

IX – PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

OPIS ZAGOSPODAROWANIA TERENU

1. DANE OGÓLNE

1.1. Podstawa opracowania

Podstawę do opracowania niniejszej dokumentacji stanowiły następujące materiały wyjściowe:

- Zlecenie Inwestora;
- Inwentaryzacja stanu istniejącego na podstawie przeprowadzonej wizji lokalnej;
- Mapa sytuacyjno – wysokościowa w skali 1:500;
- Uzgodnienia z Inwestorem oraz właścicielem nieruchomości
- Obowiązujące normy i przepisy oraz wytyczne producentów urządzeń instalacji fotowoltaicznych;
- Ustawa Prawo Budowlane;
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie;
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 27.04.2012 w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego;

2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt budowlany mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy 9,90 kWp do produkcji energii elektrycznej na potrzeby świetlicy wiejskiej. Mikroinstalacja fotowoltaiczna będzie zbudowana na budynku posadowionym na działce nr 117/1.

3. Opis stanu istniejącego i lokalizacja inwestycji

Teren planowanej inwestycji znajduje się w miejscowości Sumin, Gmina Osiek. Na terenie działki występuje zabudowa w postaci budynku użyteczności publicznej – świetlica wiejska (na którym projektowana jest mikroinstalacja fotowoltaiczna) wybudowanego w technologii tradycyjnej murowanej. Budynek 1-kondygnacyjny. Dach budynku drewniany – więźar drewniany deskowy. Nachylenie połaci dachowej wynosi około 33°. Pokrycie wykonane z blachodachówki. Do budynku doprowadzone jest przyłącze elektroenergetyczne wraz z układem pomiarowym.

4. Planowane zagospodarowanie terenu

Rozmieszczenie modułów fotowoltaicznych planowane jest na dachu budynku świetlicy posadowionego na działce nr 117/1. Całkowita powierzchnia, jaką będą zajmować moduły będzie wynosiła 96 m².

5. Opis rozwiązań projektowych

Projektowana instalacja fotowoltaiczna usytuowana będzie na dachu budynku. Planowane jest rozmieszczenie modułów fotowoltaicznych na systemowych stelażach aluminiowych.

Moduły fotowoltaiczne zostaną przykręcone do szyn mocowanych do uchwyty dachowych, które będą montowane do konstrukcji dachu za pomocą śrub dwugwintowych ze stali nierdzewnej w odległościach odpowiadających rozstawowi wiązarów dachowych.

6. Rodzaj i ilość wytwarzanych odpadów

Nie dotyczy.

7. Emisja hałasu oraz vibracji, a także promieniowania, w szczególności jonizującego pola elektromagnetycznego i innych zakłóceń

Nie dotyczy.

8. Wpływ obiektu budowlanego na środowisko

Brak negatywnego wpływu na środowisko.

9. Obszar oddziaływania inwestycji

Obszar oddziaływania inwestycji znajduje się w całości na przedmiotowej działce.

Architektura:
Konstrukcja:

mgr inż. arch. Hanna Falkiewicz-Marciniak
uprawnienia do projektowania w specjalności
architektonicznej bez ograniczeń BUA III 16/63

.....

Projektant:

mgr inż. Kamil Górski

.....

OPIS CZĘŚCI KONSTRUKCYJNEJ

1. OPIS TECHNICZNY

1.1. Opis szczegółowy projektowanej konstrukcji

Mocowanie konstrukcji wsporczej modułów fotowoltaicznych do więźarów dachowych projektuje się za pomocą uchwyty dachowych z blachy o grubości 5 mm przykręcanych śrubami M10 klasy 5.8 ocynkowanymi z podkładką uszczelniającą EPDM zapewniającą szczelność połączenia dachowej.

2. OPINIA TECHNICZNA

2.1. Podstawa opracowania

- Wizja lokalna stanu technicznego budynku;
- Polskie Normy oraz przepisy Prawa Budowlanego.

2.1.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest opinia techniczna budynku użyteczności publicznej w miejscowości Sumin w aspekcie zamontowania na nim instalacji fotowoltaicznej.

2.1.2. Cel i zakres opracowania

Celem opracowania jest określenie możliwości montażu modułów fotowoltaicznych na dachu budynku.

2.2. Opis techniczny konstrukcyjny budynku

2.2.1. Ogólny opis budynku

Obiekt wybudowany w technologii tradycyjnej murowanej. Budynek 1-kondygnacyjny. Dach budynku drewniany, dwuspadowy. Pochylenie około 33°. Pokrycie wykonane z blachodachówki.

2.2.2. Więźba dachowa

Więźba dachowa drewniana – więźar drewniany deskowy. Dach o rozpiętości 9,5 m, Więźar zbudowany z desek o solidnym przekroju. Więźba nie wykazuje oznak zniszczenia konstrukcji, nadmiernych ugięć i korozji biologicznej.

2.3. Wpływ instalacji fotowoltaicznej na konstrukcję budynku

Podczas projektowania unikano w miarę możliwości ekspozycji urządzeń OZE na elewacji frontowej. Instalację zaprojektowano na połaci od strony południowej, która zapewnia największe uzyski, a co za tym idzie największą wydajność instalacji.

Przyjęte rozwiązanie konstrukcji wsporczej sprawia, że instalacja fotowoltaiczna będzie oddziaływać jedynie na konstrukcję więźby dachowej. Oddziaływanie modułów fotowoltaicznych na pozostałe elementy konstrukcyjne budynku jest niewielkie.

2.4. Ocena stanu technicznego elementów konstrukcyjnych

Dokonano oględzin makroskopowych konstrukcji nośnej budynku, a w szczególności więźby dachowej budynku, na której zostaną zamontowane moduły fotowoltaiczne.

2.4.1. Ogólny stan budynku

W oparciu o oględziny zewnętrzne pokrycia dachu nie stwierdzono żadnych niepokojących oznak uszkodzenia oraz nadmiernego wyężenia konstrukcji pokrycia. Brak widocznych pęknięć w ścianach wyklucza nierównomierne osiadanie budynku.

Stan technicznych ścian ocenia się jako dobry.

2.4.2. Więźba dachowa

W oparciu o oględziny zewnętrzne drewnianej więźby dachowej nie stwierdzono żadnej korozji biologicznej, pęknięć poziomych oraz skośnych ani innych uszkodzeń zewnętrznych. Nie zauważono znacznych ugięć pasów wiązara, co świadczy o nieprzekroczeniu stanu granicznego użytkowości oraz stanu granicznego nośności. Stan techniczny konstrukcji ocenia się jako dobry.

2.5. Określenie możliwości montażu modułów fotowoltaicznych na dachu

Na podstawie dokonanych oględzin stwierdza się, że stan konstrukcji jest dobry, a dodatkowe obciążenia spowodowane montażem modułów fotowoltaicznych na konstrukcji dachu nie będą miały wpływu na bezpieczeństwo użytkowania obiektu.

Jednocześnie zaznacza się, że montaż modułów fotowoltaicznych w ilości przewidzianej koncepcją na dachu budynku jest możliwy po wykonaniu dodatkowej konstrukcji wsporczej rozkładającej obciążenia skupione na równomiernie rozłożone.

Architektura:
Konstrukcja:

mgr inż. arch. Hanna Falkiewicz-Marciniak
uprawnienia do projektowania w specjalności
architektonicznej bez ograniczeń BUA III 16/63

.....

Projektant:

mgr inż. Kamil Górski

.....

OPIS CZĘŚCI ELEKTRYCZNEJ

INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY

ZDROWIA (BIOZ)

1. Dane Inwestora

Inwestor: Gmina Osiek, Osiek 85, 87-340 Osiek.

Adres obiektu : dz. nr 117/1, obręb 0011 Sumin, jedn. ewid. 040208_2 Osiek.

2. Podstawa prawna

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 27 sierpnia 2002r. (Dz. U. Nr 151, poz. 1256 z 2002r.);
- Ustawa Prawo Budowlane;

3. Zakres robót zamierzenia budowlanego oraz kolejność realizacji

- Montaż konstrukcji systemowych i paneli fotowoltaicznych;
- Infrastruktura techniczna towarzysząca;
- Montaż instalacji elektrycznej wewnętrznej;
- Montaż inwerterów fotowoltaicznych;
- Montaż i wyposażenie rozdzielni elektrycznych AC i DC;
- Budowa instalacji odgromowej;
- Wykonanie podłączeń;
- Zagospodarowanie terenu.

4. Wykaz istniejących obiektów budowlanych

W rejonie montażu elektrowni fotowoltaicznej występuje obiekt użyteczności publicznej – świetlica wiejska.

5. Teren przyległy i teren działki nie stwarza zagrożenia bezpieczeństwa i zdrowia ludzi oraz zwierząt

6. Informacja dotycząca przewidywanych zagrożeń występujących podczas realizacji robót

- Prace przy urządzeniach mogących znaleźć się pod napięciem;
- Prace na wysokości;
- Prace obróbki materiałów konstrukcyjnych przy wykorzystaniu narzędzi z elementami wirującymi (wiertarki, szlifierki).

7. Sposób przeprowadzenia instruktażu pracowników zatrudnionych przy budowie i przestrzegania zasad bhp i ppoż

- Wszyscy pracownicy zatrudnieni przy budowie powinni mieć aktualne badania lekarskie oraz badania wysokościowe;
- Wszyscy pracownicy zatrudnieni na budowie powinni mieć aktualne szkolenie BHP oraz ppoż;
- Przed przystąpieniem do robót pracownicy powinni przejść szkolenie stanowiskowe;
- Zatrudnieni pracownicy powinni stosować środki ochrony indywidualnej, zabezpieczające przed skutkami zagrożeń, stosować odzież roboczą ochronną (rękawice robocze, sprawny sprzęt indywidualny ręczny lub mechaniczny – sprawny i atestowany);
- Za przestrzeganie przepisów BHP na budowie odpowiedzialny jest wykonawca – kierownik budowy i kierownicy robót;

8. Sposób przechowywania i przemieszczania materiałów, wyrobów

- Przy składowaniu materiałów przestrzegać zasad dotyczących wysokości składowania, odległości składowania od ogrodzeń, zabudowań i stałych stanowisk pracy;
- Materiały sypkie (piasek, żwir) powinny być przechowywane w przyzmach z naturalnym kątem stoku przy maksymalnej wysokości 2,0m.

9. Środki techniczne i organizacyjne

- P-POŻ – to gaśnice pianowe lub śniegowe, koce tłumiące i inny sprzęt;
- Przed przystąpieniem do robót ustalić miejsce czerpania wody do celów P-POŻ;
- Na budowie powinna znajdować się apteczka pierwszej pomocy;
- W widocznym miejscu umieścić trwale tablicę informacyjną budowy z czytelnymi numerami alarmowymi pogotowia ratunkowego, straży pożarnej, policji, pogotowia wodociągowego, pogotowia energetycznego, itp.;

10. Miejsce przechowywania dokumentacji budowy

- Dokumentację budowy zabezpieczyć przed dostępem osób niepowołanych;
- Zwrócić szczególną uwagę na zabezpieczenie dokumentacji budowy przed zniszczeniem.

11. Uwagi ogólne

- Wszystkie prace należy wykonywać pod kierunkiem osób uprawnionych;
- Narzędzia i sprzęt powinny być użytkowane zgodnie z instrukcją. Przed wydaniem narzędzi do pracy należy sprawdzić czy są sprawne technicznie oraz datę ostatniego badania;
- Strefę prowadzenia prac należy wyposażyć w podręczny sprzęt gaśniczy.

OPIS TECHNICZNY

1. DANE OGÓLNE

1.1. Inwestor

Gmina Osiek, Osiek 85, 87-340 Osiek.

1.2. Nazwa i adres jednostki projektowej

Biuro Projektowe PRO SZKIC Kamil Górski

ul. Ludwika Ślaskiego 1/10, 87-100 Toruń.

1.3. Adres inwestycji

Sumin 133, 87-340 Osiek gm. Osiek, powiat brodnicki, woj. kujawsko – pomorskie, dz. 117/1.

1.4. Przedmiot opracowania

Tematem niniejszego opracowania jest projekt budowy instalacji fotowoltaicznej o mocy nominalnej 9,90 kWp.

Działka nie jest położona w terenie objętym ochroną dziedzictwa kulturowego, ani strefie zainteresowania konserwatorskiego. 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.

1.5. Podstawa opracowania

- Zlecenie Inwestora na wykonanie projektu budowlanego;
- Ustawa z dnia 9 lutego 2016 Prawo Budowlane (tekst jednolity Dz. U. 2016 poz. 290);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2002 roku Nr 75, poz. 90 z późniejszymi zmianami);
- Deklaracje, certyfikaty zgodności, podstawowe informacje producenta modułów fotowoltaicznych oraz urządzeń zewnętrznych (np. inwertery).

2. ZAKRES OPRACOWANIA

Zakres opracowania obejmuje:

- Montaż instalacji fotowoltaicznej o mocy nominalnej 9,90 kWp na powierzchni dachu budynku świetlicy;
- Montaż instalacji elektrycznej wewnętrznej;

- Montaż instalacji odgromowej instalacji fotowoltaicznej;
- Ochrona od przepięć atmosferycznych strony AC i DC;
- Dodatkowy środek ochrony od porażeń prądem elektrycznym;

3.1. System ochrony od porażeń prądem elektrycznym

Jako system ochrony od porażeń prądem elektrycznym projektuje się samoczynne szybkie wyłączenie zasilania w układzie sieci TT/TNC polegający na łączeniu określonych elementów z przewodem neutralno-ochronnym PEN. W związku z tym wszystkie części metalowe urządzeń i aparatów elektrycznych, które normalnie nie są, ale mogą znaleźć się pod napięciem należy starannie połączyć z przewodem PEN. Przewód ten musi być wykonany bez przerwy, w związku z tym nie należy w nim instalować łączników, bezpieczników itp.

Wartość oporności uziemienia przewodu PEN w szafce pomiarowej nie może przekroczyć $R_{uz} \leq 10 \Omega$.

Od miejsca oddzielenia przewodu ochronnego PE i neutralnego N, nie wolno łączyć tych przewodów w żadnym dalszym punkcie instalacji.

Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym po stronie DC zostanie zapewniona przez:

- Zachowanie odległości izolacyjnych,
- Izolację roboczą,
- Uziemienie ochronne

3.2. Pomiar zużycia energii elektrycznej

Pomiar energii elektrycznej odbywać się będzie w dwóch kierunkach za pomocą typowego licznika energii elektrycznej usytuowanego wewnątrz budynku w miejscu ogólnie dostępnym, po spełnieniu wymagań formalnych stawianych przez odpowiednie Przedsiębiorstwo Energetyczne.

3.3. Opis rozwiązania technicznego

Projektowana instalacja fotowoltaiczna składać się będzie z 2 rzędów monokrystalicznych modułów fotowoltaicznych o łącznej mocy 9,90 kW, przyłączonych w układzie: 1x20+1x10 szt. Technologia projektowanych modułów fotowoltaicznych pozwoli uzyskać produkcję energii elektrycznej na poziomie ok. 8900 kWh energii elektrycznej. Wielkość instalacji została dobrana zgodnie z zaleceniami Inwestora oraz z uwagi na duże zapotrzebowanie na energię elektryczną. Energia elektryczna produkowana przez projektowaną mikroinstalację fotowoltaiczną będzie służyć do zasilania odbiorników znajdujących się w budynku świetlicy, a przede wszystkim do zasilania powietrznej pompy ciepła.

3.4. Moduły fotowoltaiczne PV

W elektrowni fotowoltaicznej należy zastosować moduły monokrystaliczne o mocy 330 Wp – wybrano Moduły LEAPTON model LP156x156-M-60-H, montowane do konstrukcji nośnej zgodnie z dokumentacją projektową. Kierunek i kąt nachylenia modułów został tak dobrany, aby umożliwić optymalną pracę układu modułów i uzyskanie możliwie największej ilości energii w mikroinstalacji.

Moduły fotowoltaiczne powinny posiadać certyfikat zgodności z normami:

- Norma PN-EN 61730 składa się z dwu części:
- PN-EN 61730–1 – Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) – Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji,
- PN-EN 61730–2 – Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) – Część 2: Wymagania dotyczące badań,
- PN-EN 61701 – Testowanie modułów fotowoltaicznych (PV) w korozyjnym środowisku mgły solnej.
- PN-EN 62716 – Część 2: Moduły fotowoltaiczne (PV) - Badanie korozji w atmosferze amoniaku.

3.5. Inwerter

Urządzeniem odpowiedzialnym za współpracę z modułami fotowoltaicznymi, będzie beztransformatorowy falownik trójfazowy. Zastosowano falownik FRONIUS SYMO 10.0-3-M o mocy znamionowej 10,0 kW. Inwerter wyposażony będzie w wyłączniki mocy DC oraz wbudowane zabezpieczenia przeciwprzepięciowe DC typu 1+2.

Projektowany falownik należy zlokalizować w obrębie istniejącego budynku świetlicy, w miejscu ogólnie dostępnym dla obsługi (pomieszczenia suche bez zapylenia).

Układ inwertera wyposażony jest w rozbudowany układ diagnostyki oraz blokad i zabezpieczeń chroniący zarówno sam inwerter jak i użytkownika.

Projektowany inwerter posiada zabezpieczenia:

- przeciwzwarceniowe,
- chroniące przed zbyt dużym prądem,
- podnapięciowe,
- przed obniżonym napięciem w obwodzie pośredniczącym,
- przed zbyt wysoką temperaturą radiatora,
- przeciążeniowe,
- anty-wyspowe (odłączanie przełącznikami od sieci w przypadku zaniku napięcia).

Dodatkowo projektuje się wykonanie przyłączenie inwertera do sieci Internet (za pomocą interfejsu WLAN, które umożliwi proste i czytelne przeglądanie oraz analizę zarówno

bieżących, jak i archiwalnych danych o uzyskiwanych osiągnięciach elektrycznych (ilości wytworzonej energii elektrycznej) poprzez stronę internetową.

Projektowany Inwerter spełnia wymagania stawiane w dyrektywach oraz normach europejskich.

Dane techniczne dla zastosowanego inwertera - FRONIUS SYMO 10.0-3-M:

1.	Napięcie wyjście	400 V
2.	Częstotliwość	50/60 Hz
3.	Ilość faz	3
4.	Zakres temperatur	od -25°C do +60 °C
5.	Stopień ochrony IP	≥ 65
6.	Instalacja	wewnątrz / na zewnątrz
7.	ETHERNET	Tak
8.	Możliwość komunikacji WIFI	Tak
9.	Protokół komunikacyjny RS 485	Tak
10.	Możliwość zdalnego monitorowania inwertera	Tak
11.	Pomiar izolacji po stronie DC	Tak
12.	Możliwość wgrania nowej wersji oprogramowania	Tak
13.	Zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją DC i wbudowany rozłącznik DC	Tak
14.	Europejski współczynnik sprawności	≥ 97,4%
15.	Liczba MPP trackerów	2

Falowniki należy montować zgodnie z wytycznymi montażu podanymi przez ich wytwórców zwracając w szczególności uwagę na odległości od sąsiednich urządzeń

3.6. Opis połączeń

Połączenia poszczególnych modułów fotowoltaicznych do inwertera zostaną zrealizowane za pomocą kabli dedykowanych dla instalacji stałoprądowych fotowoltaicznych o przekroju żył roboczych 6 mm². Kable pomiędzy łączeniami modułów PV, a falownikiem będą prowadzone trasami kablowymi osłoniętymi za pomocą rur osłonowych lub korytek kablowych, przy czym rury osłonowe lub koryta kablowe muszą być przystosowane do pracy w przestrzeniach otwartych i być odporne na działanie promieniowania UV. Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Układanie kabli oraz wszelkie kolizje należy wykonać zgodnie z wymogami normy PN 76/E-05125 p.t. „Elektroenergetyczne linie kablowe. Projektowanie i budowa.”

Na kablach założyć opaski plastikowe typu OKI z danymi technicznymi kabli, kierunkiem zasilania, rokiem budowy i właścicielem, W miejscu wprowadzenia kabla do projektowanej rozdzielni RM założyć „krawaty” o tej samej treści.

Wymagane parametry kabli do połączenia strony DC	
1.	Przeznaczone do instalacji fotowoltaicznych
2.	Odporne na promieniowanie UV i warunki atmosferyczne
3.	Temperatura pracy kabli powinna być w granicach -40 do + 70 stopni C
4.	Kable powinny być podwójnie izolowane
5.	Kable powinny posiadać izolację na napięcie stałe min. 1000 V

Falownik zostanie połączony z rozdzielnią AC za pomocą kabli YKY lub przewodów YDY o przekroju dobranym tak, aby spadek napięcia po stronie AC, po uwzględnieniu długości przewodów, nie przekroczył 1%.

Dla projektowanej instalacji dobrano przewód o przekroju 5x6 mm² zgodnie z obliczeniami oraz schematem ideowym instalacji.

Przekrój kabli stałoprądowych powinien być tak dobrany, aby zminimalizować spadki napięć obwodów. Dla projektowanej instalacji dobrano przewody o przekroju 1x6 mm² zgodnie z obliczeniami oraz schematem ideowym instalacji.

3.7. Rozdzielnia główna RG i rozdzielnia miejscowa RM

Rozdzielnia główna obiektu RG - istniejąca bez zmian.

Projektuje się miejscowe rozdzielnice instalacyjne R1 i R2 wykonać jako natynkowe, przy czym rozdzielnia R1 dedykowana jest dla obwodów AC a rozdzielnia R2 dla obwodów DC. Obie rozdzielnie R1 i R2 zlokalizowane będą w obrębie istniejącego budynku. Rozdzielnie powinny być przystosowane do montażu aparatury modułowej na standardowej szynie TH35 posiadające stopień ochrony IP min. 54 oraz II kl. ochronności.

Rozdzielnia **R1** wyposażać w:

- wyłącznik różnicowoprądowy $I_b=25$ A ($\Delta I=100$ mA), typu A
- wyłącznik nadprądowy $I_b=25$ A,
- ogranicznik przepięć typ 1+2 (B+C),
- listwy zaciskowe PE i N,
- Rozdzielnia **R2** wyposażać w:
- ograniczniki przepięć typu 1+2 (B+C) typu 1000 V/20 kA,
- rozłączniki jednopoleowe dedykowane dla instalacji stałoprądowych dostosowanych parametrami do projektowanych paneli fotowoltaicznych,

Szynę PE w rozdzielni R1 oraz zacisk PE ogranicznika przepięć w rozdzielni R2 należy połączyć przewodem LgY 10 mm² z główną szyną wyrównawczą GSW, która będzie uziemiona przez przyłączenie do jednego z uziomów pionowych instalacji odgromowej. Do głównej szyny wyrównawczej GSW należy również przyłączyć elementy ramy modułów fotowoltaicznych metalowej konstrukcji wsporczej modułów fotowoltaicznych.

3.8. Instalacja połączeń wyrównawczych

Wewnątrz budynku, gdzie zlokalizowane będą rozdzielnie R1 i R2 należy zabudować główną szynę wyrównawczą GSW jako typową, prefabrykowaną z zaciskami śrubowymi instalowaną na wysokości 0,5 m od ziemi. Dokonać połączenia konstrukcji metalowych modułów fotowoltaicznych przewodem LgY 10 mm². Rezystancja uziemienia GSW nie może być większa niż 10 Ω.

3.9. Ochrona od przepięć

Ochrona od przepięć atmosferycznych projektowanej instalacji fotowoltaicznej realizowana będzie:

- od strony źródła zasilania - typowe ograniczniki przepięć klasy 1+2 (B+C),
- od strony generatora - typowe ogranicznik przepięć typu 1+2 (B+C),

Rezystancja ochronna musi wynosić min. $R < 10 \Omega$.

3.10. Ochrona odgromowa

Ochrona odgromowa projektowanej instalacji fotowoltaicznej realizowana będzie w oparciu o jeden zwód pionowy wykonany drutem ocynkowanym o przekroju min. 8 mm². Przewód odprowadzający wykonać bednarką Fe/Zn 25x4 mm. Instalację odgromową wykonać jako naprężną montowaną po elewacji budynku. Złącze kontrolne wykonać na wysokości 1,0 m od powierzchni ziemi. Przy budynku wybudować uziom szpilkowy (głębokościowy), którego wartość rezystancji musi wynosić min. $R < 10 \Omega$.

4. UWAGI KOŃCOWE

- wszelkie prace należy wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami normami w zakresie budowy i montażu OZE, pod kierunkiem osoby posiadającej kwalifikacje oraz uprawnienia budowlane i SEP;
- instalacje wykonać zgodnie z "Warunkami technicznymi wykonywania i odbioru robót budowlano-montażowych." tom. V, Instalacje elektryczne;
- użytkowanie wszelkich urządzeń elektrycznych dopuszczalne jest dopiero po sprawdzeniu skuteczności działania dodatkowego środka ochrony od porażeń prądem elektrycznym, rezystancji izolacji kabli, rezystancji uziemienia, ciągłości przewodów dokonując pomiaru rezystancji izolacji modułów fotowoltaicznych, napięcia i prądu modułów przy jednocześnie zmierzonej wartości nasłonecznienia, kąta nachylenia, azymutu modułów fotowoltaicznych, temperatury otoczenia oraz temperatury modułów i potwierdzonym przez osobę uprawnioną w formie protokołu;
- do odbioru dostarczyć protokoły badań, atesty, certyfikaty na aparaty i osprzęt oraz dokumentację powykonawczą;
- Nie przeprowadzać kontroli stanu izolacji w podłączonych urządzeniach elektrycznych ponieważ grozi to zniszczeniem układów elektroniki.

OBLICZENIA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

1. Strona DC instalacji

Dobór sposobu połączeń oraz zmiany napięcia wraz z temperaturą otoczenia.

Należy spełnić warunek:

$$U_C \geq U_{OCSTC}$$

Przyjęte parametry modułów fotowoltaicznych

MODUŁ FOTOWOLTAICZNY LEAPTON 330 W			
DANE ELEKTRYCZNE (STC)	Symbol	Jednostka	Wartość
Moc znamionowa	P_{MPP}	W	330
Napięcie znamionowe	U_{MPP}	V	33,80
Prąd znamionowy	I_{MPP}	A	9,76
Napięcie przy otwartym obwodzie	U_{OC}	V	41,3
Prąd zwarcia	I_{SC}	A	10,24
Sprawność	η	%	19,6

Sprawdzenie poziomów napięć przy różnych założeniach temperatury

Wyznacza się zmianę napięcia pojedynczego modułu PV na 1°C.

Współczynnik temperaturowy

$$\beta_{U_{OC}} = -0,28 \frac{\%}{K}$$

Napięcie nieobciążonego modułu PV

$$U_{OC} = 41,3 V$$

Zmiana napięcia na 1°C

$$\Delta U = \beta_{U_{OC}} \cdot U_{OC} = -0,0028 \cdot 41,3 = -0,116 \frac{V}{^{\circ}C}$$

Wszystkie parametry elektryczne modułu PV wyznaczone są dla temperatury +25 °C i dlatego będzie ona podstawą do wyliczenia napięcia podczas zmian temperatury.

Napięcie obwodu otwartego w niskich temperaturach -25 °C

$$\Delta T = 25 - (-25) = 50 ^{\circ}C$$

$$U_{OC(-25)} = U_{OC} + (-\Delta U \cdot \Delta T) = 41,3 + [-(-0,116) \cdot 50] = 47,10 V$$

Napięcie w punkcie mocy maksymalnej w niskich temperaturach

$$U_{MPP} = 33,8 V$$

$$U_{MPP(-25)} = U_{MPP} + (-\Delta U \cdot \Delta T) = 33,8 + [-(-0,116) \cdot 50] = 39,6 V$$

Napięcie w punkcie mocy maksymalnej w wysokich temperaturach +70 °C

$$\Delta T = 70 - 25 = 45 ^{\circ}C$$

$$U_{MPP} = 33,8 V$$

$$U_{MPP(+70)} = U_{MPP} + (\Delta U \cdot \Delta T) = 33,8 + [(-0,116) \cdot 45] = 28,58 V$$

Maksymalna liczba modułów łączona szeregowo

$$n = \frac{U_{max}}{U_{OC(-25)}} = \frac{1000}{47,1} = 21,23 = 21 \text{ szt.}$$

$$\frac{U_{MPPTmax}}{U_{MPP(-25)}} = \frac{800}{39,6} = 20,20 = 20 \text{ szt.}$$

Minimalna liczba modułów łączona szeregowo

$$\frac{U_{MPPTmin}}{U_{MPP(+70)}} = \frac{270}{28,58} = 9,45 = 10 \text{ szt.}$$

Maksymalna liczba modułów łączonych równolegle

$$\frac{I_{dcmax}}{I_{scmax}} = \frac{16,5}{10,24} = 1,61 = 1 \text{ szt.}$$

Przyjęto, że w jednym łańcuchu projektuje się max. 20 szt. modułów PV.

Napięcie nieobciążonego modułu PV (przy jego otwartych stykach).

$$U_{OC} = 41,3 \text{ V}$$

Liczba modułów

$$n = 20$$

Sprawdzenie maksymalnego napięcia w Inwerterze

$$U_{OCSTC} = n \cdot U_{OC} = 20 \cdot 41,3 = 826,0 \text{ V}$$

$$U_C = 1000 \text{ V} \geq 1,2 U_{OCSTC} = 1,2 \cdot 826 = 991,2 \text{ V}$$

Warunek został spełniony – napięcie maksymalne nie zostanie przekroczone.

Dobór przewodów po stronie DC

Moduły zostaną połączone szeregowo. Prąd nominalny dla jednego łańcucha będzie wynosił

$$I_{MPP} = 9,76 \text{ A}$$

Długość kabla pomiędzy inwerterem a łańcuchem modułów założono

$$l = 50 \text{ m}$$

Dopuszczalny poziom strat na kablach – 1%

$$\Delta V_{max} = 0,01$$

Napięcie nominalne w punkcie mocy maksymalnej dla łańcucha modułów

$$U_L = n \cdot U_{MPP} = 20 \cdot 33,8 = 676,0 \text{ V}$$

Przewodność właściwa dla miedzi

$$k = 56 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$$

Dobór średnicy kabla

$$A_{min} = \frac{n \cdot I_{MPP} \cdot U_{MPP} \cdot l}{U_L^2 \cdot k \cdot \Delta V_{max}} = \frac{20 \cdot 9,76 \cdot 33,8 \cdot 50}{676^2 \cdot 56 \cdot 0,01} = 1,29 \text{ mm}^2$$

Dla zachowania strat poniżej 1% przyjęto kabel solarny o przekroju 1x6 mm² przeznaczony do instalacji fotowoltaicznych.

Dobór przewodów po stronie AC

Dopuszczalny poziom strat na kablach – 1%

$$\Delta V_{max} = 0,01$$

Długość kabla pomiędzy inwerterem a rozdzielnią główną

$$l = 20 \text{ m}$$

Wartość napięcia międzyfazowego

$$U_n = 400 \text{ V}$$

Dla falownika trójfazowego

$$A_{min} = \frac{P \cdot l}{U_n^2 \cdot k \cdot \Delta V_{max}} = \frac{9900 \cdot 20}{400^2 \cdot 56 \cdot 0,01} = 2,20 \text{ mm}^2$$

Dobrano kabel o średnicy żyły 6 mm² YDYżo 5x6 mm². Zastosowany kabel spełnia wymagania pod względem obciążalności prądowej, która wynosi maksymalnie 31 A.

Dobór zabezpieczeń po stronie DC

Dobór rozłącznika

$$U_{n,min} = 1,2 U_{OCSTC} = 1,2 \cdot 826,0 = 991,2 \text{ V}$$

$$I_{n,min} = 1,45 \cdot 9,76 = 14,15 \text{ A}$$

Dobrano 2x rozłącznik PV ETI Green Protect LS16 SMA A2 dwubiegunowy.

Dane zastosowanego rozłącznika:

- prąd znamionowy **16 A**,
- napięcie znamionowe do **1000 V DC**,

Do ochrony przepięciowej zastosowano ograniczniki przepięć typu 1+2 (B+C), które zostaną połączone z główną szyną wyrównawczą za pomocą kabla o średnicy 10 mm². Należy wykonać również połączenie między szynami systemowej konstrukcji wsporczej oraz połączyć konstrukcję wsporczą z główną szyną wyrównawczą (GSW).

Dobór ograniczników przepięć

$$U_{n,min} = 1,2 U_{OCSTC} = 1,2 \cdot 826,0 = 991,2 \text{ V}$$

Dobrano ogranicznik przepięć typu 1+2 (B+C) PV 1000 V / 20 kA.

Dobór zabezpieczeń po stronie AC

Dobór wyłącznika nadprądowego

Maksymalny prąd znamionowy płynący z inwertera

$$I_{AC,max} = 14,4 \text{ A}$$

Obciążalność przewodu YDYżo 5x6 mm²

$$I_z = 31 \text{ A}$$

Wyłącznik nadprądowy musi spełniać następujący warunek

$$I_{AC,max} \leq I_n \leq I_z$$

$$14,4 \leq I_n \leq 31$$

Przyjęto

$$I_n = 25 A$$

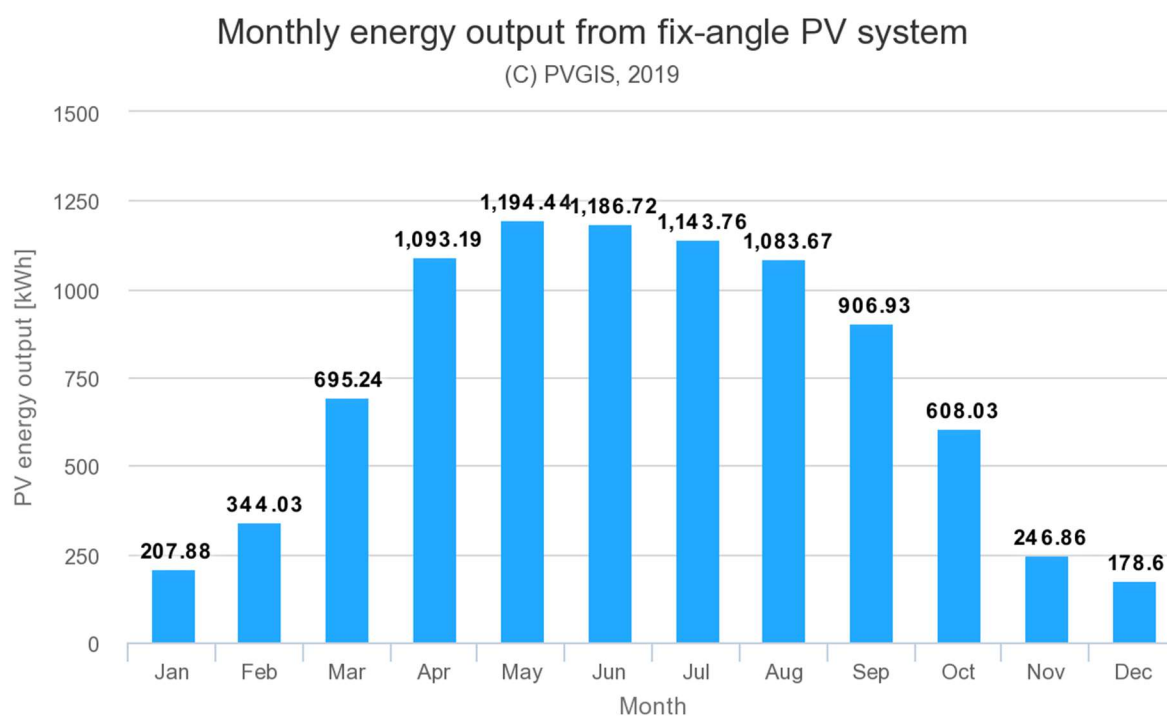
Dobrano wyłącznik nadprądowy 3P S303 B 25 A.

Do ochrony przepięciowej zastosowano ograniczniki przepięć typu 1+2 (B+C).

Dodatkowo do ochrony przeciwporażeniowej zastosowano wyłącznik różnicowoprądowy 3P o prądzie zadziałania $I=100$ mA.

2. Obliczenia prognozowanej produkcji energii elektrycznej

System instalacji na dachu skośnym: nachylenie= 33° , orientacja= -15°



Rysunek 1 Wykres słupkowy prognozowanej produkcji energii elektrycznej

PARAMETRY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ		
Lokalizacja	53.122, 19.423	
Horyzont	Obliczony	
Baza danych	PVGIS-SARAH	
Technologia PV	Moduł monokrystaliczny	
Założone straty systemowe [%]:	20	
Wyniki obliczeń:		
Nachylenie połaci [$^\circ$]:	33	
Azymut położenia instalacji [$^\circ$]:	15	
Przewidywana roczna produkcja energii elektrycznej [kWh]:	8889.36	
Przewidywane roczne promieniowanie świetlne [kWh/m ²]:	1239.75	
Całkowite straty [%]:	-27.57	

ZAŁĄCZNIKI:

- RZUT INSTALACJI NA DACHU BUDYNKU
- SCHEMAT IDEOWY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ
- KARTY KATALOGOWE MODUŁU I INWERTARA

Projektant:**mgr inż. Kamil Górski**

.....