

2018

# PROJEKT MIKROINSTALACJI 7,28 kW

## PROJEKT WYKONAŁ:

**mgr inż. Tomasz Piotrowiak**<sup>(1)</sup>

Uprawnienia budowlane do projektowania  
i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń  
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji  
i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych.

Nr ewid, WKP/0396/PWOE/13

### Inwestor

Gmina Krobia  
ul. Rynek 1  
63-840 Krobia  
tel. 0-65 571-11-11

### Projekt



Miejsce inwestycji:  
Edukacyjny Związek Międzygminny  
Gostkowo-Niepart – szkoła w Nieparcie

Adres inwestycji:  
Niepart 45  
63-840 Krobia  
Działka nr 21/6  
Gmina Krobia

Opis projektu: Instalacja  
Fotowoltaiczna **7,28 kW**



## Spis treści

1. Wstęp.....	3
2. Podstawa opracowania.....	3
3. Podłączona do sieci instalacja fotowoltaiczna.....	5
4. Zysk energetyczny.....	5
5. Lokalizacja instalacji.....	5
6. Wymagania dotyczące dokumentacji wykonawczej.....	7
7. Wymagania dotyczące dokumentacji powykonawczej.....	7
8. Generator solarny.....	7
9. Specyfikacja techniczna modułów fotowoltaicznych - monokrystalicznych.....	9
10. Specyfikacja techniczna modułów fotowoltaicznych – polikrystalicznych.....	10
11. Falownik.....	11
12. Specyfikacja techniczna falownika.....	12
13. Optymalizatory mocy.....	13
14. Specyfikacja techniczna optymalizatorów mocy.....	14
15. Monitoring pracy modułów.....	14
16. Licznik energii.....	15
17. Symulacja uzysku.....	15
18. Sieć AC.....	16
19. Kabel DC i AC.....	17
20. Zabezpieczenia wbudowane w falownik.....	18
21. Dodatkowe informacje dotyczące zabezpieczeń.....	18
22. Ochrona przeciwporażeniowa i odgromowa instalacji elektrycznej.....	19
23. Pomiary instalacji fotowoltaicznej.....	20
24. System montażowy.....	20
25. Koncepcja rozłożenia modułów.....	21
26. Schemat elektryczny mikroinstalacji.....	25
27. Wymagania dotyczące organizacji robót budowlanych.....	26
28. Wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót.....	27
29. Gwarancje.....	29
30. Podsumowanie.....	30

### Wstęp

Przedmiotem niniejszego opracowania jest koncepcja instalacji fotowoltaicznej o mocy 7,28 kWp montowanej na dachu budynku w oparciu o monokrystaliczne moduły fotowoltaiczne. Energia produkowana z instalacji fotowoltaicznej będzie konsumowana na potrzeby własne. Nie przewiduje się zastosowania układów magazynowania energii. Instalacja o przewidzianej mocy 7,28 kWp ma pracować w oparciu o znowelizowane Prawo energetyczne na podstawie ustawy z dnia 26 lipca 2013 r. o zmianie ustawy - Prawo energetyczne oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. 2013 nr 0 poz. 984 2013.09.11), które kwalifikuje ją, jako mikroinstalację. Planowana moc zainstalowanego systemu nie przekracza umownej mocy przyłączeniowej obiektu oraz szacowany roczny uzysk z instalacji nie przekracza rocznego zapotrzebowania obiektu na energię elektryczną.

Urządzenia zaproponowane w projekcie są urządzeniami wykonanymi na terenie Unii Europejskiej i są urządzeniami fabrycznie nowymi (rok produkcji nie wcześniej niż 2016r.), posiadającymi stosowny pakiet usług gwarancyjnych i jakościowych, kierowanych również do użytkowników z obszaru Rzeczypospolitej Polskiej. Wskazane w projekcie podzespoły posiadają Menu urządzeń oraz instrukcje obsługi w języku polskim.

### Podstawa opracowania

Podstawa opracowania:

- 1) Ustalenia z inwestorem
- 2) Uwarunkowania wynikające z przyjętych technologii
- 3) Wizja lokalna
- 4) Wybrane przepisy podstawowe i obowiązujące ustawy, a w szczególności:
  - Literatura techniczna i wytyczne producentów urządzeń i materiałów składowych dla instalacji.
  - Akty prawne i normy odniesienia w tym:
    - 1) Dz.U.94.89.414. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane,
    - 2) Dz.U.80.717 Ustawa z dnia 27 marca 2003 roku o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (z późniejszymi zmianami),

- 3) Dz.U.178.1380. Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 roku o ochronie przeciwpożarowej, (z późniejszymi zmianami),
- 4) Dz.U.04.202.2072 Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego,
- 5) Dz.U.03.120.1133 Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego,
- 6) Dz.U.04.92.881 Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych,
- 7) Dz.U.97.129.844 Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy,
- 8) PN-IEC 60364 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Zestaw norm,
- 9) PN-EN 62305-1 Ochrona odgromowa- część 1; część 2
- 10) PN-EN 62305-2 Ochrona odgromowa- część 3; część 4
- 11) NSEP-E-004.2013 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa,
- 12) PN-EN 60529- Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (kod IP),
- 13) PN-91/E-05010 Zakresy napięciowe instalacji w obiektach budowlanych,
- 14) PN-88/E-08501 Urządzenia elektryczne. Tablice i znaki bezpieczeństwa,
- 15) PN-EN 50419 Znakowanie urządzeń elektrycznych i elektronicznych zgodnie z artykułem 11(2) dyrektywy 2002/96/WE (WEEE),
- 16) PN-EN 61293 Znakowanie urządzeń elektrycznych danymi znamionowymi dotyczącymi zasilania elektrycznego- Wymagania bezpieczeństwa,
- 17) PN-E-05115 Instalacje elektroenergetyczne prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1kV,
- 18) PN-EN 61730-1:2007 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV)
- 19) PN-EN 61730-2:2007 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV)
- 20) PN-EN 62446:2010 Systemy fotowoltaiczne przyłączone do sieci elektrycznej. Minimalne wymagania dotyczące dokumentacji systemu, badania rozruchowe.
- 21) PN-EN 61173:2002 Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej – Przewodnik,
- 22) PN-EN 62446:2010 Systemy fotowoltaiczne przyłączone do sieci elektrycznej. Minimalne wymagania dotyczące dokumentacji systemu, badania rozruchowe i wymagania kontrolne, PN-EN ISO 9488:2002 Energia słoneczna – Terminologia.

#### Podłączona do sieci instalacja fotowoltaiczna

Miejscowość	Niepart
Moc generatora fotowoltaicznego	7,28 kW
Powierzchnia generatora fotowoltaicznego	44,2 m <sup>2</sup>
Liczba modułów fotowoltaicznych	26
Liczba falowników	1

#### Zysk energetyczny

Generator energii fotowoltaicznej (sieć AC)	6 770,40 kWh
Prognozowany zysk roczny	930 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	87%

#### Lokalizacja instalacji

Gmina Krobia położona jest w województwie wielkopolskim, w powiecie gostyńskim.

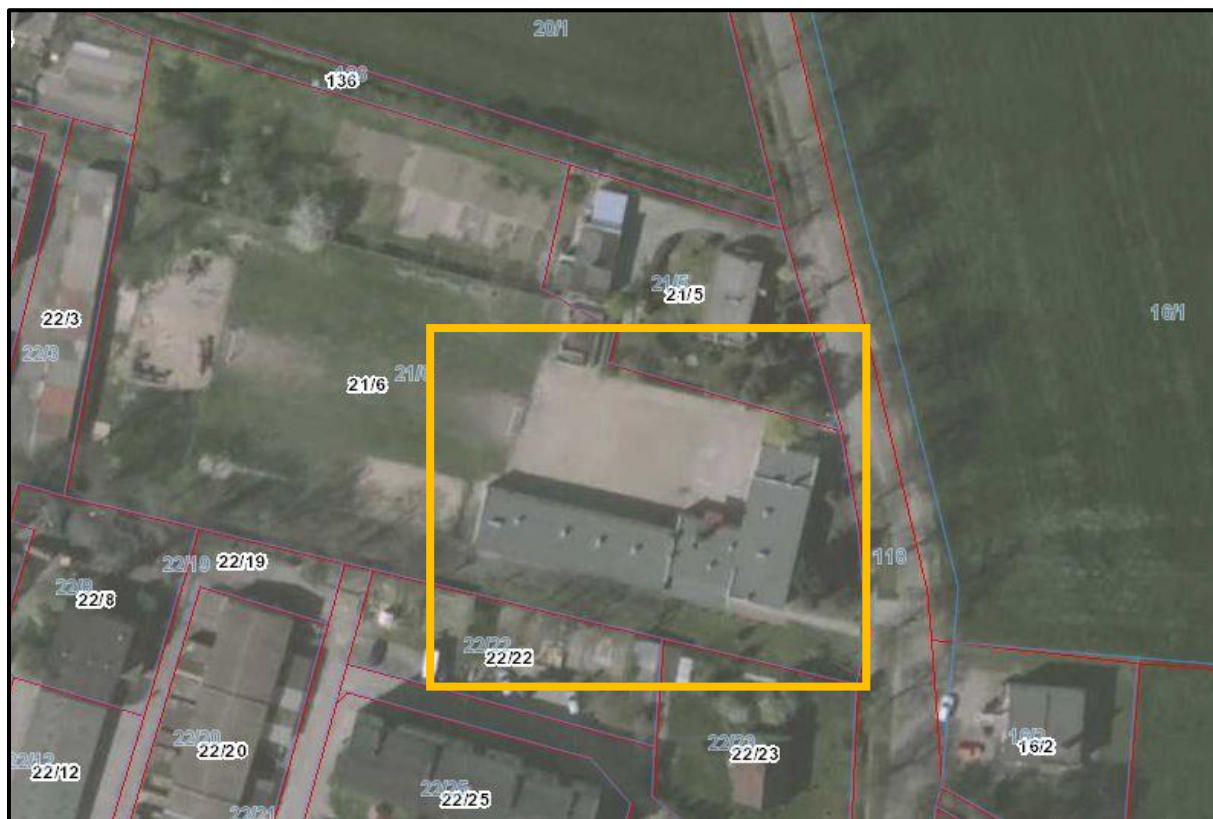
Miejscowość	Niepart
Dane klimatyczne	Krobia
Rodzaj instalacji	Podłączona do sieci instalacja fotowoltaiczna- Pełne zasilanie

- Średnia roczna temperatura: 9°C
- Średnie nasłonecznienie w gminie wynosi 1100kwh/m<sup>2</sup>,
- Strefa obciążenia śniegiem: strefa II
- Strefa obciążenia wiatrem: strefa I

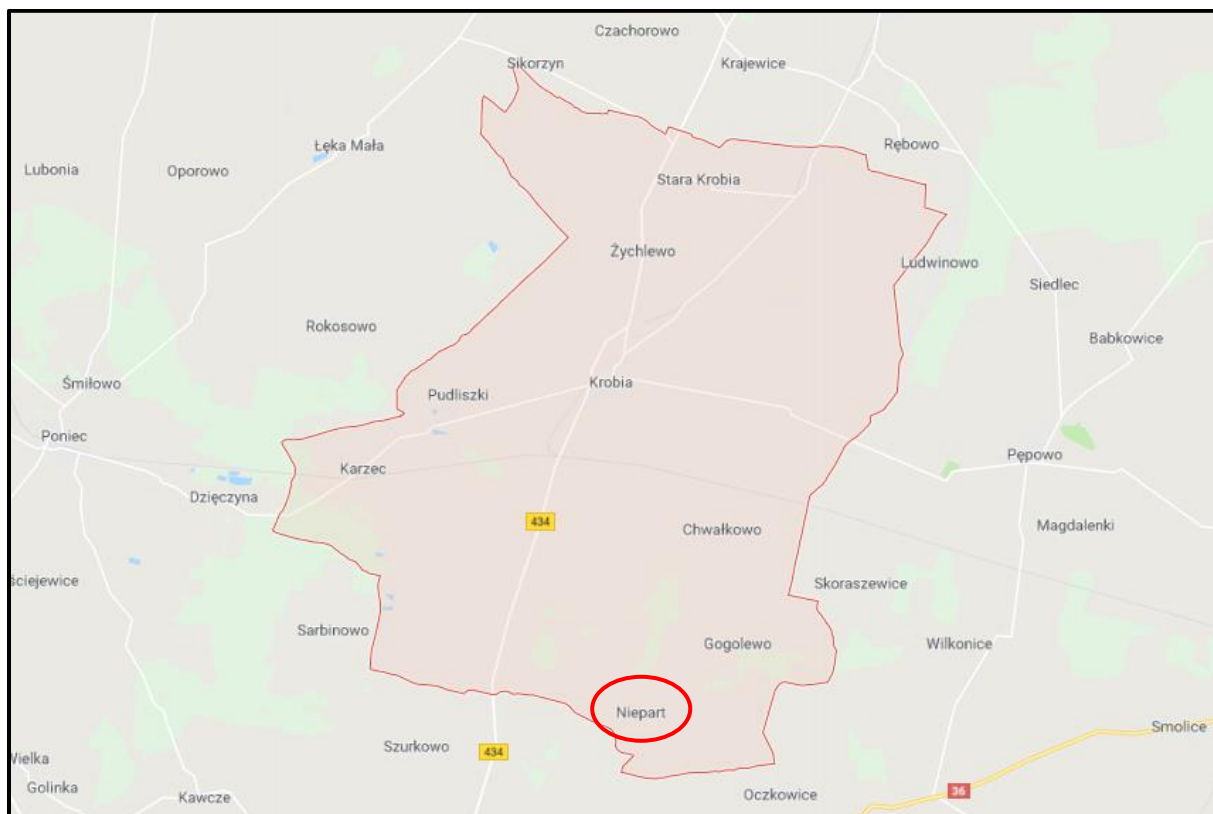


## Mikroinstalacja 7,28 kW

Rysunek 1. Lokalizacja na podstawie danych Geoportal



Rysunek 2. Lokalizacja na podstawie danych Google Maps



### **Wymagania dotyczące dokumentacji wykonawczej**

Dokumentacja wykonawcza musi być wykonana w języku polskim zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa, normami technicznymi oraz wiedzą i praktyką inżynierską. Wykonawca zaznajomi się ze stanem technicznym i prawnym nieruchomości podczas wizji lokalnej w lokalizacji instalacji.

Projekty wykonawcze powinny zawierać z niezbędnych informacji, rysunków, planów oraz innych dokumentów które umożliwią zrealizowanie zadania inwestycyjnego. Dokumentacja projektowa powinna uwzględniać w szczególności:

- Odpowiedni dobór urządzeń ( między innymi: moduł fotowoltaiczny, falownik, konstrukcja)
- Plan rozmieszczenia instalacji fotowoltaicznej na obiektach
- Schematy instalacji fotowoltaicznej strony DC oraz AC
- Karty katalogowe urządzeń, systemów montażowych oraz innych elementów wykorzystanych do realizacji zamówienia

### **Wymagania dotyczące dokumentacji powykonawczej**

Dokumentacja powykonawcza powinna zakresem i formą być zgodna z dokumentacją wykonawczą. Powinna przedstawiać roboty budowlane w taki sposób jak zostały w rzeczywistości wykonane wraz z uwzględnieniem wszelkich zmian. Wykonawca przekaze Zamawiającemu dokumentację fotograficzną z realizacji przedsięwzięcia.

### **Generator solarny**

Głównym źródłem energii w instalacji fotowoltaicznej jest moduł fotowoltaiczny składający się z połączonych ze sobą ogniw fotowoltaicznych. Służą one do konwersji w elemencie półprzewodnikowym energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną (proces fotowoltaiczny). Moduły fotowoltaiczne są pogrupowane oraz podłączone do inwerterów sieciowych, które zamieniają energię wyprodukowaną przez moduły PV napięcia stałego na energię sieci AC 50Hz. Głównym materiałem potrzebnym do wytwarzania ogniw fotowoltaicznych jest krzem.



Moduł fotowoltaiczny wykonany w technologii szkło-szkło, który zapewni najwyższą wydajność i niezawodność. Zastosowanie szkła hartowanego zarówno z przedniej i tylnej części modułu zapewni ochronę ogniw.

Zastosowane moduły muszą być nowe, wysokiej jakości, co stanowi gwarancję mocy i żywotność instalacji. Moduły charakteryzują się m.in. poniższymi cechami:

- najwyższa jakość krzemu,
- wysoka przejrzystość hartowanego szkła solarnego,
- falista konstrukcja ramy zwiększająca stabilność modułu,
- rama utworzona z aluminium anodowanego odpornego na korozję i zarysowania,
- możliwość montażu modułu w poziomie,
- narożniki drenażowe, dzięki którym efekt samooczyszczenia modułu jest jeszcze większy,
- trwały, korozjo odporny dzięki anodowanemu aluminium,
- odporny na mrozy, dzięki odprowadzaniu wody przez system drenaży,
- zwiększony dystans pomiędzy ogniwami oraz ogniwami a ramą, większa wydajność przy montażu poziomym poprzez zminimalizowanie zacienienia,
- całkowicie szczelna puszka przyłączeniowa junction box ze zgrzewanymi stykami.

## Specyfikacja techniczna modułów fotowoltaicznych – monokrystalicznych

### Dane elektryczne

Typ modułu	Szkło-szkło
Typ ogniwa	Si monokrystaliczny
Liczba ogniw	60
Moc	280Wp
Napięcie jałowe	39,1 V
Napięcie MPP	31,7 V
Prąd zwarcowy	9,40 A
Sprawność modułu	17,0%

### Dane mechaniczne

Długość	1680 mm
Szerokość	990 mm
Wysokość	40 mm
Obramowanie	Aluminium anodowane czarne
Ciężar	22,8 kg
Komórki na moduł	60
Wymiary komórki	156 mm x 156 mm
Strona frontowa	Szkło hartowane 2 mm

### Parametry techniczne

NOCT	45 °C
TK Isc	0,050 %/K
TK Uoc	-0,31 %/K

### Pozostałe informacje

Typ złącza wtykowego	H4
----------------------	----

### Dodatkowe parametry

Maks. napięcie systemowe	1000 V
Współczynnik mocy prądu wstecznego	20 A
Parametry mechaniczne według IEC 61215	Obciążeniem ssaniem wiatru do 2400Pa; Przyłożone obciążenie do 5400 Pa
Diody bypass	3
Maks. temperatura robocza	-40 °C do +85 °C

### Specyfikacja techniczna modułów fotowoltaicznych – polikrystalicznych

#### Dane elektryczne

Typ modułu	Szkło-szkło
Typ ogniwa	Si polikrystaliczne
Liczba ogniw	60
Moc	280Wp
Napięcie jałowe	38,9 V
Napięcie MPP	31,3 V
Prąd zwarciov	9,68 A
Sprawność modułu	17,0%

#### Dane mechaniczne

Długość	1680 mm
Szerokość	990 mm
Wysokość	40 mm
Obramowanie	Aluminium anodowane srebrne
Ciężar	22,8 kg
Komórki na moduł	60
Wymiary komórki	156 mm x 156 mm
Strona frontowa	Szkło hartowane 2mm

#### Parametry techniczne

NOCT	45 °C
TK I <sub>sc</sub>	0,050 %/K
TK U <sub>oc</sub>	-0,31 %/K

#### Pozostałe informacje

Typ złącza wtykowego	H4
----------------------	----

#### Dodatkowe parametry

Maks. napięcie systemowe	1000 V
Współczynnik mocy prądu wstecznego	20 A
Parametry mechaniczne według IEC 61215	Obciążeniem ssaniem wiatru do 2400Pa; Przyłożone obciążenie do 5400 Pa
Diody bypass	3
Maks. temperatura robocza	-40 °C do +85 °C

Podane powyżej parametry modułów są wartościami minimalnymi. W ramach realizacji przedmiotu zamówienia Wykonawca musi zapewnić osiągnięcie wszystkich wskaźników, Gwarancja produktowa producenta na moduł powinna wynosić min. 20 lat.

### Falownik

Falownik przekształca prąd stały generowany przez moduły solarne na prąd przemienny. Prąd przemienny zasila publiczną sieć elektryczną synchronicznie do napięcia sieciowego. Falownik został zaprojektowany do stosowania wyłącznie w instalacjach fotowoltaicznych podłączonych do sieci. Nie ma możliwości generowania prądu niezależnie od publicznej sieci elektrycznej. Dzięki swojej konstrukcji i zasadzie działania, falownik zapewnia maksymalny poziom bezpieczeństwa podczas montażu i eksploatacji. Falownik automatycznie monitoruje publiczną sieć elektryczną. Przy parametrach sieci odbiegających od normy falownik natychmiast wstrzymuje pracę i odcina zasilanie do sieci elektrycznej (np. przy odłączeniu sieci, przerwaniu obwodu itp.). Monitorowanie sieci odbywa się przez monitorowanie napięcia, monitorowanie częstotliwości i monitorowanie synchronizacji falownika.

Działanie falownika jest w pełni zautomatyzowane. Gdy tylko po wschodzie słońca moduły solarne wygenerują wystarczającą ilość energii, falownik rozpoczyna monitorowanie sieci. Gdy nasłonecznienie jest wystarczające, falownik rozpoczyna zasilanie sieci. Falownik pracuje w taki sposób, aby z modułów solarnych pobierana była maksymalna możliwa moc. Gdy dostępna ilość energii jest niewystarczająca do zasilania sieci, falownik całkowicie przerywa połączenie między układami elektronicznymi mocy a siecią i wstrzymuje pracę. Wszystkie ustawienia i zapamiętane dane pozostają zachowane. Gdy temperatura falownika jest zbyt wysoka, falownik automatycznie zmniejsza aktualną moc wyjściową w celu zabezpieczenia się przed uszkodzeniem.

W przypadku zaniku prądu w sieci publicznej, instalacja fotowoltaiczna nie będzie generowała prądu (zabezpieczenie antywyspowe). Parametry wyjściowe będą zgodne z aktualnymi parametrami sieci wewnętrznej, do której wpięte będzie wyjście instalacji. Inwerter powinien być dobrany odpowiednio dla zastosowanej technologii modułów.

## Specyfikacja techniczna falownika

### Wejście DC

Moc maksymalna DC (moduł STC)	9450 W
Maksymalny prąd wejściowy	900V
Znamionowe napięcie wejściowe	750V
Maksymalny prąd wejściowy	12 A
Zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją	TAK
Detekcja zwarc doziemnych	Czułość 1 MΩ
Maksymalna sprawność falownika	98%
Zużycie energii nocą	<2,5 W

### Wyjście AC

Moc znamionowa prądu zmiennego	7.000VA
Moc maksymalna AC	7.000VA
Zakres napięcia wyjściowego	184-264,5V
Częstotliwość AC	50/60 Hz

Maksymalny ciągły prąd wyjściowy na fazę	11,5A
--	-------

Monitoring sieci, ochrona przed tworzeniem wysp, konfigurowany współczynnik mocy	TAK
--	-----

### Pozostałe funkcje

Obsługiwane interfejsy komunikacyjne	RS485, Ethernet, ZigBee (opcja), Wi-Fi (opcja)
--------------------------------------	--

### Zgodność z normami

Bezpieczeństwo	IEC-62103 (EN50178), IEC-62109
Normy podłączenia do sieci	VDE 0126-1-1, VDE-AR-N-4105, AS-4777, G83 / G59, EN50438
Emisje	IEC61000-6-2, IEC61000-6-3, IEC61000-3-11, IEC61000-3-12, FCC część 15 klasa B
WEEE, RoHS	Tak

### Dane mechaniczne

Ciężar	33,2 kg
Zakres temperatury pracy	od -20 do +60 (wersja M40 od -40 do + 60)
Chłodzenie	Wentylator (wymiana przez użytkownika)

Gwarancja producenta na inwerter powinna wynosić min. 12 lat. Zaproponowany falownik powinien zamontowany zostać wewnątrz budynku w miejscu najbardziej optymalnym. Falownik posiadają opcję montażu zarówno wewnątrz budynków, jak i na zewnątrz – z uwzględnieniem odporności na wpływ wszelkich czynników atmosferycznych oraz bezpieczeństwa. Zaproponowano montaż falownika w pomieszczeniu gospodarczym znajdującym się w budynku szkoły.

*Rysunek 3. Proponowane miejsce montażu falownika*



### Optymalizatory mocy

Optymalizatory mocy są przetwornikami prądu stałego DC podłączonymi do modułów PV w celu zapewnienia maksymalnego pozyskania energii poprzez wykonywanie niezależnego wyszukiwania punktu maksymalnej pracy (MPPT) na poziomie modułu.

Optymalizatory mocy regulują napięcie łańcucha na stałym poziomie, bez względu na długość łańcucha oraz warunki otoczenia.



Optymalizatory mocy posiadają funkcję bezpiecznego napięcia, która automatycznie redukuje napięcie wyjściowe każdego optymalizatora mocy do 1 V DC w następujących przypadkach:

- W przypadku awarii Optymalizatory mocy są odłączone od falownika (Przełącznik wł./wył. falownika w położeniu wyłączenia)
- Każdy optymalizator napięcia również przekazuje do falownika dane o pracy modułu za pośrednictwem przewodu zasilającego DC.

### Specyfikacja techniczna optymalizatorów mocy

#### Parametry Wejściowe

Nominalna moc wejściowa	300W
Absolutne maksymalne napięcie wejściowe	48V
Zakres napięcia MPPT	8-48 V
Maksymalny prąd wejściowy	10 A
Maksymalna sprawność	99,5%

#### Parametry wyjściowe (Optymizer podłączony do działającego falownika)

Maksymalny prąd wyjściowy	15A
Maksymalne napięcie wyjściowe	60V

#### Zgodność z normami

EMC	FCC część 15 klasa B, IEC61000-6-2, IEC61000-6-3
Bezpieczeństwo	IEC62109-1 (klasa bezpieczeństwa II)
RoHS	TAK
Zabezpieczenie p.poż.	VDE-AR-E 2100-712:2013-05

#### Dane mechaniczne

Wymiary (szer.x dł. x w.)	128x152x27,5 mm
Waga	630 g
Stopień ochrony	IP68

### Monitoring pracy modułów

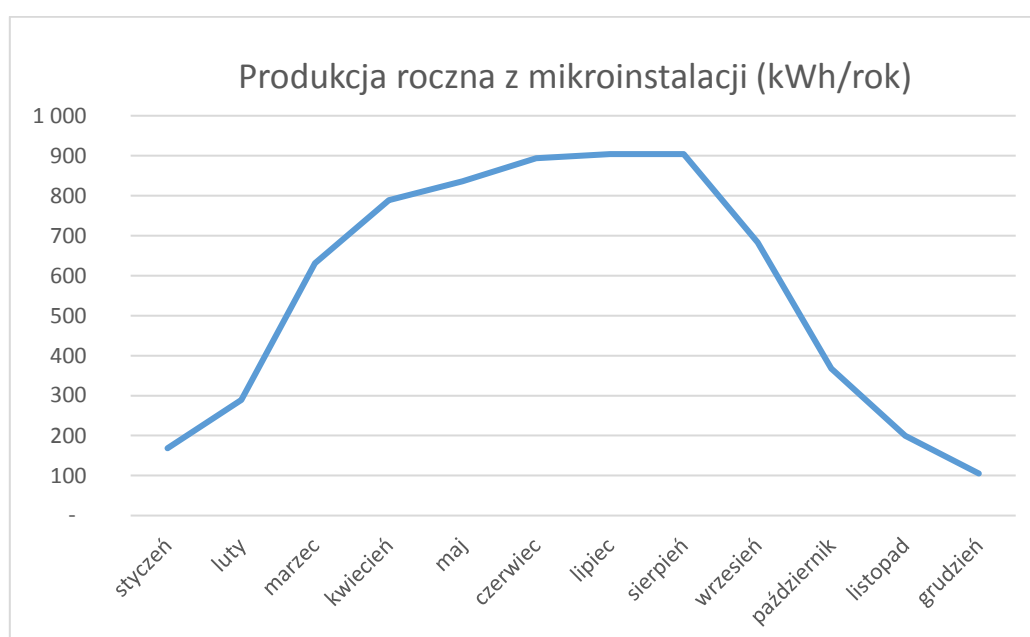
Monitoring parametrów pracy instalacji fotowoltaicznej on-line służy do podglądu parametrów pracy takich jak: aktualna moc instalacji, ilość wyprodukowanej energii elektrycznej oraz napięcie poszczególnych łańcuchów oraz modułów fotowoltaicznych.

### Licznik energii

Dwukierunkowy, trójfazowy licznik do śledzenia zużycia energii elektrycznej w obiekcie. Pomaga ustalić krzywą obciążenia i optymalizować zużycie wyprodukowanej energii na potrzeby własne. Urządzenie uniemożliwia wypływ energii elektrycznej do sieci elektroenergetycznej. Licznik energii musi współpracować z zastosowanym falownikiem.

### Symulacja uzysku

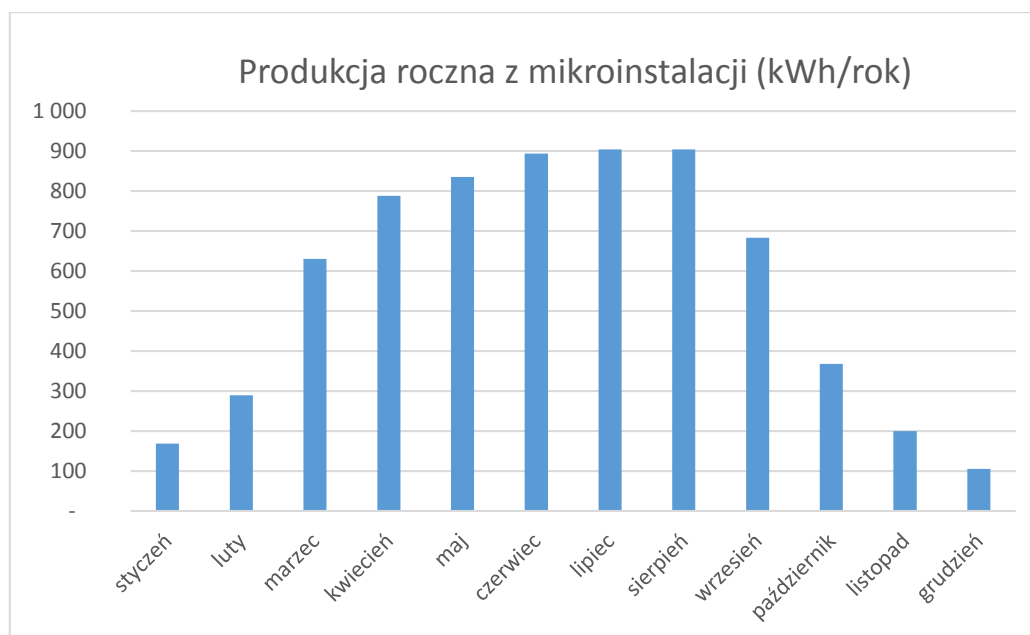
Rysunek 4. Potencjalny roczny uzysk z instalacji 7,28 kW



Generator energii fotowoltaicznej (sieć AC)	6 770,4 kWh
Prognostowany zysk roczny	930 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	87%
Emisja CO <sub>2</sub> , której udało się uniknąć	5,49 Mg/rok

## Mikroinstalacja 7,28 kW

Rysunek 5. Potencjalny roczny uzysk z instalacji 7,28 kW



Celem Inwestycji jest, zmniejszenie zapotrzebowania na energię elektryczną budynku oraz ograniczenie emisji CO<sub>2</sub> poprzez zastosowanie odnawialnych źródeł energii.

### Sieć AC

Liczba faz	3
Napięcie sieciowe	230V
Współczynnik przesuwu fazowego (cos φ)	+/- 1
Moc przyłączeniowa budynku	14 kW

Instalacja fotowoltaiczna zostanie wpięta za wyłącznikiem głównym lub za zabezpieczeniem przedlicznikowym ( zaciski w złączu pomiarowo-kontrolnym). W sytuacji braku zasilania z sieci elektroenergetycznej, instalacja fotowoltaiczna nie będzie generowała energii elektrycznej.

Zaprojektowana finalna moc instalacji fotowoltaicznej oparta została na rocznym zużyciu energii elektrycznej w danej lokalizacji. Jednakże z wymiarów połaci dachowych wynika, że istnieje teoretyczna możliwość zwiększenia mocy instalacji, nie przekraczając mocy przyłączeniowej budynku.

### Kabel DC i AC

Połączenie modułów fotowoltaicznych do inwertera realizowane będzie za pomocą kabli o odpowiednim przekroju żył dedykowanych do instalacji fotowoltaicznych. Okablowanie AC oraz DC poprowadzone będzie na możliwie najkrótszych trasach kablowych osłoniętych za pomocą rur osłonowych lub korytek kablowych. Okablowanie zewnętrzne instalacji fotowoltaicznej poprowadzone zostanie w korytkach kablowych BAKS, natomiast wewnętrzne okablowanie w rurach osłonowych. Zaproponowane rury osłonowe lub korytka przystosowane są do pracy w otwartych przestrzeniach i odporne są na promieniowanie UV. Korytka kablowe należy zamontować na specjalnych podkładkach np.: betonowa podstawa w tworzywie. Połączenia między moduły realizowane będą za pomocą fabrycznych złączek. Przewiduje się odpowiednie oznakowanie kabli oraz poprowadzenie ich w sposób maksymalnie bezpieczny.

W związku z montażem instalacji na gruncie zostaną poprowadzone połączenia z uwzględnieniem szczególnych warunków położenia konstrukcji. Wszelkie konieczne przejścia przewodów rurowych przez przegrody budowlane zostaną wykonane z zastosowaniem tulei ochronnych. Tuleje ochronne wykonane zostaną z rur PCV o średnicy wewnętrznej większej od średnicy zewnętrznej przewodu. Jako wypełnienie przestrzeni pomiędzy rurami a tulejami ochronnymi, zastosowany zostanie materiał elastyczny, który nie utrudni przesuwania się rurociągów, ale zagwarantuje szczelność przepustu. Wszelkie przejścia przez przegrody oddzielenia przeciwpożarowego należy wykonać z zachowaniem klasy odporności ogniowej i dymoszczelności danej przegrody.

Wszelkie zaproponowane rozwiązania koncepcyjne mogą ulec zmianie, podczas realizacji inwestycji, z założeniem wykonania na podzespołach nie gorszych niż zaproponowane.

Suncable  
Kabel solarny



1x6mm<sup>2</sup>  
Zestaw kabli DC  
Zestaw kabli AC



### 1) Okablowanie DC

Strona DC generatora fotowoltaicznego zostanie zabezpieczona przed skutkami wyładowań atmosferycznych oraz przed powstaniem w łańcuchach modułów prądów wstecznych. W skrzynkach rozdzielczych DC zostaną zamontowane ochronniki przeciwprzepięciowe chroniące inwerter i pozostałe urządzenia będące w sieci wewnętrznej obiektu od skutków wyładowań atmosferycznych oraz bezpieczniki rozłącznikowe uniemożliwiające uszkodzenie łańcuchów modułów wskutek przepływu prądu wstecznego. Wszystkie zainstalowane skrzynki zabezpieczeń stałoprądowych posiadają klasę ochronności przynajmniej IP65 i są odporne na działanie szkodliwych warunków atmosferycznych oraz promieniowania UV.

Zaproponowane okablowanie fotowoltaiczne (strona DC) charakteryzuje się następującymi parametrami: napięcie znamionowe: 0,6/1kV, przekrój min.  $\Phi 6\text{mm}^2$ , żyły: wg PN/EN-60228 (lub równoważnej normy), miedziane wielodrutowe klasy 5, izolacja: polwinitowa na 90°C, powłoka: polwinitowa odporna na UV, temperatura wg PN-93/E90400 (lub równoważnej normy): na powierzchni przewodu: max. 90°C po ułożeniu na stałe, praca dopuszczalna w temp. -30°C do +90°C instalacje ruchome, praca dopuszczalna w temp. -5°C do +90°C.

### 2) Okablowanie AC

Poprowadzone zostaną przewody miedziane o parametrach dobranych do mocy zainstalowanej w instalacji fotowoltaicznej. Przekrój przewodu dobrany zostanie do warunków obciążenia długotrwałego, spadku napięć oraz warunków zwarciovych danej sekcji. Rozdzielnia użytkownika wyposażona będzie w wyłączniki dobrane do warunków pracy każdego inwertera.

#### Zabezpieczenia wbudowane w falownik

Pomiar izolacji DC	Tak
Zachowanie w momencie przeciążenia	Przesunięcie punktu pracy, ogranicznik mocy
Rozłącznik DC	Tak
Ochrona przed odwrotną polaryzacją	Tak

### Dodatkowe informacje dotyczące zabezpieczeń

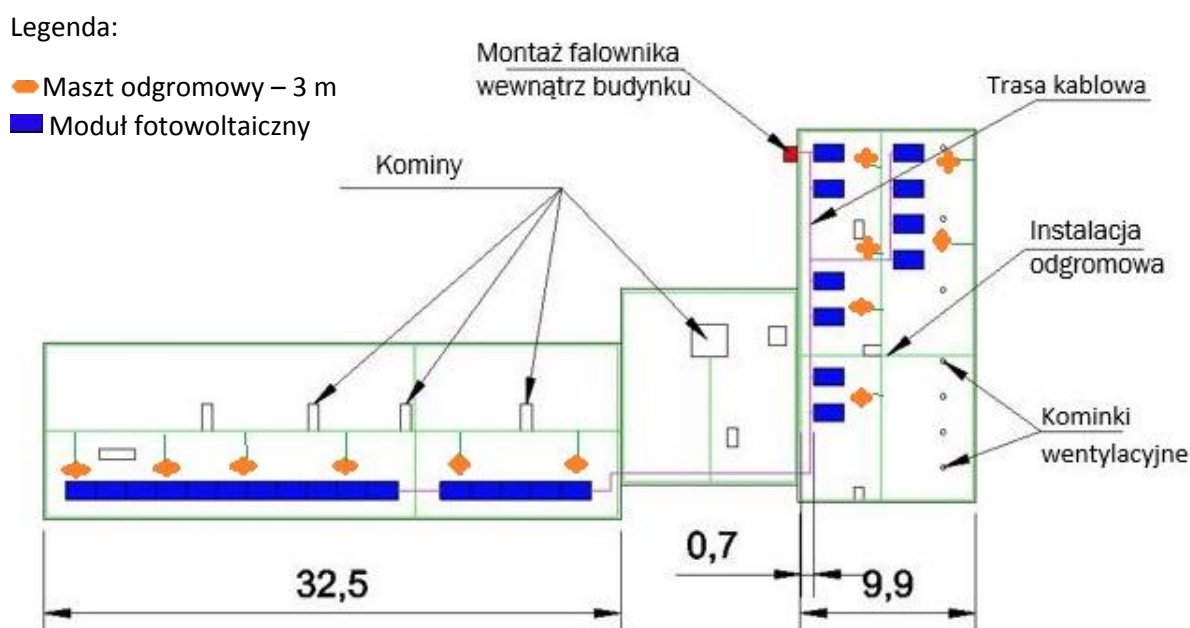
Zgodnie z obowiązującymi przepisami należy wykonać połączenia wyrównawcze. W przypadku gdy odległość między falownikiem a generatorem solarnym (modułami fotowoltaicznymi) jest większa niż 10 metrów należy wykonać dwie rozdzielnice DC. Jedna rozdzielnica powinna zostać zamontowana przy modułach, a druga przy falowniku.

### Ochrona przeciwporażeniowa i odgromowa instalacji elektrycznej

Zastosowany falownik powinien być wyposażony w ochronniki przeciwprzepięciowe. Spełnione powinny być wymogi ochrony przeciwporażeniowej poprzez zastosowanie izolacji podstawowej zgodnej z Polskimi Normami. Ponadto wykonane powinny być odpowiednie zabezpieczenia przeciwprzepięciowe oraz uziemienie niezbędnych elementów wraz z instalacją odgromową jeśli jest wymagana lub przystosować istniejącą instalację odgromową do mikroinstalacji. Instalacja fotowoltaiczna powinna zostać zamontowana w bezpiecznej odległości od instalacji odgromowej. Zaleca się zamontowanie ograniczników przepięć DC przy modułach fotowoltaicznych.

W przypadku gdy w danym budynku istnieje instalacja odgromowa należy wykonać dodatkową instalację odgromową, która zabezpieczy projektowany system.

Rysunek 6. Rozmieszczenie instalacji odgromowej wraz z masztami odgromowymi





### **Pomiary instalacji fotowoltaicznej**

Po wykonaniu montażu instalacji fotowoltaicznej zostaną przeprowadzone pomiary elektryczne oraz badania wydajności całego systemu. Zamawiający otrzyma komplet protokołów z przeprowadzonych badań i sprawdzeń.

### **System montażowy**

System montażowy to zbiór elementów pozwalających na zamontowanie modułów fotowoltaicznych. Umożliwia ustawienie modułów pod odpowiednim kątem w celu optymalizacji uzysków energetycznych z instalacji fotowoltaicznej.

Generator fotowoltaiczny zostanie zamocowany do połaci dachowej za pomocą dedykowanego systemu montażowego. Na dachach skośnych moduły powinny być zamontowane tak, aby przylegały do dachu. Odległość ta powinna być tylko taka, aby zapewnić prawidłową wentylację modułów słonecznych i zagwarantować brak możliwości uszkodzenia modułów przez wiatr. Moduły będą przymocowane do aluminiowego profilu systemowego, dedykowanego z osobna dla każdego rodzaju poszycia dachu, który przekazuje obciążenie z modułów w obrębie ich usytuowania zapewniając równomierny rozkład obciążenia całego systemu, nie powodując konieczności dodatkowego wzmocniania.

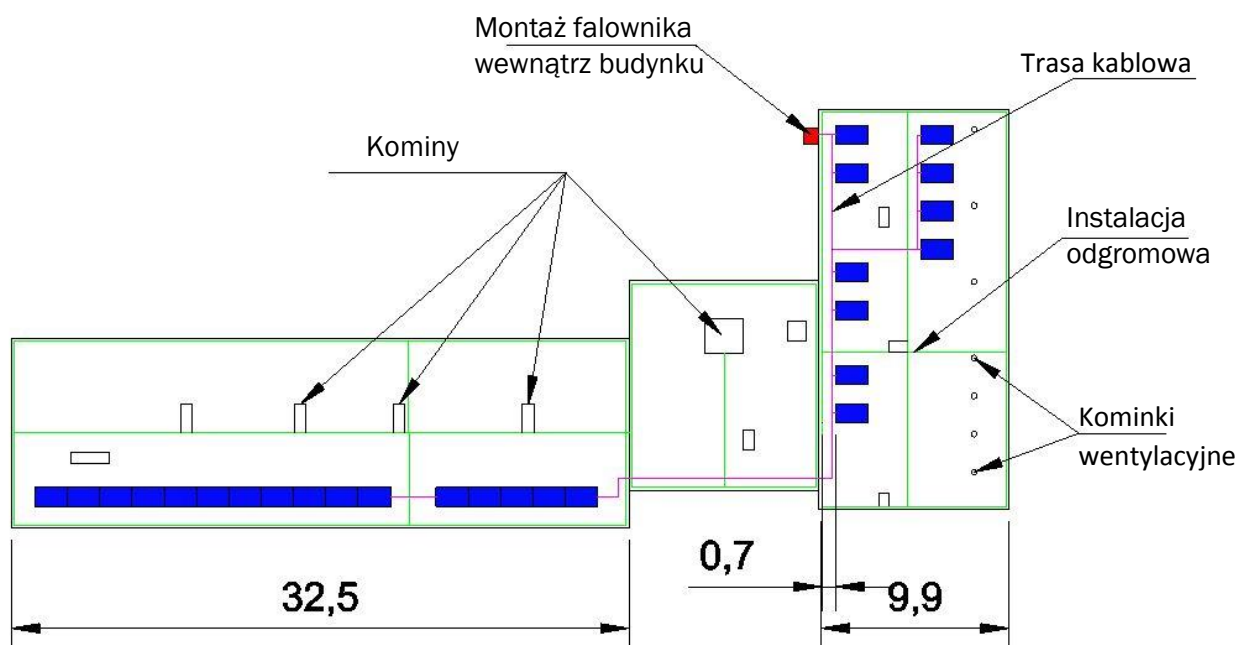
W przypadku dachu płaskiego zaleca się wykorzystanie stelaży, na których możliwe jest ustawienie modułów fotowoltaicznych pod kątem wynikającym z położenia geograficznego instalacji fotowoltaicznej i optymalnego jej nasłonecznienia w ciągu całego roku, jednakże biorąc pod uwagę infrastrukturę dachu oraz położenie dedykowanej połaci dachowej względem kierunku południowego. W zależności od potrzeb, system montażowy na dach płaski może być przymocowany na stałe do powierzchni dachu lub może być systemem samonośnym z obciążeniem balastowym, uniemożliwiający poderwanie konstrukcji przez wiatr. Stosuje się go alternatywnie na dachach płaskich w przypadku braku możliwości zakotwienia do warstwy konstrukcyjnej dachu lub poszycia dachu wrażliwego na działanie czynników mechanicznych. Balastowe rozwiązanie konstrukcyjne charakteryzuje się małym ciężarem własnym i maksymalne rozłożenie go na powierzchni dachowej pozwala na układanie elementów na pokryciach charakteryzujących się niską odpornością na

miejscowe odkształcenia, wgniecenia oraz uszkodzenia mechaniczne. Konstrukcja powinna posiadać obliczenia uwzględniające warunki nośności obejmujące obszar terytorium Polski.

Gwarancja producenta na zastosowany system montażowy powinna wynosić min. 10 lat.

### Koncepcja rozłożenia modułów

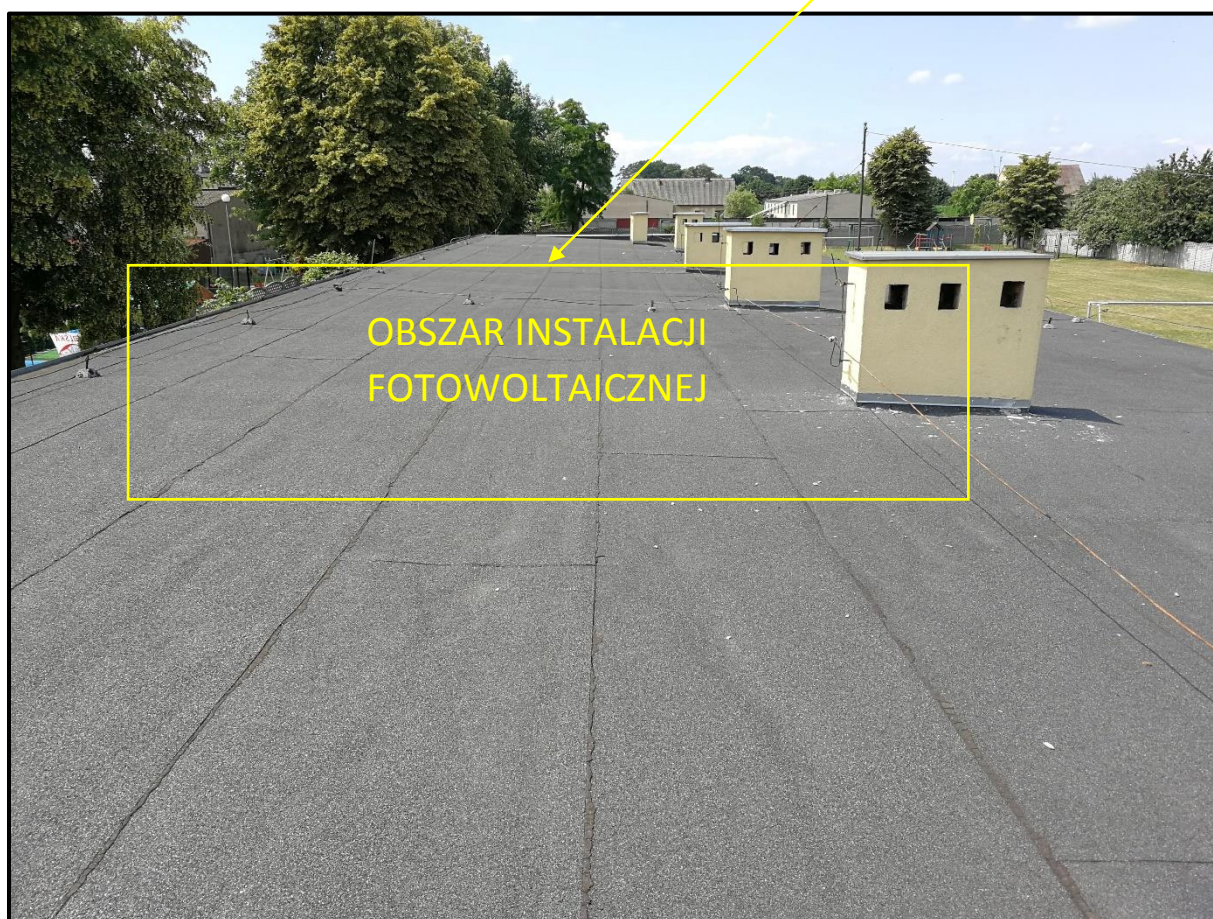
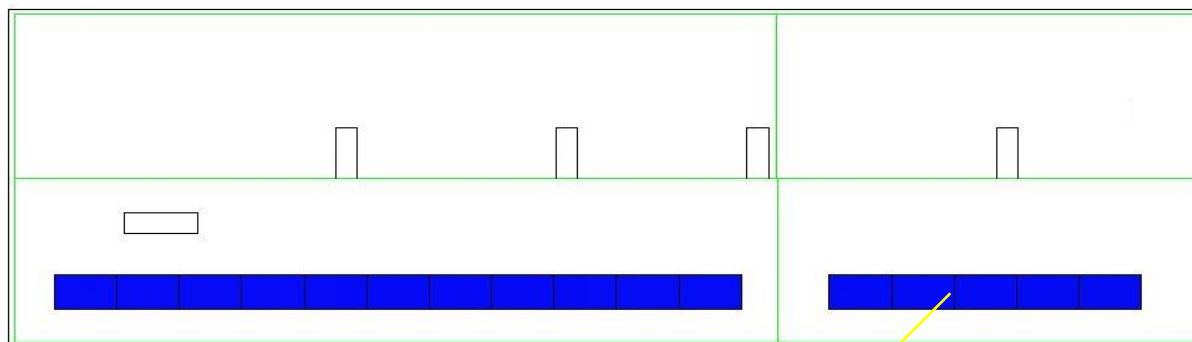
Rysunek 7. Koncepcja rozłożenia modułów na dachu wraz z trasami kablowymi



Koncepcja instalacji zakłada zamontowanie 26 modułów fotowoltaicznych na dachu. Całość instalacji zostanie wykonana na konstrukcji aluminiowej w kierunku południowym. System montażowy bezinwazyjny nie wymaga ingerencji w pokrycie dachu. Moduły zostaną zamocowane pod kątem  $15^\circ$ . Dach zagospodarowany zostanie modułami w miejscach o najmniejszym potencjalnym zacienieniu. Instalacja zostanie wykonana w odpowiedniej odległości od instalacji odgromowej oraz elementów które znajdują się na połaciach dachowych. Do instalacji zostanie wykorzystany falownik wraz z optymalizatorami mocy, które pozwalają na osiągnięcie wyższych sprawności całego systemu. Cała instalacja zostanie podłączona do licznika i pracować będzie na potrzeby własne Szkoły.

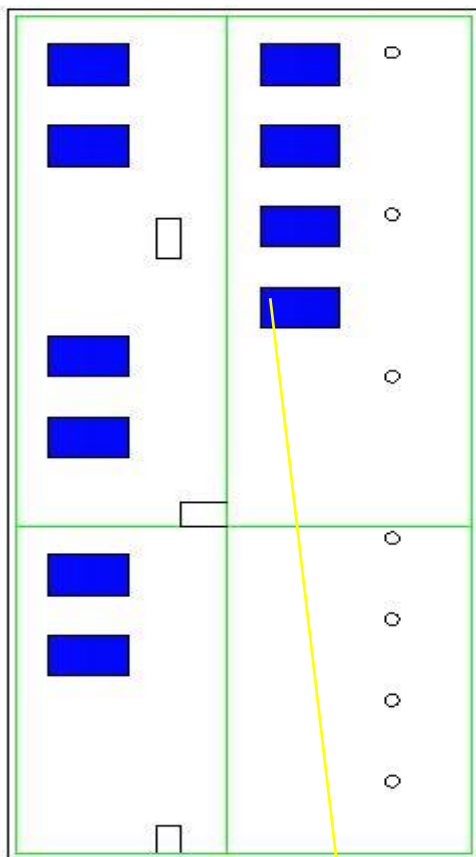
## Mikroinstalacja 7,28 kW

Rysunek 8. Połączeniowa dachowa budynku I





Rysunek 9. Połączeniowa dachowa budynku II



## Mikroinstalacja 7,28 kW

Rysunek 10. Koncepcja rozłożenia modułów na dachu widok Geoportal



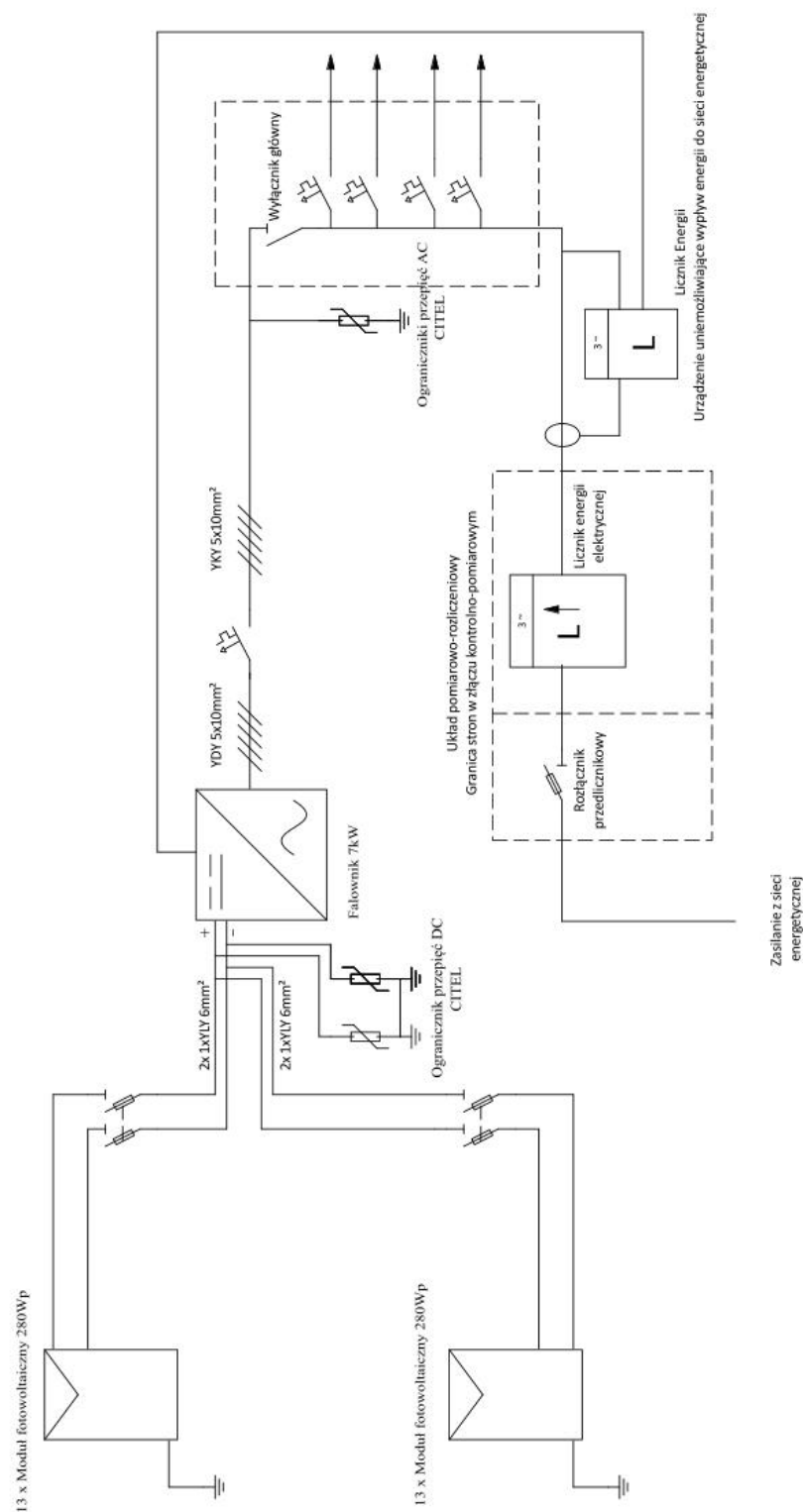
Rysunek 11. Wpływ nachylenia podłoża na uzyski z mikroinstalacji.

Nachylenie		Zachód	PołudniowyZachód			Południe	PołudniowyWschód		Wschód
płaszczyzny		270°	240°	210°	180°	150°	120°	90°	
Pion	90°	51%	62%	69%	72%	70%	63%	52%	
	80°	58%	71%	80%	82%	80%	71%	51%	
	70°	65%	78%	87%	90%	87%	79%	65%	
	60°	71%	84%	93%	96%	94%	85%	72%	
	50°	76%	89%	97%	99%	98%	89%	77%	
	40°	80%	92%	99%	100%	99%	92%	81%	
	30°	83%	93%	99%	100%	100%	93%	84%	
	20°	85%	93%	97%	99%	97%	93%	86%	
	10°	87%	90%	93%	95%	94%	91%	87%	
Poziom	0°	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	

## Schemat elektryczny mikroinstalacji

Rysunek 12. Koncepcja włączenia mikroźródła

### SCHEMAT WŁĄCZENIA MIKROŹRÓDŁA





### **Wymagania dotyczące organizacji robót budowlanych**

#### **1) Przygotowanie terenu budowy**

Przekazanie terenu budowy (prowadzonych prac) nastąpi w terminach wskazanych w umowach i dokumentacji kontraktowej przez Zamawiającego na rzecz Wykonawcy.

#### **2) Zabezpieczenie terenu budowy**

Obowiązek zabezpieczenia budowy spoczywa na Wykonawcy w trakcie całego procesu inwestycyjnego aż do zakończenia prac końcowym protokołem odbioru. W trakcie prac wymagane jest utrzymanie ruchu publicznego, a wszystkie miejsca przyległe do ciągów komunikacyjnych powinny być należycie ogrodzone, zabezpieczone i oznakowane.

#### **3) Bezpieczeństwo i higiena pracy oraz ochrona zdrowia**

Całość prac instalacyjnych należy wykonać zgodnie z warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano montażowych.

Montaż urządzeń Wykonawca musi dokonać zgodnie z dokumentacją techniczną dostarczoną przez producenta sprzętu. Urządzenia elektryczne muszą być uziemione elektrycznie. W trakcie realizacji budowy należy przestrzegać przepisów BHP i PPOŻ.

Wykonawca jest zobowiązany do przestrzegania przepisów dot. bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ochrony zdrowia w trakcie całego procesu prowadzonych prac. Podczas realizacji robót budowlanych wykonania instalacji na dachu występuje ryzyko upadku z wysokości ponad 5,0 m oraz zagrożenie mogącymi spadać z wysokości materiałami (elementami) budowlanymi i narzędziami. Prace wykonywane na wysokości - na połaci dachu, ze względu na duże zagrożenie zdrowia i życia pracowników należy prowadzić ze szczególną ostrożnością, zgodnie z obowiązującymi przepisami BHP. Przy wykonywaniu prac na wysokości ponad 1,0 m stanowiska pracy należy wyposażyć w poręcz ochronne o wysokości 1,1m, bariery pośrednie, krawężniki ochronne o wysokości 0,15 m (umieszczone w poziomie stanowiska pracy). Do pracy na tych stanowiskach należy stosować sprzęt ochrony osobistej przed upadkiem z wysokości.

Przy pracy ponad poziomem terenu lub podłogi powyżej 2 m każdy zatrudniony pracownik musi być wyposażony w szelki bezpieczeństwa z amortyzatorem oraz linką bezpieczeństwa o długości odpowiedniej dla danego stanowiska. W żadnym przypadku nie wolno zatrudniać

pracowników do prac na wysokości bez odpowiednich zabezpieczeń i stosownego przeszkolenia. Według obowiązujących przepisów wolno stosować urządzenia zabezpieczające przed upadkiem z wysokości tylko w połączeniu z szelkami bezpieczeństwa. Uchwyt mocujący szelki bezpieczeństwa musi być połączony bezpośrednio, bez dodatkowych lin lub zatrzasków. Systemy zabezpieczające przed upadkiem z wysokości należy stosować zgodnie z instrukcją producenta systemu. Instrukcja użytkowania powinna znajdować się w bezpiecznym i suchym miejscu tak, żeby użytkownik mógł mieć do niej dostęp w każdej chwili. Sprzęt ten ma dostarczyć na teren budowy Wykonawca.

Przed przystąpieniem do pracy każdy pracownik zatrudniony na budowie musi obowiązkowo odbyć szkolenie wstępne na stanowisku pracy. Fakt przeszkolenia należy odnotować w rejestrze szkoleń stanowiskowych. Rejestr powinien być przechowywany u kierownika budowy. Wykonawca powinien wyposażyć stanowiska pracy w sprzęt i środki zabezpieczające. Instruktaż pracowników, przed przystąpieniem do wykonywania prac szczególnie niebezpiecznych, powinien obejmować imienny podział pracy, kolejność wykonywania zadań, wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy przy poszczególnych czynnościach.

### **Wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót**

Odpowiedzialność za wykonywane prace montażowe, właściwą metodykę prac spoczywa na Wykonawcy. Wykonawca podlega kontroli przez pozostałe strony procesu budowlanego, w tym Inspektora Nadzoru. Wszelkie odstępstwa i zmiany od zaprojektowanych rozwiązań muszą być na bieżąco uzgadniane w formie pisemnej z Zamawiającym.

Przed przystąpieniem do realizacji zamówienia obowiązkowo należy wykonać niezbędną ekspertyzę konstrukcyjną nośności połączeń dachowej wraz z opinią uprawnionego konstruktora.

Moduły fotowoltaiczne należy instalować zgodnie z wytycznymi producenta, bez ingerencji i modyfikacji głównych elementów konstrukcyjnych budynków. Przed montażem modułów fotowoltaicznych (w każdym przypadku rodzaju zabudowy) na dachach należy wykonać oględziny miejsca montażu i sprawdzić nośność istniejących konstrukcji dachów pod kątem przeniesienia dodatkowych obciążeń modułów fotowoltaicznych, osprzętu, naporu wiatru

i śniegu. W razie wątpliwości, co do wytrzymałości konstrukcji dachów, należy wykonać wzmocnienia na podstawie indywidualnych opinii i projektów konstrukcyjnych. Montaż modułów na dachu budynku należy wykonać z zachowaniem szczelności pokryć dachowych.

Konstrukcje wsporcze powinny być umiejscowione w sposób trwały i bezpieczny do konstrukcji dachu, ewentualnie innych elementów konstrukcyjnych budynku. Należy przestrzegać wymaganych odległości od krawędzi dachu.

Wszelkie przejścia przewodów rurowych przez przegrody budowlane powinny być wykonane z zastosowaniem tulei ochronnych. Tuleje ochronne powinny być wykonane z rur PCV o średnicy wewnętrznej większej od średnicy zewnętrznej.

Przejścia przewodów w ścianach piwnic poniżej poziomu terenu powinny być wykonane z zachowaniem szczelności pod kątem infiltracji wilgoci i wód gruntowych oraz zabezpieczone przed gryzoniami. Niedopuszczalne jest umiejscowienie połączeń rurociągów na odcinku przejścia przez przegrody budowlane wewnątrz tulei ochronnych. W miejscu przejścia przewodów przez dach należy zastosować dachówkę wyprofilowaną lub dedykowany do danego rodzaju pokrycia przepust dachowy w sposób umożliwiający bezproblemowe przeprowadzenie przewodów. Przejścia przez dach należy wykonać z zachowaniem pełnej szczelności przed działaniem wiatru i opadów atmosferycznych.

Po zakończeniu prac, przed uruchomieniem instalacji wykonawca wykona wszelkie wymagane obowiązującymi przepisami prawa i normami technicznymi badania i pomiary instalacji fotowoltaicznej oraz elektrycznej.

Odbiór prac nastąpi po zgłoszeniu przez Wykonawcę zakończenia realizacji Zamówienia. Za zakończenie realizacji Zamówienia, w zakresie projektowania oraz montażu instalacji fotowoltaicznych uznaje się zgłoszenie wykonanej instalacji do OSD z uzyskaniem odbioru przez OSD oraz podpisanie protokołu odbioru końcowego robót, podpisanego przez strony Umowy. Wszelkie zamieszczone w protokole odbioru końcowego uwagi wynikające z usterek, nienależytego wykonania zadania, uszkodzeń lub wad dostarczonych urządzeń, niezgodności wykonanych instalacji z obowiązującymi przepisami prawa oraz normami technicznymi, Wykonawca zobowiązany jest uznać a wynikające z nich wytyczne zrealizować w terminie ustalonym z Zamawiającym.

### **Gwarancje**

Gwarancja obejmuje całość prac wykonanych w ramach przedmiotu zamówienia, w tym także za części realizowane przez podwykonawców.

Wymagany termin gwarancji wynosi:

- Gwarancja na moduł fotowoltaiczny – min. 20 lat od daty odbioru końcowego przedmiotu zamówienia,
- Gwarancja na inwerter – min. 12 lat od daty odbioru końcowego przedmiotu zamówienia,
- Gwarancja na system montażowy – min. 10 lat od daty odbioru końcowego przedmiotu zamówienia,
- Gwarancja na wykonane prace montażowe – 5 lat od daty odbioru końcowego przedmiotu zamówienia

Przegląd serwisowy instalacji fotowoltaicznej powinien zostać wykonany przez Wykonawcę po rocznej eksploatacji.

### **Podsumowanie**

Instalacja fotowoltaiczna nie będzie źródłem hałasu i zanieczyszczeń emitowanych do atmosfery. Użyte w instalacji elementy nie oddziałują negatywnie na ludność i zwierzęta.

Wszelkie prace związane z budową elektrowni fotowoltaicznej muszą być prowadzone przez specjalistów posiadających aktualne uprawnienia w tym zakresie, a materiały użyte do budowy przedmiotowej instalacji muszą posiadać stosowne certyfikaty oraz atesty.

Instalacja montowana jest przede wszystkim na potrzeby własne, proponowane rozmieszczenie i rozwiązania konstrukcyjne znacząco zredukują koszty instalacji, a wykres pracy instalacji odpowiada generowanym zapotrzebowaniom na energię.

W okresie eksploatacji instalacja fotowoltaiczna nie będzie wykorzystywać surowców oraz materiałów i paliw. Instalacja będzie wykorzystywać wyłącznie energię promieniowania słonecznego oraz znikomą ilość energii elektrycznej dla potrzeb własnych.

Montaż instalacji fotowoltaicznej przyczyni się do ochrony środowiska naturalnego poprzez ograniczenie emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery. Po okresie eksploatacji instalacja może zostać w 100% zdemontowana i poddawana utylizacji.