### SPIS TREŚCI:

## [1UPRAWNIENIA PROJEKTANTA I SPRAWDZAJĄCEGO 3](#_bookmark0)

## [2PRZEDMIOT OPRACOWANIA 6](#_bookmark1)

## [3PODSTAWA OPRACOWANIA 6](#_bookmark2)

## [4ZAKRES OPRACOWANIA 8](#_bookmark3)

## [5OPIS TECHNICZNY PROJEKTOWANEJ INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ 8](#_bookmark4)

## [Moduły fotowoltaiczne 9](#_bookmark5)

## [Falownik 10](#_bookmark6)

## [Specyfikacja techniczna falownika 11](#_bookmark7)

## [Konfiguracja paneli i falowników 11](#_bookmark8)

## [Okablowanie 12](#_bookmark9)

## [Konstrukcja nośna paneli PV 14](#_bookmark10)

## [Ochrona przeciwporażeniowa, odgromowa elektrowni, przed korozją 14](#_bookmark11)

## [Ochrona przeciwporażeniowa 14](#_bookmark12)

## [Instalacja odgromowa i uziemienia ochronne 14](#_bookmark13)

## [Ochrona przed korozją 14](#_bookmark14)

## [Pomiary 14](#_bookmark15)

## [Urządzenia monitorujące i sterujące 15](#_bookmark16)

## [Diagnostyka uszkodzeń systemu fotowoltaicznego 15](#_bookmark17)

## [Wymagania BHP 15](#_bookmark18)

## [Prognoza uzysku z instalacji PV 15](#_bookmark19)

## [6UWAGI KOŃCOWE 17](#_bookmark20)

## [7OBLICZENIA 18](#_bookmark21)

:

PV-1 – schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej PV-2 – rozmieszczenie paneli fotowoltaicznych

KARTY TECHNICZNE INFORMACJA BIOZ

### PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlano-wykonawczy budowy elektrowni fotowoltaicznej o mocy szczytowej 16,96 kWp produkującej energię elektryczną z energii odnawialnej (słonecznej), która pozwoli zmniejszyć konsumpcję energii z sieci elektroenergetycznej produkowanej z konwencjonalnych źródeł energii oraz zredukować emisję zanieczyszczeń do atmosfery. Budowa polega na montażu instalacji fotowoltaicznej o mocy szczytowej 16,96 kWp na budynku obsługi technicznej ŻWIK Sp. z o.o. w Żaganiu.

Teren działki nie znajduje się w obrębie parków narodowych, rezerwatów przyrody i parków krajobrazowych. Na terenie działki nie występują szkody górnicze ani osuwiska. Projektowana inwestycja nie wpływa niekorzystnie na środowisko naturalne i zdrowie ludzi oraz bezpieczeństwo ich mienia. Inwestycja jest działaniem proekologicznym. Inwestycja tak w trakcie jej realizacji jak i użytkowania nie stwarza uciążliwości dla środowiska jak i właścicieli działek sąsiednich.

|  |  |
| --- | --- |
| **Miejsce instalacji** | |
| Lokalizacja | Żagań |
| Szerokość | 51,65° |
| Długość geograficzna | 15,29° |
| Wysokość | 0 metry |
| Temperatura maksymalna | 23,86 °C |
| Temperatura minimalna | -3,61 °C |
| Globalne natężenie promieniowania słonecznego w płaszczyźnie poziomej | 2,78 kWh/m2 |
| Wartości natężenia promieniowania  słonecznego | NASA-SSE |
| Albedo (współczynnik odbicia) | 20% |

### PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawę opracowania instalacji fotowoltaicznej stanowią:

* 1. Zlecenie Zamawiającego,
  2. Warunki techniczno-eksploatacyjne producenta (dostawcy) urządzeń,
  3. Obowiązujące normy i przepisy,
  4. Uzgodnienia z Zamawiającym,
  5. Wizja lokalna.

Podstawowe normy, przepisy i dokumenty zawierające dane wejściowe:

### Dokumenty

* 1. Karta katalogowa panelu fotowoltaicznego,
  2. Karta katalogowa falownika,
  3. Instrukcja montażu falownika,

### Ustawy

* 1. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 roku Prawo Budowlane (tekst jedn. Dz. U. 2010 nr 243 poz. 1623),
  2. Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz.U. 2015 poz. 478)
  3. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 roku Prawo Energetyczne (Dz.U. z 1997 r. Nr 54, poz. 348 z późn. zm.),
  4. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 roku Prawo Energetyczne (tekst jedn. Dz. U. 2006 nr 89 poz. 625, z późniejszymi zmianami),
  5. Ustawa z dnia 17 maja 1989 roku Prawo geodezyjne i kartograficzne (tekst jedn. Dz. U. 2010 nr 193 poz. 1287),
  6. Ustawa z dnia 27 marca 2003 roku o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. 2003 nr 80 poz. 717, z późniejszymi zmianami),
  7. Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 roku o ochronie przeciwpożarowej (tekst jedn. Dz. U. 2009 nr 178 poz. 1380, z późniejszymi zmianami),
  8. 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 późniejszymi zmianami)
  9. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochron przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. 2010 nr 109 poz. 719)
  10. 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 późniejszymi zmianami)

### Normy

* 1. PN-IEC 60364 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Zestaw norm.
  2. PN-86/E-05003/01
  3. PN-86/E-05003/03
  4. PN-86/E-05003/04 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych
  5. PN-HD 60364-7-712:2007

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych

– Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji

- Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.

* 1. PN-IEC 61024 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych
  2. PN-EN 62305-4 Ochrona odgromowa– Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach
  3. PN-EN 60445 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, oznaczenie i identyfikacja – Oznaczenia i identyfikacje zacisków urządzeń i zakończeń żył przewodów oraz ogólne zasady systemu alfanumerycznego
  4. PN-EN 60446 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, oznaczenie i identyfikacja – Oznaczenia i identyfikacje przewodów barwami albo cyframi.
  5. PN-EN 60529- Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (kod IP)
  6. PN-91/E-05010 Zakresy napięciowe instalacji w obiektach budowlanych,
  7. PN-88/E-08501 Urządzenia elektryczne. Tablice i znaki bezpieczeństwa.
  8. PN-EN 50419 Znakowanie urządzeń elektrycznych i elektronicznych zgodnie z artykułem 11(2) dyrektywy 2002/96/WE (WEEE).
  9. PN-EN 61293 Znakowanie urządzeń elektrycznych danymi znamionowymi dotyczącymi zasilania elektrycznego- Wymagania bezpieczeństwa.
  10. PN-E-05115 Instalacje elektroenergetyczne prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1kV
  11. PN-EN 61730-1:2007 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji,
  12. PN-EN 61730-2:2007 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) Część 2: Wymagania dotyczące badań,
  13. PN-EN 62446:2010 Systemy fotowoltaiczne przyłączone do sieci elektrycznej. Minimalne wymagania dotyczące dokumentacji systemu, badania rozruchowe

i wymagania kontrolne,

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

### ZAKRES OPRACOWANIA

Projekt obejmuje

* 1. Montaż konstrukcji nośnej pod panele PV
  2. Montaż paneli fotowoltaicznych
  3. Montaż falowników
  4. Połączenia kablowe instalacji
  5. Rozdzielnice systemu
  6. Montaż monitoringu ilości wyprodukowanej energii

Instalację fotowoltaiczną należy wyposażyć w układ zarządzania produkcją i konsumpcją energii elektrycznej współpracujący z systemem BMS.

### OPIS TECHNICZNY PROJEKTOWANEJ INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Projektowana instalacja fotowoltaiczna ma za zadanie przetwarzać energię promieniowania słonecznego na energię elektryczną i po odpowiednim jej przetransformowaniu dostarczać do systemu wewnętrznego elektroenergetycznego budynku.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna ze względu na lokalizację oraz wielkość mocy przyłączeniowej, składać się będzie z następujący elementów:

* + ogniwa fotowoltaiczne na konstrukcjach wsporczych w ilości 64 szt.,
  + falowniki o mocy znamionowej 17 kW w ilości 1 szt.
  + instalacja elektryczna prądu stałego
  + trójfazowa instalacja elektryczna prądu przemiennego
  + rozdzielnia elektryczna.

Ilość oraz lokalizację rozdzielnic dobrać przy zachowaniu niezależnych funkcjonalnie części instalacji.

Podrozdzielnice wewnętrzne, wykonać w klasie izolacji II. Na zasilaniu stosować czterobiegunowe rozłączniki izolacyjne. Rozdzielnice wykonać z zastosowaniem aparatury modułowej na szynie TH 35. W każdej rozdzielnicy zabudować kontrolę obecności napięcia i ochronę przeciwprzepięciową. Zapewnić co najmniej 10 % rezerwy w zabezpieczeniach odpływowych (obwody oświetleniowe i gniazd ogólnych) oraz 30 % rezerwy wolego miejsca do późniejszej rozbudowy. Stopień IP dobrać do warunków środowiskowych (nie mniej jednak jak IP30).

Rozdzielnice oddziałowe połączyć do rozdzielnicy głównej RG kablami miedzianymi w systemie TN-S.

Elektrownia słoneczna składa się z 64 polikrystalicznych paneli fotowoltaicznych o łącznej mocy 16,96 kWp. Zastosowane panele będą współpracowały z trójfazowym falownikiem o łącznej mocy 17 kW. Energia elektryczna produkowana przez elektrownię słoneczną będzie wykorzystywana wyłączenie na własne potrzeby i nie będzie odsprzedawana do sieci. Projektowana instalacja będzie zasilać urządzenia odbiorcze w obiektu.

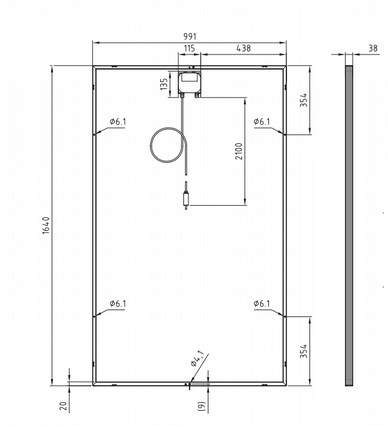
|  |  |
| --- | --- |
| **Parametry elektryczne generatora fotowoltaicznego** | |
| Moc znamionowa | 16,96 kWp |
| Numer modułów fotowoltaicznych | 64 |
| Powierzchnia przechwytująca | 104,32 m2 |
| Numer pasm | 4 |
| Napięcie maksymalne @STC (Voc) | 636,8 V |
| Napięcie przy mocy maksymalnej @STC (Vmpp) | 504 V |
| Prąd zwarciowy @STC (Isc) | 36,04 A |
| Prąd przy maksymalnej mocy @STC (Impp) | 33,92 A |

Elektrownię należy wyposażyć w router energii pozwalający na zarządzanie energią produkowaną i konsumowaną w taki sposób aby zabezpieczyć potencjalny wypływ energii do sieci elektroenergetycznej a jednocześnie aby maksymalizować konsumpcję własną produkowanej energii z wykorzystaniem dostępnych technologii na oczyszczalni ścieków.

### Moduły fotowoltaiczne

Jako źródło energii odnawialnej w projektowanej instalacji fotowoltaicznej zastosowanych zostanie 64 moduły fotowoltaiczne o mocy 265 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 wielkością opisanych dalej falowników sieciowych. Moduły umocowane będą na dachu budynku na konstrukcji nośnej zabezpieczonej przez podrywaniem i przesuwaniem z ekspozycją w kierunku południowym.

Panel posiada zabezpieczenie w postaci diod bocznikująco-blokujących mających na celu ochronę przed przepływem prądu wstecznego co w przypadku zacienienia 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 rozdziale „konfiguracja paneli i falownika”). Podstawowe dane modułu fotowoltaicznego o mocy 265Wp:

|  |  |
| --- | --- |
| **Dane konstrukcyjne modułów** | |
| Technologia | Si-Polikrystaliczne |
| Moc znamionowa | 265,00 W |
| Tolerancja | 1,80% |
| Napięcie jałowe (Voc) | 39,80 V |
| Napięcie przy maksymalnej mocy (Vmpp) | 31,50 V |
| Prąd zwarciowy (Isc) | 9,01 A |

|  |  |
| --- | --- |
| Prąd przy maksymalnej mocy (Impp) | 8,48 A |
| Płaszczyzna | 1,63 m2 |
| Wydajność | 16,3% |

### Falownik

Dla uzyskania odpowiedniej charakterystyki wyjściowej do instalacji projektuje się trójfazowy falowniki o mocy 17 kW. Energia prądu stałego generowana przez panele fotowoltaiczne jest zamieniana w przekształtniku beztransformatorowym na energię prądu zmiennego o wartości napięcia 230/400V. Parametry wyjściowe będą zgodne z aktualnymi parametrami sieci wewnętrznej, do której wpięte będzie wyjście instalacji.

W przypadku zaniku prądu w sieci publicznej instalacja fotowoltaiczna nie będzie generowała prądu (zabezpieczenie anty-wyspowe).

Rolę rozłączników poszczególnych generatorów pełnić będzie ESS (Elektronic Solar Switch), zabudowany w falowniku. Łączenia poszczególnych generatorów do falownika zostaną zrealizowane za pomocą kabli FlexiSun PV1-F o odpowiednim przekroju. Projektowane falowniki posiadają fabrycznie zintegrowaną ochronę przetężeniową po stronie DC oraz ochronę przed zamianą biegunów. W przypadku przeciążenia następuje automatyczne przesunięcie punktu pracy i obniżenie mocy produkowanej. Ochronę przed wyidukowanymi przepięciami spowodowanymi wyładowaniami 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** | |
| Moc znamionowa | 17,90 kW |
| Moc maksymalna | 31,30 kW |
| Maksimum wydajności | 98,00% |
| Europejska wydajność | 97,70% |
| Maksymalne napięcie z PV | 1 000,00 V |
| Minimalne napięcie MPPT | 200,00 V |
| Maksymalne napięcie MPPT | 800,00 V |
| Maksymalny prąd wejściowy | 90,00 A |
| Numer MPPT | 2 |
| AC napięcie przemienne wyjściowe | 230,00 V |
| Wyjście | Trójfazowy |
| Transformator separacyjny | False |
| Częstotliwość | 50/60 Hz |

* 1. **Konfiguracja paneli i falowników**

Projektowana elektrownia słoneczna składać się będzie z zespołów modułów fotowoltaicznych podzielonych na sekcje. Wykorzystany zostanie falownik, o mocy 17 kW, będzie on współpracować z 64 modułami fotowoltaicznymi.

### Konfiguracja falownika:

|  |  |
| --- | --- |
| **Parametry elektryczne pasm** | |
| Liczba modułów fotowoltaicznych w serii | 16 |
| Moc znamionowa | 4,24 kW |
| Napięcie jałowe (Voc) | 636,8 V |
| Prąd zwarciowy (Isc) | 9,01 A |
| Prąd przy maksymalnej mocy (Impp) | 8,48 A |

System fotowoltaiczny składa się z 4 paneli DC, poniżej wymienione są konfiguracje paneli elektrycznych w systemie:

**Panel elektryczny DC**

|  |  |
| --- | --- |
| Liczba wejść | 1 |
| Maksymalny prąd dla każdego wejścia | 9,01 A |
| Maksymalne napięcie wejściowe | 695,10 V |
| Maksymalny prąd wyjściowy | 9,01 A |
| Urządzenie wejściowe |  |
| Prąd znamionowy urządzenia wejściowego | 16,00 A |
| Osłona | Żaden |
| Osłona prądu znamionowego | 0,00 A |
| Dioda blokująca | Żaden |
| Prąd znamionowy diody blokującej | 0,00 A |
| Urządzenie wyjściowe |  |
| Prąd znamionowy urządzenia wyjściowego | 16,00 A |
| Odgromnik |  |
| Kategoria odgromnika | II |
| Napięcie odgromnika | 1 000,00 V |

### Okablowanie

Okablowanie prowadzić wg planu zagospodarowania, zgodnie z rys. Plan Zagospodarowania w rurach osłonowych lub korytkach przeznaczonych do montażu zewnętrznego. Okablowanie mocować do konstrukcji plastikowymi opaskami zaciskowymi w sposób uniemożliwiający kontakt z powierzchnią pod panelami. W celu zminimalizowania strat mocy w przewodach, poszczególne moduły w obwodzie każdego łańcucha należy rozmieszczać w miarę możliwości jak najbardziej równomiernie.

Podłączenie istniejącej instalacji elektrycznej z projektowaną instalacją fotowoltaiczną wymagać będzie przebicia przez ściany i stropy. Wszystkie miejsca przekłuć przez przegrody budowlane, po wprowadzeniu instalacji zaizolować poliuretanową wodoodporną, taśmą, zabezpieczyć przed dostaniem się wody, gryzoni oraz przed uszkodzeniami mechanicznymi. Przewody instalacji przy przejściach przez przegrody budowlane należy prowadzić w tulejach ochronnych. Po wykonaniu układania w listwach kabli i przewodów oraz montażu tablic /rozdzielnic elektrycznych należy uzupełnić malowania.

Instalację i urządzenia należy stosować w sposób trwały i pewny, w zależności od warunków lokalnych i zgodnie z wytycznymi producenta. Przewody instalacji elektrycznej prowadzonej po powierzchni dachu należy usytuować na odpowiednich podporach.

W zakresie kabli wykorzystywanych do połączenia modułów z falownikiem należy zastosować kable dedykowane do instalacji fotowoltaicznych odporne na UV i warunki zewnętrzne.

Moduły fotowoltaiczne należy łączyć specjalnie do tego celu przeznaczonym kablem solarnym oraz złączkami systemowymi kategorii MC4 (złącza żeńskie i męskie) lub równoważnymi. Kabel solarny powinien cechować się podwyższoną odpornością na uszkodzenia mechaniczne i warunki atmosferyczne, odpornością na podwyższoną temperaturę pracy oraz musi być odporny na promieniowanie UV. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV. Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złączki systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą. Przekrój kabli stałoprądowych powinien być dobrany tak, by zminimalizować spadki napięć obwodów. Do połączeń elektrycznych można wykorzystać kable o przekroju 6 mm2.

Okablowanie zmiennoprądowe należy wykonać za pomocą kabli elektrycznych YKY lub równoważnych o przekroju dobranym tak, by spadek napięcia po stronie AC, po uwzględnieniu długości przewodów, nie przekroczył 1%.

**UWAGA**

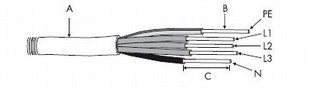
Po zainstalowaniu każdego falownika należy go uziemić za pomocą przewodu YdY5x6mm.

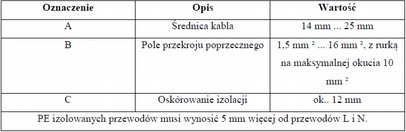
### Ochrona przeciwporażeniowa instalacji fotowoltaicznej

### Falowniki uniemożliwiają przepływ prądu zwarcia DC do instalacji elektrycznej, dlatego też dodatkowy wyłącznik różnicowoprądowy typu B po stronie instalacji zmiennoprądowej w tym przypadku nie jest wymagany.

### Roboty przygotowawcze i wykończeniowe:

Przewody instalacji należy prowadzić w tulejach ochronnych. Instalację i urządzenia należy stosować w sposób trwały i pewny, w zależności od warunków lokalnych i zgodnie z wytycznymi producenta





Po zainstalowaniu każdego falownika należy go uziemić za pomocą przewodu YdY5x6mm².

### Konstrukcja nośna paneli PV.

KONSTRUKCJA

Projektuje się system nośny w konfiguracji jednorzędowej Należy zastosować system montażowy dostosowany do konstrukcji dachu. Profile zabudować w układzie 1 warstwowym. Rozstaw profili nośnych pod rzędem modułów to 1100 mm. Stosować jedynie profile aluminiowe.



### Rysunek Budowa systemu montażowego

Panele fotowoltaiczne montowane są poprzez aluminiowy profil systemowy, który przekazuje obciążenie z paneli w obrębie ich usytuowania zapewniając równomierny rozkład obciążenia.

## Połączenia elementów mocujących (jak np. hak dachowy, kołnierz kątowy etc.) z profilami nośnymi jak również samych profili nośnych realizowane za pomocą śrub M8 i wpustów przesuwnych z elementem ustalającym z tworzywa sztucznego.

Projektowane rozwiązanie spełnia wymogi Polskich i Europejskich Norm Budowlanych, mieści się w kategorii instalowania urządzeń na istniejących obiektach budowlanych i jest w pełni bezpieczne tak dla konstrukcji, jak i życia i zdrowia ludzi.

UWAGA!!!Montaż przeprowadzić wg zaleceń producenta.

### Ochrona przeciwporażeniowa, odgromowa elektrowni, przed korozją

**Ochrona przeciwporażeniowa**

Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym zostanie zapewniona przez:

* + 1. Zachowanie odległości izolacyjnych,
    2. Izolację roboczą,
    3. Uziemienie ochronne,
    4. Szybkie samoczynne wyłączenie w układzie sieciowym.

Projektowane instalacje elektryczne są zgodne z przepisami budowlanymi w zakresie ochrony przeciwporażeniowej oraz wymogami normy PN-IEC-60-364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych”. Jako system ochrony od porażeń prądem elektrycznym zastosować należy samoczynne szybkie wyłączenie zasilania w układzie TN-S. Zamontować trzeba wyłączniki samoczynnie zapewniające, zgodnie z normą, wyłączenie zasilania.

Należy wykonać układy zabezpieczeń zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami prawa zaprojektowane do parametrów dobranej technologii zarówno w zakresie ochrony przeciwporażeniowej jak i przepięciowej.

Stronę DC generatora fotowoltaicznego należy zabezpieczyć przed skutkami wyładowań atmosferycznych oraz przed powstaniem w łańcuchach modułów prądów wstecznych. W skrzynkach rozdzielczych DC należy zainstalować ochronniki przeciwprzepięciowe chroniące moduły od skutków wyładowań atmosferycznych oraz bezpieczniki rozłącznikowe uniemożliwiające uszkodzenie łańcuchów modułów w skutek przepływu prądu wstecznego. Dobór napięcia pracy ochronników PP oraz prądu bezpieczników powinien uwzględniać sposób połączenia modułów oraz ich parametry elektryczne. Wszystkie zainstalowane skrzynki zabezpieczeń stałoprądowych powinny posiadać klasę ochronności przynajmniej IP65 jak i być odporne na działanie szkodliwych warunków atmosferycznych oraz promieniowania UV.

### Instalacja odgromowa i uziemienia ochronne

Ochroną odgromową objęte zostaną wszystkie moduły fotowoltaiczne PV oraz zostaną one objęte systemem połączeń wyrównawczych. Każdy moduł fotowoltaiczny zostanie połączony za pomocą przewodu miedzianego LgY 6 mm2 z konstrukcją bazową modułu. Projektuje się podłączenie do istniejącej instalacji odgromowej budynku.

### Ochrona przed korozją

Do elementów wymagających ochrony, prace antykorozyjne należy wykonać zgodnie z wymaganiami normy PN -71/E-97053, 79/H-97070, 93/E - 04500 oraz N SEP - E - 001. Konstrukcje winny być zabezpieczone antykorozyjnie przez cynkowanie na gorąco. Przewody uziemiające wprowadzane do gruntu powinny być pokryte warstwą nie przepuszczająca wilgoci np. masą asfaltową.

### Pomiary

Po dokonaniu prac montażowych przed uruchomieniem urządzeń należy wykonać pomiary:

* + 1. Stanu izolacji kabli zasilających,
    2. Rezystancji uziemienia,
    3. Inne wymagane przepisami badania i pomiary.

Z przeprowadzonych badań i pomiarów należy sporządzić odpowiednie protokoły stanowiące podstawę do uruchomienia i oddania do eksploatacji objętych projektem instalacji.

### Urządzenia monitorujące i sterujące

Projektuje się monitoring parametrów pracy elektrowni oparty na dataloggerze zgodnym z zaleceniami producenta inwerterów. Urządzenie to powinno w sposób naturalny współpracować z inwerterami w otwartym protokole komunikacji. Komunikacja pomiędzy urządzeniami realizowana będzie przewodowo lub bezprzewodowo poprzez Bluetooth. Dodatkowo projektuje się układ routera energii odpowiedzialny za zabezpieczenie wypływu energii do sieci w przypadku produkcji energii w elektrowni większej niż bieżące obciążenie wewnętrznych obwodów elektrycznych.

### Diagnostyka uszkodzeń systemu fotowoltaicznego

W przypadku wystąpienia uszkodzenia modułu (-ów) fotowoltaicznego nie występuje potrzeba demontażu większej ilości modułów. Z uwagi na topologię całego systemu w łatwy sposób można zlokalizować łańcuch, w którym znajduje się uszkodzony moduł(-y). Dane pomiarowe uzyskiwane z falowników pozwalają na porównanie chwilowych wartości parametrów falowników ze sobą oraz z wartościami teoretycznymi. W przypadku uszkodzenia modułu (-ów) występujący spadek mocy falownika (-ów) może zostać łatwo zauważony, a w toku odpowiednich pomiarów łatwo określić położenie uszkodzonego elementu.

### Wymagania BHP

Urządzenia techniczne powinny spełniać wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy przez cały okres ich użytkowania. Montaż i eksploatacja urządzeń powinny odbywać się przy zachowaniu wymagań bezpieczeństwa i higieny pracy, uwzględniając instrukcje zawarte w Dokumentacji Techniczno–Ruchowej. Miejsce i sposób zainstalowania i użytkowania urządzeń powinny zapewniać dostateczna przestrzeń umożliwiającą swobodny dostęp i obsługę. Wszystkie urządzenia nie wymagają stałej obsługi, a tylko okresowego nadzoru.

### Prognoza uzysku z instalacji PV

Na poniższym wykresie przedstawiono prognozowaną produkcję energii elektrycznej z rozbiciem na miesiące. W obliczeniach uwzględniono:

* + 1. dane o promieniowaniu słonecznym dla podanej szerokości geograficznej,
    2. sprawność zastosowanych modułów fotowoltaicznych,
    3. sprawność zastosowanych falowników,
    4. straty na przewodach strony DC.

W lokalizacji dostępne są następujące dzienne natężenia promieniowania słonecznego na poziomej powierzchni, według źródła NASA-SSE.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Miesiąc** | **Rozproszone dzienne [kWh/m**˛**]** | **Bezpośrednie dzienne [kWh/m**˛**]** | **Globalne dzienne [kWh/m**˛**]** |
| Styczeń | 0,58 | 0,30 | 0,88 |
| Luty | 0,92 | 0,66 | 1,58 |
| Marzec | 1,48 | 1,03 | 2,51 |
| Kwiecień | 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 |
| Sierpień | 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 globalnej natężenia promieniowania słonecznego na poziomej powierzchni dla lokalizacji Æagań (lubuskie). Ta wartość jest równa 2,78 [kWh/m²].

*Zacienienie odległe*

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

W przypadku omawianej instalacji nie występuje zacienienie.

*Obliczanie technologiczności*

Technologiczności 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 (16,96 kW), kąt nachylenia oraz azymut ( 25° , 0° ) generator PV, straty na generatorze PV (straty rezystancyjne, straty z powodu różnicy temperatury modułów, refleksji bądź niedopasowania pomiędzy pasmami), wydajność falownika, jak również współczynnik odbicia ziemi z przodu modułów (20%) (albedo).

W związku z tym, energia wytwarzana przez układ corocznie (Ep, y) jest obliczana w następujący sposób:

Ep,y = Pnom \* Irr \* (1-Losses) = 16 835,92 kWh

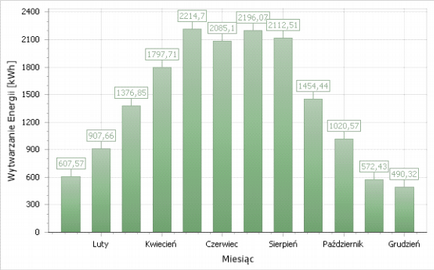
Gdzie:

* + 1. Pnom = Moc znamionowa systemu: 16,96 kW
    2. Irr = Roczne natężenie promieniowania słonecznego na powierzchni modułów: 1136,11 kWh/m²
    3. Losses = Straty mocy: 12,62 %

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

|  |  |
| --- | --- |
| **Straty** | |
| Straty ciepła | 3,00 % |
| Straty z niedopasowania | 2,00 % |
| Straty rezystancyjne | 4,00 % |
| Straty spowodowane konwersją DC/AC | 2,30 % |
| Inne straty | 2,00 % |
| Starty z zacienienia | 0,00 % |
| **Straty całkowite** | **12,62 %** |

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



### UWAGI KOŃCOWE

Całość prac powinna być wykonana przez osoby mające uprawnienia w zakresie prowadzenia prac przy instalacjach elektrycznych dla instalacji niskiego napięcia. Prace należy prowadzić zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami oraz wytycznymi producentów instalowanych urządzeń. Zastosowane urządzenia i elementy instalacji powinny mieć wymagane certyfikaty i dopuszczenia.

O zamiarze przystąpienia do prac należy powiadomić właściwe Urzędy, użytkowników instalacji istniejących na działkach, zgodnie z uzgodnieniami branżowymi i wymogami Prawa budowlanego.

Po zakończeniu prac należy wykonać inwentaryzację geodezyjną powykonawczą wraz z protokołami pomiaru: stanu izolacji przewodów, skuteczności ochrony od porażeń. Sporządzone protokoły z pomiarów skuteczności ochrony przeciwporażeniowej są warunkiem i podstawą rozpoczęcia eksploatacji urządzeń elektrycznych. Pomiar rezystancji uziemienia należy skorygować odpowiednim współczynnikiem zależnym od warunków atmosferycznych.

### 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 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.

*Weryfikacja prądu stałego*

Weryfikacja prądu stałego wykonywana jest w celu sprawdzenia, czy prąd zwarciowy pola PV @ STC jest mniejszy niż maksymalna dopuszczalna prądu wejściowego 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 61,36°C (429,91 V) > Minimalne  napięcie MPPT (200 V) |
| Limity napięcia | Mppt2 - Minimalne napięcie w temperaturze modułu z 61,36°C (429,91 V) > Minimalne  napięcie MPPT (200 V) |
| Limity napięcia | Mppt1 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -3,61°C (562,3 V) < Maksymalne  napięcie MPPT (800 V) |
| Limity napięcia | Mppt2 - Maksymalne napięcie w temperaturze modułu z -3,61°C (562,3 V) < Maksymalne  napięcie MPPT (800 V) |
| Limity napięcia | Mppt1 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -3,61°C (695,1 V) < Maksymalne  napięcie falownika (1000 V) |
| Limity napięcia | Mppt2 - Napięcie jałowe w temperaturze modułu z -3,61°C (695,1 V) < Maksymalne  napięcie falownika (1000 V) |
| Limity prądu | Mppt1 - Prąd zwarciowy (18,02 A) < Maksymalny prąd falownika (45 A) |
| Limity prądu | Mppt2 - Prąd zwarciowy (18,02 A) < Maksymalny prąd falownika (45 A) |
| Limity mocy | Współczynnik wielkości mocy (80 %) < (95%) < (120 %) |

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:

*V*%

#  2 

*R*

*Vnom*

* *Inom*
* *L*

# 1000

gdzie:

*L* to długość przewodu w metrach

*Inom* jest to prąd w kablu @STC

*Vnom* jest to napięcie na kablu @STC

*R* jest to odporność 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 prąd 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:

*V*%  2 

*VAC*

* + *I*  *L*

*nom* 1000

*R*2  *X* 2

Dla linii trójfazowej:

*V*%  1,73

*VAC*

* + *I*  *L*

*nom* 1000

*R*2  *X* 2

gdzie:

*L* to długość przewodu w metrach

*Inom* jest to prąd w kablu @STC

*VAC* jest to napięcie sieci

*R, X* są to odporność I reaktancja linii na km długości, w temperaturze 80 °C

Poniższe tabele przedstawiają wykaz kabli używanych w systemie.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tabela kabli** | | | | | |
| **Etykiet a** | **Kod** | **Opis** | **Formacja** | **Spadek napięcia** | **Długość** |
| C1 | PRYG7P3X006 | Z: Inverter:1 Do: Sieć elektryczna | 3x6 | 0,96% | 13,35 m |
| C2 | PRYPSUN010 | Z: Uziemienie ochronne-DC - Inverter:1:4 Do: Inverter:1 | 1x10 | 0,05% | 6,06 m |
| C3 | PRYPSUN004 | Z: Str:4 Do: Uziemienie ochronne- DC - Inverter:1:4 | 1x4 | 0,32% | 17,23 m |
| C4 | PRYPSUN004 | Przewód łączący moduły: Str:4 | 1x4 | 0,30% | 15,9 m |
| C5 | PRYPSUN010 | Z: Uziemienie ochronne-DC - Inverter:1:3 Do: Inverter:1 | 1x10 | 0,04% | 5,37 m |
| C6 | PRYPSUN004 | Z: Str:3 Do: Uziemienie ochronne- DC - Inverter:1:3 | 1x4 | 0,29% | 15,42 m |
| C7 | PRYPSUN004 | Przewód łączący moduły: Str:3 | 1x4 | 0,30% | 15,9 m |
| C8 | PRYPSUN010 | Z: Uziemienie ochronne-DC - Inverter:1:2 Do: Inverter:1 | 1x10 | 0,03% | 4,57 m |
| C9 | PRYPSUN004 | Z: Str:2 Do: Uziemienie ochronne- DC - Inverter:1:2 | 1x4 | 0,39% | 20,57 m |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| C10 | PRYPSUN004 | Przewód łączący moduły: Str:2 | 1x4 | 0,30% | 15,9 m |
| C11 | PRYPSUN010 | Z: Uziemienie ochronne-DC - Inverter:1:1 Do: Inverter:1 | 1x10 | 0,03% | 3,75 m |
| C12 | PRYPSUN004 | Z: Str:1 Do: Uziemienie ochronne- DC - Inverter:1:1 | 1x4 | 0,29% | 15,57 m |
| C13 | PRYPSUN004 | Przewód łączący moduły: Str:1 | 1x4 | 0,30% | 15,9 m |

### Prąd szczytowy

Maksymalne dopuszczalne długotrwałe obciążenie zespołu inwerterów 1\*16

Wartość zabezpieczenia 32 A

### Spadek napięcia

Prąd stały (dla pojedynczego zestawu paneli)

* In prąd znamionowy
* L długość linii [m]
* konduktywność, dla miedzi 58 [S\*m/mm2],
* , napięcie znamionowe[V]



Spadek napięcia wyznaczony dla przewodów powyżej

### Prąd przemienny trójfazowy (złącze kablowe)

* In prąd znamionowy
* L długość linii [m]
* konduktywność, dla miedzi 58 [S\*m/mm2],
* , napięcie znamionowe[V]



Spadek napięcia mieści się w dopuszczalnych granicach <8%

### Zabezpieczenie przed prądami wstecznymi, zwarciowe bezpieczniki o charakterystyce gPV

### Isc znamionowy prąd zwarcia modułów PV

### In znamionowy prąd bezpiecznika

### Ochrona przeciwprzepięciowa ograniczniki przepięć SPD typ 2 dla 9 paneli w rzędzie

* Uoc stc napięcie na zaciskach nieobciążonego modułu PV (przy jego otwartych stykach) lub rzędu szeregowo podłączonych modułów PV (open circuit voltage)

OVR PV 40 1000 P -> do 1000 [V] Uc

### Ochrona przeciwprzepięciowa ograniczniki przepięć SPD typ 1 dla falownika

Hager SPD Ogranicznik przepięć Typ 2, 3P -> 1000[V] Uc

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Kod** | **Nominalne natężenie prądu** | **Napięcie nominalne** | **Ilość** |
| 1SCA1048  36R1001 | 16,00 [A] | 800,00 [V] | 8 |
| 1SCA1049  36R1001 | 32,00 [A] | 550,00 [V] | 4 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kod** | **Nominalny prąd wyładowczy** | **Napięcie stałe** | **Napięcie zmienne** | **Kategoria** | **Ilość** |
| ABBM5142 40 | 20,00 [kA] | 1 000,00  [V] | 0,00 [V] | II | 4 |