



PROJEKT FOTOWOLTAICZNY ELEKTRYCZNY

TEMAT OPRACOWANIA:	Dom Dziecka w Grotnikach Moc znamionowa: 49,5 kWp
ADRES OBIEKTU:	Łódzkie 95-073, Grotniki - Jedlicze A ul. Graniczna 1
INWESTOR:	Starostwo powiatowe w Zgierzu Ul. Sadowa 6a 95-100 Zgierz

Projekt wykonał:

Branża:	Stanowisko	Imię Nazwisko	Podpis
ELEKTRYCZNA	Opracował	<i>mgr. inż.</i> Jakub Dyczka <i>Upr SEP E/270/186/17</i>	
ELEKTRYCZNA	Sprawdził	<i>mgr. inż.</i> Artur Śliwiński <i>upr. LOD/1803/POOE/12</i> <i>cert.PV: OZE-W/14/000017/19</i>	

Spis Treści

1.	PODSTAWA OPRACOWANIA – INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA.....	3
2.	PODSTAWY PRAWNE ORAZ PRZEPISY	4
3.	NORMY I POJĘCIA ZWIĄZANE	6
3.1	NORMY	6
3.2	POJĘCIA ZWIĄZANE, WG NORMY PN-HD 60364-7-712.....	6
4.	OPIS PROJEKTOWANEJ INSTALACJI.....	8
5.	DOBÓR URZĄDZEŃ	10
5.1	INWERTER	10
5.2	PANELE FOTOWOLTAICZNE	11
5.3	KONSTRUKCJA MONTAŻOWA.....	12
6.	ROZDZIELNICE ELEKTRYCZNE AC I DC.....	13
6.1	ROZDZIELNICA DC	13
7.	OKABLOWANIE	14
8.	OCHRONA PRZECIWPRIĘCIOWA	15
9.	OCHRONA ODGROMOWA.....	16
10.	SYSTEM ZARZĄDZANIA.....	17
11.	WYTYCZNE DLA BRANŻ.....	18
11.1	BRANŻA ELEKTRYCZNA	18
12.	INFORMACJE I WYTYCZNE DLA WYKONAWCY	19
13.	INFORMACJE DLA INWESTORA	20
14.	OBLICZENIA	21
15.	ZESTAWIENIE KABLI ELEKTRYCZNYCH.....	23
15.1	WERYFIKACJA PÓŁ FALOWNICZYCH	32
15.2	WERYFIKACJA NAPIĘCIA STAŁEGO	32
15.3	WERYFIKACJA PRĄDU STAŁEGO	32
15.4	WERYFIKACJA MOCY	32
16.	WYDAJNOŚĆ SYSTEMU.....	34
17.	ZAŁĄCZNIKI	38

1. PODSTAWA OPRACOWANIA – INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA

- a) Zlecenie Inwestora
- b) Obowiązujące normy i przepisy

2. PODSTAWY PRAWNE ORAZ PRZEPISY

Całość robót winna być wykonana zgodnie z Polskimi Normami lub odpowiadającymi im normami europejskimi i zgodnie z polskimi warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót. Wszystkie urządzenia systemu powinny spełniać deklaracje zgodności oraz posiadać certyfikaty bezpieczeństwa zgodnie z polskimi lub odpowiadającymi im europejskimi normami, znak CE oraz dokumenty potwierdzające parametry oferowanych urządzeń.

- Ustawa z dn. 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jednolity Dz.U. z 2020 r.poz. 1333 z późn. zm.)
- Ustawa z dn. 29 stycznia 2004 r. Prawo zamówień publicznych (tekst jednolity Dz.U. z 2010 r., nr 113, poz. 759 z późn. zm.)
- Ustawa z dn. 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz.U. z 2004 r. nr 92. poz. 881z późn. zm.)
- Ustawa z dn. 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (tekst jednolity Dz. U. z 2008 r., nr 25, poz. 150 z późn. zm.)
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U. z 2012 r. poz. 462)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz.U. z 2004 r. nr 202, poz. 2072 z późn. zm.)
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 23 marca 2013 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych (Dz. U. poz. 492)
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 2 kwietnia 2003 r.w sprawie wymagań w zakresie efektywności energetycznej (Dz.U. z 2003 r. nr 79 poz. 714)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 maja 2004 r. w sprawie określenia metod i podstaw sporządzania kosztorysu inwestorskiego, obliczania planowanych kosztów prac projektowych oraz planowanych kosztów robót budowlanych określonych w programie funkcjonalno-użytkowym (Dz. U. z 2004 r. nr 130 poz. 1389)
- Ustawa z dnia 21 grudnia 2000 r. o dozorcze technicznym (Dz. U. z 2000 r. nr 122 poz. 1321)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz. U. z 2003 r. nr 120 poz. 1126)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie systemów oceny zgodności, wymagań, jakie powinny spełniać notyfikowane jednostki uczestniczące w systemie oceny zgodności oraz sposobu oznaczania wyrobów budowlanych oznakowaniem CE (Dz.U.z 2004r. nr 195, poz.2011)

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobów znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. z 2004 r. nr 198, poz. 2041 z późn.zm.)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 6 lutego 2003r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. z 2003 r. nr 47, poz. 401)
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dn. 20 września 2001 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas eksploatacji maszyn i innych urządzeń do robót ziemnych, budowlanych i drogowych (Dz. U. z 2001 r. Nr 118, poz.1263)
- Wszelkie akty prawne, aktualne normy, przepisy odpowiednich krajowych i europejskich związków itp. związane z przedmiotem zamówienia

3. Normy i pojęcia związane

3.1 Normy

PN-HD 60364-7-712:2016-05 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – 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 61173:2002 – Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej – Przewodnik

PN-EN 62124:2005 – Systemy fotowoltaiczne (PV) wolnostojące

PN-EN 15316-4-3:2017-06 – Charakterystyka energetyczna budynków – Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło przez instalację i sprawności układu -- Część 4-3: Źródła ciepła, instalacje solarne i fotowoltaiczne, Moduł M3-8-3, M8-8-3, M11-8-3

PN-EN 62305-1:2011 – Ochrona odgromowa obiektów budowlanych – wymagania ogólne

Eurokod 1 – PN-EN 1991-1-4 (wraz z późniejszymi zmianami) – Oddziaływania na konstrukcje. Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru – strefa klimatyczna dla Polski, kat terenu III i IV

Eurokod 1 – PN-EN 1991-1-3 (wraz z późniejszymi zmianami) – Oddziaływania na konstrukcje. Oddziaływania ogólne. Obciążanie śniegiem – strefa klimatyczna dla Polski

PN-80/B-02010/Az1 – Obciążenia w obliczeniach statycznych – Obciążenia Śniegiem

PN-76/B-03420 – Wentylacja i klimatyzacja. Parametry obliczeniowe powietrza wewnętrznego w pomieszczeniach przeznaczonych do stałego przebywania ludzi. Uwzględniając II oraz III strefę klimatyczną Polski

3.2 Pojęcia związane, wg normy PN-HD 60364-7-712

Ogniwo PV – najmniejszy element systemu PV, który wytwarza energię elektryczną w warunkach ekspozycji na światło takie jak promieniowanie słoneczne

Moduł PV – najmniejszy, w pełni chroniony przed wpływami środowiska zespół połączonych ze sobą ogniw PV

Kolektor PV – mechanicznie i elektrycznie zintegrowany zespół modułów PV i innych niezbędnych elementów, które tworzą jednostkę zasilającą prądem stałym

Łańcuch PV – obwód, w którym łączy się szeregowo moduły PV, w celu wytworzenia w kolektorze PV wymaganego napięcia wyjściowego

Skrzynka połączeniowa kolektora PV – obudowa, w której wszystkie łańcuchy PV jakiegokolwiek kolektora PV są połączone elektrycznie i gdzie są umieszczone zabezpieczenia

Przewód główny DC systemu PV – przewód łączący skrzynkę połączeniową generatora PV z zaciskami DC falownika PV

Falownik PV – urządzenie, które przetwarza napięcie i prąd stały na w napięcie i prąd przemienny, przekazujące energię do sieci

Inwerter PV – urządzenie, które przetwarza napięcie i prąd stały na w napięcie i prąd przemienny, nie przekazujące wyprodukowanej energii do sieci energetycznej

STC, Standard Test Conditions – prostopadle promieniowanie s³ońca o mocy 1000W na jeden m², przy temperaturze 25°C. Spektrum AM=1,5 (Air Mass), zgodnie z ASTM G173-03 oraz IEC 60904-3

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature) – zdefiniowane jako temperatura osiągana przez pojedyncze ogniwo PV w układzie bez obciążenia odbiornikiem przy spełnieniu poniższych warunków:

- promieniowanie na powierzchnię Ogniwa PV = 800 W/ m²
- temperatura powietrza = 20°C
- prędkość wiatru = 1 m/s
- sposób montażu = niezasłonięta tylna część panelu

Sprawność systemów solarnych (η%) – stopień zamiany energii s³onecznej na elektryczn¹ mierzony jest w %. Wówczas modu³ PV o sprawności np. 15% z powierzchni 1 m² (jednego metra kwadratowego) w ciągu godziny wyprodukuje 150Wh energii elektrycznej, według międzynarodowego standardu STC (1000W/m², temp. 25°C). W dni o słabszym nasłonecznieniu produkcja prądu będzie mniejsza. Różne technologie PV (mono- polikrystaliczne, amorficzne) charakteryzują się różną sprawnością. Moc znamionowa modułów np. 20Wp, 100Wp czy 200Wp wynika z ich powierzchni oraz pośrednio sprawności, która wynika z technologii produkcji PV

4. OPIS PROJEKTOWANEJ INSTALACJI

Projektowana instalacja fotowoltaiczna o mocy całkowitej 49,5 kWp dla budynku domu Dziecka w miejscowości Grotniki przy ul Granicznej 1, będzie w całości znajdować się na dachu. Instalacja będzie się składać ze 110 paneli fotowoltaicznych o mocy 450 W wraz z optymalizatorami mocy 450 W, które będą podzielone na 8 stringów. Każdy panel będzie posiadał swój niezależny optymalizator. W jej skład wejdą 2 falowniki o mocy 20 kW. W celu nieprzekroczenia maksymalnej mocy na wejściu inwerterów, do pierwszego falownika będą podłączone 2 stringi po 14 paneli i 2 stringi po 12 paneli. Natomiast do drugiego inwertera będą podłączone 2 stringi po 15 paneli i 2 stringi po 14 paneli. Przewody z paneli zostaną wprowadzone do rozdzielnic R-DC prądu stałego, które zostaną zamontowane na dachu. Rozdzielnice zostaną połączone z falownikami, które zostaną umieszczone na 1 piętrze obok rozdzielnicy prądu przemiennego RS5. Rozdzielnice R-DC-01 i R-DC-03 będą zawierały wyłączniki DC 16A 1200V, a rozdzielnice R-DC-02 i R-DC-04 ograniczniki przepięć 1000V DC 20kA. W celu przeprowadzenia przewodów z dachu do inwerterów wykonane zostaną przebiccia. Każdy falownik zostanie zabezpieczony wyłącznikiem nadprądowym 40A, które zostaną zamocowane w rozdzielnicy RS5. Główny wyłącznik przeciwpożarowy zostanie umieszczony przy wejściu głównym, jego zadaniem będzie rozłączenie obwodów zasilających po obu stronach falownika. Będzie to możliwe dzięki temu, że oba wyłączniki będą wyposażone w cewkę wyzwalającą (wzrostową).

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą prowadzenia robót przy wykonywaniu elektrowni fotowoltaicznej o łącznej mocy nominalnej modułów 49,5 kWp obejmujących:

- roboty przygotowawcze
- montaż konstrukcji wsporczej
- montaż modułów fotowoltaicznych i przetwornic
- rozdzielnice systemu i układ pomiarowy po stronie nN
- połączenia kablowe elementów instalacji
- montaż i uruchomienie systemu wizualizacji

System fotowoltaiczny o mocy nominalnej 49,5 kW będzie połączony z siecią dystrybucyjną i trójfazową wewnętrzną siecią elektryczną niskiego napięcia.

Rysunki:

- Schemat elektryczny: P1052-E-SCH-001
- Schemat uziemienia: P1052-E-SCH-002
- Rozmieszczenie Paneli Fotowoltaicznych: P1052-E-ZT-001
- Rozmieszczenie inwerterów i okablowanie: P1052-E-ZT-002



Elementy układu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna składa się z:

- 2 łańcuchy po 14 modułów połączonych szeregowo z R-DC-01
- 2 łańcuchy po 12 modułów połączonych szeregowo z R-DC-01
- 2 łańcuchy po 15 modułów połączonych szeregowo z R-DC-03
- 2 łańcuchy po 15 modułów połączonych szeregowo z R-DC-03
- 2 falowniki o mocy 20 kW
- 110 optymalizatorów mocy
- grupa interfejsu
- wbudowanego systemu pomiaru energii

Główne parametry elektryczne instalacji fotowoltaicznej przedstawia poniższa tabela:

Parametry elektryczne generatora fotowoltaicznego	
Moc znamionowa	49,5 kWp
Ilość modułów fotowoltaicznych	110
Powierzchnia czynna modułów	238,7 m ²
Ilość łańcuchów	8
Napięcie maksymalne @STC (Voc)	690,2 V
Napięcie przy mocy maksymalnej @STC (Vmpp)	581 V
Prąd zwarcia @STC (Isc)	46,4 A
Prąd przy maksymalnej mocy @STC (Impp)	43,4 A

5. DOBÓR URZĄDZEŃ

5.1 Inwerter

Zadaniem inwerterów fotowoltaicznych jest przekształcenie wygenerowanej energii przez moduły fotowoltaiczne na prąd przemienny oraz przekazanie jej do instalacji elektrycznej obiektu.

Inwerter po wykryciu obecności napięcia strony AC (0,4 kV) będzie się synchronizować z siecią OSE (Operatora Systemu Energetycznego). Po zaniku napięcia OSE inwertery będą przechodzić automatycznie w tryb uśpienia (ang. Stand-By) aż do momentu powrotu napięcia sieciowego. Wykrywanie zaniku napięcia sieci OSE odbywać się będzie zgodnie z normą VDE 0126-1-1 (tzw. „zabezpieczenie antywyspowe”).

Parametry łańcuchów po stronie napięcia stałego zostały dobrane tak by nie przekraczały w żadnych warunkach dopuszczalnych parametrów wejściowych inwerterów.

Inwertery będą posiadać:

- manualny rozłącznik lub bezpiecznik rozłącznikowy po stronie generatora DC na czas serwisu
- system kontroli temperatury pracy elektroniki sterującej
- system monitorujący produkcję energii
- system umożliwiający kontrolę instalacji

Szczegóły konstrukcyjne falownika	
Moc znamionowa	20,00 kW
Moc maksymalna	22,50 kW
Maksimum wydajności	98,60%
Europejska wydajność	98,30%
Maksymalne napięcie z PV	1000,00 V
Minimalne napięcie MPPT	200,00 V
Maksymalne napięcie MPPT	950,00 V
Maksymalny prąd wejściowy	60,00 A
Ilość MPPT	2
AC napięcie przemiennie wyjściowe	400,00 V
Wyjście	Trójfazowy
Transformator separacyjny	False
Częstotliwość	50/60 Hz

5.2 Panele fotowoltaiczne

Generator fotowoltaiczny o mocy znamionowej 49,5 kW korzysta z konfiguracji szeregowo-równoległej i będzie podzielony na 8 pasm modułów połączonych szeregowo. Wybrane panele fotowoltaiczne będą monokrystaliczne o mocy 450Wp. Będą połączone bezpośrednio z optymalizatorami mocy. Poniżej znajduje się omówienie zestawów łańcuchów systemu.

W systemie są pasma o różnych charakterystykach:

Parametry elektryczne ciągu #1, #2, #7, #8	
Liczba modułów fotowoltaicznych w serii	14
Moc panela	450 W
Moc znamionowa	6,3 kW
Napięcie jałowe (Voc)	690,2 V
Prąd zwarcia (Isc)	11,6 A
Prąd przy maksymalnej mocy (Impp)	10,85 A

Parametry elektryczne ciągu #3, #4	
Liczba modułów fotowoltaicznych w serii	12
Moc panela	450 W
Moc znamionowa	5,4 kW
Napięcie jałowe (Voc)	591,6 V
Prąd zwarcia (Isc)	11,6 A
Prąd przy maksymalnej mocy (Impp)	10,85 A

Parametry elektryczne ciągu #5, #6	
Liczba modułów fotowoltaicznych w serii	15
Moc panela	450 W
Moc znamionowa	6,75 kW
Napięcie jałowe (Voc)	739,5 V
Prąd zwarciovowy (Isc)	11,6 A
Prąd przy maksymalnej mocy (Impp)	10,85 A

Dopuszczalne jest zastosowanie innych urządzeń (inwerter, panele i optymalizatory), ale nie o gorszych parametrach niż w specyfikacji technicznej.

5.3 Konstrukcja montażowa

W projektowanej instalacji fotowoltaicznej ze względu na rodzaj dachu zostanie wykorzystana konstrukcja balastowa na dach płaski. Konstrukcja wykonana jest ze stali nierdzewnej z możliwością regulowanego kąta nachylenia. Projektuje się kąt nachylenia nie mniejszy niż 20st. Konstrukcja ma możliwość bezinwazyjnego montażu. Konstrukcja powinna być zgodna z normami europejskimi: EN1090-1, EN1090-2, EN1090-3

6. ROZDZIELNICE ELEKTRYCZNE AC I DC

6.1 Rozdzielnica DC

Moduły fotowoltaiczne i inwerter zostaną zabezpieczone po stronie prądu stałego za pomocą wyłączników prądu stałego 16A minimum 1000V oraz ochronników przeciwprzepięciowych.

Wyłączniki DC będą umieszczone w rozdzielnicach R-DC-01 i R-DC-03 a ochronniki przeciwprzepięciowe w rozdzielnicach R-DC-02 i R-DC-04. Rozdzielnice R-DC-01 i R-DC-02 będą szeregowo połączone ze sobą i z falownikiem 01. Służą do zabezpieczania stringów nr 1 – 4. Natomiast rozdzielnice R-DC-03 i R-DC-04 połączone zostaną z falownikiem 02 i będą zabezpieczać stringi 5 – 8. Projektowane obudowy rozdzielnic DC będą hermetyczne (IP65) i będą wykonane z odpornego na promieniowanie UV tworzywa sztucznego.

Rozdzielnice prądu stałego zostaną umieszczone na dachu.

System fotowoltaiczny składa się z 4 rozdzielnic DC o parametrach:

Rozdzielnica elektryczna R-DC-01, R-DC-03	
Liczba stringów	4
Projektowany prąd dla każdego wejścia	11,60 A
Projektowane napięcie wejściowe – stringi nr 1, 2, 7, 8	745,79 V
Projektowane napięcie wejściowe – stringi nr 3, 4	639,25 V
Projektowane napięcie wejściowe – stringi nr 5, 6	799,06 V
Projektowany prąd wyjściowy	11,60 A
Prąd znamionowy urządzenia wejściowego	16,00 A

Rozdzielnica elektryczna R-DC-02, R-DC-04	
Liczba stringów	4
Projektowany prąd dla każdego wejścia	11,60 A
Projektowany prąd wyjściowy	11,60 A
Kategoria odgromnika	II
Napięcie odgromnika	1000,00 V

7. OKABLOWANIE

Okablowanie po stronie prądu zmiennego (AC)

Między inwerterem a rozdzielnicą główną zostaną przeprowadzone przewody miedziane o parametrach odpowiednio dobranych do mocy instalacji fotowoltaicznej. Przekrój zastosowanego przewodu zostanie dobrany do warunków obciążenia długotrwałego oraz spadków napięć zgodnie z normą PN-IEC 60364-5-523. Projektuje się przewód niskiego napięcia YDY 5x10mm².

Okablowanie i złącza po stronie prądu stałego (DC)

Wszelkie połączenia modułów fotowoltaicznych będą wykonane z wykorzystaniem dedykowanych złązek dla instalacji solarnych typu MC4.

Parametry techniczne złączy przewodów systemu fotowoltaicznego:

- maksymalny prąd systemu fotowoltaicznego: 30A
- maksymalne napięcie systemu fotowoltaicznego: 1000V
- termiczne warunki pracy: pomiędzy -40°C - +90°C
- stopień ochrony: IP65

Okablowanie między poszczególnymi modułami PV (grupą/stringami modułów PV) a inwerterami wykonane zostanie za pomocą kabli solarnych o poniższych parametrach:

- napięcie znamionowe: 0,6/1 kV
- pojedyncza wiązka
- podwójna izolacja
- 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

Trasy kablowe

W celu zasilenia urządzeń zewnętrznych oraz doprowadzenia energii z modułów fotowoltaicznych do inwerterów wykonane zostaną trasy kablowe.

Wszystkie przejścia przez ściany oddzielenia pożarowego będą uszczelnione certyfikowaną masą ognioodporną o takiej samej wytrzymałości ogniowej.

8. OCHRONA PRZECIWPRZEPięCIOWA

Ochrona przeciwprzepięciowa projektowanego systemu fotowoltaicznego zostanie zrealizowana poprzez ochronnik przeciwprzepięciowy typu I+II zainstalowany w rozdzielnicach R-DC-02 oraz R-DC-04. Wszystkie części przewodzące obce zostaną przyłączone do instalacji wyrównania potencjałów.

9. OCHRONA ODGROMOWA

Temat objęty odrębnym opracowaniem.

10. SYSTEM ZARZĄDZANIA

W celu monitorowania poprawnej pracy instalacji fotowoltaicznej projektuje się System Zarządzania Energią (dalej zwany SZE). Umożliwi on prezentowanie ON-LINE uzysku energetycznego z instalacji fotowoltaicznej oraz ilości zaoszczędzonego CO₂ w stosunku do konwencjonalnej metody produkcji energii (węgiel kamienny) przeliczonej wg normy: ISO 50001 oraz ISO 14064.

Głównym elementem systemu będzie oprogramowanie komunikujące się z inwerterami. Jego podstawowym zadaniem będzie zbieranie i przetwarzanie danych dotyczących pracy instalacji fotowoltaicznej oraz inwerterów fotowoltaicznych. Połączenie między poszczególnymi elementami systemu zrealizowane zostanie za pomocą magistrali (sieci) komunikacyjnej.

Przy wykorzystaniu protokołu TCP/IP i sieci Ethernet będzie możliwe monitorowanie i zarządzanie SZE z ogólnoużytkowego systemu BMS. Użytkownik będzie miał możliwość analizowania i weryfikowania poprawnego funkcjonowania systemu. Dostęp do szczegółowych danych dotyczących instalacji zostanie ograniczony hasłem udostępnionym wybranym, upoważnionym użytkownikom.

Funkcje Systemu Zarządzania Energią:

- wizualizacja stanu każdego inwertera w systemie fotowoltaicznym
- wizualizacja uzysków energetycznych
- diagnostyka awarii każdego inwertera w systemie fotowoltaicznym
- dostęp przez strony WWW do interfejsu dla wielu operatorów jednocześnie
- dostęp anonimowy bez konieczności podawania hasła, w celu wizualizacji uzysku na ogólnie dostępnej stronie – np. prezentacja zaoszczędzonego CO₂
- przechowywanie danych pomiarowych i statystycznych w zabezpieczonej bazie SQL

Monitoring i wizualizacja uzysków energetycznych modułów fotowoltaicznych

Moduły fotowoltaiczne zostaną podpięte do inwerterów fotowoltaicznych, które udostępnią informacje na temat aktualnie produkowanej energii do SZE. Odczyt wszystkich danych zostanie zrealizowany za pomocą konwerterów magistrali RS485/Ethernet. Dzięki temu w systemie wizualizacyjnym udostępnione zostaną następujące parametry:

- generowane napięcie
- generowany prąd
- generowana moc
- temperatura pracy inwertera

11. WYTYCZNE DLA BRANŻ

11.1 Branża elektryczna

- lokalizację masztów odgromowych należy określić uwzględniając instalację fotowoltaiczną - należy zapewnić jak najmniejsze zacienienie modułów fotowoltaicznych. Instalację odgromową należy wykonać wg normy PN-EN 62305
- w rozdzielnicy głównej należy zapewnić odpływ na potrzeby odbioru energii z instalacji fotowoltaicznej
- przewody elektryczne układać należy w rurkach instalacyjnych i korytkach systemowych

12. INFORMACJE I WYTYCZNE DLA WYKONAWCY

Prace instalacyjne należy skoordynować z pozostałymi branżami.

Stosować elementy instalacji elektrycznych (kable, przewody oraz pozostały osprzęt elektroinstalacyjny) posiadające certyfikaty zgodności w szczegółowej specyfikacji technicznej wykonania i odbioru robót.

Przedstawione rozwiązania zostały zaakceptowane przez inwestora. Dopuszcza się stosowanie innych równoważnych rozwiązań projektowych, urządzeń, materiałów spełniających co najmniej parametry podane w opracowaniu pod warunkiem przedstawienia wyczerpujących dowodów spełnienia wymogów opisanych w projekcie i na ich podstawie uzyskania akceptacji Głównego Projektanta i Inwestora.

Wszystkie wyroby budowlane zakupione przez wykonawcę robót, powinny posiadać znak CE i certyfikaty lub deklaracje zgodności. Wszystkie dokumenty, badania jakości producenta i instrukcje techniczne należy zachować.

Główny projektant oraz inwestor na każdym etapie realizowania inwestycji może wymagać przedstawienia stosownych dokumentów, badań potwierdzających spełnianie przez wyroby deklarowanych parametrów.

Wszystkie roboty budowlane prowadzone muszą być przez osoby i firmy uprawnione zgodnie z „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót” oraz innymi przepisami szczegółowymi wymienionymi we wcześniejszych punktach niniejszego opisu.

13. INFORMACJE DLA INWESTORA

Moduły fotowoltaiczne nie emitują żadnego hałasu, żadnych substancji, nie wibrują, nie zaciniają oraz nie mają żadnego wpływu na zagospodarowanie działek sąsiednich. W żadnym przypadku nie pogarszają warunków użytkowania obiektów znajdujących się na terenie inwestycji oraz na działkach sąsiednich.

Obszar oddziaływania inwestycji całkowicie zamyka się na działce inwestora.

14. OBLICZENIA

OBLICZENIA PRZEWODÓW

Dobór przewodów elektrycznych obejmuje następujące obliczenia:

- spadku napięcia

Znając długość przewodu, typ kabla i maksymalny prąd płynący w nim, obliczenie wartości procentowej spadku napięcia dla kabla na prąd stały jest uzyskane z relacji:

$$\Delta V_{\%} = 2 \cdot \frac{R}{V_{nom}} \cdot I_{nom} \cdot \frac{l}{1000}$$

gdzie:

l – długość przewodu w metrach

I_{nom} – prąd płynący w kablu @STC

V_{nom} – napięcie na kablu @STC

R – wartość rezystancji kabla na km długości, w temperaturze 80 °C

Należy zwrócić uwagę na długość kabla, typ kabla i prąd maksymalny, obliczanie wartości procentowej spadku napięcia na kablu dla prądu przemiennego uzyskuje się z zależności:

- Dla linii jednofazowej:

$$\Delta V_{\%} = 2 \cdot \frac{\sqrt{R^2 + X^2}}{V_{AC}} \cdot I_{nom} \cdot \frac{l}{1000}$$

- Dla linii trójfazowej:

$$\Delta V_{\%} = 1,73 \cdot \frac{\sqrt{R^2 + X^2}}{V_{AC}} \cdot I_{nom} \cdot \frac{l}{1000}$$

gdzie:

l – długość przewodu w metrach

I_{nom} – prąd płynący w kablu @STC

V_{AC} – napięcie sieci

R, X – wartość rezystancji i reaktancji kabla na km długości, w temperaturze 80 °C

Poniższe tabele przedstawiają wykaz kabli używanych w systemie.

Aby uzyskać więcej informacji, zapoznaj się z dokumentem "Zestaw kabli"



Tabela kabli

Etykieta	Kod	Opis	Formacja	Spadek napięcia	Długość
C2		Z: Falownik:2 Do: RS5		0,28%	5,11 m
C3		Z: R-DC-04 Do: Falownik:2		0,06%	4,1 m
C4		Z: Ciąg:8 Do: R-DC-04 przez R-DC-03		0,25%	18,25 m
C5		Przewód łączący moduły: Ciąg:8		0,51%	36,72 m
C6		Z: R-DC-04 Do: Falownik:2		0,06%	4,09 m
C7		Z: Ciąg:7 Do: R-DC-04 przez R-DC-03		0,15%	10,95 m
C8		Przewód łączący moduły: Ciąg:7		0,54%	39,19 m
C9		Z: R-DC-04 Do: Falownik:2		0,05%	4,23 m
C10		Z: Ciąg:6 Do: R-DC-04 przez R-DC-03		0,06%	4,56 m
C11		Przewód łączący moduły: Ciąg:6		0,50%	38,43 m
C12		Z: R-DC-04 Do: Falownik:2		0,05%	4,14 m
C13		Z: Ciąg:5 Do: R-DC-04 przez R-DC-03		0,16%	12,43 m
C14		Przewód łączący moduły: Ciąg:5		0,42%	32,66 m
C15		Z: Falownik:1 Do: RS5		0,34%	6,22 m
C16		Z: R-DC-02 Do: Falownik:1		0,09%	5,4 m
C17		Z: Ciąg:4 Do: R-DC-02 przez R-DC-01		0,18%	11,1 m
C18		Przewód łączący moduły: Ciąg:4		0,42%	25,7 m
C19		Z: R-DC-02 Do: Falownik:1		0,09%	5,44 m
C20		Z: Ciąg:3 Do: R-DC-02 przez R-DC-01		0,21%	13,11 m
C21		Przewód łączący moduły: Ciąg:3		0,60%	37,39 m
C22		Z: R-DC-02 Do: Falownik:1		0,08%	5,46 m
C23		Z: Ciąg:2 Do: R-DC-02 przez R-DC-01		0,21%	15,33 m
C24		Przewód łączący moduły: Ciąg:2		0,53%	38,38 m
C25		Z: R-DC-02 Do: Falownik:1		0,08%	5,46 m
C26		Z: Ciąg:1 Do: R-DC-02 przez R-DC-01		0,27%	19,8 m
C27		Przewód łączący moduły: Ciąg:1		0,55%	39,68 m



15. ZESTAWIENIE KABLI ELEKTRYCZNYCH

Numer: c2	Opis: Z: Falownik:2 Do: RS5
Długość	5,11 m
Przekrój	10,00 mm ²
Liczba żył	3
Przekrój PE	10,00 mm ²
Liczba żył PE	1
Przekrój neutralny	10,00 mm ²
Liczba przewodów neutralnych	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	400,00 V
Prąd	33,50 A
Spadek napięcia	0,17%
Rozpraszanie mocy	22,54 W

Numer: c3	Opis: Z: R-DC-04 Do: Falownik:2
Długość	4,1 m
Przekrój	6,00 mm ²
Liczba żył	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	581,00 V
Prąd	10,85 A
Spadek napięcia	0,06%
Rozpraszanie mocy	3,58 W

Numer: c4	Opis: Z: Ciąg:8 Do: R-DC-04 przez R-DC-03
Długość	18,25 m
Przekrój	6,00 mm ²
Liczba żył	1



Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	581,00 V
Prąd	10,85 A
Spadek napięcia	0,25%
Rozpraszanie mocy	15,94 W

Numer: c5	Opis: Przewód łączący moduły: Ciąg:8
Długość	36,72 m
Przekrój	6,00 mm ²
Liczba żył	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	581,00 V
Prąd	10,85 A
Spadek napięcia	0,51%
Rozpraszanie mocy	32,07 W

Numer: c6	Opis: Z: R-DC-04 Do: Falownik:2
Długość	4,09 m
Przekrój	6,00 mm ²
Liczba żył	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	581,00 V
Prąd	10,85 A
Spadek napięcia	0,06%
Rozpraszanie mocy	3,57 W

Numer: c7	Opis: Z: Ciąg:7 Do: R-DC-04 przez R-DC-03
Długość	10,95 m



Przekrój	6,00 mm ²
Liczba żył	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	581,00 V
Prąd	10,85 A
Spadek napięcia	0,15%
Rozpraszanie mocy	9,56 W

Numer: c8	Opis: Przewód łączący moduły: Ciąg:7
Długość	39,19 m
Przekrój	6,00 mm ²
Liczba żył	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	581,00 V
Prąd	10,85 A
Spadek napięcia	0,54%
Rozpraszanie mocy	34,23 W

Numer: c9	Opis: Z: R-DC-04 Do: Falownik:2
Długość	4,23 m
Przekrój	6,00 mm ²
Liczba żył	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	622,50 V
Prąd	10,85 A
Spadek napięcia	0,05%
Rozpraszanie mocy	3,69 W



Numer: C10	Opis: Z: Ciąg:6 Do: R-DC-04 przez R-DC-03
Długość	4,56 m
Przekrój	6,00 mm ²
Liczba żył	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	622,50 V
Prąd	10,85 A
Spadek napięcia	0,06%
Rozpraszanie mocy	3,98 W

Numer: C11	Opis: Przewód łączący moduły: Ciąg:6
Długość	38,43 m
Przekrój	6,00 mm ²
Liczba żył	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	622,50 V
Prąd	10,85 A
Spadek napięcia	0,50%
Rozpraszanie mocy	33,57 W

Numer: C12	Opis: Z: R-DC-04 Do: Falownik:2
Długość	4,14 m
Przekrój	6,00 mm ²
Liczba żył	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	622,50 V
Prąd	10,85 A
Spadek napięcia	0,05%



Rozpraszanie mocy	3,62 W
-------------------	--------

Numer: C13	Opis: Z: Ciąg:5 Do: R-DC-04 przez R-DC-03
Długość	12,43 m
Przekrój	6,00 mm ²
Liczba żył	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	622,50 V
Prąd	10,85 A
Spadek napięcia	0,16%
Rozpraszanie mocy	10,86 W

Numer: C14	Opis: Przewód łączący moduły: Ciąg:5
Długość	32,66 m
Przekrój	6,00 mm ²
Liczba żył	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	622,50 V
Prąd	10,85 A
Spadek napięcia	0,42%
Rozpraszanie mocy	28,53 W

Numer: C15	Opis: Z: Falownik:1 Do: RS5
Długość	6,22 m
Przekrój	10,00 mm ²
Liczba żył	3
Przekrój PE	10,00 mm ²
Liczba żył PE	1
Przekrój neutralny	10,00 mm ²



Liczba przewodów neutralnych	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	400,00 V
Prąd	33,50 A
Spadek napięcia	0,20%
Rozpraszanie mocy	27,43 W

Numer: C16	Opis: Z: R-DC-02 Do: Falownik:1
Długość	5,4 m
Przekrój	6,00 mm ²
Liczba żył	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	498,00 V
Prąd	10,85 A
Spadek napięcia	0,09%
Rozpraszanie mocy	4,72 W

Numer: C17	Opis: Z: Ciąg:4 Do: R-DC-02 przez R-DC-01
Długość	11,1 m
Przekrój	6,00 mm ²
Liczba żył	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	498,00 V
Prąd	10,85 A
Spadek napięcia	0,18%
Rozpraszanie mocy	9,70 W

Numer: C18	Opis: Przewód łączący moduły: Ciąg:4
-------------------	---



Długość	25,7 m
Przekrój	6,00 mm ²
Liczba żył	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	498,00 V
Prąd	10,85 A
Spadek napięcia	0,42%
Rozpraszanie mocy	22,45 W

Numer: C19	Opis: Z: R-DC-02 Do: Falownik:1
Długość	5,44 m
Przekrój	6,00 mm ²
Liczba żył	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	498,00 V
Prąd	10,85 A
Spadek napięcia	0,09%
Rozpraszanie mocy	4,75 W

Numer: C20	Opis: Z: Ciąg:3 Do: R-DC-02 przez R-DC-01
Długość	13,11 m
Przekrój	6,00 mm ²
Liczba żył	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	498,00 V
Prąd	10,85 A
Spadek napięcia	0,21%
Rozpraszanie mocy	11,45 W



Numer: c21	Opis: Przewód łączący moduły: Ciąg:3
Długość	37,39 m
Przekrój	6,00 mm ²
Liczba żył	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	498,00 V
Prąd	10,85 A
Spadek napięcia	0,60%
Rozpraszanie mocy	32,66 W

Numer: c22	Opis: Z: R-DC-02 Do: Falownik:1
Długość	5,46 m
Przekrój	6,00 mm ²
Liczba żył	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	581,00 V
Prąd	10,85 A
Spadek napięcia	0,08%
Rozpraszanie mocy	4,77 W

Numer: c23	Opis: Z: Ciąg:2 Do: R-DC-02 przez R-DC-01
Długość	15,33 m
Przekrój	6,00 mm ²
Liczba żył	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	581,00 V
Prąd	10,85 A
Spadek napięcia	0,21%



Rozpraszanie mocy	13,39 W
-------------------	---------

Numer: C24	Opis: Przewód łączący moduły: Ciąg:2
Długość	38,38 m
Przekrój	6,00 mm ²
Liczba żył	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	581,00 V
Prąd	10,85 A
Spadek napięcia	0,53%
Rozpraszanie mocy	33,52 W

Numer: C25	Opis: Z: R-DC-02 Do: Falownik:1
Długość	5,46 m
Przekrój	6,00 mm ²
Liczba żył	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	581,00 V
Prąd	10,85 A
Spadek napięcia	0,08%
Rozpraszanie mocy	4,77 W

Numer: C26	Opis: Z: Ciąg:1 Do: R-DC-02 przez R-DC-01
Długość	19,8 m
Przekrój	6,00 mm ²
Liczba żył	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	581,00 V



Prąd	10,85 A
Spadek napięcia	0,27%
Rozpraszanie mocy	17,30 W

Numer: C27	Opis: Przewód łączący moduły: Ciąg:1
Długość	39,68 m
Przekrój	6,00 mm ²
Liczba żył	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	581,00 V
Prąd	10,85 A
Spadek napięcia	0,55%
Rozpraszanie mocy	34,66 W

15.1 Weryfikacja pól falowniczych

W celu doboru falownika jest zazwyczaj konieczne, aby zweryfikować zgodność używanych falowników z polami fotowoltaicznymi.

Weryfikacja falowników odnosi się do sekcji prądu stałego systemu fotowoltaicznego i dotyczy:

- weryfikacji napięcia stałego
- weryfikacji prądu stałego

15.2 Weryfikacja napięcia stałego

Sprawdzenie napięcia stałego wykonywane jest w celu weryfikacji, czy zestaw napięć dostarczanych przez pole fotowoltaiczne jest zgodny z zakresem wahań napięcia wejściowego falownika.

Innymi słowy, niezbędne jest, aby wyliczyć minimalny i maksymalny poziom napięcia pola 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.

15.3 Weryfikacja prądu stałego

Weryfikacja prądu stałego wykonywana jest w celu sprawdzenia czy prąd zwarcia polu PV @ STC jest mniejszy niż maksymalna dopuszczalna wartość prądu wejściowego falownika.

15.4 Weryfikacja mocy

Weryfikacji mocy jest wykonywana w celu sprawdzenia czy moc znamionowa grupy przetwornic DC

/ AC (suma mocy znamionowej falownika) jest większa niż 80,00% i mniejsza niż 130,00% mocy znamionowej systemu fotowoltaicznego (suma mocy znamionowej modułów fotowoltaicznych).

Poniższe tabele przedstawiają wynik tych weryfikacji.

Falownik:1	
Limity napięcia	Mppt1 - Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,5°C (439,7 V) > Minimalne napięcie MPPT (200 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,5°C (439,7 V) > Minimalne napięcie MPPT (200 V)
Limity napięcia	Mppt1 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -4,83°C (545,65 V) < Maksymalne napięcie MPPT (950 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -4,83°C (545,65 V) < Maksymalne napięcie MPPT (950 V)
Limity napięcia	Mppt1 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -4,83°C (639,25 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -4,83°C (639,25 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
Limity prądu	Mppt1 - Prąd zwarciový (23,2 A) < Maksymalny prąd falownika (30 A)
Limity prądu	Mppt2 - Prąd zwarciový (23,2 A) < Maksymalny prąd falownika (30 A)
Limity mocy	Współczynnik wielkości mocy (80 %) < (117%) < (130 %)

Falownik:2	
Limity napięcia	Mppt1 - Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,5°C (512,98 V) > Minimalne napięcie MPPT (200 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,5°C (512,98 V) > Minimalne napięcie MPPT (200 V)
Limity napięcia	Mppt1 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -4,83°C (636,59 V) < Maksymalne napięcie MPPT (950 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -4,83°C (636,59 V) < Maksymalne napięcie MPPT (950 V)
Limity napięcia	Mppt1 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -4,83°C (745,79 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -4,83°C (745,79 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
Limity prądu	Mppt1 - Prąd zwarciový (23,2 A) < Maksymalny prąd falownika (30 A)
Limity prądu	Mppt2 - Prąd zwarciový (23,2 A) < Maksymalny prąd falownika (30 A)
Limity mocy	Współczynnik wielkości mocy (80 %) < (130%) < (130 %)



16. WYDAJNOŚĆ SYSTEMU

Instalacja

Układ zostanie zainstalowany w lokalizacji Grotniki (łódzkie) ul. Graniczna 1.

Poniższa tabela przedstawia podstawowe dane geograficzne miejsca instalacji.

Dane geograficzne miejsca	
Lokalizacja	Grotniki
Szerokość	51,88°
Długość geograficzna	19,32°
Wysokość	172 m
Temperatura maksymalna	24,00°C
Temperatura minimalna	-4,83°C
Wartości natężenia promieniowania słonecznego	1040,25 kWh/m ²

W tej lokalizacji pozyskujemy następujące dzienne wartości natężenia promieniowania słonecznego na poziomej powierzchni, według źródła NASA-SSE.

Miesiąc	Rozproszone dzienne [kWh/m ²]	Bezpośrednie dzienne [kWh/m ²]	Globalne dzienne [kWh/m ²]
Styczeń	0,59	0,33	0,92
Luty	0,95	0,70	1,65
Marzec	1,52	1,16	2,68
Kwiecień	2,09	1,62	3,71
Maj	2,53	2,47	5,00
Czerwiec	2,72	2,11	4,83
Lipiec	2,61	2,25	4,86
Sierpień	2,25	2,12	4,37
Wrzesień	1,59	1,29	2,88
Październik	0,98	0,70	1,68
Listopad	0,61	0,30	0,91
Grudzień	0,47	0,22	0,69
Rocznie	576,70	463,55	1040,25

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 Grotniki (Łódzkie). Ta wartość jest równa 1040,25 [kWh/m²].

Zacienienie odległe

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

W przypadku omawianej instalacji nie występuje zacienienie.

Obliczanie technologiczności

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 (49,5 kW), kąt nachylenia oraz azymut (0° , 172° 20° , 172°) generator PV, straty na generatorze PV (straty rezystancyjne, straty z powodu różnicy temperatury modułów, refleksji bądź niedopasowania pomiędzy łańcuchami), 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:

$$E_{p,y} = P_{nom} * I_{rr} * (1 - losses) = 44850,12 \text{ kWh}$$

gdzie:

P_{nom} – moc znamionowa systemu: 49,5 kW

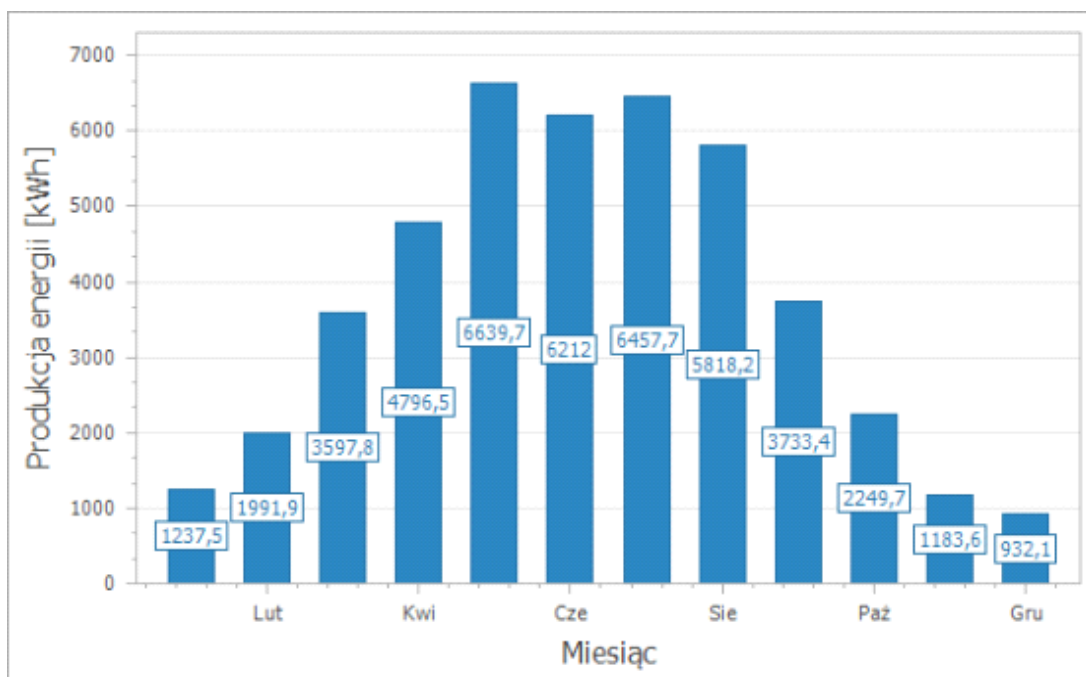
I_{rr} – roczne natężenie promieniowania słonecznego na powierzchni modułów: 1057,60 kWh/m²

losses – straty mocy: 12,09 %

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

Straty	
Straty ciepła	3,00 %
Straty z niedopasowania	2,00 %
Straty rezystancyjne	4,00 %
Straty spowodowane konwersją DC/AC	1,70 %
Inne straty	2,00 %
Straty z zacienienia	2,66 %
Straty całkowite	12,09 %

Poniższy wykres przedstawia trend miesięcznej produkcji energii przewidywany w danym roku.



17. ZAŁĄCZNIKI

- Karta katalogowa inwertera
- Karta katalogowa paneli
- Karta katalogowa konstrukcji paneli PV