

PROJEKT TECHNICZNY

„Modernizacja Stacji Uzdatniania Wody w Czyżówce „

Inwestor: Gmina Stara Błotnica, 26-806 Stara Błotnica 46

Lokalizacja: dz. nr 12/1, 14/1, 14/2 obręb Czyżówka, gm. Stara Błotnica

Jednostka projektowa:

AWP NORDIC PRODUCTS Spółka z o.o. 91-465 Łódź, ul. Łagiewnicka 54/56 lok. 094

Oświadczenie projektantów: Na podstawie art. 20 ust.4 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t.j. Dz. U. 2020r. poz. 1333 z późn. zm.) oświadczamy, że projekt został wykonany zgodnie z obowiązującymi przepisami, normami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Branża	Imię i Nazwisko	Nr uprawnień	Podpis	Pieczętka
Inst. elektr. projektant	mgr inż. Michał Simiński	LOD/1439/PWOE/10		
Inst. elektr. sprawdzający	mgr inż. Rafał Skowron	LOD/3024/PBE/16		

Spis Treści

PODSTAWA OPRACOWANIA – INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA	3
1. PODSTAWY PRAWNE ORAZ PRZEPISY	4
2. NORMY I POJĘCIA ZWIĄZANE	5
2.1 NORMY	5
2.2 POJĘCIA ZWIĄZANE, WG NORMY PN-HD 60364-7-712	5
3. OPIS PROJEKTOWANEJ INSTALACJI	7
4. DOBÓR URZĄDZEŃ	9
4.1 FALOWNIK	9
4.2 PANELE FOTOWOLTAICZNE	9
5. ROZDZIELNICE ELEKTRYCZNE AC I DC	11
5.1 ROZDZIELNICA R-DC-01, R-DC-02 I R-DC-03	11
5.2 ROZDZIELNICA FOTOWOLTAICZNA R-AC-01	11
6. OKABLOWANIE	12
7. OCHRONA PRZECIWPŁYCIOWA	14
8. OCHRONA ODGROMOWA	15
9. MAGAZYNOWANIE ENERGII	15
10. SYSTEM ZARZĄDZANIA	16
11. WYTYCZNE DLA BRANŻ	17
11.2 BRANŻA ELEKTRYCZNA	17
12. INFORMACJE I WYTYCZNE DLA WYKONAWCY	18
13. INFORMACJE DLA INWESTORA	19
14. OBLICZENIA	20
15. ZESTAWIENIE KABLI ELEKTRYCZNYCH	22
15.2 WERYFIKACJA PÓŁ FALOWNICZYCH	31
15.3 WERYFIKACJA NAPIĘCIA STAŁEGO	31
15.4 WERYFIKACJA PRĄDU STAŁEGO	31
15.5 WERYFIKACJA MOCY	31
16. WYDAJNOŚĆ SYSTEMU	33
17. ZAŁĄCZNIKI	37
18. WYKAZ URZĄDZEŃ, KOSZTORYS, PRZEDMIAR	37

PODSTAWA OPRACOWANIA – INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA

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

1. 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. 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (tekst jednolity Dz. U. z 2008 r., nr 25, poz. 150 z późn. zm.)
- 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 i Pracy z dnia 20 maja 2005 r. w sprawie wymagań dotyczących dokumentacji technicznej, stosowania etykiet i charakterystyk technicznych oraz wzorów etykiet dla urządzeń (Dz.U. 2005 nr 98 poz. 825)
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 20 maja 2005 r. w sprawie wymagań dotyczących dokumentacji technicznej, stosowania etykiet i charakterystyk technicznych oraz wzorów etykiet dla urządzeń (Dz.U. 2005 nr 98 poz. 825)
- Ustawa z dnia 21 grudnia 2000 r. o dozorze technicznym (Dz. U. z 2000 r. nr 122 poz. 1321)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie informacji dotyczące bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz. U. z 2003 r. nr 120 poz. 1126)
- Ustawa z dnia 13 czerwca 2013 r. o zmianie ustawy o wyrobach budowlanych oraz ustawy o systemie oceny zgodności (Dz.U. 2013 poz. 898)
- Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej (Dz.U. 2016 poz. 831 z późn. zm.)
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz.U. 2004 nr 92 poz. 881)
- Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 28 sierpnia 2019 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych (Dz.U. 2019 poz. 1830)
- 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

2. Normy i pojęcia związane

2.1 NORMY

Wykaz wymaganych norm lub równoważnych:

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

2.2 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 – prostopadłe promieniowanie słońca 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 osiągnięta 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 = niezastonięta tylna część panelu

Sprawność systemów solarnych ($\eta\%$) – stopień zamiany energii słonecznej na elektryczną mierzony jest w %. Wówczas moduł 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 (monopolikrystaliczne, 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

3. OPIS PROJEKTOWANEJ INSTALACJI

Projektowana instalacja fotowoltaiczna o mocy całkowitej 25,12 kWp dla budynku stacji uzdatniania wody zlokalizowanej w miejscowości Czyżówka w gminie Stara Błotnica, będzie się składać z 75 paneli fotowoltaicznych o mocy 335 Wp. 48 modułów fotowoltaicznych będzie zamontowanych na elewacji budynku, zaś 24 moduły fotowoltaiczne będą zamontowane na dachu budynku. W skład instalacji fotowoltaicznej wejdą również 3 falowniki stringowe o mocy 8 kW do których będą podłączone po 2 ciągi. Ponadto instalacja fotowoltaiczna będzie wyposażona również w 3 magazyny energii elektrycznej. Przewody solarne z paneli zostaną wprowadzone do rozdzielnic prądu stałego: R-DC-01, R-DC-02, R-DC-03, zlokalizowanych w budynku, w pomieszczeniu agregatu. Przewody DC będą prowadzone w korytkach kablowych. Rozdzielnice R-DC-01, R-DC-02, R-DC-03 zostaną zabezpieczone wyłącznikami DC 16A 1000V oraz ogranicznikami przepięć 1000V DC 20kA. Przewody solarne z rozdzielnic R-DC-01 zostaną poprowadzone do falownika F-01, z rozdzielnic R-DC-02 zostaną poprowadzone do falownika F-02, natomiast z rozdzielnic R-DC-03 zostaną poprowadzone do falownika F-03. Falowniki będą zlokalizowane na ścianie w pomieszczeniu agregatu. Falowniki zostaną zabezpieczone wyłącznikiem kompaktowym 63A oraz rozłącznikiem RCD 100 mA i zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym. Rozdzielnica R-AC-01, zlokalizowana na sąsiedniej ścianie w pomieszczeniu agregatu, połączona zostanie z rozdzielnicą RS znajdującą się w hali technologicznej za pomocą kabla YKY 5x25mm².

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą prowadzenia robót przy wykonywaniu elektrowni fotowoltaicznej o łącznej mocy nominalnej modułów 25,12 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 25,12 kW będzie połączony z siecią dystrybucyjną i trójfazową wewnętrzną siecią elektryczną niskiego napięcia.

Rysunki:

- Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej : SCH-001
- Rozmieszczenie urządzeń fotowoltaicznych: PV-001

Elementy układu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna składa się z:

- 1 łańcucha liczącego 14 modułów połączonych szeregowo
- 1 łańcucha liczącego 13 modułów połączonych szeregowo
- 4 łańcuchów liczących po 12 modułów połączonych szeregowo
- 3 falowniki trójfazowych
- 3 magazynów energii elektrycznej
- grupy interfejsu
- wbudowanego systemu pomiaru energii

Główne parametry elektryczne instalacji fotowoltaicznej przedstawia poniższa tabela:

Parametry elektryczne generatora fotowoltaicznego	
Moc znamionowa	25,12 kWp
Ilość modułów fotowoltaicznych	75
Powierzchnia czynna modułów	126 m ²
Ilość łańcuchów	6
Napięcie maksymalne @STC (Voc)	575,68 V
Napięcie przy mocy maksymalnej @STC (Vmpp)	481,04 V
Prąd zwarcia @STC (Isc)	20,76 A
Prąd przy maksymalnej mocy @STC (Impp)	19,5 A

4. DOBÓR URZĄDZEŃ

4.1 Falownik

Zadaniem falowników 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”) lub równoważną.

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

Falowniki 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 falowników F-01, F-02, F-03	
Moc znamionowa	8,00 kW
Moc maksymalna	9,00 kW
Maksimum wydajności	98,50%
Europejska wydajność	98,00%
Maksymalne napięcie z PV	1 000,00 V
Minimalne napięcie MPPT	200,00 V
Maksymalne napięcie MPPT	950,00 V
Maksymalny prąd wejściowy	36,00 A
Ilość MPPT	2
AC napięcie przemiennie wyjściowe	400,00 V
Wyjście	Trójfazowy
Transformator separacyjny	False
Częstotliwość	50/60 Hz

4.2 Panele fotowoltaiczne

Instalacja fotowoltaiczna o mocy znamionowej 25,12 kW korzysta z konfiguracji szeregowo-równoległej i będzie podzielona na 6 ciągów połączonych szeregowo. Wybrane panele fotowoltaiczne będą

monokrystaliczne o mocy 335Wp.

W systemie są pasma o różnych charakterystykach:

Parametry elektryczne ciągu 1	
Liczba modułów fotowoltaicznych w serii	14
Moc znamionowa	4,69 kW
Napięcie jałowe (Voc)	575,68 V
Prąd zwarciovowy (Isc)	10,38 A
Prąd przy maksymalnej mocy (Impp)	9,75 A

Parametry elektryczne ciągu 2	
Liczba modułów fotowoltaicznych w serii	13
Moc znamionowa	4,355 kW
Napięcie jałowe (Voc)	534,56 V
Prąd zwarciovowy (Isc)	10,38 A
Prąd przy maksymalnej mocy (Impp)	9,75 A

Parametry elektryczne ciągów 3,4,5,6	
Liczba modułów fotowoltaicznych w serii	12
Moc znamionowa	4,02 kW
Napięcie jałowe (Voc)	493,44 V
Prąd zwarciovowy (Isc)	10,38 A
Prąd przy maksymalnej mocy (Impp)	9,75 A

5. ROZDZIELNICE ELEKTRYCZNE AC I DC

5.1 Rozdzielnica R-DC-01, R-DC-02 i R-DC-03

Moduły fotowoltaiczne i inwerter zostaną zabezpieczone po stronie prądu stałego za pomocą wyłączników DC 16A 1000V i ochronników przeciwprzepięciowych zgodnie ze schematem elektrycznym P1119-E-SCH-001. Rozdzielnice prądu stałego R-DC-01, R-DC-02 i R-DC-03 zlokalizowane będą w pomieszczeniu agregatu. Wyłączniki DC wraz z ochronnikami przeciwprzepięciowymi będą umieszczone w rozdzielnicach R-DC-01, R-DC-02 i R-DC-03, Rozdzielnica R-DC-01 będzie służyła do zabezpieczania ciągów 1 i 2, R-DC-02 będzie służyła do zabezpieczania ciągów 3 i 4, zaś R-DC-03 będzie służyła do zabezpieczania ciągów 5 i 6. Projektowane obudowy rozdzielnic DC będą hermetyczne (IP65) i będą wykonane z odpornego na promieniowanie UV tworzywa sztucznego.

5.2 Rozdzielnica fotowoltaiczna R-AC-01

W celu odbioru energii z projektowanej instalacji fotowoltaicznej oraz wprowadzenia jej do instalacji elektrycznej obiektu (rozdzielnicę głównej) projektuje się montaż dodatkowych zabezpieczeń dla inwerterów w zbiorczej rozdzielnicie obiektowej RG.

W skład zabezpieczeń falownika po stronie AC będą wchodzić:

- zabezpieczenie przeciwprzepięciowe
- wyłącznik nadprądowy 63A oraz różnicowo – prądowy AC 100 mA.

Rozdzielnica będzie w obudowie metalowej z min IP65.

6. OKABLOWANIE

6.1 Okablowanie po stronie prądu zmiennego (AC)

Między falownikami 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 lub równoważną. Projektuje się przewód niskiego napięcia pomiędzy falownikami a rozdzielnicą R-AC-01 o przekroju $5 \times 4 \text{ mm}^2$ oraz pomiędzy rozdzielnicą R-AC-01 a rozdzielnicą główną RS o przekroju $5 \times 25 \text{ mm}^2$.

6.2 Okablowanie i złącza po stronie prądu stałego (DC)

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

Parametry techniczne złącz przewodów systemu fotowoltaicznego:

- maksymalny prąd systemu fotowoltaicznego: 30A
- maksymalne napięcie systemu fotowoltaicznego: 1000V
- termiczne warunki pracy: pomiędzy -40°C - $+90^{\circ}\text{C}$
- stopień ochrony: IP65

Okablowanie między poszczególnymi modułami PV (grupą/stringami modułów PV) a falownikami 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 $+90^{\circ}\text{C}$
- instalacje ruchome, praca dopuszczalna w temp. -5°C do $+90^{\circ}\text{C}$

6.3 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. Na odcinkach pomiędzy modułami PV, rozdzielnicami prądu stałego, falownikami, rozdzielnicą prądu przemiennego oraz rozdzielnicą główną budynku przewody będą prowadzone w korytkach kablowych.

7 OCHRONA PRZECIWPRZEPIĘCIOWA

Ochrona przeciwprzebieciowa projektowanego systemu fotowoltaicznego zostanie zrealizowana poprzez ochronnik przeciwprzebieciowy typu I+II zainstalowany w rozdzielnicy R-DC-01, R-DC-02, R-DC-03 oraz R-AC-01. Wszystkie części przewodzące obce zostaną przyłączone do instalacji wyrównania potencjałów.

8 OCHRONA ODGROMOWA

Nie dotyczy.

9 MAGAZYNOWANIE ENERGII

W projektowanej instalacji fotowoltaicznej będzie wykorzystywany system magazynowania energii elektrycznej zintegrowany z systemem zarządzania energią. Magazynowanie energii elektrycznej będzie realizowane poprzez zestaw trzech baterii o mocach 15 kW każda. Baterie będą kompatybilne do pracy z falownikami trójfazowymi. Magazyny energii zostaną zamontowane w pomieszczeniu agregatu poniżej rozdzielnic prądu stałego. Baterie zostaną połączone z poszczególnymi falownikami poprzez przewód zasilający o przekroju 6 mm² oraz przewód sygnałowy, ekranowany o przekroju 0,2 – 0,35 mm².

Należy odpowiednio zintegrować system bateriowy aby współpracował z falownikami w konfiguracji on-grid. Zaleca się coroczne badanie stanu baterii oraz kompleksowe testy.

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 lub równoważnych.

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 falownika
- zarządzanie systemem baterii

11 WYTYCZNE DLA BRANŻ

11.2 Branża elektryczna

- lokalizację masztów odgromowych należy określić uwzględniając instalację fotowoltaiczną - należy zapewnić jak najmniejsze zacinienie modułów fotowoltaicznych. Instalację odgromową należy wykonać wg normy PN-EN 62305 lub równoważnej
- 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
C1		Z: Główny panel Do: Sieć elektryczna		0,13%	1,99 m
C2		Z: Falownik 3 Do: Główny panel		0,78%	35,72 m
C3		Z: R-DC-6 Do: Falownik 3		0,14%	7,83 m
C4		Z: Ciąg 6 Do: R-DC-6		0,13%	7,51 m
C5		Przewód łączący moduły: Ciąg 6		0,46%	10,88 m
C6		Z: R-DC-05 Do: Falownik 3		0,14%	7,83 m
C7		Z: Ciąg 5 Do: R-DC-05		0,13%	7,45 m
C8		Przewód łączący moduły: Ciąg 5		0,46%	11,01 m
C9		Z: Falownik 2 Do: Główny panel		0,10%	4,35 m
C10		Z: R-DC-03 Do: Falownik 2		0,08%	7,88 m
C11		Z: Ciąg 3 Do: R-DC-03		0,13%	7,41 m
C12		Przewód łączący moduły: Ciąg 3		0,46%	11,01 m
C13		Z: R-DC-4 Do: Falownik 2		0,14%	7,83 m
C14		Z: Ciąg 4 Do: R-DC-4		0,13%	7,51 m
C15		Przewód łączący moduły: Ciąg 4		0,46%	11,01 m
C16		Z: Falownik 1 Do: Główny panel		0,88%	40,12 m
C17		Z: R-DC-02 Do: Falownik 1		0,16%	9,73 m
C18		Z: Ciąg 2 Do: R-DC-02		0,12%	7,5 m
C19		Przewód łączący moduły: Ciąg 2		0,46%	11,93 m
C20		Z: R-DC-01 Do: Falownik 1		0,15%	9,68 m
C21		Z: Ciąg 1 Do: R-DC-01		0,12%	7,91 m
C22		Przewód łączący moduły: Ciąg 1		0,47%	12,92 m

15 ZESTAWIENIE KABLI ELEKTRYCZNYCH

Numer: c1	Opis: Z: Główny panel Do: Sieć elektryczna
Długość	1,99 m
Przekrój	6,00 mm _e
Liczba żył	1
Przekrój PE	6,00 mm _e
Liczba żył PE	1
Przekrój neutralny	6,00 mm _e
Liczba przewodów neutralnych	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	400,00 V
Prąd	40,20 A
Spadek napięcia	0,13%
Rozpraszanie mocy	21,04 W

Numer: c2	Opis: Z: Falownik 3 Do: Główny panel
Długość	35,72 m
Przekrój	6,00 mm _e
Liczba żył	1
Przekrój PE	6,00 mm _e
Liczba żył PE	1
Przekrój neutralny	6,00 mm _e
Liczba przewodów neutralnych	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	400,00 V
Prąd	13,40 A
Spadek napięcia	0,78%
Rozpraszanie mocy	41,96 W

Numer: C3	Opis: Z: R-DC-6 Do: Falownik 3
Długość	7,83 m
Przekrój	6,00 mm _e
Liczba żył	1
Przekrój PE	6,00 mm _e
Liczba żył PE	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	412,32 V
Prąd	9,75 A
Spadek napięcia	0,14%
Rozpraszanie mocy	5,52 W

Numer: C4	Opis: Z: Ciąg 6 Do: R-DC-6
Długość	7,51 m
Przekrój	6,00 mm _e
Liczba żył	1
Przekrój PE	6,00 mm _e
Liczba żył PE	0
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	412,32 V
Prąd	9,75 A
Spadek napięcia	0,13%
Rozpraszanie mocy	5,30 W

Numer: C5	Opis: Przewód łączący moduły: Ciąg 6
Długość	10,88 m
Przekrój	2,50 mm _e
Liczba żył	1
Przekrój PE	4,00 mm _e
Liczba żył PE	0
Materiał	Cu

Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	412,32 V
Prąd	9,75 A
Spadek napięcia	0,46%
Rozpraszanie mocy	18,43 W

Numer: C6	Opis: Z: R-DC-05 Do: Falownik 3
Długość	7,83 m
Przekrój	6,00 mm _e
Liczba żył	1
Przekrój PE	6,00 mm _e
Liczba żył PE	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	412,32 V
Prąd	9,75 A
Spadek napięcia	0,14%
Rozpraszanie mocy	5,52 W

Numer: C7	Opis: Z: Ciąg 5 Do: R-DC-05
Długość	7,45 m
Przekrój	6,00 mm _e
Liczba żył	1
Przekrój PE	6,00 mm _e
Liczba żył PE	0
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	412,32 V
Prąd	9,75 A
Spadek napięcia	0,13%
Rozpraszanie mocy	5,25 W

Numer: C8	Opis: Przewód łączący moduły: Ciąg 5
Długość	11,01 m
Przekrój	2,50 mm ²
Liczba żył	1
Przekrój PE	4,00 mm ²
Liczba żył PE	0
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	412,32 V
Prąd	9,75 A
Spadek napięcia	0,46%
Rozpraszanie mocy	18,65 W

Numer: C9	Opis: Z: Falownik 2 Do: Główny panel
Długość	4,35 m
Przekrój	6,00 mm ²
Liczba żył	1
Przekrój PE	6,00 mm ²
Liczba żył PE	1
Przekrój neutralny	6,00 mm ²
Liczba przewodów neutralnych	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	400,00 V
Prąd	13,40 A
Spadek napięcia	0,10%
Rozpraszanie mocy	5,11 W

Numer: C10	Opis: Z: R-DC-03 Do: Falownik 2
Długość	7,88 m
Przekrój	10,00 mm ²
Liczba żył	1

Przekrój PE	10,00 mm _e
Liczba żył PE	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	412,32 V
Prąd	9,75 A
Spadek napięcia	0,08%
Rozpraszanie mocy	3,36 W

Numer: C11	Opis: Z: Ciąg 3 Do: R-DC-03
Długość	7,41 m
Przekrój	6,00 mm _e
Liczba żył	1
Przekrój PE	6,00 mm _e
Liczba żył PE	0
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	412,32 V
Prąd	9,75 A
Spadek napięcia	0,13%
Rozpraszanie mocy	5,23 W

Numer: C12	Opis: Przewód łączący moduły: Ciąg 3
Długość	11,01 m
Przekrój	2,50 mm _e
Liczba żył	1
Przekrój PE	4,00 mm _e
Liczba żył PE	0
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	412,32 V
Prąd	9,75 A
Spadek napięcia	0,46%

Rozpraszanie mocy	18,65 W
-------------------	---------

Numer: C13	Opis: Z: R-DC-4 Do: Falownik 2
Długość	7,83 m
Przekrój	6,00 mm _e
Liczba żył	1
Przekrój PE	6,00 mm _e
Liczba żył PE	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	412,32 V
Prąd	9,75 A
Spadek napięcia	0,14%
Rozpraszanie mocy	5,52 W

Numer: C14	Opis: Z: Ciąg 4 Do: R-DC-4
Długość	7,51 m
Przekrój	6,00 mm _e
Liczba żył	1
Przekrój PE	6,00 mm _e
Liczba żył PE	0
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	412,32 V
Prąd	9,75 A
Spadek napięcia	0,13%
Rozpraszanie mocy	5,30 W

Numer: C15	Opis: Przewód łączący moduły: Ciąg 4
Długość	11,01 m
Przekrój	2,50 mm _e
Liczba żył	1
Przekrój PE	4,00 mm _e

Liczba żył PE	0
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	412,32 V
Prąd	9,75 A
Spadek napięcia	0,46%
Rozpraszanie mocy	18,65 W

Numer: C16	Opis: Z: Falownik 1 Do: Główny panel
Długość	40,12 m
Przekrój	6,00 mm _e
Liczba żył	1
Przekrój PE	6,00 mm _e
Liczba żył PE	1
Przekrój neutralny	6,00 mm _e
Liczba przewodów neutralnych	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	400,00 V
Prąd	13,40 A
Spadek napięcia	0,88%
Rozpraszanie mocy	47,12 W

Numer: C17	Opis: Z: R-DC-02 Do: Falownik 1
Długość	9,73 m
Przekrój	6,00 mm _e
Liczba żył	1
Przekrój PE	6,00 mm _e
Liczba żył PE	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	446,68 V
Prąd	9,75 A

Spadek napięcia	0,16%
Rozpraszanie mocy	6,86 W

Numer: C18	Opis: Z: Ciąg 2 Do: R-DC-02
Długość	7,5 m
Przekrój	6,00 mm _e
Liczba żył	1
Przekrój PE	6,00 mm _e
Liczba żył PE	0
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	446,68 V
Prąd	9,75 A
Spadek napięcia	0,12%
Rozpraszanie mocy	5,29 W

Numer: C19	Opis: Przewód łączący moduły: Ciąg 2
Długość	11,93 m
Przekrój	2,50 mm _e
Liczba żył	1
Przekrój PE	4,00 mm _e
Liczba żył PE	0
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	446,68 V
Prąd	9,75 A
Spadek napięcia	0,46%
Rozpraszanie mocy	20,21 W

Numer: C20	Opis: Z: R-DC-01 Do: Falownik 1
Długość	9,68 m
Przekrój	6,00 mm _e
Liczba żył	1

Przekrój PE	6,00 mm _e
Liczba żył PE	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	481,04 V
Prąd	9,75 A
Spadek napięcia	0,15%
Rozpraszanie mocy	6,83 W

Numer: C21	Opis: Z: Ciąg 1 Do: R-DC-01
Długość	7,91 m
Przekrój	6,00 mm _e
Liczba żył	1
Przekrój PE	6,00 mm _e
Liczba żył PE	0
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	481,04 V
Prąd	9,75 A
Spadek napięcia	0,12%
Rozpraszanie mocy	5,58 W

Numer: C22	Opis: Przewód łączący moduły: Ciąg 1
Długość	12,92 m
Przekrój	2,50 mm _e
Liczba żył	1
Przekrój PE	4,00 mm _e
Liczba żył PE	0
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	481,04 V
Prąd	9,75 A
Spadek napięcia	0,47%

Rozpraszanie mocy

21,89 W

15.2 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

15.3 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 ogniów 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.

15.4 Weryfikacja prądu stałego

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

15.5 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 120,00% mocy znamionowej systemu fotowoltaicznego (suma mocy znamionowej modułów fotowoltaicznych).

Poniższe tabele przedstawiają wynik tych weryfikacji.

Falownik 01	
Limity napięcia	Mppt1 - Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,5°C (420,31 V) > Minimalne napięcie MPPT (200 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,5°C (390,29 V) > Minimalne napięcie MPPT (200 V)
Limity napięcia	Mppt1 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -5,05°C (531,04 V) < Maksymalne napięcie MPPT (950 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -5,05°C (493,1 V) < Maksymalne napięcie MPPT (950 V)
Limity napięcia	Mppt1 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -5,05°C (625,68 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -5,05°C (580,98 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)

Limity prądu	Mppt1 - Prąd zwarciový (10,38 A) < Maksymalny prąd falownika (18 A)
Limity prądu	Mppt2 - Prąd zwarciový (10,38 A) < Maksymalny prąd falownika (18 A)
Limity mocy	Współczynnik wielkości mocy (80 %) < (113%) < (120 %)

Falownik 02

Limity napięcia	Mppt1 - Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,5°C (360,27 V) > Minimalne napięcie MPPT (200 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,5°C (360,27 V) > Minimalne napięcie MPPT (200 V)
Limity napięcia	Mppt1 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -5,05°C (455,17 V) < Maksymalne napięcie MPPT (950 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -5,05°C (455,17 V) < Maksymalne napięcie MPPT (950 V)
Limity napięcia	Mppt1 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -5,05°C (536,29 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -5,05°C (536,29 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
Limity prądu	Mppt1 - Prąd zwarciový (10,38 A) < Maksymalny prąd falownika (18 A)
Limity prądu	Mppt2 - Prąd zwarciový (10,38 A) < Maksymalny prąd falownika (18 A)
Limity mocy	Współczynnik wielkości mocy (80 %) < (100%) < (120 %)

Falownik 03

Limity napięcia	Mppt1 - Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,5°C (360,27 V) > Minimalne napięcie MPPT (200 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,5°C (360,27 V) > Minimalne napięcie MPPT (200 V)
Limity napięcia	Mppt1 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -5,05°C (455,17 V) < Maksymalne napięcie MPPT (950 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -5,05°C (455,17 V) < Maksymalne napięcie MPPT (950 V)
Limity napięcia	Mppt1 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -5,05°C (536,29 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -5,05°C (536,29 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
Limity prądu	Mppt1 - Prąd zwarciový (10,38 A) < Maksymalny prąd falownika (18 A)
Limity prądu	Mppt2 - Prąd zwarciový (10,38 A) < Maksymalny prąd falownika (18 A)
Limity mocy	Współczynnik wielkości mocy (80 %) < (100%) < (120 %)

16 WYDAJNOŚĆ SYSTEMU**16.1 Instalacja**

Układ zostanie zainstalowany w lokalizacjach Czyżówka () .

Poniższa tabela przedstawia podstawowe dane geograficzne miejsca instalacji.

Dane geograficzne miejsca	
Lokalizacja	Czyżówka
Szerokość	51,55°
Długość geograficzna	20,98°
Wysokość	0 metry
Temperatura maksymalna	24,00 °C
Temperatura minimalna	-5,05 °C
Wartości natężenia promieniowania słonecznego	

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	0,60	0,33	0,93
Luty	0,95	0,71	1,66
Marzec	1,53	1,19	2,72
Kwiecień	2,08	1,61	3,69
Maj	2,53	2,48	5,01
Czerwiec	2,73	2,16	4,89
Lipiec	2,61	2,28	4,89
Sierpień	2,25	2,11	4,36
Wrzesień	1,59	1,33	2,92
Październik	0,98	0,70	1,68
Listopad	0,61	0,31	0,92
Grudzień	0,47	0,23	0,70
Rocznie	576,70	467,20	1 043,90

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 Czyżówka (). Ta wartość jest równa 1 043,90 [kWh/m²].

16.2 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.

16.3 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 (25,12 kW), kąt nachylenia oraz azymut (15° , 201,230273629401° 89° , 203,171558025367°) 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:

$$E_{p,y} = P_{nom} * I_{rr} * (1 - losses) = 20\,942,47 \text{ kWh}$$

gdzie:

P_{nom} – moc znamionowa systemu: 25,12 kW

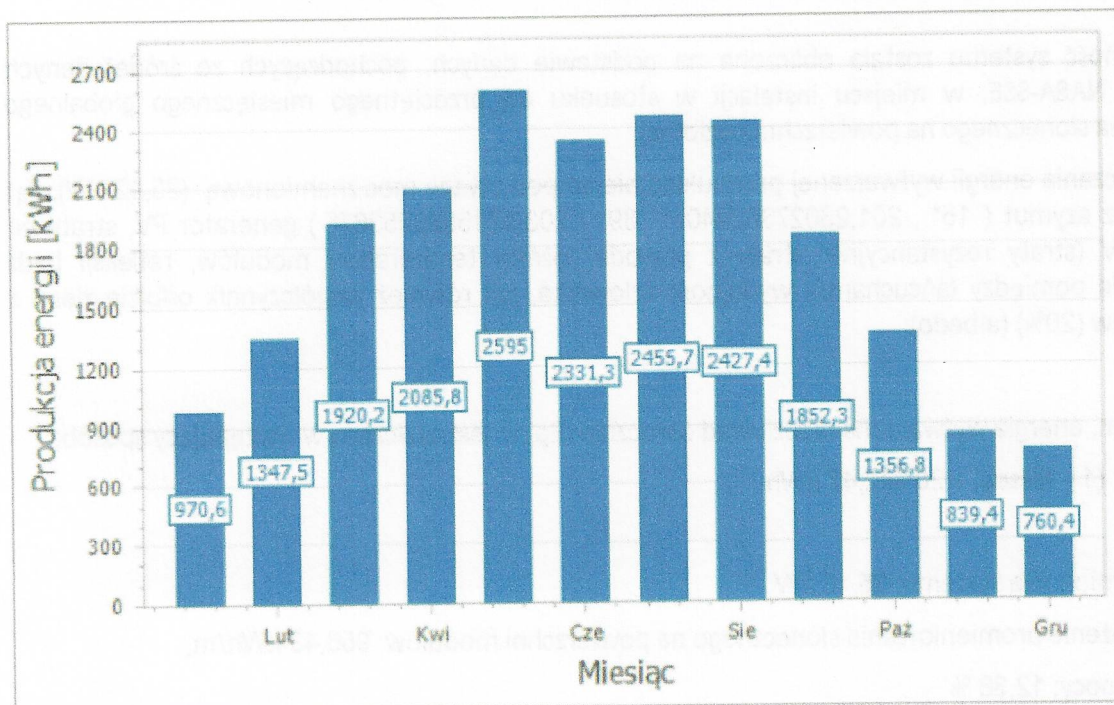
I_{rr} – roczne natężenie promieniowania słonecznego na powierzchni modułów: 956,43 kWh/m₂

losses – straty mocy: 12,36 %

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	2,00 %
Inne straty	2,00 %
Straty z zacinienia	0,57 %
Straty całkowite	12,36 %

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



17 ZAŁĄCZNIKI

- Rozmieszczenie urządzeń fotowoltaicznych: PV-001
 - Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej: SCH-001
-

