 nr 81 poz. 351 z późniejszymi zmianami);
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 29 stycznia 2016 r. w sprawie rodzajów i ilości znajdujących się w zakładzie substancji niebezpiecznych, decydujących o zaliczeniu zakładu do zakładu o zwiększonym lub dużym ryzyku wystąpienia poważnej awarii przemysłowej (Dz.U. 2016 poz. 138);
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U. z 2010 r. nr 109 poz. 719).

2. PODSTAWOWE POJĘCIA

- **Ogniwo PV** – najmniejszy element systemu PV, który wytwarza energię elektryczną w warunkach ekspozycji na światło takie jak promieniowanie słoneczne;
- **Moduł PV** – najmniejszy, w pełni chroniony przed wpływami środowiska zespół połączonych ze sobą ogniw PV;
- **Łańcuch PV** – obwód, w którym łączy się szeregowo moduły PV, w celu wytworzenia wymaganego napięcia wyjściowego;
- **Skrzynka połączeniowa modułu PV** – (Junction Box) obudowa w której wszystkie łańcuchy PV jakiegokolwiek modułu PV są połączone elektrycznie i gdzie są umieszczone zabezpieczenia;
- **Przewód główny DC systemu PV** – przewód łączący skrzynkę połączeniową generatora PV z zaciskami DC falownika PV;
- **Falownik PV** – urządzenie, które przetwarza napięcie i prąd stały na w napięcie i prąd przemienny;
- **Instalacja elektryczna obiektu** – część sieci niskiego napięcia stanowiąca układ przewodów w budynku wraz ze sprzętem elektroinstalacyjnym;
- **Mikroinstalacja fotowoltaiczna** – instalacja odnawialnego źródła energii o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 50 kW, przyłączonej do sieci elektroenergetycznej o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV albo o mocy osiągalnej cieplnej w skojarzeniu nie większej niż 150 kW, w której łączna moc zainstalowana elektryczna jest nie większa niż 50 kW;
- **Prosument energii odnawialnej** – to inaczej odbiorca końcowej, wytworzonej energii elektrycznej wyłącznie z odnawialnych źródeł energii na własne potrzeby w mikroinstalacji, w przypadku odbiorcy końcowego niebędącego odbiorcą energii elektrycznej w gospodarstwie domowym, nie stanowi to przedmiotu przeważającej działalności gospodarczej określonej zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 40 ust. 2 ustawy z dnia 29 czerwca 1995 r. o statystyce publicznej (Dz. U. z 2019 r. poz. 649, 730 i 2294).

3. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest projekt dachowej instalacji fotowoltaicznej wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną, projektowanej na dachu przynależnym do budynku Urzędu Gminy w Słupcy znajdującego się pod adresem ul. Sienkiewicza 16, 62-400 Słupca, na działce nr ewid. 1661, obręb 0001 Słupca, gmina Słupca Miasto.



Figura 1 Lokalizacja działki, na której planuje się montaż instalacji PV (źródło: GEOPORTAL)



Figura 2 Dach przeznaczony na instalację PV – ujęcie 1



Figura 3 Dach przeznaczony na instalację PV – ujęcie 2

4. ZAKRES OPRACOWANIA

Opracowanie swoim zakresem obejmuje:

- dobór modułów fotowoltaicznych;
- dobór falownika;
- wyznaczanie przekroju okablowania DC i AC;
- wyznaczanie strat napięciowych;
- dobór obliczeniowy zabezpieczeń;
- wizualizację oraz prognozowaną produkcję instalacji;
- graficzne przedstawienie rozstawienia modułów fotowoltaicznych;
- schemat elektryczny instalacji PV;
- string plan, tj. schemat połączeń modułów – strona DC.

5. OPIS ROZWIĄZAŃ

Na dachu projektuje się instalację fotowoltaiczną, która składać się będzie z zespołów paneli fotowoltaicznych. Łączna moc projektowanej instalacji fotowoltaicznej wynosić będzie 25,2 kWp. Zastosowane moduły PV będą współpracowały z optymalizatorami oraz inwerterem (przetwornicami stałej energii elektrycznej na energię elektryczną zmienną). Energia elektryczna produkowana przez instalację będzie dostarczana do sieci energetycznej nn-0,4kV, poprzez istniejącą rozdzielnię główną. Instalację fotowoltaiczną stanowią:

- moduły fotowoltaiczne;
- falownik fotowoltaiczny;
- okablowanie prądu stałego (DC) i zmiennego (AC);
- niezbędne zabezpieczenia elektryczne;
- trasy kablowe.

Instalacja fotowoltaiczna o mocy 25,2 kWp zakwalifikowana jest do mikroinstalacji. Zgodnie z art. 29 ust. 4 pkt 3c Prawa budowlanego instalowanie urządzeń fotowoltaicznych o mocy do 50 kW nie wymaga pozwolenia na budowę oraz zgłoszenia, jednak dla realizacji przedmiotowej instalacji nałożony obowiązek uzgodnienia z rzeczoznawcą do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej, zwany dalej „uzgodnieniem pod względem ochrony przeciwpożarowej”, projektu tych urządzeń oraz zawiadomienia organów Państwowej Straży Pożarnej, o którym mowa w art. 56 ust. 1a PB.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna będzie miała na celu wytwarzanie energii elektrycznej. Instalacja będzie się składać z zespołów paneli fotowoltaicznych podzielonych na tzw. "stringi". Ogniwa fotowoltaiczne (panele monokrystaliczne), które będą współpracować z inwerterem tzw. falownikiem – przetwornicą zmieniającą prąd stały (DC) dostarczony z ogniw, na prąd zmienny (AC). Po zmianie charakteru energii elektrycznej, zostanie ona użyta na potrzeby własne budynku. Potrzeby własne instalacji zostaną pokryte w pierwszej kolejności przez samo-konsumpcję energii elektrycznej wyprodukowanej w podmiotowej instalacji. W nocy energia elektryczna niezbędna na potrzeby własne falownika zostanie pobrana z lokalnej sieci, do której zostanie przyłączona. W przypadku zaniku napięcia w sieci lub też braku pojedynczej fazy, falownik automatycznie wyłączy się. Ponowne włączenie falownika odbywa się w sposób automatyczny, po pojawieniu się napięcia w sieci.

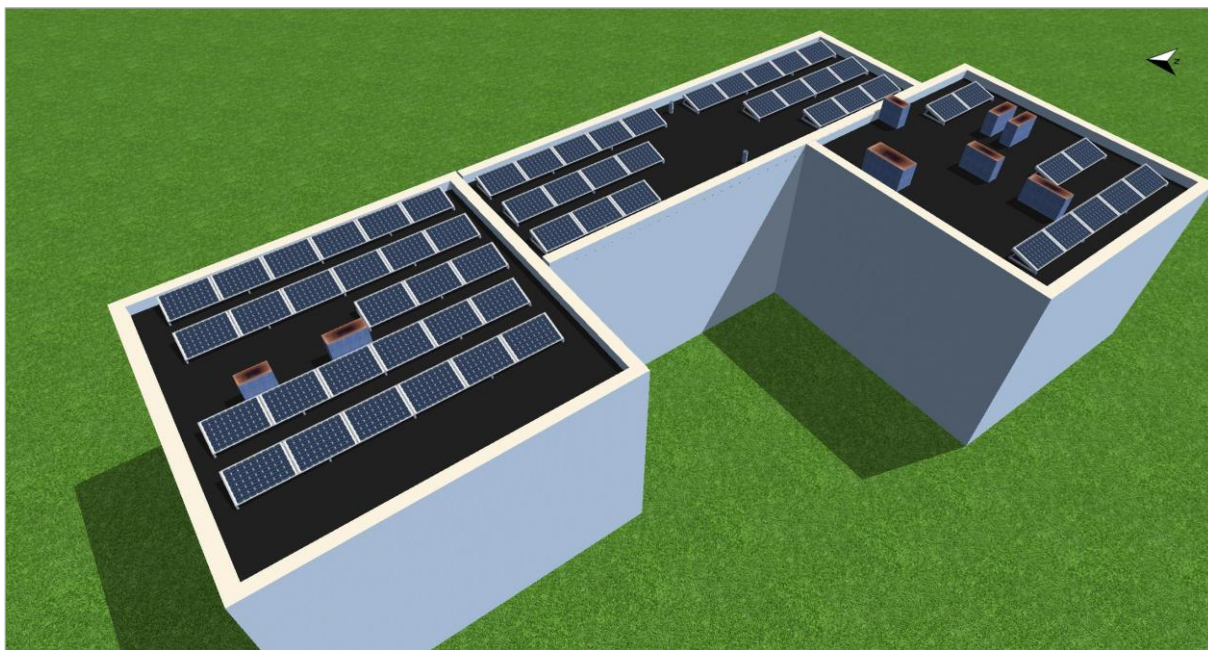


Figura 4 Wizualizacja instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku

6. PROJEKTOWANA INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA

6.1 PANELE FOTOWOLTAICZNE

Moduł fotowoltaiczny to urządzenie, które w sposób bezpośredni zamienia energię promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Moduł PV zbudowany jest z tak zwanych ogniw fotowoltaicznych, które połączone są w sposób szeregowy, czyli tak, aby koniec jednego elementu układu łączył się z początkiem następnego. Wytworzona energia jest w postaci prądu stałego DC.

Instalacja fotowoltaiczna stanowi zespół prądotwórczy składający się z 60 szt. modułów PV zamontowanych na dachowej konstrukcji wsporczej. Do falownika podłączone zostaną 2 stringi – po 30 paneli fotowoltaicznych przewodami DC PV 6mm², łączonymi za pomocą gniazd i wtyków MC4. Dla przedmiotowej instalacji fotowoltaicznej projektuje się zastosowanie paneli fotowoltaicznych o parametrach przedstawionych niżej w tabelach. Należy zastosować się do poniższych właściwości, które zostały przedstawione według konkretnego, przykładowego producenta – na etapie wykonania należy zastosować moduły o równoważnych parametrach. Na potrzeby projektu przyjęto moduły JINKO SOLAR – JKM420N-54HL4.

Tabela 1. Parametry elektryczne modułu – JKM420N-54HL4

Podstawowe parametry (dla warunków STC):	
Moc maksymalna (P_{MAX})	420 Wp
Napięcie obwodu otwartego (U_{OCSTC})	38,11 V
Prąd zwarcia (I_{SCSTC})	14,07 A
Napięcie przy mocy maksymalnej (U_{MPPSTC})	31,51 V
Natężenie prądu przy mocy maksymalnej (I_{MPPSTC})	13,33 A
Współczynnik temperaturowy (I_{SCSTC})	+ 0,046 %/°C
Współczynnik temperaturowy (U_{OCSTC} (β))	- 0,25 %/°C
Współczynnik temperaturowy (P_{MAXSTC})	- 0,30 %/°C
Podstawowe parametry (dla warunków NOCT):	
Moc maksymalna (P_{MAX})	316 Wp
Napięcie obwodu otwartego (U_{OCNOCT})	36,20 V
Prąd zwarcia (I_{SCNOCT})	11,36 A
Napięcie przy mocy maksymalnej ($U_{MPPNOCT}$)	29,34 V
Natężenie prądu przy mocy maksymalnej ($I_{MPPNOCT}$)	10,76 A

Tabela 2. Parametry mechaniczne modułu – JKM420N-54HL4

Pozostałe parametry	
Sprawność modułu	21,51%
Wymiary	1722x1134x30 mm
Waga	22 kg

6.2 FALOWNIK

Falownik to urządzenie, które przekształca wytworzoną energię elektryczną z modułu PV w postaci prądu i napięcia stałego, na prąd przemienny AC.

W ramach planowanej instalacji projektuje się zastosowanie 1 falownika. Falownik został tak dobrany, aby zapewnić optymalną wydajność całej instalacji PV. Instalację projektuje się tak, aby wypadkowe napięcie układu otwartego na szeregu modułów nie przekraczało maksymalnego napięcia dopuszczalnego na wejściu przez falownik przy najniższej spodziewanej temperaturze pracy systemu. Falownik spełnia kryteria przyłączenia jednostek wytwórczych do sieci elektroenergetycznych.

Instalację zaprojektowano z zastosowaniem optymalizatorów mocy SolarEdge S500. W przypadku wyłączenia falownika lub awarii po stronie sieci, optymalizatory zmniejszają napięcie na poziomie pojedynczego modułu do wartości 1 V.

Dla przedmiotowej instalacji fotowoltaicznej projektuje się zastosowanie falownika o parametrach przedstawionych niżej w tabelach. Należy zastosować się do poniższych właściwości, które zostały przedstawione według przykładowego producenta – na etapie wykonania należy zastosować falownik o równoważnych parametrach oraz dobrać do niego odpowiednie optymalizatory zgodnie z zaleceniami producenta. Na potrzeby projektu przyjęto falownik SolarEdge SE25K.

Tabela 3. Parametry napięciowo-prądowe falownika SolarEdge SE25K

Parametry napięciowo-prądowe na wejściu DC	
Max. moc	33 750 W
Max. napięcie wejściowe	1000 V _{DC}
Znamionowe napięcie wejściowe	700 V _{DC}
Max. prąd wejściowy	37 A _{DC}
Max. sprawność falownika	98,3%
Parametry napięciowo-prądowe na wyjściu AC	
Moc znamionowa	25 000 VA
Max. moc	25 000 VA
Napięcie wyjściowe	380/220; 400/230 V
Zakres napięcia wyjściowego	184 – 264,5 V _{AC}
Częstotliwość	50/60 ±5 Hz
Max. ciągły prąd wyjściowy (na fazę)	38 A
THD	< 3

6.3 OPTYMALIZATORY MOCY

Optymalizator mocy to urządzenie, które odpowiada za ochronę instalacji przed skutkami częściowego zacinienia, które wpływa na pracę paneli fotowoltaicznych. Działanie optymalizatorów mocy polega na szukaniu punktu mocy maksymalnej na poziomie pojedynczego modułu PV. Optymalizator pozwala utrzymać stałe napięcie w łańcuchu umożliwiając stałą wydajność falownika. Każdy optymalizator wyposażony jest w system SafeDC, który automatycznie odłącza napięcie modułu, gdy dojdzie do

wyłączenia sieci lub falownika. Konfiguracja podłączenia optymalizatorów mocy do falownika fotowoltaicznego oraz dobór długości stringów została przedstawiona w części rysunkowej załączonej do niniejszego opracowania.

Dla przedmiotowej instalacji fotowoltaicznej projektuje się zastosowanie optymalizatorów mocy o parametrach przedstawionych niżej w tabeli. Wybór konkretnego producenta optymalizatorów mocy uzależniony jest od zastosowanego falownika, w przypadku falownika SolarEdge, został wybrany optymalizator firmy SolarEdge, model S500.

Tabela 4. Parametry prądowo-napięciowe dla optymalizatorów mocy SolarEdge S500

Parametry prądowo-napięciowe optymalizatora mocy	
Nominalna moc wejściowa	500 W
Zakres napięcia MPPT na wejściu	8-60 V _{DC}
Absolutne max. napięcie wejściowe	60 V _{DC}
Max. prąd zwarciový I _{SC} na wejściu	14,5 A _{DC}
Max. prąd wyjściowy	15 A _{DC}
Max. napięcie wyjściowe	60 V _{DC}

6.4 KONSTRUCJA WSPORCZA

Do montażu paneli fotowoltaicznych nowobudowanej instalacji projektuje się zastosowanie dachowej konstrukcji wsporczej. Moduły fotowoltaiczne zostaną zamontowane na specjalistycznej certyfikowanej konstrukcji dociążanej balastem. Do posadowienia modułów fotowoltaicznych na dachu budynku zostanie wykorzystana konstrukcja na dach płaski wraz z dociążeniem w postaci bloczków betonowych. Moduły zostaną zamontowane w pozycji poziomej o kącie nachylenia modułów fotowoltaicznych w zakresie 10-25°. Wszystkie elementy zabezpieczone zostaną antykorozyjnie. Montaż konstrukcji należy wykonać zgodnie z zaleceniami producenta oraz instrukcjami montażowymi.



Figura 5 Przykładowy system montażowy przeznaczony na dach płaski

6.5 PRZEWODY, ZABEZPIECZENIA I ROZDZIELNICA PO STRONIE DC

6.5.1 DOBÓR PRZEWODÓW PO STRONIE DC

Do Obliczenia dot. doboru przewodów po stronie stałoprądowej zostały wykonane w oparciu o rozłożenie modułów: 1MPPT – 30 modułów, 2 MPPT – 30 modułów.

Założona strata mocy na okablowaniu DC każdego łańcucha fotowoltaicznego powinna wynosić do 1%.

Strata na okablowaniu:

$$\text{Strata [\%]} = \frac{I \cdot L}{U \cdot k \cdot A} \cdot 100\%$$

Gdzie:

L – długość przewodów stringu [m];

U – napięcie obwodu [V];

k – przewodność właściwa miedzi: $48-54 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$;

A – przekrój przewodu [mm²];

I – natężenie obwodu [A];

L – ~200 m

U – 880,2 V

I – 10,76 A

k – $50 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$

A – 6 mm²

Strata [%] = 0,815%,

W projektowanej instalacji fotowoltaicznej należy zastosować przewody PV o przekroju 6 mm².

6.5.2 ZABEZPIECZENIA PRZEPIĘCIOWE PO STRONIE DC

Odpowiedni poziom ochrony zapewnią ograniczniki przepięć typu T1+2 (B+C) po stronie DC. Ograniczniki przepięć połączyć z szyną wyrównawczą przewodem ochronnym o przekroju nie mniejszym niż 16 mm².

W systemach SolarEdge, w związku z wprowadzeniem optymalizatorów mocy pomiędzy modułami PV, a falownikiem, prąd zwarcia I_{sc} oraz napięcie obwodu otwartego V_{oc} różnią się pod względem znaczenia od pojęć w tradycyjnych systemach. W projektowanej instalacji fotowoltaicznej, na podstawie przyjętych założeń **należy zastosować ogranicznik przepięć 1000V typu 1+2.**

W przypadku wyboru innego rozwiązania z optymalizatorami mocy, należy zastosować się do poniższego wzoru określającego maksymalne napięcie ciągłej pracy ogranicznika:

$$V_{CPV} \geq V_{OC} * 1,2$$

Gdzie:

V_{CPV} – maksymalne napięcie ciągłej pracy ogranicznika;

V_{OC} – napięcie obwodu otwartego łańcucha modułów.

6.5.3 ROZDZIELNICA DC

Projektuje się rozdzielnicę DC. Rozdzielnicę RPV DC należy wykonać jako natynkowe wykonane w stopniu min. IP44, wyposażać je w niezbędną aparaturę zabezpieczającą instalację w postaci ograniczników przepięć T1+2 DC.

Wszelkie połączenia modułów fotowoltaicznych są wykonane z wykorzystaniem dedykowanych złączek dla instalacji solarnych typu MC4. Okablowanie między poszczególnymi modułami PV, a falownikiem wykonane zostało za pomocą kabli solarnych o przekroju 6 mm².

Z uwagi na długą trasę przewodów DC, należy podwoić zabezpieczenia po stronie DC. Jedna skrzynka z zabezpieczeniami zostanie zamontowana możliwie najbliżej modułów fotowoltaicznych, a druga bezpośrednio przy falowniku.

6.6 PRZEWODY, ZABEZPIECZENIA I ROZDZIELNICA PO STRONIE AC

6.6.1 DOBÓR PRZEWODÓW PO STRONIE AC

Parametry do wyznaczenia przewodów: znamionowa moc wyjściowa AC falownika: 25 kW, długość przewodu od falownika do miejsca wpięcia ok. 5 m. Zalecany maksymalny poziom strat 1%.

Minimalny przekrój przewodów:

$$A [mm^2] = \frac{P * L}{U^2 * k * 0,01}$$

Gdzie:

L – długość przewodów [m];

U – napięcie znamionowe [V];

k – przewodność właściwa miedzi $50 \frac{m}{\Omega * mm^2}$

A – przekrój przewodu w [mm²];

P – moc obwodu [W].

$$A [mm^2] = 1,185$$

W projektowanej instalacji fotowoltaicznej, z uwagi na obciążalność prądową przewodu oraz maksymalny prąd wyjściowy falownika, zostaną zastosowane przewody AC o przekroju min. 10 mm².

6.6.2 ZABEZPIECZENIA PO STRONIE AC

Zabezpieczenia nadprądowe po stronie AC

Po stronie AC falownika należy zabezpieczyć przed potencjalnym prądem zwarciovym od strony sieci. Zabezpieczenie należy tak dobrać, aby w przypadku przepływu prądu o wartości większej od długotrwałej obciążalności prądowej zastosowanego przewodu lub kabla, następowało ich działanie i rozłączenie obwody zanim nastąpi nadmierny wzrost temperatury żył przewodów powodujących uszkodzenie przewodu lub kabla.

Projektuje się wyłącznik nadprądowy o charakterystyce B.

I_n – prąd znamionowy bezpiecznika;

I_z – długotrwała obciążalność przewodu lub kabla;

I_b – maksymalny prąd wyjściowy po stronie AC falownika;

k – współczynnik krotności prądu powodującego zadziałanie zabezpieczenia, dla wyłączników nadprądowych o charakterystyce B – 1,45;

I_2 – prąd zadziałania wyłącznika nadprądowego.

Założenia do spełnienia:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

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

$$I_2 = k \cdot I_n$$

$$I_b = 38A$$

$$I_z = 49A$$

$$I_n = 40A$$

$$38A \leq 40A \leq 49A$$

$$I_2 = 1,45 \cdot 40 = 58A$$

$$58A \leq 71,05A$$

Projektuje się wyłącznik nadprądowy min. 40A o charakterystyce B.

Zabezpieczenie przepięciowe AC

Projektuje się ogranicznik przepięć AC T1+2.

6.6.3 ROZDZIELNICA AC

Projektuje się rozdzielnicę AC. Rozdzielnicę RPV AC należy wykonać jako natynkowe wykonane w stopniu min. IP44, wyposażać je w niezbędną aparaturę zabezpieczającą instalację w postaci ograniczników przepięć T1+2 oraz zabezpieczeń nadprądowych. Między falownikiem, a rozdzielnicą RPV AC poprowadzone zostaną przewody miedziane o parametrach odpowiednio dobranych do mocy zainstalowanej instalacji fotowoltaicznej. Przekrój zastosowanych przewodów dobrany jest zgodnie z warunkami długotrwałego oraz spadków napięć zgodnie z normą PN-HD 60364-5-52.

7. ZABEZPIECZENIE PRZECIWOŻAROWE

Warunki ochrony przeciwpożarowej ustalono dla inwestycji, jaką jest instalacja fotowoltaiczna, w ramach której przewiduje się montaż modułów PV na budynku o kubaturze przekraczającej 1000m³.

Dla realizowanej inwestycji o mocy do 50 kW nie wymaga się pozwolenia na budowę, zgodnie z art. 29.2 pkt 16) Ustawy Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994 r (dz. U. 1994 Nr 89, poz. 414 ze zmianami). Zakres uzgodnienia dokumentacji jest zgodny z wymogami Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 września 2021r w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej. (Dz. U.2021, poz. 1722).

Projektowana instalacja fotowoltaiczna nie narusza i nie obejmuje następujących warunków ochrony przeciwpożarowej ustalonej dla budynku:

- powierzchni, wysokości i liczby kondygnacji budynku;
- charakterystyki zagrożenia pożarowego, w tym parametrów pożarowych materiałów niebezpiecznych pożarowo, zagrożeń wynikających z procesów technologicznych oraz charakterystyk pożarów przyjętych do celów projektowych;
- przyjętej kategorii zagrożenia ludzi oraz przewidywanej liczby osób na każdej kondygnacji i w pomieszczeniach, których drzwi ewakuacyjne powinny otwierać się na zewnątrz pomieszczeń;
- przewidywanej gęstości obciążenia ogniowego;
- oceny zagrożenia wybuchem;
- przyjętej dla budynku klasy odporności pożarowej oraz klasy odporności ogniowej i stopnia rozprzestrzeniania ognia elementów budowlanych;
- ustalonego podziału obiektu na strefy pożarowe i strefy dymowe;
- usytuowania budynku z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe;
- warunków i strategii ewakuacji ludzi lub ich uratowania w inny sposób;
- urządzeń przeciwpożarowych;
- wyposażenia budynku w gaśnice;
- przygotowania obiektu budowlanego i terenu do prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych, w zakresie dróg pożarowych oraz zaopatrzenia w wodę do zewnętrznego gaszenia pożaru.

Wymagania w zakresie warunków ochrony przeciwpożarowych projektowanej instalacji obejmują informacje o sposobie zabezpieczenia przeciwpożarowego instalacji użytkowych, a w szczególności elektrycznej i piorunochronnej.

Wymagania dla instalacji elektroenergetycznej:

- należy zabezpieczyć przepusty instalacyjne przy przejściu instalacji przez elementy oddzielen przeciwpożarowych w budynku do klasy odporności ogniowej EI elementu oddzielenia przeciwpożarowego, przez który przechodzą, o ile występują na drodze prowadzenia tras przewodów, w przypadku występowania zastosować certyfikowane systemy uszczelnień przejść instalacyjnych;
- elementy oddzielen przeciwpożarowych (ściany, stropy) oraz ich klasę odporności ogniowej ustalić w oparciu o projekt budowlany lub informacje przekazane przez Inwestora podczas prac wykonawczych instalacji;
- zabrania się montażu osprzętu instalacji elektrycznej bezpośrednio na podłożu palnym;

- w przewodach wentylacyjnych zabrania się prowadzenia przewodów instalacji z wyjątkiem budynków mieszkalnych jednorodzinnych;
- przewody pod modułami przymocować do ramy modułu lub do szyn przy pomocy dedykowanych uchwytów;
- montaż przewodów w aparatach urzędzeniach instalacji dokonać przy pomocy odpowiedniego momentu obrotowego zgodnie ze specyfikacją DTR;
- należy zapewnić wymaganą ochronę odgromową instalacji PV oraz wymaganą przepisami odległość instalacji PV od przewodów instalacji odgromowej.

Zabezpieczenie instalacji fotowoltaicznej

W momencie zaniku napięcia sieci, falownik zostaje automatycznie wyłączony. Załączenie następuje samoistnie po zadanej zwłoce czasowej od momentu przywrócenia napięcia w sieci. Aby ograniczyć możliwość porażenia prądem stałym, tj. DC, oraz zapewnienia możliwości prowadzenia działań gaśniczych zastosowano:

- Funkcję systemową SolarEdge Safe DC, która po zaniku napięcia zasilania AC obniża napięcie DC na każdym z paneli za pomocą optymalizatorów mocy do wartości bezpiecznej łańcucha <50 V.

Powyższe zabezpiecza budynek przed wystąpieniem w nim niebezpiecznego napięcia DC.

Inne wymagania

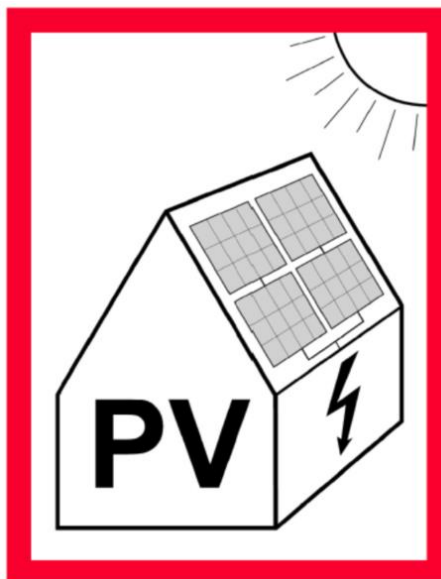
Przed rozpoczęciem eksploatacji instalacji należy:

- oznakować obiekt znakiem bezpieczeństwa zgodnie z normą PN-EN 60364-7-712, w miejscu przyłączenia instalacji fotowoltaicznej, przy liczniku oraz przy głównym wyłączniku zasilania;
- oznakować trasy przewodów instalacji fotowoltaicznej DC tablicą informacyjną o treści „Niebezpieczeństwo – wysokie napięcie DC w ciągu dnia”;
- oznakować główny wyłącznik AC i DC instalacji fotowoltaicznej;
- przeprowadzić badania rezystancji instalacji elektrycznej i ciągłości instalacji;
- w pobliżu falownika umieścić gaśnicę proszkową GP ABC o masie 2kg.




Ze względu na montaż instalacji fotowoltaicznej na terenie obiektu zastosowano oznakowanie obiektu znakiem bezpieczeństwa wg normy PN-EN 60364-7-712 informującym o obecności w obiekcie instalacji fotowoltaicznej: naklejka z wizerunkiem modułów PV na terenie obiektu powinna być umieszczona:

1. na obudowie rozdzielnic AC PV;
2. w miejscu przyłączenia instalacji PV (na rozdzielnic RG);
3. przy liczniku energii elektrycznej.

Wzór naklejki ostrzegawczej został przedstawiony na poniższym rysunku.



Jako dodatkowy środek bezpieczeństwa po montażu instalacji fotowoltaicznej należy zastosować następujące naklejki informacyjno-ostrzegawcze:

Główny wyłącznik AC	Naklejka powinna być umieszczona wewnątrz rozdzielnicy RAC pod wyłącznikiem nadprądowym
GŁÓWNY WYŁĄCZNIK AC INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ	Naklejka powinna być umieszczona na obudowie rozdzielnicy RAC
GŁÓWNY WYŁĄCZNIK DC INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ	Naklejka powinna być umieszczona na obudowie falownika w widocznym miejscu obok wyłącznika izolacyjnego DC wbudowanego w falownik
 UWAGA! URZĄDZENIE ELEKTRYCZNE POD NAPIĘCIEM!	Naklejki powinny być umieszczone na bocznej bądź frontowej obudowie falownika w górnej części
 UWAGA! URZĄDZENIE MOŻE BYĆ POD NAPIĘCIEM NAWET PO ROZŁĄCZENIU	Naklejka powinna znaleźć się na obudowie rozdzielnicy RDC
 PRZEWODY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ UWAGA! WYSOKIE NAPIĘCIE DC W CIAŁU DNIA	Naklejka powinna być umieszczona w pobliżu trasy kablowej DC przy falowniku
Rozdzielnica PV - AC	Naklejka powinna znajdować się na obudowie rozdzielnicy RAC zaraz nad drzwiczkami
Rozdzielnica PV - DC	Naklejka powinna znajdować się na obudowie rozdzielnicy RDC zaraz nad drzwiczkami.

Uwaga – w przypadku zastosowania optymalizatorów, które nie posiadają funkcji SafeDC, należy zastosować zabezpieczenie przeciwpożarowe zgodne z odrębnymi przepisami i normami, przy czym należy wykonać odrębną dokumentację uwzględniając wybrane zabezpieczenie przeciwpożarowe.

8. OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA I ODGROMOWA

Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym zostanie zapewniona przez:

- zachowanie odległości izolacyjnych;
- izolację roboczą;
- szybkie samoczynne wyłączenie w układzie sieciowym.

Zaprojektowana instalacja jest zgodna z przepisami budowlanymi w zakresie ochrony przeciwporażeniowej oraz wymogami normy PN-EN 60364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych”.

Uziemieniu ochronnemu podlegają elementy metalowe oraz aparatura na nim zabudowana, obwody wtórne przekładników napięcia. Uziemieniu roboczemu podlegają ograniczniki przepięć. Uziemieniu ochronnemu podlegają metalowe części, normalnie nie przewodzące prądu, lecz mogące stanowić niebezpieczeństwo porażenia w razie pojawienia się na tych elementach napięcia.

Podstawowa ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym realizowana będzie za pomocą izolacji roboczej przewodów, zabezpieczeń nadprądowych oraz zabezpieczeń przepięciowych poprzez samoczynne wyłączenie zasilania. Dodatkowo należy wykonać połączenie wyrównawcze między szynami konstrukcji wsporczej modułów. Konstrukcję należy uziemić linką LgY 1x16mm². W przypadku braku uziemienia, należy je wykonać szpilami uziemiającymi, szpile należy zabić w ziemi taką ilość, aby uzyskać rezystancję uziemienia poniżej 10 Ω (Ohm).

9. UWAGI DLA WYKONAWCY

Konfigurując falownik należy ustawić normę EN 50438.

Tabela 5. Dobór zabezpieczeń – parametry i wartości

Parametr	Wartość nastawy wyłączającej
Wzrost napięcia (stopień 2, bezzwłoczny)	264,5 V (+15%)
Wzrost napięcia (stopień 1, zwłoczny)	253 V (+10%)
Obniżenie napięcia	195,5 V (-15%)
Podwyższenie częstotliwości	52 Hz (+4%)
Obniżenie częstotliwości	47,5 Hz (-5%)

Powyższy projekt instalacji fotowoltaicznej został sporządzony zgodnie z wiedzą techniczną i warunkami technicznymi. Wszelkie zmiany i uwagi inwestora należy wprowadzić na etapie projektowym lub wykonawczym wraz z aktualizacją projektu. Dodatkowo należy sporządzić protokół powykonawczy z pomiarami ochronnymi. Protokół pomiarowy powinien zawierać:

- pomiar rezystancji izolacji przewodów DC i AC;
- pomiar ciągłości połączeń ochronnych i wyrównawczych;
- pomiar impedancji pętli zwarcia;
- pomiar rezystancji uziemienia.

Falownik zostanie zamontowany na wewnętrznej ścianie budynku. Aby zapewnić prawidłowe odprowadzanie ciepła, falownik należy zamontować zachowując podane minimalne odstępy od ścian i innych przedmiotów:

- Góra – 20 cm;
- Dół – 20 cm;
- Boki – 10 cm.

Falownik nie może zostać zamontowany na palnych powierzchniach.

W celu uniknięcia powstania pętli indukcyjnej należy zadbać o prawidłowe ułożenie okablowania łączącego moduły fotowoltaiczne. Wykonawca powinien poprowadzić pętlę powrotną okablowania DC.

10. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW

Tabela 6. Zestawienie materiałów dla instalacji PV

L.p.	Pozycja	Jedn.	Ilość
1	Moduły fotowoltaiczne	Szt.	60
2	Falownik	Szt.	1
3	Okablowanie prądu stałego – przewód solarny 6 mm ²	m	265
4	Okablowanie prąd przemiennego – przewód 10 mm ²	m	5
5	Uziemienie instalacji PV	Kpl.	1
6	Konstrukcja wsporcza dla instalacji dachowej	Kpl.	1
7	Ogranicznik przepięć DC TYP 1+2	Szt.	4
8	Ogranicznik przepięć AC TYP 1+2	Szt.	1
9	Zabezpieczenie nadprądowe B40A	Szt.	1
10	Optymalizatory S500	Szt.	60

11. UWAGI KOŃCOWE

Przed uruchomieniem urządzeń prądotwórczych, po wykonaniu wszelkich prac montażowych należy wykonać pomiary:

- stanu izolacji kabli zasilających;
- rezystancji uziemienia;
- inne wymagane przepisami badania i pomiary.

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów należy sporządzić protokół, który stanowi podstawę do rozpoczęcia eksploatacji objętych projektem instalacji.

Prace powinny być wykonane zgodnie z projektem, z obowiązującymi normami i przepisami oraz wytycznymi producentów instalowanych urządzeń. Zastosowane aparaty i urządzenia winny posiadać wymagane certyfikaty i dopuszczenia. Koniecznym jest przestrzeganie technologii montażu projektowanych urządzeń. Całość prac powinny wykonać osoby mające do tego uprawnienia.

Urządzenia po zakończeniu montażu należy skonfigurować do wzajemnej współpracy.

W kwestii Zarządcy budynku będzie kontrola kumulowania się wody opadowej na powierzchni dachu oraz konserwacja powierzchni dachu, tak, aby zbierająca się woda opadowa nie wpływała na eksploatację instalacji.

Miejszem wpięcia instalacji fotowoltaicznej będzie rozdzielnia znajdująca się w jednym z pomieszczeń w budynku. Falownik zostanie zamontowany na wewnętrznej ścianie budynku.



Figura 6 Miejsce montażu falownika i wpięcia do istniejącej rozdzielni budynku

12. ZAŁĄCZNIKI

01. Symulacja w PV SOL
02. Schemat elektryczny instalacji PV
03. String plan – okablowanie strony DC
04. Przykładowe konstrukcje wsporcze