

PROJEKT FOTOWOLTAIKI

Spis treści

I. CZĘŚĆ OPISOWA

1. Podstawy opracowania
2. Zakres opracowania
- 2.1. Opracowanie obejmuje:
3. Rozwiązania techniczne
 - 3.1 Zestawienie elementów projektowanego systemu fotowoltaicznego:
 - Panele fotowoltaiczne:
 - Falownik trójfazowy:
 - Generator fotowoltaiczny zbudowany z paneli fotowoltaicznych/instalacja DC:
 - Konstrukcje pod panele:
 - Instalacja AC-przewód OW 5 x 4 mm²:
 - 3.2 Instalacja fotowoltaiczna AC
 - 3.3 Instalacja fotowoltaiczna DC
4. Ochrona przeciwporażeniowa
 - 4.1 Ochrona podstawowa:
 - 4.2 Ochrona uzupełniająca:
 - 4.3 Ochrona przepięciowa:
 - 4.4 Instalacja odgromowa:
5. Konfiguracja falownika
6. Układ pomiarowo – rozliczeniowy
7. Uwagi dodatkowe
8. Ochrona środowiska
9. Uwagi końcowe
10. Wskazanie dotyczące przewidywanych zagrożeń występujących podczas realizacji robót
11. Wskazanie sposobu przeprowadzenia instruktażu

II CZĘŚĆ OBLICZENIOWA

1. Strona AC
2. Strona DC
3. Zmiana napięcia na 1 °C.
4. Zmiana prądu na 1 °C.
5. Napięcie obwodu otwartego w ekstremalnie niskich temperaturach.
6. Napięcie obwodu otwartego w niskich temperaturach.
7. Napięcie obwodu otwartego w wysokich temperaturach.
8. Natężenie prądu zwarcia w wysokiej temperaturze.
9. Maksymalnej liczby modułów połączonych szeregowo $LM_{max\ szer.}$
10. Minimalna liczba modułów połączonych szeregowo $LM_{min\ szer.}$
11. Maksymalna ilość modułów połączonych równolegle LM.
12. Konfiguracja falownika i instalacji fotowoltaicznej:
 - 12.1. Wybrane dane falownika i projektowanego systemu.
 - 12.2. Sprawdzenie wyliczonych danych z parametrami falownika.
13. Obliczenie powierzchni generatora fotowoltaicznego zabudowanego na budynku..

I. CZĘŚĆ OPISOWA

1. Podstawa opracowania.

Podstawę opracowania stanowią:

- Zlecenie inwestora,
- Wymienione niżej przepisy:
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Dz. U. Nr 75/2002
 - Ustawa o dozorze technicznym, Dz. U. Nr 122/1321/2000,
 - Prawo budowlane,
 - Ustawa w sprawie oceny zgodności, wzoru deklaracji zgodności oraz sposobu znakowania wyrobów budowlanych dopuszczonych do obrotu i powszechnego stosowania w budownictwie, Dz. U. Nr 113/728/1998,
- Wymienionych niżej Polskich Norm:
 - PN –IEC 60364 -6 -61 :2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Sprawdzenie. Sprawdzenie odbiorcze.
 - PN –IEC 60364 -4 -41:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przeciwporażeniowa.
 - PN –IEC 60364 -4 -46:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Odłączanie izolacyjne i łączenie.
 - PN –IEC 60364 -4- 47:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Zastosowanie środków ochrony zapewniających bezpieczeństwo. Postanowienia ogólne. Środki ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym.
 - PN –IEC 60364 -4 -443:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi.
 - PN –IEC 60364 -5 -51:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Postanowienia ogólne.
 - PN –IEC 60364 -5 -54:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia i przewody ochronne.
 - PN –IEC 60364 -5- 523:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Obciążalności prądowe długotrwałe przewodów.
 - PN –IEC 60634 -5 -537:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza. Urządzenia do odłączania izolacyjnego i łączenia.
 - PN –IEC 60364 -7 -707:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Wymagania dotyczące uziemień instalacji urządzeń przetwarzania danych.

- PN -IEC 60364 -5 -56:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Instalacje bezpieczeństwa.
- PN -IEC 60364 -4 -42:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed skutkami oddziaływania cieplnego.
- PN -IEC 60364 -4 -43:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed prądem przetężeniowym.
- PN -HD 60364 -7 -712:2007 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Część 7 -712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji –Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.
- PN -EN 61173:2002 Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej – Przewodnik.
- PN -B -02025:2001 Obliczenie sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych.

2. Zakres opracowania.

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonawczy instalacji fotowoltaicznej w systemie on –grid–odnawialnymi źródłami energii zaprojektowanej na dachu wiaty handlowej w msc. Celestynów.

2.1 Opracowanie obejmuje:

- Instalację fotowoltaiczną składającą się z:
 - Generatorsa fotowoltaicznego złożonego z polikrystalicznych modułów fotowoltaicznych 250 Wp On,
 - Falownika FroniusSymo 4.5 -3 –M,
 - Instalacji elektrycznej AC,
 - Instalacji elektrycznej DC,
- instalacji przepięciowej dla ww. instalacji fotowoltaicznej,
- instalacji odgromowej dla ww. instalacji fotowoltaicznej,

2.2 Opracowanie nie obejmuje:

- przyłącza elektrycznego dla przedmiotowego budynku,
- zakresu branży konstrukcyjnej tj.
 - wytrzymałości konstrukcji budynku, na którym projektowany jest system instalacji fotowoltaicznej,
 - wytrzymałości konstrukcji stalowej, na której instalowane będą panele fotowoltaiczne,
 Zakres branży konstrukcyjnej powinien być ujęty w odrębnym projekcie, natomiast przyłącze zostanie dokonane przez układ energetyczny.

3. Rozwiązania techniczne.

3.1 Zestawienie elementów projektowanego systemu fotowoltaicznego:

- Panele fotowoltaiczne:

- typ: 250 Wp „On”,
 - moc max: 250 Wp,
 - ogniwa: polikrystaliczne Si,
 - prąd zwarciov: 8,75 A,
 - napięcie jałowe: 38,10 V,
 - prąd maksymalny: 8,25 A,
 - napięcie maksymalne: 30,35 V,
 - wydajność: 15,40%,
 - maksymalne napięcie systemu: 1000 V DC,
 - temperaturowy współczynnik natężenia T_{CL} : +0,05% /°C,
 - temperaturowy współczynnik napięcia T_{CV} : -0,34% /°C,
 - maksymalne obciążenie: IEC 5400 Pa,
 - wymiary: 1640 mm x 992 mm x 38mm,
 - waga: 18 kg,
 - ilość: 16 szt.
- **Falownik trójfazowy:**
- typ: FoniusSymo 4.5 – 3 –M,
 - moc: 4.5 kW,
 - ilość: 1 szt.
 - maksymalny prąd wejścia (I_{DCmax1}/ I_{DCmax2}): 16 A /16 A
 - maksymalny prąd zwarciov (MPP1/MPP2): 24 A/ 24A,
 - min. Napięcie wejściowe: 150 V
 - napięcie rozpoczęcia pracy: 200 V
 - znam. napięcie wejściowe: 595 V
 - maks. napięcie wejściowe: 1000 V
 - zakres napięć MPP: 150 -800 V,
 - liczba trackerów MPP:2,
 - liczba przyłączy DC: 2+2,
 - maks. prąd wyjścia I_{ACmax} : 7,2 A,
 - częstotliwość: 50 Hz /60 Hz (45 -65 Hz),
 - koncepcja falownika : beztransformatorowa,
 - wymiary: 645 x 431 x 204 mm,
 - waga: 19,9 kg,
 - montaż: wewnątrz / na zewnątrz,
 - zakres temperatur: od -25 do +60 °C,
 - dopuszczalna wilgotność: od 0 do 100%,
 - stopień ochrony: IP 65.
- **Generator fotowoltaiczny zbudowany z paneli fotowoltaicznych/instalacji DC:**
- liczba stringów: 2
 - liczba paneli w stringu A: 9 szt. połączonych kablem 4mm²,
 - liczba paneli w stringu B: 9 szt. połączonych kablem 4mm²,
 - maksymalne napięcie systemu: DC 1000 V.
- **Konstrukcje pod panele:**

- stalowe, dachowe, ocynkowane, przystosowane do montażu na dachu pokrytym blachodachówką,
 - dostosowane do montażu paneli PV.
- **Instalacja AC – przewód OWY 5 x 4 mm²:**
- przeznaczony do napięcia: 0,4 kV,
 - długość: 11 m,

3.2 Instalacja fotowoltaiczna AC.

Połączenia falownika z instalacją AC zrealizować w istniejącej rozdzielnicy R2 przy pomocy oddzielnego obwodu T-AC. Falownik wraz z tablicą T –DC zamontować na półce metalowej zlokalizowanej na konstrukcji nośnej zadaszenia wiaty. Przy montażu zachować od innych urządzeń i ścian odstęp minimum 0,3 m. Wokół falownika powinna być zapewniona przestrzeń, zgodna z zaleceniami producenta, mająca zapewnić właściwy odbiór ciepła z urządzenia. Dla obwodu zastosować zabezpieczenie nadmiarowo-prądowe, wyłącznik różnicowo- prądowy P304/40/100mA AC, rozłącznik bezpiecznikowy R303 z wkładkami D02gG20A i ogranicznik typu DEHNventil M TN 255.

3.3 Instalacja fotowoltaiczna DC.

Montaż falownika dokonać za pomocą dołączonych w zestawie elementów zgodnie z instrukcją producenta. Zacisk uziemiający falownika połączyć kablem LgY16 z uziomem instalacji.

Tablicę rozdzielczą T –DC w obudowie 2x12 IP 65 zamontować w pobliżu falownika z zachowaniem odległości nie mniejszej niż 0,3 m od niego. W tablicy zainstalować na szynie montażowej ograniczniki przepięć typu DEHNlimit PV 1000V2, rozłącznik ręczny typu LS32 DC 21B 1000V oraz rozłączniki bezpiecznikowe typu VLC 10 DC1P-L wyposażone we wskaźnik zadziałania wkładki typu LED. W rozłącznikach zainstalować wkładki bezpiecznikowe typu CH10 x 38 16A gPV w wersji wykonania standard osobno dla biegunów ujemnych oraz biegunów dodatnich projektowanego generatora fotowoltaicznego.

Połączenie paneli fotowoltaicznych z rozłącznikami wykonać przewodami fotowoltaicznymi o przekroju żył roboczych 4 mm². Przewody poprowadzić przez poddasze i na ścianach budynku w rurkach osłonowych RL. Połączenia z panelami fotowoltaicznymi wykonać przy pomocy zunifikowanych złączy typu MC -4. Przewody układać w taki sposób, że zarówno biegun dodatni jak i biegun ujemny powinny określać jak najmniejszą powierzchnię zewnętrzną. Na dachu przewody przymocować pod panelami do górnego profilu konstrukcji generatora fotowoltaicznego przy pomocy opasek zaciskowych wykonanych z tworzywa sztucznego a ich montaż musi uniemożliwiać kontakt z powierzchnią pod generatorem fotowoltaicznym. Przymocować co 5 m opaski kablowe z opisem relacji przewodów.

Na dachu budynku zamontować konstrukcje wsporcze. Na konstrukcjach bazowych zabudować panele. Generator fotowoltaiczny wykonać w dwóch stringach wykorzystując funkcjonalność zastosowanego falownika, który posiada dwa układy śledzenia maksymalnego punktu mocy MPPT. Do połączeń zastosować kabel fotowoltaiczny o przekroju 4mm² łączony z panelami przy pomocy złączy typu MC-4.

Do połączeń zastosować kabel fotowoltaiczny o przekroju 4mm^2 łączony z panelami przy pomocy złązek typu MC-4.

Panele fotowoltaiczne muszą spełniać wymogi normy IEC 61215 na obciążenia mechaniczne 5400 Pa (550 kg/m²) dotyczące spełnienia kryteriów w zakresie stopnia wytrzymałości na obciążenie śniegiem, szadzią oraz wiatrem i muszą posiadać dużą odporność na wiatr i obciążenie śniegiem – co winno być potwierdzone określonymi oświadczeniami i certyfikatami producenta i wykonawcy.

4. Ochrona przeciwporażeniowa.

4.1 Ochrona podstawowa:

Ochronę przed dotykiem bezpośrednim zrealizować przez odpowiedni dla poszczególnych pomieszczeń stopień IP oraz zastosowanie obudów urządzeń w II klasie ochronności. Ochronę dodatkową od porażień prądem elektrycznym dla projektowanych urządzeń zrealizować poprzez samoczynne wyłączenie zasilania. Ochrona jest skuteczna dla projektowanych złączy w warunkach zasilania podstawowego.

Dla prawidłowego zrealizowania samoczynnego wyłączenia należy:

- wszystkie części przewodzące dostępne instalacji przyłączyć do uziemionego przewodu ochronnego PE,
- wszędzie, gdzie to możliwe uziemić przewody ochronne PE,
- przewód neutralny N traktować, jako izolowany tak jak przewody fazowe,
- miejsce rozdziálu PEN na PE i N uziemić.

Charakterystyki urządzeń ochronnych i impedancja obwodu powinna spełniać następujący warunek:

$$Z_s \times I_a \leq U_o$$

4.2 Ochrona uzupełniająca:

Ochronę uzupełniającą stanowią wyłączniki różnicowo prądowe. Stosować również połączenia wyrównawcze, które powinny obejmować m In. wszystkie równocześnie dostępne części przewodzące urządzenia prądu stałego i części przewodzące obce połączone z metalowym zbrojeniem konstrukcji betonowych. Układ połączeń wyrównawczych powinien być połączony z przewodami ochronnymi wszystkich urządzeń włącznie z gniazdami wtyczkowymi.

4.3 Ochrona przepięciowa:

Inwerter fotowoltaiczny po stronie AC zabezpieczyć ogranicznikiem przepięć typu DEHNventil TN 255 z sygnalizacją zadziałania w tablicy T –AC wykonanej w II klasie ochronności stopień ochrony IP 65. Ochronę przepięciową przed przepięciami spowodowanymi wystąpieniem wyładowań atmosferycznych po stronie DC będą stanowić zaprojektowane ograniczniki przepięć typu DENHlimit PV 1000. Stringi modułów PV zostaną zabezpieczone przez ochronnik przepięciowy zlokalizowany w projekcie tablicy T –DC (wykonanym w II klasie ochronności stopień ochrony IP 65). W przypadku odległości większej niż 10 m pomiędzy ogranicznikami przepięć zabudowanymi w złączu przy

inwerterze fotowoltaicznym a generatorem fotowoltaicznym należy przy generatorze zabudować dodatkowe ograniczniki przepięć (w obudowie izolacyjnej IP 65).

4.4 Instalacja odgromowa:

Instalację odgromową na dachach wykonać za pomocą zwodów poziomych drutem DFe/Zn fi 8. Przy montażu zestawów paneli zachować odległość 0,3 m od kalenicy budynku i krawędzi dachu a od okapu 0,5 m. Panele PV powinny znaleźć się w przestrzeni ochronnej zwodów (kąt ochronny). Zrealizowane to będzie za pomocą lokalnych 15 iglic odgromowych pionowych o wysokości 0,5 m, wykonanych z drutu DFe/Zn fi 8, zamontowanych na kalenicy budynku. Iglice rozmieścić równomiernie. Dodatkowo wykonać połączenie wyrównawcze pomiędzy obudową paneli a układem zwodów. Zastosować dodatkowo ogranicznik przepięć typu DENHlimit PV 1000 (który spełnia wymagania próby klasy I zgodnie z PN –EN 61643 -11) mający na celu zapobiegnięcie oddziaływania na instalacje budynku części prądu piorunowego. Instalację odgromową na dachu połączyć za pomocą zwodów pionowych (przy pomocy złącz kontrolnych) z uziemem. Celem wyrównania potencjału zespoły modułów fotowoltaicznych połączyć z konstrukcją bazową systemu połączeń wyrównawczych wykonanych z przewodu miedzianego LgY 16 mm² przyłączonego do głównej szyny wyrównawczej.

5. Konfiguracja falownika

Falownik FRONIUS SYMO 4.5 -3 –M jest fabrycznie wyposażony w zabudowany zespół zabezpieczeń , których wartości są programowane zgodnie z wytycznymi operatora sieci dystrybucyjnej.

Dla naszej instalacji programujemy następujące wartości zabezpieczeń falownika:

- zabezpieczenie nadnapięciowe: **U=253 V, t=100 ms,**
- zabezpieczenie podczęstotliwościowe: **f=49,5 Hz, t=100 ms,**
- zabezpieczenie nadczęstotliwościowe: **f=50,5 Hz, t=100 ms,**
- zabezpieczenie od pracy wyspowej: **t=100 ms,**
- ponowne przyłączenia do sieci po awaryjnym wyłączeniu: **t=180 s,**

Dodatkowo falownik posiada zabudowane wewnątrz następujące zabezpieczenia:

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

6. Układ pomiarowo –rozliczeniowy

Dla realizacji opomiarowania energii elektrycznej wyprodukowanej przez instalację fotowoltaiczną , zastosować układ pomiarowy, zgodnie z warunkami przyłączenia, które zostaną określone przez dystrybutora energii. Przy układzie pomiarowym zainstalować gniazdko serwisowe 230 V.

7. Uwagi dodatkowe

Przed oddaniem urządzeń do eksploatacji należy dokonać następujących pomiarów:

- pomiary uziemień,
- pomiary wyłączników różnicowo –prądowych,
- sprawdzenie skuteczności ochrony od porażeń poprzez samoczynne wyłączenie.

8. Ochrona środowiska

Wybudowane urządzenia elektryczne nie będą oddziaływały na środowisko naturalne.

9. Uwagi końcowe

W trakcie realizacji inwestycji zwrócić szczególną uwagę na zachowanie warunków, które zostaną określone w umowie z dystrybutorem energii elektrycznej.

Wszystkie czynności związane z realizacją inwestycji należy wykonać zgodnie z aktualnie obowiązującymi przepisami i normami.

Teren inwestycji nie jest wpisany do rejestru zabytków i nie podlega ochronie konserwatorskiej.

Teren inwestycji nie jest objęty wpływem oddziaływania eksploatacji górniczej.

W obrębie projektowanej inwestycji zlokalizowane są następujące obiekty budowlane:

- pobliska istniejąca sieć energetyczna n/N -0,4 kV,
- droga o średnim natężeniu ruchu,
- zlokalizowane w sąsiedztwie budynki mieszkalne i gospodarcze,
- pobliska istniejąca sieć wodociągowa wraz z infrastrukturą towarzyszącą,
- pobliska istniejąca sieć gzoza,
- pobliska istniejąca sieć telekomunikacyjna wraz z infrastrukturą towarzyszącą.

10. Wskazanie dotyczące przewidywanych zagrożeń występujących podczas realizacji robót

- budowę zespołu paneli fotowoltaicznych wraz z instalacjami DC i AC należy przeprowadzić ze szczególną ostrożnością,
- ze szczególną ostrożnością prowadzić prace na wysokości,
- wszystkie przełączenia w liniach niskiego napięcia w celu nawiązania nowych, istniejących i projektowanych elementów sieci oraz przyłączy wykonać zgodnie z procedurami i zasadami określonymi przez dystrybutora w instrukcji prac przy urządzeniach,
- prace w obrębie istniejących i projektowanych urządzeń przeprowadzić po wcześniejszym zgłoszeniu do właściwego terytorialnie rejonu energetycznego i wyłączeniu napięcia,

- wszystkie przyłączenia w liniach średniego i niskiego napięcia w celu nawiązania nowych, istniejących i projektowanych urządzeń wykonać zgodnie z procedurami i zasadami określonymi w instrukcji bezpiecznej pracy przy urządzeniach dystrybutora energii elektrycznej,
- przewidzieć ochronę strefy roboczej podczas prowadzonych prac,
- teren inwestycji zabezpieczyć przed przebywaniem osób postronnych,
- wykonać wyгородzenie terenu,

UWAGA:

W obrębie istniejących urządzeń i infrastruktury energetycznej prace należy wykonać ze szczególną ostrożnością i bezwzględnym przestrzeganiem przepisów prawa w tym zakresie, obowiązujących norm i instrukcji dystrybutora energii elektrycznej. Harmonogram wyłączeń i przełączeń oraz innych czynności ruchowych należy bezwzględnie uzgodnić na roboczo we właściwym terytorialnie rejonie energetycznym, a prace realizować pod bezpośrednim nadzorem służb dystrybutora energii elektrycznej.

Zachować szczególne środki ostrożności z uwagi na prace przy generatorze fotowoltaicznym – dwustronne podanie napięcia.

11. Wskazanie sposobu przeprowadzenia instruktażu

Przed rozpoczęciem robót należy przeprowadzić instruktaż. Roboty budowlane prowadzić powinna osoba z uprawnieniami do wykonawstwa bez ograniczeń oraz posiadać ważną i właściwą grupę BHP również bez ograniczeń. Wykonujący roboty również powinni posiadać aktualne grupy BHP.

II. CZĘŚĆ OBLICZENIOWA

1. Strona AC

1.1 Obliczanie mocy i prądów szczytowych oraz zabezpieczenia:

Moc zainstalowana: $P_i = 4,5 \text{ kW}$

Ilość odbiorców składających się na moc zainstalowaną: $n = 1$

Współczynnik mocy: $\cos \phi = 1$

Współczynnik jednoczesności: $k_j = 1$

Moc szczytowa: $P_s = P_i \times k_j = 4,5 \text{ kW}$

Prąd szczytowy wyniesie: $I_s = P_s / (U \times \cos \phi \times \sqrt{3}) = 5,81 \text{ A}$

Jako zabezpieczenie instalacji proponuje zamontować w istniejącej tablicy rozdzielczej, zabezpieczenia nadmiarowo –prądowe S 303, wyłącznik różnicowo –prądowy P 304/40/100 mA i

rozłącznik bezpiecznikowy R 303 z wkładkami DO2gG20A oraz ogranicznik przepięć DENHventil M TN 255.

1.2 Dobór przewodu zasilającego.

WZL	Moc [kW]	Prąd obliczony[A] 3f	Prąd zabezpieczenia In [A]	Obciążalność prądowa kabla [A]	Dobór kabla	Dobry kabel/przewód typ
Tablica T do falownika	4,5	5,81	16	32	Prawidłowy	OWY 5 x 4 mm ²

2. Strona DC

Warunki do spełnienia dla stringa A:

$U_{max} \geq 1,2 V_{mpp} (\text{modułu PV}) \times \text{liczba modułów}$

$1000 [V] \geq 1,2 \times 30,35 [V] \times 9$

$1000 [V] \geq 327,78 [V]$

$2,4 \times I_{sc} \geq I_n \geq 1,4 \times I_{sc}$

$2,4 \times 8,75 [A] \geq I_n \geq 1,4 \times 8,75 [A]$

$21,00 [A] \geq 16 [A] \geq 12,25 [A]$

Warunki do spełnienia dla stringa B:

$U_{max} \geq 1,2 V_{mpp} (\text{modułu PV}) \times \text{liczba modułów}$

$1000 [V] \geq 1,2 \times 30,35 [V] \times 9$

$1000 [V] \geq 327,78 [V]$

$2,4 \times I_{sc} \geq I_n \geq 1,4 \times I_{sc}$

$2,4 \times 8,75 [A] \geq I_n \geq 1,4 \times 8,75 [A]$

$21,00 [A] \geq 16 [A] \geq 12,25 [A]$

W tablicy T –DC , która zlokalizowana będzie na poddaszu proponuje się zastosować, jako zabezpieczenie obwodu rozłączniki bezpiecznikowe dwubiegunowe (oddzielnie dla biegunów dodatnich i ujemnych generatora fotowoltaicznego) typu VLC 10 DC1P –L wyposażone we wskaźniki zadziałania wkładki typu LED. W rozłącznikach zastosować wkładki bezpiecznikowe typu CH10 x 38 16 A gPV.

3. Zmiana napięcia na 1°C.

Napięcie jałowe [Voc]: **38,10 V**

Temperaturowy współczynnik napięcia Tvc [%/°C]: **-0,34 %/°C**

$$\Delta V_1^{\circ} = T_{cv} \times Voc = -0,34 \text{ [%/°C]} \times 38,10 \text{ [V]} = 0,12954 \text{ [V/°C]}$$

4. Zmiana prądu na 1°C.

Prąd zwarcia [Isc] : **8,75 [A]**

Temperaturowy współczynnik prądu zwarcia Tcl [%/°C] : **0,05 [A]**

$$\Delta I_1^{\circ} = T_{cl} \times I_{sc} = 0,05 \text{ [%/°C]} \times 8,75 \text{ [A]} = 0,004375 \text{ [A/°C]}$$

5. Napięcie obwodu otwartego w ekstremalnie niskich temperaturach.

Gdzie:

ΔV_1° - zmiana napięcia na 1°C

$T_{STC} = 25^{\circ}\text{C}$ – temperatura cel modułu (STC)

T_{-25} -ekstremalna niska temperatura otoczenia -25°C

$$\Delta T_{-25} = T_{-25} - T_{STC} = -25 \text{ [°C]} - 25 \text{ [°C]} = -50^{\circ}\text{C}$$

$$V_{oc,-25} = Voc + (\Delta V_1^{\circ} \times \Delta T_{-25}) = 38,10 \text{ [V]} + (0,12954 \times 50) \text{ [V]} = 44,577 \text{ [V]}$$

6. Napięcie obwodu otwartego w niskich temperaturach.

Gdzie:

V_{mpp} - napięcie maksymalne

$T_{STC} = 25^{\circ}\text{C}$ – temperatura cel modułu (STC)

T_{-15} - niska temperatura otoczenia -15°C

$$\Delta T_{-15} = T_{-15} - T_{STC} = -15 \text{ [°C]} - 25 \text{ [°C]} = -40^{\circ}\text{C}$$

$$V_{mpp,-15} = V_{mpp} + (\Delta V_1^{\circ} \times \Delta T_{-25}) = 30,35 \text{ [V]} + 0,12954 \times 40 \text{ [V]} = 35,532 \text{ [V]}$$

7. Napięcie obwodu otwartego w wysokich temperaturach.

Gdzie:

V_{mpp} – napięcie maksymalne

$T_{STC} = 25^{\circ}\text{C}$ – temperatura cel modułu (STC)

T_{+70} - wysoka temperatura otoczenia $+70 [^{\circ}\text{C}]$

$$\Delta T_{+70} = T_{+70} - T_{STC} = 70 [^{\circ}\text{C}] - 25 [^{\circ}\text{C}] = 45 [^{\circ}\text{C}]$$

$$V_{mpp,+70} = V_{mpp} - (\Delta V_1^{\circ} \times \Delta T_{+70}) = 30,35 [\text{V}] - 5,83 [\text{V}] = 24,52 [\text{V}]$$

8. Natężenie prądu zwarcia w wysokiej temperaturze.

Gdzie:

I_{sc} – prąd zwarcia

$T_{sc} = 25^{\circ}\text{C}$ – temperatura cel modułu (STC)

T_{+70} - wysoka temperatura otoczenia $+70 [^{\circ}\text{C}]$

Zmiana prądu na 1°C

$$\Delta T_{+70} = T_{+70} - T_{STC} = 70 [^{\circ}\text{C}] - 25 [^{\circ}\text{C}] = 45 [^{\circ}\text{C}]$$

$$I_{sc,+70} = I_{sc} + (\Delta I_1^{\circ} \times \Delta T_{+70}) = 8,75 [\text{A}] + 0,20 [\text{A}] = 8,95 [\text{A}]$$

9. Maksymalnej liczby modułów połączonych szeregowo $LM_{\text{max szer}}$

Gdzie:

$U_{\text{max}} = 1000 \text{ V}$ maksymalne napięcie wejściowe

$$V_{OC,25} = 44,58 [\text{V}]$$

$$LM_{\text{max szer}} = U_{\text{max}} / V_{OC,25} = 1000 [\text{V}] / 44,58 [\text{V}] = 22,43 [\text{szt.}]$$

10. Minimalna liczba modułów połączonych szeregowo $LM_{\min \text{ szer.}}$

Gdzie:

$U_{\min} = 150 \text{ V}$ minimalne napięcie wejściowe

$V_{\text{mpp}+70} = 24,52 \text{ [V]}$

$LM_{\min \text{ szer.}} = U_{\min} / V_{\text{mpp}+70} = 150 \text{ [V]} / 24,52 \text{ [V]} = 6,12 \text{ [szt.]}$

11. Maksymalna liczba modułów połączonych równolegle LM .

Dla stringu A:

Gdzie:

$I_{\max} = 16 \text{ [A]}$

$I_{\text{sc}+70} = 8,95 \text{ [A]}$

$LM_{\text{RÓW}} = I_{\max} / I_{\text{sc}+70} = 16 / 8,95 = 1,79 \text{ [szt.]}$

Dla stringu B:

Gdzie:

$I_{\max} = 16 \text{ [A]}$

$I_{\text{sc}+70} = 8,95 \text{ [A]}$

$LM_{\text{RÓW}} = I_{\max} / I_{\text{sc}+70} = 16 / 8,95 = 1,79 \text{ [szt.]}$

12. Konfiguracja falownika i instalacji fotowoltaicznej:

12.1 Wybrane dane falownika i projektowanego systemu.

- moc falownika AC: 4500W
- liczba stringów: 2
- liczba modułów w stringu A: 9
- liczba modułów w stringu B: 9

- liczba wykorzystanych wejść w falowniku: 2

12.2 Sprawdzenie wyliczonych danych z parametrami falownika.

- I_{max} stringu A: 8,95 [A]

- I_{max}wej A_{falownika}: 16 [A]

- I_{max} stringu B: 8,95 [A]

- I_{max}wej B_{falownika}: 16 [A]

I_{max} stringu A < I_{max}wej A_{falownika} – dobór prawidłowy

I_{max} stringu B < I_{max}wej B_{falownika} – dobór prawidłowy

- U_{max} falownika: 1000 [V]

- U_{max} stringu A = Voc₋₂₅ x Liczba modułów w stringu = 44,58 [V] x 9 = 401,22 [V]

- U_{max} stringu B = Voc₋₂₅ x Liczba modułów w stringu = 44,58 [V] x 9 = 401,22 [V]

U_{max} falownika > U_{max} stringu A – dobór prawidłowy

U_{max} falownika > U_{max} stringu B – dobór prawidłowy

- U_{min} falownika: 150 [V]

- U_{min} stringu A = V_{mpp+70} x Liczba modułów w stringu = 24,52 [V] x 9 = 220,68 [V]

- U_{min} stringu B = V_{mpp+70} x Liczba modułów w stringu = 24,52 [V] x 9 = 220,68 [V]

U_{min} falownika < U_{min} stringu A – dobór prawidłowy

U_{min} falownika < U_{min} stringu B – dobór prawidłowy

- Maksymalna liczba paneli podłączona szeregowo do falownika w stringu: 22,43

- Projektowana liczba paneli w stringu A: 9 – dobór prawidłowy

- Projektowana liczba paneli w stringu B: 9 – dobór prawidłowy

- Minimalna liczba paneli podłączona szeregowo do falownika: 6,12

- Projektowana liczba paneli w stringu A: 9 – dobór prawidłowy

- Projektowana liczba paneli w stringu B: 9 – dobór prawidłowy

- Maksymalna liczba paneli podłączona równolegle do falownika w stringu: 1,79
- Projektowana liczba paneli równoległych w stringu A: 1 – dobór prawidłowy
- Projektowana liczba paneli równoległych w stringu B: 1 – dobór prawidłowy
- Nadwymiarowość inwertera:

$$NI = \frac{PG}{PI} = \frac{4,5}{4,0} \times 100\% = 112,50\%: \text{dobór prawidłowy}$$

13. Obliczanie powierzchni generatora fotowoltaicznego zabudowanego na budynku.

- długość modułu PV: 1,640 m
- szerokość modułu PV: 0,992 m
- powierzchnia modułu PV: 1,627 m²
- powierzchnia modułu PV z uwzględnieniem odstępu montażowego: 1,680 m²
- powierzchnia zabudowy: 26,88 m²
- wskaźnik mocy: 148,810 Wp/m²
- masa generatora fotowoltaicznego bez konstrukcji wsporczej: 288 kg
- szacunkowa waga stojaka: 6 kg
- szacunkowa waga stojaków: 120 kg
- szacunkowa waga osprzętu (śruby, kołki, profile) 1 stanowisko: 3 kg
- szacunkowa waga osprzętu: 60 kg
- szacunkowa waga łączna: 474kg

14. Obliczanie minimalnego przekroju przewodów:

S – szukany przekrój w [mm²]

P – moc obwodu w [W]

P = 4500Wp

l – sumaryczna długość obwodu w [m] $l = 50$ m

k – przewodność właściwa:

miedź: 56 [mm/ Ω x mm²]

aluminium: 37 [mm/ Ω x mm²]

$$S = \frac{P \times l}{U^2 \times k \times 0,01} = 2,23 \text{ mm}^2$$

15. Ilość wyprodukowanej energii w ciągu roku.

N – nasłonecznienie: 1050 kWh/m²

k – współczynnik korekcji: $1,13$

Z uwagi na kąt padania promieni słonecznych

P – moc instalacji fotowoltaicznej: $4,5$ kW

k_s – współczynnik korekcji strat: $0,83$

$$E \text{ rzeczywiste [kWh]} = \frac{N \times k \times P \times k_s}{1 \left[\frac{\text{kW}}{\text{m}^2} \right]} = 3939,18 \text{ kWh}$$

