

# PROJEKT WYKONAWCZY

## ZADANIE:

---

Budowa instalacji fotowoltaicznej na potrzeby obiektów przedsi biorstwa Usług Miejskich zlokalizowanych przy ul. l skiej 36 w Gubinie - budynki biurowe i szatnia

## ADRES:

66-620 Gubin ul. l ska 36 obr b 005 dz. 241/1

## INWESTOR:

---

Przedsi biorstwo Usług Miejskich spółka z o.o. w Gubinie ul. l ska 36 66-620 Gubin

Autor	Specjalno	NR Uprawnie	DATA	Podpis
Projektował: mgr in . M. Warszawa	elektryczna	LBS/0002/POOE/10	08.2018	
Sprawdził: mgr in . Jerzy Anioł	elektryczna	63/80/ZG	08.2018	
Projektował: mgr in . Władysław Hołysz	konstrukcja	49/92/ZG	08.2018	

1.	Stan istniejący – opis zagospodarowania terenu .....	3
1.1.	Układ komunikacyjny .....	3
1.2.	Sieci uzbrojenia terenu .....	3
1.3.	Istniejąca ziemia .....	3
1.4.	Planowane zagospodarowanie terenu .....	3
1.5.	Dane uzupełniające .....	3
2.	Przedmiot Opracowania .....	3
3.	Podstawy opracowania .....	3
4.	Zakres opracowania .....	5
5.	Obszar oddziaływania obiektu .....	5
6.	Opis rozwiązań projektowych – elektrycznych .....	5
6.1.	Zasilanie obecne i niezbędna przebudowa .....	5
6.2.	Projektowana instalacja fotowoltaiczna .....	5
6.3.	Zagospodarowanie terenu: .....	6
6.4.	Generator fotowoltaiczny .....	6
6.5.	Falowniki .....	7
6.5.1.	Konfiguracja paneli i falowników .....	8
6.6.	Okablowanie .....	9
6.7.	Instalacja odgromowa instalacji fotowoltaicznej .....	9
6.8.	Wymagania dodatkowe .....	9
7.	Część konstrukcyjna .....	9
7.1.	Przedmiot opracowania .....	9
7.2.	Podstawa opracowania .....	9
7.3.	Zakres opracowania .....	9
7.4.	Charakterystyka obiektu .....	9
7.5.	Opis konstrukcji .....	10
7.6.	Zabezpieczenie antykorozyjne .....	10
8.	Obliczenia: .....	10
9.	Informacja na temat bezpieczeństwa i ochrony zdrowia .....	15
10.	Przestrzeganie zasad BHP w czasie wykonywania prac .....	15
11.	Uwagi końcowe .....	15
12.	Roczna technologicznie (wydajność) .....	15

## I. OPIS TECHNICZNY

### 1. Stan istniejący – opis zagospodarowania terenu

Budynki biurowe i szatnia przeznaczone pod inwestycję zlokalizowane przy ul. 1-skiej 36 w Gubinie. Dojazd do obiektu z drogi publicznej. Teren objęty inwestycją nie leży w granicach obszaru górniczego, nie leży w obszarze Natura 2000 ani nie będzie oddziaływał na taki obszar.

#### 1.1. Układ komunikacyjny

Bez zmian

#### 1.2. Sieci uzbrojenia terenu

Nie dotyczy

#### 1.3. Istniejąca zieleń

Bez zmian

#### 1.4. Planowane zagospodarowanie terenu

Na budynkach planowane jest rozmieszczenie modułów (paneli) fotowoltaicznych na stelaach stalowo – aluminiowych. Panele i konstrukcje zamontowane będą na dachu, na konstrukcjach wsporczych systemowych.

#### 1.5. Dane uzupełniające

Zaprojektowana instalacja fotowoltaiczna o mocy do 50 kW będzie produkować rocznie ok 1 MWh energii elektrycznej. Energia liniami kablowymi przekazywana będzie do rozdzielnic głównej obiektu. Zgodnie z art. 7 ust. 8d ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 roku Prawo energetyczne w przypadku gdy podmiot ubiegający się o przyłączenie mikroinstalacji do sieci dystrybucyjnej jest przyłączony do sieci jako odbiorca końcowy, a moc zainstalowanej mikroinstalacji, o której przyłączenie ubiega się ten podmiot nie jest większa niż istniejąca moc dla tego odbiorcy końcowego, przyłączenie instalacji do sieci odbywa się na podstawie zgłoszenia przyłączenia mikroinstalacji, złożonego w przedsięwzięciu energetycznym do sieci którego ma być ona przyłączona. Projektowana elektrownia o mocy 39,6kW nie przekracza mocy zainstalowanej obecnie w obiekcie. Dla przedmiotowego projektu nie są wymagane dodatkowe warunki przyłączenia wydawane przez przedsiębiorstwo energetyczne.

## 2. Przedmiot Opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany budowy instalacji paneli fotowoltaicznych wraz z infrastrukturą techniczną (konstrukcje i elementy montażowe, panele fotowoltaiczne, inwertery DC/AC, okablowanie solarne, układy pomiarowo- zabezpieczające oraz pozostałe oprzyrządowanie) służącej do wytwarzania energii elektrycznej z energii słonecznej o łącznej mocy 39,6 kW.

## 3. Podstawy opracowania

Podstawą opracowania instalacji fotowoltaicznej stanowi :

- Zlecenie Zamawiającego,
- Warunki techniczno-eksploatacyjne producenta (dostawcy) urządzeń,
- Obowiązujące normy i przepisy,
- Uzgodnienia z Zamawiającym,
- Wizja lokalna.

Podstawowe normy, przepisy i dokumenty zawierające dane wejściowe:

## Dokumenty

- Karta katalogowa panelu fotowoltaicznego,
- Karta katalogowa falownika,
- Instrukcja montażu falownika,

## Ustawy

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 roku Prawo Budowlane (tekst jedn. Dz. U. 2010 nr 243 poz. 1623),
- Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz.U. 2015 poz. 478)
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 roku Prawo Energetyczne (Dz.U. z 1997 r. Nr 54, poz. 348 z późn. zm.),
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 roku Prawo Energetyczne (tekst jedn. Dz. U. 2006 nr 89 poz. 625, z późn. zmianami),
- Ustawa z dnia 17 maja 1989 roku Prawo geodezyjne i kartograficzne (tekst jedn. Dz. U. 2010 nr 193 poz. 1287),
- Ustawa z dnia 27 marca 2003 roku o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. 2003 nr 80 poz. 717, z późn. zmianami),
- Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 roku o ochronie przeciwpożarowej (tekst jedn. Dz. U. 2009 nr 178 poz. 1380, z późn. zmianami),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2002 nr 75 poz. 690 z późn. zmianami)
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. 2010 nr 109 poz. 719)
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 roku w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (tekst jedn. Dz. U. 2003 nr 169 poz. 1650, z późn. zmianami)

## Normy

- PN-IEC 60364 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Zestaw norm.
- PN-86/E-05003/01
- PN-86/E-05003/03
- PN-86/E-05003/04 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych
- PN-HD 60364-7-712:2007 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji - Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.
- PN-IEC 61024 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych
- PN-EN 62305-4 Ochrona odgromowa – Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach
- PN-EN 60445 Zasady podstawowe i bezpieczeństwo przy współdziałaniu człowieka z maszynami, oznaczenie i identyfikacja – Oznaczenia i identyfikacje zacisków urządzeń i zakończeń przewodów oraz ogólne zasady systemu alfanumerycznego
- PN-EN 60446 Zasady podstawowe i bezpieczeństwo przy współdziałaniu człowieka z maszynami, oznaczenie i identyfikacja – Oznaczenia i identyfikacje przewodów barwami albo cyframi.
- PN-EN 60529- Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (kod IP)
- PN-91/E-05010 Zakresy napięciowe instalacji w obiektach budowlanych,
- PN-88/E-08501 Urządzenia elektryczne. Tablice i znaki bezpieczeństwa.
- PN-EN 50419 Znakowanie urządzeń elektrycznych i elektronicznych zgodnie z artykułem 11(2) dyrektywy 2002/96/WE (WEEE).
- PN-EN 61293 Znakowanie urządzeń elektrycznych danymi znamionowymi dotyczącymi zasilania elektrycznego- Wymagania bezpieczeństwa.
- PN-E-05115 Instalacje elektroenergetyczne prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1kV
- PN-EN 61730-1:2007 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji,

- PN-EN 61730-2:2007 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) Część 2: Wymagania dotyczące badań,
- PN-EN 62446:2010 Systemy fotowoltaiczne przyłączone do sieci elektrycznej. Minimalne wymagania dotyczące dokumentacji systemu, badania rozruchowe i wymagania kontrolne,
- PN-EN 61173:2002 Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej – Przewodnik,
- PN-EN 62116:2011 Procedura badania ochrony przed zanikiem napięcia w sieci w przypadku falowników fotowoltaicznych włączonych do sieci energetycznej,
- PN-EN 62446:2010 Systemy fotowoltaiczne przyłączone do sieci elektrycznej. Minimalne wymagania dotyczące dokumentacji systemu, badania rozruchowe i wymagania kontrolne,
- PN-EN ISO 9488:2002 Energia słoneczna – Terminologia,

#### 4. Zakres opracowania

W opracowaniu ujęto:

- projekt instalacji paneli fotowoltaicznych wraz z osprzętem;
- usytuowanie modułów PV;

#### 5. Obszar oddziaływania obiektu

Obszar oddziaływania obiektu, o którym mowa w art. 28 ust. 2 ustawy Prawo Budowlane obejmuje działek Inwestora. Inwestycja nie zalicza się do przedsięwzięć mogących pogorszyć stan środowiska w rozumieniu przepisów Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 9.11.2004 (dz. u. nr 257 poz. 2573).

#### 6. Opis rozwiązań projektowych – elektrycznych

##### 6.1. Zasilanie obecne i niezbędna przebudowa

Biurowiec 1 - Instalacja fotowoltaiczna przyłączona zostanie do szafki rozdzielniczej głównej znajdującej się w obiekcie. W rozdzielniczej należy dobudować pole bezpiecznikowe z wkładką 35A i z tego pola zasili projektowaną szafkę z licznikiem dla instalacji fotowoltaicznej kablem YKY5x16mm<sup>2</sup>. Szafkę z licznikiem zlokalizować przy rozdzielniczej RG natomiast szafkę ZK zlokalizować na dachu zgodnie z rysunkami.

Biurowiec 2 - Instalacja fotowoltaiczna przyłączona zostanie do szafki rozdzielniczej głównej znajdującej się w obiekcie. W rozdzielniczej należy dobudować pole bezpiecznikowe z wkładką 20A i z tego pola zasili projektowaną szafkę z licznikiem dla instalacji fotowoltaicznej kablem YKY5x10mm<sup>2</sup>. Szafkę z licznikiem zlokalizować przy rozdzielniczej RG.

Szatnia - Instalacja fotowoltaiczna przyłączona zostanie do szafki rozdzielniczej głównej znajdującej się w obiekcie. W rozdzielniczej należy dobudować pole bezpiecznikowe z wkładką 20A i z tego pola zasili projektowaną szafkę z licznikiem dla instalacji fotowoltaicznej kablem YKY5x10mm<sup>2</sup>. Szafkę z licznikiem zlokalizować przy rozdzielniczej RG.

##### 6.2. Projektowana instalacja fotowoltaiczna

Projektowana instalacja fotowoltaiczna ma za zadanie przetwarzać energię promieniowania słonecznego na energię elektryczną i po odpowiednim jej przetransformowaniu dostarczać do systemu poprzez rozdzielnicę RG.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna ze względu na lokalizację oraz wielkość mocy przyłączeniowej, składa się z następujących elementów:

- ogniwa fotowoltaiczne na konstrukcjach płaskich wsporczych w ilości 132 szt.,
- falowniki o mocy znamionowej 10,2 kW w ilości 4 szt.
- instalacja elektryczna prądu stałego
- trójfazowa instalacja elektryczna prądu przemiennego

Elektrownia słoneczna składa się z 132 polikrystalicznych paneli fotowoltaicznych o łącznej mocy 39,6 kWp. Zastosowane panele będą współpracowały z 4 trójfazowymi falownikami o mocy 10,2 kW każdy. Energia elektryczna produkowana przez elektrownię słoneczną będzie wykorzystywana na własne potrzeby obiektu a jej ewentualna nadwyżka wprowadzana będzie do sieci elektroenergetycznej KSE.

Parametry elektryczne generatora fotowoltaicznego	
Moc znamionowa	39,6 kWp
Numer modułów fotowoltaicznych	132
Powierzchnia przechwytywania	256,08 m <sup>2</sup>
Numer pasm	12
Napięcie maksymalne @STC (Voc)	486,2 V
Napięcie przy mocy maksymalnej @STC (Vmpp)	393,8 V
Prąd zwarcia @STC (Isc)	53,7 A
Prąd przy maksymalnej mocy @STC (Impp)	50,4 A

### 6.3. Zagospodarowanie terenu:

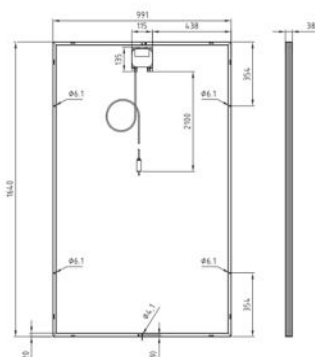
Nie dotyczy

### 6.4. Generator fotowoltaiczny

Jako źródło energii odnawialnej w projektowanej instalacji fotowoltaicznej zastosowanych zostanie 132 modułów fotowoltaicznych o mocy 300 Wp każdy. Moduły fotowoltaiczne to urządzenia elektroniczne, które za pomocą zjawiska fotowoltaicznego służą do zamiany energii słonecznej na prąd elektryczny. Moduły zostaną podzielone na sekcje zgodnie z wielkościami opisanymi dalej falowników sieciowych. Moduły umocowane będą na konstrukcji nośnej zabezpieczonej przez podrywanie i przesuwaniem z ekspozycją w kierunku południowym.

Panel posiada zabezpieczenie w postaci diod bocznikujących mających na celu ochronę przed przepływem prądu wstecznego co w przypadku zacinienia części ogniw lub całych modułów zabezpiecza go przed uszkodzeniami typu wypalenia, wytopienia bądź przegrzania.

Wymiary panelu:



Moduły PV zostaną podzielone na sekcje. Następnie sekcje główne zostaną podzielone na sekcje robocze dołączane do falowników. Panele w sekcjach roboczych zostaną połączone szeregowo. (więcej z rozdziału „konfiguracja paneli i falownika”).

Podstawowe dane modułu fotowoltaicznego o mocy 300Wp:

Dane konstrukcyjne modułów	
Producent	BRUK BET SOLAR
Model	BEP 300Wp Standard Power
Technologia	Si-Poly
Moc znamionowa	300,00 W
Tolerancja	4,90%
Napięcie jałowe (Voc)	44,20 V
Napięcie przy maksymalnej mocy (Vmpp)	35,80 V
Prąd zwarcia (Isc)	8,95 A
Prąd przy maksymalnej mocy (Impp)	8,40 A
Płaskość	1,94 m <sub>l</sub>
Wydajność	15,5%

#### 6.5. Falowniki

Dla uzyskania odpowiedniej charakterystyki wyjściowej do instalacji projektuje się falownik o mocy 10,2 kW. Energia przy stałym generowana przez panele fotowoltaiczne jest zamieniana w przekształtniku beztransformatorowym na energię przy zmiennym o wartości napięcia 230/400V. Parametry wyjściowe będą zgodne z aktualnymi parametrami sieci wewnętrznej, do której wpłynie ta energia instalacji. W przypadku zaniku prądu w sieci publicznej instalacja fotowoltaiczna nie będzie generowała prądu (zabezpieczenie anty-wyspowe). Rolę rozłączników poszczególnych generatorów pełni będzie ESS (Elektroniczny Solar Switch), zabudowany w falowniku. Łączenia poszczególnych generatorów do falownika zostaną zrealizowane za pomocą kabli FlexiSun PV1-F o odpowiednim przekroju. Projektowany falownik posiada fabrycznie zintegrowany ochron przeciwprądowy po stronie DC oraz ochron przed zwarciem biegunów. W przypadku przecięcia nastąpi automatyczne przesunięcie punktu pracy i obniżenie mocy produkowanej. Ochronę przed wydukowanymi przepięciami spowodowanymi wylądowaniami atmosferycznymi zaprojektowano w oparciu o dedykowane ochronniki przepięciowe zabudowane w falownikach jako ich fabryczne wyposażenie a także zewnętrzne ochronniki dodatkowo ochraniające układ filtrów falownika. Odgromniki zewnętrzne należy montować w obwodach instalowanych przy falownikach. Specyfikacja techniczna falownika

Szczegóły konstrukcyjne falownika	
Producent	Fronius International GmbH
Model	Fronius Symo 10.0-3-M
Moc znamionowa	10,20 kW
Moc maksymalna	19,50 kW
Maksimum wydajności	98,00%
Europejska wydajność	97,40%
Maksymalne napięcie z PV	1 000,00 V
Minimalne napięcie MPPT	200,00 V
Maksymalne napięcie MPPT	800,00 V
Maksymalny prąd wyjściowy	62,30 A
Numer MPPT	2

AC napięcie przemiennie wyjściowe	230,00 V
Wyjście	Trójfazowy
Transformator separacyjny	False
Częstotliwość	50/60 Hz

#### 6.5.1. Konfiguracja paneli i falowników

Projektowana elektrownia słoneczna składa się z zespołów modułów fotowoltaicznych podzielonych na sekcje. Wykorzystane zostaną cztery falowniki, o mocy 10,2 kW, będące współpracujące z 132 modułami fotowoltaicznymi.

Konfiguracja falownika:

Parametry elektryczne pasm	
Liczba modułów fotowoltaicznych w serii	11
Moc znamionowa	3,3 kW
Napięcie jałowe (Voc)	486,2 V
Prąd zwarcia (Isc)	8,95 A
Prąd przy maksymalnej mocy (Impp)	8,4 A

System fotowoltaiczny składa się z 11 paneli DC, poniżej wymienione są konfiguracje paneli elektrycznych w systemie:

Panel elektryczny DC	
Liczba wejść	1
Maksymalny prąd dla każdego wejścia	8,95 A
Maksymalne napięcie wejściowe	575,08 V
Maksymalny prąd wyjściowy	8,95 A
Urządzenie wejściowe	ABB OT16F8
Prąd znamionowy urządzenia wejściowego	16,00 A
Ochrona	aden
Ochrona prądu znamionowego	0,00 A
Dioda blokująca	aden
Prąd znamionowy diody blokującej	0,00 A
Urządzenie wyjściowe	ABB OT16F8
Prąd znamionowy urządzenia wyjściowego	16,00 A
Odgromnik	ABB OVR PV 40 1000 P



Kategoria odgromnika	II
Napięcie odgromnika	1 000,00 V

## 6.6. Okablowanie

Okablowanie AC oraz DC prowadzi zgodnie z rzutem E3. Połączenia między modułowe będą realizowane poprzez fabryczne złączenia. Kabel układa się po konstrukcji modułów oraz po dachu.

Metoda układania kabli – rozciąganie – winna zapewniać:

- zachowanie powłok w stanie nienaruszonym
- zachowanie trwałości izolacyjnej
- zachowanie przekroju żył roboczych i powrotnych

Wszystkie roboty związane z układaniem kabli wykonają zgodnie z obowiązującymi normami.

## 6.7. Instalacja odgromowa instalacji fotowoltaicznej

Dla modułów fotowoltaicznych zaprojektowano instalacje odgromowe przy pomocy iglic 6m oraz istniejących zwodów poziomych i pionowych z prętką  $\phi 8$ . Przyjato dla obiektu IV klasy LPS. Do obliczenia strefy ochronnej przyjęto kąt 65 stopni maksymalna wysokość panelu wraz z konstrukcją nie może przekraczać 1.4m.

## 6.8. Wymagania dodatkowe

Należy stosować materiały oraz sprzęt fabrycznie nowy wyprodukowany nie wcześniej niż 12 miesięcy przed instalacją. Materiały oraz sprzęt winny posiadać certyfikaty wystawione przez jednostki akredytowane przez PCA lub równoważne jednostki z terenu UE, które potwierdzą ich wykonanie z wymaganiami jako ciosowymi, technicznymi i montażowymi zawartymi w normach.

## 7. Część konstrukcyjna

### 7.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem tej części opracowania jest projekt budowlany branżowy konstrukcyjnej infrastruktury do produkcji i przesyłu energii elektrycznej pochodzącej ze źródła fotowoltaicznego.

### 7.2. Podstawa opracowania

Jak dla całości zadania.

### 7.3. Zakres opracowania

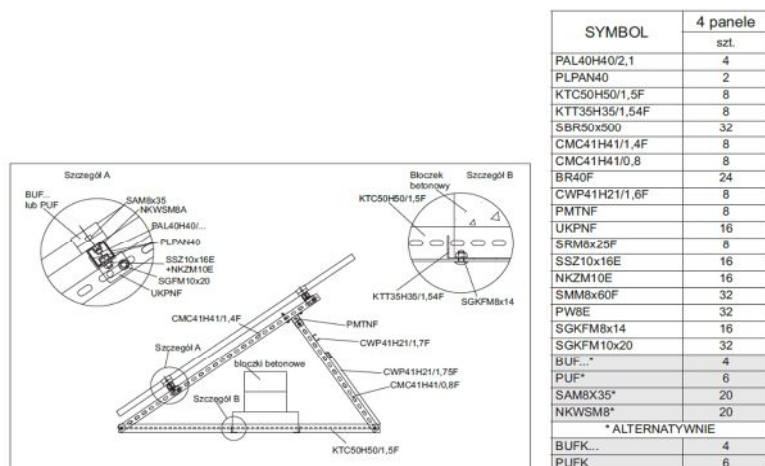
Projekt obejmuje Projekt budowlany branżowy konstrukcyjnej, sposobu posadowienia na dachu systemu do montażu paneli, dla instalacji fotowoltaicznej posadowionej na dachu służącej do zasilania jako źródło energii elektrycznej dla potrzeb instalacji wewnętrznej.

### 7.4. Charakterystyka obiektu

Budynki to obiekty murowane z dachem ze stropu betonowego pokryty papierem.

## 7.5. Opis konstrukcji

Panele fotowoltaiczne montowane są za pomocą gotowych systemów montażowych. Ich posadowienie na dachu projektuje się za pomocą kompletnego systemu wsporczoego.



## 7.6. Zabezpieczenie antykorozyjne

W projekcie konstrukcji wsporczej pod panele fotowoltaiczne przyjęto jako zabezpieczenie antykorozyjne stal cynkowaną metodą zanurzeniową wg PN EN ISO 1461:2011. Jako materiały systemu wsporczoego projektuje się

- Stal S235 i S355 cynkowana metodą zanurzeniową
- PN-EN ISO 1461:2011,
- Aluminium (EN AW-6063),
- Stal nierdzewna w gatunku AISI 304

W miejscach łączenia elementów wykonanych z aluminium i stali ocynkowanej należy stosować uszczelniki ze stali nierdzewnej. Dodatkowo w miejscach styku tych materiałów należy stosować taśmę EPDM lub podkładki dystansowe w celu odizolowania styku aluminium – stal ocynkowana.

## 8. Obliczenia:

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
- Weryfikacja mocy

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 słowami, niezbędne jest, aby wyliczyć minimalny i maksymalny poziom napięcia pola ogniw fotowoltaicznych i zweryfikować, czy pierwszy jest większy od minimalnej dopuszczalnej dla napięcia wejściowego falownika, a drugi jest mniejszy od maksymalnego napięcia wejściowego dopuszczalnego przez falownik.

## Weryfikacja prądu stałego

Weryfikacja prądu stałego wykonywana jest w celu sprawdzenia, czy prąd zwarciaowy pola PV @ STC jest mniejszy niż maksymalna dopuszczalna prąd wejściowy falownika.

## Weryfikacja mocy

Weryfikacji mocy jest wykonywana w celu sprawdzenia czy moc znamionowa grupy konwersji 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.

Inverter:1	
Limity napięcia	Mppt1 - Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,29°C (340,87 V) > Minimalne napięcie MPPT (200 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,29°C (340,87 V) > Minimalne napięcie MPPT (200 V)
Limity napięcia	Mppt1 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -3,26°C (435,02 V) < Maksymalne napięcie MPPT (800 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -3,26°C (435,02 V) < Maksymalne napięcie MPPT (800 V)
Limity napięcia	Mppt1 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -3,26°C (527,42 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -3,26°C (527,42 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
Limity prądu	Mppt1 - Prąd zwarciaowy (17,9 A) < Maksymalny prąd falownika (31,15 A)
Limity prądu	Mppt2 - Prąd zwarciaowy (8,95 A) < Maksymalny prąd falownika (31,15 A)
Limity mocy	Współczynnik wielkości mocy (80 %) < (97%) < (120 %)

Inverter:2	
Limity napięcia	Mppt1 - Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,29°C (340,87 V) > Minimalne napięcie MPPT (200 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,29°C (340,87 V) > Minimalne napięcie MPPT (200 V)
Limity napięcia	Mppt1 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -3,26°C (435,02 V) < Maksymalne napięcie MPPT (800 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -3,26°C (435,02 V) < Maksymalne napięcie MPPT (800 V)
Limity napięcia	Mppt1 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -3,26°C (527,42 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -3,26°C (527,42 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
Limity prądu	Mppt1 - Prąd zwarciaowy (17,9 A) < Maksymalny prąd falownika (31,15 A)
Limity prądu	Mppt2 - Prąd zwarciaowy (8,95 A) < Maksymalny prąd falownika (31,15 A)
Limity mocy	Współczynnik wielkości mocy (80 %) < (97%) < (120 %)

Inverter:3	
Limity napięcia	Mppt1 - Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,29°C (340,87 V) > Minimalne napięcie MPPT (200 V)

Limity napięcia	Mppt2 - Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,29°C (340,87 V) > Minimalne napięcie MPPT (200 V)
Limity napięcia	Mppt1 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -3,26°C (435,02 V) < Maksymalne napięcie MPPT (800 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -3,26°C (435,02 V) < Maksymalne napięcie MPPT (800 V)
Limity napięcia	Mppt1 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -3,26°C (527,42 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -3,26°C (527,42 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
Limity prądu	Mppt1 - Prąd zwarcia (17,9 A) < Maksymalny prąd falownika (31,15 A)
Limity prądu	Mppt2 - Prąd zwarcia (8,95 A) < Maksymalny prąd falownika (31,15 A)
Limity mocy	Współczynnik wielkości mocy (80 %) < (97%) < (120 %)

Inverter:4	
Limity napięcia	Mppt1 - Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,29°C (340,87 V) > Minimalne napięcie MPPT (200 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,29°C (340,87 V) > Minimalne napięcie MPPT (200 V)
Limity napięcia	Mppt1 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -3,26°C (435,02 V) < Maksymalne napięcie MPPT (800 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -3,26°C (435,02 V) < Maksymalne napięcie MPPT (800 V)
Limity napięcia	Mppt1 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -3,26°C (527,42 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
Limity napięcia	Mppt2 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -3,26°C (527,42 V) < Maksymalne napięcie falownika (1000 V)
Limity prądu	Mppt1 - Prąd zwarcia (17,9 A) < Maksymalny prąd falownika (31,15 A)
Limity prądu	Mppt2 - Prąd zwarcia (8,95 A) < Maksymalny prąd falownika (31,15 A)
Limity mocy	Współczynnik wielkości mocy (80 %) < (97%) < (120 %)

Przewody elektryczne

Zwymiarowanie przewodów elektrycznych obejmuje następujące obliczenia:

- Obliczanie spadku napięcia

Obliczanie spadku napięcia

Znając długość przewodu, typ kabla i maksymalny prąd na nim, obliczenie procenta spadku napięcia dla kabla na prąd stały jest uzyskane ze stosunku:

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

gdzie:

L to długość przewodu w metrach

I<sub>nom</sub> jest to prąd w kablu @STC

$V_{nom}$  jest to napięcie na kablu @STC

$R$  jest to oporność kabla na km długości, w temperaturze 80 °C

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

Uwaga: długość przewodu, rodzaj kabla i maksymalny prąd, który płynie, obliczenie procenta 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:

$L$  to długość przewodu w metrach

$I_{nom}$  jest to prąd w kablu @STC

$V_{AC}$  jest to napięcie sieci

$R, X$  są to oporność 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
C2	PRYG7A5G010	Z: Inverter:4 Do: Główny panel	5G10	1,09%	43,83 m
C3		Z: Str:12 Do: Inverter:4		0,28%	11,72 m
C4	PRYPSUN004	Przewód łączący moduły: Str:12	1x4	0,51%	21,56 m
C5		Z: Str:11 Do: Inverter:4		0,42%	17,82 m
C6	PRYPSUN004	Przewód łączący moduły: Str:11	1x4	0,51%	21,56 m
C7		Z: Str:10 Do: Inverter:4		0,22%	9,44 m
C8	PRYPSUN004	Przewód łączący moduły: Str:10	1x4	0,51%	21,56 m
C9	PRYG7A5G010	Z: Inverter:3 Do: Główny panel	5G10	1,09%	43,83 m
C10		Z: Str:9 Do: Inverter:3		0,39%	16,28 m
C11	PRYPSUN004	Przewód łączący moduły: Str:9	1x4	0,51%	21,56 m
C12		Z: Str:8 Do: Inverter:3		0,42%	17,61 m
C13	PRYPSUN004	Przewód łączący moduły: Str:8	1x4	0,51%	21,56 m

C14		Z: Str:7 Do: Inverter:3		0,45%	18,93 m
C15	PRYPSUN004	Przewód 1 cz cy moduły: Str:7	1x4	0,51%	21,56 m
C16	PRYG7A5G010	Z: Inverter:2 Do: Główny panel	5G10	0,6%	45 m
C17		Z: Str:6 Do: Inverter:2		0,93%	39,32 m
C18	PRYPSUN004	Przewód 1 cz cy moduły: Str:6	1x4	0,51%	21,56 m
C19		Z: Str:5 Do: Inverter:2		0,42%	17,77 m
C20	PRYPSUN004	Przewód 1 cz cy moduły: Str:5	1x4	0,51%	21,56 m
C21		Z: Str:4 Do: Inverter:2		0,81%	34,08 m
C22	PRYPSUN004	Przewód 1 cz cy moduły: Str:4	1x4	0,51%	21,56 m
C23	PRYG7A5G010	Z: Inverter:1 Do: Główny panel	5G10	0,9%	52 m
C24		Z: Str:3 Do: Inverter:1		0,31%	13,08 m
C25	PRYPSUN004	Przewód 1 cz cy moduły: Str:3	1x4	0,51%	21,56 m
C26		Z: Str:2 Do: Inverter:1		0,81%	34,11 m
C27	PRYPSUN004	Przewód 1 cz cy moduły: Str:2	1x4	0,51%	21,56 m
C28		Z: Str:1 Do: Inverter:1		0,25%	10,59 m
C29	PRYPSUN004	Przewód 1 cz cy moduły: Str:1	1x4	0,51%	21,56 m

Zestawienie kabli stosowanych w systemie					
Kod	Producent	Opis	Formacja	Przekrój	Długo
		YKY5x10		10mm	10m
		YKY5x16		16mm	5m
PRYG7A5G010	Prysmian	FG7(O)M1 Afumex 0.6/1 kV 5G10	5G10	10,00 mm <sub>c</sub>	184,66 m
				0,00 mm <sub>c</sub>	481,5 m
PRYPSUN004	Prysmian	FG21M21 P-Sun 1.2 kV 1x4	1x4	4,00 mm <sub>c</sub>	258,72 m

#### Badania i pomiary powykonawcze

Po zakończeniu prac montażowych należy przeprowadzić wymagane przepisami badania i pomiary powykonawcze (odbiorcze) linii kablowych i zamontowanych urządzeń w tym:

- pomiar rezystancji izolacji żyły roboczej kabla,
- sprawdzenie ciągłości żyły roboczej oraz powrotnej kabla,
- próby napięciowe szczelności powłoki zewnętrznej kabla,
- próby napięciowe izolacji żyły roboczej kabla,
- pomiar współczynnika strat dielektrycznych tg δ,
- pomiar poziomu wyładowań niezupełnych w kablu
-

## 9. Informacja na temat bezpieczeństwa i ochrony zdrowia

Ze względu na specyfikację projektowanego obiektu budowlano-wykonawczego do uwzględnienia przy opracowaniu planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (wg art. 20 ust. 1b ustawy z dnia 27 lipca 2001 r. o zmianie ustawy – Prawo budowlane – Dz. U. Nr 129 poz.1439) Obiekt budowlany będzie zlokalizowany na dachu Szatni oraz Biurowca I i II. Na bazie porównawczej robót przewidzianych do realizacji w ramach zadania inwestycyjnego oraz szczegółowego zakresu robót budowlanych, których charakter, organizacja lub miejsce prowadzenia stwarza ryzyko powstania zagrożenia bezpieczeństwa i zdrowia ludzi (art. 21a Ustawy) wyodrębniono te roboty, których prowadzenie może stwarzać zagrożenie:

- roboty na wysokości;
- roboty wykonywane w pobliżu linii kablowych nN;
- roboty wykonywane w pobliżu urządzeń elektrycznych znajdujących się pod napięciem.
- prace wykonywane przy uciążliwym wibracji;
- ryzyko upadku z wysokości;

Wyszczególnione powyżej roboty montażowe można zaliczyć do prac, których wykonanie może stwarzać zagrożenie dla zdrowia i życia ludzkiego. W związku z tym przed przystąpieniem do wykonywania prac montażowych należy opracować plan bezpieczeństwa i ochrony zdrowia.

## 10. Przestrzeganie zasad BHP w czasie wykonywania prac

W toku prowadzonych prac należy przestrzegać zasad i stosować się do przepisów określających sposoby bezpiecznego ich wykonywania:

- prace prowadzone w pobliżu czynnych kabli elektroenergetycznych należy wykonywać w rękawicach i półbutach dielektrycznych;

## 11. Uwagi końcowe

- 1) Wszystkie prace wykonać zgodnie z aktualnie obowiązującymi przepisami budowy i eksploatacji oraz PN.
- 2) Przed zgłoszeniem robót do końcowego odbioru należy wykonać próby montażowe, z których sporządzić odpowiedni protokół.
- 3) Po zakończeniu budowy nawierzchni w miejscu wykonywanych robót doprowadzić do stanu pierwotnego.
- 4) Wszystkie urządzenia zasilające, do układu pomiarowo-rozliczeniowego włącznie należy przystosować do plombowania.

## 12. Roczna technologiczno (wydajno )

Instalacja

Układ zostanie zainstalowany w lokalizacjach Gubin (lubuskie) ul. Ińska 36 obręb 005 dz. 241/1. Poniżej tabela przedstawia podstawowe dane geograficzne miejsca instalacji.

Dane geograficzne miejsca	
Lokalizacja	Gubin
Szerokość	51,95°
Długość geograficzna	14,73°
Wysokość	0 metry
Temperatura maksymalna	23,79 °C

Temperatura minimalna	-3,26 °C
Wartość natężenia promieniowania słonecznego	NASA-SSE

W tej lokalizacji mamy pozyskane następujące dane o natężeniu 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	0,58	0,30	0,88
Luty	0,92	0,66	1,58
Marzec	1,48	1,03	2,51
Kwieciec	2,08	1,63	3,71
Maj	2,52	2,19	4,71
Czerwiec	2,71	2,01	4,72
Lipiec	2,61	2,14	4,75
Sierpiec	2,25	2,07	4,32
Wrzesień	1,58	1,25	2,83
Październik	0,99	0,71	1,70
Listopad	0,61	0,30	0,91
Grudzień	0,47	0,22	0,69
Rocznie	1,57	1,21	2,78

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 Gubin (lubuskie). Ta wartość jest równa 2,78 [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 technologiczne

Technologicznie system został obliczony na podstawie danych, pochodzących ze źródeł danych klimatycznych NASA-SSE, w miejscu instalacji w stosunku do przeciwnego miesięcznego globalnego promieniowania słonecznego na powierzchni poziomej.

Procedura obliczania energii wytwarzanej przez układ bierze pod uwagę moc znamionową (39,6 kW), kąt nachylenia oraz azymut (5°, 0°) generatora PV, straty na generatorze PV (straty rezystancyjne, straty z powodu



ró nicy temperatury modułów, refleksji b d niedopasowania pomi dzy pasmami), wydajno falownika, jak równie współczynnik odbicia ziemi z przodu modułów (20%) (albedo).

W zwi zku z tym, energia wytwarzana przez układ corocznie ( $E_{p,y}$ ) jest obliczana w nast puj cy sposób:

$$E_{p,y} = P_{nom} * Irr * (1 - Losses) = 36\,225,58 \text{ kWh}$$

Gdzie:

$P_{nom}$  = Moc znamionowa systemu: 39,6 kW

$Irr$  = Roczne nat enie promieniowania słonecznego na powierzchni modułów: 1050,19 kWh/m<sup>2</sup>

$Losses$  = Straty mocy: 12,89 %

Straty mocy s spowodowane ró nymi czynnikami. Poni sza tabela zawiera owe czynniki strat oraz ich warto ci przyj te przez procedury obliczania systemu wydajno ci (technologiczno ci).

Straty	
Straty ciepła	3,00 %
Straty z niedopasowania	2,00 %
Straty rezystancyjne	4,00 %
Straty spowodowane konwersj DC/AC	2,60 %
Inne straty	2,00 %
Straty z zacinienia	0,00 %
Straty całkowite	12,89 %

Poni szy wykres przedstawia trend miesi cznej produkcji energii przewidywany w danym roku.

