

NAZWA ELEMENTU PROJEKTU BUDOWLANEGO		4. PROJEKT TECHNICZNY	
JEDNOSTKA PROJEKTOWA:		INWEST – SAN INŻYNIERIA SANITARNA Zbigniew Łojewski 89-606 Charzykowy, ul. Jasna 8 tel.: 605 359 879, e-mail: inwestsan@gmail.com	
NAZWA ZAMIERZENIA BUDOWLANEGO:		UPORZĄDKOWANIE GOSPODARKI WODNEJ W POŁUDNIOWEJ CZĘŚCI GMINY CHOJNICE – ETAP I <u>PRZEBUDOWA UJĘCIA WODY I ROZBUDOWA STACJI UZDATNIANIA WODY</u> INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA	
ADRES OBIEKTU BUDOWLANEGO:		Ogorzeliny, działka nr ewidencyjny 195 , 196 Jednostka ewid. Chojnice Gmina (220203_2) Obręb ewid. Ogorzeliny (0019)	
KATEGORIA OBIEKTU:		XXX	
INWESTOR:		Gminny Zakład Gospodarki Komunalnej Sp. z o.o. 89-620 Chojnice, ul. Drzymały 14	
ZESPÓŁ AUTORSKI:	IMIĘ I NAZWISKO, NUMER UPRAWNIEN	ZAKRES OPRACOWANIA	PODPIS
PROJEKTANT:	inż. Karol Gołębiewski upr. bud. nr POM/0179/PWOE/08 w specjalności elektrycznej do projektowania bez ograniczeń	BRANŻA ELEKTRYCZA	
PROJEKTANT SPRAWDZAJĄCY:	mgr inż. Rafał Kobierowski upr. bud. nr POM/0181/PWBE/19 w specjalności elektrycznej do projektowania bez ograniczeń	BRANŻA ELEKTRYCZA	
DATA OPRACOWANIA:	Charzykowy, dnia 15 grudnia 2021 r.		Nr arch. PT/E/2/21

SPIS ZAWARTOŚCI DOKUMENTACJI

Strona tytułowa	
Spis zawartości dokumentacji	2
I. INFORMACJE PODSTAWOWE Przedmiot opracowania	3
1.1 Przedmiot opracowania	3
1.2 Podstawa opracowania	3
1.3 Przepisy i normy	3
1.4 Zakres opracowania	4
1.5 Ogólna charakterystyka obiektu	4
II. ANALIZA KONSTRUKCYJNA	4
2.1. Stan istniejący	4
2.2 Charakterystyka konstrukcji nośnej –gruntowa	5
III. SYMULACJA UZYSKÓW ENERGETYCZNYCH	8
IV. INSTALACJA ELEKTRYCZNA – CZĘŚĆ OPISOWA	11
4.1 Stan istniejący	11
4.2 Podstawowe założenia	11
4.3 Moduły fotowoltaiczne o mocy 380W	11
4.4 Falownik fotowoltaiczny	11
4.5 Okablowanie dc oraz ac, trasy kablowe, peszle oraz mocowania łączące	12
4.6 Rozdzielnice RPV – DC	13
4.7 Rozdzielnica RPV – AC	13
4.8 Instalacja uziemiająca	14
4.9 Ochrona przeciwpożarowa	14
4.10 Uwagi końcowe	14
V. CHARAKTERYSTYKA ZAGROŻENIA POŻAROWEGO	15
5.1 Charakterystyka zagrożenia pożarowego projektowanej instalacji PV	15
5.2 Informacje o kategorii zagrożenia ludzi przedmiotowego budynku	16
5.3 Miejsce montażu paneli fotowoltaicznych, falownika oraz sposób przeprowadzenia przewodów DC pomiędzy modułami a falownikiem	16
5.4 Przewidywana gęstość obciążenia ogniowego	16
5.5 Ocena zagrożenia wybuchem pomieszczeń oraz przestrzeni zewnętrznych	16
5.6 Informacje o stopniu rozprzestrzeniania ognia elementów budowlanych	16
5.7 Informacje o usytuowaniu z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe, w tym o odległości od obiektów sąsiadujących	17
5.8 Informacje o warunkach i strategii ewakuacji ludzi lub ich uratowania w inny sposób	17
5.9 Informacje o sposobie zabezpieczenia przeciwpożarowego instalacji PV, a także rozwiązania zmniejszające ryzyko powstania pożaru	17
5.10 Wyposażenie w gaśnice	17
5.11 Przeciwpożarowy wyłącznik prądu pwp	17
5.12 Sposób zapewnienia bezpieczeństwa dla ekip ratowniczo-gaśniczych	17
5.13 Plan instalacji fotowoltaicznej dla ekip ratowniczych	18
5.14 Oznakowanie budynku	18
VI. OBLICZENIA TECHNICZNE	20
VII. ZESTAWIENIE RYSUNKÓW OBLICZENIA TECHNICZNE	28
Rys. nr 1 – Projekt zagospodarowania terenu	29
Rys. nr 2 – Schemat ideowy instalacji fotowoltaicznej	30

I. INFORMACJE PODSTAWOWE.

1.1 PRZEDMIOT OPRACOWANIA.

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt instalacji fotowoltaicznej gruntowej o mocy 49,40kWp . Instalacja fotowoltaiczna będzie produkowała energię na potrzeby własne urządzeń i istniejącej instalacji elektrycznej proporcjonalnie do aktualnych warunków pogodowych. Instalacja fotowoltaiczna (PV) o typu on-grid wytwarzającą energię elektryczną w postaci trójfazowego prądu przemiennego o częstotliwości 50Hz.

1.2 PODSTAWA OPRACOWANIA.

Projekt opracowano na podstawie:

- a) umowy na realizację prac projektowych,
- b) mapy do celów projektowych
- c) wizji lokalnej w terenie,
- d) uzgodnień branżowych
- e) obowiązujące na dzień złożenia projektu normy i przepisy.

1.3 PRZEPISY I NORMY

Podstawowe wymagania formalne dotyczące zakresu opracowania zawarte są w aktach:

- a) Normy, przepisy i dokumenty techniczne:
 - PN-HD 60364-7-712:2016-05E Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.
 - PN-EN 62446-1:2016-08 Systemy fotowoltaiczne (PV). Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania -- Część 1: Systemy podłączone do sieci - Dokumentacja, odbiory i nadzór.
 - PN-EN 62305-1 Ochrona odgromowa. Zasady ogólne,
 - PN-EN 62305-2 Ochrona odgromowa. Zarządzanie ryzykiem,
 - PN-EN 62305-4 Ochrona odgromowa. Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach,
 - PN-EN 1991-1-4:2008 Obciążenia w obliczeniach statycznych – obciążenie wiatrem,
 - PN-EN 1991-1-3:2005 Obciążenia w obliczeniach statycznych – obciążenie śniegiem,
- b) Prawo Budowlane:
 - 1. Ustawa z dnia 07.07.1994 – Prawo budowlane (Dz.U.2020 nr 89 poz.1333 z późniejszymi zmianami),
 - 2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 06.02.2003 w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz.U.2003 nr 41 poz. 401 z późniejszymi zmianami),
- c) Prawo Energetyczne:
 - Ustawa z dnia 10.04.1997 – Prawo energetyczne (Dz.U.2020 nr 54 poz. 833 z późniejszymi zmianami).
- d) Ustawa o ochronie przeciwpożarowej z dnia 24 sierpnia 1991 r. (Dz.U. 2020, poz. 961 ze zmianami)

1.4 ZAKRES OPRACOWANIA

Zakres opracowania obejmuje:

- Określenie sposobu montażu i łączenia modułów PV w łańcuchy,
- Określenie sposobu montażu falownika fotowoltaicznego,
- Wytyczenie i sposób wykonania tras kablowych DC oraz AC,
- Wykonanie zabezpieczeń systemu,
- Wykonanie przyłącza instalacji fotowoltaicznej do rozdzielnic budynku,
- Przeprowadzenie pomiarów i uruchomienie instalacji fotowoltaicznej,
- Zapewnienie systemu monitoringu instalacji fotowoltaicznej,
- Pozostałe niezbędne prace ogólnobudowlane,

1.5 OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU

Na podstawie przeprowadzonej analizy oceny możliwości technicznych montażu instalacji fotowoltaicznej oraz na podstawie materiałów dostarczonych przez inwestora, danych dotyczących działki i zapotrzebowania na energię elektryczną, przewidziano możliwość zainstalowania instalacji fotowoltaicznej składającej się z 130szt. modułów fotowoltaicznych (PV).

- Instalacja Gruntowa o mocy 49,40kWp – 130 sztuki modułów fotowoltaicznych

Projektowane instalacje fotowoltaiczne należy podłączyć do wewnętrznej instalacji elektrycznej budynku. Wyprodukowana energia będzie wykorzystana na potrzeby własne na potrzeby własne urządzeń technologicznych stacji uzdatniania wody. W sytuacji zaniku napięcia w sieci, falownik przechodzi w tryb uśpienia, oczekując na powrót napięcia sieciowego, dzięki czemu instalacja nie ma możliwości pracy wyspowej. Przedmiotowe Instalacje fotowoltaiczne będą składały się z następujących elementów:

- moduły fotowoltaicznych wykonanych w technologii monokrystalicznej o mocy nominalnej 380Wp każdy.
- 1 szt. falownika trójfazowego, beztransformatorowego o mocy 33,3kW włącznie - dla modułów fotowoltaicznych przekształcających energię prądu stałego na energię prądu zmiennego o parametrach dostosowanych do sieci, do której falownik przekazuje nadmiar wyprodukowanej energii.
- 1 szt. falownika trójfazowego, beztransformatorowego o mocy 17kW włącznie - dla modułów fotowoltaicznych przekształcających energię prądu stałego na energię prądu zmiennego o parametrach dostosowanych do sieci, do której falownik przekazuje nadmiar wyprodukowanej energii.
- konstrukcji systemu mocowania dla modułów fotowoltaicznych posadowionych na gruncie.
- Rozdzielnica FV – DC, Rozdzielnica FV AC, i systemu zabezpieczeń elektroenergetycznych od strony AC i DC, (zabezpieczenia przeciążeniowe i zwarciovowe, przeciwprzepięciowe).
- Okablowania i systemu połączeń.
- Uziemienie i Instalacja ekwipotencjalna.
- Optymalizatory mocy

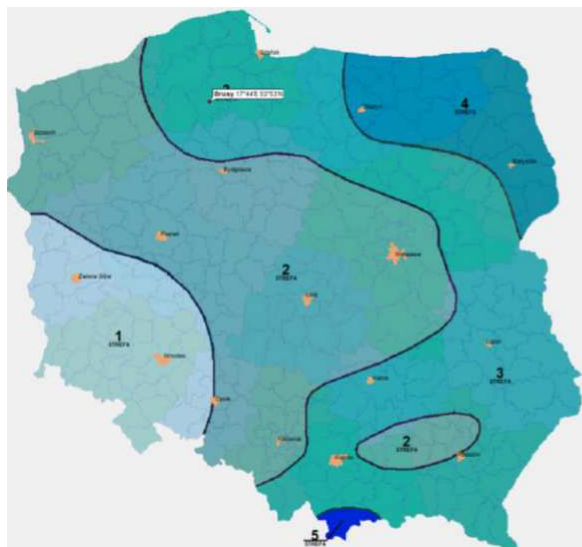
II. ANALIZA KONSTRUKCYJNA

Użycie nazw własnych materiałów budowlanych i elektroinstalacyjnych ma za zadanie wyznaczenie standardów jakości komponentów instalacji. Wszelkie zapisy powołujące się na wyroby konkretnych producentów należy rozumieć jako materiał „taki lub równoważny”.

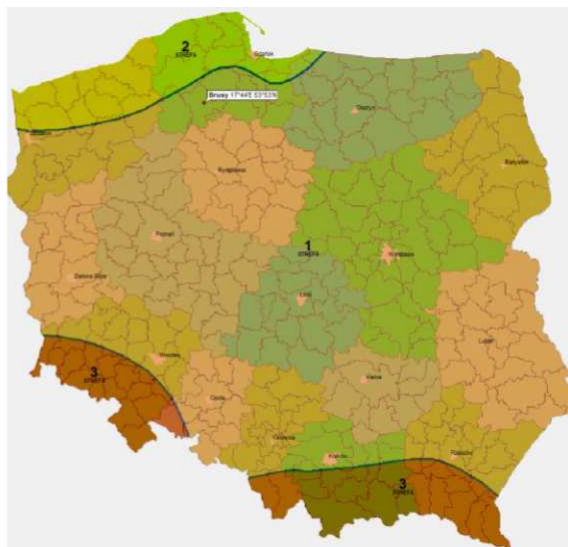
2.1 Stan istniejący

Projektuje się budowę instalacji fotowoltaicznej na działce inwestora jako instalacja gruntowa.

Inwestycja zlokalizowana jest na terenie III strefy obciążenia śniegiem oraz I strefy obciążenia wiatrem i wg PN -EN 1991-1-4:2008 i PN-EN 1991-1-3:2005.



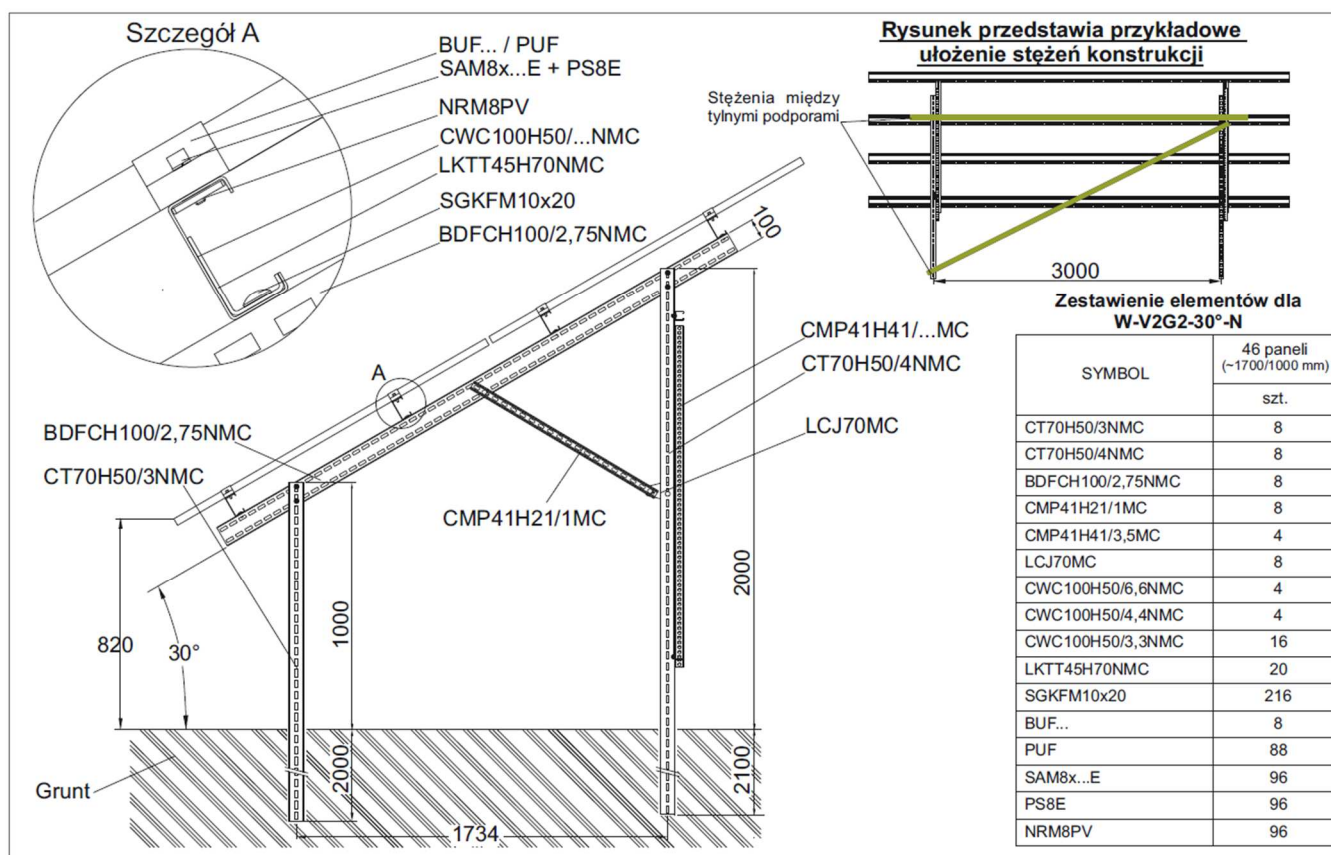
Strefy obciążenia śniegiem



Strefy obciążenia wiatrem

2.2 CHARAKTERYSTYKA KONSTRUKCJI NOŚNEJ –GRUNTOWA

Ze względu na pomiary z map satelitarnych, dostarczoną mapę sytuacyjną przez inwestora dla analizowanej działki pod zabudowę instalacją fotowoltaiczną oraz wybór powyższej technologii (z panelami monokrystalicznymi) optymalne uzyski energii otrzymano dla posadowienia konstrukcji montażowej pod kątem 35° . Orientację południową wyznacza ukształtowanie działki i jej południowa granica oraz równoległe ułożenie stołów względem tej granicy. W oparciu o udostępnioną mapę sytuacyjną wybrano najbardziej nasłonecznione i wolne od zabudowy miejsca pod posadowienie instalacji fotowoltaicznej. Od znajdujących się przeszkód na etapie prac projektowych uwzględniono odstępy od dzięki czemu ograniczono wpływ zacienienia instalacji PV do minimum. Dla tak dobranej konstrukcji gruntowej i wybranych komponentów PV wielkość otrzymywanych uzysków energetycznych wynika z odpowiedniego posadowienia paneli PV w oparciu o analizę efektywności przeprowadzoną dla wybranej przez inwestora lokalizacji instalacji PV. Przykładowe zamontowanie konstrukcji gruntowej pod moduły PV zaprezentowano na rysunku pokazowym poniżej.



Do zalet zaprojektowanej konstrukcji jednopodporowej można zaliczyć:

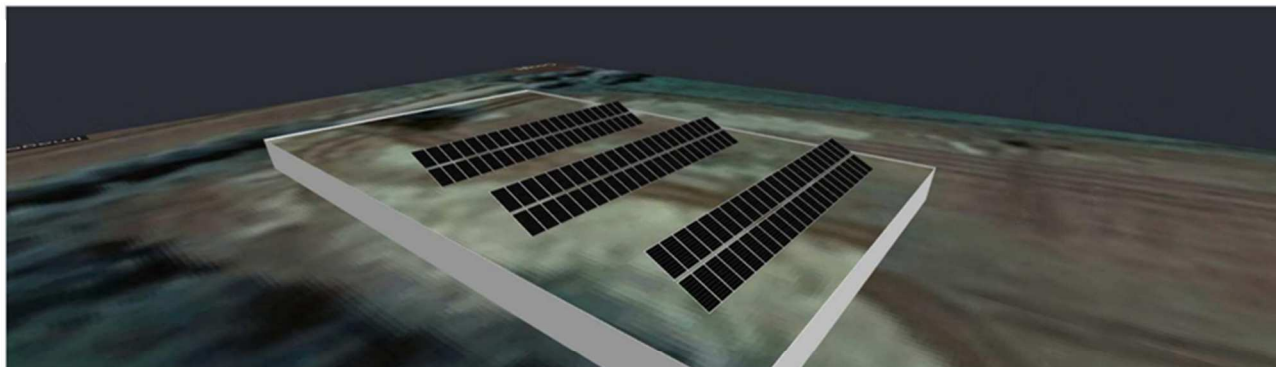
- Elementy konstrukcji są ze stali cynkowanej ogniowo wg normy S390GD + Z275, śruby przy modułach ze stali nierdzewnej.
- Konstrukcja dostosowana do obciążeń śniegiem (max. dla V strefy) i wiatrem (max. dla III strefy).
- Profile są tak ukształtowane, że kable do falowników są niewidoczne, wysoka estetyka

Moduły fotowoltaiczne na stole montażowym będą montowane w 2 rzędach na poziomo. Taki stół przedstawiony na rysunku może się składać z dowolnej liczby modułów fotowoltaicznych. Konstrukcje pod moduły PV zaleca się zaprojektować i wykonać z materiałów o znacznej wytrzymałości, dzięki czemu jej elementy nośne, podobnie jak wybrane w konfiguracji komponenty, zapewniają długoletnie funkcjonowanie instalacji fotowoltaicznej. Konstrukcja montażowa dopuszczona do zamontowania na miejscu inwestycji poddana jest na etapie produkcji lub projektu statystycznemu sprawdzeniu jej parametrów (m.in. wytrzymałości) zgodnie z europejską normą DIN. Dzięki czemu spełnia zarówno polskie jak i europejskie wymogi i standardy dotyczące produkcji tej konstrukcji i jej eksploatacji. Fundamenty wykonane ze stali cynkowanej ogniowo (ceowniki) będą osadzone w gruncie za pomocą specjalistycznych maszyn (kafar lub koparka) przy czym głębokość osadzenia zależy od konkretnych warunków panujących na miejscu montażu i ustalana jest w oparciu o nośność gruntu oraz obciążenie śniegiem i wiatrem. Projektowana konstrukcja montażowa złożona ze stołów montażowych będzie wykonana zgodnie z normami określającymi wpływ czynników zewnętrznych dla V strefy obciążenia opadami śniegu oraz III strefy obciążenia wiatrem. Konstrukcja nośna stołów montażowych połączona jest z podporami w sposób rozłączny za pomocą połączenia śrubowego. Konstrukcja wolnostojąca dla modułów fotowoltaicznych składa się z fundamentów stalowych, ocynkowanych ogniowo, wkręcanych/wbijanych do ziemi na odpowiednią głębokość oraz stalowych, poziomych i pionowych profili nośnych, a także elementów mocujących (elementów łączących). Zalecana głębokość osadzania podpór konstrukcji wbijanych do gruntu wynosi ok. 1,5m. ,

III. SYMULACJA UZYSKÓW ENERGETYCZNYCH.

GZGK - CHOJNICE -

Ogrodowa 4, Ogorzeliny, 89-665, Poland | 27 kwi 2022



PODSUMOWANIE SYSTEMU

 130 Moduły PV

 2 Falowniki

 65 Optymalizatory

WYNIKI SYMULACJI



Zainstalowana Moc DC

49,40 kWp



Maksymalna Osiągalna
Moc AC

44,00 kW



Roczna Produkcja Energii

41,54 MWh



Redukcja Emisji CO2

32,11 t



Ekwiwalent Posadzonych
Drzew

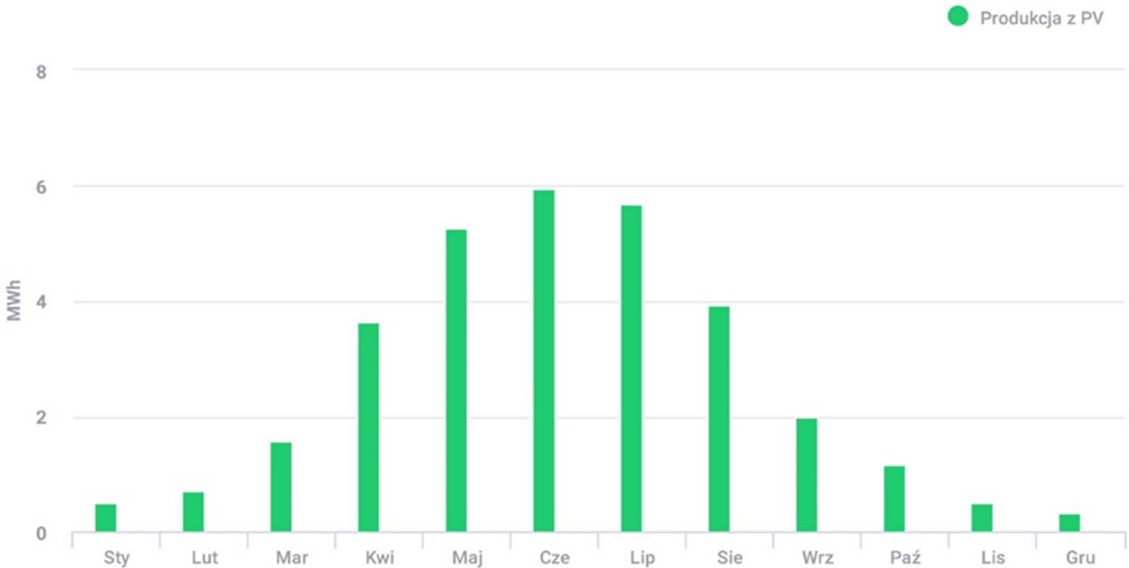
1107



GZGK - CHOJNICE -

Ogrodowa 4, Ogorzeliny, 89-665, Poland | 27 kwi 2022

SZACOWANA ENERGIA MIESIĘCZNIE



Całkowita obciążona energia: 0%

MODUŁY PV

# Moduł	Model	Szczytowa wartość mocy	Typ montażu	Orientacja	Azymut	Nachylenie
130		49,4 kWp			3°	30°
Całkowity: 130		49,4 kWp				

GZGK - CHOJNICE -

Ogrodowa 4, Ogorzeliny, 89-665, Poland | 27 kwi 2022

PARAMETRY SYMULACJI



LOKALIZACJA I SIEĆ

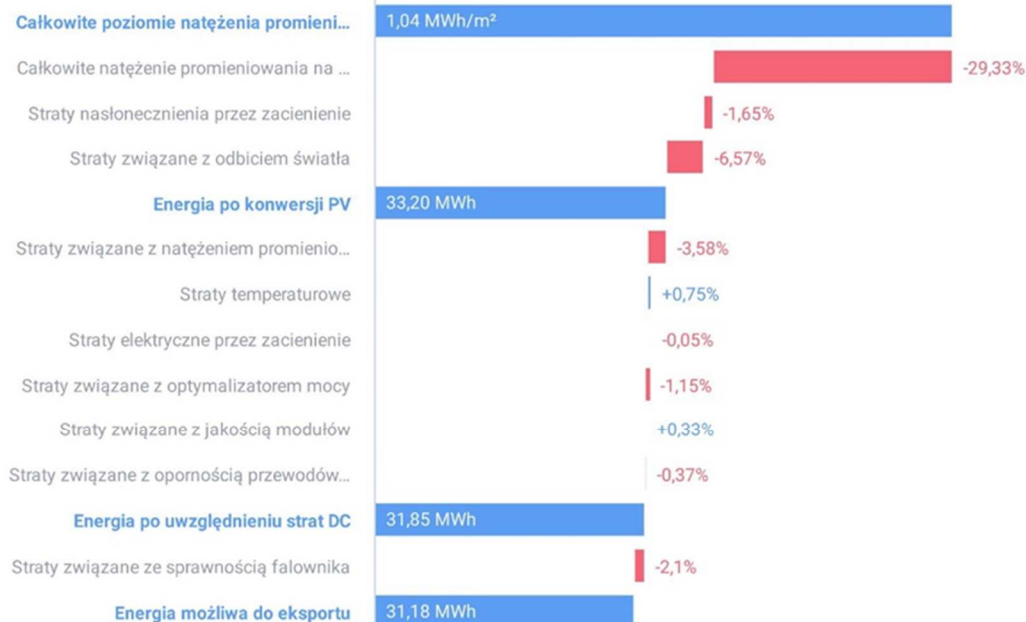
Strefa czasowa	CEST (Warsaw)
Stacja pogodowa	Bydgoszcz (60,08 km stąd)
Wysokość geograficzna stacji	46 m
Źródło danych stacji	Meteonorm 7.1
Sieć	400V L-L, 230V L-N



WSPÓŁCZYNNIKI STRAT

Pobliskie zacienienie	Włącz
Albedo	0,20
Zabrudzenia i śnieg	0%
Modyfikator kąta padania (IAM), ASHRAE b0 Param.	0,05
Współczynnik strat cieplnych Uc (stałe) Montaż zintegrowany	20
Współczynnik strat cieplnych Uc (stałe) Montaż z nachyleniem	29
Współczynnik strat LID	0%
Niedostępność systemu	0%

DIAGRAM STRAT SYSTEMU



IV. INSTALACJA ELEKTRYCZNA – CZĘŚĆ OPISOWA

Użycie nazw własnych materiałów budowlanych i elektroinstalacyjnych ma za zadanie wyznaczenie standardów jakości komponentów instalacji. Wszelkie zapisy powołujące się na wyroby konkretnych producentów należy rozumieć jako materiał „taki lub równoważny”.

4.1 Stan istniejący

Projektowany obiekt zasilony będzie z projektowanej stacji transformatorowej. Instalacja wewnętrzna budynku w układzie TNC-S. Obiekt posiada rozdzielnicę główną budynku. W rozdzielnicy głównej budynku zainstalowany będzie główny przeciwpożarowy wyłącznik prądu.

4.2 Podstawowe założenia

Celem inwestycji jest produkcja energii elektrycznej z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii oraz redukcja emisji CO₂. Generatorem energii elektrycznej w przedmiotowej instalacji są półprzewodnikowe krzemowe ogniwa fotowoltaiczne, które połączone szeregowo oraz równolegle tworzą moduły fotowoltaiczne. Zadaniem modułów fotowoltaicznych jest konwersja energii promieniowania słonecznego na stały prąd elektryczny (DC). Projekt zakłada zastosowanie modułów, które zostaną zamocowane na gruncie.

4.3 MODUŁY FOTOWOLTAICZNE O MOCY 380W

W instalacji fotowoltaicznej zastosowano moduły monokrystaliczne o mocy nominalnej 380Wp każdy. Zastosowane moduły fotowoltaiczne powinny być odporne na warunki atmosferyczne, wydajne i wolne od korozji. Wybrane moduły fotowoltaiczne zapewniają uzyski energetyczne zarówno w bezpośrednim świetle słonecznym, jak również w świetle rozproszonym. Zastosowano moduły w technologii HALF CUT. Moduły fotowoltaiczne należy montować do precyzyjnie ułożonych szyn montażowych za pomocą klem w 4 punktach podparcia. Stosując taki system montażu, należy zachować minimum 2 cm odstęp między modułami. Dzięki wielu innowacjom technicznym zastosowane moduły fotowoltaiczne powinny zapewnić uzyski energetyczne zarówno w bezpośrednim świetle słonecznym, jak również w świetle rozproszonym, a ich sprawność nie mniejsza niż 20,2%. Moduły podczas montażu zostaną połączone przewodami dedykowanymi DC w układy obwodów, a następnie układy obwodów podłączone będą do falownika. Połączenia pomiędzy obwodami DC i falownikiem należy wykonać przez rozdzielnicę FV-DC z rozłącznikami i ochroną przeciwprzepięciową rozdzielnicę DC z ochroną przeciwprzepięciową.

Zastosowane moduły PV muszą się charakteryzować współczynnikami temperatury takimi samymi jak w karcie dołączonej do projektu.

Moduły fotowoltaiczne muszą cechować się następującymi gwarancjami i certyfikatami:

- 12 lat gwarancja na produkt
- 30 lat gwarancji liniowa moc (max. zmniejszanie w wykonaniu 0,45% rocznie)
- Certyfikowane zgodnie z CE, TUV, MCS, IEC 61215 i IEC61730

Moduły fotowoltaiczne należy połączyć w łańcuchy zgodnie z parametrami zastosowanych inwerterów za pomocą przewodów DC o przekroju 6mm². Na końcach każdego kabla solarnego należy zamontować końcówki dedykowane do przewodów fotowoltaicznych typu MC-4. W instalacji fotowoltaicznej można zastosować moduły fotowoltaiczne o parametrach równoważnych lub lepszych. Panele fotowoltaiczne wyposażać w optymalizatory mocy zwiększając moc wyjściową systemu fotowoltaicznego, śledząc maksymalny punkt mocy każdego modułu. Zastosować optymalizator umożliwiający pracę z dwoma panelami.

4.4 FALOWNIK FOTOWOLTAICZNY

Energia elektryczna z modułów fotowoltaicznych przekazywana będzie wydzielonymi obwodami DC do falowników. W falowniku energia będzie przekształcana na napięcie o częstotliwości 50Hz. Trasy kablowe DC tak

mocować do konstrukcji aby nie wisiały i były prowadzone w sposób estetyczny, co też ma wpływ na późniejszą eksploatację instalacji PV i jej właściwe funkcjonowanie. Kable DC będą prowadzone od najdalej zlokalizowanych paneli aż do wejścia falownika poprzez rozdzielnicę DC. Falowniki, rozdzielnicę DC, AC montować do konstrukcji poprzez dedykowane poprzeczki konstrukcyjne przeznaczone do montażu. Zachować sztywność zamontowanych urządzeń. Montaż wykonać w stabilny sposób, adekwatnie do jego gabarytów i ciężaru. Na konstrukcji zamontować miejscową szynę uziemiającą. Wyprodukowana energia w instalacji PV będzie użytkowana na potrzeby własne, a jej chwilowy nadmiar może być wprowadzony do sieci energetycznej niskiego napięcia. Będzie to możliwe z uwagi na złożone zgłoszenie mikroinstalacji do OSD po jej wykonaniu i odebraniu przez strony (inwestor/wykonawca) w oparciu o protokół końcowy. Zaprojektowane falowniki muszą być trójfazowy i wyposażony w wejścia MPPT. Projektowane falowniki muszą posiadać następujące interfejsy USB / Bluetooth + APP, RS485, WIFI, MODBUS, ETHERNET, SMARTMETER. SMARTMETER. Inteligentne urządzenie sterujące integruje falownik z siecią energetyczną, poprzez pomiar mocy oddawanej i zużywanej oraz przesyłanie tych danych do inwertera. Monitorowanie parametrów pracy zarówno lokalnie (dzięki zintegrowanemu serwerowi internetowemu) lub zdalnie (w portalu producenta) za pośrednictwem połączenia sieci LAN. AC. Inwertery muszą być przeznaczone zarówno do zewnętrznego, a stopień ochrony urządzenia musi wynosić IP65 lub lepsze. Zastosowane inwertery muszą posiadać wszystkie certyfikaty do pracy z siecią na terenie Polski. Płaskie krzywe sprawności gwarantują wysoką sprawność przy wszystkich poziomach wyjściowych, co zapewnia spójną i stabilną wydajność w całym zakresie napięcia wejściowego i mocy wyjściowej. Pomiedzy inwerterami a wewnętrzną instalacją LAN ułożyć skrętkę FTP/UTP kat. 5e zapewniając stały dostęp falownika do Internetu. Zapewnić inwestorowi wizualizację pracy inst. Fotowoltaicznej w portalu.

4.5 OKABLOWANIE DC ORAZ AC, TRASY KABLOWE, PESZLE ORAZ MOCOWANIA ŁĄCZĄCE

Kabel stałoprądowy będzie prowadzony zaraz pod modułami łącząc jeden z drugim, a następnie grupy paneli wprowadzane na poszczególne wejścia inwertera DC/AC. Połączenie pomiędzy poszczególnymi modułami w rzędzie zostanie wykonane za pomocą kabla DC dołączonego do rozdzielni dla każdego modułu fotowoltaicznego. Połączenie pomiędzy skrajnymi końcami łańcuchów (stringów), a falownikiem fotowoltaicznym zostanie wykonane za pomocą dedykowanego kabla solarnego 1 x 6mm². Trasy kablowe prowadzić wzdłuż rzędów modułów, mocując kable do konstrukcji wsporczej instalacji przy pomocy opasek zaciskowych. Mocowanie na powierzchni poprzez opaski lub klipsy, punkty mocujące co 50cm

Zakończenia przewodów zostanie wykonane za pomocą konektorów solarnych MC - 4. Przewody solarne będą charakteryzować się następującymi parametrami:

- napięcie znamionowe: min. 1200V DC,
- podwójna izolacja z gumy usieciowanej, bezhalogenowy, płomieniodporny,
- żyły: wg PN/EN-60228, miedziane wielodrutowe klasy 5,
- izolacja: guma usieciowana -40/+90°C,
- powłoka: guma usieciowana M21 odporna na UV i warunki atmosferyczne,
- temperatura na powierzchni przewodu: max. 90°C po ułożeniu na stałe, praca dopuszczalna w temp. -40°C do +90°C,

Wykonując okablowanie DC, ekipa montująca będzie stosować się do następujących zasad:

- przewody prowadzone będą możliwie jak najkrótszą drogą,
- przewody nie będą naprężane podczas przeciągania,
- przewody nie będą krzyżowane z przewodami uziemiającymi.

Kable DC konstrukcji gruntowej prowadzić na konstrukcji, montować za pomocą opasek kablowych. Kable DC z rozdzielnicy DC wprowadzić do falownika. Energia elektryczna produkowana poprzez generatory fotowoltaiczne instalacji fotowoltaicznej przesyłana będzie z inwertera przez rozdzielnicę RPV AC do projektowanej rozdzielnicy głównej budynku zgodnie z planem zagospodarowania terenu. Zabezpieczenie obwodu instalacji fotowoltaicznej w rozdzielnicy RG wykonać poprzez rozłącznik bezpiecznikowy 160A z wkładkami 3x WT-gG /80A Zasilenie rozdzielnicy RPV-AC z RG wykonać kablem YAKXS 4x70mm². W rozdzielnicy RPV AC należy zabudować rozłączniki bezpiecznikowe 160A jako zabezpieczenie dla falowników. Dla falownika 33kW projektuje się zabezpieczenie wkładki 3 x WT-00/gG 63A oraz dla falownika 17kW

3 x WT-00/gG32A. Zasilenie falownika 33kW z RPV-AC wykonać kablem YAKXS 5 x 35mm². Zasilenie falownika 17kW z RPV-AC wykonać kablem YAKXS 5 x 16mm². W rozdzielnicy RPV-AC zabudować ogranicznikiem przepięć typu I+II o stopniu ochrony min 1,5kV. Kabel prowadzić pod ziemią. W ziemi kabel układać w rowie kablowym na głębokości 70 cm na 10 cm warstwie piasku. Na ułożony kabel nasypać również 10 cm warstwę piasku, a następnie 15 cm warstwę ziemi rodzimej, na której ułożyć folię oznaczeniowo-ochronną, niebieską. Rów kablowy zasypać ziemią rodzimą. Kabel na całej długości, co 10m oraz na końcach należy zaopatrzyć w oznaczniki kablowe. Oznaczniki powinny zawierać: nr ewidencyjny kabla, typ oraz przekrój kabla, znak użytkownika i rok ułożenia. W złączu kablowym oraz w rozdzielni kabel zaopatrzyć w trwałe oznaczniki informacyjne, z określeniem typu i przekroju kabla oraz określeniem trasy - do., wykorzystując rury ochronne. Wszystkie przejścia kabla przez rury ochronne należy odpowiednio uszczelnić. Zachować określone normą odległości kabla od wszelkich instalacji i urządzeń podziemnych. Trasę kabla wytyczyć i zinwentaryzować geodezyjnie. Badanie izolacji kabla przeprowadzić przed jego zasypaniem i ponownie przed jego załączeniem. Prace ziemne wykonać ręcznie. Wszystkie prace związane z układaniem kabli należy wykonać w oparciu o normy PN-76/E-05125 oraz N SEP-E-004 "Elektryczne i sygnalizacyjne linie kablowe".

4.6 ROZDZIELNICE RPV – DC

W instalacji fotowoltaicznej należy wyposażyć rozdzielnice DC (2szt) w ograniczniki przepięć DC. Rozdzielnica może zostać wykonana w oparciu o całociowy, prefabrykowany system spełniający wymogi normy PN-HD 60364-7-712. W celu zapewnienia poprawnej i bezpiecznej pracy instalacji i urządzeń elektrycznych w rozdzielnicy wbudowany będzie ogranicznik przepięć DC typu I+II oraz rozłącznik DC służące do wyłączenia układu w przypadku awarii lub prowadzenia prac konserwacyjnych. W celu zabezpieczenia instalacji fotowoltaicznej przed przepływem zbyt dużego prądu lub prądów zwrotnych należy zastosować rozłączniki bezpiecznikowe, jeżeli falownik nie jest w niej wyposażony. Ponieważ prąd stały jest trudniejszy do przerywania od prądu przemiennego ze względu na konieczność gaszenia łuku podczas przerywania obwodu należy stosować rozłączniki dedykowane do prądu stałego, do instalacji fotowoltaicznych o charakterystyce gPV zgodnie z normą EN 60269-6. W instalacji zastosować rozłączniki bezpiecznikowe zabezpieczające każdy ciąg (łańcuch) modułów od strony dodatniej (+) oraz ujemnej (-)..

Podstawowe parametry techniczne rozdzielnicy DC:

- Prąd znamionowy: DC 20 A
- Napięcie znamionowe: DC 1 000 V
- Termiczne warunki pracy: pomiędzy -40°C – +120°C
- Klasa ochronności: II
- Stopień ochrony: IP65

Ochrona przeciwprzepięciowa

Instalacja PV ze względu na zajmowaną powierzchnię oraz usytuowanie na otwartej przestrzeni zagrożona jest bezpośrednim uderzeniem pioruna. W związku z powyższym wymagane jest zastosowanie odpowiedniej ochrony przeciwprzepięciowej. Szczegółowe zasady doboru ochrony przeciwprzepięciowej przedstawiono w normie PN-EN 62305-2 oraz PN-HD 60364-7-712. Ogranicznik przepięć powinien gwarantować poziom napięcia ochronnego $\leq 4\text{kV}$ oraz ochronę przed prądem wyładowczym minimum 5kA na pole. Zastosować ograniczniki przepięć DC typ 1 + 2 kombinowany. Należy zastosować ograniczniki przepięć zarówno przy obwodzie paneli fotowoltaicznych jaki i przy falowniku. Rozwiązanie zgodnie z normą PN-HD 60364-7-712.

4.7 ROZDZIELNICA RPV – AC

Rozdzielnicę elektryczną należy zlokalizować blisko inwertera w skrzynce o klasie ochrony IP65. Rozdzielnica w wykonaniu 2x12, natynkowe, zawierać będzie zabezpieczenia instalacji fotowoltaicznej po stronie prądowo-prądowej. Rozdzielnice gruntowe wyposażyć w zamek patentowy.

Ochrona przepięciowa

Ochronę przepięciową zapewnić poprzez ogranicznik przepięć typu I+II o stopniu ochrony min 1,5kV, prąd wyładowczy min. $I_n=12,5\text{kA}$, maksymalny prąd wyładowczy min. $I_{\text{max}}=50\text{kA}$. Zastosować ogranicznik przepięć typ I + II. Rozdzielnice gruntowe wyposażać w zamek patentowy.

4.8 INSTALACJA UZIEMIAJĄCA

Uziemienie systemu PV ma za zadanie chronić ludzi przed porażeniem oraz instalację przed następstwami wystąpienia przepięcia lub wyładowania atmosferycznego. Odpowiednie uziemienie uzyskuje się poprzez połączenie elementów konstrukcyjnych za pomocą odpowiedniego przewodnika. Przewód uziemiający należy zamocować do ramy panelu, tak aby zapewnić wymagany kontakt. Należy używać przewodów z żyłą miedzianą. W przypadku modułów mocowanych do metalowej konstrukcji wsporczej przy pomocy aluminiowych klem odpowiedni kontakt jest zapewniony przez 4 punkty mocujące. Przewody uziemiające moduły prowadzić równolegle do przewodów DC, wprowadzić na szynę wyrównawczą obok inwertera. Do szyny wyrównawczej obok inwertera przewodem ochronnym uziemić ograniczniki przepięć DC i AC, falownik. Szyna wyrównawcza uziemiona poprzez wyprowadzony uziom otokowy który należy wykonać bednarką Fe/Zn 25x4mm układaną na głębokości około 1m bądź nabijanych prętów uziomowych w ilości spełniające wartość rezystancji $\leq 10\text{ohm}$.

4.9 OCHRONA PRZECIWPOŻAROWA

Ochrona przeciwpożarowa zostanie zapewniona przez natychmiastowe wyłączenie zasilania, które będzie realizowane przez wyłącznik główny zlokalizowany w skrzynce przyłączeniowej lub skrzynce RPV. Elementem spełniającym wyłączenie zasilania po stronie AC i DC jest wyłącznik główny w falowniku. Odłączenie zasilania z sieci spowoduje wyłączenie falownika z uwagi na brak możliwości synchronizacji urządzenia z siecią. Ponadto przewody elektryczne stałoprądowe będą prowadzone w sposób uniemożliwiający powstanie przypadkowego zwarcia.

4.10 UWAGI KOŃCOWE

Prace powinny być wykonane zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami oraz wytycznymi producentów instalowanych urządzeń przez osoby posiadające niezbędne uprawnienia. Zastosowane aparaty i urządzenia winny posiadać wymagane certyfikaty i dopuszczenia. Wszelkie zmiany lub niezgodności z projektem należy uzgodnić z Inwestorem. Podczas prowadzenia robót należy stosować się do przepisów BHP, roboty elektryczne należy wykonać pod nadzorem osób uprawnionych. Wykonawca przy realizacji prac zobowiązany jest do oceny wszystkich elementów koniecznych do zrealizowania projektu, które mogą mieć wpływ na poprawne, zgodne z wiedzą techniczną funkcjonowanie obiektu. W przypadku jakichkolwiek niejasności obowiązkiem Wykonawcy jest kontakt z Projektantem, w celu ich wyjaśnienia. Wykonawca zobowiązany jest do wykonania prac zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami technicznymi, przy uwzględnieniu dokumentacji technicznej stosowanych urządzeń. Ponadto, Wykonawca zobowiązany jest uwzględniać instrukcje producenta materiałów oraz przepisy z nimi związane, w tym również te, które uległy zmianie lub aktualizacji. W przypadku istnienia norm, atestów, certyfikatów, instrukcji, aprobat technicznych bądź świadectw niewyszczególnionych w niniejszej dokumentacji, a obowiązkowych do stosowania, Wykonawca ma obowiązek stosowania się do ich treści i postanowień. Przy wykonywaniu prac należy stosować metody, narzędzia i sposób organizacji wymagany w przepisach regulujących BHP. Wykonawca zobowiązany jest, we wszystkich przypadkach kiedy wystąpi konieczność wprowadzenia zmian projektowych, których zgodnie z doświadczeniem i wiedzą techniczną Wykonawcy, wykonanie i uzgodnienie jest niezbędne, do przedłożenia takiej zmiany do uzgodnienia bez wezwania, w takim terminie, aby decyzja Projektanta nie mogła skutkować opóźnieniem w realizacji zamówienia i prowadzeniu robót. Wszelkie konieczne do wprowadzenia na budowie zmiany w stosunku do treści projektu, powinny być uzgodnione, zaś Projektant nie ponosi odpowiedzialności za zmiany dokonane przez Wykonawcę, bez pisemnej zgody osób projektujących. Przed przystąpieniem do robót, Wykonawca zobowiązany jest zapoznać się z dokumentacją, ocenić jej czytelność, spójność (dokumentacja rozumiana jako łączną całość: opis, rysunki itp.) jej

wzajemne skoordynowanie, a o wszelkich zauważonych nieścisłościach niezwłocznie powiadomić Projektanta. Zgłoszenie rozbieżności w trakcie lub po wykonaniu elementu, w sytuacji kiedy istniała możliwość spostrzeżenia błędu przed przystąpieniem do prac, będzie traktowane jako wina Wykonawcy. Przed przystąpieniem do prac należy dokładnie zapoznać się z projektem a odległości i wymiary sprawdzić w terenie. W przypadku stwierdzenia odstępstw zawartości projektowej od rzeczywistości, Wykonawca zobowiązany jest niezwłocznie poinformować Projektanta. Wykonawca odpowiedzialny jest za prowadzenie robót zgodnie z uwagami zastrzeżonymi w projekcie.

V. CHARAKTERYSTYKA ZAGROŻENIA POŻAROWEGO

Celem rozdziału opracowania jest wskazanie warunków ochrony przeciwpożarowej dla nowoprojektowanej instalacji fotowoltaicznej.

Zakres opracowania obejmuje wybrane elementy istotne w kontekście projektowanej instalacji wskazane w § 4 ust. 1 rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 2 grudnia 2015r. w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej (Dz. U. z 2015r., poz. 2117).

Z uwagi na projektowaną moc wynoszącą 49,40 kWp niniejszy projekt wymaga obowiązkowemu uzgodnieniu pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej z uwagi na Art. 29 ust. 2. 6kt. 16. (Dz. U. 2019 poz. 1186 z późn. zm.)

Akty prawne i normy stanowiące podstawę opracowania:

- 1) Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 roku o ochronie przeciwpożarowej (Dz. U. z 2016 r., poz. 191 tekst jednolity).
- 2) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2017 r. poz. 2285).
- 3) Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 2 grudnia 2015 roku w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej (Dz. U. z 2015r., poz. 2117).
- 4) Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 roku w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. z 2010 r. nr 109, poz. 719)
- 5) Ustawa Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. (Dz. U. 2019 poz. 1186 z późn. zm.)
- 6) PN-HD 60364-7-712:2016 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 7 –712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji – Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania;
- 7) PN-EN IEC 61730-1:2018-06 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) – Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji;
- 8) PN-EN IEC 61730-2:2018-06 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) – Część 2: Wymagania dotyczące badań.
- 9) PN-EN 62446-1:2016-08 oraz PN-EN 62446-1:2016-08/A1:2019-01 Systemy fotowoltaiczne (PV) – Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania – Część 1: Systemy podłączone do sieci – Dokumentacja, odbiory i nadzór;

5.1 Charakterystyka zagrożenia pożarowego projektowanej instalacji PV

Zgodnie z danymi opublikowanymi przez BRE National Solar Centre, niezależny instytut badawczy z Wielkiej Brytanii w publikacji „Fire and Solar PV Systems – Investigations and Evidence in July 2017” – prawidłowo zaprojektowana oraz eksploatowana instalacja nie stwarza zwiększonego ryzyka powstania pożaru. Podobne wnioski płyną również z innych raportów opublikowanych m.in. przez TÜV Rheinland we współpracy z Instytutem Systemów Energetyki Słonecznej im. Fraunhofera gdzie wskazuje się, że pożary wywołane przez system PV stanowią zaledwie 0,016% w odniesieniu do wszystkich instalacji fotowoltaicznych powstałych w Niemczech. Analiza wykazała, że ponad 70% pożarów wynika z wpływów zewnętrznych (poza urządzeniem) lub błędów montażowych. Zaledwie 10% przyczyn wszystkich pożarów jest usterką falownika. Szczegółowa analiza przyczyn awarii dla zdarzeń pożarowych wskazała wystąpienie łuku elektrycznego jako główną przyczynę pożarów z udziałem systemów fotowoltaicznych. Wystąpienie łuku wynika przede wszystkim:

- a) nieprawidłowego użycia złączek (źle dobrane, niekompatybilne),
- b) nieprawidłowo zaciśnięte styki złącza,
- c) brak prawidłowego zatrząśnięcia wtyk lub gniazd powstałe w wyniku błędów montażowych,
- d) błędnie wykonane połączenia umożliwiające wnikanie wilgoci w złączach, skrzynkach połączeniowych i przełącznikach,
- e) poluzowanie zacisków śrubowych w puszkach przyłączeniowych lub wyłącznikach izolacyjnych powstałe najczęściej w wyniku błędów montażowych
- f) źle, niezgodne ze sztuką wykonane lutowanie połączenia w skrzynce przyłączeniowej modułu PV
- g) nieprawidłowego podłączenia izolatorów przepięć lub - w przypadku zewnętrznych puszek - zastosowanie w nieodpowiedniej klasie zabezpieczenia przed czynnikami zewnętrznymi, w wyniku uszkodzenia izolacji, kabla lub zbyt dużego kąta gięcia kabli.

Należy mieć na uwadze, że wystąpienie łuku jest najczęściej skutkiem błędnego, niezgodnego ze sztuką montażu instalacji PV. Drugą istotną przyczyną występowania łuków elektrycznych jest brak wykonywania przez użytkownika instalacji fotowoltaicznej – cyklicznych przeglądów instalacji. Te powinny być wykonywane regularnie w celu wykrycia postępujących nieprawidłowości na wczesnym etapie.

5.2 Informacje o kategorii zagrożenia ludzi przedmiotowego budynku

Projektowana instalacja nie stwarza zagrożenia

5.3 Miejsce montażu paneli fotowoltaicznych, falownika oraz sposób przeprowadzenia przewodów dc pomiędzy modułami a falownikiem

W przedmiotowym opracowaniu moduły instalacji fotowoltaicznej zlokalizowane będą na konstrukcji gruntowej. Montaż falownika przewiduje się wykonać na konstrukcji gruntowej. Trasa przewodu DC od modułów do rozdzielnicy RPV DC będzie przebiegał w rurze ochronnej w gruncie oraz na konstrukcji inst. gruntowej.

5.4 PRZEWIDYWANA GĘSTOŚĆ OBCIĄŻENIA OGNIOWEGO

Dla przedmiotowego opracowania ze względu na montaż na gruncie gęstości obciążenia ogniowego nie oblicza się.

5.5 Ocena zagrożenia wybuchem pomieszczeń oraz przestrzeni zewnętrznych

Przyjęta funkcja poszczególnych segmentów budynku nie przewiduje występowania substancji mogących powodować występowanie stref zagrożenia wybuchem – w tym również na dachu tj. brak zlokalizowanych kanałów wentylacji bezpieczeństwa pracującej w strefach lub pomieszczeniach zagrożonych wybuchem. Dla projektowanego budynku nie przyjmuje się dodatkowych obostrzeń z uwagi na lokalizację komponentów instalacji fotowoltaicznej.

5.6 Informacje o stopniu rozprzestrzeniania ognia elementów budowlanych

W obiekcie zaprojektowano instalację, które nie stanowi przykrycia dachu których mowa § 216, § 218 §219 §235 §271 §274 §287 w Warunkach Technicznych. Zatem nie określa się w tym przypadku konieczności stosowania paneli odpowiedniej klasyfikacji w zakresie odporności dachów na ogień zewnętrznych zgodnie np. Polską Normą PN-ENV 1187:2004 „Metody badań oddziaływania ognia zewnętrznego na dachy”; badanie 1. Projektowany system należy traktować jako instalację posadowioną na konstrukcji gruntowej który spełnia kryteria projektowe.

5.7 Informacje o usytuowaniu z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe, w tym o odległości od obiektów sąsiadujących

Instalacja fotowoltaiczna projektowana w przedmiotowym obiekcie pozostaje bez wpływu na wymagania w zakresie usytuowania budynku względem sąsiednich obiektów, granicy działki oraz dróg stanowiących dojazd dla ekip ratowniczych oraz dróg pożarowych.

5.8 Informacje o warunkach i strategii ewakuacji ludzi lub ich uratowania w inny sposób

Projektowana instalacja PV nie ingeruje w parametry dotyczące dojścia i przejścia ewakuacyjnego. Te dla przedmiotowego obiektu pozostają bez zmian.

5.9 Informacje o sposobie zabezpieczenia przeciwpożarowego instalacji PV, a także rozwiązania zmniejszające ryzyko powstania pożaru

W przedmiotowym projekcie instalacji fotowoltaicznej trzymano się następujących zasad wiedzy technicznej mających na względzie zminimalizowanie ryzyka powstania pożaru:

- Połączenia DC zaprojektowano za pomocą szybkozłączy tego samego typu i producenta.
- Zminimalizowano w instalacji ilość połączeń DC.
- Trasy kablowe będą odpowiednio oznakowane „Niebezpieczeństwo – wysokie napięcie DC w ciągu dnia obecne po wyłączeniu instalacji”.
- Falownik fotowoltaiczny musi mieć zapewnioną przestrzeń wentylacyjną zgodnie z wymogami danego producenta. Falownika fotowoltaicznego nie należy zabudowywać bez zapewnienia wymaganej wentylacji będącej w stanie odprowadzić wydzielaną energię cieplną.
- Falownik fotowoltaiczny powinien być montowany na podłożu niepalnym o klasie reakcji na ogień nie gorszej niż A2 (niepalne). Wyklucza się montaż falownika na płytach drewnianych, drewnopochodnych, z tworzyw sztucznych itp.

5.10 Wyposażenie w gaśnice

Należy zapewnić wyposażenie instalacji PV w gaśnicę proszkową 4 kg ABC zlokalizowaną w pobliżu falownika PV. Do gaśnicy winien być zapewniony dostęp o szerokości nie mniejszej niż 1 m. Informacje o możliwym wpływie instalacji PV na urządzenia przeciwpożarowe i inne urządzenia służące bezpieczeństwu pożarowemu, dostosowanemu do wymagań wynikających z przepisów dotyczących ochrony przeciwpożarowej i przyjętych scenariuszy pożarowych, z podstawową charakterystyką tych urządzeń

5.11 Przeciwpożarowy wyłącznik prądu pwp

Obiekt posiada główny przeciwpożarowy wyłącznik prądu.

5.12 Sposób zapewnienia bezpieczeństwa dla ekip ratowniczo-gaśniczych

W budynku obwody DC mające szczególne znaczenie dla służb podczas prowadzenia działań ratowniczych. Obwód prądu stałego (okablowanie DC) znajduje się pomiędzy elementami generatora słonecznego a falownikiem. Napięcie DC w tym obwodzie najczęściej zawiera się w zakresie 250–1000 V, w wybranych instalacjach może być jeszcze wyższe. Do porażenia prądem stałym może dojść w przypadku kontaktu (dotknięcia) jednocześnie biegunów dodatniego i ujemnego. Podczas działań ratowniczych i awaryjnych stanów pracy instalacji PV szczególne zagrożenie stanowią uszkodzenia elementów instalacji PV, w tym przede wszystkim okablowania. Do przeniesienia napięcia może dojść np. na ramie/mocowaniu uziemionego modułu PV poprzez wyrównanie potencjałów. Takie przeniesienie napięcia może doprowadzić do porażenia prądem przy dotknięciu (poruszeniu) innego przewodu. Do porażenia może dojść również w przypadku bezpośredniego kontaktu z uszkodzonym

przewodem DC w budynku. Dlatego przyjęte zabezpieczenia mają na celu zminimalizowanie ryzyka porażenia prądem elektrycznym:

W budynku bezpieczeństwo ekip ratowniczo-gaśniczych zapewniono poprzez prowadzenie przewodów DC oraz montażu falownika na zewnątrz budynku. Takie rozwiązanie całkowicie wyklucza narażenie strażaków na porażenie prądem elektrycznym w przypadku prowadzenia działań wewnątrz budynku. Po stronie zewnętrznej sama instalacja nie stanowi szczególnego zagrożenia, ponieważ jednostki ratowniczo-gaśnicze posiadają opracowane procedury gaszenia instalacji PV. Jednocześnie budynek będzie posiadał stosowne oznaczenia informujące o tym, że w budynku występuje instalacja PV oraz zostaną oznaczone przebiegi tras DC na elewacji i dachu.

5.13 Plan instalacji fotowoltaicznej dla ekip ratowniczych

Po wykonaniu instalacji fotowoltaicznej w budynku, należy złożyć zawiadomienie do Państwowej Straży Pożarnej. Do zawiadomienia należy dołączyć kartę informacyjną czyli plan instalacji fotowoltaicznej dla ekip ratowniczych. Kluczowe dla organów PSP jest pozyskanie podstawowych informacji na temat danej instalacji PV. Część graficzna powinna zawierać

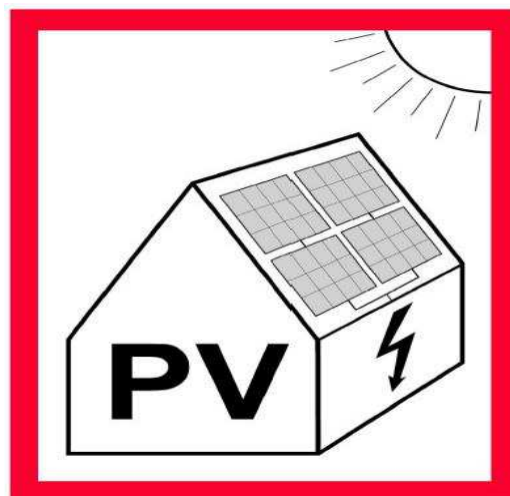
- obszar lokalizacji modułów PV,
- lokalizację falownika/ów PV,
- miejsca usytuowania elementu (np. rozłącznika) zapewniającego odłączenie napięcia po stronie DC falownika (nawet jeśli stanowi wyposażenie falownika PV),
- przebieg tras przewodów prądu stałego (po stronie DC) pozostających pod napięciem,
- opcjonalnie przebiegu tras kablowych prądu przemiennego,
- legendę zastosowanych oznaczeń graficznych i literowych,
- wskazanie osób lub podmiotów opracowujących plan oraz datę jego opracowania

5.14 OZNAKOWANIE BUDYNKU

Ponadto w celu zapewnienia odpowiedniego bezpieczeństwa dla ekip ratowniczo gaśniczych należy odpowiednio oznakować obiekt wyposażony w PV wg normy PN-EN 60364-7-712:

W celu zapewnienia odpowiedniego bezpieczeństwa dla ekip ratowniczo gaśniczych oznakowano obiekt w :

1. Piktogram z wizerunkiem modułów PV na dachu budynku umieszczono: - w miejscu przyłączenia instalacji PV, - przy głównym wyłączniku zasilania.



3.Oznakowanie informujące o napięciu w przewodach DC zlokalizowane na trasach przewodów



4.Oznakowanie informujące o lokalizacji rozdzielnic AC i DC



5.Oznakowanie informujące o głównym wyłączniku instalacji PV po stronie AC -
umieszczone na rozdzielnicy AC



6.Oznakowanie informujące o głównym wyłączniku instalacji PV po stronie DC -
umieszczone na rozdzielnicy DC



VI. OBLICZENIA TECHNICZNE

Dane do obliczeń – Falownik 33,5 kW:

1. temp. pracy modułu PV: -40°C $+85^{\circ}\text{C}$
2. współczynnik temperaturowy modułu PV (V_{oc}): $-0.270\%/^{\circ}\text{C}$
3. napięcie przy mocy maksymalnej modułu PV ($V_{mp/V}$): 34,8
4. maksymalna wartość napięcia falownika (V): 1000
5. napięcie startowe falownika (V): 265
6. minimalna wartość MPPT falownika (V): 184V
7. napięcie obwodu otwartego modułu PV ($V_{oc/V}$): 41,3

$$U_{oc} = V_{oc} \left[1 + (T_{min} - 25) \frac{V_{oc} \text{ temp.}}{100} \right]$$

Zakres temp. brzegowych do obliczeń $T_{min} = -40^{\circ}\text{C}$ do $T_{max} = +85^{\circ}\text{C}$

V_{oc} – napięcie obwodu otwartego 41,3V

$V_{oc} \text{ temp}$ – współczynnik temperaturowy (-0,270)

$$U_{oc}(T_{min}) = 41,3 \left[1 + (-40 - 25) \frac{-0,270}{100} \right] = 48,55$$

$$n_{max} \leq \frac{U_{DCmax}}{U_{oc}(T_{min})}$$

U_{dcmax} - maksymalna wartość napięcia

$$n_{max} \leq \frac{1000V}{48,55V} = 20,59$$

W tym przypadku maksymalna ilość modułów na string wynosi 20 sztuk.

Przyjęte ilości modułów

- String nr. 1 - 18 sztuk
- String nr. 2 - 17 sztuk
- String nr. 3 - 17 sztuk
- String nr. 4 - 17 sztuk
- String nr. 5 - 17 sztuk

Minimalna wartość napięcia w stringu:

$$U_{oc}(T_{max}) = V_{oc} \left[1 + (T_{max} - 25) \frac{V_{oc \text{ temp.}}}{100} \right]$$

$$U_{oc} = 41,3 \left[1 + (85 - 25) \frac{-0,270}{100} \right] = 34,6V$$

$$n_{max} \leq \frac{UDC_{start}}{U_{oc}(T_{max})}$$

UDCstart – napięcie startowe falownika – 265V

$$n_{max} \leq \frac{265V}{34,6V} = 7,6$$

W tym przypadku minimalna ilość modułów wynosi 7 przy maksymalnym napięciu modułu.

Sprawdzenie maksymalnej ilości modułów ze względu na moc generatora (33000) i dopuszczalną moc docierającą do falownika. Moc modułu przyjęta do obliczeń 380W (przyjęto moc maksymalną modułu PV w pikie 380W)

$$\frac{P_{gen}}{P_{inv}} = (0,8 - 1,2)$$

$$\frac{(86) \times 380}{33300} = 1,08(0,8 - 1,2)$$

$$\frac{33300 \times 1,08}{380} = 94,64$$

Dla tego rodzaju zastosowanych urządzeń przyjęto ostatecznie maksymalnie 86 modułów wpięciu stringach i nie mniej niż 7 szt.

Dobór kabla Falownik– rozdzielnia RPV DC

String 1

Długość kabli nie przekracza 40 m (na podstawie przeprowadzonej wizji lokalnej)

Moc szczytowa instalacji fotowoltaicznej $P = 380 \text{ Wp} \times 18 \text{ szt.} = 6,84 \text{ Wp}$

Napięcie znamionowe $U = 48,55 \times 18 \text{ szt.} = 873,9 \text{ V}$

$$S = \frac{P \times L}{\gamma \times U^2 \times \Delta U} = \frac{6840 \times 40}{53 \times 873,9^2 \times 0,01} = \frac{273600}{404761,64} = 0,67 \text{ mm}^2$$

$$6 \text{ mm}^2 \geq 0,67 \text{ mm}^2$$

gdzie:

s – przekrój przewodu [mm²]

P – moc obwodu [W]

l – długość obwodu [m]

γ – przewodność właściwa, dla miedzi twardej 55 m/Ωmm² dla drutu i 53 m/Ωmm² dla linki

U – napięcie [V]

ΔU – dopuszczalny spadek napięcia [%]

Na podstawie powyższych wyliczeń wyprowadzenie mocy z generatora PV do rozdzielnicy RPV DC wykonać przewodem solarnym H1Z2Z2-K 1x6 mm².

Dobór kabla Falownik - rozdzielnica RPV AC

Dobór zabezpieczeń po stronie AC

Moc szczytowa instalacji fotowoltaicznej P = 33,3

Napięcie znamionowe U = 400 V

Prąd I_n = 28,11 A

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi} = \frac{33300}{1,73 \times 400 \times 0,95} = 51,74 \text{ A}$$

gdzie:

I_B – prąd [A]

P – moc obwodu [W]

U – napięcie [V]

Warunek został spełniony.

Jako zabezpieczenie linii kablowej w RPV-AC zastosować rozłącznik bezpiecznikowy RBK-00 z wkładkami 3x WT-00/gG 63A

Dobór kabla zasilającego:

Długość kabla zasilającego inwerter z rozdzielnicą RPV-AC .

$$S = \frac{\sqrt{3} \times 100 \times I_B \times L \times \cos \varphi}{\gamma \times \Delta U \times U} = \frac{1,73 \times 100 \times 51,74 \times 2 \times 0,95}{53 \times 1 \times 400} = \frac{17007}{21200} = 0,80 \text{ mm}^2$$

Dobrano kabel YAKXS 5x35mm² do zasilanie Rozdzielniczy RPV-AC z falownika

YAKXS 5 x 35 mm² którego: I_{dd} = 136 A

Obciążalność długotrwała po uwzględnieniu sposobu ułożenia kabla i poprawkowego współczynnika temperaturowego wynosi: I_z = 136A

Sprawdzenie przewodu ze względu na obciążalność długotrwałą oraz dobór zabezpieczenia urządzenia.

Przewód zasilający i zabezpieczenie dobrano ze wzorów:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$51,74 \leq 63 \leq 136$$

gdzie:

I_B – prąd obciążeniowy [A]; I_z – prąd dopuszczalny długotrwały przewodu [A];

I_N – prąd znamionowy zabezpieczenia [A].

$$I_z \leq 1,45 \cdot I_Z$$

gdzie:

I_z – prąd dopuszczalny długotrwały przewodu [A];

I_2 – prąd zadziałania zabezpieczenia [A].

Prąd zadziałania zabezpieczenia obliczono ze wzoru:

$$I_2 = 1.45 \cdot I_N$$

$$I_2 = 1,6 \cdot 63 = 100,8$$

$$100,8 \leq 217$$

Dobór przekroju przewodu ze względu na dopuszczalny spadek napięcia

$$\Delta u_{\%R-1} = \frac{100 \cdot 33300 \cdot 2}{35 \cdot 35 \cdot 400^2} = 0,03\%$$

SPEŁNIONY JEST WARUNEK PRZEKRÓJ KABLA DOBRANY PRAWIDŁOWO

Dane do obliczeń – Falownik 17 kW:

1. temp. pracy modułu PV: -40°C $+85^\circ\text{C}$
2. współczynnik temperaturowy modułu PV (V_{oc}): $-0.270\%/^\circ\text{C}$
3. napięcie przy mocy maksymalnej modułu PV ($V_{mp/V}$): 34,8
4. maksymalna wartość napięcia falownika (V): 1000
5. napięcie startowe falownika (V): 265
6. minimalna wartość MPPT falownika (V): 184V
7. napięcie obwodu otwartego modułu PV ($V_{oc/V}$): 41,3

$$U_{oc} = V_{oc} \left[1 + (T_{min} - 25) \frac{V_{oc} \text{ temp.}}{100} \right]$$

Zakres temp. brzegowych do obliczeń $T_{min} = -40^\circ\text{C}$ do $T_{max} = +85^\circ\text{C}$

V_{oc} – napięcie obwodu otwartego 41,3V

$V_{oc} \text{ temp}$ – współczynnik temperaturowy (-0,270)

$$U_{oc}(T_{min}) = 41,3 \left[1 + (-40 - 25) \frac{-0,270}{100} \right] = 48,55$$

$$n_{max} \leq \frac{UDC_{max}}{U_{oc}(T_{min})}$$

U_{dcmax} - maksymalna wartość napięcia

$$n_{max} \leq \frac{1000V}{48,55V} = 20,59$$

W tym przypadku maksymalna ilość modułów na string wynosi 20 sztuk.

Przyjęte ilości modułów

- String nr. 1 - 15 sztuk
- String nr. 2 - 15 sztuk
- String nr. 3 - 14 sztuk

Minimalna wartość napięcia w stringu:

$$U_{oc}(T_{max}) = V_{oc} \left[1 + (T_{max} - 25) \frac{V_{oc \text{ temp.}}}{100} \right]$$

$$U_{oc} = 41,3 \left[1 + (85 - 25) \frac{-0,270}{100} \right] = 34,6V$$

$$n_{max} \leq \frac{UDC_{start}}{U_{oc}(T_{max})}$$

UDCstart – napięcie startowe falownika – 265V

$$n_{max} \leq \frac{265V}{34,6V} = 7,6$$

W tym przypadku minimalna ilość modułów wynosi 7 przy maksymalnym napięciu modułu.

Sprawdzenie maksymalnej ilości modułów ze względu na moc generatora (17000) i dopuszczalną moc docierającą do falownika. Moc modułu przyjęta do obliczeń 380W (przyjęto moc maksymalną modułu PV w pikie 380W)

$$\frac{P_{gen}}{P_{inv}} = (0,8 - 1,2)$$

$$\frac{(44) \times 380}{17000} = 1,08(0,8 - 1,2)$$

$$\frac{16720 \times 1,08}{380} = 44$$

Dla tego rodzaju zastosowanych urządzeń przyjęto ostatecznie maksymalnie 44 modułów w3 stringach i nie mniej niż 7 szt.

Dobór kabla Falownik– rozdzielnia RPV DC

String 1

Długość kabli nie przekracza 40 m (na podstawie przeprowadzonej wizji lokalnej)

Moc szczytowa instalacji fotowoltaicznej $P = 380 \text{ Wp} \times 15 \text{ szt.} = 5,70 \text{ Wp}$

Napięcie znamionowe $U = 48,55 \times 15 \text{ szt.} = 683,25 \text{ V}$

$$S = \frac{P \times L}{Y \times U^2 \times \Delta U} = \frac{5700 \times 40}{53 \times 683,25^2 \times 0,01} = \frac{228000}{247420,2} = 0,92 \text{ mm}^2$$

$$6\text{mm}^2 \geq 0,92\text{mm}^2$$

gdzie:

s – przekrój przewodu [mm²]

P – moc obwodu [W]

l – długość obwodu [m]

γ – przewodność właściwa, dla miedzi twardej 55 m/Ωmm² dla drutu i 53 m/Ωmm² dla linki

U – napięcie [V]

ΔU – dopuszczalny spadek napięcia [%]

Na podstawie powyższych wyliczeń wyprowadzenie mocy z generatora PV do rozdzielnicy RPV DC wykonać przewodem solarnym H1Z2Z2-K 1x6 mm².

Dobór kabla Falownik - rozdzielnica RPV AC

Dobór zabezpieczeń po stronie AC

Moc szczytowa instalacji fotowoltaicznej P = 17

Napięcie znamionowe U = 400 V

Prąd I_n = 26,42 A

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3}U\cos\varphi} = \frac{17000}{1,73 \times 400 \times 0,95} = 26,42\text{A}$$

gdzie:

I_B – prąd [A]

P – moc obwodu [W]

U – napięcie [V]

Warunek został spełniony.

Jako zabezpieczenie linii kablowej w RPV-AC zastosować rozłącznik bezpiecznikowy RBK-00 z wkładkami 3x WT-00/gG 32A

Dobór kabla zasilającego:

Długość kabla zasilającego inwerter z rozdzielnicą RPV-AC .

$$S = \frac{\sqrt{3} \times 100 \times I_B \times L \times \cos\varphi}{\gamma \times \Delta U \times U} = \frac{1,73 \times 100 \times 26,42 \times 30 \times 0,95}{53 \times 1 \times 400} = \frac{130263,8}{21200} = 6,14\text{mm}^2$$

Dobrano kabel YAKXS 5x16mm² do zasilenie Rozdzielnic RPV-AC z falownika

YAKXS 5x 16 mm² którego: I_{dd} = 92 A

Obciążalność długotrwała po uwzględnieniu sposobu ułożenia kabla i poprawkowego współczynnika temperaturowego wynosi: I_z = 92A

Sprawdzenie przewodu ze względu na obciążalność długotrwałą oraz dobór zabezpieczenia urządzenia.

Przewód zasilający i zabezpieczenie dobrano ze wzorów:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$26,42 \leq 32 \leq 92$$

gdzie:

I_B – prąd obciążeniowy [A]; I_Z – prąd dopuszczalny długotrwały przewodu [A];

I_N – prąd znamionowy zabezpieczenia [A].

$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_Z$$

gdzie:

I_Z – prąd dopuszczalny długotrwały przewodu [A];

I_2 – prąd zadziałania zabezpieczenia [A].

Prąd zadziałania zabezpieczenia obliczono ze wzoru:

$$I_2 = 1.45 \cdot I_N$$

$$I_2 = 1,6 \cdot 32 = 51,2$$

$$51,2 \leq 133$$

Dobór przekroju przewodu ze względu na dopuszczalny spadek napięcia

$$\Delta u_{\%R-1} = \frac{100 \cdot 17000 \cdot 30}{35 \cdot 35 \cdot 400^2} = 0,26\%$$

SPEŁNIONY JEST WARUNEK PRZEKRÓJ KABLA DOBRANY PRAWIDŁOWO

Dobór kabla RG - rozdzielnica RPV AC

Dobór zabezpieczeń po stronie AC

Moc szczytowa instalacji fotowoltaicznej $P = 50 \text{ kW}$

Napięcie znamionowe $U = 400 \text{ V}$

Prąd $I_n = 77,69 \text{ A}$

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{50000}{1,73 \cdot 400 \cdot 0,95} = 77,9 \text{ A}$$

gdzie:

I_B – prąd [A]

P – moc obwodu [W]

U – napięcie [V]

Warunek został spełniony.

Jako zabezpieczenie linii kablowej w RG zastosować rozłącznik bezpiecznikowy 160A z wkładkami 3 x WT-00/gG 80A

Dobór kabla zasilającego:

Długość kabla zasilającego rozdzielnicę RPV-AC z RG

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 100 \cdot I_B \cdot L \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U} = \frac{1,73 \cdot 100 \cdot 77,9 \cdot 70 \cdot 0,95}{53 \cdot 1 \cdot 400} = \frac{896200,55}{21200} = 42,27 \text{ mm}^2$$

Dobrano kabel YAKXS 5x70mm² do Rozdzielnic RPV-AC z rozdzielnicą RG.

YAKXS 5 x 70 mm² którego: I_{dd} = 195 A

Obciążalność długotrwała po uwzględnieniu sposobu ułożenia kabla i poprawkowego współczynnika temperaturowego wynosi: I_z = 195A

Sprawdzenie przewodu ze względu na obciążalność długotrwałą oraz dobór zabezpieczenia urządzenia.

Przewód zasilający i zabezpieczenie dobrano ze wzorów:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$77,9 \leq 80 \leq 195$$

gdzie:

I_B – prąd obciążeniowy [A]; I_z – prąd dopuszczalny długotrwały przewodu [A];

I_N – prąd znamionowy zabezpieczenia [A].

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z$$

gdzie:

I_z – prąd dopuszczalny długotrwały przewodu [A];

I₂ – prąd zadziałania zabezpieczenia [A].

Prąd zadziałania zabezpieczenia obliczono ze wzoru:

$$I_2 = 1,45 \cdot I_N$$

$$I_2 = 1,6 \cdot 80 = 128$$

$$128 \leq 282$$

Dobór przekroju przewodu ze względu na dopuszczalny spadek napięcia

$$\Delta u_{\%R-1} = \frac{100 \cdot 50000 \cdot 90}{35 \cdot 70 \cdot 400^2} = 1,15\%$$

SPEŁNIONY JEST WARUNEK PRZEKRÓJ KABLA DOBRANY PRAWIDŁOWO

VII. ZESTAWIENIE RYSUNKÓW

Rys. nr 1 – Projekt zagospodarowania terenu

Rys. nr 2 – Schemat ideowy instalacji fotowoltaicznej