

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

I. OPIS TECHNICZNY

1. UWAGI OGÓLNE

- 1.1. Przedmiot opracowania
- 1.2. Inwestor
- 1.3. Dane wyjściowe do projektu
- 1.4. Zakres opracowania

2. ROZWIĄZANIA TECHNICZNE

- 2.1. System fotowoltaiczny
- 2.2. Schemat połączeń instalacji fotowoltaicznej
- 2.3. Złącza od strony DC
- 2.4. Ochrona przeciwporażeniowa instalacji fotowoltaicznej
- 2.5. Inwerter
- 2.6. Ochrona przeciwprzepięciowa instalacji fotowoltaicznej
- 2.7. Układ pomiarowo-rozliczeniowy
- 2.8. Instalacja odgromowa

3. OBLICZENIA

4. MONTAŻ ELEMENTÓW INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

5. POMIARY

6. UWAGI KOŃCOWE

7. RYSUNKI

1. Plan sytuacyjny
2. Schemat instalacji fotowoltaicznej

8. ODPISY, WYRYSY i ODPISY

- odpis uprawnień projektanta
- odpis przynależności do Izby projektanta
- odpis uprawnień sprawdzającego
- odpis przynależności do Izby sprawdzającego

I. OPIS TECHNICZNY

1. UWAGI OGÓLNE

1.1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Celem inwestycji jest wykonanie instalacji fotowoltaicznej o mocy znamionowej 8,4 kWp. Instalacja ta służyć będzie wytwarzaniu oraz przesyle energii elektrycznej. W skład systemu wchodzić będzie: instalacja elektryczna AC i DC, 1 falowniki oraz zespół 24 paneli fotowoltaicznych zlokalizowanych na terenie pompowni w Lubenii działka nr 2574.

Szacunkowa roczna produkcja energii 8 869,75 kWh oraz roczna wydajność 1 055,92 kWh/kWp. System zainstalowany będzie na powierzchni 40,32 m². Przyłączenie do sieci zostanie przeprowadzone według schematu Trójfazowy / Niskie napięcie o napięciu zasilania 400,00 V.

1.2. INWESTOR

Urząd Gminy w Lubenii

1.3. DANE WYJŚCIOWE DO PROJEKTU

Jako dane wyjściowe do niniejszego opracowania posłużyły:

- Plan sytuacyjno -wysokościowy
- wytyczne branżowe
- wytyczne INWESTORA
- obowiązujące normy i przepisy:

b) Obowiązujące przepisy.

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Dz. U. Nr 75/2002,
- Ustawa o dozorze technicznym, Dz. U. Nr 122/1321/2000,
- Prawo budowlane,
- Ustawa w sprawie oceny zgodności, wzoru deklaracji zgodności oraz sposobu znakowania wyrobów budowlanych dopuszczonych do obrotu i powszechnego stosowania w budownictwie, Dz. U. Nr 113/728/1998

c) Obowiązujące normy.

- PN-IEC 60364-6-61:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Sprawdzenie. Sprawdzenie odbiorcze,

- PN-IEC 60364-4-41:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przeciwporażeniowa,
- PN-IEC 60364-4-46:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Odłączanie izolacyjne i łączenie,
- PN-IEC 60364-4-47:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Zastosowanie środków ochrony zapewniających bezpieczeństwo. Postanowienia ogólne. Środki ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym,
- PN-IEC 60364-4-443:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi,
- PN-IEC 60364-5-51:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Postanowienia ogólne,
- PN-IEC 60364-5-54:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia i przewody ochronne,
- PN-IEC 60364-5-523:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Obciążalności prądowe długotrwałe przewodów,
- PN-IEC 60364-5-537:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza. Urządzenia do odłączania izolacyjnego i łączenia,
- PN-IEC 60364-7-707:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Wymagania dotyczące uziemień instalacji urządzeń przetwarzania danych,
- PN-IEC 60364-5-56:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Instalacje bezpieczeństwa,
- PN-IEC 60364-4-42:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed skutkami oddziaływania cieplnego,
- PN-IEC 60364-4-43:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed prądem przetężeniowym,
- PN-HD 60364-7-712:2007; Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji - Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania,

- PN-EN 61173:2002; Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej – Przewodnik,
- PN – B – 02025:2001; Obliczanie sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych.

1.4. ZAKRES OPRACOWANIA

Opracowanie projektowe obejmuje niniejszy zakres:

1. instalacja fotowoltaiczna w skład której wchodzi:
 - generator fotowoltaiczny złożony z 24 paneli fotowoltaicznych
 - 1 falownik fotowoltaiczny
 - instalacja elektryczna AC
 - instalacja elektryczna DC
2. instalacja przepięciowej dla w/w instalacji fotowoltaicznej,
3. instalacja odgromowej dla w/w instalacji fotowoltaicznej.

2. ROZWIĄZANIA TECHNICZNE

2.1. System fotowoltaiczny

Instalacja będzie pokrywała zapotrzebowanie na energię elektryczną pompowni, a nadwyżki energii zostaną odprowadzone do elektroenergetycznej sieci dystrybucyjnej.

Efektywne zagospodarowanie promieniowania słonecznego na ziemi na cele użyteczne zależy silnie od jego charakterystyki na konkretnej szerokości geograficznej. Chodzi tu głównie o nasłonecznienie i uśłonecznienie. Wiarygodność tych danych wynika przede wszystkim od sposobu i warunków rejestracji tego promieniowania. W niniejszym opracowaniu określono warunki nasłonecznienia Polski wykorzystując bazę danych opartą na ponad 30-letniej rejestracji promieniowania słonecznego nad Polską przez system NASA-SSE.

Cechy systemu	
Ilość falowników	1
Szacowana roczna produkcja energii	8 869,75 kWh
Wydajność	1 055,92 kWh/kWp
Podłączenie do sieci	Trójfazowy / Niskienapięcie
Napięcie zasilania	400,00 V

Elementy instalacji

Parametry elektryczne generatora fotowoltaicznego	
Całkowita ilość modułów fotowoltaicznych	24
Powierzchnia modułów	40,32 m ² (±5%)
Ilość obwodów	2
Moc znamionowa	8,4 kWp
Nachylenie	30 °
Azymut	182,109931208695 °

Falownik	
Producent	Przykładowy Inverter
Model	8kW
Moc znamionowa	minimum 8,00 kW
Moc maksymalna wejściowa DC	minimum 9,60 kW
Maksymalna sprawność	98,30%
Europejska sprawność	98,00%

Projektowany system fotowoltaiczny stanowi zespół prądotwórczy klasyfikowany jako źródło energii wykorzystujące energię odnawialną (słoneczną). Podstawowym celem wytwarzania energii elektrycznej przez system są potrzeby własne zakładu.

Dla pozyskania energii elektrycznej z energii słonecznej przewidziano instalację systemu fotowoltaicznego o mocy 8,4kWp. Przyjmuje się podłączenie systemu fotowoltaicznego do sieci rozproszonej. Systemy podłączane do sieci są wyposażone w inwerter PV, który jest podłączany w taki sposób, aby dostarczać energię do instalacji elektrycznej poprzez rozdzielnicę pompowni R-pomp. W razie braku energii wytwarzanej z paneli fotowoltaicznych, następuje doprowadzenie energii do odbiorników z sieci energetycznej.

Modułowy charakter systemów PV pozwala na budowanie układów fotowoltaicznych dużej mocy, które najczęściej są podłączane do sieci energetycznej niskiego i średniego napięcia. Dodatkową zaletą systemów PV dołączanych do sieci energetycznej jest ich rozproszenie, które poprawia ogólne parametry (wyrównuje spadki napięcia, poprawia współczynnik mocy $\cos \phi$) tych sieci, szczególnie niskiego napięcia.

Parametry elektryczne szeregu	
Liczba modułów fotowoltaicznych w szeregu	12
Moc znamionowa	4,2 kW
Napięcie jałowe (Voc)	488,4 V
Prąd zwarciovowy (Isc)	10,74 A
Prąd przy maksymalnej mocy (Impp)	10,22 A

Dane konstrukcyjne modułów:

Dane konstrukcyjne modułów	
Producent	.Przykładowy panel
Model	350
Technologia	Si-Mono
Moc znamionowa	350,00 Wp $\pm 5\%$
Tolerancja	3,00%
Napięcie jałowe (Voc)	40,70 V
Napięcie przy maksymalnej mocy (Vmpp)	34,24 V
Prąd zwarciovowy (Isc)	10,74 A
Prąd przy maksymalnej mocy (Impp)	10,22 A
Płaskość	1,68 m ² ($\pm 5\%$)
Sprawność	18%

2.2. Schemat połączeń instalacji fotowoltaicznej

Inwertery należy włączyć do wewnętrznej instalacji elektrycznej poprzez wyprowadzenie z rozdzielni pompowni R-pomp. – jak pokazano na schemacie zasilania i planie sytuacyjnym. Parametry przewodu łączącego inwerter z instalacją przyjąć wg normy PN-IEC 60364.

Panele fotowoltaiczne łączyć z przetwornicami za pomocą specjalnych przewodów solarnych o przekroju min 4mm². Zastosowane okablowanie fotowoltaiczne powinno charakteryzować się następującymi parametrami:

- Maksymalne napięcie systemu PV po stronie DC 1kV
- Termiczne warunki pracy -40OC+ 80OC
- Powłoka odporna na UV, ozon, amoniak

Kable solarne łączyć z panelami fotowoltaicznymi za pomocą specjalnych złączek solarnych typu MC4.

Parametry techniczne złącz dla okablowania DC systemu fotowoltaicznego:

- Maksymalny prąd systemu PV 30 A
- Maksymalne napięcie systemu PV 1000 V
- Termiczne warunki pracy pomiędzy -40oC+80oC
- Stopień ochrony - IP65

Nowoprojektowana elektrownia fotowoltaiczna zostanie przyłączona do rozdzielni R-pomp. Jako zabezpieczenie obwodu instalacji projektuje się wyłącznik nadprądowo prądowy o charakterystyce B i czasie zadziałania poniżej 0,2s. W rozdzielni R-pomp. Zabudować ochronnik przeciwprzepięciowy typ I+II. Szczegóły techniczne sposobu przyłączenia przedstawione zostały na schemacie elektrycznym i planie sytuacyjnym.

Zgodnie z obowiązującym prawem na przyłączenie mikroinstalacji nie wymagane są warunki techniczne wydawane przez zakład energetyczny, gdyż moc mikroinstalacji jest mniejsza od mocy zamówionej oraz nie przekracza 40 kWp.

W rozdzielni AC zabudować należy:

- licznik 3-fazowy mocy czynnej i biernej bezpośredni
- wyłącznik różnicowo-prądowy P304/40/100mA typ A,
- rozłącznik 100A,
- ochronniki przepięciowy typu II dla projektowanego obwodu instalacji fotowoltaicznej

W rozdzielni R-pomp. zabudować wyłącznik nadmiarowo prądowy obwodu fotowoltaiki o charakterystyce B i prądzie znamionowym 25A oraz ochronnik przeciwprzepięciowy typu I + II.

Kable pomiędzy modułami PV a falownikiem oraz między falownikiem a rozdzielnicą obiektu należy układać kabel typu YKY 5x6mm² w rurze ochronnej na całej długości.

W instalacji należy zastosować inwerter fotowoltaiczny o mocy znamionowej AC 10kW i maksymalnej mocy wejściowej około 10kVA zamocowany na elemencie montażowym dołączonym w zestawie.

- Wykonać podłączenie przewodu ochronnego do zacisku uziemiającego falownika płaskownikiem ocynkowanym FeZn 25x4mm do głównej szyny uziemiającej.
- Pod rozdzielnicą AC w pomieszczeniu rozdzielni zainstalować tablicę DC-PV/1. Zainstalować w niej należy na szynie montażowej ograniczniki przepięć typu II.
- Połączenie paneli fotowoltaicznych z tablicą DC-PV wykonać przewodami solarnymi 2x4mm². Połączenia przewodów z panelami fotowoltaicznymi należy wykonać przy pomocy zunifikowanych złączy typu MC-4. Przewody należy układać w taki sposób, iż zarówno biegun dodatni jak i biegun ujemny powinny zakreślać jak najmniejszą powierzchnię zewnętrzną. Przewody należy przymocować do górnego profilu konstrukcji generatora fotowoltaicznego przy

pomocy opasek zaciskowych wykonanych z tworzywa sztucznego a ich montaż musi uniemożliwiać kontakt z powierzchnią pod generatorem fotowoltaicznym.

Główną funkcją aparatów zabezpieczających w rozdzielni AC/DC jest ochrona paneli fotowoltaicznych i inwerterów przed zwarciami, przeciążeniami i prądami wstecznymi, które mogą pojawić się w instalacji oraz ochrona przed przepięciami – łączeniowymi i wywołanymi wyładowaniami atmosferycznymi.

Po stronie DC ochrona zrealizowana to będzie za pomocą ochronników przeciwprzepięciowych 1000V DC.

a) Oprzewodowanie

Połączenia poszczególnych generatorów do falowników powinny być zrealizowane za pomocą kabli dedykowanych dla instalacji stałoprądowych fotowoltaicznych. Kable łączące poszczególne moduły fotowoltaiczne powinny być mocowane do konstrukcji wsporczej samych modułów fotowoltaicznych. Kable pomiędzy łączeniami modułów PV a falownikiem prowadzić na trasach kablowych osłoniętych za pomocą rur osłonowych, przy czym rury osłonowe muszą być przystosowane do pracy w przestrzeniach otwartych i będą odporne na promieniowanie UV.

Inwertery należy zamontować na konstrukcji wsporczej paneli fotowoltaicznych. Do wykonania instalacji elektrycznej dla systemu fotowoltaicznego od strony DC należy zastosować przewody solarne charakteryzujące się następującymi parametrami:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- pojedyncza wiązka,
- podwójna izolacja,
- przekrój miedzi min. 4mm²
- żyły wg PN/EN-60228, miedziane wielodrutowe klasy 5,
- izolacja polwinitowa na 90 °C
- powłoka polwinitowa odporna na UV
- temperatura wg PN-93/E-90400: 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.

Kable te należy prowadzić od paneli fotowoltaicznych do inwertera w rurach ochronnych. Należy prowadzić osobne korytka dla okablowania DC i AC.

2.3. Złącza od strony napięcia DC

Każdy panel fotowoltaiczny należy wyposażyć w złączki o stopniu ochrony co najmniej IP65. Parametry techniczne złącz oprzewodowania systemu fotowoltaicznego:

- Maksymalne napięcie systemu fotowoltaicznego: 1 000 V

· Termiczne warunki pracy: pomiędzy $-40^{\circ}\text{C} \div +90^{\circ}\text{C}$

· Stopień ochrony: IP65

Złącza kablowe powinny zapewnić możliwość rozłączania serwisowego paneli fotowoltaicznych.

2.4. Ochrona przeciwporażeniowa instalacji fotowoltaicznej

Falowniki uniemożliwiają przepływ prądu zwarcia DC do instalacji elektrycznej, dlatego też dodatkowy wyłącznik różnicowoprądowy typu B po stronie instalacji zmiennoprądowej w tym przypadku nie jest wymagany.

Zabezpieczenie falownika paneli zabudowanych na dachu od strony AC:

$$I_{obl} \geq \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi} = \frac{8000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,95} = 12,17\text{A}$$

Dobrano zabezpieczenie 25A

2.5. Inwerter

Inwerter – falownik, urządzenie, którego podstawową funkcją jest zamiana prądu stałego (DC) generowanego przez moduły PV na prąd przemienny (AC) o napięciu i częstotliwości zgodnych z parametrami sieci OSD. Inwerter może zawierać także elektroniczny, programowalny układ sterujący oraz rozłącznik DC oraz AC – współpracujący z przełącznikiem kontroli faz, który działa jako zabezpieczenie przed pracą wyspowa (rozłącza generator przy wykryciu zaniku fazy lub asymetrii). Falownik jest fabrycznie wyposażony w zabudowany zespół zabezpieczeń, których wartości są programowane zgodnie z wytycznymi operatora sieci dystrybucyjnej. Dodatkowo falownik musi posiadać zabudowane wewnątrz następujące zabezpieczenia:

- układ rozłączników.
- zabezpieczenia przed pracą wyspowa dla instalacji fotowoltaicznej – które monitorują zakres zmian częstotliwości sieci, falownik fotowoltaiczny dokonuje próbkowania częstotliwości sieci, przypadku braku synchronizacji falownika z częstotliwością sieci następuje automatyczne odłączenie układu wytwórczego energii elektrycznej.
- zabezpieczenia przed podaniem napięcia do sieci znajdującej się w stanie beznapięciowym.

Podstawowe dane techniczne falownika przedstawiono poniżej:

Szczegóły konstrukcyjne falownika	
Producent	.Przykładowy Inverter
Model	8kW
Moc znamionowa	minimum 8,00 kW
Moc maksymalna	minimum 9,60 kW
Maksimum wydajności	98,30%
Europejska wydajność	98,00%
Maksymalne napięcie z PV	1 000,00 V
Minimalne napięcie MPPT	maksimum 160,00 V
Maksymalne napięcie MPPT	960,00 V
Maksymalny prąd wyjściowy	minimum 11,00 A na MPPT
Numer MPPT	minimum 2
AC napięcie przemienne wyjściowe	230,00 V
Wyjście	Trójfazowy
Transformator separacyjny	False
Częstotliwość	50 Hz

2.6. Ochrona przeciwprzepięciowa instalacji fotowoltaicznej

Ochronę przed wyindukowanymi przepięciami spowodowanymi wyladowaniami atmosferycznymi zastosować ochronniki przepięciowe. Do stosowania zgodnie z normą: PN-HD60364-7 712. Każdy łańcuch modułów PV powinien być zabezpieczony jednym ochronnikiemprzepięciowym. Ochronniki przepięciowe instalacji fotowoltaicznej zostaną zabudowane wrozdzielniach. Należy zastosować także ochronę przeciwprzepięciowa od strony instalacji AC w celu ochrony inwertera. Sposób i miejsca instalowania ochronników pokazano na rysunkach instalacji.

2.7. Układ pomiarowo-rozliczeniowy

Do realizacji opomiarowania energii elektrycznej pobranej z instalacji fotowoltaicznej służy układ pomiarowy który stanowi licznik do pomiaru energii biernej i czynnej bezpośredni zabudowany w rozdzielnicy AC-PV.

Inwerter posiadać ma fabrycznie wbudowany własny licznik wytworzonej energii.

2.8. Instalacja odgromowa

Dla ochrony od wyładowań atmosferycznych instalacji fotowoltaicznej należy wybudować instalację odgromową. W odległości 1 m i na głębokość 1 m wokół stołów paneli PV ułożyć uziom otokowy płaskownikiem FeZn 25x4mm i połączyć ją z uziemieniem rozdzielni R-pomp. Konstrukcję stołu paneli fotowoltaicznych uziemić.

Sposób wykonania instalacji pokazano na rysunkach (plan sytuacyjny).

Całość prac wykonać zachowując wymagania normy PN-IEC 61024 i PN-EN 62305-1 do 4.

Rezystancja uziomu musi być mniejsza od 10Ω .

3. OBLICZENIA

W skład zestawu o mocy nominalnej 8,4 kWp wchodzi 24 modułów o mocy 350,00Wp. Powierzchnia potrzebna do zabudowy to $40,32\text{ m}^2$ ($\pm 5\%$). Moduły zostają połączone szeregowo w 2 szeregi do 1 inwertera. Po stronie DC w zestawie jest rozdzielnica zaopatrzona w ograniczniki przepięć.

Rozdzielnica AC zaopatrzona jest w ogranicznik przepięć, wyłącznik nadmiarowo-prądowy, wyłącznik różnicowo-prądowy. Dostawca systemu zapewni komplet urządzeń, które zapewni poprawne działanie systemu (panele+konstrukcja, okablowanie, rozdzielnice DC, AC, inwertery).

System fotowoltaiczny będzie połączony z siecią energetyczną w układ Trójfazowy Niskie napięcie prądu zmiennego o napięciu 400,00 V.

Szczegóły połączeń przedstawione są na schemacie elektrycznym. Wyróżnia się w nim:

Generator fotowoltaiczny składający się z:

- 2 szeregi zawierających 12 modułów połączonych szeregowo
- 1 inwerter trójfazowy

A. WERYFIKACJA PRAWDŁOWEGO POŁĄCZENIA POMIĘDZY GENERATOREM FOTOWOLTAICZNYM I INWERTEREM.

W celu doboru falownika jest zazwyczaj konieczne jest aby zweryfikować zgodność używanych falowników z panelami fotowoltaicznymi. Weryfikacja falowników odnosi się do sekcji prądu stałego systemu fotowoltaicznego i dotyczy:

- Weryfikacja napięcia stałego
- Weryfikacja prądu stałego
- Weryfikacja mocy

Weryfikacja napięcia stałego

Sprawdzenie napięcia stałego wykonywane jest w celu weryfikacji, czy napięcia generatora fotowoltaicznego są zgodne z zakresem napięć wejściowych falownika. Innymi słowy, niezbędne jest, aby wyliczyć minimalny i maksymalny poziom napięcia ogniw fotowoltaicznych i zweryfikować, że pierwszy jest większy od minimalnej dopuszczalnej dla napięcia wejściowego falownika, a drugi jest mniejszy od maksymalnego napięcia wejściowego dopuszczalnego przez falownik.

Weryfikacja prądu stałego

Weryfikacja prądu stałego wykonywana jest w celu sprawdzenia, czy prąd zwarcia paneli fotowoltaicznych w warunkach STC jest mniejszy niż maksymalna dopuszczalna wartość prądu wejściowego falownika.

Weryfikacja mocy

Weryfikacji mocy jest wykonywana w celu sprawdzenia czy moc znamionowa inwertera jest większa niż 80,00% i mniejsza niż 120,00% mocy znamionowej systemu fotowoltaicznego (suma mocy znamionowej modułów fotowoltaicznych w warunkach STC).

Poniższa tabela przedstawia wynik tych weryfikacji.

Inverter:1	
Limity napięcia	Mppt1 - Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,36°C (362,71 V) >Minimalne napięcie MPPT (160 V)
Limity napięcia	Mppt1 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -5,9°C (451,82 V) <Maksymalne napięcie MPPT (960 V)
Limity napięcia	Mppt1 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -5,9°C (529,34 V) <Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
Limity prądu	Mppt1 - Prąd zwarcia (10,74 A) < Maksymalny prąd falownika (11 A)
Limity mocy	Współczynnik wielkości mocy (80 %) < (105%) < (120 %)

B. WYDAJNOŚĆ SYSTEMU

Biorąc pod uwagę miesięczne średnie dzienne natężenie promieniowania słonecznego oraz liczbę dni, które składają się na dwanaście miesięcy w roku, można określić wartość rocznego globalnego natężenia promieniowania słonecznego na poziomej powierzchni dla lokalizacji Rzeszów. Ta wartość jest równa 2,93 [kWh/m_c].

W tabeli poniżej przedstawiono dzienne natężenie promieniowania słonecznego dla lokalizacji Rzeszów na poziomej powierzchni, według źródła NASA-SSE.

Miesiąc	Rozproszone dzienne [kWh/m _ł]	Bezpośrednie dzienne [kWh/m _ł]	Globalne dzienne [kWh/m _ł]
Styczeń	0,64	0,38	1,02
Luty	0,99	0,77	1,76
Marzec	1,56	1,27	2,83
Kwiecień	2,10	1,71	3,81
Maj	2,52	2,42	4,94
Czerwiec	2,71	2,18	4,89
Lipiec	2,61	2,28	4,89
Sierpień	2,25	2,19	4,44
Wrzesień	1,60	1,32	2,92
Październik	1,03	0,79	1,82
Listopad	0,66	0,35	1,01
Grudzień	0,51	0,27	0,78
Rocznie	1,60	1,33	2,93

Wydajność systemu została obliczona na podstawie danych, pochodzących ze źródeł danych klimatycznych NASA-SSE, w miejscu instalacji w stosunku do przeciętnego miesięcznego globalnego promieniowania słonecznego na powierzchni poziomej.

Procedura obliczania energii wytwarzanej przez układ bierze pod uwagę moc znamionową (8,4 kW), kąt nachylenia oraz azymut (30° , 182,109931208695°) generatora PV, straty na generatorze PV (straty rezystancyjne, straty z powodu różnicy temperatury modułów, refleksji bądź niedopasowania pomiędzy szeregami), wydajność falownika, jak również współczynnik odbicia ziemi z przodu modułów (20%) (albedo).

W związku z tym, energia wytwarzana przez układ corocznie ($E_{p,y}$) jest obliczana w następujący sposób:

$$E_{p,y} = P_{nom} * Irr * (1 - Losses) = 8\,869,75 \text{ kWh}$$

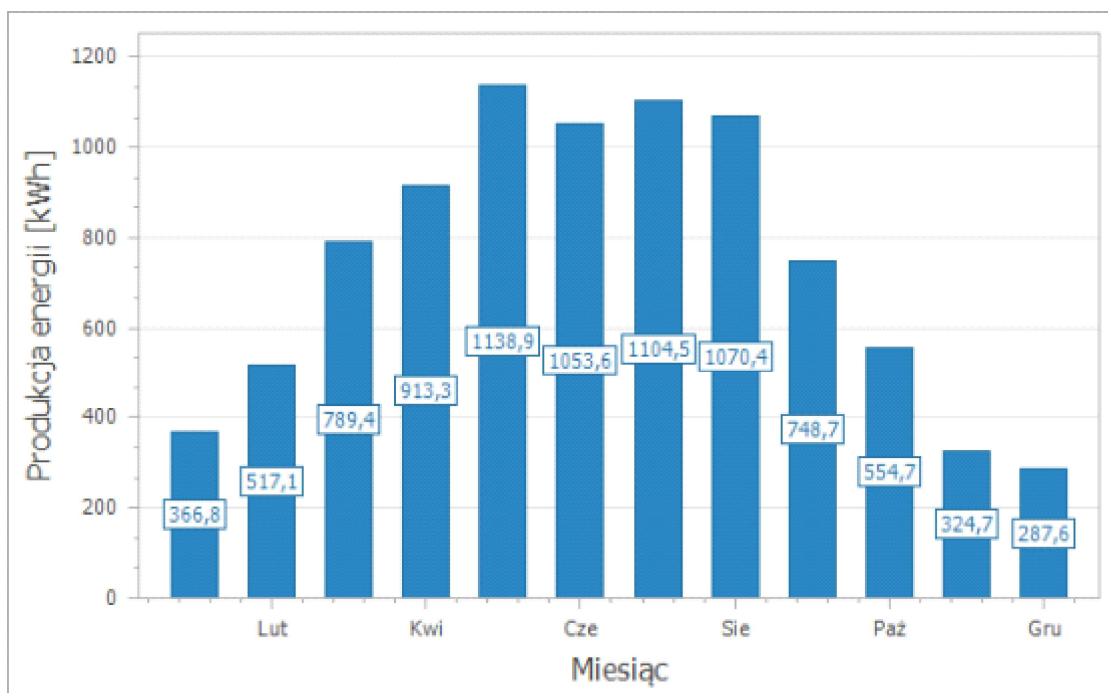
Gdzie:

- P_{nom} = Moc znamionowa systemu: 8,4 kW
- I_{rr} = Roczne natężenie promieniowania słonecznego na powierzchni modułów:
1204,79 kWh/m_e
- Losses = Straty mocy: 12,36 %

Straty mocy są spowodowane różnymi czynnikami. Poniższa tabela zawiera owe czynniki strat oraz ich wartości przyjęte do procedury obliczania wydajności systemu.

Straty	
Straty ciepła	3,00 %
Straty z niedopasowania	2,00 %
Straty rezystancyjne	4,00 %
Straty spowodowane konwersją DC/AC	2,00 %
Inne straty	2,00 %
Straty z zacielenia	0,00 %
Straty całkowite	12,36 %

Energia wytworzona przez elektrownię w skali roku to 8 869,75 kWh. Poniższy wykres przedstawia szacowaną ilość energii produkowanej w okresach miesięcznych:



ZACIENIENIE

W systemie fotowoltaicznym zazwyczaj należy unikać zacinienia, ponieważ powoduje to straty energii, a tym samym energii produkowanej. Jednak w szczególnych przypadkach jest to dozwolone, jeżeli sytuacja jest właściwie oceniona.

4. MONTAŻ ELEMENTÓW INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

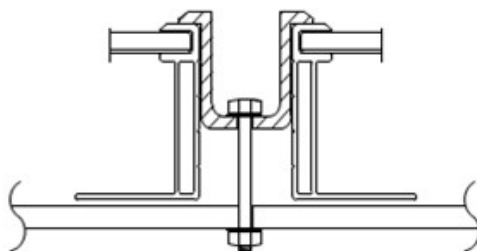
A. Montaż konstrukcji wsporczej

B. Montaż modułów fotowoltaicznych

Moduły fotowoltaiczne należy zamontować zgodnie z instrukcją montażu modułów fotowoltaicznych.

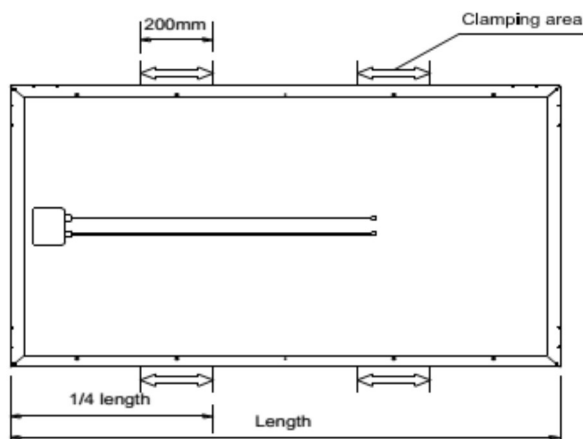
Moduły należy przenosić i układać tak, aby ograniczyć naprężenia ramki i nie dopuścić do powstania mikropęknięć w warstwie ogniów.

Moduły mogą być montowane na ramie za pomocą uchwytów jak przedstawiono to na poniższym rysunku

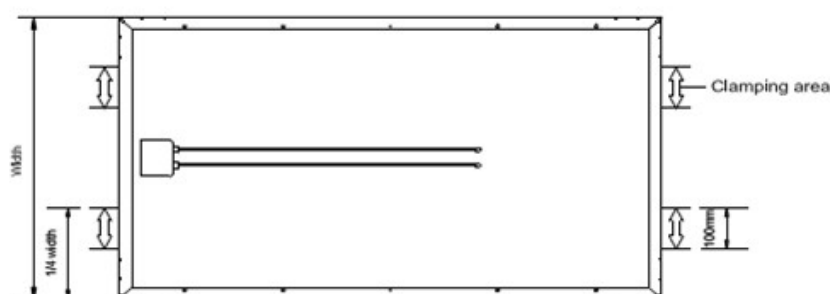


- Moduły mogą zostać zamontowane w orientacji poziomej (zacisk na ramie krótszej) lub pionowej (zacisk na ramie dłuższej).
- Zaciski na module nie mogą się stykać z przednią szybą, ani powodować odkształceń ramy.
- Należy się upewnić, że zaciski nie powodują zacinienia powierzchni modułu.
- Ramy modułu nie można pod żadnym względem zmieniać.
- Przy wyborze zaciskowej metody montażu, należy pamiętać o tym, aby zostały użyte co najmniej cztery zaciski na każdy moduł, dwa zaciski powinny być

montowane na każdej ramie modułu. Zależnie od lokalnych obciążeń wiatrem i śniegiem, jeżeli przekroczą one wartość 2400 Pa, wówczas mogą być wymagane dodatkowe zaciski lub dodatkowe podparcie konstrukcji modułów dla zagwarantowania wytrzymania przez moduł wywieranych na niego sił.



Montaż zaciskowy z wykorzystaniem długiej ramy modułu



Montaż zaciskowy z wykorzystaniem krótkiej ramy modułu

C. MONTAŻ FALOWNIKA

Falownik należy zamontować zgodnie z instrukcją producenta oraz zapewnić dostateczną przestrzeń wokół falownika celem zagwarantowania odpowiedniego chłodzenia, które odbywa się dzięki konwekcji naturalnej. Minimalne wymagania w zakresie wolnych przestrzeni wokół falownika zostaną przedstawione w instrukcji producenta.

D. WYKONANIE ROBÓT KABLOWYCH STRONY DC

Wszystkie połączenia między modułami fotowoltaicznymi oraz między falownikiem a tablicą PV należy wykonywać wyłącznie kablami typu solarnego o przekroju min.

4mm² łączonymi konektorami solarnymi MC4 odpornymi na działanie warunków atmosferycznych (minimalny stopień ochrony IP65). Połączenia wykonane za pomocą konektorów MC4 należy podwiesić do konstrukcji wsporczej lub ramki modułu opaskami zaciskowymi. Pod modułami kable solarne można prowadzić bez dodatkowych osłon. W miejscach, w których kabel będzie narażony na bezpośrednie promieniowanie słoneczne należy go poprowadzić w rurze RL lub karbowanej rurze osłonowej odpornej na promieniowanie UV oraz warunki atmosferyczne. Kable DC w gruncie należy prowadzić w rurze osłonowej specjalnie do tego przeznaczonej. Kable układać w taki sposób, aby ograniczyć możliwość indukowania przepięć w obwodzie modułów (nie tworzyć pętli, przewody prowadzić blisko siebie).

5. POMIARY

Po wykonaniu instalacji należy przeprowadzić pomiary i testy określone wymogami obowiązujących norm, wymaganych przez Operatora Systemu Dystrybucyjnego. W szczególności należy wykonać pomiary i testy określone w normie PN EN 62446: 2016 t.j.

Testy i pomiary:

- kontrola systemu DC
- kontrola ochrony przeciwprzepięciowej i porażeniem elektrycznym
- kontrola strony AC
- kontrola oznakowania i identyfikacji
- testy ciągłości uziemienia ochronnego lub ekwipotencjalnych przewodów kompensacyjnych
- test polaryzacji
- pomiar napięcia obwodu otwartego
- pomiar prądu
- testy funkcjonalności
- testy rezystancji izolacji
- ochrona przeciwporażeniowa

Oraz dodatkowo pomiarów zalecanych przez normę t.j

- badanie kamerą termowizyjną
- pomiar krzywych prądowo-napięciowych łańcuchów modułów.

Wszystkie prace oraz pomiary muszą zostać wykonane przez osoby posiadające odpowiednie przeszkolenie potwierdzone stosownymi uprawnieniami - SEP E, SEP D.

6. UWAGI KOŃCOWE

Całość prac należy wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami.

Wykonawca jest zobowiązany do zapoznania się z DTR każdego urządzenia, przed jego zamontowaniem i uruchomieniem.

Wszystkie zmiany na etapie realizacji w stosunku do zapisów w projekcie powinny zostać zawarte w dokumentacji powykonawczej w formie potwierdzonych podpisem uzgodnień.

Wszelkie zmiany materiałowe, zmiany tras prowadzenia kabli i warunków wykonania instalacji powinny zostać skonsultowane z projektantem, ew. inspektorem nadzoru, a końcowe ustalenia zmian powinny zostać zawarte w postaci potwierdzonej pisemnie notatki i załączone do dokumentacji powykonawczej.