

PROJEKT TECHNICZNY

INWESTYCJA	<i>Nazwa</i> Instalacja fotowoltaiczna dla budynku biurowego Nadleśnictwa Rudziniec o mocy 36,96 kWp <i>Adres</i> Ul. Leśna 7, 44-160 Rudziniec Nr działki: 175/1 Obręb: Rudziniec Gmina: Rudziniec Powiat: gliwicki Województwo: śląskie ID działki: 240505_2.0013.AR_9.175/1
------------	---

INWESTOR	Skarb Państwa – Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe Nadleśnictwo Rudziniec z siedzibą w Rudzińcu Ul. Leśna 7 44-160 Rudziniec
----------	--

JEDNOSTKA PROJEKTOWA	 MPPV PROJEKT	MPPV PROJEKT Piotr Mędzelowski ul. Zbylitowskich 146 33-113 Zbylitowska Góra
----------------------	--	--

PROJEKTANT		
BRANŻA	IMIĘ I NAZWISKO	PODPIS
Fotowoltaiczna	Mgr inż. Piotr Mędzelowski Nr uprawnień: OZE-W/12/00012/19	

Grudzień, 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	7
6.1	PANELE FOTOWOLTAICZNE	7
6.2	FALOWNIK	8
6.3	KONSTRUCJA WSPORCZA	9
6.4	PRZEWODY, ZABEZPIECZENIA I ROZDZIELNICA PO STRONIE DC	9
6.4.1	DOBÓR PRZEWODÓW PO STRONIE DC	9
6.4.2	ZABEZPIECZENIA PRZEPIĘCIOWE PO STRONIE DC	10
6.4.3	ROZDZIELNICA DC	11
6.5	PRZEWODY, ZABEZPIECZENIA I ROZDZIELNICA PO STRONIE AC	11
6.5.1	DOBÓR PRZEWODÓW PO STRONIE AC	11
6.5.2	ZABEZPIECZENIA PO STRONIE AC	11
6.5.3	ROZDZIELNICA AC	12
7.	CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA	13
8.	WPŁYW INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ NA OTOCZENIE	13
9.	EKSPERTYZA TECHNICZNA	13
10.	ZABEZPIECZENIE PRZECIWPOŻAROWE	13
11.	OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA I ODGROMOWA	17
12.	UWAGI DLA WYKONAWCY	17
13.	ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW	18
14.	UWAGI KOŃCOWE	18
15.	ZAŁĄCZNIKI	20

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, przyłączoną 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 budynku biurowego Nadleśnictwa Rudziniec znajdującego się pod adresem ul. Leśna 7, 44-160 Rudziniec, na działce nr ewid. 175/1, obręb Rudziniec, gmina Rudziniec.

Instalacja fotowoltaiczna zlokalizowana zostanie na dachu budynku biurowego Nadleśnictwa Rudziniec. Instalacja zostanie podłączona do wewnętrznej instalacji elektrycznej budynku, gdzie:

- kubatura budynku **przekracza 1000 m³**;
- **brak strefy zagrożenia wybuchem.**



Figura 1 Lokalizacja dachu, na którym planuje się montaż instalacji PV (źródło: GEOPORTAL)



Figura 2 Dach przeznaczony na instalację PV

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 36,96 kWp. Zastosowane moduły PV będą współpracowały z inwerterem (przetwornicą 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 36,96 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 ogniwa, 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.

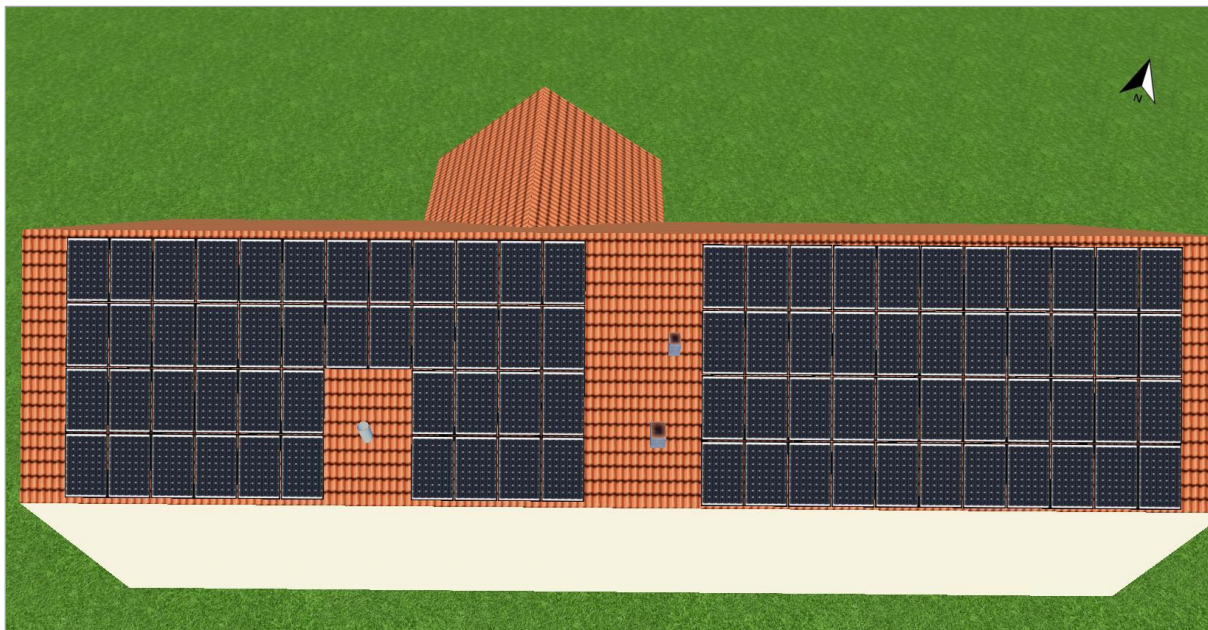


Figura 3 Wizualizacja instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku

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 88 szt. modułów PV zamontowanych na dachowej konstrukcji wsporczej. Do falownika podłączone zostaną 4 stringi – po 22 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, tj. m. in. do obliczeń elektrycznych, 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. Falownik zostanie zamontowany na wewnętrznej ścianie budynku, w pomieszczeniu technicznym.

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. Na potrzeby projektu, tj. m. in. do obliczeń elektrycznych, przyjęto falownik Huawei SUN2000-36KTL-M3

Tabela 3. Parametry napięciowo-prądowe falownika Huawei SUN2000-36KTL-M3

Parametry napięciowo-prądowe na wejściu DC	
Max. moc	36 000 W
Max. napięcie wejściowe	1100 V _{DC}
Znamionowe napięcie wejściowe	600 V _{DC}
Max. prąd zwarciov MPPT	40 A _{DC}
Max. sprawność falownika	98,7%
Parametry napięciowo-prądowe na wyjściu AC	
Moc znamionowa	36 000 W
Max. Moc pozorna AC	40 000 VA
Napięcie wyjściowe	400/230 V
Częstotliwość	50/60 \pm 5 Hz
Max. prąd wyjściowy	58 A
THD	< 3%

6.3 KONSTRUCJA WSPORCZA

Do montażu paneli fotowoltaicznych nowobudowanej instalacji projektuje się zastosowanie dachowej konstrukcji wsporczej. Moduły fotowoltaiczne zostaną zamontowane na specjalistycznej certyfikowanej konstrukcji wsporczej dedykowanej dla dachówki ceramicznej. Do posadowienia modułów fotowoltaicznych na dachu budynku zostanie wykorzystana konstrukcja na dach skośny. Moduły zostaną zamontowane w pozycji pionowej lub poziomej, w zależności od wymiarów wybranego modułu fotowoltaicznego. Wszystkie elementy zabezpieczone zostaną antykorozyjnie. Montaż konstrukcji należy wykonać zgodnie z zaleceniami producenta oraz instrukcjami montażowymi.



Figura 5 Przykładowy system montażowy przeznaczony na dach pokryty dachówką ceramiczną

6.4 PRZEWODY, ZABEZPIECZENIA I ROZDZIELNICA PO STRONIE DC

6.4.1 DOBÓR PRZEWODÓW PO STRONIE DC

Do Obliczenia dot. doboru przewodów po stronie stałoprądowej zostały wykonane w oparciu o rozłożenie modułów w czterech MPPT w każdym po 22 sztuki 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 – ~150 m

U – 645,48 V

I – 10,76 A

k – $50 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$

A – 6 mm²

Strata [%] = 0,832%,

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

6.4.2 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. Należy zastosować się do poniższego wzoru określającego maksymalne napięcie ciągłej pracy ogranicznika:

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

Gdzie:

V_{CPV} – maksymalne napięcie ciągłej pracy ogranicznika;

V_{OC} – napięcie obwodu otwartego łańcucha modułów.

$$V_{CPV} \geq 1006,1 \text{ V}$$

W projektowanej instalacji fotowoltaicznej należy zastosować ogranicznik przepięć DC T1+2 o maksymalnym napięciu długotrwałym pracy wynoszącym 1100V.

6.4.3 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. Kable DC prowadzone między modułami należy przypinać do konstrukcji wsporczej, aby ich ciężar nie obciążał konektorów i aby uniemożliwić ich ocieranie się o konstrukcję. W tym celu należy używać pasek odpornych na promieniowanie UV. Trasa kabli DC przebiegać powinna w rurach karbowanych (peszlach), odpornych na promieniowanie UV. Kable DC będą wprowadzone do rozdzielnicy DC i inwertera zgodnie z zaleceniami producentów poszczególnych komponentów.

6.5 PRZEWODY, ZABEZPIECZENIA I ROZDZIELNICA PO STRONIE AC

6.5.1 DOBÓR PRZEWODÓW PO STRONIE AC

Parametry do wyznaczenia przewodów: znamionowa moc wyjściowa AC falownika: 36 kW, długość przewodu od falownika do miejsca wpięcia ok. 10 m. Zalecany maksymalny poziom strat 1%.

Minimalny przekrój przewodów:

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

Gdzie:

L – długość przewodów [m];

U – napięcie znamionowe [V];

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

A – przekrój przewodu w [mm²];

P – moc obwodu [W].

$$A [\text{mm}^2] = 3,48$$

W projektowanej instalacji fotowoltaicznej, z uwagi na obciążalność prądową przewodu oraz maksymalny prąd wyjściowy falownika, zostaną zastosowane przewody AC o przekroju min. 16 mm².

6.5.2 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:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

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

$$I_2 = k \cdot I_n$$

$$I_b = 58A$$

$$I_z = 66A$$

$$I_n = 63A$$

$$58A \leq 63A \leq 66A$$

$$I_2 = 1,45 \cdot 63 = 91,35A$$

$$91,35A \leq 95,7A$$

Projektuje się wyłącznik nadprądowy min. 63A o charakterystyce B.

Zabezpieczenie przepięciowe AC

Projektuje się ogranicznik przepięć AC T1+2.

6.5.3 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. Kabel AC wprowadzony będzie do wnętrza obiektu przez uszczelniony otwór w jego przegrodzie zewnętrznej, a następnie prowadzony będzie w rurce PVC do pomieszczenia rozdzielni. Kabel AC będzie wprowadzony do rozdzielnic AC i inwertera zgodnie z zaleceniami producentów poszczególnych komponentów. Rozdzielnica AC zostanie zamontowana na ścianie wewnętrznej, w sąsiedztwie falownika.

7. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA

Dla przedmiotowej Inwestycji zgodnie z zapisami Ustawy Prawo Budowlane nie potrzeba opracować charakterystyki energetycznej obiektów. Dla przedmiotowej inwestycji nie potrzeba opracować audytu, o którym mowa w art. 33 ust. 6 Prawa Budowlanego.

8. WPŁYW INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ NA OTOCZENIE

Dopuszczalne poziomy natężenia pola magnetycznego, zgodnie z §2 ust. 2, Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól magnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania i dotrzymania tych poziomów (Dz. U. 2019 r., poz. 2448), nie zostaną przekroczone. Pole magnetyczne pochodzące od paneli nie będzie miało wpływu na otaczające środowisko oraz nie będzie wychodziło poza granice inwestycji. Budowa paneli fotowoltaicznych nie powoduje wytworzenia źródła pola magnetycznego. Jedynie w wyniku przepływu prądu w przewodniku, tworzy się wokół niego pole magnetyczne. W ramach inwestycji planuje się użycie linii kablowej, która zostanie umieszczona w ziemi zgodnie z obowiązującymi normami. Dopuszczalne poziomy natężenia pola magnetycznego, zgodnie z §2 ust. 2, Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania i dotrzymania tych poziomów (Dz. U. 2019 r., poz. 2448), nie zostały przekroczone.

Eksploatacja inwestycji nie będzie wiązała się z przekroczeniem norm hałasu, czyli powyżej 55 dB w dzień i 45 dB w nocy.

Zgodnie z art. 63 ust. 1 pkt 1 lit. d ustawy OOŚ nie przewiduje się wpływu przedsięwzięcia na stan jakości powietrza w pobliżu terenu inwestycji. W związku z realizacją przedsięwzięcia nie planuje się zainstalowania urządzeń emitujących zanieczyszczenia powietrza oraz pole magnetyczne. Jedynie na etapie realizacji mogą się pojawić okresowe uciążliwości, które jednak ustąpią po zakończeniu prac budowlano-montażowych.

9. EKSPERTYZA TECHNICZNA

W ramach przedmiotowego przedsięwzięcia wykonano ekspertyzę techniczną dot. możliwości zamontowania instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku należącego do Nadleśnictwa Rudziniec. Ekspertyza została wykonana zgodnie z odrębnymi przepisami i obowiązującymi normami. Ekspertyza stanowi integralną część projektu technicznego.

Ze względu na specyfikę zamierzenia budowlanego należy przestrzegać bezwzględnie przepisów BHP – całość prac wykonywać zgodnie z przepisami oraz zasadami sztuki budowlanej pod nadzorem osoby uprawnionej.

10. ZABEZPIECZENIE PRZECIWPOŻAROWE

Warunki ochrony przeciwpożarowej ustalono dla inwestycji, jaką jest instalacja fotowoltaiczna, w ramach której przewiduje się montaż modułów PV na budynku Nadleśnictwa Rudziniec o kubaturze przekraczającej 1000 m³ w oparciu o dane zawarte w projekcie instalacji fotowoltaicznej.

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).

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 jeżeli ich konstrukcja nie zabezpiecza podłoża przed zapaleniem;
- 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 urządzeń 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:

- **Przeciwpożarowy wyłącznik prądu PEFS PROJOK.**

Z uwagi na kubaturę obiektu wynoszącą ponad 1000 m³, na terenie inwestycji znajduje się przeciwpożarowy wyłącznik prądu (**PWP**). Instalacja fotowoltaiczna zostanie połączona z przeciwpożarowym wyłącznikiem prądu. W przypadku zadziałania PWP, instalacja zostanie odłączona.

Powyższe zabezpiecza budynek przed wystąpieniem w nim niebezpiecznego napięcia DC.

Plonąca mikroinstalację najlepiej gasić przy wykorzystaniu gaśnic proszkowych. Podczas działań gaśniczych dopuszczalne jest stosowanie wody jako środka gaśniczego, ale w takiej sytuacji gaszący powinien zachować odległość minimum 5 metrów od najbliższego komponentu mikroinstalacji. Niedopuszczalne jest rozłączanie przewodów lub ich przecinanie pod obciążeniem – może to

spowodować zapalenie łuku elektrycznego, który jest w stanie zniszczyć standardowe rękawice pożarnicze i doprowadzić do poważnych poparzeń.

Osoby uczestniczące w działaniach ratowniczo-gaśniczych powinny pamiętać, aby:

- nie dotykać części przewodzących (metalowych) konstrukcji wsporczej,
- nie rozłączać wtyczek znajdujących się przy modułach fotowoltaicznych,
- nie stawać na modułach,
- nie demontować uszkodzonych modułów,

Inne wymagania

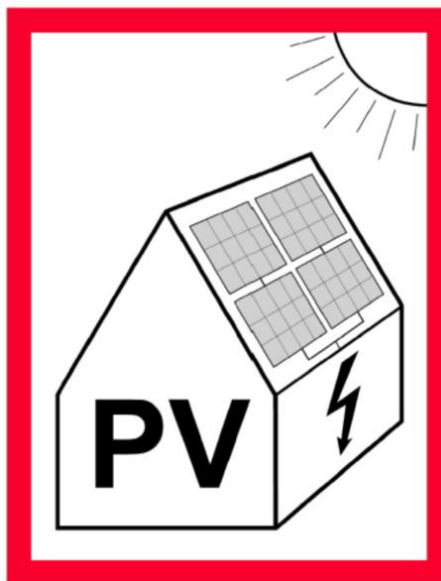
Przed rozpoczęciem eksploatacji instalacji należy:

- 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 gaśnice 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 rozdzielnicy AC PV;
2. w miejscu przyłączenia instalacji PV (na rozdzielnicy RG);
3. przy liczniku energii elektrycznej.
4. przy falowniku należy umieścić instrukcję w jaki sposób instalację można odłączyć od strony AC

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 rozdzielnic RAC pod wyłącznikiem nadprądowym
GŁÓWNY WYŁĄCZNIK AC INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ	Naklejka powinna być umieszczona na obudowie rozdzielnic 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 rozdzielnic RDC
 PRZEWODY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ UWAGA! WYSOKIE NAPIĘCIE DC W CIĄGU DNIA	Naklejka powinna być umieszczona w pobliżu trasy kablowej DC przy falowniku
Rozdzielnica PV - AC	Naklejka powinna znajdować się na obudowie rozdzielnic RAC zaraz nad drzwiczkami
Rozdzielnica PV - DC	Naklejka powinna znajdować się na obudowie rozdzielnic RDC zaraz nad drzwiczkami.

11. 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).

12. UWAGI DLA WYKONAWCY

Konfigurując falownik należy ustawić normę EN 50438.

Tabela 4. 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 odstępów 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.

13. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW

Tabela 5. Zestawienie materiałów dla instalacji PV

L.p.	Pozycja	Jedn.	Ilość
1	Moduły fotowoltaiczne	Szt.	88
2	Falownik	Szt.	1
3	Okablowanie prądu stałego – przewód solarny 6 mm ²	m	200
4	Okablowanie prądu przemiennego – przewód 16 mm ²	m	10
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 B63A	Szt.	1
10	Wyłącznik bezpieczeństwa PEFS PROJOY	Szt.	1
11	Okablowanie zasilające wyłącznik 1,5 mm ²	m	10
12	Zabezpieczenie nadprądowe B6A	Szt.	1

14. 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.
- Wykonanie prac powinno być zgodne z projektem oraz obowiązującymi przepisami i normami.
- Koniecznym jest przestrzeganie technologii montażu projektowanych urządzeń.
- Urządzenia po zakończeniu montażu należy skonfigurować do wzajemnej współpracy.
- Całość prac powinny wykonać osoby mające do tego uprawnienia
- Dla rozróżnienia biegunowości, należy zastosować kable DC o 2 różnych kolorach płaszcza, np. czerwony dla bieguna dodatniego i czarny dla bieguna ujemnego – lub odpowiednio oznaczyć je wstążkami/taśmami.
- Podczas układania kabli solarnych należy zachować szczególną ostrożność, aby nie uszkodzić izolacji kabla.

- Podczas układania kabli i przewodów wszystkich rodzajów należy stosować się do wytycznych technicznych dotyczących maksymalnych promieni gięcia.
- Pętla zwarciova po stronie prądu stałego musi być jak najmniejsza, dlatego kable solarne i przewody połączeń wyrównawczych należy układać jak najbliżej siebie dla zminimalizowania możliwości indukowania się przepięć
- W każdym miejscu, gdzie możliwy jest dostęp do części czynnych zasilanych prądem stałym, w tym trasy kablowej DC wewnątrz budynku, należy umieścić trwały znak informujący o możliwości obecności napięcia nawet po odłączeniu mikroinstalacji od sieci.
- Połączenia za pomocą szybkozłączy powinny być wykonywane wyłącznie przy użyciu komponentów tego samego typu oraz producenta.
- W pobliżu instalacji umieścić schemat PV na potrzeby działań PSP.

Okablowanie DC należy poprowadzić po ścianie zewnętrznej, do wyłącznika PPOŻ umiejscowionego na elewacji.



Figura 6 Trasa okablowania DC wraz z lokalizacją umieszczenia wyłącznika PPOŻ oraz planowanego przejścia do pomieszczenia technicznego z lokalizacją falownika.

Miejszem wpięcia instalacji fotowoltaicznej, będzie rozdzielnia elektryczna znajdująca się w pomieszczeniu technicznym budynku (serwerowni).



Figura 7 Rozdzielnia elektryczna zlokalizowana w pomieszczeniu technicznym

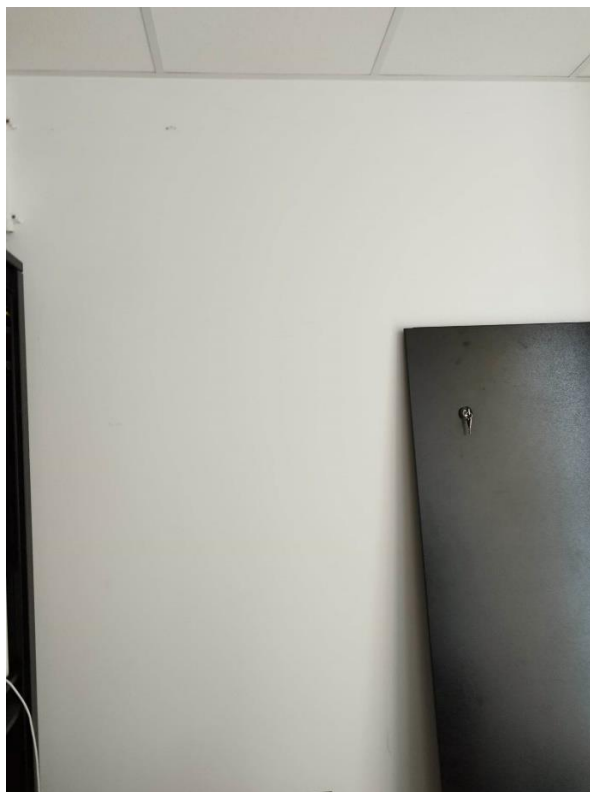


Figura 8 Ściana wewnętrzna pomieszczenia technicznego na której zostanie umiejscowiony falownik.

15. ZAŁĄCZNIKI

01. Symulacja w PV SOL
02. Projekt zagospodarowania terenu
03. Schemat elektryczny instalacji PV
04. String plan – okablowanie strony DC