


<b>RODZAJ OPRACOWANIA:</b>	<b>PROJEKT TECHNICZNY</b>
<b>BRANŻA:</b>	PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ
<b>NAZWA INWESTYCJI:</b>	<i>Dostawa i montaż rozproszonych instalacji fotowoltaicznych na terenie Gminy Dobrzyca</i>
<b>ADRES INWESTYCJI:</b>	63-330 Dobrzyca, ul. Jarocińska 20
<b>INWESTOR:</b>	Gminna Spółka Komunalna w Dobrzycy Sp. z o.o., ul. Jarocińska 20, 63-330 Dobrzyca
WYKONAWCA	 <p>ENERGIA CENTRUM NIP: 6272241332, REGON: 364138864 ul. M. Stanisława Piłsudskiego 4/19, 62-800 Kalisz</p>
<b>DATA OPRACOWANIA:</b>	Marzec 2023

<b><u>1. PODSTAWA OPRACOWANIA</u></b>	3
<b><u>2. PODSTAWOWE POJĘCIA</u></b>	4
<b><u>3. PRZEDMIOT OPRACOWANIA</u></b>	5
<b><u>4. ZAKRES OPRACOWANIA</u></b>	6
<b><u>5. OPIS ROZWIĄZAŃ</u></b>	6
<b><u>6. PROJEKTOWANA INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA</u></b>	8
<b><u>6.1 PANELE FOTOWOLTAICZNE</u></b>	8
<b><u>6.2 FALOWNIK</u></b>	9
<b><u>6.3 KONSTRUKCJA WSPORCZA</u></b>	11
<b><u>6.4 POŁĄCZENIA WYRÓWNAWCZE I OCHRONA ODGROMOWA</u></b>	12
<b><u>6.5 INNE ZABEZPIECZENIA</u></b>	13
<b><u>7. DOBÓR PRZEWODÓW I ZABEZPIECZEŃ AC</u></b>	13
<b><u>8. PRZEWODY FOTOWOLTAICZNE DC</u></b>	14
<b><u>9. ZABEZPIECZNIE PRZECIWPOŻAROWE</u></b>	15
<b><u>10. OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA I ODRGROMOWA</u></b>	21
<b><u>11. PLAN BEZPIECZEŃSKTWA I OCHRONY ZDROWIA</u></b>	21
<b><u>12. UWAGI DLA WYKONAWCY</u></b>	24
<b><u>13. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW</u></b>	25
<b><u>14. UWAGI KOŃCOWE</u></b>	25
<b><u>15. LISTA ZAŁĄCZNIKÓW</u></b>	26

# 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. 2012 r. poz. 1059 oraz z 2013 r. poz. 984);
- Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz. U. 2015 poz. 478);
- Wymagania dla instalacji mikro generacyjnych 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 napięcie i prąd przemienny;
- Instalacja elektryczna obiektu – część sieci niskiego napięcia stanowiąca układ przewodów w budynku wraz ze sprzętem elektroinstalacyjnym;
- Mikro instalacja 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 mikro instalacji, 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 gruntowej instalacji fotowoltaicznej wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną, projektowanej na gruncie przynależnym do budynku Gminnej Spółki Komunalnej w Dobrzycy Sp. z o.o. się pod adresem: Jarocińska 20, 63-330 Dobrzyca na działce nr 988/4 988/3, obręb Dobrzyca, gmina Dobrzyca.



Rysunek 1 – Lokalizacja instalacji PV – granica działki objętej opracowaniem (źródło: Geoportal)



Rysunek 2 – Lokalizacja instalacji PV – zdjęcie z lotu ptaka- stan obecny

#### 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

Projektuje się instalację fotowoltaiczną, która składać się będzie z zespołów paneli fotowoltaicznych. Łączna moc projektowanej instalacji fotowoltaicznej wynosić będzie 9,24 kWp. Zastosowane moduły PV będą



współpracowały z inwerterem (przetwornicami stałej energii elektrycznej na energię elektryczną zmienną). Energia elektryczna produkowana przez instalację będzie dostarczana do sieci energetycznej nn-0,4kV, poprzez rozdzielnie w budynku trafostacji. Instalację fotowoltaiczną stanowią:

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

Instalacja fotowoltaiczna o mocy 9,24 kWp zakwalifikowana jest do mikro instalacji. 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), 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, a część pozostała tzw. nadprodukcja zostanie oddana i zmagazynowana w sieci energetycznej. 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.

## 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 22 sztuk modułów PV. Instalacja zostanie wykonana na 1 stringu z 22 modułami.

Powyższy dobór długości poszczególnych stringów bierze pod uwagę projektowane rozwiązanie opierające się na technologii inwertera SolarEdge. W przypadku wyboru innego, równoważnego rozwiązania na etapie wykonawstwa należy sprawdzić kompatybilność takiego połączenia. Całość okablowania DC instalacji PV zostanie wykonana okablowaniem o przekroju minimum 6 mm<sup>2</sup>.

Dla przedmiotowej instalacji fotowoltaicznej projektuje się zastosowanie paneli fotowoltaicznych o parametrach przedstawionych niżej w tabelach. Na etapie wykonania należy zastosować moduły o równoważnych parametrach.



Tabela 1. Parametry elektryczne modułu

Podstawowe parametry (dla warunków STC):	
Moc maksymalna (P <sub>MAX</sub> )	420 Wp
Napięcie obwodu otwartego (U <sub>OCSTC</sub> )	38,15 V
Prąd zwarcia (I <sub>SCSTC</sub> )	13,80 A
Napięcie przy mocy maksymalnej (U <sub>MPPSTC</sub> )	32,04 V
Natężenie prądu przy mocy maksymalnej (I <sub>MPPSTC</sub> )	13,11 A
Współczynnik temperaturowy (I <sub>SCSTC</sub> )	+ 0,046 %/°C



Współczynnik temperaturowy (UOCSTC ( $\beta$ ))	- 0,25 %/°C
Współczynnik temperaturowy (PMASTC)	- 0,30 %/°C
Podstawowe parametry (dla warunków NOCT):	
Moc maksymalna (PMA)	316 Wp
Napięcie obwodu otwartego (UOCNOCT)	36,24 V
Prąd zwarcia (ISCNOCT)	11,14 A
Napięcie przy mocy maksymalnej (UMPPNOCT)	29,97 V
Natężenie prądu przy mocy maksymalnej (IMPPNOCT)	10,54 A

Tabela 2. Parametry mechaniczne modułu

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

## 6.2 FALOWNIK

Falownik pełni rolę konwertera energii elektrycznej powstałej w modułach fotowoltaicznych, w postaci napięcia i natężenia prądu stałego, na energię o parametrach występujących w instalacji elektrycznej obiektu, tj. napięcia, natężenia i częstotliwości prądu przemiennego. Falownik powinien zostać zainstalowany przez osoby wykwalifikowane w miejscu bezpiecznym, z dala od materiałów łatwopalnych, bez dostępu do niego przez osoby postronne, w miejscu zacienionym i nienarażonym na zanurzenie w wodzie.

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 konstrukcji nośnej paneli.

Dla przedmiotowej instalacji fotowoltaicznej projektuje się zastosowanie falownika o parametrach przedstawionych niżej w tabelach. Instalację zaprojektowano z zastosowaniem optymalizatorów mocy SolarEdge S440. Na potrzeby projektu przyjęto falownik SolarEdge SE9K

Na etapie wykonania należy zastosować falownik oraz optymalizatory o równoważnych parametrach.

Falownik posiada podstawowe certyfikaty potwierdzające zgodności z normami w odniesieniu do parametrów i bezpieczeństwa:

- PN-EN 50438:2014 - Wymagania dla instalacji mikro generacyjnych przeznaczonych do równoległego przyłączania do publicznych sieci dystrybucyjnych niskiego napięcia
- PN-EN 62109-1:2010 - Bezpieczeństwo konwerterów mocy stosowanych w fotowoltaicznych systemach energetycznych -- Część 1: Wymagania ogólne
- PN-EN 62109-2:2011 - Bezpieczeństwo konwerterów mocy stosowanych w fotowoltaicznych systemach energetycznych -- Część 2: Wymagania szczegółowe dotyczące falowników
- PN-EN 62116:2014-11 - Falowniki fotowoltaiczne włączone do publicznej sieci energetycznej -- Procedura badania ochrony przed zanikiem napięcia
- PN-EN 61727:2002 - Systemy fotowoltaiczne (PV) -- Charakterystyki uniwersalnych złączy standardowych
- IEC 61000-6-1/-2/-3/-4 - Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) - Normy ogólne

Tabela 3. Parametry napięciowo-prądowe falownika

Parametry napięciowo-prądowe na wejściu DC	
Max. moc wejściowa	12 150 W
Max. napięcie wejściowe	900 V
Nominalne napięcie wejściowe	750 V
Max. prąd wejściowy	15A
Parametry napięciowo-prądowe na wyjściu AC	
Nominalna moc wyjściowa	9 000 W
Max. prąd wyjściowy	14,5A

Tabela 4. Inne parametry falownika

Pozostałe parametry	
Zakres częstotliwości sieci	50/60 Hz
Nominalne napięcie strony AC	3/N/PE, 230V / 400V

Współczynnik mocy	-0,8 ~ +0,8
Max. wydajność falownika	98 %

### 6.3 OPTYMALIZATORY MOCY

Optymalizator mocy to urządzenie, które odpowiada za ochronę instalacji przed skutkami częściowego zacienienia, 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. Konfiguracja podłączenia optymalizatorów mocy do falownika fotowoltaicznego oraz dobór długości stringów została przedstawiona w załącznikach do niniejszego opracowania

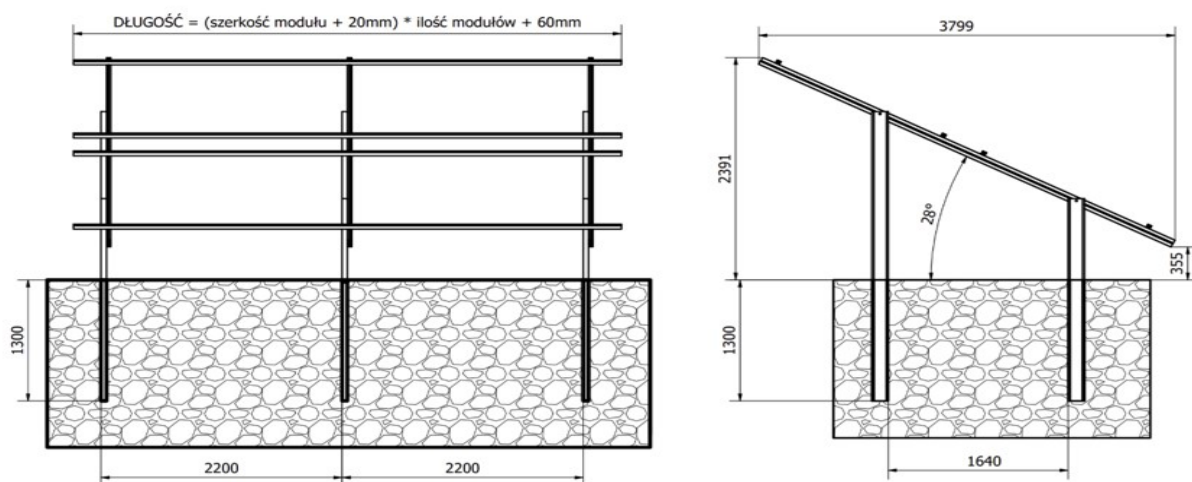
Parametry napięciowo-prądowe optymalizatora	
Max. moc wejściowa	440 W
Zakres napięcia	8-60 V
Max. napięcie wejściowe	60 V
Max. prąd	15A

### 6.4 KONSTRUKCJA WSPORCZA

Do montażu paneli fotowoltaicznych projektuje się zastosowanie gruntowej konstrukcji wsporczej. Moduły fotowoltaiczne zostaną zamontowane na specjalistycznej certyfikowanej konstrukcji wsporczej. Długość stołu dostosowana jest do ilości paneli. Kąt nachylenia stołów do podłoża wynosić będzie do 35°. Moduły zostaną zamontowane w układzie pionowym. Wszystkie elementy zabezpieczone zostaną antykorozyjnie. Montaż konstrukcji należy wykonać zgodnie z zaleceniami producenta oraz instrukcjami montażowymi.



Rysunek 3 – Przykładowy system montażowy przeznaczony na instalację gruntową



Rysunek 4 – Rzut techniczny konstrukcji gruntowej

## 6.5 POŁĄCZENIA WYRÓWNAWCZE I OCHRONA ODGROMOWA

Wszelkie elementy metalowe konstrukcji wsporczych, tras kablowych i innych należy połączyć ze sobą w celu wyrównania potencjałów. Do wykonania połączeń wyrównawczych dopuszcza się przewody miedziane nie mniejsze niż 16mm<sup>2</sup> lub drut stalowy o średnicy nie mniejszej niż 8mm. W przypadku braku zachowania bezpiecznego odstępu od instalacji odgromowych należy zrezygnować z łączenia konstrukcji z GSU na rzecz połączenia wyrównawczego z istniejącą instalacją odgromową. Koniecznym jest wtedy również zastosowanie ochronników przepięć nie gorszych niż typu 1+2.

Zewnętrzna instalacja odgromowa – piorunochron, tj. Maszty, zwody, uziomy i przewody odprowadzające – służy do przejścia energii od uderzającego w budynek pioruna i odprowadzenie jej do ziemi. Budynek wyposażony jest w instalacje odgromową, a projektowana instalacja fotowoltaiczna nie zwiększa prawdopodobieństwa uderzenia piorunem.

## **6.6 INNE ZABEZPIECZENIA**

Falownik zastosowany w instalacji fotowoltaicznej wyposażony jest w urządzenia monitorujące parametry energii elektrycznej. W przypadku odchylenia monitorowanych parametrów częstotliwości i napięcia od parametrów granicznych normy PN-EN 50438 oraz zgodnie z NC RfG, fotowoltaiczne źródło wytwórcze jest natychmiast odłączone od sieci elektroenergetycznej. System fotowoltaiczny pozostaje odłączony do momentu powrotu parametrów do ustawionych limitów.

Wykonanie wszystkich rozwiązań zabezpieczających instalacje jest zgodne z obowiązującym prawem i odpowiednimi normami, w tym z polską normą PN-HD 60364-4-41: 2017-09 „Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed porażeniem elektrycznym”.

Do instalacji fotowoltaicznej należy zainstalować dodatkowe zabezpieczenia SPD Typu 1+2 po stronie DC i AC oraz w celu zabezpieczenia przewodu zasilającego odpowiedni bezpiecznik/wyłącznik nadprądowy zapewniający ochronę przewodu przez nadmiernym obciążeniem oraz zapewniającym Samoczynne Wyłączenie Zasilania zgodne z obliczeniami poniżej.

## **7. DOBÓR PRZEWODÓW I ZABEZPIECZEŃ AC**

Instalacja zostanie przyłączona z falownika do istniejącego złącza kablowego obiektu przewodami YAKY 5x16mm<sup>2</sup> ok. 100 m

Sprawdzenie przewodu na spadki napięć

$\Delta U$  – względny spadek napięcia [U]

Un – Napięcie zasilania [V],  
In – prąd znamionowy [A], maksymalny prąd wyjściowy falownika to 14,5A  
l – długość linii [m]  
s – przekrój kabla [mm<sup>2</sup>]  
cosφ - przesunięcie fazowe  
σ – konduktywność [S\*m / mm<sup>2</sup>] (dla miedzi= 58, aluminium = 37)

Przy założeniu przewodu zasilającego 100m- 5x16mm<sup>2</sup>

Dopuszczalny spadek napięcia to 1%, a zatem:  
Przewody spełniają warunki doboru ze względu na dopuszczalne spadki napięć  
Przekroje przewodów spełniają warunki doboru ze względu na długotrwałe obciążenie  
Skuteczność ochrony od porażeń elektrycznych  
W istniejącym układzie TN-S ochroną przeciwporażeniową stanowi Samoczynne Wyłączenie Zasilania. Zakładane jest użycie wyłącznika nadprądowego B16 3P z racji maksymalnych obciążeń falowników.

## 8. PRZEWODY FOTOWOLTAICZNE DC

Projektowane przewody fotowoltaiczne powinny być odporne na UV i warunki atmosferyczne, powinny składać się z podwójnej izolacji oraz ich konstrukcja powinna umożliwiać pracę przy napięciu do 1000V. Przewody powinny zostać ułożone w metalowych korytach na wysokości co najmniej 10cm od podłoża. Należy zwracać szczególną uwagę na odpowiednie promienie skrętu kabla oraz zabezpieczenie w miejscu potencjalnego styku z ostrymi krawędziami. 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 mm<sup>2</sup>.

## 9. ZABEZPIECZNIE PRZECIWOPOŻAROWE

Warunki ochrony przeciwpożarowej ustalono dla inwestycji obejmującej wykonanie urządzenia budowlanego (instalacji fotowoltaicznej) przewidzianej do montażu na dachu oraz gruncie z lokalizacją falownika w istniejącym budynku.

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).

Budowa instalacji fotowoltaicznej 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 odgromowej:

- Zabezpieczyć przepusty instalacyjne przy przejściu instalacji przez elementy oddzielenia 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, np. HILTI, PROMASTOP lub inne, na zastosowane systemy zabezpieczeń przejść instalacyjnych przedstawić stosowne: certyfikaty zgodności, Krajowe Deklaracje Właściwości Użytkowych lub aprobaty techniczne, sposób wykonania przejść instalacyjnych wykonać zgodnie z aprobatą techniczną,
- Elementy oddzielenia 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,
- Zabrania się montażu inwertera oraz rozdzielnic AC i DC w pomieszczeniach kotłowni gazowych i olejowych o mocy powyżej 30 kW,
- W przewodach wentylacyjnych zabrania się prowadzenia przewodów instalacji,
- Przewody pod modułami przymocować do ramy modułu lub do szyn za pomocą dedykowanych uchwytów,
- Montaż przewodów w aparatach urządzeniach instalacji dokonać za pomocą odpowiedniego momentu obrotowego zgodnie ze specyfikacją DTR,
- Należy zapewnić wymaganą ochronę odgromową instalacji PV,
- Należy zapewnić 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.

#### Inne Wymagania

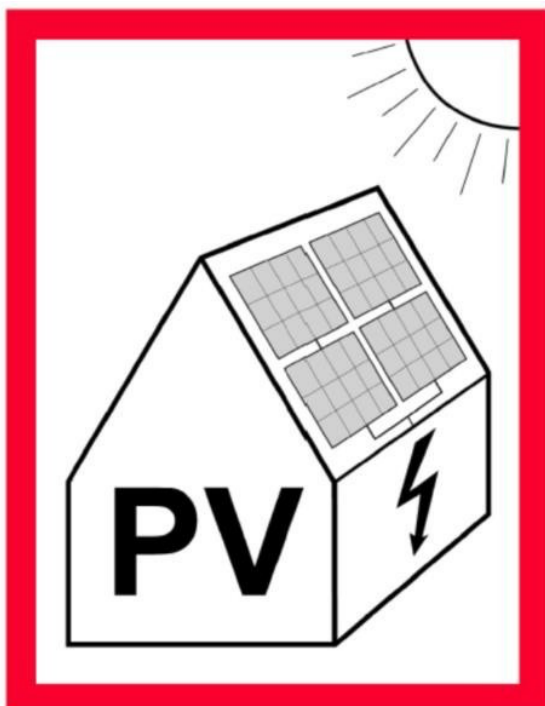
Przed rozpoczęciem eksploatacji instalacji należy:

- 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 rozdzielnic AC PV;
2. W miejscu przyłączenia instalacji PV
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:

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

Przepisy i materiały źródłowe

- [1] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane Dz. U. 1994 Nr 89 poz. 414j.t. Dz.U.2018, poz.1202 ze zm).
- [2] Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz. U. tekstjednolity 2018, poz.620 ze zm).
- [3] Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz./ U.2015, poz.478, ze zm. J.t.2018 poz.2389).
- [4] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawiewarunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. tekst jednolity 2015 r. poz. 1422 z nowelizacją z 14.11.2017).
- [5] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektówbudowlanych i terenów (Dz. U. z 2010 r. nr 109, poz. 719 ze zm).
- [6] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 2 grudnia2015 roku w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochronyprzeciwpożarowej (Dz. U. z 2015 r., poz. 2117). WT
- [7] PN-EN 62446-1:2016-08/A1:2019-01E Systemy fotowoltaiczne (PV) – Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania. Część 1: Systemypodłączone do sieci – Dokumentacja, odbiory i nadzór.
- [8] Ochrona Przeciwpożarowa nr 4/2018, E.Skiepko „Zagrożenia pożarowe instalacijfotowoltaicznych” Czasopismo SITP, Warszawa 2018r.
- [9] Fotowoltaika Magazyn nr 2/2018, St. Pietruszko „Systemy fotowoltaiczne aochrona przeciwpożarowa” Warszawa 2018 r.
- [10] Fotowoltaika Magazyn nr 3/2018, Niemieckie Stowarzyszenie PrzemysłuSolarnego (BundesverbandSolarwirtschafte.V.) – BSW-Solar. Ograniczenie ryzykawystąpienia pożaru w instalacjach PV Wytyczne dla projektantów, instalatorów orazinspektorów przeciwpożarowych” Warszawa 2018 r.
- [11] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 lipca2009 r. w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych (Dz. U. nr 124, poz. 1030).
- [12] PN-HD 60364-7-712:2016-05 - wersja polska, Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacjiFotowoltaiczne (PV) układy zasilania.
- [13] DIN 18195:2000-08 Bauwerksabdichtung.
- [14] PN-EN 62852:2015-05 - wersja angielska, Złącza DC stosowane w systemachfotowoltaicznych -- Wymagania bezpieczeństwa i badania.
- [15] PN-EN 61439-2:2011 - wersja polska, Rozdzielnice i sterowniceniskonapięciowe -- Część 2: Rozdzielnice i sterownice do rozdziału energiielektrycznej.

- [16] PN-EN 50618:2015-03 - wersja polska, Kable i przewody elektryczne dosystemów fotowoltaicznych.
- [17] PN-EN 50565-1:2014-11 - wersja polska, Przewody elektryczne – Wytycznestosowania przewodów na napięcie znamionowe nieprzekraczające 450/750 V (U0/ U) - Część 1: Wskazówki ogólne.

## **10. OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA I ODRGROMOWA**

Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym została 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 słupa krańcowego 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 pojawienie 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 1x16mm<sup>2</sup>. W przypadku braku uziemienia, należy je wykonać szpilami uziemiającymi, szpile należy zabić w ziemi taką ilość, aby uzyskać rezystancję uziemienia poniżej 10  $\Omega$  (Ohm).

## **11. PLAN BEZPIECZEŃSKTWA I OCHRONY ZDROWIA**

Zakres robót dla całego zamierzenia budowlanego oraz kolejność realizacji poszczególnych obiektów:

### Linia kablowa

- wykonanie wykopów ręczne lub mechaniczne
- ułożenie rur osłonowych
- ułożenie kabla w wykopie z wprowadzeniem do złącz kablowych
- wykonanie pomiarów kontrolnych kabli
- nasypianie warstwy piasku lub gruntu rodzimego i ułożenie folii ochronnej
- zasypanie wykopu
- wykonanie pomiarów kontrolnych i załączenie napięcia.

### Instalacja fotowoltaiczna

- wbicie podpór i zabudowanie konstrukcji nośnej
- ułożenie okablowania oraz urządzeń
- zamontowanie i podłączenie modułów fotowoltaicznych
- zamontowanie i podłączenie inwertera solarnego □ wykonanie pomiarów ochronnych oraz rozruch próbny

Wykaz istniejących obiektów budowlanych:

- infrastruktura podziemna, budynki

Wskazanie elementów zagospodarowania działki lub terenu, które mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi: □ linia kablowa nn

Wskazanie dotyczące przewidywanych zagrożeń występujących podczas realizacji robót budowlanych, określające skalę i rodzaje zagrożeń oraz miejsce i czas występowania:

- Zagrożenie porażenia prądem elektrycznym przy odłączaniu i załączaniu napięcia
- zagrożenie porażenia prądem elektrycznym przy uszkodzeniu izolacji kabla nn
- zagrożenie potrącenia przez pojazdy związane z pracami ziemnymi
- zagrożenie przy robotach ziemnych i niezabudowanych otworach

Wskazanie sposobu prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych:

### PODSTAWOWE ZASADY BEZPIECZEŃSTWA PRACY PRZY URZĄDZENIACH ELEKTROENERGETYCZNYCH

Pracownicy wykonujący prace przy urządzeniach elektroenergetycznych muszą posiadać odpowiednie zaświadczenia kwalifikacyjne i powinni być przeszkoleni w zakresie ratowania osób porażonych prądem elektrycznym.



Prace przy urządzeniach elektrycznych wykonywać tylko po wyłączeniu ich spod napięcia zgodnie z wymaganiami bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach elektroenergetycznych.

#### ZASADY BEZPIECZEŃSTWA PRZY ROBOTACH ZIEMNYCH

Przed przystąpieniem do robót ziemnych należy zapoznać się z projektem technicznym oraz trasami sieci i urządzeń podziemnych. Należy je oznakować na terenie prowadzonych robót oraz określić ich bezpieczną odległość od wykopu w poziomie i pionie. Przy braku rozeznania co do uzbrojenia terenu wykopy o głębokości większej niż 0,4m prowadzić ręcznie. W przypadku odkrycia jakichkolwiek przewodów instalacyjnych, należy bezzwłocznie przerwać roboty do czasu ustalenia pochodzenia tych instalacji i określenia, czy i w jaki sposób możliwe jest w tym miejscu dalsze bezpieczne prowadzenie prac. Wykopy w miejscach dostępnych dla osób niezatrudnionych przy robotach należy zabezpieczyć przed przypadkowym wpadnięciem osób postronnych.

#### ZASADY BEZPIECZEŃSTWA PRACY PRZY STOSOWANIU SPRZĘTU CIĘŻKIEGO

##### ***Koparki***

Przy wykonywaniu wykopów koparką należy uzyskać zgodę inwestora i sprawdzić czy na trasie znajdują się sieci i urządzenia podziemne. Koparkę może obsługiwać jedynie pracownik posiadający odpowiednie uprawnienia. W zasięgu działania koparki zabrania się przebywania brygadzie kablowej i osobom postronnym.

##### **UWAGI:**

- Wszelkie prace budowlano-montażowe wykonywać zgodnie z:
- rozwiązaniami i zaleceniami zawartymi w projekcie wykonawczym,
  - obowiązującymi Przepisami Budowy Urządzeń Elektroenergetycznych,
  - wymogami normy PN-76/E-05125 „Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa”,
  - wymogami Rozporządzenia Ministra Przemysłu z dnia 8 października 1990 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać urządzenia elektroenergetyczne w zakresie ochrony przeciwporażeniowej, - obowiązującymi przepisami BHP.

W czasie prac używać wyłącznie materiałów i urządzeń dopuszczonych do stosowania w budownictwie i posiadających odpowiednie atesty.

Prace ziemne należy prowadzić z należytą starannością stosując właściwe oznakowanie i zabezpieczenie otwartych wykopów. Wykopy w pobliżu istniejących podziemnych wykonywać ręcznie pod nadzorem właściciela urządzenia.

Szczegółowy przebieg urządzeń ustalić przy pomocy przekopów próbnych.

W czasie prowadzenia prac ziemnych mogą pojawić się przeszkody nie naniesione na podkładzie geodezyjnym. Wykonawca zobowiązany jest do zastosowania zabezpieczeń i osłon ochronnych spełniających wymogi normy PN-E-05100-1.

Wskazanie środków technicznych i organizacyjnych, zapobiegających niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub w ich sąsiedztwie, w tym zapewniających bezpieczną i sprawną komunikację, umożliwiającą szybką ewakuację na wypadek pożaru, awarii i innych zagrożeń:

- drogi dojazdowe powinny być przejezdne, zabrania się składowania na nich materiałów budowlanych, gromadzenia sprzętu itp.
- na placu budowy w widocznym miejscu powinien znajdować się sprzęt p. poż.
- umieszczenie we wszelkich, widocznych miejscach tablic ostrzegawczo – informacyjnych.

## 12. UWAGI DLA WYKONAWCY

Konfigurując falownik należy ustawić normą EN 504438.

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 pod panelami, na konstrukcji wsporczej.

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 6. Zestawienie materiałów dla instalacji PV

L.p.	Pozycja	Jedn.	Ilość
1	Moduły fotowoltaiczne	Szt.	22
2	Falownik	Szt.	1
3	Okablowanie prądu stałego – przewód solarny 6 mm <sup>2</sup>	m	60
4	Okablowanie prąd przemiennego – przewód 5x16 mm <sup>2</sup>	m	100
5	Uziemienie instalacji PV	Kpl.	1
6	Konstrukcja wsporcza dla instalacji gruntowej	Kpl.	1
7	Zabezpieczenia DC	Kpl.	1
8	Zabezpieczenia AC	Kpl.	2
9	Optymalizatory mocy	Szt.	22

### 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.

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.

Urządzenia po zakończeniu montażu należy skonfigurować do współpracy.

Całość prac powinny wykonać osoby mające do tego uprawnienia.

Miejszem wpięcia instalacji fotowoltaicznej będzie złącze kablowe obiektu.

## **15.** LISTA ZAŁĄCZNIKÓW

1. Symulacja w SolarEdge Designer
2. Plan zagospodarowania terenu
3. Schemat elektryczny instalacji PV
4. String plan – okablowanie strony DC