

**INWESTOR:**

**Szkoła Główna  
Gospodarstwa  
Wiejskiego** Ul.  
Nowoursynowska 166  
02-787 Warszawa

**JEDNOSTKA  
PROJEKTOWA:**

**BBC Best Building  
Consultants**  
**Sp. z o.o. Sp. k.**  
Ul. Aleje Jerozolimskie 155  
02-326 Warszawa  
T : +48 530 272 155  
[biuro@bbconsultants.pl](mailto:biuro@bbconsultants.pl)

**PROJEKT WYKONAWCZY – TOM II****INSTALCJA PV****TYTUŁ:**

**BUDOWA BUDYNKU LABORATORYJNO – DYDAKTYCZNEGO WRAZ Z  
ZAPLECZEM TECHNICZNYM I INFRASTRUKTURĄ TOWARZYSZĄCĄ, CIAGAMI  
KOMUNIKACYJNYMI I ZAGOSPODAROWANIEM TERENU**

**NAZWA INWESTYCJI:**

Budowa Obiektu Laboratoryjno – Dydaktycznego wraz z zapleczem technicznym, infrastrukturą towarzyszącą, przyłączami, ciagami komunikacyjnymi i zagospodarowaniem terenu

**ADRES INWESTYCJI:**

ul. Nowoursynowska 159  
02-782 Warszawa  
działka nr 114/2 z obrębu 1-10-12

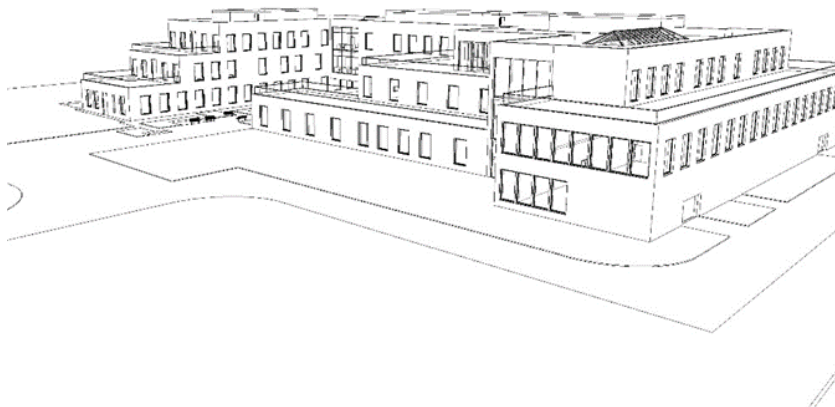
**KATEGORIA OBIEKTU BUDOWLANEGO:**

**Kategoria IX-** budynki nauki i oświaty, laboratoria i placówki badawcze

**Kategoria XVI-** budynki biurowe i konferencyjne

**Kategoria XVII-** gastronomii i usług, bary

**Kategoria XXVI-** sieci, jak: elektroenergetyczne, telekomunikacyjne, gazowe, ciepłownicze, wodociągowe, kanalizacyjne oraz rurociągi przesyłowe



**SIERPIEŃ 2020**

## Spis Treści

1.	OŚWIADCZENIE.....	3
2.	PODSTAWA OPRACOWANIA – INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA.....	4
3.	PODSTAWY PRAWNE ORAZ PRZEPISY .....	4
4.	NORMY I POJĘCIA ZWIĄZANE .....	6
5.	OPIS PROJEKTOWANEJ INSTALACJI .....	7
6.	DOBÓR URZĄDZEŃ.....	9
6.1	INWERTER .....	9
6.2	PANELE FOTOWOLTAICZNE .....	10
7.	ROZDZIELNICE ELEKTRYCZNE AC I DC .....	12
7.1	ROZDZIELNICA DC.....	12
7.2	ROZDZIELNICA FOTOWOLTAICZNA RD-AC .....	15
8.	OKABLOWANIE .....	15
9.	OCHRONA PRZECIWPRZEPięCIOWA .....	16
10.	OCHRONA ODGROMOWA .....	16
11.	SYSTEM ZARZĄDZANIA.....	16
11.1	MONITORING I WIZUALIZACJA UZYSKÓW ENERGETYCZNYCH MODUŁÓW FOTOWOLTAICZNYCH.....	17
12.	WYTYCZNE DLA BRANŻ.....	17
12.1	BRANŻA ELEKTRYCZNA .....	17
13.	INFORMACJE I WYTYCZNE DLA WYKONAWCY .....	18
14.	INFORMACJE DLA INWESTORA.....	18
15.	OBLICZENIA .....	18
16.	ZESTAWIENIE KABLI ELEKTRYCZNYCH .....	21
16.1	WERYFIKACJA PÓŁ FALOWNICZYCH .....	28
16.2	WERYFIKACJA NAPIĘCIA STAŁEGO .....	29
16.3	WERYFIKACJA PRĄDU STAŁEGO .....	29
16.4	WERYFIKACJA MOCY .....	29
17.	WYDAJNOŚĆ SYSTEMU .....	31
18.	ZAŁĄCZNIKI.....	34

## 1. OŚWIADCZENIE

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2004 roku, zmieniającego Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać obiekty budowlane i ich usytuowanie (Dz.U. Nr 109, poz. 1156), oraz zgodnie z Ustawą z dnia 16 kwietnia 2004 roku o zmianie Ustawy Prawo Budowlane (Dz.U. 2010 Nr 243, poz. 1623) oświadczam, że:

**PROJEKT FOTOWOLTAICZNY pt. " Szkoła główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie "**

zlokalizowanym przy:

**" ul.Nowoursynowska 166 w Warszawie".**

sporządzono zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej. Opracowanie wykonano zgodnie z umową oraz wydano w stanie kompletnym ze względu na cel, jakemu ma służyć.

PROJEKT WYKONAWCZY – TOM II			
INSTALCJA PV			
TYTUŁ:			
<b><u>BUDOWA BUDYNKU LABORATORYJNO – DYDAKTYCZNEGO WRAZ Z ZAPLECZEM TECHNICZNYM I INFRASTRUKTURĄ TOWARZYSZĄCĄ, CIĄGAMI KOMUNIKACYJNYMI I ZAGOSPODAROWANIEM TERENU</u></b>			
<u>SPECJALIZACJA</u>	<u>AUTOR - PROJEKTANT</u>	<u>NUMER UPRAWNIEN</u>	<u>PODPIS</u>
Instalacje elektryczne	Michał Simiński	LOD/1439/PWOE/10	
<u>SPECJALIZACJA</u>	<u>AUTOR - SPRAWDZAJĄCY</u>	<u>NUMER UPRAWNIEN</u>	<u>PODPIS</u>
Instalacje elektryczne	Rafał Skowron	LOD/3024/PBE/16	

## **2. PODSTAWA OPRACOWANIA – INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA**

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

## **3. 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. nr 1333, poz. 1623 z późn. zm.)
- Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym z dnia 27.03.2003r. (Dz.U.2003 nr 80 poz.717)
- Ustawa z dn. 29 stycznia 2004 r. Prawo zamówień publicznych (tekst jednolity Dz.U. z 2004 r., nr 19, poz. 177 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 2020 r., poz. 1219 z późn. zm.)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2002 nr 75, poz. 690)
- 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 Energii z dnia 28 sierpnia 2019 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych (Dz.U. 2019 poz. 1830)
- 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 dozorze 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)
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz.U. 2004 nr 92 poz. 881)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 6 lutego 2003r. w sprawie bezpieczeństwa (Dz.U. 2016 poz. 1966)
- Ustawa z dnia 25 czerwca 2015 r. o zmianie ustawy o wyrobach budowlanych, ustawy - Prawo budowlane oraz ustawy o zmianie ustawy o wyrobach budowlanych oraz ustawy o systemie oceny zgodności (Dz.U. 2015 poz. 1165)

- 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.

#### 4. Normy i pojęcia związane

**PN-HD 60364-1:2010** Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 1: Wymagania podstawowe, ustalanie ogólnych charakterystyk, definicje.

**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-HD 60364-4-41:2017-09** Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przeciwporażeniowa.

**PN-HD 60364-4-442:2012** Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 4-442: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona instalacji niskiego napięcia przed przepięciami dorywczymi powstającymi wskutek zwarć doziemnych w układach po stronie wysokiego i niskiego napięcia.

**PN-HD 60364-5-51:2011** Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Część 5-51: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Postanowienia ogólne.

**PN-HD 60364-5-52:2011** Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 5-52: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Oprzewodowanie

**PN-HD 60364-5-56:2019-01** Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 5-56: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Instalacje bezpieczeństwa

**PN-HD 60364-6:2016-7** Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 6: Sprawdzenia

**PN-HD 60364-5-54:2011** Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Uziemienia, przewody ochronne i przewody połączeń ochronnych

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

**PN-EN15316-4-3:2017-06** - 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 część 1: Zasady ogólne

**PN-EN 62305-2:2012** Ochrona odgromowa część 2: Zarządzanie ryzykiem

**PN-EN 62305-3:2011** Ochrona odgromowa część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia

**PN-EN 62305-4:2011** Ochrona odgromowa część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach

**Eurokod 1 - PN-EN 1991-1-4:2008** (wraz z późniejszymi zmianami) - Oddziaływania na konstrukcje. Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru - strefa

klimatyczna dla Polski, kat terenu III i IV

**Eurokod 1 - PN-EN 1991-1-3:2005** (wraz z późniejszymi zmianami) – Oddziaływania na konstrukcje. Oddziaływania ogólne. Obciążanie śniegiem – strefa klimatyczna dla Polski

**PN-80/B-02010/Az1:2006** – 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.

**Norma N SEP-E-004** Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.

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;

**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;

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

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

**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;

## 5. OPIS PROJEKTOWANEJ INSTALACJI

Projektowana instalacja fotowoltaiczna o mocy całkowitej 35,55 kWp dla budynku Szkoły głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Instalacja fotowoltaiczna będzie wykorzystywana w głównej mierze na potrzeby własne budynku a nadprodukcję będzie oddawała do zakładu energetycznego.

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą prowadzenia robót przy wykonywaniu instalacji fotowoltaicznej o łącznej mocy nominalnej modułów 35,55 kWp obejmujących:

- roboty przygotowawcze,
- montaż konstrukcji wsporczej,
- montaż modułów fotowoltaicznych i przetwornic,
- rozdzielnice systemu i układ pomiarowy po stronie nN,

Szkoła główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
Moc znamionowa: 35,55 kWp

- połączenia kablowe elementów instalacji,
- montaż i uruchomienie systemu wizualizacji.

System fotowoltaiczny o mocy nominalnej 35,55 kW będzie połączony z siecią dystrybucyjną i trójfazową wewnętrzną siecią elektryczną niskiego napięcia.

Rysunki:

Schemat elektryczny : P1033-E-SCH-001

Schemat uziemienia: P1033-E-SCH-002

Rozmieszczenie Paneli Fotowoltaicznych, inwerterów i okablowania: P1033-E-ZT-001

### Elementy układu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna składa się z:

- 3 łańcuchów 11 modów połączonych szeregowo
- 2 łańcuchów 16 modów połączonych szeregowo
- 1 łańcuchów 14 modów połączonych szeregowo
- 2 x falowników typu: Trójfazowy
- Grupa interfejsu
- Wbudowanego systemu pomiaru energii

Główne parametry elektryczne instalacji fotowoltaicznej przedstawia poniższa tabela:

Parametry elektryczne generatora fotowoltaicznego	
Moc znamionowa	35,55 kWp
Ilość modułów fotowoltaicznych	79
Powierzchnia czynna modułów	171,43 m <sup>2</sup>
Ilość łańcuchów	6
Napięcie maksymalne @STC (Voc)	788,8 V
Napięcie przy mocy maksymalnej @STC (Vmpp)	664 V
Prąd zwarcia @STC (Isc)	34,8 A
Prąd przy maksymalnej mocy @STC (Impp)	32,55 A



## 6. DOBÓR URZĄDZEŃ

### 6.1 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) synchronizować się będzie 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 nr 1	
Producent	Huawei Technologies CO., LTD
Model	SUN2000-15KTL
Moc znamionowa	15,00 kW
Moc maksymalna	17,10 kW
Maksimum wydajności	98,60%
Europejska wydajność	98,30%
Maksymalne napięcie z PV	1000,00 V
Minimalne napięcie MPPT	400,00 V
Maksymalne napięcie MPPT	800,00 V
Maksymalny prąd wejściowy	43,00 A
Ilość MPPT	3
AC napięcie przemiennie wyjściowe	400,00 V
Wyjście	Trójfazowy
Transformator separacyjny	False
Częstotliwość	50/60 Hz

Szczegóły konstrukcyjne falownika nr 2	
Producent	Huawei Technologies CO., LTD
Model	SUN2000-20KTL
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	54,00 A
Ilość MPPT	3
AC napięcie przemienne wyjściowe	400,00 V
Wyjście	Trójfazowy
Transformator separacyjny	False
Częstotliwość	50/60 Hz

## 6.2 Panele fotowoltaiczne

Generator fotowoltaiczny o mocy znamionowej 35,55 kW korzysta z konfiguracji szeregowo-równoległej i będzie podzielony na 6 pasm modułów połączonych szeregowo po trzy stringi na każdy falownik. Poniżej znajduje się omówienie zestawie łańcuchów systemu.

W systemie są pasma o różnych charakterystykach:

Parametry elektryczne łańcuchów #1	
Liczba modułów fotowoltaicznych w serii	11
Producent	LONGi Solar
Model	LR4-72HPH-450M
Moc znamionowa	4,95 kW
Napięcie jałowe (Voc)	542,3 V
Prąd zwarcia (Isc)	11,6 A
Prąd przy maksymalnej mocy (Imp)	10,85 A

Parametry elektryczne łańcuchów #2	
Liczba modułów fotowoltaicznych w serii	16
Producent	LONGi Solar
Model	LR4-72HPH-450M
Moc znamionowa	7,2 kW
Napięcie jałowe (Voc)	788,8 V
Prąd zwarcia (Isc)	11,6 A
Prąd przy maksymalnej mocy (Impp)	10,85 A

Parametry elektryczne łańcuchów #3	
Liczba modułów fotowoltaicznych w serii	14
Producent	LONGi Solar
Model	LR4-72HPH-450M
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

Dokładny schemat połączeń znajduje się w schemacie elektrycznym projektu pod numerem: P1033-E-SCH-001

## **7. ROZDZIELNICE ELEKTRYCZNE AC I DC**

### **7.1 Rozdzielnica DC**

Moduły fotowoltaiczne i inwerter zostaną zabezpieczone po stronie prądu stałego za pomocą rozłączników bezpiecznikowych z wkładkami o charakterystyce gPV, ochronników przeciwprzepięciowych oraz rozłącznika DC.

Wszystkie urządzenia zabezpieczające zostaną umieszczone w skrzynce połączeniowo-ochronnej RD-DC (rozdzielnic RD-DC1 i RD-DC2). Projektowane obudowy rozdzielnic DC będą hermetyczne (IP65) i będą wykonane z odpornego na promieniowanie UV tworzywa sztucznego.

Rozdzielnica prądu stałego umieszczona zostanie na pod konstrukcji modułów.

<b>Rozdzielnica elektryczna RDC 1</b>	
Liczba wejść	1
Projektowany prąd dla każdego wejścia	11,60 A
Projektowane napięcie wejściowe	585,51 V
Projektowany prąd wyjściowy	11,60 A
Urządzenie wejściowe	Żaden
Prąd znamionowy urządzenia wejściowego	0,00 A
Zabezpieczenie	Socomec 60PV 0016
Zabezpieczenie prądu znamionowego	16,00 A
Dioda blokująca	Żaden
Prąd znamionowy diody blokującej	0,00 A
Urządzenie wyjściowe	ABB OT40F8
Prąd znamionowy urządzenia wyjściowego	32,00 A
Odgromnik	Dehn DEHNlimit PV 1000
Kategoria odgromnika	I
Napięcie odgromnika	1000,00 V

<b>Rozdzielnica elektryczna RDC 2</b>	
Liczba wejść	1
Projektowany prąd dla każdego wejścia	11,60 A
Projektowane napięcie wejściowe	851,65 V
Projektowany prąd wyjściowy	11,60 A
Urządzenie wejściowe	Żaden
Prąd znamionowy urządzenia wejściowego	0,00 A
Zabezpieczenie	Socomec 60PV 0016

Zabezpieczenie prądu znamionowego	16,00 A
Dioda blokująca	Żaden
Prąd znamionowy diody blokującej	0,00 A
Urządzenie wyjściowe	ABB S804PV-M32
Prąd znamionowy urządzenia wyjściowego	32,00 A
Odgromnik	Dehn DEHNlimit PV 1000
Kategoria odgromnika	I
Napięcie odgromnika	1000,00 V

## **7.2 Rozdzielnica fotowoltaiczna RD-AC**

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

## **8. OKABLOWANIE**

### **Okablowanie po stronie prądu zmiennego (AC)**

Między inwerterem a rozdzielniczą 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.

### **Okablowanie i złącza po stronie prądu stałego (DC)**

Wszelkie połączenia modułów fotowoltaicznych będą wykonane z wykorzystaniem dedykowanych złączek 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°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.

Na odcinkach moduły PV (string 1-3) – rozdzielnica RDC 1 oraz inwerter – rozdzielnica RGPV trasy kablowe będą prowadzone w korytkach kablowych. W przypadku wystąpienia skrzyżowań z drogami, chodnikami oraz trasami telekomunikacyjnymi, gazowymi, wodnymi itp. umieszczonymi w ziemi, należy prowadzić przewód w osłonie rurowej DVK.

## **9. OCHRONA PRZECIWPRZEPięCIOWA**

Ochrona przeciwprzepięciowa projektowanego systemu fotowoltaicznego zostanie zrealizowana poprzez ochronnik przeciwprzepięciowy typu I+II zainstalowany w rozdzielnicy RD-DC 1 oraz RD-DC2.

Wszystkie części przewodzące obce zostaną przyłączone do instalacji wyrównania potencjałów.

## **10. OCHRONA ODGROMOWA**

Należy zastosować minimalne odległości separacyjne od istniejącej instalacji odgromowej w odległości min 0.7m od przewodów/bednarek odgromowych. Jeżeli jednak ze względu na ograniczone powierzchnie nie można zastosować takich odstępów dopuszcza się połączenie metalowych konstrukcji instalacji z systemem odgromowym, niemniej jednak należy mieć na uwadze iż podczas wyładowania atmosferycznego może dojść do uszkodzenia paneli PV

## **11. 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>,
- Przechowywanie danych pomiarowych i statystycznych w zabezpieczonej bazie SQL.

### **1.1 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.

## **12. WYTYCZNE DLA BRANŻ**

### **1.2 Branża elektryczna**

2. Lokalizację masztów odgromowych należy określić uwzględniając instalację fotowoltaiczną - należy zapewnić jak najmniejsze zacielenie modułów fotowoltaicznych. Instalację odgromową należy wykonać wg normy PN-EN 62305,
3. W rozdzielnicy głównej należy zapewnić odpływ na potrzeby odbioru energii z instalacji fotowoltaicznej
4. Przewody elektryczne układać należy w rurkach instalacyjnych i korytkach systemowych.

### **13. 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.

### **14. INFORMACJE DLA INWESTORA**

Moduły fotowoltaiczne nie emitują żadnego hałasu, żadnych substancji, nie wibrują, nie zacieniają 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.

### **15. OBLICZENIA**

#### **4.1 OBLICZENIA PRZEWODÓW**

Dobór przewodów elektrycznych obejmuje następujące obliczenia:

- Obliczanie 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:

Uwaga: długość przewodu, rodzaj kabla i maksymalny prąd, który płynie, obliczenie wartości procentowej spadku napięcia dla przewodu, jest uzyskane z relacji:

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

$R, X$  rezystancja i reaktancja linii 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: Rozdzielnica AC-01 Do: Sieć elektryczna		0,24%	10,89 m
C2		Z: Falownik:2 Do: Rozdzielnica AC-01		1,45%	70,05 m
C3		Z: RD-DC - Falownik:2 Do: Falownik:2		0,03%	3,02 m
C4		Z: Ciąg:6 Do: RD-DC - Falownik:2		1,28%	61,73 m
C5		Przewód łączący moduły: Ciąg:6		1,52%	45,81 m
C6		Z: RD-DC - Falownik:2:2 Do: Falownik:2		0,02%	3,19 m
C7		Z: Ciąg:5 Do: RD-DC - Falownik:2:2		1,56%	85,78 m
C8		Przewód łączący moduły: Ciąg:5		0,74%	25,58 m
C9		Z: RD-DC - Falownik:2:1 Do: Falownik:2		0,01%	1,94 m
C10		Z: Ciąg:4 Do: RD-DC - Falownik:2:1		1,51%	83,03 m
C11		Przewód łączący moduły: Ciąg:4		0,75%	25,77 m
C12		Z: Falownik:1 Do: Rozdzielnica AC-01		0,60%	44,97 m
C13		Z: RD-DC - Falownik:1:3 Do: Falownik:1		0,02%	2,34 m
C14		Z: Ciąg:3 Do: RD-DC - Falownik:1:3		1,75%	65,91 m
C15		Przewód łączący moduły: Ciąg:3		1,06%	40,08 m
C16		Z: RD-DC - Falownik:1:2 Do: Falownik:1		0,01%	1,19 m
C17		Z: Ciąg:2 Do: RD-DC - Falownik:1:2		1,33%	50,22 m
C18		Przewód łączący moduły: Ciąg:2		0,98%	37,08 m
C19		Z: RD-DC - Falownik:1:1 Do: Falownik:1		0,01%	0,92 m
C20		Z: Ciąg:1 Do: RD-DC - Falownik:1:1		0,57%	21,38 m
C21		Przewód łączący moduły: Ciąg:1		0,58%	21,77 m

Zestawienie kabli stosowanych w systemie					
Kod	Producent	Opis	Formacja	Przekrój	Długość
				0,00 mm2	1083,3 m

## 16. ZESTAWIENIE KABLI ELEKTRYCZNYCH

Nr: C1	Kod:	Opis: Z: Rozdzielnica AC-01 Do: Sieć elektryczna
Długość	10,89 m	
Przekrój	25,00 mm <sup>2</sup>	
Liczba żył	1	
Przekrój PE	16,00 mm <sup>2</sup>	
Liczba żył PE	1	
Przekrój neutralny	16,00 mm <sup>2</sup>	
Liczba przewodów neutralnych	1	
Materiał	Cu	
Temperatura	30,00 °C	
Napięcie nominalne	400,00 V	
Prąd	55,10 A	
Spadek napięcia	0,24%	
Rozpraszanie mocy	52,09 W	

Nr: C2	Kod:	Opis: Z: Falownik:2 Do: Rozdzielnica AC-01
Długość	70,05 m	
Przekrój	16,00 mm <sup>2</sup>	
Liczba żył	3	
Przekrój PE	16,00 mm <sup>2</sup>	
Liczba żył PE	1	
Przekrój neutralny	16,00 mm <sup>2</sup>	
Liczba przewodów neutralnych	1	
Materiał	Cu	
Temperatura	30,00 °C	
Napięcie nominalne	400,00 V	
Prąd	33,40 A	
Spadek napięcia	1,45%	
Rozpraszanie mocy	193,64 W	

Nr: C3	Kod:	Opis: Z: RD-DC - 02 Do: Falownik:2
Długość	3,02 m	
Przekrój	10,00 mm <sup>2</sup>	
Liczba żył	1	

Przekrój PE	10,00 mm2
Liczba żył PE	1
Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	581,00 V
Prąd	10,85 A
Spadek napięcia	0,03%
Rozpraszanie mocy	1,59 W

Nr: C4	Kod:	Opis: Z: Ciąg:6 Do: RD-DC - 02
Długość	61,73 m	
Przekrój	4,00 mm2	
Liczba żył	1	
Przekrój PE	4,00 mm2	
Liczba żył PE	0	
Materiał	Cu	
Temperatura	30,00 °C	
Napięcie nominalne	581,00 V	
Prąd	10,85 A	
Spadek napięcia	1,28%	
Rozpraszanie mocy	80,95 W	

Nr: C5	Kod:	Opis: Przewód łączący moduły: Ciąg:6
Długość	45,81 m	
Przekrój	2,50 mm2	
Liczba żył	1	
Przekrój PE	4,00 mm2	
Liczba żył PE	0	
Materiał	Cu	
Temperatura	30,00 °C	
Napięcie nominalne	581,00 V	
Prąd	10,85 A	
Spadek napięcia	1,52%	
Rozpraszanie mocy	96,10 W	

Nr: c6	Kod:	Opis: Z: RD-DC - 02 Do: Falownik:2
Długość	3,19 m	
Przekrój	10,00 mm2	
Liczba żył	1	
Przekrój PE	10,00 mm2	
Liczba żył PE	1	
Materiał	Cu	
Temperatura	30,00 °C	
Napięcie nominalne	664,00 V	
Prąd	10,85 A	
Spadek napięcia	0,02%	
Rozpraszanie mocy	1,68 W	

Nr: c7	Kod:	Opis: Z: Ciąg:5 Do: RD-DC 02
Długość	85,78 m	
Przekrój	4,00 mm2	
Liczba żył	1	
Przekrój PE	4,00 mm2	
Liczba żył PE	0	
Materiał	Cu	
Temperatura	30,00 °C	
Napięcie nominalne	664,00 V	
Prąd	10,85 A	
Spadek napięcia	1,56%	
Rozpraszanie mocy	112,49 W	

Nr: c8	Kod:	Opis: Przewód łączący moduły: Ciąg:5
Długość	25,58 m	
Przekrój	2,50 mm2	
Liczba żył	1	
Przekrój PE	4,00 mm2	
Liczba żył PE	0	
Materiał	Cu	
Temperatura	30,00 °C	
Napięcie nominalne	664,00 V	
Prąd	10,85 A	

Spadek napięcia	0,74%
Rozpraszanie mocy	53,66 W

Nr: C9	Kod:	Opis: Z: RD-DC - 02 Do: Falownik:2
Długość	1,94 m	
Przekrój	10,00 mm2	
Liczba żył	1	
Przekrój PE	10,00 mm2	
Liczba żył PE	1	
Materiał	Cu	
Temperatura	30,00 °C	
Napięcie nominalne	664,00 V	
Prąd	10,85 A	
Spadek napięcia	0,01%	
Rozpraszanie mocy	1,02 W	

Nr: C10	Kod:	Opis: Z: Ciąg:4 Do: RD-DC 02
Długość	83,03 m	
Przekrój	4,00 mm2	
Liczba żył	1	
Przekrój PE	4,00 mm2	
Liczba żył PE	0	
Materiał	Cu	
Temperatura	30,00 °C	
Napięcie nominalne	664,00 V	
Prąd	10,85 A	
Spadek napięcia	1,51%	
Rozpraszanie mocy	108,89 W	

Nr: C11	Kod:	Opis: Przewód łączący moduły: Ciąg:4
Długość	25,77 m	
Przekrój	2,50 mm2	
Liczba żył	1	
Przekrój PE	4,00 mm2	
Liczba żył PE	0	



Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	664,00 V
Prąd	10,85 A
Spadek napięcia	0,75%
Rozpraszanie mocy	54,06 W

Nr: C12	Kod:	Opis: Z: Falownik:1 Do: Rozdzielnica AC-01
Długość	44,97 m	
Przekrój	16,00 mm2	
Liczba żył	3	
Przekrój PE	16,00 mm2	
Liczba żył PE	1	
Przekrój neutralny	16,00 mm2	
Liczba przewodów neutralnych	1	
Materiał	Cu	
Temperatura	30,00 °C	
Napięcie nominalne	400,00 V	
Prąd	21,70 A	
Spadek napięcia	0,60%	
Rozpraszanie mocy	52,47 W	

Nr: C13	Kod:	Opis: Z: RD-DC - 01 Do: Falownik:1
Długość	2,34 m	
Przekrój	10,00 mm2	
Liczba żył	1	
Przekrój PE	10,00 mm2	
Liczba żył PE	1	
Materiał	Cu	
Temperatura	30,00 °C	
Napięcie nominalne	456,50 V	
Prąd	10,85 A	
Spadek napięcia	0,02%	
Rozpraszanie mocy	1,23 W	

Nr: C14	Kod:	Opis: Z: Ciąg:3 Do: RD-DC - 01
Długość	65,91 m	
Przekrój	4,00 mm2	
Liczba żył	1	
Przekrój PE	4,00 mm2	
Liczba żył PE	0	
Materiał	Cu	
Temperatura	30,00 °C	
Napięcie nominalne	456,50 V	
Prąd	10,85 A	
Spadek napięcia	1,75%	
Rozpraszanie mocy	86,44 W	

Nr: C15	Kod:	Opis: Przewód łączący moduły: Ciąg:3
Długość	40,08 m	
Przekrój	4,00 mm2	
Liczba żył	1	
Przekrój PE	4,00 mm2	
Liczba żył PE	0	
Materiał	Cu	
Temperatura	30,00 °C	
Napięcie nominalne	456,50 V	
Prąd	10,85 A	
Spadek napięcia	1,06%	
Rozpraszanie mocy	52,56 W	

Nr: C16	Kod:	Opis: Z: RD-DC - 01 Do: Falownik:1
Długość	1,19 m	
Przekrój	10,00 mm2	
Liczba żył	1	
Przekrój PE	10,00 mm2	
Liczba żył PE	1	
Materiał	Cu	
Temperatura	30,00 °C	
Napięcie nominalne	456,50 V	
Prąd	10,85 A	

Spadek napięcia	0,01%
Rozpraszanie mocy	0,63 W

Nr: C17	Kod:	Opis: Z: Ciąg:2 Do: RD-DC - 01
Długość	50,22 m	
Przekrój	4,00 mm2	
Liczba żył	1	
Przekrój PE	4,00 mm2	
Liczba żył PE	0	
Materiał	Cu	
Temperatura	30,00 °C	
Napięcie nominalne	456,50 V	
Prąd	10,85 A	
Spadek napięcia	1,33%	
Rozpraszanie mocy	65,86 W	

Nr: C18	Kod:	Opis: Przewód łączący moduły: Ciąg:2
Długość	37,08 m	
Przekrój	4,00 mm2	
Liczba żył	1	
Przekrój PE	4,00 mm2	
Liczba żył PE	0	
Materiał	Cu	
Temperatura	30,00 °C	
Napięcie nominalne	456,50 V	
Prąd	10,85 A	
Spadek napięcia	0,98%	
Rozpraszanie mocy	48,63 W	

Nr: C19	Kod:	Opis: Z: RD-DC - 01Do: Falownik:1
Długość	0,92 m	
Przekrój	10,00 mm2	
Liczba żył	1	
Przekrój PE	10,00 mm2	
Liczba żył PE	1	

Materiał	Cu
Temperatura	30,00 °C
Napięcie nominalne	456,50 V
Prąd	10,85 A
Spadek napięcia	0,01%
Rozpraszanie mocy	0,49 W

Nr: C20	Kod:	Opis: Z: Ciąg:1 Do: RD-DC - 01
Długość	21,38 m	
Przekrój	4,00 mm <sup>2</sup>	
Liczba żył	1	
Przekrój PE	4,00 mm <sup>2</sup>	
Liczba żył PE	0	
Materiał	Cu	
Temperatura	30,00 °C	
Napięcie nominalne	456,50 V	
Prąd	10,85 A	
Spadek napięcia	0,57%	
Rozpraszanie mocy	28,04 W	

Nr: C21	Kod:	Opis: Przewód łączący moduły: Ciąg:1
Długość	21,77 m	
Przekrój	4,00 mm <sup>2</sup>	
Liczba żył	1	
Przekrój PE	4,00 mm <sup>2</sup>	
Liczba żył PE	0	
Materiał	Cu	
Temperatura	30,00 °C	
Napięcie nominalne	456,50 V	
Prąd	10,85 A	
Spadek napięcia	0,58%	
Rozpraszanie mocy	28,55 W	

## 16.1 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:

- Weryfikacja napięcia stałego
- Weryfikacja prądu stałego

#### 16.2 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.

#### 16.3 Weryfikacja prądu stałego

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

#### 16.4 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 120,00% 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 61,44°C (403,14 V) > Minimalne napięcie MPPT (400 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,44°C (403,14 V) > Minimalne napięcie MPPT (400 V)
Limity napięcia	Mppt3 - Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,44°C (403,14 V) > Minimalne napięcie MPPT (400 V)
Limity napięcia	Mppt1 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -4,51°C (499,71 V) < Maksymalne napięcie MPPT (800 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -4,51°C (499,71 V) < Maksymalne napięcie MPPT (800 V)

Limity napięcia	Mppt3 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -4,51°C (499,71 V) < Maksymalne napięcie MPPT (800 V)
Limity napięcia	Mppt1 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -4,51°C (585,51 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -4,51°C (585,51 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
Limity napięcia	Mppt3 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -4,51°C (585,51 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
Limity prądu	Mppt1 - Prąd zwarciový (11,6 A) < Maksymalny prąd falownika (14,33 A)
Limity prądu	Mppt2 - Prąd zwarciový (11,6 A) < Maksymalny prąd falownika (14,33 A)
Limity prądu	Mppt3 - Prąd zwarciový (11,6 A) < Maksymalny prąd falownika (14,33 A)
Limity mocy	Współczynnik wielkości mocy (80 %) < (99%) < (120 %)

Falownik:2	
Limity napięcia	Mppt1 - Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,44°C (586,39 V) > Minimalne napięcie MPPT (200 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,44°C (586,39 V) > Minimalne napięcie MPPT (200 V)
Limity napięcia	Mppt3 - Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,44°C (513,09 V) > Minimalne napięcie MPPT (200 V)
Limity napięcia	Mppt1 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -4,51°C (726,85 V) < Maksymalne napięcie MPPT (950 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -4,51°C (726,85 V) < Maksymalne napięcie MPPT (950 V)
Limity napięcia	Mppt3 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -4,51°C (635,99 V) < Maksymalne napięcie MPPT (950 V)
Limity napięcia	Mppt1 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -4,51°C (851,65 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -4,51°C (851,65 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
Limity napięcia	Mppt3 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -4,51°C (745,19 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
Limity prądu	Mppt1 - Prąd zwarciový (11,6 A) < Maksymalny prąd falownika (18 A)
Limity prądu	Mppt2 - Prąd zwarciový (11,6 A) < Maksymalny prąd falownika (18 A)
Limity prądu	Mppt3 - Prąd zwarciový (11,6 A) < Maksymalny prąd falownika (18 A)
Limity mocy	Współczynnik wielkości mocy (80 %) < (103%) < (120 %)

## 17. WYDAJNOŚĆ SYSTEMU

Instalacja

Układ zostanie zainstalowany w lokalizacji Warszawa Ul.Nowoursynowska 166.

Poniższa tabela przedstawia podstawowe dane geograficzne miejsca instalacji.

Dane geograficzne miejsca	
Lokalizacja	Warszawa
Szerokość	52,09°
Długość geograficzna	19,92°
Wysokość	0 metry
Temperatura maksymalna	23,94 °C
Temperatura minimalna	-4,51 °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 <sup>2</sup> ]	Bezpośrednie dzienne [kWh/m <sup>2</sup> ]	Globalne dzienne [kWh/m <sup>2</sup> ]
Styczeń	0,55	0,30	0,85
Luty	0,92	0,66	1,58
Marzec	1,51	1,15	2,66
Kwiecień	2,08	1,69	3,77
Maj	2,54	2,50	5,04
Czerwiec	2,75	2,10	4,85
Lipiec	2,63	2,17	4,80
Sierpień	2,24	2,12	4,36
Wrzesień	1,57	1,26	2,83
Październik	0,95	0,65	1,60
Listopad	0,59	0,30	0,89
Grudzień	0,45	0,21	0,66
<b>Rocznie</b>	<b>573,05</b>	<b>456,25</b>	<b>1029,30</b>

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 Warszawa ( ). Ta wartość jest równa 1029,30 [kWh/m<sup>2</sup>].

#### 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 (35,55 kW), kąt nachylenia oraz azymut ( -25° , 357° ) 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:

$$E_{p,y} = P_{nom} * Irr * (1 - Losses) = 36227,51 \text{ kWh}$$

Gdzie:

$P_{nom}$  = Moc znamionowa systemu: 35,55 kW

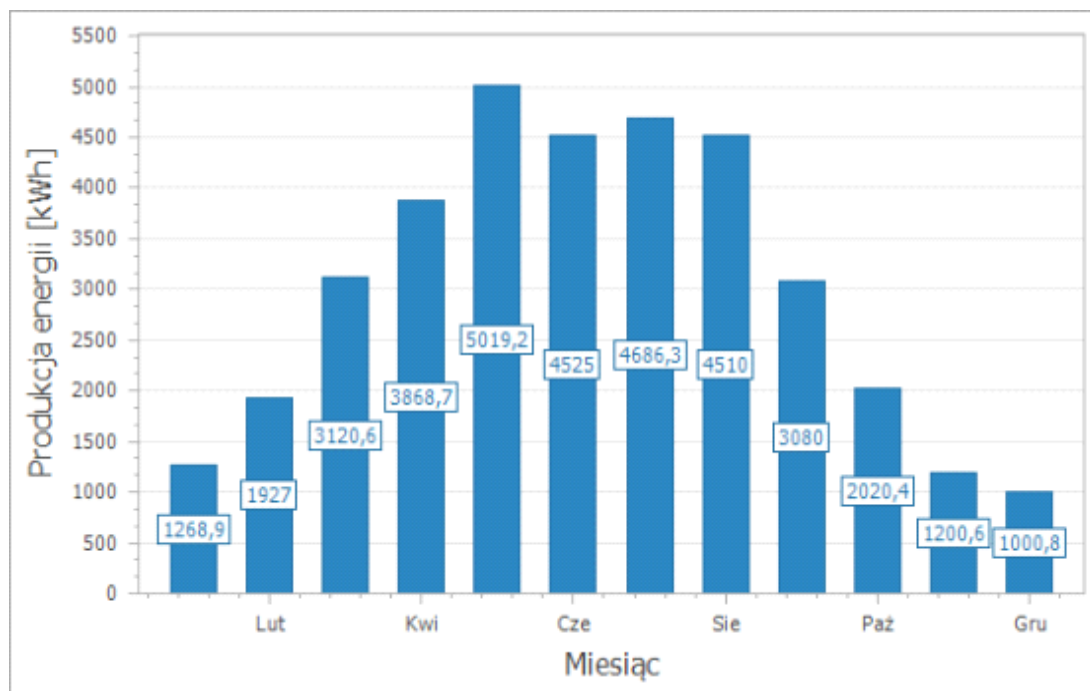
$Irr$  = Roczne natężenie promieniowania słonecznego na powierzchni modułów: 1159,18 kWh/m<sup>2</sup>

$Losses$  = 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 zacinienia	0,00 %
Straty całkowite	12,09 %

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



## 18. ZAŁĄCZNIKI

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