



Nazwa i adres Jednostki Projektowej:

ECOREN sp. z o.o.
ul. Trakt Św. Wojciecha 237/B ,
80-017 Gdańsk
NIP 584-277-94-98, KRS 0000760096

PROJEKT TECHNICZNY

LOKALIZACJA:	<i>Park Rekreacji Malta Kleczewska 62-540 Kleczew</i>	
	<i>Województwo: Wielkopolskie Powiat: Koniński Gmina: Kleczew obszar wiejski Obręb: 0006 Genowefa, dz. nr 95/4</i>	
INWESTOR:	<i>Gmina Kleczew pl. Kościuszki 5, 62-540 Kleczew</i>	
JEDNOSTKA PROJEKTOWA:	<i>ECOREN sp. z o.o. ul. Trakt Św. Wojciecha 237/B , 80-017 Gdańsk</i>	
ZAKRES OPRACOWANIA:	<i>Budowa mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy do 50 kWp</i>	
FUNKCJA:	<i>Imię Nazwisko:</i>	<i>Podpis:</i>
PROJEKTOWAŁ:	<i>mgr inż. Marcin Malinowski upr. nr POM/0208/POOE/10</i>	
DATA OPRACOWANIA:	<i>sierpień 2021 r.</i>	

Spis treści

OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA	3
1. Podstawa techniczna	7
1.1. Podstawa opracowania	7
1.2. Przepisy i normy	7
2. Opis zagospodarowania terenu	9
2.1. Przedmiot opracowania	9
2.2. Zakres opracowania	9
2.3. Dane obiektu	10
2.4. Informacje pozostałe	10
3. Konstrukcja montażowa modułów PV	11
3.1. Stan istniejący	11
3.2. Opis systemowej konstrukcji montażowej	12
3.3. Opinia techniczna	13
4. Instalacja elektryczna – część opisowa	14
4.1. Stan istniejący	14
4.2. Podstawowe założenia	15
4.3. Generator fotowoltaiczny	15
4.4. Inwerter	16
4.5. System monitoringu	17
4.6. Rozdzielnica fotowoltaiczna RPV-DC	17
4.6.1. Ochrona przetężeniowa DC	17
4.6.2. Ochrona przeciwprzepięciowa DC	17
4.7. Rozdzielnica fotowoltaiczna RPV-AC	17
4.7.1. Ochrona nadprądowa AC	17
4.7.2. Ochrona przepięciowa AC	17
4.8. Przyłączenie instalacji do sieci wewnętrznej budynku	18
4.9. Trasy kablowe	18
4.9.1. Trasy kablowe DC	18
4.9.2. Trasy kablowe AC	18
4.10. Ochrona przeciwporażeniowa	18
4.11. Ochrona ppoż.	19
4.12. Uziemienie systemu	19
4.13. Instalacja ochrony odgromowej	19
4.14. Pomiary elektryczne	19

4.15.	Zgłoszenie instalacji do OSD	19
5.	Instalacja elektryczna – obliczenia	20
5.1.	Strona DC.....	20
5.1.1.	<i>Dobór wkładki bezpiecznikowej gPV</i>	20
5.1.2.	<i>Dobór przewodów</i>	20
5.1.3.	<i>Dopasowanie inwertera 50 kW</i>	20
5.2.	Strona AC.....	21
5.2.1.	<i>Dobór zabezpieczeń</i>	21
5.2.2.	<i>Dobór przewodów</i>	21
6.	Obliczanie wydajności (uzysku energetycznego).....	22
6.1.	Analiza uzysku energetycznego i zacienienia	22
7.	Zestawienie materiałów.....	29
7.1.	Zestawienie materiałów konstrukcyjnych.....	29
7.2.	Zestawienie materiałów elektrycznych.....	29
7.3.	Zestawienie kabli.....	30
8.	Schematy i rysunki.....	31
8.1.	Schemat elektryczny instalacji PV – E1	31
8.2.	Plan instalacji fotowoltaicznej oraz WLZ – E2	31

OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA

Stosownie do zapisu art. 20, ust. 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (tekst jednolity Dz. U. 1994 nr 89 poz. 414 ze zm.) oświadczam, że projekt pn. „**Budowa mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy do 50 kWp**” Park Rekreacji Malta Kleczewska, 62-540 Kleczew, stanowiący niniejsze opracowanie, został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projektant: **mgr inż. Marcin Malinowski**
(branża elektryczna) nr upr.: POM/0208/POOE/10

.....

Gdańsk, dnia 30 grudnia 2010 r.

syg. akt 225/POM/OKK/10

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów /Dz.U. z 2001 r. Nr 5 poz. 42, ze zm./, art. 12 ust. 3, **art.13 ust.1 pkt 1, art. 14 ust. 1 pkt 5** ustawy z dnia 07 lipca 1994 r. Prawo budowlane /tekst jednolity Dz. U. z 2006 r. Nr 156, poz. 1118 ze zm./, **§ 6 pkt 1 i 2, § 11 ust.1 pkt 1, § 15, § 24 ust. 1 pkt 1**, rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie /Dz. U. z 2006 r. Nr 83 poz. 578, ze zm./ oraz art. 104 Kodeksu postępowania administracyjnego /t.j. Dz.U. z 2000 r. Nr 98, poz.1071 ze zm./

**Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa**
stwierdza, że:

Pan **MARCIN ADAM MALINOWSKI**
magister inżynier
urodzony dnia 11.08.1971 r. w Gdyni

uzyskał
UPRAWNIENIA BUDOWLANE
numer ewidencyjny: POM/0208/POOE/10

**do projektowania bez ograniczeń w specjalności
instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych
i elektroenergetycznych**

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Szczegółowy zakres prac projektowych objętych uprawnieniami budowlanymi został określony na drugiej stronie decyzji i stanowi jej integralną część.

Pan Marcin Adam Malinowski upoważniony jest do:

I. Na podstawie art. 12 ust.1 pkt 1, art. 13 ust. 4 ustawy Prawo budowlane, w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych, bez ograniczeń do:

- a) projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego,
- b) sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.

II. Na podstawie § 15 i 24 ust. 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie /Dz. U. z 2006 r. Nr 83 poz. 578, ze zm./ uprawnienia niniejsze uprawniają do :

- 1) sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie specjalności niniejszych uprawnień,
- 2) projektowania obiektu budowlanego związanego z obiektem budowlanym, takim jak: sieci, instalacje i urządzenia elektryczne i elektroenergetyczne, w tym kolejowe, trolejbusowe i tramwajowe sieci trakcyjne wraz z urządzeniami do zasilania i sterowania (§ 24 ust. 1).

Pouczenie

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:



PRZEWODNICZĄCY
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

[Signature]
dr inż. Leszek Niedostatkiewicz

WICEPRZEWODNICZĄCY
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

[Signature]
mgr inż. Zbigniew Drewnowski

CZŁONEK
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

[Signature]
dr inż. Marek Wesolowski

Otrzymują:

1. Pan Marcin Adam Malinowski
80-768 Gdańsk, ul. Wierzbowa 1/2 m. 5
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
4. a/a



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

POM-QQE-3Y5-S8Q *

Pan Marcin Adam Malinowski o numerze ewidencyjnym POM/IE/0068/11

adres zamieszkania ul. Wolności 49/2, 81-327 Gdynia

jest członkiem Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2021-02-01 do 2022-01-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2021-02-02 roku przez:

Franciszek Rogowicz, Przewodniczący Rady Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.



1. Podstawa techniczna

1.1. Podstawa opracowania

Projekt opracowano na podstawie:

- Uzgodnień z Inwestorem;
- Inwentaryzacji stanu istniejącego na podstawie przeprowadzonej wizji lokalnej obiektu;

1.2. Przepisy i normy

Podstawowe wymagania formalne dotyczące zakresu opracowania zawarte są w aktach:

a) Normy, przepisy i dokumenty techniczne

- PN-HD 60364-7-712:2016-05E Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.
- PN-EN 62446-1:2016-08 Systemy fotowoltaiczne (PV). Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania -- Część 1: Systemy podłączone do sieci - Dokumentacja, odbiory i nadzór.
- PN-EN 62305-1 Ochrona odgromowa. Zasady ogólne,
- PN-EN 62305-2 Ochrona odgromowa. Zarządzanie ryzykiem,
- PN-EN 62305-3 Ochrona odgromowa. Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia,
- PN-EN 1990:2004 – Podstawy projektowania konstrukcji
- PN-EN 1991-1-1:2004 – Oddziaływania na konstrukcje -- Część 1-1: Oddziaływania ogólne -- Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach
- PN-EN 1995-1-1:2010 - Projektowanie konstrukcji drewnianych -- Część 1-1: Postanowienia ogólne -- Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków
- PN-EN 1991-1-3:2005 – Oddziaływania na konstrukcje -- Część 1-3: Oddziaływania ogólne -- Obciążenie śniegiem
- PN-EN 1991-1-4:2008 – Oddziaływania na konstrukcje -- Część 1-4: Oddziaływania ogólne -- Oddziaływania wiatru
- Bezpieczeństwo przeciwpożarowe instalacji PV – wytyczne w zakresie projektowania i wykonania – Stowarzyszenie Branży Fotowoltaicznej Polska PV
- Karty katalogowe urządzeń certyfikowane przez akredytowane jednostki badawcze.

b) Akty prawne

- Ustawie z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane (Dz. U. 1994 Nr 89 poz. 414 ze zm.),
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. 2016 poz. 1570 ze zm.),
- Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowania (Dz. U. 2002 nr 75 poz. 690 ze zm.),
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 25 czerwca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. 2013 poz. 817 ze zm.),
- Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. 2003 nr 47 poz. 401 ze zm.),
- Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. 2016 poz. 1966 ze zm.),
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo Energetyczne (Dz. U. 1997 nr 54 poz. 348 ze zm.)
- Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz.U. z 1991 r. nr 81 poz. 351 ze zm.)

2. Opis zagospodarowania terenu

2.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest budowa instalacji fotowoltaicznej (PV) typu on-grid wytwarzającą energię elektryczną w postaci trójfazowego prądu przemiennego AC 230/400 V 50 Hz. Celem inwestycji jest pokrycie zapotrzebowania własnego obiektu na energię elektryczną.

Zgodnie z ustawą z dnia 7 lipca 1994r. Prawo Budowlane budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy zainstalowanej do 50 kW nie wymaga uzyskania pozwolenia na budowę bądź zgłoszenia robót budowlanych.

2.2. Zakres opracowania

Zakres opracowania obejmuje:

- Określenie stanu istniejącego lokalizacji inwestycji,
- Dobór konstrukcji nośnej pod moduły fotowoltaiczne,
- Określenie sposobu montażu i łączenia modułów PV w łańcuchy,
- Symulację zacienienia oraz przewidywanej produkcji energii elektrycznej,
- Określenie sposobu montażu falownika fotowoltaicznego,
- Dobór zabezpieczeń elektrycznych systemu,
- Wykonanie przyłącza instalacji fotowoltaicznej do istniejącej rozdzielniczy budynku,
- Wytyczenie i sposób wykonania tras kablowych DC oraz AC,
- Weryfikacja stanu istniejącej instalacji odgromowej i dostosowanie jej do potrzeb systemu fotowoltaicznego,
- Przeprowadzenie pomiarów i uruchomienie instalacji fotowoltaicznej,
- Opis systemu monitoringu instalacji fotowoltaicznej,
- Opis pozostałych, niezbędnych prac ogólnobudowlanych,
- Opis procedury zgłoszenia gotowości instalacji PV do odbioru do lokalnego Operatora Systemu Dystrybucyjnego.

2.3. Dane obiektu

Miejsce instalacji

Adres	Park Rekreacji Malta Kleczewska 62-540 Kleczew
Szerokość	52°21'42.2"N
Długość geograficzna	18°12'23.2"E
Wysokość	108 m n.p.m
Max. temperatura dobową (Kleczew)	29,3 °C
Min. temperatura dobową (Kleczew)	- 13,7 °C
Suma roczna globalnego natężenie promieniowania słonecznego w płaszczyźnie poziomej (Kleczew)	1062 kWh/m ²
Wartość natężenia promieniowania słonecznego	wg. danych Photovoltaic Geographical Information System
Albedo(współczynnik odbicia) – trawa, beton	15 %

Parametry zasilania

Operator sieci	ENERGA Operator S.A.
Rodzaj zasilania	3-fazowe
Napięcie nominalne	230/400 V

2.4. Informacje pozostałe

- Stan prawny nieruchomości położonej Obręb 0006 Genowefa, dz. nr 95/4 – własność Gmina Kleczew
- W stanie istniejącym stwierdzono budynki Parku Rekreacji wraz z infrastrukturą techniczną m. in. sieci wodociągowe, kanalizacyjne, elektroenergetyczne.
- Obiekt na którym planuje się inwestycje nie podlega nadzorowi miejscowego Urzędu Ochrony Zabytków. Nieruchomość nie jest zlokalizowana na terenie eksploatacji górniczych.
- Inwestycja nie przewiduje zwiększenia powierzchni istniejących obiektów lub ich kubatury.

3. Konstrukcja montażowa modułów PV

Użycie nazw własnych materiałów budowlanych i elektroinstalacyjnych ma za zadanie wyznaczenie standardów jakości komponentów instalacji. Wszelkie zapisy powołujące się na wyroby konkretnych producentów należy rozumieć jako materiał „taki lub równoważny”.

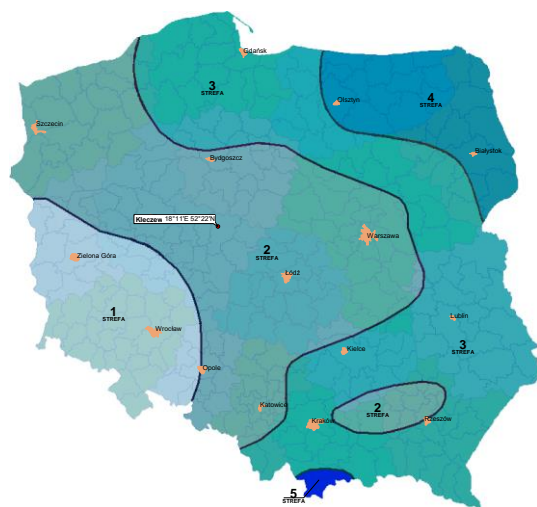
3.1. Stan istniejący

Budynki Parku Rekreacji zlokalizowane na działkach okolicznych do działki 95/4, wysokość ok. 4-6m. W odległości 300m znajdują się turbiny wiatrowe. Do zabudowy instalacji fotowoltaicznej planuje się wykorzystanie gruntu przynależnego do Parku.



Okoliczny grunt, gdzie planowany jest montaż instalacji PV

Inwestycja zlokalizowana jest na terenie II strefy obciążenia śniegiem oraz I strefy obciążenia wiatrem i wg PN -EN 1991-1-4:2008 i PN-EN 1991-1-3:2005.



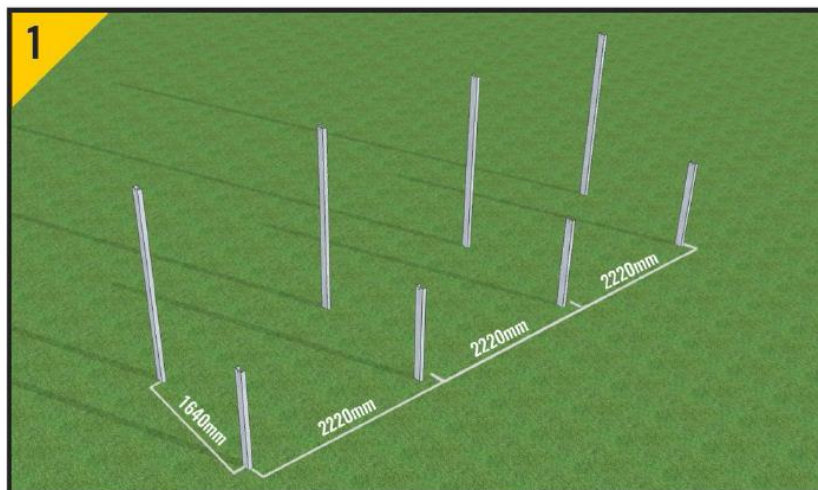
Strefy obciążenia śniegiem



Strefy obciążenia wiatrem

3.2. Opis systemowej konstrukcji montażowej

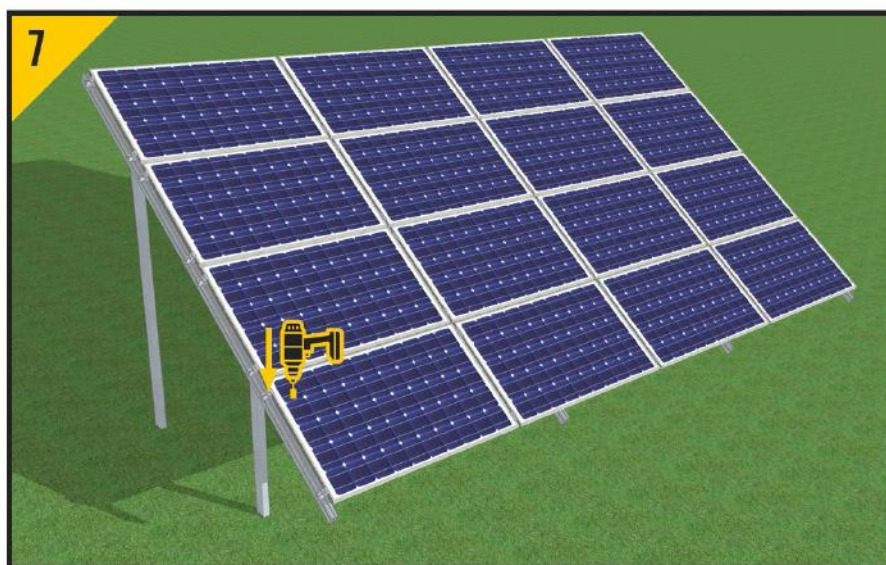
Naziemna, systemowa konstrukcja nośna generatora PV składać się będzie z dwóch podpór wbijanych w ziemię na głębokość min. 130 cm. Miejsce wbijania podpór oraz odstępy między kolejnymi podporami należy wytyczyć zgodnie z instrukcją montażową producenta systemu montażowego.



Przykładowy rozkład podpór montażowych

Po poprawnym osadzeniu podpór oraz ich wypoziomowaniu w płaszczyźnie montażu modułów, konstrukcję należy stężyć pomiędzy podporami (wedle wskazań producenta np. profilem aluminiowym wzmocnionym) oraz przykręcić płatwie aluminiowe z kanałami montażowymi służące do osadzenia klem stężających moduły fotowoltaiczne.

Moduły fotowoltaiczne montować przy użyciu klem aluminiowych przykręcanych do profili montażowych śrubą imbusową z wpustem przesuwным. Należy zapewnić po 2 punkty podparcia ramki modułu po obu dłuższych bokach. Cały dłuższy bok ramki modułu zostanie oparty na profilu montażowym.



Poglądowa ilustracja kompletnej konstrukcji montażowej z modułami PV

3.3. Opinia techniczna

Konstrukcję nośną modułów fotowoltaicznych montować zgodnie z zaleceniami producenta konstrukcji oraz producenta paneli fotowoltaicznych.

ZALECENIA:

- Należy przeprowadzać okresowe kontrole stanu technicznego konstrukcji nośnej modułów;
- Napraw i remontów elementów konstrukcyjnych należy dokonywać na bieżąco i niezwłocznie po stwierdzeniu uszkodzeń.

4. Instalacja elektryczna – część opisowa

Użycie nazw własnych materiałów budowlanych i elektroinstalacyjnych ma za zadanie wyznaczenie standardów jakości komponentów instalacji. Wszelkie zapisy powołujące się na wyroby konkretnych producentów należy rozumieć jako materiał „taki lub równoważny”.

4.1. Stan istniejący

Obiekt zasilany jest z złącza kablowego zlokalizowanego przed budynkiem do Rozdzielniczy Głównej przewodem YAKY 4x150mm² + LY 120 mm². Wyłącznik główny budynku MB340231C 400A z cewką wybijakową do przycisku ppoż. zlokalizowanego przed wejściem do budynku. Budynek wyposażony w zasilanie awaryjne – agregat prądotwórczy. Instalacja elektryczna zabezpieczona przeciwprzepięciowo ogranicznikiem przepięć OBO V-20-C (podczas wizji wskaźniki zabezpieczenia sygnalizujące zadziałanie zabezpieczenia). Przed wejściem do budynku zlokalizowany wyłącznik ppoż. Układ wewnętrzny sieci – TNS.



Wyłącznik ppoż. obiektu



Wył. Główny



Istniejące zabezpieczenie przepięciowe budynku

4.2. Podstawowe założenia

Celem inwestycji jest produkcja energii elektrycznej z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii oraz redukcja emisji CO₂. Generatorem energii elektrycznej w przedmiotowej mikroinstalacji są półprzewodnikowe krzemowe ogniwa fotowoltaiczne, które połączone szeregowo oraz równolegle tworzą moduły fotowoltaiczne. Zadaniem modułów fotowoltaicznych jest konwersja energii promieniowania słonecznego na stały prąd elektryczny (DC). Projekt zakłada zastosowanie modułów krzemowych które zostaną zamocowane na konstrukcji nośnej.

Przedmiotowa instalacja składać się będzie z 146 modułów fotowoltaicznych, każdy o mocy 340Wp. Moduły zostaną połączone szeregowo w łańcuchy a następnie przyłączone do inwerterów fotowoltaicznych. Inwertery przetwarzają napięcie stałe na przemienne AC 230/400V o częstotliwości 50Hz automatycznie synchronizując je z napięciem sieci energetycznej dystrybutora. Głównym zadaniem instalacji jest zaspokajanie potrzeb własnych obiektu na energię elektryczną przynosząc Inwestorowi oszczędności finansowe.

4.3. Generator fotowoltaiczny

Generator fotowoltaiczny składać się będzie z 146 szt. modułów zbudowanych z krzemu monokrystalicznego o mocy 340Wp każdy, co daje łączną moc układu równą 49,64 kWp. Dopuszcza się zmianę mocy jednostkowego modułu przy jednoczesnej redukcji ilości modułów pod warunkiem zachowania zakładanych osiągnięć energetycznych instalacji PV.

Parametry techniczne modułów PV

Moc	340 Wp
Technologia	Monokrystaliczna, PERC
Sprawność	Min. 20,4 %
Powierzchnia	do 2 m ²
Waga	do 23 kg
Gwarancja liniowa na moc	25 lat
Wytrzymałość na obciążenie śniegiem	5400 Pa
Wytrzymałość na obciążenie wiatrem	2400 Pa
Temperaturowy wsp. mocy	nie gorszy niż -0,34%/K
Parametry dodatkowe	Odporność na mgłę solną Odporność na amoniak

Zestaw modułów mocowany będzie na gruncie na konstrukcji nośnej zwiększającej nachylenie modułów o 30° (rys. E2). Moduły fotowoltaiczne należy podzielić na łańcuchy:

- 2 łańcuchy po 19 szt. modułów PV;
- 6 łańcuchów po 18 szt. modułów PV.

Łańcuchy przyłączyć do inwerterów fotowoltaicznych zgodnie z schematem elektrycznym generatora PV (rys. E1).

4.4. Inwerter

System przetwarzania prądu stałego na przemienny oparty jest na inwerterze (falowniku) fotowoltaicznym beztransformatorowym, 3-fazowym z wbudowaną blokadą pracy wyspowej. Najważniejsze parametry techniczne inwerterów:

Podstawowe parametry techniczne inwertera

Moc znamionowa AC	50 kW
Napięcie wejściowe	1000 V
Liczba MPPT/liczba wejść	3/12
AC napięcie przemiennie wyjściowe	230/400 V
Ilość faz	Trójfazowe
Częstotliwość	50 Hz
Rozłącznik obwodów DC	Tak
Zabezpieczenie przed pracą wyspową	Tak
Minimalne napięcie wejściowe	200 V
Stopień ochrony	IP65
Klasa ochronności	I
Sprawność europejska	98,45%

Inwertery montować na konstrukcji nośnej modułów PV za pomocą uchwytów dołączonych przez producenta. Miejsce montażu inwertera powinno umożliwiać dobrą wentylację urządzenia, zachować odstępy separacyjne zgodnie z zaleceniami producenta urządzenia. Zabrania się zastawiania urządzenia przez elementy utrudniające jego prawidłową wentylację. Zabrania się składowania w bezpośrednim sąsiedztwie inwerterów elementów lub materiałów łatwopalnych.

4.5. System monitoringu

Instalację należy wyposażyć w system automatycznie monitorujący pracę falownika, informujący o osiąganym uzysku energetycznym oraz o poprawności pracy instalacji. Należy przewidzieć instalację urządzeń kompatybilnych z falownikiem lub wykorzystać wbudowane złącze komunikacyjne WiFi / Ethernet falownika w celu nawiązania łączności z siecią Internet. Monitoring zapewniać powinien przesyłanie w czasie rzeczywistym danych takich jak, uzysk energetyczny, parametry elektryczne pracującej instalacji po stronie stała i zmiennoprądowej oraz informować o awariach i nieprawidłowościach w pracy instalacji. Zgromadzone dane powinny być archiwizowane i dostępne do późniejszej analizy. Oprogramowanie powinno zapewniać możliwość graficznej prezentacji danych wytwórczych oraz generowania raportów okresowych. Dostęp do sieci Internet zapewniony przez Administratora budynku.

4.6. Rozdzielnicza fotowoltaiczna RPV-DC

Zabezpieczenia generatora fotowoltaicznego należy zainstalować w modułowej rozdzielniczy elektrycznej typu RH 3x12. Rozdzielnicę należy zlokalizować w pobliżu inwertera fotowoltaicznego.

4.6.1. Ochrona przetężeniowa DC

Każdy łańcuch fotowoltaiczny należy zabezpieczyć przed zwarcim stosując podstawy rozłączalne dedykowane dla fotowoltaiki min. 1000V DC z wkładką topikową gPV CH10x38 15A. Stosować podstawy rozłączalne dwu polowe 2P zabezpieczające wkładką topikową biegun dodatni oraz ujemny.

4.6.2. Ochrona przeciwprzepięciowa DC

Instalacja PV ze względu na zajmowaną powierzchnię oraz usytuowanie na otwartej przestrzeni zagrożona jest bezpośrednim uderzeniem pioruna. W związku z powyższym wymagane jest zastosowanie odpowiedniej ochrony przeciwprzepięciowej. Szczegółowe zasady doboru ochrony przeciwprzepięciowej przedstawiono w normie PN-EN 62305-2 oraz PN-HD 60364-7-712.

W celu zabezpieczenia generatora PV przed wpływem wyładowań atmosferycznych przewiduje się instalację ograniczników przepięć typu 2 gwarantujących poziom napięcia ochronnego $\leq 4\text{kV}$ oraz ochronę przed prądem wyładowczym 5kA/biegun.

4.7. Rozdzielnicza fotowoltaiczna RPV-AC

Zabezpieczenia generatora fotowoltaicznego należy zainstalować w złączu kablowym ZK1. Rozdzielnicę należy zlokalizować w pobliżu inwertera fotowoltaicznego.

4.7.1. Ochrona nadprądowa AC

W celu zapewnienia ochrony przetężeniowej instalacji, obwód zasilający inwerter należy zabezpieczyć rozłącznikiem bezpiecznikowym typu RBK00 z wkładkami bezpiecznikowymi 80A gG.

4.7.2. Ochrona przepięciowa AC

Instalacja PV ze względu na zajmowaną powierzchnię oraz usytuowanie na otwartej przestrzeni zagrożona jest bezpośrednim uderzeniem pioruna. Ponadto elementy składowe

instalacji fotowoltaicznej zagrożone są przepięciami indukowanymi oraz przepięciami z sieci elektroenergetycznej.

Ochronę przepięciową zapewnić poprzez ogranicznik przepięć typu 2 o stopniu ochrony min. 1,5 kV, prąd wyładowczy min. $I_n=12,5$ kA, maksymalny prąd wyładowczy min. $I_{max} = 30$ kA.

4.8. Przyłączenie instalacji do sieci wewnętrznej budynku

Generator fotowoltaiczny przyłączyć do Rozdzielnicy Głównej budynku. Obwód zabezpieczyć rozłącznikiem bezpiecznikowym typu RBK00 z wkładkami bezpiecznikowymi 80A gG. Zabezpieczenie zainstalować na wolnych polach RG. Rozdzielnia Główna wyposażona w zabezpieczenie przepięciowe typu 2, brak konieczności montażu dodatkowej aparatury. Na etapie wykonawstwa zweryfikować sprawność istniejącego zabezpieczenia.

4.9. Trasy kablowe

4.9.1. Trasy kablowe DC

Połączenia między modułami fotowoltaicznymi z falownikiem wykonać należy przy użyciu kabli fotowoltaicznych z podwójną izolacją, klasa ochrony II, odpornych na działanie warunków atmosferycznych, zmiennych temperatur oraz promieniowania UV. Materiał żyły – miedź ocynowana, napięcie pracy 1000VDC. Praca w temperaturze $-40^{\circ}\text{C} - 120^{\circ}\text{C}$. Przekrój przewodu dobrano odpowiednio do obciążenia – przekrój przewodu równy 6mm^2 . Połączenia kabli wykonać ze złączek MC4 odpornych na zmienne warunki atmosferyczne i temperatury.

Trasy kablowe prowadzić wzdłuż rzędów modułów, mocując kable do konstrukcji wsporczej instalacji lub ramek modułów przy pomocy opasek zaciskowych. Mocowanie tras kablowych wykonywać co ok 50cm.

Aby uniknąć występowania indukowanego pola elektrycznego powstającego na skutek przepływu prądu stałego w obwodzie, po stronie modułów fotowoltaicznych należy prowadzić wzdłuż blisko siebie przewody o biegunie dodatnim i ujemnym.

4.9.2. Trasy kablowe AC

Energia elektryczna produkowana poprzez generator fotowoltaiczny przesyłana będzie z inwertera, przez Złącze Kablowe do Rozdzielnicy Głównej budynku. Trasę kablową AC prowadzić w gruncie na głębokości 80 cm oraz 10cm nad prowadzonymi przewodami oznaczyć niebieską folią ostrzegawczą. Wewnątrz budynku trasę prowadzić w listwach elektroinstalacyjnych wewnętrznych.

4.10. Ochrona przeciwporażeniowa

Ochrona przeciwporażeniowa przed dotykiem bezpośrednim zapewniona poprzez izolację przewodów oraz obudowy i skrzynki rozdzielcze.

Ochrona przeciwporażeniowa przed dotykiem pośrednim zapewniona poprzez połączenia wyrównawcze rozdzielni fotowoltaicznych i komponentów instalacji PV oraz samoczynne wyłączenia zasilania.

Inwerter fotowoltaiczny wyposażony w zabezpieczenie różnicowoprądowe RCMU.

4.11. Ochrona ppoż.

Istniejący budynek wykonano w technologii tradycyjnej mieszanej murowano-żelbetowej. Konstrukcja dachu betonowa, wysokość obiektu ok. 4-6m. Okoliczna zabudowa do ok. 12m. Wentylacja budynku – grawitacyjna. Budynek stanowi jedną strefę pożarową.

Inwertery montowane na konstrukcji nośnej modułów PV – brak przewodów DC wewnątrz budynku. Brak zasilenia inwertera PV napięciem sieciowym skutkuje zatrzymaniem pracy generatora PV. Ochrona ppoż. obiektu zapewniona przez zabezpieczenia instalacji elektrycznej.

Przygotowanie obiektu i terenu do prowadzenia działań ratowniczo - gaśniczych

Instalacja fotowoltaiczna nie wpływa na zmianę warunków ochrony przeciwpożarowej budynku w odniesieniu do zaopatrzenia w wodę do zewnętrznego gaszenia pożaru jak i w odniesieniu do drogi pożarowej.

4.12. Uziemienie systemu

Uziemienie systemu PV ma za zadanie chronić ludzi przed porażeniem oraz instalację przed następstwami wystąpienia przepięcia lub wyładowania atmosferycznego. Uziemienie modułów fotowoltaicznych wykonać poprzez 4 punkty mocujące – klemy aluminiowe – zapewniające odpowiedni kontakt pomiędzy ramką modułu a konstrukcją nośną. Dla każdego pola modułów wykonywać min. 2 połączenia wyrównawcze odległość między połączeniami max. 10m.

W Złączu Kablowym należy zainstalować szynę wyrównawczą SW-PV. Do szyny wyrównawczej przewodem ochronnym uziemić ograniczniki przepięć DC, AC oraz inwerter. Szynę wyrównawczą SW-PV uziemić odpowiednią ilością uziomów szpilkowych aż do osiągnięcia rezystancji $R \leq 10\Omega$. Połączenia uziemiające wykonane przewodem o przekroju min. 6mm^2 .

4.13. Instalacja ochrony odgromowej

Instalacja PV budowana na gruncie. Budowa instalacji PV nie stwarza konieczności montażu instalacji ochrony odgromowej.

4.14. Pomiary elektryczne

Prace elektroinstalacyjne należy zakańczać stosownymi pomiarami takimi jak: pomiar rezystancji izolacji przewodów, pomiar rezystancji uziemień, pomiar samoczynnego wyłączenia zasilania.

4.15. Zgłoszenie instalacji do OSD

Po zakończeniu prac instalacyjnych, wykonaniu pomiarów elektrycznych oraz pozytywnym teście rozruchowym instalacji należy przeprowadzić procedurę zgłoszenia instalacji fotowoltaicznej do Operatora Systemu Dystrybucyjnego. W tym celu Wykonawca w imieniu Inwestora przygotowuje i złoży aktualne formularze zgłoszeniowe do Operatora Systemu Dystrybucyjnego.

5. Instalacja elektryczna – obliczenia

5.1. Strona DC

5.1.1. Dobór wkładki bezpiecznikowej gPV

$$1,35 \cdot I_{MOD\ MAX\ OCPR} < (N - 1) \cdot I_{SC}$$

$$1,1 \cdot I_{SC} \leq I_n \leq I_{MOD\ MAX\ OCPR}$$

Dla równoległego montażu ≤ 2 łańcuchów fotowoltaicznych ochrona przeciwzwarceniowa nie jest wymagana. W celach konserwacyjno-eksploatacyjnych dobrano rozłącznik bezpiecznikowy 2-polowy z wkładkami gPV CH10x35 15A.

5.1.2. Dobór przewodów

Wymaganą średnicę przewodu obliczono za pomocą równania:

$$\% = \frac{P \cdot l}{U^2 \cdot A \cdot \gamma} = \frac{19 \cdot 340 \cdot 100}{(19 \cdot 35)^2 \cdot 6 \cdot 58} \cdot 100\% = 0,42\%$$

gdzie:

- A - przekrój przewodu [mm²]
- P - moc obwodu [W]
- l - długość obwodu [m]
- U - napięcie obwodu [V]
- γ - przewodność właściwa, dla miedzi 58m/Ω·mm²
- % - dopuszczalna strata na przewodach

Dobrano przewód solarny o przekroju 6 mm².

Przewód solarny miedziany, ocynowany w podwójnej izolacji o napięciu nominalnym 1,0/1,5 kV, zakresie pracy w temperaturach -40 do 120°C.

5.1.3. Dopasowanie inwertera 50 kW

Inwerter: 50kW	
Limity napięcia	Mppt 1 – Minimalne napięcie w temperaturze modułów 70°C (546 V) > Minimalne napięcie MPPT (200 V)
Limity napięcia	Mppt 2 – Maksymalne napięcie w temperaturze modułu 15° C (721 V) < Maksymalne napięcie MPPT (850 V)
Limity napięcia	Mppt 2 – Napięcie jałowe w temperaturze modułu -10° C (914 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
Limity prądu	Mppt 1 – Prąd zwarciový (31,1 A) < Maksymalny prąd falownika (36 A)
Limity prądu	Współczynnik wielkości mocy (80 %) < (99,6 %) < (120 %)

5.2. Strona AC

5.2.1. Dobór zabezpieczeń

Obliczenia doboru bezpieczników dla inwertera 50 kW

$$I_B = \frac{P_0}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot U_n} = \frac{50\,000}{\sqrt{3} \cdot 0,94 \cdot 400} = 76,8 \text{ A}$$

Wybrano rozłącznik bezpiecznikowy typu RBK00, wkładki bezpiecznikowe WT-NH00 80A charakterystyka gG.

5.2.2. Dobór przewodów

Obliczanie doboru kabla zasilającego inwertery ze względu na prąd obciążenia:

$$I_B = 76,8 \text{ A}$$

Ze względu na powyższe warunki dobrano przekrój przewodu $A=120\text{mm}^2$ ($I_z = 230 \text{ A}$).

Obliczanie dopuszczalnego spadku napięcia przy prądzie znamionowym:

$$\% = 100 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{I_B \cdot l \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot A \cdot U_n}$$
$$100 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{76,8 \cdot 135 \cdot 0,94}{37 \cdot 120 \cdot 400} = 0,95\%$$

gdzie:

- I_B - prąd obciążenia [A]
- l - długość przewodu [m]
- U_n - napięcie międzyfazowe [V]
- $\%$ - dopuszczalna strata na przewodach [%]
- γ - konduktywność [$\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$]

Dla zasilenia inwertera dobrano przewód YAKY 4x120mm² 0,6/1 kV.

Projektant:

mgr inż. Marcin Malinowski
nr upr.: POM/0208/POOE/10

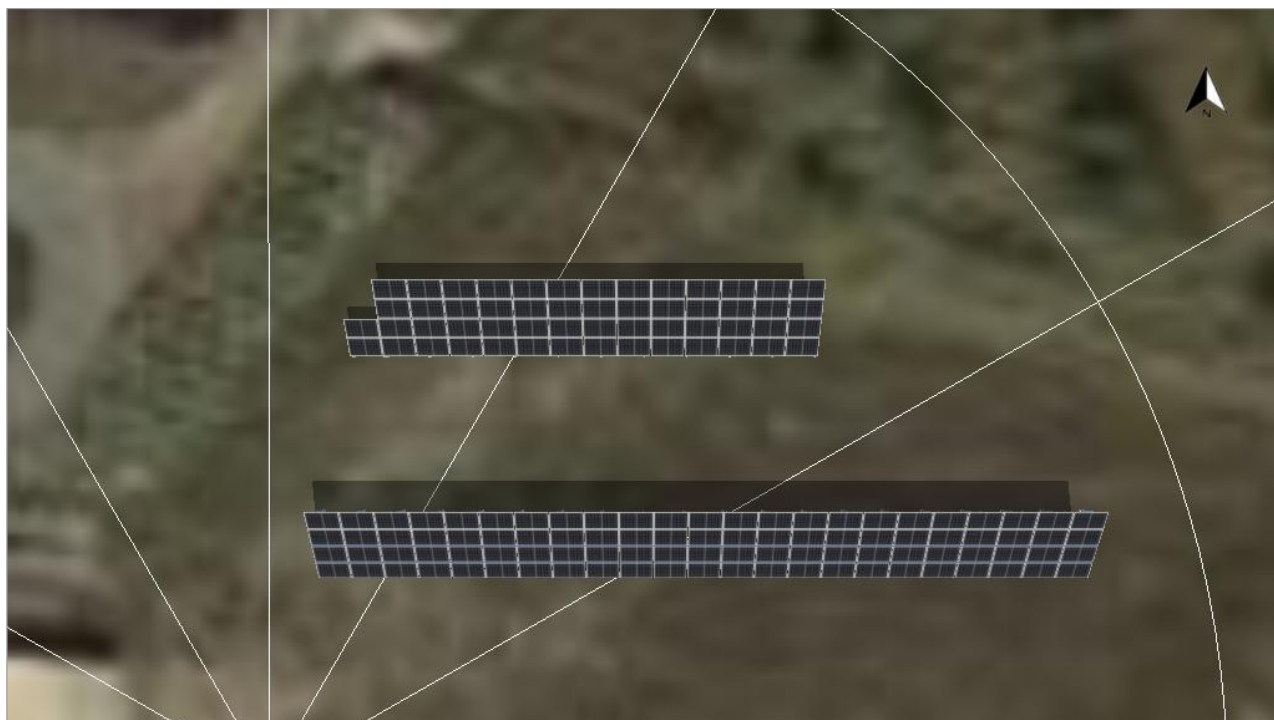
.....

6. Obliczanie wydajności (uzysku energetycznego)

6.1. Analiza uzysku energetycznego i zacienienia

W systemie fotowoltaicznym zazwyczaj należy unikać zacienienia, ponieważ powoduje to zmniejszenie dostępnej energii słonecznej, a w tym samym produkowanej energii elektrycznej. Dopuszczalne zacienienie modułów nie powinno przekraczać 3-4% na rok. W szczególnych przypadkach jest to dozwolone, zwykle w systemach z zastosowaniem mikroinwerterów lub optymalizatorów mocy. Użytkownik systemu zobowiązany jest do kontrolowania otoczenia mogącego zacieniać moduły PV (np. pielęgnacja okolicznego drzewostanu, montaż dodatkowych urządzeń np. anten w sposób nie wpływający na pracę modułów PV). W trakcie wizji stwierdzono występujący drzewostan od strony południowej budynku, istotnie zacieniający moduły fotowoltaiczne.

Przegląd projektu

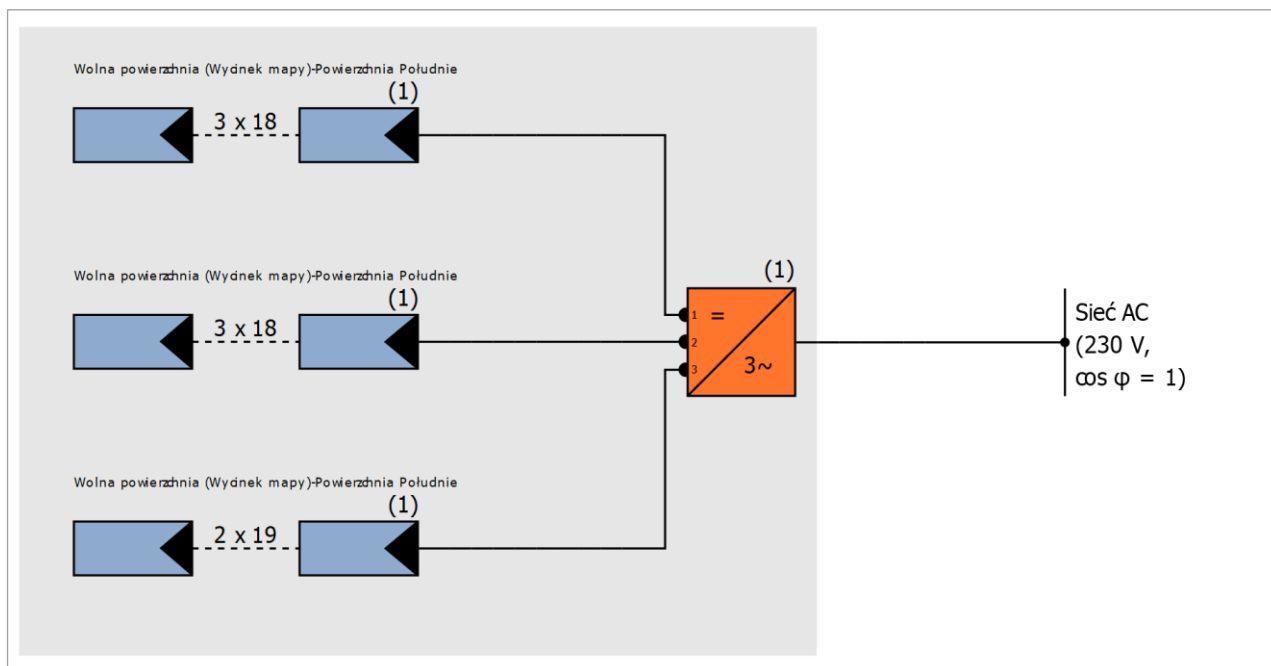


Ilustracja: Obraz przegląd, Projektowanie 3D

Instalacja PV

3D, Podłączona do sieci instalacja fotowoltaiczna (PV)

Dane klimatyczne	KOLO, POL (1991 - 2010)
Moc generatora PV	49,64 kWp
Powierzchnia generatora PV	248,7 m ²
Liczba modułów PV	146
Liczba falowników	1



Ilustracja: Schemat instalacji

Struktura instalacji

Przegląd

Dane instalacji

Rodzaj instalacji	3D, Podłączona do sieci instalacja fotowoltaiczna (PV)
-------------------	--

Dane klimatyczne

Lokalizacja	KOLO, POL (1991 - 2010)
-------------	-------------------------

Rozdzielczość danych	1 h
----------------------	-----

Zastosowane modele symulacji:

- Promieniowanie rozproszone na powierzchni poziomej	Hofmann
--	---------

- Następcznienie powierzchni nachylonej	Hay & Davies
---	--------------

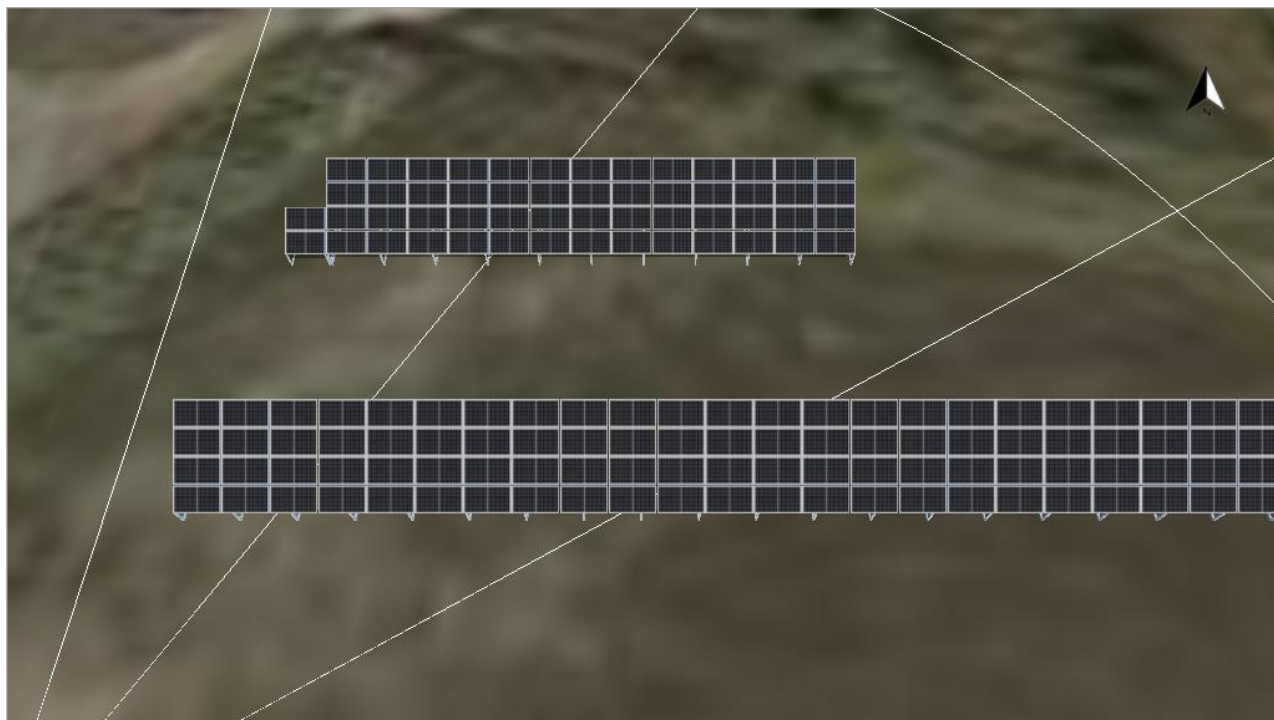
Wyniki zostały ustalone w oparciu o matematyczny model obliczeniowy firmy Valentin Software GmbH (algorytm PV*SOL). Uzyskany rzeczywisty wynik instalacji solarnej może być inny ze względu na wahania pogodowe, współczynniki sprawności modułów oraz falownika jak również inne czynniki.

Powierzchnie modułów

1. Powierzchnię modułu - Wolna powierzchnia (Wycinek mapy)-Powierzchnia Południe

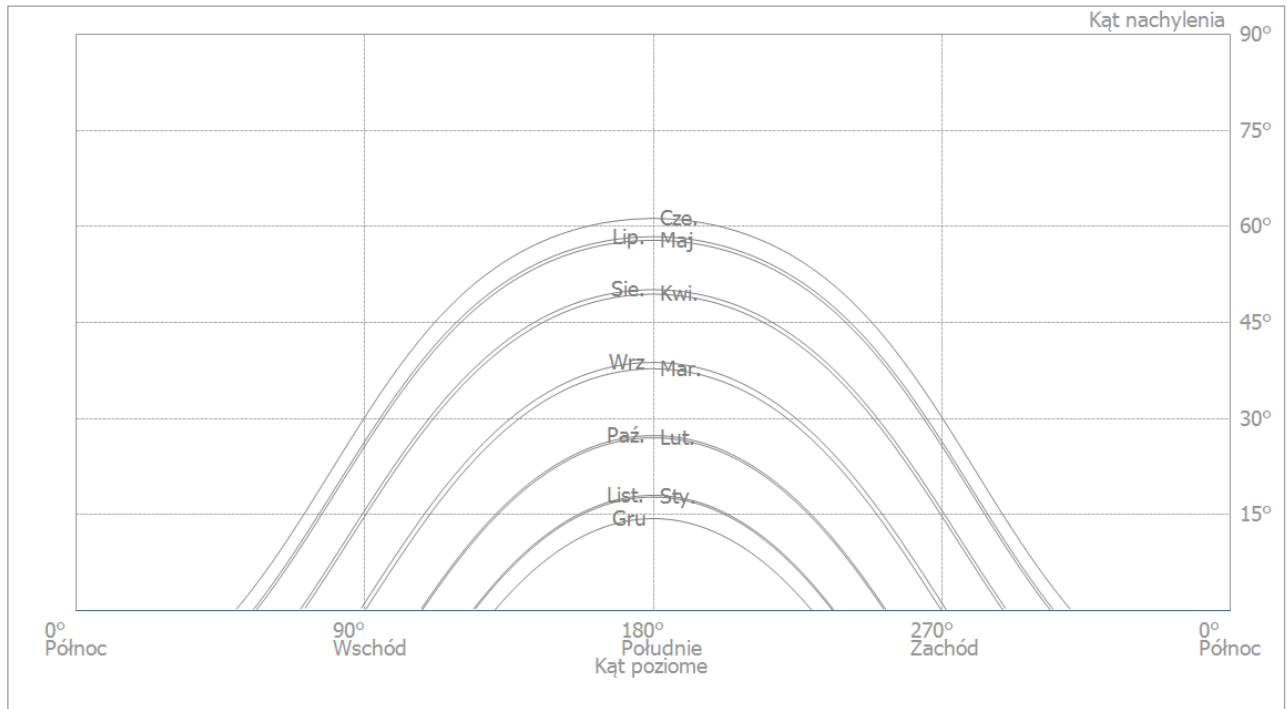
Generator PV, 1. Powierzchnię modułu - Wolna powierzchnia (Wycinek mapy)-Powierzchnia Południe

Nazwa	Wolna powierzchnia (Wycinek mapy)-Powierzchnia Południe
Moduły PV	146 x 340Wp
Nachylenie	30 °
Orientacja	Południe 180 °
Rodzaj montażu	Wolnostojący na gruncie
Powierzchnia generatora PV	248,7 m ²



Ilustracja: 1. Powierzchnię modułu - Wolna powierzchnia (Wycinek mapy)-Powierzchnia Południe

Linia poziome, Projektowanie 3D



Ilustracja: Horyzont (Projektowanie 3D)

Konfigurację falownika

Konfiguracja 1

Powierzchnię modułu	Wolna powierzchnia (Wycinek mapy)-Powierzchnia Południe
Falownik 1	
Model	50 kW
Liczba	1
Współczynnik wymiarowania	99,3 %
Konfiguracja	MPP 1: 3 x 18 MPP 2: 3 x 18 MPP 3: 2 x 19

Sieć AC

Sieć AC

Liczba faz	3
Napięcie sieciowe (jednofazowe)	230 V
Współczynnik mocy (cos phi)	+/- 1

Wyniki symulacji

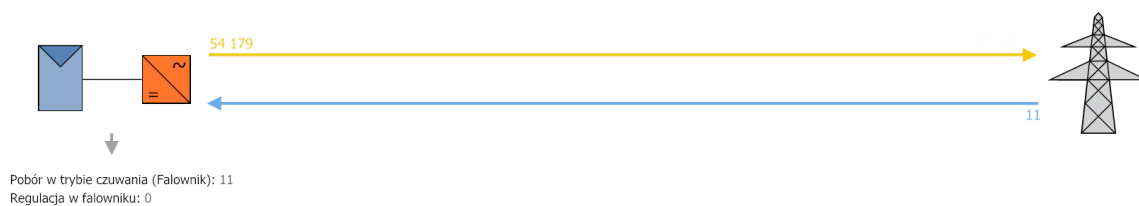
Wyniki Cała instalacja

Instalacja PV

Moc generatora PV	49,6 kWp
Spec. uzysk roczny	1 091,21 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	90,4 %
Zmniejszenie uzysku na skutek zacienienia	0,7 %/Rok
Energia oddana do sieci	54 179 kWh/Rok
Energia oddana do sieci w pierwszym roku (łącznie z degradacją modułu)	54 179 kWh/Rok
Pobór w trybie czuwania (Falownik)	11 kWh/Rok

Schemat przepływu energii

Projekt: Mikroinstalacja fotowoltaiczna



Wszystkie wartości w kWh
Z uwagi na zaokrąglenie sum mogą wystąpić małe odchylenia
created with PV*SOL

Ilustracja: Schemat przepływu energii

Bilans energetyczny instalacji PV

Bilans energetyczny instalacji PV

Promieniowanie globalne, poziomo	1 061,63 kWh/m²	
Odchylenie od standardowego widma	-10,62 kWh/m ²	-1,00 %
Odbicie od gruntu (albedo)	14,08 kWh/m ²	1,34 %
Orientacja i nachylenie modułów fotowoltaicznych	142,79 kWh/m ²	13,41 %
Zacienienie niezależne od modułu	0,00 kWh/m ²	0,00 %
Odbicia na powierzchni modułu	-1,13 kWh/m ²	-0,09 %
Globalne nasłonecznienie na moduł	1 206,75 kWh/m²	
	1 206,75 kWh/m ²	
	x 248,696 m ²	
	= 300 113,72 kWh	
Globalne nasłonecznienie PV	300 113,72 kWh	
Zanieczyszczenie	0,00 kWh	0,00 %
Konwersja STC (współczynnik sprawności znamionowej modułu 19,96 %)	-240 219,94 kWh	-80,04 %
Znamionowa energia PV	59 893,78 kWh	
Zacienienie częściowe specyficzne dla modułu	-318,92 kWh	-0,53 %
Zachowanie w warunkach słabego oświetlenia	-585,72 kWh	-0,98 %
Odchylenie od znamionowej temperatury modułu	-380,25 kWh	-0,64 %
Diody	-16,72 kWh	-0,03 %
Niedopasowanie (dane producenta)	-1 171,84 kWh	-2,00 %
Niedopasowanie (konfiguracja/zacienienie)	-64,54 kWh	-0,11 %
Energia PV (DC) bez regulacji falownika	57 355,79 kWh	
Spadek mocy poniżej mocy początkowej DC	-3,25 kWh	-0,01 %
Regulacja zakresu napięcia MPP	-0,88 kWh	0,00 %
Regulacja maks. prądu DC	0,00 kWh	0,00 %
Regulacja maks. mocy prądu DC	0,00 kWh	0,00 %
Regulacja maks. mocy prądu AC/cos phi	-0,35 kWh	0,00 %
Adaptacja MPP	-122,13 kWh	-0,21 %
Energia PV (DC)	57 229,17 kWh	
Energia na wejściu falownika	57 229,17 kWh	
Odchylenie napięcia wejściowego od znamionowego	-29,89 kWh	-0,05 %
Konwersja z prądu DC na AC	-1 345,01 kWh	-2,35 %
Pobór w trybie czuwania (Falownik)	-11,22 kWh	-0,02 %
Straty całkowite w kablu	-1 675,63 kWh	-3,00 %
Energia PV (AC) odjąć zużycie podczas czuwania	54 167,42 kWh	
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	54 178,64 kWh	

7. Zestawienie materiałów

7.1. Zestawienie materiałów konstrukcyjnych

Lp.	Nazwa	Materiał	Ilość [kpl.]
1.	Systemowa konstrukcja montażowa do modułów fotowoltaicznych do montażu na gruncie – kompletna konstrukcja na 146 moduły	Stal / aluminium	1

7.2. Zestawienie materiałów elektrycznych

Lp.	Nazwa	Model	Ilość [szt]
1.	Moduł fotowoltaiczny	340 Wp	146
2.	Inwerter	50 kW	1
3.	Podstawy bezpiecznikowe rozłączalne 1000V DC PV	STI/32/2P 10x38 1000VDC	8
4.	Wkładka bezpiecznikowa CH10x38 15A 1000VDC gPV	ST10PV 10x38 15A 1000VDC gPV	16
5.	Ogranicznik przepięć DC typ 2	T2 PV 1000V	8
6.	Rozłącznik bezpiecznikowy typu RBK00	RBK00 In_max 160A	2
7.	Wkładki bezpiecznikowe WT-NH00	80A gG	6
8.	Ogranicznik przepięć AC typ 2	T2 275/12,5	1
9.	Rozdzielnia elektryczna modułowa	ECH-36	2
10.	Złącze kablowe z fundamentem	ZK1	1
11.	Złącze	MC4	28
12.	Listwa wyrównawcza	-	1
13.	Wyłącznik nadprądowy	S301 B6	1
14.	Gniazdo elektryczne serwisowe na szynę 1 fazowe	-	1

7.3. Zestawienie kabli

Lp.	Typ kabla	Opis	Przekrój	Napięcie Uo/U	Długość
1.	Kabel fotowoltaiczny	Kabel Solarny	1x6mm ²	1,0/1,5 kV	1000 m
2.	Kabel YAKY	Kabel, polwinit	4x120mm ²	0,6/1 kV	135 m
3.	Przewód LgYżo	Przewód, polwinit	1x6mm ²	450/750V	50 m
4.	Rura do zastosowania ziemnego	DVK 75	Ø75	-	15 m
5.	Rura giętka karbowana	Odporna na UV	-	-	20 m
6.	Listwa instalacyjna	Wewnętrzna	-	-	30 m

8. Schematy i rysunki

8.1. Schemat elektryczny instalacji PV – E1

8.2. Plan instalacji fotowoltaicznej oraz WLZ – E2