

PROJEKT TECHNICZNY

INWESTYCJA	<i>Nazwa</i> Instalacja fotowoltaiczna wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną o mocy 43,46 kWp dla budynku stacji mechanicznego oczyszczania Oczyszczalni Ścieków w Powroźniku zlokalizowanego pod adresem Powroźnik 140, 33-370 Powroźnik
	<i>Adres</i> Powroźnik 140, 33-370 Powroźnik Nr działki: 13 Obręb: Powroźnik Gmina: Muszyna Powiat: nowosądecki Województwo: małopolskie ID działki: 121011_5.0006.13

INWESTOR	Gmina Krynica-Zdrój – Zakład Wodociągów i Kanalizacji w Krynicy-Zdroju Ul. Kraszewskiego 37 33-380 Krynica-Zdrój
----------	---

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

PROJEKTANT		
BRANŻA	IMIĘ I NAZWISKO	PODPIS
Fotowoltaiczna	Mgr inż. Piotr Mędzelowski Nr upr. OZE-W/12/000012/19	

Kwiecień, 2023 r.

Spis treści

1. PODSTAWA OPRACOWANIA.....	3
2. PODSTAWOWE POJĘCIA	4
3. PRZEDMIOT OPRACOWANIA	4
4. STAN ISTNIEJĄCY	4
5. ZAKRES OBSŁUGI TECHNICZNEJ I KOMUNIKACJI	5
6. ZAKRES OPRACOWANIA	5
7. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA	5
8. WPŁYW INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ NA OTOCZENIE	5
9. EKSPERTYZA TECHNICZNA	6
10. OCHRONA ŚRODOWISKA	6
11. CHARAKTERYSTYKA EKOLOGICZNA	6
12. PRZYŁĄCZE INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ	7
13. OPIS ROZWIĄZAŃ	7
13.1 PANELE FOTOWOLTAICZNE	9
13.2 FALOWNIK	10
13.3 KONSTRUCJA WSPORCZA	10
13.4 PRZEWODY, ZABEZPIECZENIA I ROZDZIELNICA PO STRONIE DC	11
13.4.1 DOBÓR PRZEWODÓW PO STRONIE DC	11
13.4.2 ZABEZPIECZENIA PRZEPIĘCIOWE PO STRONIE DC	11
13.4.3 ROZDZIELNICA DC	12
13.5 PRZEWODY, ZABEZPIECZENIA I ROZDZIELNICA PO STRONIE AC	12
13.5.1 DOBÓR PRZEWODÓW PO STRONIE AC	12
13.5.2 ZABEZPIECZENIA PO STRONIE AC	13
13.5.3 ROZDZIELNICA AC	13
14. ZABEZPIECZENIE PRZECIWPOŻAROWE	14
15. OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA I ODGROMOWA	17
16. UWAGI DLA WYKONAWCY	17
17. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW	18
18. UWAGI KOŃCOWE	18
19. ZAŁĄCZNIKI	20

1. PODSTAWA OPRACOWANIA

- Umowa na wykonanie prac projektowych;
- Wizja lokalna odbyta w dniu 14.03.2023 r.,
- 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);
- 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-HD 60364-5-54:2011 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia, przewody ochronne i przewody połączeń ochronnych;
- PN-HD 60364-4-41:2011 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym;
- PN-HD 60364-7-712:2016-05 – Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji - Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania
- PN-EN 50618:2015-03 Kable i przewody elektryczne do systemów fotowoltaicznych.
- PN-EN IEC 62446-1:2016-08 Systemy fotowoltaiczne (PV) – wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania – część 1: systemy podłączone do sieci – Dokumentacja, odbiory i nadzór
- 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 techniczny instalacji fotowoltaicznej o mocy 43,46 kW. Instalację fotowoltaiczną wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną projektuje się na dachu budynku stacji mechanicznego oczyszczania znajdującego się pod adresem Powroźnik 140, 33-370 Powroźnik, numer działki 13, obręb Powroźnik.

4. STAN ISTNIEJĄCY

Instalacja fotowoltaiczna zostanie usytuowana na działce nr ewid. 13 obręb Powroźnik, gm. Muszyna, na dachu budynku administracyjnego znajdującego się pod adresem Powroźnik 140, 33-370 Powroźnik. Niniejszy teren jest terenem zabudowanym.

5. ZAKRES OBSŁUGI TECHNICZNEJ I KOMUNIKACJI

Dojazd do terenu inwestycji zostanie zapewniony przez istniejące drogi publiczne, dojazdowe i wewnętrzne. Nie przewiduje się instalacji kanalizacyjno-sanitarnej. Wywóz ścieków bytowych powstałych w trakcie realizacji inwestycji przez specjalistyczną firmę do tego uprawnioną.

6. 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.

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.

Eksplotacja 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 OOS 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

Zamawiający dysponuje wstępną opinią konstruktorską posadowienia modułów fotowoltaicznych na dachu budynku. Wszystkie prace winny być wykonywane zgodnie z opinią konstruktorską w taki sposób, aby nie naruszyć nośności dachu.

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. OCHRONA ŚRODOWISKA

Zgodnie z §3.1 Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko „Do przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko zalicza się następujące rodzaje przedsięwzięć:

54) zabudowa przemysłowa, w tym zabudowa systemami fotowoltaicznymi, lub magazynowa, wraz z towarzyszącą jej infrastrukturą, o powierzchni zabudowy nie mniejszej niż:

a) 0,5 ha na obszarach objętych formami ochrony przyrody, o których mowa w art. 6 ust. 1 pkt 1-5, 8-9 ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody, lub w otulinach form ochrony przyrody, o których mowa w art. 6 ust. 1 pkt 1-3 tej ustawy,

b) 1 ha na obszarach innych niż wymienione w lit. a”.

Planowane przedsięwzięcie znajduje się w obszarze Popradzkiego Parku Krajobrazowego oraz w granicach obszaru NATURA2000 „Ostoja Popradzka”.

Zaznacza się, że 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, tym samym nie wymaga się uzyskiwania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach. W związku z realizacją przedsięwzięcia jednocześnie zaznacza się, że inwestycja nie narusza zakazów przewidzianych dla tego obszaru i jednocześnie nie jest objęta zakazem realizacji.

11. CHARAKTERYSTYKA EKOLOGICZNA

Projektowana inwestycja znajdować się będzie na dachu budynku, na terenie zabudowanym. Nie przewiduje się wycinki drzew oraz niwelacji terenu. W okresie działania przedmiotowej inwestycji nie przewiduje się oddziaływania w zakresie zanieczyszczeń powietrza, emisji hałasu oraz powstawania ścieków. Wszystkie surowce naturalne i paliwa będą pobierane tylko na potrzeby budowy inwestycji. Planowa instalacja fotowoltaiczna nie będzie również powodować oddziaływania pól magnetycznych w miejscach dostępnych dla ludności. Nie przewiduje się powstawania odpadów stałych.

12. PRZYLĄCZE INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Projektowana instalacja zostanie podłączona do wewnętrznej instalacji elektrycznej obiektu. Przyłączenie instalacji fotowoltaicznej odbędzie się do istniejącej rozdzielni znajdującej się w budynku abonenckiej stacji transformatorowej, która znajduje się na terenie przedmiotowej działki.

13. OPIS ROZWIĄZAŃ

Na dachu projektuje się instalację fotowoltaiczną, która składać się będzie z zespołów paneli fotowoltaicznych. Łączna moc projektowanej instalacji fotowoltaicznej wynosić będzie 43,46 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 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 43,46 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, 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.

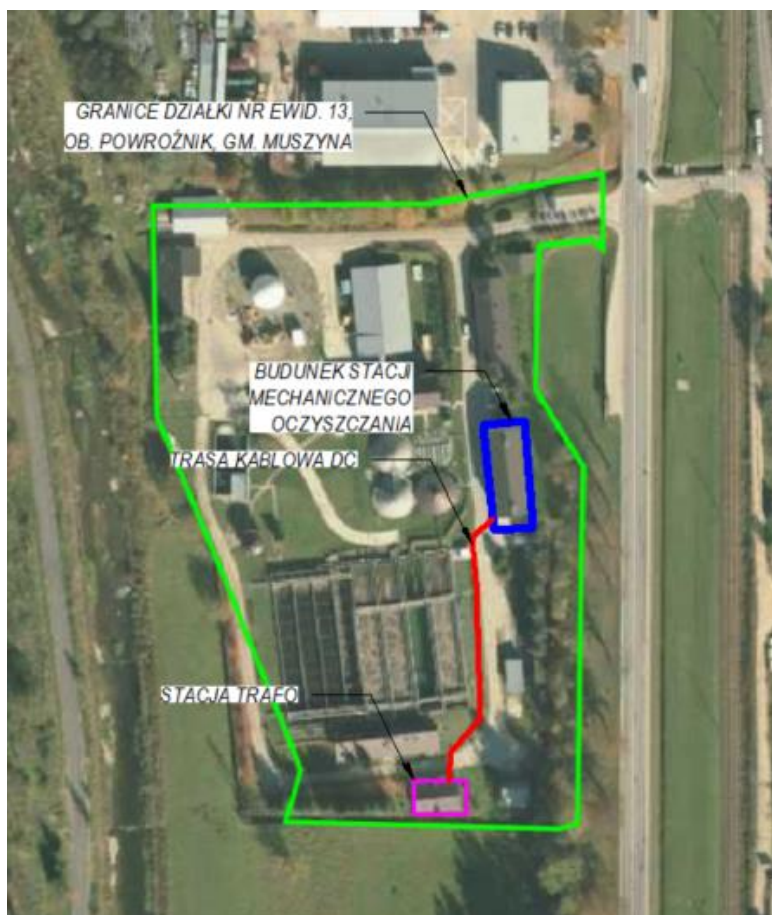


Figura 1 Planowana inwestycja PV

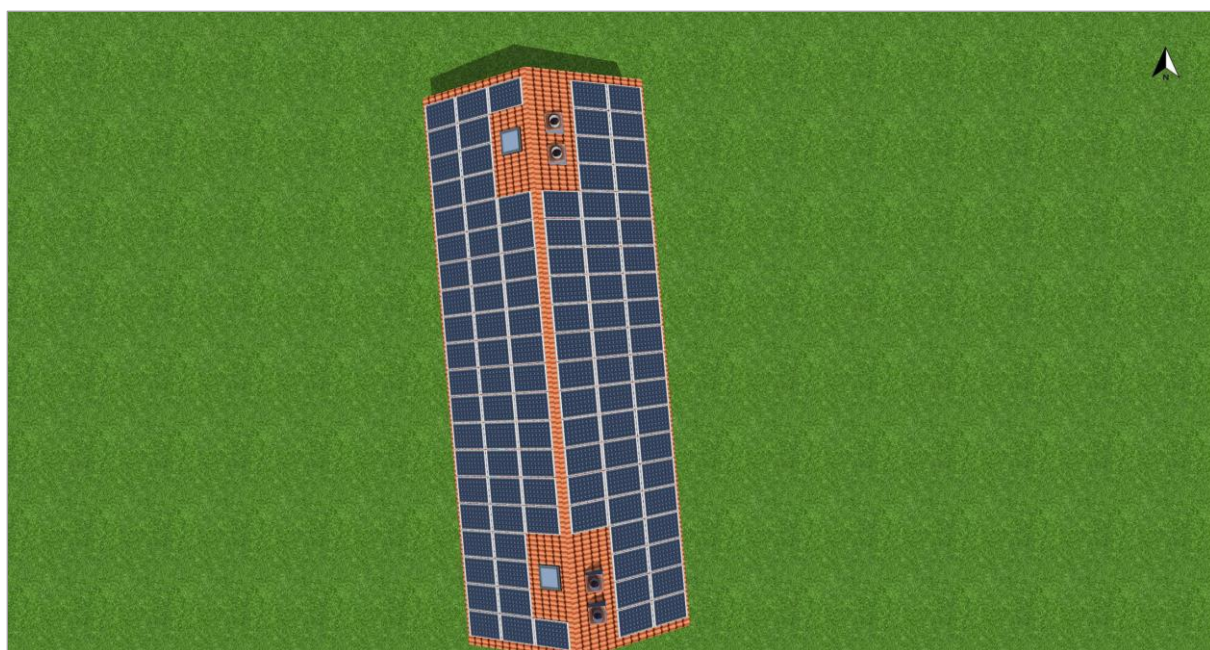


Figura 2 Wizualizacja instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku

13.1 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 106 szt. modułów PV zamontowanych na dachowej konstrukcji wsporczej. Do falownika podłączone zostaną 4 stringi przewodami DC PV 6mm² łączonymi za pomocą gniazd i wtyków MC4– trzy stringi składać się będą z dwóch obwodów łączonych równolegle po 13 paneli fotowoltaicznych każdy, a czwarty string z dwóch obwodów łączonych równolegle po 14 paneli. 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 – JKM410M-54HL4.

Tabela 1. Parametry elektryczne modułu – JKM410M-54HL4

Podstawowe parametry (dla warunków STC):	
Moc maksymalna (P_{MAX})	410 Wp
Napięcie obwodu otwartego (U_{OCSTC})	37,14 V
Prąd zwarcia (I_{SCSTC})	13,92 A
Napięcie przy mocy maksymalnej (U_{MPPSTC})	30,62 V
Natężenie prądu przy mocy maksymalnej (I_{MPPSTC})	13,39 A
Współczynnik temperaturowy (I_{SCSTC})	+ 0,048 %/°C
Współczynnik temperaturowy (U_{OCSTC} (β))	- 0,28 %/°C
Współczynnik temperaturowy (P_{MAXSTC})	- 0,35 %/°C
Podstawowe parametry (dla warunków NOCT):	
Moc maksymalna (P_{MAX})	305 Wp
Napięcie obwodu otwartego (U_{OCNOCT})	35,05 V
Prąd zwarcia (I_{SCNOCT})	11,24 A
Napięcie przy mocy maksymalnej ($U_{MPPNOCT}$)	28,72 V
Natężenie prądu przy mocy maksymalnej ($I_{MPPNOCT}$)	10,62 A

Tabela 2. Parametry mechaniczne modułu – JKM410M-54HL4

Pozostałe parametry	
Sprawność modułu	21,00%
Wymiary	1722x1134x30 mm
Waga	22 kg

13.2 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. Dodatkowo wypadkowe napięcie punktu mocy maksymalnej na szeregu modułów nie jest niższe niż minimalne napięcie, dla którego falownik jest w stanie zaimplementować procedurę MPPT przy najwyższej spodziewanej temperaturze pracy systemu. Falownik spełnia kryteria przyłączenia jednostek wytwórczych do sieci elektroenergetycznych.

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 Sofar Solar 40KTLX-G3

Tabela 3. Parametry napięciowo-prądowe falownika Sofar 40KTLX-G3

Parametry napięciowo-prądowe na wejściu DC	
Max. napięcie wejściowe	1100 V _{DC}
Znamionowe napięcie wejściowe	620 V _{DC}
Max. prąd zwarciaowy MPPT	4*50A _{DC}
Max. sprawność falownika	98,80%
Parametry napięciowo-prądowe na wyjściu AC	
Znamionowa moc czynna AC	40 000 W
Max. Moc pozorna AC	44 000 VA
Napięcie wyjściowe	400/230 V
Częstotliwość	50/60 Hz
Max. Prąd wyjściowy	66,7 A
THD	< 3%

13.3 KONSTRUCJA WSPORCZA

Do montażu paneli fotowoltaicznych nowobudowanej instalacji projektuje się zastosowanie dachowej konstrukcji wsporczej. Moduły fotowoltaiczne zostaną zamontowane na specjalistycznej certyfikowanej konstrukcji przeznaczonej dla dachu wykonanego z blachy trapezowej. Konstrukcja powinna spełniać wymagania dot. wydanej opinii nośności dachu.

13.4 PRZEWODY, ZABEZPIECZENIA I ROZDZIELNICA PO STRONIE DC

13.4.1 DOBÓR PRZEWODÓW PO STRONIE DC

Do Obliczenia dot. doboru przewodów po stronie stałoprądowej zostały wykonane w oparciu o rozłożenie modułów: 1MPPT – 2*14 modułów, 2MPPT, 3MPPT, 4 MPPT – 2*13 modułów.

Założona strata mocy na okablowaniu DC każdego łańcucha fotowoltaicznego powinna wynosić do około 1%. Do obliczeń przyjęto najdłuższy występujący w instalacji string modułów fotowoltaicznych.

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 – ~220 m

U – 402,08 V

I – 10,62 A

k – $50 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$

A – 6 mm²

Strata [%] = 1,94%,

W projektowanej instalacji fotowoltaicznej z uwagi na długą trasę kablową DC należy zastosować przewody PV o przekroju min. 6 mm².

13.4.2 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.

$$V_{CPV} \geq 623,95 \text{ V}$$

W projektowanej instalacji fotowoltaicznej należy zastosować ogranicznik przepięć T1+2 o maksymalnym napięciu ciągłej pracy 1000V.

13.4.3 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.

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.

13.5 PRZEWODY, ZABEZPIECZENIA I ROZDZIELNICA PO STRONIE AC

13.5.1 DOBÓR PRZEWODÓW PO STRONIE AC

Parametry do wyznaczenia przewodów: znamionowa moc wyjściowa AC falownika: 40 kW, długość przewodu od falownika do miejsca wpięcia ok. 10m. 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].

$$A [\text{mm}^2] = 4,04$$

W projektowanej instalacji fotowoltaicznej, z uwagi na obciążalność prądową przewodu oraz maksymalny prąd wyjściowy falownika, zostaną zastosowane przewody AC o przekroju min. 25 mm².

13.5.2 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:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

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

$$I_2 = k \cdot I_n$$

$$I_b = 66,7A$$

$$I_z = 85A$$

$$I_n = 80A$$

$$66,7A \leq 80A \leq 85A$$

$$I_2 = 1,45 \cdot 80 = 116A$$

$$116A \leq 123,25A$$

Projektuje się wyłącznik nadprądowy min. 80A o charakterystyce B.

Zabezpieczenie przepięciowe AC

Projektuje się ogranicznik przepięć AC T1+2.

13.5.3 ROZDZIELNICA AC

Projektuje się rozdzielnicę AC. Rozdzielnicę RPV AC należy wykonać jako natynkowe wykonane w stopniu min. IP44, wyposażyć 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.

14. 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 1000 m³.

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 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;

- elementy oddzieleni 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:

- **Automatyczny przeciwpożarowy wyłącznik bezpieczeństwa PEFS PROJJOY**

Wyłącznik PROJJOY powinien zostać zamontowany możliwie najbliżej modułów fotowoltaicznych tak aby niebezpieczne okablowanie DC nie wchodziło do wewnątrz budynku.

Powyższe zabezpiecza budynek przed wystąpieniem w nim niebezpiecznego napięcia DC

Inne wymagania

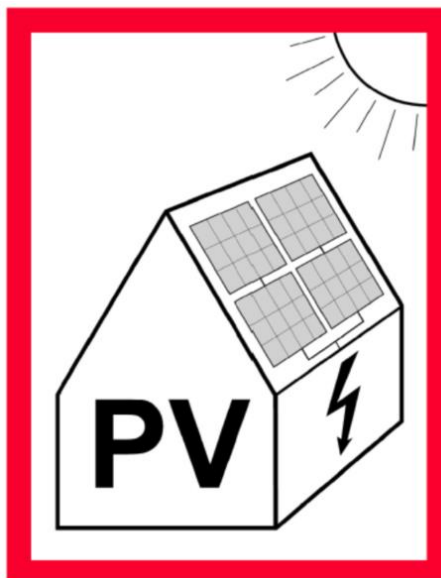
Przed rozpoczęciem eksploatacji instalacji należy:

- 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 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 CIAŁU 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.

15. 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).

16. 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 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.

Montaż powinien wykorzystywać całą możliwą do wykorzystania powierzchnię dachu. W stacji transformatorowej należy tak umiejscowić falowniki aby było możliwe zamontowanie dodatkowych falowników w przyszłych zadaniach. Konstrukcja wraz z modułami fotowoltaicznymi powinna spełniać wymagania dot. warunków technicznych, jakie zostały opisane w opinii konstruktorskiej.

Falownik zostanie podłączony do sieci z wykorzystaniem routera WI-FI (zgodnie z odrębną dokumentacją).

17. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW

Tabela 6. Zestawienie materiałów dla instalacji PV

L.p.	Pozycja	Jedn.	Ilość
1	Moduły fotowoltaiczne	Szt.	106
2	Falownik	Szt.	1
3	Okablowanie prądu stałego – przewód solarny 6 mm ²	m	980
4	Okablowanie prąd przemiennego – przewód 25 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.	8
8	Ogranicznik przepięć AC TYP 1+2	Szt.	1
9	Zabezpieczenie nadprądowe B80A	Szt.	1
10	Wyłącznik bezpieczeństwa PEFS PROJOY	Szt.	1
11	Zabezpieczenie nadprądowe B6A	Szt.	1

18. UWAGI KOŃCOWE

Okablowanie DC zostanie poprowadzone po elewacji do kanału kablowego, którego trasa prowadzi do miejsca wpięcia, którym jest budynek stacji trafo (rozdzielnia nn). Kable zostaną zabezpieczone. Falownik oraz rozdzielnia DC i AC zostaną zamontowane na wewnętrznej ścianie budynku stacji (część nn).



Figura 3 Miejsce montażu PROJOYA i zejścia okablowania DC po elewacji



Figura 4 Widok jednej ze studni kablowych oraz stacji trafo



Figura 5 Miejsce montażu RDC, RAC oraz falownika

Miejsca montażu falownika powinno zostać zabezpieczone przed dostępem dla osób postronnych.

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.

Wszystkie przedstawione komponenty nie są obligatoryjne dla Wykonawcy. Wykonawca może zastosować urządzenia innych wybranych producentów, przy czym urządzenia winny posiadać równoważne parametry techniczne.

Przed przystąpieniem do prac montażowych zaleca się wykonanie ekspertyzy konstruktorskiej dot. nośności dachu w kontekście planowanej instalacji fotowoltaicznej.

Na terenie Oczyszczalni Ścieków w Powroźniku planuje się inną instalację fotowoltaiczną o mocy do 50 kW, która została objęta odrębnym opracowaniem. Każda z instalacji zostanie podpięta do innego licznika PPE.

19. ZAŁĄCZNIKI

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